

# 2008 원자력발전백서



# 발 간 사



1978년 고리 1호기의 역사적 상업운전으로 시작된 우리 원자력발전이 올해로 30주년을 맞이하였습니다.

초창기의 부족한 자본과 기술력에도 불구하고 우리 원자력 산업은 성장에 성장을 거듭해 왔습니다. 이제 우리나라는 총 20기의 원전을 보유한 세계 6위의 원자력 강국입니다.

원자력발전은 우리나라 전체 전력생산의 1/3 이상을 담당하면서, 경제발전과 국민생활 안정을 지탱하는 대들보가 되어 주고 있습니다. 30년간 원자력발전을 통해 생산된 전기는 총 2조kWh에 이르며, 이로 인해 석유대비 원가절감효과도 155조원에 달합니다. 원자력발전의 확대로 70년대 총 발전량의 약 80%를 차지하던 석유의 비중이 작년에는 4%까지 내려갔습니다. 지금과 같은 고유가상황에서 원자력발전은 국가에너지자립과 민생안정에도 크게 기여하고 있는 것입니다.

이러한 외형상의 성장뿐만 아니라 기술적인 측면에서도 우리 원자력 산업에는 많은 진보가 있었습니다. 한국표준형원전 OPR1000에 이어 3세대 원전인 APR1400을 개발하여 건설하고 있고 원자로 계통설계기술부터 시공·운영에 이르기까지 많은 분야에서 선진국에 버금가는 기술력을 자랑하고 있습니다.

새로운 기술획득을 위한 우리 기업들의 끊임없는 도전정신과 원자력 산업인들의 헌신적인 노고, 그리고 국민들의 변함없는 지지와 신뢰가 없었다면 결코 이루지 못했을 성과입니다.

지난 30년간 원자력산업이 이룩한 성과는 눈부실 정도입니다. 그러나, 이제는 지금까지와는 전혀 다른 여건속에서 원자력의 새로운 100년을 준비해야 합니다.

최근 수년간 우리를 둘러싼 대내외 에너지·경제 환경은 과거 어느 때보다 불리하게 전개되고 있습니다.

배럴당 유가는 140달러에 육박하면서 연일 사상 최고치를 넘나들고 있으며, 인도·중국과 같은 제3세계 국가들의 급속한 성장을 배경으로 원유를 포함한 원자재를 확보하기 위한 국가간 경쟁 또한 치열하게 전개되고 있습니다. 중동, 러시아 등 세계 각지에서 자원민족주의가 고조되면서, 우리처럼 에너지 수입의존도가 높은 나라들은 더욱 심각한 어려움을 겪고 있습니다. 이에 더해, 기후변화협약 진전에 따라 온실가스 배출 감축을 요구하는 세계적 압력도 심각한 수준에 달하고 있습니다. 협상 진전에 따라 2013년부터 우리나라가 온실가스 감축의무를 지게 된다면, 우리나라 에너지부분 온실가스 배출의 34%를 차지하는 발전부문이 가장 큰 충격을 받게 될 것입니다.

국내 에너지시장의 여건도 어렵기는 마찬가지입니다. 석유화학, 제철, 조선, 자동차 등 에너지 다소비형 산업들이 우리의 대표적 주력산업으로 자리하고 있고, 소득증가에 따라 민간의 에너지소비도 날로 늘어나고 있습니다. 에너지 자주개발률은 그간의 노력에도 불구하고 아직 4.2%에 머무르고 있습니다. 1인당 소득 4만 불, 세계 7대 경제대국으로 도약하기 위해서는 우선 우리 경제의 혈액인 전력의 안정적 공급능력을 확보하는 것이 무엇보다도 시급한 숙제입니다.

신재생에너지와 같은 대체에너지가 아직까지 충분한 경제적·타당성을 확보하지 못하고 있는 상황에서, 고유가와 원자재가격 상승, 그리고 온실가스 감축압력의 현실화라는 도전에 직면하여, 우리가 기댈 수 있는 유일한 현실적인 대안은 바로 원자력발전입니다.

다행히 우리 원자력 산업계는 미래를 내다보고 발빠르게 대응해 왔습니다. 이

미 6기의 원전을 새로 짓고 있으며, 2기의 원전을 준비하고 있습니다. 2016년이  
면 총 원전은 28기로 늘어나고 설비용량은 2,732만kW로 늘어나 중단기 전력수  
요 증가에 안정적으로 대응할 수 있을 것입니다. 또한 금년에 국가에너지위원회를  
열어 2030년까지의 원전 적정비중을 확정함으로써 장기 에너지수급을 안정  
적으로 이끌어가기 위한 대안도 마련할 것입니다.

신규원전의 건설은 원자력 관련 핵심·원천기술을 확보할 수 있는 좋은 기회  
이기도 합니다. 정부는 계측·제어계통, 핵심부품의 설계·제작, 터빈·발전기  
등 주기의 핵심기술을 선진국과 대등한 수준으로 끌어올려 원자력산업 기술의  
완전 자립화를 달성할 수 있도록 노력할 것입니다.

앞으로 2030년까지 전 세계적으로 약 300기의 원전이 새로이 건설될 것으로  
전망됩니다. 무려 700조원의 신규시장이 창출되는 원전 르네상스의 시대가 눈앞  
에 다가오고 있는 것입니다.

우리가 선진 원전기술의 확보를 통해 이러한 수요에 능동적으로 대응할 수 있  
다면, 원자력발전은 국내 에너지의 안정적 공급자일 뿐만 아니라, 국민소득 4만  
불 시대를 여는 새로운 성장동력으로 새롭게 탄생할 수 있을 것입니다. 이를 위해  
서 국민 모두와 기업, 연구소, 정부가 지혜와 힘을 한데 모아야 할 것입니다.

지난 30년간의 경험이 증명하듯이 이러한 과제들은 국민적 합의와 지지 없이는  
풀어낼 수 없는 것들입니다. 정부는 과거의 시행착오를 교훈삼아 원자력발전  
이 사회적 갈등의 소재가 되지 않도록 충분한 시간을 갖고 공감대를 형성해 가면서  
필요한 대안들을 마련하여 실행하겠습니다. 원전 고장이나 환경문제, 폐기물  
처리의 안전성 등과 관련한 사회적 불안이 최소화되도록 필요한 모든 노력을 다  
함으로써 국민의 동의와 지지를 얻도록 노력할 것입니다.

이번에 발간되는 「2008 원자력발전백서」에는 30주년을 맞는 우리 원자력산업의 성과와 과제를 가감없이 상세하게 담아 보았습니다.

이 백서가 모든 국민들에게 원자력발전에 대한 올바른 정보를 제공하고 이해를 구하는 데 작은 도움이 되었으면 합니다.

감사합니다.

2008년 6월  
지식경제부 장관 이 윤 호 

# 인 사 말



원자력발전을 시작한 지 올해로 꼭 30년이 되었습니다. 그동안 원전산업은 日就月將 성장을 거듭함으로써 오늘날 우리나라 전체 발전량의 약 40%를 차지하는 주발전원으로 자리매김하였습니다.

특히 올해는 원자력으로 총 2조kWh를 생산한 뜻 깊은 해입니다. 이는 지난해 기준 우리나라 국민이 약 5년간 쓸 수 있는 전력량입니다. 석탄으로 발전했을 때보다 약 8조 5천억 원, 천연가스 대비 247조 원이 절감된 효과를 거두었습니다.

그리고 고리 1호기가 성공적으로 발전을 재개한 해이기도 합니다. 고리 1호기 계속운전은 철저히 검증된 안전성을 바탕으로 지역주민과 국민의 지지 아래 이루어진 것이어서 그 의미는 더욱 크다 할 수 있습니다.

우리나라는 원전의 건설 및 운영기술 면에서도 괄목할 만한 성장을 이루었습니다. 오는 2014년 APR1400인 신고리 3·4호기가 완공되면 우리나라는 세계에서 세 번째의 3세대 원전 보유국가로 부상할 것입니다. 아시아에서 가장 앞선 3세대 원전 보유국이 되어 본격적인 원전수출시대가 펼쳐질 것으로 기대하고 있습니다.

돌이켜보면 우리나라가 보다 일찍이 원전산업을 시작한 것은 매우 현명한 판단이었다고 평가할 수 있습니다. 부존자원이 빈약한 우리의 현실에서 그동안 경제성장을 거듭하고 국민의 문화생활을 뒷받침할 수 있었던 것도 원자력발전으로 전력을 값싸고 안정적으로 공급할 수 있었기 때문입니다. 1982년 이후 국내 소비자물가가 200% 이상 오른데 반해 전기요금이 고작 5.5% 오르는 데 그쳤던 것은 원자력발전 덕분이라고 할 수 있습니다.

그런 가운데 최근 국제 유가가 사상 최고치를 웃돌고, 기후변화협약 회의에서 탈리로드맵이 채택됨에 따라 우리나라도 온실가스 감축 의무 대상국이 될 것으로 이에 대한 대책 마련이 시급한 상황입니다.

원자력발전이야말로 현실적으로 경제성과 친환경성이라는 두 가지의 요건을 동시에 충족시킬 수 있는 가장 적합한 전원이라 하겠습니다.

이를 입증하듯 세계 각국은 ‘원전 르네상스’라고 할 만큼 원자력발전을 주목하기 시작했습니다. 그러나 우리 원전이 처한 여건은 그리 순조롭기만 한 것은 아닙니다. 원자력에 대한 막연한 불안감이 아직도 많은 국민의 마음속에서 떠나지 않고 있기 때문입니다. 원전산업이 지속적인 성장을 거듭하여 국가 에너지 안보의 든든한 버팀목이 되기 위해서는 국민의 합의와 지지가 필수적입니다.

따라서 원전에 대한 국민의 이해 기반을 넓히기 위하여 원자력에 관한 정책과 현황 그리고 운영 및 건설, 방사성폐기물과 환경관리, 안전성 확보 대책 등 한 해 동안 원자력발전의 모든 실상을 총망라하여 해마다 백서형식으로 공개하고 있습니다.

이 책자가 원자력에 대한 국민의 신뢰성을 높여주는 소중한 지침서가 되기를 기대하면서, 그동안 이 백서의 발간을 위해 힘써 주신 집필진과 관계자 여러분의 노고에 깊은 감사를 드립니다.

2008년 6월

한국수력원자력(주)사장 김 종 신 **김종신**

## ❁ 원자력 2007 >>>>



한수원(주)-인니 MEI사 원전사업개발 양해각서 체결('07. 7.25)



월성원전 삼중수소제거설비 준공('07. 7.26)



월성원자력환경관리센터 착공식 ('07.11. 9)



신월성 1호기 최초 콘크리트 타설 ('07.11.20)

## ❁ 원자력 2007 >>>>



APR1400 신고리 3·4호기 기공식 ('07.11.28)



고리 1호기 계속운전 재가동 기념식 ('08. 1.17)

# 목 차

## 제1편 원자력발전정책

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 제1장 국내·외 에너지 정세 .....        | 3  |
| 제1절 개요 .....                 | 3  |
| 제2절 세계 에너지 전망 .....          | 8  |
| 제3절 국내 에너지 수급동향 및 전망 .....   | 16 |
| 제2장 전력수급 기본계획 .....          | 34 |
| 제1절 개요 .....                 | 34 |
| 제2절 전력사업 여건과 계획수립 기본방향 ..... | 37 |
| 제3절 제3차 전력수급기본계획의 주요내용 ..... | 37 |
| 제3장 원자력발전 정책 방향 .....        | 47 |
| 제1절 기본방향 .....               | 47 |
| 제2절 원전의 안전성 확보 .....         | 52 |
| 제3절 원전산업의 경쟁력 강화 .....       | 56 |
| 제4절 원전 기술개발의 체계적 추진 .....    | 58 |
| 제5절 원전 주변지역 지원제도 .....       | 61 |
| 제6절 국민이해 확보 .....            | 66 |
| 제7절 원전연료 및 방사성폐기물 관리확보 ..... | 71 |

## 제2편 원자력발전소 운영 및 건설

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 제1장 원자력발전의 역할 .....  | 87  |
| 제1절 원자력의 도입 .....    | 87  |
| 제2절 원자력발전의 필요성 ..... | 108 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>제2장 원자력발전소 운영</b>       | 114 |
| 제1절 설비용량 현황                | 114 |
| 제2절 발전량 현황                 | 116 |
| 제3절 이용률 및 가동률 현황           | 118 |
| 제4절 정비 및 운영관리 현황           | 122 |
| 제5절 고장정지 및 한주기 무고장 안전운전 현황 | 130 |
| <b>제3장 원자력발전소 건설</b>       | 136 |
| 제1절 원전건설 현황                | 136 |
| 제2절 원전건설 기술의 발전            | 148 |
| <b>제4장 원자력발전소 계속운전</b>     | 157 |
| 제1절 개요                     | 157 |
| 제2절 우리나라의 계속운전 추진현황        | 158 |
| 제3절 해외 계속운전 추진현황           | 160 |
| 제4절 고리 1호기 계속운전 추진현황       | 163 |

## 제3편 원전연료 및 방사성폐기물 관리

|                      |     |
|----------------------|-----|
| <b>제1장 원전연료 현황</b>   | 185 |
| 제1절 원전연료 주기          | 185 |
| 제2절 각 주기별 수급현황 및 전망  | 186 |
| 제3절 국내 원전연료 수급계획     | 202 |
| <b>제2장 방사성폐기물 관리</b> | 206 |
| 제1절 개요               | 206 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 제2절 사용후연료 관리 .....             | 208        |
| 제3절 중 · 저준위방사성폐기물 관리 .....     | 213        |
| <b>제3장 방사성폐기물 관리사업 .....</b>   | <b>224</b> |
| 제1절 사업 개요 .....                | 224        |
| 제2절 사업추진 활동 .....              | 226        |
| 제3절 중 · 저준위방폐물처분시설 부지 선정 ..... | 245        |
| 제4절 부지선정 정책 홍보 .....           | 255        |
| 제5절 월성원자력환경관리센터 건설 .....       | 261        |
| 제6절 해외 방사성폐기물 관리 .....         | 274        |

## 제4편 원전의 안전대책

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>제1장 원전의 안전대책 .....</b> | <b>291</b> |
| 제1절 원전의 안전개념 .....        | 291        |
| 제2절 안전관리 체계 .....         | 299        |
| 제3절 원전의 안전대책 .....        | 308        |
| 제4절 원전의 지진대책 .....        | 316        |
| <b>제2장 방사선 안전관리 .....</b> | <b>327</b> |
| 제1절 종사자 안전관리 .....        | 327        |
| 제2절 방사능 방재대책 .....        | 338        |
| <b>제3장 환경관리 .....</b>     | <b>346</b> |
| 제1절 환경관리체계 .....          | 346        |
| 제2절 일반환경 관리 .....         | 348        |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 제3절 환경방사능 관리 ..... | 356 |
| 제4절 온배수 관리 .....   | 366 |

## 제5편 연구개발

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 제1장 원자력 중 · 장기 연구개발 개요 .....    | 377 |
| 제2장 원자력발전기술개발사업 .....           | 379 |
| 제1절 원자력발전기술개발사업 추진 배경 .....     | 379 |
| 제2절 추진 근거 및 목표 .....            | 382 |
| 제3절 사업추진체계 .....                | 383 |
| 제4절 투자규모 및 추진대상기술 .....         | 385 |
| 제3장 원자력연구개발사업 .....             | 389 |
| 제1절 추진배경 .....                  | 389 |
| 제2절 추진근거 및 체계 .....             | 390 |
| 제3절 추진절차 .....                  | 392 |
| 제4절 2008년 추진계획 및 2007년 실적 ..... | 393 |

## 제6편 품질보증

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 제1장 원자력품질보증 개요 ..... | 401 |
| 제1절 일반개요 .....       | 401 |
| 제2절 품질보증 기준 .....    | 403 |
| 제3절 품질보증체계 .....     | 414 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>제2장 단계별 품질보증활동</b>       | 416 |
| 제1절 건설단계 품질보증활동             | 417 |
| 제2절 운영단계 품질보증활동             | 421 |
| <b>제3장 품질문화 정착 및 지속적 개선</b> | 424 |
| 제1절 품질윤리규범                  | 424 |
| 제2절 품질개선활동                  | 424 |
| 제3절 품질경영                    | 428 |
| 제4절 품질교육                    | 431 |
| <b>제4장 국내·외 품질업무 공조</b>     | 433 |
| 제1절 해외 협력활동                 | 433 |
| 제2절 국내 협력활동                 | 436 |

## 제7편 국민이해와 지역협력

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>제1장 국민이해 증진활동</b>    | 441 |
| 제1절 사회환경의 변화            | 441 |
| 제2절 국민이해 증진활동           | 447 |
| 제3절 원자력에 대한 국민의식        | 475 |
| 제4절 해외의 여론동향            | 477 |
| <b>제2장 원전 주변지역 지원사업</b> | 488 |
| 제1절 개요                  | 488 |
| 제2절 2007년도 주요사업 실적      | 495 |
| 제3절 2008년도 지원사업 추진계획    | 499 |
| 제4절 지역과의 일체감 형성을 위한 노력  | 501 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 제3장 원전이 지역에 미치는 경제적 효과 ..... | 506 |
| 제1절 건설기간중 지역경제 영향 .....      | 506 |
| 제2절 운영기간중 지역경제 영향 .....      | 508 |

## 제8편 국제협력 및 해외동향

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 제1장 원자력 국제협력 .....    | 515 |
| 제1절 국제 원자력 관련기관 ..... | 515 |
| 제2절 원자력 국제협력 .....    | 524 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 제2장 해외사업 진출 .....   | 548 |
| 제1절 개요.....         | 548 |
| 제2절 해외사업 추진현황 ..... | 550 |
| 제3절 향후 전망 .....     | 562 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 제3장 원자력 해외동향 ..... | 564 |
| 제1절 개요.....        | 564 |
| 제2절 국가별 동향 .....   | 566 |

|           |     |
|-----------|-----|
| 부 록 ..... | 593 |
|-----------|-----|

# 표 목 차

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 〈표 1- 1〉 세계 총 에너지소비 및 수요 전망.....                | 9   |
| 〈표 1- 2〉 주요에너지 지표 .....                         | 18  |
| 〈표 1- 3〉 에너지원별(1차에너지) 소비현황 .....                | 20  |
| 〈표 1- 4〉 부문별 석유소비현황 .....                       | 22  |
| 〈표 1- 5〉 용도별 LNG 소비추이 .....                     | 23  |
| 〈표 1- 6〉 무연탄 소비현황 .....                         | 24  |
| 〈표 1- 7〉 유연탄 소비현황 .....                         | 25  |
| 〈표 1- 8〉 에너지원별 발전전력량 .....                      | 26  |
| 〈표 1- 9〉 부문별 최종에너지소비 .....                      | 27  |
| 〈표 1-10〉 에너지 수입현황 .....                         | 30  |
| 〈표 1-11〉 1차에너지소비 전망 .....                       | 32  |
| 〈표 1-12〉 부문별 에너지 수요전망 .....                     | 33  |
| 〈표 1-13〉 최대피크 절감 목표량 .....                      | 40  |
| 〈표 1-14〉 발전설비 건설계획 .....                        | 41  |
| 〈표 1-15〉 전력수급기본계획 전원구성 분포 .....                 | 41  |
| 〈표 1-16〉 연도별 전력수급 전망 .....                      | 42  |
| 〈표 1-17〉 간년도계획 전력소비량 전망 .....                   | 43  |
| 〈표 1-18〉 간년도계획 최대전력 전망 .....                    | 44  |
| 〈표 1-19〉 건설 추진현황 점검결과 .....                     | 44  |
| 〈표 1-20〉 중· 단기 전력수급 전망 .....                    | 45  |
| 〈표 1-21〉 기본지원사업과 사업자지원사업 비교 .....               | 63  |
| 〈표 1-22〉 최근 원전 주변지역 지원규모 .....                  | 64  |
| 〈표 1-23〉 우라늄정광 현물시장 가격추이 .....                  | 74  |
| 〈표 1-24〉 원전부지별 방사성폐기물 관리현황 .....                | 78  |
| 〈표 2- 1〉 2007년 기준 화석연료 수입대체 효과 및 환경오염 경감 ...    | 107 |
| 〈표 2- 2〉 에너지원별 판매단가 및 CO <sub>2</sub> 배출량 ..... | 108 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 〈표 2- 3〉 국내 원자력발전소 현황 .....                   | 114 |
| 〈표 2- 4〉 발전원별 발전설비 추이 .....                   | 116 |
| 〈표 2- 5〉 원자력발전소 호기별 발전량 실적 .....              | 117 |
| 〈표 2- 6〉 에너지원별 발전량 구성비 추이 .....               | 118 |
| 〈표 2- 7〉 국내 원자력발전소 이용률 현황 .....               | 119 |
| 〈표 2- 8〉 국내 및 세계 원전이용률 비교 .....               | 120 |
| 〈표 2- 9〉 국내 원자력발전소 가동률 현황 .....               | 121 |
| 〈표 2-10〉 호기별 계획예방정비 실적(2007년) .....           | 125 |
| 〈표 2-11〉 교육훈련 실적 .....                        | 129 |
| 〈표 2-12〉 원전 모의제어반 현황 .....                    | 129 |
| 〈표 2-13〉 2007년 국내 원자력발전소 고장정지 현황 .....        | 131 |
| 〈표 2-14〉 국내 원자력발전소 고장정지 현황 .....              | 132 |
| 〈표 2-15〉 국내 원자력발전소 『한주기 무고장 안전운전』달성 현황 .....  | 133 |
| 〈표 2-16〉 국내 원자력발전소 연도별 『한주기 무고장 안전운전』현황 ..... | 135 |
| 〈표 2-17〉 건설중 및 건설준비중 원전 준공일정 .....            | 137 |
| 〈표 2-18〉 신고리 1·2호기 건설일정 .....                 | 140 |
| 〈표 2-19〉 신월성 1·2호기 건설일정 .....                 | 143 |
| 〈표 2-20〉 신고리 3·4호기 건설일정 .....                 | 146 |
| 〈표 2-21〉 신울진 1·2호기 건설일정 .....                 | 148 |
| 〈표 2-22〉 기술자립 역할분담 .....                      | 149 |
| 〈표 2-23〉 국내원전의 호기별 건설기간 비교 .....              | 151 |
| 〈표 2-24〉 해외진출을 위한 OPR1000 공기단축 목표 .....       | 153 |
| 〈표 2-25〉 건설기간 단축목표 .....                      | 154 |
| 〈표 2-26〉 국내 가동중 원전의 설계수명 현황 .....             | 158 |
| 〈표 2-27〉 경년열화 관리대상선정 평가에 관한 사항 .....          | 168 |
| 〈표 2-28〉 경년열화 관리계획 평가에 관한 사항 .....            | 168 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 〈표 2-29〉 계속운전을 위한 수명평가에 관한 사항 .....                      | 170 |
| 〈표 2-30〉 운전경험, 연구결과 반영 필요사항 .....                        | 170 |
| 〈표 3- 1〉 세계 우라늄 정광 수급 전망 .....                           | 189 |
| 〈표 3- 2〉 세계 경수로 변환시설 현황 및 수요 전망 .....                    | 194 |
| 〈표 3- 3〉 세계 경수로 변환역무 수요 전망 .....                         | 194 |
| 〈표 3- 4〉 세계 중수로 변환시설 현황 .....                            | 194 |
| 〈표 3- 5〉 세계의 농축설비 현황 .....                               | 197 |
| 〈표 3- 6〉 농축 수급 전망 .....                                  | 198 |
| 〈표 3- 7〉 성형가공설비현황 .....                                  | 201 |
| 〈표 3- 8〉 사용후연료 저장현황(2007년말) .....                        | 210 |
| 〈표 3- 9〉 2007년 기체 및 액체 배출 방사능이 주민에 미치는<br>방사선 영향 평가..... | 215 |
| 〈표 3-10〉 2007년 방사성기체 및 액체 배출실적 .....                     | 217 |
| 〈표 3-11〉 2007년 중·저준위 고체 방사성폐기물 발생실적 .....                | 220 |
| 〈표 3-12〉 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(고시 제2008-65호)<br>주요내용 .....   | 221 |
| 〈표 3-13〉 주민 유치신청 현황.....                                 | 244 |
| 〈표 3-14〉 유치신청 현황 .....                                   | 254 |
| 〈표 3-15〉 방폐장 유치 주민투표 결과 .....                            | 255 |
| 〈표 4- 1〉 한수원 원자력 안전점검의 날 행사 실적 .....                     | 306 |
| 〈표 4- 2〉 국내 원전의 내진설계값 .....                              | 318 |
| 〈표 4- 3〉 미국 주요원전의 내진설계값 .....                            | 319 |
| 〈표 4- 4〉 외국 원전의 지진 안전성 .....                             | 322 |
| 〈표 4- 5〉 지진 진도 비교표 .....                                 | 323 |
| 〈표 4- 6〉 지진 감시설비 현황 .....                                | 326 |
| 〈표 4- 7〉 방사선관리구역 출입절차 .....                              | 332 |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 〈표 4- 8〉 주요 방사선 방호 장구 .....                  | 336 |
| 〈표 4- 9〉 방사선량 및 계획예방정비기간 비교 .....            | 337 |
| 〈표 4-10〉 국내외 원전 노형별 호기당 평균 방사선량.....         | 338 |
| 〈표 4-11〉 2007년 방사능방재 연합 및 전체훈련 실적 .....      | 341 |
| 〈표 4-12〉 2007년 방사능방재 부분훈련 실적 .....           | 341 |
| 〈표 4-13〉 한수원(주) 비상대응시설 확보 현황 .....           | 344 |
| 〈표 4-14〉 갑상선 방호약품(KI정제) 확보 현황 .....          | 345 |
| 〈표 4-15〉 행정관서 환경방사능 감시단말기 설치 현황 .....        | 345 |
| 〈표 4-16〉 대피 수용시설 현황.....                     | 345 |
| 〈표 4-17〉 원전 주변 해양수질의 연도별 변화(최근 5년간) .....    | 354 |
| 〈표 4-18〉 원전주변 해조류 군집의 연도별 변화(최근 5년간) .....   | 355 |
| 〈표 4-19〉 원전주변 해양 저서동물(연성저질) 현황(최근 5년간) ..... | 355 |
| 〈표 4-20〉 환경방사선 조사내용 .....                    | 358 |
| 〈표 4-21〉 공간감마선량률(환경방사선감시기) .....             | 359 |
| 〈표 4-22〉 공간집적선량 .....                        | 360 |
| 〈표 4-23〉 부지별 주민선량 .....                      | 365 |
| 〈표 4-24〉 원전 온배수 피해보상 민원현황(1980 ~ 2007) ..... | 372 |
| 〈표 5- 1〉 투자계획 .....                          | 386 |
| 〈표 5- 2〉 연구비 지원현황 .....                      | 396 |
| 〈표 6- 1〉 주요 품질감독 항목 .....                    | 411 |
| 〈표 6- 2〉 업무별 품질활동 .....                      | 423 |
| 〈표 6- 3〉 품질경영 중장기 주요 실천계획 .....              | 429 |
| 〈표 6- 4〉 주요 사내· 외 품질교육과정의 종류 .....           | 432 |
| 〈표 7- 1〉 원전 사고· 고장 정보공개 관련 인터넷 홈페이지 주소 ...   | 450 |
| 〈표 7- 2〉 2007년 지역발전 기여 .....                 | 490 |
| 〈표 7- 3〉 기금 지원사업의 시행 .....                   | 492 |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 〈표 7- 4〉 기본지원사업 세부내용(시행령 별표 1) .....                      | 493 |
| 〈표 7- 5〉 사업자지원사업 추진방향 : 지역사회에 도움이 되는<br>실효성 있는 사업추진 ..... | 494 |
| 〈표 7- 6〉 사업자지원사업 세부내용(시행령 별표 4) .....                     | 494 |
| 〈표 7- 7〉 2007년 기금지원사업 지원실적 .....                          | 496 |
| 〈표 7- 8〉 연도별 기금지원사업 지원금액 .....                            | 496 |
| 〈표 7- 9〉 연도별 특별지원사업비 지원금액 .....                           | 497 |
| 〈표 7-10〉 사업자지원사업 집행실적 .....                               | 498 |
| 〈표 7-11〉 2007년 사업자지원사업 사업종류별 지원실적 .....                   | 498 |
| 〈표 7-12〉 2008년 기금지원사업 계획금액 .....                          | 499 |
| 〈표 7-13〉 2008년 사업자지원사업 계획금액 .....                         | 500 |
| 〈표 7-14〉 봉사활동 실적통계 .....                                  | 503 |
| 〈표 7-15〉 1부서1마을 자매결연 활동 .....                             | 504 |
| 〈표 7-16〉 2007년 신고리 1·2호기 건설현장 인력고용 현황 .....               | 506 |
| 〈표 7-17〉 2007년 신월성 1·2호기 건설현장 인력고용 현황 .....               | 507 |
| 〈표 7-18〉 2007년 신고리 3·4호기 건설현장 인력고용 현황 .....               | 507 |
| 〈표 7-19〉 2007년 지역업체 원전건설공사 참여 현황 .....                    | 508 |
| 〈표 7-20〉 2007년 국내 원자력발전소 근무자 현황 .....                     | 509 |
| 〈표 7-21〉 2007년 원자력발전소별 지방세 납부 현황 .....                    | 510 |
| 〈표 7-22〉 2007년 원자력발전소 주변지역 쌀 구매 실적 .....                  | 511 |
| 〈표 8- 1〉 원자력기구(NEA) 회원국 현황 .....                          | 517 |
| 〈표 8- 2〉 NEA의 운영위원회 조직 .....                              | 520 |
| 〈표 8- 3〉 해외원전 소유자그룹 현황 .....                              | 523 |
| 〈표 8- 4〉 한국과 국제원자력기구 협약 가입 현황 .....                       | 525 |
| 〈표 8- 5〉 원자력관련 협정 체결 현황 .....                             | 531 |
| 〈표 8- 6〉 원자력발전소간 협력협정 체결 현황 .....                         | 532 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 〈표 8- 7〉 한국과 원자력협력협정 체결 현황 .....              | 545 |
| 〈표 8- 8〉 양국간 원자력 공동조정위원회 개최현황 .....           | 547 |
| 〈표 8- 9〉 한국원전산업체 해외원전사업 수주현황(1993~2007) ..... | 561 |

# 그림 목 차

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| 〈그림 1- 1〉 연도별 국제유가 변동현황 .....                       | 5   |
| 〈그림 1- 2〉 GDP와 에너지소비 .....                          | 18  |
| 〈그림 1- 3〉 1차에너지소비 구조 .....                          | 21  |
| 〈그림 1- 4〉 전력수급기본계획 수립 절차도 .....                     | 36  |
| 〈그림 1- 5〉 원전기술 개발 과정 .....                          | 59  |
| 〈그림 2- 1〉 원전건설 변천사 .....                            | 91  |
| 〈그림 2- 2〉 고리 1호기 기공식(1971. 3.19) .....              | 93  |
| 〈그림 2- 3〉 고리 1호기 준공식(1978. 7.20) .....              | 93  |
| 〈그림 2- 4〉 발전원별 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ) 배출량 비교 ..... | 112 |
| 〈그림 2- 5〉 신고리 1·2호기 공사현장전경 ('08. 3) .....           | 139 |
| 〈그림 2- 6〉 신월성 1·2호기 공사현장전경 ('08. 3) .....           | 142 |
| 〈그림 2- 7〉 신고리 3·4호기 공사현장전경 ('08. 3) .....           | 145 |
| 〈그림 2- 8〉 원전건설 기술자립 추진체계 .....                      | 150 |
| 〈그림 2- 9〉 미국 기네이 원전, 일본 쓰루가 원전, 영국 올드버리<br>원전 ..... | 162 |
| 〈그림 2-10〉 고리 1호기 신형 증기발생기 설치, 원자로 냉각재펌프<br>교체 ..... | 165 |
| 〈그림 2-11〉 고리 1호기 계속운전 사업추진회의 .....                  | 166 |
| 〈그림 2-12〉 계속운전 안전심사 절차도.....                        | 175 |
| 〈그림 2-13〉 고리 1호기 계속운전 반대집회 .....                    | 176 |
| 〈그림 2-14〉 계속운전 안전성 설명회, 심포지움 모습.....                | 178 |
| 〈그림 2-15〉 고리 1호기 계속운전 주민 합의서 체결 .....               | 179 |
| 〈그림 2-16〉 고리 1호기 계속운전 재가동 기념식 모습 .....              | 181 |
| 〈그림 3- 1〉 원전연료 주기도 .....                            | 185 |
| 〈그림 3- 2〉 원심분리 및 기체확산 농축시설 .....                    | 196 |
| 〈그림 3- 3〉 경수로용 원전연료 집합체 .....                       | 200 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 〈그림 3- 4〉 중수로용 원전연료 집합체 .....              | 200 |
| 〈그림 3- 5〉 월성원전 건식 사용후연료 저장소 .....          | 211 |
| 〈그림 3- 6〉 방사성폐기물 저장고 .....                 | 219 |
| 〈그림 3- 7〉 드럼핵종분석장치 검출기 및 컨베이어 .....        | 222 |
| 〈그림 3- 8〉 드럼측정 대기중(이송용 컨베이어) .....         | 222 |
| 〈그림 3- 9〉 부지선정위원회 구성 .....                 | 250 |
| 〈그림 3-10〉 절차공고에 따른 부지선정 절차 및 일정 .....      | 253 |
| 〈그림 3-11〉 동굴처분방식 .....                     | 268 |
| 〈그림 3-12〉 중 · 저준위방사성폐기물 처분시설(동굴처분) 조감도 ... | 273 |
| 〈그림 3-13〉 Yucca Mountain 사용후연료 처분부지 .....  | 277 |
| 〈그림 3-14〉 프랑스 라망쉬 저장센터(CSM) .....          | 278 |
| 〈그림 3-15〉 일본의 로카쇼지방에 위치한 처분부지 및 시설 .....   | 280 |
| 〈그림 3-16〉 영국 Drigg에 위치한 저준위방사성폐기물처분장 ..... | 281 |
| 〈그림 3-17〉 스웨덴의 방사성폐기물 영구처분장SFR .....       | 284 |
| 〈그림 4 - 1〉 심층방어 개념 .....                   | 293 |
| 〈그림 4 - 2〉 다중방호 설비 .....                   | 295 |
| 〈그림 4 - 3〉 안전설비 .....                      | 297 |
| 〈그림 4 - 4〉 안전관리체계 .....                    | 300 |
| 〈그림 4 - 5〉 국제원자력기구 안전점검 .....              | 302 |
| 〈그림 4 - 6〉 SA · CAP · PG개념도 .....          | 303 |
| 〈그림 4 - 7〉 제13회 원자력안전의 날 기념식 .....         | 305 |
| 〈그림 4 - 8〉 전신오염검사기 및 오염검사 모습 .....         | 333 |
| 〈그림 4 - 9〉 휴대형 공기공급 호흡방호장비 착용모습 .....      | 335 |
| 〈그림 4-10〉 국가 방사능 방재대책 체계도 .....            | 340 |
| 〈그림 4-11〉 방사능 방재훈련 모습 .....                | 342 |
| 〈그림 4-12〉 환경경영시스템인증 현판 .....               | 352 |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 〈그림 4-13〉 원자력발전소 온배수 순환도.....               | 367 |
| 〈그림 4-14〉 온배수(위)/자연해수(아래)에서 월동한 넙치 비교 ..... | 369 |
| 〈그림 4-15〉 월성원자력 온배수이용 양식장.....              | 371 |
| 〈그림 4-16〉 영광원전 온배수이용 양식어류 방류행사 .....        | 371 |
| 〈그림 5- 1〉 원전 기술개발 단계 .....                  | 379 |
| 〈그림 5- 2〉 원전 기술의 발달 과정 .....                | 380 |
| 〈그림 5- 3〉 지식경제부 주관 원전기술개발사업 구분 및 성격 .....   | 380 |
| 〈그림 5- 4〉 지식경제부 주관 원전기술개발사업 사업구도 .....      | 381 |
| 〈그림 5- 5〉 추진과제 .....                        | 384 |
| 〈그림 5- 6〉 과제 선정 및 수행 절차 .....               | 384 |
| 〈그림 5- 7〉 과제 평가 절차 .....                    | 385 |
| 〈그림 5- 8〉 사업분류 .....                        | 391 |
| 〈그림 5- 9〉 원자력연구개발사업 과제선정 및 수행절차 .....       | 392 |
| 〈그림 6- 1〉 국내 원자력사업 품질보증 체계 .....            | 414 |
| 〈그림 6- 2〉 한수원(주) 품질보증체계도 .....              | 415 |
| 〈그림 6- 3〉 단계별 품질보증활동 종합 .....               | 416 |
| 〈그림 6- 4〉 원자력 건설사업 추진 조직 .....              | 417 |
| 〈그림 6- 5〉 품질비전, 품질목표 및 추진전략 체계도 .....       | 430 |
| 〈그림 7- 1〉 고리 1호기 계속운전 기념식(2008. 1.17) ..... | 444 |
| 〈그림 7- 2〉 월성원자력환경관리센터 착공식(2007.11. 9) ..... | 445 |
| 〈그림 7- 3〉 한수원(주) 홍보전시부스 .....               | 459 |
| 〈그림 7- 4〉 지역경제기여 .....                      | 490 |
| 〈그림 7- 5〉 발주법 개정연혁 .....                    | 491 |
| 〈그림 7- 6〉 한수원 사회봉사단 조직 .....                | 502 |
| 〈그림 7- 7〉 2007년 주요성과.....                   | 502 |
| 〈그림 7- 8〉 봉사활동기금 현황 .....                   | 503 |



## 제1편 원자력발전정책

>>> 제1장 국내·외 에너지정세

>>> 제2장 전력수급 기본계획

>>> 제3장 원자력발전 정책 방향



# 제1장 국내 · 외 에너지정세

지식경제부 에너지자원정책과 주무관 임용기

## 제1절 개요

우리를 둘러싼 에너지 대외환경은 신 고유가 등 에너지 시장의 불확실성 증대 및 수급불안, 세계 각국의 에너지 자원 확보경쟁 심화로 갈수록 어려워지고 있다. 과거 수차례의 에너지 위기는 원인이 해소되면 과거 시세로 회복되었으나 최근에는 중국 · 인도 등의 석유수요 증가, 산유국의 에너지 자원을 통한 자국의 영향력 강화, 중 · 남미 지역 좌파정권 출범에 따른 자원 민족주의, 나이지리아 등 산유국들의 국제정세 불안이 계속되면서 유가상승과 에너지 수급불안이 동반되고 있다.

국제유가는 90년대 이후 지속되어 온 장기간의 안정세에서 벗어나 1999년 4월 이후 계속 상승하여 2000년 하반기 30~36달러를 정점으로 다소 진정 국면을 보였으나 2003년부터 다시 상승하기 시작한 국제유가는 2004년 4월부터는 하루가 다르게 최고가 갱신을 지속하여 2007년부터는 80달러를 상회하는 등 초고유가 시대가 지속되고 있다.

1990년 걸프사태 이후 1998년말까지 국제 에너지시장은 역사적으로 보기 드문 장기간의 안정세를 유지해 왔다. 그러나 1999년 4월부터 시작된 고유가는 현재까지 계속 이어지고 당분간 지속될 전망이어서 에너지소비의 96.6%를 해외에 의존하고 있는 우리나라의 경우는 많은 부담으로 작용하고 있다.

1 · 2차 석유파동 이후 통상 공급자 중심의 시장으로 인식되어 왔던

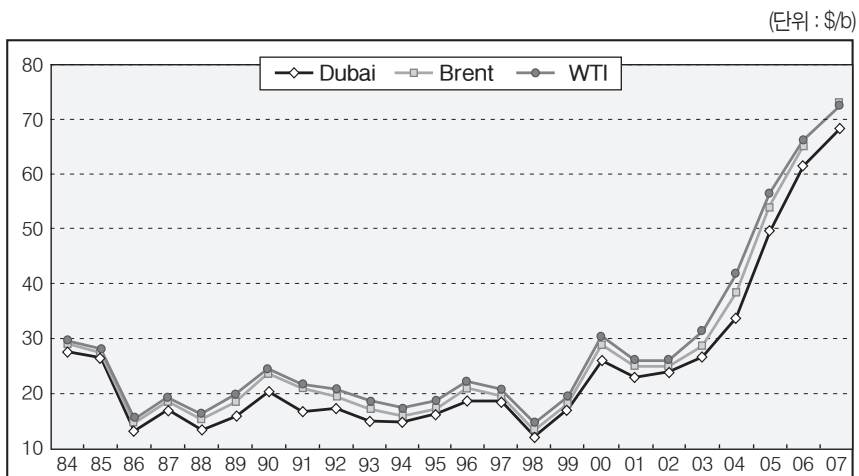
석유시장은 90년대에 들어서는 석유채취기술의 진보 등을 배경으로 한 OPEC 산유국들의 과잉생산과 비OPEC 생산국들의 공급량 증가 등으로 과잉공급이 일상화됨에 따라 수요자 주도 시장의 양태를 유지해 왔다. 에너지원별 구성에서도 천연가스, 원자력 등 석유 이외의 에너지원으로 수요구조가 다원화됨에 따라 전체 에너지소비중 석유의 비중이 1973년 53.1%에서 1998년에는 39.9%로 10% 이상 떨어지는 등 국제 석유시장에서 수요자 위주의 장세형성에 한 요인으로 작용해 왔다.

그러나 1999년 이후부터는 이러한 수요자 위주의 국제 에너지시장 질서는 일련의 도전에 직면하고 있는 것으로 보인다. 그동안 저유가 시황의 지속은 중동지역 대다수 산유국들의 재정적 어려움을 초래했으며, 특히 1997년말 이후 우리나라와 태국, 말레이시아를 비롯한 아시아 지역을 강타한 국제 경제위기는 국제 석유수요 증가세를 주도해 오던 이 지역의 석유소비 증가세를 급속히 둔화시킴으로써 외화소득의 대부분을 석유수출에 의존하고 있는 중동지역 산유국들을 더욱 궁지로 몰아넣는 결과를 낳았다. 이에 따라 1998년말 이후 중동 및 비OPEC국가들은 그간의 석유증산 경쟁을 벗어나, 국제 석유공급을 통제하기 위한 공동 대응을 모색하게 되었다.

2002년 말까지 안정세를 보이던 국제유가는 OPEC을 중심으로 산유국들의 생산량 조절, BRICs를 중심으로 개발도상국들의 석유소비가 증가하면서 서서히 상승하기 시작하였고 최근에는 중국과 인도의 에너지 소비 폭증과 이란 핵문제, 나이지리아 공급차질 등 산유국들의 정정불안, OPEC 국가들의 잉여생산능력의 한계 등으로 유가가 급등하여

2007년 11월에는 86.9\$/b(Dubai)까지 상승하였다.

최근 국제 석유시장이 보여준 급변상황은 현재까지 대체로 안정기조에서 움직여 온 국제 에너지시장이 어느 순간이든 예측치 못한 이유로 수급불안정 국면으로 전이할 수 있음을 보여주는 사례라고 할 것이다. 또한, 세계 에너지 부존의 제약과 편재성, OPEC의 석유생산 비중 증대, 이란과 나이지리아의 지정학적 불안요인, 아시아권역을 중심으로 매년 에너지수요가 급증하고 있는 현실 등을 감안할 때 현재 고유가 추세가 당분간 지속될 것이라는 것이 전문가들의 지배적인 견해이다.



〈그림 1-1〉 연도별 국제유가 변동현황

2020년경 지구의 인구는 80억명에 달할 것으로 전망되고 있으며, 중국, 인도네시아 등 아시아 지역 에너지 생산국들이 대부분 수년 내에 에너지 순수입국으로 돌아설 전망이고<sup>1)</sup>, 세계 에너지수요의 증가는 앞으

1) 중국은 1997년 이후 석유 순수입국으로 전환됨

로도 지속될 전망이어서, 증대하는 에너지수요를 충족시키기 위한 근본적 대책이 시급하다는 지적이 많다. 또한 에너지 공급의 확충을 위한 투자재원의 부족과 사회간접시설의 미비, 중동의존도의 심화 등 대부분의 에너지 소비국들이 안고 있는 문제는 언제든지 국지적인 에너지수급애로를 초래할 가능성이 큰 것으로 분석되고 있다.

또한, 지구온난화를 방지하기 위해 1992년 UN 환경개발회의에서 기후변화에 관한 국제연합기본협약이 채택되었고 구체적인 실행계획을 포함하고 있는 교토의정서(Kyoto Protocol)가 러시아의 비준(2004년 11월)으로 2005년 2월16일 발효됨에 따라 온실가스 배출억제를 위한 국제적 환경규제가 더욱 강화될 전망이다.

우리나라는 OECD 가입국이면서 세계 10위의 이산화탄소 배출국가로서 선진국들의 온실가스 감축 압력이 가중되고 있다. 우리 정부는 이러한 국제적 압력에 효과적으로 대응하기 위하여 2001년 9월 국무총리 훈령을 제정하여 범정부대책기구를 기후변화협약대책위원회로 확대개편하고, 에너지절약 및 온실가스 감축이 우리경제의 장기 발전방향과 부합된다는 인식하에 정부종합대책을 수립하여 시행하고 있다. 산업자원부(현 지식경제부), 외교통상부, 환경부 등 관계부처 협의 및 공청회를 거쳐 5개분야 19개 과제를 내용으로 하는 제4차 종합대책(2008~2012)을 수립하였다.

지식경제부는 교토의정서 발효에 따른 국가 온실가스 의무부담 현실화에 대비하여 대외적으로 협상능력을 강화하고 대내적으로는 온실가스 감축시스템을 구축하고자 부내에 기후변화협약 전담팀을 구성하는

한편 발전, 정유, 철강 등 8개 에너지다소비업종별 대책반을 구성하였다. 2005년부터 시작된 2013년 이후의 온실가스 감축의무부담체제 국제논의에 대비한 협상대책을 마련하고, 배출량, 감축실적 등 정책수립의 기초가 되는 통계체제를 지속적으로 구축하고 있다. 또한 에너지절약형 산업구조로의 전환을 위한 에너지원단위 3개년 계획을 수립하여 시행하였으며, 기존 화석에너지의 한계를 극복할 미래 대안으로 수소경제로의 전환을 위한 준비를 진행하고 있다.

1990년대 이래 영국을 필두로 선진 각 국들은 에너지산업에 경쟁시스템을 도입하는 것을 내용으로 하는 구조개편을 급속하게 진전시키고 있다. 이는 그간 기술개발과 민간 투자시장의 여건변화로 인해 전통적으로 ‘자연독점시장’으로 간주되어 온 에너지산업의 효율성과 경쟁력을 제고하여야 할 필요성이 커진데 기인하는 것으로, 특히 전력부문과 가스유통부문을 중심으로 이러한 움직임이 활발하게 이루어지고 있다. 개발도상국들의 경우, 경제위기에 따른 대외 투자개방의 일환으로, 역시 에너지산업의 구조개편이 활발하게 추진되고 있다. 우리나라 역시 정부주도의 독과점적 체제에서 민간의 참여를 통한 경쟁체제로 전환 및 경쟁요인의 도입을 확대해 나가고 있다. 이러한 민간의 참여와 시장지향적인 에너지산업 구조개편은 에너지가격의 시장기능을 제고시켜 자원배분의 효율성을 증대시켜 나갈 것이다. 에너지를 소비하는 각 주체들이 가격의 시그널에 따라 소비를 결정하게 됨으로써, 에너지를 합리적으로 소비하게 되는 구조로 바뀔 것이다. 정부는 에너지분야의 경쟁을 촉진하고, 에너지공급의 효율성을 제고하는 방향으로 에너지산업구

조의 개편을 추진하고 있으며, 이러한 에너지시장의 변화에 맞춰 에너지시장의 관리기능을 정비해 나가고 있다.

우리를 둘러싼 주변국들의 에너지 확보경쟁이 갈수록 격화되고 있다. 특히 동북아 에너지 패권을 차지하기 위한 중국과 일본의 경쟁은 가히 자원전쟁이라고 해도 과언이 아닐 정도이다. 중국은 폭증하는 에너지 수요에 대비하여 유연탄과 같은 주요자원의 수출을 제한하고, 이란의 핵개발 추진에도 불구하고 이란과 에너지협정 체결 및 인도와의 자원 확보 협력등을 추진하고 있다. 일본은 동중국해 가스전 탐사, 동시베리아 송유관 등 자원확보를 위해 중국과 경쟁을 치열하게 전개 중이다. 미국·유럽 각국도 중동과 카스피해의 자원선점을 위해 국가적 차원의 노력을 벌이고 있다. 잠재적 경제대국인 인도의 경제발전이 본격화되는 경우 이러한 국제사회의 자원확보 경쟁은 더욱 심화될 전망이다.

## 제2절 세계 에너지 전망

### 1. 세계 총에너지 수요 전망

세계 에너지수요는 2004~2030년까지 57% 증가할 것으로 전망된다. IEO(International Energy Outlook) 2007 기준시나리오(reference case) 전망에 따르면, 세계 경제의 에너지수요는 2004년부터 2030년까지 연평균 1.8% 증가할 전망이다. 이는 1970년부터 2004년의 연평균 증가율(2.2%)보다 약간 낮은 수준이다.

총 에너지수요는 2004년 44만7천조Btu(British Thermal Units)에서

2015년에는 55만9천조Btu, 2030년에는 70만2천조Btu로 증가할 것으로 예상된다.

〈표 1-1〉 세계 총 에너지소비 및 수요 전망

(단위 : 천조Btu)

| 구 분      | 소비실적  |       |       | 수요전망  |       |       |       |       | 연평균<br>증가율(%)<br>'04 ~ '30 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
|          | 1990  | 2003  | 2004  | 2010  | 2015  | 2020  | 2025  | 2030  |                            |
| OECD     | 197.4 | 234.7 | 239.8 | 254.4 | 265.2 | 275.1 | 285.9 | 298.0 | 0.8                        |
| 북미       | 100.8 | 118.3 | 120.9 | 130.3 | 137.4 | 145.1 | 153.0 | 161.6 | 1.1                        |
| 유럽       | 69.9  | 79.5  | 81.1  | 84.1  | 85.8  | 86.1  | 87.5  | 89.2  | 0.4                        |
| 아시아      | 26.6  | 36.9  | 37.8  | 39.9  | 42.1  | 43.9  | 45.4  | 47.2  | 0.9                        |
| Non-OECD | 150.0 | 191.0 | 206.9 | 256.6 | 294.2 | 331.9 | 367.8 | 403.5 | 2.6                        |
| 러시아 등    | 67.2  | 47.9  | 49.7  | 54.7  | 59.4  | 64.6  | 68.7  | 71.5  | 1.4                        |
| 아시아      | 47.5  | 88.2  | 99.9  | 131.0 | 154.7 | 178.8 | 202.5 | 227.6 | 3.2                        |
| 중동       | 11.3  | 19.9  | 21.1  | 26.3  | 29.5  | 32.6  | 35.5  | 38.2  | 2.3                        |
| 아프리카     | 9.5   | 13.3  | 13.7  | 16.9  | 19.2  | 21.2  | 23.1  | 24.9  | 2.3                        |
| 중남미      | 14.5  | 21.7  | 22.5  | 27.7  | 31.5  | 34.7  | 38.0  | 41.4  | 2.4                        |
| 총계       | 347.3 | 425.7 | 446.7 | 511.1 | 559.4 | 607.0 | 653.7 | 701.6 | 1.8                        |

개발도상국(Emerging Economies)은 향후 25년간 연평균 에너지수요 증가율이 2.6%에 달해 2030년에는 2004년보다 두 배 가까이 에너지를 소비하고, 세계 에너지수요 증가를 주도할 것으로 전망된다.

개발도상국의 2004~2030년 기간 연평균 에너지수요 증가율을 지역별로 살펴보면, 중국과 인도를 포함한 아시아 개발도상국은 3.2%, 중남미는 2.4%, 아프리카는 2.3%, 중동은 2.3%, 동유럽 및 구소련은 1.4%에 달할 것으로 예상된다. 선진국에 비하여 상대적으로 급속한 경제성장이 에너지수요 급증을 야기하는 것이다.

2000년 미국달러 불변가격 구매력(PPP : Purchasing Power Parity) 기준 국내총생산(GDP)은 개발도상국이 연평균 5.3%로 증가할 전망이나, 선진국은 2.6%로 개도국에 비하여 크게 낮을 것으로 예상된다.

동유럽과 구소련 등 전환경제국(Transitional Economies)의 GDP는 연평균 4.3% 증가할 것으로 예상되나 이 지역의 연평균 에너지수요 증가율은 1.4%로 에너지수요 증가는 다소 완화될 것으로 전망된다. 이는 동유럽과 러시아 등 구소련 국가들의 낡고 비효율적인 자본스톡의 지속적인 교체로 에너지원단위(Energy Intensity)가 감소할 것으로 예상되기 때문이다.

선진국의 에너지소비는 상대적으로 완만한 증가세를 보일 전망이다. 선진국들의 안정된 에너지 소비형태와 기반구조(Infrastructure), 그리고 에너지집약산업에서 서비스산업으로의 전환 등에 따라 전망기간동안 에너지수요 증가율은 연평균 0.8%에 그칠 것으로 전망된다.

## 2. 부문별 최종에너지 수요 전망

최종수요부문(End-Use Sector)의 에너지수요 증가추세는 해당 지역들의 경제발전 단계나 수준에 따라 매우 다양한 모습을 보일 것으로 예상된다.

전 세계적으로 산업부문의 에너지수요 증가세는 2004~2030년까지 연평균 1.8%를 기록해 상대적으로 빠를 것으로 예상되며, 가정부문과 상업부문의 경우 각각 1.4%, 2.0%로 증가할 것으로 전망된다. 수송부문의 에너지수요는 연평균 증가율 1.7%로 예상된다.

산업부문의 에너지수요는 모든 지역에서 증가할 것으로 예상되나 선진국은 연평균 0.6% 증가에 그치는 반면 개발도상국은 연평균 2.5%의 비교적 높은 증가세를 보일 것으로 전망된다. 이는 선진국이 개발도상국에 비하여 생산과정의 에너지 이용효율이 높고 또한 에너지 저소비형 산업의 비중이 높기 때문이다. 산업부문 에너지수요를 월별로 보면 전력수요가 연평균 2.2%로 가장 빠른 증가세를 보이는 반면 석유수요는 연평균 1.1% 증가에 그칠 것으로 전망된다.

상업부문의 에너지수요는 연평균 2.0%의 가장 높은 증가세를 보일 것으로 예상되는데 선진국은 낮은 인구증가율로 연평균 1.1%의 증가에 그치는 반면, 개발도상국은 빠른 인구증가와 경제성장으로 연평균 3.7%의 비교적 높은 증가율을 기록할 전망이다.

가정부문 에너지소비는 2004년 최종에너지 소비의 11%를 점유하며, 세계 인구의 18%에 불과한 선진국이 가정부문 에너지소비의 60%를 차지하는 것으로 나타나고 있다. 이는 선진국의 높은 소득수준에 기인하는 결과이다. 그러나 선진국의 가정부문 에너지수요는 연평균 0.6% 증가에 그치는 반면, 개발도상국의 수요는 연평균 2.4% 증가하여 2030년 선진국의 38%까지 이를 전망이다.

수송부문 에너지수요는 전망기간 중 선진국은 연평균 0.9%, 개발도상국은 연평균 2.9%로 증가할 전망이다. 선진국과 개발도상국 모두 도시화의 증가와 소득수준 상승으로 도로 및 항공을 통한 여행수요 증가로 수송부문 에너지수요를 주도할 것으로 전망된다.

### 3. 에너지원별 수요 전망

#### 가. 세계 총에너지 수요 전망

전망기간(2004~2030) 동안 전세계 에너지수요 증가에 맞춰 화석연료의 공급 확대는 계속될 것으로 예상된다. 이 기간 동안 석유는 여전히 주종 에너지원이 될 전망이다.

그러나 2007년의 유가상승은 전망기간 중의 석유수요 비중을 감소시킬 것이다. 고유가로 인해 신재생에너지 수요도 천연가스나 석탄 소비만큼 빠른 속도로 증가할 것으로 보인다. 또한 원자력의 사용 확대도 새로운 관심사항이 되고 있다. 비화석연료에 관한 전망은 화석연료 소비로 인한 오염물질의 제한 또는 감소를 목적으로 하는 환경법(Environmental Laws)이나 비화석연료의 사용을 장려하는 정부정책이나 프로그램들에 따라 어느 정도 바뀔 수도 있다는 점을 감안해야 한다.

세계 석유소비는 2004년 8천3백만bbl/d(barrel/day)에서 2015년에는 9천7백만bbl/d로, 2030년에는 1억1천8백만bbl/d로 증가할 전망이다. 특히 수송 및 산업부문은 석유수요가 증가하는 주요 부문이다. 마땅한 대체연료가 없는 상황에서 수송부문은 이 기간 예상되는 총 증가량의 약 68%를, 산업부문은 약 26%를 차지할 것이다.

IEO(International Energy Outlook) 2007년 기준 시나리오의 경우 세계유가(2005년 달러기준)가 2004년에는 42.9달러/bbl에서 2030년 59.1달러/bbl로 상승할 것으로 예상되며, 그 결과 석탄 등 대체에너지 수요 증가로 석유가 세계에너지 수요에서 차지하는 비중은 2003년

38%에서 2030년 34%로 낮아질 것으로 예상된다.

전망기간 동안 세계 석유수요 증가로 인해 2015년에는 2004년의 8천3백만bbl/d 수준보다 1천4백만bbl/d의 생산능력 확대가 필요한데 OPEC 국가가 8백만bbl/d 정도 공급을 증가시킬 것으로 전망된다. 2030년에는 2004년에 비하여 3천5백만bbl/d의 추가공급이 필요한데 OPEC 국가가 2/3가 넘는 2천3백만bbl/d을 담당할 것으로 전망된다.

천연가스는 1차 에너지원 중에서 석탄 다음으로 높은 성장세를 보일 전망이다. 전망기간(2004~2030)동안 천연가스 수요는 연평균 2.4%로 증가하여 석유의 1.4%보다 1.0%p 높을 것으로 예상된다.

세계 천연가스 총 소비는 2004년 99Tcf(Trillion Cubic Feet)에서 2015년에는 129Tcf, 2030년에는 163Tcf까지 증가할 전망이다. 천연가스는 세계 여러 지역에서 향후 발전부문의 중요한 연료공급원이 될 전망이다, 이는 다른 화석에너지원들에 비해 효율적이고 탄소배출량이 적어 상대적으로 매력적인 에너지이기 때문이다.

또한 산업부문은 천연가스의 중요한 최종 수요부문으로 남을 전망이며, 발전부문은 세계 천연가스 수요증가의 약 44%를 차지하고, 산업부문은 약 42%를 차지할 것으로 예상된다.

전세계 석탄수요는 2004년부터 2015년까지 연평균 2.6% 증가해 2004년의 115QBtu(Quadrillion Btu)에서 152QBtu까지 확대되며, 2015~2030년에는 연평균 1.8% 증가해 2030년에는 199QBtu까지 증가할 것이다.

2004년 전세계 석탄생산량의 65%는 발전부문에 사용되고, 31%가

산업부문 수요로 충당됐다. 산업용 석탄은 철강부문의 주요한 원료로 사용되며, 다른 부문에는 열과 증기의 주요 공급원이 된다.

석탄은 발전부문 및 산업부문의 중요한 에너지원으로 계속 유지될 전망이다, 증기적으로 석탄수요의 주된 증가는 이 두 부문에서 발생한다.

2004년에서 2030년까지 전세계 석탄수요는 약 54QBtu 증가하고, 개발도상국이 전세계 석탄수요 증가분의 85%를 차지할 것으로 예상된다. 이는 중국과 인도의 최근 급격한 석탄소비 증가를 반영한 것이다. 중국과 인도는 이 기간 개발도상국 석탄수요 증가분의 85%를 차지하고, 전세계 석탄수요 증가분의 72%를 차지할 것으로 예상된다.

전력부문은 2004년에서 2030년의 전망기간 동안 2004년 16,424십억 kWh에서 2030년에는 30,364십억kWh로 2배 가까이 증가할 전망이다.

순 전력소비량의 급증은 주로 개발도상국에서 이루어지는데, IEO 2007 기준 시나리오에서는 연평균 3.5%증가를 예상하고 있다. 개발도상국의 전력수요 증가는 주로 가정 및 상업부문의 가전제품 사용증가에 기인한다. 선진국은 연평균 1.3%의 증가율로 보다 완만한 전력수요 증가를 보일 것으로 예상된다. 전세계적으로는 전력수요는 연평균 2.4% 증가가 예상된다.

석탄과 천연가스는 발전부문에 있어서 가장 중요한 연료로 유지될 것이다. 2004년 석탄에 의한 발전은 전체 발전량의 41%로 가장 높고 다음이 천연가스로 18%를 점유하고 있는데, 2030년에는 각각 45%와 21%로 비중이 높아질 것으로 전망된다.

원자력발전에 의한 전력수요는 전세계적으로 2003년 2,619십억

kWh에서 2030년에는 3,619십억kWh로 증가할 전망이다. 원자력 발전 부문에 대한 전망은 최근에 개선되고 있는데, 이는 설비이용률의 향상과 선진국들의 설비증설, 그리고 전환 경제국들에서 설비수명의 연장이 예상되고 있기 때문이다. 화석연료의 가격상승과 교토의정서의 발효는 원자력발전에 대한 관심을 갖게 하는 계기가 됐고, 설비개선과 신규 원전건설이 이루어질 것으로 전망되고 있다.

세계 원자력발전 설비능력 증가세는 아시아 개발도상국이 주도할 것으로 예상되며, 특히 중국과 인도가 두드러질 것으로 전망된다. 이에 따라 전망기간 중 중국은 연평균 7.7%, 인도는 연평균 9.1%로 원자력발전이 증가할 것으로 전망된다.

수력발전 또는 송전망에 연계된(grid-connected) 신재생에너지는 연평균 1.9% 정도로 지속적으로 확대돼 세계 총 에너지소비에서 신재생에너지가 차지하는 비중은 2004년 7%에서 2030년에는 8%로 증가할 전망이다. 또한 신재생에너지의 연평균 증가율은 천연가스와 비슷할 것으로 전망된다.

신재생에너지원에 의한 발전증가율은 대부분 개발도상국의 수력발전설비 증설로 인해 발생할 것이다. 특히 중국, 인도, 라오스 등 아시아 지역 개발도상국의 댐과 저수지 증설에 의한 발전량 증가가 두드러질 것이다. 이들 국가들은 이미 대규모 수력발전 설비의 건설을 계획하거나 건설 중에 있다.

전환 경제국의 경우, 대부분의 수력발전 증설은 기존 설비의 수리나 확장에 의한 것이다. 선진국에서는 풍력, 태양광, 지열 및 바이오매스와

같은 비수력부문의 신재생에너지원을 이용한 발전이 신재생에너지 증가분의 대부분을 차지할 것으로 전망된다.

## 제3절 국내 에너지 수급동향 및 전망

### 1. 국내 에너지수급 동향

#### 가. 개 황

우리나라의 에너지소비 추이는 경제구조의 변화와 밀접한 관계를 가지고 있다. 1960년대 이후 산업화를 추구하면서 농업사회에서 산업사회로의 전환이 이루어짐에 따라 에너지수요가 급격히 증가하여 왔다.

1980년 이후의 소비증가율 추이를 살펴보면 1980년대 초반에는 제2차 석유파동으로 탈석유정책을 펴면서 낮은 에너지소비 증가율(1980~1985년간 연평균 증가율 : 5.1%)을 보였고, 이에 따라 에너지의 GDP탄성치는 0.63을 기록하였다.

그러나 80년대 후반부터 에너지가격정책이 소비자위주로 전환되고, 석유화학산업의 설비투자가 크게 늘어나면서 에너지소비 증가율은 급격히 상승세로 돌아섰다. 1985~1990년간 에너지소비 증가율은 10.6%, 1990~1995년간 증가율은 10.1%를 기록하면서 에너지의 GDP탄성치는 각각 1.06, 1.35로 높아졌다.

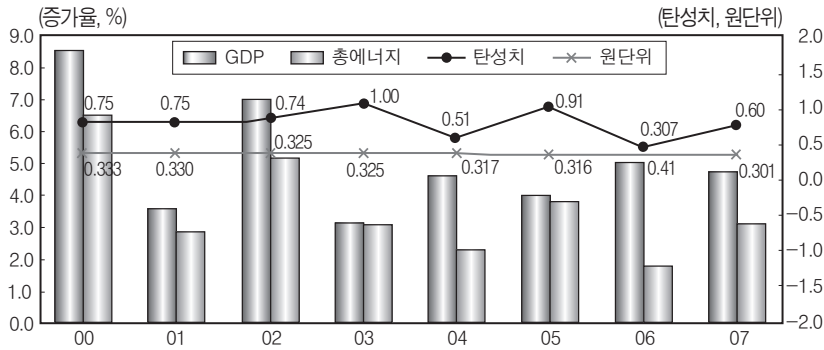
높은 증가세를 보이던 에너지소비는 1998년 들어 IMF의 영향으로 경제가 마이너스 성장을 기록하면서 에너지통계가 집계되기 시작한 이래 가장 큰 폭의 감소율인  $\triangle 8.1\%$ 를 기록하였다. 1998년 외환위기에

의한 에너지수요 감소는 2001년에 완전히 회복되었으나, 이후 정부의 에너지 절약정책강화, 국제유가 강세에 따른 국내 에너지 가격인상 및 개편 등으로 에너지소비패턴과 에너지원별 소비구조에는 상당한 영향을 주었다. 외환위기 이전인 1990년~1997년 연평균 9.9%의 높은 증가율을 기록하였으나, 1997~2002년에는 연평균 2.9%로 같은 기간의 경제성장률 4.4% 보다 낮은 수준을 유지하였다.

1999년 소비증가율은 1998년의 마이너스 성장의 상대적인 반등으로 9.3%의 증가율을 보였지만, 2000년 6.4%, 2001년 2.9%, 2002년 5.2%, 2003년 3.1%, 2004년 2.4%, 2005년 3.8%, 2006년 2.1%, 2007년 3.0%의 안정적인 성장세를 보이고 있다.

2007년 총에너지 소비는 전년도 온난한 기온으로 난방용 에너지수요가 둔화되어 에너지소비 증가율이 낮았던데 따른 상대적 반등효과와 계속적인 경제성장(2006년 : 5.1%→2007년 : 5.0%)으로 전년대비 3.0% 증가한 240.5백만 TOE(Ton of Oil Equivalent)로 추정되며, 석유소비 는 석유화학사의 시설증설 등에 따른 납사 수요증가 등으로 전년대비 2.8% 증가하였고, LNG 소비는 발전용 LNG 수요가 석탄 화력발전 증가에 따라 상대적 증가율이 낮아짐에 따라 전체 증가율은 둔화되면서 전년대비 3.7%(전년 5.1%) 증가, 석탄소비는 소재산업 호조 및 발전설비 증설로 전년대비 7.2% 증가한 것으로 추정된다.

동·하절기 예외적 기온변동에 따른 에너지소비 패턴의 급격한 변화 가능성이 존재하나 2000년대 들어 경제의 저성장 기조 및 에너지저소비형으로의 경제구조 전환으로 에너지수요 증가율은 안정화 추세를 보이고 있다.



〈그림 1-2〉 GDP와 에너지소비

〈표 1-2〉 주요에너지 지표

|         |           | (증가율, %) |        |         |       |         |                           |                           |                           |                           |                           |
|---------|-----------|----------|--------|---------|-------|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 구 분     | 단 위       | '80      | '90    | '81~'90 | '00   | '91~'00 | '03                       | '04                       | '05                       | '06                       | '07                       |
| 1차에너지소비 | 백만TOE     | 43.9     | 93.2   |         | 192.9 |         | 215.1                     | 220.2                     | 228.6                     | 233.4                     | 240.5                     |
| (증가율)   | (%)       | (1.6)    | (14.1) | (7.9)   | (6.4) | (7.7)   | [209.5]<br>(3.1)<br>[3.0] | [214.6]<br>(2.4)<br>[2.4] | [222.3]<br>(3.8)<br>[3.6] | [227.0]<br>(2.1)<br>[2.1] | [234.1]<br>(3.0)<br>[3.1] |
| 최종에너지소비 | 백만TOE     | 37.6     | 75.1   | (7.2)   | 149.9 |         | 164.0                     | 166.0                     | 170.9                     | 173.6                     | 179.6                     |
| (증가율)   | (%)       | (1.7)    | (14.0) |         | (4.7) | (7.3)   | [164.7]<br>(2.2)<br>[2.3] | [166.8]<br>(1.2)<br>[2.3] | [171.1]<br>(2.9)<br>[2.9] | [174.5]<br>(1.6)<br>[1.6] | [180.5]<br>(3.4)<br>[3.4] |
| 에너지탄성치  | 소비증가/경제성장 | -1.0     | 1.53   | (0.89)  | 0.75  | (1.24)  | 1.00<br>[0.96]            | 0.51<br>[0.51]            | 0.91<br>[0.86]            | 0.41<br>[0.41]            | 0.60<br>[0.62]            |
| 에너지원단위  | TOE/백만원   | 0.316    | 0.291  |         | 0.333 | 0.326   | 0.325<br>[0.316]          | 0.317<br>[0.309]          | 0.316<br>[0.307]          | 0.307<br>[0.299]          | 0.301<br>[0.293]          |
| 석유의존도   | %         | 61.1     | 53.8   |         | 52.0  |         | 47.6<br>[48.9]            | 45.7<br>[47.0]            | 44.4<br>[45.7]            | 43.6<br>[44.9]            | 43.4<br>[44.6]            |
| 석유정제능력  | 천B/일      | -        | 840    |         | 2,438 |         | 2,438                     | 2,438                     | 2,735                     | 2,772                     | 2,808                     |

| 구 분           | 단 위 | '80  | '90   | '81~'90 | '00    | '91~'00 | '03            | '04            | '05            | '06            | '07            |
|---------------|-----|------|-------|---------|--------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 에너지 해외의존도     | %   | 73.5 | 87.9  |         | 97.2   |         | 96.9<br>[96.9] | 96.7<br>[96.7] | 96.6<br>[96.6] | 96.5<br>[96.4] | 96.6<br>[96.5] |
| 에너지수입액        | 억\$ | 66.2 | 109.1 |         | 378.9  |         | 383.1          | 496.0          | 667.0          | 855.7          | 949.8          |
| (증가율)         | (%) |      |       | (7.1)   | (66.6) | (15.8)  | [18.6]         | [29.5]         | [34.5]         | [28.3]         | [11.0]         |
| 총수입중<br>에너지비중 | %   | 29.7 | 15.6  |         | 23.4   |         | 21.4           | 21.2           | 25.5           | 27.7           | 26.6           |
| GDP성장률        | %   | -1.5 | 9.2   | (8.7)   | 8.5    | (6.2)   | 3.1            | 4.7            | 4.2            | 5.1            | 5.0            |

※ GDP는 2000년 가격 기준, [ ]는 2007년부터 적용되는 신열량환산기준에 의한 지표

## 나. 에너지원별 수급동향

에너지원별로는 1960년대에는 석탄과 신탄이 주요 에너지였으나, 1970년대 들어서는 중화학공업 육성 등으로 석유비중이 급격히 상승하면서 석유가 주요 에너지로 등장하였다.

1980년대 이후에도 석유의 주된 에너지로서의 지위는 견고하게 유지하고 있다. 1990년대 후반에 들어서면서 사용이 편리하고 깨끗한 LNG 및 전기의 소비가 증가하면서 석유의 소비비중이 축소되기 시작하여 2002년에는 50% 이하로 축소되었다. 1980년대 후반에 도입된 LNG는 1990년대 연평균 20.1%의 급성장을 하면서 2007년에는 소비비중이 13.8%로 확대되었다. 전력수요 증가에 따라 유연탄의 비중도 점차 확대되고 있으며, 유연탄은 국내 총에너지소비의 23.2%를 담당하는 주요 에너지원으로 석유에 이어 제2위의 지위를 유지하고 있다. 1960년대

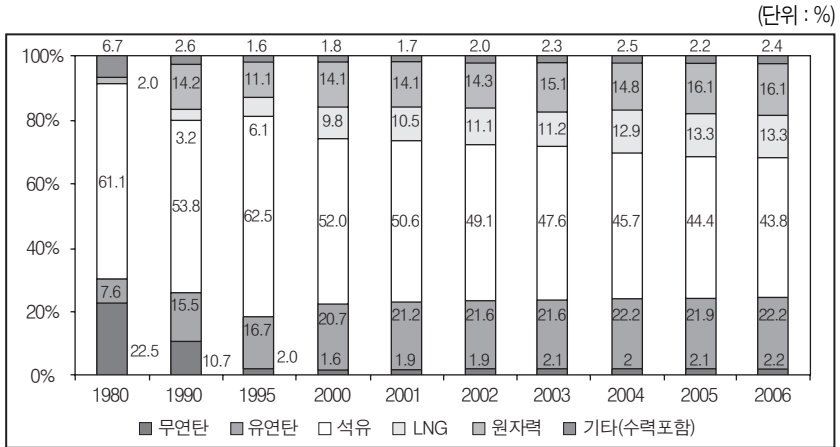
국내에너지소비의 40%를 담당하였던 무연탄 소비는 1988년을 기점으로 감소하기 시작하여 2007년에는 그 비중이 2.2%로 감소하였다.

이러한 에너지원별 소비형태의 변화에 따라 에너지 자급율도 크게 낮아져 우리나라의 에너지수입의존도는 2007년 기준 96.6%를 기록하였다.

〈표 1-3〉 에너지원별 (1차에너지) 소비현황

| 구 분             |     | '90            | '00            | '90~'00<br>(%) | '01            | '02            | '03              | '04              | '05              | '06              | '07(P)           |
|-----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 석유(백만B)         |     | 356.3          | 742.6<br>(3.2) | (7.6)          | 743.7<br>(0.1) | 762.9<br>(2.6) | 762.9<br>(0.01)  | 752.3<br>(-1.4)  | 761.1<br>(1.2)   | 765.5<br>(0.6)   | 786.7<br>(2.8)   |
| LNG(백만톤)        |     | 2.3            | 14.6<br>(12.3) | (20.1)         | 16.0<br>(9.8)  | 17.8<br>(11.1) | 18.6<br>(4.7)    | 21.8<br>(17.2)   | 23.4<br>(7.1)    | 24.6<br>(5.1)    | 25.5<br>(3.7)    |
| 석 탄<br>(백만톤)    | 무연탄 | 21.5           | 6.2<br>(24.1)  | (-11.7)        | 7.1<br>(15.2)  | 7.7<br>(7.7)   | 8.6<br>(11.6)    | 8.1<br>(-5.2)    | 9.0<br>(11.0)    | 9.8<br>(8.8)     | 9.7<br>(-1.0)    |
|                 | 유연탄 | 21.9           | 60.3<br>(11.4) | (10.7)         | 63.7<br>(5.6)  | 68.3<br>(7.2)  | 70.5<br>(3.3)    | 74.0<br>(4.9)    | 75.8<br>(2.4)    | 78.0<br>(2.9)    | 84.4<br>(8.2)    |
|                 | 소 계 | 43.4           | 66.5<br>(12.5) | (4.4)          | 70.8<br>(6.5)  | 76.0<br>(7.2)  | 79.1<br>(4.2)    | 82.1<br>(3.8)    | 84.8<br>(3.3)    | 87.8<br>(3.5)    | 94.1<br>(7.2)    |
| 수 력<br>(10억kWh) |     | 6.4            | 5.6<br>(-7.5)  | (-1.2)         | 4.2<br>(-26.0) | 5.3<br>(27.9)  | 6.9<br>(29.7)    | 5.9<br>(-14.9)   | 5.2<br>(-11.5)   | 5.2<br>(0.6)     | 5.1<br>(-3.2)    |
| 원자력<br>(10억kWh) |     | 52.9<br>(31.3) | 109.0<br>(5.7) | (7.5)          | 112.1<br>(2.9) | 119.1<br>(6.2) | 129.7<br>(8.9)   | 130.7<br>(0.8)   | 146.8<br>(12.3)  | 148.8<br>(1.3)   | 142.9<br>(-3.9)  |
| 기 타(백만TOE)      |     | 0.8            | 2.1<br>(17.9)  | (10.3)         | 20.5<br>(15.3) | 2.9<br>(19.1)  | 3.2<br>(10.8)    | 4.0<br>(22.7)    | 4.0<br>(-0.4)    | 4.3<br>(10.3)    | 4.8<br>(11.0)    |
| 합 계(백만TOE)      |     |                | 192.9          |                | 198.4          | 208.6          | 215.1<br>[209.5] | 220.2<br>[214.6] | 228.6<br>[222.3] | 233.4<br>[227.0] | 240.5<br>[234.1] |
| (증가율) %         |     | 93.2           | (6.4)          | (7.5)          | (2.9)          | (5.2)          | (3.1)<br>[3.0]   | (2.4)<br>[2.4]   | (3.8)<br>[3.6]   | (2.1)<br>[2.1]   | (3.0)<br>[3.1]   |

※ ( )는 증가율, 2007년은 잠정치



〈그림 1-3〉 1차에너지소비 구조

### (1) 석 유

석유는 1990년~1997년 기간까지 연평균 12.1%의 높은 증가율을 기록해왔으나, 외환위기의 여파로 인해 1998년에 소비가 -15.6% 감소한 이후 지금까지 1997년 소비수준을 회복하지 못하고 있다. 2007년 석유 소비는 석유화학사의 시설증설 등에 따른 납사 수요증가 등으로 전년대비 2.8% 증가하였으나, 총 에너지에서 석유 점유율은 43.4%대로 전년대비 0.2%p 떨어졌다.

부문별로는 산업용 3.9%, 수송용 2.6%, 발전용 10.7% 증가하고 가정 상업용은 6.3% 줄었다.

〈표 1-4〉 부문별 석유 소비현황

(단위 : 백만배럴, %)

|           | 산업부문   | 수송부문   | 가정 · 상업 | 공공기타   | 전 환    | 합 계   |
|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|-------|
| ' 81      | 69.7   | 25.9   | 24.7    | 10.9   | 48.8   | 180.1 |
| ' 82      | 64.3   | 29.6   | 23.7    | 11.3   | 50.0   | 178.9 |
| ' 83      | 67.2   | 38.5   | 21.9    | 12.5   | 49.1   | 189.3 |
| ' 84      | 72.7   | 42.7   | 24.8    | 12.4   | 38.5   | 191.0 |
| ' 85      | 74.5   | 47.7   | 25.8    | 11.9   | 29.3   | 189.2 |
| ' 86      | 82.8   | 54.7   | 28.0    | 13.7   | 21.4   | 200.6 |
| ' 87      | 90.0   | 65.6   | 32.6    | 13.8   | 8.4    | 210.5 |
| ' 88      | 101.4  | 76.4   | 40.7    | 13.3   | 18.6   | 250.6 |
| ' 89      | 110.2  | 87.3   | 51.3    | 15.1   | 23.2   | 287.1 |
| ' 90      | 139.3  | 101.1  | 67.5    | 16.1   | 32.4   | 356.3 |
| ' 81~' 90 | (8.0)  | (16.3) | (11.8)  | (4.4)  | (-4.5) | (7.9) |
| ' 91      | 170.7  | 115.1  | 77.3    | 15.5   | 46.1   | 424.7 |
| ' 92      | 218.4  | 132.2  | 93.9    | 11.0   | 58.7   | 514.2 |
| ' 93      | 234.4  | 150.7  | 110.6   | 10.7   | 58.3   | 564.6 |
| ' 94      | 258.6  | 170.4  | 115.4   | 10.5   | 66.6   | 621.5 |
| ' 95      | 266.0  | 193.7  | 131.8   | 10.0   | 75.7   | 677.2 |
| ' 96      | 281.6  | 212.7  | 139.8   | 10.7   | 76.3   | 721.1 |
| ' 97      | 348.5  | 228.1  | 141.0   | 10.1   | 66.1   | 793.9 |
| ' 98      | 345.8  | 187.7  | 100.6   | 8.6    | 27.5   | 670.3 |
| ' 99      | 355.7  | 205.9  | 118.9   | 9.0    | 30.2   | 719.7 |
| ' 00      | 362.0  | 223.5  | 105.1   | 8.1    | 43.8   | 742.6 |
| ' 90~' 00 | (10.0) | (8.2)  | (4.5)   | (-6.6) | (3.1)  | (7.6) |
| ' 01      | 359.9  | 231.1  | 97.7    | 9.4    | 45.5   | 743.7 |
| ' 02      | 374.9  | 244.0  | 97.2    | 8.7    | 38.1   | 762.9 |
| ' 03      | 374.7  | 249.6  | 91.0    | 10.0   | 37.6   | 762.9 |
| ' 04      | 383.1  | 249.1  | 79.7    | 9.6    | 30.8   | 752.3 |
| ' 05      | 391.7  | 255.1  | 75.4    | 10.1   | 28.7   | 761.1 |
| ' 06      | 403.7  | 261.1  | 63.6    | 9.1    | 28.0   | 765.5 |
| ' 07(p)   | 419.3  | 267.8  | 59.6    | 9.0    | 31.0   | 786.7 |

## (2) L N G

LNG는 전체 에너지소비에서의 비중은 2005년에 약 13.1%로 상대적으로는 낮은 수준이나 급속한 신장세를 보이고 있으며, 도시가스용은 1990년대 급성장 단계에서 2001년 이후 안정적인 성장추세에 있다.

발전용은 1997년 외환위기 전까지 지속적인 성장세를 보였으나, 전력수요에 대한 기저발전원의 변동에 따라 수요 등락추세이다.

〈표 1-5〉 용도별 LNG 소비추이

(단위 : 천톤, %)

|           | 도 시 가 스 용(A) |      |       |      |       |      |        |      | 발전용(B) |      |
|-----------|--------------|------|-------|------|-------|------|--------|------|--------|------|
|           | 주택용          |      | 일반용   |      | 산업용   |      | 소계     |      |        | 증가율  |
|           |              | 증가율  |       | 증가율  |       | 증가율  |        | 증가율  |        |      |
| ' 87      | 37           | -    | 11    | -    | 27    | -    | 75     | -    | 1,537  | -    |
| ' 90      | 244          | 86.3 | 227   | 53.4 | 104   | 48.6 | 575    | 64.8 | 1,741  | 4.3  |
| ' 94      | 1,612        | 39.3 | 536   | 18.8 | 306   | 28.0 | 2,454  | 32.9 | 3,329  | 32.2 |
| ' 95      | 2,296        | 42.4 | 665   | 24.1 | 456   | 49.0 | 3,417  | 39.2 | 3,562  | 7.0  |
| ' 99      | 4,755        | 23.1 | 1,164 | 19.4 | 1,967 | 41.1 | 7,886  | 26.5 | 4,769  | 13.8 |
| ' 00      | 5,463        | 14.9 | 1,384 | 18.9 | 2,681 | 36.3 | 9,528  | 20.8 | 4,689  | -1.7 |
| ' 90~' 00 |              | 36.5 |       | 19.8 |       | 38.4 |        | 32.4 |        | 10.4 |
| ' 01      | 6,885        | 5.8  | 666   | 23.3 | 2,749 | 12.1 | 10,300 | 8.1  | 5,287  | 12.8 |
| ' 02      | 7,273        | 5.6  | 821   | 23.3 | 3,100 | 12.8 | 11,194 | 8.7  | 6,509  | 23.1 |
| ' 03      | 7,687        | 5.7  | 967   | 17.8 | 3,324 | 7.2  | 11,979 | 7.0  | 6,468  | -0.6 |
| ' 04      | 7,846        | 2.0  | 1,112 | 15.0 | 3,545 | 6.6  | 12,504 | 4.4  | 8,818  | 36.3 |
| ' 05      | 8,830        | 12.5 | 1,281 | 15.2 | 3,922 | 10.6 | 14,033 | 12.2 | 8,821  | 0.0  |
| ' 06      | 8,480        | △3.9 | 1,322 | 3.2  | 4,155 | 5.9  | 13,957 | △0.5 | 9,543  | 8.2  |
| ' 07(p)   | 8,576        | 1.1  | 1,386 | 4.8  | 4,487 | 8.0  | 14,449 | 3.5  | 11,011 | 15.4 |

### (3) 무 연 탄

무연탄소비는 1986년도에 최고치인 2,700만톤을 기록한 이후, 국민 소득수준 향상에 따라 깨끗하고 사용이 편리한 고급에너지 선호와 타 에너지원과의 경쟁력 약화로 계속 감소추세를 보여 1997년 420만톤까지 줄어들었으나, 최근 산업용 수요(제철용)가 증가하여 연간 소비량이 970만톤 수준까지 회복되었다.

〈표 1-6〉 무연탄 소비현황

(단위: 천톤, %)

| 구 분    | 산업    | 가정상업   | 발전    | 합계     | 증가율   |
|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| '90    | 283   | 19,263 | 1,983 | 21,529 | -9.0  |
| '91    | 303   | 15,184 | 2,070 | 17,557 | -18.4 |
| '92    | 443   | 11,209 | 1,945 | 13,597 | -22.6 |
| '93    | 758   | 7,837  | 2,272 | 10,867 | -20.1 |
| '94    | 673   | 4,684  | 2,192 | 7,549  | -30.5 |
| '95    | 837   | 3,005  | 2,421 | 6,263  | -17.0 |
| '96    | 895   | 1,961  | 2,514 | 5,370  | -14.3 |
| '97    | 536   | 1,389  | 2,305 | 4,230  | -21.2 |
| '98    | 951   | 1,229  | 2,451 | 4,631  | 9.5   |
| '99    | 1,323 | 1,117  | 2,552 | 4,992  | 7.8   |
| '00    | 2,155 | 1,192  | 2,850 | 6,196  | 24.1  |
| '01    | 3,217 | 1,230  | 2,689 | 7,137  | 15.2  |
| '02    | 3,954 | 1,175  | 2,558 | 7,687  | 7.7   |
| '03    | 4,680 | 1,191  | 2,710 | 8,581  | 11.6  |
| '04    | 4,396 | 1,385  | 2,356 | 8,137  | -5.2  |
| '05    | 4,670 | 2,010  | 2,354 | 9,034  | 11.0  |
| '06    | 5,146 | 2,327  | 2,356 | 9,829  | 8.8   |
| '07(p) | 5,451 | 2,091  | 2,156 | 9,698  | -1.3  |

#### (4) 유 연 탄

1990년대의 산업성장과 전력소비 급증에 따라 1990년대 연평균 11.4%의 빠른 성장세를 보였으며 최근 계절용수요 및 산업용 수요가 안정화되는 추세였으나, 2007년 발전설비 증설로 전년대비 8.2% 증가율을 기록하였다.

부문별로는 전력수요의 증가에 따라 발전용 유연탄수요는 1990년 570만톤에서 2007년에는 5,549만톤(약 9.7배)으로 증가(2000년대 연평균 7.6% 증가)하였으며, 점유율도 1990년 26.2%에서 2007년에는 65.7%까지 높아진 반면, 산업용은 20%대에서 8%대로 떨어졌다.

〈표 1-7〉 유연탄 소비현황

(단위 : 천톤, %)

| 구 분    | 원료탄(제철용) |      | 발전용    |      | 산업용   |      | 합계     |      |
|--------|----------|------|--------|------|-------|------|--------|------|
|        | 물량       | 점유율  | 물량     | 점유율  | 물량    | 점유율  | 물량     | 증가율  |
| '90    | 11,735   | 53.6 | 5,723  | 26.2 | 4,418 | 20.2 | 21,876 | 6.9  |
| '95    | 16,305   | 42.8 | 14,229 | 37.4 | 7,555 | 19.8 | 38,089 | 8.5  |
| '00    | 19,415   | 32.2 | 33,305 | 55.2 | 7,609 | 12.6 | 60,329 | 11.4 |
| '01    | 19,315   | 30.3 | 36,601 | 57.5 | 7,770 | 12.2 | 63,686 | 5.6  |
| '02    | 20,097   | 29.4 | 40,143 | 58.8 | 8,024 | 11.8 | 68,264 | 7.2  |
| '03    | 20,509   | 29.1 | 41,631 | 59.0 | 8,399 | 11.9 | 70,539 | 3.3  |
| '04    | 20,839   | 28.2 | 45,512 | 61.3 | 7,627 | 10.3 | 73,978 | 4.9  |
| '05    | 20,810   | 27.5 | 47,852 | 63.1 | 7,126 | 9.4  | 75,788 | 2.4  |
| '06    | 20,731   | 26.6 | 50,199 | 64.4 | 7,068 | 9.0  | 77,998 | 2.9  |
| '07(p) | 21,518   | 25.5 | 55,486 | 65.7 | 7,425 | 8.8  | 84,429 | 8.2  |

## (5) 원 자 력

원자력은 1977년 시험가동을 시작으로 주요 발전 에너지원으로서 1990년 이후 지속적으로 성장하여 왔다. 전체 발전량에서 원자력이 차지하는 비중은 1990년(49.1%)에서 2006년(39.0%)까지 발전원 중 가장 높은 비중을 유지하여 왔으나, 2007년 고리 1호기 설계수명기간 만료로 인한 가동중단(6개월) 및 유연탄 발전설비 증설로 유연탄(37.3%)보다 낮은 비중(35.5%)을 나타냈다. LNG(19.5%), 석유(4.4%)가 주요 발전 에너지원으로 그 뒤를 잇고 있다.

〈표 1-8〉 에너지원별 발전전력량

(단위 : GWh, %)

|     | 수력  | 무연탄 | 유연탄   | 석유   | 가스   | 원자력   | (점유율)  | 기타 <sup>주1)</sup> | 발전량   |
|-----|-----|-----|-------|------|------|-------|--------|-------------------|-------|
| '80 | 2.0 | 2.4 | -     | 29.3 | -    | 3.5   | (9.4)  | -                 | 37.2  |
| '90 | 6.4 | 5.0 | 17.4  | 16.4 | 9.6  | 52.9  | (49.1) | -                 | 107.7 |
| '00 | 5.6 | 5.3 | 92.3  | 26.1 | 28.1 | 109.0 | (40.9) | -                 | 266.4 |
| '01 | 4.2 | 5.2 | 105.1 | 28.2 | 30.5 | 112.1 | (39.3) | -                 | 285.2 |
| '02 | 5.3 | 5.1 | 112.9 | 25.1 | 38.9 | 119.1 | (38.8) | -                 | 306.5 |
| '03 | 6.9 | 5.4 | 114.9 | 26.5 | 39.1 | 129.7 | (40.2) |                   | 322.5 |
| '04 | 5.9 | 4.6 | 122.6 | 18.5 | 56.0 | 130.7 | (38.2) | 3.9               | 342.0 |
| '05 | 5.2 | 4.5 | 129.2 | 17.7 | 58.1 | 146.8 | (40.3) | 3.2               | 364.6 |
| '06 | 5.2 | 4.3 | 134.9 | 16.6 | 68.3 | 148.8 | (39.0) | 3.1               | 381.2 |
| '07 | 5.0 | 4.5 | 150.2 | 17.8 | 78.4 | 142.9 | (35.5) | 4.2               | 403.1 |

주1) 석유에서 기타 분리('04 부터), 기타 : 집단에너지, 풍력, 매립가스, 태양광 등

## 다. 부문별 에너지소비동향

최종에너지 소비는 1990년 75.1백만TOE에서 2007년 179.6백만 TOE로 17년 동안 2.4배 증가하여 연평균증가율 5.4%를 보이고 있다.

2007년에는 전년도 온난한 기온으로 난방용 에너지 수요가 둔화되어 에너지소비 증가율(1.6%)이 낮았던데 따른 반등효과와 소재산업 호황 등으로 전년대비 3.4%의 증가세를 기록했다.

〈표 1-9〉 부문별 최종에너지소비

(단위 : 백만TOE)

| 구분                    | 2004 | 2005             | 2006             |                | 2007 (p)       | 2007 (p)         |                | 2007 (p)       | 2007 (p)         |                |
|-----------------------|------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
|                       |      |                  | 구성비 (%)          | 증가율 (%)        |                | 구성비 (%)          | 증가율 (%)        |                | 구성비 (%)          | 증가율 (%)        |
| 부<br>문<br>별           | 계    | 166.0<br>[166.8] | 170.9<br>[171.7] | 100.0          | 2.9<br>[2.9]   | 173.6<br>[174.5] | 100.0          | 1.6<br>[1.6]   | 179.6<br>[180.5] | 3.4<br>[3.4]   |
|                       | 산업   | 93.0<br>[94.2]   | 94.4<br>[95.6]   | 55.2<br>[55.6] | 1.5<br>[1.4]   | 97.2<br>[98.6]   | 56.0<br>[56.5] | 3.0<br>[3.2]   | 101.7<br>[103.2] | 4.6<br>[4.6]   |
|                       | 수송   | 34.6<br>[34.1]   | 35.6<br>[35.0]   | 20.8<br>[20.4] | 2.7<br>[2.8]   | 36.5<br>[36.0]   | 21.0<br>[20.7] | 2.7<br>[2.8]   | 37.5<br>[36.9]   | 2.5<br>[2.5]   |
|                       | 가정상업 | 34.8<br>[34.9]   | 36.9<br>[37.0]   | 21.6<br>[21.5] | 5.9<br>[6.1]   | 36.0<br>[36.0]   | 20.7<br>[20.6] | -2.4<br>[-2.6] | 36.2<br>[36.2]   | 0.6<br>[0.6]   |
|                       | 공공기타 | 3.6<br>[3.6]     | 4.1<br>[4.1]     | 2.4<br>[2.4]   | 13.2<br>[13.1] | 3.8<br>[3.8]     | 2.2<br>[2.2]   | -5.7<br>[-5.5] | 4.2<br>[4.2]     | 8.4<br>[8.4]   |
| 에<br>너<br>지<br>원<br>별 | 석탄   | 22.2<br>[22.8]   | 22.3<br>[23.0]   | 13.1<br>[13.4] | 0.5<br>[0.7]   | 22.7<br>[23.4]   | 13.1<br>[13.4] | 1.6<br>[1.7]   | 23.5<br>[24.3]   | 3.7<br>[3.8]   |
|                       | 무연탄  | 3.4<br>[3.5]     | 3.9<br>[4.0]     | 2.3<br>[2.3]   | 13.7<br>[14.2] | 4.3<br>[4.5]     | 2.5<br>[2.6]   | 11.3<br>[11.8] | 4.4<br>[4.6]     | 1.9<br>[2.5]   |
|                       | 유연탄  | 18.8<br>[19.3]   | 18.4<br>[19.0]   | 10.8<br>[11.1] | -1.9<br>[-1.7] | 18.4<br>[18.9]   | 10.6<br>[10.8] | -0.5<br>[-0.5] | 19.1<br>[19.7]   | 4.1<br>[4.1]   |
|                       | 석유   | 95.5<br>[95.6]   | 96.7<br>[96.8]   | 56.6<br>[56.4] | 1.3<br>[1.2]   | 97.0<br>[97.1]   | 55.9<br>[55.7] | 0.3<br>[0.4]   | 99.6<br>[99.6]   | 2.6<br>[2.6]   |
|                       | 도시가스 | 16.2<br>[16.3]   | 17.8<br>[17.9]   | 10.4<br>[10.4] | 10.0<br>[10.0] | 18.4<br>[18.5]   | 10.6<br>[10.6] | 3.2<br>[3.2]   | 18.8<br>[18.9]   | 2.3<br>[2.3]   |
|                       | 전력   | 26.8<br>[26.8]   | 28.6<br>[28.6]   | 16.7<br>[16.7] | 6.5<br>[6.5]   | 30.0<br>[30.0]   | 17.3<br>[17.2] | 4.9<br>[4.9]   | 31.7<br>[31.7]   | 5.7<br>[5.7]   |
|                       | 열에너지 | 1.3<br>[1.3]     | 1.5<br>[1.5]     | 0.9<br>[0.9]   | 13.9<br>[13.9] | 1.4<br>[1.4]     | 0.8<br>[0.8]   | -6.9<br>[-6.9] | 1.4<br>[1.4]     | 0.9<br>[0.9]   |
|                       | 기타   | 3.9<br>[3.9]     | 3.9<br>[3.9]     | 2.3<br>[2.3]   | -0.8<br>[-0.8] | 4.1<br>[4.1]     | 2.4<br>[2.3]   | 5.0<br>[5.0]   | 4.6<br>[4.6]     | 11.2<br>[11.2] |

### (1) 산업부문

산업부문의 소비증가는 1990~2000년 평균 6.9%의 높은 증가율을 기록하였으나, 2000년 이후 2002년(4.7%)을 제외하고는 2%선에서 등락을 하다 2006년 3.0%, 2007년 4.6%로 다시 증가율 상승세를 보이고 있다. 2007년 에너지원별로는 석유·가스소비가 소재산업의 호황으로 인해 각각 3.5%, 4.4% 증가하였으며, 고급에너지인 전력 및 도시가스는 각각 6.6%, 7.1%로 상대적으로 크게 증가하였다. 산업부문의 소비점유율은 1991년 51.2%로 총 소비의 절반 이상을 차지한 이래, 점진적인 상승추세를 보여 1998년에는 최고치인 57.5%를 기록한 후 감소추세가 지속되었다. 2000년대 들어서 55~56%대의 안정적인 수준을 유지하고 있으며 2007년에는 56.7%를 차지하였다.

### (2) 수송부문

수송부문은 1980년대 연평균 16.0%의 증가에 이어 1990년대에도 연평균 8.1%의 높은 증가율 기록하였으나, 2000년대에는 증가율이 둔화되어 2000~2006년 연평균 2.8% 증가하고 있다. 2007년에는 고유가 상황이 지속되어 국내경기 위축 등으로 소비증가율이 2.5%를 기록했다. 에너지소비량 중 수송부분 점유율은 1990년대 이후 20%대의 수준을 유지하고 있다. 에너지원별 점유율은 경유 44.4%, 휘발유 21.2%, LPG 13.7%, B-C유 9.2%, 제트유 8.5% 순으로 나타났다.

자동차 등록대수는 2007년말 기준 16,428천대로 전년대비 3.6% 증가하였다.

### (3) 가정·상업부문

가정·상업·공공부문은 1981~1990년 연평균 3.7%의 증가율을 기록하였으며, 1990~2000년 연평균 4%의 증가율을 보였다. 2007년에는 유가상승으로 전력 소비가 증가하면서 전년도 수준의 0.6% 소폭으로 상승하였다. 총 에너지소비 중 점유율은 1990년 33%였으나 점차 감소하여 1998년에는 22.6%까지 하락하였고, 2000년 이후에는 20~21%대의 안정적인 수준을 유지하고 있다.

에너지원별로는 전력, 지역난방 등 고급에너지의 수요는 크게 증가한 반면, 고유가로 석유소비가 전년대비 1.4% 감소하였다.

### 라. 에너지수입

우리나라는 국내 에너지소비량의 약 96.6%를 수입에 의존하고 있으며, 2007년 에너지수입액은 전년대비 11.0% 증가한 950억불로, 이는 국내 총 수입액의 26.6%에 달한다. 이와 같이 에너지수입이 크게 증가한 것은 주요에너지인 원유 및 유연탄 도입가격의 인상, 도시가스 보급 확대에 따른 LNG 수입증가에 기인하고 있다.

에너지원별로는 원유가 8.0% 증가한 603.2억불로 단일품목으로는 가장 많았고, 다음으로는 석유제품이 24.3% 증가한 150.7억불, LNG가 6.1% 증가한 126.5억불, 유연탄이 20.7% 증가한 56.8억불로 나타났다.

〈표 1-10〉 에너지수입현황

(단위 : 억불,%)

|              | '90   | '00             | '90-'00 | '01              | '02              | '03             | '04             | '05             | '06             | '07             |
|--------------|-------|-----------------|---------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 총에너지<br>수입액  | 109.3 | 375.8<br>(65.8) | (13.1)  | 338.9<br>(-10.5) | 322.9<br>(-4.7)  | 383.1<br>(18.6) | 496.0<br>(29.5) | 667.0<br>(34.5) | 855.7<br>(28.3) | 949.8<br>(11.0) |
| 에너지<br>수입액비중 | 15.6  | 23.6            |         | 23.9             | 21.2             | 21.4            | 22.1            | 25.5            | 27.7            | 26.6            |
| 원유           | 64.6  | 252.2<br>(70.6) | (14.6)  | 213.7<br>(-15.3) | 192.0<br>(-10.1) | 230.8<br>(20.2) | 299.2<br>(29.6) | 426.1<br>(42.4) | 558.7<br>(31.1) | 603.2<br>(8.0)  |
| 석유제품         | 25.5  | 61.9<br>(69.5)  | (9.3)   | 57.3<br>(-7.4)   | 62.1<br>(8.5)    | 73.3<br>(17.9)  | 83.6<br>(14.1)  | 97.2<br>(16.3)  | 121.2<br>(24.7) | 150.7<br>(24.3) |
| 무연탄          | 0.5   | 0.7<br>(56.5)   | (3.4)   | 1.2<br>(62.9)    | 1.5<br>(25.7)    | 1.8<br>(19.3)   | 2.3<br>(31.7)   | 4.3<br>(84.2)   | 4.1<br>(-5.2)   | 4.5<br>(9.8)    |
| 유연탄          | 12.2  | 20.3<br>(8.9)   | (5.2)   | 21.6<br>(6.1)    | 22.5<br>(4.5)    | 22.7<br>(0.5)   | 38.9<br>(71.7)  | 48.0<br>(23.4)  | 47.0<br>(-2.1)  | 56.8<br>(20.7)  |
| LNG          | 4.8   | 37.9<br>(82.9)  | (22.9)  | 39.9<br>(2.8)    | 41.2<br>(3.3)    | 50.8<br>(23.3)  | 65.5<br>(28.9)  | 86.5<br>(32.0)  | 119.2<br>(37.9) | 126.5<br>(6.1)  |
| 우리늄          | 1.7   | 2.8<br>(8.6)    | (5.1)   | 2.3<br>(3.8)     | 2.8<br>(20.1)    | 2.7<br>(-5.5)   | 3.4<br>(27.0)   | 2.9<br>(-15.0)  | 3.4<br>(18.7)   | 4.9<br>(44.2)   |

※ ( ) 는 전년 대비 증가율

[한국무역협회 무역통계(www.kita.net)]

## 2. 2008년 에너지수급전망

### 가. 개 요

2008년 에너지수요는 에너지 저소비형 산업비중이 확대되고 에너지 효율 기자재 보급 확산에 따른 에너지 절약의 지속적인 추진 등으로 안정적인 증가가 예상된다. 경제여건 변동에 따라 에너지원간 증가율 변

화는 있겠지만 경기둔화가 예상됨에 따라 에너지수요 증가율은 전년대비 2.7% 증가한 247.0백만TOE에 그칠 것으로 전망된다.

에너지원별 소비는 이전의 소비추세에서 크게 벗어나지 않아 석유소비 비중은 감소하고 LNG소비 비중은 확대되는 현상이 지속될 것으로 보인다. 또한, 고급에너지 선호에 따른 전력, 도시가스, 지역난방 등의 소비가 상대적으로 높은 증가세를 유지할 것으로 예상된다.

### 나. 2008년 에너지원별 소비 전망

에너지원별로 보면, 2007년 2.8% 증가를 보였던 석유수요는 경기둔화와 유가상승의 영향으로 증가율이 0.6%로 둔화될 것으로 전망된다. 산업용 연료 및 가정·상업·공공부문의 석유소비는 타 에너지로의 연료대체가 지속될 것으로 예상됨에 따라 수요가 부진하겠으나, 산업용 중 납사, 아스팔트 등 비에너지유의 수요는 안정적인 증가율을 기록할 것으로 보인다.

2008년 LNG 소비는 발전용 수요 증가세가 둔화될 것으로 예상됨에 따라 2007년의 3.7%에서 3.3%로 증가율이 둔화될 전망이다.

원자력은 2007년에는 계획예방정비 증가, 고리 1호기 설계수명기간 만료로 인한 가동중단 등으로 전년대비 3.9%의 감소를 보였으나, 2008년에는 고리 1호기 계속운전에 따른 재가동 등으로 2006년 수준을 회복하여 3.5% 증가할 것으로 전망된다.

에너지원별 소비구조를 보면 석유소비 비중은 낮아지고, LNG 및 원자력의 비중은 증가추세가 지속될 전망이다. 그렇지만 석유소비는 42.5%

를 차지하여 가장 중요한 에너지원으로서의 위치를 유지할 것이다. LNG는 상대적으로 청정한 연료이고 사용의 편리성을 갖추고 있어 석유나 석탄소비를 대체하면서 2008년에도 상승추세를 지속할 전망이다.

〈표 1-11〉 1차에너지 소비 전망

(단위 : 억불, %)

| 구 분   |         | 2007(잠정)         |              |                | 2008(전망)         |              |                |
|-------|---------|------------------|--------------|----------------|------------------|--------------|----------------|
|       |         | 소비량              | 증가율<br>(%)   | 구성비<br>(%)     | 소비량              | 증가율<br>(%)   | 구성비<br>(%)     |
| 석 유   | (백만B)   | 786.7            | 2.8          | 43.4<br>[44.6] | 791.7            | 0.6          | 42.5<br>[43.7] |
| LNG   | (백만톤)   | 25.5             | 3.7          | 13.8<br>[14.2] | 26.4             | 3.3          | 13.9<br>[14.3] |
| 석 탄   | (백만톤)   | 94.1             | 7.2          | 25.3<br>[25.5] | 98.9             | 5.0          | 25.9<br>[26.1] |
| · 유연탄 | (백만톤)   | 84.4             | 8.2          | 23.2<br>[23.1] | 89.5             | 6.0          | 23.9<br>[23.8] |
| · 무연탄 | (백만톤)   | 9.7              | -1.0         | 2.2<br>[2.4]   | 9.4              | -3.6         | 2.0<br>[2.3]   |
| 원자력   | (TWh)   | 142.9            | -3.9         | 14.9<br>[13.1] | 148.0            | 3.5          | 15.0<br>[13.2] |
| 수 력   | (TWh)   | 5.0              | -3.2         | 0.5<br>[0.5]   | 5.1              | 0.9          | 0.5<br>[0.5]   |
| 기 타   | (백만TOE) | 4.8              | 11.0         | 2.0<br>[2.1]   | 5.3              | 9.9          | 2.2<br>[2.2]   |
| 1차에너지 | (백만TOE) | 240.5<br>[234.1] | 3.0<br>[3.1] | 100            | 247.0<br>[240.3] | 2.7<br>[2.7] | 100            |

※ [ ]는 '07년부터 적용되는 신열량환산기준에 의한 지표

## 다. 부문별 수요 전망

최종에너지 수요는 전년대비 1.9% 증가한 183.0백만 TOE를 기록할 것으로 전망된다. 2008년은 경제성장률이 다소 낮아질 것으로 전망되고 에너지 다소비업종의 수요 둔화로 산업부문의 소비증가세가 하락할

것으로 예상되어 최종에너지 수요 증가률은 2007년보다 낮아질 전망이다.

수요 부문별로 최종에너지 소비를 보면 수송부문의 에너지 소비가 가장 높은 증가세를 보이고, 산업부문이 1.7% 증가하여 난방용 에너지 소비 비중이 높은 가정·상업부문보다 증가율이 다소 높을 것으로 예측된다.

2007년 가정·상업부문의 에너지 소비는 온난한 기온으로 난방용 수요가 위축되어 0.6% 증가에 그쳤으나, 2008년은 평년기온을 회복할 경우 기온효과의 영향으로 전년대비 1.5% 증가할 것으로 전망된다.

산업부문 에너지 수요는 납사 수요 증가세가 둔화될 것으로 예상됨에 따라 전년보다 1.7% 증가할 전망이다.

2007년 유가 상승에도 불구하고 2.5%의 비교적 안정적인 증가세를 보였던 수송부문 에너지 소비는 수송용 경유 소비가 안정적 증가세를 보일 것으로 예상되어 2008년에는 전년대비 3.1% 증가할 것으로 전망된다.

〈표 1-12〉 부문별 에너지 수요전망

(단위 : 백만TOE, %)

| 구 분   | 2004             | 2005             | 2006             |                |                | 2007             |                |              | 2008(전망)         |                |              |
|-------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|--------------|------------------|----------------|--------------|
|       | 물량               | 물량               | 물량               | 구성비            | 증가율            | 물량               | 구성비            | 증가율          | 물량               | 구성비            | 증가율          |
| 합 계   | 166.0<br>[166.8] | 170.9<br>[171.7] | 173.6<br>[174.5] | 100.0          | 1.6<br>[1.6]   | 179.6<br>[180.5] | 100.0          | 3.4<br>[3.4] | 183.0<br>[184.0] | 100.0          | 1.9<br>[2.0] |
| 산업부문  | 93.0<br>[94.2]   | 94.4<br>[95.6]   | 97.2<br>[98.6]   | 56.0<br>[56.5] | 3.0<br>[3.2]   | 101.7<br>[103.2] | 56.7<br>[57.2] | 4.6<br>[4.6] | 103.5<br>[104.8] | 56.5<br>[57.0] | 1.7<br>[1.6] |
| 수송부문  | 34.6<br>[34.1]   | 35.6<br>[35.0]   | 36.5<br>[36.0]   | 21.0<br>[20.7] | 2.7<br>[2.8]   | 37.5<br>[36.9]   | 20.9<br>[20.5] | 2.5<br>[2.5] | 38.6<br>[38.1]   | 21.1<br>[20.7] | 3.1<br>[3.1] |
| 가정·상업 | 34.8<br>[34.9]   | 36.9<br>[37.0]   | 35.9<br>[36.0]   | 20.7<br>[20.6] | -2.4<br>[-2.6] | 36.2<br>[36.2]   | 20.1<br>[20.1] | 0.6<br>[0.6] | 36.7<br>[36.9]   | 20.1<br>[20.0] | 1.5<br>[1.8] |
| 공공·기타 | 3.6<br>[3.6]     | 4.1<br>[4.1]     | 3.8<br>[3.8]     | 2.2<br>[2.2]   | -5.7<br>[-5.5] | 4.2<br>[4.2]     | 2.3<br>[2.3]   | 8.4<br>[8.4] | 4.2<br>[4.2]     | 2.3<br>[2.3]   | 1.5<br>[1.8] |

※ [ ]는 '07년부터 적용되는 신열량환산기준에 의한 지표

## 제2장 전력수급 기본계획

지식경제부 전력산업과 사무관 윤정원

### 제1절 개 요

전력은 국가 경제발전과 국민의 삶의 질을 향상시키는 필수요소로서 공급이 부족할 경우에는 막대한 사회적 비용이 발생하며, 생산과 동시에 소비가 이루어지는 특성상 수요에 따라 공급이 이루어져야 한다.

전력은 저장과 대체공급이 불가능하기 때문에 항상 수요에 맞게 차질 없이 공급되어야 하며, 공급설비의 건설에는 장기간이 소요되고 저장이 곤란하여 전력수요 증가에 대응하기 위하여는 지속적인 전력공급 설비에 대한 건설이 불가피한 실정이다.

전력수요는 국민소득, 국가 경제발전과 기온 등의 변화에 따라 수시로 변화하는 특성을 가지고 있는 반면, 전력공급 설비의 건설에는 막대한 재원과 장기간의 시간이 소요되고, 공급설비 건설과정에서 불확실성이 매우 크기 때문에 정확히 전력수요를 예측하고 이에 따른 공급설비의 적기 확충이 이루어져야 한다.

장기적인 전력설비 건설계획 수립시에는 전력수요 예측 및 수요관리, 예비전력 수준, 전원구성 등은 국가 에너지안보, 전력의 안정적인 공급과 자원배분, 환경정책 등에 미치는 영향이 지대하고, 전기사업자의 경영측면과 관련 산업체에 파급영향도 막대하기 때문에 합리적이고 정확한 의사결정이 매우 중요하다.

그 간의 전력수급 변화추이를 볼 경우, 1991년 이전에는 전력사업에서 독점사업자인 한국전력공사(이하 한전)에서 「장기전력수급계획」을 수립하고 직접 이행하였으나, 1991년의 전기사업법 전면개정 이후부터 정부가 장기전력수급계획을 매 2년마다 수립하고, 한전에서는 이를 이행하는 단계로 변화되었다.

참고로, 1990년 이후에 제1차(1991~2006), 제2차(1993~2006), 제3차(1995~2010), 제4차(1998~2015), 제5차(1999~2015) 계획 등 총 5차례에 걸쳐 장기전력수급계획을 수립한 바 있다.

2001년 4월부터는 전력산업구조개편의 추진에 따라 기존의 구속력 있는 「장기전력수급계획」에서 전기사업자의 자율성을 보다 존중하는 유도적 성격의 「전력수급기본계획」으로 변경하게 되었다.

「전력수급기본계획」에는 전력수급에 관한 기본방향 및 장기전망, 전력설비 건설에 관한 사항, 수요관리에 관한 사항, 투자계획에 관한 사항 등이 포함되어 있다.

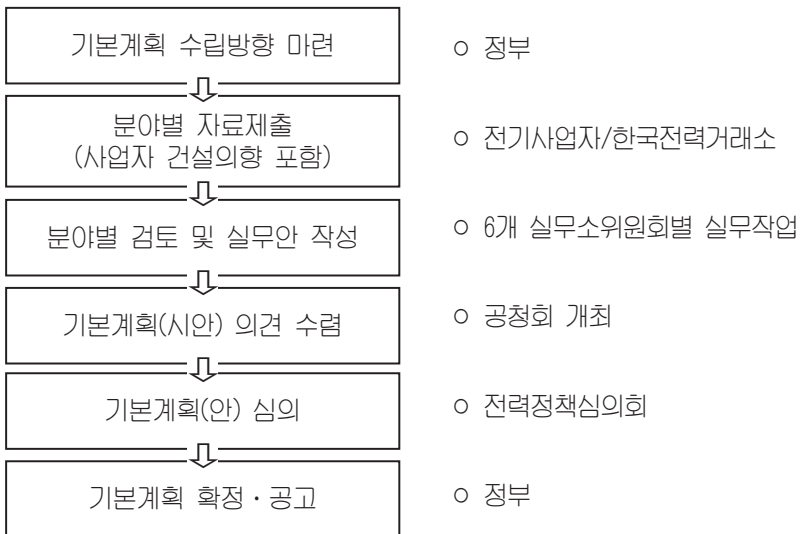
특히, 제3차 전력수급기본계획은 자원의 효율적 배분을 담보하기 어려운 현 전력시장 여건을 감안하여, 적정 설비규모와 전원 MIX(전원구성비)를 도모하기 위해 정책적 ‘계획’ 기능을 강화하였다. 즉, 발전사업자의 건설의향을 반영하였던 제2차 전력수급기본계획과는 달리 사회적 비용을 최소화하기 위한 적정 설비규모와 전원 MIX 기준을 도출하고 이에 따라 발전사업자의 건설의향을 선별적으로 반영하였다.

다시 말하면, 전력수급기본계획에서는 장기적인 전력의 안정적 공급을 위해 전력정책에 대한 기본방향을 제시하고 발전사업자의 사업계획

을 바탕으로 기본계획을 수립하되 정책적 ‘계획’ 기능을 강화하여 사회적 비용을 최소화하는 적정 설비규모와 전원 MIX를 도모하였으며, 발전사업자는 이에 따라 경쟁성·자율성을 바탕으로 전력사업에 참여하도록 하고 있다.

또한, 제3차 수급계획 수립시 중단기 수급안정을 위해 간년도 수정계획을 마련하는 것으로 계획됨에 따라, 2008년 처음으로 간년도 전력수급기본계획을 수립하였다. 간년도계획은 에너지환경 불확실성 증대에 따른 2년 주기의 전력수급기본계획의 수정·보완 계획으로써, 중·단기 기간 중(2007~2012) 전력수급 안정을 위한 전력수요 재예측 및 수급대책 마련을 주요골자로 하고 있다.

[ 전력수급기본계획 수립 절차 ]



〈그림 1-4〉 전력수급기본계획 수립 절차도

## 제2절 전력사업 여건과 계획수립 기본방향

국경이 없는 글로벌 경쟁시대를 맞이하여 전력산업도 어느 때보다 급속한 경영환경 변화와 함께 새로운 도전에 직면하고 있다.

특히, IMF 외환위기 이후 경제성장 및 국민소득 수준향상에 따라 전력소비는 지속적으로 증가하고 있으나, 지역주민의 전력설비 건설반대, 환경규제 강화, 신규 발전소 부지 고갈 등으로 공급설비 확충여건은 점점 어려워지고 있다.

또한, 기후변화 방지를 위한 온실가스 감축 압력은 더욱 거세지고 있으며, 선진국을 중심으로 기술개발 경쟁 및 기술 보호주의가 날로 심화되고 있다.

아울러, 전력수급기본계획 성격의 변화에 따라 정부의 정책적 기능과 전력산업에서 경쟁시장 원리에 의한 수급기능이 조화롭게 작동되도록 해야 하는 과제를 안고 있다.

이에 따라, 장기적인 전력의 수급 안정성을 확보하기 위한 역점사항으로 수요예측의 정확도 향상 및 수요관리 강화, 적정 설비규모 및 전원 MIX 기준 도출방안, 공급설비에 대한 건설이행 확보방안, 기후변화 대응전략마련 등을 중점 고려해야 한다.

## 제3절 제3차 전력수급기본계획의 주요내용

제3차 전력수급기본계획(2006~2020)에서는 자원의 효율적 배분을 담보하기 어려운 현 전력시장의 여건을 감안하여, 적정 설비규모와 전

원 MIX를 도모하기 위해 정책적 ‘계획’ 기능을 강화하였다.

또한, 지역별(수도권, 비수도권, 제주권) 수급계획을 별도로 마련함으로써 그 동안 상대적으로 취약했던 수도권 및 제주권의 전력수급 안정성을 대폭 강화하였다.

기후변화협약 등 국제환경규제에 대응하기 위해 적정 전원 MIX 구성시에 환경비용(CO<sub>2</sub> 비용)을 반영하였으며, 이에 따라 CO<sub>2</sub> 배출이 상대적으로 많은 석탄발전에 다소 불리하게 작용한 반면, 원자력 및 LNG 발전소에는 다소 유리하게 작용하였다.

집단에너지, 신재생에너지 등 상시적인 출력이 불가능한 설비의 피크 기여도와 LNG 설비의 건설 이행률을 통계적으로 감안한 「실효예비율」 개념을 도입하여 전력수급기본계획에서의 수급전망 불확실성을 최소화하도록 하였다.

## 1. 전력수요 예측

제3차 전력수급기본계획은 2004년의 제2차 전력수급기본계획 수립 이후 경제상황 등의 여건변화를 고려하여 2006~2020년의 기간 중 경제성장률은 연평균 4.4%로 전망하였으며, 산업구조는 제조업 비중은 하락하는 반면, 서비스업 비중은 점차 증가하는 것으로 전망되었다.

\* 구성비(2006 → 2020) : 제조업(33.1 → 28.6%), 서비스업(62.6 → 69.2%)

한편, 전력수요는 한국전력거래소의 장·단기 예측모형 운영을 통하여 분야별 예측전문가의 자문과 수요예측위원회의 검토 및 승인을 거쳐

으며, 판매전력량 예측은 ①주택용(2개), 상업용(4개), 산업용(10개)으로 구분하여 향후 경제성장, 산업구조, 전력추세변화 등을 고려하여 판매전력량(kWh)을 예측하고, ②예측된 판매전력량을 기준으로 계절지수, 추계계수, 근무일 요인, 시간별 부하패턴 등을 반영하여 최대수요(kW)를 예측하였으며, ③예측된 수요에서 수요관리 목표를 반영하여 최대전력을 산출하고 전력수요 성장에 대한 불확실성을 고려하여 上限 및 下限 수요를 예측하였다.

이에 따라, 전력소비량은 연평균 2.5%증가(2006년 3,531억kWh → 2020년 4,786억kWh), 최대전력수요는 연평균 1.8%증가(2006년 5,899만kW → 2020년 7,181만kW)하는 것으로 전망되었다.

## 2. 수요관리계획

발전설비 확충에 따른 재원조달, 입지확보, 환경영향 부담을 완화하기 위해 1990년 이후 수요관리를 추진하여 왔다. 최근에는 에너지사용 절감 유도 및 에너지효율 향상 차원에서 수요관리사업을 중점적으로 추진하고 관련 예산을 대폭 확대하였다.

수요관리사업 목표는 2006~2020년까지 약 2조8천억원을 투입하여 최대수요를 1,162만kW 감축토록 반영하였으며, 효율향상 부분을 확대하여 전체 수요관리사업에서 차지하는 비중도 2006년 12.9%에서 2020년 25.3%로 점차 강화하는 것으로 계획을 수립하였다.

〈표 1-13〉 최대피크 절감 목표량

(단위 : MW)

| 구 분              | '05(실적)      | '10              | '15               | '17               | '20                |
|------------------|--------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 부하관리<br>(가스냉방포함) | (4,420)      | 2,818            | 4,949             | 5,932             | 7,404              |
| 효율향상             | (735)        | 1,004            | 2,334             | 2,825             | 3,521              |
| 신규개발             | (1)          | 350              | 540               | 600               | 690                |
| 계                | -<br>(5,156) | 4,172<br>(9,328) | 7,823<br>(12,979) | 9,357<br>(14,513) | 11,615<br>(16,771) |

※ 연도별 '05년 대비 순증누계 기준의 수요관리목표량

( ) 내는 총 누계 수요관리량

### 3. 발전설비 확충

수요예측에 따라 사회적 비용이 최소화되는 적정 발전설비 규모와 적정 전원 MIX를 전산모형(WASP)을 통해 도출하였으며, 도출된 설비규모에 따라 지역별, 전원별 발전설비 필요물량 범위에서 발전사업자의 건설의향을 평가하여 선별적으로 반영하였다.

발전사업자가 제출한 발전소 건설의향(총 5,657만kW)중 3,773만kW를 확정적 건설계획(A~C1)으로 분류(건설중 총 2,140만kW, 신규계획 총 1,633만kW)하여 반영하였으며, 이는 지난 제2차 전력수급기본계획(2006~2017) 대비 LNG는 359만kW, 석탄은 368만kW 증가하고 원자력은 동일한 것으로 전망되었다.

〈표 1-14〉 발전설비 건설계획

(단위 : 만kW, 기수)

| 구 분       |         | 원자력          | 석 탄           | LNG             | 석 유           | 수력           | 신재생/기타        | 합 계             |
|-----------|---------|--------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|
| 제2차<br>계획 | '06~'17 | 960<br>(871) | 630<br>(1271) | 765<br>(1471)   | 121<br>(1471) | 240<br>(871) | 464<br>(1971) | 3,181<br>(7571) |
|           | '06~'17 | 960<br>(871) | 998<br>(1571) | 1,124<br>(1971) | 26<br>(2171)  | 246<br>(871) | 419<br>(1871) | 3,773<br>(8971) |
| 제3차<br>계획 | '06~'20 | 960<br>(871) | 998<br>(1571) | 1,124<br>(1971) | 26<br>(2171)  | 246<br>(871) | 419<br>(1871) | 3,773<br>(8971) |
|           | '06~'20 | 960<br>(871) | 998<br>(1571) | 1,124<br>(1971) | 26<br>(2171)  | 246<br>(871) | 419<br>(1871) | 3,773<br>(8971) |

※ 소수력은 신재생/기타에 포함, 신재생설비는 기수 산정에서 제외

전원별 구성분포를 볼 경우에 제2차 전력수급기본계획(2017년 기준)보다 원자력, 석유, 수력/기타 비중은 0.7~1.6% 감소하고, LNG설비는 1.4%, 석탄은 2.7% 증가하는 것으로 나타났다.

〈표 1-15〉 전력수급기본계획 전원구성 분포

(단위 : 만kW, %)

| 구 분   |     | 원자력             | 석 탄             | LNG             | 석 유          | 수력/기타           | 합 계            |
|-------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------|
| 2006년 | 제3차 | 1,772<br>(27.0) | 1,847<br>(28.2) | 1,744<br>(26.6) | 468<br>(7.1) | 725<br>(11.1)   | 6,556<br>(100) |
| 2017년 | 제2차 | 2,664<br>(30.3) | 2,224<br>(25.3) | 2,313<br>(26.3) | 333<br>(3.8) | 1,270<br>(14.4) | 8,804<br>(100) |
|       | 제3차 | 2,732<br>(29.0) | 2,642<br>(28.0) | 2,615<br>(27.7) | 236<br>(2.5) | 1,207<br>(12.8) | 9,432<br>(100) |
| 2020년 | 제3차 | 2,732<br>(29.0) | 2,642<br>(28.0) | 2,615<br>(27.7) | 232<br>(2.5) | 1,207<br>(12.8) | 9,428<br>(100) |

※ 연말 정격용량(갈보기용량) 기준, 기타는 신재생, 집단, 양수발전 등

## 4. 전력수급 전망

이에 따라, 제3차 전력수급기본계획상 설비예비율을 보면 2013년까지 10.1~19.5%, 2013년 이후 20% 이상을 유지하는 것으로 나타났다.

\* 적정 설비예비율 기준 : 15~20%

〈표 1-16〉 연도별 전력수급 전망

| 연도   | 최대수요<br>(만kW) | 총설비용량 (만kW) |       | 설비예비율(%)      |
|------|---------------|-------------|-------|---------------|
|      |               | 하계          | 연말    |               |
| 2006 | 5,899(실적)     | 6,370       | 6,459 | 8.0 (9.4)(실적) |
| 2007 | 5,968         | 6,569       | 6,665 | 10.1 (11.8)   |
| 2008 | 6,138         | 6,906       | 7,009 | 12.5 (15.0)   |
| 2009 | 6,299         | 7,135       | 7,286 | 13.3 (16.1)   |
| 2010 | 6,461         | 7,287       | 7,600 | 12.8 (16.5)   |
| 2011 | 6,594         | 7,653       | 8,059 | 16.1 (21.3)   |
| 2012 | 6,712         | 8,020       | 8,147 | 19.5 (27.0)   |
| 2013 | 6,809         | 8,055       | 8,295 | 18.3 (26.3)   |
| 2014 | 6,883         | 8,282       | 8,609 | 20.3 (29.2)   |
| 2015 | 6,947         | 8,509       | 8,679 | 22.5 (31.3)   |
| 2016 | 7,005         | 8,679       | 8,819 | 23.9 (32.6)   |
| 2017 | 7,054         | 8,819       | 8,819 | 25.0 (33.7)   |
| 2018 | 7,103         | 8,815       | 8,815 | 24.1 (32.7)   |
| 2019 | 7,141         | 8,815       | 8,815 | 23.5 (32.0)   |
| 2020 | 7,181         | 8,815       | 8,815 | 22.8 (31.3)   |

※ 실효용량 기준이며, ( )의 설비예비율은 겉보기용량 기준

## 5. 간년도 전력수급계획

간년도 전력수급계획은 3차계획상 전력수요 증가에 대비한 후보설비가 마련되어있지 않은 기간(2007~2012)을 대상으로 수급상황을 점검하고 대책을 마련하기 위해 2007년 수립하였다. 3차계획 반영설비의 건설 이행실태에 대한 현장점검 실시를 통해 건설지연이 예상되는 설비를 사전에 발견하여 적기 준공을 독려하였으며, 전력수요 변동요인 분석을 통한 중단기 전력수요 재예측을 바탕으로 설비예비율을 점검하고 수급대책을 마련하였다.

전력소비량은 2008~2009년 동안은 3차계획 대비 평균 1.3% 감소하는 반면, 2011~2012년 동안은 평균 1.5% 증가하는 것으로, 최대전력은 2008~2012년 동안 3차계획 대비 평균 3.1% 증가하는 것으로 전망되었다.

〈표 1-17〉 간년도계획 전력소비량 전망

(단위 : GWh)

| 구 분           | 2008    | 2009    | 2010    | 2011    | 2012    |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 간년도 계획<br>(A) | 385,420 | 403,436 | 420,752 | 436,556 | 451,124 |
| 3차 계획<br>(B)  | 391,641 | 407,151 | 420,655 | 432,360 | 442,472 |
| 편 차<br>(A-B)  | -6,221  | -3,715  | 97      | 4,196   | 8,652   |

〈표 1-18〉 간년도계획 최대전력 전망

(단위 : 만kW)

| 구 분           | 2008             | 2009             | 2010             | 2011             | 2012             |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 간년도 계획<br>(A) | 6,485<br>(6,242) | 6,811<br>(6,502) | 7,113<br>(6,734) | 7,380<br>(6,927) | 7,613<br>(7,084) |
| 3차 계획<br>(B)  | 6,424<br>(6,138) | 6,648<br>(6,299) | 6,878<br>(6,461) | 7,083<br>(6,594) | 7,276<br>(6,712) |
| 편 차<br>(A-B)  | 61<br>(104)      | 163<br>(203)     | 235<br>(273)     | 297<br>(333)     | 337<br>(372)     |

※ ( )내 수치는 수요관리후 최대전력

발전설비 건설 추진현황 점검결과 신월성 1·2호기 및 포스코 2호기가 3~6개월 준공지연되는 것으로 조사되었으나 하계 피크에 영향을 미치지 않는 순연의 형태로 연도별 설비예비율에 미치는 영향은 적은 것으로 전망되었다.

〈표 1-19〉 건설 추진현황 점검결과

(단위 : 만kW)

| 구 분         | 대상 설비                                                                    | 점검 결과                |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 건<br>설<br>중 | 당진 #8, 부곡 #2, 태안 #8, 보령 #7·8, 영흥 #3·4, 하동 #7·8, 인천 #2, 예천 #1·2, 신고리 #1·2 | 적기준공 전망              |
|             | 신월성 #1                                                                   | 5개월 지연('11.10→'12.3) |
|             | 신월성 #2                                                                   | 3개월 지연('12.10→'13.1) |
| 계<br>획<br>중 | 서울 #1·2, 인천 #3, 군산, 영월 #1·2, 제주내연 #2, 송도 #1, 부곡 #3·4, 울촌 #2, 고덕, 양주 #1   | 적기준공 전망              |
|             | 포스코 #2                                                                   | 6개월 지연('10.12→'11.6) |

전력수요 및 발전설비 변동에 따른 중단기 전력수급 전망결과 설비예비율이 2008~2010년에는 9.3~11.5% 수준으로 전망되어 단기수급 측면에서 적극적인 대응이 필요하며, 2011~2012년에는 14.3%~19.3%

수준으로 전망되어 효율적인 수급안정이 달성될 것으로 전망되었다.

〈표 1-20〉 중 · 단기 전력수급 전망

(단위 : 만kW)

| 연 도  | 최대전력(만kW) | 총 설비용량(만kW) |         | 설비예비율(%)    |
|------|-----------|-------------|---------|-------------|
|      |           | 하 계         | 연 말     |             |
| 2008 | 6,241.8   | 6,959.8     | 7,075.7 | 11.5 (12.9) |
| 2009 | 6,502.2   | 7,233.4     | 7,361.1 | 11.2 (13.6) |
| 2010 | 6,734.0   | 7,361.1     | 7,643.4 | 9.3 (12.7)  |
| 2011 | 6,927.8   | 7,919.7     | 8,236.0 | 14.3 (17.9) |
| 2012 | 7,083.5   | 8,452.2     | 8,480.3 | 19.3 (23.0) |

## 6. 제4차 전력수급계획 추진현황 및 향후계획

정부에서는 2006년 제3차 전력수급기본계획 및 2007년 간년도 전력수급계획 수립이후 그 간의 여건변화를 고려하여, 2008년 상반기부터 제4차 전력수급기본계획(2008~2022)을 수립 중에 있다. 제4차 계획에서는 주요 기본방향으로 첫째, 급변하는 미래 불확실성에 대한 대응력 강화, 둘째, 지속가능하고 실효성 있는 전력수급 시스템 구축, 셋째, 전력시장과 수급계획의 연계성 강화, 넷째, 수급계획의 전문성·정합성·투명성 제고를 설정하였다.

실무소위원회는 정부·학계·산업·연구계 전문가를 총괄정책, 발전설비계획, 수요예측, 기후변화, 수요관리, 계통설비계획 등 6개 분야로 구성하였으며, 특히 기후변화협약 대응강화를 위해 3차 수급계획시 신재생에너지 실무소위를 기후변화실무소위로 확대 개편하였으며, 수

급계획 간사기관인 전력거래소 실무지원의 전문성 보강을 위해 4차 수급계획 현안 및 검토사항에 대한 실무 전문가로 구성된 Working Group을 신설·운영 중에 있다. 제4차 수급계획은 최종(안)에 대한 설명회를 거쳐 2008년 하반기 공고예정이다.

<전력수급기본계획 수립, 관련근거>

◇ 전기사업법 제25조, 동법시행령 제15조

- 주요내용 : 전력수급 기본방향, 시설계획 및 수요관리계획 수립
- 수립주기 : 2년 또는 필요시마다
- 심의기관 : 전력정책심의회

◇ 제4차 계획 수립기간 : 2008~2022(15년간)

(※ 3차계획 : 2006~2020)

## 제3장 원자력발전 정책 방향

### 제1절 기본방향

지식경제부 원자력산업과 서기관 정석진

#### 1. 원자력에 대한 사회적 수용성 제고

최근 들어 원자력에 대한 사회적 인식은 높아지고 있으나, 아직도 원전시설은 국민과 지역주민들에게 대표적인 기피시설로 여겨지고 있다. 일반적인 이해도는 향상되고 있으나 본인과 직접 연관될 경우, 여전히 부정적인 인식이 높은 것이 사실이다.

원전은 건설과 운영과정에서 국민과 지역주민들의 이해를 제고하는 것이 가장 중요하다.

이를 위해 2006년 국가에너지위원회 및 산하 갈등관리전문위원회가 출범함으로써 시민·환경단체 등 각계가 참여하여 원자력 관련 쟁점사항을 논의할 수 있는 공식적인 공론화의 장이 마련되었다. 이를 통해 원자력 적정비중, 사용후연료 중장기 처리방안 등 주요 쟁점사항에 대해 폭넓은 논의를 통해 사회적 공감대를 확산할 수 있는 계기로 만들어 나갈 계획이다.

원전이 들어서는 발전소 주변지역에 대한 지원제도를 지속적으로 추진해 나갈 것이다. 2005년 관련 법령이 개정되어 2006년부터는 지원금의 현실화가 이루어지고 사업시행자의 재량권이 대폭 확대된 바 있고,

2007년에는 원자력발전소의 주변지역에 대한 민간환경감시기구 운영의 효율성 제고를 위하여 합리적 지원기준을 정하고 업무범위를 명확화하는 등 운영체계를 개선하였다. 향후 발전소 주변지역 사업체계를 더욱 효과적으로 개선하기 위해 사업시행자별 자체평가를 실시하여 개선사항 도출을 유도하고, 외부전문가, 주민대표 등으로 평가단을 구성, 사업성과 심층분석 및 제도개선 반영 등 관리·평가결과의 환류를 통한 주민 만족도 제고를 위해 발전소 주변지역 지원사업 관리·평가 시스템을 향상시켜 나갈 계획이다.

이와 함께, 지역과 공존·공영하는 원전건설 및 운영을 위해 원전 주변지역과 원전의 일체감을 높여나가는 것이 중요하다. 원전 주변지역은 원전안전에 대한 불안심리가 크고, 피해의식까지 갖고 있는 경우가 있어, 원전건설을 통해 지역사회가 동반발전할 수 있는 기회와 인식을 확산하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 원전 운영정보의 투명한 공개를 통해 원전운영의 신뢰성을 제고하고, 발전소 주변지역의 특성을 고려한 지원사업, 지역경제 활성화를 위한 지역주민 고용 및 지역업체 지원 등 원전이 지역사회의 일원으로서 함께 하고 있다는 공동체의식을 강화해 나가야 할 것이다.

## 2. 원전의 적정비중 결정

원자력발전은 타 전원에 비해 경제성, 공급안정성, 환경성 측면에서 우수한 전원이다. 최근 신 고유가 시대의 도래와 함께, 교토의정서 발효에 따른 38개국의 감축의무가 시작되고 발리 로드맵에 따른 추가협상

이 예정되어 있는 등 온실가스 배출 감축의무논의가 더욱 확대될 것으로 전망된다. 유가상승에 따라 연료가격 전반의 동반상승이 진행되는 가운데, 타 전원에 비해 상대적으로 고른 매장분포를 갖고 있으며 비축이 용이한 우라늄을 연료로 사용하는 원자력발전은 온실가스 배출이 없는 깨끗한 전원으로 향후 중요성이 더욱 확대될 것으로 전망된다. 이에 따라 안전성과 국민 이해도를 제고하면서 적기 건설을 추진하여 적정수준의 원전비중을 유지할 계획이다. 이에 따라 지난 2006년 12월 수립한 제3차 전력수급기본계획에 반영된 신규원전 6기에 대해서는 계획대로 건설을 추진할 계획이다. 현재 신고리 1·2호기 및 신월성 1·2호기는 건설중에 있으며, 최초로 1400MW급 신형원자로(APR1400)가 건설되는 신고리 3·4호기가 2008년 4월 인허가 절차를 마치고 착공되었으며, 신울진 1·2호기는 사업자측에서 인허가를 신청한 상태에 있다. 그동안 선행 연구용역 결과를 바탕으로 국가에너지위원회 산하 갈등관리전문위원회와 원전 적정비중 TF(task force)를 통해 관련 전문가, 시민환경단체 등이 참여한 가운데 원전의 적정비중에 대한 논의가 수 차례에 걸쳐 이루어졌으며, 이를 바탕으로 보완 연구와 논의를 거쳐 원자력이 안정적이면서 환경친화적인 전력공급원으로 역할을 담당할 수 있도록 적정비중을 결정할 계획이다.

### 3. 연구개발 강화를 통한 원전 경쟁력 강화

세계 원전시장이 확대되면서, 2030년까지 약 300기의 신규 원전이 새롭게 건설될 것으로 전망되고 있다. 이에 따라, 원전 선진국 업계 간 제

휴·통합이 활발해지면서 세계 원전시장의 경쟁구도가 심화되고 있다. 일본 도시바의 웨스팅하우스 인수, 일본 미쓰비시와 프랑스 아레바간의 사업제휴 및 히타치와 GE간 사업통합 등 선진 기업들은 신규원전 시장 주도를 위해 활발하게 움직이면서, 본격적인 수주전을 추진해 나가고 있다. 우리나라는 그간 1980년대 「원전건설 기술자립 계획(1987~1995)」을 시작으로 지속적 기술개발을 통해 한국표준형원전(OPR1000) 및 차세대원자로(APR1400)를 개발하는 등 독자원전 개발에 성공하였고, 현재 원천기술 확보 및 설비성능 향상을 위해 ‘원전기술 발전방안(Nu-tech 2015)’을 수립·추진(2007~2015)하고 있다. 아직 일부 핵심원천기술의 해외 의존과 대외적인 인지도가 취약한 상황을 극복하고, 세계 원전 강국으로 도약하기 위해 선택과 집중을 통한 중점 전략기술 개발을 강화하고, 국내원전 기술수준 분석결과를 토대로 핵심원천기술 소유권 확보 등 원전기술의 해외진출에 필수적인 기술개발과 선진국 수준의 원전운영기술 확보를 위한 기술개발을 구분하여 추진하는 한편, 원전의 지속가능한 성장을 보장할 수 있는 친환경 기술도 병행 개발함으로써 균형 있는 원전 경쟁력을 갖추어 나갈 계획이다.

#### 4. 해외 원전시장 진출 강화

우리나라는 총 20기의 원전을 운영 중으로 세계 6위 원전국가로 성장하였으며, 꾸준한 기술개발을 통해 높은 기술능력을 확보하고 있다. 이를 바탕으로 국내 원전산업의 새로운 발전기회를 제공하고, 우리 원전에 대한 국내 수용성 제고를 위해 해외 원전시장 진출을 추진하고 있다. 특

히 최근 ‘원전 르네상스’라고 불릴 정도로 원전에 대한 각국의 관심이 높아지고 있고, 중국 등 신흥국가의 원전건설이 추진되면서 원전 플랜트를 비롯, 원전 설계 및 기자재 제작 등 원전 관련 시장은 지속적으로 성장할 것으로 전망된다. 우리나라는 1990년대 이후 지속적인 원전건설을 통해 풍부한 건설 및 운영경험을 보유하고 있고, 반복건설을 통해 높은 경제성을 확보하고 있는 등 진출여건은 좋으나, 원전시장 진출을 위한 기반조성 활동과 해외 진출경험 및 원천기술 면에서 선진국에 열세인 것이 사실로, 아직 원전 플랜트 수출은 없다. 그러나 기자재 및 기술용역 등은 2007년까지 약 8억불의 수출실적을 보이고 있다. 특히, 최신 기술인력을 바탕으로 두산중공업, 한국전력기술 등을 필두로 기자재 및 기술용역 등을 중심으로 한 해외진출 규모가 확대되는 추세이며, 진출분야도 기자재 중심에서 설계용역, 연료, 유지보수, 운영자문 등으로 다양화되고 있다. 정부는 그간 중국, 인도네시아 등 유력 수출대상국과의 적극적인 원전 세일즈 외교를 통하여 국가차원에서 원전협력을 추진하고 있다. 이와 함께 독자수출이 가능한 명실상부한 한국형원전 개발을 추진함으로써 원전수출의 기술적 제약요인을 해소하고, 전략시장에 대한 맞춤형 원전수출을 위해 현지 유력기업과의 동반관계를 강화할 것이다. 한편, 해외 메이저 원전 공급사와 전략적 협력관계를 유지함으로써, 원전핵심 기자재 및 기술용역 수출의 확대도 지속적으로 추진해 나갈 계획이다.

## 제2절 원전의 안전성 확보

지식경제부 원자력산업과 서기관 정석진

### 1. 원전설비의 안전관리

원전설비는 고도의 안전성을 갖추기 위해 건설 및 운영의 전과정에 걸쳐 보통의 산업시설과는 비교할 수 없는 까다로운 기준을 적용하고 있다.

우선 원전의 설계는 발생 가능한 모든 사고를 고려하여 그 원인을 근본적으로 제거하고, 만일의 이상상태가 발생하더라도 이를 미리 감지하여 사고로 확대되는 것을 방지하며, 설사 이상상태가 사고로 진전되더라도 방사성물질이 외부로 누출되는 것을 막기 위해 다중의 방어시스템을 갖추도록 하는 다중심층방어의 개념을 적용하여 이루어지고 있다. 건설·운영과정에서는 사업자의 자체적인 품질 및 안전관리를 강화하고, 이를 확인·점검하기 위해 규제 전문기관의 안전심사와 정부의 안전점검, 국제원자력기구 등 국제전문기관의 정기점검 등 다중의 안전성 확인제도를 운영하고 있으며 원전에서 발생하는 모든 고장과 사고는 국제원자력기구에서 정한 ‘원전사고·고장 분류 기준’에 따라 그 등급을 평가하여 공개하고 있다.

또한 국내·외 전문기관의 위탁교육 등을 통해 전문인력의 양성에도 주력하고 있다. 특히, 원전의 안전운영에 핵심 역할을 수행하고 있는 운전원들은 모의제어반 훈련을 통해 원전운영과정에서 발생 가능한 여러 가지의 상황에 대처할 수 있는 능력을 함양하고 있다. 아울러 원전의 고

장이거나 사고의 발생을 원천적으로 봉쇄하기 위해 원전 종사자들이 항상 안전을 먼저 생각하는 안전문화가 뿌리를 내릴 수 있도록 노력하고 있다.

한편, IAEA는 원자력안전협약을 주관하면서 각국에 가동원전에 대한 안전성 향상 및 확인을 위해 포괄적이고 체계적인 안정성평가기법인 주기적안전성평가(PSR : Periodic Safety Review) 도입을 권고하였기에 정부는 원자력법에 주기적안전성평가 시행근거를 마련하였고 이와 관련된 시행령과 시행규칙을 정비하여, 운영허가일 부터 10년마다 주기적안전성평가를 실시하도록 하였다(2001년 1월). 이에 한국수력원자력(주)(이하 한수원(주))은 평가 대상 발전소(16기) 중 고리 1호기 등 11기에 대해 평가완료하고 월성 3·4호기 등 5기에 대해서는 평가가 진행 중이다(2007년 현재).

## 2. 원전주변지역의 환경관리

원전의 환경관리는 원전건설·운영으로 인해 시설주변지역의 주민과 환경에 미치는 영향을 최소화하는데 그 목적을 두고 관련법령에 제도화하여 시행하고 있다. 이러한 환경관리 활동은 원전건설 단계부터 운영기간에 걸쳐 이루어지고 있는데, 건설 이전단계에서는 원전건설에 따른 환경영향을 미리 예측·평가하고 이를 방지하기 위한 방안을 강구하게 하고 있으며 건설·운영중에는 환경영향 여부를 지속적으로 조사 확인토록 하고 있다.

원전의 환경방사능 조사를 위해 30km 이내지역의 다수 지점에 방사

선감시기 등 감시장비를 설치하고 있으며, 특히 인구 밀집지역에는 외부표시판을 설치하여 주민들이 직접 확인할 수 있도록 하고 있다. 지금까지의 조사결과 원전주변의 방사능 영향은 다른 일반지역과 비교하여 큰 차이가 없는 것으로 나타나고 있어 원전이 매우 안전하게 운전되고 있음이 확인되고 있다.

일반환경의 경우 원전에서 방출되는 온배수로 인해 김, 미역 등 저온성 해조류에 피해를 주는 문제가 제기되고 있어, 원전건설과정에서 온배수 영향 저감대책을 추진중에 있다. 아울러 온배수가 난류성 어종에는 긍정적인 효과가 있는 특성을 활용, 온배수를 이용한 어류양식 기술을 개발하여 인근 해역에 방류하는 사업을 실시하고 있으며, 이는 원전 주변지역 주민의 소득증대와 온배수의 유용성을 인식시키는데 기여하고 있다.

고리, 영광 및 울진원전 지역에는 주민 자율적인 환경감시를 위해 민간환경감시기구가 구성되어 그 간 발전소주변지역지원사업 지원금에서 설치 및 운영에 소요되는 비용을 지원해 왔으며, 2002년부터는 전력산업기반기금으로 계속 지원하고 있다. 현재 건설중인 신고리원전(울주군) 지역은 2006년 8월 감시기구가 구성됨에 따라 2006년부터 설치 및 운영비용을 전력산업기반기금에서 지원중이며, 그 동안 감시기구 구성이 지연되어 왔던 월성원전(경주시)은 2006년 5월 감시기구의 설치·운영을 위한 조례제정을 마치고 2007년 11월 감시기구가 구성되었다. 따라서 2007년 11월부터는 1개 기구가 추가된 총 5개의 민간환경감시기구를 대상으로 운영에 필요한 재정적 지원을 하고 있다

### 3. 원전의 안전한 폐로대책

원전은 우리님과 같은 핵분열물질을 사용함으로써 원자로와 일부 계통 및 구조물이 방사능에 오염되기 때문에, 수명이 다할 경우 일반인과 주변환경에 영향을 주지 않도록 안전하게 폐로하여야 한다. 지식경제부와 한수원(주)은 이에 대비하여 사전에 필요한 기술을 확보하기 위해 외국의 원전 해체기술 현황조사 및 기술개발 방안 수립을 위한 연구를 이미 완료했고 현재 관련기술 개발을 진행하고 있다. 또한 폐로에 소요되는 비용을 안정적으로 확보해 두기 위해 비용충당제도를 시행하여 1983년 부터 원전 운영자가 매년 일정액을 적립토록 하고 있는데, 한수원(주)은 2007년 12월 기준으로 사후처리충담금 8조 1,771억원 중 원전 철거비로 4조 9,288억원을 적립하여 폐로에 대비하고 있다.

한편, 폐로가 계획되어 있는 원전이라 하더라도 설비의 안전성과 건전성을 종합 평가하여 안전성이 전제될 경우 지역주민의 의견을 수렴하여 계속적인 운전이 가능한 것으로 확인되면, 노후 기기를 교체하고 발전소의 성능을 개선하여 일정기간 계속운전하는 방안을 적극 추진할 계획이다.

이와 관련 정부는 설계수명이 만료된 원전의 계속운전 여부를 결정하기 위해 안전성평가를 실시하도록 법제화하였다(2005년 9월). 이에 따라 한수원(주)은 고리 1호기에 대한 계속운전을 신청하였으며(2006년 6월) 정부는 한수원(주)이 제출한 주기적안전성평가서, 주요기기에 대한 수명평가서 및 방사선 환경영향 평가서 등 16개 분야 112개항목에 대해 안전성을 검사하여 계속운전을 허가하였다(2007년 12월). 이후

한수원(주)은 지역주민들과의 합의를 거쳐 2008년 1월부터 재가동을 시작하였다.

### 제3절 원전산업의 경쟁력 강화

지식경제부 원자력산업과 사무관 박석주

#### 1. 원전 기술자립 및 표준화

1970년대에 발주한 고리 1·2호기와 월성 1호기는 설계, 제작, 건설, 시운전에 이르기까지 모든 권한과 책임을 외국회사에 위임하는 일괄도급 건설방식을 채택하여 기술축적이나 국산화 실적이 극히 미진하였다.

이에 정부는 1984년 7월 원전의 경제성 제고 및 에너지 자립기반을 확립하기 위하여 ‘원전건설 기술자립 계획’을 수립하고, 영광 3·4호기가 준공되는 1995년까지 95%의 기술자립 목표를 설정하였다. 이를 위해 1987년 발주한 영광 3·4호기 건설사업은 국내업체를 주계약자로 선정하고 각 업체가 전문분야별로 역할을 분담하여 협력체제 하에 기술도입을 통한 원전기술의 국산화를 추진하였으며, 동 원전이 준공된 1995년말 당초 목표대로 95%의 기술자립을 달성하였다.

한편, 원전 기술자립과 병행하여 우리 실정에 맞는 표준원전을 설계·건설하기 위한 원전 표준화사업이 추진되었다. 국내 표준원전의 개념은 영광 3·4호기를 참조모델로 선정하여 기존 원전의 건설·운영경험 및 해외 신기술개발 사례를 반영하고 이를 토대로 올진 3·4호기 사업을 추진함으로써, 우리나라 실정에 맞는 표준원전 설계를 완성하며

이후 후속기는 표준설계 방식을 적용, 건설하여 안전성과 경제성을 지속적으로 향상시켜 나가는 것이다. 사업주체인 한전은 1995년말 발전소 전 계통에 대한 표준 설계요건 및 표준 상세설계를 완료하였고, 1999년 준공된 울진 3·4호기 건설을 통해 표준화를 완성하였다.

이로써 국내 원자력산업계는 한국표준형원전의 설계 및 건설능력을 확보하였고 이를 바탕으로 영광 5·6호기 및 울진 5·6호기를 건설하여 운영중에 있다. 또한 신고리 1·2호기와 신월성 1·2호기도 경제성이 더욱 향상된 개량형 한국표준형원전으로 건설중에 있다.

## 2. 원전산업의 경쟁력 제고

원자력발전 부문은 국내 발전량의 40% 가량을 차지할 뿐만 아니라 기저부하로서의 안정적인 전력공급에 주요한 역할을 담당하고 있다.

그러나, 원자력발전은 환경단체의 반대가 심하고 장기간에 걸쳐 막대한 투자비가 소요되는 특성으로 인해 앞으로의 전력경쟁시장에서 원자력발전이 현재와 같은 성장세를 지속해 나가기 위해서는 경쟁력 확보가 중요한 과제가 되고 있다.

한편, 국내 원자력발전소 기술이 그간의 자립노력으로 현재 95% 자립수준에 이르고 있다고는 하나, 아직 대외적인 기술우위를 확보하지는 못한 상태이다. 더구나 WTO 체제 출범으로 원자력발전소 기자재 공급과 시공분야가 1997년부터 이미 개방되었고, 설계엔지니어링과 원전연료 부문은 머지않아 개방이 불가피할 것으로 예상되고 있어 원전산업의 대외 경쟁력 확보도 시급한 실정이다.

또한 세계적으로 M&A화된 웨스팅하우스(WH), AREVA 등 일부 선진 설계기관이 기술을 독점, 새로운 핵심기술을 특허출원하여 후발 국가의 세계시장 진출을 저해함에 따라 이에 대한 핵심기술 확보 전략을 수립하여 치열한 글로벌 경쟁체제에 적극적으로 대비할 필요가 있다.

이와 같은 원전 기술개발 환경변화를 반영하여 2015년까지의 원자력 발전 중장기 연구개발 로드맵을 제시하고, 중점 추진사업 및 기술을 도출하여 성과중심 및 목표지향적인 기술개발로 2015년 선진 4위권 수준의 원전기술 확보를 위한 원전기술발전방안(Nu-Tech 2015)을 수립하여 시행중에 있다.

## 제4절 원전 기술개발의 체계적 추진

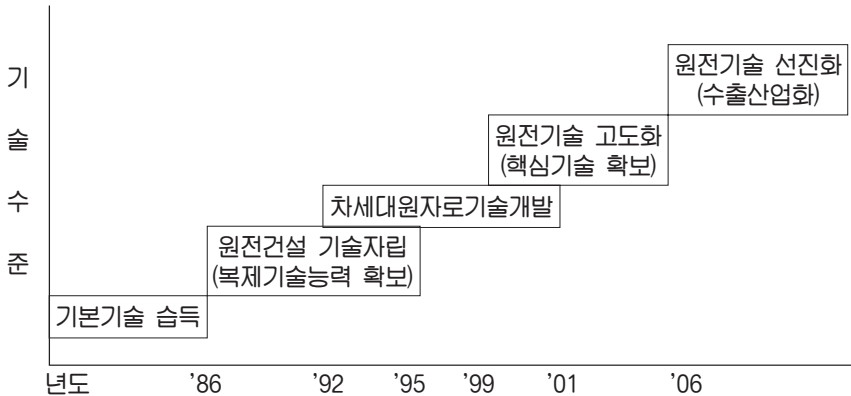
지식경제부 원자력산업과 사무관 박석주

### 1. 원전기술발전방안(Nu-Tech 2015) 수립 및 추진계획

그 동안 원자력발전분야의 연구개발사업은 원전기술고도화사업과 전력설비성능향상 원자력부문 사업 및 원전기술혁신분야 기술개발사업으로 구분하여 원전기술의 선진화를 위한 기반구축 기술개발에 중점을 두고 추진되어 왔으며, 원자력산업 진흥을 위한 원전 설계, 건설, 운영 등 원전기술의 실용화와 연관된 기술개발에 주력해 왔다.

원전기술고도화사업이 2006년 12월 종료됨에 따라, 정부는 원전기술 선진국 진입과 수출 산업화를 위하여 원전기술고도화사업의 후속인 원전기술발전방안(Nu-Tech 2015, 2007~2015)을 수립, 추진하게 되

었다. Nu-Tech 2015를 통하여 2004년말 산업자원부(현 지식경제부)로 집행기능이 이관된 ‘원전기술혁신분야’와 국제환경규제의 효율적 대응 등 원자력산업의 지속성장을 위한 국내외 환경변화에 따라 에너지와 환경분야의 조화에 중점을 둔 ‘원자력환경기술개발사업’을 포함하는 중장기 기술개발 계획을 별도로 운영할 계획이다.



〈그림 1-5〉 원전기술 개발 과정

원전기술발전방안(Nu-Tech 2015) 포트폴리오 기술개발에 대한 분야별 주도사업 및 중점기술을 선정하여 중점 추진하되, 선택과 집중을 위하여 국가전략과제(Top-down)를 80% 이상 점유토록 유지하여 추진할 것이다. 현장애로기술 충족을 위한 기술개발 등은 수요자 중심(Bottom-up) 및 원전 관련사의 자체 연구개발로 추진하여 원전기술개발의 균형을 유지할 계획이다.

또한 성과중심의 포트폴리오에 대한 단계별 성과목표를 대상으로 주도사업 기준의 성과를 분석하여 추진목표 달성을 제고할 것이며, 1(2007~2009), 2(2010~2012), 3(2013~2015)단계별 완료시점에서

주도사업별로 추진하고 있는 중점기술 개발을 주기적으로 검토·조정할 계획이다.

분야별 주도사업 및 중점기술로는 국내원전 기술수준 분석결과를 토대로 핵심기술의 원천소유권 확보 등 원전기술의 해외진출에 필수적인 기술개발과 선진국 수준의 원전운영기술 확보를 위한 기술개발을 대별하여 추진하며, 이와 함께 원전 지속성 보장을 위한 친환경 기술개발을 병행하여 체계적으로 추진하고 있다.

● 원전 국제 경쟁력 제고 핵심기술 개발분야

- ① APR1400 후속원전 개발
- ② 해외진출 핵심기술 개발
- ③ 핵심기기 고유브랜드 확보기술 개발

● 선진국 수준 원전 운영기술 개발분야

- ① 가동원전 성능향상기술 개발
- ② 장기운전 신뢰도 향상기술 개발
- ③ 원전연료 신뢰도 제고기술 개발

● 원전 지속성 보장 친환경기술 개발분야

- ① 사용후연료 장기관리 기반구축기술 개발
- ② 방사성폐기물처분장 운영기술 개발
- ③ 원자력시설 방사선 안전관리 선진화기술 개발

## 제5절 원전 주변지역 지원제도

지식경제부 원자력산업과 사무관 장민도

### 1. 개 요

발전소 건설·운영에 대한 주변지역 주민수용성 제고를 위한 지원사업의 효율적 시행 및 전력사업에 대한 국민의 이해를 제고하여 전원개발을 촉진하고 발전소의 원활한 운영을 도모하며 지역발전에 기여하고자 1989년 「발전소주변지역 지원에 관한 법률」을 제정, 1990년부터 지원사업을 시행하고 있다.

최근에는 2005년 관련법령의 개정으로 지원금 산정기준이 설비용량에서 발전량으로 변경되었으며 원자력발전소 주변지역의 경우에는 발전사업자가 자기자금으로 지역지원사업을 시행할 수 있는 법적 근거가 마련됨으로써 지원금이 대폭 증가하게 되었다.

### 2. 지원사업의 종류 및 지원내용 등

전력산업기반기금으로 지원되는 지원사업의 종류는 기본지원사업, 특별지원사업, 홍보사업 및 기타지원사업으로 구분할 수 있다.

기본지원사업은 발전소주변지역을 대상으로 소득증대사업, 공공시설사업, 육영사업, 사회복지사업, 주민복지지원사업, 기업유치지원사업 및 전기요금보조사업을 지자체 또는 발전사업자가 시행하며, 지원금은 전전년도 발전량(kWh)  $\times$  0.25(원/kWh)으로 산정하여 발전소 건설·

가동기간 동안 사업을 시행할 수 있다.

특별지원사업은 발전소 건설기간 중 주변지역이 속하는 지자체(시·군·구) 지역을 대상으로 기본지원사업의 세부내용을 고려하여 사업을 시행하며, 지원금의 규모는 건설비(부지구입비 제외)의 1.5%(자율유치시는 0.5% 가산)로 산정하여 사업을 시행할 수 있다.

대국민 홍보사업은 한국원자력문화재단이 원자력관련 전력사업에 대한 대국민 이해를 증진하기 위해 시행하는 사업으로써 지원금의 규모는 주변지역지원사업심의위원회의 심의를 거쳐 지식경제부 장관이 정한다.

기타 지원사업은 원자력발전소 주변지역에 대한 환경 및 방사선안전 등에 관한 감시를 위한 민간환경감시기구의 설치 및 운영에 대한 지원 사업 등을 위해 시행하는 사업으로써 지원금의 규모는 기본지원사업에 대한 연간 지원금의 10% 범위 내에서 주변지역지원사업심의위원회의 심의를 거쳐 지식경제부 장관이 정한다.

발전사업자 자기자금에 의한 사업자지원사업은 원자력발전소의 경우 주변지역을 대상으로 교육·장학지원사업, 지역경제협력사업, 주변환경개선사업, 지역복지사업, 지역문화진흥사업 등을 발전사업자가 지역 위원회와 협의하여 시행하며, 지원금 규모는 전전년도 발전량(kWh) × 0.25(원/kWh)으로 산정한 금액 범위 내에서 사업을 시행할 수 있다.

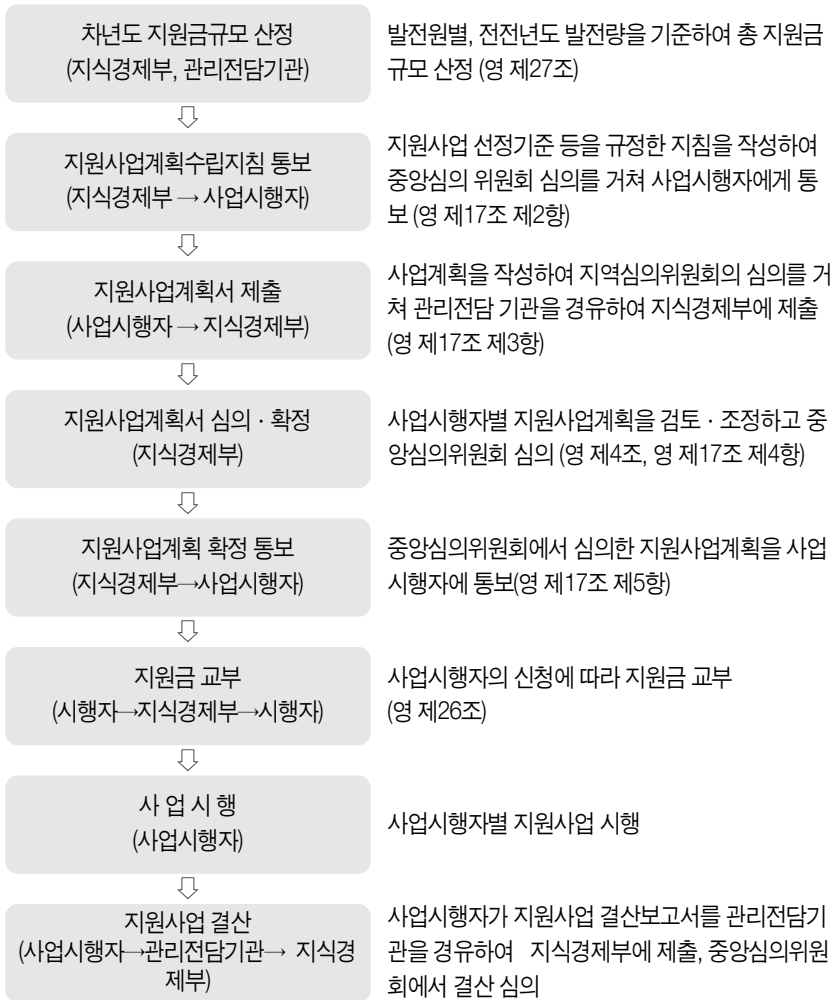
〈표 1-21〉 기본지원사업과 사업자지원사업의 비교

| 구 분      | 기본지원사업                                                                                 | 사업자지원사업                                                                    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 사업 성격    | ○ 주변지역의 개발과 주민의 복리 증진을 위하여 정부기금으로 시행하는 지원사업                                            | ○ 원자력·수력발전사업자의 자기자금에 의한 지역지원사업                                             |
| 재원 부담    | ○ 전력산업기반기금                                                                             | ○ 한수원(주) 자체예산                                                              |
| 사업시행자    | ○ 지자체의 장 (원전의 경우, 전기요금보조사업은 발전사업자)                                                     | ○ 발전사업자                                                                    |
| 지원사업의 종류 | ○ 공공시설사업, 소득증대사업, 육영사업, 전기요금보조사업, 주민복지지원사업, 기업유치지원사업, 사회복지사업                           | ○ 교육·장학지원사업, 지역경제협력사업, 주변환경개선사업, 지역복지사업, 지역문화진흥사업, 그 밖의 사업자지원사업            |
| 지원 범위    | ○ 주변지역 (원전의 경우, 전기요금보조사업을 제외한 지원사업은 지원금의 50% 이내를 주변지역 관할 시·군·구의 당해 주변 지역 외의 지역에 시행 가능) | ○ 주변지역 (원전의 경우, 사업의 효율성 및 지역 균형 발전에 필요한 경우 지원금의 30% 이내를 주변지역 외의 지역에 시행 가능) |
| 지원금 산정방법 | ○ 전전년도 발전량(kWh) × 0.25(원/kWh)                                                          | ○ 전전년도 발전량(kWh) × 0.25(원/kWh)                                              |
| 시행 기간    | ○ 발전소 건설·가동기간 (전원개발사업 추진을 위해 필요하다고 인정하는 경우, 건설준비기간에도 시행 가능)                            | ○ 발전소 건설·가동기간                                                              |

〈표 2-22〉 최근 원전 주변지역 지원규모

| 관련법령<br>및 재원                   |                       | 사업종류        | '06년도<br>지원규모 | '07년도 지원규모 |        |        |        |        | '08년도<br>지원계획 |
|--------------------------------|-----------------------|-------------|---------------|------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
|                                |                       |             |               | 고리         | 영광     | 월성     | 울진     | 계      |               |
| 발전소<br>주변지역<br>지원에<br>관한<br>법률 | 전력<br>사업<br>기반<br>기금  | 기본지원<br>사업  | 42,126        | 11,960     | 11,958 | 9,756  | 11,591 | 45,265 | 43,610        |
|                                |                       | 특별지원<br>사업  | 39,788        | -          | -      | -      | 62     | 62     | 6,917         |
|                                |                       | 홍보사업        | 12,962        | -          | -      | -      | -      | 11,032 | 10,993        |
|                                |                       | 기타지원<br>사업  | 3,375         | 1,086      | 574    | 654    | 521    | 2,835  | 2,611         |
|                                |                       | 소계          | 98,251        | 13,046     | 12,532 | 10,410 | 12,174 | 59,194 | 64,131        |
|                                | 발전<br>사업자<br>자기<br>자금 | 사업자<br>지원사업 | 42,015        | 12,484     | 11,938 | 9,756  | 11,591 | 45,769 | 54,276        |

### 3. 지원사업 추진절차



### 4. 지원제도 개선실적 및 계획

2005년 발주법령 개정으로 2006년부터는 그간 지방자치단체 및 마

을 주민이 민원 등을 통해 제기해 온 지원금의 현실화가 이루어지고 사업시행자의 재량권이 대폭 확대되었다. 2007년에는 원자력발전소의 주변지역에 대한 민간환경감시기구 운영의 효율성 제고를 위하여 합리적 지원기준을 정하고 업무범위를 명확화 하는 등 운영지침을 개정하였으며, 원자력발전소 주변지역의 발전과 주민수용성을 제고하기 위하여 2007년부터 워크숍을 개최하여 지원효과를 제고한 우수 지원사례를 발굴·포상하는 등 사업시행자의 자발적 참여를 유도하고 있다.

또한, 사업시행자가 자체적으로 매년도 사업추진 실적에 대하여 성과를 평가하여 복기(feedback)를 통한 지원사업의 효과를 제고하기 위한 방안을 마련하여 시행할 계획이다.

## 제6절 국민이해 확보

지식경제부 원자력산업과 사무관 이판대

### 1. 원자력발전 여건 변화

1978년 고리 1호기가 최초로 상업운전을 시작한 이래 현재 원자력발전은 우리나라 전력공급의 약 40%를 담당하는 주공급원으로서 위치를 차지하고 있다. 그럼에도 불구하고 일반 국민들은 원자력발전이 차지하는 역할과 비중에 대한 이해가 부족한 실정이다.

최근의 국내외적 에너지 이용환경은 급변하고 있다. 석유가격의 급등으로 신고유가시대가 지속되고 있으며, 2005년에 발효된 기후변화협약

은 화석에너지의 사용을 줄일 수 밖에 없도록 하고 있다. 이에 따라 세계 각국은 대체에너지 확보에 심혈을 기울이고 있는 실정이다.

원자력발전은 이와같은 환경변화에 능동적으로 대처할 수 있는 대안으로 그 중요성이 다시 부각되고 있다. 미국은 그 동안 중단되었던 원자력발전소의 건설을 재개기로 결정하였으며, 독일, 핀란드 등 원전폐지를 결정했던 유럽 각국에서도 원전폐지 정책을 신중히 재검토해야 한다는 논의가 제기되고 있다.

특히 부존자원이 없는 우리나라로서는 원자력이야말로 화석에너지를 대체할 수 있는 유일한 대안이라 할 수 있으며, 현재 우리나라 전력공급의 약 40%를 담당하는 주공급원으로서 위치를 차지하고 있다. 그럼에도 불구하고 많은 국민들은 원자력발전이 차지하는 역할과 비중에 대한 이해가 부족한 실정이며 원자력발전에 대한 막연한 두려움을 가지고 있다.

이는 원자력발전을 원자폭탄과 혼동하는 등의 원자력에 대한 국민들의 이해부족에 직접적인 원인이 있지만 원자력발전 도입초기에 정부와 원자력발전사업자가 관련자료의 공개 등 국민이해를 돕기 위한 적극적인 조치를 취하지 않는 데도 큰 원인이 있다.

원자력발전 도입 초기에는 안정적인 전력공급을 통해 경제개발을 촉진해야 한다는 국가적 목적이 우선시되었으며, 국가정책에 대한 국민적 합의는 크게 문제되지 않았다. 그러나 민주화의 진전과 이에 따른 일반 국민의 정책결정에 대한 참여요구의 수준이 높아지고 시민·사회단체의 영향력이 커지면서, 국민적 합의는 원자력발전사업의 추진에 있어서 가장 중요한 문제가 되고 있다.

이러한 변화는 비단 우리나라에만 국한된 문제는 아니며, 원자력 선진국에서는 이미 경험하였거나 겪고 있는 문제들이다. 그럼에도 원자력 발전사업을 추진하는 데 있어 우리나라가 선진국에 비해 더 큰 어려움을 겪고 있는 것은 국가적 사업추진이라는 당위성에 안주하여 국민적 신뢰를 얻는데 소홀했던 것에 그 원인이 있다고 할 수 있다.

2005년에는 방사성폐기물 처분장 부지를 주민투표를 통해 결정하였지만, 오랜기간동안 부지확보에 실패를 거듭해 왔던 것도 국민의 원자력발전에 대한 이해와 신뢰가 낮았다는 데 기인한다.

따라서, 앞으로 원자력발전소와 방사성폐기물처분장 건설을 원활히 추진하기 위해서는 건설에서부터 운영에 이르기까지 모든 과정을 있는 그대로 상세하게 공개하여 국민들의 신뢰를 확보하는 것이 무엇보다 중요하다 하겠다.

## 2. 일반국민 및 지역주민에 대한 홍보 강화

모든 국민이 원자력발전에 대해 충분한 지식을 갖고 있고, 안전성에 대해 이해한다면 원자력발전사업을 추진하는데 어려움이 없을 것이다. 그러나, 아쉽게도 원자력분야는 전문가가 아닌 일반국민이 쉽게 접근하고 이해할 수 있을 만큼 일반화된 과학기술분야가 아니다. 따라서 일반국민의 입장에서 원자력을 이해할 수 있도록 도와 줄 수 있는 홍보기법의 개발이 필요하다.

일반국민은 반핵단체의 자극적이고 부정적인 주장에 아무런 여과장치 없이 노출되어 있다. 원자력발전에 대한 부정확하고 부정적인 자료

들이 충분한 검증없이 유포됨으로써 일반국민은 원자력에 대한 막연한 두려움을 갖게 되고, 결국 원자력발전에 대한 국민적 합의 도출을 어렵게하는 부정적인 요인으로 작용하게 되는 것이다.

이에 따라, 일반국민을 대상으로 하는 홍보는 원자력발전에 대한 이미지 제고와 이해를 촉진하기 위한 활동과 함께 원자력에 대한 과학적 지식을 제공하는 노력을 병행하고 있다. 일상생활에서 원자력이 차지하는 비중과 역할을 알려 주고 원자력에 대한 기본적인 지식을 전달하여 특정 사안에 대해 정확하게 판단할 수 있도록 하기위해 노력하고 있다. 또한 원자력발전에 대한 막연한 두려움을 해소시켜 주기 위해 원자력발전소 견학을 통하여 직접 체험해 볼 수 있도록 하고 있다.

직접적인 이해당사자로서 원자력발전사업에 대해 많은 관심을 가지고 있고 있는 원전주변지역 주민에게는 일반국민과는 달리 직접 접촉을 통하여 거리감을 좁히고 유대를 강화하며 안전성에 대한 확신을 심어주는 데 홍보의 초점을 두고 있다.

우선 원전에 대한 불안감을 없애기 위하여 원전종사자와 지역주민에 대한 역학조사를 주기적으로 실시하고 있으며, 원자력발전소에서의 방사능 물질의 누출여부를 확인하기 위하여 환경방사선 감시기와 열형광선량계를 원전주변에 설치하여 주민들이 직접 감시하도록 하고 있다. 또한 원전주변 환경조사를 주민대표, 지방대학, 원전사업자가 공동으로 수행하여 발표하고, 민간환경감시기구를 운영하는 등 원자력발전소의 운영실태를 주민들이 직접 감시할 수 있도록 함으로써 원자력발전에 대한 거부감을 해소해 나가고 있다.

한편, 원자력발전소 소재지에 순회 의료봉사, 자매결연 및 급식지원, 불우청소년 돕기, 독거노인 지원, 복지단체 후원 등 다양한 활동을 적극 펼치고 있다. 앞으로도 이러한 사업들을 지속적으로 확대할 계획이며 원자력산업 관련자의 참여를 유도할 계획이다.

### 3. 원자력홍보의 미래지향적 전개

원자력홍보는 원자력에 대한 부정적 선입견과 왜곡되고 편향된 주장, 위험성에 대한 과장된 정보 등 일반국민이 갖고 있는 잘못된 인식을 바로잡고, 원자력발전이 국가경제 발전의 원동력이 되고 국민생활 편익을 제공하는 유익한 에너지자원이라는 것을 알림으로써 원자력발전사업이 국민적 합의하에 원활히 추진될 수 있도록 하는 국민이해기반 조성에 그 목적이 있다.

이를 위해서는 이해 당사자인 지역주민들의 불안감과 피해의식을 근본적으로 해소할 수 있는 제도적인 보완책도 강구하여야 할 것이다. 이와 함께 원자력발전소의 건설계획 수립과 건설 및 운영 등 전 과정을 투명하게 공개하고 여론을 적극적으로 수렴함으로써, 국민적 이해를 바탕으로 원자력발전사업을 추진할 수 있는 기틀을 조성해야 할 것이다.

특히 정보화, 분권화 등 변화하는 시대상황에 적극 부응하여 인터넷 등 새로운 정보매체를 적극 활용하여 일반국민 및 지역주민과의 쌍방향 커뮤니케이션이 원활히 이루어질 수 있도록 하는 데도 지속적으로 관심과 노력을 기울여 나가야 할 것이다.

이러한 목표를 달성하기 위해서 정부는 사업자, 연구소 등 관련기관

과의 긴밀한 협조체제를 유지하는 한편, IAEA 등 국제기관과의 협력을 통하여 원자력홍보의 선진화에 주력할 계획이다. 또한 원자력홍보 전문기관의 육성 및 인력의 양성, 새로운 홍보기법의 개발, 정보·자료의 조·사분석 등을 통하여 원자력홍보가 보다 체계적이고 과학적으로 이루어지도록 할 것이다.

지속적인 경제성장과 국민복지 향상을 위해서는 에너지의 안정적인 확보가 뒷받침되어야 한다. 특히 고유가, 기후변화협약 등 급변하는 시대상황에 적극 대응하기 위해서는 필수적인 국가에너지원으로 자리하고 있는 원자력발전에 대한 국민적 이해기반 확충과 국민 신뢰회복이 그 어느때보다 필요한 시점이다.

원자력발전사업이 국민적 합의 아래 원활히 추진되어 우리나라의 밝은 미래를 열어갈 수 있도록 기존 홍보의 틀을 새롭게 정립하고 다양하고 참신한 홍보활동을 전개하는 등 대국민 홍보에 최선의 노력을 기울일 것이다.

## 제7절 원전연료 및 방사성폐기물 관리확보

### 1. 원전연료의 확보

지식경제부 원자력산업과 사무관 민정기

#### 가. 개 요

원자력발전소에서 사용되는 원전연료는 경수로의 경우 5%이하의 저농축 우라늄을, 중수로의 경우 천연우라늄을 사용하며 화석연료와는 달

리 정련, 변환, 농축, 성형가공 등 여러 단계의 공정을 거쳐 만들어지며, 설계단계에서부터 안전성을 최우선 개념으로 고려하여 제작되는데 우리나라는 연간 약 4,000톤의 우라늄(정광)을 사용한다. 원자로에 장전된 연료는 경수로의 경우 3~5년, 중수로의 경우 1년 동안 연소되며, 사용후연료는 장기간 저장 후 직접 처분하거나 미연소된 우라늄 또는 플루토늄을 회수하여 재활용할 수도 있다.

우리나라에는 우라늄이 소량 매장되어 있으나 품위가 매우 낮아 경제성이 없으며, 우라늄 농축설비는 핵확산 금지를 위한 국제적 통제체제 등 국내외적 여건에 따라 이를 갖추지 않고 있기 때문에 정광에서부터 농축역무까지를 해외에서 구매하고 있다. 그러나 1980년대 이후 국가 에너지 안보와 원전연료주기 기술확보차원에서 원전연료의 국산화를 추진하여 성형가공 분야에서 완전 자립하여 소요량 전량을 국내에서 생산·공급하고 있다.

## 나. 원전연료 확보

### (1) 시장동향

#### <세계우라늄 매장량 및 수급>

세계의 우라늄은 연간 세계 원전사용량(6.5만톤, 정광) 기준으로 확인 및 추정물량을 합쳐 약 227년 분에 해당하는 1,480만톤 정도가 매장되어 있으나(2005, OECD/NEA 및 IAEA 발표자료), 실제 생산량은 소요량에 미치지 못하여 부족분을 각국 정광생산자·전력사·정부 보유 재고우라늄과 일부국가보유 핵무기해체 고농축 우라늄의 희석 공급량

등 2차 공급원으로 충당되고 있으며, 향후 원자력 르네상스를 맞아 신규 우라늄광산 개발, 기존광산 증설 등으로 1차 공급원이 늘어날 전망이다. [해저속에도 전세계 원전이 6만년간 사용할 수 있는 약 40억톤의 우라늄이 존재하나 채광비가 너무 높아(우라늄 유통 시장가의 수십배) 아직 경제성이 없음]

### <시장가격>

세계 우라늄 시장가격은 1970년대말 제2차 석유파동을 계기로 원자력발전소의 경제성에 대한 국제적 관심이 고조되어 우라늄 정광 파운드당 40달러를 상회하였으나, 이후 세계적인 원자력산업의 침체와 러시아산 우라늄의 방매, 미·러 핵탄두 해체협정(1993~ 2013)에 따른 고농축 우라늄 회석분 시장유입 등으로 시장가격은 1980년대 중반부터 2002년말까지 전반적으로 하향 안정세를 유지하였다. 그러나, 최근 세계 재고우라늄 감소, 호주와 캐나다 일부 우라늄 광산에서의 생산중단 사고 및 미국 달러화 약세, 고유가 지속 등의 여파로 2003년부터 시장가격이 상승세로 전환되어 2007년 6월에는 파운드당 136불까지 급상승한 바 있으나 이를 고비로 최근 원전확대 추세에 따른 1차공급원 확대 전망, 가수요 감소 등 장기적인 수급여건 개선기대에 따라 우라늄 가격이 점차 안정세로 접어들고 있다.

우라늄 농축시장은 1970년대까지는 미국이 독점하였으나, 1980년대 초 유럽지역에서 공급원이 새롭게 등장하여 경쟁체제로 바뀌었다. 현재 우라늄 농축 공급능력은 수요를 초과하고 있으며, 러시아 핵무기 해체 우라늄의 민수용 전환으로 2010년까지는 안정수급을 유지할 것으

로 전망되고 있으나, 2010년 및 2012년경 각각 노후화가 예상되는 미국 및 프랑스의 현 농축시설을 대체할 신규 농축시설의 건설추이에 따라 향후 중장기 농축역무 수급에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

〈표 1-23〉 우라늄정광 현물시장 가격추이

(단위 : US\$/lbU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)

| 년도 | 1979 | 1986 | 1990 | 1994 | 1996 | 1998 | 2000 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007.6 | 2007.12 | 2008.4 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|---------|--------|
| 가격 | 42.7 | 17.0 | 9.8  | 9.3  | 15.6 | 10.2 | 8.2  | 10.2 | 11.1 | 17.8 | 37   | 72   | 136    | 89      | 65     |

## (2) 원전연료 확보

원전연료는 효율적 · 경제적 · 안정적 조달, 기술개발을 통한 안전성 확보를 기본목표로 각 제조과정(정광, 변환, 농축, 성형가공)별로 구분하여 확보하고 있으며, 발전소별 소요물량 및 소요시기를 고려하여 적절한 양의 정광을 구입하여 이를 해외에서 변환, 농축 공정을 거친 후 들여와 국내에서 성형가공 공정을 거쳐 발전소에 공급하고 있고, 국제자원 파동이나 연료의 수급 과정상의 문제발생 등에 대비하여 적정물량의 비축을 추진하고 있다.

원전연료의 장기 안정적 확보와 경제적 조달을 위하여 우라늄 정광과 농축계약은 5~10년 정도의 중장기계약을 위주로 하되, 우라늄 정광의 경우 적정규모의 현물시장 구입을 병행하고 있으며, 국제상황의 변화에 대처하기 위하여 공급선을 다원화하는 한편, 계약의 최적조건 확보를 위하여 경쟁입찰 구매를 실시하고 있다.

우라늄의 변환은 경쟁입찰을 원칙으로 하되 수송의 편의를 위해 주로 우라늄정광 공급자와 농축역무 공급자가 인접해 있는 지역을 택하고

있다.

원전연료 제조의 최종단계인 성형가공은 1987년 중수로연료 및 1989년의 경수로연료의 국산화 이후 소요량을 전량 국내에서 공급하고 있으며, 장기전력수급계획에 따른 원전추가 건설로 소요되는 추가물량을 국내에서 공급하기 위해 1997년말 성형가공 공장을 증설하여 국내 소요량 전량을 충당할 수 있게 되었다.

지금까지 세계 원전연료 시장은 특별한 장애없이 상당한 공급신뢰 아래 가동되어 왔다. 그러나 점증하고 있는 자원 민족주의 경향 등 향후 격화될 경쟁지향적 세계 에너지환경 변화에 따라 우리나라 시장의 관행적 공급신뢰성도 상업적 역학관계의 속성상 비우호적으로 변화될 가능성을 배제할 수는 없다. 따라서 정부는 앞으로 ‘국산연료의 품질향상과 국제경쟁력 제고를 위한 장·단기적인 기술개발정책’의 지속 추진, 해외 우라늄광산 개발, 해외 농축 또는 변환사의 지분 확보 등 장기 안정적인 원전연료 공급원 확보를 위한 노력을 추진해 나갈 계획이다.

## 2. 방사성폐기물 관리

지식경제부 방사성폐기물과 주무관 윤청현

### 가. 개요

원자력은 우리나라 전력공급의 40%를 담당하며 안정적이고 저렴한 전력공급을 위한 기반을 제공하는 장점을 가지고 있으나, ‘원자력발전’에 따라 불가피하게 발생하는 방사성폐기물의 안전한 처분 필요성도 대

두되었다.

지난 1986년부터 수차례 진행되어 온 방사성폐기물 관리시설 부지선정 추진은 활성단층 발견(굴업도) 등 부지안전성 문제와 지역주민의 반발 등으로 곤란을 겪었으며, 이후에도 ‘지자체 자율유치’ 방침에 따라 전북 부안지역이 신청하였으나 전략 및 홍보 미흡 등으로 부지선정에 실패하게 되었다.

2005년 들어 ‘중·저준위방사성폐기물 처분시설의 유치지역 지원에 관한 특별법’을 제정하고 특별법에 따른 처분시설에는 사용후연료를 제외한 중·저준위방사성폐기물 만을 반입하며 유치지역에는 3천억원의 특별지원금, 반입수수료, 한수원(주)의 본사이전 등을 제도적으로 보장하고, 이외에 양성자가속기 사업도 유치지역에 추진되도록 하는 등 획기적인 정책전환을 하였다.

그 결과 경주, 군산, 포항, 영덕 등 4개 지역에서 유치신청을 하게 되었고 2005년 11월 2일 주민투표를 통해 경주지역이 중·저준위방사성폐기물 처분시설(이하 중·저준위 방폐장) 부지로 최종 선정되었으며 2009년말 준공 목표로 1단계 10만드럼 규모의 중·저준위 방폐장 건설을 추진 중에 있다.

## 나. 방사성폐기물 관리현황

방사성폐기물이란 방사성 핵종의 농도가 규정치 이상 함유되어 있는 물질로서 폐기의 대상이 되는 것을 말하며, 이러한 방사성폐기물은 인체에 유해한 방사선을 방출하기 때문에 다른 산업폐기물 보다 안전한

관리가 필요하다. 따라서 원전을 운영하는 여러 나라에서는 방사성폐기물을 안전하게 관리하기 위한 제도 및 감독체계를 구축하여 철저하게 관리·감독하고 있다.

방사성폐기물은 각 나라의 정책 및 환경여건에 따라 서로 다른 분류체계를 갖추고 있는데 우리나라의 경우 ‘방사선방호 등에 관한 기준’(교육과학기술부고시 제2008-31호)에 따라 반감기 20년 이상의  $\alpha$ 선 방출핵종으로서 방사능 농도가  $4000\text{Bq/g}$  이상이고 열 발생률이  $2\text{kW/m}^3$  이상인 폐기물을 고준위폐기물, 그 밖의 폐기물을 중·저준위폐기물로 분류하고 있다. 일반적으로 원자력발전소의 운영 중에 사용했던 작업복, 장갑, 덧신, 폐부품 등과 방사성동위원소를 이용하는 산업체, 병원, 연구기관 등에서 발생하는 동위원소폐기물 등이 중·저준위폐기물에 속한다.

국내의 방사성폐기물 관리현황(2007년말 기준)을 살펴보면, 중·저준위폐기물의 경우 원자력발전소 운영 중에 발생한 폐기물이 총 100,027드럼(200리터 기준)으로 발전소 부지내 임시저장시설에서 관리되고 있으며, 방사성동위원소 이용기관에서 발생된 동위원소폐기물은 총 5,240드럼(200리터 기준)으로 대전에 소재한 한수원(주) 원자력발전기술원의 저장시설에서 관리되고 있다.

사용후연료의 경우 경수로(고리, 영광, 울진)와 중수로(월성) 두 종류의 원자로에서 각각 형태가 다른 사용후연료가 발생하는데, 누적 발생량이 총 9,420톤으로 발전소별로 특수 설계된 철근콘크리트 구조물 형태의 습식저장시설 또는 건식저장시설에서 안전하게 저장 관리되고 있

다. 사용후연료는 2004년 12월 개최된 제253차 원자력위원회의 의결에 따라 각 원전별로 저장능력을 확충하여 2016년까지 원전부지 내에서 안전하게 저장할 계획이다.

〈표 1-24〉 원전부지별 방사성폐기물 관리현황 (2007년말 기준)

| 부지  | 기동기수 | 중·저준위폐기물 (드럼) |        | 사용후연료 (톤) |        |
|-----|------|---------------|--------|-----------|--------|
|     |      | 저장용량          | 저장량 누계 | 저장용량      | 저장량 누계 |
| 고 리 | 4    | 50,200        | 37,977 | 2,253     | 1,623  |
| 영 광 | 6    | 23,300        | 18,246 | 2,686     | 1,491  |
| 울 진 | 6    | 17,400        | 13,506 | 1,642     | 1,214  |
| 월 성 | 4    | 9,000         | 6,752  | 5,980     | 5,092  |
| 합 계 | 20   | 99,900        | 76,481 | 12,093    | 9,420  |

## 다. 중·저준위방사성폐기물 처분시설 건설

방사성폐기물의 관리는 수집 및 분류, 처리, 운반, 저장, 처분의 단계로 구분되며, 최종 단계인 처분(disposal)은 방사성폐기물이 인간에게 유해를 끼치지 않을 때까지 인간의 생활권으로부터 영구히 격리시키는 것을 말한다. 대부분의 국가에서는 이러한 처분시설을 오래전부터 운영 중에 있으며 우리나라도 지난 2005년 11월 주민투표를 통해 경주시에 중·저준위 방사성폐기물 처분시설을 건설하기로 결정하였다. 이후 산업자원부(현 지식경제부)는 전원개발촉진법에 따라 환경부 등 10개 관계부처 협의와 전원개발사업추진위원회의 심의·의결을 거쳐 2006년 1월 2일 경주시 양북면 봉길리 일대 약 210만㎡(약 64만평) 80만 드럼 규모의 중·저준위 방폐장 건설을 위한 전원개발사업 예정구역으로 지정·고시하였다.

방폐장 처분방식 선정을 위해서는 2006년 4월부터 6월까지 전문가, 지자체, 지역주민대표 등이 참여하는 ‘처분방식선정위원회’를 구성·운영하였다. 동 위원회에서는 처분방식에 따른 안전성, 경제성, 주민수용성, 환경성 등에 대한 검토와 외국 사례 조사를 통해 우리나라 부지에 건에 적합한 처분방식으로 동굴식을 권고하였고, 한수원(주)은 이를 수용하여 2006년 6월 28일, 1단계 10만 드럼 규모의 중·저준위 방폐장을 동굴식으로 건설기로 하였다. 향후 증설하게 될 70만 드럼은 공사 진행상의 여건변화를 고려하여 결정할 예정이다.

또한, 한수원(주)은 2006년 초부터 방폐장 부지에 대하여 환경영향평가, 부지특성조사, 방사선환경영향평가, 문화재조사 등 인허가에 필요한 조사와 개념설계에 착수하는 등 본격적인 건설준비를 시작하여 2007년 1월 11일에 지식경제부에 전원개발사업 실시계획승인신청을 하였고, 1월 15일에는 교육과학기술부에 방폐장 건설·운영 인허가를 신청하였다. 이에 지식경제부는 전원개발사업추진위원회의 심의·의결을 거쳐 2007년 7월 12일 전원개발사업 실시계획을 승인하였다.

한수원(주)은 실시계획 승인에 따라 부지정지공사를 착수하고 처분시설 건설을 위한 준비와 더불어 방폐장의 운영에 대비하여 방폐장 부지 안에 편입된 국도 31호선의 이설사업과 항만개조 및 전용선박 건조 등의 부대사업을 추진하였으며 2007년 11월 9일 경주 방폐장 현장에서 VIP 임석 하에 방폐장 착공행사를 개최하였다. 방폐장 건설·운영 인허가는 심사 중에 있으며, 인허가가 취득되는 대로 주 시설공사를 착수할 예정이다.

## 라. 사용후연료 공론화 추진

사용후연료는 2004년 12월 제253차 원자력위원회에서 중·저준위 방폐장을 우선 건설하고, 중간저장시설 건설을 포함한 사용후연료의 관리방안은 국가정책방향, 국내외 기술개발 추이 등을 감안하여 중장기적으로 충분한 논의를 거쳐 국민적 공감대하에서 추진하기로 의결하였다.

이러한 원자력위원회의 의결에 따라 국가에너지위 산하 갈등관리전문위원회는 2007년 2월 공론화 준비에 착수하였다. 2007년 4월에는 갈등관리전문위원 일부 및 외부전문가로 구성된 사용후연료 공론화 TFT를 구성하고 영국·캐나다 등 해외의 공론화 사례 연구와 20여 차례(월 2차례)의 회의 개최하였으며 2007년 12월에는 ‘사용후연료공론화 설명회’를 개최하고 원자력연구계, 관련 업계, 언론 등 120여 명이 참가하는 공론화에 대한 의견 수렴의 기회 마련하였다.

그 결과 동 TFT는 공론화에 대한 권고보고서를 작성하고 2008년 5월중에 갈등관리전문위원회에 보고 예정인데, 동 권고보고서를 바탕으로 향후 공론화 추진 세부계획을 수립하여 다양한 이해관계자를 참여시키는 본격적인 공론화를 추진할 예정이다.

해외에서도 사회적 공론화를 거쳐 사용후연료 관리방안을 마련하고 있다. 영국은 2003년 11월 설립된 방사성폐기물관리위원회를 통해 약 3년간 공론화를 추진하였고, 캐나다도 방사성폐기물 전담기관 주관하에 2002년 말부터 약 3년간 공론화를 추진하였다.

## 마. 유치지역 지원계획 수립 및 추진

중·저준위 방폐장 유치지역으로 선정된 경주시에는 ‘중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법(이하 특별법)’과 국무회의 의결(2003. 4.15)에 따라 다양한 지원사업이 진행되어 향후 경주지역의 발전과 주민 생활향상에 기여할 것으로 예상된다.

경주시에 지원되는 유치지역 지원사업은 특별지원금 3,000억원, 폐기물 반입수수료, 원자력발전사업자 본사이전, 유치지역지원계획 수립, 양성자가속기사업 등이다. 특별지원금은 경주시와 협의를 통해 2006년 5월 9일 경주시 명의의 기탁계정에 지급하였고, 방폐장 실시계획 승인 시점인 2007년 7월에 1,500억원이 경주시에 의해 인출되었으며 향후 운영개시 시점에 나머지 1,500억원이 인출될 예정이다.

원자력발전사업자인 한수원(주)의 본사이전은 2006년 12월 29일 경주시 양북면 장항리를 이전 부지로 선정하였고, 2010년 7월까지 이전을 완료할 예정이며, 폐기물 반입수수료의 경우 방폐장 운영시점부터 폐기물의 반입량에 연동하여 지원될 예정이다.

양성자가속기 사업의 경우, 2006년 2월 28일 경주시가 건천읍 일대를 사업부지로 선정하고 원자력연구소와 협약을 체결(2006. 3.30)하여 사업에 착수하였으며 2012년 3월경 100Mev급 양성자가속기 설치 및 연구센터 설립을 목표로 추진 중이다.

또한 특별법에 따라 지식경제부장관은 유치지역에 대한 지원을 효율적이고 체계적으로 수행하기 위하여 ‘유치지역지원계획’을 수립하도록 되어 있다. 이에 따라 산업자원부(현 지식경제부)는 2006년 6월 30일

경주시로부터 118개 사업에 대한 유치지역 지원요청서를 접수 받아 관계부처에 검토를 요청하였고, 관계부처는 사업의 타당성, 재원의 가용성 등을 고려하여 검토결과를 회신하였다.

산업자원부(현 지식경제부)는 관계부처 협의결과와 몇 차례 관계부처 사전회의를 거쳐 유치지역지원계획(안)을 마련하고 2007년 3월 30일 유치지역지원실무위원회의 검토조정을 거쳐, 2007년 4월 18일 국무총리 주재의 유치지역지원위원회에서 지원계획(안)을 심의·확정하였다. 최종 유치지역지원계획은 경주시 요청사업 중 지원사업 55개와 장기검토 7개 사업으로 확정되었다. 이어서 2007년 6월 29일 관계부처는 소관 사업별 시행계획 수립을 완료하였으며, 현재는 동 사업을 추진 중에 있다.

## 바. 방사성폐기물 관리제도 개선 추진

국회, 감사원 및 일부 시민단체 등에서 원자력발전사업자가 방사성폐기물 관리사업을 담당하면서 발생할 수 있는 폐기물 관리의 투명성 문제와 원전사후처리비용 재원관리의 투명성 및 유동성 확보 문제를 제기하며 전담기구 설립과 충당금의 기금화 등을 주장하면서 이를 제도적으로 보장하기 위한 법제화를 요구해 왔다.

특히 감사원은 2006년 4월에 감사결과를 통보하면서 방사성폐기물 관리사업은 국가가 직접 수행하거나 발전사업자와 독립된 법인이 담당할 것, 원전사후처리비용은 원전사업자 및 관리사업자와는 별도기관이 기금형태로 관리할 것, 고준위 방폐장 부지선정의 공정한 기준과 절차

를 법제화 할 것 등을 요구하기도 하였다.

살펴보면 방사성폐기물 관리를 위한 법체계가 유치지역지원 중심의 특별법, 안전규제 중심의 원자력법, 사업관리 중심의 전기사업법 등에 관련 규정이 분산되어 있어 법률간 유기적 연계성과 일관성이 부족한 측면이 있었다.

이에 방사성폐기물 관리제도의 종합적인 개선을 위해 2006년 하반기 부터 가칭 ‘방사성폐기물관리법’ 제정을 위한 작업에 착수함과 동시에 2006년 10월에는 한수원(주) 내에 법제정 등을 위한 실무적 차원의 준비 및 지원을 위해 ‘방사성폐기물관리 제도개선 임시준비사무국’을 설치하고 박차를 가하였다.

법안 마련 및 검토 등 일련의 과정을 거쳐 2007년 9월 국회에 제출된 ‘방사성폐기물관리법(이하 방폐물관리법)’은 2008년 2월 26일 본회의 의결을 거쳐 2008년 3월 28일 공포되었다. 동 법은 2009년 1월 1일 시행될 예정이며 이를 위해 현재는 하위법령을 제정 중에 있다.

동 방폐물관리법은 본문 7장 45조, 부칙 8조로 되어 있으며, 방폐물관리기본계획의 수립(제6조), 방폐물 관리비용(제14조), 사용후연료관리 부담금(제15조), 방폐물관리 전담기관의 설립(제18조~제27조) 및 방폐물관리기금의 설치·운용(제28조~제31조) 등을 주요 내용으로 하고 있다.

한편 방폐물관리법 제18조(공단의 설립)에 따르면 동 법 시행일(2009.1.1) 이전까지 방사성폐기물 관리를 위한 전담기구인 한국방사성폐기물관리공단(이하 공단)을 설립하도록 되어 있다.

지식경제부장관은 동 법 부칙 제2조(공단의 설립준비)에 따라 공단 설립위원회를 2008년 5월말까지 구성하고 2008년 말까지 공단 설립을 마무리 할 예정으로, 향후 보다 안전하고 체계적인 방사성폐기물 관리 체제를 구축할 계획이다.

## 제2편 원자력발전소 운영 및 건설

>>> 제1장 원자력발전의 역할

>>> 제2장 원자력발전소 운영

>>> 제3장 원자력발전소 건설

>>> 제4장 원자력발전소 계속운전



# 제1장 원자력발전의 역할

한국수력원자력(주) 홍보실 기업홍보팀장 최근열

## 제1절 원자력의 도입

인류역사에서 원자력은 1945년 군사적 목적으로 첫선을 보였다. 제2차 세계대전의 종식에도 불구하고 원자력의 등장은 인류에게 커다란 공포를 안겨주었다. 이러한 원자력이 공포의 대상에서 벗어나 새로운 가능성을 보인 것은 8년 뒤인 1953년이였다. 1953년 12월 8일 국제연합 총회연설에서 미국 아이젠하워 대통령은 원자력의 평화적 이용을 선언하고 국제원자력기구(IAEA : International Atomic Energy Agency)의 창설을 제창하였다. 이는 군사 목적으로 개발된 원자력의 평화적 사용을 위한 첫걸음이었다. 이후 1954년 12월 유엔 총회는 원자력의 평화적 이용을 위한 결의안을 채택하고 국제원자력기구의 창설을 결정하였다. 1955년 8월에는 제네바에서 국제원자력평화회의가 열렸으며, 12월에는 유엔총회에 국제원자력기구 및 방사선조사위원회 설치에 대한 안건이 가결되었다. 이어 1956년 10월에는 국제원자력기구 헌장이 채택되었으며, 유엔본부에서 국제원자력기구 협약에 관한 서명이 있었다. 국제원자력기구는 1957년 7월 29일 헌장이 발효됨으로써 정식으로 출범하였으며, 제1회 총회가 1957년 10월 1일 본부가 설치된 오스트리아 빈에서 열렸다.

우리나라의 원자력 역사는 1955년 8월 8일 제네바에서 열린 국제원자력평화회의에 3명의 과학자가 참가하면서 시작되었다. 이후 원자력의 평화적 이용에 대한 우리나라의 활동은 미국과의 긴밀한 협력속에 진행되었다. 1955년 12월 원자력의 비군사적 이용에 관한 한·미간 협력을 위한 협정이 국회에서 인준되었으며, 1956년 2월에는 한·미 원자력 협력협정이 공식적으로 체결되었다. 1957년 IAEA가 본격 출범하자 그 해 8월 8일 IAEA 헌장에 서명하고 협약 체결과 동시에 회원국으로 가입하였다. 국내에서도 1956년 3월 9일 대통령령에 의해 문교부 소속 기술교육국 내에 원자력 연구개발 및 이용을 위한 행정부서로 원자력과가 신설되었다. 이어서 1958년 2월 원자력원의 직제를 포함한 원자력관계법의 모법인 원자력법이 국회를 통과하였고, 3월 11일에는 법률 제483호로 공포되었으며, 1959년 1월 원자력원이 정식 발족함으로써 원자력의 이용·개발에 필요한 체제를 갖추었다.

또한 이 때는 원자력 연구개발의 터전을 닦은 시기였다. 1959년 3월 원자력 연구개발을 위한 전문 연구기관으로 원자력연구소가 발족되어 1962년 3월 최초의 연구용 원자로인 TRIGA Mark-II를 가동시켜 기초연구와 동위원소 생산 등의 연구가 본격적으로 이루어졌고, 1963년 12월 방사선의학연구소의 분리·독립, 1966년 11월 방사선농학연구소 분리·독립으로 연구개발의 범위도 확대되었다.

1970년대에 들어 세계적인 석유파동으로 원자력의 중요성이 크게 부각되기 시작하였다. 이러한 주변환경에서 1971년 3월 19일 고리원자력 1호기가 착공된 것을 비롯하여 모두 6기의 신규원전이 착공 또는 추진

되었다. 한전은 사업초기 전적으로 외국에 의존할 수밖에 없었던 원자력발전 기술의 자립을 위해 한국원자력연구소와 공동으로 제2연구용 원자로 TRIGA Mark-Ⅲ를 도입하였으며, 한국원자력기술주식회사, 한전보수공단, 한국핵연료개발공단을 설립하여 원자력 사업구조를 세분화, 전문화시켰다.

1980년대 국내 원자력계는 새로운 도약을 맞았다. 원자력발전소가 속속 준공되면서 우리나라 전력 공급의 중추적인 역할을 원자력이 담당하게 되었으며, 원전연료 국산화, 원자력발전운영 기술의 자립, 다목적 연구로 자력 설계·건설사업이 추진되어 기술자립의 틀을 갖추었다. 또한 원자력안전을 확보하기 위해 정부는 한국원자력연구소 내에 원자력안전센터를 설립하였으며, 1989년에는 이를 한국원자력안전기술원으로 독립법인화하면서 안전규제의 독립성을 확보하였다.

1990년대에 들어서면서 원자력발전은 새로운 도전에 직면하였다. 다수의 신규원전을 준공하며 성장을 지속해 나갔지만, 정치·사회적인 민주화에 따라 반원전 활동이 활발하였음은 물론, 지역 이기주의와 국민들의 권리의식 신장 등으로 국가사업이라는 명분만으로는 원전사업을 추진할 수 없는 어려운 상황에 처하게 되었다.

이에 따라 원전에 대한 국민합의가 우선되어야 한다는 인식하에 대국민홍보를 집중적으로 추진하게 되었으며, 원전기술자립과 운영기술의 우수성을 근거로 원전 안전성에 대한 신뢰확보에 역점을 두었다.

이제 우리나라는 총 20기의 원전을 보유한 세계 6위의 원전 선진국으로 성장하였으며, 한국표준형원전의 기술자립과 우수한 운영기술을 바

탕으로 해외 원자력시장 진출을 적극 추진하고 있다. 또한 정부와 사업자는 원전에 대한 국민 이해와 합의를 바탕으로 방폐장 건설사업, 계속 운전 등 현안사업을 성공적으로 추진하였으며, 신규원전건설을 차질없이 진행하여 원자력이 국가의 중추적인 에너지원 역할을 지속해 나갈 수 있도록 할 것이다.

## 1. 원전 건설사

1978년 4월 고리원자력 1호기가 가동됨으로써 세계 21번째의 원전 보유국이 된 우리나라는 지속적인 원전건설을 추진하여 2007년 말 기준으로 20기의 원전을 가동하고 있다. 1980년대 중반 전력예비를 과다로 5~6년간 신규원전 건설이 잠시 중단되었으나 매년 10% 이상씩 증가하는 전력수요에 대처하기 위하여 다시 원전건설을 재개하였다. 2007년 말 현재, 신고리 1·2·3·4호기와 신월성 1·2호기를 건설 중에 있으며, 신울진 1·2호기는 건설 준비중에 있다.

지난 30년의 우리나라 원전건설사는 기술자립의 역사였다고 할 수 있다. 초창기 아무런 기술과 경험없이 시작된 원전건설은 외국에 전적으로 의존하지 않으면 안 되는 처지에 있었다.

이를 극복하고 원자력이 준국산 에너지로서 위치를 확실하게 자리잡기 위해서는 원전건설 기술자립이 가장 시급하고도 중요한 과제로 대두되었다. 따라서 정부, 사업자, 연구기관 등이 건설기술 자립에 온 힘을 쏟았다. 이를 단계별로 보면 크게 외국기술 의존기, 기술 축적기, 기술 자립기, 기술 선진화기 등으로 구분할 수 있다.

| 외국기술 의존기         |
|------------------|
| ○ 외국계약자 일괄도급계약   |
| 고리 1·2호기, 월성 1호기 |



| 기술 축적기                       |
|------------------------------|
| ○ 외국계약자 분할 발주                |
| ○ 국내업체 하도급 참여                |
| 고리 3·4호기, 영광 1·2호기, 울진 1·2호기 |



| 기술 자립기                                 |
|----------------------------------------|
| ○ 한전 사업주도                              |
| ○ 국내업체 주계약자 참여                         |
| ○ 한국표준형원전 개발                           |
| 영광 3·4·5·6호기, 월성 2·3·4호기, 울진 3·4·5·6호기 |



| 기술 선진화기                             |
|-------------------------------------|
| ○ 개선형 한국표준형원전 개발                    |
| ○ 차세대 신형경수로1400 개발                  |
| 신고리 1·2·3·4호기, 신월성 1·2호기, 신울진 1·2호기 |

〈그림 2-1〉 원전건설 변천사

## 가. 외국기술 의존기

초창기 원전건설은 전적으로 외국의 기술에 의존할 수밖에 없었다. 따라서 외국 주계약자가 발전소 착공부터 준공까지 모든 책임을 지고 사업관리, 설계, 자재 구매, 시공 및 시운전을 수행하는 일괄발주방식(Turn-Key)으로 건설되었다. 이러한 형태의 사업추진 방식은 당시 원전건설에 대한 국내 기술과 경험, 산업기반이 취약하였기 때문이다. 우리가 참여하였던 분야는 부지조성공사, 일부 토건자재 공급, 단순 노무 인력 제공 등에 국한되었다. 따라서 기술축적 측면에서의 큰 진전은 없었으나 사업관리, 시운전에 대한 경험을 축적하게 되었다.

### (1) 고리 1호기

1967년 10월 수립된 장기전원개발계획에 따라 정부는 50만kW급 원전 2기를 1976년까지 건설하기로 확정하였다. 이로써 우리나라 최초의 원전건설이 본격적으로 시작되었다. 먼저 원전입지를 경남 양산군(현 부산광역시 기장군) 장안읍 고리로 확정된 한전은 1969년 2월까지 건설부지에 대한 현장조사를 끝낸 뒤 동년 5월 주민대표와 한전관계자로 구성된 원자력발전소 부지매수 및 보상위원회를 설치하고 부지매수에 착수하였다. 그러나 주민들의 완강한 반대에 부딪쳐 처음에는 많은 어려움을 겪었으나 설득과정을 거쳐 주민을 이주시키고 21만평의 부지를 확보하게 되었다. 한전은 건설비를 약 344억원으로 추정하고 기기공급 및 설치공사의 계약체결과 소요자금의 차관획득을 위하여 원전건설 경험이 있는 외국업체에 예비 견적의뢰 안내서를 발송하였다. 그 견적서

를 접수·검토하여 원자로형과 공급회사를 결정하고 소요차관을 알선 하도록 한다는 원칙을 확정하였다. 이 결정에 따라 한전은 1968년 6월 상업용 원자로의 건설과 운영실적이 있는 미국의 GE사, 웨스팅하우스 사, Combustion Engineering사와 영국의 British Nuclear Export Executive사 등 4개사를 대상으로 예비견적제출 안내서를 발송하였다. 1968년 10월 4개사로부터 예비제의를 접수하고 기술사양 등을 검토·평가한 결과 미국 웨스팅하우스사를 계약상대자로 결정하였다. 1970년 12월 발전소 공급계약이 발효되고 1971년 3월 19일에 현지에서 기공식이 거행되었다. 그러나 건설기간 중 때마침 밀어닥친 석유파동으로 인한 물가상승과 건설재원의 부족, 그리고 건설 참여국인 영국의 산업 분쟁 등으로 공기가 지연되어 당초보다 2년이 늦은 1978년 4월 29일에 역사적인 상업운전을 시작함으로써 한국은 세계에서 21번째의 원자력 발전 보유국으로 원자력발전 시대의 막을 열게 되었다.



〈그림 2-2〉 고리 1호기 기공식  
(1971. 3. 19)



〈그림 2-3〉 고리 1호기 준공식  
(1978. 7. 20)

고리 1호기는 가압경수로형 58만 7천kW로써 주계약자인 미국의 WELCO사가 전반적인 건설책임을 지고 원자로 계통설비의 공급과 초

기 원전연료 공급을 맡았으며, 영국의 GEC사가 터빈·발전기 계통설비의 공급과 토건공사의 감독을 맡았다. 국내업체로는 현대건설(주)이 원자로계통 공사를, 동아건설(주)이 터빈·발전기계통 공사를 하도급 형태로 참여했으며, 비파괴검사는 유양원자력(주)이 맡았다. 이 건설공사에는 외자 1억 7천390만 달러, 내자 717억원 등 모두 1천560억원이 소요되었는데, 당시로서는 우리나라 사상 최대규모의 단위사업이었다.

## (2) 고리 2호기

정부는 1971년 5월 7일자로 신장기에너지 종합대책을 마련하고 1981년까지 60만kW급 원자력발전소 3기를 건설·가동기로 계획하였다. 이 계획에 따라 한전은 고리 2호기의 건설을 위한 건설지점의 선정과 준공시기, 노형과 설비용량의 결정을 포함한 건설계획을 확정하여 1973년 8월 11일 미국의 웨스팅하우스사에 통보했고, 이를 계기로 2호기에 대한 계약추진 작업이 본격화되었다. 이듬해인 1974년 3월 4일 기술사양 및 공급책임범위 등에 관한 계약서 초안을 접수하고 1974년 3월 25일 계약일반조건의 초안을 접수함으로써 계약합의가 이루어져 1974년 10월 28일 고리 2호기의 건설공급계약 및 원전연료 공급계약을 체결하기에 이르렀다. 그러나, 고리 2호기는 계약자측이 계약발효시기인 1975년 11월 30일까지 차관획득에 실패함에 따라 계약발효 조건을 충족시키지 못해 계약효력이 자동 상실되는 어려움을 겪기도 하였다.

1976년 1월 김영준 한전사장이 부임하면서 우선적으로 고리 2호기의 계약상 문제점을 개선하기 위한 작업에 착수하였으며, 세 차례에 걸친 계약협상 과정을 통해 계약금액을 삭감하고 1976년 11월 14일 재계

약을 체결하였다. 고리 2호기는 1호기에 인접하고 있어 기초굴착시 발파작업으로 인한 진동이 1호기에 미치는 영향을 배제하기 위하여 1호기의 상업운전 이전에 구조물 기반 암반의 굴착을 끝낼 필요가 있었다.

정부는 이에 따라 건설허가 이전에 제한작업승인을 검토하게 되었으며, 1977년 3월 1일 한전은 구조물의 기초굴착 작업을 착공하였다. 1983년 7월 25일 준공, 상업운전을 개시한 2호기는 1호기와 같은 가압경수로형으로 시설용량은 65만kW이다. 터키방식으로 추진된 이 공사는 주계약자인 미국의 WELCO사가 원자로계통 설비의 공급과 초기노심용 원전연료 공급을 맡았으며, 영국의 GEC가 터빈·발전기계통설비의 공급을 맡았는데 국내업체로는 현대건설(주)이 1차계통에, 동아건설(주)이 2차계통에 하도급 형태로 참여하였다. 이 공사에는 외자 5억4천만 달러, 내자 2천8백5억원 등 5천9백16억원이 소요되었다.

### (3) 월성 1호기

1973년 4월 방한한 캐나다원자력공사(AECL)의 그레이 총재는 청와대, 상공부, 과기처 등 정부 관계부처와 한전을 방문하여 캐나다가 개발한 가압중수로(CANDU)형 원자로의 장점을 소개하고 한국의 장기전원개발계획에 참여하기를 강력히 희망하였다. 정부는 1973년 6월 한국과학기술연구소의 현경호 박사를 단장으로 중수로조사단을 구성하여 이들을 캐나다에 파견하였으며 캐나다원자력공사는 같은 해 8월과 10월 두 차례에 걸쳐 기술진을 파견하고 한전 및 원자력연구소의 기술진과 가압중수로형 원자로의 기술적 측면에 대하여 활발한 토의를 진행하였다.

바로 이때 불붙기 시작한 중동의 석유무기화전략은 제1차 유류파동

을 몰고 왔으며 정부는 이에 대처하는 방안으로 원자력발전개발계획의 확장을 서둘러야 하는 처지에 있었다.

한전은 원전 2·3호기의 조기도입을 위해 1973년 11월 24일 월성 1호기의 건설계획을 확정하고, 곧이어 11월 27일 구매의향서를 캐나다 원자력공사에 발송하였다. 한전은 캐나다원자력공사와 계약조건과 내용에 대한 오랜 협상 끝에 최종합의를 위해 민충식 한전사장을 대표로 하는 협상대표단을 파견하게 되었으며, 1974년 12월 31일 캐나다 몬트리올에서 합의 내용에 대한 가계약을 체결하고 정부에 보고, 추인을 받은 후 1974년 1월 27일 정식계약서에 서명하였다.

1975년 10월 월성 1호기 건설사무소가 경북 월성군(현 경주시) 양남면 나아리에 설치되고 부지 63만평에 대한 매입과 200여 가구에 대한 주민이주가 시작되면서 본격적인 사업이 착수되었다.

1975년 5월 3일 기초굴착 공사가 착공되고 같은 해 6월 15일 기공식을 가진 월성 1호기는 6년 후인 1983년 4월 22일에 준공, 상업운전을 개시하였다. 이 발전소의 건설은 터키방식으로 캐나다원자력공사가 발전소 기기의 설계, 구매, 현장설치, 시운전, 품질보증, 운전원 훈련 및 초기노심용 원전연료와 중수의 공급을 맡았으며, 영국의 GEC가 일부 설비의 공급 및 설치를 담당했고, 영국과 캐나다의 Parsons사가 터빈·발전기의 공급, 설치감독 분야를 맡았다. 시설용량 67만8천kW의 이 중수로 건설에는 외자 6억달러, 내자 3천55억원 등 6천4백28억원이 소요됐는데, 캐나다수출개발공사, Royal은행, 영국의 Hambros은행, Lazards은행의 차관으로 충당하였다. 고리 2호기와 월성 1호기는 1983년

7월과 4월에 각각 준공됨으로써 한국은 거의 같은 시기에 비슷한 용량의 경수로와 중수로를 함께 보유하게 되었다.

## 나. 기술 축적기

고리 1호기 등 3개 호기의 원전건설에서 자신감을 얻은 한전은 사업 추진 방식을 일괄발주방식에서 분할발주방식(Non-Turnkey)으로 변경하여 건설기술 자립에 박차를 가하였다. 분할발주방식이란 한전이 사업관리를 주도하고 종합설계 용역, 원자로설비 공급, 터빈·발전기 공급, 원전연료 공급, 시공 등을 분야별로 전문업체에 분할하여 계약하는 형태를 말한다. 국내업체의 참여폭을 확대하고 효율적인 사업관리, 품질보증, 국산화율 제고 등을 통하여 기술축적이 가능하도록 분야별로 외국 주계약자 밑에 국내업체들이 하도급으로 참여하였다. 보조기기는 국산화 가능여부를 사전에 정부 및 산업체와 공동으로 평가하여 국내 제작 가능분, 외국기술 지원하에 국산화 가능분, 그리고 국산화 불가능분으로 품목별로 구분하여 국산화가 불가능한 부분을 제외한 모든 기자재를 국내 제조업체에 발주시켰으며, 시공은 국내 전문건설업체가 수행하였다.

### (1) 고리 3·4호기

이제까지의 원자력발전소 3기 모두가 일괄발주방식으로 건설된 60만kW급인데 반하여, 고리 3·4호기부터는 한전주도 아래 분할발주방식(Non-Turnkey)을 채택하였으며, 설비용량도 95만kW급으로 대형화하였다. 이것은 원전건설에 있어서 국산화율의 제고와 기술축적을 위

한 조치인 동시에 경제규모 확대에 따른 전력수요 성장을 감안한 의욕적인 전원개발계획을 반영한 것이다.

건설사업 전반을 주도·관리하게 된 한전은 건설부지를 1·2호기의 인접 지역으로 정하고 1978년 2월 부지정지작업에 들어갔다. 같은 해 4월 WELCO사와 1차계통 공급계약을 체결하고 잇따라 5월에는 GEC와 2차계통 공급계약을, 그리고 Bechtel사와 기술용역 계약을 맺으면서 공사진척이 활발해졌다.

1978년 7월 고리현장에서 당시 박정희 대통령이 참석한 가운데 1호기의 준공식과 병행하여 3·4호기의 기공식을 가졌으며, 1979년 1월 건설추진반을 확대·발족시켜 4월에 기초굴착에 착수하였다.

고리 3호기는 1985년 9월에, 4호기는 1986년 4월에 각각 상업운전을 시작하였으며 설비용량은 각각 95만kW이고 노형은 가압경수로형이다. 공사비는 외자 11억 4천만달러, 내자 9천2백51억원 등 모두 1조 7백 18억원이 소요되었다.

## (2) 영광 1·2호기

영광 1·2호기는 건설부지를 전남 영광군 홍농면(현 홍농읍) 계마리로 확정하고 고리 3·4호기와 마찬가지로 한전 주도의 분할발주방식으로 추진되었다. 설비용량은 각각 95만kW로서 원자로는 가압경수로형이고 공사비는 외자 10억 6천 3백만달러, 내자 1조 2천 78억원 등 모두 2조 4백억원이 소요되었다. 건설에 따른 국제입찰이 진행 중이던 1979년 3월 28일 미국의 트리마일 원전 2호기 사고가 발생하여 인허가 요건이 강화됨에 따라 영광 1·2호기는 안전성 향상에 역점을 두고 설계되

었다. 1981년 2월 기공식을 가진 영광 1호기는 1986년 8월에, 2호기는 1987년 6월에 각각 상업운전을 개시하였다.

### (3) 울진 1·2호기

경북 울진군 북면 부구리에 건설된 울진 1·2호기는 원전기술과 원전연료의 공급원을 다원화하고 정치, 경제, 기술협력의 증진 등을 고려하여 프랑스의 설비를 도입하였다. 고리 3·4호기와 영광 1·2호기에 이어 세번째로 한전의 사업주도방식으로 추진된 이 발전소도 설비용량 95만kW의 가압경수로형이다.

특징으로는 하나의 보조건물을 2기가 공유할 수 있도록 경제성을 살렸으며, 트리마일 원전 사고 후의 보완조치를 충분히 반영시킴으로써 신뢰성과 안전성에 역점을 두어 설계되었다. 1982년 10월에 착공하여 1호기는 1988년 9월, 2호기는 1989년 9월에 각각 상업운전을 시작하였다. 총 공사비 2조 1천 2백억원이 소요된 울진 1·2호기는 국내업체가 설계, 기기제작, 시공 등 공사전반에 직접 참여하였는데 설계분야는 6%, 기기공급분야는 40%까지 국산화율을 높였고 시공분야는 완전 기술자립을 이룩했다.

### 다. 기술 자립기

1987년 4월 설계 및 주기기 공급계약을 체결한 영광 3·4호기는 순수 국내 기술진에 의해 건설된 한국 원전건설 기술의 집합체이며 한국 표준형원전인 울진 3·4호기의 효시가 되었다. 우리나라는 그동안 중화학공업 분야의 국내 산업기술 수준 향상과 외국업체의 하도급자로 참

여하면서 습득한 기술능력을 바탕으로 국내업체를 분야별 주계약자로 하고 외국업체는 핵심기술 분야를 지원하는 하도급체로 참여하게 함으로써 명실상부한 원전건설 기술자립을 달성할 수 있게 된 것이다. 최초의 한국표준형 원전인 울진 3호기가 1998년 8월, 울진 4호기가 1999년 12월에 각각 상업운전을 개시하였다.

### (1) 영광 3·4호기

영광 3·4호기는 운전중인 영광 1·2호기 바로 곁에 시설용량 100만kW급 2기로 계획되었다. 1987년 5월에 사업을 착수하여 약 2년여에 걸친 국내·외 전문기관의 안전성 검토결과를 토대로 원자력위원회의 최종 심의를 거쳐 1989년 12월 21일 정부로부터 건설허가를 받았다. 이에 따라 그해 12월 23일 최초 콘크리트를 타설하고 1990년 초부터는 구조물 공사가 본격적으로 진행되었다.

영광 3·4호기는 원자력 기술자립 기반구축을 위해 한전의 종합사업 관리하에 국내업체를 분야별 주계약자로 하고 외국업체는 국내 주계약자의 하도급자로 참여토록 하는 국내주도 계약방식으로 추진되었다.

영광 3·4호기는 원전건설의 기술자립과 건설사업을 병행 추진함으로써 원전 건설기술을 자립하여 원자력이 국산 에너지자원이 되게 하는 기반을 구축했다는 데 큰 특징이 있다. 최초의 국내주도형 사업으로서 한전이 전체사업을 총괄 관리하고 국내업체는 각 분야별로 사업을 주도하되 기술이 미진한 분야에 대해서만 외국업체로부터 지원을 받도록 함으로써 사업에 소요되는 자금 중 외자의존도를 17% 정도로 대폭 축소시켰다. 영광 3호기는 1994년 3월, 4호기는 1996년 1월에 성공적으로

상업운전에 들어감으로써 한국표준형원전을 탄생시킨 모태로서 큰 역할을 하였다.

## (2) 월성 2·3·4호기

각각 70만kW급 캐나다 가압중수로형인 월성 2·3·4호기는 월성 1호기와 동일부지에 건설하기로 하고 2호기는 1991년 10월에, 3·4호기는 1993년 8월에 착공되었다. 월성 2·3·4호기는 중수로 기술자립 기반을 마련하기 위해 한전의 종합관리하에 외국업체와 국내업체를 분야별 주계약자 및 하도급 계약자로 하는 계약체제를 도입하였다. 종합 설계 및 원자로 설비공급은 1호기의 주계약자였던 캐나다원자력공사와 체결하였으며 동시에 중수로 건설기술 전수협약도 체결하였다. 월성 2·3·4호기는 각각 1997년 7월, 1998년 7월 및 1999년 10월에 상업운전을 개시하였다.

## (3) 울진 3·4호기

울진 3·4호기는 한국표준형원전으로 건설된 최초의 원전이다. 정부는 1990년 7월 제225차 원자력위원회에서 총 공사비 약 3조 3천 5백억원이 투입되는 「울진원자력 3·4호기 건설추진계획」을 의결하였다.

울진 1·2호기와 동일부지에 위치한 울진 3·4호기는 가압경수로형으로 설비용량이 각각 100만kW이며 1992년 5월에 착공되었다. 3호기는 1998년 8월에, 4호기는 1999년 12월에 상업운전을 개시하였다.

울진 3·4호기는 영광 3·4호기의 설계 및 건설경험을 활용하여 최초의 표준원전 설계개념을 도입함으로써 한국형원전 건설의 시발점이

되었으며, 이 표준설계는 앞으로 건설되는 후속기에도 계속 적용하여 원전건설의 해외의존도를 낮추고 명실상부하게 원전기술자립을 이룩하는 토대가 되었다.

#### (4) 영광 5·6호기

영광 1·2·3·4호기와 동일부지에 건설된 영광 5·6호기는 한국표준형원전으로 영광 3·4호기, 울진 3·4호기에서 축적된 기술과 경험을 바탕으로 진일보된 원전을 건설하였다. 건설기간 중에 영광군의 건축허가 취소로 인한 건설중단 및 온배수문제로 준공지연 등 숱한 난관이 있었지만 영광 5호기는 2002년 5월 21일에, 영광 6호기는 2002년 12월 24일에 각각 상업운전을 개시하였다. 특히 영광 6호기는 국내 최초 첫주기 무고장 안전운전을 달성하여 우리나라 원전의 우수성을 다시 한번 보여주었다.

#### (5) 울진 5·6호기

울진 1·2·3·4호기와 동일부지에 건설된 울진 5·6호기는 한국표준형원전의 결정판이다. 순수 국내 기술진에 의해 건설된 100만kW급 가압경수로형인 울진 5·6호기는 1999년 1월에 기초굴착공사를 시작하여 6여년간 약 4조 4,700억원의 공사비와 연인원 800만명이 투입된 대형 국책사업이었다. 특히 1997년말 시작된 IMF기간 동안에는 국내 건설경기 활성화는 물론 지역고용에도 크게 기여하였다.

또한 원전의 핵심설비인 증기발생기의 재질변경(Inconel-600에서 Inconel-690) 등을 통해 안전성을 강화하였고, 최신기술의 적용과 선행

호기의 운전경험을 반영하여 운전 및 유지보수의 편의성을 향상시켰다.

## 라. 기술 선진화기

현재 건설중에 있는 신고리 1·2호기와 신월성 1·2호기는 개선형 한국표준형원전으로 30여년의 원전건설 및 운영경험 등을 토대로 한국 표준형원전 설계개선 1, 2단계 사업을 통해 일체형원자로상부구조물, 복합건물 등 97개의 개선사항을 반영하여 기존원전 대비 안전성과 경제성의 향상은 물론, 원전 종사자의 운전 편의성과 방사선피폭 저감을 도모하는 한편 합성구조물공법과 원자로냉각재계통의 자동융접 등 신공법 등을 통하여 국내 원전중 최단기간의 공기로 추진될 예정이다.

현재 건설중인 신고리 3·4호기와 건설 준비중인 신울진 1·2호기는 신형경수로1400(APR1400)으로서 1992년 6월 정부의 국가선도기술 개발사업(G-7) 과제로 선정되어 그 후 10여년간 국내 산·학·연 공동으로 개발한 신형원전으로 2002년 5월 정부로부터 표준설계인가(Design Certification)를 획득하였다. 국내 기술로 개발한 신형경수로 1400은 국내 원전건설 및 운전경험을 토대로 세계 주요 신형원전에서 채택하고 있는 최신의 안전설비와 기준을 적용하였으며, 사고방지는 물론 만일의 경우 사고 발생시에도 그 영향을 최소화 할 수 있도록 중대사고 완화개념을 설계에 대폭 반영하였다.

### (1) 신고리 1·2호기

신고리 1·2호기는 부산광역시 기장군과 울산광역시 울주군이 인접한 위치에 건설중인 100만kW급 개선형 한국표준형원전으로 기존 한국

표준형원전보다 안전성과 경제성을 더욱 향상시켰다. 신고리 1·2호기는 2005년 1월에 정부로부터 실시계획승인을 받은 후 부지정지공사를 거쳐 2005년 10월에 본관기초굴착공사에 착수하였다. 신고리 1호기는 2006년 6월에, 2호기는 2007년 6월에 각각 최초콘크리트 타설을 하였다. 기기냉각용해수의 배수형식을 국내원전으로는 처음으로 심층배수 방식으로 도입하여 온배수에 의한 영향을 최소화하는 등 환경친화적인 발전소를 건설할 계획이다. 신고리 1호기는 2010년 말, 2호기는 2011년 말에 각각 준공되어 우리나라의 21번째, 22번째 원전이 될 예정이다.

## (2) 신월성 1·2호기

신월성 1·2호기는 2005년 9월, 정부로부터 실시계획승인을 받아 현 월성원자력본부 인접부지에 건설중이며, 2007년 11월 20일 최초콘크리트타설을 하였다. 중수로형인 월성 1·2·3·4호기와는 달리 신월성 1·2호기는 100만kW급 개선형 한국표준형원전으로 올진 5·6호기의 설계를 개선하여 안전성, 경제성, 친환경성을 극대화한 것이 특징이다. 2010년대 국내전력수급 안정에 이바지하고, 지역경제를 크게 활성화시킬 것으로 기대되는 신월성 1·2호기는 각각 2012년 3월, 2013년 1월에 준공 예정으로 우리나라의 23번째, 24번째 원전이 될 예정이다.

## (3) 신고리 3·4호기

신고리 3·4호기는 한국이 독자적으로 개발한 140만kW급 신형경수로 1400(APR1400)으로 지어지는 최초의 원전이 된다. 한수원(주)은 2007년 2월 22일 주설비공사업체로 현대건설(주), 두산중공업(주), SK

건설(주) 컨소시엄을 선정하였으며, 2007년 9월 13일 전원개발사업실시계획 승인에 따라 부지정지를 착수하였으며, 11월 28일에는 기공식을 갖는 등 건설공사에 들어갔다. 이어 2008년 4월 15일 건설허가를 취득하고, 본관기초굴착공사를 착수하여 본격적인 공사에 들어갔다. 신고리 3·4호기 기기냉각용 해수의 취·배수 형식은 심층 취·배수 방식을 도입하여 온배수에 의한 영향이 최소화되도록 하였으며 냉각수 취·배수구 구조물 구축과 관련한 일체의 해안선을 자연 그대로 유지함으로써 명실상부한 환경친화적인 발전소로 건설할 계획이다. 신고리 3·4호기의 준공 예정일은 각각 2013년 9월과 2014년 9월이다.

#### (4) 신울진 1·2호기

신울진 1·2호기는 신고리 3·4호기에 이어 두 번째 건설되는 신형 경수로1400(APR1400)으로서 2005년 6월 건설기본계획을 확정, 사업을 착수하여 1호기는 2015년 12월, 2호기는 2016년 12월 준공을 목표로 추진하고 있다. 신울진 1·2호기는 신기술·신공법 적용 확대를 통한 공기단축으로 안전성 및 경제성을 확보하고 주요 기자재의 국산화 추진으로 원전건설 모든 분야에 대한 완전한 기술자립을 목표로 추진하고 있다. 신울진 1·2호기가 준공될 경우 우리나라는 APR1400의 원전 설계와 기자재 제작에서 원천기술을 보유함에 따라 향후 해외원전사업에서 국제적 경쟁력을 갖출 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 원전 운영기술의 발전

1978년 고리 1호기를 가동한 이래 운영기술은 비약적인 발전을 거듭하였다. 이를 객관적으로 보여주는 것이 높은 이용률의 유지와 고장정지율의 감소이다. 이용률은 1980년대 초반까지 미숙한 운영경험과 낮은 기술수준으로 40~60%에 불과하였다. 그러나 1980년대 중반부터 정비기술 및 운전경험의 축적, 운영인력의 자질향상으로 본격적인 70%대의 이용률 시대를 열게 되었다. 반면 고장정지는 1978년 첫해 17건에서 점차 감소 추세를 보이다가 고리 3·4호기, 월성 1호기 등이 가동에 들어가면서 다시 3건 이상의 높은 고장정지율을 보였다가, 1988년에 비로소 호기 당 2건 이하로 안정되게 되었다.

1990년대에 들어서면서 운영기술은 자립단계를 넘어 괄목할만한 성장을 한 결과 지금은 세계 최고수준의 이용률과 고장정지율을 보이고 있다. 국내 원전의 평균이용률은 1990년 79.3%로 80%에 근접하였고 1991년부터 80%대로 진입하였다. 1993년부터는 5년 연속 87% 이상의 높은 이용률을 나타내다가 1998년에 처음으로 90.2%를 기록하여 당시 최고의 이용률을 기록했다. 전력산업구조개편에 따라 발전부문의 경쟁체제가 도입된 이후 국내 원전의 평균이용률은 2001년 93.2%, 2002년 92.7%, 2003년 94.2%, 2004년 91.4%, 2005년 95.5%, 2006년 92.3%, 2007년 90.3%를 기록함으로써 2007년 세계원전 평균이용률인 77.8%를 훨씬 능가하는 우수한 실적을 나타내고 있다.

국내원전 평균 고장정지율은 80년대 중반까지는 매우 높은 정지율을 유지했으나 90년대 들어 운전경험과 기술축적으로 1994년 호기당 0.9

건을 기록한 이후 호기당 1건 내외로 안정되어 세계적인 수준에 진입하였다. 특히 1998년에는 0.4건을 기록하여 두개 호기에서 1년간 1회 정도 정지되는 높은 원전 신뢰도를 보여줬고 2000년 이후는 연속적으로 0.5건 전후를 기록하여 우리의 원전 운영기술이 세계 최고 수준임을 입증해주고 있다.

이러한 성과는 30년간의 원전운영경험을 바탕으로 한 운전 및 정비 기술이 향상된 결과라 할 수 있다. 이용률은 고장정지의 지속적인 감소와 계획예방정비기간의 최적화, 연료교체주기가 긴 연료 사용으로 대폭 향상되었다. 또한 운영·정비 측면에서 운전경험 반영, 설비개선 등 철저한 예방정비와 지속적인 설비 개선을 통하여 모든 설비가 최적의 상태에서 운전되도록 유지 관리하여 고장발생을 최소화함으로써 고장정지가 현저히 감소되었다.

세계 평균이용률보다 약 12% 이상 높은 이용률로 인해 100만kW급 원전 2기를 추가 건설할 투자비 약 5조원의 절감 효과와 국제 유가 상승에 연동한 국내 전기요금 인상요인 억제 효과를 얻을 수 있었다. 이러한 경제적 효과와 더불어 원자력발전은 화석연료 수입대체와 환경오염 방지를 통해 우리들의 삶의 질 향상에도 커다란 기여를 하고 있다.

〈표 2-1〉 2007년 기준 화석연료 수입대체 효과 및 환경오염 경감

| 구 분      | 수입대체     | CO <sub>2</sub> 배출저감 |
|----------|----------|----------------------|
| 유연탄발전 대비 | 3조 2천억원  | 1억 4천만 톤             |
| LNG발전 대비 | 9조원      | 7천 7백만 톤             |
| 유류발전 대비  | 12조 4천억원 | 1억 1천만 톤             |

〈표 2-2〉 에너지원별 판매단가 및 CO<sub>2</sub> 배출량

| 구 분                                                        | 원자력   | 유연탄   | 유류     | LNG    | 수력    |
|------------------------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 판매단가(원/kWh) <sup>주1)</sup>                                 | 39.43 | 40.93 | 117.04 | 128.32 | 93.61 |
| CO <sub>2</sub> 배출량(g-CO <sub>2</sub> /kWh) <sup>주2)</sup> | 10    | 991   | 782    | 549    | 8     |

주1) 판매단가 : 한수원 전력거래 통계집('08. 3)

주2) CO<sub>2</sub> 배출량 : 국제원자력기구(IAEA 2006, 평균값)

다음으로 운전 및 정비요원에 대한 교육훈련을 강화하여 운영 및 정비기술을 지속적으로 향상시켰다는 점이다. 시뮬레이터 교육을 통한 정예의 운전요원과 숙련된 정비요원을 양성함으로써 인적요인에 의한 고장발생예방과 정비의 질적 향상을 가져왔다. 결론적으로 세계 최고 수준의 원전운영 능력은 최고의 원전을 만들겠다는 원전종사자들의 헌신적인 노력을 통하여 운전 및 정비기술의 지속적인 향상, 철저한 종사자의 교육훈련, 인적실수 방지 등으로 발전소의 소프트웨어와 하드웨어를 항상 최적의 상태로 유지하는 노하우를 갖지 않으면 불가능한 일이다.

## 제2절 원자력발전의 필요성

### 1. 원자력발전은 에너지 자립의 초석

최근 1배럴당 100달러를 넘는 고유가로 인해 나라마다 에너지 확보와 에너지 자립을 국가정책의 최우선에 두고 있다. 특히 비산유국인 우리나라는 석유의존도를 낮추는 에너지 정책으로 에너지 위기에 대비하고 에너지 자립을 이룩해야 한다. 또한 에너지를 무기화하는 국제사회에서 에너지 안보차원에서 에너지 다원화 정책도 마련해야 한다.

에너지원의 대부분을 수입하고 있는 우리나라 여건에서 에너지 소비는 계속 증가하고 있어 에너지 해외의존도는 더욱 심화될 것으로 보인다. 2006년 12월에 발표된 ‘제3차 전력수급기본계획’에 따르면 국내 총 전력수요량은 연평균 2.5% 증가하여 오는 2020년경에는 4,786억 kWh가 될 것으로 전망된다. 최대전력수요도 2020년경에 7,181만kW로 2007년 6,228.5만kW의 약 1.15배에 이를 것으로 보인다. 이러한 전력수요의 증가에 맞춰 정부는 기후변화협약 등 국제적인 환경규제에 대응하고자 2017년 경 원자력을 최대 발전원(29.0%)으로 비중을 높여나갈 계획을 세웠다.

지난 70년대 두 차례의 석유파동을 겪으면서 탈석유전원정책으로 시작한 원자력발전은 그동안 지속적인 성장을 한 결과 1988년 이후 20년간 연평균 원자력발전은 총발전량의 약 40%를 차지하면서 주력 발전원으로 안정적 전력공급에 중추적인 역할을 하고 있다. 원자력발전을 시작할 당시 발전량 기준으로 석유발전 비중이 80%였으나 지금은 4%로 낮추어져 있다. 원자력발전이 아니면 지금 우리의 에너지 현실은 석유, 석탄 비중이 지금보다 2배 이상 높을 것이다. 현재 국내 에너지환경은 에너지수요 급증, 다소비형 산업구조, 대체에너지 개발한계, 이산화탄소 배출급증, 에너지안보 위협요인 등으로 어려운 상황이다. 원자력발전은 자원빈국, 탈석유, 이산화탄소 감축, 대체에너지 한계, 에너지안보 등 우리의 어려운 에너지현실을 감안할 때 필수적인 국가에너지로서 에너지자립의 초석이 되고 있다.

## 2. 원자력발전은 환경친화적 에너지

지금 세계는 지구환경보전을 위해 각종 환경규제를 강화하고 있다. 특히 온실가스 배출 억제에 관한 국제 규범인 기후변화협약이 2005년 정식 발효된 이후 2008년부터는 공약기간 도래에 따라 해당 국가들은 2012년까지 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 평균 5.2% 감축하여야 한다. 직접적인 감축 대상은 아니지만 OECD 가입국 중에서 온실가스 배출량 6위, 배출량 증가율 1위인 우리나라도 대응이 시급하게 되었다. 우리나라의 경우 소비에너지 중 화석연료의 비중이 85% 정도로 높아 이산화탄소 배출량이 전체량의 약 1/4을 차지하는 등 온실가스문제가 어느 나라보다도 심각한 상태다. 따라서 이산화탄소를 배출하지 않으면서도 높은 경제성과 효율성을 지니고 있는 원자력발전이 가장 현실성 있는 대체에너지로 재인식되고 있다.

일본원자력산업협회(JAIF)에 따르면 2007년 말 기준으로 전 세계 31개국에서 435기의 원전이 운영중이며 총 39,224만kW의 전력을 생산하고 있다. 이는 전 세계 전력 생산의 16%에 해당하는 양이다. 이로 인해 연간 약 23억톤의 이산화탄소 배출이 방지되고 있다. 이 수치는 세계 이산화탄소 총배출량의 약 10%에 해당된다. 우리나라의 경우 현재 발전부문이 배출하는 이산화탄소량이 전체의 약 24%수준이나 전력수요 증가에 따라 점차 늘어날 것으로 보여 원자력발전을 통한 이산화탄소 배출감소는 필수불가결한 선택일 수밖에 없다.

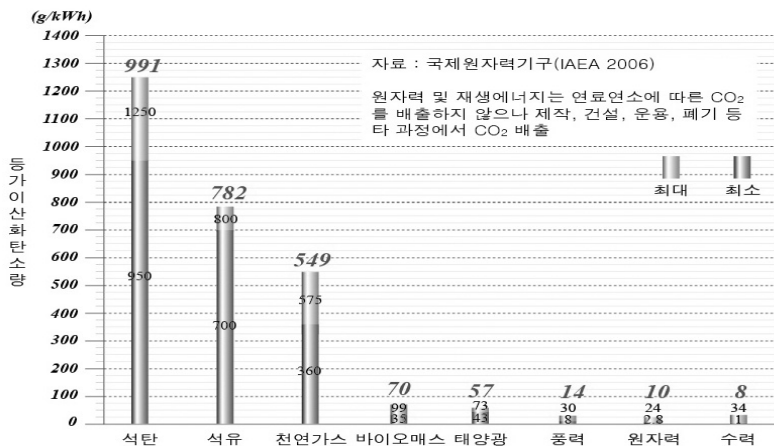
원자력발전은 연료 채굴에서 폐기물처리까지 전 과정에서 이산화탄소 배출량이 수력발전이나 자연에너지와 같은 수준이다. 해당 에너지원

의 채광에서부터 발전소 건설, 운전까지의 전 에너지 사이클 기간 중의 온실가스 배출 총량을 비교할 때 원자력발전이 수력 다음으로 온실가스를 가장 적게 배출하는 것으로 밝혀졌다 <그림 2-4>.

화력발전은 원자력발전보다 40~100배 더 많은 온실가스를 배출한다. 원자력발전은 가동중에는 온실가스를 배출하지 않는다. 따라서 원자력발전은 온실가스 감축을 앞두고 그 효용성이 더욱 높아질 것으로 기대되고 있다. 원자력발전이야말로 효과적으로 온실가스의 배출량을 줄이면서 에너지 수요증가에 기여할 수 있는 실증된 에너지원이다.

이렇게 볼 때 우리는 에너지이용 효율을 높이고 장기적으로는 온실가스를 배출하는 화석연료의 소비증가를 억제하는 방향으로 정책을 수립하여 추진해나가야 한다. 즉, 원자력이나 자연에너지(재생에너지)의 이용을 확대하는 것이 바람직하다. 그러나 자연에너지는 지리적, 지형적 특성이 적합해야 할 뿐만 아니라 현재로서는 단위용량이 적고 경제성이 낮기 때문에 향후 수십년 내에 대규모 에너지 공급원으로서의 역할은 기대하기 어렵다. 바로 이러한 점에서 원자력발전이 현재로서는 에너지를 안정적으로 확보하고 지구환경보전을 가능하게 하는 현실적인 대체에너지원이라 할 수 있다.

원자력발전은 이상과 같은 환경적인 측면 외에 에너지 안보, 경제성, 그리고 산업정책적인 면에서도 유리한 점이 많기 때문에 국가차원에서 우리 실정에 맞는 에너지원을 계속 개발하는 동시에 원자력발전을 점증적으로 확충해 나가야 할 것이다.



〈그림 2-4〉 발전원별 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량 비교

### 3. 원자력발전은 준국산 에너지

우리나라는 1970년대 두 차례의 석유파동을 겪으면서 에너지 다변화 정책의 일환으로 원자력발전을 적극 추진해 왔다. 그 당시 원전 기술을 모두 미국(웨스팅하우스)에서 전수받으면서 시작한 고리 1호기가 1978년 가동된 이래 30년이 지난 지금 모두 20기의 원전이 가동되면서 세계 6위의 원전대국으로 부상하였다.

현재 국내 원전기술은 건설 및 운영분야 모두 거의 기술자립을 이룩하여 자체기술로 건설하고 있고 세계 정상수준으로 운영하고 있다. 특히 자체기술로 개발한 한국표준형원전의 해외수출을 위해 산업자원부(현 지식경제부), 과학기술부(현 교육과학기술부), 한전, 한수원(주) 등 해외 원전사업 관련사로 구성된 「제3차 해외 원전시장 진출추진위원회」를 개최하여 그동안 사용해온 한국표준형원전(KSNP)의 해외용 명

칭을 OPR1000(Optimized Power Reactor 1000)으로 2005년 3월에 변경하였다. 원자력발전은 자원이 없는 우리나라의 경우처럼 인력자원만으로 기술자립만 이룩하면 무한한 개발과 이용이 가능한 기술에너지로서 준국산에너지이다. 원전기술은 첨단과학기술을 총망라해 놓은 산업이기 때문에 국내 산업기술 발전에 그 파급효과가 커 관련분야의 기술발전을 선도하고 있다. 또한 연료공급 면에서도 원전은 우라늄 연료로 화석연료보다 훨씬 안정적이며 장기간 연료장전 때문에 비축효과도 크다. 특히 우라늄 연료는 준 국산연료로서 농축우라늄과 천연우라늄 형태로 수입하여 한전원자력연료(주)에서 원전연료형태로 가공·제작하여 공급하고 있다. 원자력발전은 발전원가 중 연료비의 비율이 12% 정도로 매우 낮고 발전원가가 타 발전원에 비해 가장 저렴하기 때문에 경제성에서도 훨씬 유리하다.

원자력발전은 자원 없는 우리나라에서는 유일하게 기술자원만으로 준 국산화 할 수 있는 에너지원이다. 따라서 앞으로 원전이 순수한 국산 에너지가 되도록 기술 개발을 통해 안정적 전력공급의 중추적 역할을 지속해 나가야 할 것이다.

## 제2장 원자력발전소 운영

한국수력원자력(주) 발전처 발전운영실장 하 태 근

### 제1절 설비용량 현황

2007년 말 현재 우리나라의 원자력발전소는 총 20기가 상업운전 중에 있으며, 원자력발전 설비용량은 1,771만6천kW이다. 이는 전체 발전 설비용량 6,826만 8천kW 대비 26%로 2006년도의 27%보다 다소 감소하였다. 원자력 발전설비 점유율이 감소한 것은 2007년 태안화력 7·8호기 등 타 발전 설비용량이 275만 4천kW 증가한데 반해 원자력 발전 설비는 신규설비가 준공되지 않아 전체 발전설비 대비 원자력발전 설비 비율이 약간 감소하였다.

국내 가동원전을 원자로형에 따라 분류하면, 가압경수로형이 16기(1,493만 7천kW), 가압중수로형은 4기(277만 9천kW)가 운전중이며 국내 원자력발전소 현황과 발전원별 발전설비 추이는 각각 <표 2-3>, <표 2-4>와 같다.

<표 2-3> 국내 원자력발전소 현황

| 구분<br>호기 | 설비용량(만kW) | 원자로형  | 위 치       | 상업운전      |
|----------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 고리 #1    | 58.7      | 가압경수로 | 부산광역시 기장군 | '78. 4.29 |
| 고리 #2    | 65        | 가압경수로 | 부산광역시 기장군 | '83. 7.25 |
| 고리 #3    | 95        | 가압경수로 | 부산광역시 기장군 | '85. 9.30 |
| 고리 #4    | 95        | 가압경수로 | 부산광역시 기장군 | '86. 4.29 |

| 호기    | 구분 | 설비용량(만kW) | 원자로형  | 위 치    | 상업운전      |
|-------|----|-----------|-------|--------|-----------|
| 월성 #1 |    | 67.9      | 가압중수로 | 경북 경주시 | '83. 4.22 |
| 월성 #2 |    | 70        | 가압중수로 | 경북 경주시 | '97. 7. 1 |
| 월성 #3 |    | 70        | 가압중수로 | 경북 경주시 | '98. 7. 1 |
| 월성 #4 |    | 70        | 가압중수로 | 경북 경주시 | '99.10. 1 |
| 영광 #1 |    | 95        | 가압경수로 | 전남 영광군 | '86. 8.25 |
| 영광 #2 |    | 95        | 가압경수로 | 전남 영광군 | '87. 6.10 |
| 영광 #3 |    | 100       | 가압경수로 | 전남 영광군 | '95. 3.31 |
| 영광 #4 |    | 100       | 가압경수로 | 전남 영광군 | '96. 1. 1 |
| 영광 #5 |    | 100       | 가압경수로 | 전남 영광군 | '02. 5.2  |
| 영광 #6 |    | 100       | 가압경수로 | 전남 영광군 | '02.12.2  |
| 울진 #1 |    | 95        | 가압경수로 | 경북 울진군 | '88. 9.10 |
| 울진 #2 |    | 95        | 가압경수로 | 경북 울진군 | '89. 9.30 |
| 울진 #3 |    | 100       | 가압경수로 | 경북 울진군 | '98. 8.11 |
| 울진 #4 |    | 100       | 가압경수로 | 경북 울진군 | '99.12.31 |
| 울진 #5 |    | 100       | 가압경수로 | 경북 울진군 | '04. 7.29 |
| 울진 #6 |    | 100       | 가압경수로 | 경북 울진군 | '05. 4.22 |
| 계     |    | 1,771.6   | -     | -      | -         |

[2007년 원자력발전연보]

1978년 4월 국내 최초의 원자력발전소인 고리원자력 1호기가 설비용량 58만 9천 kW로서 상업운전을 개시한 이래 30년째인 2008년 초 현재 20기의 원전이 상업운전 중에 있으며, 총 설비 용량은 1,771만 6천 kW로서 1978년에 비해 30배 이상으로 증가하였으며, 설비용량 면에서 세계 6위의 원자력 발전국으로 성장하였다.

〈표 2-4〉 발전원별 발전설비 추이

(단위: 천kW, %)

| 연도<br>설비별 | '97              | '98              | '99              | '00              | '01              | '02              | '03              | '04              | '05              | '06              | '07              |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 원 자 력     | 10,316<br>(25.1) | 12,016<br>(27.7) | 13,716<br>(29.2) | 13,716<br>(28.3) | 13,716<br>(27.0) | 15,716<br>(29.2) | 15,716<br>(28.0) | 16,716<br>(27.9) | 17,716<br>(28.5) | 17,716<br>(27.0) | 17,716<br>(26.0) |
| 유 류       | 8,860<br>(21.6)  | 7,410<br>(17.1)  | 4,716<br>(10.0)  | 4,866<br>(10.0)  | 4,868<br>(9.6)   | 4,660<br>(8.7)   | 4,632<br>(8.3)   | 4,665<br>(7.8)   | 4,605<br>(7.4)   | 4,790<br>(7.3)   | 4,792<br>(7.0)   |
| 석 탄       | 10,200<br>(24.9) | 11,331<br>(26.1) | 13,031<br>(27.7) | 14,031<br>(29.0) | 15,531<br>(30.5) | 15,931<br>(29.6) | 15,931<br>(28.4) | 17,465<br>(29.1) | 17,965<br>(28.9) | 18,465<br>(28.2) | 20,465<br>(30.0) |
| L N G     | 8,551<br>(20.8)  | 9,518<br>(21.9)  | 12,368<br>(26.3) | 12,689<br>(26.2) | 12,868<br>(25.3) | 13,618<br>(25.3) | 14,518<br>(25.9) | 15,746<br>(26.3) | 16,552<br>(26.6) | 17,436<br>(26.6) | 18,560<br>(27.2) |
| 수 력       | 3,114<br>(7.6)   | 3,131<br>(7.2)   | 3,148<br>(6.7)   | 3,149<br>(6.5)   | 3,875<br>(7.6)   | 3,876<br>(7.2)   | 3,877<br>(6.9)   | 3,829<br>(6.4)   | 3,885<br>(6.2)   | 5,485<br>(8.4)   | 5,492<br>(8.0)   |
| 기 타       | -                | -                | -                | -                | -                | -                | 1,380<br>(2.5)   | 1,540<br>(2.6)   | 1,537<br>(2.5)   | 1,622<br>(2.5)   | 1,243<br>(1.8)   |
| 합 계       | 41,041<br>(100)  | 43,406<br>(100)  | 46,978<br>(100)  | 48,451<br>(100)  | 50,858<br>(100)  | 53,801<br>(100)  | 56,053<br>(100)  | 59,961<br>(100)  | 62,260<br>(100)  | 65,514<br>(100)  | 68,268<br>(100)  |

※ 모든 통계수치는 각각 반올림되었으므로 합계가 일치하지 않는 경우도 있음 [2007년 원자력발전연보]

## 제2절 발전량 현황

원자력발전량 점유율은 1989년에 50.1%로 전체 발전량의 절반 이상을 차지한 이래 1990년대 초반부터 시작된 삼천포, 보령 등 대용량 화력발전소 건설로 인해 계속 감소하여 1997년에 34.3%까지 감소하였다. 1998년 이후 40%대의 원자력 발전량 점유율을 나타내었으며, 다소 증감은 있었지만 원자력발전은 꾸준히 우리나라의 주력 발전원으로써 안정적 전력공급에 크게 기여하여 왔다.

2007년도 원자력발전량이 감소한 것은 계속운전을 위한 고리 1호기 장기계획예방정비 등 예방정비기간이 2006년도에 비해 증가하였기 때문이다.

〈표 2-5〉 원자력발전소 호기별 발전량 실적

| 호기 \ 실적 |    | '07 발전량 실적(천kWh) | 총 누계 발전량(천kWh) |
|---------|----|------------------|----------------|
| 고리      | #1 | 2,254,988        | 114,744,132    |
|         | #2 | 5,301,959        | 121,436,793    |
|         | #3 | 8,480,797        | 163,869,385    |
|         | #4 | 7,756,778        | 162,356,865    |
| 월성      | #1 | 4,894,889        | 126,117,646    |
|         | #2 | 5,811,692        | 61,413,018     |
|         | #3 | 6,022,104        | 56,568,714     |
|         | #4 | 5,961,219        | 50,957,002     |
| 영광      | #1 | 6,698,466        | 158,793,736    |
|         | #2 | 7,285,336        | 150,154,147    |
|         | #3 | 8,149,784        | 104,628,751    |
|         | #4 | 8,018,270        | 99,194,274     |
|         | #5 | 9,117,910        | 45,727,898     |
|         | #6 | 8,329,825        | 40,973,622     |
| 울진      | #1 | 7,602,505        | 141,196,273    |
|         | #2 | 7,754,184        | 136,477,850    |
|         | #3 | 8,330,373        | 79,609,038     |
|         | #4 | 8,349,953        | 73,215,001     |
|         | #5 | 8,461,479        | 29,545,398     |
|         | #6 | 8,354,653        | 23,672,875     |
| 계       |    | 142,937,164      | 1,940,652,419  |

[2007년 원자력발전연보]

〈표 2-6〉 에너지원별 발전량 구성비 추이

| 연도<br>설비별 |     | '97              | '98              | '99               | '00               | '01               | '02               | '03               | '04               | '05               | '06               | '07               |
|-----------|-----|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 원자력       |     | 77,086<br>(34.3) | 89,689<br>(41.7) | 103,064<br>(43.1) | 108,964<br>(40.9) | 112,133<br>(39.3) | 119,103<br>(38.9) | 129,672<br>(40.2) | 130,715<br>(38.2) | 146,779<br>(40.3) | 148,749<br>(39.0) | 142,937<br>(35.5) |
| 화력        | 유류  | 42,943<br>(19.1) | 17,712<br>(8.2)  | 18,523<br>(7.7)   | 26,142<br>(9.8)   | 28,156<br>(9.9)   | 25,095<br>(8.2)   | 26,526<br>(8.2)   | 18,517<br>(5.4)   | 17,383<br>(4.8)   | 14,307<br>(3.8)   | 16,281<br>(4.0)   |
|           | 석탄  | 67,190<br>(29.9) | 75,499<br>(35.1) | 81,544<br>(34.1)  | 97,538<br>(36.6)  | 110,333<br>(38.7) | 118,021<br>(38.5) | 120,276<br>(37.3) | 127,157<br>(37.2) | 133,657<br>(36.7) | 140,346<br>(36.8) | 155,685<br>(38.6) |
|           | LNG | 31,823<br>(14.2) | 26,302<br>(12.2) | 30,124<br>(12.6)  | 28,146<br>(10.6)  | 30,451<br>(10.7)  | 38,943<br>(12.7)  | 39,091<br>(12.1)  | 55,999<br>(16.4)  | 58,250<br>(16.0)  | 69,095<br>(18.1)  | 78,433<br>(19.5)  |
| 수 력       |     | 5,404<br>(2.4)   | 6,099<br>(2.8)   | 6,066<br>(2.5)    | 5,610<br>(2.1)    | 4,151<br>(1.5)    | 5,311<br>(1.7)    | 6,887<br>(2.1)    | 5,744<br>(1.7)    | 5,153<br>(1.4)    | 5,219<br>(1.4)    | 5,042<br>(1.2)    |
| 기 타       |     | -                | -                | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 | 4,016<br>(1.2)    | 3,349<br>(0.9)    | 3,465<br>(0.9)    | 4,746<br>(1.2)    |
| 합 계       |     | 224,446<br>(100) | 215,301<br>(100) | 239,321<br>(100)  | 266,400<br>(100)  | 285,224<br>(100)  | 306,474<br>(100)  | 322,452<br>(100)  | 342,148<br>(100)  | 364,571<br>(100)  | 381,181<br>(100)  | 403,124<br>(100)  |

[2007년 원자력발전연보]

## 제3절 이용률 및 가동률 현황

### 1. 이용률

원전 이용률은 발전설비 운영의 효율성과 활용도를 나타내는 지표로써 설비의 건전성 및 운영인력의 우수성 등 발전소 운영기술 수준을 평가하는 직접적인 척도가 된다. 2007년의 원전 이용률은 90.3%로 2000년 이후 연속해서 90% 이상의 높은 기록을 달성하였다. 2007년의 우리나라 원전 이용률은 세계 원전의 평균 이용률 77.8%보다 12.5%나 높아

우리나라 원전 운영기술의 우수함을 보여주고 있다.

〈표 2-7〉 국내 원자력발전소 이용률 현황

(단위 : %)

| 연도  | 고 리  |       |       |       | 월 성   |      |       |       | 영 광   |       |       |       |       |       | 울 진   |      |       |       |       |       | 평    |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
|     | #1   | #2    | #3    | #4    | #1    | #2   | #3    | #4    | #1    | #2    | #3    | #4    | #5    | #6    | #1    | #2   | #3    | #4    | #5    | #6    | 균    |
| '78 | 46.3 | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 46.3 |
| '79 | 61.3 | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 61.3 |
| '80 | 67.4 | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 67.4 |
| '81 | 56.3 | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 56.3 |
| '82 | 73.5 | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 73.5 |
| '83 | 63.6 | 80.4  | -     | -     | 61.9  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 66.6 |
| '84 | 66.3 | 76.9  | -     | -     | 66.8  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 70.1 |
| '85 | 65.5 | 70.1  | 89.7  | -     | 94.4  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 78.7 |
| '86 | 67.9 | 73.7  | 71.7  | 94.2  | 79.7  | -    | -     | -     | 88.2  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 78.1 |
| '87 | 94.0 | 79.7  | 73.0  | 73.7  | 92.9  | -    | -     | -     | 75.2  | 95.9  | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 81.5 |
| '88 | 45.8 | 83.6  | 76.7  | 74.1  | 79.4  | -    | -     | -     | 77.6  | 78.6  | -     | -     | -     | -     | 40.8  | -    | -     | -     | -     | -     | 73.0 |
| '89 | 56.5 | 94.4  | 82.6  | 77.3  | 91.0  | -    | -     | -     | 81.0  | 71.6  | -     | -     | -     | -     | 65.2  | 45.8 | -     | -     | -     | -     | 76.2 |
| '90 | 72.1 | 81.0  | 85.9  | 78.1  | 85.9  | -    | -     | -     | 86.5  | 74.9  | -     | -     | -     | -     | 78.5  | 70.3 | -     | -     | -     | -     | 79.3 |
| '91 | 89.9 | 84.9  | 74.2  | 79.6  | 91.1  | -    | -     | -     | 84.0  | 84.2  | -     | -     | -     | -     | 91.7  | 84.2 | -     | -     | -     | -     | 84.4 |
| '92 | 74.8 | 84.0  | 84.3  | 83.1  | 86.8  | -    | -     | -     | 86.8  | 80.6  | -     | -     | -     | -     | 88.1  | 88.9 | -     | -     | -     | -     | 84.5 |
| '93 | 78.7 | 78.1  | 89.1  | 85.5  | 100.0 | -    | -     | -     | 84.5  | 86.9  | -     | -     | -     | -     | 87.6  | 90.9 | -     | -     | -     | -     | 87.2 |
| '94 | 66.5 | 87.5  | 82.1  | 93.2  | 82.6  | -    | -     | -     | 100.0 | 89.4  | -     | -     | -     | -     | 86.2  | 86.8 | -     | -     | -     | -     | 87.4 |
| '95 | 82.2 | 95.3  | 76.1  | 91.4  | 83.7  | -    | -     | -     | 78.6  | 77.1  | 100.0 | -     | -     | -     | 90.4  | 98.2 | -     | -     | -     | -     | 87.3 |
| '96 | 77.0 | 87.0  | 99.1  | 83.5  | 81.0  | -    | -     | -     | 84.6  | 95.6  | 76.6  | 86.5  | -     | -     | 89.8  | 96.6 | -     | -     | -     | -     | 87.5 |
| '97 | 78.9 | 86.1  | 75.8  | 87.8  | 102.1 | 97.1 | -     | -     | 103.9 | 83.5  | 87.0  | 81.7  | -     | -     | 85.9  | 88.8 | -     | -     | -     | -     | 87.6 |
| '98 | 77.6 | 87.5  | 86.5  | 105.3 | 78.5  | 83.6 | 98.5  | -     | 89.1  | 75.5  | 89.0  | 101.2 | -     | -     | 96.0  | 92.8 | 103.7 | -     | -     | -     | 90.2 |
| '99 | 85.2 | 87.1  | 90.5  | 89.0  | 82.8  | 90.8 | 82.0  | 103.0 | 84.5  | 84.3  | 89.1  | 91.8  | -     | -     | 89.4  | 97.9 | 83.5  | -     | -     | -     | 88.2 |
| '00 | 92.3 | 91.3  | 100.9 | 91.3  | 80.9  | 92.7 | 103.1 | 94.2  | 90.3  | 89.4  | 87.3  | 87.3  | -     | -     | 90.0  | 85.2 | 90.1  | 84.7  | -     | -     | 90.4 |
| '01 | 95.0 | 89.4  | 94.7  | 95.1  | 83.1  | 97.2 | 86.0  | 95.5  | 104.4 | 89.9  | 103.6 | 87.1  | -     | -     | 87.5  | 91.6 | 94.9  | 93.1  | -     | -     | 93.2 |
| '02 | 85.4 | 93.9  | 96.1  | 106.0 | 99.1  | 91.6 | 95.8  | 94.7  | 92.9  | 102.5 | 92.1  | 92.1  | 103.3 | 105.3 | 71.3  | 82.0 | 93.0  | 88.2  | -     | -     | 92.7 |
| '03 | 93.2 | 90.2  | 104.8 | 95.1  | 89.5  | 95.3 | 97.3  | 98.2  | 88.7  | 92.8  | 93.9  | 102.9 | 81.1  | 92.5  | 87.6  | 90.9 | 104.4 | 95.4  | -     | -     | 94.2 |
| '04 | 94.8 | 101.9 | 91.6  | 92.0  | 90.3  | 94.9 | 96.4  | 97.4  | 90.1  | 90.5  | 91.8  | 91.5  | 66.9  | 76.6  | 93.1  | 91.3 | 94.8  | 103.3 | 102.8 | -     | 91.4 |
| '05 | 85.2 | 95.8  | 94.7  | 104.9 | 77.7  | 98.1 | 104.5 | 98.4  | 103.8 | 91.5  | 104.1 | 93.3  | 93.6  | 94.0  | 103.8 | 83.0 | 92.2  | 96.1  | 88.3  | 103.7 | 95.5 |
| '06 | 90.2 | 91.4  | 88.4  | 88.8  | 91.4  | 99.7 | 94.0  | 100.4 | 91.1  | 99.6  | 87.5  | 99.9  | 88.9  | 91.8  | 87.7  | 96.0 | 96.8  | 90.7  | 90.6  | 85.2  | 92.3 |
| '07 | 92.2 | 89.7  | 96.4  | 88.0  | 89.8  | 90.9 | 94.3  | 93.2  | 77.6  | 85.0  | 89.5  | 88.1  | 99.5  | 90.6  | 88.1  | 90.0 | 90.8  | 91.2  | 92.2  | 91.0  | 90.3 |

[2007년 원자력발전연보]

국내원전의 이용률 추세는 1978년 국내 최초로 고리 1호기가 상업운전을 시작한 이래 1990년도까지는 70%대 수준이었으나, 원전운영 기술과 경험이 부족하였던 초창기의 어려움을 슬기롭게 극복하고 지속적으로 운영기술을 향상시켜 1991년부터 80%대로 진입하였으며 2000년 이후 8년 연속 90% 이상의 높은 이용률 수준을 유지하고 있다.

〈표 2-8〉 국내 및 세계 원전이용률 비교

(단위 : %)

| 연도<br>구분 | '97  | '98  | '99  | '00  | '01  | '02  | '03  | '04  | '05  | '06  | '07  |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 국내평균     | 87.6 | 90.2 | 88.2 | 90.4 | 93.2 | 92.7 | 94.2 | 91.4 | 95.5 | 92.3 | 90.3 |
| 세계평균     | 72.2 | 73.9 | 75.6 | 76.4 | 78.9 | 78.9 | 76.5 | 78.8 | 79.3 | 79.5 | 77.8 |

[Nucleonics Week('08.2.14), 2007년 원자력발전연보]

## 2. 가동률

원자력발전소의 가동률이란 연간시간(Calendar hour)에 대한 발전소의 연간 실제 가동시간(Operation hour)의 비율로서 이용률과 더불어 원전의 안전성, 경제성을 나타내는 중요한 지표 중의 하나이다. 국내원전의 가동률 또한 이용률과 함께 꾸준히 향상되어 왔으며, 1990년 이후 평균 80% 이상의 높은 가동률 실적을 보이고 있다.

〈표 2-9〉 국내 원자력발전소 가동률 현황

(단위 : %)

| 연도  | 고 리  |      |      |       | 월 성   |      |       |       | 영 광   |      |       |       |      |       | 울 진   |      |       |      |      |      | 평균   |
|-----|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|
|     | #1   | #2   | #3   | #4    | #1    | #2   | #3    | #4    | #1    | #2   | #3    | #4    | #5   | #6    | #1    | #2   | #3    | #4   | #5   | #6   | 합계   |
| '78 | 65.1 | -    | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 65.1 |
| '79 | 74.8 | -    | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 74.8 |
| '80 | 79.5 | -    | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 79.5 |
| '81 | 69.6 | -    | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 69.6 |
| '82 | 78.8 | -    | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 78.8 |
| '83 | 70.1 | 84.7 | -    | -     | 77.0  | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 75.4 |
| '84 | 72.0 | 78.0 | -    | -     | 70.6  | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 73.5 |
| '85 | 72.6 | 75.8 | 94.8 | -     | 94.5  | -    | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 82.1 |
| '86 | 73.1 | 74.8 | 74.5 | 95.9  | 80.8  | -    | -     | -     | 94.8  | -    | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 79.8 |
| '87 | 98.8 | 82.8 | 76.1 | 76.6  | 93.4  | -    | -     | -     | 78.4  | 98.1 | -     | -     | -    | -     | -     | -    | -     | -    | -    | -    | 85.8 |
| '88 | 50.6 | 82.8 | 79.7 | 79.8  | 80.1  | -    | -     | -     | 77.9  | 80.7 | -     | -     | -    | -     | 45.1  | -    | -     | -    | -    | -    | 74.6 |
| '89 | 60.0 | 95.7 | 82.3 | 77.2  | 91.7  | -    | -     | -     | 81.5  | 73.6 | -     | -     | -    | -     | 66.5  | 45.9 | -     | -    | -    | -    | 77.6 |
| '90 | 74.6 | 84.3 | 90.4 | 81.5  | 86.0  | -    | -     | -     | 85.7  | 77.1 | -     | -     | -    | -     | 81.7  | 73.0 | -     | -    | -    | -    | 81.6 |
| '91 | 93.3 | 85.8 | 75.1 | 80.0  | 90.5  | -    | -     | -     | 84.3  | 84.9 | -     | -     | -    | -     | 91.0  | 86.8 | -     | -    | -    | -    | 85.7 |
| '92 | 76.9 | 85.0 | 83.7 | 82.7  | 85.50 | -    | -     | -     | 86.5  | 82.6 | -     | -     | -    | -     | 87.4  | 87.5 | -     | -    | -    | -    | 84.2 |
| '93 | 81.4 | 80.5 | 88.1 | 85.1  | 99.0  | -    | -     | -     | 86.8  | 85.7 | -     | -     | -    | -     | 87.3  | 87.8 | -     | -    | -    | -    | 86.9 |
| '94 | 68.2 | 87.7 | 81.4 | 93.2  | 81.6  | -    | -     | -     | 99.9  | 87.8 | -     | -     | -    | -     | 83.3  | 83.5 | -     | -    | -    | -    | 85.2 |
| '95 | 99.4 | 95.5 | 78.4 | 89.3  | 82.6  | -    | -     | -     | 77.4  | 76.4 | 99.6  | -     | -    | -     | 87.9  | 93.9 | -     | -    | -    | -    | 87.7 |
| '96 | 79.0 | 87.3 | 96.2 | 81.4  | 80.0  | -    | -     | -     | 82.6  | 93.2 | 75.0  | 86.1  | -    | -     | 86.9  | 92.8 | -     | -    | -    | -    | 85.5 |
| '97 | 80.8 | 87.2 | 74.2 | 85.0  | 99.7  | 95.1 | -     | -     | 99.8  | 85.1 | 85.0  | 81.3  | -    | -     | 83.6  | 86.0 | -     | -    | -    | -    | 86.6 |
| '98 | 76.5 | 86.1 | 83.6 | 100.0 | 76.8  | 81.6 | 96.4  | -     | 86.7  | 75.1 | 86.4  | 98.1  | -    | -     | 94.3  | 90.7 | 100.0 | -    | -    | -    | 87.1 |
| '99 | 84.7 | 85.3 | 86.9 | 85.0  | 80.9  | 88.5 | 80.0  | 100.0 | 82.7  | 83.3 | 87.6  | 90.0  | -    | -     | 87.2  | 99.9 | 81.6  | -    | -    | -    | 86.2 |
| '00 | 90.6 | 88.9 | 95.6 | 86.3  | 79.6  | 89.3 | 100.0 | 91.5  | 87.6  | 88.3 | 86.2  | 85.3  | -    | -     | 88.1  | 83.5 | 88.0  | 82.3 | -    | -    | 88.2 |
| '01 | 93.0 | 87.3 | 90.0 | 90.5  | 81.7  | 93.5 | 83.5  | 92.6  | 100.0 | 88.2 | 100.0 | 84.8  | -    | -     | 85.5  | 89.6 | 91.6  | 90.0 | -    | -    | 90.1 |
| '02 | 91.3 | 91.1 | 92.1 | 100.0 | 97.5  | 88.2 | 92.3  | 91.0  | 90.0  | 99.8 | 89.5  | 89.2  | 99.2 | 100.0 | 69.1  | 79.2 | 89.4  | 85.1 | -    | -    | 90.0 |
| '03 | 91.1 | 88.0 | 99.2 | 90.9  | 88.2  | 91.5 | 93.3  | 94.3  | 86.8  | 90.7 | 91.0  | 98.9  | 84.8 | 88.2  | 85.0  | 87.7 | 100.0 | 92.3 | -    | -    | 91.2 |
| '04 | 92.6 | 97.9 | 87.6 | 87.4  | 89.8  | 91.2 | 92.8  | 93.5  | 87.6  | 88.5 | 88.9  | 88.7  | 64.5 | 73.4  | 90.7  | 90.0 | 91.0  | 99.1 | 98.0 | -    | 88.8 |
| '05 | 83.4 | 92.2 | 90.0 | 99.3  | 82.9  | 94.1 | 100.0 | 94.2  | 100.0 | 90.0 | 100.0 | 90.4  | 89.9 | 90.2  | 100.0 | 82.4 | 89.1  | 92.3 | 84.6 | 99.1 | 92.1 |
| '06 | 90.1 | 91.1 | 89.2 | 89.3  | 91.3  | 99.4 | 93.7  | 100.0 | 91.7  | 99.5 | 89.0  | 100.0 | 89.7 | 92.1  | 88.7  | 97.1 | 97.1  | 90.6 | 90.5 | 86.1 | 92.8 |
| '07 | 92.2 | 90.0 | 97.1 | 90.9  | 90.07 | 94.1 | 93.1  | 78.3  | 85.9  | 90.4 | 88.9  | 99.6  | 90.8 | 88.4  | 90.7  | 91.0 | 91.3  | 92.6 | 91.6 | 90.9 |      |

[2007년 원자력발전연보]

## 제4절 정비 및 운영관리 현황

### 1. 정비능력의 강화

#### 가. 예방정비의 최적화

2007년도 계획예방정비는 총 762일 동안 18개 호기에서 수행하였으며, 호기별 평균공기는 43.3일이다. 이는 고리 1호기 계속운전을 위한 대규모 설비개선이 포함된 평균이며, 고리 1호기 제외시 호기별 계획예방정비 평균공기는 33.3일로 지난 3년간의 평균실적과 비교시 5.2일을 단축시킨 기록이다.

그 동안 계획예방정비 공기를 최적화하기 위해 2003년부터 시행중인 전사적 자원관리 시스템(ERP)의 동시 사용자 수를 최대화한 통합 Upgrade 공정관리 프로그램과 연계 운영하여 공정관리 인력을 절감시켰으며 아울러 공정의 정확도를 향상시켰다. 또한 원자로 및 터빈 발전기 등 주공정을 최적화하기 위한 24시간 작업체제를 유지하여 야간에도 주간과 동일한 작업효율을 유지함과 동시에 주공정 작업과 병행할 수 있는 공정기법을 개발하였고 정비작업 단계를 분단위로 세분화하여 시간의 손실을 최소화하였다.

최근 세계의 우수 원전 사업자들은 치열한 시장경쟁 체제하에서 원자력의 경쟁력 향상을 위해 계획예방 정비기간을 계속적으로 단축하고 있으며 일부 우수 원전의 경우 지속적인 기술개발, 규제 및 제도개선 노력으로 15 ~ 17일대 정비를 시행하기에 이르렀다. 이와 관련하여 한수원(주)도 해외 원전의 우수 운영사례 및 공정관리 신기법에 대한 벤치마

킹을 지속적으로 시행하고 있다.

20기의 원전 계획예방정비를 2010년부터 평균 10일대로 단축하는 ‘2010 프로젝트’를 수립하여 공정·작업관리 기량 향상, 설비 개선, 발전소 기동·정지 절차 및 화학·노심관리분야 공정개선, 정비기법 선진화, 조직·제도 개선 등을 추진하고 있다. 2005년에는 해외 전문기관을 이용하여 영광 4호기를 대상으로 계획예방정비 준비 및 시행단계의 정비, 운영분야 등 전반에 대한 체제진단을 수행하였다.

또한, 예방정비 최적화를 위하여 예방정비 표준화 기준(PM Template)을 개발하여 예방정비 기준에 따른 상태감시 및 정비직무 ERP 시스템 연계 구축을 시행하고 있다.

2007년에 시행한 호기별 계획예방정비 실적 <표 2-10>을 살펴보면, 고리 1호기 계속운전 관련 설비보강 공사, 고리 4호기 저압터빈 추기배관 신축이음부 교체, 영광 3호기 증기발생기 배수노즐 정비, 영광 6호기 이물질여과기 설치, 월성 1호기 연료관 체적검사, 월성 4호기 바나듐 계측기 교체, 울진 1호기 격납용기 중합누설률시험 및 주변압기 교체, 울진 2호기 저압터빈 동익 정비, 울진 3호기 제어봉 구동코일 교체 등을 수행하여 설비 신뢰성과 안전성 향상을 도모하였다.

또한 취약 및 노후설비에 대한 개선·보강 사업을 체계적으로 수행하고 있으며, 공기 최적화를 위한 설비개선작업의 일환으로 영광 1·2호기 및 울진 4호기 원전연료 취급설비의 성능을 개선하여 연료 취급 속도를 시간당 2다발에서 4~5다발로 향상하였고, 영광 1·2호기 주발전기 및 고압터빈 로터를 교체하여 효율 개선을 도모하였다.

## 나. 정비체제의 선진화

선진국형 정비체제 확립과 효율성 제고를 통한 설비의 최적운동을 도모하기 위하여 발전소별로 우수인력을 선발하여 엔지니어링 조직을 확대 구성하였고, 해외 우수원전 및 제작사에 장기 파견하여 핵심 시스템 엔지니어로 육성해 나가는 등 글로벌 핵심 전문 기술인력을 지속적으로 양성하고 있다.

원전설비를 자체적으로 검사할 수 있도록 장비 확보 및 교육을 시행하여 원자로헤드 관통관 검사를 자체 수행함으로써 검사 신뢰도 및 기술력을 향상시켰으며 원전 가동중 검사에서 수행되는 비파괴검사 중, 안전관련 설비에 대한 초음파 탐상검사와 증기발생기 세관에 대한 와전류탐상검사에 대한 기량검증 제도가 과학기술부(현 교육과학기술부) 고시에 따라 시행됨에 따라 검사자, 검사절차서, 검사장비에 대한 강화된 검증을 통해 검사 신뢰도를 더욱 향상시키게 되었다. 또한 원전설비 기술력 향상을 위한 연구개발을 지속적으로 추진하고 있으며 증기발생기 통합성능 관리기술, 공기구동밸브 설계기준 성능평가기술, 감속배관 관리기술 등을 현재 추진 중에 있다.

국제 유가의 상승과 기후변화협약의 발효로 원자력발전의 필요성이 증대되고 있는 가운데 정비체제의 선진화를 통해 원전의 안전성과 정비 신뢰도를 향상시켜 발전소 고장정지를 최소화하고 우수한 운영실적을 달성함으로써 대국민 신뢰도를 향상시키고 안전한 원전운영에 크게 기여하였다.

〈표 2-10〉 호기별 계획예방정비 실적 (2007년)

| 호기    | 회차 | 일정                 | 공기    | 주요작업항목                                                                                                                           |
|-------|----|--------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 고리 #1 | 25 | '07.6.9~'08.1.9    | 214.1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계속운전관련 설비보강</li> <li>○ CVILRT</li> <li>○ 안전등급계통 30년차 수압시험</li> </ul>                    |
| 고리 #2 | 21 | '07.4.9~'07.5.3    | 24.6  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ SG ECT(100%) 및 세관정비</li> <li>○ 노내핵계측계통 열전대 설비보강</li> </ul>                              |
| 고리 #4 | 17 | '07.6.30~'07.8.1   | 32.4  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저압터빈 추기배관 신축이음부 교체</li> <li>○ SG 2차측 상부 슬러지 제거(세정)</li> <li>○ 고압터빈 고정익 개선 교체</li> </ul> |
| 영광 #1 | 17 | '07.9.15~'07.10.26 | 42.0  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주발전기, AVR 및 변압기 교체</li> <li>○ 고압터빈 로터 교체</li> </ul>                                     |
| 영광 #2 | 16 | '07.4.7~'07.5.27   | 50.5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연료 이송설비 개선</li> <li>○ 주발전기, AVR 및 변압기 교체</li> </ul>                                     |
| 영광 #3 | 10 | '07.5.24~'07.6.28  | 35.5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가압기 전열기(32개) 교체</li> <li>○ 저압터빈 A/C 완전분해점검</li> </ul>                                   |
| 영광 #4 | 9  | '07.1.4~'07.2.13   | 40.6  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ RCP 내장품 점검 및 전동기교체</li> <li>○ 가압기 전열기(18개) 교체</li> <li>○ 원자로상부 MUT</li> </ul>           |
| 영광 #6 | 4  | '07.6.16~'07.7.19  | 33.5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 복수기 전단 이물질 여과기 설치</li> <li>○ 고압터빈, 주발전기 완전분해점검</li> </ul>                               |
| 월성 #1 | 20 | '07.11.30~'08.1.17 | 47.5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연료관 체적검사 11개관</li> <li>○ 연료관 탁본 2개관</li> </ul>                                          |
| 월성 #2 | 8  | '07.3.3~'07.4.6    | 33.8  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저압터빈#2 분해점검</li> <li>○ 연료관 체적검사 6CH 수행</li> </ul>                                       |
| 월성 #3 | 7  | '07.5.4~'07.5.24   | 19.9  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 살수 탱크 청소</li> <li>○ 저압터빈 #3 완전분해점검</li> <li>○ 증기발생기 #1 · 3 세관 ECT</li> </ul>            |
| 월성 #4 | 6  | '07.1.13~'07.2.5   | 23.3  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저압터빈 #3 완전분해점검</li> <li>○ 증기발생기 #1 · 3 세관 ECT</li> <li>○ 원자로 바나듐 계측기 교체</li> </ul>      |

| 호기    | 회차 | 일정                  | 공기   | 주요작업항목                                                                                                                                |
|-------|----|---------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 울진 #1 | 15 | '07.9.8~'07.10.20   | 42.2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ILRT/SIT</li> <li>○ RCP 001PO 회전체 교체</li> <li>○ MSR, 변압기 교체(주공정)</li> </ul>                  |
| 울진 #2 | 14 | '07.4.30~'07.5.31   | 31.6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원자로하부 MUT/원자로내부 육안검사(VT)</li> <li>○ LP #1 2단 동익 정비 및 #2 완전분해 점검</li> <li>○ MSR 교체</li> </ul> |
| 울진 #3 | 7  | '07.2.6~'07.3.11    | 32.9 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고압터빈 완전분해점검</li> <li>○ 제어봉 구동코일 및 RSPT 교체</li> <li>○ 연료취급설비 성능개선</li> </ul>                  |
| 울진 #4 | 7  | '07.10.6~'07.11.3   | 27.9 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고압터빈 완전분해점검</li> <li>○ 제어봉 교체 (65EA)</li> <li>○ 연료취급설비 성능개선</li> </ul>                       |
| 울진 #5 | 3  | '07.11.16~'07.12.12 | 26.4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 노내핵계측기 교체</li> <li>○ 저압터빈 "B" 완전분해점검</li> <li>○ 노내핵계측기 교체</li> </ul>                         |
| 울진 #6 | 2  | '07.5.31~'07.6.28   | 28.7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Rx 상부 MUT/원자로내부 육안검사</li> <li>○ 저압터빈 "C" 완전분해점검</li> <li>○ RCS 배수밸브 정비</li> </ul>            |

[2007년 원자력발전연보]

## 2. 교육훈련 강화

국내 원자력발전소의 효율적인 운영과 안전성 확보, 원자력사업의 지속적인 발전을 위해서는 유능한 기술인력의 확보가 필수 불가결한 과제임을 일찍부터 인식한 한수원(주)은 전문인력 양성과 이를 통한 안전문화 정착에 중점을 두고 많은 노력과 투자를 해오고 있다.

원자력에 대한 기초에서부터 고급분야에 이르는 교육과정을 통해 전문인력을 양성하기 위한 원자력교육원을 설립하였고, 이후 각 사업소에

는 사업소별 특정 부문의 훈련을 위한 교육훈련센터를 설립하여 교육체계 및 과정을 현장중심으로 세분화 및 전문화하였으며, 교육시설의 현대화 및 발전소 종사자의 직무분석을 통한 교육훈련 프로그램 개편으로 직무 전문성 향상과 현장 문제해결 중심의 교육으로 개선하였고, 인적 실수 방지 및 운전기술 고도화 등 전문교육과정을 중장기 교육 프로그램에 반영하여 시행하고 있다.

### 가. 교육체계

원자력분야의 교육체계를 살펴보면, 신입사원의 경우 입사 후 원자력 전문 교육기관인 원자력교육원에서 2주간의 신입사원 입문교육을 받은 후 10주간의 원자로 기초이론 및 원자력발전소 계통기초에 대한 전반적인 교육을 이수하게 되며, 이어서 사업소에서 11 ~ 15주간의 현장적응훈련과 5주간의 해당 노형별 계통교육 등 총 30 ~ 34주 교육을 마친 후 보직을 받고 업무에 임하게 된다.

운전·정비 등 기술분야의 기술능력을 향상시키기 위하여 보직 후에도 업무 수행중 각 보직에 필요한 실무과정, 전문과정, 간부과정 등을 단계적으로 이수하도록 사내교육을 시행하고 핵심 및 취약분야 기술 습득을 위해 해외 및 국내 제작기관과 우수원전에 파견, 위탁교육을 시행하고 있다.

### 나. 원자력교육원 교육

1977년 7월, 원자력 전문기술인력 양성이라는 중요한 역할을 수행키

위해 설립된 한수원(주) 「원자력교육원」의 교육과정은 기본과정, 실무과정, 전문과정, 간부과정으로 분류된다. 이를 세분화하여 설명하면, 기본과정은 신입직원을 대상으로 한 원자력이론 및 계통기초 과정을 말하며, 실무과정은 운전·정비요원을 대상으로 기술·정비 등 기술분야 능력향상을 위한 과정이고 분야별 전문가를 양성하기 위해 전문과정 교육이 시행된다. 그리고 간부과정은 관리자를 대상으로 한 교육과정이다.

각 사업소 교육훈련센터(영광, 울진, 월성)에서는 원자력교육원 교육과정을 위임받아 운영중이며, 또한 사업소 특성에 맞는 특수교육과정을 운영하고 있다. 특히 각 사업소에는 해당원전과 동일한 원자로 모의제어반을 도입하여 그 동안 해외에서 양성되던 원전 운전원을 국내에서 모두 양성하고 있으며, 일반적인 해외교육 계약에서 탈피하여 핵심기술만을 중점적으로 습득하는 체제로 전환하여 교육훈련의 강도를 높이고 있다. 그 외 원자력발전소 정비업무를 전담하고 있는 한전기공(주)의 정비요원을 대상으로 하는 교육과정과 국내원전 관련업체 및 해외 원전 개발국 기술자 양성을 위해 다수의 수탁 교육과정을 운영 중에 있다.

## 다. 국내 위탁교육 및 해외훈련

원자력발전소 운영요원들의 자질향상을 위하여 원자력교육원을 통한 자체교육은 물론 한국원자력연구소와 산업기술협회 등 국내 전문교육기관을 이용한 실무개발 교육과 한전원전연료, 두산중공업 등 국내 전문 제작 및 설계회사에 위탁하여 교육을 시행 중에 있다.

또한, 전문기술 향상, 선진기술의 습득, 신규원전의 운영요원 및 특수

분야 전문인력 양성을 위하여 원자로 제작사 등 해외 전문기관 위탁 해외 훈련을 지속적으로 실시하고 있으며, 해외우수원전의 운영기술을 벤치마킹하여 국내원전에 반영함으로써 국내원전의 안전성과 신뢰성을 더욱 확고히 하고 있다.

〈표 2-11〉 교육훈련 실적

(단위 : 명, 2007.12.31 현재)

| 구분 \ 년도                  |      | '77-'98 | '99   | '00   | '01   | '02   | '03   | '04    | '05    | '06    | '07    | 계       |
|--------------------------|------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 사내<br>교육<br>(원자력<br>교육원) | 기본과정 | 8,545   | 128   | 43    | 575   | 823   | 2,920 | 2,133  | 1,110  | 816    | 1,799  | 18,892  |
|                          | 개발과정 | 21,148  | 2,666 | 3,106 | 3,108 | 3,119 | 3,275 | 3,910  | 5,416  | 6,276  | 5,585  | 57,609  |
|                          | 특수과정 | 8,093   | 779   | 895   | 821   | 786   | 1,190 | 829    | 535    | 841    | 856    | 15,625  |
|                          | 수탁과정 | 2,145   | 237   | 269   | 273   | 161   | 136   | 288    | 344    | 447    | 397    | 4,697   |
|                          | 소 계  | 39,931  | 3,810 | 4,313 | 4,777 | 4,889 | 7,521 | 7,160  | 7,405  | 8,380  | 8,637  | 96,823  |
| 국내위탁교육                   |      | 4,943   | 377   | 422   | 664   | 1,307 | 2,243 | 2,864  | 2,592  | 3,256  | 3,461  | 22,129  |
| 해 외 훈 련                  |      | 1,175   | 9     | 23    | 24    | 62    | 130   | 341    | 462    | 546    | 427    | 3,199   |
| 계                        |      | 46,049  | 4,196 | 4,758 | 5,465 | 6,258 | 9,894 | 10,365 | 10,459 | 12,182 | 12,525 | 122,151 |

〈표 2-12〉 원전 모의제어반 현황

| 구분 \ 제어반 | 모의제어반Ⅰ                          | 모의제어반Ⅱ                            | 모의제어반Ⅲ                            | 모의제어반Ⅳ                             | 모의제어반Ⅴ                           | 모의제어반Ⅵ                             | 모의제어반Ⅶ                            |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 대상발전소    | 고리 #1·2                         | 고리 #3·4                           | 울진 #1·2                           | 영광 #3·4·5·6                        | 월성 #1·2·3·4                      | 울진 #3·4·5·6                        | 영광 #1·2                           |
| 제 작 사    | 삼성, 현대                          | 웨스팅 하우스                           | 프랑스 톰슨사                           | 삼성, 현대                             | CAE사                             | 삼성, KOPEC                          | 웨스팅 하우스                           |
| 기준발전소    | 고리 #2<br>PWR<br>2 Loop<br>650MW | 고리 #3·4<br>PWR<br>3 Loop<br>950MW | 울진 #1·2<br>PWR<br>3 Loop<br>950MW | 영광 #3·4<br>PWR<br>2 Loop<br>1000MW | 월성 #2<br>PHWR<br>2 Loop<br>713MW | 울진 #3·4<br>PWR<br>2 Loop<br>1000MW | 영광 #1·2<br>PWR<br>3 Loop<br>950MW |
| 준공일자     | '98년 7월                         | '86년 12월                          | '90년 2월                           | '97년 4월                            | '96년 12월                         | '02년 10월                           | '06년 9월                           |
| 설치장소     | 원자력 교육원                         | 원자력 교육원                           | 울진 훈련센터                           | 영광 훈련센터                            | 월성 훈련센터                          | 울진 훈련센터                            | 영광 훈련센터                           |

## 제5절 고장정지 및 한주기 무고장 안전운전 현황

### 1. 고장정지

고장정지는 1년 동안 정상 운전중 기기고장 또는 인적요인에 의해 발전소가 불시 정지한 건수를 의미하는데, 안전성과 전기품질 확보 측면에서 원전의 운영관리 수준을 나타내는 지표이다.

<표 2-13> ‘2007년도 국내 원자력발전소 고장정지 현황’에 나타난 바와 같이 2007년도 가동원전 20기에서 모두 12건의 고장정지가 발생하여 호기당 연평균 고장정지율은 0.6건을 기록하였다. 원자력발전의 초기단계인 1980년대 중반까지는 호기당 연평균 5건 이상의 높은 고장정지율을 보였으나, 1990년대 들어서부터는 운영경험과 관련 기술의 축적으로 호기 당 1건 내외로 안정되었으며 1998년 이후 연간 호기당 1회에도 미치지 않는 우수한 실적을 보이고 있다.

이와 같이 원자력발전소의 안전운전을 위해서는 설비의 신뢰성과 함께 그 설비를 운영하는 운영인력의 우수성 또한 절대적으로 중요하다. 따라서 인적실수 제로화를 목표로 작은 일에도 항상 최선을 다하는 원전 종사자의 근무자세는 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 고장정지를 감소시키고 운영실적 향상을 위하여 국내 각 원전에서는 국내·외 인적요소와 관련된 고장 및 정지사례를 집중 분석한 후 국내 원전의 운전 및 정비업무에 적용하고, 인적실수(Incident) 및 사고근접사례(Near Miss) 경험 발표회를 통해 유사사례의 재발방지를 위해서도 적극 노력하고 있다. 또한, 국내원전 간 교차기술지원(Peer Review)을 통해 취약

분야의 도출 및 개선, 우수사례를 상호 전파하는 등 유사사례의 재발방지에 심혈을 기울이고 있다.

고장정지와 관련된 취약설비 개선과 설비 신뢰도 향상에도 많은 노력을 했다. 고장정지 관련 주요 기기와 고장빈발가능 기기에 대한 체계적인 관리와 주요회로의 다중화, 주요 전자회로 패널의 운전환경 개선 그리고 비정상 신호를 유발할 가능성이 있는 부품에 대해서는 일정기간 사용 후 교체 등 설비의 안전성과 신뢰성 확보에 많은 노력을 기울여 왔다. 그 외에 발전소 각 분야별로 교차기술지원을 시행하고 각 계절에 따라 발생하는 해양생물 유입, 태풍, 호우, 폭한, 혹서 등 자연재해에 대비한 체계적인 설비 안전점검 등 발전정지 예방을 위해 최선을 다 한 결과, 고장 정지율을 획기적으로 감소시킬 수 있게 되었다.

〈표 2-13〉 2007년 국내 원자력발전소 고장정지 현황

| 호 기   | 정지일시        | 재개일시        | 정 지 내 용                |
|-------|-------------|-------------|------------------------|
| 울진 #5 | 1. 5 18:06  | 1.16 08:35  | 발전소 제어계통 전원 공급기 비정상 동작 |
| 월성 #1 | 2. 7 15:00  | 2.10 04:08  | 터빈 조속기 제어유 누유          |
| 영광 #1 | 2.18 18:41  | 3.28 05:03  | 발전기 고정자 지락계전기 동작       |
| 고리 #2 | 5.16 12:11  | 5.21 23:25  | 소내전원 케이블 누전            |
| 고리 #4 | 6.15 15:33  | 6.16 07:22  | 터빈 제어유계통 플랜지 누설        |
| 영광 #2 | 6.21 16:20  | 6.23 01:03  | 터빈 증기제어밸브 카드 오동작       |
| 울진 #4 | 6.21 16:56  | 6.23 08:52  | 발전기 보호계전기 동작           |
| 울진 #2 | 7. 4 00:12  | 7. 5 01:05  | 주변압기 보호신호 발생           |
| 울진 #2 | 9.10 19:58  | 9.12 03:56  | 주급수 펌프 정지              |
| 영광 #5 | 11.22 10:27 | 11.23 21:57 | 주증기 격리밸브 닫힘            |
| 고리 #2 | 11.26 15:14 | 12.02 23:52 | 습분분리재열기 압력 보호판 파열      |
| 울진 #4 | 11.28 12:55 | 11.29 03:32 | 습분분리재열기 배수밸브 고장        |

[2007년 원자력발전연보]

〈표 2-14〉 국내 원자력발전소 고장정지 현황

(단위: 건)

| 연도  | 고 리 |    |    |    | 월 성 |    |    |    | 영 광 |    |    |    |    |    | 울 진 |    |    |    |    |    | 계   | 합계   |
|-----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|------|
|     | #1  | #2 | #3 | #4 | #1  | #2 | #3 | #4 | #1  | #2 | #3 | #4 | #5 | #6 | #1  | #2 | #3 | #4 | #5 | #6 |     |      |
| '78 | 17  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 17  | 17   |
| '79 | 13  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 13  | 13   |
| '80 | 8   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 8   | 8    |
| '81 | 7   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 7   | 7    |
| '82 | 4   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 4   | 4    |
| '83 | 9   | 5  | -  | -  | 4   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 18  | 6    |
| '84 | 7   | 5  | -  | -  | 4   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 16  | 5.3  |
| '85 | 8   | 15 | 4  | -  | 3   | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 30  | 7.5  |
| '86 | 4   | 4  | 9  | 4  | 5   | -  | -  | -  | 7   | -  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 33  | 5.5  |
| '87 | 3   | 5  | 5  | 4  | 1   | -  | -  | -  | 5   | 3  | -  | -  | -  | -  | -   | -  | -  | -  | -  | -  | 26  | 3.7  |
| '88 | 1   | 0  | 1  | 3  | 2   | -  | -  | -  | 2   | 2  | -  | -  | -  | -  | 2   | -  | -  | -  | -  | -  | 13  | 1.6  |
| '89 | 3   | 3  | 0  | 1  | 2   | -  | -  | -  | 1   | 2  | -  | -  | -  | -  | 0   | 1  | -  | -  | -  | -  | 13  | 1.4  |
| '90 | 2   | 0  | 3  | 3  | 1   | -  | -  | -  | 2   | 1  | -  | -  | -  | -  | 3   | 3  | -  | -  | -  | -  | 18  | 2.0  |
| '91 | 11  | 1  | 0  | 2  | 3   | -  | -  | -  | 1   | 2  | -  | -  | -  | -  | 3   | 1  | -  | -  | -  | -  | 24  | 2.7  |
| '92 | 4   | 1  | 0  | 4  | 1   | -  | -  | -  | 1   | 3  | -  | -  | -  | -  | 1   | 0  | -  | -  | -  | -  | 15  | 1.7  |
| '93 | 1   | 2  | 3  | 3  | 1   | -  | -  | -  | 0   | 2  | -  | -  | -  | -  | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  | 14  | 1.6  |
| '94 | 1   | 1  | 0  | 1  | 3   | -  | -  | -  | 1   | 0  | -  | -  | -  | -  | 0   | 1  | -  | -  | -  | -  | 8   | 0.9  |
| '95 | 1   | 2  | 1  | 0  | 0   | -  | -  | -  | 1   | 1  | 3  | -  | -  | -  | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  | 11  | 1.1  |
| '96 | 0   | 1  | 0  | 0  | 0   | -  | -  | -  | 1   | 0  | 1  | 4  | -  | -  | 2   | 1  | -  | -  | -  | -  | 10  | 0.9  |
| '97 | 0   | 0  | 0  | 0  | 1   | 4  | -  | -  | 1   | 1  | 1  | 3  | -  | -  | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  | 13  | 1.1  |
| '98 | 0   | 2  | 1  | 0  | 0   | 0  | 3  | -  | 0   | 0  | 0  | 0  | -  | -  | 0   | 0  | 0  | -  | -  | -  | 6   | 0.4  |
| '99 | 1   | 0  | 1  | 0  | 0   | 1  | 0  | 0  | 1   | 3  | 3  | 1  | -  | -  | 1   | 0  | 1  | -  | -  | -  | 13  | 0.9  |
| '00 | 0   | 0  | 1  | 1  | 0   | 0  | 0  | 1  | 0   | 1  | 1  | 1  | -  | -  | 0   | 0  | 1  | 1  | -  | -  | 8   | 0.5  |
| '01 | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 1  | 1  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | -  | -  | 2   | 3  | 0  | 1  | -  | -  | 8   | 0.5  |
| '02 | 1   | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 3   | 0  | 0  | 1  | -  | -  | 8   | 0.4  |
| '03 | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 1  | 1  | 1  | 3   | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0   | 1  | 0  | 1  | -  | -  | 11  | 0.6  |
| '04 | 1   | 0  | 0  | 1  | 1   | 0  | 0  | 0  | 0   | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0   | 1  | 0  | 3  | 1  | -  | 12  | 0.6  |
| '05 | 0   | 1  | 0  | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  | 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0   | 0  | 3  | 0  | 2  | 1  | 10  | 0.5  |
| '06 | 0   | 0  | 1  | 0  | 1   | 1  | 0  | 0  | 0   | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1   | 0  | 3  | 1  | 0  | 1  | 11  | 0.55 |
| '07 | 0   | 2  | 0  | 1  | 1   | 0  | 0  | 0  | 1   | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0   | 2  | 0  | 2  | 1  | 0  | 12  | 0.6  |
| 누계  | 107 | 48 | 30 | 28 | 34  | 8  | 5  | 2  | 28  | 24 | 12 | 10 | 3  | 2  | 21  | 15 | 8  | 8  | 3  | 2  | 398 | -    |

[2007년 원자력발전연보]

## 2. 한주기 무고장 안전운전

한주기 무고장 안전운전이란 연료교체 후 다음 연료교체 시기까지 발전정지 없이 연속운전하는 것을 의미하며 OCTF(One Cycle Trouble Free)라고 부르는데 원전의 운전·정비·관리 등 모든 분야에서 우수한 능력을 직접적으로 보여주는 지표이다.

2007년도에는 20기의 가동원전 중 고리 1·2 및 월성 4, 영광 4·6 울진 1·6호기 등 7기 원전에서 한주기 무고장 안전운전을 달성하였다. 이로써 2007년 말까지 국내 원전이 달성한 한주기 무고장 안전운전은 1988년 고리 3호기를 시작으로 총 67회에 이르고 있다.

〈표 2-15〉 국내 원자력발전소 『한주기 무고장 안전운전』 달성 현황

| 호기 \ 구분 | 달성횟수 | 연속 운전일 | 연속 운전기간               |
|---------|------|--------|-----------------------|
| 고리 #1   | 7    | 365    | '96. 3.31 ~ '97. 3.30 |
|         |      | 377    | '97. 6. 8 ~ '98. 6.19 |
|         |      | 365    | '98. 9. 6 ~ '99. 9. 5 |
|         |      | 364    | '00.11.18 ~ '01.11.16 |
|         |      | 364    | '03. 2.28 ~ '04. 2.26 |
|         |      | 361    | '05. 5.10 ~ '06. 5. 5 |
|         |      | 365    | '06. 6.10 ~ '07. 6. 9 |
| 고리 #2   | 6    | 387    | '90. 3.24 ~ '91. 4.14 |
|         |      | 303    | '97. 4. 6 ~ '98. 2. 2 |
|         |      | 339    | '00. 6.23 ~ '01. 5.27 |
|         |      | 409    | '01. 7.12 ~ '02. 8.24 |
|         |      | 403    | '03.11.18 ~ '04.12.24 |
|         |      | 377    | '06. 3.29 ~ '07. 4. 9 |

| 호기\구분 | 달성횟수 | 연속 운전일 | 연속 운전기간               |
|-------|------|--------|-----------------------|
| 고리 #3 | 6    | 304    | 87.12.10 ~ '88.10. 9  |
|       |      | 307    | '92. 2.18 ~ '92.12.21 |
|       |      | 407    | '97. 4. 5 ~ '98. 5.16 |
|       |      | 497    | '01. 4.24 ~ '02. 9. 2 |
|       |      | 475    | '02. 9.30 ~ '04. 1.17 |
|       |      | 473    | '04. 3. 5 ~ '05. 6.20 |
| 고리 #4 | 6    | 423    | '95. 2. 8 ~ '96. 4. 5 |
|       |      | 460    | '96. 6.12 ~ '97. 9.14 |
|       |      | 446    | '97.11. 7 ~ '99. 1.26 |
|       |      | 445    | '00. 9. 2 ~ '01.11.20 |
|       |      | 461    | '01.12.24 ~ '03. 3.29 |
|       |      | 493    | '03. 4.28 ~ '04. 9. 1 |
| 월성 #1 | 5    | 332    | '98. 3.26 ~ '99. 2.20 |
|       |      | 331    | '99. 5. 1 ~ '00. 3.26 |
|       |      | 455    | '00. 6. 8 ~ '01. 9. 5 |
|       |      | 418    | '03. 3.15 ~ '04. 5. 5 |
|       |      | 383    | '05.10.21 ~ '06.11. 7 |
| 월성 #2 | 1    | 428    | '04. 9.25 ~ '05.11.26 |
| 월성 #3 | 2    | 454    | '99.12. 4 ~ '01. 3. 1 |
|       |      | 414    | '04.12.18 ~ '06. 2. 4 |
| 월성 #4 | 4    | 429    | '01. 1.28 ~ '02. 4. 1 |
|       |      | 382    | '03. 7. 1 ~ '04. 7.16 |
|       |      | 433    | '04. 8. 9 ~ '05.10.15 |
|       |      | 435    | '05.11. 5 ~ '07. 1.13 |
| 영광 #1 | 3    | 395    | '92.10. 8 ~ '93.11. 5 |
|       |      | 432    | '00.11.28 ~ '02. 2. 2 |
|       |      | 476    | '03. 6.17 ~ '04.10. 4 |
| 영광 #2 | 2    | 458    | '01.10.17 ~ '03. 1.17 |
|       |      | 465    | '03. 2.20 ~ '04. 5.29 |
| 영광 #3 | 4    | 366    | '97. 3.31 ~ '98. 3.31 |
|       |      | 475    | '00.11.19 ~ '02. 3. 8 |
|       |      | 407    | '02. 4.15 ~ '03. 5.26 |
|       |      | 422    | '04.11.10 ~ '06. 1. 5 |

| 구분<br>호기 | 달성횟수 | 연속 운전일 | 연속 운전기간               |
|----------|------|--------|-----------------------|
| 영광 #4    | 5    | 387    | '97.12. 3 ~ '98.12.24 |
|          |      | 396    | '00. 4. 3 ~ '01. 5. 3 |
|          |      | 474    | '01. 6.28 ~ '02.10.14 |
|          |      | 468    | '04. 6.28 ~ '05. 8.25 |
|          |      | 463    | '05. 9.29 ~ '07. 1. 4 |
| 영광 #6    | 2    | 331    | '02.12.24 ~ '03.11.19 |
|          |      | 444    | '06. 3.29 ~ '07. 6.16 |
| 울진 #1    | 4    | 310    | '92. 4. 8 ~ '93. 2.11 |
|          |      | 382    | '94. 3. 7 ~ '95. 3.23 |
|          |      | 498    | '03. 6. 9 ~ '04.10.18 |
|          |      | 484    | '06. 5.13 ~ '07. 9. 8 |
| 울진 #2    | 4    | 333    | '91.12. 5 ~ '92.11. 1 |
|          |      | 296    | '92.12.16 ~ '93.10. 7 |
|          |      | 441    | '97. 6. 9 ~ '98. 8.23 |
|          |      | 463    | '98. 9.25 ~ '99.12.31 |
| 울진 #3    | 3    | 358    | '00. 7. 8 ~ '01. 6.30 |
|          |      | 482    | '01. 7.30 ~ '02.11.23 |
|          |      | 466    | '03. 1. 1 ~ '04. 4.10 |
| 울진 #4    | 1    | 472    | '05. 2. 5 ~ '06. 5.22 |
| 울진 #5    | 1    | 400    | '05. 8. 7 ~ '06. 9.10 |
| 울진 #6    | 1    | 386    | '06. 5.11 ~ '07. 5.31 |
| 계        | 67   | -      | -                     |

[2007년 원자력발전연보]

〈표 2-16〉 국내 원자력발전소 연도별 『한주기 무고장 안전운전』 현황

| 구분 연도         | '88 | '90 | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 기동 원전         | 8   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 10  | 11  | 12  | 14  | 16  | 16  | 16  | 18  | 18  | 19  | 20  | 20  | 20  |
| 한주기<br>무고장 운전 | 1   | 0   | 1   | 2   | 3   | 0   | 1   | 1   | 2   | 6   | 4   | 1   | 7   | 7   | 4   | 10  | 4   | 6   | 7   |

[2007년 원자력발전연보]

## 제3장 원자력발전소 건설

한국수력원자력(주) 사업처 사업총괄팀장 이상돈

### 제1절 원전건설 현황

#### 1. 개 요

2007년 말 현재 우리나라는 6기의 원전을 건설중이며 2기의 원전이 건설 준비중에 있다. 건설중인 원전으로는 한국표준형원전(OPR1000)의 건설 및 운영경험을 반영하여 경제성과 운전보수성을 향상시킨 개선형 한국표준형원전으로 건설되는 신고리 1·2호기 및 신월성 1·2호기를 비롯하여 기존 원전 대비 안전성과 경제성이 증진된 대용량 신형원전으로 개발한 신형경수로1400(APR1400)으로 건설되는 신고리 3·4호기가 있다. 신울진 1·2호기(APR1400)는 2009년중 착공예정으로 건설준비중에 있다.

신고리 1·2호기는 2005년 1월 15일 전원개발사업실시계획이 승인·고시됨에 따라 2005년 1월 17일 부지정지공사를 착수하였고, 2005년 10월 1호기 기초굴착공사를 착수하였으며, 2006년 6월 16일에 최초 콘크리트타설을 시작으로 본격적인 구조물 공사에 돌입하여 2008년 3월말 현재 1호기 원자로용기 설치를 완료하고 구조물 공사를 진행하고 있다.

신월성 1·2호기는 2005년 9월 30일 정부의 전원개발사업실시계획

승인에 따라 2005년 10월 1일 부지정지공사를 착수하였고, 2007년 11월 20일 최초 콘크리트타설을 하였으며, 현재 부지정지공사 및 본관기 초굴착공사 중에 있다.

또한, 최초 신형경수로1400(APR1400)으로 건설중인 신고리 3·4호기가 2007년 3월에 주설비 시공계약을 현대건설(주)·두산중공업(주)·SK건설(주) 공동수급체와 체결하였고, 2007년 9월 13일 전원개발사업실시계획이 승인·고시됨에 따라 현재 부지정지공사를 진행중에 있다.

2010년대 후반 전력공급을 위하여 건설되는 신울진 1·2호기는 2005년 6월 건설기본계획을 확정, 사업을 착수하였고, 2005년 12월에는 사업추진세부계획을 수립하였으며, 2007년 12월에는 종합설계용역·NSSS 초기분 공급계약을 체결하는 등 건설 착수 전 준비업무에 만전을 기하고 있다.

〈표 2-17〉 건설중 및 건설준비중 원전 준공일정

| 건 설 중  |        |        |        |        |        | 건설 준비중 |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 신고리 #1 | 신고리 #2 | 신월성 #1 | 신월성 #2 | 신고리 #3 | 신고리 #4 | 신울진 #1 | 신울진 #2 |
| '10.12 | '11.12 | '12.3  | '13.1  | '13.9  | '14.9  | '15.12 | '16.12 |

※ 제3차 전력수급기본계획 기준

신규원전의 입지로는 고리원전 인근 효암·비학 지역과 신암리 지역에 8기를 건설할 수 있는 부지를 각각 1997년과 2000년에 전원개발사업 예정구역으로 지정·고시하여 현재 신고리 1·2호기와 신고리 3·4호기가 건설중에 있다. 또한, 2002년 5월 울진원전 인근 덕천리 지역에

4개 호기를 건설할 수 있는 부지를 전원개발사업 예정구역으로 지정·고시하여 현재 신울진 1·2호기를 건설 준비중에 있다. 한편 1995년 7월 월성원전 인근 봉길리에 4기를 수용할 수 있는 부지를 지정·고시하였으나 동 부지의 일부가 2005년 11월 방폐물처분장 선정 주민투표 결과로 2006년 1월 방폐물처분장 예정지역으로 지정·고시됨에 따라 2개호기 부지로 축소되어 현재 신월성 1·2호기가 건설중에 있다.

## 2. 신고리 1·2호기

신고리 1·2호기는 부산광역시 기장군 장안읍 효암리 및 울산광역시 울주군 서생면 신암리, 현 고리원자력본부 인접 부지에 건설되는 설비용량 1,000MW급 개선형 한국표준형원전이다.

2000년 1월 정부가 확정 공고한 「제5차 장기전력수급계획」에 의거 발전소 건설계획에 반영된 신고리 1·2호기는 2000년 8월 건설기본계획을 확정하였고, 2002년 8월에는 두산중공업(주)과 원자로설비 및 터빈·발전기 공급계약을 체결하였으며, 동시에 한국전력기술(주)과도 종합설계용역 계약을 체결하였다. 또한, 2003년 6월 주설비공사의 시공계약을 현대건설(주)·대림산업(주)·SK건설(주)의 공동수급체와 체결함으로써 사업추진을 위한 중요한 사업체제가 완성되었다.

신고리 1·2호기는 당초 2008년 9월과 2009년 9월 준공을 목표로 사업을 추진하여 왔으나, 원전건설사업 제반 여건 변화로 전원개발사업 실시계획 승인이 계획보다 지연되어 2005년 1월 승인·고시되었으며, 2006년 12월 공고된 제3차 전력수급기본계획에 따라 각각 2010년 12

월 및 2011년 12월로 준공일정을 변경하여 추진 중에 있다. 신고리 1·2호기는 2005년 1월 부지정지공사를 착수하였으며, 2005년 7월 1일 건설허가를 취득, 2005년 10월 14일 1호기 원자로가 설치될 지점에 대한 기초굴착공사를 착수하였고 2006년 6월 16일에 1호기 최초 콘크리트를 타설, 2007년 11월 28일에 1호기 원자로건물 격납철판 외벽15단을 설치완료하였고, 각 건물별 구조물 작업을 수행 중에 있으며 2008년 3월말 원자로용기를 설치하는 등 공사를 활발히 진행하고 있다. 2호기는 2007년 6월 5일에 최초 콘크리트를 타설, 2007년 12월 24일에 원자로건물 격납건물철판 3, 4단 설치를 완료하였고 2009년 4월 원자로용기 설치를 목표로 공사를 진행하고 있다.



〈그림2-5〉 신고리 1·2호기 공사현장 전경('08. 3)

신고리 1·2호기는 한국표준형원전을 참조발전소로 한수원의 30여년 원전건설 및 운영경험과 설계사인 한국전력기술(주)의 설계경험을 토대로 3년간의 한국표준형원전 설계개선 1·2단계 사업을 통해 일체형원자로상부구조물, 복합건물 등 97개의 개선사항이 반영된 개선형

한국표준형원전으로서 기존원전 대비 안전성과 경제성의 향상은 물론, 원전 종사자의 운전 편의성과 방사선피폭 저감을 도모하는 한편 합성구조물공법과 원자로냉각재계의 자동융접 등 신공법 적용 등을 통하여 국내 원전중 최단기간의 공기로 추진될 예정이다.

특히, 이러한 설계 최적화외에도 전사적자원관리시스템(ERP)을 건설에 적용하여 건설에 필요한 모든 자원을 실시간 관리하는 선진화된 업무 프로세스를 통하여 원전건설의 궁극적인 목표인 설비의 신뢰성과 안전성 확보를 추구할 계획이다. 또한, 신고리 1·2호기의 기기냉각용 해수의 배수형식을 국내원전으로는 처음으로 심층배수방식으로 도입하여 온배수에 의한 영향을 최소화하는 등 환경친화적인 발전소를 건설할 계획이다.

2010년대 초반의 전력수요에 대비할 신고리 1·2호기는 건설 및 운전시 현지주민을 우선 채용토록 하고 소규모 부대공사에 대해서는 지역업체의 참여를 확대하여 지역경제의 활성화는 물론, 지속적인 품질관리와 기술혁신 노력으로 세계 최고의 신뢰도를 자랑하는 원자력발전소로서 국가경제 발전과 기술능력 향상에 크게 기여할 것이다.

〈표 2-18〉 신고리 1·2호기 건설일정

| 구 분    | 기본계획<br>확 정 | 부지정지       | 본 관<br>기초굴착 | 최 초<br>콘크리트   | 원자로<br>설 치    | 상온수압<br>시 험    | 연 료<br>장 전    | 준 공            |
|--------|-------------|------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 신고리 #1 | ●<br>'00.8  | ●<br>'05.1 | ●<br>'05.10 | ●<br>'06.6    | ●<br>( '08.3) | ○<br>( '09.10) | ○<br>( '10.6) | ○<br>( '10.12) |
| 신고리 #2 | ●<br>'00.8  | ●<br>'05.1 | ●<br>'05.10 | ●<br>( '07.8) | ○<br>( '09.4) | ○<br>( '10.10) | ○<br>( '11.6) | ○<br>( '11.12) |

### 3. 신월성 1·2호기

신월성 1·2호기는 경상북도 경주시 양북면 봉길리, 현 월성원자력 본부 인접 부지에 건설되는 설비용량 1,000MW급 개선형 한국표준형 원전이다. 2000년 1월 정부가 확정 공고한 「제5차 장기전력수급계획」에 의거 발전소 건설계획에 반영된 신월성 1·2호기는 2000년 12월 건설기본계획을 확정하고, 2002년 8월 두산중공업(주)와 원자로설비 및 터빈·발전기 공급계약을 체결하였으며, 동시에 한국전력기술(주)와 종합설계용역 계약을 체결하였다. 이어 2003년 7월에 대우건설(주)·삼성물산(주)·GS건설(주)의 공동수급체와 주설비공사 계약을 체결함으로써 사업추진을 위한 중요한 사업체제가 완성되었다.

신월성 1·2호기는 당초 2009년 9월 및 2010년 9월 준공을 목표로 사업을 추진중이었으나 방사성폐기물처분장 부지선정 및 선행사업 일정변경 등 원전건설사업 환경변화에 따라 전원개발사업실시계획이 계획보다 지연된 2005년 9월 승인되었으며, 2007년 12월 공고된 간년도 전력수급기본계획에 따라 각각 2012년 3월 및 2013년 1월로 준공일정을 변경하였다.

신월성 1·2호기는 2007년 6월 4일 건설허가를 취득하여 본관기초 굴착공사를 착수하였고, 2007년 11월 20일 1호기 최초 콘크리트를 타설한 이후 2008년초 현재 원자로 격납건물 콘크리트 타설 및 해상구조물공사를 진행중에 있다. 또한, 2008년 10월에는 2호기 최초 콘크리트 타설을 착수하는 등 본격적인 공사에 박차를 가할 예정이다.



〈그림 2-6〉 신월성 1·2호기 공사현장 전경 ('08. 3)

신월성 1·2호기는 설계개선사업을 통하여 기존 한국표준형원전보다 안전성과 경제성을 더욱 향상시킨 신고리 1·2호기와 동일노형으로 반복건설에 따른 부수적인 이점 등을 최대한 활용하였다. 주요설비는 한국표준형원전을 기본으로 하고 신고리 1·2호기를 참조발전소로 하여 안전성과 경제성이 향상된 설계개념을 적용하였으며, 시공 및 운전 편의성 향상을 위한 설계 최적화 및 합성구조물공법 등 신공법을 확대 적용할 예정이다. 또한 신월성 1·2호기의 기기냉각용 해수의 취·배수 형식은 국내원전으로는 처음으로 기기냉각효율을 향상시킬 수 있도록 해안에서 약 860m, 수심 20m에서 저온의 냉각수를 취수하고, 주변 지역 온배수 영향 저감을 위해 해안에서 약 540m, 수심 15m에서 온배수를 방류하는 심층 취, 배수방식을 채택하였다. 아울러, 신고리 1·2호기와 더불어 4개호기 동시발주에 따른 이점을 최대한 활용하기 위해 주기 동시계약 체결 및 보조기기의 통합발주·동시발주 등 경제성 제고

의 노력을 그 어느 때보다 충실히 수행하여 경제성과 효율성에 입각한 사업추진이 가능하게 되었다.

2010년대 초반 우리나라의 산업원동력을 제공하게 될 신월성 1·2호기는 건설 및 운영시 지역인력의 채용과 지역업체의 공사참여를 확대하여 지역경제의 활성화 및 지역사회와 공존공영에 기여는 물론, 지속적인 품질관리와 기술혁신 노력으로 세계 최고의 신뢰도를 자랑하는 원자력발전소를 건설하여 국가경제 발전에 크게 기여할 것이다.

〈표 2-19〉 신월성 1·2호기 건설일정

| 구 분    | 기본계획<br>확 정 | 부지정지        | 본 관<br>기초굴착 | 최 초<br>콘크리트    | 원자로<br>설 치    | 상온수압<br>시 험    | 연 료<br>장 전    | 준 공           |
|--------|-------------|-------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| 신월성 #1 | ●<br>'00.12 | ●<br>'05.10 | ●<br>'07.6  | ●<br>'07.11    | ○<br>( '09.8) | ○<br>( '11.1)  | ○<br>( '11.9) | ○<br>( '12.3) |
| 신월성 #2 | ●<br>'00.12 | ●<br>'05.10 | ●<br>'07.6  | ○<br>( '08.10) | ○<br>( '10.6) | ○<br>( '11.11) | ○<br>( '12.7) | ○<br>( '13.1) |

#### 4. 신고리 3·4호기

신고리 3·4호기는 가동중인 고리 1·2·3·4호기와 건설중인 신고리 1·2호기의 인접부지인 울산광역시 울주군 서생면 신암리 일원에 최초로 설비용량 1,400MW급 신형경수로1400(APR1400)노형으로 건설되는 발전소이다. 당초 2010년 9월 및 2011년 9월 준공예정이었으나 2006년 12월 공고된 제3차 전력수급기본계획에 따라 각각 2013년 9월 및 2014년 9월로 준공일정을 변경하여 추진 중이다.

2000년 1월 정부가 확정 공고한 「제5차 장기전력수급계획」에 사업

추진이 반영되어 있는 신고리 3·4호기는 2001년 2월 건설기본계획을 확정하였고 2006년 8월에 두산중공업(주)와 원자로설비 및 터빈·발전기를, 한국전력기술(주)와 중합설계용역 계약을 체결하였으며, 2006년 11월에는 한전원자력연료(주)와 초기노심연료공급계약을, 2007년 3월에는 현대건설(주)·두산중공업(주)·SK건설(주) 공동수급체와 주설비 시공계약을 체결하였다. 2007년 9월 13일 정부로부터 전원개발 사업실시계획이 승인되어 부지정지공사를 시작으로 공사중에 있으며, 2008년 4월 15일 건설허가를 취득, 본관기초굴착을 착수하는 등 본격적인 공사를 진행하고 있다.

신형경수로1400(APR1400)은 1992년 6월 정부의 국가선도기술개발사업(G-7) 과제로 선정되었으며 그 후 10여년간 국내 산·학·연 공동으로 차세대 원자로 기술개발 I, II, III단계의 과정을 통해 개발한 신형원전으로 2002년 5월 정부의 표준설계인가(Design Certification)를 획득하였다. 국내 기술로 개발한 신형경수로1400은 그 동안의 국내 원전건설 및 운전경험을 토대로 세계 신형원전에서 채택하고 있는 최신의 안전설비와 기준을 적용하여 사고방지는 물론 만일의 경우 사고 발생시에도 그 영향을 최소화 할 수 있도록 중대사고 완화 측면을 설계개념에 대폭 반영하였다.

원자로용기 직접주입(Direct Vessel Injection), 비상노심냉각수 유량 조절장치(Fluidic Device in SIT), 안전감압계통(POSERV), 원자로건물 내 원전연료 재장전수조(IRWST)설치 등이 이러한 설비들이다. 아울러 급격히 발전되고 있는 최신의 디지털 기술을 적용한 워크스테이션 형식

을 주제어실에 도입하여 모든 정보의 지시 및 제어를 단순화함으로써 운전원의 업무부담을 경감하고 인적실수가 최소화되도록 하여 안전성 증진은 물론 운전 편의성을 대폭 개선하였다.



〈그림 2-7〉 신고리 3·4호기 공사현장 전경('08. 3)

신고리 3·4호기는 건설비용을 절감하기 위해 지금까지의 운전 및 건설 경험을 토대로 양 호기에서 공용으로 사용할 수 있는 건물을 양 호기 사이에 통합 배치하였으며, 각종 펌프, 탱크, 열교환기의 통합 등으로 건물 및 설비를 최적화시켜 건설물량을 최소화하였다. 또한 모듈공법 확대 적용, 시공 신기술·신공법 적용을 통해 시공 생산성이 크게 향상될 것으로 예상되며, 이러한 신고리 3·4호기의 성공적 건설은 후속기 건설시 건설공기 추가 단축을 가능케하여 경제성이 훨씬 좋아질 것으로 보인다.

아울러 기기냉각용해수의 취·배수 형식은 심층취·배수 방식을 도입하여 온배수에 의한 영향이 최소화되도록 하였으며 냉각수 취·배수 구 구조물 구축과 관련한 일체의 해안선을 자연 그대로 유지함으로써 명실상부한 환경친화적인 발전소로 건설할 계획이다.

2010년대 중반 신고리 3호기의 준공을 시발점으로 본격적인 상업운전에 들어갈 경우 신형경수로1400(APR1400)은 21세기 국내 원전시장의 주력노형으로 부각될 것이며 안전성이나 경제성 측면에서도 국제적인 경쟁력을 갖추어 세계 신형원전시장에서 매우 유리한 고지를 선점할 수 있을 것으로 기대된다.

〈표 2-20〉 신고리 3·4호기 건설일정

| 구 분    | 기본계획<br>확 정 | 부지정지       | 본 관<br>기초굴착 | 최 초<br>콘크리트    | 원자로<br>설 치    | 상온수압<br>시 험   | 연 료<br>장 전    | 준 공           |
|--------|-------------|------------|-------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 신고리 #3 | ●<br>'01.2  | ●<br>'07.9 | ●<br>'08.4  | ○<br>( '08.10) | ○<br>( '10.8) | ○<br>( '12.5) | ○<br>( '13.1) | ○<br>( '13.9) |
| 신고리 #4 | ●<br>'01.2  | ●<br>'07.9 | ●<br>'08.4  | ○<br>( '09.10) | ○<br>( '11.8) | ○<br>( '13.5) | ○<br>( '13.1) | ○<br>( '14.9) |

## 5. 신울진 1·2호기

신울진 1·2호기는 신고리 3·4호기에 이어 두 번째 건설되는 신형 경수로1400(APR1400) 노형으로서 2005년 6월 건설기본계획을 확정, 사업을 착수하여 1호기는 2015년 12월, 2호기는 2016년 12월 준공을 목표로 사업을 추진하고 있다.

신울진 1·2호기는 원전건설에 대한 사회적 수용성을 높이고 사업지연으로 인한 영향을 최소화하기 위해, 전원개발사업실시계획승인 및 건설허가 신청에 필요한 설계분야 계약은 실시계획승인 이전에 계약이 체결되도록 하되, 주기기 공급계약은 전원개발사업실시계획승인 후 발주하는 것을 원칙으로 사업을 진행하고 있다.

2006년 3월부터 2007년 10월까지 지형측량, 부지배치 확정, 초기 시공계획수립, 냉각해수 영향평가 및 저감방안 제시 등의 사전준비용역을 수행했다.

또한, 2007년 12월 건설허가 신청서류 작성을 위해 한국전력기술(주) 및 두산중공업(주)과 초기분 계약을 체결하여 인허가 신청 준비 업무를 수행하는 등 사업일정 준수를 위해 만전을 기하고 있다.

2008년 1월에 환경영향평가 공청회를 개최하여 주민의견을 반영한 최종 환경영향평가서를 작성한 후 전원개발사업실시계획 승인을 신청하였고, 9월에는 건설허가를 신청할 예정이며, 주계약(종합설계용역, 원자로설비, 터빈발전기 및 초기노심설계) 준비업무로 2008년 6월에 공급제외요청서를 관련사에 발급하고, 9월부터 공급제외서에 대한 기술평가를 수행할 예정이다.

한편, 사업초기업무로 용지매수, 부지세부지질조사, 문화재조사, 기상 관측탑 설치 및 운영, 이주단지조성 등을 2007년에 이어 계속 진행해나갈 예정이다.

신울진 1·2호기는 신기술·신공법 적용 확대를 통한 공기 단축으로 APR1400의 안전성 및 경제성을 확보하고 원자로냉각재펌프(RCP) 및 1차측 계측제어설비(MMIS) 등 주요기자재의 국산화 추진으로 원전건설 모든 분야에 대한 완전한 기술자립을 목표로 사업을 추진하고 있다.

신울진 1·2호기의 준공으로 우리나라는 APR1400의 원전설계와 기자재제작에서 원천기술을 보유할 수 있음에 따라 향후 해외원전사업에서 국제적 경쟁력을 갖출 수 있을것으로 기대된다.

〈표 2-21〉 신울진 1·2호기 건설일정

| 구 분 | 기본계획<br>확 정 | 부지정지          | 본 관<br>기초굴착   | 최 초<br>콘크리트   | 원자로<br>설 치     | 상온수압<br>시 험   | 연 료<br>장 전    | 준 공            |
|-----|-------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| 1호기 | ●<br>'05.6  | ○<br>( '09.8) | ○<br>( '10.6) | ○<br>( '11.3) | ○<br>( '12.12) | ○<br>( '14.8) | ○<br>( '15.4) | ○<br>( '15.12) |
| 2호기 | ●<br>'05.6  | ○<br>( '09.8) | ○<br>( '11.6) | ○<br>( '12.3) | ○<br>( '13.12) | ○<br>( '15.8) | ○<br>( '16.4) | ○<br>( '16.12) |

## 제2절 원전건설 기술의 발전

### 1. 원전건설 기술자립

#### 가. 추진배경 및 경위

우리나라의 원전건설 기술자립 추진은 1970년대 두 차례의 석유파동 경험으로 부존자원의 영향이 적고 경제성이 높은 기술 집약적인 에너지 개발에 대한 국민적 공감대가 형성되면서 1983년 7월 원전건설 기술자립을 통한 원전설계 및 기자재 국산화율 90% 달성과 표준형 원전건설에 의한 건설비 절감을 위해 『원전 건설사업 장기 추진방향』을 수립하였다. 이어 1984년 7월 기술자립 촉진항목이 포함된 『원자력발전 경제성 제고방안』이 정부 정책으로 확정되어 기술자립 추진기반을 마련하였다.

1987년 초 착수된 영광 3·4호기 건설사업과 연계하여 원전건설 기술자립 추진을 도모하였으며 이를 위해 국내 역할 분담사와 외국 기술보유사(CE, GE, S&L)간에 기술도입계약(TTA)을 체결하여 전산코드

를 포함한 기술자료의 도입, 교육훈련의 수행 등 체계적이고 종합적인 원전건설 기술자립을 추진하였다.

### 나. 기술자립 목표

영광 3·4호기와 동일 기종의 원전을 주어진 공기 및 예산 내에서 품질요건에 맞게 독자설계, 제작, 건설할 수 있는 기술능력의 95%를 1995년말까지 확보하는 것을 목표로 하였다.

〈표 2-22〉 기술자립 역할 분담

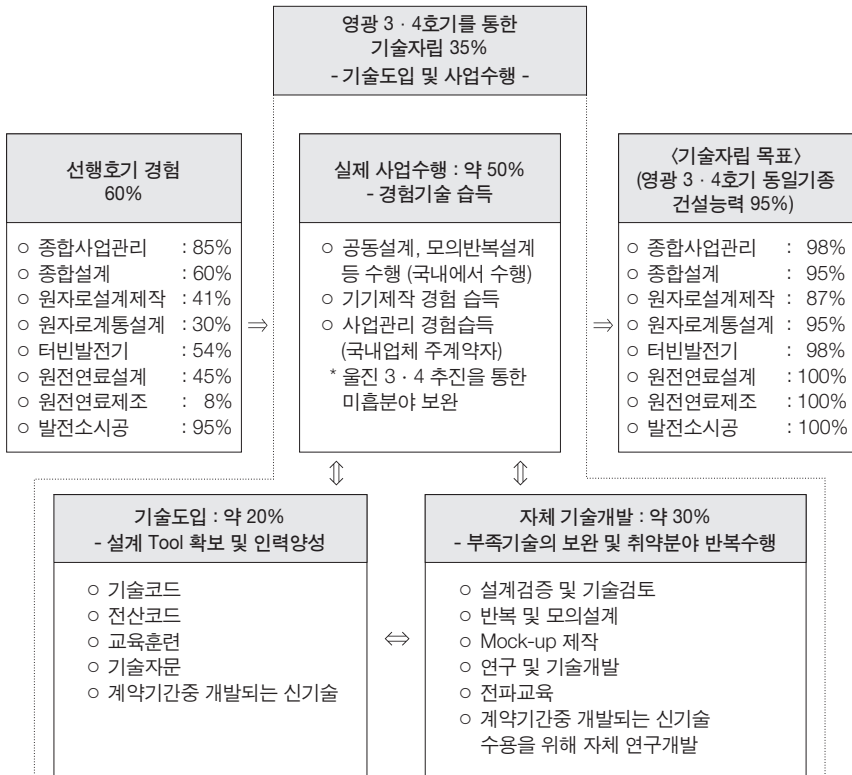
| 구 분       | 담당 분야            | 비 고           |
|-----------|------------------|---------------|
| 한국전력공사    | 종합사업관리           | 현, 한수원(주)     |
| 한국전력기술(주) | 플랜트종합설계          |               |
| 한국중공업(주)  | 주기기설계 및 제작       | 현, 두산중공업(주)   |
| 한국원자력연구소  | 원자로계통설계 및 초기노심설계 | 현, 한국전력기술(주)  |
| 한국원전연료(주) | 원전연료 제조          | 현, 한전원자력연료(주) |
| 국내 건설업체   | 발전소 시공           |               |

※ 산업자원부 『원자력발전의 경제성 제고 방안』('84.7)

### 다. 추진 방법

기술도입계약을 통해 원전건설에 필요한 모든 전산코드 및 기술자료를 도입하고 국내·외 교육훈련을 통해 기술 인력을 양성하여 영광 3·4호기 설계, 구매, 제작, 및 시공업무를 직접 수행함으로써 도입기술의 소화, 흡수 및 축적을 도모토록 하였으며, 사업수행만으로 습득이 어려운 분야 및 취약기술분야는 자체 기술개발을 통해 극복하였다.

## 라. 추진실적



〈그림 2-8〉 원전건설 기술자립 추진체계

### (1) 기술자립 완성

원전건설 기술자립을 시작한 1986년말, 원전건설 기술자립률은 약 60%정도였으나 1995년말에는 95%를 달성하게 되었다.

주요 추진 실적을 살펴보면, 원전건설에 필요한 모든 기술자료와 전산코드를 확보하였으며, 국내·외 교육훈련을 통한 기술인력 양성도 계획대로 완료하였다.

그리고 도입된 기술자료와 양성된 인력을 활용하여 우리나라 원전건설 사상 최초로 국내업체가 건설업무 전반을 주도하였으며, 이에 따른 경험기술도 충분히 습득하였다. 또한 부족기술의 보완을 위해 추진한 설계검증 및 기술 검토, 반복 및 모의설계, 시제품 제작 등은 물론 지속적인 연구개발을 통해 Know-how 수준을 높여 복제설계를 자체적으로 수행할 수 있게 되었다. 이러한 성공적인 기술자립을 기반으로 최초의 한국표준형원전인 울진 3·4호기를 1998년과 1999년에, 영광 5·6호기를 2002년에 각각 성공적으로 준공하였으며 계속하여 울진 5호기가 2004년 7월에, 울진 6호기가 2005년 4월에 상업운전을 개시함으로써 총 6기의 한국표준형원전을 성공적으로 건설하였다.

〈표 2-23〉 국내원전의 호기별 건설기간 비교

| 구 분  | 영광 #3 | 영광 #4 | 울진 #3 | 울진 #4 | 영광 #5 | 영광 #6 | 울진 #5 | 울진 #6 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 공사기간 | 63개월  | 67개월  | 61개월  | 74개월  | 59개월  | 61개월  | 58개월  | 55개월  |

※ 건설기간 : 최초 콘크리트 타설 ~ 준공  
울진 4호기 : IMF에 따른 준공일정 연기 영향

## (2) 개량화(Evolution) 기술능력 확보

1987년 5월에 체결된 기술도입계약(TTA)이 1997년 5월에 만료됨에 따라 도입기술(특허, 저작권, 전산코드 등)의 실시권 연장 및 영구적 권리확보를 위한 추가 기술사용협정(TCA/LA)을 1997년 6월에 체결하였다. 이와 함께 APR1400 개발이 국내기반기술을 바탕으로 ABB CE사가 개발한 Sys.80 + 원자로계통을 부분 참조함에 따라 APR1400 개발 지원을 위한 차세대원자로개발지원협정(SWA)을 동시에 체결함

으로써 자체 기술능력 향상을 통한 개량화(Evolution) 및 자체개발 능력(Know-Why) 확보가 가능하게 되었고 또한, 도입기술의 영구 실시권 확보로 제한없이 국내·외 사업을 추진할 기반을 구축하게 되었다.

## 2. 해외진출을 위한 건설공기단축 추진

### 가. 추진 배경

미국의 AP1000을 비롯하여 전 세계적으로 원전선진국들은 모듈화, 신공법 등을 통한 건설공기 단축으로 경제성을 향상시키는 노력을 활발히 전개하고 있다. 우리나라의 경우 한국표준형원전 기본 설계개념 및 안정성을 유지하면서 경제성과 운전·보수성을 향상시킨 개선형 한국표준형원전으로 신고리 1·2호기와 신월성 1·2호기를 건설 중에 있으나 반복건설에 따라 단축 추진되는 53개월(최초콘크리트 타설~준공)의 건설공기로는 원전의 해외진출시 대외 경쟁에서 확실한 우월성을 보일 수 없으므로 원전사업의 해외 진출을 위한 건설공기 단축을 추진하여 신월성 1·2호기 이후 해외로 진출되는 OPR1000의 건설공기를 47개월로 수립하였다.

### 나. 추진 방안

건설공기 단축을 위해서는 신기술, 신공법의 도입과 더불어 선진 건설관리 등을 통한 지속적 공기단축 노력이 필요하다. 글로벌 차원의 경쟁력 확보를 위한 공기단축 방안을 검토한 결과 시공에서 4개월, 시운전에서 2개월, 총 6개월을 단축할 수 있을것으로 파악되었는데 적용가능

한 주요 신공법으로는 원자로건물의 Over The Top 공법, SC(Steel Plate Reinforcement Concrete)모듈공법, 원자로 내장품과 원자로냉각재배관 설치작업 병행 수행, 터빈건물 시공 조기착수와 터빈·발전기 Operating Deck 상에 Green Cutting 공법 등이 있다. 이와 더불어 축적된 원전건설 경험 활용과 최신 IT 기술을 기반으로한 원전건설관리시스템(NPCMS)을 운영하여 프로젝트 간 정보공유 및 예측기능을 획기적으로 개선하였다.

〈표 2-24〉 해외진출을 위한 OPR1000 공기단축 목표

| 구분   | 신고리 #1·2 | 신월성 #1·2 | 해외진출시 단축목표 |
|------|----------|----------|------------|
| 건설공기 | 53 개월    | 53 개월    | 47 개월      |

※ 건설기간: 최초 콘크리트 타설 ~ 준공

### 3. 차세대원자로 기술개발(신형경수로1400(APR1400))

#### 가. 개 요

차세대원자로 기술개발은 한전의 원자로 노형전략 계획에 따라 한국 표준형원전의 뒤를 잇는 신형 가압경수로형의 원전을 개발하는 것으로서 1992년 6월 정부주도의 국가선도기술개발사업(G-7 Project) 과제로 확정되었으며, 대외적으로 경쟁력이 확보될 수 있도록 안전성과 경제성을 대폭 향상시키고 전력수급기본계획에 따른 전력수요 충족을 위해 정부(산자부)와 산·학·연이 협동하여 대용량(1400MWe급)의 차세대 원자로기술개발을 수행(2001년 12월 완료)하였다.

새로이 개발된 1,400MW급 차세대원자로는 2001년 2월 제15차 기술 개발추진위원회에서 신형경수로1400(APR1400)으로 명명하고 2002년 5월 정부로부터 표준설계인가를 취득하였으며, 신고리 3·4호기에 최초로 적용하여 건설하고 있는바 2010년대 중반이후 한국의 주력노형으로 자리매김할 예정이다.

〈표 2-25〉 건설기간 단축 목표

| 신고리 #3·4호기 | 신울진 #1·2호기 | 후속 호기 |
|------------|------------|-------|
| 58 개월      | 54 개월      | 48 개월 |

※ 건설기간 : 최초 콘크리트 타설 ~ 준공

## 나. 주요 설계특성

신형경수로1400은 기존 노형 대비 안전성과 경제성을 대폭 개선하여 국제경쟁력을 갖는 신형원전 개발을 목표로 추진되었으며, 설비용량을 1,400MW급으로 격상하고 국내·외의 최신 신형원자로 설계요건을 반영하였다. 특히 안전성을 향상시키기 위하여 안전감압배기계통, 원자로 공동침수계통, 피동형수소재결합기 등 중대사고 대처설비를 대폭 강화하였다.

- 설계기준 : 용량(1400MWe), 설계수명(60년), 내진설계(0.3g)
- 안전여유도 증대 : 노심 열적여유도 확보(10~15%), 가압기·증기발생기 용량 증대, 4 Train 원자로 직접 안전주입, 원자로건물 내 원전연료 재장전수조 설치 등
- 경제성 향상 : 설비용량 증대, 단순화 및 최적화, 모듈화 확대 등

- 중대사고 완화 : 안전감압배기계통, 축매형 수소재결합기 및 정화 기계통, 원자로공동침수계통, 원자로공동배치 및 구조설계개선, 원자로외벽 냉각설비 등 도입
- 첨단 주제어실 설계 : 한국적 인간공학을 반영한 다중 워크스테이션 채택

#### 다. 건설성 향상을 위한 최신 공법 도입

신형경수로1400에서는 건설성 향상을 위해 모듈화 공법 확대 적용, 공동매트 채택, 무지보(Deck Plate) 공법 적용, 대용량 크레인 사용을 통한 시공성 제고 등 최신의 신기술·신공법을 최대한 적용할 예정이다. 아울러 원자로건물 내부 구조물 철판거푸집 적용, 원자로 내부 구성품 모듈화, 원자로건물 천장크레인 사전 조립 등의 첨단 모듈화 기술들에 대한 상세 시공성 분석을 확대 적용함으로써 건설공기를 지속적으로 단축해 나갈 예정이다.

### 4. 향후 전망

우리나라는 1987년 초 착수된 영광 3·4호기 건설사업과 연계하여 원전건설 기술자립을 추진한 결과 올진 6호기까지 총 6기의 한국표준형원전(OPR100)을 건설함으로써 명실공히 1,000MW급 원전의 건설 기술을 완전하게 확보하게 되었다. 이와 더불어 개선형 한국표준형원전으로 건설중인 신고리 1·2호기, 신월성 1·2호기와 함께 신형경수로 1400(APR1400)으로 건설중인 신고리 3·4호기 및 건설준비 중인 신

울진 1·2호기 준공이 완료될 경우 우리나라 전력수요의 안정적 공급에 기여할 뿐 아니라, 우리의 선진 원전건설 기술을 세계 원전시장에 입증할 수 있게 됨으로써 해외 원전건설시장에서 유리한 입장에 설 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 원전이 타 전원 대비 보다 우수한 경쟁력을 지니기 위해서는 설계, 제작, 시공 등 모든 분야에서 신기술, 신공법 적용을 통해 획기적인 건설기간 단축 및 건설품질의 향상을 도모해야 함은 물론 2015년까지 APR1400 후속노형인 APR+의 성공적 개발로 2020년 이후 한국 노형의 대외 경쟁력 향상에 기여해야 하며 아울러 안전성 및 신뢰성을 획기적으로 향상한 제4세대 원자로 개발 및 핵융합로 개발 등에도 꾸준한 노력을 기울여야 할 것으로 본다.

## 제4장 원자력발전소 계속운전

한국수력원자력(주) 정비기획처 경수로사업부장 최동관

### 제1절 개요

계속운전은 설계수명에 도달한 원전에 대해 원자력법에서 규정한 기술기준에 따라 안전성을 평가하여 만족한 경우 설계수명 기간 만료일 이후에도 운전을 계속하는 것이다. 설계수명이란 원전 설계 시 설정한 기간으로써 원전의 안전성과 성능기준을 만족하면서 운전이 가능한 기간을 말한다.

계속운전의 안전성은 여러 나라에서 이미 입증된 기술이다. 미국, 영국, 일본 등과 같은 선진국에서는 설계수명 혹은 운영허가 기간 만료일이 도래한 원전에 대해 경년열화평가 등 안전성을 심도있게 평가하여 안전한 경우에는 설계수명 기간 만료일 이후 계속운전을 승인하여 운전하고 있다.

계속운전은 부존자원이 절대적으로 부족한 우리나라에서 에너지자원의 효율적 활용과 기후변화협약에 따른 온실가스(CO<sub>2</sub>) 배출 감축이라는 측면에서 필요하다.

특히 치솟고 있는 국제유가와 에너지 안보차원에서, 경제적이고 안정적인 에너지 확보의 문제는 국가 존망의 문제와 직결되고 있다. 이러한 이유로 원자력의 역할이 더욱 중요해지고 있는 것이다.

설계수명 기간 만료일 이후의 원전운영에 대하여 운영허가 갱신

(License Renewal), 장기가동(Long-term Operation), 계속운전(Continued Operation) 등 여러 가지 용어가 거론되었으나 우리나라는 원자력법에서 ‘설계수명 기간 만료일 이후의 계속운전(이하 계속운전)’이라는 용어를 채택하여 공식적으로 사용하고 있다.

## 제2절 우리나라의 계속운전 추진현황

### 1. 국내 가동중 원전의 설계수명

가동중인 20기의 원전 중에서 고리 1호기와 월성 1·2·3·4호기의 설계수명은 30년, 기타원전은 40년이 되며 설계수명의 산정 기산일은 고리 1·2호기와 월성 1호기는 최초 임계일이 되며, 기타원전은 운영허가일이다.

설계수명 산정 기산일이 서로 다른 이유는 고리 1·2호기와 월성 1호기까지는 건설허가와 운영허가를 동시에 발급하였으나 후속기는 분리하여 허가하였기 때문이다.

〈표 2-26〉 국내 가동중 원전의 설계수명 현황

| 기수 | 발전소명   | 용량(MW) | 착공일       | 건설허가일     | 운영허가일<br>(최초임계일)          | 상업운전<br>개시일 | 설계수명<br>만료일 |
|----|--------|--------|-----------|-----------|---------------------------|-------------|-------------|
| 1  | 고리 1호기 | 587    | '70. 9,25 | '72. 5,31 | '72. 5,31<br>( '77. 6,19) | '78. 4,29   | '07. 6,18   |
| 2  | 월성 1호기 | 679    | '76.11,17 | '78. 2,15 | '78. 2,15<br>( '82.11,21) | '83. 4,22   | '12.11,20   |
| 3  | 고리 2호기 | 650    | '77. 3, 1 | '78.11,18 | '83. 8,10<br>( '83. 4, 9) | '83. 7,25   | '23. 4, 8   |

| 기수 | 발전소명   | 용량(MW) | 착공일       | 건설허가일     | 운영허가일<br>(최초임계일) | 상업운전<br>개시일 | 설계수명<br>만료일 |
|----|--------|--------|-----------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| 4  | 고리 3호기 | 950    | '78. 2.11 | '79.12.24 | '84. 9.29        | '85. 9.30   | '24. 9.28   |
| 5  | 고리 4호기 | 950    | '78. 2.11 | '79.12.24 | '85. 8. 7        | '86. 4.29   | '25. 8. 6   |
| 6  | 영광 1호기 | 950    | '80. 3. 5 | '81.12.17 | '85.12.23        | '86. 8.25   | '25.12.22   |
| 7  | 영광 2호기 | 950    | '80. 3. 5 | '81.12.17 | '86. 9.12        | '87. 6.10   | '26. 9.11   |
| 8  | 울진 1호기 | 950    | '81. 1.12 | '83. 1.25 | '87.12.23        | '88. 9.10   | '27.12.22   |
| 9  | 울진 2호기 | 950    | '81. 1.12 | '83. 1.25 | '88.12.29        | '89. 9.30   | '28.12.28   |
| 10 | 영광 3호기 | 1,000  | '89. 6. 1 | '89.12.21 | '94. 9. 9        | '95. 3.31   | '34. 9. 8   |
| 11 | 영광 4호기 | 1,000  | '89. 6. 1 | '89.12.21 | '95. 6. 2        | '96. 1. 1   | '35. 6. 1   |
| 12 | 월성 2호기 | 700    | '91.10. 9 | '92. 8.28 | '96.11. 2        | '97. 7. 1   | '26.11. 1   |
| 13 | 울진 3호기 | 1,000  | '92. 5.27 | '93. 7.16 | '97.11. 8        | '98. 8.11   | '37.11. 7   |
| 14 | 울진 4호기 | 1,000  | '92. 5.27 | '93. 7.16 | '98.10.29        | '99.12.31   | '38.10.28   |
| 15 | 월성 3호기 | 700    | '92. 9.18 | '94. 2.26 | '97.12.30        | '98. 7. 1   | '27.12.29   |
| 16 | 월성 4호기 | 700    | '92. 9.18 | '94. 2.26 | '99. 2. 8        | '99.10. 1   | '29. 2. 7   |
| 17 | 영광 5호기 | 1,000  | '96. 9.24 | '97. 6.14 | '01.10.24        | '02. 5.21   | '41.10.23   |
| 18 | 영광 6호기 | 1,000  | '96. 9.24 | '97. 6.14 | '02. 7.31        | '02.12.24   | '42. 7.30   |
| 19 | 울진 5호기 | 1,000  | '99. 1. 4 | '99. 5.17 | '03.10.20        | '04. 7.29   | '43.10.19   |
| 20 | 울진 6호기 | 1,000  | '99. 1. 4 | '99. 5.17 | '04.11.12        | '05. 4.22   | '44.11.11   |
| 계  |        | 17,716 |           |           |                  |             |             |

## 2. 법제화

우리나라는 2005년 9월 원자력법 시행령(제42조의2~5)과 동법 시행규칙(제19조의2~3)이 개정되었으며 2005년 12월에는 계속운전 관련 과학기술부 고시 2005-31호(경수로형)가 공포되었다. 이후 2007년 10월에 고시 2005-31을 경수로와 중수로의 계속운전 평가를 위한 기술기준 적용지침 2007-18호로 개정하였다.

개정된 시행령에 의하면 설계수명 기간이 만료된 후의 원자력발전소의 운전을 ‘계속운전’이라고 하며 계속운전을 위해서는 사업자가 설계

수명 기간 만료일로부터 5년 내지 2년 이전(단, 고리 1호기의 경우 부칙에 의거 설계수명 기간 만료일로부터 1년 이전)에 주기적안전성평가 보고서, 주요기기에 대한 수명평가 보고서 및 운영허가 이후 변화된 방사선 환경영향 평가보고서를 제출하고 교육과학기술부는 평가보고서를 심사하여 계속운전 여부를 결정하도록 되어 있다.

계속운전관련 원자력법령은 미국의 운영허가갱신 법령과 국제원자력기구의 주기적안전성평가 기술기준을 적용하여 만든 강화된 규제이다. 주요내용은 안전기준에 적합한 원자로시설은 계속운전을 허용하되, 부적합한 원자로시설은 영구정지 하도록 하는 것이다.

계속운전과 관련된 원자력법 시행령과 시행규칙의 주요사항은 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 1) 설계수명 기간 만료일 이후 계속운전을 하고자 할 때에는 주기적 안전성평가, 주요기기에 대한 수명평가 그리고 운영허가 이후 변화된 방사선환경영향 등의 평가보고서를 제출하여야 한다.
- 2) 정부는 평가보고서를 제출받은 경우에 18개월 이내에 심사하고 그 결과를 신청인에게 통보한다.
- 3) 계속운전을 하고자 할 때에는 설계수명기간 만료일을 평가기준일로 하여 평가기준일로부터 5년 내지 2년 이전에 평가보고서를 제출하여야 한다.

### 제3절 해외 계속운전 추진현황

현재 상업용 원자력발전소는 전 세계적으로 31개국에서 435기(JAIF

홈페이지, 2008. 1. 1 기준)가 가동되고 있으며 30년 이상 운전중인 원자력발전소는 117기이고, 40년 이상 운전중인 것도 1기가 있다.

대부분의 전력회사는 자사의 원자력발전소가 안전성에 문제가 없고 경제성이 입증된다면 계속운전을 희망하고 있으며, 안정적인 전력 공급을 위하여 원전의 계속운전에 관심을 집중시키고 있다.

장기가동 원전이 증가함에 따라 미국, 유럽, 일본 등 많은 국가들은 10여년 전부터 설계수명 기간 만료일 이후의 계속운전에 대한 연구를 수행하고 법적근거를 마련하여 안전성을 평가하였다.

미국은 운영허가갱신 규정(License Renewal Rule, 연방법 10CFR 54)에 따라 운영허가 종료일 기준으로 20년 전부터 5년 전까지 계속운전을 신청할 수 있으며 운영허가갱신 신청서(License Renewal Application)를 제출하여 승인이 되면 20년 동안 운전이 가능하다. 2008년 3월 현재 104기 원전 중 인허가갱신 승인을 받은 원자력발전소는 48기이며, 심사중인 원자력발전소는 15기이다.

일본은 주기적안전성평가(PSR, Periodic Safety Review) 제도를 활용하고 있으며 규제상의 운영허가기간은 없다.

일본은 1990년대 초반부터 정부와 전력회사가 공동으로 장기가동원전에 대한 검토를 착수하여, 경년열화 예방 및 수명관리를 조합한 개념을 기초로 하여, 1996년 4월에 정부(통상산업성)에서 총 60년 계속운전이 가능하다는 내용의 장기가동원전 기본정책(발전소 수명관리 기본 원칙)에 대한 성명을 발표하였다.

일본의 주기적안전성평가(PSR) 관련법령은 2003년 9월에 신설하여

30년 이상 운전하고자 하는 원자로시설에 대하여 10년마다 최신기술정보를 반영한 안전성평가를 실시하고 발전소 수명관리 보고서를 제출하며 정부는 이를 심사하여 공표하고 있다. 2008년 3월 현재 총 13기의 원전이 30년 이상 계속운전 중이다.

영국은 운영허가기간의 제한이 없으며 10년마다 수행되는 주기적안전성평가(PSR) 결과를 활용하여 계속운전 허용여부를 결정하며, 2008년 3월 현재 19기 원전 중 Oldbury 1·2호기 등 4기의 원전이 계속운전 중이다.

캐나다는 통상 2년(2~5년) 주기로 원전의 안전수준과 운영성적을 종합평가하여 운영허가기간을 갱신하고 있으며, Pickering 1호기와 4호기가 계속운전 중이다.

러시아는 장수명 수동형기기의 경년열화관리규정에 따라 계속운전을 하며 총 27기 원전 중 Smolemk 1호기 등 18기의 원전이 계속운전 중이다.



〈그림2-9〉 미국 기네이 원전, 일본 쓰루가 원전, 영국 올드버리 원전

## 제4절 고리 1호기 계속운전 추진현황

### 1. 기초연구 및 안전성평가

원자력발전소의 계속운전을 위한 수명관리연구 1단계가 1993년 11월부터 1996년 11월까지 수행되어 발전소 수명관리의 기술적, 경제적, 규제적 관점에서 고리 1호기 계속운전 타당성을 평가하였다.

그 결과 적절한 경년열화관리를 통하여 안전성을 확보할 수 있고 설계수명 이후 20년 이상의 계속운전은 기술적으로 가능하며 경제적 이익이 충분함을 입증하였다.

수명관리연구 2단계는 1998년 7월부터 2001년 6월까지 수행되었으며 경년열화된 계통·구조물·기기의 수명평가, 진단, 감시를 위한 기술을 개발하였다.

계속운전을 위한 계통·구조물·기기의 효율적인 경년열화 관리프로그램은 수명평가 결과와 국내외 경험을 고려하여 도출되었으며, 경년열화관리 프로그램이 효과적으로 이행될 때 계속운전 기간 동안에도 발전소의 계통·구조물·기기의 고유기능과 안전성이 유지됨을 확인하였다.

확률론적안전성평가는 1999년 11월부터 2002년 11월까지 수행되었다. 이는 중대사고에 대한 종합안전성을 확률론적 방법으로 평가하는 것이다.

그 결과를 토대로 중대사고 예방 및 완화에 필요한 설계개선 또는 설비보강 계획을 도출하여 발전소 안전성을 증진시키고자 하는데 있다.

우리나라에서 처음으로 실시된 고리 1호기 1차 주기적안전성평가는 2000년 5월부터 2002년 11월까지 수행되었다.

고리 1호기는 우리나라에서 최초로 건설된 발전소임에도 불구하고 TMI 후속조치와 다른 안전 현안들, 증기발생기와 공정제어계통 등을 교체하여 발전소의 안전성을 지속적으로 향상시키고 양호한 운전상태를 유지해 온 결과, 고리 1호기 1차 주기적안전성평가에 대한 심사결과는 다음과 같이 나타났다.

- 1) 고리 1호기는 현재 적용되는 유효한 기술기준에 적합하게 운영되고 있다.
- 2) 운전경험, 연구결과와 최신기술기준을 활용하여 최종적으로 40개의 안전성 증진사항을 도출하였다.

## 2. 주요설비 보강

국내 최초의 상업용 원자력발전소인 고리 1호기는 가동 이후 주요핵심기기의 지속적인 설비개선을 꾸준히 수행하여 발전소 안전성 향상은 물론 장기가동을 위한 기틀을 마련하였다.

대체 교류전원 발전기 신설('06), 주발전기 및 여자시스템 교체('05), 주변압기 및 보조변압기 교체('04), 격납용기 냉방설비 신설('04), 저온과압방지설비 신설('03), 노내핵계측설비 개선('03), 터빈조속기설비 개선('03), 원자로정지불능완화설비 신설('01), 계기용 압축공기계통 개선('99), 증기발생기 교체('98), 저압터빈 회전자 교체('97), 제어봉 위치지시계 신설('96), 원격정지 제어반 신설('94), 증기발생기세관누

설 측정설비 신설('93), 증기발생기 수위제어설비 교체('92), 습분분리 재열기 성능개선('85) 등을 하였다.

또한 한수원은 계속운전 법적요건과 관련 없으나 설비신뢰도 제고를 위해 자발적으로, 그 동안의 정비경험과 해외정보 및 발전소 운영자료를 바탕으로 73건의 설비개선 계획을 수립하여 기존의 용접식 주증기 안전밸브를 플랜지식으로 교체하여 정비편의성을 개선하였고 격납용기 재순환팬 개선 및 여과설비의 성능향상과 주 제어실공조계통 등을 개선하였다.



〈그림 2-10〉 고리 1호기 신형 증기발생기 설치, 원자로냉각재펌프 교체

### 3. 1차 주기적 안전성평가(PSR) 안전성 증진사항 이행

한수원은 2002년도에 수행한 주기적 안전성평가 결과 안전성 증진사항 40건이 도출되어 화재방호 설비개선, 계통 및 기기 경년열화관리프로그램을 위한 설계응력보고서 작성, 주요기기 피로감시시스템 구축,

제어봉구동장치 마모관리 계수시스템 구축 등의 경년열화관리 프로그램을 개발하였으며 원자로압력용기 조사취화 건전성평가를 위해 마스터커브 방법을 이용한 가압열충격 안전여유도를 해석 및 평가하였고, 압력-온도 운전제한 곡선 작성 등 안전성 증진을 위한 개선사항 40건을 모두를 해결하였다.



〈그림 2-11〉 고리 1호기 계속운전 사업추진회의

#### 4. 고리 1호기 계속운전 안전성평가보고서

2006년 6월 고리 1호기 계속운전 신청시 정부에 제출한 안전성평가 보고서는 주기적안전성평가서, 주요기기에 대한 수명평가서, 운영허가 이후 변화된 방사선 환경영향 평가서로 구성되었으며 그 내용은 아래와 같다.

## 가. 주기적안전성평가서

해당 원자력발전소의 운영허가일을 기준(단, 고리 1호기는 최초 임계일 기준)으로 매 10년마다 국제원자력기구(IAEA)의 주기적안전성평가 지침서에 제시된 11개 안전인자와 국내·외 운전경험, 안전활동, 노후화 영향 등을 포함하여 평가하였으며 11개 인자는 다음과 같다.

- 원자로시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항
- 안전성 분석에 관한 사항
- 기기검증에 관한 사항
- 경년열화에 관한 사항
- 안전성능에 관한 사항
- 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항
- 운영 및 보수 등의 절차서에 관한 사항
- 조직 및 행정에 관한 사항
- 인적 요소에 관한 사항
- 비상계획에 관한 사항
- 환경영향에 관한 사항

## 나. 주요기기에 대한 수명평가서

원자력발전소의 수동형 장수명(Long Lived Passive)기기들 중에서 안전관련계통·기기·구조물, 고장시 안전관련계통·기기·구조물의 기능을 저해하는 비안전관련계통·기기·구조물, 화재방호, 가압열충격 등 소급적용과 관련되는 계통·기기·구조물들이 평가대상이다. 우

리나라는 미국의 운영허가갱신의 일반경년열화관리지침 (NUREG 1081, Rev.1)을 참고하였으며 평가사항은 아래와 같다.

〈표 2-27〉 경년열화관리 대상선정 평가에 관한 사항

| 세 부 사 항                        | 참조 기술기준            |
|--------------------------------|--------------------|
| 1. 기계계통의 범위 설정 및 선정결과 평가       | 미국 NUREG-1800(운영허가 |
| 2. 구조물의 범위 설정 및 선정결과 평가        | 갱신 안전심사지침) 및       |
| 3. 전기 및 계측제어계통의 범위설정 및 선정결과 평가 | NUREG-1801(GALL)   |

〈표 2-28〉 경년열화 관리계획 평가에 관한 사항

| 세 부 사 항                                          | 참조 기술기준 |
|--------------------------------------------------|---------|
| 1. 안전등급 1,2,3 기기 가동중검사                           |         |
| 2. 안전등급 지지대 가동중검사                                |         |
| 3. 일회검사                                          |         |
| 4. 원자로용기 감시                                      |         |
| 5. 이물질 감시                                        |         |
| 6. 중성자 소음 감시                                     |         |
| 7. 수확학                                           |         |
| 8. 봉산부식                                          |         |
| 9. 주조 오스테나이트 스테인리스강의 열취화                         |         |
| 10. 주조 오스테나이트 스테인리스강의 열에 의한 경년<br>열화 및 중성자 조사 취화 |         |
| 11. 유동가속부식                                       |         |
| 12. 재료의 선택적 침출                                   |         |
| 13. 원자로 헤드 덮개 스택                                 |         |
| 14. 니켈합금 노즐 및 관통부                                |         |
| 15. 원자로용기 내부구조물                                  |         |

| 세 부 사 항                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 참조 기술기준                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 16. 볼트결합 건전성<br>17. 증기발생기 세관 건전성<br>18. 천정의 대용량 및 소용량 취급계통<br>19. 매설 배관 및 탱크 검사<br>20. 지상의 탄소강 탱크<br>21. 연료유 화학<br>22. 개방형 냉각수 순환계통<br>23. 밀폐형 냉각수 순환계통<br>24. 압축공기계통<br>25. 화재방호설비<br>26. 소방수계통<br>27. 격납건물 라이너 플레이트, 강재격납용기<br>28. 격납건물<br>29. 격납건물 누설률 시험<br>30. 조적벽<br>31. 구조물<br>32. 원전 수리 구조물<br>33. 원자력 보호도장<br>34. 환경검증 요건을 적용받지 않는 전기 케이블 및<br>비금속 연결부<br>35. 환경검증 요건을 적용받지 않는 계측 회로에 사용된<br>전기 케이블<br>36. 환경검증 요건을 적용받지 않는 접근 곤란한 중전압<br>케이블<br>37. 모선 덕트<br>38. 휴즈 홀더<br>39. 환경검증 요건을 적용받지 않는 전기 케이블 금속 연결부 | NUREG-1800<br>(운영허가 갱신 안전심사지침)<br>및 NUREG-1801(GALL) |

〈표 2-29〉 계속운전을 위한 수명평가에 관한 사항

| 세 부 사 항                                | 참조 규정 및 기술기준            |
|----------------------------------------|-------------------------|
| 1. 시간제한 경년열화 평가의 확인                    | - 10 CFR 54.21          |
| 2. 원자로용기 중성자 조사취화 평가                   | - 10 CFR 50, Appendix G |
| 3. 금속 피로 평가                            | - 10 CFR 54.21          |
| 4. 기기의 내환경검증                           | - 10 CFR 50.49          |
| 5. 콘크리트 격납건물 텐돈 프리스트레스 평가              | - 10 CFR 54.21          |
| 6. 격납건물 라이너플레이트, 강재격납용기 및 관통부<br>피로 평가 | - 10 CFR 54.21          |
| 7. 기타 원자로별 시간제한 경년열화 평가                | - 10 CFR 54.21          |

〈표 2-30〉 운전경험, 연구결과 반영 필요사항

| 세 부 사 항                | 참조 규정 및 기술기준                    |
|------------------------|---------------------------------|
| 1. 화재방호 평가             | - 10 CFR 50.48                  |
| 2. 기기의 동적 및 내진 검증      | - 미국 NRC 규제지침(Reg. Guide) 1.100 |
| 3. 원자로용기 가압열충격         | - 10 CFR 50.61                  |
| 4. 원자로정지불능 예상 운전과도     | - 10 CFR 50.62                  |
| 5. 능동형기기의 관리계획         | - ASME OM                       |
| 6. 배관 열성충 평가           | - 미국 NRC 행정조치(Bulletin) 88-11   |
| 7. 가연성기체 연소에 대한 안전성 평가 | - IAEA 안전지침 NS-G-1.10           |
| 8. 소내정전사고 대처능력평가       | - 10 CFR 50.63                  |

## 다. 운영허가 이후 변화된 방사선 환경영향 평가서

계속운전을 함으로써 운영허가 심사시 평가된 방사선환경영향평가가 얼마나 달라졌는지를 평가하기 위함이며 평가사항은 아래와 같다.

- 계속운전 계획에 관한 사항
- 환경현황에 관한 사항
- 발전소 현황에 관한 사항
- 계속운전으로 인한 영향에 관한 사항
- 사고로 인한 영향에 관한 사항
- 환경감시 계획에 관한 사항

#### 4. 고리 1호기 계속운전 안전성평가보고서 심사

2006년 6월 16일 한수원으로부터 고리 1호기 계속운전 신청서류를 접수한 과학기술부(현 교육과학기술부)는 안전기술원의 전문인력 100여명을 투입하여 18개월 동안 심사를 수행하였다.

16개 평가분야의 112개 안전기준에 따라 계속운전 신청서류를 검토하면서 한수원(주)과 3회에 걸쳐 1,000여건의 서면 심사질의·답변을 주고 받았으며, 원전 주요설비의 설치상태 및 성능, 경년열화 관리계획의 구비 등 현장의 계속운전 준비상태를 확인하기 위한 현장점검도 수시로 실시하였다.

##### 가. 주기적안전성평가보고서 심사

원자로시설의 물리적 상태, 안전성 분석, 기기검증 등 11개 평가분야를 고려하여 수행된 주기적안전성평가 내용 및 결과가 원자력법령 및 기술기준에 적합하여 안전성이 확보되어 있고 1차 주기적안전성평가지도출되었던 40개 안전성증진사항이 모두 이행되었음을 확인하였다.

1차 주기적안전성평가지와 다르게 이번에는 해외 운전경험인 화재 방호, 원자로용기 가압열충격 등 미국의 소급규정 관련 5개 항목과 기기의 동적 및 내진검증 등 안전성 증진관련 3개 항목을 추가로 수행하여 국내·외 최신요건을 적절히 반영한 것으로 평가하였다.

## 나. 주요기기수명평가보고서 심사

경년열화 관리대상이 되는 기기 및 구조물이 빠짐없이 적절히 선정되었음을 확인하였고 경년열화 관리계획의 적용범위, 예방조치, 감시 및 검사변수, 경년열화 탐지 등이 과학기술부(현 교육과학기술부) 고시에서 요구하는 항목 및 내용으로 적합하게 수립되어 있음을 확인하였다.

계속운전을 위한 수명평가 대상이 안전과 관련된 기기들로 적절히 선정되고, 수명평가지 경년열화 영향, 시간제한 가정, 안전성 관련사항 등이 적절히 고려되어 수행되었음을 확인하였다.

국내·외 운전경험과 연구결과를 반영하여 안전성을 증진시킨 것으로 평가되었다. 특히 계속운전 여부를 판단하는데 있어 가장 핵심적인 기기로 볼 수 있는 원자로용기의 경우, 핵분열시 발생하는 중성자의 조사로 인해 재질 특성이 변하기 때문에 원자로용기의 최대흡수에너지, 가압열충격 특성 등을 평가해서 건전성을 확인하였다.

원자로용기의 최대흡수에너지 특성과 관련하여 한수원(주)은 과기부 고시 제2005-03호에 따라 계속운전 목표시점인 40년에 상당하는 중성자 조사량을 가진 원자로용기 내의 시편을 사용한 파괴인성시험을 수행하였으며, 파괴인성시험결과 계속운전기간에도 최대흡수에너지 저

하로 인한 원자로용기의 파손 가능성은 없는 것으로 확인하였다.

또한 원자로용기의 가압열충격 특성과 관련하여 한수원은 미국에서 인정되고 있는 최신의 해석방법인 마스터 커브 방법을 이용하여 계속운전 목표시점인 40년에서 원자로용기의 가압열충격 기준온도가 127℃인 것으로 평가하였으며, 이 값은 허용기준 149℃ 이하를 만족하므로 원자로용기는 계속운전기간에도 가압열충격사고에 대해 건전성을 확보할 수 있을 것으로 확인하였다.

#### 다. 방사선환경영향평가보고서 심사

인구, 환경방사선, 방사성물질의 확산 등 환경 현황과 발전소 현황이 과기부 고시에서 요구하는 기준에 따라 적절히 제시되어 있으며 계속운전으로 인해 원전주변 주민 및 환경에 미치는 방사선 영향평가 결과가 관련 기준을 만족하는 것으로 확인하였다.

또한 가상사고로 인한 방사능 누출량과 주민의 피폭선량이 적합한 방법으로 평가되었으며 피폭선량 값이 허용기준보다 매우 작은 값을 확인하였고, 환경감시계획도 계속운전에 대비하여 환경방사선영향평가가 가능하도록 적절하게 수립된 것으로 확인하였다.

#### 라. 현장점검 결과

현장점검 결과, 원전의 주요설비들이 실제로 안전한 상태로 설치되어 있고, 또한 성능을 충분히 발휘할 수 있는 것으로 확인되었다. 특히 지진 발생에 대비한 내진설비, 가상배관파단 사고에 대비한 내환경 설비, 화

재방호설비, 안전관련 설비 등 많은 설비들이 이번에 보강 및 교체 등을 통해 개선되어 원전의 안전성이 제고된 것으로 평가되었다. 그리고 원전의 장기간 운전에 따른 노후화에 대비한 경년열화 관리계획도 잘 구비되어 있는 것으로 확인하였다.

#### 마. 심사의 객관성 확보

국제원자력기구(IAEA)의 전문가와 공동으로 안전성을 확인한 결과로는, 원전의 안전성 증진 차원에서 2건의 제안사항과 3건의 권고사항이 도출되었다.

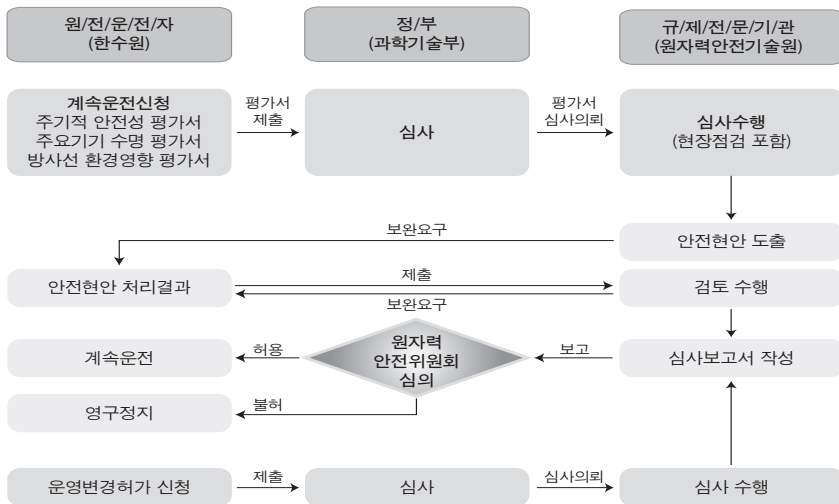
제안사항으로는 가압기 하부헤드 등 주기기 피로평가의 보완과 격납건물 전기관통부집합체의 제어·계측 케이블 연결을 보호튜브 방식으로 교체하는 것이었다.

권고사항으로는 비안전관련 설비의 위치영향 분석, 가압기 살수 헤드에 대한 일회검사 수행, 그리고 지하수위의 관측시스템을 구축하는 것이었다. 한수원은 이러한 사항들을 모두 적합하게 조치완료하였고 조치 결과는 적합한 것으로 확인하였다.

#### 바. 심사결과

종합적인 안전심사 결과로써 고리 1호기 계속운전 신청서류인 주기적안전성평가보고서, 주요기기수명평가보고서, 방사선환경영향평가서 등의 심사를 통해 원자로 용기, 안전등급 배관, 격납건물 등 주요 기기에 대한 수명평가 및 경년열화 관리계획이 관련 요건에 따라 적절하게 수

립되어 있음을 확인하였고, 운영허가 이후 변화된 자연환경 및 부지특성을 반영한 방사선환경영향평가 내용이 관련요건을 만족하고 있어 고리 1호기는 향후 10년간 안전한 상태로 계속운전이 가능한 것으로 최종 결론을 내렸다. 과기부는 이러한 심사결과를 토대로 2007년 12월 11일 고리 1호기 계속운전을 허가하였다.



〈그림 2-12〉 계속운전 안전심사 절차도

## 5. 사회적 수용성 확보

### 가. 고리원전 주변 지역주민의 반대활동

지역주민들은 고리 1호기 계속운전 안전성에 대한 우려와 지역지원을 요구하며 격렬한 반대활동을 하였다. 7회의 집단시위에 2,230명의 주민이 참석하여 고리지역의 30년간 그린벨트 지정으로 인한 피해 보

상을 요구하였다.

장안읍 길천리장은 8일동안 단식 농성을 하였고, 장안읍 지역대표 24명은 9일간 릴레이 천막농성을 통해 고리 1호기 계속운전 반대활동을 하였다.

지역 청년연합회는 환경단체 등과 함께 지역주민 300명이 참석한 고리 1호기 계속운전 반대토론회를 개최하였으며, 국회, 정부, 국민고충처리위원회에 고리 1호기 계속운전 반대 탄원서를 제출하는 등 많은 반대 활동을 하였다.



〈그림 2-13〉 고리 1호기 계속운전 반대집회

## 나. 환경단체 반대활동

환경단체는 계속운전 안전성에 우려를 나타내며 반대를 하였다.

부산청년환경센터는 고리 1호기 계속운전 반대 캠페인 개최와 함께 민노당 및 일본의 반원전 단체 등과 함께 고리 1호기 계속운전 반대 토론회를 수차례 개최하였다. 국내 주요 환경단체들은 연대 서명하여 국가인권위원회 및 정부 각 부처에 계속운전 반대와 정보공개를 요구하는

10여회의 탄원 및 진정을 하였으며, 고리 1호기 계속운전 IAEA Peer Review 반대 기자회견, 고리 1호기 사망선고 기자회견, 국가인권위원회 제소 기자회견 등의 방법을 동원하여 계속운전 반대 언론활동을 펼쳐나갔다.

## 다. 계속운전 반대정서 극복활동

반대활동을 극복하고 사회적 수용성 제고를 위하여 한수원은 계속운전을 공론화하여 계속운전의 필요성, 계속운전 해외사례 및 안전성 등의 내용으로 지역주민들에게 홍보활동을 하였다. 또한 계속운전은 에너지 자원의 효율적 활용으로써 지역경제에도 기여함을 알리는 등 이해관계자들과 지역주민들이 현명한 판단을 할 수 있도록 전사적, 전방위적인 홍보활동을 하였다.

지역주민, 지역 여론주도층, 지자체 공무원, 지역 주요단체, 지역 국회의원 등을 대상으로 총 1,130여회의 소규모 설명회와 맨투맨 홍보를 하여 계속운전 이해기반을 넓힘으로써 계속운전 안전성에 대한 공감대를 확산하였다.

중앙과 지역의 주요언론사 기자를 대상으로 미디어 투어를 비롯한 기자간담회를 약 60회 시행하여 계속운전 안전성에 대한 올바른 보도를 유도하였으며, 지역주민, 환경단체, 학계를 대상으로 9회에 걸쳐 계속운전 세미나, 워크숍 등을 개최하거나 참석하여 계속운전을 공론화 하는 한편 각계의 의견을 수렴하였다.

이 밖에 지역주민 등을 대상으로 25회에 걸쳐 일본 계속운전 원전에

대한 시찰을 함으로써 계속운전 안전성에 대한 폭넓은 이해를 도모하였으며, 특히 정부, 한수원 경영진, 학계, 언론계, 갈등관리전문가로 구성된 상황점검반을 구성하여 고리 1호기 계속운전 이해관계자들과의 갈등 해소 대책에 주력하였다.



〈그림2-14〉 계속운전 안전성 설명회, 심포지움 모습

## 라. 계속운전 주민합의

설계수명 이후 장기가동원전의 계속운전은 지역주민의 동의를 법적으로 요구하고 있지는 않지만 원전사업은 주민 수용성이 중요하다는 인식아래 지역 국회의원, 지자체장, 기장군 주민대표, 울주군 주민대표 및 부산광역시 주요인사를 대상으로 한수원(주) 사장 등이 주관하는 경영진 간담회를 27회 시행하여 성실하고 책임있는 자세로 지역의 의견을 수렴하고 한수원의 입장을 솔직하게 전달함으로써 지역대표와 신뢰감을 구축하였다.

동시에 지역의 다양한 요구사항은 협의회를 구성하여 협의회 내에서 합리적 대화로써 해결할 것을 제시하고 설득하였다.

이러한 노력으로 이해관계가 서로 다른 기장군 지역의 2개 계속운전 반대위원회를 단일화 시킨 후 고리주변지역발전협의회를 구성함으로써 집회와 시위를 통한 반대활동을 대화와 협의를 통해 합리적으로 해결할 수 있는 길을 마련하였다.

이후 고리주변지역발전협의회는 총 5회의 전체회의와 수차례의 실무 협상을 통하여 계속운전 안전성에 대한 폭넓은 의견을 교환하였다. 또한 고리원전으로 인해 지역이 30년간 그린벨트로 묶여 지역이 낙후되었다는 주장에 대해서는 농수산물 특산물 판매장, 도서관 건립 등의 지역 숙원사업 지원을 협의하였다.

양측의 성실한 협의로 기장군 지역은 2007년 12월 18일 마침내 합의서를 체결하였으며 울주군은 서생지역 대책위 및 울주군 어대위와 2007년 12월 21일 합의서를 체결함으로써 2년여에 걸친 지역주민과의 갈등이 해결되었다.



〈그림 2-15〉 고리 1호기 계속운전 주민 합의서 체결

## 마. 주민합의 의의 및 성공요인

주민과 고리 1호기 계속운전에 관한 합의 성공은 참여한 이해관계가 대립되는 사회적 현안을 지역협의회를 구성하여 외부 개입을 배제하고 법과 원칙에 따라 자발적으로 논의하고 민주적으로 문제를 해결했다는 점에 그 의미를 둘 수 있다. 그동안 국내에서 겪어 왔던 사회적 갈등과는 다른 갈등해소의 선례가 될 것이다.

주민과의 합의에 성공한 요인은 다음으로 요약할 수 있다.

첫째, 문제의 인식과 접근하는 방식의 변화였다. 한수원(주)은 주민들이 요구하고 있는 안정성(Security)의 의미가 과학기술적인 의미의 안전성(Safety)과 차이가 있음을 인식하고 주민요구에 대해 역지사지(易地思之)로써 이해하고자 노력하였으며 지역주민은 한수원이 공기업체로써 자신들의 모든 요구를 수용하는 데에는 한계가 있을 수밖에 없다는 점을 인식하고 현실적인 요구를 하였다.

둘째, 문제해결 방식의 변화가 있었다. 한수원은 부안과 경주 방폐장 추진 등을 경험하면서 합의와 집단적 논의의 중요성을 인식하였고, 지역주민은 그동안의 경험을 통하여 투쟁 자체가 문제를 해결하는데 도움을 주는 것이 아니라 상대의 처지와 한계를 인식하고 현실적인 논의와 합의가 필요하다는 것을 체험하였다.

셋째, 논의체제와 논의방식 변화를 들 수 있다. 그동안 정부와의 협상을 통하여 문제를 해결하고자 했던 과거의 방식에서 벗어나 지역사회의 실제적 대표성을 가진 인사들로 협의회를 구성하고, 주민이 실질적으로 원하는 문제에 접근하였다.

마지막으로 신뢰관계 형성을 주요요인으로 꼽을 수 있다. 협상에 참여한 한수원(주) 경영진은 지역의 요구에 대해 현실성과 실현 가능성을 고려하면서 할 수 있는 부분과 할 수 없는 부분을 명확한 근거에 입각해서 솔직하게 털어놓고 주민들의 양해를 구함으로써 주민과 한수원(주)은 서로의 진정성을 확인하게 되었고, 신뢰의 기반이 이루어졌다.

이러한 노력으로 주민합의 후 고리 1호기는 2007년 12월 21일 연료장전을 시작하여 2008년 1월 3일 임계에 도달하였고, 2008년 1월 9일 계통병입에 이어 100% 출력운전에 도달하게 되었으며, 드디어 1월 17일에는 지역주민의 축복을 받으며 고리 1호기 계속운전 재가동 기념행사를 가질 수 있었다.



〈그림 2-16〉 고리 1호기 계속운전 재가동 기념식 모습



## 제3편 원전연료 및 방사성폐기물 관리

>>> 제1장 원전원료 현황

>>> 제2장 방사성폐기물 관리

>>> 제3장 방사성폐기물 관리사업



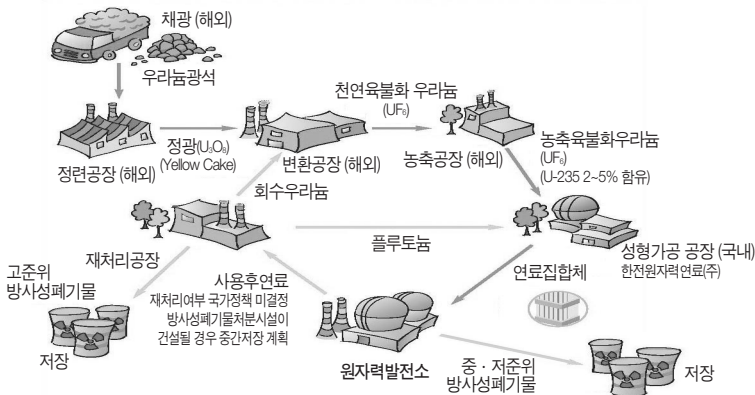
# 제1장 원전연료 현황

한국수력원자력(주) 자재처 연료수급팀장 박 웅

## 제1절 원전연료 주기

원자력발전소의 연료로 사용되는 우라늄은 석탄, 석유 등의 화석연료와 달리 아주 적은 분량으로 다량의 전기를 생산할 수 있으며, 이러한 우라늄은 채광, 정련, 변환, 농축 및 성형가공 등 일련의 가공과정을 거쳐 원자력발전소에 사용가능한 형태인 연료집합체로 제작된다.

이렇게 제작된 원전연료는 원자로에 장전되어 경수로의 경우 3~5년, 중수로의 경우 1년 동안 연소되며, 연소후 인출된 사용후연료는 장기간 냉각 후 영구처분 되거나(Once-through Cycle), 미 연소된 우라늄 및 생성된 플루토늄을 회수하기 위해 재처리과정(Reprocessing and Recycling)을 거친 후 영구처분 된다.



〈그림 3-1〉 원전연료 주기도

<그림 3-1>은 원전연료 주기도로서, 우라늄 원광의 채광으로부터 가공된 원전연료를 원자로에 장전하기까지의 과정을 ‘선행원전연료주기(Front-end Nuclear Fuel Cycle)’, 원자로에서 연소 후 인출된 사용후 연료를 소외저장시설이나 재처리시설로 수송하는 것으로부터 이를 최종 처분하기까지의 과정을 ‘후행원전연료주기(Back-end Nuclear Fuel Cycle)’ 라고 한다.

## 제2절 각 주기별 수급현황 및 전망

### 1. 우라늄 정광

노천 광상(Open Pit)이나 지하 광상(Underground Mine)에서 채광한 광석중에 함유된 우라늄은 정련공장에서 분쇄, 여과 및 화학적 과정을 통해 추출된다.

한편 최근에는 채광비의 절감 및 환경보전을 위하여 광산내에 침출액을 주입하여 우라늄을 용해시켜 회수하는 침출방법(In-Situ Leach)을 이용하기도 한다. 정련공장에서 최종적으로 생산되는 우라늄 정광( $U_3O_8$ )은 질량비로 약 85%의 우라늄을 함유하고 있다.

#### 가. 우라늄 자원

우리나라의 충청도 일대에서 우라늄 광석의 매장이 확인되었으나, 평균 품위가 0.03% 이하인 저품위 우라늄 광석으로 경제성이 없어 현재는 정광 소요량 전량을 해외에서 수입하고 있는 실정이다.

세계 우라늄 확인매장량은 약 474만톤U으로, 2007년도 세계 우라늄 연간 소요량 6.4만톤U을 기준으로 계산해 보면 향후 70년 정도 사용가능한 양이라 할 수 있다. 또한 확인매장량과는 별개로 전 세계 원전사용량의 약 160년분에 해당되는 1,006만톤U의 추정매장량이 있는 것으로 평가되고 있다. 이밖에도 약 340년분에 해당하는 약 2,200만톤U의 우라늄이 지각 속에 인산염과 함께 혼재되어 있고 바닷물 속에는 전 세계 원전이 6만년 정도 사용할 수 있는 40억톤U의 우라늄이 존재하고 있는 것을 고려한다면, 우라늄 자원은 21세기에도 인류의 에너지 문제를 해결하는데 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

상기 확인매장량 중 대부분은 우라늄 시장가가 고가였던 1970년~1980년대에 확인된 것이다. 구소련 붕괴 후 구소련산 우라늄 및 러시아 핵무기 해체 우라늄의 시장 유입, 세계 각국 정부 및 전력사 보유 재고 우라늄의 시장 유입으로 1990년대 이후에는 우라늄 시장가가 안정되었으며, 이에 따라 우라늄광 탐사 및 개발이 거의 중단되었다. 특히 러시아 핵무기 해체 우라늄이 본격적으로 시장에 유입된 1990년대 중반 이후부터는 소요량의 50~70%만을 직접 채광한 우라늄으로 충당하고 있으며, 나머지는 재고 우라늄 등 다양한 형태의 2차 공급원(Secondary Supplies)으로 충당하고 있다.

그러나 최근, 전 세계 우라늄 수급불균형 우려에 따른 우라늄 시장가격의 지속적인 상승으로 캐나다, 호주, 카자흐스탄, 나미비아 등에서 신규 우라늄광산의 개발이 본격적으로 이루어지고 있다. 과거 석유나 석탄의 가채 평가량이 탐사 및 채광기술 등의 발전과 더불어 지속적으로

증가한 것처럼, 우라늄의 경우도 신규 탐사기술 및 최근 적용된 ISL(In-Situ Leach) 채광 기술의 도입으로 가채 평가량이 증가할 것으로 전망된다.

### 나. 우라늄 정광 수급 동향

2007년 12월말 현재 전세계에서 운전중인 원전은 총 435기로서, 설비용량은 3.92억kWe이다. WNA(World Nuclear Association)는 전세계 원전설비용량은 2010년까지 큰 변화가 없을 것이나, 2015년부터 원전 설비용량이 증가하기 시작하여 2020년에는 4.5억kWe, 2030년에는 5.3억kWe가 될 것이라고 전망하였다. (표 3-1 참조)

2007년 전 세계 연간 우라늄정광 생산량은 약 4.4만톤으로 전 세계 연간 우라늄정광 소요량 6.4만톤U의 약 69%에 해당하며, 수요량 대비 약 2만톤U 정도가 부족한 실정이다. 이 부족분은 우라늄 제2공급원(Secondary Supplies)으로 충당함으로써 수요량 대비 부족한 생산량을 보충하여 수급 균형을 유지하고 있다. 이와 같은 우라늄 제2공급원으로는 ①각국 정부, 전력사 또는 원전연료주기시설 운영사들이 보유하고 있는 우라늄 재고, ②냉전 종식 후 미국 및 러시아의 핵무기 해체에 따른 고농축우라늄(HEU)의 희석 사용, ③사용후연료를 재처리하여 회수한 우라늄, 플루토늄의 사용 등을 들 수 있다.

2002년~2006년 호주 및 캐나다 우라늄 광산에서 발생한 일련의 사고 이후 우라늄 수급불안이 가중되었으며, 그 동안의 구매자 우위의 시장상황은 공급자 중심으로 재편되었다. 또한 2007년도 호주에 내린 기

록적인 폭우로 인한 Ranger 광산의 생산차질, 캐나다 Cigar Lake 광산 침수복구 지연 발표는 전 세계 우라늄 수급균형에 당분간 영향을 끼칠 것으로 전망된다. 따라서 향후 우라늄 시장의 수급균형을 유지해 나가기 위해서는 전 세계 우라늄 소요량의 약 30%를 충당하고 있는 2차 공급원(Secondary Supplies)의 지속적인 유입과 신규 우라늄 광산개발 등이 필수적이다.

<표 3-1> 세계 우라늄 정광 수급 전망

| 구 분           | 2007년 | 2008년 | 2010년 | 2015년 | 2020년 | 2030년 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 원자력시설용량 (GWe) | 371.6 | 374.4 | 376.9 | 408.9 | 453.4 | 529.0 |
| 수 요 량(만톤U)    | 6.4   | 6.5   | 6.5   | 7.4   | 8.1   | 10.9  |
| 생 산 량(만톤U)    | 4.4   | 4.8   | 6.0   | 6.8   | 6.6   | 6.0   |

[2007 WNA-The Global Nuclear Fuel Market(Reference Scenario)]

## 다. 우라늄 시장 동향

1970년대 2차레에 걸친 석유파동으로 인하여 세계 각국이 원전건설을 추진함에 따라 우라늄의 수요가 급증하였으며, 이에 따라 1978년 중반에는 정광 가격이 파운드당 43달러를 상회하기도 하였다. 그러나 TMI 및 체르노빌 원전사고 이후 원전건설 계획 취소 및 지연으로 인하여 각 생산자 및 전력사들이 보유하고 있던 재고를 저가로 방매함에 따라 1980년대에는 우라늄 가격이 급격히 하락하였으며, 1994년말에는 현물시장가격이 파운드당 러시아산 7달러, 비러시아산이 9달러 선에서 거래되기도 하였다.

1990년대 들어서면서 독립국가연합(CIS)이 자국의 경제난 해소를 위해 세계시장에 우라늄 판매를 증가시키자 미국정부는 덤핑판매를 억제하기 위해 1992년 10월 미국과 러시아, 카자흐스탄, 우크라이나 등 독립국가연합 국가와 반덤핑 유예협정을 체결함으로써 우라늄 시장가격은 러시아산 대 비러시아산 시장가로 이원화되어 공표되었으며, 또한 유럽연합(EU)도 독립국가연합(CIS)산 우라늄의 수입을 소요량의 20% 이내로 제한하는 정책을 견지하였다. 그러나 2001년 10월 이후 미국 및 유럽연합(EU)의 러시아산 우라늄 정광에 대한 수입제재 철폐로 시장가격은 단일화되어 공표되고 있다.

한편 1993년 미국과 러시아 정부는 구소련의 핵무기 해체로부터 발생한 고농축우라늄(HEU)을 희석하여 민수용으로 사용하기 위한 농축우라늄 공급계약을 체결하였으며, 이에 따라 1995년 6톤, 1996년 12톤, 1997년 18톤, 1998년 24톤, 1999년 이후 매년 30톤 등 20년간 총 500톤의 고농축우라늄을 희석한 저농축우라늄 형태가 미국에 공급될 예정이다.

1999년 3월에는 러시아와 미국 NUKEM, 캐나다 Cameco, 프랑스 COGEMA사간에 고농축우라늄(HEU)을 희석한 저농축우라늄에 포함된 변환우라늄 구매계약이 체결됨에 따라, 러시아산 고농축우라늄(HEU)을 희석한 우라늄이 시장에 지속적으로 유입되면서 우라늄 제2공급원으로서의 역할을 하고 있다.

우라늄 정광가격은 1990년대 중반 세계 최대 정광 중개회사였던 NUEXCO사가 파산함에 따라 수급 불안정 우려로 인하여 1996년 말 파

운드당 15달러까지 상승하기도 하였으나, 호주의 3개 광산 운영정책(Three Mine Policy)의 폐지, 캐나다 신규광산개발 등으로 인한 생산량 증가 기대감, 미국 에너지부(DOE)의 비축량 처분 계획 발표 및 희석된 고농축우라늄(HEU)의 지속적인 시장 유입 등으로 인해 2002년말까지 파운드당 9~10달러의 안정적인 가격을 유지하였다.

그러나, 호주 Olympic Dam 광산 화재사고('01.10), 캐나다 McArthur River 광산 침수사고('03. 4), 신규 개발중이던 캐나다 Cigar Lake 광산 침수사고('06.10), 2007년 폭우로 인한 호주 Ranger 광산 생산량 차질 등 일련의 사건·사고 발생으로 우라늄 시장가격은 2007년 6월 파운드당 136달러까지 상승한 바 있으며, 최근에는 70~90 달러 수준을 유지하고 있다.

현재의 우라늄 시장 환경은 공급자 우위의 시장으로 재편되었으며, 고유가와 지구온난화 문제 해결을 위한 원전건설 확대에 따른 우라늄 수요 증가, 신규 광산 개발지연 등 수급불안을 야기할 수 있는 요소들이 상존하고 있는 상황이다.

한편으로는 2010년 이후 대규모 신규광산 생산물량의 시장 진입, 카자흐스탄 및 호주 등 주요 생산국의 우라늄 광산 개발 등 신규 우라늄 개발이 활발히 진행되고 있으며, 이는 시장가격의 안정요인으로 작용할 것으로 전망된다.

향후 우라늄 시장가격은 가격안정 요인과 장·단기적인 가격상승 요인들에 의해 복합적으로 영향을 받을 것으로 예상되나, 향후 지속적인 신규개발 추진의 영향으로 안정세를 보일 것으로 전망된다.

## 2. 우라늄 변환역무 (Conversion Services)

우라늄 원광에서 생산된 우라늄 정광( $U_3O_8$ )의  $U^{235}$  존재비는 0.71%이다. 따라서 이와 같은 천연우라늄을 경수로연료로 사용하기 위하여  $U^{235}$  존재비를 3~5%로 높이는 농축과정이 필요하다. 이와 같이 우라늄 정광을 농축이 가능한 육불화우라늄( $UF_6$ ) 형태로 만드는 공정, 중수로 용 연료의 경우에는 정광( $U_3O_8$ )을 바로 성형가공 할 수 있는  $UO_2$  분말로 만드는 공정을 변환이라 한다.

경수로 변환역무는 미국, 영국, 프랑스, 캐나다 및 러시아 등의 상용시설에서 공급하고 있다(표 3-2 참조). 2007년도 전 세계 연간 생산량은 설비용량 7.3만톤U의 62%인 약 4.5만톤U으로 추정되며, 이는 2007년 수요량 6.1만톤U에 못 미치는 수준이다. 이와 같은 부족분은 각 전력사들이 보유하고 있는 재고량과 핵무기 해체에 따른 고농축우라늄(HEU)의 희석 공급 등의 2차공급원으로 충당하고 있다. WNA는 향후 경수로 변환역무 수요량이 2010년 6.1만톤U, 2020년 7.7만톤U, 그리고 2030년에는 10.2만톤U으로 계속 증가할 것이라고 예측하였다.

경수로 변환역무 시장가격은 1970년대 각국 전력사들이 원전건설을 추진함에 따라 1980년까지 kg우라늄당 거의 7달러 선까지 상승하였으나, 1980년대 들어 전력사들의 원전건설 취소와 지연 등으로 인하여 하락하기 시작하였으며 1991년 kg우라늄당 3.8달러선에 거래되기도 하였다. 1993년~1994년도에는 수요측면에서 큰 변화가 없었고 어느 정도의 재고 물량이 있었음에도 불구하고 변환시장 수급 불안정에 대한 우려 확산으로 현물시장가가 약 6달러까지 다시 상승하였다.

이후, 영국 BNFL(British Nuclear Fuels Limited) 및 프랑스 Comurhex 등의 변환공장 용량 증가와 러시아 핵무기 해체에 따른 고농축우라늄(HEU)의 희석 공급 및 미국 에너지부(DOE)의 잉여 재고량 등이 추가적으로 시장에 유입함에 따라 변환역무 가격은 2000년 중반에는 최저점인 kg우라늄당 약 2.3달러 수준까지 하락하였다. 그러나 변환역무 공급용량 과잉 상태에서도 변환역무 현물시장가가 생산원가 이하라는 인식의 확산과 BNFL사 변환공장의 폐쇄결정 계획 등으로 점차 가격이 상승하여 2002년도에는 kg우라늄당 북미지역이 약 5.3달러, 유럽지역은 6.3달러까지 상승하였으며, 2003년말 미국 ConverDyn사의 UF<sub>6</sub> 가스 누출사고로 인한 가동중단과 GNSS-TENEX사계약 파기, 그리고 2004년 캐나다 Cameco사 공장 파업 등에 따른 변환역무시장 수급불균형 우려로 변환역무 가격은 2003년 하반기 이후 지속 상승하여 2008년 3월 현재 북미지역은 kg우라늄당 9달러, 유럽지역은 10달러 수준을 유지하고 있다.

2005년 3월 캐나다 Cameco사의 영국 BNFL 변환시설 연장운전 발표가 변환시장 수급안정요소로 작용하고 있지만, 향후 변환역무 소요량 증가예상에 따른 변환시설 증설과 노후변환시설 대체 건설에 따른 공급사의 투자비 증가가 예상됨에 따라 변환역무시장에는 여전히 불안요소가 잠재하고 있다.

〈표 3-2〉 세계 경수로 변환시설 현황 및 수요 전망

(단위 : 톤U/년)

| 구분   | 국명  | 변환회사                   | 설비용량   | 2007년 생산예상량 |
|------|-----|------------------------|--------|-------------|
| 경수로용 | 캐나다 | Cameco                 | 12,500 | 6,000       |
|      | 프랑스 | Comurhex               | 14,000 | 13,700      |
|      | 미국  | ConverDyn              | 15,000 | 10,500      |
|      | 영국  | Springfields Fuels Ltd | 5,000  | 4,000       |
|      | 브라질 | IPEN                   | 100    | 100         |
|      | 러시아 | Angarsk, Seversk       | 25,000 | 10,000      |
|      | 중국  | CNNC                   | 1,000  | 400         |
|      |     | 계                      | 72,600 | 44,700      |

[UxC Conversion Market Outlook(2007, 11)]

〈표 3-3〉 세계 경수로 변환역무 수요 전망

(단위 : 톤U/년)

| 구분 | 2007년 | 2008년 | 2010년 | 2015년 | 2020년 | 2030년 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 상한 | 6.09  | 6.21  | 6.40  | 7.73  | 8.71  | 14.27 |
| 표준 | 6.09  | 6.10  | 6.13  | 7.02  | 7.68  | 10.16 |
| 하한 | 6.09  | 6.07  | 6.19  | 6.33  | 6.26  | 4.93  |

[2007 WNA-The Global Nuclear Fuel Market]

〈표 3-4〉 세계 중수로 변환시설 현황

(단위 : 톤U/년)

| 구분   | 국명    | 변환회사    | 설비용량  |
|------|-------|---------|-------|
| 중수로용 | 캐나다   | Cameco  | 2,800 |
|      | 아르헨티나 | CNEA    | 62    |
|      | 인도    | DAE     | 600   |
|      | 루마니아  | Romania | 100   |
|      | 계     |         | 3,562 |

[2005 WNA-The Global Nuclear Fuel Market]

### 3. 우라늄 농축역무 (Enrichment Services)

천연우라늄에는 세가지 동위원소가 존재하며 그 조성비는  $U^{234}$  0.0054%,  $U^{235}$  0.71%,  $U^{238}$  99.28%이다. 농축이란  $U^{235}$ 의 함유량을 높이는 공정을 말한다.

경수로용 원전연료로 사용하기 위해서는 농축이 필요한데 이는 천연에 존재하는 우라늄 동위원소 중  $U^{235}$ 만이 핵분열반응을 일으킬 수 있기 때문이며, 원자로 내에서 지속적인 핵분열반응을 유지하기 위해서는  $U^{235}$ 의 농축도가 3~5% 정도가 되어야 하기 때문이다. 이러한 우라늄 농축기술은 고도의 기술과 자본을 필요로 하며, 현재까지 기체확산법, 원심분리법, 노즐분리법, 화학교환법, 레이저법 등이 개발되었으나, 이 중 기체확산법과 원심분리법이 상업용으로 사용되고 있다.

농축단위는 SWU(Separative Work Unit : 농축역무 단위)라는 특수단위를 사용하는데 일종의 에너지 단위로 농축도가 높을수록 SWU가 지수적으로 증가하며 1,000MW급 발전소 1기당 연간 약 100,000 SWU가 소요된다.

## 농축 기술

- 기체확산법 : 다수의 소공(약 1억6천만개/ $\text{cm}^2$ )이 있는 격막을 통하여  $\text{UF}_6$ 가스를 흘려 보낼 때 가벼운 동위원소( $\text{U}^{235}$ )가 더 많이 통과하는 원리 이용(전력소요량 : 2,300~2,500 kWh/SWU)
- 원심분리법 : 원통속의  $\text{UF}_6$ 가스를 고속회전시켜 원심력을 이용하여 분리하는 방법으로 무거운  $\text{U}^{238}$ 은 회전통의 바깥쪽으로 밀려나가고 가벼운  $\text{U}^{235}$ 은 안쪽으로 모이는 원리 이용(전력소요량 : 50kWh/SWU)
- 레이저법 :  $\text{U}^{235}$  원자에만 흡수되는 레이저를 투사시킨 후 여기된 (+) $\text{U}^{235}$  원자를 자장에 통과시켜 (+) $\text{U}^{235}$  이온을 (-)이온판에 집적하는 방법으로, 연구개발 단계이다.



〈그림 3-2〉 원심분리 및 기체확산 농축시설

미국, 러시아, 프랑스, 영국 등 핵무기 보유국들이 농축공장을 운영하고 있다. 농축설비 건설에 막대한 투자비가 소요될 뿐만 아니라 핵확산 금지를 위해 농축기술 자체가 엄격히 통제되고 있어 핵무기 비보유국의 농축시설 보유는 상당히 어려운 실정이다 <표 3-5 참조>.

〈표 3-5〉 세계의 농축설비 현황

(단위 : 톤SWU/년)

| 국 명                       | 회사명     | 농축방법  | 용 량    | 상업운전 |
|---------------------------|---------|-------|--------|------|
| 미 국                       | USEC    | 기체확산법 | 11,300 | 1955 |
| 프랑스, 이태리, 스페인,<br>벨기에, 이란 | EURODIF | 기체확산법 | 10,800 | 1979 |
| 영국, 독일, 네덜란드              | URENCO  | 원심분리법 | 9,000  | 1980 |
| 러 시 아                     | Rosatom | 원심분리법 | 25,000 | 1949 |
| 중 국                       | CNNC    | 원심분리법 | 1,000  | -    |
| 일 본                       | JNFL    | 원심분리법 | 1,050  | -    |
| 기타(브라질, 인도 등)             |         | 원심분리법 | 300    | -    |
| 계                         |         |       | 58,450 |      |

[2007 WNA-The Global Nuclear Fuel Market]

미국은 1969년 상업용 경수로에 대하여 최초로 우라늄 농축역무를 공급한 이후 1970년대까지도 전 세계의 우라늄 농축역무 시장을 독점하였다. 그러나 1974년 석유파동 이후 세계 각국이 원자력 개발 및 원자력발전소 건설 계획을 활성화함에 따라 농축 수요가 급증하게 되어 영국의 URENCO, 프랑스의 EURODIF 등 농축을 전담하는 새로운 회사가 등장하게 되었다. 결국 1980년 초부터 농축시장은 시장경쟁체제로 전환되었으며, 1990년 초 러시아의 적극적인 서방세계 시장확대 노력 등으로 인하여 현재의 시설용량은 5.9만톤SWU이며 농축 소요량 5.1만톤SWU를 초과하는 상태이다.

향후 세계의 농축소요량은 2010년 5.3만톤SWU, 2020년 6.4만톤SWU, 2030년 8.4만톤SWU까지 증가할 것으로 전망된다 <표 3-6 참

조>. 그러나 러시아 핵무기 해체에 따른 고농축우라늄(HEU)의 희석공급, 재처리회수 우라늄, 플루토늄 사용 등의 우라늄 제2공급원 시장진입과 미국 원전사업자들이 영국 URENCO사의 LES(Louisiana Energy Services) 원심분리농축공장 미국내 건설 추진, USEC사의 미국 원심분리 농축기술을 이용한 신규 공장의 건설 추진, 프랑스 COGEMA사의 원심분리공장 건설을 위한 영국 URENCO사와의 합작 그리고 이에 따른 가스확산법을 사용하는 구형 공장의 점진적인 폐쇄 등은 수요와 공급에 상당한 영향을 미칠 것으로 전망된다.

최근 급등한 우라늄가격 영향으로 농축역무가격은 2008년 3월 현재 kg SWU당 145달러를 유지하고 있으며, 각국 전력사들의 저폐기농축도 선택 및 장기구매계약, 선확보 전략 등으로 인하여 시장가격은 상승 추세로 전환하였으며 당분간 이러한 상승기조를 유지할 것으로 전망된다.

〈표 3-6〉 농축 수급 전망

(단위 : 만톤SWU)

| 구 분 | 2008년 | 2010년 | 2015년 | 2020년 | 2030년 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 상 한 | 5.16  | 5.59  | 6.32  | 7.28  | 11.36 |
| 표 준 | 5.09  | 5.33  | 5.70  | 6.35  | 8.35  |
| 하 한 | 5.08  | 5.32  | 5.11  | 5.15  | 4.08  |

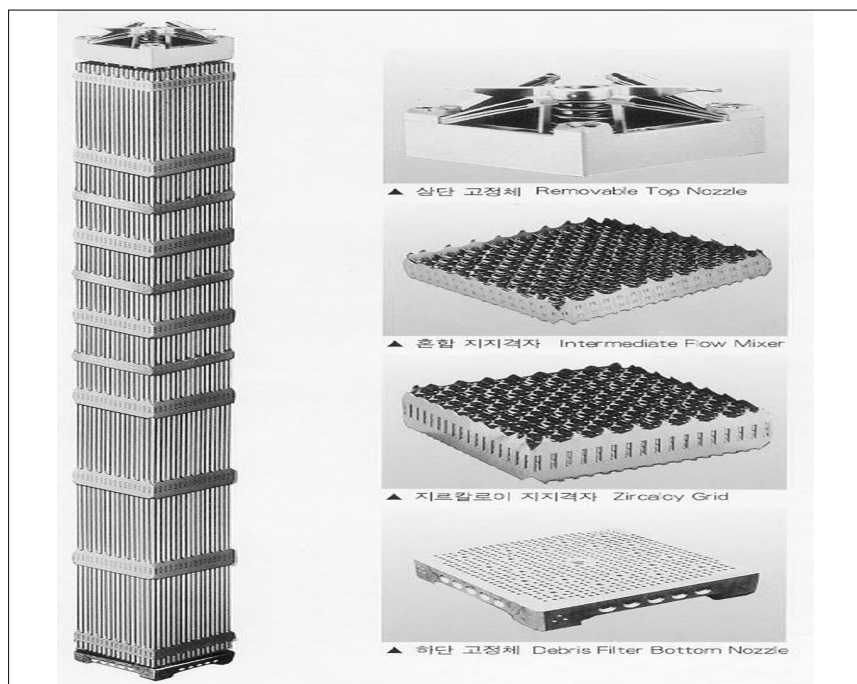
[2007 WNA-The Global Nuclear Fuel Market]

#### 4. 성형가공 역무(Fuel Fabrication Services)

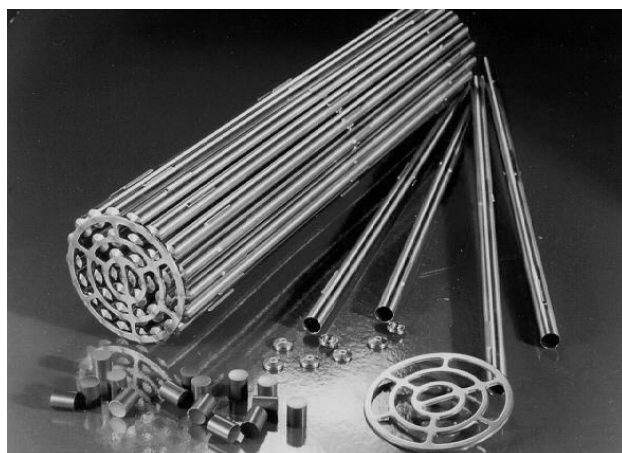
경수로연료의 경우 농축된  $UF_6$ 를 이산화우라늄( $UO_2$ ) 분말로 재변환시킨 후 펠렛(pellet) 형태로 압축하고 고온의 가열로에서 소결하여 세라믹 연료를 만든다. 이렇게 소결된 펠렛을 중성자 흡수율이 낮고 내부식성이 양호한 지르코늄 재질의 봉에 넣어 밀봉한 후 지지격자 및 골격체를 사용하여 수 개의 연료봉을 원전에서 사용 가능한 집합체로 조립하는 일련의 과정을 성형가공이라 한다.

현재 전 세계의 성형가공 소요량은 경수로 원전연료의 경우 약 7,300톤U, 중수로 원전연료는 2,000~3,000톤U 수준이며, 대부분의 원전 보유국들은 원전연료주기 기술확보를 위해 성형가공 부문의 국산화를 추진하여 자국내 소요량을 공급하고 있다.

현재 고연소 연료개발 및 노심설계기술 향상에 따라 전 세계 성형가공 소요량이 감소하고 있는 추세이며, 전 세계 생산용량(경수로 11,409톤U/년, 중수로 4,045톤U/년)은 소요량을 훨씬 상회하고 있다. 이러한 시장여건 하에서 기존의 대규모 연료공급사들(영국 BNFL/Westinghouse, 프랑스 Framatome-ANP 등)은 자사 시장점유율 확보를 위해 신제품 개발에 주력하고 있으며 상호 기업합병(M&A) 등을 통해 경쟁력을 확보하고 있다 <표 3-7 참조>.



〈그림 3-3〉 경수로용 원전연료 집합체



〈그림 3-4〉 중수로용 원전연료 집합체

〈표 3-7〉 성형가공 설비 현황

(단위: 톤U/년)

| 구 분  | 국 명   | 회 사 명                    | 생 산 능 력 <sup>주1)</sup> |
|------|-------|--------------------------|------------------------|
| 경수로용 | 미 국   | WH 등                     | 3,100                  |
|      | 영 국   | WH(BNFL)                 | 860                    |
|      | 독 일   | AREVA NP                 | 650                    |
|      | 프 랑 스 | AREVA NP-FBFC            | 1,200                  |
|      | 벨 기 에 | AREVA NP-FBFC            | 750                    |
|      | 일 본   | GNF-J 등                  | 1,724                  |
|      | 스 페 인 | ENUSA                    | 300                    |
|      | 브 라 질 | INB                      | 200                    |
|      | 한 국   | KNFC                     | 400                    |
|      | 러 시 아 | TVEL-MSZ 등               | 1,600                  |
|      | 스 웨 덴 | ABB-ATOM                 | 400                    |
|      | 중 국   | CNNC                     | 200                    |
|      | 인 도   | DAE                      | 25                     |
| 소 계  |       |                          | 11,409                 |
| 중수로용 | 캐 나 다 | CGE, ZPI                 | 2,700                  |
|      | 아르헨티나 | CNEA                     | 160                    |
|      | 인 도   | DAE                      | 435                    |
|      | 한 국   | KNFC                     | 400                    |
|      | 중 국   | CNNC                     | 200                    |
|      | 루마니아  | S.N. Nuclearelectrica SA | 150                    |
| 소 계  |       |                          | 4,045                  |

주1) 경수로의 경우, Rod/Assembly 생산용량 기준 데이터임 [2007 WNA-The Global Nuclear Fuel Market]

## 제3절 국내 원전원료 수급계획

### 1. 원전원료 확보 기본 방침

국내에서는 각 제조과정(정광, 변환, 농축, 성형가공)별로 구분하여 원전원료를 확보하고 있다. 즉, 발전소별 소요물량 및 소요시기를 고려하여 적절한 양의 정광을 소요시점에 구입하고 이를 변환, 농축 및 성형가공 역무를 통해 원전원료로 제작하여 발전소에 공급하고 있다. 따라서 제조과정별 후속공정의 지연없이 안정적인 원전원료를 발전소에 적기 공급하기 위한 원전원료 확보전략이 필요하며, 이를 위해 제조과정별 공급원의 다원화, 적정 비축량 유지 및 원전원료 기술개발 등을 도모하고 있다.

### 2. 우라늄 정광

2008년 3월 현재 국내에는 경수로 16기, 중수로 4기(총 설비용량 17,716MWe)가 운전되고 있으며 이에 소요되는 정광(연간 약 4,000톤  $U_3O_8$ ) 전량을 외국에서 도입하고 있다. 한수원(주)은 우라늄의 안정적인 확보를 위해 공급원을 다원화하여 미국, 캐나다, 호주, 프랑스, 카자흐스탄 등으로부터 정광을 구매하고 있으며, 장기계약과 현물시장 조달 물량을 적정 배분하여 경제적이고 안정적인 확보방안을 강구하고 있다.

### 3. 변환 역무

1988년 한국원자력연구소는 중수로 원전연료 제조를 위한 변환 과정을 국산화하여 국내 소요량(100톤U/년) 전량을 공급하였으나, 1992년 말 경제성 문제로 인해 가동을 중지함에 따라 1993년부터는 캐나다 Cameco사로부터 중수로용 변환역무 전량을 공급받고 있다.

경수로용 변환 역무의 경우도 국내 소요량 전량을 해외에서 도입하고 있다. 다만, 중수로용 변환역무와는 달리 도입선을 미국, 캐나다, 영국, 프랑스 및 러시아 등으로 다원화하고 있으며, 국제경쟁입찰을 통해 소요량을 확보하고 있다.

### 4. 농축 역무

국내 원전에 소요되는 농축역무 역시 전량 해외에 의존하고 있으며, 5~10년 단위의 계약기간으로 국제경쟁입찰을 통해 미국, 영국, 프랑스 및 러시아 등으로부터 소요량을 확보하고 있다. 한수원(주)은 경수로 원전연료를 제조하기 위하여 우라늄 농축역무 계약과 더불어 농축우라늄의 구매계약도 병행하여 추진하고 있다.

### 5. 성형가공 역무

중수로용 원전연료는 한국원자력연구소에서 연간 100톤U 규모로 1987년부터, 경수로용 원전연료는 한전원자력연료(주)에서 연간 200톤U 규모로 1989년부터 국내 생산을 시작하여 1993년까지 국내 소요

분 전량을 공급하였다.

그러나, 1994년 및 1995년에는 영광 3·4호기 초기노심 연료공급을 위한 일시적 소요량 증가로 인하여 국내 경수로용 원전연료 공급용량 부족분을 미국 WH사로부터 도입한 바 있으며, 1997년에는 울진 3·4호기 초기노심용 연료공급에 따른 부족분을 미국 ABB-CE사로부터 도입하기도 하였다.

또한, 중수로용 원전연료는 한국원자력연구소가 연간 100톤의 생산 설비 용량을 갖추고 1987년부터 월성 1호기 소요량을 공급하고 있었으나 월성 2·3·4호기의 건설방침이 확정됨에 따라 중수로 원전연료 생산설비용량이 부족하게 되었고 중수로연료 제조사업의 경제성이 저하됨에 따라 한국원자력연구소는 중수로연료 제조사업 중단을 고려하게 되었고, 1996년 6월 정부의 원자력사업 추진체제 개편에 따른 원자력사업의 일원화 방침에 따라 한전원자력연료(주)에서 중수로용 원전연료 제조사업을 시작하게 되었다.

이로써 원자력 연료제조사업은 한전원자력연료(주)로 일원화 되었다. 이에 따라, 중수로용 원전연료의 경우도 1996년부터 1998년까지 월성 2·3·4호기의 신규원전건설에 따른 추가 소요량 증가로 인한 국내 공급용량 부족량을 캐나다 CGE 및 ZPI사로부터 도입하기도 하였다.

한편, 원전건설에 따른 성형가공 수요 증가에 대비하여 한전원자력연료(주)가 1998년 1월 경수로용 연간 200톤U, 중수로용 연간 400톤U 규모의 원전연료 성형가공 공장 증설을 완료함에 따라 국내 경·중수로 성형가공 연간 공급용량은 각각 400톤U으로 확충되었고, 이에 따라

1999년부터 국내 경·중수로용 원전연료 소요량 전량을 공급할 수 있게 되었다. 또한 2009년초 경수로 성형가공 시설 증설 계획이 완료될 경우 2020년까지는 국내 소요량 전량을 공급할 수 있게 될 것이다.

## 제2장 방사성폐기물 관리

한국수력원자력(주) 안전기술처 방사선기술부장 김예중

### 제1절 개 요

일반 산업활동에서 산업폐기물이 발생하는 것처럼 원자력을 이용한 산업 활동에서도 폐기물이 발생된다. 폐기물은 원자력발전소, 병원 및 연구소 등 원자력 이용 시설의 방사선관리구역에서 작업 또는 방사선 관리를 위해 사용된 작업복, 종이, 기기부품, 공구 등이 방사성 물질에 오염되어 발생된다. 보통은 방사성 오염 물질을 제거해서 재사용하지만 더 이상 쓸모가 없게 된 대상물을 방사성폐기물로 분류한다. 그러나 생활폐기물이나 산업폐기물 등 다른 폐기물에 비해서 그 양이 매우 적고 발생하는 곳도 한정되어 있어서 격리 및 체계적 관리가 용이하다.

원자력발전은 화석연료를 사용하는 발전방법에 비해 거의 환경오염을 초래하지 않아 환경보호를 위해 그 필요성을 인식하고 있으며 국제유가의 급등에 따라 화력발전의 발전원가가 상승되어 세계적으로 원자력발전이 부흥기를 맞아 원자력발전소를 건설하고자 하는 분위기가 고조되고 있다. 그러나 과거의 전쟁과 몇 건의 심각한 사고에 대한 기억은 아직도 일반인들에게 불안심리를 갖게 하고 있으며 원자력을 이해하는데 악영향을 미치고 있다.

우리나라에서는 어렵게 중·저준위 방사성폐기물 처분부지가 선정되어 건설이 진행되고 있으나 사용후연료의 중간저장을 위한 준비에는

아직도 많은 어려움이 있을 것으로 예상하고 있다. 원자력이 1950년대 군사적 목적으로 사용되면서 세상에 알려지고 반핵운동이 지속적으로 유지되면서 원자력에 대한 부정적인 이미지가 깊게 박혀있다. 원자력발전에 의한 여러 가지 혜택이 가려지고 대중적 호응도가 개선되지 못하면서 방사성폐기물에 대한 일반인의 과잉 반응은 과학적인 근거와는 전혀 관계없이 일부 환경단체와 함께 정치·사회적 목적에 따라 많이 호도되는 경향이 있다.

방사성폐기물은 발생원 및 발생량이 극히 적고, 더구나 다른 일반폐기물과 달리 시간이 지남에 따라 방사능이 감소하는 특징이 있어 공학적인 조치를 통해 인간 및 환경에 전혀 위해가 없도록 관리할 수 있음에도 불구하고 일부에서 방사성폐기물이 경계의 대상으로만 인식되고 있는 것은 매우 안타까운 일이다. 방사성폐기물의 처분은 유럽 및 일본 등 선진 외국의 처분장 운영 사례에서도 입증되듯이 원전과 마찬가지로 안전을 위주로 관리하는 완벽한 시설임을 인식시키기 위한 노력이 계속되어야 한다.

1970년대 말부터 본격화된 우리나라의 원자력산업은 지난 20여년간 괄목할 만한 성장을 이룩하여 현재 20기의 원자력발전소가 가동중에 있어 규모 면에서 명실공히 원자력발전 국가로 발돋움하였다. 국내 전력 수요의 약 40%를 원자력발전으로 충당하고 방사선 및 방사성동위원소의 이용 면에서도 국가산업 발전에 비례하여 산업적 이용이 큰 폭으로 늘어나고 그 이용분야가 더욱 다양화, 고도화되는 추세에 있다. 더구나 국내 원자력발전소 건설 및 운영기술의 해외수출 가능성이 더해지면서

청정에너지로써 국가 산업발전과 원자력 선진국 진입에 기여하는 바가 클 것으로 기대되고 있다.

이처럼 국내 원자력 산업이 확대되면서 방사성폐기물의 안전한 관리 및 처분은 지속적인 원자력이용을 위해 매우 중요한 사안이다. 지금까지 국내 원자력 산업에서 생성된 방사성폐기물은 원자력발전소에서 배출되는 사용후연료를 제외하고는 모두 중·저준위 방사성폐기물이다. 발생원별로는 원자력발전소에서 생성되는 폐기물이 대부분을 차지하고 있으며, 연구용 원자로 및 방사성동위원소 이용기관에서 나머지 방사성폐기물을 발생시키고 있다. 한수원(주)은 원자력발전소에서 발생하는 방사성폐기물을 원전부지내의 방사성폐기물 저장고에 전량 보관하고 있으며, 방사성동위원소 폐기물은 한국방사성동위원소협회에서 수거하여 한수원(주)의 대전소재 원자력발전기술원의 전용 저장시설에 보관하고 있다. 중·저준위 방사성폐기물 처분장이 건설되면 원자력발전 및 방사성동위원소 이용으로 발생된 폐기물을 안전하게 처분하게 될 것이다.

## 제2절 사용후연료 관리

### 1. 저장관리

사용후연료는 그 속에 포함된 핵분열생성물 때문에 원자로에서 꺼낸 이후에도 오랜 기간 동안 방사선과 열이 발생한다. 따라서 발전소에서 근무하는 작업자를 방사선으로부터 보호하고 열을 제거하기 위하여 사

용후연료는 발전소의 사용후연료저장조에 저장한다. 사용후연료 중간 저장시설의 건설이 늦어짐에 따라 사용후연료 저장용량을 확장하기 위해 이미 고리 3·4호기, 영광 1·3·4호기 및 울진 1·2호기 조밀저장대를 교체 및 추가 설치하였다. 또한 울진 3·4호기는 2008년 말 완공을 목표로 조밀저장대 교체작업이 진행 중이다.

최근 해외에서는 물 속에 사용후연료를 저장하는 기술 외에도 콘크리트 또는 납 차폐체 등으로 방사선을 막고 자연순환 방식으로 공냉시키는 기술을 적용하여 여러 원전 및 중간저장시설에서 건식저장시설을 운영하고 있다. 우리나라에서도 월성원자력발전소에 이러한 공기냉각식 콘크리트 구조물 형태의 저장시설을 1992년, 1998년, 2002년 및 2006년 4회에 걸쳐 건설하였으며, 월성원전의 사용후연료 저장가능년도(2009년) 도래에 따라 저장용량을 확장하기 위해 기존 부지 윗편에 추가로 조밀건식저장시설을 2009년 9월까지 건설할 계획이다. 현재 상태에서는 부지별로 사용후연료를 저장하기 위하여 조밀저장대 및 건식저장소 추가 설치와 함께 호기간 사용후연료 수송 등을 수행하는 등, 중간저장시설이 건설될 2016년까지 부지내 저장할 수 있도록 계획을 수립하고 있다. 2007년 말 현재 사용후연료의 저장관리현황은 <표3-8>과 같다.

〈표 3-8〉 사용후연료 저장현황 (2007년말)

(단위 : 만톤SWU)

| 구 분 | 저장용량                 | 누계 발생량 | 예상 포화년도 |
|-----|----------------------|--------|---------|
| 고 리 | 2,253 <sup>주1)</sup> | 1,623  | 2016    |
| 월 성 | 5,980 <sup>주2)</sup> | 5,092  | 2009    |
| 영 광 | 2,686 <sup>주3)</sup> | 1,491  | 2016    |
| 울 진 | 1,642                | 1,214  | 2008    |
| 계   | 12,561               | 9,420  | -       |

주1): 고리 4호기 조밀저장대 교체('06. 9)에 따른 저장용량 증가

주2): 월성 건식저장시설 추가 건설('06. 11)에 따른 저장용량 증가

주3): 영광 3·4호기 조밀저장대 교체('06. 11)에 따른 저장용량 증가

## 2. 중간저장

사용후연료는 방사성폐기물이기는 하지만 쓰고 남은 우라늄과 플루토늄과 같은 유용한 물질이 포함되어 있다. 그래서 영국, 프랑스, 벨기에, 스위스, 일본 등에서는 사용후연료로부터 우라늄과 플루토늄 같은 핵분열성 물질을 추출해서 다시 연료로 제작하여 원자로에 사용하고 있다. 이러한 유용한 물질을 추출하는 과정을 재처리라고 한다. 우리나라는 사용후연료 저장능력을 확장하여 2016년까지 원전부지내에서 관리하고 중간저장시설 건설 등을 포함한 사용후연료에 대한 종합적인 관리 방침을 국가정책방향, 국내외 기술개발 추이 등을 감안하여 추후 검토 결정하기로 제253차 원자력위원회(2004.12.17)에서 결정하였다.



〈그림 3-5〉 월성원전 건식 사용후연료 저장소

### 3. 영구처분

사용후연료는 열이 식을 때까지 충분히 원전 부지내 또는 중간저장시설에 보관하다가 지하 깊이 최종 처분하는 개념이 세계적으로 널리 인정되고 있다. 이에 따라 일부 국가에서는 이미 암반특성을 연구하는 지하 실험시설을 운영중에 있다. 그러나 다른 한편에서는 회수 가능한 처분방안 연구가 계속되고 있는데 이는 다음 세대에 더 효과적인 처분방법이 개발될 것이므로 사용후연료를 회수할 기회를 주지 않고 최종 처분하는 것은 비경제적일 수도 있다고 보는 견해에서 비롯된다. 미국과 같은 나라에서는 사용후연료를 직접 영구처분할 목적으로 영구처분시설을 2017년대 가동 목표로 추진 중에 있는데, 지하 수백 미터 아래에 수평터널을 파서 사용후연료를 넣고 밀봉하여 생태계로부터 격리하는 개념이다. 프랑스, 독일, 일본, 영국 등과 같은 나라에서는 재처리하고 남은 고준위 고화체를 2030~2040년대에 영구처분할 예정으로 있다. 한수원(주)은 1983년부터 사업가동에 들어가는 원전에 대해 향후 사용

후연료 처분에 소요될 비용, 수명이 종료된 원전의 해체철거비 및 철거 시 발생될 중저준위 폐기물 처분비용을 함께 적립하고 있으며, 이를 매년 발전원가에 반영하고 있다.

해외 각국에서는 사용후연료의 누적량이 처분장을 운영하기에는 적정한 경제적 규모에 도달하지 않았다고 판단하여 원전 부지내, 재처리 시설내 또는 중간저장시설에 저장하고 있으며 아직 영구처분장을 운영하고 있지는 않으며 자체적 또는 공동으로 해결책을 찾는데 부심하고 있다. 방사성폐기물 처분문제를 궁극적으로 해결하는데 전 세계 차원의 협력이 필수적이다. 하지만 어느 정부도 타국의 방사성폐기물을 들여오므로써 자국민의 비난을 받는 것은 원치 않는다. 과거 좋은 조건으로 방사성폐기물을 인수할 용의가 있다고 발표했던 국가조차도 폐기물을 인수하지는 않았다. 그럼에도 불구하고 사람이 거주하지 않는 사막에 처분시설을 건설하는 것이 원전 보유국의 인구밀집지역에 건설하는 것보다는 합리적이다. 또한 몇 곳에 국제처분장을 건설하는 것이 각국에 처분장을 설치하는 것보다는 값싼 방법이 될 수도 있다. 자국 내에서 폐기물의 해결책을 찾을 수 없는 국가들에 대해서 국제협력이 해답이 될 수 있지만 수용 준비가 무르익지 않아 대중의 반발이 우려되는 것도 현실이다.

## 제3절 중 · 저준위 방사성폐기물 관리

### 1. 기체 방사성폐기물 관리

#### 가. 발생원

원자력에너지는 우라늄이 중성자를 흡수하여 핵분열하는 과정에서 발생된다. 핵분열 과정에서 생성되는 핵분열생성물은 대부분 연료봉안에 남지만 극히 일부는 원자로 냉각재계통으로 이동하여 원자로와 원자로건물, 보조건물내의 각종 설비에 존재하게 된다. 방사성 기체는 원자로 냉각재계통의 냉각수 수질을 정화하는 과정과 방사능에 오염된 액체 방사성폐기물을 수집 · 처리하는 과정에서 발생한다.

#### 나. 처리방법

기체 방사성폐기물은 기체 방사성폐기물 저장탱크에 일정 기간동안 압축 · 저장하여 반감기가 짧은 방사성 동위원소는 완전 붕괴시키고 방사성 옥소와 반감기가 긴 방사성 동위원소는 여과설비로 제거한 후 배출하는 방법(고리 1발전소, 울진 1발전소)과 활성탄 지연대와 고효율 여과기(HEFA Filter)를 이용하여 기체 방사성폐기물을 제거하는 방법(고리 2발전소, 울진 2 · 3발전소, 영광, 월성 발전소)을 이용하여 처리한 후 방사능 연속감시기로 감시하면서 배출한다.

## 다. 배출관리

교육과학기술부고시 제2008-31호(방사선 방호 등에 관한 기준)에 의하면 기체 방사성폐기물에 대한 배출 방사능량은 발전소 부지경계에 서 배출관리기준 상의 제한값을 초과하지 않도록 규정하고 있다. 또한, 원자력법 시행령에서는 기체배출로 인한 발전소 인근 주민의 방사선 영향이 연간 선량한도를 넘지 않도록 제한하고 있다. 이에 따라 원자력 발전소에서는 이러한 관련 규정을 준수하기 위하여 정기적으로 시료를 채취·분석하고 있다. 기체 방사성폐기물을 외부로 배출하기 전에 방사성 물질의 종류 및 농도를 측정하여 발전소 인근 주민이 거주하는 지역에서 배출관리기준을 초과하지 아니함을 확인하고 있다. 외부 배출 중에도 만약 방사능이 기준치에 도달하게 되면 방사선감시기가 이를 감지하여 배출을 차단시키는 신호를 발생시키게 된다.

기체 방사성폐기물의 배출로 인해 인근 주민이 받는 영향은 배출 핵종별 방사능량, 기상상태, 반경 80km 이내 지역사회의 각종 자료를 ‘발전소 인근 주민 방사선량 피폭평가 프로그램(ODCM)’에 입력하여 평가한다.

2007년도의 발전소 인근주민에 대한 방사선영향을 평가한 결과는 <표3-9>과 같으며 기체 방사성폐기물로 인해 발전소 울타리 바로 바깥에 거주하는 주민이 지난해에 받은 전신선량은 최고 0.015 밀리시버트였고, 액체 방사성폐기물로 인한 전신선량은 최고 0.000064 밀리시버트였다. 부지별 평가에서는 가장 높은 주민선량을 보인 고리의 경우 다수호기 운영에 적용하는 설계기준치의 약 6%로 매우 적은 값이다.

〈표 3-9〉 2007년 기체 및 액체 배출 방사능이 주민에 미치는 방사선 영향 평가

| 구 분 | 설계기준치      | 주 민 방 사 선 량 |          |          | 기준치대비<br>(%) |
|-----|------------|-------------|----------|----------|--------------|
|     |            | 액 체         | 기 체      | 계        |              |
| 고 리 | 0,25 mSv/y | 5,21E-06    | 1,51E-02 | 1,51E-02 | 6,04         |
| 영 광 | "          | 5,68E-06    | 6,03E-03 | 6,04E-03 | 2,42         |
| 월 성 | "          | 3,90E-05    | 5,75E-03 | 5,79E-03 | 2,32         |
| 울 진 | "          | 6,39E-05    | 2,03E-03 | 2,09E-03 | 0,84         |

## 2. 액체 방사성폐기물 관리

### 가. 발생원

액체 방사성폐기물 발생의 근원은 핵분열생성물과 방사화생성물이 들어 있는 원자로 냉각재이며, 원자로 냉각재를 정화하는 과정에서 발생하는 것과 펌프, 밸브 등의 기기로부터 누설된 물을 수집한 것, 방사선 작업복 등을 세탁한 물 등으로 구성된다. 액체 방사성폐기물은 포함된 방사능의 양, 화학적 순도에 따라 발생원에서부터 분리하여 수집하도록 되어 있다.

### 나. 처리방법

원자로냉각재의 처리과정에서 발생하는 액체 방사성폐기물에는 입자나 이온형태의 방사성물질뿐만 아니라 붕산도 포함되어 있으므로 여과기 및 붕산증발기로 구성된 붕산회수설비를 사용하여 붕산은 재사용하고 방사성물질은 제거된다. 방사능이 제거된 물은 발전소에서 재사용

하거나 방사능 연속감시기로 감시하면서 바다로 배출된다.

각종 기기로부터 건물바닥으로 누설된 액체 방사성폐기물은 먼지 등 불순물을 포함하고 있기 때문에 저장탱크에 수집하였다가 액체 방사성 폐기물 처리설비인 여과기, 이온교환수지탑 및 폐액증발기 등을 사용하여 처리한다.

## 다. 배출관리

기체 방사성폐기물에 대한 배출관리와 마찬가지로 교육과학기술부 고시 제2008-31호의 배출관리기준 상의 제한값을 초과하지 않도록 관리하고 있으며 발전소 인근 주민의 방사선 영향도 원자력법 고시에서 정한 연간 선량한도를 넘지 않도록 제한하고 있다. 원자력발전소에서는 이러한 관련 규정을 준수하기 위하여 정기적으로 시료를 채취·분석하고 액체 방사성폐기물을 외부로 배출하기 전에 방사성물질의 종류 및 농도를 측정하여 발전소 인근 주민이 거주하는 지역에서 배출관리기준을 초과하지 아니함을 확인하고 있다. 액체 방사성폐기물도 배출 방사능이 기준치에 도달하게 되면 방사선 연속감시기가 이를 감지하여 배출을 차단시키는 신호를 발생하게 된다.

액체 방사성폐기물의 배출로 인해 인근 주민이 받는 영향도 ‘발전소 인근 주민 방사선량 피폭평가 프로그램(ODCM)’에 입력하여 평가한다.

액체 방사성폐기물은 증발·농축·여과 등을 거쳐 방사능 농도를 최대한 낮추어 배출하고 있으며 2007년도에 가동중인 원전으로부터 유출된 액체 방사성폐기물의 전베타-감마선( $\beta$ - $\gamma$ )은 총 0.0021테라베크렐

이었으며, 액체 유출물로 인한 연간 주민 방사선량은 가장 높았던 울진의 경우에도 0.000064mSv로서 액체상태의 배출물에 의한 제한구역 경계에서의 연간선량 제한치 0.03mSv의 0.2%에 불과한 수준으로서 안전하게 관리되고 있다. 발전소별 배출실적은 <표3-10>과 같다.

<표3-10> 2007년 방사성기체 및 액체 배출실적

| 구분 | 단위  | 고 리          |              | 월 성          |              | 영 광          |              |              | 울 진          |              |              |
|----|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|    |     | 1발           | 2발           | 1발           | 2발           | 1발           | 2발           | 3발           | 1발           | 2발           | 3발           |
| 기체 | TBq | 2.49E<br>+00 | 2.27E<br>+00 | 4.52E<br>+01 | 5.73E<br>+00 | 2.61E<br>-03 | 2.61E<br>-02 | 9.79E<br>+00 | 2.54E<br>-02 | 2.59E<br>-02 | 1.61E<br>-02 |
| 액체 | TBq | 1.15E<br>-05 | 1.68E<br>-05 | 4.87E<br>-04 | 1.97E<br>-04 | 3.27E<br>-06 | 1.43E<br>-06 | 7.51E<br>-04 | 6.59E<br>-06 | 1.27E<br>-07 | 5.75E<br>-04 |

※ 삼중수소 제외

방사선에 관하여 세계 최고기관인 국제방사선방호위원회(ICRP)가 일반시민에 대해 권고한 개인선량이 1년에 1밀리시버트(100밀리렘)이고, 원자력발전소가 없어도 우리 인간이 자연적으로 받는 개인선량이 2.4밀리시버트(240밀리렘) 혹은 그 이상인 점을 생각해 본다면 원자력발전소에서 나오는 폐기물로 인해 주민이 받는 영향은 없다고 볼 수 있다.

### 3. 고체 방사성폐기물 관리

#### 가. 발생원

고체 방사성폐기물은 기체 및 액체 방사성폐기물의 정화에 사용된 필터, 이온교환수지 및 액체 방사성폐기물 증발기의 농축폐액, 그리고 방사선 작업자들이 사용했던 작업복, 도구, 휴지 등의 잡고체로 구분할 수 있다.

#### 나. 특 징

고체 방사성폐기물은 일반 산업폐기물에 비하면 발생량이 매우 적으며, 일반 산업폐기물의 경우 유해물질이 소멸되지 않으나 방사성폐기물 중의 방사능은 각각의 고유 반감기에 따라 시간이 지나면 세기가 감소된다. 따라서 방사성폐기물을 생활환경으로부터 격리하고 적절한 시간 동안 보관해 두면 방사능을 내지 않는 일반폐기물로 전환이 가능하다.

#### 다. 처리방법

고체 방사성폐기물은 종류에 따라 알맞은 처리방법을 사용하여 그 부피를 감용하고 형태를 안정화함으로써 원전부지 내 임시저장시설의 이용효율 극대화, 영구처분 비용 절감, 최종 방사성폐기물의 특성 안정화 및 작업종사자 피폭 방사선량 저감을 도모하고 있다. 구체적으로 살펴보면, 압축이 가능한 잡고체폐기물은 수집하여 30톤 압축기로 드럼 내에서 압축하여 뚜껑을 닫아 밀봉처리 한다. 폐수지는 완전 건조 후 300

년간 구조적 안전성을 유지하는 고건전성용기(HIC, High Integrity Container)에 넣어 처리하고 있다. 폐액증발기에서 발생된 농축찌꺼기는 건조 후 파라핀으로 고정화하고 있으며 보다 안전하게 처리하기 위하여 폴리머로 고화하는 방법을 연구개발 중에 있다.

한수원(주)은 중·저준위 방사성폐기물을 유리화함으로써 처분안전성을 제고하고 방사성폐기물 드럼 발생량을 줄이고자 노력하고 있다. 유리화설비는 2008년 3분기부터 울진 3·4·5·6호기에서 발생하는 가연성폐기물 처리를 목표로 건설하고 있다.

## 라. 저장관리

고체 방사성폐기물은 포장용기에 포장 후 전용트럭으로 원자력발전소 내 방사성폐기물 임시저장고로 운송하여 폐기물 종류별로 저장하고 있으며 최종적으로는 영구처분장으로 운반되어 처분하게 된다.



〈그림 3-6〉 방사성폐기물 저장고

## 마. 발생량 추이

2007년도에 가동 중인 원전에서 발생한 고체 방사성폐기물은 모두 6,018드럼(200리터 드럼 기준)으로써, 계획예방정비공사 시행원전이 늘어나 전년도 대비 240 드럼이 증가되었으며 발생실적은 <표3-11>과 같다.

<표 3-11> 2007년 중 · 저준위 고체 방사성폐기물 발생실적

(단위:드럼)

| 구 분                |                        | 고 리    | 영 광    | 울 진    | 월 성   | 계      |
|--------------------|------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| '07<br>년<br>도<br>분 | 농축폐액                   | 40     | 21     | 79     | 0     | 140    |
|                    | 폐 수 지                  | 35     | 90     | 90     | 102   | 317    |
|                    | 폐 필터                   | 0      | 0      | 0      | 13    | 13     |
|                    | 잡 고 체                  | 2,342  | 1,681  | 923    | 602   | 5,548  |
|                    | 계                      | 2,417  | 1,792  | 1,092  | 717   | 6,018  |
|                    | 감 소 <small>주1)</small> |        |        | -463   |       | -463   |
| 누 계                |                        | 37,977 | 18,246 | 13,506 | 6,752 | 76,481 |

주1) 초고압 압축에 의한 감소

## 바. 중 · 저준위폐기물 처분대비

방사성폐기물을 처분시설로 차질없이 인도하기 위해서는 처분관련 규정을 고려하여 준비를 철저히 해야 할 것이다.

처분관련 규정은 1991년부터 과기부 고시로 제정되어 2차례 개정을 거쳤으나 정성적인 내용이 많아 처분요건으로 실제 활용하기에는 다소 미흡한 점이 있었다. 그러나 2005년 6월 중 · 저준위 방사성폐기물 인도규정이 과기부고시 제2005-18호(교육과학기술부고시 제2008-65

호로 고지)로 개정되면서 처분을 위한 기술기준이 구체적으로 제시되었으며 주요내용은 <표3-12>와 같다.

<표 3-12> 중·저준위 방사성폐기물 인도규정(고시 제2008-65호) 주요내용

| 항 목      | 주요내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵종농도     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 핵종별 농도제한치(11개) : H-3, C-14, Co-60, Ni-59, Ni-63, Sr-90, Nb-94, Tc-99, I-129, Cs-137, 전알파에 대해 농도제한치 설정</li> <li>○ 규명대상 핵종(14개) : 폐기물에 포함되어 있는 전체 방사성핵종의 95% 이상을 규명하여야 하며, 다음 방사성핵종에 대하여는 그 농도가 규명되어야 함(농도제한치 핵종 외에 Fe-55, Co-58, Ce-144 추가)</li> <li>○ 핵종규명방법 : 척도인자법 등 제시</li> </ul> |
| 유리수      | 부피의 0.5%이하(단, HIC는 1%이하)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 폭발성 물질 등 | ○ 위험성 제거, 방사분해 등에 의해 포장물 건전성, 처분장성능 저하 금지                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 유해성 물질 등 | ○ 킬레이트제등은 제거되어야 하며, 0.1%이상은 명시                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 협 의      | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정하지 않은 요건은 운영자-위탁자 협의</li> <li>○ 처분장위치, 처분방법, 폐기물종류에 따라 처분요건에 대한 세부사항 제정가능</li> </ul>                                                                                                                                                                                                |
| 인수의뢰     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 발생시점, 포장일자</li> <li>○ 폐기물종류, 물리화학적·생물학적 특성 및 특성평가방법</li> <li>○ 총 방사능량, 주요 핵종농도, 표면 방사선량율</li> <li>○ 주요 안정성 특성 및 특성평가방법 등</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| 기 타      | 처분기준에 적합함을 보장하기위한 계획 수립, 운영                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

방사성폐기물의 처분을 위해서는 중·저준위 방사성폐기물 인도규정에서 정하는 바에 따라 폐기물에 포함되어 있는 전체 방사성핵종의

95%이상을 규명하여야 하며, 규명방법으로 방사선계측 등에 의한 직접 측정 방법, 척도인자 등 간접평가 방법, 물질수지 등을 이용한 이론적 평가방법을 이용하도록 규정하고 있다. 드럼내 감마 방사능 분석을 위해 드럼 밖으로 방출되는 감마 방사성핵종의 방사능 세기를 분석한 후, 이를 활용하여 드럼 내에 존재하는 모든 방사성핵종의 방사능농도를 평가하기 위해 각 원전본부별로 드럼핵종분석장치(Radioactive Waste Assay System)를 1대씩 도입하여 방사성폐기물 임시저장고에 설치하였다.

#### ○ 임시 저장시설내 장비설치 모습



〈그림 3-7〉 드럼핵종분석장치 검출기  
및 컨베이어



〈그림 3-8〉 드럼측정 대기중  
(이송용 컨베이어)

폐기물내 핵종평가를 위해서는 알파, 베타, 감마핵종을 분석해야 하나 알파, 베타 핵종의 경우 시료 전처리 및 복잡한 분석방법 등으로 척도인자를 적용하는 방법으로 평가한다. 척도인자(Scaling Factor)란 직접 측정이 곤란한 핵종의 방사능을 계산하기 위한 인자로서, 주요 감마선 배출핵종과 알고자 하는 핵종과의 농도비를 말한다. 이러한 척도인자는

국내에서 처음으로 산출하는 것으로 국내 원전별 특성이 반영된 한국형 Scaling Factor를 도출하고 이를 적용하여 보다 신뢰할 수 있는 핵종평가를 수행하기 위함이다. 척도인자 생산을 위해 국내 전문기관(한국원자력연구원) 용역을 통해 분석대상 핵종에 대한 분석방법을 표준화하고 이를 토대로 발전소별 시료채취, 분석을 실시하여 척도인자 생산 DB를 구축하였다. 척도인자의 주기적 검증 및 핵종분석 DB 추가확보를 통해 보다 신뢰성 있는 척도인자를 도출하기 위해 2008년 말까지 원전별 시료채취 및 핵종분석을 수행 중에 있다.

## 제3장 방사성폐기물 관리사업

한국수력원자력(주) 방폐물운영처 방폐물총괄부장 이정수

### 제1절 사업 개요

#### 1. 기본방침

2004년 12월 17일 제253차 원자력위원회는 기존의 중·저준위방사성폐기물 영구처분시설과 사용후연료 중간저장시설을 수용하는 방사성폐기물 종합관리시설을 건설하기로 한 방사성폐기물 관리대책(249차 원자력위원회, '98. 9.30)을 변경하여 중·저준위방사성폐기물 영구처분시설과 사용후연료를 분리하여 추진기로 심의·의결하였다.

이에 따라 먼저 중·저준위방사성폐기물 영구처분시설을 건설하여 울진본부 임시저장고가 포화되는 2008년말까지 우선 완공하고, 중간저장시설을 포함한 사용후연료 관리방침에 대해서는 국가정책방향 및 국내·외 기술개발 추이 등을 감안하여 중·장기적으로 충분한 논의를 거쳐 국민적 공감대하에서 추진하기로 하였다.

## 2. 사업규모

### □ 중·저준위방사성폐기물 처분시설 건설

- ◇ 위 치 : 경상북도 경주시 양북면 봉길리 일원
- ◇ 총 면 적 : 2,140,139㎡ (방폐장 부지 : 2,096,491㎡)  
※ 당초 총면적 2,130,104㎡ (방폐장 부지 : 2,096,838㎡)에서 2008. 4.29 변경승인
- ◇ 시설규모 : 총 80만 드럼 규모(1단계 10만 드럼)
- ◇ 처분방식 : 동굴처분(1단계 10만 드럼)
- ◇ 사업시행기간 : 2007년 7월 ~ 2009년 12월(1단계 10만 드럼 규모)

## 3. 사업추진계획

2005년 11월 3일, 중·저준위방사성폐기물처분시설의 최종 후보 부지가 주민투표를 통해 경상북도 경주시 양북면 봉길리로 선정된 이후 산업자원부(현 지식경제부)는 10개 정부관계부처와 협의를 통해 2006년 1월 2일 이 지역 일대의 부지를 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설을 위한 전원개발사업 예정구역으로 지정 고시하였다.

이에 따라 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설을 위한 부지매수 및 부지특성조사, 환경영향평가 등 각종 조사 활동과 설계업무가 본격적으로 착수되었다.

중·저준위방사성폐기물처분시설은 약 200만 평방미터의 부지에 2009년 12월 준공을 목표로 1단계인 10만 드럼을 동굴처분 할 수 있는

규모로 건설되고, 향후 총 80만 드럼 규모로 단계별로 증설될 예정이다.

중·저준위방사성폐기물처분시설은 전원개발계획 실시계획승인이 후 공공시설 설치 및 부지정지공사 등 기반공사를 2007년 7월에 착수하여, 2008년 상반기 중에 건설·운영허가를 취득하게 되면 본격적인 처분시설공사를 착공하여 2009년말까지 1단계로 10만 드럼 규모의 처분장을 완공하게 될 것이다.

중·저준위방사성폐기물처분시설은 크게 처분시설, 관리지원시설, 기반시설, 홍보 및 조경시설 등 4개 시설로 구성될 예정이며, 이들 시설은 지형 조건과 구조물 특성에 따라 적절하게 배치되고 친환경적이면서 쾌적한 공간으로 조성될 계획이다. 지역주민들의 편의시설과 조경시설로 경관을 정비하고, 특히 최첨단 홍보관을 갖추어 중·저준위방사성폐기물처분시설을 견학하는 사람들에게 방사성폐기물에 대한 올바른 이해를 돕도록 할 계획이다. 또한 부지 인근에 있는 문무대왕릉, 이견대, 감은사지 등과 연계해 중·저준위방사성폐기물처분시설이 관광명소로 각광 받을 수 있도록 조성할 계획이다.

## 제2절 사업추진 활동

### 1. 과거 추진경위

1978년 고리원자력발전소 1호기의 가동 이래 원자력발전소와 방사성동위원소 이용기관의 증가로 방사성폐기물 발생량이 급속히 증가되어 방사성폐기물의 안전관리가 큰 문제로 대두됨에 따라 1983년 「방사

성폐기물관리사업대책위원회」를 구성하고 1984년 10월 13일 제211차 원자력위원회에서 중·저준위폐기물은 육지처분을 원칙(추후 해양 처분도 고려)으로 하고 방사성폐기물을 관리하는데 필요한 소요경비는 발생자가 부담하며, 국가주도의 비영리 운영관리기구를 설치한다는 내용의 ‘방사성폐기물 관리대책’을 의결하였다.

1985년 6월 29일, 제213차 원자력위원회는 「방사성폐기물 운영관리기구 설치방안」을 의결하여 한국핵연료주식회사가 방사성폐기물 관리사업을 전담하고 장기대책 수립을 위한 기술 검토, 관리기준 작성, 비용 조달방안 강구 및 사업 수행을 위한 기술개발을 수행토록 하였다.

1986년 5월 12일 정부는 방사성폐기물 관리사업을 위한 재원 확보를 위하여 방사성폐기물관리기금을 설치하고 정부가 기금을 운용할 수 있도록 원자력법을 개정하였으며 전담수행기관을 한국핵연료주식회사에서 한국원자력연구소로 변경, 지정하였다.

1988년 7월 27일 부총리실에서 위원장인 당시 경제기획원장관과 위원인 과학기술처장관, 동력자원부장관, 한전사장, 한국전산원장, 경제수석비서관, 간사인 과기처 원자력국장 등이 참석한 가운데 제220차 원자력위원회가 개최되어 「방사성폐기물관리 기본방침(안)」을 확정하였는데 그 주요 내용을 보면 다음과 같다.

중·저준위방사성폐기물 관리를 위하여 지중매몰식의 영구처분시설을 1995년 12월 말까지 건설하고, 사용후연료는 재처리 또는 영구처분에 대한 국가정책 결정시까지 중간저장 관리하며, 이를 위한 중간저장 시설을 1997년 12월 말까지 원전부지 이외의 장소(Away from

Reactor)에 집중식으로 건설하며, 영구처분시설 및 중간저장시설 가동 시까지 원전 중·저준위 방사성폐기물과 사용후연료는 한전이 원전부지 내에서 관리토록 하되, 관리비용은 방사성폐기물관리기금이 아닌 한전 자체 자금에서 조달토록 하였다. 아울러 방사성동위원소 폐기물의 종합관리를 위하여 별도방안을 강구하였으며, 정부는 방사성폐기물 관리사업을 수행하는 한국에너지연구소를 지원키로 하였다.

1988년 12월 29일 제221차 원자력위원회는 제220차 원자력위원회에서 의결한 방사성폐기물관리 기본방침에 대한 후속조치로 방사성폐기물 관리 중장기사업계획을 수립하였다.

방사성폐기물관리 중장기사업계획에는 총 부지는 임해지역을 대상으로 150만평 규모로 중·저준위방사성폐기물처분시설과 사용후연료 중간저장시설, 그리고 연구시설 관련 부속시설을 건설하며, 중·저준위 방사성폐기물처분시설은 25만드럼 규모의 동굴처분방식으로 1995년 12월말에 준공하고, 사용후연료 중간저장시설은 3,000톤 규모의 습식 저장방식으로 1997년 12월 말까지 준공토록 되어 있었다.

제221차 원자력위원회에서 확정된 방사성폐기물관리 사업계획은 부지선정의 지연과 원자력발전소에서의 감용설비 도입 등 사업추진 여건이 크게 변화됨에 따라 일부 사업계획 변경이 불가피하게 되었다.

1995년 2월 15일 제237차 원자력위원회는 방사성폐기물관리 사업계획 기본방침을 수정하여 방사성폐기물 처분시설 부지를 당초 임해지역에서 임해 또는 도서지역으로 하고, 중·저준위폐기물 영구처분시설 준공목표를 당초 1995년 12월말에서 2001년 12월말로 변경하며, 사용

후연료 중간저장시설의 저장방식 및 저장규모, 준공목표시점은 충분히 검토 후 결정토록 하였다.

또한 시설부지 주변지역의 개발 및 지원을 위하여 ‘방사성폐기물관리사업의 촉진 및 시설주변지역의 지원에 관한 법률’에서 정하는 지역 지원사업을 추진하였다.

1986년 원자력법이 개정되고 이에 따라 1988년 방사성폐기물관리사업이 본격적으로 시작된 이후 정부는 지정방식 또는 공모방식 등 다양한 방법으로 부지선정 작업을 추진하여 왔으나 국민적 이해 부족과 여러 가지 정치적·사회적 난관에 봉착, 실패를 거듭하였다.

1989년에는 동해안의 경북 울진군, 영덕군, 영일군 등 3개 지역에서 부지지질조사를 추진하였으나 주민의 집단 반발로 조사 도중 철수하기도 하였다.

## 가. 안면도

동해안 3개 부지 중 1개 부지를 확정된 후 부지조사를 재개하는 방안과 기존의 종합관리체계(사용후연료와 중·저준위폐기물 통합관리)에서 분산관리체제로 변경하여 중·저준위폐기물 영구처분시설은 인간 생활권으로부터 영구격리처분이 가능한 무인도 또는 대륙붕에 건설하고, 사용후연료 중간저장시설은 ‘한국원자력연구소 제2연구소 설립계획’으로 시설 개념을 변경하여 원전연료주기 연구시설 건설과 연계 추진하는 방안이 검토되었다.

1989년 과학기술처는 충남 태안군 안면도에 원자력 제2연구소 설치

를 추진하였고 방사성폐기물관리사업의 추진 필요성과 시설 입지로 인한 지역발전 가능성을 공감한 충청남도에서도 원자력 제2연구소 입지 문제를 지역개발과 연계하여 추진기로 하고, 그 후보지로 토지이용성이 높고, 항만입지가 가능하며 토지매수가 용이하고 지역개발 효과가 높을 것으로 판단된 안면도를 추천하였다.

1990년 9월 제226차 원자력위원회를 열어 충남 안면도를 원자력 제2연구소 부지로 선정하고, 방사성폐기물처분시설은 1991년 5월까지 원자력위원회의 의결을 거쳐 최종 확정한다는 내용을 의결기로 하였으나, 1990년 11월 한국원자력연구소 분소계획이 포함된 서해연구단지 개발계획이 모 일간지를 통해 알려지자 안면도 주민들은 곧바로 반대활동에 들어갔으며, 안면도 반대투쟁위원회 부위원장 등 주민대표 7명이 과학기술처장관과의 면담을 위해 상경하여 정부의 안면도 방사성폐기물 처분장 건설계획을 철회할 것을 주장하며 농성을 벌였다.

결국 안면도 부지선정 사업은 주민과의 사전 협의 없이 사업내용을 비공개로 진행한 결과, 1990년 11월 ‘안면도 사태’라는 국민에게 커다란 충격을 안겨준 대규모 시위를 초래하였고, 국민들에게 ‘방사성폐기물처분장’의 부정적인 이미지를 깊이 심어주는 계기가 됨으로써 이후 방사성폐기물사업 추진에 많은 어려움을 야기하게 되었다.

또한 안면도 사태로 인해 방사성폐기물에 대한 국민의 인식은 더욱 부정적으로 되었으며, 정부가 추진하는 국책사업도 지역주민의 합의가 없으면 백지화 될 수 있다는 전례를 남겼다.

결국 과학기술처장관은 ‘주민들의 오해가 풀리지 않는 한 어떠한 원

자력시설도 안면도에 추진하지 않겠다.’는 입장을 밝히고 1991년 6월 7일 제227차 원자력위원회에서 안면도 원자력 제2연구소 추진계획을 공식적으로 철회하였다.

정부는 안면도 사태로 부지확보의 첫 단계인 부지 선정과 관련하여 과거 동해안의 경우처럼 기술적 측면의 적합성 검토를 통한 선정 방법과 안면도와 같은 정책적인 방법 모두 우리나라의 실정에 비추어 볼 때 오히려 역효과를 초래할 수 있다는 사실을 인식하게 되었다. 이에 따라 부지확보 절차의 기본개념으로 기술적인 측면의 검토결과를 토대로 선정된 지역에 대해 국민이해 차원의 지역협의과정을 반드시 거치도록 하는 추진방법을 선택하게 되었다.

즉, 사업요건을 고려한 「다수 대상지역 도출」→「협의대상지역 선정 및 지역협의」→「지역협력협정 체결」의 순서를 거쳐 부지를 확보한다는 기본방향을 설정했다.

과학기술처와 한국원자력연구소는 원자력의 이용과 방사성폐기물에 대한 국민의 이해 증진에 전력을 다한다는 목표를 세우고 그 일환으로 방사성폐기물 부지 확보 사업을 공개주의 원칙 하에 지역개발 사업과 연계해서 자율신청을 권유하기로 방침을 정하고 전국을 대상으로 부지 공모를 시행하기로 결정하였다

결국 방사성폐기물 관리정책 수립에 있어서도 부지선정 전에 국민적인 공감대 형성을 최우선 과제로 인식하게 되었고, 기술적인 안전성과 함께 가장 중요한 선결과제는 ‘국민이해 및 지역협의’라는 점을 인식하게 되었으며, 사회·과학적인 관점에서 부지 확보 방안과 지역협력 방

안을 제시하게 한 방사성폐기물관리사업의 기본방침을 재정립하는 계기가 되었다.

## 나. 굴업도

1991년에는 서울대학교에 연구용역을 의뢰하여 전국의 임해지역을 대상으로 6개의 최적 후보지역을 도출한 후 해당지역을 순회하며 연구 결과에 대한 설명회를 개최하는 등 노력을 경주하였으나 지역별 반대투쟁위원회 및 주민들의 계속되는 반대활동으로 부지선정은 난관에 봉착하게 되었다.

결국 정부는 사전 주민협의 절차 및 시설지역에 대한 대폭적인 지원을 내용으로 하는 ‘방사성폐기물관리사업의 촉진 및 시설주변지역의 지원에 관한 법률’을 제정(’94. 1. 5)하게 되었다.

1994년 지역지원법에 힘입어 경남 양산군 장안읍과 경북 울진군 기성면에서 유치를 위한 일부 주민대표들이 유치의사를 밝혔으나 반대주민들의 조직적이고 강력한 반대활동으로 부지 확보에는 실패하고 말았다.

정부는 계속되는 부지선정 사업이 실패함에 따라 전국의 임해지역과 폐광지역 그리고 도서지역을 대상으로 후보 부지를 물색하여 전문기관의 검토와 서울대학교 용역결과에 따라 6개 임해지역(경북 울진군, 경북 영일군, 강원 양양군, 강원 고성군, 전남 장흥군, 충남 태안군)과 3개 도서지역(경기도 굴업도, 충남 삼시도, 전북 비안도) 그리고 지역주민 대표들이 연명으로 유치를 신청한 경남 양산군 장안읍 등 총 10개 지역을 후보지역으로 선정하였다.

이 중 최종 후보지역으로 외국의 사례와 국민의 정서, 지역개발 효과, 인구 밀집지역, 지역의회의 의견 등을 참조하여 1994년 12월 22일 방사성폐기물관리사업추진위원회(위원장: 국무총리)와 원자력위원회(위원장: 경제기획원장관)의 심의를 거쳐 단일후보지역으로 서해지역 옹진군 덕적면 굴업도를 최종지역으로 선정하였다.

굴업도가 최종지역으로 선정됨에 따라 1995년 2월 15일 제237차 원자력위원회에서 방사성폐기물관리사업에 대한 기본방침을 수정하였다.

즉, 방사성폐기물시설 부지를 당초 임해지역에서 임해 또는 도서지역으로 하고, 중·저준위방사성폐기물 영구처분시설 준공목표를 당초 1995년 12월말에서 2001년 12월말로 변경하며, 사용후연료 중간저장시설의 저장방식과 저장규모 그리고 준공목표시점에 대해서는 충분한 검토 후 결정토록 한다는 것이었다. 아울러 방사성폐기물관리시설 부지 주변지역의 개발 및 지원을 위하여 ‘방사성폐기물관리사업의 촉진 및 시설주변지역의 지원에 관한 법률’(이하 ‘방촉법’)에서 정하는 지역지원사업을 추진키로 하였다.

다음날 2월 16일, 제3차 방사성폐기물관리사업 추진위원회는 방사성폐기물관리사업 기본방침을 최종 확정하고 방촉법 제3조의 규정에 의거 과학기술처 고시 제1995-3호('95. 2.27)로 굴업도를 「방사성폐기물관리시설지구」로 지정·고시하였다.

그러나 한국원자력연구소에서 1995년 5월부터 10월까지 실시한 굴업도와 그 주변지역에 대한 부지특성조사 및 환경영향평가와 한국자원연구소의 추가조사 및 정밀분석 작업, 국내외 전문가로 구성된 지질자

문위원회 및 시설입지검토위원회의 활성단층 조사 및 분석내용에 대한 객관적인 검증결과 굴업도 3km 이내 해저에서 활성단층이 존재하는 것으로 검증되었다.

결국, 1995년 12월 15일 제242차 원자력위원회는 원자력법령에 의한 기술기준의 충족여부, 공학적 처리를 통한 안전성 확보 가능성 등을 종합적으로 검토한 결과, 공학적 측면과 안전성 측면 그리고 관련 과학 기술처 고시에 따른 방사성폐기물관리시설 부지로 부적합하다고 결정하고 정부는 1995년 12월 16일 굴업도에 대한 「방사성폐기물관리 시설지구」 지정을 해제하였다. 이로써 방사성폐기물관리사업은 원점에서 다시 출발 할 수 밖에 없었다.

이는 부지특성을 고려하지 않고 지역주민의 수용성을 지나치게 의식하여 다른 요소들을 간과하고 지방자치제도 실시 이전에 지정고시를 한다는 시간적인 촉박함을 지나치게 중시하여 부지선정 자체만을 고려한 성급한 정책 결정에 기인한 결과라 할 수 있었다.

## 다. 방폐물 관리사업 수행 주체 변경

정부는 굴업도가 방사성폐기물 관리시설지구에서 해제됨에 따라 방사성폐기물 관리사업을 전면 재검토하게 되었으며, 1996년 1월 11일 국가과학기술자문회의는 대통령보고(세종 2000 XVIII)에서 원자력사업에 대한 행정체제의 효율화 방안을 조기에 확정하여 시행하는 것이 국가적 현안사업을 효율적으로 추진하는데 필요하다고 보고하였고, 대통령은 원자력사업의 효율적 추진방안으로 한국원자력연구소가 수행

하고 있는 방사성폐기물관리사업을 사업 추진 경험이 풍부한 한전으로 이관하는 방안을 검토·지시하였으며, 제245차 원자력위원회('96. 6.25)의 심의·의결을 거쳐 1997년 1월 1일부로 방사성폐기물관리사업 추진체계를 조정하였다.

그동안 원자력법에 의거 과학기술부(현 교육과학기술부) 주관으로 한국원자력연구소에 수행했던 방사성폐기물관리사업을 전기사업법에 의한 산업자원부(현 지식경제부) 주관하에 한전이 사업을 수행토록 관련 법령 및 사업수행 주체를 변경하였다. 또한 한국원자력연구소내 원자력환경관리센터의 관련 업무 및 인력을 한전에 이관하고, 사용후연료에 대한 연구개발 업무는 원자력연구소에서 계속 수행하며 방사성폐기물관리기금은 폐지토록 하였다. 그리고 지금까지 한전이 한국원자력연구소에 출연금 형식으로 매년 지원하던 원자력연구개발비를 중장기적으로 안정적 확보를 위하여 과학기술처 관리 하에 「원자력연구개발기금(가칭)」을 신설하여 운영하고, 기금은 한전 출연금 등으로 원자력발전량(kWh)당 일정금액으로 출연하도록 법정화 하였다.

상기 방사성폐기물관리사업의 조정 방안을 중심으로 통상산업부와 과학기술처는 총리실과 더불어 최종 협의를 거쳐 1996년 6월 25일 제 245차 원자력위원회의 심의·의결을 거친 후 정부정책으로 확정되었다.

#### 라. 유치공모 또는 사업자주도 방식

1998년 9월 30일 제249차 원자력위원회는 2008년까지 중·저준위 폐기물처분시설을 건설하고 2016년까지 사용후연료 중간저장시설을

건설하기 위해 약 60만평 규모의 부지를 유치공모 또는 사업자주도 방식으로 적기 확보하는 내용의 방사성폐기물관리대책을 의결함으로써 굴업도 이후 방사성폐기물관리시설 부지 확보를 위한 사업이 본격적으로 시작되었다.

방사성폐기물관리대책이 확정됨에 따라 정부는 입지추진에 있어 본 사업이 국민과 함께 하는 사업이 될 수 있도록 신중하게 추진하는 것과 자율유치신청방식을 우선 추진 후 가시적인 성과가 나타나지 않을 경우 유치공모 또는 사업자 선정방안으로 추진한다는 기본계획을 세웠다. 또한 종합관리시설 건설에 있어 부지선정 전까지 처분시설 개념 및 방사성폐기물 관리체계를 정립하고 사용후연료 중간저장시설 준공시까지 원자력발전소 부지 내 자체 저장시설을 확충하여 관리한다는 세부방침도 확정하였다.

#### (1) 지자체 대상 유치공모

정부는 과거 1986년부터 추진사례를 분석한 결과 지역주민과의 합의 과정이 없는 사업자 선정방식으로는 성공이 불가능하다고 판단하여 지역주민의 자율적인 의사를 존중하는 투명하고 공개적인 사업추진이 필요하게 되었다.

정부가 추진코자 하는 유치공모의 기본방향은 유치희망 지자체가 없거나 적격 후보지가 없을 경우 지자체와 협의하여 사업자가 적격 후보지를 선정한다는 것이었다.

정부와 한전은 2000년 6월 27일 산업자원부(현 지식경제부) · 과학기술부(현 교육과학기술부) 그리고 대덕연구단지 출입기자를 대상으로

기자간담회를 갖고 방사성폐기물관리시설 부지로 60만평을 공모한다고 발표하였다.

유치신청은 기초지방자치단체장이 기초지방의회의 동의를 받아 신청하고 부지의 규모는 약 60만평으로 24만평 정도의 정지면적 조성이 가능한 임해지역이어야 하며, 과학기술부(현 교육과학기술부) 고시에 규정된 자연 환경, 인문·사회적인 제요건 등 관련 법령상의 부지위치 기준에 부합된 지역으로 하였다. 유치공모기간은 2000년 7월부터 2001년 2월말까지이며, 응모부지에 대해서는 투명하고 공정한 부지적합성조사 절차를 거쳐 최종 후보 부지를 결정기로 하였다.

또한 방사성폐기물관리시설이 입지하는 지역에는 ‘발전소주변지역 지원에 관한 법률’에 따라 지역지원사업을 시행하게 되며, 지역지원금은 부지면적과 방사성폐기물관리시설의 건설 및 운영기간에 따라서 산정되며, 부지 규모를 60만평으로 하고 건설기간을 5년 그리고 운영기간을 30년으로 가정할 경우 약 2,127억원이 지원될 예정이며, 지역지원사업은 지방자치단체에서 수립한 개발계획 및 숙원사업 등과 연계하여 추진하기로 하였다.

2001년 6월 30일 방사성폐기물관리시설 유치공모 마감결과 7개 지역(영광, 강진, 진도, 고창, 보령, 완도, 울진)이 유치청원을 하였으나 완도는 청원을 자진 철회하였고 다른 지역은 지방의회 및 지자체장이 주민청원을 기각함으로써 자율유치에 실패하였다. 하지만 자율유치공모로 인해 방사성폐기물 부지에 대한 지역주민의 부정적인 인식이 크게 호전되는 등 사업이해 저변확대와 중앙언론의 사실에 근거한 긍정적보

도로 방사성폐기물관리시설의 필요성에 대한 국민적 공감대는 확산되었으며 환경단체의 반대 명분을 상대적으로 약화시키는 결과를 가져오는 계기가 되었다.

아울러 부지선정 방식도 자율유치공모 방식에서 사업자 주도 방식으로 전환 추진하는 계기가 되기도 하였다.

## (2) 사업자 주도 후보부지 선정

제249차 원자력위원회('98. 9.30)는 방사성폐기물관리시설 부지를 지방자치단체를 대상으로 유치공모하거나 사업자가 후보 부지를 선정하고 지방자치단체와 협의하여 확보하는 방안으로 추진토록 하는 방사성폐기물 관리대책을 의결한 바 있으며, 2000년 7월부터 2001년 2월 말까지 유치공모 방식에 의해 사업을 추진하였으나 부지를 확보하는 데는 실패하고 말았다.

한편 2001년 4월 1일, 방사성폐기물관리사업의 주체였던 한전이 전력산업구조개편에 따라 6개 발전회사 및 전력거래소로 분리되면서 원자력발전사업자인 한수원(주)이 방사성폐기물관리사업을 승계하였다.

유치공모 방식이 실패함에 따라 한수원(주)은 '사업자 주도 방식의 부지확보 방안'을 수립('01. 8. 6)하고 방사성폐기물관리시설 후보부지 도출을 위한 용역을 전문기관과 체결하였다. 그리하여 2001년 12월부터 2002년 12월까지 후보부지 도출을 위한 용역을 수행한 결과, 최종 후보부지로 경북 울진군 근남면 산포리, 경북 영덕군 남정면 우곡리, 전남 영광군 홍농읍 성산리 그리고 전북 고창군 해리면 광승리 등 4개 지역이 도출되었다.

2003년 2월 4일 제252차 원자력위원회는 원자력발전소의 지리적 분포 등을 감안할 때, 복수의 방사성폐기물관리시설을 운영하는 것이 바람직하다고 판단하고 제249차 원자력위원회('98. 9.30)에서 결정한 방사성폐기물관리대책을 일부 변경하였다. 주요 내용을 보면 방사성폐기물관리시설 부지 규모를 당초 60만평에서 2개소로 하되, 그 규모는 후보지 여건에 따라 확정하고, 전문기관의 용역을 통해 도출된 후보 부지를 대상으로 향후 1년간 지질 조사와 환경성 검토, 그리고 적극적인 지역협의를 거쳐 「부지선정위원회」에서 최적적 부지를 선정하고, 「원자력위원회」의 심의·의결을 거쳐 최종 선정'키로 하였다.

2003년 2월 5일, 산업자원부(현 지식경제부)장관은 관계부처 장관과의 공동담화문을 통해 방사성폐기물관리시설 후보지역으로 경북 울진군 근남면 산포리, 경북 영덕군 남정면 우곡리, 전남 영광군 홍농읍 성산리 그리고 전북 고창군 해리면 광승리 등 4개 지역을 발표하고 향후 확정될 최종부지 지역에는 관련법에 따라 약 3,000억원 규모의 지역지원금은 물론 범정부적 차원에서 주민들이 희망하는 각종 국가사업을 다른 지역보다 우선적으로 지원해 나갈 것과 이들 지역이 바다에 인접해 있다는 지리적 이점을 최대한 활용하여 우수한 관광 자원 및 지역 특화사업을 적극 개발하고 도로, 교량 등의 확충을 통해 가장 살기 좋고, 소득이 높은 지역으로 발전할 수 있는 방안을 적극 검토할 것을 약속하였다.

### (3) 양성자기반공학기술개발 사업 연계추진

2003년 4월 15일 개최된 국무회의에서는 대통령은 '국가적 과제인 방사성폐기물관리시설 부지선정을 더 이상 늦춰서는 안 된다'며 지방

자치단체와 주민대표들이 합의하여 방사성폐기물관리시설 부지 유치를 신청할 경우 양성자가속기사업 유치에 특별가산점을 부여하는 방안을 제시하였다. 이는 이미 후보지로 선정된 경북 울진, 영덕과 전남 영광, 전북 고창 등 4곳 이외에도 방사성폐기물관리시설 후보지 신청이 가능하도록 문호를 개방한 것이었다.

2003년 5월 1일, 과학기술부(현 교육과학기술부)와 산업자원부(현 지식경제부)는 중앙일간지를 통해 「방사성폐기물관리시설 부지확보 사업과 양성자기반공학기술개발사업 연계추진」공고문 발표를 통해 방사성폐기물관리시설 유치지역에 양성자기반공학기술개발사업을 연계 추진하되, 동일 광역자치단체 내에서 두 사업을 서로 다른 지역(기관)에 유치코자 할 경우 해당 기초자치단체장과 의회의 동의를 얻어 자율적으로 추진할 수 있도록 동일부지 유치 원칙을 완화하였다.

정부(산업자원부)는 2003년 5월 12일 방사성폐기물관리시설에 대한 낮은 주민수용성 및 시설의 특성을 반영하여 지역주민의 생활 안정 및 복지 증진을 위한 직접지원사업 실시 등 지원제도를 강화하기 위한 법 개정을 추진하였다.

방사성폐기물관리시설에 대한 지원사업은 지방자치단체장이 시행하는 지역개발 지원사업과 방사성폐기물관리사업자가 시행하는 전기요금 보조사업 등으로 단순화 하고, 지역개발 지원사업에는 지방자치단체장이 지역 주민이 수혜를 실감할 수 있는 직접지원 사업을 할 수 있도록 규정하였다.

정부(산업자원부)는 2003년 6월 4일 서울에서 지방자치단체장 및

지방의회 대표들을 대상으로 방사성폐기물관리사업에 대한 이해 증진을 돕기 위해 설명회 성격의 정책협의회를 개최하였으며, 이 자리에서 전라북도 및 군산시, 부안군, 장흥군 등 여러 지방자치단체에서 깊은 관심을 갖게 되었다.

정부는 4개 후보부지가 유치신청을 할 경우 부지 선정에 우선권을 주도록 되어 있는 2003년 5월 1일자 유치공고에 대해 4개 후보부지 우선권의 완화가 필요하다는 여러 지역의 여론을 반영하여 2003년 6월 26일 4개 후보지역(울진, 영덕, 영광, 고창) 이외의 지역이라도 부지조사를 완료하여 부지 적합성을 확인하고 2003년 7월 15일까지 유치신청을 한 경우에는 4개 후보부지와 동일한 우선권을 인정하고, 부지선정 절차도 1개 지역 지방자치단체만 신청한 경우 부지조사 결과 적합 판정시 최우선적으로 최종 부지로 선정하며, 2개 이상 지자체가 신청한 경우에는 용역보고서 상순위와 부지조사결과, 주민수용성 등을 종합적으로 고려하여 「부지선정위원회」에서 최종 부지를 선정한다는 내용의 「방사성폐기물관리시설 부지 유치활동 사업변경 공고」를 실시하였다.

#### (4) 부안군 위도

정부의 '4개 후보지(울진, 영덕, 영광, 고창) 지자체 또는 4개 지역 이외의 지방자치단체 중 2003년 7월 15일까지 부지 조사를 완료하고 방사성폐기물관리시설 부지로 적합하다는 판정을 받은 지자체가 유치 신청을 한 경우 우선 선정한다'는 변경 공고('03. 6.26) 이후, 전북 군산시와 강원도 삼척시에서 시설 유치에 관심을 보였으나 활성단층의 발견과 지방의회의 반대로 유치 신청은 무산되었다.

유치신청 마감을 하루 앞둔 2003년 7월 14일 부안군수와 부안군의 회 의장은 산업자원부(현 지식경제부)를 방문하여 ‘부안군 위도면 치도리 일대’에 방사성폐기물관리시설을 유치하겠다는 유치신청서와 양성 자기반공학기술개발사업 유치신청서를 제출했다.

2003년 7월 15일 「방사성폐기물관리시설부지선정위원회」는 1차 회의를 시작으로 총 6차례의 회의를 개최하고 위도지역 현장답사와 부지 환경 조건, 사업 추진 여건 등에 대한 종합평가를 거쳐 2003년 7월 24일 부안군 위도를 방사성폐기물관리시설 최종후보부지로 선정 발표했다.

그러나 환경단체, 농민회, 종교단체 및 핵폐기장 백지화 범부안군민 대책위는 지속적인 대규모 촛불시위와 격포항 해상시위, 부안~전주간 국도 차량시위, 부안군내 초·중·고교학생 등교거부 등의 반대활동을 통하여 방사성폐기물관리시설 위도유치 백지화를 요구했다.

2003년 10월 3일 정부는 국무총리 주재 하에 부안 반대대책위 대표 단과의 간담회를 갖고 ‘방사성폐기물관리시설 유치 백지화나 전면추진’과 같은 전제조건 없는 대화를 원칙으로 하는 「부안 民·政 대화기구」 구성에 합의, 대화기구 명칭을 「부안지역 현안 해결을 위한 공동협의회」로 정하고, 2003년 10월 16일 국무총리가 추천한 경실련 공동대표를 위원장으로 선임하고 정부 측 대표 5명과 부안 반대대책위측 대표 5명을 위원으로 선임하여 10월 24일 제1차 회의를 시작으로 제4차 회의까지 양측의 입장을 조율하였으나 주민투표 실시 시기에 대한 입장차이로 의견조율에 실패함으로써 공동협의회 운영은 중단되었다.

이후 2004년 2월 14일 부안 반대대책위 주관으로 위도를 제외한 36

개 투표소에서 독자적으로 실시된 주민투표에서 유권자 52,108명중 37,524명이 투표에 참가(투표율 : 72.01%)하여 투표자 91.9%가 방사성폐기물관리시설 유치를 반대함으로써 더 이상의 사업 추진은 사실상 불가능해졌다.

이는 양성자가속기사업과 연계추진으로 인한 유치신청시한 촉박으로 타 관심지역의 신청기회가 무산되는 등 지역간 경쟁구도 구축에 실패한 점도 한 원인이라 볼 수 있지만 사전 주민동의와 여론수렴과정, 지방의 회의 동의 없는 사업 추진 등이 사업 실패의 주요 원인이라 할 수 있다.

#### (5) 민주적 절차 보완

정부는 12월 10일 「부지선정과정에 주민투표 도입」과 「타 자치단체에 대한 기회부여」등을 골자로 하는 유치신청 보완방침 발표를 통해 방사성폐기물 관리시설 유치를 희망하는 자치단체는 공고된 일정과 절차에 따라 유치신청을 할 수 있으며, 예비신청을 마친 부안군도 타 자치단체와 마찬가지로 새로운 절차에 따라 찬·반 주민간의 자유토론과 주민투표를 통해 유치신청 여부를 최종 결정하겠다고 발표하였다

부안군 유치신청 이후 부지선정 과정에서 논란의 핵심인 ‘주민의견 수렴과정 없는 지자체장의 독단 신청’이 부안에서의 실패 원인으로 분석됨에 따라 주민투표 도입과 주민의견 수렴 등 민주적인 절차를 보장한 새로운 사업추진정책을 수립하게 되었다

2004년 2월 4일 정부는 방사성폐기물 관리시설 부지 신규유치공모를 공고하고 주민투표를 거쳐 연말까지 후보부지를 선정하며 부지조사 단계부터 건설 및 운영까지 제도적으로 주민에 대한 참여를 보장하였다.

신규 유치공모에 따라 유치신청 마감기한인 5월 31일까지 7개 시·군 10개 지역에서 유치청원을 신청하였다.

〈표 3-13〉 주민 유치신청 현황

| 구 분          | 유권자 수  | 청원인 수 | 서명율(%) |
|--------------|--------|-------|--------|
| 군산시 소룡동(비응도) | 10,370 | 4,196 | 40.5   |
| 옥도면(어청도)     | 3,200  | 1,245 | 38.9   |
| 고창군 해리면(광승리) | 3,323  | 1,308 | 39.4   |
| 영광군 흥농읍(성산리) | 6,455  | 4,400 | 68.2   |
| 완도군 생일면(유서리) | 973    | 356   | 36.6   |
| 장흥군 용산면(상발리) | 2,607  | 926   | 35.5   |
| 울진군 근남면(산포리) | 3,025  | 1,263 | 41.8   |
| 기성면(삼산리)     | 3,091  | 1,364 | 44.1   |
| 북 면(고목리)     | 6,413  | 2,467 | 38.5   |
| 인천시 강화군 서도면  | 581    | 215   | 37.0   |

그러나 방사성폐기물 사업 유치공모 예비신청 마감일인 9월 15일까지 예비신청을 접수한 결과 해당 지자체장이 지역내 갈등을 우려하여 예비신청을 포기함에 따라 결국 무산되고 말았다.

2004년 9월 16일 산업자원부(현 지식경제부) 장관은 기자회견을 갖고 빠른 시일 안에 대안을 마련하여 투명한 절차를 통하여 사업을 추진할 것과 새로운 방사성폐기물 처리방안 수립과정에서 부안주민, 자치단체 등과 긴밀한 협의를 통해 갈등을 최소화하는 해법을 모색하겠다는 입장을 발표하였다.

## 제3절 중 · 저준위방폐물처분시설 부지 선정

### 1. 방사성폐기물 관리정책 변경

정부는 2004년 2월 공고한 부지선정절차가 지역주민의 자율적인 유치청원과 주민투표에 의한 결정방식이었음에도 불구하고 지자체장의 예비신청이 없어 부지선정이 무산됨에 따라 절차적 민주성, 투명성 외에 사회적, 지역적 수용성을 높이는 방향으로의 정책 전환이 필요하게 되었다.

2004년 12월 17일 제253차 원자력위원회는 현재 원자력발전소내에 저장중인 중 · 저준위방사성폐기물은 2008년말부터 포화가 예상되어 처분시설 건설이 시급한 상황이나 사용후연료의 경우 상대적으로 포화 시점에 여유가 있고 국가정책 방향과 연계되어 있어 중간저장시설 건설 등을 포함하여 충분한 논의를 거쳐 추진하는 것이 바람직하다는 판단 아래 주민수용성, 포화시점, 사회적 논의 필요성 등을 감안하여 중 · 저준위방사성폐기물처분시설과 사용후연료 중간저장시설을 분리하여 추진토록 결정하였다.

#### 가. 중 · 저준위방사성폐기물 관리

원자력발전소에서 발생하는 방사성폐기물은 영구처분시설 준공시까지 각 원자력발전소 부지내에서 저장 · 관리하되, 처분시설이 건설될 경우 단계적으로 이송하여 영구처분하며 설비개선, 운영 최적화, 감용기술 개발 등을 통해 방사성폐기물 발생량을 최소화하도록 했으며 원자력

발전소외의 산업체, 연구시설, 의료기관 등에서 발생하는 폐기물은 현재의 시설을 효과적으로 활용하여 저장 관리하되, 처분시설이 건설될 경우 단계적으로 이송하여 영구처분토록 하였다.

또한 연구용원자로의 제염, 해체로 발생하는 폐기물은 영구처분시설이 건설될 때까지는 현지에서 자체 저장하여 관리하도록 했다.

중·저준위방사성폐기물 영구처분시설 부지는 2008년까지 관련시설의 준공을 위해 적기에 확보될 수 있도록 추진하며, 단수 또는 복수로 선정하되 부지 규모는 입지 여건 및 처분방식에 따라 결정토록 하였으며, 영구처분시설 부지에는 중·저준위방사성폐기물 관련 연구시설 등을 함께 수용토록 했다.

부지 유치는 유치공모 또는 지정방식, 그리고 두 가지 방식을 병행하여 추진하는 방안을 검토하고 주민투표를 통해 지역주민의 민주적이고 자율적인 결정을 존중하는 절차로 추진하며, 설명회 및 토론회 등 주민의견을 충분히 수렴할 수 있는 방안을 강구토록 했다. 또한 부지선정 계획, 부지조사 결과, 부지선정 과정 및 영구처분시설 건설계획 등을 공개토록 하였다.

중·저준위방사성폐기물처분시설 유치지역의 발전과 지역주민의 복리증진을 위한 지원방안을 마련하며 주민고용 등 사업자가 이행할 수 있는 간접지원방안도 병행하여 검토, 추진토록 하였다. 그리고 유치지역에 대한 효율적인 지원을 위해 ‘유치지역 지원 등에 관한 특별법’ 제정을 추진토록 하고 유치지역에 대한 지원사업을 효율적으로 추진하기 위해 범정부적인 지원체제를 마련하여 운영토록 하며, 시설의 안전성에

대하여 주민들이 확신할 수 있도록 민간환경감시기구를 운영하고 주민 건강진단 및 역학조사를 정기적으로 실시토록 하였다.

## 나. 사용후연료 관리

원자력발전소 부지내 임시저장고의 저장공간을 확충하여 2016년까지 각 원자력발전소 부지내에서 관리함을 원칙으로 하고 원자력발전소 별로 조밀저장대 설치, 호기간 이동, 건식저장소 추가 설치 등으로 임시 저장 공간을 확충하고, 사용후연료의 처리, 처분과 관련한 연구개발을 지속적으로 추진토록 했다.

그리고 중간저장시설 건설 등을 포함하여 사용후연료에 대한 종합적인 관리 방침을 국가정책 방향, 국내·외 기술개발 추이 등을 고려하여 충분한 논의를 거쳐 국민적 공감대하에서 추진하되, 원자력발전소 부지내의 임시저장시설이 2016년부터 포화되는 점을 감안하여 적기에 추진 방침을 결정토록 했다.

## 2. 유치지역지원 특별법 제정

지난 2003년 7월 14일 전북 부안군 위도가 방사성폐기물관리시설 부지 유치를 신청함에 따라 동 지역에 대한 지원사업을 담은 부안군지원특별법 제정에 대한 검토를 시작하게 되었다.

산업자원부(현 지식경제부)는 방사성폐기물 관리시설 부지선정과 관련하여 정부의 유치지역 지원 의지에 대한 신뢰 확보와 범정부적 지원 체제 구축을 위해 2004년 4월 22일 ‘국정현안정책조정회의’에서 ‘방

사성폐기물관리시설유치지역지원등에관한특별법’ 제정방침을 확정하고 관계부처의 협의를 통해 7월 12일 입법예고를 하였다.

그러나 부지선정 절차가 지자체장들의 예비신청 포기로 무산됨에 따라 정부는 중·저준위방사성폐기물과 사용후연료를 분리하여 추진하는 것을 골자로 하는 신규대책을 확정하였다. 아울러 유치지역 지원내용과 주민투표 실시 등을 포함한 특별법을 절차공고 전에 선 제정키로 결정하고 특별법 명칭도 ‘중·저준위방사성폐기물처분시설 유치지역 지원에 관한 특별법’으로 변경하였다.

동 특별법은 제253차 임시국회 의결(’05. 3. 2)을 거쳐 2005년 3월 31일 법률 제7444호로 공포되었다. ‘유치지역지원 특별법(안)’은 기존의 ‘발전소주변지역지원에관한법률’ 중 지역지원 관련 내용들을 흡수하되 지원대상범위를 유치지역 전체 주민으로 확대하고 지원계획 수립시 지역이 요구하는 사항을 최대한 반영토록 하는 등 유치지역 주민들의 생활 향상과 소득증대를 위한 실질적인 지원책 마련에 중점을 두었다.

유치지역지원 대상지역을 현행 ‘발전소주변지역지원에관한법률’ 상 시설이 설치될 지점으로부터 반경 5km 이내로 규정되어 있는 기존의 거리개념에서 시·군·구 단위 행정구역으로 변경하여 시설을 유치하는 지역의 모든 주민들이 지원 혜택을 받을 수 있도록 하고, 지역 발전을 위한 장기적인 재원 확보 차원에서 ‘반입수수료’ 규정을 신설하여 방사성폐기물관리시설 설치사업자는 방사성폐기물 배출사업자에게 방사성폐기물 양에 연동하여 반입수수료를 징수하고, 그 중에서 대통령령이 정한 일정금액을 매년 유치지역 지원 용도로 지방자치단체에 납부하고, 나머

지 금액은 사업자가 전기요금 보조, 육영사업 등 독자적인 주민지원 사업에 활용하도록 규정하였으며, 유치지역이 정해지면 사업자는 유치지역 특별지원금(3천억 원)을 유치지역에 제공하고 유치지역 지방자치단체의 장은 특별지원금을 지역개발, 관광 진흥, 농수산물 판로지원, 지역 주민의 소득증대·생활안정·복리증진 등에 사용하도록 규정하였다.

또한 특별지원금과 반입수수료로 조성된 지역지원사업 재원을 유치지역 지방자치단체가 독립적으로 운용할 수 있도록 ‘지원사업특별회계’를 설치, 운용할 수 있는 근거규정을 마련하였다.

국·공유재산의 대부, 국고보조금의 인상 지원, 지역 업체와의 의무 공동도급계약, 지역주민 우선고용 등 지역개발 촉진을 위한 다양한 특례규정도 도입하였으며 관리시설 설치지역 내의 토지·건물 또는 광업권·어업권 등의 권리가 침해될 경우 이를 적정기준에 따라 보상하는 한편, 관리시설 설치로 인하여 이주하게 되는 자를 위하여 이주대책을 수립하여 실시토록 규정하였다.

그리고 지역지원사업의 심의·의결을 위해 ‘유치지역지원위원회(국무총리)’와 ‘유치지역지원실무위원회(산업자원부 장관)’를 설치·운영하는 등 범정부적 지원체계를 구축토록 하였다.

### 3. 부지선정위원회 구성 운영

안면도, 굴업도에 이어 2003년에 추진된 부안군 위도의 방사성폐기물처분시설 부지선정 사업은 지역주민의 의사를 무시한 채 정부가 일방적으로 사업을 밀어 붙였다는 비판과 함께 절차의 투명성과 공정성 시

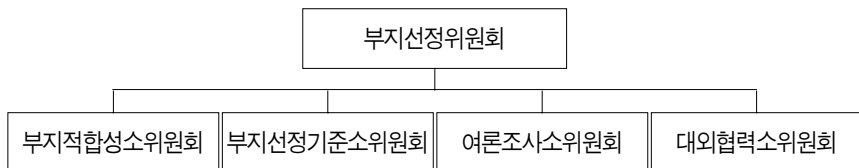
비를 낳으며 결국 실패로 끝이 났다.

과거와 확연히 달라진 정책의 도입에도 불구하고 그간 수차례의 사업 추진과 번복으로 훼손된 정부정책에 대한 신뢰성을 회복하는 일은 또 하나의 중요한 과제가 되었다.

이에 따라 정부정책에 대한 투명성과 객관성을 확보하기 위하여 중립적인 입장에서 정부의 부지 선정 과정을 관리해 나갈 민간전문기구 설치의 필요성이 제기되었다.

산업자원부(현 지식경제부)장관은 유치지역 선정계획, 부지조사결과, 선정과정 등을 공개적이고 투명하게 진행하도록 한 「중·저준위 방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법」 제7조 제2항에 따라 「중·저준위 방사성 폐기물 처분시설 부지선정위원회」를 구성하고, 동법 시행령 제18조에 부지선정위원회의 설치근거 및 기능, 위원회 구성 등에 관한 사항을 구체적으로 명시하였다.

2005년 3월 11일 정부는 인문·사회분야, 과학·기술 분야, 법조계, 언론, 시민단체의 명망 있는 16인의 인사를 위원으로 하는 「중·저준위 방사성폐기물처분시설 부지선정위원회」를 구성하였다.



〈그림 3-9〉 부지선정위원회 구성

부지선정위원회는 산업자원부(현 지식경제부)장관의 자문기구로서

공정하고 객관적인 부지선정기준 및 적합성 평가기준을 수립하여 부지 선정 절차 전반을 투명하고 효율적으로 관리함을 목적으로 하고 있다.

부지선정위원회는 유치지역 선정계획 및 절차에 관한 사항, 부지조사 결과의 평가에 관한 사항, 기타 부지선정에 관하여 (현 지식경제부) 장관이 필요하다고 인정하는 사항에 대하여 심의하도록 하였으며, 효율적인 업무 추진을 위하여 i) 부지적합성소위원회, ii) 부지선정기준소위원회, iii) 여론조사소위원회, iv) 대외협력소위원회 등 4개의 소위원회를 두었으며, 부지적합성소위원회와 여론조사소위원회에는 각각 지질, 환경, 토목 분야의 학계 전문가 5명과 언론, 통계학, 사회학의 학계 전문가 3명을 전문위원으로 두어 위원회 활동의 전문성을 제고하였다.

부지적합성소위원회는 현장조사를 병행하며 부지 안전성 및 사업 추진 여건 평가, 부지선정기준소위원회는 부지선정기준과 절차 마련, 여론조사소위원회는 여론조사 대상지역 선정 및 여론조사기관, 여론조사 시기 검토, 대외협력소위원회는 위원회 홈페이지 제작, 자체활동내용 대언론 브리핑, 대외홍보 등 소위원회 별로 업무를 할당하여 전문성, 신뢰성을 제고하였다.

부지선정기준은 부지안전성, 사업추진여건, 주민수용성(주민투표) 등 크게 3가지로 구분하여 평가하는 틀을 마련하였다.

위원회는 객관적이고 투명한 시스템에 의해 부지가 선정되도록 부지 안전성과 사업추진여건 등 부지적합성을 평가하여 제척기준에 해당되지 않고 일정수준 이상의 평가기준을 만족시키면 주민투표를 통해 가장 높은 찬성률을 얻은 지역을 후보부지로 선정하도록 하는 단계별 부지선

정기준을 도출하였다.

위원회는 전국 총 122개 지자체에 부지선정절차가 공고되기 이전, 유치에 관심을 보이고 있는 지자체를 중심으로 사전 부지조사를 실시할 계획과 추가로 부지적합성조사를 요청하는 지역에 대해서도 부지조사를 실시하겠다는 부지적합성조사 권고요청을 하였으며, 지방자치단체의 협조를 얻어 전국 6개 지역 9개 부지에 대하여 사전부지조사 및 부지적합성조사를 수행하도록 하였고 동 조사를 토대로 부지적합성(부지안전성+사업추진여건)을 확인하기 위하여 부지적합성소위원회를 중심으로 수차례에 걸쳐 이들 부지에 대한 현장조사를 실시하였다.

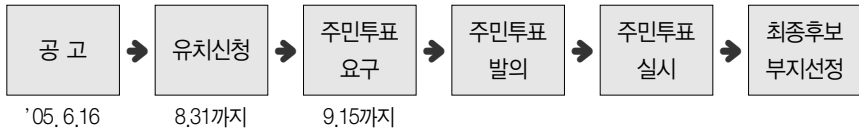
그 결과, 4개 유치신청지역은 모두 부지안전성에 제척사유가 없는 것으로 확인되었으며, 지질·지하수·자연환경·부지환경 등이 양호하여 권고기준에도 전반적으로 부합하는 것으로 평가되었다.

또한, 사업추진여건 평가에서도 4개 지역 모두 제척사유가 없는 것으로 확인되었고, 수송 용이성, 자연 및 사회 환경, 부지 조건 등 사업 추진을 위한 제반여건이 전반적으로 양호한 것으로 평가되었으며 이러한 부지적합성 평가결과는 2005년 9월 15일 기자회견을 통해 발표되었다.

#### 4. 부지 선정

부지선정절차 공고와 관련하여 정부관계부처로 구성된 상황점검반과 당·정·청 협의회 그리고 부지선정위원회의 부지선정 일정과 주민투표 및 부지선정 절차에 대해 수차례 논의하였고 정부는 2005년 6월 10일 국정현안정책조정위원회의를 통해 부지선정 절차와 진행일정을

최종 확정하고 2005년 6월 16일, 산업자원부(현 지식경제부)장관은 과천정부청사에서 다음과 같은 요지의 ‘중·저준위방사성폐기물처분시설 부지선정 등에 관한 공고’를 발표하였다.



〈그림 3-10〉 절차공고에 따른 부지선정 절차 및 일정

- ① 지방자치단체의 장이 지방의회의 동의를 얻어 산업자원부(현 지식경제부)장관에게 유치 신청
  - ※ 신청지역이 2군데 이하일 경우, 경쟁구도 조성을 위해 부지선정위원회가 여론조사를 통해 주민투표 대상지역 추가 선정 가능
- ② 주민투표 대상지역에 대하여 부지선정위원회가 부지안전성 및 사업추진 여건 등 부지적 합성 종합평가
- ③ 부지가 적합하다고 평가된 지역에 대해 산업자원부(현 지식경제부)장관이 주민투표법 제 8조에 따른 주민투표 실시 요구
- ④ 주민투표 실시를 요구받은 지방자치단체의 장은 지방의회 의견수렴을 거쳐 주민투표 발 의 여부 결정
- ⑤ 발의 지역에서 동시에 주민투표 실시
- ⑥ 투표권자 1/3이상 투표 및 유효투표수 과반수의 찬성을 획득한 지역중 찬성률이 가장 높 은 지역을 후보부지로 선정

2005년 8월 31일 유치신청 접수마감 결과 경주, 군산, 영덕, 포항 등 4개 지방자치단체에서 의회의 동의를 얻어 산업자원부(현 지식경제부)에 유치신청서를 제출하였다. 그간 유치신청에 관심을 보였던 울진군 및 삼척시는 의회의 유치동의안 부결로 인하여 유치가 무산되었고, 부

안군 역시 부안군의회 의장직인 미비 등의 이유로 신청서가 반려(8.23일)된 이후 신청서 필수요건인 군의회의 동의를 확보하지 못해 유치신청서 접수시한을 넘기고 말았다.

〈표 3-14〉 유치신청 현황

| 지자체 | 부지 위치   | 부지평가결과 | 유치신청      |
|-----|---------|--------|-----------|
| 경주시 | 양북면 봉길리 | 양 호    | '05. 8.16 |
| 군산시 | 소룡동 비응도 | 양 호    | '05. 8.29 |
| 포항시 | 죽장면 상옥리 | 양 호    | '05. 8.29 |
| 영덕군 | 축산면 상원리 | 양 호    | '05. 8.29 |

이후 지방자치단체간 유치활동 과정에서 상호 비방과 부재자투표에 대한 문제점이 제기 되었으나 유치지역에 대한 경제적 지원과 안전성이 보장됨에 따라 당초 투표율이 저조하리라는 예상과는 달리 2005년 11월 2일 경주, 군산, 포항, 영덕 등 4개 지역 332개 투표소에서 일제히 실시된 주민투표에서 경주시가 89.5%의 가장 높은 찬성률로 중·저준위 방사성폐기물처분시설 최종후보부지로 선정되었다.

〈표 3-15〉 방폐장 유치 주민투표 결과

| 구 분               | 경주시                | 군산시                | 영덕군               | 포항시                | 계                    |
|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| 총 선거인수            | 208,607            | 196,980            | 37,536            | 374,697            | 817,820              |
| 투표인수              | 147,636            | 138,192            | 30,107            | 178,586            | 494,521              |
| - 부재자 투표<br>(신고자) | 70,521<br>(79,599) | 65,336<br>(77,581) | 9,523<br>(10,319) | 63,851<br>(82,637) | 209,231<br>(250,136) |
| - 기표소 투표          | 77,115             | 72,856             | 20,584            | 114,735            | 285,290              |
| 투표율(%)            | 70.8               | 70.2               | 80.2              | 47.7               | 60.5                 |
| 찬성률(%)            | 89.5               | 84.4               | 79.3              | 67.5               | -                    |

당시 주민투표는 2005년 7월의 제주도 행정체제 개편을 위한 주민 투표, 충북 청주와 청원군 통합에 관한 주민투표에 이어 세 번째이며, 국책사업에 대해서는 최초로 결실을 맺은 성과였다.

장기 국가적 갈등과제인 방폐장 부지를 주민투표를 통해 지역주민 스스로가 선택함으로써 사회적 갈등에 대한 민주적 해결 사례의 새로운 모델을 제시하였고 원자력발전에 대한 대국민 수용성 제고 및 지지기반 확충으로 국가의 지속적인 경제발전의 기간이 되는 저렴하고 안정적인 에너지원을 확보함으로써 국가에너지 안보체계 구축을 위한 기틀을 마련하게 되었다.

## 제4절 부지선정 정책 홍보

방폐장 유치지역 지원을 규정한 특별법에 담긴 안전성, 경제성, 절차적 민주성에 대한 적극적인 홍보를 통하여 중·저준위 방사성폐기물 처분시설 부지선정은 우리 세대가 해결해야 할 과제라는 전 국민적 공감

대를 형성하고자 하였다.

지역주민이 관련 정보에 접근하기 쉽도록 접근성을 높이는 방법을 추진하고 여성층 및 젊은 세대 등 무관심층에 대한 정보제공 활동을 강화하는 등 정보의 투명한 공개와 지역정서에 기반을 둔 홍보활동을 전개하였다.

지역주민에 대한 직접적인 홍보보다는 지역미디어를 활용한 간접 홍보를 적극 활용하고, 방폐장 사업과 관련된 제반 기관의 네트워크를 활용한 홍보방법에 주력하였다.

## 1. 미디어 홍보

방사성폐기물 관리대책 변경이후 2005년 6월 16일 신규 유치공모 절차가 공고되기 전까지 정부는 절차 공고를 미디어 홍보의 시발점으로 하여 민주적인 절차와 안전성, 지역 지원에 따른 경제 효과 등이 표출될 수 있도록 홍보역량을 결집시켰다.

절차 공고 이후 산업자원부(현 지식경제부)장관의 주민투표 요구시점('05.9.15)까지는 사업 절차가 진행되면서 본격화 될 것으로 보이는 다양한 이슈에 대한 정확한 정보 제공과 유치 희망 지역에 직접적으로 전달될 수 있는 방폐장 관련 정보의 채널 확보에 주력하였다. 이는 관련 법 규정에 따라 주민투표 요구 이후에는 해당 지역 주민만이 홍보활동을 펼칠 수 있었기 때문에 주민투표 요구 이전에 정부가 지역 주민들에게 정확한 사실을 최대한 전달해야만 했기 때문이었다. 또 다른 핵심적인 목표는 중앙 미디어의 관심을 견인해 내는 일이었다. 중앙 미디어의

접촉은 방폐장 부지선정 사업을 일부 지역의 일에 그치지 않고 국가적 관심사로서 그 범위를 확대시키기 위한 관건이었기 때문이다.

그 밖에도 중앙과 지역의 홍보 전략을 차별화하여 중앙에는 방폐장의 안전성과 필요성 그리고 신뢰를 강조하였고, 지역에는 경제적 효과를 기반으로한 실리와 안전성에 무게를 두었다. 정부에 대한 신뢰 확보와 사업특성에 대한 이해 증진, 그리고 환경단체의 반대 논리에 대한 과학적이고 사실에 근거한 대응논리를 개발하고 적용해 나갔다.

주민투표법에 의해 주민투표 실시요구 이후 주민투표 실시 전날('05. 11. 1)까지는 미디어 홍보 활동이 금지된 기간이었다. 따라서 그동안 시행했던 적극적인 미디어 홍보보다는 부정적 이슈 대응을 위한 미디어 분석과 세부전략 수립에 치중하였다.

즉, 주민투표와 관련된 다양한 이슈들을 시뮬레이션하고 이에 대해 즉각 대응할 수 있는 시스템 구축 등의 철저한 준비를 하였으며, 지역에서 공정한 투표 운동이 전개될 수 있도록 정부의 활동을 지원하는데에도 초점이 맞추어졌다.

투표 결과가 발표된 후에는 좀 더 구체적으로 방폐장 건설 추진 일정, 지역 지원 내용, 향후 일정, 파급효과와 전망 등의 내용을 홍보하였다. 19년 동안 관심사에서 벗어나 치유하기 힘든 갈등과제로만 인식되어 왔던 방폐장 부지 선정 문제가 국책사업 해결의 새로운 전형으로 그 의의를 인정받게 된 것이다.

## 2. TV, 라디오 광고

국민들의 여론은 정부보다는 오히려 환경단체 의견에 동조하는 모습을 보여 왔다. 이는 방폐장 시설이 필요하긴 하지만 어쨌든 ‘환경에는 나쁜 것이 아니냐’는 인식에 기인하였다. 특히 환경문제는 지역주민의 입장에서는 생존과 생명에 직결된 문제이므로 보다 민감할 수 밖에 없었다. 따라서 방폐장 부지선정 사업을 국책사업이나 국가 자원관리 측면으로만 생각할 것이 아니라 지역주민의 입장에서 환경과 생존의 문제를 바라보는 개념으로의 광고 컨셉전환이 필요하였다.

방폐장에 대한 전 국민의 관심유도와 친근한 이미지 구축을 위하여 전국 단위 커뮤니케이션에 집중하였다. TV광고는 「네모난 병원」이라는 슬로건 아래 ‘방폐장은 중·저준위방사성폐기물을 건강하게 자연으로 돌려보내는 곳’이라는 메시지로 푸른 자연과 어린이를 등장시키는가 하면 중·저준위방사성폐기물의 실제 형태를 직접적으로 보여줌으로써 방폐장을 ‘방사성폐기물을 단순히 저장하는 곳이 아니라 우리의 필요에 의해 고맙게 쓰여진 것들을 자연의 상태로 건강하게 돌려주기 위한 시설’이란 것을 부각시켰다.

한편, 라디오광고에서는 엄마가 아이에게 중·저준위방사성폐기물을 설명해 주듯이 청취자의 이해를 최대한 돕는 형식으로 알기쉽게 제작하여 TV 광고를 보조하는 매체로 역할을 설정하였으며, 전국일간지 광고는 방폐장에 대한 정보 제공 및 논리적 설득 등의 역할을 담당하였다.

### 3. 사이버 홍보

중·저준위방사성폐기물 처분시설과 사용후연료 중간저장시설이 분리 추진되며, 방사성폐기물을 건강하게 자연으로 돌려보내는 ‘네모난 병원’이라는 키 메세지를 활용한 방폐장의 안전성과 특별법을 통한 지역지원의 보장에 대한 내용을 인터넷 게시판, 배너 광고 등을 활용하여 사이버홍보를 추진하였다.

네티즌에게 정부의 새로운 방사성폐기물 관리대책을 효과적으로 홍보하기 위하여 인터넷매체에 배너 광고뿐 아니라, 유치관심지역 시·군청 홈페이지 게시판과 지역포탈사이트 등을 이용하여 방폐장의 안전성, 지역경제효과, 양성자가속기 사업에 따른 지역개발 효과 등을 적극적으로 홍보하여 다수의 지역에서 유치 찬성 분위기가 조성되도록 하는데 초점을 맞추었다.

또한 방폐장의 안전성과 필요성, 그리고 사업 추진의 민주성, 투명성을 알리기 위해 여성 특화사이트인 ‘아줌마닷컴’에 방사성폐기물에 관한 퀴즈 등 온라인 이벤트를 시행함으로써 전국 여성들에 대한 홍보 효과를 이끌어 내기도 했다.

### 4. 기타 홍보

2004년 12월 17일 원자력위원회에서 중·저준위방사성폐기물을 우선 추진키로 결정함에 따라 전 국민들을 대상으로 이를 효과적으로 알리기 위해 ‘방사성폐기물을 건강하게 자연으로 돌려보내기 위해 방사능 수치가 낮은 중·저준위방사성폐기물 처분시설부터 먼저 시작합니

다.’라는 내용의 ‘114 안내대기 광고’를 시행하였으며, ‘방사성폐기물 처분 정책의 한·일 협력을 위한 포럼’을 개최하여 일본 및 유럽의 전문가들로부터 원만한 사업 진행을 위한 제언을 수렴하고 일본의 원자력 전문가들을 초청하여 일본의 방사성폐기물 처분시설에 대한 건설 추진과 관련된 경험을 공유함으로써 처분시설의 안전성에 대한 메시지를 국민에게 알리는 효과를 거두었다.

‘방폐장의 유치는 그 지역에 이익이 된다’라는 주제로 전국대학 에너지관련 토론대회를 개최하여 갈등 해결의 도구로서 토론의 중요성을 부각시키고, 합의된 절차를 존중하는 아카데미식 토론을 진행함으로써 에너지와 관련된 전반적인 문제에 대한 관심을 증대시킴은 물론 이와 관련된 국가정책의 중요성을 일깨워 줌으로써 주체적으로 에너지 관련 문제를 탐구하고 해결방안을 제시할 수 있도록 하였다.

또한 ‘방사성폐기물 대학생 광고공모전’을 통해 대학생들의 다양한 아이디어를 수집하고 관심을 유도하여 방폐장 사업의 필요성, 안전성 및 절차의 투명성에 대한 사회적 인식을 제고하였고 수상작품에 대해서는 과천 정부종합청사 민원실, 경북공역 지하전시장 등에서 전시회를 개최하여 일반인의 관심을 유도하였다.

## 제5절 월성원자력환경관리센터 건설

### 1. 전원개발사업예정구역 지정고시

한수원(주)은 경주시 양북면 봉길리 일원에 대해 사전환경성평가를 실시하였다. 사전환경성평가는 사업예정부지에 대한 입지타당성 등 환경에 미치는 영향을 검토하여 후보부지 선정을 위한 환경관련 평가 심사 자료를 얻기 위한 목적으로 사업계획, 토지이용 현황, 보호구역지정 현황, 자연환경, 생활환경 및 사회·경제환경 등 총 19개 평가항목에 대해 조사가 수행되었으며, 조사결과 예정부지에 처분시설을 건설하는 것은 문제가 없는 것으로 평가되었다.

한수원(주)은 사전환경성검토보고서, 방사성폐기물처분시설 사업계획서, 편입토지명세서, 용지도 등을 첨부하여 2005년 12월 2일 전원개발촉진법 제11조에 따라 산업자원부(현 지식경제부)에 방사성폐기물 처분시설 전원개발사업 예정구역 지정을 신청하였다.

산업자원부(현 지식경제부)는 전원개발사업촉진법 제11조 3항에 의한 협의절차에 따라 과학기술부(현 교육과학기술부), 재정경제부(현 기획재정부) 등 11개 정부 관계부처와의 협의를 마치고 2005년 12월 29일 전원개발사업추진위원회(위원장: 산업자원부 제2차관)의 심의·의결을 거쳐 2006년 1월 2일 경북 경주시 양북면 봉길리 일대 209만 8,419㎡를 ‘중·저준위방사성폐기물처분시설 건설사업 예정구역’으로 지정·고시(산업자원부 고시 2005년-133호) 하였다.

중·저준위방사성폐기물 처분시설은 총 80만 드럼의 규모의 천층 또

는 동굴처분 방식으로 건설하되 1단계 10만 드럼을 우선 착수하여 2009년 12월까지 준공토록 하고, 상기 기간까지 불가피한 사유로 인하여 완공하지 못할 경우 필요시 부분완공 후 처분시설을 운영하도록 하였다.

방폐장 예정구역 지정고시 지역은 기존 신월성 1·2호기 원전부지 1,261,816㎡에 새로이 836,603㎡가 추가된 것으로 신월성 원전부지는 부지조사 및 환경영향평가 등을 통해 지난 2005년 9월 30일 원전 건설을 위한 전원개발사업 실시계획이 승인된 바 있으며, 금번에 전원개발 촉진법에 따른 전원개발사업 실시계획 변경절차를 거쳐 중·저준위방사성폐기물 처분시설 부지로 편입되었다.

이로써 경주시 양북면 봉길리 일원이 중·저준위방사성폐기물 처분시설이 들어설 대상 부지로 법적으로 최종 확정되어 다른 용도로의 전용이 금지되고, 사업자인 한수원(주)은 토지 등에 대한 매수청구가 가능하게 되었다.

또한 방폐장 예정부지에 대한 부지특성조사, 환경영향평가 등 각종 조사활동이 개시됨으로써 본격적으로 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설사업이 추진되었다.

## 2. 유치지역 지원사업 시행

2006년 1월 2일 경북 경주시 양북면 봉길리 일대가 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설사업 예정구역으로 지정 고시됨으로서 ‘중·저준위방사성폐기물처분시설의 유치지역에 관한 특별법’에 따라 특별지

원금 3,000억원 지급, 한수원(주) 본사이전, 방사성폐기물 반입수수료 지원 등 유치지역에 대한 지원사업도 본격적으로 착수되었다.

### 가. 특별지원금 지원

유치지역지원 특별법에 의하면 산업자원부(현 지식경제부)장관은 「전기사업법」 제12조 1항 3호의 규정에 의거 원자력발전사업자로 하여금 유치지역 특별지원금을 지원토록 할 수 있으며, 지원시기와 방법은 산업자원부(현 지식경제부)장관과 관할자치단체장과 협의하여 정하되, 관할자치단체가 유치지역지원사업 특별회계의 관리·운용 및 결산 등에 관하여 필요한 사항을 조례로 제정한 후에 협의를 개시하도록 규정하고 있다. 이에 따라 경주시는 경주시의회의 의결을 거쳐 2006년 3월 7일 특별회계 설치 조례를 제정하고 3월 9일 산업자원부(현 지식경제부)에 특별지원금에 관한 협의개시를 요청하였다.

산업자원부(현 지식경제부)와 경주시가 합의한 특별지원금 지급방식은 한수원(주)은 특별지원금 3,000억 원 전액을 경주시 명의로 개설된 기탁계정에 입금하고, 경주시는 기탁계정에 입금된 특별지원금중 중·저준위방사성폐기물 처분시설 건설 실시계획 승인 시 1,500억 원, 사업 운영 개시 시 나머지 1,500억 원을 경주시 특별회계로 이체하며, 기탁계정(Escrow Account : 계정에 입금된 자금을 특정한 사실이 발생한 경우 인출할 수 있는 예금계좌)에서 발생한 이자는 경주시 특별회계로 수시이체가 가능하도록 되어 있다. 또한 사업 중단으로 인하여 인출조건이 충족될 수 없을 때에는 기탁계정에 남아있는 특별지원금 전액을 한

수원(주)에 반환하도록 하였다.

산업자원부(현 지식경제부)는 경주시와의 협의가 완료됨에 따라 한수원(주)에 특별지원금 지급에 필요한 조치를 요청하고, 특별지원금 지급 및 인출조건 등에 관한 당사자간의 권리·의무를 명확히 하기 위하여 산업자원부(현 지식경제부)·경주시·한수원(주) 3자간의 ‘특별지원금에 관한 협약’을 체결하기로 하였다.

2006년 4월 28일 산업자원부(현 지식경제부)장관, 경주시장, 한수원(주) 사장은 경주시 월성원자력본부에서 ‘특별지원금 지원에 관한 협약서’ 서명식을 갖고 협약을 체결하였다. 이에 앞서 한수원(주)은 농협중앙회 경주시지부와 유치지역지원 특별지원금 기탁계정 개설 및 예금질권 설정에 대한 계약서에 서명하고 한수원(주)이 경주시에 특별지원금을 지급하기 위하여 선행되어야 할 기탁계정의 개설 및 예금질권의 설정에 관한 사항을 규정하고, 이와 관련된 경주시와 한수원(주), 그리고 계정개설은행의 권리와 의무를 명확히 하였다.

한수원(주)은 2006년 5월 9일 「중·저준위방사성폐기물처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법」에 따라 경주시 명의 두개의 기탁계정에 각각 1,500억 원씩 특별지원금 3,000억 원을 전액 입금하였으며, 2007년 7월 12일 산업자원부(현 지식경제부)의 전원개발사업 실시계획승인으로 7월 23일 특별지원금 1,500억 원을 기탁계정에서 인출하여 경주시에 지급하였다.

## 나. 한수원(주) 본사 이전

「중·저준위방사성폐기물 처분시설의 유치지역지원에 관한 특별법」에 따르면 원자력발전사업자는 유치지역이 정해진 후 1년 이내에 토지 매수, 본사이전 등에 관한 계획을 확정하고, 처분시설에 대한 전원개발 사업 실시계획 승인시점부터 3년 이내에 유치지역으로 본사이전을 완료하도록 되어 있다.

이에 따라 한수원(주)은 본사이전 대상부지 선정을 위해 경주 도심지역과 동(東)경주(양남·양북면·감포읍) 지역을 대상으로 적합 부지를 물색하였다.

한수원(주) 본사이전 대상부지 결정을 앞두고 경주시 전체의 균형발전과 한수원(주) 본사이전에 따른 시너지효과 극대화를 위해 시내권에 한수원(주) 본사를 두어야 한다는 경주시내권 지역주민과 방사성폐기물처분시설이 안전하다는 것을 보장하기 위해서는 방사성폐기물처분시설이 들어설 지역에 본사를 두어야 한다는 동경주지역 주민들간의 갈등과 유치경쟁이 치열하였다.

결국 한수원(주)은 2006년 12월 29일 국가에너지 미래를 밝혀줄 초대형 국책사업인 중·저준위방사성폐기물처분시설 부지 확보를 19년 만에 성공한 만큼 본사이전 문제로 인해 차질을 빚어서는 안 되며, 인근 지역 주민들의 정서를 감안하고 원전산업의 지속성을 확보하기 위해 방사성폐기물처분시설이 들어설 예정인 양북면 지역으로 한수원(주) 본사를 이전기로 최종 결정하고 양북면 장항리를 최종 선정·발표하였다.

한수원(주) 본사이전 대상부지가 결정됨에 따라 한수원(주)은 2007

년 1월 2일 본사이전계획을 수립하여 정부에 보고하고 2007년 9월 27일 본사 이전 대상부지에 대한 도시계획 변경을 경주시에 요청하였다.

향후 한수원(주) 본사 이전은 2009년 8월까지 토지 매수와 문화재조사를 완료하고, 같은 해 11월 부지조성공사를 착수하여 법적시한인 2010년 7월까지 본사이전을 완료할 계획으로 있다.

#### 다. 유치지역 지원요청사업

경주시는 양북면 봉길리가 중·저준위방사성폐기물 처분시설 부지로 확정된 이후 118개 사업 8조 8,526억 원 규모의 지역지원사업을 선정하여 2006년 6월 30일 산업자원부(현 지식경제부)에 유치지역지원사업요청서를 제출하였다.

이후 산업자원부(현 지식경제부)는 관계부처의 의견을 수렴하여 유치지역지원계획(안)을 마련하고 유치지역지원실무위원회의 심의를 거쳐 경주시가 당초 요청한 118개 사업 중 타당성이 미흡하여 심의대상에서 제외한 46개 사업을 제외한 72개 사업에 대해서 2007년 4월 18일 국무총리를 위원장으로 하는 유치지역지원위원회에서 중·저준위방사성폐기물 처분시설의 유치지역인 경주시에 대한 ‘유치지역지원계획(안)’을 심의·확정하였다.

그 내용을 보면 문화재 복원, 관광활성화 등을 위한 역사문화관광 기반시설 조성 분야 22개 사업, 산업단지 조성 및 도로교통망 확충 등을 통한 지역혁신기반구축 분야 10개 사업, 친환경 산업벨트구축 및 청정 생활환경개선 등을 통한 친환경도시 육성 분야 23개 사업 등 총 55개

지원사업과 동해안 해양관광단지(Sea World) 조성 등 7개 장기검토사업, 수용불가사업 10개 등 총 72개 사업을 확정하였다.

유치지역지원계획(안)이 확정됨으로써 관련부처는 지원계획 시행절차에 따라 사업별 시행계획 및 당해 연도 추진계획을 관할 지방자치단체장에게 통보하였다. 한수원(주) 역시 컨벤션센터 및 다목적시설 건설, 에너지박물관 건립, 국도31호선 우회도로 건설, 지방도929호선 우회도로 건설 등 4개 지원사업에 대해 2007년 6월 23일 시행계획을 수립하여 산업자원부(현 지식경제부) 및 경주시에 제출한 바 있다.

컨벤션센터, 다목적시설과 에너지박물관 건립 사업의 경우 2011년 완공을 목표로 현재 타당성조사(위치, 규모 등)가 시행중이며, 국도31호선 우회도로 건설사업은 부지매수와 터널 진입도로 공사, 지방도929호선 우회도로 건설사업은 공사시행허가 취득을 위한 실시설계가 한창 진행중에 있다.

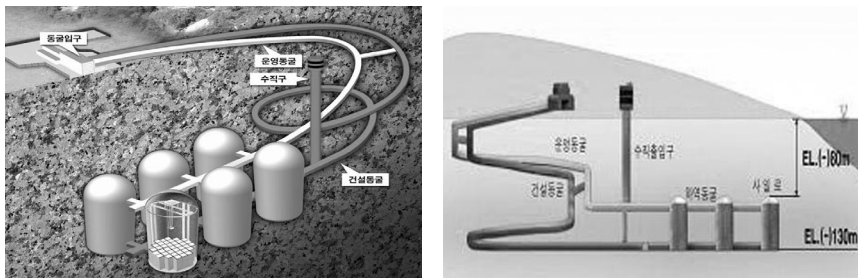
### 3. 처분방식 결정

한수원(주)은 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설 사업예정구역 지정고시 이후 처분방식을 결정함에 있어 보다 투명하고 객관적으로 결정할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 산업자원부(현 지식경제부)와 경주시의 협의를 거쳐 2006년 4월 3일 ‘처분방식선정위원회’를 구성하였다.

처분방식선정위원회는 ‘기술분과위원회(7명)’와 지역주민들의 의견을 반영하기 위하여 경주시가 추천을 의뢰하여 선정한 ‘지역사회환경

분과위원회(9명)’로 구분하여 총 16명으로 구성하였다.

처분방식선정위원회는 2006년 4월 4일, 1차 전체회의를 시작으로 총 4차례의 전체회의와 수차례의 분과회의를 통해 부지조사 및 해외자문, 시설물 배치, 방사선 안전성평가, 구조물예비안전성 등을 종합적으로 검토한 결과, 봉길리 부지가 천층과 동굴처분시설 부지로 모두 안전성에 적합하다는 결론을 내리고 2006년 6월 28일 주민수용성과 친환경성 등을 고려하여 중·저준위방사성폐기물 처분방식을 동굴처분방식으로 최종 선정·발표했다.



〈그림 3-11〉 동굴처분방식

이번에 선정된 동굴처분방식은 1단계인 10만 드럼 규모에만 적용하고 나머지 70만 드럼은 부지조사 결과와 향후 발생하는 폐기물 특성 및 처분기술 변화 등을 고려하여 유연하게 결정해 나가도록 하였다.

동굴처분방식은 해수면이하 80~130m에 견고한 지하 암반 내 혹은 지하의 동굴에 콘크리트구조물을 만들고 방사성폐기물이 담긴 드럼을 저장한 후 동굴을 메우는 방식으로써 지상에 대형 콘크리트구조물을 설치하는 천층방식에 비해 방사성폐기물을 인간생활권으로부터 완전 격리하는 친환경적인 장점이 있는 처분방식으로 핀란드 올킬루오토, 스웨

덴 포스마크 처분장 등을 대표적인 예로 볼 수 있다.

#### 4. 부지조사 및 환경영향평가

2006년 1월 2일, 경북 경주시 봉길리 일원(월성원전 인접부지)이 전원개발사업 예정구역으로 고시됨에 따라 중·저준위방사성폐기물처분 시설 건설을 위한 부지 매수 및 문화재조사, 부지특성조사, 환경영향평가 등 각종 조사활동과 설계업무가 본격적으로 착수되었다.

##### 가. 문화재조사

문화재지표조사는 「문화재보호법」에 따라 ‘영남문화재연구원’에 조사용역('06. 1.23 ~ 2.22)을 의뢰하여 중·저준위방사성폐기물처분시설 부지 중 신규 편입 부지인 약 836,603m<sup>2</sup>에 대해 실시하였으며 문화재청의 심의결과 일부지역에서 문화재 매장 가능성이 확인됨에 따라 시굴 및 발굴조사가 필요하게 되었다.

2006년 9월 25일 시굴조사 허가를 관계기관으로부터 취득하고 전문기관인 신라문화유산조사단에 의뢰하여 2006년 11월 10일부터 2007년 2월 18일까지 시굴조사를 실시하였다. 시굴조사 심의결과 사토장 9,384m<sup>2</sup> 및 관리시설 2,922m<sup>2</sup>에 대해서는 발굴조사가 필요하다는 문화재청의 의견에 따라 2007년 3월부터 120일간의 일정으로 발굴조사를 진행하였다.

## 나. 부지특성조사

부지특성조사는 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설·운영허가에 필요한 안전성분석보고서의 부지특성과 처분시설 설계 및 건설에 필요한 부지특성자료의 획득을 목적으로 2006년 4월에 착수하였다. 조사 분야는 과학기술부(현 교육과학기술부) 고시 부지특성조사보고서 작성 지침에 따라 지질·지진·수문·지질공학·지구화학 등으로 나누어 광역에서 국지로 또는 개략에서 상세의 단계적인 지질조사를 통해 방사성폐기물처분시설 부지 고유의 지질학적 특성을 파악하여 조사 및 분석된 부지특성에 따라 부지안전성을 평가하였다.

부지조사 및 평가에는 국내의 전문 엔지니어링 업체 및 연구기관(원자력연구소, 한국지질자원연구원, 기초과학지원연구원)이 참여하였으며 일부 전문적인 항목에 대해서는 관련 분야에 경험이 풍부한 미국, 캐나다, 프랑스 등 외국 업체의 참여가 있었다. 또한 조사결과의 신뢰성을 확보하기 위해 분야별로 전문가 자문을 실시하고 조사 전반에 걸친 철저한 품질관리를 실시하였다.

## 다. 환경 및 교통영향평가

환경 및 교통영향평가 조사는 중·저준위방사성폐기물 처분시설의 건설에 따른 환경에 미치는 영향을 예측, 분석하여 저감방안을 강구하고 전원개발사업 실시계획 승인 신청에 필요한 서류작성을 위해 외부 전문 업체에 용역을 의뢰하여 2006년 2월 21일부터 착수하였다.

환경영향평가는 사업개요와 토지이용 현황 및 계획, 환경관련 지역지

정현황, 어업권 현황 등 지역개황조사 그리고 자연환경, 생활환경, 사회·경제환경 분야 등 3개 분야 총 23개 평가항목에 대해 조사가 진행되었으며, 교통영향평가는 사업지 및 주변지역의 장래 교통수요, 사업 시행으로 인한 문제점 및 개선방안과 개선안 시행계획 등을 도출하기 위한 조사가 진행되었는데, 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설사업으로 인한 환경과 교통영향평가 조사결과 사업추진에 문제점은 없는 것으로 나타났다.

한수원(주)은 조사결과를 바탕으로 환경영향평가서 초안을 작성하고 양북면사무소 등 4곳에서 평가서 내용에 대한 주민공람('06.10.24 ~ 11.22)을 실시하였다. 또한 환경영향평가 초안에 대한 주민공람 시 주민들의 이해를 돕기 위해 2006년 11월 2일 경주시 청소년수련관에서 주민설명회를 개최하였다. 그러나 일부 주민들의 한수원(주) 본사의 양북면 이전과 연계하여 설명회 진행을 방해함으로써 무산되고 말았다. 주민설명회가 주민들의 반대로 무산됨에 따라 12월로 예정된 공청회 또한 개최되지 못하였다. 이에 한수원(주)은 법적인 요건에 따라 환경영향평가 초안 내용을 경주시 홈페이지에 게재하여 공지하고 주요 언론에 이를 공고하였다.

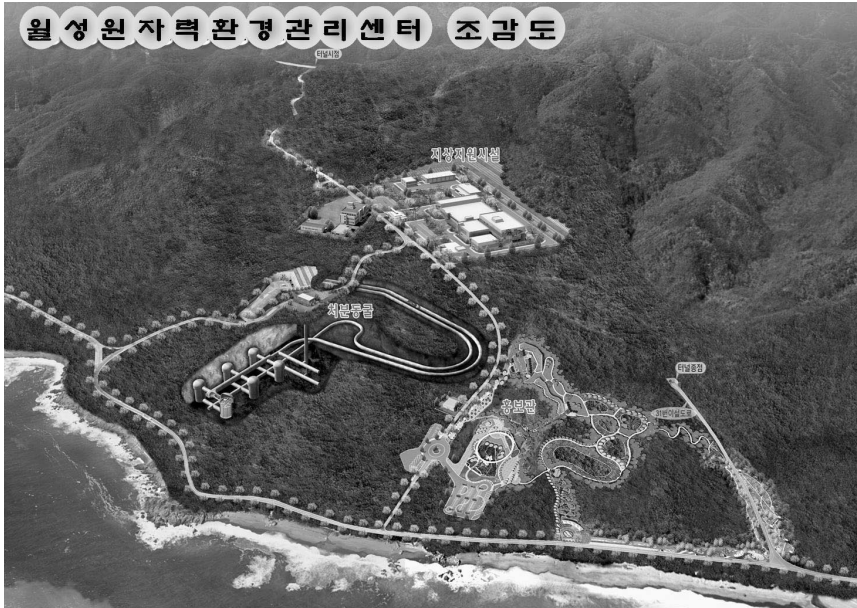
## 5. 중·저준위방사성폐기물 처분시설 건설 착수

한수원(주)은 부지특성조사 및 환경영향평가, 방사선환경영향평가를 완료하고 2007년 1월 11일 전원개발사업 실시계획 승인을 산업자원부(현 지식경제부)에, 1월 15일 과학기술부(현 교육과학기술부)에 건설·

운영허가를 신청하였다. 이후 정부의 심의를 거쳐 2007년 7월 12일 실시계획승인을 취득하고 7월 18일부터 부지정지공사를 착수하였다.

이는 당초계획대비 3.5개월을 조기 취득한 것으로 부지정지공사를 조기 착수함으로써 촉박한 사업일정 준수기반을 구축할 수 있게 되었다. 이에 앞서 한수원(주)은 2007년 6월 12일 대우건설과 삼성물산을 공동수급체로 하여 중·저준위방사성폐기물처분시설 주설비공사 계약을 체결한 바 있다.

한편 한수원(주)은 2007년 7월 15일부터 한 달간 ‘함께 지어요! 방폐장 이름’이란 슬로건 하에 산업자원부(현 지식경제부), 과학기술부(현 교육과학기술부), 한수원(주) 직원 및 경주시민 등을 대상으로 방폐장 이름 공모를 실시하였다. 방폐장 이름 공모 행사에는 1,627명의 경주시민과 원자력관련 종사자들이 참여해 2,479건의 의견이 접수됐으며, 특히 응모자의 65%가 경주시민으로 지역에서의 높은 관심을 확인할 수 있었다. 최종결과 최우수작을 선정하지는 못했지만 우수작과 네이밍 전문가의견 등을 종합해 3차례의 심사를 거쳐 월성원전의 브랜드가치를 활용하고 방사성폐기물을 자연으로 돌려보낸다는 친환경적인 의미를 담아 중·저준위방사성폐기물 처분시설의 공식명칭을 ‘월성원자력환경관리센터’로 최종 확정했다.



〈그림 3-12〉중·저준위방사성폐기물 처분시설(동굴처분) 조감도

2007년 11월 9일에는 방폐장 부지에서 대통령 및 경주시민들을 비롯하여 산업자원부(현 지식경제부)장관, 경북도지사, 경주시장, 한수원(주)사장 등 950여명이 참석한 가운데 성공적인 방폐장 건설을 기념하는 착공행사가 거행되었다. 특히 이 행사에서 대통령은 국가 장기 현안 사업이었던 방폐장 부지확보를 위해 노력한 관계자의 노고를 치하하고 한수원(주) 본사이전, 컨벤션센터 건립, 에너지박물관 등 유치지역 지원 사업이 차질없이 진행될 수 있도록 지원할 것이라고 약속하였다.

경주시 양북면 봉길리 일대 총 2,096,491m<sup>2</sup> 부지에 건설되는 중·저준위방사성폐기물처분시설은 1단계로 10만 드럼을 저장할 있도록 수직동굴인 사일로 6개가 건설될 예정이다. 사일로 1개는 높이 50m, 직경

24m의 수직원통형 구조로 16,700드럼이 저장된다. 나머지 700,000드럼 처분시설은 1단계 후 발생하는 폐기물 특성 및 처분기술 등을 고려해 단계적으로 건설될 예정이다.

주요시설은 크게 처분시설, 관리지원시설, 기반시설, 홍보 및 조경시설 등 4개 시설로 구성된다. 한수원(주)은 처분시설의 지형조건과 구조물 특성에 따라 관련시설을 적절히 배치해 친환경적으로 건설할 계획이다. 아울러 인근지역의 관광자원 등과 연계를 통해 처분시설이 국제적인 관광명소로 각광받을 수 있도록 조성할 계획이다.

한편 중·저준위방사성폐기물처분시설 건설·운영허가는 방사선환경영향평가서, 안정성분석보고서, 안전관리규정, 설계 및 공사방법에 관한 설명서, 건설 및 운영에 관한 품질보증계획서 및 기타 과기부령이 정하는 서류(5종) 등 총 10종의 신청서류를 첨부하여 2007년 1월 15일 과학기술부(현 교육과학기술부)에 신청한 이후 한국원자력기술원(KINS)의 전문적인 평가결과를 토대로 안전성 심사가 완료되고 2008년 상반기 중에 건설·운영허가가 취득 되면 본격적으로 처분시설 공사가 착수될 예정이다.

## 제6절 해외 방사성폐기물 관리

### 1. 개 요

원자력의 개발·이용과 관련되는 안전규제에 대하여는 국가가 중심적인 역할을 담당하고 있고, 방사성폐기물의 관리에 대해서는 민간주도

로 관리되는 국가가 수적으로 우세하다. 단지 그 실태는 각 국의 사회적 여건 등에 따라 조금씩 다르다. 방사성폐기물의 안전관리는 적절한 기술뿐만 아니라 행정, 법제 및 재정적인 조치를 필요로 한다. 이를 위해 많은 나라들은 일원화된 정책의 입안, 실시, 필요한 연구개발의 지도 등을 수행하는 중추적인 기관을 설치하고 있다.

방사성폐기물 관리의 기초가 되는 기본적인 방사선 관리의 원칙은 국제방사선방호위원회(ICRP)의 권고를 기준으로 하고 있다. 또한 그것을 근거로 폐기물관리를 실시함에 있어서, 일반적으로 고체 방사성폐기물은 적절한 저장, 처분으로 방사성핵종을 인간 환경으로부터 격리하고, 기체, 액체와 같은 유체폐기물은 방사성핵종을 분산 희석하여 환경으로 방출하는 2가지의 상호 보완하는 방식의 사용을 기본으로 하고 있다. 이러한 폐기물관리의 기본개념하의 구체적 시행은 각 국의 사정에 따라 여러 가지 방법이 사용되고 있으며 그 최종방식은 방사성폐기물의 처분으로, 폐기물이 함유하고 있는 방사성핵종이 인간생활권으로 되돌아오지 않도록 방사성핵종의 이동이나 이행을 지연하고 억제, 방지하는 시스템, 즉 방벽을 설치하여 방사성폐기물을 인간생활권에서 격리하는 것이다.

중·저준위방사성폐기물의 경우 천층처분, 동굴처분, 지층처분 등의 방법으로 다수국가에서 처분을 시행하고 있으나 현시점에서 고준위방사성폐기물(사용후연료)은 30~50년 냉각이 필요하므로 처분하는 국가는 아직 없으며, 대다수 국가에서 사용후연료의 재처리에서 발생한 고준위 폐액을 유리고화하여 저장하거나 사용후연료를 재처리하지 않고 저장하여 30~50년 후 심지층 처분을 계획하고 있다.

## 2. 주요국가의 방사성폐기물 관리

### 가. 미 국

저준위방사성폐기물은 발생한 지역의 주정부가 처분의 책임을 지도록 되어 있다. 미국은 지금까지 민간의 저준위방사성폐기물 처분장을 7개소 운영해 왔지만 그 중 4곳은 이미 사용하지 않으며, 6개 주가 각각 처분장 건설을 계획하고 있다.

초우라늄방사성 폐기물(TRU)과 고준위방사성 폐기물의 처분은 DOE(연방에너지부)가 담당하고 있다. 현재 사용후연료에 대한 재처리 는 하지 않고 있으며, 이전에 재처리에서 생긴 고준위폐기물은 심지층 처분장이 건설될 때까지 재처리시설 또는 향후 건설될 집중저장 시설에 보관된다.

DOE는 사용후연료 및 고준위방사성폐기물 처분시설 건설을 위한 Yucca Mountain 프로젝트와 관련하여 2001년 5월 4일 900장에 달하는 보고서(Science & Engineering Report)를 발표했으며 Nevada 주의 Yucca Mountain을 사용후연료 처분시설 부지로 결정하기 위한 공식적인 의사결정 과정(Decision-Making Process)에 들어갔다. 이 보고서에는 20년에 걸친 연구결과 및 처분시설의 장기적인 성능 등을 종합해 공중의 건강 및 안전을 지키기 위한 자연 및 공학적 방어 시스템의 성능에 대한 최근 연구결과를 제시하고 있다. 보고서에 따르면 Yucca Mountain 부지는 사용후연료 및 고준위방사성폐기물 처분시설로서 필요로 하는 모든 조건을 충족시킬 수 있을 것으로 말하고 있다.



〈그림 3-13〉 Yucca Mountain 사용후연료 처분부지

본 보고서를 근거로 2002년 2월 DOE 장관이 美 대통령에게 Yucca Mountain을 사용후연료 처리시설 부지로 권고하였고, 대통령이 이를 승인하였지만 네바다주가 이를 거부하였다. 그러나 미 의회가 7월 다시 승인함으로써 인허가 절차에 착수할 수 있게 되었다. DOE는 2008년 6월까지 인허가를 신청하는 계획을 발표하였는데 이 계획에 따른다면 2017년에 운영을 개시할 예정이다.

#### 나. 프랑스

프랑스의 경우에는 방사성폐기물을 단수명 및 장수명으로 구분하는데 핵종의 수명이 짧은 폐기물은 지표면에 천층처분을 한다. <그림3-15>의 라망쉬 저장센터(CSM)는 이미 1969년부터 1994년까지 폐기물을 인수하여 처분한 후 폐쇄되었고, 로브 저장센터(CSA)가 1992년에 운영을 개시하였다.



〈그림 3-14〉 프랑스 라망쉬 저장센터(CSM)

프랑스는 라하그 재처리 시설에서 연간 사용후연료 1,600톤 규모로 재처리하고 있는 대표적인 재처리 정책 국가이다. 1980년대 고준위폐기물 처분장 부지선정 활동이 국민의 강한 반대로 좌절된 바 있으며, 전담기관(ANDRA)의 설립과 부지 선정시 주민의견 수렴 및 과학적 타당성 검토 등에 대한 법제화가 필요하다는 제안에 따라 1991년 방폐물관리연구법을 제정하였다.

이 법률에 따라 주민 의견수렴 등의 과정을 통해 1999년 Bure 부지에 지하연구시설 건설을 결정하고 건설작업과 지하연구를 수행 중에 있으며 15년간 방폐물 관리방법에 관한 연구 수행결과를 토대로 2006년에 제정된 고준위폐기물관리법에 의하면 2016년까지 고준위 및 장반감기 폐기물을 위한 처분장 부지를 선정하도록 명시하고 있다.

이를 위해 2000~2002년 시추작업에 이어 2008년 2월부터 Bure 지하실험시설이 위치한 250km<sup>2</sup> 주변을 대상으로 탐사 시추작업이 진행중에 있으며 2025년 운영을 목표로 하고 있다.

## 다. 일본

일본의 방사성폐기물 관리정책은 저준위폐기물의 경우는 천층처분하고 사용후연료는 일련의 부정적 사건에도 불구하고 강력한 재활용 원칙을 고수하고 있다.

이를 위해 방사성폐기물 관리 전담조직으로 일본원연산업주식회사(JNFL)가 1985년 일본 9개 전력회사와 관련업체 50개 사가 공동으로 출자해 설립되었다.

저준위폐기물의 경우는 아오모리현 로카쇼무라 천층처분시설이 1992년부터 가동되고 있다. 동 시설에서는 폐기물을 인공방벽과 자연방벽으로 밀봉하게 되어있고 처분능력은 최종적으로 800,000m<sup>3</sup>가 될 계획이다. 고준위폐기물에 대해서는 2000년 5월 부지선정절차, 수행조직, 유리고화체폐기물에 대한 기금 징수 등을 규정한 특정(고준위)방사성폐기물의 최종처분에 관한 법률이 제정되어 처분기관인 원자력발전 환경정비기구(NUMO)가 설립되었다. 2002년부터 처분부지 선정을 공모중으로 최종 처분장은 2030년대 또는 늦어도 2040년대 중반에 운영을 개시할 계획이다. Kochi현의 Toyochō가 부지공모 유치를 신청한바 있으나 취소된 상태이다.



〈그림 3-15〉 일본의 로카쇼지방에 위치한 처분부지 및 시설

일본원연은 사용후연료 재처리를 위해 2007년 11월 재처리시설의 액티브시험 최종단계에서 유리고화체 제조 작업을 착수하였다.

제조된 유리고화체는 일시적 저장장소인 고준위 폐액 유리고화 건물 (저장가능량=약 315개)과 제1 유리고화체 저장건물(저장가능량=2,880개)로 옮겨 최종처분시설에 반출하기까지 30~50년 동안 관리 하게 된다.

과거 사용후연료는 프랑스 아레바社 및 영국 BNFL社에서 위탁 재처리했다. 해외에서 재처리에 수반되어 발생하는 폐기물은 유리고화체 형태로 일본으로 반환되어 왔다.

그러나 로카쇼무라 재처리시설이 예정대로 건설되어 가동된다고 하더라도 일본내 원전에서 발생하는 사용후연료를 모두 수용할 수 없기 때문에 동경전력에서는 후쿠지마에 건식저장시설을, 일본원자력발전은 Tokai Daini에 건식저장시설을 건설하여 운영하고 있는데 이들 시설은 각각 1994년과 1995년 인허가를 받았으며 건식금속저장용기에는 20개 정도의 사용후연료를 저장할 수 있는 용량을 갖고 있다.

특히, 동경전력(TEPCO)은 아오모리 근처의 Mutsu市가 소외저장시설 유치를 희망함에 따라 2000년 11월 부지 타당성 조사를 착수하여 2003년 4월 시설 부지로 선정하였다. 현재는 중간저장 형태인 약 5,000~6,000톤U 용량의 사용후연료 건식저장시설을 건설 중에 있다.

## 라. 영국

영국에서는 매년 약 30,000~40,000m<sup>3</sup>의 저준위폐기물이 발생되며 대부분은 Drigg 시설에 처분된다. 현재 약 100,000m<sup>3</sup>의 중준위폐기물이 지상에 저장되어 있고 2010년경에는 약 175,000m<sup>3</sup>로 그 양이 증가될 것으로 예상하고 있다.



〈그림 3-16〉 영국 Drigg에 위치한 저준위방사성폐기물처분장

영국원자력공사(UKAEA)는 폐로가 진행중인 Dounreay 고속증식로 부근에 저준위폐기물(LLW) 천층처분장 건설을 위한 허가 신청을 관할 Highland 지방의회에 접수하였고, 이 허가가 승인되면 2013년부터 처분장 운영이 가능할 것이라고 발표하였다.

UKAEA는 ‘폐기물 최소화 프로그램’을 진행하고 있으며, 이 프로그램의 추진과 병행하여 공학적 설계의 처분장을 3단계 절차로 건설할 계획이라고 밝히고 있다.

Dounreay 고속증식로에서 기존에 발생한 33,000m<sup>3</sup> 분량의 폐기물을 포함하여 Dounreay 원전 폐로에서 발생하는 모든 폐기물을 처분할 총 175,000m<sup>3</sup> 규모의 저준위 처분장을 계획하고 있다.

UKAEA는 당초 Dounreay 원전에서 발생한 저준위폐기물을 Sellafield 근처의 Drigg 처분장에 처분하려 했으나 2005년도 스코틀랜드 정부의 반입 불허방침에 따라 영국원자력공사는 장기간에 걸친 광범위한 공론화과정을 거친 후 Dounreay 원전 부지 부근에 처분장을 건설하기로 결정한 것이다.

영국의 방사성폐기물관리위원회(CoRWM)는 전문가의 심층 분석과 일반국민의 의견을 수렴하여 고준위 방사성폐기물 관리정책 보고서를 2006년 7월 31일에 정부에 제출하였다. 주요 내용을 보면 고준위방사성 폐기물은 ‘심지층처분(geological disposal)’으로 하고 처분장 프로그램의 지연이나 실패에 대비한 ‘중간저장시설’의 건설을 적극 추진토록 하였다. 처분장은 자발적으로 부지를 제공하고자 하는 지자체와 「파트너십 협정」에 의하여 추진하며 ‘지역지원프로그램(communitiy package)’을 제공함으로써 그 지자체의 수혜가 실질적으로 나타나도록 하며 방사성폐기물 처분장부지 선정 과정을 감시할 독립기구를 즉시 설립토록 하였다.

한편, 처분방식은 300년간을 準개방 상태로 운영하는 회수가능

(retrieval)한 방식이 아니라 조기 영구폐쇄방식(permanent early closure)을 권고하고 처분방식의 선택은 공론화 과정을 거쳐 최종 결정토록 하였다.

## 마. 스웨덴

스웨덴의 경우 중·저준위폐기물은 해저동굴에 처분하고, 사용후연료는 과거 일부 위탁 재처리를 하였으나 현재는 심지층처분장 건설 전까지 약 40년간 중간저장하고 있다.

스웨덴 정부는 중·저준위방사성폐기물 처분시설인 SFR을 건설하기 위해 4개 민간 전력회사가 연합하여 1972년 SKB를 설립하고 1980년 원전소재 4개 부지와 원자력연구소가 있는 Studsvik 지역을 대상으로 지질 조사를 실시해 원전소재 부지인 포스마크와 오스카삼 두 지역이 처분장 부지로 적합하다고 판정하였다.

원자력 관련 부지를 선정하기 위해서는 법적으로 지역의회에서 과반수 이상의 승인이 있어야 하는데 1970~1976년 사이에 포스마크 원자력발전시설 건설에 시의회 의원 전원이 찬성하였으며, 1983년 방사성폐기물처분시설 유치와 관련해서는 지역의회 의원 49명 중 31명의 찬성으로 처분시설 유치가 승인되었다.

총 처분용량 60,000m<sup>3</sup> (300,000드럼, 200 ℓ 기준)인 SFR은 발틱 해변 60m 해저 암반에 동굴처분 방식으로 건설되었다. 2개의 진입동굴로 이루어진 SFR은 직경 30m, 높이 70m의 중준위폐기물처분시설인 사일로와 높이 30m, 길이 150m, 폭 20m의 저준위방사성폐기물 처분을 위한

4개의 암반터널로 구성되어 있는데 1988년 12월 운영을 시작하였다.

SFR에는 원자력발전소에서 발생하는 방사성폐기물과 기타 공업, 의료, 연구 활동에서 발생하는 소량의 방사성폐기물을 영구처분하고 있다.



〈그림 3-17〉 스웨덴의 방사성폐기물 영구처분장 SFR

이 시설은 해저 암반 내에 건설되었으며, 중준위 폐기물 처분을 위한 1개의 사일로와 저준위폐기물을 위한 4개의 처분동굴이 있으며, 원전 근처에 위치해 있기 때문에 운영 및 보수 면에서 유리하게 되어 있다.

사용후연료는 각 원전 저장조에서 1~5년간 저장한 후 오스카섬 원전에 인접해 있는 중앙집중식 중간저장시설(CLAB)에서 30~40년간 중간저장 된다.

CLAB은 지상시설로 반입 및 취급시설과 지하시설로 지하 30m 암반을 굴착한 사용후연료 저장조로 구성되어 있다. 사용후연료는 중간저장 후 심지층처분장에 처분되는데 처분시 구리캐니스터에 밀봉하여 지하

수백 미터에 위치한 수직갱에 장전한 후 벤토나이트 점토로 덮고, 처분 터널은 모래와 점토의 혼합물 등으로 메운다. 사용후연료 심지층처분장을 건설하기 위하여 7~10개 부지를 대상으로 타당성 연구가 수행되어 오사마르와 오스카삼 지역 등 2개 부지를 선정하였으며 현재 이들 부지에 대해 부지조사가 진행중이다. 이 두 지역은 중·저준위방사성폐기물 처분시설(SFR)과 사용후연료 중간저장시설(CLAB)이 운영중인 지역으로 타 지역에 비해 원자력에 대한 주민들의 반응이 매우 긍정적으로 포스마크 지역의 경우 77%, 오스카 삼 지역의 경우 83%이상의 주민들이 사용후연료 영구처분장 유치에 찬성 의사를 나타내고 있다.

스웨덴의 사용후연료 처분의 실시 주체인 스웨덴 원전연료·폐기물관리회사(SKB社)는 2006년 11월 1일, 사용후연료의 최종 처분장 후보지 선정을 위한 부지조사가 실시되고 있는 포스마크(Forsmark)와 오스카삼(Oskarshamn)의 후보지역에 대한 장기적 안전성을 검토하기 위한 예비안전성평가서(Preliminary Safety Assessment)를 원자력발전 검사기관(SKI)에 제출하였다.

SKB社는 양 지역에 대한 부지 조사에 의하면 모암의 조사 결과는 유망하지만, 규제 요건에 적합할지를 결정하기 위해서는 한층 더 많은 데이터를 수집해 해석할 필요가 있다는 견해를 표명하고 있으며 양 부지로부터의 추가 데이터를 반영한 최종적인 안전평가서는 2009년에 제출할 계획이다.

## 바. 핀란드

핀란드는 중·저준위폐기물은 지층처분하고 사용후연료는 심지층 처분하는데 심지층 처분장 건설 전까지 원전부지내 중간저장시설에 저장하고 있다.

중·저준위방사성폐기물을 영구 관리하기 위해 두 발전사업자인 TVO와 Fortum 은 각각 동굴처분을 하고 있는데, TVO는 1992년 올킬루오토 원자력발전소 내 사일로형 방사성폐기물관리시설을 완공하였다. 처분장은 발전소에서 약 1km 떨어진 지역에 위치하여 있는데, 진입터널 입구부터 실제 폐기물이 영구처분 되는 사일로까지의 거리는 약 670m이며 사일로 상부에서 하단까지 높이는 60m이고 사일로의 직경과 높이는 각각 24m, 34m이다. 저준위용 사일로는 콘크리트 구조물로, 중준위용 사일로는 강화콘크리트 구조물로써 폐기물이 안전하게 영구 처분 되도록 하였다.

또한 중·저준위방사성폐기물 영구처분장 부지 확보와 병행하여 1977년 원자력 발전을 시작하면서부터 체계적인 사용후연료 영구관리를 위한 정책을 추진키로 하고, TVO는 1978년부터 자국 내에 사용후연료 영구처분을 하기위해 비용을 부담하기 시작했다.

이에 따라 1983년 핀란드 정부는 TVO 발전소에서 발생한 사용후연료를 자국 내에 영구처분하기로 정책을 수립하였으며, 이에 의거하여 영구처분장이 결정될 때까지는 원자력발전소 내 임시저장시설에 보관하도록 하였다.

핀란드는 사용후연료 처분사업 수행을 위해 1996년 2곳의 원자력발

전 업체인 TVO와 Fortum이 합작으로 비영리기관인 POSIVA를 설립하고 사용후연료 처분비용을 산정하여 통상산업부등과의 협의를 거쳐 매년 방사성폐기물 관리비용을 납부하고 있다.

사용후연료 영구처분장 부지 확보는 1983년 정부의 DIP(Decision in Principle)에 의거한 장기계획으로 착수되어 1983년 전국적인 부지조사를 거쳐 1987년 5곳의 부지가 선정되었으며, 이들 중 주민 의견을 반영하여 키베티, 올킬루오토, 로무바라 등 3곳이 후보부지로 선정되었고, 1997년 로비사 지역도 후보부지로 선정되어 1999년 이들 후보부지 4곳의 안전성을 입증하는 환경영향평가보고서를 발간하였다. 이를 근거로 1999년 5월 26일 POSIVA는 정부 승인을 위한 새로운 DIP를 신청하였고, 2000년 1월 관련 법률에 의거 먼저 올킬루오토가 속한 유라요키 지역의회에서 20:7로 승인을 받고, 최종적으로 2001년 5월 의회에서 159:3이라는 압도적인 표 차이로 올킬루오토 지역을 사용후연료 영구처분장 후보부지로 승인하였다.

처분장 관련 DIP의 경우 유효기간이 15년으로 2016년까지 POSIVA가 정부에 건설허가를 신청하면 되는데 실제 POSIVA에서는 2012년 처분장 건설허가를 신청할 예정이다. 이를 원활하게 추진하기 위해 핀란드는 사용후연료 영구처분장 건설 인허가 신청에 앞서 올킬루오토 지역에서 처분장 안전성 및 부지 특성을 실증하기 위해 처분장 부지 지하 400~500m 깊이에 온칼로 실증시험시설을 건설, 운영하기로 결정하였다.

처분장 건설을 위한 연구용 터널 건설이 2004년 9월부터 본격적으

로 착수되었으며, 최종 처분시설에 대한 건설은 2012년경 시작될 예정이다.

#### 사. 스페인

2006년 발표된 제6차 방사성폐기물관리계획에 따르면 원자력발전소 내 저장용량을 확장하여 2010년까지 저장하고 2010년 이후에는 중앙집중식 중간저장시설에 사용후연료를 저장할 예정이다.

이를 위해 조밀저장방식으로 사용후연료 저장방식을 교체하는 것 외에도 2003년에 Trillo 원전에 건식방식으로 수송 및 저장검용 금속제 캐스크를 건설하였고 Jose' Cabrera 원전에도 이를 계획중에 있는데 이러한 조치들은 2010년 집중식 중간저장을 목적으로 한 것으로 현재 Vault 방식의 집중식 중간저장시설을 설계중에 있다.

## 제4편 원전의 안전대책

>>> 제1장 원전의 안전대책

>>> 제2장 방사선 안전관리

>>> 제3장 환경관리



# 제1장 원전의 안전대책

한국수력원자력(주) 안전기술처 안전총괄부장 이승철

## 제1절 원전의 안전개념

### 1. 안전 목표

원자력발전은 수력, 화력 등의 발전방식과는 달리 원자핵의 분열에너지를 이용하기 때문에 방사성물질인 핵분열생성물이 원전연료내에 축적된다.

원자력발전소에서는 이와 같은 원자력에너지를 적절히 제어하고 다중의 차폐체를 이용하여 축적된 방사성물질이 외부로 누출되지 않도록 안전하게 격리함으로써 안전성을 유지한다. 이를 위하여 다음과 같이 원자력안전 목표, 방사선방호 목표, 그리고 기술안전 목표를 설정하고 있으며 궁극적으로 방사선재해로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 것을 목표로 한다.

#### 가. 일반 원자력안전 목표 : 개인, 사회, 환경보호

원자력발전소에서의 방사선재해에 대한 효과적인 방호대책을 수립, 유지함으로써 개인, 사회 및 환경을 위해로부터 보호한다.

## 나. 방사선방호 목표 : 작업종사자 및 대중보호

정상 운전시 발전소 내에서의 방사선 피폭과 발전소 외부로의 방사성 물질의 배출은 합리적으로 달성, 가능한 낮게 그리고 제한치 이내로 유지되어야 하며, 사고시에는 방사선 피폭의 정도를 완화시키는 것이 보장되어야 한다.

## 다. 기술안전 목표 : 원자력 시설의 안전 확보

높은 신뢰도를 확보함으로써 원자력발전소의 사고를 예방하고, 이를 위해 발전소 설계시 고려된 모든 사고(발생가능성이 매우 희박한 사고 포함)에 대하여 방사능 피해가 있다면 이를 최소화해야 되며, 심각한 방사능 피해를 수반하는 중대사고의 가능성이 극히 적도록 보장되어야 한다.

# 2. 안전성 확보개념

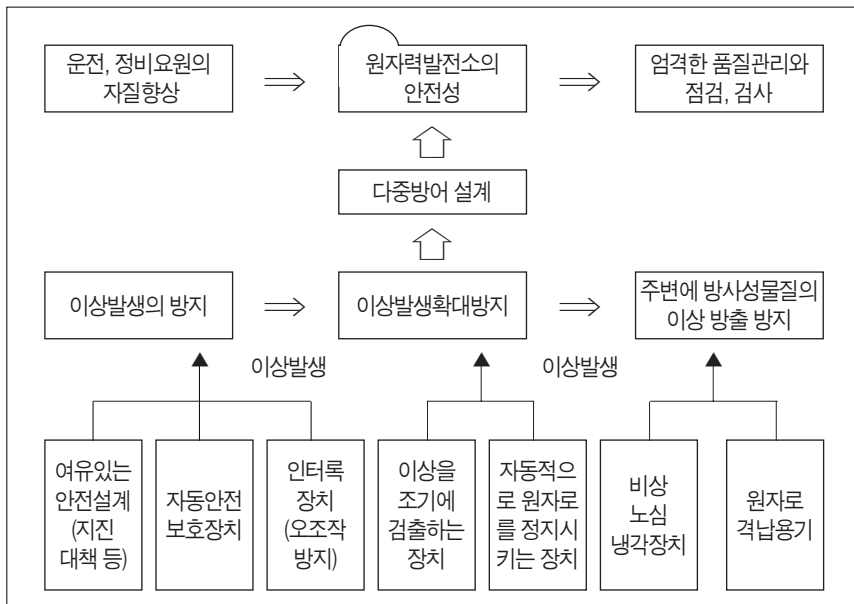
## 가. 심층방어

원자력발전소는 심층방어개념으로 설계되어 있다. 심층방어개념은 원전의 건설 및 운영 각 단계에서 적용하고 있지만 설계단계에서 가장 명확히 적용하고 있다.

심층방어개념이란 먼저 이상상태의 발생을 가능한 방지하되, 이상상태가 발생하였을 때에는 이의 확대를 최대한 억제하며, 만일 이상상태가 확대되어 큰 사고로 진전되었을 때에는 그 영향을 최소화하고, 주변 주민을 보호하도록 사고의 진전 단계마다 적절한 방어체계를 갖추는 것

을 말한다.

이상상태의 발생 방지수단으로서 모든 시설에 대하여 충분한 안전여유도를 갖도록 설계하고 있으며 안전에 중요한 설비는 고장에 대비하여 설비를 다중으로 갖추어 두고 있다. 따라서 확률적으로 이상상태의 발생 가능성이 매우 낮지만 만일 기기의 고장이나 운전원의 실수가 겹쳐 이상상태가 발생하면 원자로보호설비가 이를 자동적으로 감지하여 원자로를 안전하게 정지시킴으로써 원전연료가 손상되는 등의 중대한 사고로 진전되는 것을 방지해 준다. 그럼에도 불구하고 중대한 사고가 만에 하나 발생하거나 발생할 가능성이 있는 경우 비상노심 냉각장치와 원자로건물 등 안전설비가 사고의 진전을 완화시키고 방사성물질이 주변환경으로 누출되는 것을 방지하도록 설계되어 있다.



〈그림 4-1〉 심층방어 개념

## 나. 다중방호설비

심층방어개념의 핵심은 다중방호이다. 다중방호 개념은 방사성물질이 발전소 외부로 누출되는 것을 방지하기 위하여 여러 겹의 방호벽을 설치하는 것을 말한다. 우리나라 원자로중 대다수를 차지하고 있는 경수로는 다음과 같이 다섯 겹의 방호벽으로 이루어져 있다.

### (1) 제1방호벽(연료펠렛)

핵분열에 의해 발생된 방사성물질은 압축소결 및 성형가공된 산화우라늄 금속 내에 그대로 갇히게 된다

### (2) 제2방호벽(연료피복관)

핵분열에 의해 생기는 방사성물질중 연료펠렛을 빠져나온 미소량의 가스성분은 지르코늄 합금의 금속관(피복관)안에 밀폐된다.

### (3) 제3방호벽(원자로용기)

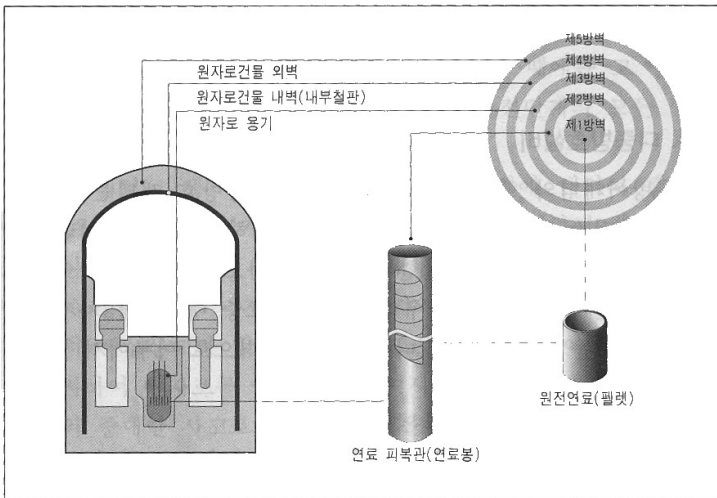
만약의 경우 연료 피복관에 결함이 생겨 방사성물질이 새어나와도 두꺼운 강철로 된 원자로용기와 배관에 의하여 방사성물질이 외부로 누출되지 못하도록 되어 있다.

### (4) 제4방호벽(원자로건물 내벽)

원자로건물 내벽에 두꺼운 강철판이 설치되어 있어서 만일의 사태가 발생하여도 방사성물질을 원자로건물내에 밀폐한다.

## (5) 제5방호벽(원자로건물 외벽)

최종적으로 120cm 두께의 강화된 철근콘크리트의 원자로건물 외벽이 있어서 방사성물질이 외부환경으로 누출되는 것을 방지한다.



〈그림 4-2〉 다중방호 설비

상기 다중방호벽중 최종방호벽인 원자로건물의 중요성은 미국 TMI 원전 사고와 구 소련 체르노빌원전 사고에서 입증되었다. 구소련 체르노빌원전의 경우 원자로건물이 설치되어 있지 않아서 방사성물질이 발전소 외부로 누출되어 일반인에게 피해를 끼친 반면, 원자로건물이 설치된 TMI원전의 경우 발생한 방사성물질이 대부분 원자로건물 내에 갇혀서 외부환경에 대한 피해가 없었기 때문이다.

### 3. 안전설비

#### 가. 안전설비의 종류

##### (1) 사고예방설비

###### (가) 원자로보호계통

원자로의 이상을 감지하여 경보(Alarm)나 원자로 정지신호를 발생시키고 나아가서는 공학적 안전설비를 작동시키는 계통이다. 원자로보호계통은 잘못된 신호에 의해서 원자로가 정지되지 않고 실제신호에 의해서만 안전하게 정지 될 수 있도록 다중논리회로 (2 out of 3 또는 2 out of 4) 설계개념을 채택하고 있다.

###### (나) 원자로정지계통

원자로정지계통은 다른 원리의 독립된 2개의 정지계통을 보유하고 있다. 1개의 계통은 제어봉을 이용하고 다른 1개의 계통은 보완장치로서 봉산주입계통이 사용되고 있다.

###### (다) 비상노심냉각계통

비상노심냉각계통은 노심내에 축적된 열과 붕괴열을 제거하기 위한 설비로서 다른 원리의 독립된 계통을 다중으로 설치하고 있다.

##### (2) 사고완화 설비

###### (가) 원자로건물

방사성물질이 수용되어 있는 원자로 및 1차계통을 기밀성이 유지되

는 강화된 철근 콘크리트 건물내에 수용하여 만일의 사고시에도 방사성 물질의 외부누출을 방지하도록 설계되어 있다.

#### (나) 원자로건물 살수계통(Spray System)

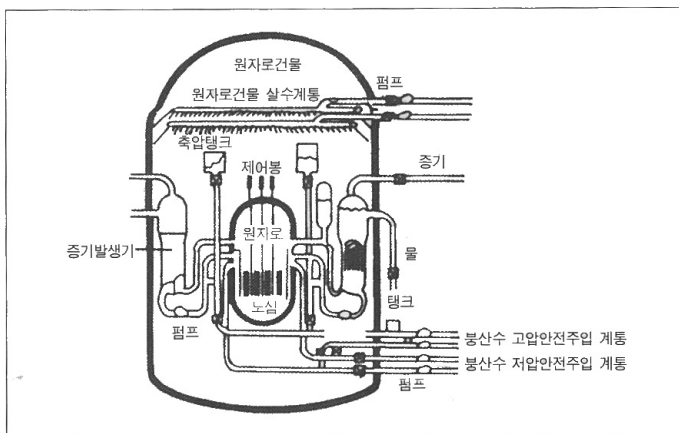
사고시 격납용기 내의 압력을 단시간 내에 저하시켜 외부로의 방사성 물질 누출을 감소시키고 요오드 등의 방사성물질을 격납용기 안에서 제거하기 위한 계통이다.

#### (다) 공기 재순환계통

원자로건물내의 공기를 재순환시켜 필터를 이용하여 방사성물질을 제거하는 계통이다.

#### (라) 비상가스 처리계통

원자로건물 내부기체의 방사성물질을 필터를 통해 제거하여 깨끗한 기체만 배기계통으로 배출하는 계통이다.



〈그림 4-3〉 안전설비

## 나. 안전설비의 설계특성

### (1) 다중성(Redundancy)

한 계열의 기능이 상실되었을 때 똑같은 기능을 발휘하는 다른 계열이 본래의 기능을 발휘할 수 있도록 같은 기능을 갖는 설비를 2계열 이상 중복해서 설치한다.

### (2) 독립성(Independence)

2개 이상의 계통, 또는 기기(각각의 기능이 동일하거나 다른 경우 포함)의 기능이 한가지 원인에 의해 상실 또는 저해되지 않도록 물리적 · 전기적으로 분리(독립)하여 설치한다.

### (3) 다양성(Diversity)

한 가지 기능을 달성하기 위하여 성질이 다른 계통이나 기기를 2개 이상 설치한다.

### (4) 견고성(Durability)

원자력발전소의 안전성관련 구조물이나 기기 및 설비는 지진 등 예상되는 각종 정상, 비정상 상태에서도 그 구조적 건전성을 유지하여야 한다.

### (5) 운전중 상시 점검기능(Testability)

안전성 기능 확인을 위하여 운전중에도 항상 점검이 가능하여야 한다.

### (6) 고장시 안전한 방향으로 작동(Fail to Safe)

어떤 원인에 의해 설비 본래의 기능이 상실될 때 발전소가 안전한 방

향으로 유도 되도록 설계한다.

### (7) 연동기능(Interlock)

설비 또는 기기의 오동작 등에 의한 손상 및 사고를 방지하기 위하여 정해진 조건이 만족되지 않으면 기기가 동작되지 못하도록 한다.

## 제2절 안전관리 체계

### 1. 안전관리 조직체계

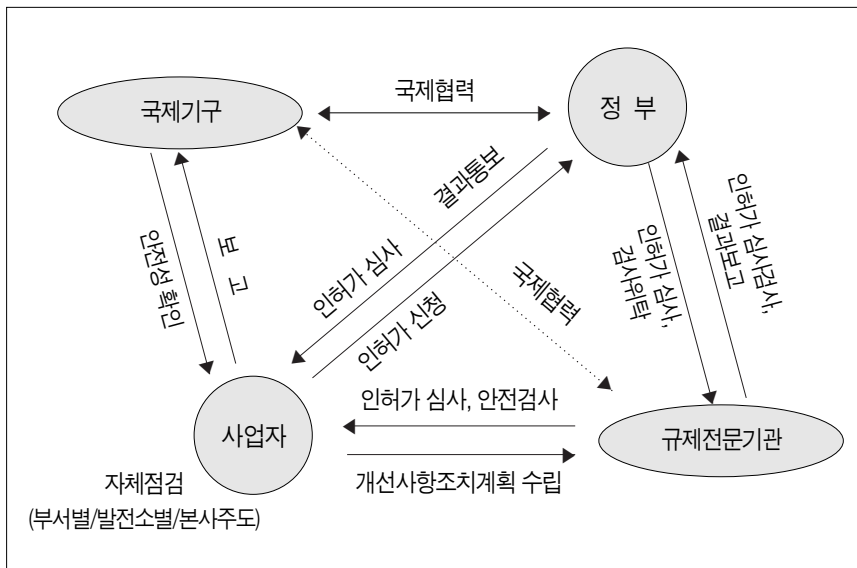
원자력발전소가 아무리 심층방어개념과 안전설계기준을 적용하여 안전하게 건설되었다 하더라도 정해진 규정과 절차에 따라서 엄격하게 운영, 관리되지 않는다면 그 안전성은 결코 확보될 수 없을 것이다. 원전의 잠재적인 위험은 원자로를 운전함으로써 비로소 생기는 것이므로 원전의 안전관리는 안전설계에 못지않은 중요성을 갖는다.

이와 같은 안전관리의 중요성에 따라 우리나라의 원자력안전관리는 사업자와 정부 그리고 규제전문기관이 기능별, 단계별로 역할을 분담하여 안전성을 종합적으로 확인하는 삼각체제에 의해서 이루어지고 있다.

원전의 안전에 대한 궁극적인 책임을 갖고 있는 사업자는 원전 현장에서 실무적인 안전관리 활동을 수행한다. 정부는 관계법령을 통하여 원전운영에 따른 제반 안전요건과 지침을 제시하고 설계, 제작, 시공, 운전 등의 과정에서 각종 인허가 심사 및 검사를 통해 시설의 종합적인 안전성을 확인하고 있다. 이러한 정부의 안전관리 활동 중 기술적으로 전문지식이 요구되는 부분은 안전규제전문 기관인 한국원자력안전기술

원에 위탁되어 수행되고 있다

이러한 국가 차원의 안전관리 활동과 더불어 최근에는 국제원자력기구 등을 중심으로 원전의 안전성을 국제적으로 감시하는 움직임이 활발히 전개되고 있다. 1994년 9월 제 38차 국제원자력기구 연차총회에서 체결된 원자력안전협약도 이러한 공동감시체제의 한 범주에 속한다고 할 수 있으며, 1999년 4월 12일부터 2주간에 걸쳐서 체약국 원전의 안전성을 체계적으로 검토하기 위한 최초 체약국 검토회의가 IAEA에서 개최된 바 있다. 제2차와 3차 회의가 각각 2002년과 2005년에 IAEA에서 개최되었으며, 4차 국가보고서 작성 및 타 체약국 보고서 검토를 거쳐 2008년도에 제4차 회의가 IAEA에서 개최될 예정이다.



〈그림 4-4〉안전관리체계

## 가. 안전점검 및 자체점검

사업자는 원전의 안전성을 증진시키기 위하여 품질보증감사, 외부기관에 의한 안전점검 및 국제기구 주도에 의한 안전점검과 기술교류를 수행하고 있으며, 세계최고수준의 원전과 차이분석에 의한 자체진단을 실시하고 있다.

품질보증부서는 원전건설 및 운영을 직접 담당하지 않는 독립적인 위치에서 정기적으로 감사기준에 따라 감사를 실시하고 있다.

외부기관에 의한 점검으로는 지식경제부 및 교육과학기술부에서 원자력안전관리상 필요하다고 인정할 때 시행하는 특별안전점검이 있으며, 국제원자력기구(IAEA), 세계원전사업자협회(WANO) 및 미국원자력발전협회(INPO) 등 해외 전문기관에 의한 안전점검 등이 있다.

2007년 12월 현재 국제원자력기구(IAEA) 안전점검은 6회, 세계원전사업자협회(WANO) 안전점검은 5회, 미국원자력발전협회(INPO) 안전점검은 8회 실시되었다. 특히 2007년 4월에는 영광 3발전소에 대한 국제원자력기구 안전점검 수검을 통해 국제기구의 객관적·국제적 기준으로 한국표준형원전의 안전성을 확인하였고, 11월에는 세계원전사업자협회 안전점검팀이 월성 2발전소를 대상으로 세계원전사업자협회의 업무성능 목표 및 기준에 따라 안전성을 점검하였다. 점검결과 두 발전소 모두 세계최고수준의 안전성을 확보하고 있다는 것을 확인하였다.

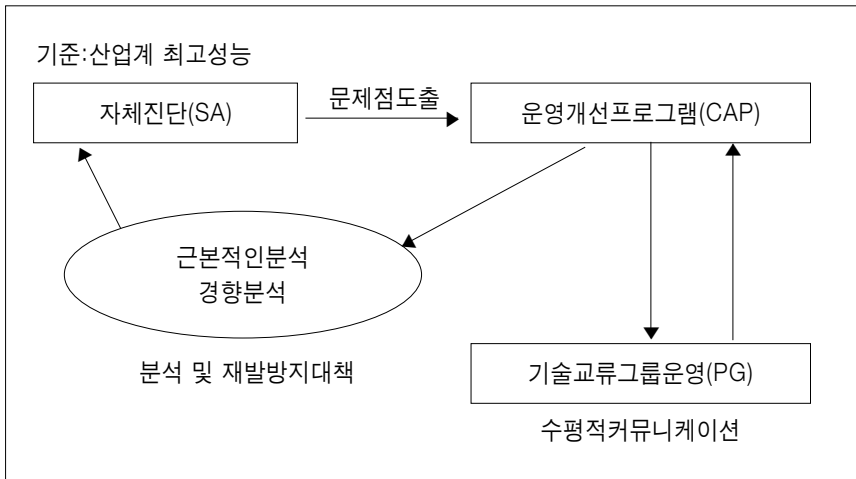


〈그림 4-5〉 국제원자력기구 안전점검

각 발전소별 2년에 1회 수행하는 원전안전운영점검(KOSART)을 국제안전점검 수준의 점검기준 및 프로세스를 적용하여 더욱 강화하였다. 먼저 점검단에 원자력 관련 연구소, 정부, 기업, 학계 등의 원자력 전문가와 INPO 및 WANO의 안전점검 전문가를 포함하였으며, 점검단장의 역할 및 리더십 강화를 위한 사전방문과 점검자료의 사전제공, 점검단 사전훈련, 관찰메모를 토대로 한 보고서 작성 등 프로세스를 개선하였다. 점검결과 취약분야는 개선 및 권고사항 발행을 통해 조치하고, 우수 사례는 타 원전 전파를 통해 지속적으로 안전성을 증진시키고 있다.

사업자는 자체적으로 현재의 성능과 목표하는 성능을 비교 분석하여 개선분야를 도출하고 이를 추적관리 하여 원전의 안전성과 신뢰성을 지속적으로 개선하는 자체진단(SA) 프로그램을 개발하여 2008년부터 모든 발전소 및 발전분야에 확대적용하고 있다. 또한 운영개선프로그램(CAP) 및 기술교류그룹(PG)과 같은 선진 원전운영 프로세스를 도입하

여 모든 발전소에 적용중이다. 운영개선프로그램은 작업자 관행 등 발전소 운영 전반적인 분야에서 도출된 문제점과 개선필요사항에 대하여 체계적인 원인분석을 수행하고 이를 통하여 제시된 해결방안에 대한 조치사항 이행을 체계적으로 추적, 관리하는 프로그램이며 기술교류그룹은 동일업무수행자의 수평적 의사소통 강화로 발전소별 상이한 운영관행 및 절차를 표준화하고 시스템 및 업무수행자의 능력을 상향평준화시키는 프로세스이다.



〈그림 4-6〉 SA · CAP · PG개념도

## 나. 안전성 검토 및 심의

원전의 안전성을 심의하고 의결하는 기구를 발전소와 본사에 설치 운영하고 있다. 발전소에 설치된 발전소원자력안전위원회(PNSC)는 각 발전소 자체적으로 안전관련 중요사안을 심의·의결하는 회의체로서

발전소장을 위원장으로 발전소 주요 기술부서장이 참여하고 있다. 발전소원자력안전위원회는 2007년 한 해 동안 전 원전에서 총 315회가 개최되어 총 2,605건을 심의하였다. 이와는 별도로 본사에 설치된 원자력 발전안전위원회(KNRB)는 회사내 원자력안전관련 중요사안을 심의·의결하는 회의체로서 발전처장을 위원장으로 본사 원자력안전관련 조직의 주요 간부들이 참여하고 있으며, 원자력안전관련 정책이나 중요사항을 심의하거나 인허가 관련 중요사항에 대한 심의를 수행하고 있다. 2007년도에는 총 9회의 원자력발전안전위원회가 개최되어 총 49건의 안전을 심의하였다.

## 다. 안전문화 증진

### (1) 원자력안전문화 증진 활동

안전문화를 창달하기 위하여 각 원전에서는 종사자의 안전의식을 제고하기 위한 제반 활동을 강화하고 안전관련 관행의 개선, 안전문화 관련 교육훈련의 강화, 우수 안전문화의 전파 및 확산 등에 많은 노력을 경주하였다.

2004년 7월부터 2005년 8월까지 수행된 안전문화 증진방안 연구를 통하여 객관적인 안전문화 평가지표를 개발하여 지속적으로 원전종사자의 안전의식을 평가하고 결과를 운영관리 및 교육훈련에 반영하고 있다. 이를 바탕으로 2006년도에 발전소 근무자들을 대상으로 안전문화 평가를 최초로 실시하였고 그 결과를 토대로 실질적이고 구체적인 안전문화 이행방안을 수립하였다. 2년의 평가주기에 따라 2008년도에 재차

종사자대상 안전문화 평가가 수행될 예정이다.

## (2) 안전의식 제고 캠페인

원자력 관련 종사자들의 원자력 안전의식 제고를 통한 원자력 안전성 확보와 종사자 사기 진작은 물론 원자력 안전관리 활동을 국민에게 널리 홍보하여 원자력 이용에 대한 국민이해 증진을 도모하고자 제13회 원자력안전의 날 행사가 과학기술부(현 교육과학기술부) 주관으로 2007년 9월 6일 개최되었다. 한수원(주)은 이 행사와 연계하여 전 원전 본부 및 특수사업소에서 기념식, 안전유공자 포상, 안전문화 특강, 언론 홍보, 설비 안전점검, 안전현안 간담회, 인적행위 개선사례 발표 등 다양한 행사를 시행하였다.



〈그림 4-7〉 제13회 원자력안전의 날 기념식

### (3) 원자력 안전점검의 날 행사

정부는 원전 사고·고장의 예방 및 종사자의 안전의식 제고를 위해 주요설비의 안전점검, 안전조회, 안전메시지 전파, 안전문화 교육 등을 실시하는 원자력 안전점검의 날을 2003년 3월 제정하였으며, 발전소 별로 매월 첫째 주 화요일에 시행하고 있다. 특히, 각 원전에서는 원자력 안전점검의 날 행사에서 종사자의 안전문화 생활화 및 설비의 주기적 안전점검, 전문가 초청 안전문화 특강 등 실질적인 안전활동 강화를 위해 노력하고 있다. 2007년부터는 원자력 관련기관의 자율성을 부여하고 체계적인 현장점검 강화를 위해 관찰메모 활용 등을 통해 실질적인 안전점검을 시행하고 있다.

〈표 4-1〉 한수원 원자력 안전점검의 날 행사 실적

| 추진항목<br>'07년실적 | 현 장<br>점 검 | 기 술<br>교 류 | 안 전<br>조 회 | 원전안전운영<br>특강 | 안전표어<br>및 현수막 | 합 계 |
|----------------|------------|------------|------------|--------------|---------------|-----|
| 4개 원전본부        | 120        | 104        | 109        | 22           | 120           | 475 |

### (4) 안전문화 이해증진

종사자에게 안전문화의 개념과 중요성을 소개하기 위하여 안전문화 교육교재를 개발하고 산하 원자력교육원에 개설된 2주 이상의 모든 교육과정에 안전문화 과목을 개설하여 시행하고 있으며 원자력계 원로 및 사회 저명인사를 강사진으로 구성하여 원전 종사자를 대상으로 안전문화 특강을 실시하고 있다.

원전의 안전운영에 영향을 미치는 원전 종사자의 직업관, 안전의식

및 관행분석을 통하여 안전문화의 증진을 도모하고 이를 통하여 원전의 안전운영이 결국 가장 경제성 있는 활동이라는 인식이 확산되고 있다.

## 2. 법령체계

### 가. 원자력법

원자력법은 원자로 및 핵물질취급시설의 인허가, 방사성물질 등의 안전관리, 핵물질의 계량관리 및 물리적방호, 방사선 장애방어에 관한 기본적인 사항과 벌칙 등을 규정하고 있으며, 정부의 안전관리활동의 법적 근거가 되고 있다.

원자력법은 법과 그 부속법령인 시행령 및 시행규칙으로 되어 있으며 법은 전문 122조와 부칙, 시행령은 전문 337조와 부칙, 규칙은 전문 137조로 구성된 원자력법시행규칙과 전문 101조로 구성된 원자로시설 등의기술기준에관한규칙 및 전문 122조로 구성된 방사선안전관리등의 기술기준에관한규칙 등 세 가지의 규칙으로 구성되어 있다.

또한 비상노심냉각계통의 성능에 관한 기준이나 원자로시설의 각종 시험에 관련된 세부기술기준 등 원자력법령에서 위임한 사항을 교육과학기술부장관이 정한 각종 고시가 있다.

### 나. 전기사업법

전기사업법은 전기설비의 설치, 전기설비 공사계획 등에 관한 인허가 등 기본적인 사항과 벌칙을 규정하고 있다.

원전시설도 전기를 생산하는 시설로서 전기사업법의 적용을 받는다.

전기사업법은 법과 그 부속법령인 시행령 및 시행규칙으로 되어 있으며 법은 전문 108조와 부칙, 시행령은 전문 63조와 부칙, 그리고 시행규칙은 전문 52조와 부칙으로 구성되어 있다.

## 다. 원자력시설 등의 방호 및 방재대책법

핵물질 및 원자력시설의 방호체제와 방사능재난관리체제를 강화하기 위하여 ‘원자력시설등의방호및방사능방재대책법’이 2003년 5월에 제정되었다. 동 법은 원자력법에 규정되어 있던 원자력방호 및 방사능방재와 관련된 조항들을 옮겨 규정하는 한편, 물리적방호 및 방사능방재대책을 강화하기 위한 다양한 장치들을 포함하고 있다. 방재대책법은 법과 그 부속법령인 시행령 및 시행규칙으로 되어 있으며 법은 전문 52조와 부칙, 시행령은 전문 42조와 부칙, 그리고 시행규칙은 전문 25조와 부칙으로 구성되어 있다.

## 제3절 원전의 안전대책

### 1. 건설중 안전대책

#### 가. 인허가 심사

원전을 건설하고 운영하기 위하여 사업자는 원자력법 및 전기사업법에서 요구하고 있는 분석 및 평가보고서, 지침서 및 계획서 등을 작성하여 그 안전성이 검토될 수 있도록 단계별로 신청하여 정부의 승인을 득하여야 한다. 원전을 건설하기 위해서는 방사선환경영향평가보고서, 예

비안전성분석보고서 및 건설에 관한 품질보증계획서 등을 제출하여 원자력안전위원회의 심의를 거쳐 교육과학기술부장관의 건설허가를 받게 된다.

또한 원전을 운영하기 위해서는 운영허가를 받아야 하는데 이때에는 최종안전성분석보고서, 운영기술지침서, 운전에 관한 품질보증계획서 및 방사선환경영향평가보고서 등을 제출하도록 하여 원전 가동에 따른 안전성을 확인하도록 하고 있다.

## 나. 사용전 검사

사용전 검사는 정부에 의한 가동전 원전의 안전검사를 말하는 것으로 시공된 시설의 내용이 당초 허가된 내용에 부합하는지를 확인하는 시설검사와 기기, 계통, 시설의 안전성능을 확인하는 성능검사로 구분된다.

시설검사는 구조, 계통 또는 기기가 가동전 시험을 위해 시운전부서로 이관되기 전에 건설사업소장 책임하에 제작, 시공, 설치 등의 타당성을 입증하고 운전준비 태세의 완료여부를 확인하기 위하여 실시하는 제반시험을 확인하는 절차이다.

성능검사는 원전의 공사가 완료된 후부터 원전연료 장전이 가능한 상태로 될 때까지의 기간중 원자로시설의 기능 및 성능을 확인해야 할 설비들에 대한 시험 등을 확인하고, 원전연료 장전부터 상업운전까지 원자로의 운전성능 및 기능을 확인하는 검사이다.

## 다. 품질보증 활동

사업자는 원자력발전소의 구조물이나 계통 또는 기기 등이 이용과정에서 제 기능을 만족스럽게 발휘할 것이라 확신을 줄 수 있도록 계획을 세우고, 정해진 절차에 따라 업무를 수행하며, 또한 이들 업무가 만족스럽게 수행되는지를 확인·평가하고 시정조치하는 품질보증 활동을 수행하고 있다. 이러한 품질보증 활동은 발전소의 건설기간 뿐만 아니라 발전소 수명기간 내내 수행되며 시공 또는 운영조직과 분리된 조직에서 수행함으로써 활동의 독립성을 유지하고 있다.

## 2. 가동중 안전대책

### 가. 안전심사 및 안전검사

정부는 가동중인 원전이 설계수명 기간동안 안전하게 가동될 수 있도록 지속적이고 체계적인 확인·감독활동을 수행한다. 이러한 활동은 크게 안전심사와 안전검사로 구분된다.

안전심사는 원전의 운영허가 취득시 정부로부터 허가받은 사항을 원자력과 관계시설의 변경 및 추가시설 등으로 변경하게 될 경우 이에 대한 안전성을 평가하는 활동을 말한다.

안전검사란 원전의 운영이 관계법령과 기술기준에 입각하여 안전하게 운영되는가를 확인하는 제반 활동을 말한다. 여기에는 정기검사, 수시검사, 일상검사 등이 포함된다.

정기검사는 발전소 별로 약 18개월 이내에 1회씩 발전소의 연료 재장

전 기간중에 수행되며, 이를 통해 검사대상시설의 성능이 원자력관계법령에서 규정하고 있는 기술기준에 적합한 성능을 유지하고 있는 것이 확인되어야 다음 주기 운전을 계속할 수 있다.

수시검사는 원전에 특별한 문제점이 발생하거나 기타 국내의 원전에서 발생한 유사사건들을 참고로 하여 특별히 검사를 수행할 필요가 있다고 판단되는 경우 교육과학기술부의 주관하에 수행된다.

일상검사는 각 원전부지에 파견되어 있는 교육과학기술부 및 한국원자력안전기술원의 검사관들이 발전소의 안전운전을 감시하는 활동으로 원자로정지 또는 중요한 안전계통에 문제가 발생할 경우 이를 조사한 후 교육과학기술부 본청에 보고하여 필요한 조치가 취해질 수 있도록 한다.

이 외에도 원자로시설의 용기, 배관, 주요 펌프 및 밸브와 구조물에 대하여 시간의 경과에 따른 열화의 정도를 감시·평가하기 위하여 관련법령에 근거하여 실시하는 가동중검사가 있으며, 가동중검사의 적절성을 확인하기 위한 공인검사가 있다.

## 나. 정기점검

정부에 의한 안전심사 및 검사와는 별도로 사업자는 원전의 안전성을 확인하기 위하여 정기점검을 실시하고 있다.

정기점검은 각종 안전관련 기기나 계통이 설계시 고려하였던 성능을 충분히 발휘하고 있는지 또한 모든 운전조건이 안전성에 적합한지를 발전소 계통 및 설비의 중요도에 따라 정해진 주기에 따라 지속적으로 확

인하는 것이다. 정기점검은 원자력법에 의거 승인을 받도록 되어 있는 운영기술지침서에 기술되어 있다.

정기점검 결과 불만족사항이 발생하면 운영기술지침서에서 정해진 요건에 따라 즉시 조치하여야 한다. 이들 조치중에는 일정 기간내 불만족 사항을 해소시키거나 이것이 불가능한 경우 다음 일정 기간내에 발전소를 정지시켜 정상으로 회복시킨 후 재가동하는 내용도 포함되어 있다.

## 다. 자격관리

원자력발전소는 현대 과학기술이 집적된 방대한 규모의 산업시설로서, 이를 안전하게 운영하기 위해서 사업자는 종사자의 자질향상을 위한 교육훈련에 많은 노력을 기울이고 있으며 소정의 자격을 갖춘 자로 하여금 업무를 수행케 하고 있다.

특히 원자로의 안전한 운전을 위하여 정상운전은 물론 비상운전능력을 갖춘 원자로조종사(감독)면허 소지자로 하여금 운전업무에 종사케 하고 있으며, 방사선동위원소취급자(감독)면허 소지자로 하여금 방사선 안전관리업무를 담당케 하여 방사성물질에 의한 오염을 방지하고 방사선에 의한 장애를 최소화하고 있다. 또한 핵연료물질은 핵연료물질취급자(감독) 면허소지자가 안전관리를 담당케 하고 있다.

## 라. 주기적안전성평가(PSR, Periodic Safety Review) 수행

주기적안전성평가는 가동원전에 대한 안전성 향상 및 확인을 위하여 기존의 정기검사 등의 안전성 확인 방법에 추가하여 실시하는 포괄적이

고 체계적인 안전성평가기법으로, IAEA의 권고에 따라 상업용 원전을 보유하고 있는 많은 국가들이 기존의 안전성 보장 노력과 더불어 실시하고 있다.

우리나라는 가동원전에 대한 주기적안전성평가를 위해 1999년 12월 21일 제11차 원자력안전위원회에서 기본방향, 추진방법, 대상호기 선정 및 법제화 방안 등을 포함한 추진방안을 의결하였으며, 2000년 1월 원자력법 개정 후, 동년 7월에 시행령, 시행규칙을 개정하는 등 주기적 안전성평가 제도의 법제화를 완료하였다. 또한 2005년 9월 계속운전 주기적안전성평가 제도를 위해 원자력관련법령을 개정하였다.

관련법령에 따르면, 발전용원자로 운영자는 해당 원자로시설의 운영 허가일 부터 매 10년마다 안전성을 종합적으로 평가하고, 그 평가보고서를 교육과학기술부장관에게 제출하도록 되어 있으며, 제도마련 당시 운영허가 이후 10년 이상 경과한 고리1호기 등 9개 원전에 대해서는 2006년 12월 31일까지 평가를 완료하도록 규정 되어있다. 한편, 평가는 ‘원자로 시설의 평가 당시의 물리적 상태에 관한 사항’, ‘안전성 분석에 관한 사항’, ‘기기검증에 관한 사항’ 등 11개 항목에 대해 연관사항을 고려하여 복합적으로 평가하도록 되어 있다.

발전용원자로 운영자인 한수원(주)은 관련 법규정에 따라 2000년 5월부터 시범호기인 고리 1호기에 대한 평가를 착수하여, 2006년 12월 28일 울진 1·2호기에 대한 평가를 완료하여 관련 법령에서 규정하고 있는 10년 이상 경과 원전에 대한 주기적안전성평가 요구기한을 준수하였으며, 앞으로는 주기적안전성평가의 기본 개념에 걸맞게 매 10년

주기의 평가를 원전별로 수행할 예정이다.

2007년말 기준으로 운영허가 이후 10년이 경과한 고리 1·2, 월성 1, 고리 3·4, 영광 1·2 및 울진 1·2호기에 대한 평가를 완료하였으며, 영광 3·4호기에 대해서는 운영허가 이후 최초 10년차 평가를 완료하였고, 고리 1호기 계속운전을 위한 평가를 실시하였다. 한편 2007년도에는 월성 3·4 및 울진 3·4호기 평가가 신규 착수되어 2006년도에 착수한 월성 2호기를 포함하여 5개 호기에 대한 평가가 진행 중이다. 2008년도에는 월성 1호기 계속운전 주기적안전성평가가 착수될 예정이다.

한수원(주)의 평가결과는 규제기관에서 심사하여 심사결과와 함께 원자력안전위원회의 심의를 받고 있으며, 현재까지의 심의결과에 따르면 국내 가동원전은 관련규정에 적합하게 운영되고 있어 안전성에 문제가 없음이 확인 되었다. 또한, 한수원(주)은 원전의 안전성을 보다 더 향상시키기 위하여 평가 및 심사결과에 따라 도출된 안전성증진사항을 이행하고 있다. 각 원전별로 이행되는 안전성증진사항에는 확률론적안전성평가(PSA) 결과에 따른 안전성향상방안도 포함되어 있어, 이행 완료 시에는 원전의 안전성이 종합적으로 증진될 것으로 기대되고 있다.

## 마. 확률론적안전성평가

### (PSA, Probabilistic Safety Analysis) 수행

확률론적안전성평가(PSA, Probabilistic Safety Analysis)는 원자력 발전소에서 발생할 수 있는 사고의 경위와 사고현상을 규명하고 사고발

생 가능성을 예측하여 일반대중에 미치는 영향을 확률론적 방법으로 평가하는 종합적인 원전 안전성 확인 기술로 미국을 중심으로 세계적으로 널리 활용되고 있으며, 국내의 경우는 TMI 후속조치 이행요건으로 고리 3·4호기 및 영광 1·2호기의 안전성을 재확인 하기위해 1989년도에 최초로 수행되었다.

이후 신규로 건설되는 모든 원자력발전소는 건설 및 운영허가 조건으로 확률론적안전성평가를 수행하여 설계 안전성을 확인하였으며 1999년부터는 교육과학기술부의 ‘원자력발전소 중대사고 정책’에 의거 국내에서 가동중인 모든 원자력발전소에 대해 확률론적안전성평가를 수행하고 발전소 설계나 운영측면에서 사고예방 및 완화능력을 향상 시킬 수 있는 사항들을 도출하고 이를 개선조치함으로서 안전성을 향상시켜 오고 있다.

우리나라는 국내 전 원자력발전소에 대해 확률론적안전성평가를 수행하였고 평가결과는 국제기준을 모두 충족하고 있는 것으로 나타났으며 신규 원자력발전소의 경우 선행 원자력발전소에 비해 안전성이 크게 향상된 것으로 평가되고 있다. 이는 선행 원자력발전소의 확률론적안전성평가를 통해 도출된 안전성 향상방안들을 신규 발전소 설계 및 건설 시 지속적으로 반영한 결과이다.

## 제4절 원전의 지진대책

한국수력원자력(주) 사업기술처 입지기술부장 이주택

### 1. 개 요

최근 지구상의 여러 지역에서 지진이 빈발하여 많은 피해를 내고 있다. 지진의 발생원인에 대해서는 여러 학설이 있으나 현재까지는 판구조론이 정설로 되어 있다.

이 이론에 의하면 지구내부는 고온의 액체상태인 용암으로 가득 차 있고 여러 개의 판과 같은 지각에 둘러싸여 있는데 이 지각들은 내부 용암의 대류현상에 의하여 마치 빙산이 물에 떠다니듯이 서서히 움직이고 있으며, 지판들이 서로 만나는 경계부분에서는 이러한 지각의 움직임에 의하여 판과 판이 서로 부딪쳐 한 개의 판이 다른 판 밑으로 밀려들어가거나 두 개의 판이 서로 멀어져 하부의 용암이 분출되기도 한다. 이러한 판들의 움직임에 의하여 지각에는 에너지가 쌓이게 되고 장기간에 걸쳐 쌓여진 에너지는 순간적으로 방출되면서 지진을 일으키게 된다.

지구의 표면을 이루는 거대한 지판들이 서로 충돌하거나 어긋날 때 판 경계부에는 단층이 만들어지는데 대부분의 지진은 이를 따라 발생하고 있다. 우리나라는 가장 활발한 지진대인 미 대륙 서부에서 일본동부 및 필리핀열도로 이어지는 환태평양 판의 후면에 위치하여 이들 국가에 비해 발생지진의 크기나 빈도는 아주 미미한 수준에 지나지 않는다.

현대기술로 지진의 발생 장소, 시기 등을 정확하게 파악하여 미리 예

방 또는 대비한다는 것은 사실상 어렵다. 따라서 그곳의 지질, 지반상태, 지진발생이력 등을 면밀하게 조사, 분석하여 장차 일어날 수 있는 지진을 예측하고 이에 따른 내진설계를 하는 것이 최선의 대책이다. 특히 원자력발전소는 지진으로 피해가 날 경우 방사성물질이 외부에 누출될 수 있다는 최악의 상황을 가정해야 하기 때문에 어떤 설비보다도 지진에 대한 철저한 대비책이 요구되고 있어 부지선정, 설계, 건설, 운영 등 각 단계에서 완벽한 지진대비책을 세우고 있다.

## 2. 지진에 대한 안전대책

### 가. 부지선정과 설계

원자력발전소의 부지선정은 지질, 지진, 기상, 환경 등 여러 항목에 대한 조사과정을 거쳐 이루어지며, 이중 지질 및 지진조사는 부지의 내진성 확보에 최대의 목표를 두고 수행된다. 원자력발전소의 내진설계를 위한 설계지진 값은 신규 원전부지를 중심으로 반경 320km 이내에 광역지질조사와 지진조사를 통하여 지질 및 지진의 특성을 규명하고 삼국유사 등 고대문헌에 나타난 지진기록과 계측된 지진 중에서 발전소에 가장 크게 영향을 미칠 수 있는 지진을 선정한 후 이 지진이 발전소에 미치는 예상 최대지반가속도값을 산출하여 여기에 여유를 더해 결정하는데 이것을 설계지진인 안전정지지진(Safe Shutdown Earthquake : SSE)이라고 한다.

우리 나라에서 현재까지 가동 중에 있거나 건설중에 있는 원전의 설계지진인 안전정지지진 값은 최대지반가속도 값으로서 중력가속도(g)

의 20%에 해당하는 0.2g로 정하였으며, <표 4-2>과 같이 각 원전의 설계지진 값은 실제 계산에 의해 구한 값보다 큰 값인 설계값을 정하여 실제보다 많은 안전 여유도를 갖고 있다. <표 4-3>에서 보듯이 미국 원전의 80% 이상이 0.2g로 설계, 가동중에 있다.

또한 확률론적으로 설계지진 값에 해당하는 지진이 발생할 확률은 대략 일만 년에 한 번 정도이므로 발전소 수명기간 중에 지진이 발생할 확률은 거의 없다고 할 수 있다.

한편 신고리 3·4호기부터 건설되는 신형경수로(APR1400) 원전은 해외수출을 고려하여 수출 가능지역의 부지여건을 포괄하는 표준설계로 개발된 노형으로 0.3g의 설계기준지진을 채택하여 수출 예상국의 설계기준 지진을 포괄함으로써 원전선진국에서 개발한 신형원전과의 경쟁력 확보를 도모하였다.

<표 4-2> 국내 원전의 내진설계값

| 구분 | 부지지반가속도(g) |       | 고려된 지진             |                         | 비 고 |
|----|------------|-------|--------------------|-------------------------|-----|
|    | 실제값        | 내진설계값 | 지 진 명              | 진도 및 규모                 |     |
| 고리 | 0.15       | 0.2   | 지리산지진<br>(1936. 7) | M=5.0<br>(MMI VII~VIII) |     |
| 월성 | 0.183      | 0.2   | 읍천단층               | M=6.0<br>(최대 잠재 지진 규모)  | 신월성 |
| 영광 | 0.165      | 0.2   | 속리산지진<br>(1978. 9) | M=5.2<br>(MMI VII~VIII) |     |
| 울진 | 0.15       | 0.2   | 지리산지진<br>(1936. 7) | M=5.0<br>(MMI VII~VIII) |     |
| 신포 | 0.13       | 0.2   | 삼수지진<br>(1597. )   | M=5.0<br>(MMI VII~VIII) |     |

※ M(Magnitude) : 규모(리히터)

〈표 4-3〉 미국 주요원전의 내진설계값

| 발 전 소 명                                             | 내진설계값(g)            |
|-----------------------------------------------------|---------------------|
| Arkansas Nuclear Unit No. 1                         | 0.20                |
| Big Rock Point Nuclear                              | 0.05                |
| Crystal River Nuclear Generating                    | 0.10                |
| Davis-Besse Nuclear Power Station Unit 1            | 0.15                |
| Duane Arnold Energy Center                          | 0.12                |
| Indian Point Nuclear Generating Station Unit No. 2  | 0.15                |
| Joseph M. Farley Nuclear Power Plant Units I And II | 0.10                |
| Maine Yankee Atomic Power Co.                       | 0.10                |
| San Onofre Nuclear Generating Station Unit 2        | 0.67 <sup>주1)</sup> |
| Turkey Point Plant Unit No. 3 & 4                   | 0.15                |
| Vermont Yankee Nuclear Power Station                | 0.14                |
| Diablo Canyon                                       | 0.75*               |

주1) 활동성단층의 영향을 직접적으로 받는 지역에 위치

또한 우리 나라의 원전은 국내 원자력법과 미국 원자력규제위원회가 규정한 엄격한 기준에 따라 설계되고 건설된다.

특히 원자로 및 주요 안전성관련 건물은 큰 하중을 안전하게 지지할 수 있고 지진발생시 기초지반의 진동으로 인한 영향이 최소화되도록 견고한 암반위에 축조토록 하여 토사지반에 축조된 것보다 2~3배 큰 지진력에도 효과적으로 견딜 수 있도록 함으로써 다른 어떤 산업시설물보다 높은 지진에 대한 안전성을 확보하기 위한 내진구조(耐震構造)로 설계된다.

지진이 왕성한 일본 동경이나 미국 서부 대도시의 고층건물은 바람에 부러지지 않고 휘는 갈대와 같이 지진에 대하여 유연하게 대응하도록

설계되어 있다. 이에 반해 원자력발전소는 안전과 직결되는 각종 기기와 배관 등이 설치되어 있고 이들 기기와 배관에 큰 변위가 발생하면 발전소 안전운전에 문제가 야기될 수 있으므로 지진력을 구조자체의 강성으로 대항하도록 지진력보다 큰 강도를 갖는 구조로 설계하고 있다. 이를 위하여 원자력발전소는 지진력에 효과적으로 대항할 수 있는 구조형태의 하나인 전단벽(剪斷壁, Shear Wall)을 많이 설치하여 지진력을 자체의 강성으로 대항하여 제어하게 되어 있다. 동일한 암반조건에서 입력지진의 크기를 비교하면 원전 내진설계에 고려되는 최대지반가속도는 0.2g로서 국내 종합병원 등 특등급건축물의 0.147g보다 훨씬 크며, 원전의 탄성설계를 고려할 경우에는 건축구조설계기준(KBC2005)에 의한 일반건축물보다 약 2~5배 크다

이러한 개념을 바탕으로 설계된 원전은 건설시 철저한 품질보증시스템을 적용하여 한치의 부실도 개입될 수 없도록 하여 고품질의 원전을 건설하고 있다. 따라서 원자력발전소는 실제로 강력한 지진이 발생하였을 때, 잘 설계되고 시공된 일반건물보다 그 진가를 크게 발휘하고 있다.

일례로 1995년 1월에 발생한 유명한 일본 고베지진은 리히터 규모 7.2로 지반가속도가 무려 0.65g나 되어 도시 전체가 폐허가 되고 고속도로 등 사회간접시설이 파괴되었지만 인근 11개 원전에는 전혀 피해가 없었고, 2007년 니가타에서 발생한 지진은 리히터규모 6.8로 인근의 가시와자키 가리와 원전에서 지반가속도가 최대 0.69g로 기록되었으며 주택이나 교량 등에 많은 피해를 입혔으나 원전의 안전성에 영향을 주는 시설물은 피해를 입지 않았다. 또한 1989년 10월에 발생한 샌프란시

스코 지진도 규모 7.1로 지반가속도가 0.64g였지만 인근 디아블로 캐년 원전과 험볼트 베이 원전은 피해가 전무하였다는 사실은 원자력발전소의 내진성을 입증해준 좋은 사례이다.

## 나. 원전 가동시 지진대책

지진은 언제 어떠한 모습으로 우리에게 다가올지 모르기 때문에 항상 대비를 소홀히 해서는 안된다. 우리나라에서는 가동중인 원자력발전소에 지진이 발생할 경우 이를 신속하게 감지하고 그 크기에 따라 원전을 가동 또는 중지하는 등의 안전조치를 취하도록 하고 있다. 현재 국내 원전은 호기별로 10여개의 지진계측기를 설치하여 지진을 상시 감시할 수 있는 지진감시설비를 운영중에 있다. 지진감시설비는 설계지진인 안전정지지진(SSE)의 1/20 수준인 0.01g의 지진동이 감지되면 작동을 시작하여 주제어실에 근무하는 운전원에게 지진계측기 동작을 알리는 신호를 주어 이에 대비토록 하고, 0.1g의 지진동이 감지되었을 경우는 아직 충분한 안전여유가 있으나 각 발전소의 비상운전절차에 따라 발전소를 정지토록 함으로써 지진으로 인한 피해에 사전 대비토록 하고 있다.

한편, 1999년 5월부터는 지진발생시 원전구조물에 대한 즉각적인 영향평가와 내진연구를 위하여 원자력발전소 자체의 지진감시설비와는 별도로 전력연구원에 원전부지 인근의 소규모 지진을 감시하는 지진감시센터를 개설하여 운영하고 있다. 이 지진감시센터는 원전 주변의 지진활동을 체계적으로 감시하기 위해 설치한 지진관측소로부터 지진동에 관련한 각종 정보를 실시간으로 전송받고 있으며, 지진발생시 경보

신호뿐만 아니라 진앙의 위치, 발생시각, 규모 등의 자료를 자동적으로 분석할 수 있도록 설계되어 지진에 대한 원자력발전소의 안전성 및 신뢰성이 보다 향상되도록 하였다.

〈표 4-4〉 외국 원전의 지진 안전성

| 구 분       | 발생일시      | 규 모 | 원 전 영 향                                                                            |
|-----------|-----------|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 샌프란시스코 지진 | '89.10.17 | 7.0 | ○디아블로 케년 : 정상가동 - 진앙지에서 235km<br>○험볼트 베이 : 정상가동 - 진앙지에서 446km                      |
| 북해도 지진    | '93. 7.12 | 7.8 | ○도마리 : 정상가동 - 진앙지에서 100km                                                          |
| LA 지진     | '94. 1.17 | 6.6 | ○산오노프레 : 정상가동 - 진앙지에서 100km                                                        |
| 고베 지진     | '95. 1.17 | 7.2 | ○진앙지에서 120~130km 떨어진 11개 원전<br>: 정상가동                                              |
| 대만 난터우 지진 | '99. 9.21 | 7.6 | ○진앙지에서 180km 떨어진 3개 원전<br>: 송전선로 단선에 의한 일시정지후 정상가동                                 |
| 인도 지진     | '01. 1.26 | 7.7 | ○카크라파 : 정상가동 - 진앙지에서 300km                                                         |
| 니가타 지진    | '07. 7.16 | 6.8 | ○진앙지에서 16km 떨어진 가시와자키가리와<br>원전설계기준값 초과<br>: 발전소 안전정지, 안전관련설비 안전기능<br>발휘 및 양호한 성능유지 |

〈표 4-5〉 지진 진도 비교표

| 리히터규모(M) |     | MMI  | JMA | 지반가속도(g)         | 비 고                               |
|----------|-----|------|-----|------------------|-----------------------------------|
| 1        |     | I    | 0   |                  |                                   |
|          |     |      |     | (0,001)          |                                   |
| 2        | 2,3 |      | 1   | 0,0014           |                                   |
|          |     | II   |     | (0,003)          |                                   |
| 3        | 3,0 |      | 2   | 0,0032           |                                   |
|          |     | III  |     |                  |                                   |
|          | 3,7 |      |     | 0,0072           |                                   |
| 4        |     | IV   |     | (0,01)           |                                   |
|          | 4,3 |      | 3   | 0,0144           |                                   |
|          |     | V    |     | (0,025)          |                                   |
| 5        | 5,0 |      | 4   | 0,032            | ▷ 오대산지진<br>( '07,1,18), M=4,8     |
|          |     | VI   |     |                  | ▷ 홍성지진<br>( '78,10,7), M=5,0      |
|          | 5,7 |      |     | 0,0722<br>(0,08) |                                   |
| 6        |     | VII  | 5약  |                  |                                   |
|          | 6,3 |      |     | (0,14)           |                                   |
|          |     | VIII | 5강  | 0,1441           | ▶ 국내 원전 (0,2g)                    |
| 7        | 7,0 |      |     | (0,25)           |                                   |
|          |     | IX   | 6약  | 0,3227           | ▷ 고베지진<br>( '95,1,17), M=7,2      |
|          | 7,7 |      | 6강  | (0,45)           |                                   |
| 8        |     | X    |     | 0,7224<br>(0,8)  |                                   |
|          | 8,3 |      |     |                  | ▷ 당산지진<br>( '76,7,28), M=8        |
|          |     | XI   | 7   | 1,4414           |                                   |
| 9        | 9,0 |      |     |                  | ▷ 인도네시아 지진<br>( '04,12,26), M=9,0 |
|          |     | XII  |     | 3,2268           |                                   |

※ MMI : Modified Mercalli Intensity

JMA : Japan Meteorological Agency

### 3. 원전 주변지역 디지털 지진 관측망 구축 현황

#### 가. 설치배경

- (1) 1997년 6월 26일 경주 지진발생 당시 국내 지진관측설비들이 노후하여 진앙지를 3번이나 번복하는 등 문제 발생
- (2) 원전주변지역의 지진감시능력을 강화하고자 전국 4개원전 부지 주변에 총 8개소의 디지털 지진관측소 설치 운영('99. 5)
- (3) 원전주변에서 발생하는 지진관측의 신뢰성을 높이고 좀 더 정확한 양질의 자료를 수집하기 위하여 5개의 지진관측소 추가 설치 운영

#### 나. 지진 감시 설비 개요

- (1) 지진 관측소 위치 : 총 13개소
  - (가) 고리원전 : 4개소
  - (나) 월성원전 : 4개소
  - (다) 영광원전 : 2개소
  - (라) 울진원전 : 2개소
  - (마) 삼랑진양수발전소 : 1개소

\* 지진감시센타 : 대전 전력연구원내 위치

(2) 관측소별 구성 설비 개요

(가) 가속도계 (Kinematics사, 미) : 각 1대

(나) 속 도 계 (Markland사, 일) : 각 1대

(다) 기 록 계 (Quanterra사, 미) : 각 1대

(3) 운영방법

(가) 전력연구원 보유 고속 LAN망을 통해 지진 감시 센터 실시간  
전송

(나) 한국지질자원연구원, 기상청 등과 실시간 자료 공유

(다) 운영개시일 : 1999년 5월 27일

## 다. 전력연구원 운영 지진관측망(장비) 현황

| 지 역 | 관 측 소 명 | 장 비 명           | 수 량 | 관 측 개시일 | 설 치 위 치              |
|-----|---------|-----------------|-----|---------|----------------------|
| 고리  | KRA     | JC-V100(속도계)    | 1   | '99. 5  | 울산광역시 울주군<br>서생면 신암리 |
|     |         | Episensor(가속도계) | 1   |         |                      |
|     |         | Q4210(기록계)      | 1   |         |                      |
|     | KRB     | "               | "   | '99. 5  | 부산광역시 기장군<br>기장을 서부리 |
| 월성  | KRC     | "               | "   | '03. 2  | 울산광역시 울주군<br>범서면 서사리 |
|     | KRD     | "               | "   | '03. 2  | 울산광역시 울주군<br>삼남면 교동리 |
|     | WSA     | "               | "   | '99. 5  | 경북 경주시<br>양남면 나아리    |
|     | WSB     | "               | "   | '99. 5  | 경북 경주시<br>양남면 상계리    |
| 울진  | WSC     | "               | "   | '99. 5  | 경북 경주시 동천동           |
|     | WSD     | "               | "   | '03. 2  | 경북 포항시 남구<br>오천읍 진전리 |
|     | UJA     | "               | "   | '99. 5  | 경북 울진군 부구리           |
|     | UJB     | "               | "   | '03. 12 | 경북 울진군<br>서면 하원리     |
| 영광  | YGA     | "               | "   | '99. 5  | 전남 영광군<br>홍농읍 계마리    |
|     | YGB     | "               | "   | '99. 5  | 전남 영광군<br>백수읍 천마리    |
| 삼랑진 | SRJ     | "               | "   | '03. 1  | 경남 밀양시 삼랑진읍<br>안태리   |

〈표 4-6〉 지진 감시설비 현황

## 제2장 방사선안전관리

한국수력원자력(주) 안전기술처 방재대책부장 안용민

### 제1절 종사자 안전관리

#### 1. 기본 원칙

원전 방사선 안전관리의 목표는 방사선으로부터 종사자를 보호하고 방사성물질이 외부환경으로 유출되는 것을 최소화하여 원전주변 주민 및 환경에 미치는 영향을 최소화하는 것이다. 원자력발전소는 설계, 건설 단계에서부터 방사선안전을 고려하고 있으며, 원자력발전소 운전 중에도 작업자의 방사선량을 ‘합리적으로 가능한 한 낮게(ALARA, As Low As Reasonably Achievable)’ 유지하도록 노력하고 있다. 이러한 목표 달성을 위하여 우리나라는 국제방사선방호위원회(ICRP)의 선량 제한 권고 등을 반영하여 우리나라 실정에 적합한 방사선안전관리기준을 마련하고 이를 원자력 관계법령 등에 규정하고 있다.

국제방사선방호위원회가 권고한 방사선방호의 목적은 확률적 영향의 최소화와 결정적 영향의 방지에 두고 있으며 구체적으로 다음 세 가지 원칙이 있다.

첫째, ‘방사선 작업의 정당화’로서 방사선피폭에 관련된 행위(작업)는 피폭 받는 개인이나 사회에 끼치는 위해보다 그 행위에 의한 이득이 충분히 많은 경우에만 채택되어야 하고,

둘째, ‘방사선 방호의 최적화’로서 방사선량을 경제적, 사회적 인자를 고려하여 합리적으로 달성 가능한 낮게(ALARA) 유지시키며,

셋째, ‘선량한도’로서 개인이 받는 선량을 규제치 이내로 유지시켜 방사선피폭으로 인한 장애 발생이 없도록 관리하는 것이다.

원자력발전소에서는 방사선으로부터 방사선작업종사자를 보호하기 위하여 이상의 방사선방호 원칙에 입각한 방사선안전관리 활동을 수행하고 있으며 이를 효과적으로 달성하는데 필요한 여러 가지 안전관리 수단을 확보하고 있다.

## 2. 방사선안전관리 제도

### 가. 선량한도

국제방사선방호위원회는 1990년에 방사선방호에 관한 권고 ‘ICRP 60’를 발행하면서 방사선작업종사자의 선량한도를 연간 50밀리시버트(mSv)에서 연간 50mSv를 넘지 않는 범위 내에서 5년간 100mSv로 하향 권고하였다. 우리나라는 1998년에 ICRP 60 권고를 관계 법령에 도입한 이후 2003년 1월 과학기술부 고시 제2002-23호 ‘방사선 방호 등에 관한 기준’을 공포함으로써 ICRP 60 권고의 제도화를 완료하였으며, 원자력발전소에서는 방사선작업종사자의 피폭방사선량이 연간 20mSv를 초과하지 않도록 관리하고 있다.

### 나. 건강진단

방사선작업종사자는 방사선관리구역에 최초 출입하기 전, 그리고 매

1년마다 건강진단을 받고 있으며, 검사항목은 다음과 같다.

- 말초혈액 중의 백혈구 · 적혈구의 수 및 혈색소의 양
- 심폐기능 등 담당의사가 필요하다고 인정하는 검사

#### 다. 방사선 방호교육

원자력발전소에서는 방사선관리구역에 출입하는 종사자 스스로의 방사선 방호능력 배양 및 방사선안전관리규정 준수와 아울러 발전소 비정상시의 행동지침 숙지를 위해 주기적으로 방사선방호교육 실시와 평가를 통해 합격한 자에 한해서만 방사선관리구역에 출입할 수 있도록 하고 있다.

방사선작업종사자 등에 대한 교육 · 훈련을 자체적으로 실시하고자 하는 경우 원자력 관계법령에서 정하는 바에 따라 필요한 교육시설 및 장비를 갖추고 연간 교육계획을 수립하여 시행하여야 하며, 교육내용과 교육 대상자별 교육 시기 및 시간은 다음과 같다

##### ○ 교육내용

- 원자력시설의 이용에 따른 안전관리
- 방사성물질 등의 취급
- 방사선 장애방어
- 방사선안전관리규정 및 관계법령

##### ○ 교육 대상자별 교육 시기 및 시간

- 방사선작업종사자는 최초 방사선관리구역에 출입하기 전 20시간 이상 및 이후 정기적으로 매년 6시간 이상의 교육을 받아야 함

- 수시출입자는 최초 방사선관리구역에 출입하기 전 4시간 이상 및 이후 정기적으로 매년 4시간 이상의 교육을 받아야 함

### 3. 방사선안전관리 수단

#### 가. 공학적 안전시설

공학적 안전시설은 방사선원의 격리, 종사자 출입지역의 방사선량 및 방사성물질 농도를 낮춤으로써 피폭방사선량 및 방사성물질의 인체 내부 흡입 가능성을 줄이려는 것으로 대부분 설계 단계에서부터 도입되고 있으나, 운전경험 등을 통하여 방사선방호의 최적화를 위해 필요한 것으로 판명되면 설계변경 등을 통해 운전 중에도 추가로 도입하고 있다.

중요한 공학적 안전시설로는 인체 외부피폭을 방지하거나 또는 저감시키기 위한 차폐시설, 인체 내부피폭을 방지하기 위한 공기정화설비, 방사선작업지역 및 주변 환경의 방사선준위를 알려주고 비정상시 경보를 발생하거나 안전설비에 동작신호를 제공하는 방사선감시설비, 기체, 액체, 고체 방사성폐기물을 안전하게 처리하는 방사성폐기물 처리시설 등이 있다.

#### 나. 운영절차

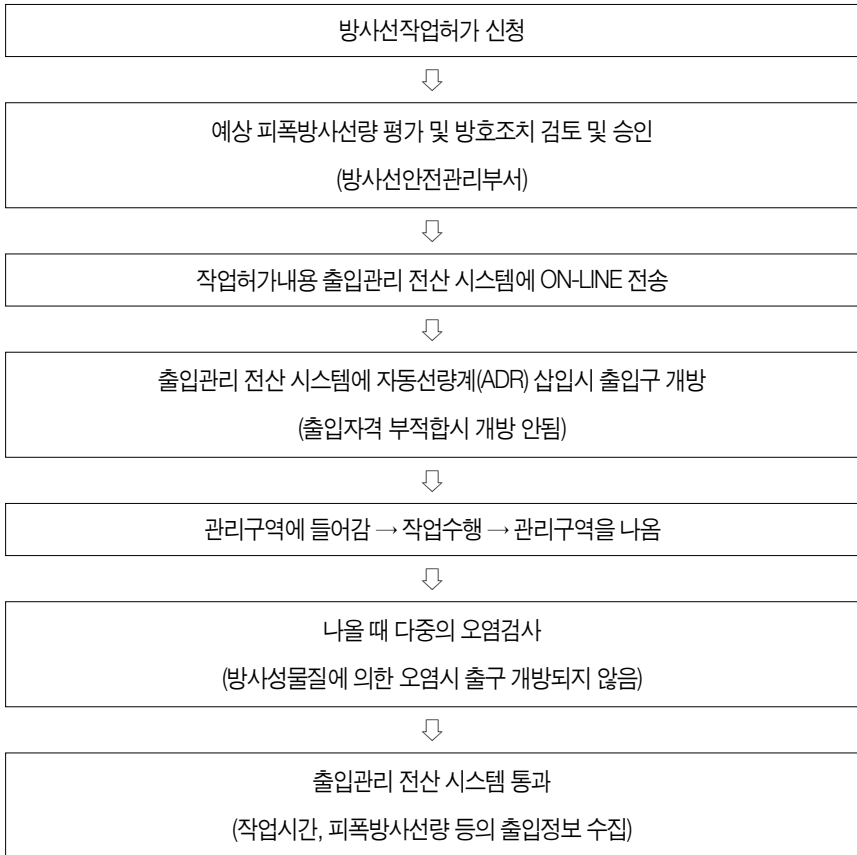
방사선작업종사자의 방사선 안전을 보장하기 위하여 방사선작업허가, 방사선관리구역 출입관리, 방사선작업관리, 방사선비상계획 등의 안전관리 절차가 명확히 명문화되고 승인 과정을 거쳐 시행되고 있으며, 규제기관은 이의 시행여부를 감시, 감독하고 있다.

### (1) 출입관리

원자력발전소 방사선관리구역 출입구에는 방사선안전관리의 신뢰성과 투명성 확보를 위해 자동출입 통제설비를 설치·운영함으로써 허가 받지 않은 작업자의 출입을 엄격히 통제하고 있음은 물론, 방사선관리구역 출입자 및 작업내용을 즉시 확인할 수 있고 방사선작업종사자들에게 방사선안전관리 정보를 제공할 수 있도록 방사선안전관리 업무 전반에 대한 종합 전산시스템을 구축·운영하고 있다.

방사선관리구역 출입자는 방사성물질에 의한 오염방지를 위하여 자신의 의복을 벗고 작업복, 모자, 장갑, 양말 등 관리구역 작업용품과 자동선량계(ADR) 및 열형광선량계(TLD)등의 개인 방사선량 측정기를 착용하고 출입하게 된다. 자동선량계는 방사선관리구역 출입시 본인이 받은 방사선량을 직접 확인할 수 있으며, 작업지역 주변의 방사선량률이 급격하게 증가하거나, 미리 설정된 방사선량을 초과하여 피폭 받게 되는 경우 즉시 경보음을 발생하여 작업자에게 알려준다. 열형광선량계는 1개월 또는 일정기간에 받은 방사선량을 측정하는데 이용되며, 공식적인 피폭기록 관리에 사용된다.

〈표 4-7〉 방사선관리구역 출입절차



## (2) 방사성 오염관리

방사선관리구역을 나올 때에는 착용했던 관리구역 작업용품을 벗고 방사선관리구역 출구에 비치되어 있는 오염검사기를 이용하여 작업자가 직접 오염검사를 실시하며 출구에 설치되어 있는 자동 전신오염검사에서 다시 오염여부를 확인하게 된다. 자동 전신오염검사에서 오염이 검출되면 출구가 개방되지 않으며, 경보가 발생하면서 오염부위를



〈그림 4-8〉 전신오염검사기 및  
오염검사 모습

지시하게 된다. 오염이 검출된 작업자는 방사선안전관리원의 도움을 받아 오염을 완전히 제거하고 다시 전신오염검사기를 통과하여 방사선관리구역 밖으로 나가게 된다.

특히, 얼굴오염이나 코 내부 오염이 검출된 작업자는 체내 오염검사(WBC, Whole Body Counter)를 실시하여 방사성물질이 체내에 흡입되었는지를 확인하고 체내 흡입이 확인되

면 흡입된 방사성물질로부터 인체가 받게 되는 방사선량을 평가하여 관리 한다.

### (3) 물품의 반출입 관리

방사선관리구역 물품 반출입은 일반적으로 방사선관리구역 출입통제소에서 관리하고 있다. 그러나 출입통제소에서 관리할 수 없는 원전 연료 또는 대형기기 등의 반출입시에는 원자로건물, 원자로보조건물 등의 기기 반입구에 임시 출입통제소를 설치하여 반출입을 관리하며, 방사선관리구역으로부터 물품을 반출할 때에는 오염검사를 실시하여 표면오염도가 법적으로 정한 제한치 이하의 물품에 대해서만 반출을 승인 한다.

#### (4) 방사선작업관리

방사선관리구역에서의 작업은 다음과 같은 절차와 방법으로 실시하고 있다.

- (가) 사전에 개인의 집적방사선량, 작업장의 방사선량을 및 작업환경 등을 고려하여 필요에 따라 차폐체 설치, 구역제엄 등 종사자의 방사선량을 저감할 수 있도록 작업계획을 수립하고, 작업절차, 방법 등에 대해서는 작업자에게 충분히 교육한 후 작업에 착수하도록 하고 있다.
- (나) 방사성물질의 체내 흡입을 방지하기 위해 마스크 등 작업환경에 따라 필요한 방호장구류를 착용하며, 개인 방사선량 측정을 위한 개인선량계 착용, 작업시간 제한 등 필요한 조건을 정하여 작업을 허가하고 있다.
- (다) 방사선작업은 작업 전에 방사선안전관리 전산시스템을 이용하여 작업장의 방사선량을, 방사성오염도 등을 평가하며 작업내용과 과거 경험 등을 반영하여 작업허가를 하는 등 효율적인 방사선안전관리를 수행하고 있다.
- (라) 작업환경이 열악한 증기발생기 내부작업 등 고방사선구역작업 시에는 작업 전에 충분한 모의훈련을 실시하여 작업의 숙련도를 높이고 작업시간을 단축하여 방사선 피폭을 최소화하고 있다. 또한 작업 전·후에 ALARA 회의를 개최하여 작업내용을 분석, 평가하며, 여기서 얻은 경험을 동일 또는 유사 작업시 활용하는 등 작업자의 방사선량 최소화와 작업능률 향상을 위한 노력을 기울이고 있다.

## 다. 방사선 방호장구



〈그림 4-9〉 휴대형 공기공급  
호흡방호장비 착용모습

공학적 안전시설과 운영절차가 갖추어져 있어도 작업현장 여건에 따라 적절한 방호수단을 제공하기 위하여 개인별로 방사선 방호장구를 사용하는 것이 필요하다. 그러나 방사선 방호장구의 사용은 일반적으로 작업능률을 저하시키고 활동에 지장을 초래하므로 또 다른 안전위해요소가 될 수도 있다. 따라서 방사선 방호장구를 사용할 때는 피폭방사선량 최소화,

오염방지 및 일반적인 안전요건 등을 종합, 검토하여 결정한다.

방사선 방호장구의 종류에는 신체오염 방지용, 방사성물질의 체내흡입 방지용 및 방사선 차폐를 통한 외부피폭 저감용 등 목적에 따라 다양한 종류가 있으며, 작업내용, 작업장소, 작업지역의 방사선 조건 등을 고려하여 적절한 방호장구를 착용하도록 하고 있다.

〈표 4-8〉 주요 방사선 방호장구

|          |                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|
| 오염방지용    | 가운, 작업복, 비닐 작업복, 양말, 신발, 고무신, 신발덮개, 장갑, 고무장갑, 모자, 후드 등 |
| 호흡용 방호장구 | 반면마스크, 전면마스크, 공기공급 작업복, 휴대형 공기공급 호흡장비 등                |
| 방사선차폐용   | 납 조끼, 납 안경, 납 담요                                       |

#### 4. 방사선량 관리

원자력발전소에서는 방사선작업종사자의 피폭방사선량이 연간 20mSv를 초과하지 않도록 관리하고 있으며, 개인별 피폭방사선량은 방사선방호교육 이력, 건강진단 결과 등과 함께 전산화하여 종합 관리하고 있다.

외부피폭선량 평가는 1개월 단위로 실시하고 있으며, 고선량 지역에서의 작업 등 특수한 작업을 한 종사자의 경우에는 작업 후 즉시 평가하여 작업허가 선량한도의 초과여부 확인과 차기 작업시 허용선량 결정에 활용하고 있다. 방사선량 측정수단으로는 열형광선량계(TLD)를 주 선량계로 사용하고 작업자 자신이 직접 피폭방사선량을 확인할 수 있는 자동선량계(ADR)를 보조선량계로 사용하며, 필요시 방사선량을 측정 장비를 활용하여 다중으로 방사선량을 측정, 관리함으로써 선량평가의 신뢰도를 높이고 있다.

방사선작업종사자가 방사성물질을 체내로 섭취하여 받은 내부피폭 선량 평가는 전신 체내오염검사기(WBC)를 사용하여 측정·평가한다. 평가시기는 최초 작업종사자로 지정할 때와 그 이후 매 1년마다 정기적으로 실시한다.

## 5. 2007년도 방사선안전관리 실적

2007년도에는 원전 20기 운영과 관련하여 총 11,366명의 방사선작업종사자가 방사선관리구역에 출입하여 총 12.81 맨-시버트(man-Sv)의 방사선 피폭을 기록하였으며, 동 수치는 전년도의 10.96 man-Sv 보다는 다소 증가한 값을 보이고 있는데 이는 종사자 피폭방사선량의 대부분을 차지하는 계획예방정비기간 및 정비 호기가 증가하였기 때문이다.

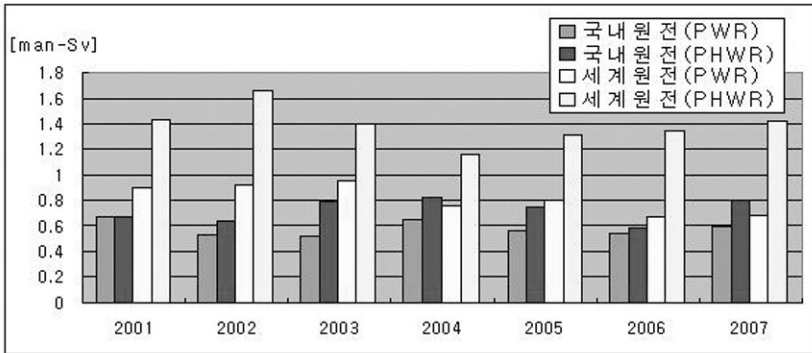
〈표 4-9〉 방사선량 및 계획예방정비기간 비교

| 구 분   | 가동원전<br>(기) | 방사선량(man · Sv) |        | 계획예방정비                |       |
|-------|-------------|----------------|--------|-----------------------|-------|
|       |             | 총 선량           | 호기당 선량 | 호기수(기) <sup>주1)</sup> | 기간(일) |
| 2001년 | 16          | 10.75          | 0.67   | 12                    | 515   |
| 2002년 | 17          | 9.32           | 0.55   | 11                    | 443   |
| 2003년 | 18          | 10.29          | 0.57   | 15                    | 519   |
| 2004년 | 19          | 13.03          | 0.69   | 15                    | 717   |
| 2005년 | 20          | 11.93          | 0.60   | 13                    | 521   |
| 2006년 | 20          | 10.96          | 0.55   | 14                    | 467   |
| 2007년 | 20          | 12.81          | 0.64   | 18                    | 762   |

주1) 계획예방정비 착수일 기준

국내 원전의 방사선량 관리실적을 세계원전의 동일노형 평균치 등과 비교해볼 때 우수한 실적을 나타내고 있으나 세계 원전의 방사선량 또한 지속적으로 감소하고 있음을 알 수 있다.

〈표 4-10〉 국내외 원전 노형별 호기당 평균 방사선량



※ PWR : 가압경수로, PHWR : 가압중수로

한편, 방사선작업종사자 1인당 연간 평균 방사선량은 1.13mSv 였으며, 1999년 이후 연간 20mSv 이상 피폭받은 종사자는 없었다. 방사선 작업종사자의 연간 평균 방사선량 1.13mSv는 일반인이 일상생활 중 공기 흡입 및 음식물 섭취, 땅, 우주로부터 받는 자연방사선량(연간 2.4mSv)의 절반 정도로 원자력발전소 종사자의 방사선량이 얼마나 철저하게 관리되고 있으며, 방사선안전성을 확보하고 있는지 짐작할 수 있다.

## 제2절 방사능 방재대책

### 1. 개 요

우리나라의 원자력발전소는 설계, 건설, 운전 등 전 단계에 걸쳐 안전을 최우선적으로 고려하고 있으며, 그 동안의 운전결과를 고려하여 보

면 기술적으로나 구조적으로 그 안전성이 충분히 입증되고 있다. 또한, 다양한 안전설비와 다중의 방호시스템을 갖추고 있기 때문에 사고가 발생한다고 해도 주변 환경에까지 영향을 미치는 방사능 비상사태로 진전될 가능성은 거의 없다.

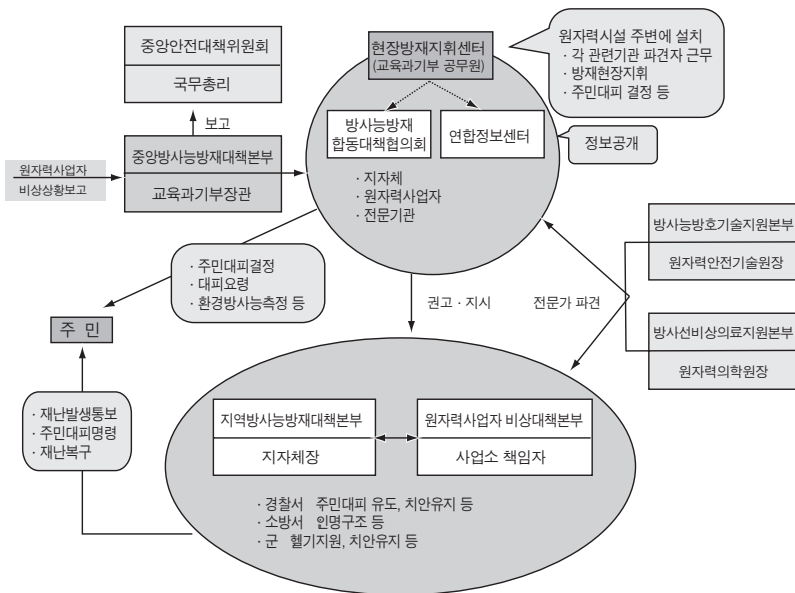
그러나 만일의 사고에 대비하기 위해 정부는 국가차원의 방사능 방재 대책 계획을 수립하고 있고, 원자력사업자인 한수원(주)은 원자력시설 등의 방호 및 방사능방재대책법에 따라 원전 부지별로 방사선비상계획 및 수행절차를 수립·운영하고 있다. 원전 방사선비상계획에는 비상대응조직과 임무, 비상구분 및 비상발령 기준, 사고 초기의 비상조치, 주민 보호조치를 위한 권고, 유관기관과의 협조 및 지원체계, 방사능 방재훈련 및 교육에 관한 사항 등이 포함되어 있다. 또한, 방사선 비상시 원활한 사태수습 및 복구를 위하여 방사능재난대응시설 및 전담조직을 설치·운영하고 있다.

## 2. 원전 방사능 방재대책 체계

우리나라의 방사능 방재대책 체계는 중앙방사능방재대책본부장(교육과학기술부장관)의 지휘 하에 현장방사능방재지휘센터, 지역방사능방재대책본부, 원전 비상대책본부가 사고수습 및 주민보호조치를 1차로 수행하며, 한국원자력안전기술원의 전문가로 구성된 방사능방호기술지원본부와 한국원자력의학원의 의료전문가로 구성된 방사선비상의료지원본부가 방사능재난의 수습 및 비상의료분야의 기술적인 지원을 하도록 되어있다.

현장방사능방재지휘센터에는 관계 중앙행정기관, 지방자치단체 및 지정기관의 관계관으로 구성되는 합동방재대책협의회가 구성되고, 방사능재난등에 대한 정확하고 통일된 정보를 제공하기 위하여 연합정보센터가 설치·운영된다.

<그림4-10>은 국가 방사능 방재대책 체계를 나타내고 있다.



<그림 4-10> 국가 방사능 방재대책 체계도

방사능 방재훈련은 교육과학기술부 장관이 관련 중앙행정기관과 함께 5년마다 실시하는 연합훈련, 원전 관할 지방자치단체장이 지정기관 및 한수원(주)과 함께 실시하는 합동훈련, 한수원(주) 자체훈련인 전체훈련 및 부분훈련 등으로 구분되어 있으며, 합동훈련은 부지별로 4년에 1회, 전체훈련은 발전소별로 매년 1회, 부분훈련은 발전소별로 분기에 1회

실시하고 있다.

2007년도에 실시된 방사능 방재훈련의 실적은〈표4-11〉, 〈표4-12〉와 같다.

〈표 4-11〉 2007년 방사능방재 연합 및 전체훈련 실적

| 구 분  | 원 전    |     | 훈 령 일 자   | 참 여 기 관                    |
|------|--------|-----|-----------|----------------------------|
| 연합훈련 | 월성 2호기 |     | 5월15일~16일 | 정부 30여 유관기관, 지자체, 한수원(주) 등 |
| 전체훈련 | 고리     | 2호기 | 7월 5일     | 한수원(주),<br>한국원자력안전기술원 등    |
|      |        | 3호기 | 11월 8일    |                            |
|      | 영광     | 1호기 | 7월 26일    |                            |
|      |        | 3호기 | 10월 18일   |                            |
|      |        | 5호기 | 8월 29일    |                            |
|      | 월성     | 4호기 | 8월 22일    |                            |
|      | 울진     | 2호기 | 6월 28일    |                            |
|      |        | 4호기 | 4월 26일    |                            |
|      |        | 6호기 | 9월 11일    |                            |

〈표 4-12〉 2007년 방사능방재 부분훈련 실적

| 구 분 | 1/4 분기                            | 2/4 분기                      | 3/4 분기                      | 4/4 분기                          |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 고리  | ○비상행정<br>○비상홍보능력배양<br>○비상통신 점검    | ○사고확대방지활동<br>○비상통신 점검       | ○주민예상피폭<br>선량평가<br>○비상통신 점검 | ○사고정보 평가<br>및 분석<br>○비상요원 자동 통보 |
| 영광  | ○비상의료구호<br>○사고정보평가분석<br>○비상요원자동통보 | ○주민예상피폭선량<br>평가<br>○비상통신 점검 | ○원자로 안전성 평가<br>○비상전화 성능점검   | ○원자로 안전성 평가<br>○비상전화 성능점검       |

| 구 분 | 1/4 분기                                                                               | 2/4 분기                                                                                                  | 3/4 분기                                                                                                  | 4/4 분기                                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 월성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○비상의료구호</li> <li>○비상통신 점검</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○환경방사능감시, 평가</li> <li>○소내외방사선측정</li> <li>○비상요원 자동통보</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○손상설비 원인분석</li> <li>○정비계획 수립</li> <li>○비상용 모사전송기 점검</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○비상상황 분류</li> <li>○비상시 대내외 보고</li> </ul>     |
| 울진  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○주민예상피폭 선량평가</li> <li>○방재전용전화 성능점검</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○비상시 소내 방사선 감시</li> <li>○종사자 보호조치</li> <li>○비상방송시설 점검</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○비상시 소내 방사선 감시</li> <li>○종사자 보호조치</li> <li>○비상방송시설 점검</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○비상 시 대외기관 보고</li> <li>○비상요원 비상통보</li> </ul> |



(2007 국가 방사능방재 연합훈련)



(화재소화훈련)

〈그림 4-11〉 방사능 방재훈련 모습

또한 각급 유관기관의 비상대책본부에는 직통전화(HOT-LINE), 팩스, 국선전화, 한수원(주) 사내전화 등이 설치되어 있어 유사시 비상대응 조치에 필요한 각종 정보가 신속·정확하게 전달되고 있으며, 원자력발전소 주제어실과 비상대책실, 비상기술지원실에는 원자력발전소의 중

요한 필수 안전인자를 전산화하여 표시하는 안전정보표시장치(SPDS : Safety Parameter Display System)가 설치되어 있어 비상시 각 비상요원들이 발전소 운전상태를 정확하게 파악하고 신속히 사고수습을 할 수 있도록 되어 있다. 또한, 이들 주요변수는 한국원자력안전기술원에도 실시간으로 제공되고 있다. 한수원(주) 방사능재난대응시설 현황은 <표 4-13>과 같다.

이외에도 원자력발전소에서는 발전소 반경 2km 지역내의 주민들이 비상상황을 청취할 수 있는 경보방송설비의 설치, 방사성옥소가 인체내의 갑상선에 침적되는 것을 방지하기 위한 갑상선 방호약품의 확보, 비상시 주민들이 신속하고 질서있게 대피와 소개를 할 수 있도록 인터넷 홈페이지에 안내문 및 동영상을 게재하고 원전 홍보달력을 배부하는 등 발전소 주변주민 보호에 만전을 기하고 있으며, 평시에도 인근 주민들이 거주지역 내의 환경방사선 준위를 스스로 감시하고 확인할 수 있도록 환경방사능감시단말기(ERMS, Environmental Radiation Monitoring System)를 원전 관할 지자체등에 설치하여 지속적으로 관리·운영하고 있다.

〈표 4-13〉 한수원(주) 비상대응시설 확보 현황

| 구 분  | 시 설        | 위 치                                                            |
|------|------------|----------------------------------------------------------------|
| 본 사  | 원자력비상대책상황실 | 본사 지하 1층                                                       |
| 고리원전 | 비상대책실      | 원자력교육원 본관 지하 1층                                                |
|      | 비상기술지원실    | 1발전소 후문                                                        |
|      | 비상운영지원실    | 각 호기 출입통제건물 입구                                                 |
|      | 환경실험실      | 사택단지 내                                                         |
| 영광원전 | 비상대책실      | 영광군 군서면 만곡리 산144-6                                             |
|      | 비상기술지원실    | 1발전소 각 호기 주제어실 옆<br>2발전소 각 호기 출입통제건물 4층<br>3발전소 각 호기 출입통제건물 2층 |
|      | 비상운영지원실    | 1발전소 사무실 지하,<br>2발전소 출입통제건물 3층<br>3발전소 출입통제건물 2층               |
|      | 환경실험실      | 사택단지 내                                                         |
| 월성원전 | 비상대책실      | 경주시 양북면 와읍리 394                                                |
|      | 비상기술지원실    | 각 호기 주제어실 옆                                                    |
|      | 비상운영지원실    | 각 호기 보건물리실 옆                                                   |
|      | 환경실험실      | 사택단지 내                                                         |
| 울진원전 | 비상대책실      | 사택단지 내                                                         |
|      | 비상기술지원실    | 1발전소 전기건물(#1,2 공용)<br>2발전소 각 호기 출입통제건물<br>3발전소 각 호기 출입통제건물 2층  |
|      | 비상운영지원실    | 1발전소 전기건물<br>2발전소 출입통제건물<br>3발전소 출입통제건물 2층                     |
|      | 환경실험실      | 사택단지 내(비상대책실 옆)                                                |

〈표 4-14〉 갑상선 방호약품(K정제) 확보 현황

| 고리원전    | 영광원전    | 월성원전    | 울진원전    | 합 계         |
|---------|---------|---------|---------|-------------|
| 610,000 | 282,600 | 181,600 | 210,400 | 총1,284,600정 |

〈표 4-15〉 행정관서 환경방사능 감시단말기 설치 현황

| 구 분  | 설치장소 |
|------|------|
| 고리원전 | 기장군청 |
| 영광원전 | 영광군청 |
| 월성원전 | 경주시청 |
| 울진원전 | 울진군청 |

이와 같은 다양한 방사능재난대응시설 외에도 주민보호를 위한 비상 대책을 집중적으로 강구하기 위해 발전소를 중심으로 반경 약 8~10km의 지역을 방사선비상계획구역으로 설정하여 운영하고 있으며, 지방자치단체는 유사시 방사선비상계획구역내의 주민들을 신속하게 대피시킬 수 있도록 학교등의 대피시설을 사전 지정·관리하고 있다.

〈표 4-16〉 대피 수용시설 현황

| 구 분  | 시 설 수        | 대피인원(명) | 수용능력(명) |
|------|--------------|---------|---------|
| 고리원전 | 기장초등교 등 35개소 | 56,803  | 82,600  |
| 영광원전 | 영광실업교 등 27개소 | 20,996  | 25,257  |
| 월성원전 | 감포초등교 등 11개소 | 11,733  | 15,750  |
| 울진원전 | 울진초등교 등 33개소 | 17,432  | 22,400  |

## 제3장 환경관리

한국수력원자력(주) 안전기술처 환경팀장 김기남

### 제1절 환경관리체계

#### 1. 개요

원자력발전소는 ‘환경영향 평가법’에 따라 발전소 건설 전에 발전소 건설시점부터 운영까지의 전 과정에 걸쳐 자연환경, 생활환경 및 사회·경제환경에 미치는 해로운 영향을 미리 예측·분석하고 부문별 구체적인 환경영향의 저감 또는 최소화 대책을 수립한다. 환경영향의 저감 또는 최소화 대책에 관한 환경영향평가서는 지역주민의 의견 수렴, 공청회 및 정부 관계부처의 협의와 승인을 거쳐 최종적으로 작성하며 협의·승인된 평가서의 협의내용을 준수하여 발전소를 건설하고 운영한다.

원자력발전소의 환경관리는 일반환경, 방사선환경 및 해양환경 분야로 구분하여 관리하고 있으며 분야별로 지속적인 환경개선을 추진함은 물론 체계적인 환경관리를 위해 국제 표준규격인 환경경영시스템(ISO 14001)을 구축하여 운영하고 있다.

#### 2. 환경조사 및 평가

발전소 건설 및 운영 중에 수행하는 환경영향 조사 및 평가는 환경영

향평가서협의내용, 환경보전법 및 한수원(주) 자체 원전주변 환경조사 지침에 따른 일반환경(해양부분 포함) 분야 및 원자력법에 의한 환경방사능 분야로 구분하여 실시한다.

환경영향평가서 협의내용에 의한 환경영향 조사 및 평가항목은 자연 환경 부분의 기상, 지형·지질, 동·식물상, 해양환경, 수리·수문분야와 생활환경 부분의 토지이용, 대기질, 수질, 토양, 폐기물, 소음, 진동, 악취분야 및 경제환경 부분의 인구, 주거, 산업, 교육, 교통 등 사회·경제 등으로 되어 있다. 또한 발전소 온배수에 의한 해양 동식물 등 수산자원에 미치는 영향과 방사능에 의한 직간접적으로 주민에게 미치는 영향을 평가한다.

발전소 건설 중 환경조사 항목은 해양환경, 대기질, 수질, 소음, 동식물상 및 지형·지질 등이며 사업의 특성과 주변환경을 고려하여 선정한다.

발전소 운영 중 환경조사 및 평가항목을 살펴보면, 일반환경(해양부분 포함) 분야는 육상 및 해양 생태계의 생물학적, 화학적, 물리학적 조사와 주요 수산물 생산 및 어획량을 조사하며 또한 원전주변지역의 인구분포, 해양생물 및 수산시설 등의 분포도 주기적으로 조사하고 있다. 환경방사선 분야는 원자력발전소에서 환경으로 배출되는 미량의 방사성 기체나 액체로 인한 주민이나 환경의 영향정도를 평가하기 위하여 환경방사능 감시계획을 수립하여 발전소 주변의 방사능 농도와 방사선량을 조사·평가한다. 조사지점은 주변지역의 기상상태, 인구분포, 지형의 특성 등을 고려하여 선정되며, 선정된 지점에서는 지상 1m 높이의 방사선량률과 공기, 물, 표층토양, 해산물, 각종 식품류, 솔잎 등의 방사

능 농도 등을 정해진 주기에 따라 조사한다. 원전운영영향을 평가하기 위한 기초자료는 원전운영 수년전부터 수행되는 ‘운영 전 환경방사능 조사’를 통하여 수집하며, 원전이 운영되지 않는 지점(비교지점)의 조사도 병행되고 있다.

### 3. 환경감시 체계

원자력발전소의 환경감시는 사업 주체인 한수원(주)에 의한 자체감시는 물론 환경감시의 신뢰성 확보와 객관성을 제고하기 위하여 정부(지식경제부, 환경부, 교육과학기술부), 규제기관(한국원자력안전기술원), 연구기관(대학교, 전력연구원 등)에서 원전지역의 환경에 대한 조사에 참여하고 있으며 지역주민, 학계 전문가, 기초의회대표 등으로 구성된 원전민간환경감시기구에서도 원전지역의 환경안전에 대한 평가와 감시를 실시하고 있다.

## 제2절 일반환경 관리

### 1. 개요

원자력발전소 일반환경 관리는 환경 관계법규에 따라 수행하며, 발전소 운영으로 발생하는 환경오염물질을 적정하게 관리 및 처리하기 위하여 오·폐수처리시설 및 폐기물 중간처리시설, 보관시설 등을 설치하여 운영하고 있다. 또한 우리 회사의 자체 지침(원전주변 환경조사 지침, 2002. 1. 18 제정)에 따라 발전소 주변의 육상 및 해양 생태계에 대한

변화 여부를 지속적으로 조사 평가하고 있다.

## 2. 일반환경 관리

원자력발전소 내에서 발생하는 모든 오·폐수는 수질환경보전법 및 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률에 따라 발전소 내 설치된 폐수처리시설과 오수처리시설에서 각각 적절하게 처리하여 방류하고 있으며, 방류수질 감시를 위해 연속측정시스템을 운영하고 있다. 또한 오수 및 폐수처리시설의 방류수질은 법률로 규정하고 있는 배출허용기준 보다 엄격한 자체관리기준을 설정하여 관리하고 있다.

폐수의 대부분은 발전용 순수를 생산하는 과정에서 배출되는 산·알카리성의 무기성 폐수와 터빈계통 회전기기에서 배출되는 함유폐수 및 2차계통 수질조절을 위해 사용되는 복수탈염설비의 재생폐수인 소량의 유기성 폐수이다. 폐수처리는 크게 중화, 응집·침전, 여과공정을 거쳐 처리되며, 최종 방류수조에서 배출되는 폐수는 수질측정기를 통하여 실시간 감시하고 있다. 한편 울진 5·6호기 폐수처리시설에는 중수도시설을 설치하여 처리된 물은 발전용 원수로 재이용하고 있다.

오수는 일반가정에서 배출되는 오수의 성상과 같으며, 화장실, 샤워실 등에서 발생하고, 생물학적 처리공정에 의해 처리 후 방류된다.

발전소 수질오염물질 배출저감을 위한 노력으로 2005년에는 폐수처리시설 전문업체와 공동으로 전기분해설비를 연구·개발하여 고리본부에 설치·운영하고 있으며, 2006년에는 원자력 및 수력발전소에 운영중인 오·폐수처리시설을 대상으로 기술진단 용역을 시행하였다.

기술진단 결과에 따라 폐수시설 부문은 전기분해방식 도입을, 오수시설 부문은 군소시설 통합방안 및 고도하수처리공법을 도출하였으며, 2007년도에 기술진단 결과에 따라 설계용역을 시행하고 있으며, 향후 처리설비를 설치할 계획이다.

원자력발전소에서 발생하는 폐기물은 폐기물관리법에 따라 관리구역 이외의 지역에서 배출되는 폐기물로 크게 일반폐기물, 지정폐기물 및 건설폐기물로 구분되며 폐기물의 발생단계에서 처리까지의 전 과정을 철저히 관리하고 있다. 특히 배출단계에서 폐기물을 철저히 분류하여 재활용률을 높이고 있으며, 2007년도 폐기물의 재활용 실적은 약 65%이다. 또한 폐기물 중 가연성 폐기물은 그동안 원전별 자체 소각설비에서 처리하여 왔으나 다이옥신 등 대기오염물질 발생 최소화를 위하여 2003년부터는 자체 운영하던 소각로를 폐쇄하고 대형 소각로를 운영하는 폐기물처리업체에 전량 위탁처리하고 있다.

아울러 스톡홀름 협약에서 분해가 느리고 생태계에 유해하여 잔류성 유기오염물질로 분류된 PCB를 확인하기 위해 2003년도에 전 발전소 변압기의 절연유를 대상으로 분석하였으며, 분석결과 2ppm 이상의 PCB가 함유된 절연유는 폐기물관리법 규정에 따라 해외 전문처리업체인 네덜란드 ORION사 등을 통해 안전하게 처리하였으며 2015년까지 연차적으로 처리할 계획이다. 나아가 2004년에 국내 PCB 물질의 유통 차단 및 근절을 위하여 환경부, 환경단체, 전문가 및 발전사간 협약을 체결하고 공동으로 노력하고 있으며, 이의 협약체인 PCBs 정책협의회의 및 안전처리평가단 위원으로 위촉되어 국내 PCBs 근절정책 입안과

PCBs의 적절한 관리 및 처리를 위한 실무위원으로 활동하고 있다.

또한 발전소 내 환경오염의 예방 및 폐기물 발생을 최소화하기 위해 각종 공사 전에 환경성평가를 시행하고 있으며, 폐기물 분리수거함 및 폐기물 보관시설을 설치하여 적절하게 관리하고 있다.

이러한 환경시설의 개선, 적정관리 및 자율적인 환경오염물질 배출 저감 노력을 인정받아 2000년에 부산시와 고리본부, 경상북도와 울진 본부간 자율환경관리 협약을 체결한 바 있으며, 2006년에는 울진본부가 자율환경 관리업소로 지정되어 자체적으로 환경을 관리하고 있다. 기타 화학물질, 토양오염유발시설, 소음 진동 및 환경영향평가 협의내용 등을 관련법에 따라 적정하게 관리하고 있다.

한편 체계적인 환경경영을 위해 ‘지속가능발전을 위한 환경친화경영 체제 구축 기본계획’ 및 ‘세계 최우수 발전회사 구현을 위한 2015 중장기 전략경영계획’을 수립하여 체계적으로 추진하고 있다. 2006년에는 환경경영시스템(ISO 14001)인증획득 추진(안)을 수립한 후 환경경영시스템(ISO 14001) 구축을 위한 자문용역을 시행하여 국내 인증기관의 심사를 거쳐 국제규격의 환경경영시스템 인증을 획득하였으며, 매년 내부심사 및 사후관리심사를 통하여 환경개선사항을 도출, 개선하고 있다. 또한 환경경영 실천 의지로 지속적인 환경개선, 국내외 환경기준 준수, 환경오염물질 배출의 최소화, 환경보전활동 선도 및 환경정보의 투명한 공개 등의 ‘환경방침’을 제정 공포하였다.



〈그림 4-12〉 환경경영시스템 인증 현판

### 3. 해양환경 관리

해양환경 상태를 연속적으로 감시하기 위해 고리, 월성, 울진, 영광원전 주변해역에 해수수온 연속측정기, 수질분석기 및 유향·유속계를 설치하여 운영하고 있는데 관측자료는 무선 송수신 시스템을 이용하여 원격으로 감시하는 한편 인터넷 및 각 원전 홍보전시관을 통해 실시간으로 공개하고 있다.

특히 온배수 확산영역을 보다 정확하게 조사하기 위해 한국지질자원 연구원에 의뢰하여 1997.9 ~ 2001.11 기간 중 4개 원전 주변해역에 대한 항공기 이용 원격 적외선 탐사를 실시한 바 있으며 2002년부터는 인공위성 관측자료를 이용한 온배수 확산범위평가연구를 시행하고 있다.

그 외에 원전주변해역의 수온을 자동관측하여 데이터를 전산처리할 수 있는 연속조사시스템(HDMS)을 개발(한전 전력연구원), 원전주변 해양환경조사에 적극 활용하고 있다.

한편 ‘원전주변 환경조사 지침’에 따라 해양에 대한 생물학적 조사는 동·식물 플랑크톤(엽록소량 포함), 저서생물, 해조류, 어류 등의 종조성 및 현존량, 취수구 스크린에 충돌하는 생물체의 종류, 수, 무게와 냉각계통에 흡입되는 생물체의 종류 및 수에 대해 계절별로 조사하고 있다. 또한 육상 생태계 중 희귀종 및 지표종 등 주요 종의 종류, 수 또는 양, 분포상태 등에 대해서도 주기적으로 조사를 실시하는 한편 원전별 특정 육상식물을 선정하여 종별 수, 양 또는 분포상태에 대해서도 조사하고 있다.

해양에 대한 물리학적 조사로는 수온, 염분, 투명도, 해수유동(유향, 유속, 조석, 조위 등), 냉각수 취수량과 발전소 취·배수구 및 원전 주변 해역 대표지점에서 수온을 연속적으로 조사하고 있으며, 이와함께 발전소 주변에 대한 기상상황(기온, 습도, 풍향, 풍속 및 강우량)에 대해서도 계절별로 조사하고 있다.

또한, 해양에 대한 수·화학적 조사 중 해수의 수소이온농도(pH), 부유물질(SS), 용존산소(DO), 잔류염소, 영양염류, 화학적산소요구량(COD), 해저의 강열감량, 입도조성, 중금속 등은 계절별로, 기타 특정유해물질 및 중금속(구리, 크롬 등)에 대하여는 반기별로 조사하고 있다.

신규로 건설되는 발전소의 경우 온배수로 인한 해양영향을 저감하기 위하여 침출 취·배수 기법을 적용하고 있으며, 이에 의한 해양환경 변화 여부를 장기적으로 관찰하기 위하여 고리, 월성, 울진원전 주변해역은 기존의 표층 위주의 해양조사에서 2003년부터는 수심별 조사로 변경함으로써 표층은 물론 저층에서의 생태환경 변화도 감시토록 강화하

였다.

또한, 환경조사의 신뢰성 제고를 위해 한전전력연구원과 원전주변지역 소재 지방대학 및 환경전문가로 구성된 환경조사 자문단을 운영하고 있으며, 해양분야 민간환경단체인 바다사랑실천운동시민연합(바실련)에서 발전소주변해역에 대한 환경호르몬, 온배수에 의한 생체 장애평가 등의 해양조사에 참여함으로써 조사의 투명성을 높이고 있다.

현재까지 조사한 결과, 고리, 월성, 울진원전 주변의 수질은 환경부의 해역별 수질등급기준 I~II등급을 유지하고 있어 운영전후가 비슷하게 나타나고 있다.

〈표 4-17〉 원전 주변 해양수질의 연도별 변화(최근 5년간)

(단위 : mg/L)

| 측 정 항 목                |    | '03   | '04   | '05   | '06   | '07   |
|------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 용존<br>산소량<br>(DO)      | 고리 | 7.65  | 8.20  | 8.18  | 7.90  | 7.93  |
|                        | 월성 | 8.30  | 8.13  | 8.41  | 7.83  | 7.75  |
|                        | 영광 | 9.13  | 8.33  | 8.17  | 8.53  | 7.80  |
|                        | 울진 | 8.18  | 7.90  | 9.41  | 8.60  | 7.78  |
| 화학적<br>산소 요구량<br>(COD) | 고리 | 1.36  | 1.12  | 1.10  | 1.27  | 1.52  |
|                        | 월성 | 1.19  | 1.27  | 0.98  | 1.20  | 1.33  |
|                        | 영광 | 1.56  | 1.41  | 1.28  | 1.29  | 3.87  |
|                        | 울진 | 1.32  | 1.25  | 1.01  | 1.07  | 1.29  |
| 총질소<br>(Total-N)       | 고리 | 0.058 | 0.034 | 0.050 | 0.182 | 0.046 |
|                        | 월성 | 0.052 | 0.035 | 0.041 | 0.196 | 0.045 |
|                        | 영광 | 0.053 | 0.044 | 0.053 | 0.103 | 0.350 |
|                        | 울진 | 0.051 | 0.041 | 0.049 | 0.094 | 0.032 |

| 측 정 항 목                                 |    | '03   | '04   | '05   | '06   | '07   |
|-----------------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 인산염인<br>( $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ) | 고리 | 0,015 | 0,009 | 0,008 | 0,013 | 0,010 |
|                                         | 월성 | 0,018 | 0,010 | 0,007 | 0,012 | 0,013 |
|                                         | 영광 | 0,019 | 0,018 | 0,012 | 0,016 | 0,013 |
|                                         | 울진 | 0,018 | 0,010 | 0,007 | 0,014 | 0,007 |

※ 수질등급기준 : I 등급(DO 7.5이상, COD 1이하, 총질소 0.3이하)

II등급(DO 2이상, COD 2이하, 총질소 0.6이하)

〈표 4-18〉 원전주변 해조류 군집의 연도별 변화 (최근 5년간)

(평균현존량 단위 :  $\text{g} \cdot \text{dry} \cdot \text{wt}/\text{m}^2$ )

| 항목 \ 연도      |    | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 |
|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 출 현<br>종수(종) | 고리 | 98  | 101 | 97  | 124 | 114 |
|              | 월성 | 112 | 99  | 103 | 114 | 104 |
|              | 영광 | 33  | 26  | 32  | 28  | 21  |
|              | 울진 | 101 | 70  | 99  | 98  | 100 |
| 평 균<br>현존량   | 고리 | 304 | 403 | 420 | 388 | 342 |
|              | 월성 | 560 | 479 | 576 | 402 | 387 |
|              | 영광 | 4   | 4   | 4   | 2   | 28  |
|              | 울진 | 668 | 542 | 611 | 549 | 525 |

〈표 4-19〉 원전주변 해양 저서동물(연성저질) 현황 (최근 5년간)

(개체수 단위 : 개체/ $\text{m}^2$ )

| 항목 \ 연도      |    | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 |
|--------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 출 현<br>종수(종) | 고리 | 207 | 219 | 207 | 200 | 193 |
|              | 월성 | 156 | 170 | 167 | 208 | 150 |
|              | 영광 | 87  | 82  | 92  | 101 | 112 |
|              | 울진 | 170 | 201 | 173 | 205 | 199 |
| 평 균<br>현존량   | 고리 | 453 | 651 | 684 | 768 | 922 |
|              | 월성 | 192 | 242 | 243 | 609 | 231 |
|              | 영광 | 203 | 226 | 280 | 424 | 354 |
|              | 울진 | 335 | 503 | 599 | 588 | 759 |

해양생태계 중 비교적 온도변화에 민감한 해조류나 저서동물에 대한 조사결과<표 4-18, 표 4-19>를 살펴보면 조사연도에 따라 다소 변화는 있으나, 이는 조사지점의 해양조건, 즉 해수의 간·만조, 계절, 수온 등에 따라 차이가 나는 것으로 판단된다.

현재까지 20년간의 조사결과를 종합해 볼 때 원전 가동으로 인한 주변환경의 우려할 만한 변화는 관찰되지 않고 있으며 전반적으로 주변 자연생태계와 유사한 군집구조를 나타내고 있어 발전소 운영으로 인한 특이한 영향은 발견할 수 없는 것으로 평가되고 있다.

한편, 일본 후쿠시마 원전에서는 지자체와 공동으로 원전 온배수가 주변해양환경에 미치는 영향을 장기간 지속적으로 조사하고 있는데, 20년간 조사한 결과에 따르면 수질이나 해저에 주는 영향이 거의 없는 것으로 알려지고 있으며 어류 생물자원 조사결과에서도 일부 어종의 변화가 있었으나 총 어획량은 오히려 증가한 것으로 보고되고 있다.

## 제3절 환경방사능 관리

### 1. 개요

원자력발전소에서는 생성된 방사성물질을 종류에 따라 감쇠, 고화, 여과, 증발 등의 방법으로 처리한다. 이 과정에서 소량의 방사성물질이 발전소의 설계 및 운영에 따른 법적요건을 만족하면서 환경으로 배출된다. 환경방사능 관리를 통해 방사성물질의 배출이 관련 규정을 만족하는지 확인하고 원자력발전소 주변 주민의 건강과 안전이 확보되어 있는

지를 조사·확인하게 된다.

이를 위해 교육과학기술부 고시 제2008-28호 ‘원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향 평가에 관한 규정’에 따라 원전주변의 환경방사선을 조사하여 주민이 받는 방사선량이 교육과학기술부 고시 제2008-31호 ‘방사선 방호 등에 관한 기준’에 규정한 선량한도를 충분히 만족하는지 확인하고 있다.

## 2. 조사계획

환경방사선 조사대상은 고리, 월성, 영광 및 울진 원자력발전소 부지 주변의 육상 및 해양의 방사선량과 각종 시료 중의 방사능 농도이며, 육상의 선량측정 및 시료 채취지점은 주로 발전소로부터 5km 이내에 집중되어 있고, 해양시료 채취지점은 각 발전소의 배수구 주변에 집중되어 있다. 또한 이들 발전소 인근지점 외에 발전소로부터 16km 이상 떨어진 비교지점(대조구)을 시료 종류별로 1곳 이상 선정하여 조사하고 있다. 원자력발전소별 시료종류, 조사빈도, 지점수, 측정방법 등 환경방사선 조사내용은 <표4-20>과 같다.

원자력발전소 부지 외부 조사지점에 대한 시료채취 및 분석은 원자력발전소가 소재한 지역의 대학에 위탁하여 수행하였으며, 부지 내부의 조사지점에 대한 시료채취 및 분석은 각 원자력발전소의 환경실험실에서 수행하였다. 조사결과의 신뢰성을 제고하기 위해 일부지점에 대해 대학과 원자력발전소에서 함께 시료를 채취·분석하였다. 한편 환경 중의 방사선 측정은 발전소 주변에 고정 설치된 환경방사선감시기, 열형

광선량계와 휴대용방사선량측정기를 사용하여 원자력발전소 환경실험실에서 수행한다.

〈표 4-20〉 환경방사선 조사내용

| 조 사 대 상 |                 | 빈도<br>(회/년) | 원전당<br>조사지점수 | 측정수단, 측정항목                                                    |
|---------|-----------------|-------------|--------------|---------------------------------------------------------------|
| 방사선     | 집적선량            | 4           | 42~43        | 열형광선량계                                                        |
|         | 선량률             | 4~12        | 22~49        | 휴대용 GM 또는 NaI(Tl)                                             |
|         | 선량률             | 연속          | 10~11        | 환경방사선감시기                                                      |
| 공기      | 미립자             | 52          | 10           | 전베타, 감마, 방사성옥소                                                |
|         | 수분(이산화탄소)       | 24(12)      | 10(3)        | $^3\text{H}$ , ( $^{14}\text{C}$ )                            |
| 물       | 식수, 지하수, 지표수    | 4           | 2~4          | 감마, $^3\text{H}$                                              |
|         | 빗물              | 12          | 3~7          | 감마, $^3\text{H}$ , 전베타                                        |
| 육상시료    | 표층토양            | 2           | 10~12        | 감마, $^{90}\text{Sr}$                                          |
|         | 곡류, 채소          | 1~2         | 3~8          | 감마, $^{90}\text{Sr}$ , ( $^{14}\text{C}$ )                    |
|         | 우유              | 4~12        | 1~2          | 감마, $^{131}\text{I}$ , $^{90}\text{Sr}$ , ( $^{14}\text{C}$ ) |
| 지표생물    | 솔잎, 쑥, 불가사리     | 2           | 2~5          | 감마, $^{90}\text{Sr}$                                          |
| 해양시료    | 해수              | 4~12        | 4~9          | 감마, $^3\text{H}$ , 전베타, $^{90}\text{Sr}$                      |
|         | 해저퇴적물, 어패류, 해조류 | 2           | 3~8          | 감마, $^{90}\text{Sr}$                                          |

※ 감마는 감마선방출핵종

수분(이산화탄소)은 월성원전만 일부 시료에 대해 분석

### 3. 조사결과

#### 가. 환경방사선

2007년도 4개 원자력본부 주변 42개소의 환경방사선감시기에서 측

정된 공간 방사선량률의 연간 평균치는 <표4-21>에 나타난 것과 같이 부지 내부 80~103nGy/h, 부지 외부 80~123nGy/h로서 2006년도에 측정된 부지 내부 78~112nGy/h, 부지 외부 80~122nGy/h와 유사하며, 한국원자력안전기술원이 2006년도에 전국 34개 모니터링 포스트에서 측정한 방사선량률 연평균 범위<sup>1)</sup>인 68~170nGy/h 이내에 있다.

<표 4-21> 공간감마선량률(환경방사선감시기)

(단위 : nGy/h)

| 고리원전지역           |      |       |     | 월성원전지역           |       |       |     | 영광원전지역           |       |       |     | 울진원전지역           |       |       |     |
|------------------|------|-------|-----|------------------|-------|-------|-----|------------------|-------|-------|-----|------------------|-------|-------|-----|
| 측정지점             |      | 평균측정값 |     | 측정지점             |       | 평균측정값 |     | 측정지점             |       | 평균측정값 |     | 측정지점             |       | 평균측정값 |     |
|                  |      | '06   | '07 |                  |       | '06   | '07 |                  |       | '06   | '07 |                  |       | '06   | '07 |
| 부<br>지<br>내<br>부 | 1발전소 | 91    | 90  | 부<br>지<br>내<br>부 | 취수구   | 97    | 86  | 부<br>지<br>내<br>부 | 본부정문  | 92    | 93  | 부<br>지<br>내<br>부 | 후문    | 112   | 103 |
|                  | 2발전소 | 93    | 96  |                  | 폐기물고  | 99    | 95  |                  | 배수로   | 90    | 92  |                  | 남서고지  | 105   | 92  |
|                  | 전시관  | 84    | 84  |                  | 후문서쪽  | 86    | 82  |                  | 주사무실  | 92    | 91  |                  | 신화리   | 106   | 100 |
|                  | 관측소  | 78    | 80  |                  | 후문동쪽  | 85    | 80  |                  | 본부후문  | 88    | 89  |                  |       |       |     |
|                  | 정수장  | 80    | 83  |                  |       |       |     |                  |       |       |     |                  |       |       |     |
| 부<br>지<br>외<br>부 | 월내1  | 86    | 82  | 부<br>지<br>외<br>부 | 나산    | 85    | 80  | 부<br>지<br>외<br>부 | 청경사택  | 93    | 89  | 부<br>지<br>외<br>부 | 취수댐   | 111   | 110 |
|                  | 월내2  | 80    | 80  |                  | 직원사택  | 85    | 80  |                  | 홍농서초교 | 88    | 88  |                  | 기곡동   | 115   | 114 |
|                  | 비학   | 84    | 85  |                  | 1발전수장 | 86    | 82  |                  | 홍농사택  | 98    | 98  |                  | 죽변초교  | 114   | 109 |
|                  | 명산   | 84    | 86  |                  | 상봉    | 85    | 82  |                  | 법성    | 122   | 123 |                  | 부구교량  | 111   | 109 |
|                  | 사택3  | 83    | 80  |                  | 경주    | 86    | 83  |                  | 영광    | 107   | 108 |                  | 한수원사택 | 110   | 111 |
|                  | 효암   | 89    | 88  |                  | 울산    | 87    | 82  |                  | 고창    | 106   | 109 |                  | 매화초교  | 99    | 93  |
|                  | 부산대  | -     | 87  |                  |       |       |     |                  |       |       |     |                  | 궁촌초교  | 102   | 92  |
|                  |      |       |     |                  |       |       |     |                  |       |       |     |                  |       |       |     |

열형광선량계로 측정된 분기별 공간집적선량은 <표4-22>에 나타난 것과 같이 부지 내부 집적선량은 111~251 $\mu$ Gy로 최근 5년 평상변동범

1) 2006년 전국환경방사능조사, 43p, 한국원자력안전기술원

위인 86~287 $\mu$ Gy와 유사한 수준이며, 부지 외부 집적선량은 119~286  $\mu$ Gy로 최근 5년 평상변동범위인 89~331 $\mu$ Gy와 유사한 수준이다. 전체 적으로 한국원자력안전기술원이 2006년도에 전국 모니터링 포스트에서 측정한 분기별 집적선량 범위<sup>2)</sup>인 137~293 $\mu$ Gy와 유사한 수준이다.

〈표 4-22〉 공간집적선량

(단위 : $\mu$ Gy/91d)

| 구분   | 원전                   | 고 리     | 영 광     | 월 성     | 울 진     |
|------|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| 부지내부 | 2007년                | 111~191 | 152~243 | 131~195 | 153~251 |
|      | 평상변동범위<br>(‘02~‘06년) | 86~228  | 149~229 | 145~178 | 143~287 |
| 부지외부 | 2007년                | 119~185 | 162~286 | 128~192 | 164~271 |
|      | 평상변동범위<br>(‘02~‘06년) | 89~253  | 157~331 | 148~195 | 147~300 |

## 나. 환경방사능

### (1) 공기중의 방사능

2006년도 조사결과, 예년과 마찬가지로 모든 원자력발전소 주변 공기 중 미립자에서 원자력발전소에 유래하는 인공 감마방사선 방출 핵종이나 방사성 옥소는 검출되지 않았으며, 부지주변 공기 중 미립자의 평균 전베타방사능<sup>3)</sup>은 고리 0.135~2.31mBq/m<sup>3</sup>, 영광 0.112~3.19mBq/m<sup>3</sup>, 월성 0.152~2.33mBq/m<sup>3</sup> 그리고 울진 0.0900~2.09mBq/m<sup>3</sup>으로 각 원

2) 2006년 전국환경방사능조사, 48p, 한국원자력안전기술원 1 Gy = 1.21 Sv로 환산

(계산 예 : 1.00 mSv/y  $\times$  1 mGy/1.21 mSv  $\times$  1000  $\mu$ Gy/mGy  $\times$  1 년/4분기 = 206.6  $\mu$ Gy/분기)

3) 공기중미립자의 전베타방사능은 일주일간 연속해서 공기중의 미립자를 흡인 여과한 유리섬유 필터를 라돈계열의 자연붕괴를 위해 72시간 실온에서 방치한 후 계측함.

전의 비교지점 값인 부산대  $0.169\sim 1.69\text{mBq/m}^3$ , 고창  $0.121\sim 2.65\text{mBq/m}^3$ , 경주  $0.152\sim 1.95\text{mBq/m}^3$ , 삼척 공촌초교  $0.0341\sim 2.12\text{mBq/m}^3$ 와 비슷한 수준이다.

월성원자력발전소는 중수로 특성상 삼중수소배출이 경수로보다 다소 많으므로 다른 지역과 달리 공기 중 삼중수소를 분석하고 있다.

공기 중 삼중수소에 의한 주민선량은 농도가 가장 높은 폐기물저장고의  $30.5\text{Bq/m}^3$ 을 기준으로 호흡에 의한 선량을 평가할 때  $4.06\times 10^{-3}\text{mSv/yr}$ 이며, 이는 일반인에 대한 선량한도  $1\text{mSv/yr}$ 의 0.4%로 삼중수소 방사능으로 인한 환경영향은 미미한 수준이다. 공기 중  $^{14}\text{C}$ 는 월성원자력발전소 부지 주변 평균이  $0.284\text{Bq/g-C}$ 로서, 자연준위  $0.250\sim 0.260\text{Bq/g-C}^{4)}$ 와 유사한 수준이며 호흡에 의한  $^{14}\text{C}$  방사선량은  $2.37\times 10^{-6}\text{mSv/yr}$ 로 평가되며 일반인에 대한 선량한도  $1\text{mSv/yr}$ 의 0.0002%로 무시될 수 있는 양이다.

## (2) 육상 시료

표층토양에 대한 분석결과 인공방사성핵종인  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ 이 원자력발전소 주변과 비교지점 거의 모든 시료에서 검출되었다.  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 은 과거 대기권 핵실험 등의 영향으로 전국의 토양시료에서 지속적으로 검출되고 있으며 한국원자력안전기술원이 실시한 2006년도 전국 환경방사능 조사에서도 확인되고 있다.

2007년도에 모든 원전부지 내·외부 전 지점에서 검출된  $^{137}\text{Cs}$  최고 값은 영광군 법성과 고창군 고창읍 지점의  $20.1\text{Bq/kg-dry}$ 였다. 이는

4) 2006년 원자력이용시설 주변 방사선환경조사 및 평가보고서, 40p, 한국원자력안전기술원

한국원자력안전기술원이 2006년도에 전국 12개 지방방사능측정소 모니터링포스트 주변의 표층토양에 대해 측정한 결과인  $<^{51}0.703\sim 43.5\text{Bq/kg-dry}^{6)}$  범위 이내였다.

또한 검출된  $^{90}\text{Sr}$  최고값은 월성원전 부지 외부인 나산지점의  $1.52\text{Bq/kg-dry}$ 로 2006년도에 한국원자력안전기술원이 원전 주변지역에서 조사한 값인  $0.319\sim 1.869\text{Bq/kg-dry}^{7)}$  범위 이내였다.

육상 지표생물 중 솔잎에서도 핵실험 등의 영향으로  $^{90}\text{Sr}$ 이 검출되었으며 최고값은 울진원전 주변 나곡리 지점의  $3.96\text{Bq/kg-fresh}$ 로서 최근 5년간의 평상변동범위인  $<2.32\sim 8.42\text{Bq/kg-fresh}$  이내였다. 솔잎에서는 우주선에 의해 생성된  $^7\text{Be}$  등 천연방사성핵종이 추가 검출되었다. 육상의 곡류(보리 등), 채소(배추, 열무 등), 육류 등의 농산물과 지표수, 식수, 지하수에서는 원전에서 유래하는 인공방사성핵종의 검출이 없었으며, 일부 시료에서  $^{90}\text{Sr}$ 이 과거 핵실험 등의 영향으로 미량 검출되었다.

### (3) 육상 물시료

빗물에서 전베타방사능이 고리  $<0.0218\sim 0.0773\text{Bq/L}$ , 영광  $<0.0302\sim 0.287\text{Bq/L}$ , 월성  $0.0130\sim 0.314\text{Bq/L}$ , 울진  $<0.0103\sim 0.318\text{Bq/L}$ 로 검출되었는데, 이는 각 원전의 비교지점 값인 부산대  $<0.0210\sim 0.0654\text{Bq/L}$ , 광주  $<0.0167\sim 0.179\text{Bq/L}$ , 울산  $0.0510\sim 0.519\text{Bq/L}$ , 삼척 궁촌초교  $0.0110\sim 0.257\text{Bq/L}$ 과 유사하게 나타났다.

5) 계측기의 최소 검출가능 농도 이하

6) 2006년 전국환경방사능조사, 75p, 한국원자력안전기술원

7) 2006년 원자력이용시설 주변 방사선환경조사 및 평가보고서, 49p, 한국원자력안전기술원

삼중수소는 고리 <1.97~89.6Bq/L, 영광 <2.62~131Bq/L, 월성 1.73~2,915Bq/L, 울진 <1.06~9.62Bq/L로 검출되었는데, 이는 각 원전의 비교지점 값인 부산대 <1.96~3.61Bq/L, 광주 <2.60Bq/L, 울산 <1.11~6.17Bq/L, 삼척 궁촌초교 <1.31Bq/L보다 높게 나타났다. 농도가 특히 증가한 2,915Bq/L(월성원전 취수구 '07.12 검출)는 동 지역이 주 풍하 방향에 위치해 배출된 기체 방사성물질이 집중되었고 동 시기에 강우가 적어 수집된 빗물의 방사능 농도가 증가하였기 때문이며, 이 빗물을 직접 섭취한다고 보수적으로 가정하여 평가한 주민선량이  $1.03 \times 10^{-2}$  mSv/yr로서 일반인에 대한 선량한도 1mSv/yr의 1.03%여서 환경 영향은 미미한 수준이다. 빗물의 감마동위원소 분석결과 인공방사성 핵종은 모든 지점에서 최소검출가능농도 미만이었다.

#### (4) 해양시료

해수의 전베타 방사능은 고리 6.71~14.9Bq/L, 영광 4.31~14.0Bq/L, 월성 6.87~13.1Bq/L, 울진 5.88~11.4Bq/L로 검출되었는데 이는 각 부지의 비교지점 값인 송정 7.17~13.2Bq/L, 함평 4.70~10.8Bq/L, 구룡포 7.16~11.8Bq/L, 삼척 장호 7.22~11.4Bq/L와 유사하게 나타났다.  $^3\text{H}$ 는 고리 <1.67~3.11Bq/L, 영광 <2.82~76.3Bq/L, 월성 <1.32~105 Bq/L, 울진 <1.04~24.0 Bq/L로 검출되었다. 이는 각 부지의 비교지점 값인 송정 <1.69Bq/L, 함평 <2.59~6.47Bq/L, 구룡포 <1.32Bq/L, 삼척 장호 <1.06Bq/L보다 높게 나타났다. 월성원자력발전소의 최고치 105Bq/L은 과기부 고시 제2002-23호의 배출관리 기준치인 40,000Bq/L의 0.26%로 미미한 수준이다.

$^{137}\text{Cs}$ 은 거의 모든 해수시료에서 검출되었으며 농도 최고치는 영광원전 주변 취수구지점의  $3.39\text{mBq/L}$ 였다. 이는 비교지점인 함평의  $<2.45\sim 1.93\text{mBq/L}$ 보다는 약간 높으나, 최근 5년간 평상변동범위인  $<1.76\sim 3.90\text{mBq/L}$ 와 유사한 수준이다.

어·패류, 해조류, 해저퇴적물, 저서생물 등 해양시료에서 검출되는 핵종은 주로  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  이나, 과거 핵실험의 영향으로 나타나는 일반지역의 수준과 비슷하였다. 일부 원자력발전소 시료에서  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{131}\text{I}$ 이 소량 검출되었다.

해저퇴적물 중  $^{137}\text{Cs}$ 과  $^{90}\text{Sr}$ 은 표층토양에서와 마찬가지로 지구상 어디에서나 검출되고 있는 핵종으로 4개 원자력발전소 주변지역에서 고르게 검출되었는데  $^{137}\text{Cs}$  최고값은 월성원전 취수구 지점의  $2.28\text{Bq/kg-dry}$ 로 최근 5년간의 평상변동범위인  $0.793\sim 2.58\text{Bq/kg-dry}$ 이내였으며,  $^{90}\text{Sr}$  최고값은 울진원전 배수구지점의  $0.250\text{Bq/kg-dry}$ 로 최근 5년간의 평상변동범위인  $0.0968\sim 0.302\text{Bq/kg-dry}$  이내였다.

원전 가동에 기인하는 핵종인  $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 과  $^{58}\text{Co}$ 이 울진원전 배수구 패류(굴뱅이)에서 최고  $1.37\text{Bq/kg-fresh}$ ,  $0.192\text{Bq/kg-fresh}$ 가 검출되었고  $^{95}\text{Nb}$ 가 울진원전 해조류(모자반)에서 최고  $0.149\text{Bq/kg-fresh}$ 가 검출되었다. 이 해산물을 모두 섭취한다고 가정하여 주민선량을 평가하면  $7.26\times 10^{-5}\text{mSv/yr}$ 로 일반인에 대한 선량한도인  $1\text{mSv/yr}$ 의 0.01% 미만으로 환경에 미치는 영향은 미미하다고 할 수 있다.

고리원전 주변 해조류에서  $^{131}\text{I}$  방사능이 부지 주변에서 최고  $1.19\text{Bq/kg-fresh}$ , 비교지점인 송정에서 최고  $2.93\text{Bq/kg-fresh}$  검출되

었다.(’05년 하반기부터 지속 검출됨)  $^{131}\text{I}$  방사능 농도가 원전 주변보다 원거리인 송정지점에서 높게 나타나고 있고 2007년 중  $^{131}\text{I}$  (액체 방사성물질) 배출 실적이 없으며, 2006년 한국원자력안전기술원이 전국 120개 지점의 지표수 조사결과에서  $^{131}\text{I}$ 이 최고  $1.61\text{Bq/L}$ <sup>8)</sup>가 검출된 점을 고려할 때 원전운영과 무관한 것으로 판단된다.

#### (5) 방사성물질 배출에 의한 주민방사선량

방사성물질 배출에 의한 주민방사선량을 전산 프로그램을 사용하여 계산한 결과 <표4-22>와 같이 최고값은 고리원전부지 경계에서  $0.0151\text{mSv/yr}$ 로 일반인에 대한 선량한도  $1\text{mSv/yr}$ 의 1.51% 정도로 나타났다. 2007년 고리원전 주민선량이 2006년 평가값( $0.00664\text{mSv/yr}$ )보다 높게 나타난 것은 주민선량평가에 크게 기여하는 대기확산인자 값이 전년도에 비해 3배 이상 증가<sup>9)</sup>하였기 때문으로 판단된다.

<표 4-23> 부지별 주민선량

(단위 : mSv/yr)

| 원 전 | 고 리    | 영 광     | 월 성     | 울 진     |
|-----|--------|---------|---------|---------|
| 선 량 | 0.0151 | 0.00604 | 0.00579 | 0.00209 |

8) 2006년 전국환경방사능조사, 78p, 한국원자력안전기술원

9) 대기확산인자  $8.13 \times 10^{-6} \text{ sec/m}^3$  (2006년도)  $\rightarrow 2.97 \times 10^{-5} \text{ sec/m}^3$  (2007년도)

## 4. 결론 및 대책

2007년도에 측정된 공간집적선량과 공간선량률 등 원자력발전소 주변의 환경방사선량은 과거 또는 일반지역과 비교하여 유의할 만한 변화가 발견되지 않았고 자연방사선수준과 차이가 없었다. 환경시료중의 방사능은 과거 핵실험의 잔류 영향으로 검출되는  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ 이 예년과 마찬가지로 지속적으로 검출되고 있으나 그 양은 우리나라 전 국토에서 검출되는 수준 이하였다.

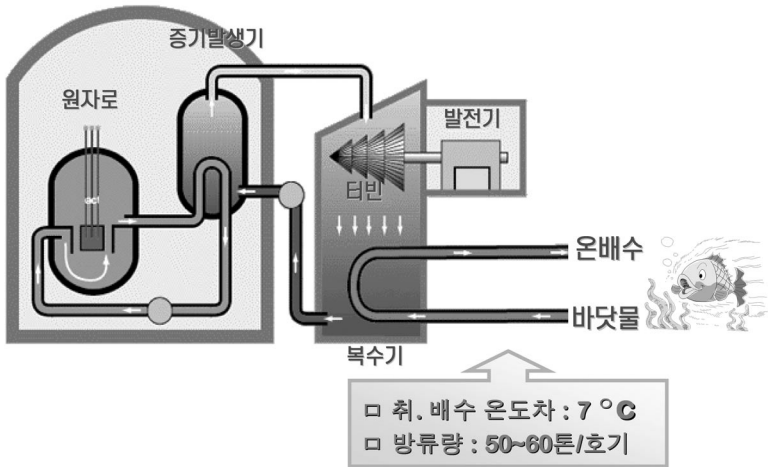
이와 같이 원자력발전소 주변환경의 방사선 수준은 충분히 안전한 것으로 평가되나, 지역주민과 국민이 보다 안심할 수 있도록 효율적인 환경방사선 감시체제 구축을 추진하고 있으며 기술개발을 통하여 보다 철저한 환경관리와 이에 대한 신뢰성을 확보해 나갈 것이다.

## 제4절 온배수 관리

### 1. 개요

발전소의 간접냉각수로 사용되는 해수는 복수기 전열관을 통과하면서 발전기를 회전시킨 수증기를 냉각·응축시켜 다시 물로 바꾸어 주는데 사용하며, 이때 사용된 해수는 취수할 때보다 수온이 약  $7^{\circ}\text{C}$  정도 상승되어 바다에 배출되며 이를 온배수(溫排水)라고 한다. 해역에 따라 차이는 있으나 일반적으로 배수구를 빠져나간 온배수는 자연해수와 혼합되거나 대기중으로 열을 발산시켜 곧 주위 바닷물의 온도와 같아진다. 국내에서 운전중인 원자력발전소는 냉각용수로 바닷물을 사용하며

100만 kW급의 발전소 1기에서 사용하는 해수의 양은 초당 약 50~60톤 정도이다.



〈그림 4-13〉 원자력발전소 온배수 순환도

## 2. 온배수의 영향

해양의 상태는 조류, 일조시간, 바람 등 자연적인 조건과 산업 및 생활 하수 등의 인공적인 영향으로 항상 변하고 있으므로 이에 대한 온배수만의 영향을 명확하게 규명하는 데는 현대 과학기술로는 상당한 어려움이 있다. 우리나라에서 자주 보도되고 있는 연안의 어패류 폐사, 어획량 감소, 해조류 양식 피해 등은 이와 같이 다양한 환경영향으로 인한 생태계 하부구조의 변동으로 인해 나타나는 경우가 대부분을 차지하고 있는 실정이다. 발전소 부근의 해수온도는 배수구 근처에서는 온배수로 인하여 다른 지점보다 다소 높지만 발전소에서 멀어질수록 조류 등에 의한

희석으로 주변 해수온도와 같아지게 된다.

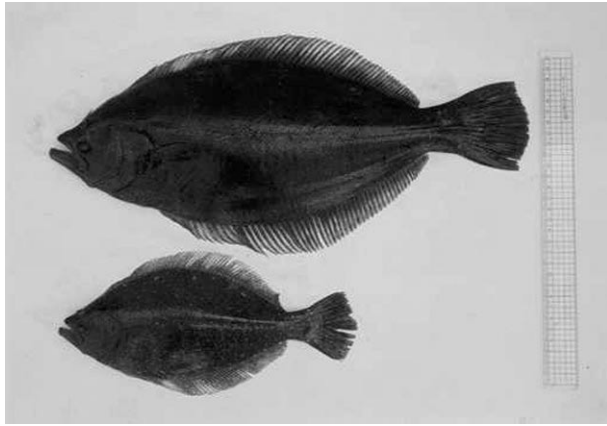
온배수는 해양생태계에 양면성을 갖고 있다. 지금까지 조사된 온배수 영향은 어류에 대해서는 더운 물을 좋아하는 종은 모여들고 찬물을 좋아하는 종은 이동하나 전반적으로 볼 때 상업적 가치를 가진 대부분의 어류는 친온성이며, 많은 어류가 배수구 부근에 모여드는 경향을 나타내고 있다.

그러나 배수구 인근 해역에서 서식하는 미역이나 김 등 저온성 해조류에 대해서는 다소 영향이 있어 이에 대한 피해조사를 하여 보상을 하고 있으며 더불어 온배수 영향 저감화 대책을 추진 중에 있다.

서양의 대부분 나라들은 연안 수산자원이 풍부하여 양식어업이 활성화 되어 있지 않으며 식생활 차이로 해조류, 조개 등 주요 피해조사 대상 수산물을 거의 섭취하지 않으므로 온배수와 관련된 피해조사 시행사례가 보고되어 있지 않다.

### 3. 온배수의 이용

온배수를 자원으로 재활용하는 사례는 수산생물 양식, 지역난방, 해수담수화, 온실난방 등이 있으며 특히 어류양식이 가장 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 어류의 성장과 수온의 관계에 대하여 연구된 바에 따르면 일반적으로 수온이 적당히 상승할 경우에는 ①성장이 좋아지고, ②산란시기가 빨라지며, ③魚卵이 부화하는데 필요한 시간이 단축되는 등 성장·성숙에 효과가 있는 것으로 알려져 있다.



〈그림 4-14〉 온배수(위)/자연해수(아래)에서 월동한 넙치 비교

우리나라에서 현재 활발히 양식하고 있는 어류는 대부분 온수성 어종이기 때문에 11월부터 이듬해 4월까지의 수온이 낮아서 자연해수로는 양식이 불가능하다. 그러나 발전소의 온배수를 이용할 경우 겨울철에도 어류를 성장시킬 수 있을 뿐 아니라 봄, 가을철에도 여름철에 버금가는 성장을 기대할 수 있다.

이와 더불어 온배수를 어류의 종묘배양에 이용할 경우 자연상태보다 2개월 이상 빨리 종묘를 생산할 수 있어 그 효과가 매우 크다.

발전소 온배수를 어류양식에 활용하기 위한 연구는 50년대부터 일본, 미국, 독일 등 선진국에서 시작되었으며 70년대부터 실용화하기 시작하였다. 일본은 후쿠시마, 다카하마 등 7개 원전을 포함한 20개 발전소에서 기업규모의 양식을 하고 있으며, 특히 후쿠시마현의 경우 지자체 산하의 재배어업센타와 수산종묘연구소가 넙치, 돔, 전복, 성게 등 다양한 품종의 종묘를 생산하여 양성시키고 있다. 미국은 22개 발전소에서

양식사업을 하고 있으며, 캐나다는 피커링원전 인근 양식장에서 송어를 양식하고 있는데 생산량의 40% 가량을 미국으로 수출하고 있다. 이외에도 영국, 프랑스, 독일 등 20여 개국에서 산업화를 서두르고 있다.

우리나라에서 발전소 온배수를 수산업에 이용한 것은 국립수산진흥원에서 1964년도에 진주조개를 부산화력발전소의 배수구에서 월동시킨 것이 효시라고 볼 수 있으며, 1984년에는 한국해양연구소에서 삼천포화력발전소 온배수를 이용하여 진주조개, 참돔 및 방어의 월동 및 사육실험을 실시하였다.

본격적인 양식사업은 1988년 4월 보령화력발전소 구내에 종묘생산시설을 갖추고 나서부터 시작되었으며, 발전소 온배수를 이용하여 고급 어류의 월동, 인공부화, 종묘생산 등의 각종 시험을 성공리에 마친 후 생산된 종묘를 발전소 인근 주민들에게 분양 및 연안에 방류하였다.

원자력발전소로서는 영광원전에 2,600㎡의 부지에 양식동과 부대시설을 갖춘 연간 성어 17톤 생산규모의 온배수양식장이 1995년 건설되어 넙치, 우럭 치어를 입식하여 시험 양식한 결과 자연상태보다 약 2~4배 빠르게 성장함을 확인하였다.

월성원전은 1998년 5,290㎡의 부지에 종묘배양과 성어양식을 동시에 할 수 있는 시설을 준공, 2년간의 한국해양연구원 시험양식을 거쳐 넙치, 참돔, 황복, 전복 등 고급 어패류 10여종을 성공적으로 양식하고 있다.



〈그림 4-15〉 월성원자력 온배수이용 양식장

온배수를 이용한 어패류 시험양식 기간 중에도 주기적으로 양식장 해수 및 어류시료를 채취하여 전문기관의 분석을 거침으로서 방사능으로부터 안전함을 확인하고 있으며, 어류 감정평가 결과 육질과 성장도에 서 최우수 등급 판정을 받은 바 있다.

또한 우리회사에서는 1997년부터 2007년 까지 매년 온배수를 이용한 치어와 치패를 발전소 주변해역에 방류하고 있으며, 현재까지 어류 480만마리, 전복 60톤, 대하 1,700백만마리, 백합 16톤 등의 해역 특성에 알맞은 품종을 방류하여 어족자원 증식사업을 지속적으로 시행하고 있다.



〈그림 4-16〉 영광원전 온배수이용 양식어류 방류행사

아울러 수산업의 국제경쟁력 강화를 위하여 정부에서는 경남 통영해역을 시범해역으로 선정하여 환경친화적 목장화사업을 추진하고 있으며 해중림 조성, 건강종묘 대량생산 등 관련기술 축적 후 전국 연안까지 확대를 계획하고 있다. 우리회사에서도 한국해양연구원과 함께 『해양목장화 기반기술 연구('96~'99)』를 실시하였고 앞으로 정부에서 주도하는 연안 해양목장화 현장적용기술이 확립되고 복합형 해양목장단지 연구가 완료되면 발전소의 온배수는 제2의 자원으로 각광받을 수 있을 것으로 기대한다.

#### 4. 온배수 민원대책

원자력발전소 건설 및 운영에 따른 지역주민의 경제적 혜택에 대한 기대심리와 원전주변지역 개발 요구, 원전 안전성에 대한 불안감 등이 민원발생의 배경이 되고 있다.

최근에는 발전소 온배수에 의한 어업 피해가 확인되면서 원전주변 어민들의 어획고 감소에 상응하는 피해보상 요구 민원이 증가하고 있다. 1980년에서 2007년까지 원전 온배수 피해보상과 관련된 민원은 총 34건이며, 2007년말 현재 23건을 조치완료 하였고 11건이 진행 중에 있다.

〈표 4-24〉 원전 온배수 피해보상 민원현황(1980~2007)

(단위 : 건)

| 구 분   | 총 발생건수 | 조 치 완 료 | 진 행 중 |
|-------|--------|---------|-------|
| 고리원자력 | 7      | 5       | 2     |
| 영광원자력 | 18     | 11      | 7     |
| 월성원자력 | 5      | 4       | 1     |
| 울진원자력 | 4      | 3       | 1     |
| 계     | 34     | 23      | 11    |

민원에 대한 해소방안으로 객관적이고 합리적인 요구사항을 전향적인 자세로 해결하는데 최선을 다하며, 무리한 요구는 주민을 이해시키고 설득하는데 주안점을 두고 있다. 또한 발전소주변지역지원에관한법을 개정과 함께 지역지원사업의 확대시행으로 원전 주변지역을 잘사는 마을로 만들어서 주민들의 피해의식과 보상심리를 근원적으로 해소함으로써 민원발생 요인을 없애도록 노력하고 있다.

이와는 별개로 원자력발전소 직원 채용시 해당지역 주민에게 가점을 부여하여 고용기회를 확대하고, 원자력발전소 온배수를 이용하여 양식한 어류와 지역특성을 고려한 어패류를 인근해역에 방류함으로써 어민 소득증대에도 기여하고 있다.

그 외에 환경안전에 대한 국민들의 신뢰제고를 통해 민원소지를 근본적으로 없애고자 환경친화형 원전운영을 목표로 민간환경감시기구 운영, 원전주변 기형가축 데이터베이스화, 해양환경조사 개선, 환경감시 설비 보강 등 각종 환경친화 사업을 추진하고 있다. 아울러 원전에 대한 홍보활동을 강화하고 지방자치단체 및 주민과 지속적인 대화로 이해기반을 조성하여 상호 협력관계를 유지하고자 한다.



## 제5편 연구개발

>>> 제1장 원자력 중·장기 연구개발 개요

>>> 제2장 원자력발전기술개발사업

>>> 제3장 원자력연구개발사업



## 제1장 원자력 중·장기 연구개발 개요

한국수력원자력(주) 원자력정책처 원자력기술팀장 허성철

정부주도의 원자력분야 중·장기 연구개발은 2가지 추진체제로 구분되어 있다. 산업자원부(현 지식경제부)가 주관하여 실용·응용 연구에 중점을 두고 추진하는 「원자력발전기술개발사업(2007~2015)」이 있고, 다른 하나는 과학기술부(현 교육과학기술부)가 주관하여 기초·기반 연구에 중점을 두고 추진하는 「제3차 원자력연구개발 중·장기계획(2007~2016)」이 있다.

21세기 초 원자력 과학기술 선진국 진입과 원자력 핵심기술 확보를 통한 국가 에너지 자립기반 구축을 목표로 추진한 「원자력 연구개발 중·장기 개발계획(1992~2001)」은 1992년부터 1996년까지 정부 주도(과학기술부) 및 산업체 주도(한전) 과제로 나뉘어 연구개발이 추진되어 왔다.

이에 정부에서는 1997년 「원자력 연구개발 중·장기개발계획」을 특정 연구개발사업에서 분리 추진하여, 정부 주도 연구계획을 개편한 「21세기를 향한 연구개발 중·장기계획(1997~2006)」 및 산업체 주도 연구계획을 개편한 「원전기술고도화사업계획(1999~2006)」을 수립함으로써 지금의 국내 원자력 연구개발 추진체계를 갖추게 되었다.

그러나 대내외적인 원전 기술개발 환경변화에 대응하고 원전수출의 걸림돌이었던 핵심기술의 원천 소유권 확보 등 원전기술의 해외진출을 겨냥한 기반기술을 구축하고 선진 4위권 수준의 원전기술 확보를 위하

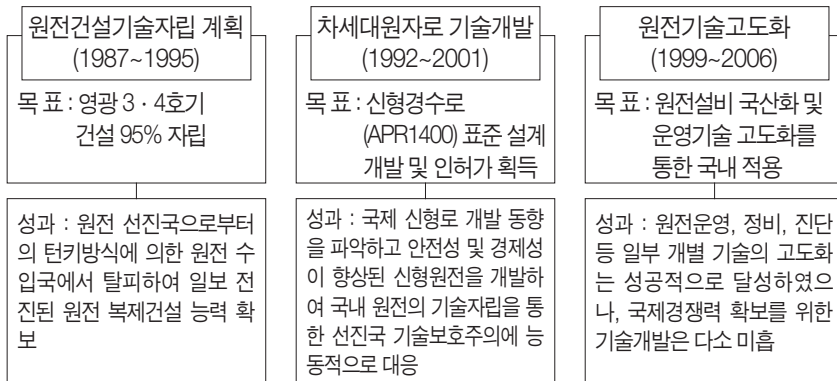
여 기존의 연구개발 체계를 재정립할 필요성이 제기되어, 제254차 원자력위원회(2007. 1)에서는 2007년부터 2011년까지 5년간 우리나라 원자력 비전과 정책 목표 등을 담은 「제3차 원자력진흥종합계획」이 심의·의결되었다. 2006년 12월 원전기술고도화사업이 종료됨에 따라 산업자원부(현 지식경제부) 주관으로 원자력진흥종합계획과 연계한 원자력산업 진흥부문의 중장기 계획인 「원전기술발전방안(Nu-Tech 2015)」을 수립하였고, 원전기술고도화사업의 후속사업인 「원자력발전 기술개발사업(2007~2015)」이 추진 중에 있다.

정부주도의 원자력분야 중·장기 연구개발과는 별도로 한수원(주)에서는 전력산업의 경쟁체제 도입과 원자력기술환경 변화에 능동적으로 대처하고 체계적인 기술개발을 위해 자체적인 「제2차 중·장기 기술발전계획」을 수립(2006. 6)하여 추진하고 있으며, 회사 경영목표 달성 및 기술경쟁력 강화를 위한 전략기술개발과 현안 기술적인 문제점 해결과 현장 직원의 기술능력 향상을 위한 현안기술개발로 구분하여 연구개발을 추진하고 있다. 한수원(주) 「제2차 중·장기 기술발전계획」의 주요 내용은 APR1400 건설·운영 기술개발 등 7대 신성장 동력과제를 선정하여 중점 추진하고, 성과중심의 선진 연구개발 체계 구축, 미전력연구소(EPRI) 원자력분야 Full Membership 가입을 통한 국제공동연구 추진 등을 위해 중장기적으로 연구개발 투자를 점진적으로 확대(매출액 대비 5.5~6.0%)해 나가는 등의 기술개발을 추진하고, 2006년부터 2015년까지 10년간 총 3조 6,900억원의 연구개발 투자를 하게 되며, 이 중 순수한 연구과제비는 약 9,000억원이 소요될 것으로 전망된다.

## 제2장 원자력발전기술개발사업

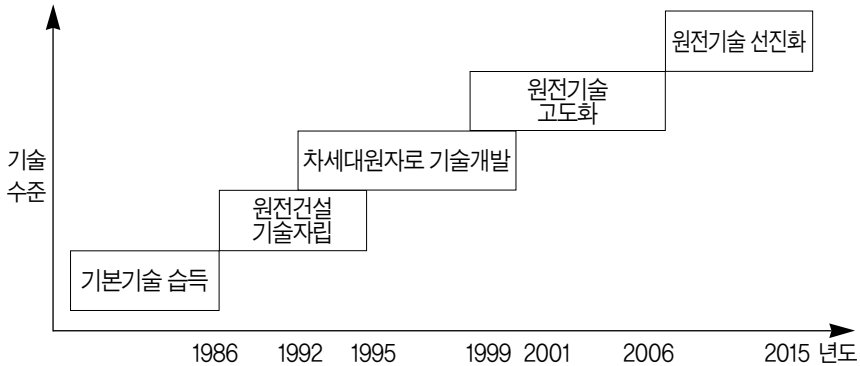
### 제1절 원자력발전기술개발사업 추진 배경

국내 원전기술 개발은 1978년 고리 1호기의 턴키(Turnkey)방식으로 건설을 시작하여 원전건설 및 운영기술을 습득하는 단계를 거쳐 영광 3·4호기부터 사업자 주도의 건설사업으로 1995년 한국표준형원전 복제건설기술 95% 자립을 달성하였으며, 신고리 3·4호기에 적용될 신형원자로(APR1400) 기술개발(1992~2001) 이후 원전설비의 국산화, 운영기술의 고도화 및 국내적용 등을 목표로 원전기술 고도화(1단계 : 1999~2002, 2단계 : 2003~2006)를 추진하였다.



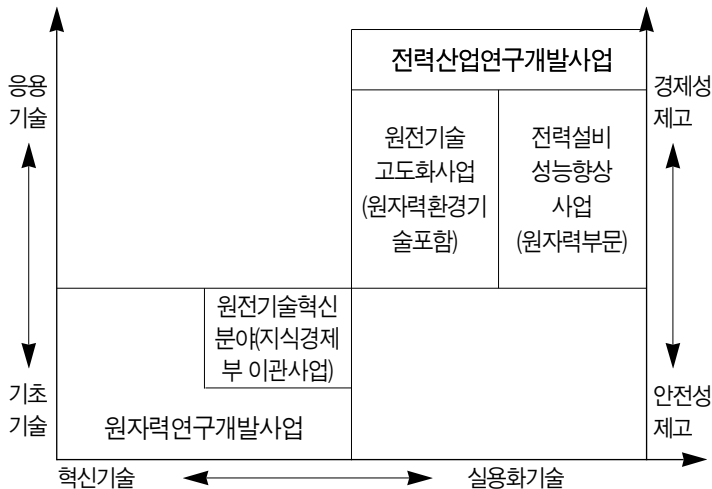
〈그림 5-1〉 원전 기술개발 단계

2007년부터 2015년까지 중장기적으로 원전기술고도화 단계에서 습득한 기술을 바탕으로 핵심기술의 원천 소유권 확보 등 원전기술의 해외진출을 겨냥한 기반기술 구축과 선진국 수준의 운영기술 확보를 위한 원전기술 선진화 사업이 추진 중에 있다.



〈그림 5-2〉 원전 기술의 발달 과정

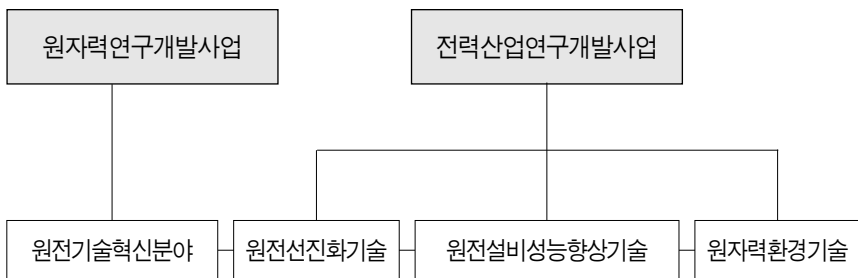
그 동안 원자력발전분야의 연구개발사업은 원전기술고도화사업, 전력설비성능 향상 원자력부문 사업 및 원전기술혁신분야 기술개발사업 등으로 구분하여 원전기술의 선진화를 위한 기반구축 기술개발에 중점을 두고 추진되어 왔으며, 원자력산업 진흥을 위한 원전설계, 건설, 운영 등 원전기술의 실용화와 연관된 기술개발에 주력해 왔다.



〈그림 5-3〉 지식경제부 주관 원전기술개발사업 구분 및 성격

2004년말 산업자원부(현 지식경제부)로 집행기능이 이관된 원전기술혁신분야는 원자력 연구개발사업 중 원전에 직접 적용되는 안전성 관련기술이나 혁신기술 개발로 기초분야와 실용화의 중간단계 기술을 개발하여 궁극적으로 원전에 적용하는 기술을 개발하고 있다.

원전 방사성폐기물처리 및 신공정 기술, 유리화처리기술, 사용후연료 관리 등 방사성폐기물 처리 최적화기술과 방사선량 평가 및 저감 신기술 등은 원전기술고도화사업에 포함되어 추진되었으나, 국제환경규제의 효율적 대응 등 원자력산업의 지속성장을 위한 국내·외 환경변화에 따라 환경친화적 에너지원의 역할 증대를 감안하여 2007년부터 에너지와 환경분야의 조화에 중점을 둔 ‘원자력환경기술개발사업’을 별도로 운영하고 있다.



〈그림 5-4〉 지식경제부 주관 원전기술개발사업 사업구도

## 제2절 추진 근거 및 목표

### 1. 추진 근거

원자력발전기술개발사업계획은 원자력법 제8조의2(원자력진흥종합계획의 수립)에 의거, 제247차 원자력위원회(1997. 6)에서 의결된 「원자력진흥종합계획」 중 「원자력산업 육성 및 진흥」 부문계획과 전기사업법 제47조(전력산업기반조성계획) ②항의 2호(전력산업관련 연구개발사업에 관한 사항 등)에 근거하고 있다.

### 2. 추진 목표

국내 원자력산업의 지속성장과 환경변화를 고려하여 국내 원전기술의 중장기적 발전방안 수립을 위한 산업자원부(현 지식경제부)의 기본계획(Nu-Tech 2015)에 따라 세부 추진방안이 마련되었다.

- 원자력기술개발체계의 효율성 및 통합성을 통한 기술개발의 시너지 효과 극대화 추구
- 원전관련 기술개발사업이 원전기술고도화, 전력설비성능향상 및 원전기술혁신분야 사업 등으로 분산 추진되어 효율적 통합추진의 필요성이 대두
- 국가적·정책적으로 필요한 핵심전략 원전기술 확보를 위해 목표지향적이고 성과중심의 하향(Top-down) 방식 위주로 기술개발을 적극 추진

- 정부의 「연구개발성과평가법」시행(2006. 3)에 따른 산업자원부(현 지식경제부) 주관 원자력 연구개발에 대한 자체평가 체계 구축 필요

이와 같은 원전 기술개발 환경변화를 반영하여 2015년까지의 원자력 발전 중장기 연구개발 로드맵을 제시하고, 중점 추진사업 및 기술을 도출하여 성과중심 및 목표지향적인 기술개발로 2015년 선진 4위권 수준의 원전기술 확보를 위한 원전기술발전방안(Nu-Tech 2015)을 수립하여 시행하고 있다.

## 제3절 사업추진체계

### 1. 연구개발 관리체계

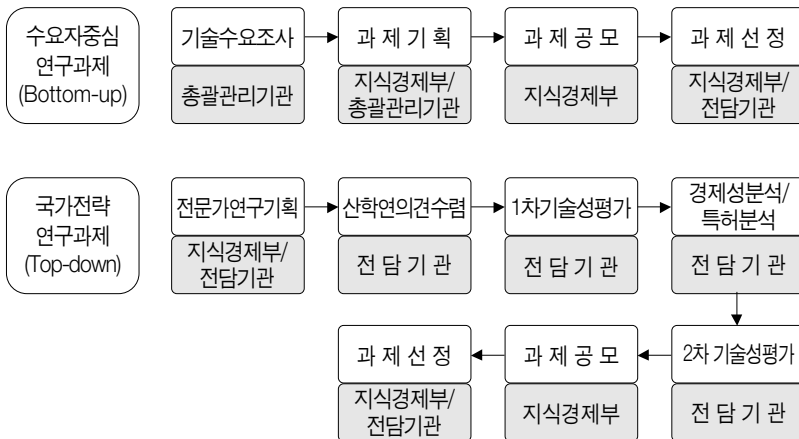
원전기술발전방안(Nu-Tech 2015)은 정부 예산(전력산업기반기금 및 원자력연구개발기금)으로 운영되는 실행계획으로 사업계획 및 성과평가에 대한 최종 결정은 정부(지식경제부)가 주도하고 있으며, 본 연구개발사업의 특성상 사업계획의 신뢰성 및 성과활용의 극대화를 위하여 한수원(주)이 총괄관리기관으로 정부의 사업관리를 지원하며 기술 수요조사 및 과제관리를 강화하였다.



〈그림 5-5〉 추진과제

## 2. 과제 발굴 및 선정

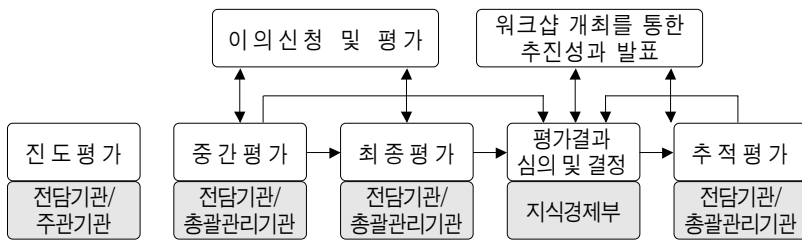
그림과 같이 과제를 발굴, 기획하며, 전력산업연구개발사업 관련규정에 의거 산·학·연으로 구성된 선정위원회에서 과제를 최종 선정한다.



〈그림 5-6〉 과제 선정 및 수행 절차

### 3. 과제 평가

그림과 같이 수요자중심 연구과제(Bottom-up)의 경우 주관기관이 자체적으로 진도평가를 통해 과제성과를 관리하고, 전담기관·총괄관리기관은 개별사업 기획시 설정된 단계마다 중간평가를 수행하여 과제 수행 계속여부 및 방향조정 등을 결정하며, 중간평가는 발표평가, 현장평가 등 다원적 종합평가로 객관적, 성과 중심의 정성적 평가를 실시한다. 최종평가는 중간평가에서 수행되었던 정성적 평가뿐만 아니라 경제적 효과 및 특허, 실용화 등의 정량적 평가도 같이 수행하며, 개발 성과 확산을 위해 워크숍을 개최하여 추진성과를 발표한다. 과제 종료 이후에도 연도별로 경제적 효과 및 실적 등을 추적하여 평가하고 우수한 성과를 획득한 과제의 경우 향후 과제선정 등에 반영한다.



〈그림 5-7〉 과제 평가 절차

## 제4절 투자규모 및 추진대상기술

### 1. 투자계획(안)

2015년까지 전력산업연구개발사업의 원자력발전기술개발사업(전

력산업기반기금)은 연평균 8.7% 증액, 원자력연구개발사업의 원전기술혁신분야(원자력연구개발기금)는 연평균 4.3% 증액하여 총 8,216억원을 투자, 기술개발을 추진할 예정이다.

〈표 5-1〉 투자계획

(단위 : 억원)

| 구 분                 | '07년 | '08년 | '09년 | '10년 | '11년 | '12년 | '13년  | '14년  | '15년  | 총계    |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 원자력<br>발전기술<br>개발사업 | 508  | 554  | 602  | 648  | 718  | 789  | 856   | 928   | 989   | 6,592 |
| 원전기술<br>혁신분야        | 160  | 160  | 160  | 160  | 162  | 180  | 204   | 214   | 224   | 1,624 |
| 계                   | 668  | 714  | 762  | 808  | 880  | 969  | 1,060 | 1,142 | 1,213 | 8,216 |

※ 민간부담금(Matching-Fund)은 불포함

## 2. 추진 대상기술

국내 원전 기술수준 분석결과를 토대로 핵심기술의 원천 소유권 확보 등 원전기술의 해외진출에 필수적인 기술개발과 선진국 수준의 원전운영기술 확보를 위한 기술개발을 대별하여 추진하며, 이와 함께 원전 지속성 보장을 위한 친환경 기술개발을 병행하여 체계적으로 추진

### 가. 원전 국제 경쟁력 제고 핵심기술 개발 분야

- (1) APR1400 후속 원전 개발
- (2) 해외진출 핵심기술 개발
- (3) 핵심기기 고유브랜드 확보 기술개발

#### 나. 선진국 수준 원전 운영기술 개발 분야

- (1) 가동원전 성능향상 기술개발
- (2) 장기운전 신뢰도 향상 기술개발
- (3) 원전연료 신뢰도 제고 기술개발

#### 다. 원전 지속성 보장 친환경기술개발 분야

- (1) 사용후연료 장기관리 기반구축기술 개발
- (2) 방사성폐기물처분장 운영기술 개발
- (3) 원자력시설 방사선 안전관리 선진화기술 개발

### 3. 추진전략

가. 단순한 현장개선 위주의 기술개발에서 탈피하여, 원전 기술의 해외시장 진출 등 국제 경쟁력 확보를 위한 기술개발을 중장기적으로 추진

나. 중장기적인 주력사업을 대상으로 중점전략 프로그램을 설정하여 집중 지원

- (1) 기술분야별 중장기적인 주력사업 선정 및 이에 대한 중점기술 도출
- (2) 중점전략 프로그램에 의해 기술분야별 도출된 기술지도(TRM)를 근간으로 사업목표 대비 성과목표 제시
- (3) 국가차원에서 확보해야 할 전략기술을 하향방식(Top-down)으로 효과적으로 선택하여 단기적 지원보다 장기적으

로 종자돈(Seed Money)을 꾸준히 지원

다. 실용화를 위한 연구개발 성과 활용성 제고

- (1) 실용화를 고려한 기술 Needs의 도출 및 연구개발성과 활용성 제고 등 전문기관의 축적된 기술역량을 활용
- (2) 중점전략 프로그램 중심으로 핵심·원천기술개발에 산·학·연 협력체계를 유지토록 하고, 최종 활용성 제고를 위하여 필요시 인허가 지원체계를 함께 구축

라. 연구개발성과의 활용도 제고 및 시너지 효과의 극대화를 위하여 산·학·연 협력체계를 강화하며, 공동(협력)연구를 확대 추진

- (1) 연구개발주체들의 명확한 역할분담과 긴밀한 협력체계의 구축을 위하여 네트워크형 사업수행 및 과제별 특성에 따라 역할을 차별화
- (2) 기획단계에서 원자력 전문기관별 확보기술 및 기술역량 등을 고려하여 산·학·연 간의 역할분담 명확화를 통한 체계적인 기술개발
- (3) 원천기술 분야의 전략적 제휴가 가능한 국제공동연구 추진 등 축적된 기술역량을 적극 활용하여 기술개발의 기반 마련

## 제3장 원자력연구개발사업

### 제1절 추진배경

21세기 초 원자력기술 선진국 진입을 목표로 원자력 핵심기술 자립 및 원전기술 해외수출기반 확충, 원자력산업 경쟁력 제고 및 국민 삶의 질 향상에 기여하고자 과학기술부(현 교육과학기술부)가 주관하여 추진하는 「원자력연구개발 중·장기계획」은 1992년 6월 연구개발 사업을 착수한 이래 1995년 원자력법에 원자력연구개발사업 수립 근거가 마련됨으로써 1996년부터 특정 연구개발사업에서 분리, 추진되고 있다.

한편, 1996년말 원자력연구소에서 수행하던 방사성폐기물 관리사업, 원자로계통 및 원전연료개발사업이 실수요자인 산업체로 이관됨에 따라 21세기를 향한 「원자력 연구개발 중·장기계획」으로 확대 개편되었고, 1999년 2월에는 원자력 연구개발을 수요 지향적이고 공개 경쟁적으로 개편하기 위하여 보완·기획한 「원자력연구개발 중·장기 수정계획」을 확정된 바 있다.

또한, 2004년 7월에는 국가 R&D 수행체계를 개편하는 『국가혁신체제 정립을 위한 과학기술부 개편방안』에 따라 교육과학기술부 주관으로 추진 중인 원자력중장기계획사업중 산업체 실용화 가능성이 높은 ‘원전기술혁신분야’의 집행기능을 지식경제부로 이관하여 수행하고 있다.

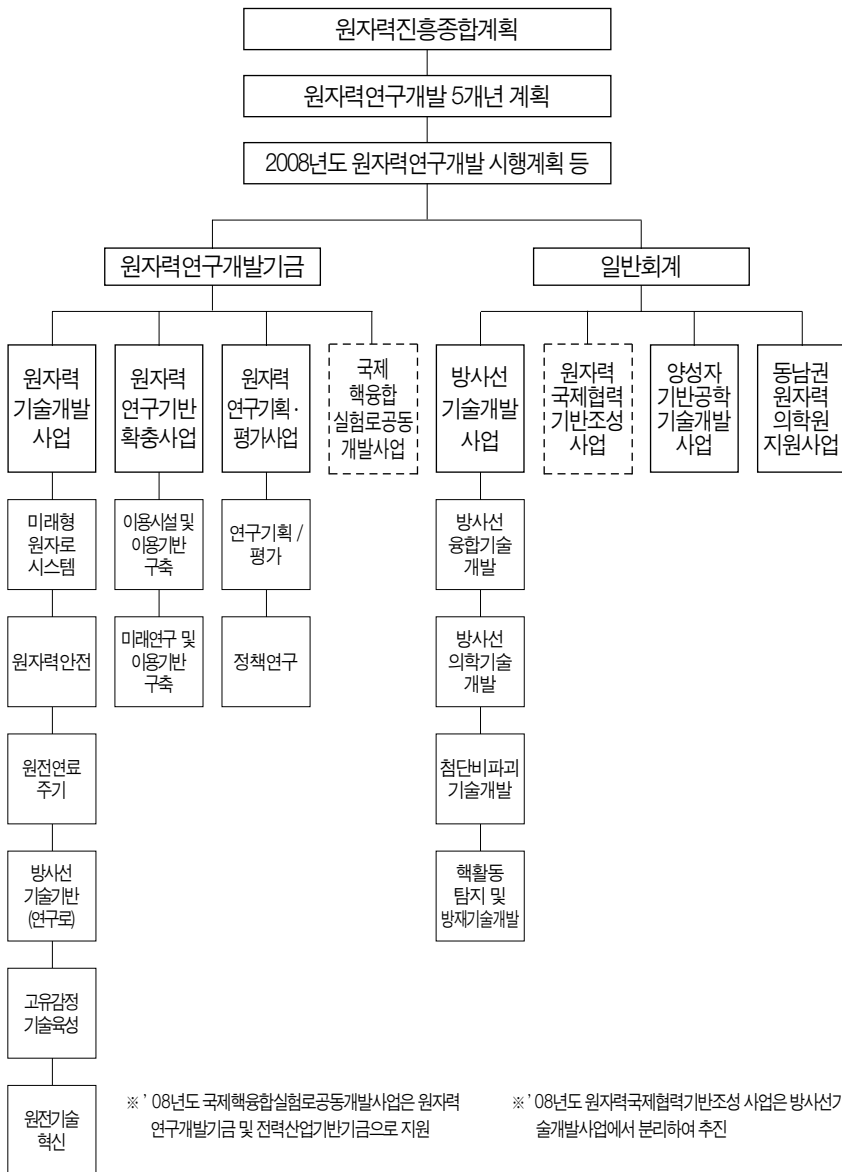
## 제2절 추진근거 및 체계

### 1. 추진 근거

원자력법 제8조의2(원자력진흥종합계획의 수립) 및 제9조의2(원자력연구개발 사업의 추진)

### 2. 추진 체계

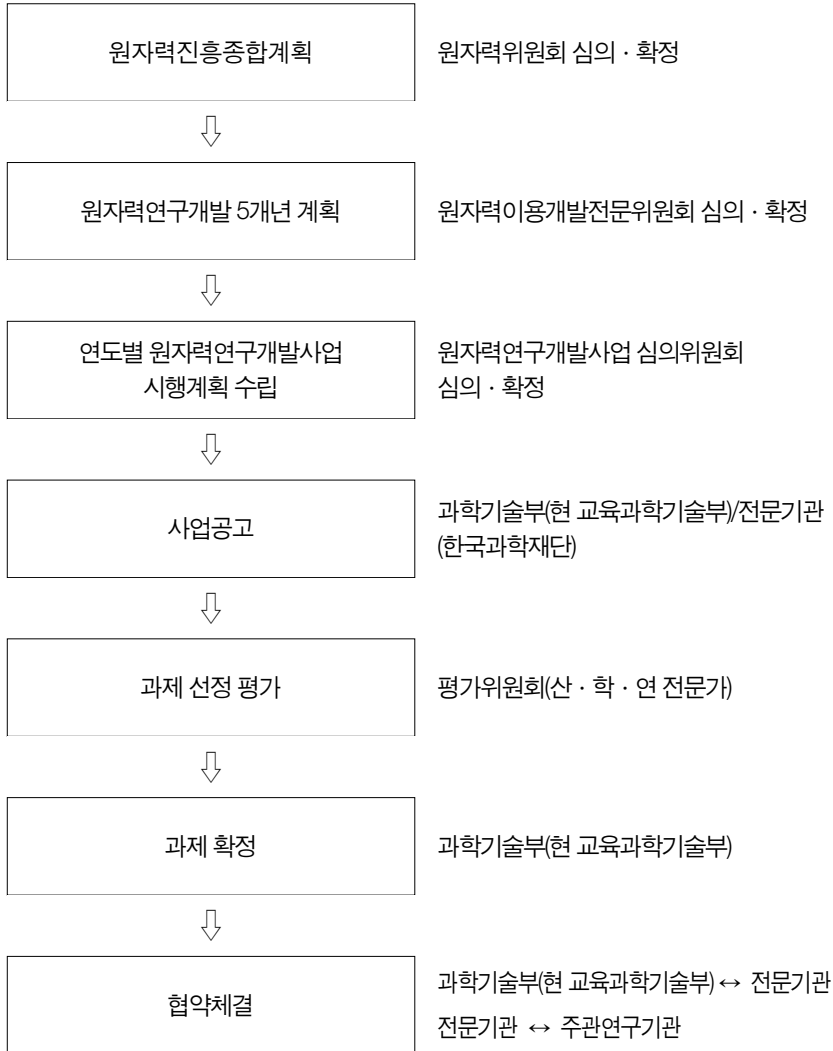
원자력 기초, 기반기술의 효율적인 개발 및 연구결과 활용을 위해, 정부계획으로 추진하며, 원자력연구개발사업 분류는 <그림5-8>과 같다



〈그림 5-8〉 사업 분류

### 제3절 추진절차

원자력 연구개발사업 과제선정 및 수행절차는 <그림5-9>와 같다.



<그림 5-9> 원자력 연구개발사업 과제선정 및 수행절차

## 제4절 2008년 추진계획 및 2007년 실적

### 1. 2008년 추진계획

#### 가. 중점추진 방향

##### (1) 안정적 에너지 공급을 위한 미래 원자력 핵심기술개발

- 제4세대 원자력시스템(Gen-IV) 핵심기술 확보를 위한 소듐냉각고속로(SFR), 초고온가스로(VHTR) 전략적 추진
- 세계원자력에너지파트너십(GNEP<sup>1)</sup>) 참여를 통한 핵비확산성 원전연료주기 기반기술 확보
- 고준위폐기물 처리·처분을 위한 지하연구시설(KURT) 및 관련 시설·장비 확보

##### (2) 국제핵융합실험로(ITER) 공동개발

- 국제 공동으로 핵융합에너지 상용화를 위한 핵심기술을 개발하여 미래 핵융합발전소 건설·운영에 필요한 원천기술 확보
  - 국내 강점분야 및 핵융합발전을 위한 핵심기술인 ITER 조달 품목을 제작하고 핵융합 연료주기기술 등 상용화기술 개발
- 전문인력 파견 등 ITER 기구 운영에 참여하여 핵융합에너지 상용화를 위한 고급 전문인력 양성
- ITER 사업의 성공적 수행을 위한 종합사업관리시스템 구축·운영 등 국내기반 구축

---

1) GNEP(Global Nuclear Energy Partnership) : 미국이 구상한 핵확산저항성 원자력이용 개발 국제협력 프로그램인 국제원자력파트너십

(3) 삶의 질 향상을 위한 방사선기술 이용 영역 확대

- 방사선융합 생물공학기술, 비파괴검사 신뢰도 향상기술 개발 등의 중점 지원으로 식품·환경 및 첨단산업 분야 적용을 통한 신산업 창출
- 난치성 질환의 조기진단 및 치료율 향상에 기여도가 큰 영상·핵의학 연구 중점 지원
- 첨단 의료용가속기, 방사선영상진단·치료기기 등 고부가가치 방사선 기기 개발

(4) 국민 체감안전 증진을 위한 종합적 안전성 평가·검증체계 구축

- 원전안전성 평가·검증·성능 기반기술 선진화와 가동중원전 핵심안전현안 해결을 위한 국제수준의 기술역량 확보
- 수요중심의 선진안전관리체계 구축을 통한 사전 예방적 원자력 안전관리기술 최고 수준 유지
- 원전기술혁신 및 원자력안전 국제경쟁력 제고를 위한 디지털, IT 기술의 원전적용 확대

(5) 고부가가치 핵심기술 확보를 통한 원자력기술 수출 촉진

- 원자력 기술수출지원단(2007년 발족)을 통해 원자력기술 수출 지원
  - FTA 등 새로운 국제 기술개발 환경에 전략적 대응, 법률적 자문 등 원자력기술 수출에 필요한 대외협력 강화 및 수출촉진 방안 마련

- 원자력기술 수출 장애요인 극복을 위한 핵심원천기술 개발
- 고유강점을 지닌 사이클로트론 및 전자선 가속기 등의 세계적인  
유망브랜드로 육성
  - 수출 대상 국가별 맞춤형 수출전략 수립 · 추진

#### (6) 미래 원자력 기술혁신 핵심인재 양성 및 전주기적 활용

- 미래핵심인재 · 집단의 집중 육성 및 질적 고도화 기반 마련
  - 원자력장학생, 미래 신진연구자 발굴 및 창의적 연구역량확충  
지원(3N 연구자) 등
  - 퇴직 전문인력 등을 「원자력 협력 Doctor」, 「원자력 안전  
Doctor」 등으로 활용
- 산 · 학 · 연 교환 근무제의 도입을 통한 인력교류 활성화 촉진

#### (7) 원자력 원천기술력 확충

- 원자력기초공동연구소(BAERI<sup>2)</sup>)의 실질적 지원을 통해 학제간  
공동연구 활성화
  - 국제 경쟁력 있는 로물리, 안전해석 분야 등 검토 지원
- 방사선 클러스터 구축을 위한 권역별 사이클로트론 연구소  
(CRC<sup>3)</sup>)
- 하나로 등 대형연구시설 공동이용 및 핵심기초 연구개발에 대한  
지속 지원을 통해 원자력연구개발의 저변 확대 및 활성화

---

2) BAERI (Basic Atomic Energy Research Institute) : 원자력기초연구 공동 수행 등을 위해 대학 등에 설립한 기초공동연구소

3) CRC (Cyclotron Research Center) : 사이클로트론 가속기를 이용하는 연구센터

- 연구로, 전자빔, 사이클로트론 등을 이용한 바이오 및 나노 분야  
최첨단 장비 구축 지원

## 나. 예산 배분계획

- 2008년도 투자규모는 2,454억원('07년도 2,063억원, 19% 증액)
  - 원자력연구개발기금 : 1,898억원('07년도 1,694억원)
  - 일반회계 : 556억원('07년도 369억원)

〈표 5-2〉 연구비 지원현황

(단위 : 백만원)

| 재 원                   | 사 업 명            | '07 실적  | '08 계획  | 증감      | %     | 비고        |
|-----------------------|------------------|---------|---------|---------|-------|-----------|
| 원자력<br>연구<br>개발<br>기금 | 원자력기술개발사업        | 144,000 | 133,900 | △10,100 | △7.0  |           |
|                       | - 미래형원자로시스템      | 21,700  | 22,300  | 600     | 2.8   |           |
|                       | - 원자력안전          | 29,890  | 29,500  | △390    | △1.3  |           |
|                       | - 원전연료주기         | 26,990  | 28,800  | 1,810   | 6.7   |           |
|                       | - 방사선기반기술(연구로)   | 27,400  | 13,200  | △14,200 | △51.8 |           |
|                       | - 고유강접기술육성       | 22,020  | 24,100  | 2,080   | 9.4   | 신규자유 공모추진 |
|                       | - 원전기술혁신         | 16,000  | 16,000  | -       |       | 지경부주관     |
|                       | 국제핵융합실험로공동개발사업   | -       | 30,000  | 30,000  | (순증)  | 기초국주관     |
|                       | 원자력연구기반확충사업      | 22,500  | 22,800  | 300     | 1.3   |           |
|                       | - 연구시설 및 이용기반 구축 | 10,630  | 8,400   | △2,230  | △21.0 |           |
|                       | - 미래연구 및 인력기반 구축 | 11,870  | 14,400  | 2,530   | 21.3  |           |
|                       | 원자력연구기획·평가사업     | 2,850   | 3,100   | 250     | 8.8   |           |
|                       | - 연구기획·평가        | 2,000   | 2,250   | 250     | 12.5  |           |
|                       | - 정책연구           | 850     | 850     | 850     |       |           |
|                       | 소 계              | 169,350 | 189,800 | 20,450  | 12.1  |           |

| 재 원      | 사 업 명             | '07 실적  | '08 계획  | 증감     | %     | 비고 |
|----------|-------------------|---------|---------|--------|-------|----|
| 일반<br>회계 | 방사선기술개발사업         | 16,780  | 31,863  | 15,083 | 89.9  |    |
|          | - 방사선융합기술개발       | 5,100   | 17,200  | 12,100 | 237.3 |    |
|          | - 방사선의학기술개발       | 4,900   | 8,500   | 3,600  | 73.5  |    |
|          | - 첨단 비파괴검사기술개발    | 1,000   | 1,550   | 550    | 55.0  |    |
|          | - 핵활동 탐지 및 방재기술개발 | 5,780   | 4,613   | △1,167 | △20.0 |    |
|          | 원자력국제협력기반조성사업     | 3,750   | 3,730   | △20    | △0.5  |    |
|          | 양성자기반공학기술개발사업     | 12,400  | 15,000  | 2,600  | 21.0  |    |
|          | 동남권 원자력의학원지원사업    | 4,000   | 5,000   | 1,000  | 25.0  |    |
|          | 소 계               | 36,930  | 55,593  | 18,663 | 50.5  |    |
| 총 계      |                   | 206,280 | 245,393 | 39,113 | 19.0  |    |

## 2. 2007년도 실적

◇ 2007년도에는 2,187억원(정부 : 2,063억원, 민간 : 124억원)을 투입하여 원자력 기술개발사업 등 6개 사업 추진

※ 정부 : 원자력연구개발기금 1,694억원, 일반회계 369억원

가. 원자력기술개발사업(기금 : 1,440억원, 민간 : 47억원)

- (1) 미래형 원자로 시스템 : 217억원(민간 0.5억원)
- (2) 원자력안전 : 299억원
- (3) 원전연료주기 : 270억원
- (4) 방사선기반기술 : 274억원(민간 2.8억원)
- (5) 고유강점기술육성 : 220억원(민간 1.4억원)
- (6) 원전기술혁신(지식경제부 주관) : 160억원(민간 43.1억원)

나. 원자력연구기반확충사업(기금 : 225억원, 민간: 59억원)

(1) 연구시설 및 이용기반 구축 : 106억원(민간 59억원)

(2) 미래연구 및 인력기반 확충 : 119억원

다. 원자력연구기획·평가사업(기금 : 28.5억원)

(1) 연구기획·평가 : 20억원

(2) 정책연구 : 8.5억원

라. 방사선기술개발사업(일반회계 : 205억원, 민간 : 1.6억원)

(1) 방사선융합기술개발 : 51억원

(2) 방사선의학기술개발 : 49억원

(3) 원자력국제협력기반조성 : 37억원

(4) 첨단비파괴검사기술개발 : 10억원(민간 1.6억원)

(5) 핵활동탐지 및 방재기술개발 : 58억원

마. 양성자기반공학기술개발사업(일반회계 : 124억원, 민간 : 16억원)

바. 동남권 원자력의학원 지원사업(일반회계 : 40억원)

## 제6편 품질보증

>>> 제1장 원자력품질보증 개요

>>> 제2장 단계별 품질보증활동

>>> 제3장 품질문화 정착 및 지속적 개선

>>> 제4장 국내·외 품질업무 공조



# 제1장 원자력품질보증 개요

한국수력원자력(주) 품질보증실 품질기술팀장 문찬석

## 제1절 일반개요

### 1. 품질보증 정의

오늘날 원자력발전소를 보유한 세계 각국은 원자력발전소의 안전성 및 신뢰성 확보를 위하여 품질보증활동의 중요성을 강조하고 있으며 이를 감안, 국제원자력기구(IAEA)에서는 원자력 안전의 개념과 구체적인 대책을 조화시킬 목적으로 1974년부터 원자력발전소에 관한 여러 분야의 기준과 지침을 제정하여 왔다.

그 중 원자력발전소의 설계, 건설 및 운전에 필요한 품질보증활동시 준수해야 하는 기준을 작성하여 1978년에 발행하였으며, 원자력 품질보증은 「원자력발전소를 안전하게 가동 할 수 있도록 구조물, 계통, 기기 및 종사자 자격 등을 체계적으로 관리하는 모든 행위」 라고 정의하고 있다.(출처 : IAEA 안전시리즈 50-C-QA, 1978 / 미국연방법 10CFR50 부록B)

### 2. 품질보증 필요성

원자력발전소의 경우 안전에 대한 중요성을 감안하여 우주항공산업 분야, 방위산업분야와 더불어 엄격한 품질보증체계를 갖출 것을 관련

법령에서 요구하고 있다. 품질을 향상시키기 위해 품질검사를 강화하면 할수록 불량품의 수는 줄일 수 있으나 근본적인 품질제고는 어려우므로 불량품을 구분하는 개념에서 벗어나 체계적으로 좋은 제품을 생산하겠다는 예방적 개념이 도입된 것이 품질보증시스템이다. 원자력발전소에 적용시 설계, 건설 및 운전 등 모든 단계에서 준수해야 하는 품질보증요건들을 정의하고, 이러한 단계별 품질보증요건을 기본으로 업무를 수행할 때 원자력발전소의 안전성과 신뢰성을 확보할 수 있다.

원자력발전소는 많은 기기와 배관, 케이블 등으로 구성되어 있으므로 안전운전을 위해서는 모든 기기와 부품이 충분한 품질을 유지하도록 설계, 제작, 시공, 운전되어야 하고, 수명기간 동안 설비의 품질저하를 최소화 할 필요성이 있다.

그러므로 원자력발전소 품질보증의 목적은 체계적이고 계획적인 품질보증체계의 구축, 운영을 통해 발전소의 안전성 및 신뢰성을 확보하는 것이다.

### 3. 품질보증 방법

원자력발전소에서는 체계적인 품질보증계획의 수립 및 이행이 매우 중요하며 이를 위한 도구로 품질보증계획서(Quality Assurance Manual)를 활용한다.

원자력발전소의 투명성을 보장하기 위한 품질보증계획서는 발주자(한수원(주))뿐만 아니라 원자력발전소 관련사업에 참여하는 설계회사, 건설회사, 기자재 또는 용역 공급업체까지도 품질보증시스템을 구

축, 운영할 것을 요구하고 있다.

따라서 원자력사업에 참여하는 조직은 이러한 요구조건을 만족시키기 위하여 ①사업 참여범위에 따라 규정된 품질보증요건의 이행에 적합한 방침과 계획이 수립된 품질보증계획서를 작성하여야 하며, ②품질보증계획서의 내용을 이행하는데 필요한 모든 관련 문서를 철저히 관리하고, 관리문서에는 누가, 언제, 어디서, 무엇을, 어떻게 운영하고, 검사하고, 시험하며, 합격 또는 불합격기준이 무엇인가에 대한 세부적인 사항과 방법을 기술한 절차서를 작성, 운영하여야 하며, ③품질보증계획서요건의 이행여부를 확인하기 위하여 품질조직에서 일상적인 품질활동과 주기적인 품질보증감사를 수행하도록 하고 있다.

품질보증계획서와 관련 절차서를 작성하는 그 자체는 품질보증시스템 운영의 일부분에 불과하며, 가장 중요한 것은 그 시스템을 합리적으로 운영하고, 개선하는 품질보증계획의 이행인 것이다.

또한 규제기관 등에서는 승인된 품질보증계획서가 계획대로 이행되고 있는지를 다중으로 확인함으로써 원자력발전소 전 수명기간동안 높은 수준의 품질이 유지되도록 추구하고 있다.

## 제2절 품질보증 기준

### 1. 품질보증규제요건 정립

우리나라 원자력 품질보증규제요건은 과학기술부(현 교육과학기술부)가 1978년 ‘원자로의 건설 및 운영에 관한 규정’을 제정한 지 12년

뒤인 1990년 4월 고시90-3호 ‘원자로 및 관계시설 품질보증기준’을 제정함으로써 품질보증규정의 규제화 기틀을 마련했다. 이듬해인 1991년에는 한국원자력안전기술원이 ASME NQA-1&2를 참조해 고시 90-3호의 세부 규제지침인 ‘원자력시설 품질보증지침’을 제정함으로써 품질보증의 기본적인 지침과 기준이 마련됐다. 이 기준의 세부내용은 미국 기준과 거의 비슷했다.

정부는 10년간 적용해왔던 원자력 품질보증규제요건인 고시 90-3호 ‘원자로 및 관계시설 품질보증기준’을 폐지하고, 2000년 4월 18일 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’을 제정했다. 그리고 2001년 12월에는 고시 2001-47호로 ‘원자로 시설의 품질보증세부요건에 관한 기준’을 제정해 품질보증 규제요건을 재정립했다.

고시 2001-47호는 고시 2000-17호 ‘전력산업기술기준의 원자로 시설기술기준 적용에 관한 지침’에서 고시한 ‘KEPIC QAP 1&2 또는 이와 동등한 기준’에 따른 원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증 세부요건을 고시했다.

원자력법 개정과 새로운 품질보증세부요건에 따라 원자력사업자인 한수원(주)은 우선 각 사업소별로 운영하던 품질보증계획서를 건설 및 운영에 관한 품질보증계획서로 표준화하고, 사업소에서는 이에 조직사항을 반영하여 사업별 품질보증계획서로 운영하고 있다.

한편 원자력 사업초기에 국내산업기술기준이 없었던 관계로 외국의 기술기준에 따라 원자력발전소를 건설, 운영해 왔으나 전력산업 기술자립을 위한 정부 및 산학연의 참여와 노력 끝에 한국전력공사, 한수원

(주)과 대한전기협회 주관으로 1987년부터 전력산업기술기준 개발을 추진하여 현재 5단계 사업을 진행중에 있으며 이를 통해 품질, 기계, 전기, 토목구조, 원자력, 화재예방 분야(6개 기술 분야 318종, 24,000여쪽 (2005년판 기준))의 기술기준을 개발하였다. 이에 따라 국내원자력산업계는 그동안 적용해 온 미국기계학회 품질보증요건(ASME NQA-1) 대신 국내 고유의 품질보증기술기준(KEPIC QAP-1)을 적용하게 되었으며, 이에 따라 KEPIC은 올진 5·6호기의 부분 적용에 이어 신고리 1·2호기 및 신월성 1·2호기부터 본격적으로 적용함으로써 명실상부한 국내 기술기준으로 자리매김하고 있다.

※ KEPIC(Korea Electric Power Industry Code)

전력설비의 안전성과 신뢰성 확보를 위하여 설계, 제작, 시공, 시험, 검사, 운전 및 보수 등에 필요한 기술적인 요건을 국내실정에 맞게 규정한 상세 기준

최근 일반산업계에서 널리 이용되고 있는 국제표준화기구 ISO (International Standard Organization)의 품질보증요건과 원자력발전소에서 적용하고 있는 품질보증요건에 대하여 살펴보면

1987년에 최초 제정된 국제표준화기구 ISO9000(품질경영과 품질규격) 특성은 시스템을 구축할 공급자의 업무형태 등에 따라 모델을 선택하여 적용할 수 있도록 다양하게 제정되어 있으며, 품질보증시스템에 대한 모델로서 설계에서 서비스에 이르기까지 모든 단계에서 발주자가 규정한 요구사항을 따르도록 하고 있다. ISO요건은 ①경영자 책임 ②품

질보증시스템 ③설계관리 ④문서 및 데이터관리 ⑤구매 등으로 구성되어 있다.

원자력품질보증 발달과정은 1924년 미국의 벨 전화연구소에서 통신 관련 기자재 성능을 시험하면서 슈하트(W. A. Shewhart)가 관리도란 개념을 도입하여 산업계에 크게 기여하였고, 1928년에는 닛지(Dodge)와 로믹(Romig)이 검사방법의 변경에 대한 논문에서 기존의 단순검사 방법보다 통계적인 샘플링검사 방법이 획기적인 효과가 있음을 발표하였으며, 이로써 통계적품질관리(Statistic Quality Control)가 주목을 끌게 되었다. 이러한 통계적품질관리가 더욱 꽃피게 된 것은 1941년 제2차 세계대전이 일어나면서 부터였다. 평상시의 일상용품 중심의 생산활동에서 군수용품을 생산하게 되는 전환기를 맞아 제품의 품질상의 문제점을 해결하기 위한 도구로 그 활용의 가치를 인정받게 되었다. 따라서 미국 국방성에서는 군수산업을 중심으로 통계적 기법 적용을 의무화하는 군수산업 표준(MIL-STD-414)을 제정하여 현재 각국에서 널리 활용되고 있으며 이것이 근간이 되어 원자력 품질보증으로 발전하게 되었다.

## 2. 원자력 품질보증 기준 해설

원자력발전소의 품질보증요건은 18가지로 구성되어 있으며 이를 체계적으로 이행하기 위해 운전 및 건설에 관한 품질보증계획을 수립하고 세부이행도구으로써 절차서와 지침서를 작성, 운영하고 있다. 품질보증요건은 발전소 건설 및 운영허가 신청서류의 하나인 품질보증계획서에 기술되어 있으며 그 주요 내용을 그룹화하여 설명하면 다음과 같다.

## 가. 조직 및 품질보증계획

품질에 영향을 미치는 업무를 수행하는 조직의 책임, 권한 등은 서류로 기록되어야 하고, 업무 이행상태를 확인할 책임이 있는 조직은 조직상 독립성을 유지하여야 하며 주요 책임으로는 문제 제기, 해결방안의 제시, 이행여부 확인 등이 있다.

또한, 품질보증계획은 품질에 영향을 미치는 업무의 특성과 중요도에 따라 구분·관리하여야 하며, 계획은 초기단계에서 수립하고 특수한 작업은 시험장비 및 절차서등이 사전에 준비되어야 하며, 시험은 업무의 적용범위, 복잡성 혹은 특성에 따라 교육·훈련을 받은 인증된 자격을 소유한 요원이 수행하도록 하고 있다.

## 나. 설계변경관리

발전소의 건설 및 운영단계에서 개선의 도구(Tool)로써 설계변경은 필수불가결하다. 물론 발전소 설계단계에서 완벽하게 계획되었다고 할지라도 발전소의 물리적 상태뿐만 아니라 신기술을 반영한 제어회로, 보호회로의 변경 등으로 인해 발전소의 기능개선이 이루어질 수 밖에 없다. 이러한 설계변경 시에는 적용되는 규제요건, 기준요건 등이 설계변경서에 기록되어야 하고 설계변경 결과는 설계 타당성과 적합성 등이 서류로써 확인되도록 관리하는 한편, 시방서, 도면, 절차서 및 지시서에 올바로 반영되어야 한다.

## 다. 구매관리

발전소의 건설 및 운영시 기자재의 구매는 구매계획 수립, 시방서 작성, 구매 이행, 시험 및 인수검사 등이 완료된 자재가 발전소에 사용되도록 해야 하고 기기별로 구분된 품질등급을 적용, 구매시방서를 작성, 승인해야 한다.

발전소에 기기, 자재 및 용역을 공급하는 업체는 한수원(주) 자체평가 규정에 의한 평가결과 수행능력이 인정된 업체가 공급하도록 공급자관리를 하고 있다.

구매시방서, 구매계획, 공급자관리, 입찰서 평가, 공급자 업무 수행결과, 품질감독, 감사, 검사, 인수검사 및 부적합사항 등 구매기록은 서류로써 관리되어야 한다. 또한 규정에 적합하여 합격된 품목만이 사용될 수 있도록 구분해야 하며 부적합 품목이나 기기는 반드시 분리하여 격리 보관되어야 한다.

또한 기자재의 취급, 저장, 세정, 포장, 운송 및 보관은 손상이나 분실을 방지하고 열화를 최소화하기 위해 세부관리 절차를 수립·이행하여야 한다.

## 라. 공정, 검사, 시험 및 운전상태 관리

용접, 비파괴 검사 등 특수 작업을 수행하는 조직은 승인된 절차서 및 작업방법을 수립해야 하며 합격기준, 기록방법 및 특수요건이 무엇인지를 절차서에 기록하여 관리해야 한다.

그리고 검사는 자격이 인증된 사람에 의해 수행되어야 하고 공정중

검사, 최종검사 및 가동중 검사시 필수적으로 검사를 해야 할 검사점을 명시, 운영하여야 하고 시험요건 및 합격기준은 시험항목별로 승인되어야 하며 제품시험, 실증시험, 건설중 시험, 시운전 시험 및 운전중 시험을 포함하여 시험요건은 철저히 관리되어야 한다.

품질에 영향을 주는 업무에 사용되는 공구, 계기, 측정기, 기타 측정 및 시험장비는 정확도를 위해 정기적으로 교정 · 관리되어야 한다.

또한 필요한 검사 및 시험에 합격한 품목을 구별하고 부주의로 인한 불합격 품목이나 검사 및 시험이 수행되지 않은 품목의 사용을 예방하기 위하여 밸브나 스위치에 꼬리표 또는 적절한 방법으로 시험 및 검사 상태를 표시해야 한다.

#### 마. 서류 및 기록관리

지시서, 절차서 및 도면의 작성과 변경은 검토, 승인 등 관리절차가 수립 이행되어야 하고 지시서, 절차서에는 명확한 판정기준이 수립, 운영되어야 한다.

또한, 작업내용, 운전내용, 평가결과, 검사결과, 재료분석결과 및 증빙자료 등은 보존 방안이 수립되어야 하고 각각의 기록에는 기록자, 검사자, 승인자, 보존기간 및 장소 등이 기입되어 관리되어야 한다.

#### 바. 감사 및 진단

감사는 품질관련 업무가 품질보증계획의 모든 요건에 일치하는지를 확인하고 그 유효성을 평가하기 위하여 계획적인 일정에 따라 수행되어

야 한다. 또한 감사 결과는 서류로 작성되어 최고 책임자에게 보고 되어야 하며, 개선필요사항에 대하여는 후속조치가 이루어지도록 관리되어야 한다. 감사업무를 수행하는 감사반의 구성은 감사대상 업무수행에 대한 직접적인 책임이 없는 감사자 혹은 선임감사자 자격을 갖춘 요원을 선발하고 감사요원 중 감사계획과 감독 등 총괄업무는 감사반장이 수행하여야 한다.

### 3. 기기별 품질등급 설정 운영

원자력안전성 확보를 위한 관련 규제요건을 충족하고 효율적인 발전소 운영과 원자력발전소의 안전성과 신뢰성 및 전력산업의 경쟁력 강화를 위해 구조물, 계통 및 기기의 중요도에 따라 다음과 같이 4가지 품질등급으로 구분하여 차등적인 품질활동을 수행하고 있다.

#### 가. 안전성등급(Q)

고장 또는 결함 발생시 일반인에게 방사선 장애를 직간접으로 미칠 가능성이 있는 원자로 및 원자로의 안전관련 계통, 기자재 및 용역

#### 나. 안전성영향등급(T)

고장 또는 결함발생시 안전성등급품목의 기능에 영향을 줄 수 있는 품목 또는 용역

### 다. 신뢰성등급(R)

고장 또는 결함발생시 전력설비의 운영에 영향을 주거나 대규모의 복구작업이 필요한 품목 또는 용역

### 라. 일반산업등급(S)

Q, T 및 R등급으로 분류되지 않는 모든 품목 및 용역

## 4. 독립된 품질부서의 수행업무

### 가. 품질감독

품질감독은 안전성관련 관련구조물, 계통 및 기기들에 대한 업무가 최종안전성분석보고서, 절차서, 지시서 및 도면에 따라 만족스럽게 수행되는지 확인하기 위해 품질 확인점을 설정, 각 작업단계마다 품질직원이 감시, 관찰하는 활동으로 이는 재작업을 방지하기 위한 적극적인 품질활동이다.

〈표 6-1〉 주요 품질감독 항목

| 번 호 | 구 분     | 주 요 항 목                      |
|-----|---------|------------------------------|
| 1   | 운 전     | 최종안전성분석보고서 및 운전절차서 준수 여부     |
| 2   | 보수 및 공사 | 보수계획, 보수절차서, 기술시방서 및 도면준수 여부 |
| 3   | 시 험     | 정기시험, 주기시험 및 성능시험 준수여부       |
| 4   | 기술운영관리  | 절차서(서류관리, 보건물리, 구매관리 등) 준수여부 |

## 나. 품질보증감사

원자력발전소의 품질보증감사는 품질보증계획서의 요건에 따라 업무를 만족스럽게 수행하고 있는지 확인하는 것이다. 품질보증감사는 내부감사와 외부감사로 구분하며, 내부감사는 발전소 관련부서에 대해서 실시하며, 외부감사는 계약자에 대해서 실시하는 감사를 말한다. 품질보증감사 시기는 외부감사에 대해서는 기기의 중요도, 제작과정, 제작기간 등에 따라 감사횟수, 기간 등이 다르나 최소한 제작기간 중 1회 이상 또는 3년 1회를 기준으로 주기를 설정하여 수행하고 있으며, 내부감사는 업무의 중요도에 따라 감사주기가 설정되는 데 품질보증프로그램 요건(Reg. Guide 1.33)에 따라 2년 주기로 수행하고 있다.

## 다. 품질검사

품질검사는 자재, 기기, 부품, 계통 또는 구조물이 설정된 요건에 부합됨을 확인하기 위해 서류보다는 현장의 작업상태를 직접 시험, 관찰 또는 측정하는 품질활동을 의미한다. 그리고 이들 검사는 직접 작업에 책임이 없는 품질검사조직에서 검사계획을 수립, 수행하며 그 종류로는 공장검사, 인수검사, 현장검사, 가동중 검사 등이 있다.

## 라. 품질보증프로그램 검토

품질과 관련된 모든 기술행정 및 지침, 절차서에 품질보증요건이 반영되었는지를 확인하는 것으로써 업무 착수전에 이루어져야 하며, 이는 실무부서가 품질보증요건에 따라 품질관련 업무를 수행토록 하기 위한

적극적인 품질활동이다.

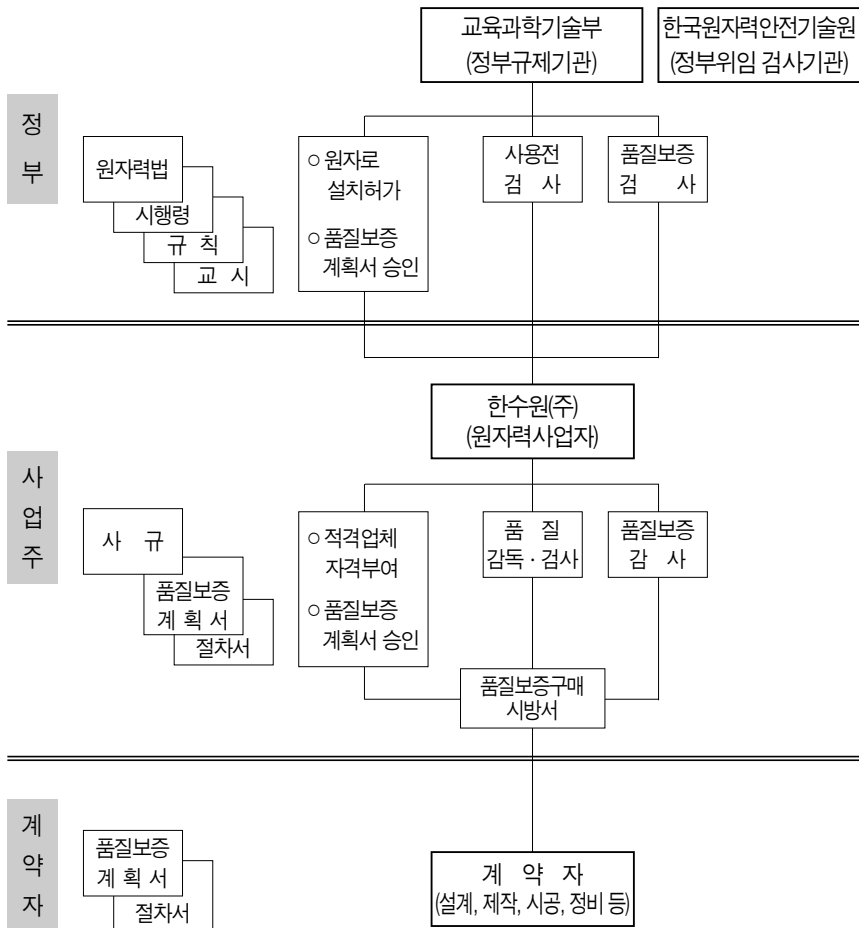
#### 마. 용역업체 실사

원자력발전소 용역업무에 참여하고자 하는 희망업체에 대한 품질보증능력과 기술능력을 평가, 승인함으로써 효과적인 용역이 이루어지도록 하기위한 업체평가의 일환으로 수행되는 품질활동이다.

## 제3절 품질보증체계

### 1. 국내 원자력 사업

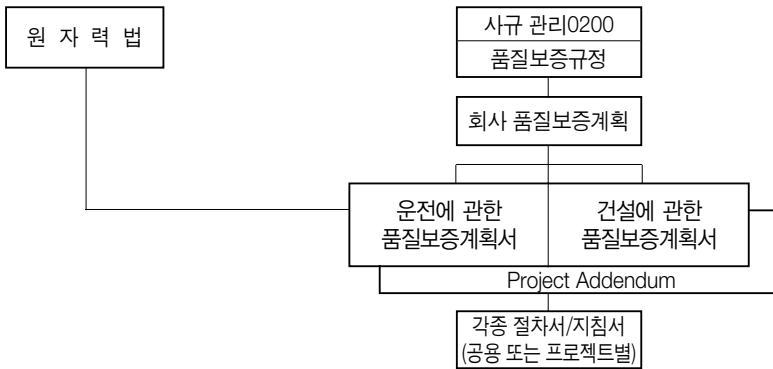
원자력 발전소의 건설 및 운영과 관련된 정부, 원자력사업자 및 계약자의 조직간 품질보증체계는 <그림 6-1>과 같다.



<그림 6-1> 국내 원자력사업 품질보증 체계

## 2. 한수원(주) 및 계약자

한수원(주)의 원자력 품질보증시스템은 국내·외 원자력관련 품질보증 요건을 근간으로 원자력법의 규제요건을 준수하고 있다. 또한 품질보증계획서는 원자력법 체계 및 사업특성을 고려하여 원자력 건설분야와 운전분야로 구분하여 수립, 운영하고 있으며 개략적인 품질보증체계도는 다음과 같다.



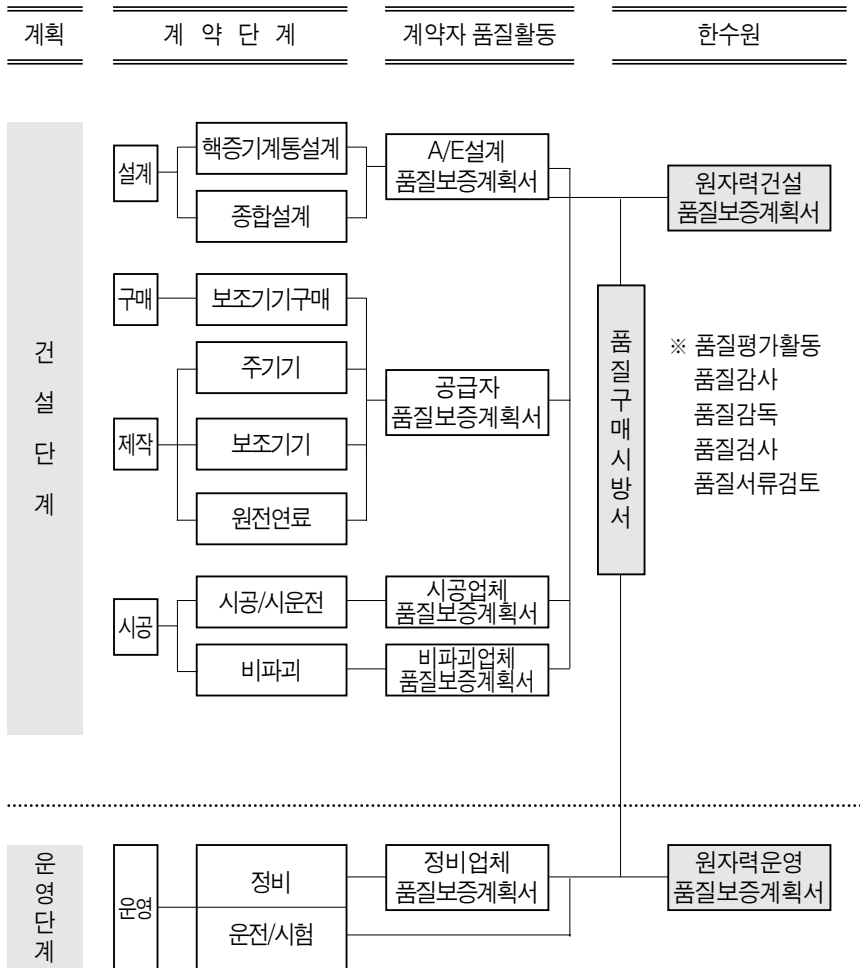
〈그림 6-2〉한수원(주) 품질보증체계도

공급자 및 계약자는 한수원(주)과 체결한 계약서와 지방서에 따라 기 자재의 제작 또는 용역을 수행하기 위해서는 품질등급과 일치하는 품질보증계획서와 이행 절차서를 작성하여 한수원(주)의 검토, 승인후 사용하도록 하고 있다.

이의 적합성을 확인하기 위해 한수원(주)은 공정, 업무 또는 품목이 규정된 요건에 일치하는지를 감시하는 품질감독과 승인된 품질보증계획서, 절차서에 따라 업무가 이행되고 있음을 조사, 심사 또는 객관적인 평가 등의 방법으로 확인하는 품질감사를 시행하고 있다.

## 제2장 단계별 품질보증활동

단계별 품질보증활동은 크게 건설단계와 운영단계로 나누어지며, 각각의 품질보증활동을 종합하면 <그림 6-3>과 같다.



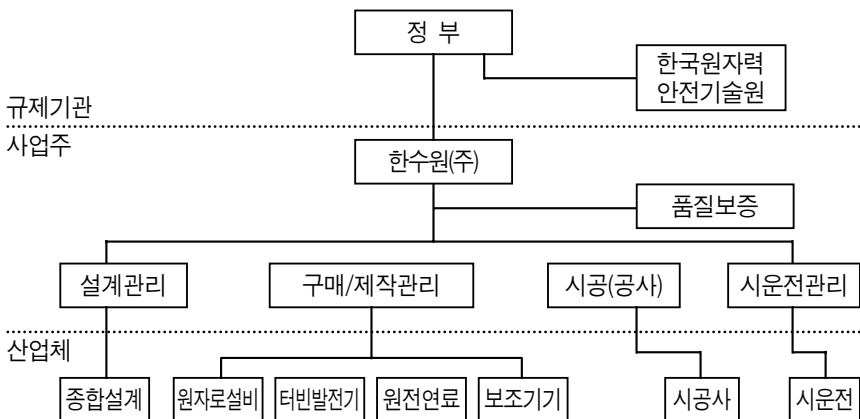
## 제1절 건설단계 품질보증활동

### 1. 원전건설 사업 개요

원자력발전소 건설사업은 장기 전력수요예측으로부터 부지확보와 선정, 인허가, 발전소 설계, 기자재 구매, 제작, 시공 및 시운전의 단계로 진행된다.

한수원(주)은 발전사업자로서 장기 전원개발계획에 따른 원전건설기본계획의 수립 등 건설 시작단계부터 완료까지 각 단계, 분야별 공정, 품질, 공사비 관련 주요업무를 종합하고 조정하는 원전건설 종합사업관리자의 역할을 수행하고 있다.

원전건설의 종합사업관리는 주어진 예산, 공정 및 품질요건에 맞게 해당 원전건설을 완수하기 위하여 설계, 구매, 제작, 시공 및 시운전 등 각 단계별 분할된 기능을 종합조정하고 관련 기술활동을 완벽하게 수행해야 하는 중요한 관리체제이며, 원전 건설사업의 추진 조직은 아래와 같다.



〈그림 6-4〉 원자력 건설사업 추진 조직

## 2. 원자력 발전소 건설 품질보증

### 가. 기본방침

원자력발전소의 전 수명기간 중 높은 수준의 안전성과 신뢰성을 보증하기 위하여 품질확보에 중점을 둔 품질방침 및 품질보증계획을 수립 시행하고 있다.

### 나. 건설 품질보증계획 운영

원자력법 제11조(건설허가)에 따라 원자력발전소를 건설하기 위해서는 예비안전성분석보고서(PSAR), 건설에 관한 품질보증계획서 및 방사선 환경영향평가 보고서를 제출하여 정부로부터 건설허가를 받아야 한다. 건설중 품질보증활동은 건설허가 신청시 제출하여 정부로부터 승인받은 건설에 관한 품질보증계획서를 토대로 수행하며, 이의 구체적인 이행을 위해 각 프로젝트 사업조직에서는 품질보증계획서 운영에 필요한 절차서와 지침을 수립, 운영하고 있다. 또한 계약자는 종합설계, 주기기 및 보조기기 공급자, 원전연료 계약자, 시공, 검사용역 등으로 구분되며, 각 계약자별로 수립된 품질보증계획서는 발전사업자의 검토, 승인을 받아 운영하고 있다.

### 다. 건설 단계별 품질보증 활동

#### (1) 설계단계

설계는 발전소 계통 및 구조물 설계와 기자재 제작 설계로 나누며, 발

전소 계통 및 구조물 설계는 종합설계 계약자가 수행하고, 기자재 제작 설계는 기자재 공급자의 책임으로 수행한다. 발전사업자는 계약자의 설계업무가 적절히 수행되는지 여부를 다음 업무를 통해 확인하고 있다.

- 설계관리 계획 및 절차서 작성
- 설계 품질보증 요건을 포함한 기술 및 행정자료를 설계자에게 제공
- 구매서류에 품질 및 설계요건이 정확하게 반영됨을 확인
- 설계 변경관리 및 모든 관련조직에 설계 변경사항 통보
- 계약자가 제출한 설계 서류의 검토 및 승인
- 설계 불만족사항 처리
- 필요시 설계인증시험 및 설계인증검토 주관

## (2) 구매 · 제작단계

원자력발전소의 기자재를 조달하거나, 용역을 구매할 때는 설계요건이나 규제사항, 발주자의 관리요건 등을 구매문서에 적절히 반영하여 품질이 확보될 수 있도록 하며, 하도급의 경우에도 같다.

구매문서에는 공급 기자재 또는 용역의 범위, 기술기준, 품질보증계획의 수립 및 이행, 발주자의 확인 권한, 부적합사항 처리요건, 예비품 확보요건 등을 기술하고, 확정된 구매문서는 품질보증조직의 검토를 받는다.

품질보증대상이 되는 기자재나 용역은 적절한 자격을 갖춘 유자격자가 공급하여야 하며, 공급자의 기술능력, 품질보증능력, 계약이행능력 등을 평가하여 자격을 부여하고, 자격 유효기간 중 정기적으로 평가한

다. 공급자는 제반업무를 수행하고, 제품 출하시 발주자의 출하승인을 받아야 한다.

### (3) 시공단계

시공단계에서 진행되는 품질활동은 시공계약자가 수행하는 업무와 사업주의 관리감독 업무로 구분된다. 사업주는 시공관리 감독을 위한 현장 품질보증계획서를 수립, 운영하며, 시공계약자는 계약요건에 따라 품질보증계획서를 작성하여 사업주의 승인을 받아 이행한다.

시공계약자는 품질업무 수행절차와 설계, 구매, 제작, 설치 과정별 작업절차서를 작성, 사업주의 승인을 받은 후 이행하여야 하며, 제작 또는 설치과정에서 품질요건을 포함한 기술기준의 준수상태 확인을 위한 검사계획을 작성하여 사업주의 검토와 입회계획을 확인하여야 한다. 사업주 및 계약자의 현장 품질보증부서는 시공업무 수행부서의 현장품질보증계획서 이행상태를 품질감독, 품질검사, 품질감사를 통해 확인, 평가한다.

### (4) 시운전단계

원자력발전소의 구조물, 계통 및 기기를 설치한 후 제 기능을 발휘하는 지 확인하기 위해 시운전시험을 실시한다. 시운전단계에서 품질보증 활동은 시운전품질보증계획서 및 절차서를 활용하여 품질감독, 품질서류 검토, 입회검사, 품질보증감사 등의 품질활동을 통해 발전소의 안전성과 신뢰성을 확인한다.

## 제2절 운영단계 품질보증활동

### 1. 원전운영 사업개요

발전소 운영을 위하여 원자력법령에 정한 최종안전성분석보고서(FSAR), 운전에 관한 품질보증계획서, 원자로운전에 관한 기술능력의 설명서, 원전연료 장전계획에 관한 설명서 및 비상운전절차서 작성시 적용하여야 할 기술적 근거 및 검증방법에 관한 설명서 등을 제출하여 정부의 승인을 받아야 연료장전이 가능하고 또한 전기의 생산이 가능하게 된다.

발전소 건설단계와 운영단계의 구분은 연료장전이 착수되는 시점이며 건설단계에 적용하던 모든 인허가 문서는 이 시점에서 운영허가시 승인받은 문서로 대체되며 이에 따라 운전에 관한 품질보증계획서 적용이 시작된다.

발전소 운영은 연료장전, 안전성 시험 및 출력운전이 반복적으로 수행되며, 이때 운영에 관한 모든 업무는 최종안전성분석보고서, 기술지침서, 절차서 및 품질보증계획서에 따라 수행되며 적합성 여부는 자체 점검 및 감사와 규제기관의 정기검사 및 품질보증검사에 의해 확인된다.

### 2. 원자력발전소 운영 품질보증

#### 가. 운영품질보증계획 운영

발전소별 운영에 관한 품질보증계획서와 이를 이행하기 위해 표준기술행정절차서, 계통운전절차서, 정비절차서, 비정상운전절차서, 비상운

전절차서 등을 작성·승인후 운영 중에 있으며 기계, 전기 및 계측분야 정비용역과 방사선관리분야 용역업체 등 협력업체 또한 한수원(주)의 품질보증계획서와 절차서에 따라 품질보증계획을 수립하여 운영하고 있다.

일반적으로 운영단계 업무는 건설공사가 완료되고 정부로부터 운영허가 승인을 득한 후부터 발전소의 수명기간 동안 안전성과 신뢰성 확보를 위해 수행하는 체계적인 활동으로서 운전, 유지보수, 시험 및 검사, 계획예방정비 및 기술운영관리 등 5개 분야로 구분하여 수행한다.

#### 나. 운영 업무별 품질보증활동

원자력발전소의 안전성 및 신뢰성을 확보하기 위해 품질보증계획을 수립하고, 그 계획서에 따라 실무 수행부서가 업무를 적절하고 정확하게 수행하고 있는 지를 확인 및 평가하기 위한 행위로서 품질감사, 품질검사, 품질검토 및 품질입회 등의 활동을 실시하고 있으며, 이와 같이 품질보증부서가 수행하는 제반 활동을 업무의 종류별로 분류하면 다음과 같다.

〈표 6-2〉 업무별 품질활동

| 업 무 구 분 | 품 질 활 동                                                                                                                                                                                                          |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 운 전     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시험/운전상태 표시를 위한 꼬리표 관리대장과 현장 부착상태 확인</li> <li>○ 임시 시설물 식별관리상태 확인</li> <li>○ 운전 조작상태 확인</li> <li>○ 안전성 관련기기의 열쇠 관리상태 확인</li> <li>○ 운전기록 검토 및 평가</li> </ul>                |
| 유 지 보 수 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부적합기기의 처리상태 확인 및 성능시험 입회</li> <li>○ 정비작업 절차서의 단계별 확인</li> <li>○ 회전기기 진동 측정 및 윤활유 주입상태 체크</li> </ul>                                                                     |
| 시험 및 검사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계측장비의 보증상태 확인</li> <li>○ 시험절차서 준수상태 입회</li> <li>○ 시험결과 불만족 사항에 대한 시정조치 확인</li> <li>○ 방사능 측정 및 관리상태 확인</li> </ul>                                                        |
| 계획예방정비  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계약자의 품질보증계획 및 준수상태 확인</li> <li>○ 정비작업 절차 및 정비기록의 단계별 확인</li> <li>○ 기기와 부품의 관리상태 및 도면 개정상태 확인</li> <li>○ 각종 특수작업 관리상태 확인</li> <li>○ 원전연료 재장전 절차서 준수 및 기록상태 확인</li> </ul> |
| 운영관리    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 각종 자료수집 및 평가상태 확인</li> <li>○ 절차서 및 도면의 관리상태 확인</li> <li>○ 각종 품질시방서 검토</li> </ul>                                                                                        |

## 제3장 품질문화 정착 및 지속적 개선

### 제1절 품질윤리규범

회사의 윤리강령을 보다 효율적으로 실천함은 물론 설비의 안전성과 운영의 신뢰성을 제고하기 위해 모든 품질부서직원(품질인)이 지켜야 할 올바르고 구체적인 행동과 가치판단 기준을 정립하여 궁극적으로 품질인들의 솔선수범과 전직원의 투명하고 시스템적인 품질업무 관행으로 발전시키고자 2003년 9월 ‘품질인의 자세’라는 7개 항목의 품질윤리규범을 제정, 운영해오고 있으며, 앞으로도 회사 경영환경 변화, 품질경영의 추진, 고객 Needs 변화 등에 맞추어 이를 지속적으로 개선, 보완하여 활용할 방침이다.

### 제2절 품질개선활동

#### 1. 품질개선팀 경진대회

우리나라의 품질분임조 발전과정을 살펴보면 1970년 초 일본의 QC 씨클을 벤치마킹하여 국내에서 최초로 1975년 ‘제1회 전국 QC씨클 경진대회’를 전국적으로 개최함으로써 품질분임조 활동 확산의 계기를 마련하였으며, 1978년부터는 ‘공장 새마을 분임조’와 ‘품질관리 분임조’로, 1989년부터는 ‘품질관리 분임조’로, 1992년부터는 ‘품질기술 분임조’로 명명하였고 1994년에 ‘품질분임조’로 변경하여 현재에 이르고 있다.

한수원(주)의 품질개선 활동은 ‘새마을 분임조 활동’으로 태동하여, 1987년에 MV써클로 변경되었으며, 1988년에는 제1회 MV써클 발표회를 개최하면서 전사적으로 추진하게 되었으나, 품질개선활동의 근본 취지인 자발적인 활동보다 형식적인 활동에 그치는 아쉬움을 남겼다.

이를 개선하기 위해 1996년 5월 ‘공사 품질경영 시스템 적용 연구개발용역’을 통해 사외 품질경영전문가의 사업소 지도 및 자문으로 다양한 품질경영기법 교육 및 품질개선활동을 지원함으로써 품질개선을 중시하는 의식의 전환을 가져오는 계기가 되었으며, 이의 결실로 1999년부터 전사 품질개선팀 경진대회를 개최하기 시작하였다.

품질개선팀 경진대회는 사업소 대회와 전사 대회로 운영되고 있으며 매년 8월에 각 사업소 품질개선팀 경진대회를 개최하고, 10월에 사업소 별 2~3팀이 참가하는 전사 대회를 개최하여 우수팀을 선발, 포상하고 있다. 또한 전사대회 우수팀에 대해서는 국가 품질분임조 경진대회에 참가하고 있으며, 대통령상을 수상하는 등 좋은 결실을 맺고 있다.

## 2. 품질보증분야 업무혁신 추진

‘세계 수준의 발전설비 품질 제고’를 목표로 한수원의 품질보증분야 업무혁신 프로그램들이 2007년을 기점으로 본격적으로 추진되기 시작했다.

한수원(주)은 ‘발전소 업무수행 기본 수칙’을 2007년 1월부터 적용하기 시작했다. 발전소 업무수행 기본수칙의 제정은 가동중 원전의 운영전반에 적용하여 인적실수, 과도상태 및 불시정지를 예방해 원전의

안전성과 신뢰성을 제고하기 위해 추진됐다. 이 기본수칙은 2004년 11월 미국 엑셀론 등 해외 우수원전 벤치마킹으로 선진 품질기법을 도입해 2005년 10월 초안을 작성한 후 1년여 동안 검토와 보완작업을 거쳐 2006년 12월 9일 제정했다. 발전소 업무수행 기본수칙은 리더십, 운전, 정비, 엔지니어링, 일일작업관리, 계획예방정비, 프로젝트 관리, 공급·구매 엔지니어링, 화학·폐기물 및 환경, 교육훈련, 원자력감독, 방사선 방호, 원자력 보안 등 13개 분야로 구성됐으며, 13개 분야별로 공통 및 고유 항목이 적용됐다. 2007년부터 발전소 업무수행 전 관계직원들은 반드시 기본수칙 리플렛을 숙지한 후 업무에 임하고 있다. 이에 한수원은 일관성 있는 업무수행을 위해 발전본부 산하 및 관련부서 직원뿐만 아니라 한전KPS, 삼창 등 협력업체에게도 발전소 업무수행 기본수칙 내용을 제공하고 합동교육을 실시했다. 또한 품질보증감사 및 원자력발전안전위원회(KNRB) 점검, 본사특별점검을 통해 시행상태를 확인하고 미흡한 사항들은 계속 수정·보완할 계획이다.

규제환경변화의 능동적 대응 및 독자적인 품질등급체계 구축을 통해 선택과 집중으로 품질경쟁력을 확보하기 위해 현행 Q, T, R, S 4단계에서 Q, A, S 3단계 품질등급체제로의 변경을 추진 중에 있다. 한수원(주)은 2006년 4월 품질등급체계 개선 기본방안을 수립하고, 동년 10월 표준형 원전 Augmented-Q 등급 분류를 완료했다. 2006년 7월 5일부터 1년간 한빛과와와 품질등급 변경에 관한 공동연구를 수행했고, 미국팔로버디원전, 캐나다 G-2원전의 품질등급 운영사례를 벤치마킹했다. 또한 품질보증계획서도 새로운 품질등급체계를 반영하는 등 재정립과 개

정작업이 진행 중이다.

그리고 품질보증실 주관으로 발전소 품질문제점에 대한 체계적인 해결 및 재발방지를 위해 원전운영 개선프로그램 CAP(Corrective Action Program)를 개발해 2007년 4월 고리 2발전소에 시범 적용했다. 시범 적용에서 나타난 문제점을 조치해 6월부터 한수원(주) 전사에 적용하고 있다.

또한 성능기반 품질보증업무 구축을 위해 2007년 3월 품질보증감사 개선방안을 마련하고 감사점검표 개발 등 감사기법을 지속적으로 개선해 나가고 있으며, 2007년 올진 1호기 O/H 기간중 정비분야 품질보증 감사를 Observation 형식으로 수행한 결과, 절차서 준수문화 확산, 정비원의 Workmanship 향상 등 가시적인 시행효과가 확인됨에 따라 2008년에는 이를 더욱 확대하여 O/H가 시행되는 전 발전소에 대해 O/H 기간중 Observation을 실시하여 각종 작업프로세스의 유효성, 정비원의 Workmanship, 전 종사자의 절차서 준수문화 등을 점검하여 발전소 정비품질 향상에 전력을 기울일 방침이다. 그 밖에 품질보증업무의 효율성 제고를 위해 품질서류 검토 간소화 및 품질검사 업무 최적화 방안도 마련하여 추진 중에 있다.

### 제3절 품질경영

품질제고를 통해 경영목표 달성과 고객만족에 기여하고, 체계적이고 예측 가능한 품질정책을 수립, 운영하여 회사의 품질수준을 세계 최고 수준으로 끌어올리기 위한 품질경영 중장기 실천 추진계획을 수립, 시행할 예정이다.

2008년부터 2015년까지 회사의 2015 중장기 전략경영계획을 고려하여 우리 회사의 품질수준을 세계 최고 수준으로 끌어올리기 위한 품질경영 중장기 실천 계획(Action Plan)을 수립, 운영하고 매 2년마다 이를 수정, 보완해 나갈 방침이다.

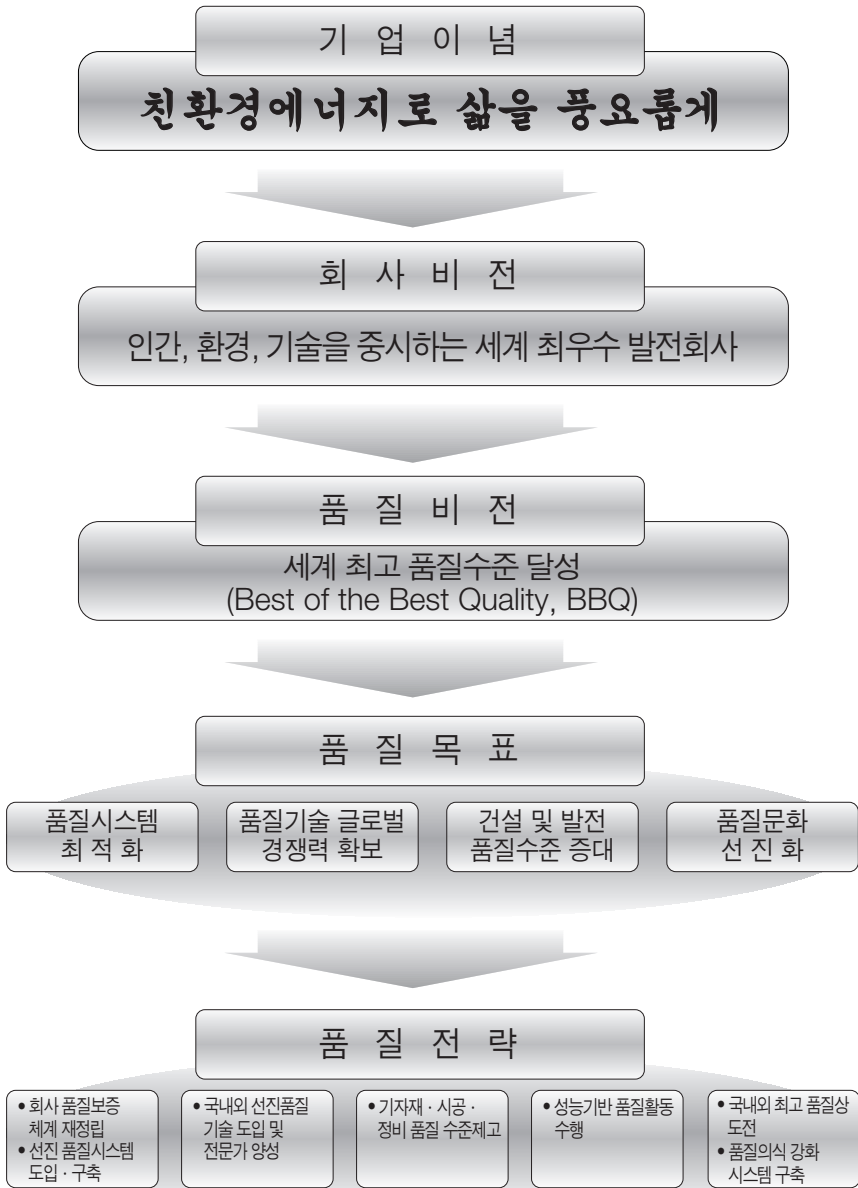
회사의 기업이념인 ‘친환경에너지로 삶을 풍요롭게’와 회사비전인 ‘인간, 환경, 기술을 중시하는 세계 최우수 발전회사’를 실현하기 위해 <그림6-5>와 같이 품질비전, 품질목표 및 품질전략과 세부 추진계획을 수립중에 있다.

그 주요 추진방안으로는 첫째, 품질, 안전문화, 환경관리를 포함한 통합 선진품질경영체계를 구축하여 세계 최고의 품질수준을 선도하고, 둘째, 단순반복 업무의 아웃소싱을 통해 품질정책 수립 등 기획업무에 업무역량을 집중하고, 셋째, 품질전문가(Quality Specialist) 양성을 통해 품질문제 해결 및 품질보증 능력을 강화하고, 넷째, 국내외 최고 품질상 도전을 통해 품질의식을 제고하는 한편 품질윤리규범인 ‘품질인의 자세’를 품질경영의 실천에 맞게 개정하여 품질인이 지켜야할 구체적인 행동과 가치판단 기준을 재정립하여 품질문화의 선진화를 추진할 예정이다.

연도별 주요 실천계획을 살펴보면, 추진분야를 품질시스템, 품질기술, 설비품질, 품질문화 등 4개 분야로 분류하고 기간별 세부시행 추진계획을 수립, 추진할 예정이며 주요내용은 아래 <표 6-3>과 같다.

〈표 6-3〉 품질경영 중장기 주요 실천계획

| 기 간           | 추진목표        | 주요내용                                            |
|---------------|-------------|-------------------------------------------------|
| 2008          | 품질경영체계 정비   | ○ 회사품질보증체계 재정립<br>○ 품질보증계획서 Topical Report 운영 등 |
| 2009          | 품질경영체계 구축   | ○ 품질조직운영 개편<br>○ 품질업무 아웃소싱 등                    |
| 2010          | 품질문화 확산     | ○ 6시그마 품질경영체계 도입<br>○ 품질경영 추진모델 정착연구 등          |
| 2011          | 품질경영 운영     | ○ 안전문화, 환경분야 등 통합경영시스템 도입<br>○ 원자력품질자격제도 시행 등   |
| 2012          | 품질경영 정착     | ○ 통합경영시스템 운영<br>○ 국제 품질전문가 워크샵 개최 등             |
| 2013~<br>2015 | 선진품질경영체계 확립 | ○ 통합경영시스템 운영 및 평가<br>○ 세계 최고 품질상(데밍상) 도전 등      |



〈그림 6-5〉 품질비전, 품질목표 및 추진전략 체계도

## 제4절 품질교육

품질요원들의 업무수행능력 증진 및 전문성 제고를 위하여 원자력교육원을 통한 사내교육과 대한전기협회, 한국표준협회 등의 전문교육기관을 활용한 사외교육을 병행 실시하고 있다.

사내교육은 실무과정 및 전문과정으로 구분·시행함으로써 교육의 효율성과 질적수준 향상을 꾀하고 있다. 신입사원과정 및 실무과정으로는 품질보증일반을 운영하고 있으며, 전문과정으로는 선임감사자반, 원자력기계 품질과정 등을 운영하고 있다.

사외교육은 KEPIC 기술기준, 품질코스트 분석과 활용 등 원자력교육원에서 시행하기 어렵다고 판단되는 직무기술과정을 중심으로 전문교육기관을 적극 활용함으로써 전문가 수준의 품질요원 육성을 꾀하고 있으며 주요 사내·외 품질교육과정의 종류는 <표 6-4>와 같다.

또한, 원전건설 및 운영에 참여하는 협력업체 직원들을 대상으로 품질선임감사자 및 원자력품질보증 과정을 운영하고 있으며, 참여 업체로부터 좋은 반응을 얻고 있다.

〈표 6-4〉 주요 사내·외 품질교육과정의 종류

| 구 분  | 교 육 기 관    | 교 육 과 정                                                                                                                                                                                 |
|------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 사내교육 | 원자력교육원     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질보증일반</li> <li>○ 품질선임감사자반</li> <li>○ 원자력기계 품질반</li> <li>○ 원자력계전 품질반</li> <li>○ 품질감독자반</li> <li>○ 품질요건해설</li> <li>○ 구매시방서 작성 및 관리</li> </ul>   |
|      | 대한전기협회     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전력산업기술기준(KEPIC)교육</li> <li>- 원자력기계공인검사 등 9개 과정</li> </ul>                                                                                      |
| 사외교육 | 성균관대학교     | ○ 품질전문가 양성                                                                                                                                                                              |
|      | (주)코 센     | ○ 원자력기자재 설계/제작기술 전문                                                                                                                                                                     |
|      | 한국표준협회     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 품질코스트 분석과 활용</li> <li>○ 통계적품질관리</li> <li>○ 품질경영체제인증심사원</li> <li>○ 품질분임조 문제해결기법</li> <li>○ 검사실무</li> <li>○ ISO 9000시스템 기본원칙 등 14개 과정</li> </ul> |
|      | 한국도장인증기술협회 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 초급 도장감리원 과정</li> <li>○ 통합 고급 도장감리원 과정</li> </ul>                                                                                               |
|      | 한국도장기술인협회  | ○ 원전도장 검사자 교육                                                                                                                                                                           |
|      | 한국기계연구원    | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 용접기술강좌</li> <li>○ 가동중 원전보수·교체기술 강좌</li> </ul>                                                                                                  |
|      |            |                                                                                                                                                                                         |

## 제4장 국내 · 외 품질업무 공조

### 제1절 해외 협력활동

#### 1. 해외 공급자 관리

한수원(주)은 원자력발전 전문회사로 분리·독립에 따라 국내·외 원자력 관련기관 및 관련사와의 협력체제를 재구성하고 이를 공고히 다져나가고 있다. 특히 한수원(주)은 국내외 품질관련 협의체와의 협력체제를 갖춰 품질보증업무를 효율적으로 수행할 수 있는 기반으로 삼았다. 2001년 7월 30일 미국원전사업자구매협의체(NUPIC)에 가입하고, 그 해 8월 8일에는 한국표준협회(KSA)에 가입했다. 그리고 2003년 6월 10일 미국품질학회(ASQ)에 가입했으며, 2007년 1월 2일에는 중수로 원전사업자구매감사협의체(CANPAC)에 가입했다.

무엇보다 NUPIC과 CANPAC 가입은 해외 기자재 공급업체에 대한 유자격 여부 확인과 품질보증감사 강화 등 품질관리를 효율적으로 수행할 수 있는 계기가 됐다. 해외공급자 유자격 확인 업무는 2006년 6월 규제기관인 한국원자력안전기술원의 품질감사 지적·권고사항이었는데, 대정부 특별보고로 거론되는 등 현안 사항으로 부각됐다. 당시 해외 원전 기자재 공급품목과 제작업체 공급자 현황을 살펴보면 Q등급의 경우 1만 2900종 188개 업체 중 미국이 116개 업체로 62%를 차지했고, 유럽이 38개 업체로 20%, 캐나다가 20개 업체로 11%, 기타 국가가 14개 업체로 7%를 차지하고 있었다. 그러나 해외 Q등급 공급자의 유자격 여

부를 확인하는 직접 실사는 비용과 인력 측면에서 현실적으로 불가능한 상황이었다.

이에 대한 해결 방안으로 한수원은 NUPIC을 선택했다. NUPIC은 미국 내 원전사업자들 중심으로 원전기자재 유자격 공급자 선정관리 및 품질문제에 공동 대처하고자 1989년 설립된 단체로, NUPIC의 국제회원은 주로 미국 내 업체 600여 유자격업체 현황과 감사, 실사결과 보고 자료 등을 NUPIC 전산망을 이용해 정보를 공유할 수 있다. 회원사는 활용하는 NUPIC 등록업체수에 따라 연간 최대 8회까지 합동 감사와 실사에 참여해야 할 의무가 있다. 미국 규제기관인 NRC도 운영위원회 위원으로 참여하고 있는 NUPIC에는 2007년 4월 현재 미국 32개사, 캐나다 등 해외 12개사가 회원사로 가입해 있다.

NUPIC의 국제회원으로 가입한 한수원은 Q등급 해외구매업체 62%에 해당하는 미국 소재 유자격 공급자들에 대한 정확한 정보 확보로 품질등급에 적합한 양질의 기자재를 구매함으로써 원전의 안전성 향상에 기여하고 있다. 유럽 등 타 지역 공급자에 대한 정보수집 또한 회원사 간 협조로 유리해졌으며, 한수원(주) 자체 업체관리 대비 비용, 인력, 시간을 대폭 절감하는 효과를 얻었다. 뿐만 아니라 일반규격품 대체 사용 관련 정보 확보와 미국 내 부품 공급선을 다변화해 가격 경쟁을 유도할 수 있고, 해외원전사업자와 제작자의 예비품 구매, 납품 실태 파악 등 벤치마킹도 가능하게 됐다. 이처럼 경수로 원전의 해외기자재공급업체 품질관리는 NUPIC을 활용해 공급업체의 신뢰도를 확보하고 규제기관이 요구하는 해외 기자재 공급업체 품질활동에 부합하게 됐으나, 중수로 원

전의 해외기자재공급업체 품질관리가 숙제로 남아 있었다. 2006년 6월 13일 당시 한수원의 Q등급 예비품 해외공급자는 캐나다 21개사, 미국 101개사, 기타 국가 49개사였다. 그중 캐나다는 49.6%를 AECL을 통해 구매하고, 품질활동도 AECL이 대행하고 있었다.

원 공급업체에 대한 정보와 구매 사양을 확보하지 못하고 품질보증감사 등 품질활동을 할 수 없어 직접 구매가 불가능할 뿐만 아니라 유자격 등록 심사도 업체가 제출한 서류만으로 만족해야 하는 실정이었다. 그러던 중 2006년 1월 CANPAC이 한수원에게 가입을 요청해왔다. CANPAC은 캐나다 내 원전사업자들이 주축이 돼 원전기자재공급업체에 대한 품질보증감사 및 공급업체 등록관리를 목적으로 2002년 4월 8일 COG내에 설립됐다.

CANPAC은 각 회원사의 품질담당 부서장으로 운영위원회를 구성하고 회원사 요청에 따라 전문 감사자를 확보해 공급업체의 감사를 수행하고 있다. 이에 한수원은 CANPAC 가입을 통해 캐나다 내 기자재 공급업체에 대한 정보 확보, 품질보증감사 강화는 물론 회원사 간 정보교류 활성화로 단종 품목 해결방안 모색 등 중수로 원전의 현안사항에 공동 대처하고, 국내 중소기업의 캐나다 원전 기자재 수출 지원도 가능할 것으로 기대하고 있다. 2008년 4월 현재 CANPAC에는 캐나다의 원전사업자 4개사와 한국의 한수원(주)이 회원사로 가입되어 있고, 중국, 루마니아 원전사업자가 회원사로 가입을 추진 중에 있다.

## 2. 선진 품질정보 수집 및 국제동향 파악

미국품질학회(ASQ)는 품질에 관한 신기술 개발을 위한 국제회의를 비롯한 미국품질학회 자격부여 프로그램, 교육훈련과 기술지도 프로그램을 운영할 뿐만 아니라 품질표준을 제정하고 관련 출판물을 발간해 회원사에게 제공하는 등 활용도가 높은 국제적인 품질기관이다. 한수원(주)은 선진 엔지니어링제도 도입 추진과 발맞춰 선진국의 최신 품질정보를 수집하고, 국제동향 파악과 선진 품질보증기법을 도입하는 등 품질보증활동의 수준을 선진화하고자 2003년에 가입했다. 앞서 1990년 가입한 한전은 1999년까지 회원으로 있다가 IMF 여파로 탈퇴한 바 있었다. 2007년 12월 현재 ASQ의 회원 수는 100여 개국의 약 1100여 개 단체회원과 개인회원도 10만 여명에 이른다. 회원사는 ASQ Net를 통해 멤버 간 토의 및 학회 연구에 참여할 수 있으며 월간 'Quality Progress Magazine' 과 6종류의 계간지, 그리고 월간 학회 논설을 전자 메일로 제공받고 있다. 또한 유럽품질협의체(EOQ)의 연차대회에도 참여하여 유럽지역의 품질동향 파악 및 정보수집에 활용하고 있다.

## 제2절 국내 협력활동

### 1. 국내 협회활동

한수원(주)은 대한전기협회의 회원사로써 전력기술기준(KEPIC) 개발에 필요한 출연금을 지원하고 각종 전력기술기준의 제·개정시 이의 검토를 위한 전문·실무위원회에 참여하여 전력기술기준의 개발에 크

게 기여하고 있다.

또한 2001년 우리나라 한국산업규격(KS)과 품질보증체제·환경경영체제·ISO 9000의 대표적인 인증기관인 한국표준협회에 가입하여 직원들의 품질전문지식 습득을 위해 협회에서 주관하는 각종 품질관련 전문교육에 참여하고 있으며 또한 국가 품질경진대회 참여 등을 통해 원자력품질을 대외에 홍보하고 일반 산업계와의 품질정보교류에 참여하고 있다.

그밖에 2002년 8월과 9월에 품질경영학회와 한국비파괴검사학회에 각각 가입하여 해당 분야의 학술지식 취득 및 정보교류에 활용하고 있다.

## 2. 한국 전력산업품질협의회

2003년 9월 5일에는 ‘품질협의회’를 구성해 원전사업 관련사간의 협력 체제를 굳건히 하고 있다. 이는 원전의 품질기술과 정보를 공유하고 품질현안에 공동 대처하고자 구성되었다. 품질협의회에는 2007년 12월 현재 한국전력기술, 두산중공업, 삼성건설, 동아건설, 한전KPS, 삼창 등 설계용역 업체와 주기기 공급업체, 그리고 시공사 및 정비 분야 15개 업체가 참여하고 있다.

품질협의회는 연간 상·하반기 2회의 정기회의를 개최하며, 내부에 건설분과위원회와 발전분과위원회로 구분하여 분과별 품질기술을 공유하고 품질현안 사항 등을 논의하고 있다.



## 제7편 국민이해와 지역협력

>>> 제1장 국민이해 증진활동

>>> 제2장 원전 주변지역 지원사업

>>> 제3장 원전이 지역에 미치는 경제적 효과



# 제1장 국민이해 증진활동

한국수력원자력(주) 홍보실 기업홍보팀장 최근열

## 제1절 사회환경의 변화

### 1. 국제환경의 변화

1973년의 제1차 석유파동 당시 전 세계에서 가동중인 원전은 147기로, 세계 에너지소비의 0.8% 정도만을 원자력발전이 담당하였다. 그 후 선진국들을 중심으로 각국은 에너지의 안정적 공급을 위해 탈 석유평책의 일환으로 원전개발을 활발히 추진해오던 중 1986년 구소련의 체르노빌 원전사고의 영향으로 미국을 비롯한 선진국들은 원전축소정책으로 전환하여 원전건설을 억제해 왔었다. 그러나 프랑스와 일본, 한국 같은 자원빈국인 나라와 중국 등 일부 개도국들은 원전개발을 지속적으로 추진해왔다.

2007년 말 현재 전 세계 31개국에서 435기의 원전이 운영되고 있고 세계 총 발전량의 약 16%를 차지하고 있다. 그 동안 원전건설을 억제해 온 선진국들은 부존자원이 풍부하거나 전력수요 증가가 거의 없는 포화상태로 대규모 용량인 원전의 추가건설이 크게 필요하지 않았다. 일부 유럽연합국에서는 원전 폐쇄정책 하에 대안으로 대체에너지개발에 비중을 두고 있었다.

그러나 지구온난화의 주범인 온실가스 배출 억제를 위한 교토의정서

의 공식발효('05. 2)와 고유가의 장기화, 자원부국들의 에너지 무기화 조짐과 분쟁, 개발도상국의 급격한 에너지 수요 증가 등으로 세계 각국이 원전에 다시 눈을 돌리고 있다. 미 정부는 지난 30년간 중단되었던 원전건설을 2010년까지 재개하겠다고 이미 선언했고 민간 컨소시엄을 통해 3개사에서 미국 동남부에 14기의 원자로에 대해 신규 건설허가를 신청해놓은 상태이다. 또한 2008년 3월 현재 운영중인 104기의 원전 중 48기의 원자력발전소에 대해 40년 운영기간 이후 추가로 20년을 연장하여 총 60년을 운전할 수 있도록 허가하였으며 15기의 원자력발전소에 대해 계속운전 허가를 검토 중에 있다.

경제발전으로 에너지 수요가 폭증하고 있는 중국, 인도 등 개발도상국들도 앞 다퉈 원전건설에 나서고 있다. 2007년 말 현재 11기의 원전을 운영중인 중국은 2020년까지 30기의 원전을 새로 짓기로 했으며, 17기의 원전을 가동중인 인도도 2012년까지 17기를 추가 건설해 현재 3%인 원전의존율을 30%로 크게 늘릴 예정이다.

환경론자들의 천국인 핀란드는 신규 원전건설을 착수(올킬루오토 3호기, 2005년)하였으며, 이는 유럽국가 중에서 15년 만에 처음 있는 일이다. 독일, 이탈리아, 루마니아, 프랑스 등 다른 유럽연합 국가들도 원자력의 재추진을 검토하고 있거나 원전건설을 재개하였다.

세계 각국의 원전건설 추진배경에 대해 원자력에너지가 갖는 친환경성과 경제성의 명분도 강하지만 원자력이 국가에너지 안보에 있어 최후의 보루 역할을 하기 때문이라고 에너지 전문가들은 설명하고 있다.

국제원자력기구(IAEA)는 '원자력이 화석연료의 대안으로 떠오르고

있다'며 전 세계 발전량 중 원자력이 차지하는 비중이 현재 16%에서 2030년에는 27%까지 증가할 것이라고 전망했다. 이와 반대로 OECD 산하기구인 국제에너지기구(IEA)는 세계 에너지생산 중 원자력에너지가 차지하는 비중이 2030년에 5%정도로 감소할 것이라고 예측했다. 이는 수명을 다해 폐쇄된 원전시설은 많은 반면 신·재생에너지 산업이 빠른 속도로 성장하기 때문이라고 설명했다. 그러나 앞으로 신·재생에너지가 화석연료를 대신할 주 에너지원으로 발전하려면 많은 기술개발과 노력이 필요하다. 현재 기술력과 경제성에서 한계성을 가지고 있는 신·재생에너지는 보조전력 에너지원 정도로 활용하고 주전력 에너지원은 원자력을 활용해야 한다는 것이 전문가들의 주장이다.

## 2. 국내환경의 변화

원자력발전 30년을 맞는 올해는 우리나라 원자력역사에 있어 특별한 해로 기록될 것이다. 우리 최초 원전인 고리 1호기가 상업운전을 시작한 지 30년이 되는 뜻깊은 해이기 때문이다. 특히 설계수명 30년의 운전을 마치고 2007년 6월 가동을 멈췄던 고리 1호기가 안전성 심사와 지역주민의 합의를 거쳐 가동중지 7개월만인 2008년 1월 17일 10년간의 계속운전을 본격적으로 시작했다. 국내 원전의 효시인 고리 1호기가 계속운전을 성공적으로 시작함으로써 한수원(주)의 원전운영과 정비기술이 세계적인 수준임을 입증하였다.



〈그림 7-1〉 고리1호기 계속운전 기념식(2008. 1.17)

고리 1호기의 계속운전은 한국원자력발전 역사에 있어 큰 의미를 차지한다. 국제기준보다 훨씬 더 엄격하고 까다로운 안전성 심사를 통과해 세계 6위 원자력강국의 위상을 대내외에 널리 알렸고, 법과 원칙을 바탕으로 대화를 통해 주민의 동의를 이끌어냄으로써 갈등해소의 모범 사례를 남겼다. 신규원전을 건설할 때 드는 기간과 약 2조원의 건설비용 절감을 통한 경제적 효과는 물론, 향후 설계수명이 만료되는 또 다른 원전의 ‘계속운전 추진’의 성공모델을 창출했다.

정부와 한수원(주)은 고리 1호기 계속운전기간 동안의 안전한 운영을 보장하기 위해 발전소 설비를 개선하고 교육훈련을 강화하며 안전을 제일로 하는 안전문화를 강화하는 등의 노력을 경주해 나갈 것이다.

한편 한수원(주)은 지난 5월 19일 원자력발전 총 2조kWh를 달성했다. 이는 작년 우리나라 전력소비량 기준으로 총 5년을 사용할 수 있는 어마어마한 양이다. 또한 순수 국내기술로 개발한 신형경수로 1400(APR1400)인 제3세대 원전을 신고리 3·4호기에 적용해 착공에 들어가는 등 원자력발전의 이정표가 될 만한 일이 이어지면서 바야흐로

원자력르네상스 시대를 이끌고 있다.

2007년 원자력발전 역사에도 획기적인 일들이 많았다. 지난 2005년 11월 국가적 숙원사업이었던 ‘중·저준위방사성폐기물 처분시설’ 부지가 지역주민에 의한 선택이라는 새로운 방식을 통해 경주시 봉길리 일원으로 최종 확정되었고, 2007년 7월 전원개발사업실시계획이 승인됨에 따라 마침내 11월 9일 노무현 대통령 내외를 비롯해 김영주 산업자원부장관 등이 참석한 가운데 착공식을 거행하였다. 특히 월성원자력환경관리센터(중·저준위방사성폐기물 처분시설의 공식명칭)착공은 정부가 일방적으로 결정하지 않고 주민의견 수렴을 거쳐 사회적 갈등과 대립을 국민적 화합으로 승화시킨 갈등해결의 모범적 사례이자 지방자치 발전의 전기를 마련한 사례로 평가된다. 정부와 한수원(주)은 2009년 말에 1단계 준공을 목표로 처분시설이 안전하고 친환경적으로 건설될 수 있도록 만전을 기하고 있다.



〈그림 7-2〉 월성원자력환경관리센터 착공식(2007.11. 9)

부존자원이 없는 우리나라는 지난 1970년대 석유과동 이후 탈석유전 원정책과 에너지다원화정책에 따라 원자력개발을 지속적으로 추진해 왔다. 1978년 고리 1호기가 상업운전을 시작한 지 30년이 지난 2008년 초 기준 가동 원전기수는 20기로 늘었고 설비용량은 1,771만 6천kW로 전체 발전설비용량인 6,826만 8천kW의 26%를 점유하며 세계 6위의 원자력발전 대국으로 성장하였다.

지난 30년간 국내 전력생산의 주축을 담당해온 원자력발전은 국가 경제발전과 국민의 삶의 질 향상에 중추적인 역할을 해왔다. 1982년 이후 국내 소비자물가는 207% 올랐지만 전기요금은 5.5% 증가하는데 그쳤다. 이는 대용량의 전력을 값싸게 공급한 원자력 덕분에 가능한 일이었다. 또한 기후변화협약 이행기간이 도래함에 따라 선진국들은 2012년까지 이산화탄소 배출량을 1990년 대비 평균 5.2% 감축해야 하는 상황이다. 국내 에너지자급률이 3%에 불과하고, OECD 국가 중 온실가스 배출 증가량 1위인 우리로서는 온실가스 배출이 거의 없으며 생산단가가 저렴한 원자력에너지를 선택하고 확대하는 것만이 최선의 방향으로 인식되고 있다.

원전운영기술은 세계 최고수준으로 2007년 한 해 동안 국내원전의 설비용용률은 평균 90.3%를 기록함으로써 세계 평균이용률인 77.8%에 비해 월등히 앞선 실적을 보이고 있다. 아울러 원전건설기술도 지속적인 기술개발을 통해 한국표준형원전을 개발하여 현재 6기가 운영 중에 있으며 개선형 한국표준형원전 4기가 추가 건설중에 있다. 나아가 한국표준형원전에 비해 안전성과 경제성을 대폭 강화한 차세대 원전인

APR1400을 개발하여 건설중에 있으며 이러한 기술력을 바탕으로 해외원전시장 진출을 적극 추진하고 있다.

## 제2절 국민이해 증진활동

### 1. 원전에 대한 국민이해

우리나라는 1978년 고리 1호기 상업운전 이후 현재 총 20기의 원전을 운영하며 설비용량 기준 세계 6위의 원전강국으로 도약했다. 원자력 발전은 주력 발전원으로써 중추적인 역할을 하고 있으며 앞으로도 지속적으로 추진될 전망이다.

그러나 이에 비해 원전에 대한 국민이해도는 전반적으로 낮은 편이며 정당한 평가대신 대체로 부정적인 면에 치우쳐 있는 것도 사실이다. 여론조사 결과에 의하면 원전의 필요성, 환경친화성, 경제성과 경제발전의 기여도 등에서 긍정적인 반면에 안전성에 대해서는 부정적인 여론이 지배적이며 안전규제가 더욱 강화되어야 한다고 나타났다.

이런 현실을 볼 때 원전에 대한 국민수용성(Public Acceptance)을 향상시키기 위해서는 무엇보다도 원전안전에 대한 국민불안을 해소하고 국민의 신뢰를 높이기 위한 노력을 지속적으로 전개해야 한다. 무엇보다 안전한 원전운영을 최우선 목표로 하고, 원자력발전의 안전성에 대한 대국민 홍보가 뒷받침되어야 할 것이다.

원전에 대한 국민적 이해와 수용에 많은 영향을 미치는 것이 언론이다. 여론을 주도하는 언론의 정확하고 객관적인 보도의 중요성은 아무

리 강조해도 지나치지 않는다. 가끔 발생하는 사소한 원전고장에 대한 언론의 왜곡, 과장보도는 국민들에게 불안감을 조성하고 원전신뢰도를 떨어뜨리는 중요한 요인으로 작용할 수 있다.

언론은 원자력이 핵심적인 국가에너지라는 확고한 국가관을 견지함은 물론 원전을 이해하고 사실에 기초한 정론을 펼쳐 원전PA에 견인차 역할을 해주어야 한다. 한편 대국민홍보를 담당하는 원자력문화재단과 한수원(주)은 효과적인 원전홍보방안을 개발하여 적극적인 국민이해를 구해야 할 것이다.

원전사업은 안전성 보장 없이는 지속할 수 없다는 것은 당연한 논리다. 한수원(주)과 정부는 원전운영의 최상의 목표를 안전운전에 두고 있으며 실제 원전의 안전 운영실적도 세계 최상급이다. 국민들도 왜곡되고 과장된 정보에서 벗어나 과학적 사실과 실체적 진실을 믿을 수 있는 성숙한 시민의식을 보여줄 것으로 기대하며 한수원(주)은 다양한 원전홍보 채널을 통해 국민들을 설득하고 이해를 구하는데 더욱 주력할 것이다.

## 2. 기관별 국민이해 증진 활동

### 가. 한국수력원자력(주)

한수원(주)은 원자력사업에 대한 국민들의 이해를 높이기 위해 사회적 책임을 다하는 공익성과 친환경에너지 기업이미지 PR 활동, 사이버 홍보활동, 시민·환경단체에 대한 홍보활동, 원전시설 현장체험 기회 확대, 홍보책자 제작·배포 등의 다양하고도 적극적인 홍보활동을 전개

하고 있다. 또한 회사 홍보영상물, 수력 홍보영상물 등을 신규 제작해 각 원전 홍보전시관에서 상영하는 등 원전의 필요성과 안전성을 알리는데 효과적인 홍보방안을 지속적으로 개발하고 있다.

### (1) 원전공개정책

원전은 안전성 보장을 최우선으로 하여 안전운영에 심혈을 기울이고 있지만 핵이라는 부정적인 인식으로 인해 그 실상을 잘 모르는 국민들은 여전히 불안감을 떨치지 못하고 있다. 따라서 원전공개정책은 국가 차원의 안전규제를 하고 있는 정부(교육과학기술부)에서 제정한 ‘원자력이용시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정’을 기준으로 실시하고 있다. 원전에서 사고나 고장이 발생한 경우 정부는 물론 사업자인 한수원(주)은 그 내용을 신속·정확하게 언론과 국민에게 공개함으로써 원전 안전성에 대한 국민 신뢰를 제고하고 있다.

원전 사고·고장정보의 공개는 그 대상에 따라 신속하게 알릴 필요가 있는 경우 인터넷공개와 언론공개를 병행하고, 그 외의 공개대상 정보는 인터넷공개만 하고 있다. 인터넷공개는 해당기관별 인터넷 홈페이지에 공개하고, 언론공개는 사고·고장정보를 인터넷에 게시한 후 보도자료 배포를 통해 언론에 공개한다. 각 기관별 인터넷 홈페이지 주소는 다음과 같다.

〈표 7-1〉 원전 사고·고장 정보공개 관련 인터넷 홈페이지 주소

| 기관명            | 홈페이지 주소        | 정보공개 위치                                  |
|----------------|----------------|------------------------------------------|
| 교육과학기술부        | www.mest.go.kr | 과학기술분야/정보공개/원자력국<br>/원자력안전/원전운영현황/원전운영정보 |
| 한국원자력<br>안전기술원 | www.kins.re.kr | 원전안전운영정보시스템/사고고장정보<br>/원전사고고장현황          |
| 한국수력원자력(주)     | www.khnp.co.kr | 정보센터/원전운영현황/원자력실시간정보                     |

2007년 원전은 세계 최고 수준인 90.3%의 이용률, 호기당 0.6회의 고장정지율 등 우수한 운영실적을 보였다. 고장에 의한 발전정지가 총 20기 원전에서 단지 12건에 불과했으며, 고장내용을 인터넷과 언론에 즉각 공개함으로써 원전에 대한 국민 불안을 해소했다.

이와 같이 원전운영에 대해 공개지침에 따라 우선적으로 언론에 신속하게 공개하고 있으며 그 외에 발간물을 통하거나 시설에 대한 공개도 하고 있다. 특히 한수원(주) 홈페이지(www.khnp.co.kr)의 원전운영현황에 원전안전현황, 방사선현황 등 원전운영 관련정보가 자세하게 공개되고 있다.

발간물을 통한 공개는 사외보인 「(주)파워」를 매달 2만부씩 발간하여 지역주민, 학생, 일반인 등 각계각층의 일반국민들에게 배부하고 있으며, 「원자력에너지」, 「1318세대를 위한 원자력이야기」 등 계층별 홍보책자를 세분화하여 원전본부 시찰자 및 과학교사 등을 대상으로 배부하고 있다. 원전본부별로는 소식지를 발간, 주기적으로 지역주민과 관련 기관에 배부하고 있다. 또한 한수원(주)이 정부와 공동으로 매년 국내 원전정책, 운영현황, 방사성폐기물관리, 국내외동향 등 원자력발전에

관한 모든 것을 정리한 「원자력발전백서」를 발간하여 일반 국민에게 원전 전반에 대해 투명하게 알림으로써 원자력에 대한 국민이해를 높이는 데 기여하고 있다.

시설공개는 원전의 실제 운영상태를 직접 확인시켜 주는 중요한 수단이다. 원전별로 홍보전시관을 갖추고 연중 방문객들을 맞이하고 있으며 고장관련 설비도 지역주민이나 시민사회단체 요청시 공개하고 있다.

문화, 학술, 체육행사 등 다양한 문화행사의 협찬을 통한 원전 사회적 수용성 확대에도 많은 노력을 기울이고 있다. 각 원전을 순회하는 음악회를 개최하고 소외된 청소년에게 각종 문화·예술공연 관람 기회를 정기적으로 제공하고 있으며, 거북이마라톤, 전기사랑마라톤대회 등도 적극 참여하면서 국민에게 가까이 다가가는 기업상을 정립해 나가고 있다.

## (2) 차세대교육

차세대에게 원자력을 바르게 알리고 이해시키는 것은 원전사업의 미래를 좌우하는 중요한 사안이다. 따라서 한수원(주)은 미래의 주역이자 차세대인 초·중·고교생들에게 원자력에 대한 이해를 증진시키는 프로그램을 실시하고 있다.

학생 및 교사들에게 다양한 방법으로 원자력과 친밀해질 수 있는 기회를 제공하고 있다. 여기에는 일일명예교사 참여, 주니어공학기술교실 운영, 원자력문제대전 개최, 원어민강사 지원, 아동뮤지컬행사, 방과후 교실 연중운영, 중학생공부방 운영, 학교운동장 개선사업 등이 있다. 또한 홍보책자를 과학교사에게 배포, 교재로 활용토록 하고 있으며 그 외 1318세대를 위한 원자력이야기 등의 청소년들의 눈높이에 맞는 홍보책

자를 제작·배포하고 있다. 특히 2006년에는 청소년을 대상으로 하는 홍보동영상을 제작해 각 홍보전시관에서 상영함으로써 청소년들의 호기심과 흥미를 이끌어냈으며, 2007년에는 회사 홍보동영상, 수력 홍보 동영상 등을 제작·배포하였다. 또한 원전 홍보관을 방문하는 학생들에게 전시물과 시설견학을 통하여 원전과 친밀감을 느낄 수 있는 기회를 주고 있다.

또 한국원자력문화재단의 교과서 연구 분석사업에 협력하여 교과서의 원자력 관련 내용이 바르게 서술될 수 있도록 자료를 제공하고, 관계 인사들의 원전시찰도 지속적으로 추진하고 있다. 원전이 21세기에도 주력에너지 역할을 지속하기 위해서는 차세대의 원전이해가 필수적이므로 이를 위해 학교에서부터 원자력교육이 올바르게 이루어져야 한다.

### (3) 일반국민 홍보

원전에 대한 국민인식은 그동안 많이 개선되었지만, 한편 원전의 필요성은 인정하면서도 안전성은 우려하고 있는 것이 현실이다. 원전에 대한 국민합의가 근원적으로 어려운 점도 안전문제에 대한 우려 때문이다. 한수원(주)은 원전안전의 실상을 일반국민에게 알리는데 역점을 두고 원전운영의 투명한 공개를 통하여 국민들을 이해시키고 알리는데 주력하고 있다. 한편 한국원자력문화재단에서도 다양한 홍보활동을 통하여 원전에 대한 국민이해를 증진시키고 있다.

### 언론홍보

국민들의 가장 큰 관심사인 원자력발전의 현황을 정확히 알리기 위해

원전운영, 안전점검, 건설현황, 수출 등 한수원(주)의 주요 경영현안에 대한 보도자료 및 사진을 주기적으로 배포하고 있다. 또한 윤리경영, 대 중소기업상생, 경영혁신 등 기업문화를 적극적으로 소개함으로써 한수원(주)의 공익적 역할을 알리는 데 힘쓰고 있으며, 무엇보다 원전본부별 사회공헌 활동 및 동정, 지역축제 소식 등을 수시로 발굴, 보도자료로 배포함으로써 원자력발전이 ‘국민을 위한, 국민과 함께 하는 사업’임을 알리기 위해 노력하고 있다.

2007년에는 고리 1호기 계속운전, 방사성폐기물처분장 건설, APR 1400 등의 차세대 원전건설 등 여러 가지 현안사업들이 산적해 있었다. 이와 관련, 언론홍보의 방향은 국민들에게 정확한 실상을 알려 방폐장 부지 선정 시 겪었던 오해와 불신을 예방하고 국민적 공감대와 합의를 통해 모든 사업을 원만히 추진코자 했다.

국내 최초의 원전인 고리 1호기가 가동 30년 만에 설계수명이 만료됨에 따라 국내 최초로 계속운전에 대한 추진이 이뤄졌고, 이에 따라 언론홍보의 방향은 국민들의 우려를 감안해 관련기관의 안전성 평가내용을 정확히 알리는 데 주력했다. 특히 고리 1호기의 설계수명 만료를 앞두고 지난 30년간의 공과를 조명하는데 힘썼다. 이와 관련, 정확한 사실을 바탕으로 국민적 합의에 도달할 수 있도록 투명한 정보공개를 위해 취재기자과 사진기자단 등이 직접 고리 1호기와 인근 마을을 방문토록 해 계속운전 추진현황 및 지역사회의 여론이 투명하게 보도될 수 있도록 지원했다. 또한 TV 특집방송과 신문시리즈를 집중 기획하여 고유가시대에 원전의 필요성을 홍보하는 한편, 계속운전의 객관적인 안전성 평

가를 대중적으로 알려 원전에 대한 이미지를 제고하는데 노력했다.

월성원자력환경관리센터의 착공식 전후로 TV 아침 방송과 시사프로그램, 뉴스보도 등을 통해 지난 20년간의 숙원사업이었던 방폐장 공사의 시작과 안전성을 위한 다짐을 온 국민에게 알리는 데 힘썼다. 이와 함께 방사성폐기물처분장의 원활한 건설을 위해 지속적인 기고활동을 통하여 국민적 공감대를 형성하기 위해 노력했다. 그 결과 대부분의 신문과 방송에서 대형 국책과제가 국민적 갈등을 넘어서 화합의 큰 걸음을 내딛는 계기가 됐으며, 천년고도인 경주가 새로운 ‘첨단 에너지 메카’로 발돋움하고 있음을 상세히 보도했다.

국내 원전건설의 새로운 표준이 될 신형경수로 APR1400의 착공식을 신문과 방송을 통해 널리 알렸다. APR1400은 세계 각국이 주력으로 건설 중인 제 3세대 원전으로 우리나라 원자력 기술이 세계적 수준으로 올라섰음을 대내외에 알릴 수 있는 좋은 기회가 됐다. 이는 해외진출에 대한 희망을 불어넣는 작업이었다.

원자력발전이 친환경 에너지임을 알리는 노력도 집중 전개했다. 월성 원자력발전소는 7월에 삼중수소 방출량을 종전보다 65%나 획기적으로 줄일 수 있는 삼중수소 제거설비(TRF)를 준공했다. 이 설비의 가동으로 한국은 중수로를 운영중인 세계 7개국 중 2번째로 삼중수소 제거설비를 갖추게 돼 그만큼 방사성물질관리의 안전성이 대폭 높아지게 되었다. 이러한 사실을 언론을 통해 상세히 홍보했다.

국민적 열망이 높은 한국 원자력산업의 해외진출 뉴스를 상세하게 소개함으로써 우리나라의 원자력발전이 세계적 수준으로 도약했음을 알

리는 데도 힘썼다. 이는 국민적 자긍심을 높여주는 요소로 작용했다. 고준위 방폐물 유리화 기술을 미국에 수출했다는 뉴스는 비로소 우리나라도 이제 원전 도입국에 거꾸로 수출을 하게 되었다는 점에서 한껏 높아진 한국 원자력산업의 위상을 입증해주었다. 이와 함께 중국핵공업전람회 참가, 인도네시아 진출을 위한 현지에너지업체 MEDCO Energy International社(MEI)와의 제휴 등도 언론에 소개했다.

안전성에 대한 상세한 자료를 수시로 제공해 궁금증을 해소하고 신뢰를 얻는데 힘썼다. IAEA의 한국표준형원전에 대한 첫 점검 결과가 ‘세계 최고 수준’으로 평가받은 것을 비롯해 일본 지진을 계기로 지진안전 대책 특별팀의 가동과 향후 대비책을 알렸으며, 하계수급 특별점검, 방사선 심포지엄, 방폐장 관련 기술제휴 등 원전 안전을 위한 한수원(주)의 노력을 상세히 소개, 국민들의 궁금증을 해소토록 했다.

한편 2004년 6월 창단된 ‘한수원 사회봉사단’의 의료봉사 확대와 어버이날을 맞이한 어르신 식사봉사, 적십자사와 재해 긴급구호를 위한 적십자사와의 협약, 태안 자원봉사 등 전사적인 자원봉사활동을 소개했다. 보유기술 무상이전, 해외시장 판로 개척 지원 등 중소기업과의 상생 노력도 널리 알려 한수원(주)이 ‘중소기업과 더불어 살아가는 에너지 리더’임을 각인시켰다.

이러한 노력에 힘입어 2007년도 언론 보도기사는 지난해 보다 크게 증가했다. 이는 사업 중심의 언론홍보에 머무르지 않고 그 범위를 기업 문화로까지 한층 넓힌 결과이며, 방폐물처분장 건설 및 고리 1호기 계속 운전 시행에 대한 언론의 관심 고조에 대한 결과로 볼 수 있다. 언론홍보

에 대한 다양한 노력을 전개함으로써 한수원(주)과 관련된 보도기사는 크게 늘어났고, 이는 원자력르네상스 시대를 맞이하여 한수원(주)의 이미지를 ‘국민과 함께 하는, 국민들에게 친근한 기업’임을 각인시키는데 일조했다.

비판성보도 횟수는 2006년도 10건에서 2007년도 6건으로 대폭 줄었다. 이는 기자가 비판성 기사 취재를 시도할 때 시의적절하게 설명자료 또는 해명자료를 제공함으로써 예방적인 언론홍보 활동에 치중, 사전에 오보에 대해 효율적으로 차단했기 때문으로 분석된다.

### 미디어 홍보

한수원(주)은 2007년 한 해 동안 기업이미지PR과 원자력발전에 대한 사회적 수용성 제고를 위해 각종 언론매체를 통한 미디어 광고에 주력하였다. 먼저, TV 및 라디오 광고의 경우 전국을 대상으로 KBS, MBC, SBS 등을 통해 광고를 시행하였으며, 지방 방송사를 통한 광고도 병행하였다. 또한 케이블TV 광고와 서울 및 원전주변지역을 대상으로 극장광고도 시행하였는데, 특히 케이블TV는 공중파 대비 광고비용이 저렴하고 시청률도 높아 광고의 효율성을 극대화 시킬 수 있었다.

기업PR과 더불어 KBS와 공동으로 지구환경보전과 관련한 공익캠페인을 실시하였다. 7, 8월동안 시행된 공익캠페인에서 지구온난화의 문제점과 온난화 방지대책의 필요성을 제기하는 등의 계몽활동을 전개하였다. 기업PR 및 공익캠페인 이외에 월성원자력환경관리센터의 착공, 고리 1호기 계속운전 시행과 관련된 방송광고도 실시하였다. 5월부터 11월까지 월성원자력환경관리센터의 원활한 건설을 위하여 경주지역

을 포함하는 ‘대구·포항’ 권역을 대상으로 ‘당신곁에’ 편과 ‘희망버스’ 편을 제작·방영하였으며, 고리 1호기 계속운전에 대한 지역주민의 수용성 확보를 위하여 6월부터 12월까지 ‘부산·울산’ 권역을 대상으로 ‘희망의 고리’ 편을 제작·방영하였다.

## IT 홍보

인터넷 이용인구의 급증과 정보화 사회의 급속한 변화에 적극 대응하여 시간적, 물리적 제약을 받지 않는 인터넷과 최신 정보통신 기법을 활용하는 IT 홍보를 적극 펼치고 있다.

회사 인터넷 홍보의 중심인 홈페이지는 2008년 5월 원자력발전 30년을 기념하여 친환경과 첨단 이미지가 첫 화면에 부각되도록 최신 트렌드의 디자인과 선진화 기능을 적용시켜 종합 개편하였다. 또한, 국민들이 원자력에 대한 이해와 정보 습득이 용이하도록 폴더형 섹션 메뉴창을 도입하여 정보 접근성을 높여 검색과 이용을 쉽게 하였다.

아울러 네티즌 맞춤형 기능인 모바일 기반의 N-서비스, UCC 존을 신설하고 KHNP 연대기, 발전소 라이브, 원자력 르네상스 애니메이션 동영상 등 홍보 차별화 콘텐츠를 대폭 보강하여 네티즌의 방문과 참여를 도모하였다.

원자력사랑 사이버 이벤트 등 네티즌이 선호하는 맞춤형 이벤트와 전파식 홍보를 확대 시행하여 단일 이벤트로 회사 창립 이래 최다 회원인 73,882명의 가입실적을 보였으며, 이에 힘입어 2007년 말 홈페이지 가입 회원수 누계는 13만 5,000명, 방문자 누계는 725만명으로 대국민 호응이 높은 원자력 포털사이트로서 자리매김하게 되었다. 앞으로도 다양

한 사이버 이벤트와 공익 캠페인을 펼쳐 쌍방향 커뮤니케이션과 온라인 홍보를 강화함으로써 2008년말에는 회원 20만명, 방문자 1,000만명 달성을 목표로 하고 있다.

한편, 대국민 원전 정보공개 요구에 부응하여 4개 원전의 운전, 정비, 정지 상태를 발전 신호등과 자막창을 통해 실시간으로 알려주어 원전운영 신뢰도를 높였으며 네티즌 요청정보에 대한 신속한 서비스를 위해 온라인 자동응답 시스템도 함께 구축하였다.

또한 원자력르네상스 애니메이션 동영상, KBS 과학카페 원자력편, 회사 대표 홍보영화 ‘에너지 심장’, 지구온난화 방지 공익캠페인 영상, 방폐물 홍보영상 등 15편의 회사 홍보영상을 홈페이지 멀티플렉스 영상관을 통해 생생하게 상영하고 있으며 이를 통하여 일반국민과 지역주민의 원자력 및 관련사업에 대한 이해를 증진시키고 친근한 기업이미지를 심어주는 데 크게 기여하고 있다.

국내·외 원자력 동향, 한수원(주) 주요소식과 경영현안, 특집테마 등을 묶어 웹진형태로 제공하는 ‘한수원 디지털뉴스레터’를 인터넷 회원, 전력그룹사 직원, 유관기관 관계자, 경영평가위원 등 20여만명에게 전용 대용량 메일시스템을 이용하여 발송하고 있으며, 특히 매월 1회 발송 하던 것을 2008년에는 매월 2회로 늘려 국민의 원자력정보 제공 기회를 확대했다.

## 전시홍보

2001년 한수원(주)은 한전으로부터 분리·발족 되면서 원자력 및 회사에 대한 국민의 낮은 이해도를 높이고 원전에 대한 수용성 제고를 위

해 홍보전시부를 발족시켰다. 이후 기존에 운영되고 있는 홍보관의 개 보수, 신축, 운영 관련 업무와 국내·외에서 개최되는 각종 에너지관련 전시회에 참가하여 회사 인지도 향상에 일익을 담당하고 있다.

홍보전시부 발족과 함께 2004년 처음으로 원자력산업연차대회와 산업자원부(현 지식경제부)에서 주관하는 에너지산업순회전에 참여하여 일반 국민과 직접 대면을 통해 원전에 대한 안전성, 경제성, 친환경성 등을 홍보하였다. 이후 회사가 참여하는 전시회는 2004년 2건, 2005년 4건, 2006년 9건, 2007년 12건으로 해마다 증가하였으며 2008년에도 약 13건의 전시회에 참가할 계획이다.

전시회에는 관람객들이 흥미를 느낄 수 있도록 각종 체험형 전시물과 영상, 원전모형 등을 전시하고, 전시부스 방문객에게 회사를 홍보할 수 있는 각종 기념품을 제작·제공함으로써 회사에 대한 인지도 향상과 원자력 수용성 제고에 노력하였다.



〈그림 7-3〉 한수원(주) 홍보전시부스

또한 원전해외수출기반 조성을 위해 2006년부터 중국 핵공업전람회, 베트남 원자력전시회, 원자력선진국회의(ICAPP), 태평양연안국원자력회의(PBNC) 등 각종 해외전시회에 참여하여 OPR1000 및 APR1400의 설계·건설의 우수성과 우리나라 원자력산업에 대한 이해도를 제고하고, 원전건설 및 운영능력을 과시함으로써 원전수출의 가능성을 한층 높였다.

#### (4) 지역주민 홍보

원전주변에 거주하는 지역주민들은 대부분 원전으로 인해 직·간접으로 영향을 받는다는 부정적인 인식을 갖고 있다. 따라서 지역주민에 대한 홍보는 일반국민과는 다르게 접근하는 홍보방식이 필요하다. 한수원(주)은 ‘지역주민과 함께하는 지역공동체 경영’을 위하여 적극적인 지역협력을 통해 잘사는 지역건설, 함께하는 공동체건설을 추구하고 있다. 이는 지역사회에 공헌하고 국민과 함께하는 원자력을 실현하여 원전사업을 지속 가능하게 하기 위함이다.

일반 국민을 대상으로 하는 홍보활동은 주로 대중매체를 활용하지만 지역주민에 대해서는 속성상 지역주민과의 밀착홍보를 통한 지역사회와의 유대강화와 각종 지원을 통한 지역의 사회공헌 등에 중점을 두고 있다.

2007년도 원전지역별 주요 홍보활동을 보면, 먼저 월성원전의 경우 기업이미지 개선을 위하여 대언론 홍보활동, 지역소식지 ‘양지’ 발간, 개인별 휴대폰 문자서비스를 활용한 원전 운영정보의 수시 제공 등 원전 정보공개를 통해 신뢰도 제고를 위해 노력하였으며, 경주의 역사문

화를 대표하는 국립경주박물관 및 농촌전통테마체험 마을인 세심마을과의 결연활동을 시행함으로써 원자력 지지기반 확대를 위해 노력하고 있다. 또한 지역주민과의 유대강화를 위한 ‘지역사랑 1부서 1마을 담당제’ 및 ‘지역사회 공헌 프로그램 시행’ 등 지역지원사업을 적극적으로 추진하여 지역사회 발전에 기여하고 있다.

영광원전이 주관하거나 후원으로 치러지는 ‘법성포단오가요제’, ‘영광해변가요제’, ‘영광군민의 날’ 등의 지역문화 행사가 지역주민들로부터 큰 호응을 얻고 있다. 또한 지역주민과 함께하는 ‘작은 음악회 개최’, ‘옥당골 어르신 행복만들기 사업 추진’, ‘인근지역 독거노인을 위한 도시락배달(주1회)’, ‘청소년을 위한 문화 예술체험’ 및 ‘원어민강사 지원’ 등 지역주민을 위한 다양한 문화행사 프로그램을 지원하고 있다. 이러한 여러가지 문화활동 지원과 사회공헌활동을 통해 원전과 지역주민 간의 일체감 형성 및 지역발전에 크게 기여하게 되었다.

울진원전의 경우 유관기관 및 지역주민들을 대상으로 계획예방정비시 현장견학을 실시하고 있으며, ‘원어민 영어강사지원’, ‘울진공공도서관 도서구입지원’, ‘학교 운동장 개선사업’, ‘학교 급식소 신축’ 등 교육여건을 개선하였으며 특히 8월10일 부터 3일간 계속된 제1회 ‘울진뮤직팜페스티벌’은 문화적으로 소외되어 있는 울진지역에 다양한 문화체험 기회 제공과 외부 관광객 유입으로 인한 지역경제 활성화에 크게 이바지 하였다. 2007년 한해동안 ‘독거노인 이동목욕 및 이용 봉사’, ‘한마음 결연 100여 가구와의 명절음식 나누기’, ‘직원수집 도서 880권을 주변 공부방과 청송교도소에 전달’, ‘동·하계 방학동안 사랑의

인라인교실’ 등 총 2,153명이 340회의 봉사활동에 참가하였고 현재 59개 부서에서는 원전주변 마을과 1:1로 자매결연을 맺고 정기적으로 활동 중이다.

고리원전의 경우 ‘청소년 원자력문예대전 개최’, ‘주니어공학기술교실 운영’, ‘원자력유소년 축구교실 운영’, ‘에너지교육’, ‘원전체험학습 실시’, ‘과학의 날 기념 일일교사활동 실시’ 등 차세대 대상 특별홍보를 시행하였고, 지역사회와의 일체감조성을 위하여 ‘고리스포츠문화센터 개관기념 지역사랑 한마음 음악회’, ‘고리원자력본부장배 생활체육대회’, ‘전시관 강당이용 지역주민 무료예식장 지원’, ‘고리원자력 본부장배 지역초청 축구대회’ 등 지역주민과 함께하는 문화 및 체육행사·이벤트 등을 개최하였으며, 지역경제 활성화를 위한 서생배(배죽) 구입활동 및 차성문화제, 기장멸치축제 등 각종 지역문화행사 등에 적극 지원하였다.

또한 ‘불우계층 대상 Happy Together 행사’, ‘설맞이 사랑의 떡국 나눔 봉사활동’, ‘국가유공자 초청 Green Happy World 행사’, ‘복지시설 보호 어르신 및 장애아동 초청 나들이 행사’ 등을 시행하였고, 배수확, 모내기 등 자매마을과 함께하는 ‘지역사회 일손 돕기’, ‘지역명승지 및 인근해안구역 정화활동’, ‘지역내 불우이웃, 독거노인, 소년소녀가장돕기’ 등의 지역사회 봉사활동을 적극 추진하고 있다.

이와 같이 각 원전별로 다양한 방법의 사회공헌 활동을 통해 지역주민들과 친밀감을 도모하면서 공존의식을 높이고 원전과의 일체감을 조성하는데 주력하고 있다. 4개 원자력본부는 모두 격월제로 소식지를 발

간하고 지역문화행사를 지원하며 주민들에게 전시관과 관련시설을 결혼식장이나 행사장, 자연학습장 또는 회의장으로 이용할 수 있도록 하고 있다.

그리고 영광과 월성원전에서는 온배수 양식장을 운영하면서 매년 5월말에 양식어류 방류사업을 통하여 온배수의 청정성과 유용성을 알리고 있다. 특히 여름 피서철에는 영광, 고리, 월성, 울진 해변가요제를 개최함으로써 지역주민과 함께 하는 화합의 장을 만들고 있다. 이와 같이 원전은 지역사회와 함께한다는 공감대 형성에 주력하고 있으며 앞으로 더욱 지역주민홍보를 강화하여 지역공존의식을 높여나갈 계획이다.

## 나. 한국원자력문화재단

한국원자력문화재단 교육문화실 이남숙

원자력발전이 우리나라에 첫 불을 밝힌 지 30년이 지났다. 그동안 우리나라는 국민소득 2만 달러의 세계 13위 경제대국으로 성장했고, 세계 6위의 원자력 이용 선진국으로서 원자력 기술자립과 함께 안전하고 우수한 운영실적을 보여주고 있다. 에너지의 97% 이상을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 실정에서 원자력발전은 산업동력을 지피는 원동력이 되어 왔다.

한국원자력문화재단은 국내 유일의 원자력홍보 전문기관으로서 안정적인 전력공급으로 국가경제 발전 및 국민생활 안정의 기틀을 다져온 원자력이 국민들의 신뢰와 애정 속에서 지속적으로 이용 확대될 수 있도록 다양한 홍보, 교육, 연구협력 사업을 펼치고 있다.

### (1) 홍보사업

최근 국제유가가 급등하면서 에너지안보에 대한 관심이 높아지고 있으며, 에너지의 안정적인 확보는 중요한 국가 전략과제 중의 하나가 되고 있다. 또한 지구온난화 방지를 위한 기후변화협약으로 이산화탄소 배출이 적은 청정에너지의 이용 확대에 대한 요구도 더욱 커지고 있다.

이렇듯 에너지안보와 기후변화협약, 안정적 연료수급과 온실가스 감축과 관련하여 원자력의 유용성이 그 어느 때보다 높아지고 있지만, 원자력의 이용 확대는 국민의 이해가 뒷받침되지 않고서는 이루어질 수 없는 특성을 가지고 있다. 특히 원자력정책은 다양한 이해관계자들과의 이해와 조정, 수용의 과정을 거치지 않을 수 없다.

한국원자력문화재단은 원자력에 대한 사회적 갈등 해소와 국민이해 증진을 위하여 2007년에도 다양한 홍보사업을 시행하였다.

### 중장기 원자력홍보전략 수립

원자력산업을 둘러싼 대내외적인 환경변화에 적극 대응하면서 국가 원자력정책에 대한 국민 수용성을 높이기 위해서는 종합적이고 체계적인 홍보전략 수립이 필요하다. 이에 재단은 원자력이 에너지안보, 환경보전, 국민 삶의 질 향상 및 과학기술 발전에 기여하는 미래 한국의 신성장 동력으로서 그 역할을 다할 수 있도록 IMC(통합마케팅 커뮤니케이션) 전략을 기본으로 하는 중장기 홍보전략을 수립하였다.

중장기 홍보전략에서는 원자력에 대한 지식과 관여도에 따라 공중집단을 각성공중, 활동공중, 비활동공중, 인지공중으로 세분화하고, 중재·협상전략을 통한 갈등 최소화, 대중적 홍보수단을 통한 호의적 태

도 형성 등 대국민 수용성을 높이기 위한 타겟별 홍보방안과 함께 원자력에 대한 국민신뢰 완성(1단계), 감성적 지지기반 조성(2단계) 등 원자력 리더브랜드 도약을 위한 단계별 추진방안을 모색하였다.

### 미디어 매체 활용 국민이해 증진

대부분의 국민들은 TV, 라디오, 신문, 잡지 등 각종 미디어 매체를 통해 정보를 접하게 된다. 이에 우리 재단은 다양한 미디어 매체를 통해 원자력의 유용성과 원자력사업 추진의 필요성을 일반 국민에게 전파하고 있다.

먼저 매체 파급력이 큰 공중파 프로그램 참여를 통해 원자력의 긍정적인 이미지 및 메시지를 자연스럽게 노출시킴으로써 일반 국민들이 원자력을 보다 친숙하게 접할 수 있도록 하였다. 대표적인 퀴즈프로그램인 ‘퀴즈 대한민국’ (KBS 1TV)을 비롯하여, 과학 교양프로그램인 ‘과학카페’ (KBS 1TV), ‘신나라 과학나라’ (KBS 1TV) 등에 참여하여 퀴즈 문제 제공, 원자력의 다양한 이용 소개 등 직·간접적인 홍보효과를 거두었다. 특히 ‘과학카페’ 프로그램에 국제사회의 원자력 이용확대 분위기를 소개하는 ‘왜 다시 원자력인가’라는 다큐를 제작 방영함으로써 고리1호기 계속운전 등 원자력발전의 지속적인 이용 확대 필요성에 대한 국민이해를 도왔다.

또한 언론이 국민여론 형성에 미치는 영향력을 감안하여 동아일보 과학면에 ‘달콤 살벌한 방사선’을 매월 2회 연재하는 등 원자력이 우리 일상생활에 유용하게 이용되고 있음을 구체적이고 체계적으로 소개하였으며, 기획기사, 칼럼기고, 독자투고 등 다양한 지면을 통해 국민들의 올

바른 이해를 돕는 적극적인 언론홍보를 전개하였다.

이밖에 정기간행물『원자력문화』, 홍보만화『오리와 마리의 여행』, 홍보책자『행복한 삶을 추구하는 에너지 원자력』, 홍보팸플릿『건강한 지구, 깨끗한 에너지 원자력』 등 국민들이 궁금해하는 원자력 관련 다양한 정보를 수록한 간행물을 지속적으로 발간·배포하였다.

한편, 재단은 지난 2004년 원자력에너지를 찾아가는 모험을 그린 애니메이션『행복에너지, 원자력』을 제작하여 2005년 대한민국 기업커뮤니케이션 대상, 2006년 국제비즈니스대상 애니메이션 부문 최우수상 ‘Stevie Awards’ 수상 등 국내외에서 작품의 우수성을 인정받은 바 있는데, 이러한 경험과 성과를 바탕으로 2007년에는 3D 애니메이션『새로운 영웅! 뉴프』를 새로 제작하여 투니버스, 애니원 등 케이블 전문채널에 방영하였다.

### IT홍보 콘텐츠 및 국민접점 확대

재단은 웹 2.0 시대의 IT 흐름에 맞춰 최신의 IT 홍보를 강화하고 있다. 원자력 포털사이트를 지향하고 있는 재단 홈페이지는 ([www.knef.or.kr](http://www.knef.or.kr))는 2007년 9월 정보통신윤리위원회로부터 청소년들에게 건전하고 유익한 정보를 제공하고 있음을 인정받아 ‘청소년 권장 사이트’로 선정되는 등 원자력계를 대표하는 홍보사이트로서의 기능을 다하고 있다.

사이버홍보실, 온라인 참여마당, 이벤트&공모전, 고객센터 등 쌍방향 커뮤니케이션 기능을 활성화하였으며, 원자력 관련 정보와 자료를 한눈에 찾아볼 수 있도록 구성한 ‘지식발전소’를 한국과학문화재단, 지식경

제부 등 유관기관 사이트 콘텐츠로 제공하는 등 네티즌들의 이용편의성을 높였다. 특히 타겟별 맞춤형 정보를 제공하기 위해 특화시킨 ‘어린이 마당’을 전면 개편하여 차세대 어린이들이 쉽고 재미있게 이용할 수 있도록 하였다.

또한 시청각 장애인, 고령층 등 정보취약계층을 위하여 이미지 대체 텍스트, 제목, 메타태그 등 소스수정을 통해 홈페이지 접근성을 향상시켰으며, 원자력, 원자력발전, 에너지, 방사선 등 관련 키워드를 통한 오버쳐어 광고 및 검색엔진 상위등록, 네이버 지식스폰서 운영, 싸이월드 미니홈피 운영, 사이버이벤트 등 다양한 IT 홍보기법을 활용하여 국민 접점을 확대하였다.

이밖에 원자력정보관리시스템(NIMS)을 이용하여 원자력에 대한 국내외 최신 뉴스와 정보를 수집, 일일뉴스레터와 주간뉴스레터를 제작하여 약 21만여명의 회원들에게 전자우편을 통해 발송하였으며, 특히 현안 중심의 뉴스분류 항목을 추가하여 고리 1호기 계속운전 특집 기사를 집중 게재하였다.

## (2) 교육사업

에너지 안보의 중요성이 커지고 있는 오늘의 현실에서 에너지의 합리적 이용과 개발 등에 대한 체계적인 교육과 생활체험을 제공하는 것은 장기적으로 에너지문제 해결을 위한 지름길이라고 할 수 있다.

에너지교육을 통해 부존자원이 없는 우리나라가 우수한 과학기술을 바탕으로 원자력을 개발, 이용함으로써 안정적인 에너지공급에 기여하고 있다는 것을 균형감 있게 전파해 나간다면 원자력에 대한 이해기반

을 자연스럽게 넓혀 나갈 수 있을 것이다. 따라서 재단에서는 원자력이 국가의 중요한 에너지자원으로서 안정적인 에너지공급에 기여하고 있다는 것을 바르게 알리기 위해 여론주도층, 교사, 차세대 등을 대상으로 다양한 교육프로그램을 운영하고 있다.

### 계층별 이해증진을 위한 원자력교육 강화

일반인들이 원자력에 대해 갖고 있는 막연한 불안감은 실제로 원자력 발전소를 방문해 눈으로 직접 안전관리 실태를 살펴봄으로써 쉽게 해소할 수 있다. 따라서 재단은 사회 각계의 여론주도층 인사들을 대상으로 원자력발전소 현장교육을 지속적으로 실시하고 있다. 2007년도에는 총 83회에 걸쳐 시민사회단체, 문화·교육·학술단체, 여성단체, 환경단체 등 사회 각계인사 3,237명을 대상으로 원자력 현장교육을 시행했다.

이와 함께 사회 저변의 원자력 이해기반을 넓히고 올바른 원자력 교육환경을 조성하기 위해 전문적인 원자력강좌를 시행하고 있는데, 원자력강좌를 희망하는 기관이 신청을 하면 대상에 따라 원자력, 물리, 에너지, 환경공학 등 각계에서 활동하고 있는 교수들로 구성되어 있는 강사를 파견하고 있다. 2007년에는 모두 36회에 걸쳐 6,206명이 원자력강좌를 수강했으며, 특히 원자력강사에 대한 정보를 홈페이지에 공개하고 온라인 신청이 가능하도록 함으로써 교육의 편의성을 제고하였다.

이밖에 초·중등교사와 전문직을 대상으로 하계, 동계 2회에 걸쳐 교원 직무연수를 실시하고, 5월 스승의 날 전후해서는 원자력계에 종사하는 전문인력들이 일선 학교를 찾아가 수업을 진행하는 ‘일일교사 원자력교실’을 운영했다. 2007년에는 서울시 초·중등 교원 368명이 교원

직무연수에 참가했으며, 일일교사 원자력교실에는 14개 기관 251명이 참여하여 총 178개 학교 18,406명의 학생에게 원자력교육을 실시했다.

### 에너지체험관 『행복한 i』 개관 운영

최신 교육기법은 학생들이 직접 체험을 통해 배울 수 있도록 시청각적인 교육효과를 높이는 데 중점을 두고 있다. 원자력전시관은 시청각효과를 겸해서 방문객 누구나 쉽게 이해할 수 있는 기회를 제공하는 체험의 공간이다.

재단은 2007년 3월 서울시 금천구 소재 재단사옥 1층에 에너지체험관 『행복한 i』를 개관하여 차세대 학생이 원자력을 포함한 에너지의 소중함을 직접 체험을 통해 알기 쉽게 배울 수 있도록 하였다.

국내 최초의 종합 에너지체험전시관인 『행복한 i』는 RFID(Radio Frequency Identification)시스템을 활용한 20여 가지의 전시물을 직접 만지고 작동해보면서 관람객 스스로 에너지의 원리를 터득할 수 있도록 하였으며, 전시관 관람을 마친 학생들은 2층 교육실에서 ‘신나는 과학 실험’ 등 수준별 맞춤형 프로그램에 참여할 수 있도록 하였다.

에너지체험관 『행복한 i』는 2007년 개관 이후 31,776명의 관람객이 다녀갔으며, 서울시 사립과학관 지정('07. 5), 서울시교육청 현장체험학습기관 지정('07. 6) 등 수도권외의 대표적인 에너지체험 학습장으로 자리매김하였다.

이밖에 재단은 대전 엑스포과학공원 전기에너지관을 비롯하여 엑스포과학공원 에너지관, 서울시 교육과학연구원, 국립서울과학관 등에 원자력 상설전시관을 설치 운영하고 있으며, 서울, 부산, 울산, 대구 등에

서 원자력이동전시관을 순회 운영하여 일반 국민들에게 원자력에너지의 필요성, 안전성, 효용성 등을 알려나갔다.

### 교과서 분석연구를 통한 원자력 이해교육 체계화

학교 교육은 미래 우리 사회의 주역이 될 차세대 학생들의 인격형성에 매우 중요한 역할을 담당한다. 따라서 재단은 학교에서 체계적인 원자력교육이 이루어질 수 있도록 초·중등 교육과정 및 교과서 분석 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

현행 7차 교육과정 교과서의 수시 개정 과정에서 출판사 및 교과서 집필자들이 참고로 활용할 수 있도록 초·중·고교 교과서 총 28개 과목을 분석하여, 본문수정, 본문삽입, 탐구활동, 보조자료, 대단원 심화학습자료, 읽기자료, 기타(사진, 그림, 도표) 등 총 309건의 원자력관련 교육자료를 개발하였으며, 이를 교육인적자원부(현 교육과학기술부), 산업자원부(현 지식경제부), 국회, 한국검정교과서, 대한교과서 등 19개 교과서 출판사 등에 배포하였다. 그 결과 총 309건의 교과서 개선 요구사항 중 246건에 대해 교육인적자원부(현 교육과학기술부)에서 반영 여부를 검토하여 최종적으로 2008년도 교과서에 127건이 반영되는 성과를 거두었다.

또한 2009년부터 2013년까지 연차적으로 개발되는 새 교육과정에 맞는 원자력 관련 교육자료를 과목, 대상학년, 내용, 자료분류, 활용가능자료, 자료해설, 참고자료 순으로 구조화하는 등 향후 교과서 수정·보완 연구의 구체적 방향을 제시하였다.

## 『행복한 i 브랜드사업』 추진

원자력에 대한 친근한 이미지는 어렸을 때부터 적극적인 관심과 참여 속에 자연스럽게 형성될 수 있다. 이에 재단은 미래의 주역인 차세대를 대상으로 한 다양한 교육문화 프로그램을 『행복한 i 브랜드사업』으로 통합 운영해 차세대 학생들의 참여를 넓혀 나갔다. ‘행복한 i(아이)’는 행복한 에너지 문화의 무한한 미래(아이, 童), 행복에너지 문화의 중심(나, I), 행복에너지를 바라보는 시각(눈, eye)의 세 가지 의미를 나타내고 있으며, 재단 사옥 1층에 운영중인 에너지체험관의 명칭으로도 사용하고 있다.

먼저 재단의 대표적인 문화사업으로 자리잡은 『2007 행복한 i 공모전』은 운문, 산문, 포스터 부문에 총 8,003명이 응모하여 원자력의 긍정적인 모습을 담아냈으며, 『제2회 행복한 i 사진콘테스트』는 총 2,803점이 접수되고 2,780명이 댓글에 참여하는 상황을 이루었다. 행복한 i 사진전 입상작은 서울시청 광장, 부산 벡스코, 일산 킨텍스, 대구 엑스코에 전시되어 ‘행복에너지-원자력’의 친화적 이미지를 전파하는 데 기여했다.

또한 새로운 에너지를 찾아온 외계인들과 그들이 찾아낸 에너지는 안전하고 환경오염의 걱정이 없는 원자력이라는 주제로 어린이들이 좋아하는 캐릭터와 음악을 함께 연출한 『행복한 i 원자력뮤지컬 공연』을 국립중앙과학관(4. 7 ~ 5. 6)과 국립서울과학관(8.13 ~ 8.26)에서 2차에 걸쳐 시행하였다.

이밖에 『행복한 i 청소년 원자력문예대전』을 고리, 월성, 영광, 울진 등

4개 원전 현지에서 지역 초·중·고교생을 대상으로 시행하고, 서울시 교육청 과학교육활성화추진단, 서울초·중등원자력교육연구회와 함께 『행복한 i 과학데마캠프』를 동·하계 방학 두 차례 개최했다.

### (3) 연구협력사업

국민들이 보내는 믿음과 신뢰는 정확하고 공정한 정보를 신속하게 접하는 것에서부터 시작된다. 따라서 원자력에 대한 국민이해 기반을 넓히는 일은 원자력을 바라보는 국민들의 인식과 태도를 올바르게 파악하는 데서부터 출발해야 한다. 이를 위하여 재단은 원자력에 관한 과학적 조사연구, 국내의 원자력계 동향자료 수집 및 분석과 함께 국내외 유관기관과의 교류 협력을 활발히 추진하고 있다.

#### 원자력 국민의식조사 및 공중관계성 연구

재단은 매년 원자력에 대한 국민의식조사를 정기적으로 실시하여 일반국민들이 원자력을 어떻게 이해하고 있는지 과학적으로 분석하는 기초자료로 활용하고 있다. 2007년도에도 일반국민을 대상으로 원자력 지식, 원자력 정보습득, 원자력 수용태도 등을 조사했으며, 아울러 차세대 학생들을 대상으로 에너지, 환경문제 인식, 원자력인식 및 정보습득, 원자력 교육실태 등에 대한 인식조사를 시행했다.

이러한 국민의식조사를 통해 홍보여건 변동으로 인한 여론변화 양상을 파악하고, 계층별 여론 양상을 분석하는 한편, 원자력 홍보사업에 대한 모니터링 및 만족도 조사 등을 통해 국민이해 증진 효과를 과학적으로 분석하여 보다 효율적인 홍보활동 및 홍보전략을 수립하는 데 활용

하고 있다. 이밖에 원자력 및 환경관련 자료수집 및 원자력사업을 둘러싼 제반 사회현상을 지속적으로 분석하고 있다.

### 국제교류 및 유관기관 협력

재단은 활발한 국제교류를 통하여 세계 원자력분야의 흐름에 신속하게 대응하고, 최신 정보수집과 홍보사례 연구, 인적교류 등을 활발하게 추진하고 있다. 또한 원자력 국민이해 및 신뢰 증진을 위하여 국내 유관기관과의 협력을 강화하고 있다.

1992년 협력협정을 체결한 일본원자력문화진흥재단(JAERO)과 지속적인 정보 교류회를 개최하고 있으며, 2000년 협력협정을 체결한 프랑스 원자력청(CEA)과도 매년 한·프 원자력홍보세미나를 공동 개최하는 등 활발한 교류협력을 추진하고 있다.

특히 2007년에는 사용후연료 공론화, 원전적정비중 등 새로운 정책현안에 대한 대국민홍보의 효과적인 지원을 위하여 해외 유관기관과의 전략적 교류를 활발히 추진했다. 향후 중점 홍보사안이 될 사용후연료 공론화와 관련하여 일본의 원전연료주기를 총괄하는 일본원자력연료사장을 초청하여 일본의 경험과 교훈에 대한 의견을 교환하고, 관련 인터뷰 기사를 언론에 게재하였다. 또한 해외 원자력시설 시찰사업의 국내 공식창구로서 원자력 현안 관련 주요 정책결정층의 해외사례 현황과 악 및 실태조사 활동을 적극 지원하였다.

이밖에 재단은 원자력에 대한 국민이해기반을 바탕으로 원자력사업이 국민적 합의 속에 원활히 추진될 수 있도록 ‘원자력발전 30년-과거, 현재 그리고 미래’를 주제로 원자력 심포지엄을 개최하고 원자력 산·

학·연 심포지엄을 지원하였으며, 원자력 현안과제인 고리 1호기 계속 운전에 대한 지역주민의 이해기반을 넓히기 위하여 원자력문화진흥회, 원자력을 이해하는 여성모임 등 원자력문화진흥단체 회원을 대상으로 ‘원자력 섬머스쿨, 윈터스쿨’을 운영했다.

우리나라에 원자력발전이 첫 가동된 지 30년이 지난 지금, 원자력에 대한 국민인식은 과거에 비해 많이 좋아졌다. 하지만 사회가 다변화되고 시민의식이 높아지면서 이제는 원자력에 대한 사회의 전반적인 이해, 정책의 타당성과 정당성에 대한 국민적 합의가 없이는 원자력을 유용한 자원으로 이용하는 것이 어려운 현실이다.

또한 고유가, 기후변화협약 등 우리를 둘러싼 에너지 이용 환경이 더욱 어려워지고 있는 현실에서 원자력의 지속가능한 개발과 이용은 현세대의 문제인 동시에 미래세대의 문제이기도 하다. 따라서 장기적인 관점에서 원자력에 대한 올바른 국민이해 증진방안을 모색하지 않으면 안 된다. 한국원자력문화재단은 미래를 창조하는 원자력문화 진흥 기관으로서, 원자력에 대한 긍정적 이미지를 확산시키고 신뢰를 구축함으로써 원자력이 국가의 신성장 동력으로서 역할을 할 수 있도록 최선을 다할 것이다.

### 제3절 원자력에 대한 국민의식

한국원자력문화재단 정보연구실 김종석

우리나라 국민이 원자력에 대해 가지고 있는 의식을 알아보기 위한 조사가 2007년 12월 실시되었다. 한국자력문화재단이 리서치앤리서치사에 의뢰해 실시한 이번 조사는 2005년 통계청 발표에 의한 인구주택총조사 자료를 기준으로 하여 지역(시·도), 성별 및 연령별 인구비례로 표본을 할당한 후 무작위 추출하여 선정한 1,548명을 대상으로 1:1 면접조사 방식으로 진행하였다. 이 조사의 표본오차는 95% 신뢰수준에서  $\pm 2.5\%$ 였다.

조사결과에 따르면, 우리나라 국민의 82.8%가 ‘원자력발전이 필요하다’는 데 공감하였다. 원자력발전에 대한 필요성 인식은 지난 해 86.8%보다 다소 낮아졌으나 오차범위를 감안하면 같은 수준으로 보아야 한다. 사회적 이슈에 대해 80%를 상회하는 여론은 일정 비율의 무응답자를 제외하고 나면 개인적인 확신에 따른 반대자 외에는 모두가 일치된 의견을 가지고 있다고 풀이할 수 있다.

그러나 필요하다는 것과 실제 이용하는 것을 찬성하는 태도와는 다르다. 이용에 따른 부담과 단점이 뒤따르기 때문이다. 원자력발전의 경우에도 80% 이상의 높은 필요도와는 달리 이용 찬성도는 이보다 낮은 63.2%를 나타내었다. 약 20% 가량의 응답자가 ‘필요하되 곧바로 이용을 찬성하기는 곤란하다’는 인식을 가지고 있다고 보아야 한다. 이러한 응답분포는 전년도의 찬성율 62.8%와도 매우 흡사한 결과인데 부정적

응답, 즉 이용에 반대한다는 의견은 6.3%에 불과하여 필요성에 대해 부정적인 응답율과 유사한 수준이고 나머지 응답자는 중립적인 태도를 취하고 있다는 점에 유의할 필요가 있다.

다음으로 원자력에 대한 중요한 인식 항목이 안전성에 대한 것이다. 2007년말 현재 원자력발전소의 안전성에 대해 ‘안전하다’는 인식이 51.4%, ‘안전하지 않다’는 인식이 28.9%로 나타났다. 이것은 이 자료 전체의 신뢰수준에 비추어볼 때 지난 해 조사결과 ‘안전하다’ 46.0%, ‘안전하지 않다’ 33.7%에 비해 약간 긍정적인 방향으로 변화했다고 볼 수 있다. 다만 안전성에 대한 인식은 다른 원자력 인식 항목에 비해 유동성이 매우 크다. 특히 조사 시점을 전후한 사회적 환경여건이 큰 영향을 끼치기 때문에 그 시점에서 과거로나 또는 앞으로 시간적인 간격이 벌어질수록 여론조사 수치로서의 이용에 주의를 기울여야 한다. 과거 공공시설물에서의 안전사고가 자주 일어났을 때 원자력발전소의 안전운전 여부와는 관계없이 안전성 인식이 동반하여 하락하는 것을 볼 수 있기 때문이다.

방사성폐기물 관리에 대해서는 원자력발전소 안전성보다 부정적인 것이 일반적이다. 2006년도까지만 하더라도 원자력발전소 안전성 인식도가 46.0%인데 비해 방사성폐기물 안전도가 41.7%로 더 낮았는데, 2007년도 조사에서는 원자력발전소 안전성 인식이 51.4%인데 비해 방사성폐기물 안전성 인식이 53.3%로 더 높게 나타났다. 방사성폐기물 처분장을 확보하는 과정에서 안전성 문제에 대한 우려를 줄이기 위해 많은 캠페인을 한 결과인지는 시간적 차이로 보아 확실하지 않다. 혹은

원자력발전에 대한 인식과 방사성폐기물에 대한 인식이 함께 개선되어 가는 과정에서 나타나는 일시적인 교차현상일 수도 있을 것이나 정확한 해석은 앞으로의 조사가 더 진행되었을 때 가능할 것이다.

다음으로 원자력발전소의 추가건설에 대한 여론이다. 2007년도 조사 결과는 추가건설 찬성이 43.6%, 현 수준 유지가 38.2%, 감소 또는 중지 여론이 6.0%로 나타났다. 외견상 추가건설에 대한 찬성 여론이 가장 높은 것처럼 보인다. 그러나 신규 건설문제가 현실적인 정책으로 대두되었을 때 가장 의미있는 여론은 지역주민으로부터 나오는 것이다. 따라서 추가건설과 현 수준유지 찬성여론을 묶어 원자력발전 유지를 지지하는 국민 여론이라고 볼 때 80% 이상의 지지도는 유지된다고 볼 수 있다. 한편 일반국민 가운데서도 거주지내 원자력발전소 건설 수용문제에 대한 응답은 반대가 54.4%로 찬성비율 27.4%보다 월등히 높다. 지역사회에 대한 투자규모를 보고 결정한다는 태도유보계층을 별도로 하고 생각해 보더라도 반대율이 찬성율의 두 배에 해당된다는 것은 원자력에 대한 인식과 의사결정 사이에 많은 차이가 있음을 이번 조사에서도 보여주고 있는 것이다.

## 제4절 해외의 여론동향

한국원자력문화재단 정보연구실 김종석

### 1. 독일

독일은 아직까지 원자력발전 폐지정책을 가지고 있는 나라이지만 주

요 신문인 「빌트」지의 여론조사 결과를 보면 ‘대체에너지 이용이 충분하지 않은 상황에서 원자력발전 폐지는 찬성할 수 없다’는 응답이 61%나 되었다. 원자력의 조급한 폐지에 대해 응답자의 과반수가 반대한 것이다. 그 배경에는 에너지를 러시아로부터의 수입에 의존하고 있는 데 대한 불안도 있으며 또 석유를 둘러싼 러시아·벨로루시의 분쟁에 대한 독일 신문의 조사결과가 보도된 것에 영향을 받았다고 볼 수 있다.

여론조사는 「빌트」지의 일요일판 게재를 위해 민간 여론조사회사인 포르사에 위탁하여 2007년 1월 초순에 실시했다. 60% 이상이 ‘태양광이나 풍력 등 대체에너지가 충분히 이용되지 않는 상황에서 원자력발전 폐지는 찬성할 수 없다’고 응답한 결과에 대해 ‘빌트’지는 “독일인 다수가 원자력을 지지한다”는 제목으로 보도했다.

독일 환경부는 2006년 8월 포르사에 위탁하여 여론조사를 실시한 적이 있다. 당시 62%가 현재의 탈 원자력 노선을 지지한다고 응답했다. 극히 짧은 기간에 여론이 반전된 최대 배경은 벨로루시를 경유하는 송유관으로 운송되는 러시아산 석유가 양국의 대립으로 일시 공급이 중단되면서 러시아에 의존하는 에너지 안전보장이 불신을 받게 된 것이다.

## 2. 미국

최근 들어 원자력의 확대를 지지하는 국민의 수가 크게 증가하고 원자력에너지의 이용에 대한 자세가 호의적으로 바뀐 것으로 보인다. 2007년초 MIT의 개량형 원자력에너지 시스템센터가 1,200명을 대상으로 실시한 조사 결과 원자력발전의 이용을 증대하기를 원하는 비율이

35%로 나타났다. 이는 5년전 28%보다 7%나 증가한 수치다.

이러한 증가는 화석연료로부터 나오는 탄소 배출로 인한 지구온난화를 우려하기 때문인 것으로 보인다고 이 조사를 실시한 MIT 담당자는 풀이했다. 또한 이 조사에서 가장 주목할 만한 변화는 에너지원으로서 석유의 인기가 하락한 것이라고 말했다. 5년전만 해도 원자력발전은 석유와 마찬가지로 선호도가 낮았지만 현재는 점차 지지를 얻고 있는 것처럼 보이며 선호도면에서 천연가스에 근접하고 있다는 것이다.

미국에너지협회(NED)가 2007년 3월 18세 이상 미국민 1천명을 대상으로 한 전화조사에서 원자력발전에 대한 이용 찬성율은 63%, 반대율은 31%로 나타났다. 원자력의 이용이 온실가스의 대기 방출을 줄임으로써 기후변화를 방지하는 데 기여한다는 것을 알리는 것은 대중들의 원자력에 대한 태도에 큰 영향을 끼친다. 이러한 정보를 듣거나 본 응답자들은 73%가 원자력의 이용을 찬성한 데 비해 정보를 접하지 않은 경우는 49%만이 원자력의 이용을 찬성하였다.

NEI는 같은 해 10월에도 역시 1천명을 대상으로 여론조사를 실시하였다. 원자력이 기후변화 문제를 해결하는 데 얼마나 관련이 있는가라는 질문에 대해 29%는 관련성이 ‘크다’고 응답했고, 38%는 ‘약간 있다’, 24%는 ‘전혀 없다’고 응답하였다. 나머지 8%는 무응답이었다.

원자력이 기후변화를 방지할 수 있는 해결책이라는 것을 인식하는 응답자들 가운데 원자력 이용 찬성률은 69%였지만 원자력이 기후변화 방지의 해결책이라는 것을 알지 못하는 응답자들 중 원자력 이용 찬성률은 56%였다.

총 응답자중 원자력 이용 찬성률은 64%였고 반대율은 30%로 3월의 조사 결과와 큰 차이가 없었다.

### 3. 스웨덴

스웨덴 국민 10명 중 8명이 신규 원자로 건설없이 기존 원전의 계속 이용을 찬성하고 있는 것으로 여론조사 결과 나타났다. 이 여론조사에서는 스웨덴 국민의 48%가 자국의 기존 원자로 10기를 계속 운전하기를 원하고 있지만 신규건설을 원하지는 않았다. 이는 3개월 전 여론조사에서의 44%와 비슷한 수치이다.

또한 31%는 스웨덴의 기존 원자로가 계속 가동되어야 하고 필요하다면 신규 원전이 건설되어야 한다고 말했다. 3개월 전의 이 수치는 33%였다. 원전들을 1부터 10의 척도로 볼 때 응답자의 66%는 스웨덴의 원전을 7~10의 안전등급으로 평가했다. 여기에 해당되는 3개월 전의 수치는 67%였다.

이 여론조사는 스웨덴 원자력훈련안전센터(KSU) 분석그룹의 의뢰로 스웨덴 여론조사 기관인 시노베이트 테모에 의해 2007년 5월초에 실시된 것이다.

또 하나의 여론조사는 스웨덴 원자력훈련안전센터(KSU) 분석그룹의 의뢰로 스웨덴 여론조사기관인 시노베이트(과거 시노베이트 테모)가 2007년 12월 10~13일 실시한 것이다. 인터뷰는 스웨덴 성인 1,037명의 대표 표본을 대상으로 실시되었다. 이 여론조사에 따르면, 스웨덴의 원전보유 및 필요에따른 신규 원자로 건설에 대한 지지도가 강세를

유지하고 있는 것으로 나타났다.

여론조사에서 응답자중 52%는 스웨덴이 자국의 구형 원자로를 신규 원자로로 교체하거나 상업운전중인 10기 외에 추가로 신규 원자로를 건설해야 한다고 말했다. 조사대상자중 43%는 신규 원자로 건설을 반대하였고 나머지는 무응답자였다.

정치적 지지성향의 관점에서 2007년 11월에 실시된 여론조사에서는 스웨덴의 보수적인 온건파 지지자중 46%, 자유당 지지자중 40%, 중도파 정당 지지자중 24%가 원자력발전의 계속된 이용을 찬성하거나 필요하다면 신규 원자로를 건설할 것을 찬성하였다. 온건파 지지자중 41%는 신규 원자로의 건설없이 기존 원전의 계속된 이용을 찬성했고 자유당은 48%, 중도파 정당은 44%가 찬성하였다.

스웨덴은 경제에 피해를 주지 않는다는 가정하에 어떠한 신규 원자로도 건설하지 않고 기존의 원자로를 단계적으로 폐쇄하기로 1980년 국민투표에서 표결했다. 같은 해 말 의회는 2010년까지 원자력발전이 단계적으로 폐지되어야 한다고 결정했다.

2006년에 구성되어 현재 집권중인 연립정부는 온건파(의회내 최대의 단일 정치집단), 중도파 정당, 자유당, 기독교민주당 등으로 구성되어 있다. 이 연합은 2010년에 끝나는 임기중에는 원자력발전의 단계적 폐지에 관련된 어떠한 결정도 내리지 않을 것이라고 밝혔다.

#### 4. 스위스

스위스 연방폐기물관리기관인 Nagra가 의뢰한 조사에서 조사대상자

1천명중 85%가 스위스의 방사성폐기물은 국내 지역의 심지층 처분장에 저장되어야 한다고 응답했다. 2007년 7월 18일자로 발표된 이 여론조사 결과에 따르면 응답자중 약 13%가 방사성폐기물이 국외에 저장되기를 희망한다고 말했다.

약 88%는 처분장 부지 선정에서 보안이 주요 검토사항이 되어야 한다고 말했다. 64%는 자신들의 거주지역에 부지로 선정된 처분장을 수락할 것이라고 말했지만, 그렇게 될 경우 기분은 좋지 않을 것이라는 응답자가 수락 응답자의 3분의 2였다.

2006년 3월 스위스 연방에너지부(SFOE)는 자국의 방사성폐기물용 심지층처분장 후보지를 선정하기 위한 3단계 계획초안을 발표했다. SFOE는 제1단계에는 평가가 개시될 수 있도록 적합한 후보지를 분류하는 작업이 포함될 것이라고 밝혔다.

## 5. 영국

대다수의 영국 시민들은 원자력발전이 자국의 장래 에너지수요를 충족시키는 데 중대한 역할을 하게 될 것이라고 믿고 있는 것으로 영국 신문 <더 타임스>가 2007년 8월 29일 발표한 조사결과 나타났다. 이 신문은 영국에 본부를 둔 여론조사기관인 포폴러스에 의뢰해 실시된 조사에서 차세대 원전에 대한 여론의 지지율이 증가하였다고 밝혔다.

이 신문에 따르면 조사 대상자 중 3분의 2 가량은 원자력발전이 석탄, 가스, 그린에너지와 함께 장래에 영국의 모든 에너지구성 중 일부를 차지하게 될 것으로 믿고 있다고 응답했다.

이 조사에서 다섯 명중 한 명 이상은 원자력이 기후변화 방지를 위한 최선의 방법이라고 주장했다. 어떠한 경우에도 원자력발전 계획에 반대 하다고 응답한 비율은 20%였다.

2007년 7월에 고든 브라운 영국 총리는 의회에서 자국의 에너지공급 안보문제가 차세대 원전건설에 의해 유지되었다고 말했다. 올해 초 공표된 원자력에너지에 관한 정부협의문서에서는 관련 집단들에게 2007년 10월 10일까지 의견서를 제출하도록 통고했다. 이 문서는 원자력에너지 문제에 관한 정부의 견해를 보다 명확히 하고 있으며 신규 원자력 용량에 관한 결정이 시급히 요구되고 있으며 이는 실행 가능한 선택방안이기도 하다고 주장하고 있다.

영국 정부에 따르면 또 다른 조사에서 원자력에너지 관련 여론을 평가하기 위한 영국에서의 조사결과 국민의 44%가 이에 대한 투자를 찬성하는 것으로 나타났다. 이들은 에너지회사들에게 신규 원전에 대한 투자 선택방안을 부여하는 것이 공공의 이익이 될 것이라는 데 의견을 같이 하는 것이라고 존 허튼 사업·기업 및 규제개혁부 장관이 성명을 통해 말했다. 그렇지만 이 조사에서 37%는 의견을 달리했으며 18%는 찬성도 반대도 하지 않았고 1%는 모른다고 응답했다.

또한 허튼 장관은 우리가 계속 불을 켜두기 위해서는 원자력이 필요하고 탄소배출량을 감축하는 데 도움이 되는 에너지를 공급함에 있어서 중요한 역할을 할 수 있어야 한다는 견해를 갖고 있다고 말했다.

2007년 9월 9개 도시에서 열린 공공자문행사에서 거의 1천명에 달하는 국민들이 영국 원자력발전의 장래에 대한 견해를 정부 장관들에게

피력했는데 대부분의 참가자들이 원자력폐기물의 문제를 매우 심각하게 받아들이는 것으로 나타났다. 90%는 새로운 원자력폐기물의 발생을 우려하거나 매우 우려한다고 응답했다.

영국 정부는 2007년 10월 중순까지 원자력에너지에 관한 자문행사를 개최하고 있으며 2007년말 경 장래 신규 원전건설의 가능성과 관련된 최종 정책결론을 발표할 것으로 보인다.

여론조사기관인 입소스 모리의 새로운 여론조사 결과 영국 대중의 65%는 원자력에너지가 균형 잡힌 에너지구성의 일부를 담당해야 하지만 지지율은 변화가 있을 수도 있으며 이 문제에 관한 혼란도 있다는 것을 시사했다.

즉, 이전에 증가했던 지지율이 일부 감소한 것으로 나타난 것이다. 그리고 비록 이 조사에서 대중의 원자력문제들에 관한 인식이 높아지고 있다고 밝혔음에도 불구하고 대중의 약 68%는 원자력산업에 관해 ‘조금만 안다’거나 또는 ‘거의 모른다’고 응답했다.

65%는 영국이 원자력발전과 재생가능 에너지를 포함해 신뢰 가능한 전력 공급을 확보하기 위해서 에너지원들의 적절한 구성이 필요하다는 데 동의했다. 그러나 이는 지난해의 수치에 비해 다소 하락한 것이며 분명히 결정하지 못한 사람들이 많아졌다.

이 조사결과 영국 원자력산업협회(NIA)가 2007년 9월 실시한 여론조사와 대조를 이루고 있다. 그 여론조사에서는 정치인들 사이에서 원자력에 대한 지지율이 국내 최고수준을 보였다.

기후변화와 대기오염은 지금까지 대중의 가장 큰 환경면의 우려사항

(각각 26%와 24%)으로 남아있는 반면 상대적으로 원자력폐기물은 5%에 머무른 것으로 이 조사결과 나타났다.

대중이 선택한 원자력의 가장 큰 장점 두 가지는 공급안보 및 이산화탄소를 거의 발생시키지 않음으로써 기후변화를 방지하는 것이다. 그러나 폐기물의 처분은 방사능 및 오염에 대한 우려와 함께 원자력의 가장 큰 약점들이다.

## 6. 유럽연합

유럽연합집행위원회(EC)의 새 조사에 따르면 유럽연합(EU) 회원국들의 대다수 시민들은 원전이 안전한 방식으로 운영될 수 있다고 믿고 있는 것으로 나타났다.

이 조사는 EC의 에너지·운송담당 총국의 일부인 원자력에너지국의 의뢰로 실시되어 2007년 2월에 발표된 것이다. 조사결과 69%가 원자력발전이 에너지 의존도를 줄이는 데 도움을 준다는 전제에 동의하는 것으로 나타났다. 46%는 원자력이 지구온난화를 방지하는 데 긍정적인 역할을 하는 것으로 믿고 있었다.

그러나 이 조사의 응답자 중 약 23%가 지구온난화에 끼치는 원자력의 제한적 영향에 관한 질문에 응답하지 않았으며 이 조사에서는 모든 유럽인들이 석유 및 석탄과 같은 다른 많은 에너지원들에 비해 원자력 에너지가 배출하는 온실가스 수준이 낮다는 것을 잘 알고 있는 것은 아니라는 것을 시사한다고 밝혔다.

원자력발전에 대한 대중의 인식은 아직까지는 주로 방사성폐기물의

관리에 관한 문제들과 방사성물질의 남용 가능성 및 테러의 위협에 관련된 두려움에 사로잡혀 있다. 안보, 핵확산, 폐기물 관리문제들은 원자력에 대한 부정적 견해로 이어진다.

응답자중 약 74%는 테러가 원전에 대한 주요 위협이라고 믿었으며, 50%는 방사성폐기물이 안전하게 관리될 수 있을 것이라는 데 동의하지 않았다. 또한 46%는 핵물질이 핵확산을 가져오지 않도록 관리되고 있다는 의견에 동의하지 않았다.

유럽원자력산업회의(Foratom)는 새 조사 결과 유럽의 에너지 장래에 관한 보다 폭넓은 논쟁의 일환으로 대중, 정치인, 미디어 등과 공개 대화에 적극 참여하는 것이 원자력산업을 위해 무엇보다도 중요한 것으로 나타났다고 밝혔다.

2007년 1월에 발표된 유사한 조사결과 비록 유럽연합 시민 5명중 1명만이 원자력의 이용을 지지했음에도 불구하고, 유럽인들의 34%가 원자력발전이 지금부터 30년간 가장 많이 사용될 3가지 에너지원들 중 하나라고 평가한 것으로 나타났다.

## 7. 캐나다

캐나다의 마케팅 사회조사연구 상담회사인 인바이로닉스 리서치 그룹에 의해 실시된 조사결과가 2007년 11월 2일 발표되었다. 캐나다 앨버타주는 동일한 원자로 2기로 구성된 원전의 건설계획이 검토중인 데 이 지역 주민들중 절반 이상이 원전건설을 지지하는 것으로 나타났다.

조사 대상자 중 20%는 이 지방의 신규 원전건설에 대해 ‘매우 찬성한다’고 말하고 32%는 ‘어느 정도 찬성한다’고 응답했다. 그러나 응답자

중 4분의 1은 신규 건설에 강력히 반대한다고 말하고 앞으로의 폐기물 관리에 관한 우려를 나타냈다.

이 조사에서 신규원전에 대한 지지도는 캘거리나 에드먼턴(모두 54%가 ‘매우’ 또는 ‘어느 정도’ 찬성)의 주민들이 가장 높았고 이 지방의 북부 시골지역(43%)에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

연간 십만 캐나다달러(미화 107,000달러, 74,000유로) 이상의 가구당 소득을 올리는 앨버타 주민들은 다른 주민들보다 원자력에 대해 더 찬성하고 있으며 이 지방의 새 입주주민들은 장기 거주자들보다 더 찬성하는 것으로 나타났다.

이 결과는 18세 이상의 앨버타 주민 1,011명을 대상으로 2007년 9월 18일~10월 2일에 실시된 인바이로닉스의 ‘포커스 앨버타’ 조사에 근거한 것이다.

2007년 8월에 에너지앨버타사는 앨버타에 2기로 구성된 원전 2개의 건설을 준비하기 위한 인가신청서를 캐나다 원자력안전위원회에 제출했다고 밝혔다. 민간 소유의 에너지앨버타는 이 프로젝트를 위해 캐나다원자력공사(AECL)와 협력해 왔다.

## 제2장 원전 주변지역 지원사업

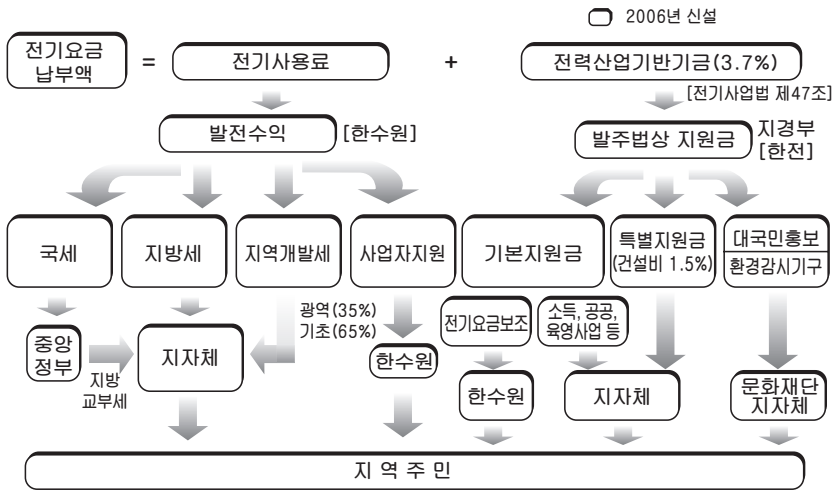
한국수력원자력(주) 경영기획처 지역협력부장 심재훈

### 제1절 개요

2000년 이후 꺾이지 않던 국제유가의 상승세는 연일 최고치를 갈아 치우며 결국, 2007년 말 배럴당 100달러 이상 치솟는 초 고유가시대에 이르게 하였다. 석유 전량을 수입에 의존하는 우리나라로서는 국제유가의 고공행진이 미치는 산업, 경제 전반에 부정적 영향을 피할 수 없다. 더구나 이러한 유가급등 추세는 장기화될 전망이며, 그나마 석탄가격마저 상승하고 있어 화석연료를 이용한 발전산업도 난관에 처해 있다. 더불어 이미 궤도에 오른 기후변화 국제협약은 세계 각국의 온실가스 배출감소를 의무화하고 있어 화석연료의 이용 한계시점에 한걸음 더 가깝게 직면해 있다. 이러한 상황에서 충분한 경제성과 온실가스 배출규제로부터 자유로운 원자력발전이야말로 고유가시대를 돌파할 수 있는 가장 합리적이며 유일한 대안이다. 지금껏 환경단체나 반핵여론에 부딪쳐 원자력발전을 외면해 오던 국제사회조차도 이미 ‘적극 환영’으로 그 태도를 선화하고 있음은 이를 잘 뒷받침해주고 있다. 하지만 국내에서는 이러한 상황에도 불구하고 NIMBY현상으로 표현되는 집단 및 지역 이기주의의 확산에 따라 기피시설로 인식되는 원전설비에 대한 유치반대 움직임으로 발전소 건설사업의 추진이 날로 어려워지고 있는 것이 현실이다.

원자력을 포함한 국내 발전사업자는 전원개발사업 촉진의 일환으로 1989년 6월 정부의 「발전소 주변지역 지원에 관한 법률(이하 ‘발주법’)」 제정을 통해 오래전부터 발전소 주변 지역사회의 권익보호를 법제화 하는 등 본격적으로 지역사회에 대한 지원사업을 지속해 오고있다.

1989년 발주법 제정 이후 2007년까지 전력산업기반기금에 의해 고리, 영광, 월성, 울진 4개 원전 주변지역에 약 7,293억원 규모의 지원사업을 시행하였다. 특히 2006년에는 법률 개정을 통해 기금지원사업 규모를 대폭 확대(2005년 167억, 2006년 421억, 2007년 481억)하였으며, 기금지원사업과 별도로 원자력·수력발전사업자인 한수원(주) 자체자금으로 기본지원사업과 동일 규모의 지원사업을 시행할 수 있도록 사업자지원사업 제도를 새로이 도입하였다. 이러한 직접적인 지원사업 외에도 2005년 12월 지방세법 개정을 통해 원전 지역개발세를 신설하였으며, 신규 원전건설 및 기존 가동원전 운영을 통해 지역주민 고용창출, 지역업체 공사발주, 지방세 납부 등 원전주변지역에 막대한 기여를 하였다. 또한 한수원(주)은 발전소가 위치한 지역의 발전에 적극적으로 기여하고, 회사도 아울러 발전하는 공존·공영 실현을 위해 「지역공동체경영」을 회사 중점추진사항으로 제시하고, 1부서 1자매마을 갖기운동을 벌여 250개에 달하는 자매마을과의 유대강화 노력을 기울이고 있으며, 사내 직원들의 자발적인 사회봉사활동을 회사차원의 체계적이고 효과적인 봉사활동으로 이끌어내기 위해 「韓水原 社會奉仕團」을 창단하여 본격적인 지역사회 봉사활동에 적극 나서고 있다.



〈그림 7-4〉 지역경제기여

## 1. 지역발전 기여

2005년 7월 발주법 개정을 통해 2007년에는 481억원 규모의 기금지원사업을 시행하였으며, 기본사업과 별도의 사업자 자체자금으로 458억원 규모의 사업자지원사업을 시행하여 총 939억원 규모의 지역지원사업을 시행하였다. 또한 지역지원사업 외에 원전 지역개발세 714억원을 납부하였다<표 7-2>.

〈표 7-2〉 2007년 지역발전 기여

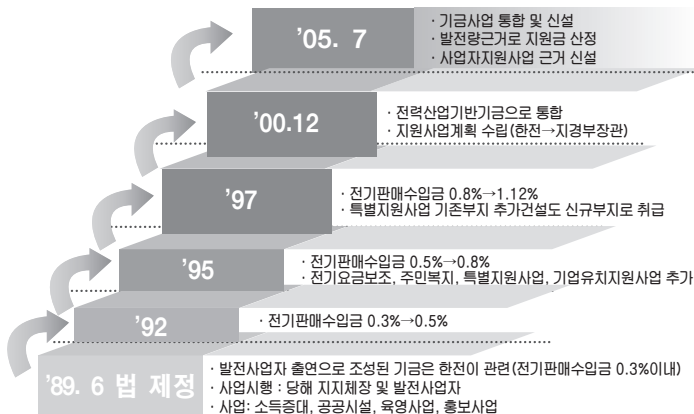
(단위: 억원)

| 구분      | 지원실적 | 비고         |
|---------|------|------------|
| 기금지원사업  | 481  | 기본+특별+환경감시 |
| 사업자지원사업 | 458  | '06년 신설    |
| 지역개발세   | 714  | '06년 신설    |
| 합계      | 1653 |            |

## 2. 지역지원사업 관련 발주법 개정(제5차, 2005년 7월)

### 가. 기금지원사업 관련 개정내용

발전소 건설종료 및 가동기간이 지날수록 지원금이 감소하는 지원방식의 불합리를 해소하고 선택과 집중에 의한 효율적 지원사업 추진을 위하여, 2005년 7월 대대적으로 발주법을 개정하였다. 이로 인해 2006년도부터는 지역지원사업 중 기본지원사업비의 산정방식을 발전소의 발전량 기준으로 변경하여 지원사업 규모를 대폭 확대하였으며(개정전 대비 약 2.5배), 또한 공공시설사업, 소득증대사업, 육영사업으로 구분되었던 기본지원사업에 기업유치지원사업, 주민복지지원사업, 전기요금보조사업을 통합하고, 사회복지사업을 신설하였다. 원전 육영사업의 시행주체는 발전사업자에서 지자체로 변경되었다<그림 7-5>. 개정된 기금지원사업의 종류, 대상지역, 시행기간, 시행주체, 세부내용은 <표 7-3>, <표 7-4>과 같다.



<그림 7-5> 발주법 개정연혁

〈표 7-3〉기금 지원사업의 시행

| 사업종류               |          | 대상지역                                               | 시행기간                                                                                                 | 시행주체                                                 |
|--------------------|----------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 기본지원사업             | 소득증대사업   | ○주변지역<br>○지원금의 50%이내<br>범위내에서 주변지역 외의 지역에 시행<br>가능 | ○발전소의 건설기간<br>및 가동기간<br>○지식경제부장관이<br>전원개발사업 추진<br>을 위해 필요하다고<br>인정하는 때에는 건설<br>준비기간에도 시행<br>가능       | 지자체장<br>(’05년 이전<br>육영사업은<br>발전사업자<br>시행)            |
|                    | 공공시설사업   |                                                    |                                                                                                      | 발전사업자                                                |
|                    | 육영사업     |                                                    |                                                                                                      |                                                      |
|                    | 사회복지사업   |                                                    |                                                                                                      |                                                      |
|                    | 주민복지지원사업 |                                                    |                                                                                                      |                                                      |
| 기업유치지원사업           |          |                                                    |                                                                                                      |                                                      |
| 전기요금보조사업           |          |                                                    |                                                                                                      |                                                      |
| 특별지원사업             |          | ○주변지역이 속하는<br>지방자치단체의 관<br>할지역                     | ○전원개발사업실시<br>계획 승인일 또는 전기<br>설비공사계획 인가<br>일부터 운전개시일<br>전일까지<br>※ 지식경제부장관이<br>인정하는 경우 가동<br>기간에도 지원가능 | 지자체장<br>(발전사업자<br>와 협의하여<br>정하는 경우<br>발전사업자<br>시행가능) |
| 홍보사업               |          | ○국민일반                                              |                                                                                                      | 원자력<br>문화재단                                          |
| 기타사업<br>(환경감시기구 등) |          | ○주변지역                                              | ○건설기간 및 가동기간                                                                                         | 지자체장<br>발전사업자                                        |

〈표 7-4〉 기본지원사업 세부내용(시행령 별표 1)

| 사업구분     | 사업세부내용                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 소득증대사업   | 농림수산업시설·상공업시설 및 관광산업시설의 설치·운영<br>지역발전 및 주민의 소득증대를 위하여 시행하는 사업                      |
| 공공시설사업   | 의료시설, 도로시설, 향만시설, 상하수도시설, 환경·위생시설,<br>방사능방재시설, 운동·오락시설 및 전기·통신시설 등을 건립<br>·운영하는 사업 |
| 육영사업     | 교육기자재 지원, 학자금·장학금 지급 및 교육·문화 관련 시설<br>건립 등 지역주민에 대한 교육을 지원하는 사업                    |
| 사회복지사업   | 복지회관건립 등 지역주민을 위한 사회복지 관련시설 확충 및 지원<br>프로그램 운영 사업                                  |
| 주민복지지원사업 | 지역주민의 생활안정 및 주거환경의 개선 등을 위하여 필요한 사업에<br>소요되는 자금 등을 지원하는 사업                         |
| 기업유치지원사업 | 기업의 유치 및 설립·운영에 필요한 자금 지원 등 지역의 수익 및<br>고용창출을 촉진하기 위하여 시행하는 사업                     |
| 전기요금보조사업 | 「전기사업법」 제16조의 규정에 의한 공급약관에서 정한 주택용 전력<br>및 산업용전력에 대한 전기요금의 일정액을 보조하는 사업            |

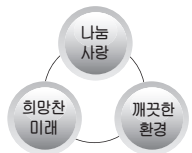
### 나. 사업자지원사업 관련 개정내용(제5차 개정, 2005년 7월)

2005년 7월 제5차 발주법 개정을 통하여 2006년도부터 한수원(주)의 자체자금으로 기본사업과 동일 규모의 사업자지원사업을 시행할 수 있는 법적 근거를 마련하였다.

사업자지원사업의 도입취지는 ‘지역이 살아야 한수원이 살고, 한수원이 성장해야 지역이 성장한다’는 슬로건 아래 공동체기반 강화, 지역경제 활력제고, 지역일체감 정착, 지속가능한 지역건설, 봉사활동 등의

실천프로그램을 통한 지역과 함께하는 한수원(주) 구현에 있으며, 한수원(주)이 주민을 위한 사업을 직접 발굴, 시행하여 기업과 지역사회가 공존공영할 수 있도록 하는 제도이다. 2007년도에는 원전주변지역에 458억원 규모의 사업자지원사업을 시행하였다. 사업자지원사업 추진 방향 및 사업세부내용은 <표 7-5>, <표 7-6>와 같다.

<표 7-5> 사업자지원사업 추진방향 : 지역사회에 도움이 되는 실효성 있는 사업추진

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역주민 참여를 통한 주민체감형 사업추진                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인터넷, 신문광고, 설문조사 등을 통한 주민 의견 적극 수렴</li> </ul> </li> <li>○ 지역여건 고려 및 지역자산 파악                         <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ 지역별 특성화사업 추진</li> </ul> </li> </ul> | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>&lt;사업테마&gt;</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>&lt;삼위일체 파트너십&gt;</p>  </div> </div> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<표 7-6> 사업자지원사업 세부내용(시행령 별표 4)

| 사업구분         | 사업세부내용                                                                           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 교육·장학지원사업    | 지역우수인재 육성, 기숙사 마련, 영어마을 연수, 우수교사 유치 및 장학사업 등 교육 관련 지원사업                          |
| 지역경제협력사업     | 지역특산물 판로지원 및 지역산업의 경쟁력 강화 지원 등 지역경제 활성화를 지원하는 사업                                 |
| 주변환경개선사업     | 바다정화, 도로정비 및 주거환경 개선 등 지역의 생활환경을 쾌적하게 조성하는 사업                                    |
| 지역복지사업       | 복지시설 지원, 육아시설 건립·운영, 체육시설 마련 및 마을버스 운영 지원 등 지역주민의 생활여건을 개선하는 사업                  |
| 지역문화진흥사업     | 문화행사 지원 및 문화시설 건립 지원 등 지역주민이 문화생활을 즐길 수 있는 환경을 조성하는 사업                           |
| 그 밖의 사업자지원사업 | 지역홍보 등 지역특성을 살리고 주민복지증진, 지역현안 해결 및 지역이미지 제고 등을 위한 사업, 사업자지원사업의 계획 및 운영과 관련한 부대사업 |

## 제2절 2007년도 주요사업 실적

### 1. 기금지원사업

2007년도에는 원전 주변지역 지원사업으로 481억원을 지원하였다 <표 7-7>. 2005년 발주법 개정을 통해 지원금을 발전량 기준으로 산정하게 됨에 따라 지원규모가 대폭 확대되어 기본지원사업비로 공공시설, 소득증대, 육영사업 등 7개 사업에 총 452억원과 특별지원사업 1억을 지원하였으며, 원전 주변지역에 대한 환경감시를 통하여 원전운영의 투명성과 객관성을 제고하고자 지자체와 지역주민으로 구성된 민간환경 감시기구에 28억원을 지원하여 원전운영의 신뢰성과 객관성 확보를 위해 최선을 다하였다. 기본지원사업 중 전기요금보조사업은 2006년 2월 시행요령 개정을 통해 원자력발전소 시설용량에 따라 100만kW미만~700만kW이상까지 8단계로 구분하여 주택용은 100kWh~170kWh까지의 해당요금과 산업용은 계약전력 200kW까지 kW당 1,500원~2,900원까지 전기요금을 보조할 수 있도록 보조금 단가를 인상하여, 지역주민의 실질소득 증대 및 기업유치에 기여할 수 있도록 하였다.

〈표 7-7〉 2007년 기금지원사업 지원실적

(단위: 억원)

| 구 분                        |          | 금 액 | 주 요 추 진 사 업                                                         |
|----------------------------|----------|-----|---------------------------------------------------------------------|
| 기<br>본<br>자<br>원<br>사<br>업 | 소득증대사업   | 47  | 마을공동창고 건립, 농가형 저온창고 설치, 승용이양기 구입, 농수로포장공사 등                         |
|                            | 공공시설사업   | 278 | 정보화추진사업, 마을회관신축 및 보수, 상수도시설공사 등                                     |
|                            | 육 영 사 업  | 77  | 방과 후 교실 지원, 원어민강사 지원, 인조잔디운동장 조성, 도서·기자재 지원, 학자금·장학금 지원, 특기적성교육지원 등 |
|                            | 사회복지사업   | -   |                                                                     |
|                            | 주민복지지원사업 | -   |                                                                     |
|                            | 기업유치지원사업 | -   |                                                                     |
|                            | 전기요금보조사업 | 50  | 전기수용가의 주택용·산업용 전기요금 보조                                              |
|                            | 소 계      | 452 |                                                                     |
| 특별지원사업                     |          | 1   | 울진 3~6호기 특별지원사업비 최종분                                                |
| 기타사업                       |          | 28  | 민간환경감시기구 운영 등                                                       |
| 합 계                        |          | 481 |                                                                     |

〈표 7-8〉 연도별 기금지원사업 지원금액

(단위: 억원)

| 구 분  | '90~'00 | '01   | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | 합 계   |
|------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 고리본부 | 331     | 208   | 397 | 29  | 783 | 171 | 519 | 130 | 2,568 |
| 영광본부 | 912     | 127   | 78  | 52  | 53  | 50  | 112 | 125 | 1,509 |
| 월성본부 | 357     | 56    | 109 | 767 | 38  | 45  | 96  | 104 | 1,572 |
| 울진본부 | 460     | 646   | 79  | 92  | 66  | 53  | 126 | 122 | 1,644 |
| 합 계  | 2,060   | 1,037 | 663 | 940 | 940 | 319 | 853 | 481 | 7,293 |

※ 원자력문화재단 출연금 제외, 발전소주변지역지원사업 결산서 교부금액 기준

특별지원사업은 발전소 건설을 촉진시키기 위하여 지자체의 장이 사업을 선정하여 시행하며, 대상지역은 주변지역이 속하는 지방자치단체의 관할지역이다. 특별지원사업비는 건설비에서 부지구입비를 공제한 금액의 1.5%(자율유치지역 및 다수호기 지역은 0.5% 가산 지원)로 지

역의 대규모 숙원사업을 해결하기 위해 지원하고 있다 <표 7-9>.

<표 7-9> 연도별 특별지원사업비 지원금액

(단위: 억원)

| 발전소      | 한도<br>금액 | 교부금액 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|----------|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|          |          | '97  | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06 | '07 | 합계    |
| 신고리 #1·2 | 704      | -    | -   | 1   | 66  | 130 | -   | -   | 13  | 96  | 398 | -   | 704   |
| 신고리 #3·4 | 1,147    | -    | -   | -   | -   | 46  | 364 | -   | 737 | -   | -   | -   | 1,147 |
| 영광 #5·6  | 556      | -    | 68  | 422 | -   | 65  | -   | 1   | -   | -   | -   | -   | 556   |
| 월성 #2~4  | 156      | 20   | 40  | 18  | -   | -   | 45  | 33  | -   | -   | -   | -   | 156   |
| 신월성 #1·2 | 697      | -    | -   | -   | -   | -   | -   | 697 | -   | -   | -   | -   | 697   |
| 울진 #3~6  | 648      | -    | -   | 167 | -   | 463 | 17  | -   | -   | -   | -   | 1   | 648   |
| 합 계      | 3,908    | 20   | 108 | 608 | 66  | 704 | 426 | 731 | 750 | 96  | 398 | 1   | 3,908 |

## 2. 사업자지원사업

2006년도부터 신설된 사업자지원사업 제도에 따라 기금지원사업과 별도의 한수원(주) 자체자금으로 원전지역에 2006년도 420억원, 2007년도 458억원 등 총 878억원을 지원하였다. 원전별 사업자지원사업계획 수립을 위하여 인터넷, 신문광고, 설문조사 등을 통해 지역주민, 지역사회단체, 기관 등 지역민들의 의견을 적극 수렴하였다. 또한 지역여건 및 지역의 유무형 자산과악, 철저한 사업타당성 조사분석을 통하여 지역별 특성화 사업을 선정하였으며, 지역사회와의 협의를 바탕으로 선택과 집중을 통해 체감 가능한 규모 있는 사업을 추진하였다. 지원실적은 <표 7-10>, <표 7-11>과 같다.

〈표 7-10〉 사업자지원사업 집행실적

(단위:억원)

| 사업소  | 지원금 |     |     | 특성화 분야   | 주요 특성화 사업         |
|------|-----|-----|-----|----------|-------------------|
|      | '06 | '07 | 합계  |          |                   |
| 고리본부 | 102 | 125 | 227 | 교육·장학사업  | · 원어민 영어강사 지원사업 등 |
| 영광본부 | 104 | 119 | 223 | 지역경제협력사업 | · 복분자 가공공장 건립 등   |
| 월성본부 | 96  | 98  | 194 | 지역복지사업   | · 청소년 복지시설 건립 등   |
| 울진본부 | 118 | 116 | 234 | 교육·장학사업  | · 울진도서관 시설개선 사업 등 |
| 합 계  | 420 | 458 | 878 |          |                   |

〈표 7-11〉 2007년 사업자지원사업 사업종류별 지원실적

(단위 : 억원)

| 구 분        |    | 교육장학 | 지역경제 | 환경개선 | 지역복지 | 문화진흥 | 기타 | 합계  |
|------------|----|------|------|------|------|------|----|-----|
| 고 리<br>본 부 | 금액 | 64   | 7    | 20   | 11   | 10   | 13 | 125 |
|            | 건수 | 7    | 5    | 4    | 4    | 5    | 4  | 2   |
| 영 광<br>본 부 | 금액 | 10   | 43   | 33   | 12   | 13   | 8  | 119 |
|            | 건수 | 6    | 10   | 4    | 5    | 8    | 3  | 36  |
| 월 성<br>본 부 | 금액 | 3    | 49   | 0    | 8    | 32   | 6  | 98  |
|            | 건수 | 3    | 5    | 0    | 4    | 4    | 3  | 19  |
| 울 진<br>본 부 | 금액 | 25   | 44   | 1    | 30   | 9    | 7  | 116 |
|            | 건수 | 6    | 3    | 1    | 9    | 4    | 3  | 26  |
| 합 계        | 금액 | 101  | 143  | 55   | 61   | 63   | 35 | 458 |
|            | 건수 | 22   | 23   | 9    | 22   | 21   | 13 | 110 |

### 제3절 2008년도 지원사업 추진계획

#### 1. 기금지원사업

2008년도에는 원전 주변지역 지원사업으로 592억원을 지원할 계획이다<표 7-12>. 기본지원사업비로 공공시설, 소득증대, 육영사업 등 7개 사업에 총 493억원과 특별지원사업 73억원을 지원하며, 또한, 원전 주변지역에 대한 환경감시를 통하여 원전 운영의 투명성과 객관성을 제고하고자 원전주변 민간환경감시기구에 26억원을 지원할 계획이다.

2006년까지 발전사업자가 대상고객에게 전기요금보조금을 직접 지급하는 방식으로 시행되었던 전기요금보조사업은 한전과의 협약체결을 통해 2007년부터 대상고객의 전기요금고지서에서 보조금액이 자동 감면되는 방식으로 시행되었다. 이로 인해 별도 신청절차 없이 발전소 주변지역 거주하는 주민들 모두가 전기요금보조금을 지원받을 수 있도록 지역민의 편의를 도모하였다.

〈표 7-12〉 2008년 기금지원사업 계획금액

(단위: 억원)

| 사 업 종 류                    |             | 금 액 | 비 고                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 기<br>본<br>자<br>원<br>사<br>업 | 소 득 증 대 사 업 | 493 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고리본부: 159</li> <li>■ 영광본부: 119</li> <li>■ 월성본부: 98</li> <li>■ 울진본부: 117</li> </ul> |
|                            | 공 공 시 설 사 업 |     |                                                                                                                             |
|                            | 육 영 사 업     |     |                                                                                                                             |
|                            | 사 회 복 지 사 업 |     |                                                                                                                             |
|                            | 주민복지지원사업기   |     |                                                                                                                             |
|                            | 업유치지원사업전기   |     |                                                                                                                             |
|                            | 요 금 보 조 사 업 |     |                                                                                                                             |
| 특별지원사업                     |             | 73  | ■ 신울진 #1·2: 69억, 영광솔라파크: 4억                                                                                                 |
| 기타사업                       |             | 26  | 민간환경감시기구 등                                                                                                                  |
| 합 계                        |             | 592 |                                                                                                                             |

## 2. 사업자지원사업

2008년도 원전주변지역에 지원하는 사업자지원사업의 규모는 543 억원으로 고리 1호기 계속운전 가산금 50억원이 포함된 금액이다<표 7-13>. 원전본부별로 지역주민들의 다양한 의견을 수렴하여, 사업 타당성에 대한 충분한 검토를 거쳐 지역의 특성화 사업을 발굴하며, 기금 사업과의 시너지효과를 통하여 지역발전을 선도하는 사업을 추진할 계획이다. 시행 초기인 2006~2007년에 지자체의 무리한 지원요구 등으로 인한 일부 시행착오도 있었지만 이를 거울삼아 2008년부터는 지원 사업의 명확한 기준과 원칙을 설정하여 주도적으로 사업을 추진함으로써 지역민과의 공존공영을 이루고 지역과 함께 발전하는 기업으로 자리매김 하고자 한다.

〈표 7-13〉 2008년 사업자지원사업 계획 금액

(단위: 억원)

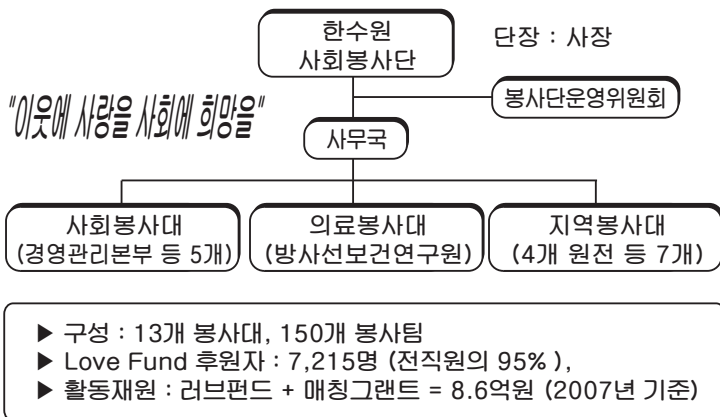
| 구 분  | 지원규모               | 사업내용                                                                                                                                                                 |
|------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 고리본부 | 209 <sup>주1)</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 교육·장학지원사업</li> <li>■ 지역경제협력사업</li> <li>■ 주변환경개선사업</li> <li>■ 지역복지사업</li> <li>■ 지역문화진흥사업</li> <li>■ 그 밖의 사업자 지원사업</li> </ul> |
| 영광본부 | 119                |                                                                                                                                                                      |
| 월성본부 | 98                 |                                                                                                                                                                      |
| 울진본부 | 117                |                                                                                                                                                                      |
| 합 계  | 543                |                                                                                                                                                                      |

주1) 고리 1호기 계속운전 가산금 50억 포함

## 제4절 지역과의 일체감 형성을 위한 노력

### 1. 봉사활동 추진현황

한수원(주)은 2004년 6월 사회봉사대, 의료봉사대, 지역봉사대 등 13개의 단위 봉사대로 구성된 ‘한수원 사회봉사단’을 창단하여 기업의 사회적 책임과 『지역공동체경영』을 적극 구현하는 한편 사회공헌활동을 직원들의 자원봉사와 연계, 기업문화 차원으로 승화시킴으로써 기업과 지역사회의 상생모델을 정립하기 위해 노력하고 있다. ‘봉사단 사무국’은 전문기관의 자문과 각 단위 봉사대를 연계하여 자원봉사활동의 전략적 틀을 마련하고, 본사 중심의 ‘사회봉사대’는 수도권 및 도심지역, 그리고 발전사업장 중심의 ‘지역봉사대’는 발전소 주변지역에 집중적으로 활동하고 있다. 또한 방사선보건연구원의 전문 의료진을 주축으로 구성된 ‘의료봉사대’는 의료혜택이 낙후된 원전 및 수력발전소 주변 농어촌 지역을 대상으로 광범위한 무료진료를 지속적으로 실시해오고 있다. <그림 7-6>, <그림 7-7>, <그림 7-8>, <표 7-14> 또한 봉사활동의 활성화를 위하여 ‘희망찬 미래’, ‘나눔 사랑’ 그리고 ‘깨끗한 환경’이란 전사적 봉사테마를 선정하여 봉사활동의 목적과 방향을 더욱 선명하게 할뿐만 아니라 ‘자원봉사주간’을 지정, 운영하는 등 임직원들의 자원봉사활동을 적극 확대하고자 한다.

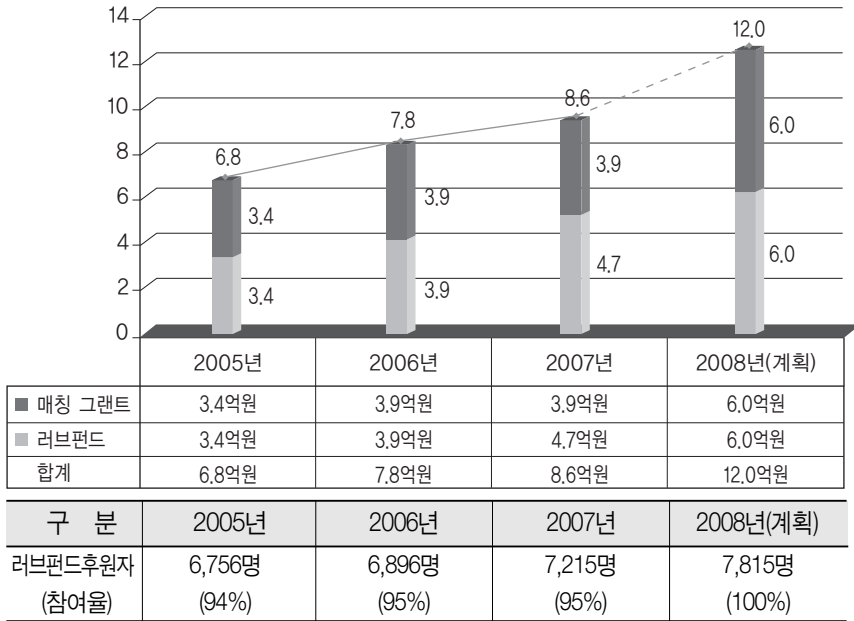


〈그림 7-6〉 한수원 사회봉사단 조직

- 찾아가는 사회봉사체계 구축 : 8개 봉사대 사회공헌차량 운영
- 이웃사랑 실천의 달 캠페인 시행
  - Love Fund ♥ + (배가운동) : 연 6,700만원 증액 (20%)
  - 추석맞이 주변지역 봉사 : 2,455명 7,780시간 활동 (1억7천만원 후원)
- 대한적십자와 사회공헌협약 체결 : 긴급구호품세트 (3천만원) 기증
- 원전주변지역 의료봉사활동 시행 : 2,455명 무료건강검진 시행
- 노사합동 봉사, 정부합동봉사 시행
  - 대전 성재원 한마음 운동회 개최
  - 성수동 독거노인 점심 봉사활동 전개
- 서해안 원유피해 복구 대규모 봉사활동 전개
  - 인력지원 : 1,433명 자원봉사
  - 성금 및 물품지원 : 1억 500만원
- 4개 원전본부 산자부 합동봉사활동 시행

- ◆ 경주 중,저준위 방폐장 건설 성공적 착공
- ◆ 신고리 3·4호기 신규원전 사업 착공
- ◆ 고리 1호기 계속운전 주민합의 토대 형성
- ◆ 2008 나눔경영대상 수상 (국민일보 주최/지역사회발전부분)

〈그림 7-7〉 2007년 주요성과



〈그림 7-8〉 봉사활동기금 현황

〈표 7-14〉 봉사활동 실적통계

| 활동분야        | 봉사활동<br>참여인원 | 봉사활동<br>참여시간 | 시행횟수  |     |       | 지원금액<br>(천원) |
|-------------|--------------|--------------|-------|-----|-------|--------------|
|             |              |              | 자체    | 협력  | 계     |              |
| 복지단체지원      | 2,063        | 9,113        | 598   | 16  | 614   | 214,771      |
| 불우이웃돕기      | 2,188        | 9,004        | 392   | 51  | 443   | 212,142      |
| 장애인돕기       | 1,739        | 10,094       | 282   | 23  | 305   | 62,905       |
| 독거노인돕기      | 3,840        | 14,131       | 598   | 128 | 726   | 100,389      |
| 소년소녀가장돕기    | 60           | 134          | 134   | 5   | 139   | 8,709        |
| 불우청소년지원     | 717          | 2,697        | 392   | 10  | 402   | 105,563      |
| 의료봉사        | 203          | 922          | 46    | -   | 46    | 0            |
| 문화예술행사지원    | 1,862        | 7,721        | 132   | 35  | 167   | 45,364       |
| 교육서비스       | 798          | 2,315        | 201   | 126 | 327   | 1,765        |
| 자연보호 및 일손돕기 | 2,171        | 8,301        | 224   | 19  | 243   | 9,935        |
| 계           | 15,641       | 64,432       | 2,999 | 413 | 3,412 | 761,543      |

## 2. 지역사회 일체감 행사지원 및 참여

원전주변지역 유관기관, 지역 시민·환경단체, 주변지역 읍·면 지역 단체 등이 주관하는 행사에 적극적으로 참여·지원하고 있다. 2007년에는 원전주변지역에 총 1,209회의 행사지원을 하였으며, 각 사업소별 대표적인 행사로는 고리원전 ‘기장군 달맞이 축제’, ‘기장 멸치축제’, 영광원전 ‘법성포 단오제’, ‘홍농 한마음벚꽃축제’, 월성원전 ‘경주국제마라톤 행사’, ‘문무대왕 춘향대제’, 울진원전 ‘뮤직팜 페스티벌’, ‘4.13홍부만세제’, ‘남대천 단오제’ 등이 있다.

## 3. 1부서 1마을 자매결연 활동

원전본부별 1부서 1자매마을 갖기 운동을 벌여 215개 부서가 251개에 달하는 자매마을과 자매결연을 맺어 활동하고 있으며, 2007년에는 1,262회의 자매결연 활동을 시행하여, 원전과 지역사회가 하나되기 위한 활동을 지속추진 중이다<표 7-15>.

〈표 7-15〉 1부서 1마을 자매결연 활동

| 사업소  | 자매부서수 | 자매마을수 |      |     |
|------|-------|-------|------|-----|
|      |       | 주변지역  | 이외지역 | 소 계 |
| 고리본부 | 44    | 70    | 3    | 73  |
| 영광본부 | 56    | 22    | 35   | 57  |
| 월성본부 | 63    | 63    | 0    | 63  |
| 울진본부 | 57    | 53    | 5    | 58  |
| 합 계  | 220   | 208   | 43   | 251 |

#### 4. 사회공헌 수상실적

한수원은 ‘지역순회 의료봉사활동’을 비롯해 ‘청소년 야학교실’, ‘사랑의 집수리 봉사’, ‘어르신 및 중증장애인 목욕봉사’, ‘도시락 배달’ 등 소외계층지원 활동에 앞장서고 있다. 2007년도에는 발전소의 해당지자체 및 복지기관, 지역단체로부터 단체 5건, 개인 39건의 사회봉사관련 감사패, 표창장 등을 수상하였으며, 특히 지역경제 활성화는 물론 노인, 장애인, 청소년 가장 등 소외계층에 대한 꾸준한 사회공헌활동을 통하여 경주 중저준위 방폐장건설, 신고리 3,4호기 신규원전사업의성공적인 착공, 고리 1호기 계속운전 주민합의 등의 괄목할 만한 공적을 인정받아 ‘제1회 2008 대한민국 나눔경영대상’을 수상하였다.

## 제3장 원전이 지역에 미치는 경제적 효과

한국수력원자력(주) 사업처 사업총괄팀장 이상돈

### 제1절 건설기간 중 지역경제 영향

#### 1. 고용효과

원전건설은 계획부터 준공까지 10년 이상 소요되는 대형 프로젝트로 실제 공사기간이 7년여에 이르며 설계, 제작, 시공, 시운전 각 분야별로 많은 업체가 참여하고 있으며, 특히 시공단계에서는 대량의 건설인력이 요구되는 만큼 건설현장과 인접한 지역사회에 많은 인력의 고용창출 효과를 가져오게 된다. 또한, 한수원(주)은 원전 건설기간 중 지역건설업체 활용 및 현지 주민을 고용토록 하는 내용을 건설업체와 시공계약시 반영하고 있다.

〈표 7-16〉 2007년 신고리 1·2호기 건설현장 인력고용 현황

(단위: 명)

| 구 분     |     | 주변지역출신     | 타지역출신 | 계     |
|---------|-----|------------|-------|-------|
| 한수원     |     | 17 (8%)    | 184   | 201   |
| 시공업체    | 직 원 | 200 (55%)  | 164   | 364   |
|         | 근로자 | 1,377(54%) | 1,155 | 2,532 |
|         | 소 계 | 1,577(54%) | 1,319 | 2,896 |
| 기 타 업 체 |     | 71 (65%)   | 39    | 110   |
| 계       |     | 1,665(52%) | 1,542 | 3,207 |

〈표 7-17〉 2007년 신월성1·2호기 건설현장 인력고용 현황

(단위:명)

| 구 분     |     | 주변지역출신   | 타지역출신 | 계   |
|---------|-----|----------|-------|-----|
| 한 수 원   |     | 14(8%)   | 166   | 180 |
| 시공업체    | 직 원 | 94(33%)  | 195   | 289 |
|         | 근로자 | 198(58%) | 145   | 343 |
|         | 소 계 | 292(55%) | 340   | 532 |
| 기 타 업 체 |     | 13(29%)  | 32    | 45  |
| 계       |     | 319(37%) | 538   | 857 |

〈표 7-18〉 2007년 신고리 3·4호기 건설현장 인력고용 현황

(단위:명)

| 구 분     |     | 주변지역출신  | 타지역출신 | 계   |
|---------|-----|---------|-------|-----|
| 한 수 원   |     | 3(4%)   | 71    | 74  |
| 시공업체    | 직 원 | 10(14%) | 62    | 72  |
|         | 근로자 | -       | -     | -   |
|         | 소 계 | 10(14%) | 62    | 72  |
| 기 타 업 체 |     | 80(39%) | 124   | 204 |
| 계       |     | 93(27%) | 257   | 350 |

원전건설은 약 800만명(OPR1000기준) 이상의 연인원이 투입되는 대규모 투자사업인 만큼 건설인력에게 지급되는 임금과 지역 업체의 직·간접적인 공사 참여 등으로 지역경제 활성화에 큰 기여를 하고 있다.

2007년도 원전 건설공사중 지역 업체가 수행한 공사는 신고리 1·2호기 142억원, 신월성 1·2호기 95억원, 신고리 3·4호기 89억원에 이르며, 기자재 납품도 신고리 1·2호기 478억원, 신월성 1·2호기 55억원, 신고리 3·4호기 15억원에 달한다.

이러한 지역업체의 원전건설공사 직·간접적 참여에 의한 지역경제 활성화와 고용확대를 통해 지역주민의 소득증대에도 크게 기여할 것으로 보인다.

〈표 7-19〉 2007년 지역업체 원전건설공사 참여현황

(단위:천원)

| 구 분    | 신고리 #1·2 |       | 신월성 #1·2 |      | 신고리 #3·4 |      |
|--------|----------|-------|----------|------|----------|------|
|        | 참여건수     | 규모    | 참여건수     | 규모   | 참여건수     | 규모   |
| 건설공사   | 50건      | 142억원 | 23건      | 95억원 | 13건      | 89억원 |
| 기자재 납품 | 889건     | 478억원 | 61건      | 55억원 | 114건     | 15억원 |

## 2절 운영기간중 지역경제 영향

### 1. 지역주민 고용 창출

원자력발전소는 장기간에 걸친 건설기간 뿐만 아니라 운영 중에도 지역주민 고용증대에 적지않은 기여를 하고 있다. 원자력발전소 운영은 고도의 기술성과 전문성으로 인해 일부지역에 국한된 지역주민의 고용만으로는 인력을 충원하는데 한계가 있으나, 지역과 함께하는 원전실현이라는 이념하에 지역주민을 우선적으로 채용하고 있다.

특히, 1990년부터 한수원(주) 직원채용시 주변지역 주민에 한하여 필기고사 총점의 10%를 가산점으로 부여해 채용기회를 확대하고 있고, 기능직, 별정직 등의 직종에는 해당 지역주민을 우선적으로 채용하고 있다. 2007년 말 4개 원전본부 근무자 총 7,343명(한전KPS 포함) 중 17.6%인 1,292명이 주변지역 주민으로 구성되어 상시 근무하고 있다.

〈표 7-20〉 2007년 국내 원자력발전소 근무자 현황

(단위 : 명)

| 구 분 | 주변지역 출신        |                | 타지역 출신 |       | 계     |       |
|-----|----------------|----------------|--------|-------|-------|-------|
|     | 한수원            | 한전KPS          | 한수원    | 한전KPS | 한수원   | 한전KPS |
| 고 리 | 229<br>(16.4%) | 82<br>(23.6%)  | 1,171  | 265   | 1,400 | 347   |
| 영 광 | 281<br>(19.3%) | 125<br>(24%)   | 1,173  | 395   | 1,454 | 520   |
| 월 성 | 184<br>(13.5%) | 83<br>(21.1%)  | 1,180  | 311   | 1,364 | 394   |
| 울 진 | 252<br>(17.3%) | 56<br>(13.8%)  | 1,207  | 349   | 1,459 | 405   |
| 계   | 946<br>(16.7%) | 346<br>(20.8%) | 4,731  | 1,320 | 5,677 | 1,666 |

※ ( ) 내는 회사별 전체인력중 주변지역 출신 비율

주변지역의 범위

①고리 : 부산광역시 기장군 장안읍, 일광면, 울산시 울주군 서생면

②영광 : 전남 영광군, 전북 고창군 ③월성 : 경북 경주시 ④울진 : 경북 울진군

## 2. 임금소득의 유입

원자력발전소 운영단계에서는 발전소별 설비용량에 따라 다소 차이는 있으나 원전 본부별로 약 1,700~2,000명 정도의 상시 운영인원이 근무하게 됨으로써 이들에게 지급되는 임금의 대부분은 생활비나 저축의 형태로 해당지역에 유입되고 있다.

2007년 한 해 동안 4개 원전본부 근무자의 임금으로 지불된 금액은 원전이 입지한 지역 여건으로 볼 때 지역경제에 상당한 기여를 하고 있다.

### 3. 지방세수 증대

지방세수 증대를 통한 재정자립도 확충은 모든 지방자치단체의 주요 관심사가 되고 있다. 따라서 원전에서 납부하는 지방세는 해당 자치단체 전체 세수의 상당부분을 차지하고 있어 지방재정의 확충에 많은 기여를 하고 있다.

2007년 4개 원전 본부의 지방세 납부실적은 약 879억원으로 해당 지방자치단체 전체세수의 30.2%정도를 점유하고 있는 것으로 나타나고 있다.

〈표 7-21〉 2007년 원자력발전소별 지방세 납부 현황

(단위:백만원)

| 구 분 | 한수원    | 한전KPS | 계(A)   | 원전소재지<br>전체지방세수(B) | 전체 지방세수<br>비율(A/B*100) |
|-----|--------|-------|--------|--------------------|------------------------|
| 고 리 | 23,050 | 1,542 | 24,592 | 86,640             | 28.4                   |
| 영 광 | 14,644 | 399   | 15,043 | 27,700             | 54.3                   |
| 월 성 | 9,269  | 259   | 9,528  | 114,000            | 8.4                    |
| 울 진 | 38,490 | 308   | 38,798 | 62,544             | 62.0                   |
| 계   | 85,453 | 2,508 | 87,961 | 290,884            | 30.2                   |

### 4. 지역 특산물 판매 촉진

농·수산물 수입개방과 쌀등의 소비감소 추세로 우리 농촌은 어려움에 처해 있으며 특히, 원전 주변지역 농·수산물은 원전으로 인한 일부 국민들의 우려로 인해 그 판로에 어려움이 있어 왔다.

이에 지식경제부와 한수원(주)은 원전 주변지역 농·수산물 판매의

어려움을 덜어주고 지역주민과의 유대강화 및 원전의 안전성에 대한 불신을 해소하기 위하여 원전 주변지역 농·수산물 특별구매 운동을 추진하게 되었다.

매년 각 원전본부별로 원전 주변지역 쌀 특별 구매운동을 전개함으로써 지역과의 유대강화는 물론 지역 쌀의 우수성을 간접 홍보해주는 효과도 거두고 있다.

〈표 7-22〉 2007년 원자력발전소 주변지역 쌀 구매 실적

(단위:포(20kg),백만원)

| 구 분 | '03   |     | '04   |     | '05   |     | '06   |     | '07   |     |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
|     | 구매량   | 금액  | 구매량   | 금액  | 구매량   | 금액  | 구매량   | 금액  | 구매량   | 금액  |
| 고 리 | 971   | 27  | 1,197 | 58  | 1,938 | 42  | 1,190 | 49  | 1,199 | 51  |
| 영 광 | 1,590 | 65  | 1,432 | 59  | 1,250 | 50  | 830   | 32  | 1,068 | 42  |
| 월 성 | 1,350 | 59  | 1,300 | 57  | 1,250 | 50  | 1,522 | 61  | 3,717 | 149 |
| 울 진 | 433   | 19  | 1,460 | 64  | 1,324 | 56  | 1,494 | 55  | 1,430 | 50  |
| 계   | 4,344 | 170 | 5,389 | 238 | 5,762 | 198 | 5,036 | 197 | 7,414 | 292 |



## 제8편 국제협력 및 해외동향

>>> 제1장 원자력 국제협력

>>> 제2장 해외사업 진출

>>> 제3장 원자력해외동향



# 제1장 원자력 국제협력

한국수력원자력(주) 원자력정책처 원자력총괄팀장 노백식

## 제1절 국제 원자력 관련기관

### 1. 국제원자력기구 (IAEA)

1953년 제8차 유엔총회에서 당시 아이젠하워 미국 대통령이 원자력의 평화적 이용 증진을 위한 국제원자력기구의 설립을 제안하여 1956년 유엔총회에서 국제원자력기구 헌장이 채택됨으로써 1957년 7월 유엔 산하 독립 전문기구로서 발족되었다. 2007년말 현재 144개 회원국이 가입하고 있으며, 우리나라는 1957년 8월에 가입하였다.

국제원자력기구의 설립목적은 원자력의 평화적 이용 촉진에 있으며 원자력에 관한 제반 사업 및 지원 협력을 통해 원자력의 평화적 이용과 원자력이 군사목적에 전용되지 않도록 안전조치(Safeguards)를 적용하여 원자력 시설 및 핵물질에 대해 통제, 관리하고 있다.

국제원자력기구는 핵확산 방지를 위한 안전조치 업무를 우선으로 하여 최근에는 보다 포괄적이고 체계적인 안전성 확보를 위한 원자력안전 협약 제정으로 국제협력을 강화하고 있다. 또한 새로운 개념의 신형원자로 개발 등 연구개발을 위한 기술협력은 물론 기술기준 강화, 안전성 평가기법 개발·보급 및 실질적인 안전성 평가분석 지원, 국제원자력기구 내에 비상대응체제의 설치운영 등을 종합적으로 추진하고 있다.

원자력의 평화적 이용에 의한 인류공동의 번영과 복지향상을 도모하기 위하여 IAEA 회원국 특히, 개발도상국에 대한 원자력이용 기술개발, 전문인력 양성 및 원자력전문기관 육성지원 등의 방법으로 시행되는 국제원자력기구의 기술협력 사업은 정규, 비정규 기술협력 및 연구사업 등으로 구분되며, IAEA 회원국 중 104개국이 수혜를 입고 있다. 기술협력사업의 지원수단은 전문가 초청자문, 훈련생과견, 장비지원 등이다. 공동연구사업은 1970년대 중반부터 1980년대 초까지 가장 활발하게 진행되었으나 현재는 국제원자력기구의 재정현황에 따라 점차 줄어들고 있는 추세이다.

IAEA 총회는 최고의사 결정기관으로 회원국 대표자로 구성된다. 정기총회는 매년 9월에 오스트리아 빈에서 개최되며 이사회의 요청이나 회원국 과반수의 요청이 있을 경우 특별총회가 개최된다.

한편, 우리나라는 국제원자력기구 회원국 중 아시아 태평양 지역 국가간 원자력 과학기술협력을 위하여 1972년 설치된 지역간협력협정(RCA)에 1975년 가입하였다. 본 협정은 1972년 발효된 이래 2002년 6월까지 6차례 기간을 연장하였다. 지역간 협력협정에 의한 협력사업은 주로 방사선 및 방사성 동위원소의 농업, 의학, 공업 분야 이용을 중심으로 공동연구, 훈련과정 및 세미나 개최 형태로 이루어지며 2002년에는 RCA 사무국을 대전에 설치하여 RCA 인식제고, RCA 파트너십 진흥을 위해 활발한 활동을 전개하고 있다. 2007년말 현재 지역간 협력협정 회원국은 극동 아시아 지역의 한국, 일본, 중국 등 총 17개국이다.

## 2. 경제협력개발기구/원자력기구 (OECD/NEA)

원자력기구(NEA: Nuclear Energy Agency)는 경제협력기구(OECD : Organization for Economic Cooperation and Development) 산하의 준 독립기구로 프랑스 파리에 위치하고 있다. NEA는 기구 참여국간 협력을 통해 원자력을 안전하고, 환경친화적이며, 경제적인 에너지원으로 개발하기 위한 제반활동을 지원하는 것을 목적으로 하고 있다.

당초 NEA는 서유럽 국가들이 학술적·재정적 역량을 결집시켜 원자력을 개발하기 위하여 1957년 12월 유럽경제기구(OEEC)내 유럽원자력기구(ENEA : European Nuclear Energy Agency)로 발족시켜 운영하였다. 1972년 12월 비유럽국인 일본과 호주가 기구에 가입함으로써 원자력기구(Nuclear Energy Agency)로 명칭이 변경되었으며, 그 후 미국과 캐나다도 가입하였다. 우리나라는 OECD에 정식으로 가입하기 이전인 1993년 5월에 NEA 정회원국으로 가입하였다. 2007년 3월 현재 NEA 회원국은 다음과 같이 28개국이다.

〈표 8-1〉 원자력기구(NEA) 회원국 현황

| 지 역 | 원전 운영국                              | 원전 비운영국                                                   |
|-----|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 서유럽 | 영국, 프랑스, 독일, 스페인,<br>네덜란드, 벨기에, 스위스 | 이탈리아, 룩셈부르크, 덴마크,<br>터키, 그리스, 포르투갈, 오스트리아,<br>아일랜드, 아이슬란드 |
| 북유럽 | 스웨덴, 핀란드                            | 노르웨이                                                      |
| 미 주 | 미국, 캐나다, 멕시코                        | ·                                                         |
| 아시아 | 일본, 한국                              | 호주                                                        |
| 동유럽 | 체코, 헝가리, 슬로바키아                      | ·                                                         |

NEA 회원국은 NEA에서 수집 배포하는 원자력 관련 최신 기술정보를 취득 활용할 수 있으며, 비회원국으로서는 접하기 힘든 NEA 주관 혹은 후원에 의해 이루어지는 모든 국제공동연구사업에 참여할 수 있다.

연구결과들은 대개 회원국들 간 공유가 가능하나 어떤 경우에는 해당 프로젝트 참여 회원국들에게만 활용할 수 있도록 제한하고 있다. NEA 회원국은 NEA에서 주관하는 폐쇄적인 핵심기술에 직접 접할 수 있으므로 이미 개발된 원자력 기술자료의 취득은 물론, 단독으로 수행하기에는 어려움이 있는 과제를 국제공동연구과제로 개발, 해결할 수도 있다. 한편 회원국은 NEA 분담금 납부의무, 원자력의 평화적 이용 및 NEA 의결사항의 충실한 이행 등의 의무를 진다.

NEA는 중·동부유럽지역 국가와 구소련연방 국가들과도 원자력안전, 방사선방호 및 원자력법 체계와 같은 분야에서 협력하고 있다. 이들 비회원국과의 협력목적은 이들 국가의 원자력안전연구의 계획, 수립 및 집행을 지원하기 위한 것이다.

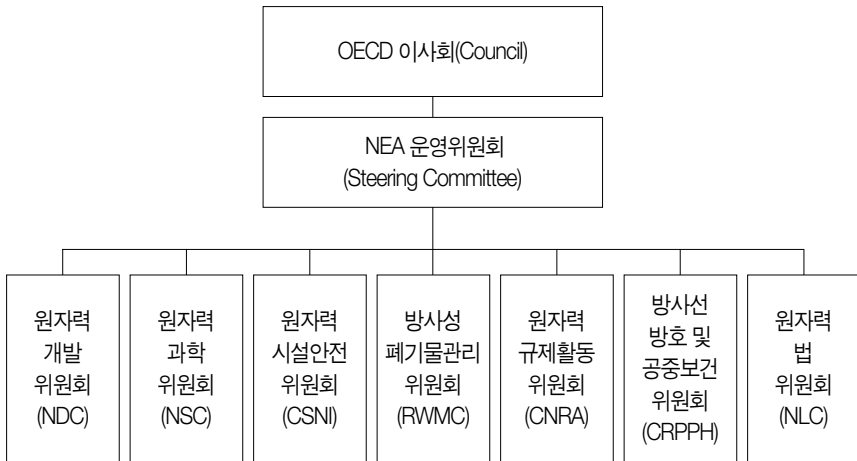
NEA는 국제협력을 통하여 회원국들이 원자력을 평화적인 목적으로 안전하고, 환경 친화적이며, 경제적으로 이용하는 데 필요한 과학적, 기술적, 법적 기반을 유지하고 개발할 수 있도록 지원하는 것을 임무로 하고 있다. 아울러 정부의 원자력정책 결정에 반영시킬 수 있도록 신뢰할 수 있는 평가결과를 제공하고 주요현안에 대한 공통의 이해를 조성하며, 에너지 분야 및 지속가능한 개발과 같은 분야에서 OECD의 정책분석 결과를 보다 널리 전파시키는 임무를 띠고 있다.

NEA는 다음과 같은 목표를 설정하고 있다.

- 회원국간의 정보와 경험을 교류하여 국제협력을 촉진시키는 협력의 장을 제공한다.
- 역량을 갖춘 원자력센터가 됨으로써, 회원국들이 기술적 전문성을 결집하고 유지할 수 있도록 지원하며, 회원국의 원자력정책을 지원하도록 한다.
- 회원국뿐만 아니라 OECD내의 다른 조직에도 기구의 기술적 활동에 기반을 둔 원자력정책 분석결과를 제공한다.
- 원자력 공동체에서 주요 활동자(key player)가 되도록 한다.

이러한 목표들을 달성하기 위하여, 기구는 원자력안전 및 인허가, 방사성폐기물관리, 방사선방호, 원전연료주기의 경제성 및 기술성 분석, 원자력과학, 원자력법 및 손해배상, 그리고 일반 대중에 대한 정보제공과 같은 주요 현안을 취급하기 위한 프로그램을 수립 시행하고 있다. NEA의 정책결정 기구인 운영위원회(Steering Committee for Nuclear Energy)는 회원국 정부대표로 구성되며, 연 2회 회의를 개최하고 있다. 운영위원회는 NEA의 사업계획과 예산을 심의하며, 동 사업계획 및 예산안을 OECD 이사회에 승인을 위하여 제출한다. 운영위원회는 아래와 같이 회원국의 전문가들로 구성된 7개 상설기술위원회(Standing Technical Committee)를 산하에 운영하고 있으며, 사무국의 지원을 받아 사업계획을 수립하고 집행한다.

〈표 8-2〉 NEA의 운영위원회 조직



### 3. 미국원자력발전협회 (INPO)

1979년 미국 드리마일 원전사고 후 유사 사고 발생 우려에 대한 여론 급증에 따라 원전의 안전성 및 신뢰성 확보를 위해 미국 원전보유 전력 회사들이 비영리 단체인 미국원자력발전협회(INPO)를 1979년 12월 애틀랜타에 설립하였다. 2007년 12월 현재 미국내 전력 회사 27개, 원자로공급회사·설계용역회사 20개 및 국제회원사 14개가 가입하고 있으며, 한수원(주)은 1983년 12월 동 협회에 가입하였다.

INPO의 주요업무는 원자력발전소 평가 및 지원, 교육훈련, 사건·사고 분석 및 기술정보의 상호교환 등으로 구분되며 특히 국제회원사의 원전 안전점검 및 특정분야 기술지원을 위하여 기술교환 방문(Technical Exchange Visit) 프로그램을 운영하고 있다. INPO의 주요 활동 내용은 미국내 원자력 발전소 평가를 통한 우수사례 발굴 및 취약

사항에 대한 권고, 취약 부문에 대한 기술지원, 발전소 운영에 관한 각종 지침서의 개발, 발전소 교육 체계의 평가 및 미국 원전 교육훈련 프로그램에 대한 자격인증 등 효율적인 원전운영에 직결되는 업무로 구성되어 있다.

그 외에 발전소의 각종 사고·고장 보고서를 접수, 분석하여 재발 방지를 위한 지침서를 발간하고 INPO의 정보 전산망(Nuclear Network)을 이용하여 회원사간의 기술 정보를 교환하며, 발전소 주요기기 및 계통에 대한 신뢰도 분석을 위한 데이터베이스를 구축하고 있다.

#### 4. 세계원전사업자협회 (WANO)

1986년 구소련의 체르노빌 원전사고 후 세계 원전사업자 대표들은 1987년 10월 프랑스 파리에서 개최된 회의에서 원전의 안전성 확보를 위해 민간 차원의 국제협력기구를 설치하기로 결의한 후 1989년 5월 모스크바에서 창립총회를 개최하여 세계원전사업자협회(WANO)를 발족하였다.

세계원전사업자협회의 설립목적은 원전의 안전성 및 신뢰성 극대화를 위해 세계원전사업자간 정보교환 및 상호협력을 도모하는 데에 있으며 4개의 지역센터(동경, 파리, 아틀란타, 모스크바)와 본부(런던)를 두고 있어 각 지역별로 사업을 활발히 추진하고 있다. 한수원(주)은 협회 창립시부터 가입하여 동경센터에 소속되어 있으며, WANO 활동에 적극적으로 참여해 왔다.

2007년말 현재 세계원전사업자협회는 미국, 일본, 프랑스 등 32개국

429개 원전이 회원으로 가입하고 있다.

세계원전사업자협회의 주요 활동사항은 원전운영 기술정보 및 우수 사례 상호교환, 사고·고장정보의 신속한 교환, 원전 안전점검(Peer Review) 프로그램, 원전운전 및 정비 관련 지침·기준 제공, 전 세계 원전에서 발생하는 사고의 분석·감시를 통한 사고 재발 방지, 각종 회의 및 기술교환 방문을 통한 기술정보 교류 등이며, 회원 상호간 조직적이고 기술적인 협조, 국제원자력기구 등 국제기구와의 긴밀한 협력 등에도 중점을 두고 있다.

## 5. 해외원전 소유자그룹(Owners Group)

한수원(주)은 국내원전의 안전성과 신뢰성 제고를 위하여 국내원전 원자로를 공급한 각 노형 설계자와 해외 원전운영자들로 구성된 3개의 소유자 그룹(PWROG, COG, FROG)에 가입되어 있다.

TMI 사고 후 웨스팅하우스 설계 원전의 기술상 제반문제를 강구하고 비용 부담문제를 공동으로 대처하기 위해 WOG(Westinghouse Owners Group)가 설립되었고, 미국내 모든 가압경수로형 원전(WH, CE, B&W)이 WOG 회원사가 됨에 따라 WOG의 명칭을 PWROG로 변경하였다. COG는 중수로형 원전 상호간의 운전경험 및 기술정보 교환을 위하여 설립되었고, FROG는 프라마툼사가 설계 공급한 원전 상호간의 공동협력을 위하여 설립되었다.

〈표 8-3〉 해외원전 소유자그룹 현황

| 그룹명                                                                    | 설립일/가입일         | 회원사 현황                                                          | 주요 활동분야                                                                    | 국내 원전                                                   |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| PWROG <sup>주1)</sup><br>(Pressurized<br>Water Reactor<br>Owners Group) | '79. 6 / '80. 8 | ○ 미국 : 26개사<br>○ 해외 : 한수원(주)<br>등 10개 전력<br>회사                  | ○ WH형 및 CE<br>원전 주요인허가<br>및 운영 현안<br>공동해결<br>○ 각종 기술회의<br>및 세미나 개최         | 고리 #1·2·3·4<br>영광 #1·2·3·4<br>5·6<br>울진 #1·2·3·4<br>5·6 |
| COG(CANDU<br>Owners Group)                                             | '84. 1 / '86.11 | ○ 캐나다 :<br>AECL, OPG<br>등 5개 전력회사<br>○ 해외 : 한수원(주)<br>등 6개 전력회사 | ○ 정보교환 네트워크 활용<br>○ 각종 기술회의<br>및 세미나 개최<br>○ CANDU형 원전<br>주요 현안 공동연<br>구개발 | 월성 #1·2·3·4                                             |
| FROG<br>(Framatome<br>Owners Group)                                    | '91.10 / '91.10 | ○ 프랑스 : EDF,<br>FRAMATOME<br>○ 해외 : 한수원(주)<br>등 6개 전력회사         | ○ 각종 기술회의<br>및 세미나 개최<br>○ 프라마툼형 원전<br>주요현안 공동연<br>구개발                     | 울진 #1·2                                                 |

주1) 2006년 3월 B&W(Babcock & Wilcox Company)원전의 WOG 가입으로 미국내 모든 가압경수로형 원전(WH, CE, B&W)이 WOG 회원사가 됨에 따라 WOG의 명칭을 PWROG로 변경

## 제2절 원자력 국제협력

### 1. 국제원자력기구(IAEA)와의 협력

우리나라는 원자력의 평화적 이용을 위한 기술이전과 연구개발 촉진, 원자력응용 및 활용지원을 위해 IAEA와의 활발한 기술협력을 펼치고 있는데 이러한 기술협력은 안전조치(Safeguards)와 함께 주요한 사업의 하나이다. 과거에는 일방적 지원을 받는 기술원조(Technical Assistance)위주로 추진되었으나 최근에는 양방향 협력을 강조하는 기술협력(Technical Cooperation) 사업으로 추진되고 있다. IAEA와의 기술협력은 원자력기술 전문가 자문지원, 과학자 방문, 훈련생 파견 및 훈련과정 개최 등의 형식으로 추진되고 있다. 이러한 기술협력 사업의 일환으로 2007년에 한수원(주)은 IAEA 전문가를 초청하여 원전안전운영분야 등 3개의 워크숍을 국내에서 개최하였고 방폐물처분장 건설분야에 말레이시아 과학자방문을 수용하여 IAEA와의 협력관계를 공고히 하였다.

우리나라는 2004년 9월 원전안전성평가팀(OSART)의 일원으로 화학분야 해외원전 안전점검단에 전문가를 파견한 바 있고, 2007년에는 국내원전운영의 안전성에 대한 국제적 비교 및 객관적 평가를 위하여 영광3발전소를 대상으로 원전안전성평가(OSART)를 받아 세계 최고 수준의 운영능력을 인정받았으며, 프랑스 치농원전의 원전안전성평가팀(OSART)의 일원으로 원전안전운영분야의 전문가를 파견하기도 하였다. 이와 같은 기술협력 외에 원자력의 평화적 이용을 증진하기 위한

핵물질 안전보장 조치에도 만전을 기하고 있다.

IAEA는 기구활동에 대한 자문과 향후 사업수행 방향에 대한 비전제시를 위하여 세계적으로 권위있는 원자력전문가들로 구성되는 사무총장 자문위원회를 운영하고 있다. 각 위원회별로 15~20명의 자문위원을 위촉하여 연 1~3회 회의를 개최하고 있는데 우리나라는 18개 자문위원회 중 16개의 자문위원회에 참여하고 있다.

1969년에는 IAEA 원자력정보교환 체제인 INIS(International Nuclear Information System)에 가입하여 원자력안전, 원전연료 주기 기술 등 정보교환활동을 하고 있다. 우리나라는 체르노빌원전 사고 이후 국제적 차원의 안전성 확보 및 유지를 위해 1995년 채택된 ‘원자력 안전협약’과 2002년 채택된 ‘사용후연료 관리 및 방사성폐기물관리 안전에 관한 공동협약’을 적극 지지함을 표명하였다.

〈표 8-4〉 한국과 국제원자력기구 협약 가입 현황

| 명 칭                                | 내 용                                                                                                                                                                                      | 발효일         | 우리나라<br>가입·서명일 |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| 국제 핵비확산<br>조약(NPT)                 | - 2004년 4월 현재 189개 당사국<br>: 인도, 파키스탄, 이스라엘 미가입(북한은 탈퇴선언)<br>- 핵무기의 수평적, 수직적 확산 방지 및 평화적<br>이용 증진                                                                                         | 1970년<br>3월 | 1967년          |
| 원자력손해배상<br>에 관한<br>비엔나협약<br>개정 의정서 | - 1977년 발효된 기존 협약의 손해 배상조치 액을 인상<br>하고 원전 보유국의 가입 유도를 위해 개정 추진 중<br>(1997. 9. 29일 서명개방)<br>- 주요국가의 입장, 가입시의 장단점, 적절한 가입 시기<br>등 검토 중<br>- 2004년 9월 현재 15개국 서명, 5개국 비준서 기탁<br>→ 03. 10 발효 | 1977년       | 1997년<br>9월    |

| 명 칭                                   | 내 용                                                                                                                     | 발효일          | 우리나라<br>가입/서명일 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| 원자력사고시<br>조기 통보 협약                    | - 회원국에서 원자력 사고 발생시, IAEA를 통해<br>전 회원국에 사고 관련 정보를 통보함으로써 필요한<br>대응방안 구축 지원<br>- 원자력사고시 조기통보협약 2차 회의('03. 6, IAEA)<br>개최  | 1986년<br>10월 | 1990년<br>7월    |
| 원자력사고 및<br>방사선비상시<br>상호지원 협약          | - 2004년 1월 현재 89개 협약 당사국 · 기구<br>- 원자력 사고 또는 방사선 비상상태로 인해 발생한<br>사고 발생국 또는 인접국의 인적 · 물적 피해를 신속히<br>복구하기 위한 기술적 · 재정적 지원 | 1987년<br>2월  | 1990년<br>6월    |
| 핵물질 물리적<br>방호에 관한<br>협약               | - 2004년 6월 현재 105개국 당사국<br>- 핵물질의 사용, 저장, 운송시 방호조치 권고<br>- 9.11 테러 이후 핵물질에 대한 테러방지 강화를 위해<br>개정 논의 중                    | 1987년<br>2월  | 1981년          |
| 원자력<br>안전협약                           | - 2004년 9월 현재 65개국 서명, 55개국 비준서 기탁<br>- 매 3년마다 체약국의 원자력안전성을 검토하는<br>검토회의 개최                                             | 1996년<br>10월 | 1995년<br>9월    |
| 방사성폐기물<br>및 사용후연료<br>관리안전에<br>관한 공동협약 | - 2004년 9월 현재 42개국 서명, 34개국 비준<br>- 제1차 체약국 검토회의' 03.11 개최됨                                                             | 2001년<br>6월  | 2002년<br>9월    |

## 2. 경제협력개발기구/원자력기구(OECD/NEA)와의 협력

우리나라는 1993년 NEA에 가입한 이래, 운영위원회 및 상설기술위원회 등의 참석을 통하여 우리나라의 입장을 전달하고 NEA의 활동계획을 지원하는 등 NEA와의 상호 협력을 유지하여 왔다. 운영위원회의 경우, 통상적으로 외교통상부나 교육과학기술부와 같은 관련 정부부처의 관계자가 우리나라의 위원을 맡아왔으며, 산하의 연구기관이나 산업

체 등에서 이들을 기술적으로 지원하여 왔다.

상설기술위원회의 경우는 7개 위원회별로, 연구기관, 산업체, 학계 등의 관련기관에서 2~3인의 복수위원을 지정하여 위원회 회의참석 및 업무협조 등에 관한 역할을 수행하고 있다. 또한 기술위원회 산하의 작업반회의나 전문가그룹 활동에는 실무 차원의 전문가를 지정하여 관련 회의나 활동에 참여하고 전문적인 지식을 교환하고 있다.

우리나라는 NEA를 지원하는 방안의 하나로 회원국으로 가입하기 이전인 1989년부터 우리나라가 일체의 경비를 부담하여 전문가를 지원하는 Cost Free Expert를 파견해 왔다. 2006년 5월말 현재 정규직원 1명과 Cost Free Expert 3명이 근무하고 있다.

### 3. 미국원자력발전협회(INPO)와의 협력

한수원(주)은 INPO에서 운영하는 국제 온라인 정보교환 체계를 활용한 기술정보 교환, 발전소 운영에 관한 각종 지침 등 INPO 발간물 입수, INPO파견 한수원(주) 주재원을 통한 정보수집, 기술교환 방문(TEV)을 통한 안전점검과 기술지원 및 학술회의, 세미나, 워크샵 등 참석을 통한 기술교류 활동으로 INPO와의 협력을 강화하고 있다.

1997년 7월부터 인터넷 접속방식으로 개선된 국제 전자 정보교환 시스템(Nuclear Network)은 원전 중요사건정보 분석네트워크(SEE-IN) 및 세계원자력발전사업자협회(WANO) 사건보고 시스템과 연계되어 원전 사고·고장 정보를 제공하고 있다. 또한 발전, 정비, 엔지니어링 등 27개 분야별 정보그룹을 구성하고 회원사간 질의응답 체계를 운영하고

있다. Nuclear Network를 통해 입수된 정보는 해외 원전 운영경험의 국내반영 차원에서 매우 유용한 정보이다. 입수된 기술정보는 원자력발전 기술원의 기술정보팀에서 종합적으로 검토되어 본사 및 각 원자력발전소에서 원전 운영성능 향상을 위해 적극 활용되고 있으며, 기타 INPO에서 발간한 지침서 등 각종 기술정보를 수집하여 업무에 참고하고 있다.

한수원(주)은 2007년도에 원전관리자 관리능력 향상을 위한 INPO 기술교환방문 프로그램을 원자력교육원에서 시행하는 등 2007년말 현재 총 20회의 기술교환방문 프로그램을 시행하였다. 또한, 매년 하반기에 개최되는 INPO 최고경영자회의와 국제자문위원회(IPAC) 회의에 주요 간부가 참석하여 세계 원자력계의 동향 및 주요 원전운영 현안에 대한 상호 의견교환과 기술정보 수집의 기회를 갖고 있다.

한편, INPO와의 협정을 통해 파견된 주재원을 활용하여 현지 기술정보 및 운영경험 수집 활동을 강화함으로써 국내 원전 운영능력 제고에 많은 기여를 하고 있다.

#### 4. 세계원전사업자협회(WANO)와의 협력

한수원(주) 및 한전은 1989년 WANO 창립 이래 한수원(주)이 소속된 동경센터 업무에 주도적으로 참여하고 있다. 1993년부터 1995년까지 이사장직을 수행하여 사무국 업무에 크게 기여해 왔으며, 1997년에 동경센터 실무책임자회의와 지역간 워크숍을 국내에서 개최한 것 이외에도 2001년에 지역간 워크숍, 2002년 및 2007년에 실무책임자(WIO) 회의를 국내에서 각각 개최하였다.

한수원(주)은 WANO가 INPO와 공유하고 있는 국제온라인 정보교환 체계를 통하여 국내 원전의 주요정보를 제공하고 있으며, 해외 원전의 주요 운영경험을 입수하여 분석, 평가 후 국내 원전의 성능향상을 위하여 적극 활용하고 있다.

원전 운영자간 직접적인 기술교류를 위한 WANO 기술교환방문 프로그램에 따라 2003년에는 미국 Farley, Indian Point, Prairie Island, Palo Verde 원전을 방문하여 종사자 교육훈련 및 자격부여 등에 대한 자료를 입수하였고, 2005년에는 미국의 Dominion 전력사, Point Beach 원전을 방문하여 미국원전의 계속운전에 대한 자료를 입수하였으며, 2006년에는 미국의 TXU 전력사, Comanche Peak 원전을 방문하여 미국원전의 무선통신 사례에 대한 자료를 입수, 2007년에는 미국의 Ginna원전, Robinson원전, Brunswick원전 등을 방문하여 화재방호 케이블 관리에 대한 벤치마킹을 시행하는 등 2007년 말까지 해외 우수원전과 총 29회의 기술 교환방문을 시행하였다.

또한, 2007년도에도 해외원전에 대한 안전점검단(Peer Review)의 일원으로 참여하여 프랑스 Fessenheim원전 등에 대한 기술자문을 수행함으로써 국내 원전운영기술의 우수성을 해외에 알렸으며 2007년말까지 57회의 해외원전 안전점검단에 총 66명이 참가하였다.

## 5. 해외원전 소유자그룹(Owners Group)과의 협력

한수원(주)은 3개의 소유자그룹(PWROG, COG, FROG)에 가입하여, 회원사간 운영경험 등 기술정보 교환, 우수 회원사 원전과의 벤치마킹,

관련 기술회의 및 세미나 참여, 각종 인허가 사항에 대한 공통사항 해결을 위한 공동 프로그램 추진 등으로 국내 원전의 신뢰성을 향상시키는 데 노력하고 있다.

매년 각 소유자그룹의 운영위원회 또는 연차회의에 참석하여 최신 해외원전 운영현안사항을 파악하여 국내원전의 운영능력 향상에 큰 기여를 하고 있으며, 2003년에 FROG 운영위원회, 2006년에 COG 기술위원회를 국내에서 각각 개최하였다.

## 6. 기타 해외 원자력관련 기관과의 협력

현재 21개 해외 기관들과 협정을 체결하여 정기 기술회의 개최, 인력 및 자료교류를 통하여 원자력분야의 상호 협력관계를 활발히 하고 있으며, 10개 해외원전과 발전소간 기술협력 협정을 체결하여 발전소 운영을 통해 얻은 경험을 상호 교환함으로써 원전의 안전운전에 기여하고 있다.

또한 INPO, WANO, 해외원전 소유자그룹 이외에도 미국원자력에너지협회(NEI), 세계원자력협회(WNA)에도 가입하여 해외 원자력정책 등 기술정보 교류를 통해 국내 원자력산업의 향상을 아울러 도모하고 있다.

〈표 8-5〉 원자력관련 협정 체결 현황

| 협 력 기 관                | 주 요 협 력 사 항                                            | 체결일자      |
|------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 아르헨티나 원자력위원회<br>(CNEA) | 원자력(중수로) 발전설비 운영                                       | '80. 2,11 |
| 대만전력공사(TPC)            | 전력사업 전반                                                | '80,11,10 |
| 프랑스전력공사(EDF)           | 에너지정책, 발전소 설비운영, 전력사업,<br>신기술 개발                       | '84. 7,31 |
| 일본전원개발(EDPC)           | 신 에너지자원 및 기술개발, 원자력기술,<br>발전소 운전 · 보수, 환경보호            | '84. 8,31 |
| 이태리전력공사(ENEL)          | 에너지 신 자원 및 전원계통 운영,<br>송변전 계통, 송변전 설비운영, 교육훈련          | '84,10,29 |
| 일본 동경전력(TEPCO)         | 전력사업 전반                                                | '88,11. 9 |
| 일본 전력중앙연구소(CRIEPI)     | 연구인력 및 기술정보교환, 공동연구수행                                  | '89. 3,14 |
| 미국 조지아전력(GPC)          | 경영 및 기술현안, 경제성 문제,<br>지역개발, 전력사업상의 공동 관심사              | '89,10,25 |
| 미국 아리조나전력(APS)         | 경영 및 기술상의 현안, 경제성과<br>지역개발 및 기타 상호관심사                  | '92. 1,22 |
| 영국 British Energy(BE)  | 전력사업 전반 정보자료 교환, 인력 교류                                 | '94. 4,19 |
| 중국 핵공업총공사(CNNC)        | 원자력발전소 건설 및 운전관리분야, 경영관리<br>및 기술관리 분야, 정보 자료 교환 및 인력교류 | '94. 5,25 |
| 미국 듀크전력(DPC)           | 경영관리 및 기술상의 경험 정보 교환                                   | '95. 5,31 |
| 베트남 원자력위원회(VAEC)       | 경영, 기술관련 경험 및 정보 교환 인력 교류                              | '95,11,22 |
| 일본 관서전력(KEPCO)         | 원자력분야 정보교환                                             | '96. 3,27 |
| 인도네시아 원자력청(BATAN)      | 원자력분야 기술정보 교환                                          | '96,11,26 |
| 미국 웨스팅하우스(WEC)         | 기술개발, 기술협력, 제3국 공동진출                                   | '97. 5,15 |
| 남아프리카공화국(ESKOM)        | 경영, 기술 및 관심사항 정보교환                                     | '99. 2,19 |
| 루마니아 산업자원부             | 체르나보다 3호기 공사재개사업 참여                                    | '01. 3,17 |
| 루마니아 원자력공사(SNN)        | 원자력분야 기술정보 교환                                          | '02. 3,19 |
| 프랑스전력공사(EDF)           | 원전운영 및 정비, 설비개선 분야                                     | '04. 2. 9 |
| 일본 북해도전력(HEPCO)        | 원전건설 전반                                                | '04,11,24 |
| 중국 전력투자집단공사(CPI)       | 원전 개발, 건설, 운영정비를 위한 정보/ 인력 교류                          | '04,12,21 |
| 미국 엑셀론(Exelon)         | 원전운영 관련 기술정보교류                                         | '05. 9. 2 |
| 미국 APS사                | 원전 운영 · 정비분야 교육훈련/ 원전 정보                               | '06,11,29 |

〈표 8-6〉 원자력발전소간 협력협정 체결 현황

| 국내 발전소   | 외국 발전소             | 체결일자      |
|----------|--------------------|-----------|
| 고리 제2발전소 | 일본 Sendai 원전       | '92. 7.10 |
| 고리 제1발전소 | 미국 Kewaunee 원전     | '92. 8. 1 |
| 울진 제1발전소 | 프랑스 Garavelines 원전 | '93. 5.13 |
| 울진 제1발전소 | 중국 Guangdong 원전    | '93.12.21 |
| 울진 제1발전소 | 벨기에 Tihange 원전     | '94.11.18 |
| 월성 제1발전소 | 캐나다 Gentilly 2호기   | '95. 1.27 |
| 월성 제1발전소 | 캐나다 Pt. Lepreau 원전 | '96. 4.25 |
| 울진 제1발전소 | 독일 Philippsburg 원전 | '98. 5.18 |
| 월성 원자력본부 | 중국 Qinshan원전 제3단계  | '99. 4. 3 |
| 울진 원자력본부 | 중국 Qinshan원전 제2단계  | '00. 5. 8 |

## 7. 국가간 원자력 협력

1956년 한·미 원자력협력협정 체결에서 시작된 우리나라의 국가간 원자력 국제협력은 2007년말 현재 22개국(미국, 캐나다, 프랑스, 호주, 독일, 스페인, 일본, 러시아, 영국, 중국, 아르헨티나, 베트남, 터키, 벨기에, 체코, 브라질, 우크라이나, 이집트, 칠레, 루마니아, 카자흐스탄, 인도네시아)과 양국간 원자력 협력협정을 체결하여 핵무기 비확산을 주축으로 하는 원자력의 평화적 이용개발 협력체계를 유지하고 있다.

국가간 협력에서 중심적인 협력 형태는 매년 양국에서 교대로 개최되는 원자력공동조정위원회(명칭은 국가마다 조금씩 다름)이며, 미국, 캐나다, 프랑스, 호주, 일본, 러시아, 영국, 칠레, 중국, 베트남, 태국, 카자흐스탄 등 12개국과 원자력공동조정위원회를 개최하고 있다. 일반적으로

양국간 공동조정위원회에서는 정책의제와 기술협력의제가 협의되는데, 정책의제에서는 양국의 원자력 정책과 주요 현안 등을 협의하고 기술협력의제에서는 인력교류, 공동연구 등 구체적인 협력 사안이 협의되고 있다. 공동조정위원회 이외의 국가간 협력은 양국 정부 고위관계자 방문, 기술조사단 파견 등이 있다.

우리나라의 국가간 원자력협력의 목적은 크게 2가지로 구분할 수 있다. 첫째, 원자력 수출기반 조성을 위한 개도국과의 기술교류 확대이다. 우리나라가 원자력협력협정을 체결한 국가와 공동조정위원회 개최국을 보면 원자력 도입기인 1970~1980년대에는 선진국에 집중되어 있으나, 1990년대 이후에는 협력 대상국이 동남아, 아프리카, 동유럽, 남미 지역 등으로 확대되고 있음을 알 수 있다. 즉, 개도국과 협력협정 체결을 통해 공동조정위원회를 개최하거나, 기술조사단 파견, 대상국 고위관계자 초청, 기술설명회, 원전도입 타당성 공동조사 등을 통해 우리 기술의 우수성 홍보 및 해외 진출여건을 조성하는 것이 국가간 협력의 중요한 목표이다. 둘째, 원자력 기술 선진화를 위한 선진국과의 기술 협력 강화이다. 1990년대 이후 개도국과의 협력이 강조되면서 선진국과의 협력 중요성이 상대적으로 약화되기는 하였으나 미국, 캐나다, 프랑스 등 우리나라가 원전을 도입한 국가와 공동조정위원회 개최 등을 통해 원자력 정책 및 인력기술 교류, 공동연구 등을 지속적으로 추진하고 있다.

## 가. 미국

우리나라와 미국의 원자력 협력은 1956년 2월 3일 정부간 원자력의

비군사적 사용에 관한 협력을 위한 협정 체결로 시작되어 1968년 1월 5일 국제원자력기구, 대한민국 정부 및 미합중국간의 보장조치 적용에 관한 협정 체결, 1973년 3월 19일 대한민국 정부와 미합중국 정부간의 원자력의 민간이용에 관한 협력을 위한 협정 체결, 1976년 8월 한·미 원자력 및 기타 에너지 공동상설위원회 설치를 위한 각서 교환, 1995년 6월 과학기술부(현 교육과학기술부)와 미국 원자력규제위원회간 원자력안전 기술정보교환약정 체결 그리고 1996년 6월 과학기술부(현 교육과학기술부)와 미국 에너지부간 산하 연구기관간 협력 양해각서를 체결하였다.

1976년 8월 원자력의 평화적 이용 및 에너지 연구·개발 등 양국간의 원자력 분야 기술·경제적 협력 촉진을 위한 한·미 원자력 및 기타 에너지 공동상설위원회 설치를 위한 각서교환을 근거로 하여 1977년 7월 서울에서 제1차 회의 이후 매년 정례적으로 양국에서 교대로 회의를 개최하고 있으며 2007년 5월 미국에서 열린 제28차 회의에서는 2014년 초 만료되는 한·미 원자력협력협정의 개정시기 및 방법을 논의하였고, 핵 비확산을 위한 국제적 협력 강화 방안 등을 모색하였다.

우리나라는 미국으로부터 고리 1·2·3·4호기와 영광 1·2·3·4호기 원자력발전소에 TRIGA MARK II, III를 도입하였다.

## 나. 프랑스

우리나라와 프랑스의 원자력협력은 1974년 10월 19일 『대한민국 정부와 프랑스 정부간의 원자력의 평화적 이용에 관한 협력협정(1981년

협정으로 대처)』체결, 1975년 9월 22일 『국제원자력기구, 대한민국 정부 및 프랑스 정부간의 안전조치 적용을 위한 협정』을 체결하면서 협력이 시작되었다. 또한, 1982년 2월 18일 『한·불 원자력공동조정위원회 설치 및 운영에 관한 약정』 및 『원자력 안전규제분야의 기술정보교환 및 협력을 위한 약정』이 체결되면서 긴밀한 협력관계가 시작되었다.

『한·불 원자력공동조정위원회 설치 및 운영에 관한 약정』을 근거로 하여 양국간 공동조정위원회가 1982년 2월 파리에서 1차 회의가 개최된 이후 2006년 제17차 회의까지 매년 정례적으로 양국에서 교대로 회의를 개최하였다. 2006년 5월 프랑스에서 열린 제17차 회의에서는 양국의 원자력정책 및 국가연구개발 사업 등의 정책의제와 미래형 원자로, 방사성폐기물 관리, 핵융합 등의 기술협력과제에 대한 양국간 협력 방안을 토의하였다.

우리나라는 프랑스로부터 올진 원전 1·2호기(1985, 1989년 가동), 조사후시험시설 및 방사성폐기물 처리시설(1978년 가동) 등을 도입하였다.

## 다. 영국

우리나라와 영국은 1991년 11월 양국간 원자력협력협정을 체결하여 한·영 원자력협의회를 통해 양국간 협력사항을 논의하고 있으며, 양국간 제6차 원자력협의회가 1999년 6월 영국 런던에서 개최되었다. 본 협의회에서는 영국의 주요 원자력정책, 우리나라의 IAEA 지명 이사국 진출 및 KEDO에서의 협력, 원자력안전 정보교환 등 정책의제와 후행 원

전연료주기 정책연구 협력, 싸이클로트론을 이용한 RI이용 협력, 원자력안전 규제기관간 정보교류 등의 기술협력의제가 토의되었다.

## 라. 러시아

우리나라와 러시아의 원자력협력은 1988년 4월 러시아가 우리나라에 중수와 우라늄 등 핵물질 공급의사를 피력하면서 시작되어 1990년 5월에 한전과 팜코간에 원전연료 구입 계약을 체결하여 실질적인 협력이 시작되었다. 1990년 12월 14일 『대한민국 과학기술부와 소련 원자력부간의 원자력의 평화적 이용에 관한 의정서』가 체결되었으며, 1999년 5월 28일 원자력협력의정서를 원자력협력협정으로 격상하여 『대한민국 정부와 러시아연방 정부간의 원자력의 평화적 이용에 관한 협력협정』을 체결(1999.10. 8 발효)하였다.

1990년 체결된 협력의정서에 근거하여 1991년 3월 제1차 양국간 원자력공동조정위원회가 개최되었으며, 1995년 제4차 회의가 모스크바에서 개최되었다. 이후 약 5년간 원자력공동위원회가 개최되지 못하다가 1999년 양국간 원자력협력협정이 체결되면서 2000년 제5차 대회부터 다시 개최되기 시작하여 2007년 12월 제12차 공동조정위원회가 모스크바에서 개최되었다. 본 회의에서 양국 원자력협력을 공고히 하는 것을 다시 한번 확인하였으며, 소멸처리 관련 원전연료주기 기술연구 등 15개 분야 기술협력의제에 관해 논의하고 향후계획에 대해 협의하였다.

## 마. 일본

우리나라와 일본의 원자력협력은 1990년 5월 한·일 정상회담 개최 시 양국 외무부장관간 『원자력의 평화적 이용을 위한 협력각서』를 서명·교환함으로써 시작되어 1991년 2월 MOST·MITI간 원자력안전 안전규제 협력약정 교환 및 1991년 12월 MOST·STA간 원자력안전 협력약정을 체결하였다.

1990년 5월 정부간 체결된 협력각서 제4조에 근거하여 제1차 양국간 원자력협력회의가 1990년 11월 서울에서 개최된 이후 2002년 8월 제8차 회의까지 개최되었다. 2002년 이후 회의개최가 부진한 것은 일본이 한국을 포함한 주변국가에 대해 원자력안전 협력쪽에 관심이 많아 실질기술협력에 관심을 두지 않았기 때문이다.

이에 한·일 원자력협의회와는 별도로 양국간의 실질적인 원자력안전 분야 협력을 강화하기 위하여 한·일 원자력안전회의(MOST-METI·NISA)가 개최되고 있다. 과학기술부(현 교육과학기술부) 주관으로 개최되고 있는 한·일 원자력안전회의는 제7차까지 원자력협의회와 병행하여 개최되다가 제7차 회의에서 일본측의 제안으로 원자력협의회와는 별도로 회의를 개최하기로 합의하여 제8차(2002. 5, 서울), 제9차(2004. 2, 동경) 제10차(2006. 6, 서울) 회의가 개최되었다. 제10차 회의에서는 방사능 방재분야의 협력 강화를 위한 양국간 비상통신망 구축과 정기 통신훈련 실시 등에 대해 협의하였다.

일본과는 양자간 협력 이외에 1990~1999년간 일본정부 부담으로 동경에서 개최된바 있는 아시아원자력협력회의(ICNCA)를 통한 아시

아 지역 9개국이 참여하는 다자간 협력이 있다. ICNCA는 2000년부터 아시아원자력협력포럼(FNCA) 형태로 체제를 변경하여 지금까지 계속되고 있다.

이밖에 제1차 원자력안전협약 검토회의 시 3국간 안전협약 검토보고서를 상호간 검토하였고 인접국간 협력 필요성이 대두되어 안전 분야에서 한·중·일 3자회의(MOST-NISA-NNSA)가 2차례(1차: '01. 3 일본 동경, 2차: '04. 2 일본 동경) 개최된 바 있다.

## 바. 중국

양국은 1992년 8월 한·중 외교수립 이후 1994년 10월 중국 이붕 총리 방한시 양국간 원자력협력협정을 체결(외무부장관/국가계획위 주임)하고 1994년 12월 원자력안전협력 의정서를 체결(과기처차관/국가핵안전국장)하여 원자력협력의 기반을 마련하였다. 1999년 10월 한·중 원자력공동위 설치·운영을 위한 『과기부와 중국원자능기구(CAEA)간 원자력의 평화적 이용 협력에 관한 약정』을 체결하여 2000년부터 양국간 원자력공동위원회를 개최하고 있으며 2007년 10월 북경에서 개최된 제8차 본회의에서는 양국은 원자력발전을 포함한 원자력분야 전반에서 협력을 확대한다는데 인식을 같이하고 특히 원자력 안전, 원자력이용 수소생산 연구 등 분야에 대해서 적극 협력기로 합의했다.

중국과의 정부간 협력은 원자력공동위원회 외에도 한중투자협력위원회(5차, 2007년 정주), 경제장관회의(6차, 2006년 서울), 한중원전 기술포럼(2차, 2007년 상해) 등의 다양한 형태로 이루어지고 있다. 특

히 2005년 서울에서 개최된 1차 한중원전기술 포럼에 이어서 제2차 대회가 2007년 4월 중국 상해에서 개최되어 양국의 정부 및 민간 원자력계 핵심인사가 대거 참여하여 양국간 원전건설 기술인력 교류, 정례적 협력 채널신설 등 구체적인 협력방안이 논의되었으며 특히 동기간에 개최된 7차 상해핵공업전람회에서도 APR1400 및 OPR1000의 우수성을 홍보하였다.

## 사. 캐나다

우리나라와 캐나다의 협력은 1975년 1월 한전과 캐나다 원자력공사(AECL)간에 CANDU형 원자로인 월성 1호기 공급계약을 체결하면서 시작되었다. 이후 1976년 1월 양국 정부간 『원자력의 평화적 이용 및 응용을 위한 협력협정』의 체결로 정부간 원자력협력이 개시되었으며 1982년 9월에는 과학기술부(현 교육과학기술부)와 캐나다 원자력위원회간 『핵물질 연례보고 합의각서 및 핵규제 정보교환 약정』을 체결하였다.

양국은 효율적인 원자력협력 추진을 위하여 1983년 4월 『한·카 원자력 공동조정위원회 설치·운영에 관한 양해각서』(외무부/동력광산자원성 : 현재 천연자원성)를 서명하였으며, 이를 근거로 1983년 4월 제1차 양국간 원자력공동조정위원회를 서울에서 개최하였으며 2001년 6월 서울에서 개최된 제17차 원자력공동조정위원회에서는 한·카 원자력협력협정 개정문제와 연료 및 중수로관련 기술협력 등의 의제를 서로 협의하였다.

또한, 원자력 이용 개발분야협력과는 별도로 원자력 안전·규제분야

정보교환, 공동연구, 상호 관심분야 등을 협의하기 위하여 1998년 10월 과학기술부(현 과학기술교육부)와 캐나다 원자력안전위원회간에 『원자력안전규제 협력을 위한 각서』를 교환하여 ‘MOST-CNSC 원자력안전협의회’가 공동조정위원회와 별도로 개최될 수 있는 근거를 마련하였으며, 이후 제1차 회의(’99. 3, 서울) 및 제2차 회의(’02.12, 오타와)가 개최되었다.

우리나라는 캐나다로부터 70년대 중반부터 중수형 원자로를 도입하여 현재 월성에 4개 호기가 가동중이다. 우리나라는 그 동안 중수형 원자로건설 및 운영경험을 통하여 상당한 기술력을 축적하였으며, 이를 근거로 양국간 협력을 통해 루마니아 등에 공동 진출을 모색하고 있다.

## 아. 베트남

우리나라와 베트남과의 공식적인 협력은 1996년 11월 양국간 『원자력의 평화적 이용에 관한 연구에 있어서 협력을 위한 협정』을 체결하면서 시작되었다. 이후 베트남 원전정책결정 고위직 방한 등 양국 대표단의 지속적인 상호방문을 통해 협력이 진행되었으며, 2002년 2월 양국 과학기술부간에 『원자력 관련 기관간 협력을 위한 약정』이 서명되었다. 양국은 상기 협력협정 및 약정에 근거하여 2002년부터 양국간 원자력 협력협의회를 개최하여 2007년 1월(하노이) 제4차 대회를 개최하였다. 이 대회에서는 2006년 10월 개최된 ‘한-베 원자력협력협정 10주년 원자력기술 세미나’에 대해 높이 평가하였으며 방사선의학분야 협력을 위해 베트남에 방사선 사이클로트론을 설치지원키로 하고 구체적인

계획을 협의하였다. 한편, 양국 정부는 2006년 11월 하노이에서 개최된 APEC 정상회의 기간 중 ‘베트남 원자력개발 협력약정’ 및 ‘원전기기 국산화 협력 양해각서’를 체결하였다.

베트남은 90년대 중반부터 원자력발전소 도입에 대해 검토하고 있으며, 우리 정부는 우리 원전의 베트남 진출을 위해 다각적인 노력을 경주하고 있다. 2002년 11월 한·베트남 정부간 『원전도입 협력 양해각서』를 체결하였으며, 2002년 12월부터 2004년 4월까지 한수원(주)과 베트남 산업부간에 『베트남 원전도입 정책과제 및 기술자립방안 공동수행』연구과제를 수행하였다. 또한, 2005년 4월 체결한 ‘한-베트남 원자력 인력양성 협력 양해각서’를 바탕으로 한수원(주)은 KOPEC, KAERI, KINS 및 KAIST와 공동으로 원전 진출기반 조성을 위한 『베트남 인력양성 협력사업』을 2005년에 시작하여 2008년까지 일정으로 수행 중에 있다. 한편, 2006년 양국간에 체결된 ‘베트남 원자력개발 협력약정’ 및 ‘원전기기 국산화 협력 양해각서’에 따라 한국전력기술(주), 베트남 기계연구소와 공동으로 2007년 8월부터 베트남 원전기기 국산화 연구가 진행중에 있다.

## 자. 호주

우리나라 정부와 호주 정부는 1979년 5월 2일 『대한민국 정부와 호주 정부간의 원자력의 평화적 이용에 있어서의 협력 및 핵물질 이전에 관한 협정』을 체결하였고, 1983년 11월 25일에는 동 협정에 따른 행정약정을 체결하였다. 양국은 동 협정 제9조에 근거하여 『한·호 원자력

정책협의회』를 1990년 2월부터 개최하고 있는데, 2002년 7월 개최된 제11차 회의(시드니)에서는 양국 원자력 정책을 소개하고 핵통제 기술 협력 등 7개 기술 의제를 협의하였다. 한편, 양국은 에너지·자원분야 협력을 공고히 하기 위해 1980년부터 한·호 자원협력위원회를 설치 운영하고 있으며 제22차 한·호 자원협력위원회가 2006년 9월 울산에서 개최되어 양국간 우라늄 자원분야 협력을 논의하였다.

한국은 1983년부터 세계 우라늄 생산 1위(27%) 국가인 호주로부터 우라늄 정광을 매년 도입하고 있다.

## 차. 칠레

칠레와의 원자력협력은 1995년 6월 칠레원자력위원회(CCHEN) 위원장이 원자력연구소를 방문하여 신소재 개발, 산업적 이용을 위한 정보 및 기술교환, 일체형원자로 기술개발 협력 등에 관한 ROD(Record of Discussion) 서명으로 시작되었다. 1998년 2월에는 KAERI-CCHEN간 양해각서가 체결되었고, 2002년 6월 양국 정부간 원자력협력협정이 체결되어 정부간 공식적인 협력이 진행되게 되었다. 양국간 협정을 근거로 2003년부터 한·칠레 원자력공동위원회를 개최하고 있으며, 2004년 12월 칠레에서 개최된 제2차 회의에서는 사이클로트론, 중소형원자로(SMART) 분야에서 공동연구 수행을 위한 구체적 이행 계획을 논의하고 적극 협력하기로 합의하였다.

## 카. 카자흐스탄

우리나라와 카자흐스탄과의 원자력분야 협력은 2004년 9월 20일 양국 정부간 『한·카자흐 원자력협력협정』이 체결되어 본격적인 협력 관계에 들어서게 되었다. 2004년 9월 17일에는 제1차 양국간 원자력협력 협의회를 카자흐스탄에서 개최하여 정부간 『원자력협력협의회』를 매년 개최하고 있으며 자원부국인 카자흐스탄과 자원협력위를 설치 운영하여 에너지·자원분야 협력을 공고히 하고 있다. 한편 2006년 9월 열린 제3차 자원협력위원회에서 한수원(주)은 카자흐스탄의 국영우라늄공사 카자토프톰사와 우라늄 장기도입 기본합의서를 체결하고 2010년부터 7년간 2,000톤 규모의 우라늄 정광을 도입키로 하였다. 이에 따라 한수원(주)은 세계 우라늄의 14.3%(세계 2위)를 생산하는 카자흐스탄과의 우라늄 장기도입 합의로 최근 국제시장가격이 급등하는 우라늄정광을 안정적으로 확보할 수 있게 되었다.

## 타. 인도네시아

우리나라는 인도네시아와의 원자력협력협정 체결을 위하여 1994년 원자력협력협정(안)을 인도네시아 측에 전달하였으며, 그 동안 양국은 협정문안을 협의하여 왔다. 2003년 9월 인도네시아 측의 제4차 초안을 접수하였고, 지적재산권 부분에 대하여 양국의 이견이 있어 이에 대한 절충안에 합의, 2006년 6월 가서명 후 12월 대통령 인니방문 및 정상회담시 정식으로 발효되었다. 이에 대한 후속조치로써 인니 원전도입 준비를 위한 양국 산자부간 원전사업 협력 양해각서를 체결하여 협력사업

을 추진 중에 있다.

또한 한수원(주)은 2004년 2월 인도네시아 원자력청(BATAN)과 원전건설 공동협력 양해각서를 체결하고 한국표준형원전 진출을 위한 타당성조사를 1, 2단계에 걸쳐 공동수행하였으며, 2005년 12월에는 한전-한수원-인니 전력공사간 협력 양해각서를 체결하고 원전건설준비를 위한 공동연구를 수행 중에 있다. 한편, 2007년 7월에는 인도네시아 대통령 방한 시 에너지 민간기업인 MEDCO Energy International사와 원전사업개발 양해각서를 체결하고 공동협력을 수행하고 있다.

〈표 8-7〉 한국과 원자력협력협정 체결 현황

| 국 별        | 협 정 명                                                           | 서 명 일                     | 발 호 일                    | 상대국<br>담당부서             |
|------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 미 국        | 원자력의 민간이용에 관한 대한민국 정부와<br>미합중국 정부간의 협력을 위한 협정                   | '72.11.24<br>개정: '74.5.15 | '73.3.19<br>개정: '74.6.16 | 국무부<br>(DOS)            |
| 캐나다        | 대한민국 정부와 캐나다 정부간의 평화적<br>목적에 위한 원자력의 개발 및 응용에<br>있어서의 협력을 위한 협정 | '76. 1.26                 | '76. 1.26                | 원자력통제<br>위원회<br>(AECB)  |
| 스페인        | 원자력의 평화적 이용개발과 응용을 위한<br>대한민국 원자력위원회와 스페인 원자력<br>위원회간의 보충 협정    | '75. 7.14                 | '76.12.10                | 원자력<br>위원회<br>(JEN)     |
| 호 주        | 대한민국 정부와 호주 정부간의 원자력의 평화적<br>이용에 있어서 협력 및 핵물질의 이전에 관한 협정        | '79. 5. 2                 | '79. 5. 2                | 외무무역부<br>(DFAT)         |
| 벨기에        | 대한민국 정부와 벨기에왕국 정부간의 핵에너지의<br>평화적 이용분야에 있어서의 협력에 관한 협정           | '81. 3. 3                 | '81. 3. 3                | 외무부                     |
| 프랑스        | 대한민국 정부와 프랑스 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                  | '81. 4. 4                 | '81. 4. 4                | 원자력청<br>(CEA)           |
| 독 일        | 대한민국 정부와 독일연방공화국 정부간의<br>원자력의 평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정              | '86. 4.11                 | '86. 4.11                | 외무부                     |
| 일 본        | 대한민국 정부와 일본 정부간의 원자력의 평화적<br>이용을 위한 협력각서                        | '90. 5.25                 | '90. 5.25                | 외무부                     |
| 영 국        | 원자력의 평화적 이용에 관한 협력을 위한<br>대한민국 정부와 영국 정부간의 협정                   | '91.11.27                 | '91.11.27                | 통상산업부<br>(DTI)          |
| 중 국        | 대한민국 정부와 중화인민공화국 정부간의<br>원자력의 평화적 이용에 관한 협정                     | '94.10.31                 | '95. 2.11                | 국가과학<br>기술위원회<br>(SSTC) |
| 아 르<br>헨티나 | 대한민국 정부와 아르헨티나 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                | '96. 9. 9                 | '97. 9.19                | 원자력<br>위원회              |

| 국 별        | 협 정 명                                                                 | 서 명 일     | 발 호 일     | 상대국<br>담당부서           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------------------|
| 베트남        | 대한민국 정부와 베트남사회주의공화국<br>정부간의 원자력의 평화적 이용에 관한 연구에<br>있어서 협력을 위한 협정      | '96.11.20 | '97. 1. 6 | 원자력<br>위원회<br>(VAEC)  |
| 터 키        | 대한민국 정부와 터키공화국간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                         | '98.10.26 | '99. 6. 4 | 원자력청<br>(TARK)        |
| 러시아        | 대한민국 정부와 러시아연방 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                      | '99. 5.28 | '99.10. 8 | 원자력부<br>(ROSATOM)     |
| 브라질        | 대한민국 정부와 브라질 정부와의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                        | '01. 1.18 | -         | 과학기술부<br>(MOST)       |
| 체 코        | 대한민국 정부와 체코공화국 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                      | '01. 3.16 | '01. 6. 1 | 산업통상부                 |
| 우 크<br>라이나 | 대한민국 정부와 우크라이나 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                      | '01. 7.23 | -         | 에너지부<br>(MOE)         |
| 이집트        | 대한민국 정부와 이집트아랍공화국 정부간의<br>원자력의 평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                   | '01. 8. 4 | '02. 6. 1 | 전력<br>에너지부            |
| 칠 레        | 대한민국 정부와 칠레공화국 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                      | '02. 6.10 | '02.11.12 | 원자력<br>위원회<br>(CCHEN) |
| 루 마<br>니 아 | 대한민국 정부와 루마니아 정부간의 산업 및<br>연구 · 개발 분야에서의 원자력의 평화적 이용에<br>관한 협력을 위한 협정 | '04. 2. 3 | '04. 9. 6 | 경제통상부<br>(MOEC)       |
| 카 자<br>흐스탄 | 대한민국 정부와 카자흐스탄공화국 정부간의<br>원자력의 평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                   | '04. 9.20 | -         | 광물<br>에너지부            |
| 인도<br>네시아  | 대한민국 정부와 인도네시아 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정                      | '06. 6. 9 | '06.12. 4 | 연구기술부<br>(MORT)       |

〈표 8-8〉 양국간 원자력공동조정위원회 개최현황

| 국 별        | 근거 협정                                                                 | 최초 개최년도          | 최근 개최년도<br>(개회 횟수)    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|
| 미 국        | 한·미 원자력 및 기타 에너지 공동상설위원회<br>설치를 위한 각서 ('76. 8)                        | '77. 7<br>(서 울)  | '07. 5(28차)<br>(워싱턴)  |
| 프랑스        | 대한민국정부와 프랑스 정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력협정 ('82. 2)                     | '82. 2<br>(파 리)  | '06. 5(17차)<br>(파 리)  |
| 캐나다        | 한·캐 원자력공동조정위원회 설치 및 운영에<br>관한 양해각서 ('83. 4)                           | '83. 4<br>(서 울)  | '01. 6(17차)<br>(서 울)  |
| 호 주        | 대한민국 정부와 호주 정부간의 원자력의 평화적<br>이용에 있어서의 협력 및 핵물질 이전에 관한 협정<br>( '79. 5) | '90. 2<br>(캔버라)  | '02. 7(11차)<br>(시드니)  |
| 일 본        | 대한민국정부와 일본정부간의 원자력의 평화적<br>이용을 위한 협력각서 ('90. 5)                       | '90.11<br>(서 울)  | '02.10(8차)<br>(동 경)   |
| 러시아        | 대한민국정부와 러시아연방정부간의 원자력의<br>평화적 이용에 관한 협력에 관한 협정('99.10)                | '91. 3<br>(서 울)  | '07.12(12차)<br>(모스크바) |
| 영 국        | 원자력의 평화적 이용에 관한 협력을 위한<br>대한민국정부와 영국정부간의 협정 ('91.11)                  | '92. 5<br>(런 던)  | '99. 6(6차)<br>(런 던)   |
| 중 국        | 과학기술부와 중국원자능기구간 원자력의<br>평화적 이용 협력에 관한 약정 ('99.10)                     | '00.11<br>(서 울)  | '07.10(8차)<br>(상하이)   |
| 베트남        | 대한민국 과학기술부와 베트남 과학기술부간의<br>원자력 관련기관간 협력을 위한 약정 ('02. 2)               | '02. 7<br>(하노이)  | '07. 1(4차)<br>(하노이)   |
| 칠 레        | 대한민국 정부와 칠레 정부간의 원자력의 평화적<br>이용에 관한 협력을 위한 협정('02. 6)                 | '03.11<br>(서 울)  | '04.12(2차)<br>(산티아고)  |
| 태 국        | 과기부 원자력국과 태국 원자력청간의 원자력<br>협력을 위한 양해각서 ('04. 3)                       | '04. 3<br>(방 콕)  | '07. 8(3차)<br>(방 콕)   |
| 카 자<br>흐스탄 | 대한민국 정부와 카자흐스탄공화국 정부간의<br>원자력의 평화적 이용에 관한 협력을 위한 협정<br>( '04. 9)      | '04. 9<br>(아스타나) | -                     |

## 제2장 해외사업 진출

한국수력원자력(주) 해외사업처 사업금융팀장 차형범

### 제1절 개 요

2000년 중반 새로운 경영환경이 조성되면서 해외사업이 신성장동력 원으로 급부상하게 되었다. 세계적으로는 지구 온난화로 이산화탄소 배출 규제가 강화되고 고유가 등 에너지 가격상승과 자원민족주의 등으로 인하여 원자력을 차세대 주력 에너지원으로 고려하게 되었고 그 결과 2030년까지 약 150여기, 300조원 규모의 원전을 신규로 추진하는 원전 르네상스시대를 맞이하게 되었다. 국내적으로는 전력수요 성장률의 둔화가 전망되는 가운데 원전산업의 지속성장과 국내 원전산업체가 축적한 첨단기술을 상품화하여 활용하고자 적극적으로 원전 해외사업 진출을 도모하게 되었다.

우리나라는 원전 20기를 운영하는 세계 6위의 원전 보유국으로 최고 수준의 원전 운영기술을 보유하게 되었다. 지금까지 1,000MW급 한국 표준형경수로 OPR1000(Optimized Power Reactor 1000)을 개발하여 건설, 운영함은 물론 이를 기반으로 리히터 규모 7의 지진에도 견디도록 설계되었고 안전성과 경제성을 구비한 1,400MW급 3세대 신형경수로 APR1400(Advanced Power Reactor 1400)을 개발함으로써 외국의 타경쟁사 노형보다 우수한 경쟁력있는 원전상품을 확보하게 되었다. 월성원전 건설, 운영을 통하여 700MW급 중수로 원전의 설계, 기자재 제

작, 시공 시운전 및 운전기술도 보유하고 있다.

한수원(주)은 해외사업의 성공 가능성을 제고하기 위하여 할 수 있는 능력(Capability)과 각 프로젝트의 성공가능성(Possibility)을 면밀하게 평가하여 차별화된 ‘선택과 집중’을 슬로건으로 내걸고 해외사업 운영 전략을 수립·시행하고 있다. 이에 따라 루마니아 체르나보다 3,4호기 건설(EPC) 수주, 중국 건설, 시운전 등의 단위기술 수출사업을 단기간에 역량을 집중할 사업으로 선정하였고, 인니, 베트남, 태국사업은 중장기 사업으로 분류하여 그동안 축적된 협력기반을 지속적으로 유지하는데 역점을 두고 있다. 신형원전을 도입하고자 하는 핀란드, 미국 등 선진국 시장에 진출하기 위해 신형경수로 APR1400(Advanced Power Reactor 1400)을 수출노형으로 육성하고, 중동, 아프리카 국가 등 최초 원전도입을 추진중인 국가에 대해서는 국가별 상황, 여건에 맞는 전략을 수립, 시행하도록 차별화하고 있다.

또한 원전연료인 우라늄 가격 급등에 대처하고 안정적인 공급선을 확보하기 위해 우라늄 광산 탐사, 광산 또는 광산회사 지분인수를 통한 해외 우라늄 자원개발을 추진하고 있으며, 미래 지구환경 변화에 능동적으로 대처하기 위해 수력, 풍력, 태양광, 조력 등 신재생에너지사업에 대한 해외사업을 추진중에 있다.

이와같은 해외사업 수행은 국내 원전사업을 통하여 구축된 사업 체제를 바탕으로 한수원(주) 및 한전을 중심으로 한국전력기술(주), 두산중공업(주) 등의 국내 설계업체, 기자재 제작업체들과 외국의 원천기술사인 미국 WEC(1,000MW급, PWR), 캐나다 AECL(700MW급, CANDU) 등과 협력하여 세계원전시장 진출을 추진중에 있다.

## 제2절 해외사업 추진현황

### 1. 루마니아 원전사업

루마니아는 1980년대 초 체르나보다 지역에 월성원전과 동일노형인 중수로형 원전 5기 건설공사를 착수하였으나 1991년 재원문제로 2~5호기는 공사를 중단하고 1호기만 공사를 계속하여 1996년 12월부터 상업 운전 중에 있고 2호기는 2000년초 AECL 등의 지원으로 공사를 재개하여 2007년 10월 상업운전을 개시하였으며, 현장 건설 공정률 5~15% 상태에서 공사가 중단된 3~5호기에 대해서도 단계적으로 공사 재개를 추진중이다. 이 중에서도 특히 3·4호기에 대해서는 2020년까지 에너지개발계획에 따른 자국내 전력수요 충족 및 발칸반도 송전망 연결과 연계한 전력수출을 위해 2014, 2015년 준공목표로 공사계획을 수립하고 있으며 정부 내에 사업추진위원회를 발족하고 본격적으로 공사재개를 추진중에 있다.

한수원(주)은 한국의 원전기술 경험 도입을 희망하고 있는 루마니아 정부의 요청에 따라 월성원전 건설, 운영경험을 바탕으로 3·4호기 공사 재개 사업 및 1·2호기 운영 기술지원 참여를 추진하고 있는데 루마니아 산자부와 2001년 3월 체결한 체르나보다 원전사업 협력원칙 양해각서를 시발로 하여 이후 루마니아 정부 및 원자력공사(SNN)와 다양한 기술 협력협약 및 기술교류 협력 양해각서 체결과 양국정부 및 산업계간 교류, 협력채널 확보 등을 통해 현지의 사업 참여기반을 강화해 나가고 있다.

또한 3·4호기 공사재개 사업 참여를 위해 한수원(주)은 SNN,

AECL 및 Ansaldo와 공동으로 2003년 3월부터 9월까지 기술성, 경제성 등 각 분야에 대해 1단계 타당성 조사를 공동으로 수행하여 공사재개 필요성을 입증하였으며, 2003년 10월부터 2006년 12월까지 세부 재원조달 방안 및 주요 계약체결을 위한 2단계 타당성 조사 수행을 완료하였다. 2006년 9월에는 노무현 대통령이 루마니아를 방문하여 양국 정상간 체르나보다 3·4호기 사업참여 및 협력에 대한 논의를 하였으며 동 기간 중 루마니아 원자력공사, 한전, 한수원(주)간 원자력 협력약정을 체결함으로써 한국의 사업참여기반을 한층 더 확고히 하였다.

루마니아 정부는 3·4호기 건설을 위해 다양한 재원조달 방식을 검토해 왔는데 최근에는 정부의 직접적인 보증없이 투자자가 직접 전력을 인수 또는 판매하는 방식인 핀란드 모델로 잠정 결정하고 이의 추진을 위해 제정된 투자자 유치 관련 법령에 따라 2007년 10월 이태리 전력공사(ENEL) 등 유럽의 주요 전력회사 6개사로부터 투자제의를 접수받아 투자조건 및 금액 등에 대한 협의를 진행하고 있으며 2008년 중 투자협약서 체결 및 사업지주회사(Project Company)가 설립되어 본격적인 공사가 착수될 수 있을 것으로 전망된다.

## 2. 중국 원전사업

### 가. 신규 원전사업

중국은 현재 원전 시설용량 900만kW(총 전력설비용량의1.3%)에서 2020년까지 약 4,000만kW(총 전력설비용량의 4%)로 확충할 계획이다. 이에 따라 2007년말 현재 광둥(廣東)성 링아오(嶺澳)에 2기, 요녕

(遼寧)성 홍옌허(紅沿河)에 4기를 기존의 100만kW급 가압경수로를 복제하여 건설중이며, 절강(浙江)성 친산(秦山)에는 65만kW급 가압경수로 2기를 복제 건설중이다. 또한 절강(浙江)성 산먼(三門), 산둥(山東)성 하이양(海陽) 및 광둥(廣東)성 타이산(台山)에 제3세대 신형원전을 도입, 건설하기 위해 외국공급사와 공급계약을 체결한 상태이다. 이밖에도 광둥(廣東)성 양장(陽江), 복건(福建)성 닝더(寧德) 및 강소(江蘇)성 티엔완(田灣), 광자산(方家山) 등에 신규원전을 추가 건설할 계획이다.

우리나라는 정부 및 관련기관과 공동으로 협력체제를 구축하고 경제장관 회의, 원자력공동위원회 등 정부간 협력채널 및 원전 관련기관간의 협력을 통해 중국 신규 원전사업 진출을 추진하고 있다. 특히 2007년 4월에는 한국 산업자원부(현 지식경제부) 장관과 중국 국방과학기술공업위원회(COSTIND) 주임의 참석하에 양국 원자력관련 민관 핵심기관 및 인사가 대거 참여한 제2차 한중원전기술 포럼이 개최되어 양국의 원전정책과 기술현황에 대한 폭넓은 교류를 나눴으며 원전건설, 운영, 설계 및 설비 등 분야에서 양국 원전 업계간 개별면담 등을 실시하여 기술지원, 기자재 공급 등에 대한 구체적인 협력방안을 협의하였다. 또한 포럼기간중에 개최된 제7차 상해핵공업전람회를 통해 우리나라는 OPR1000 및 APR1400의 우수성을 홍보하고 중국 진출기반 구축을 다지는 기회를 가졌다.

중국은 건설계획중인 원전이 20여기에 달하는 거대한 시장으로 한국형원전 진출을 위한 좋은 기회의 장이 펼쳐진 것으로 보고 있다. 이에

한-중 원자력공동위, 원전기술포럼 등 정부의 다양한 채널을 통하여 지속적인 협력활동을 전개하고 있다. 한수원(주)은 지속적인 원전 건설을 통해 짧은 건설공기, 낮은 건설단가의 시공능력을 확보하였고, 높은 원전 이용률, 낮은 고장정지 건수 등 우수한 운영실적을 일궈냈으며, 이러한 축적된 기술과 노하우를 앞세워 중국 신규원전 시장에 플랜트사업 진출을 추진하고 있다.

#### 나. 친산(秦山) 원전 사업

친산원전 1단계는 30만kW급 가압경수로 1기, 친산원전 2단계는 65만kW급 가압경수로 2기, 친산원전 3단계는 72만kW급 캐나다형 중수로 2기가 상업운전 중에 있으며 친산원전 2단계 확장사업으로 65만kW급 2기를 복제 건설중에 있다. 한수원(주)은 월성 중수로형 원전건설, 운영경험을 바탕으로 동일 노형인 친산원전 3단계와 원전 운영 및 정비 분야에서 기술자문, 인력파견 기술지원, 교육훈련 등을 통해 꾸준히 기술교류를 추진하고 있다. 또한 친산원전 2단계와는 2007년도에 중경간부 80명을 대상으로 원전운전 및 정비분야(O&M)에 대한 교육훈련을 성공적으로 수행하였다.

#### 다. 링아오(嶺澳) 원전 사업

중국 남부 광둥(廣東)성에 위치하고 있는 다야완(大亞灣) 원전 및 링아오(嶺澳)원전 1, 2단계는 모두 100만kW급 프라마툼형 가압경수로 원전으로서 중국광둥핵전집단공사가 소유하고 있는 원전이다. 다야완

원전은 1992년 11월 한수원(주)이 원전 품질관리요원에 대한 교육훈련을 시작으로 발전소 운영정비 기술지원용역을 수행한 이래로 긴밀한 협력관계를 유지하고 있다.

링아오원전 2단계는 2005년 12월에 착공했으며 1호기는 2010년 12월에 2호기는 2011년 8월에 준공예정이며 한수원(주)은 2006년 6월 21일 중국핵공업 제23건설공사와 링아오원전 2단계 1·2호기 기전공사 시공관리 기술지원 계약을 체결하였다. 이에 따라 2006년 10월부터 기술지원에 착수하여 2007년말 현재 기술 및 설계관리 등 분야에서 총 4명이 중국 현지 링아오원전 2단계 건설현장에 파견되어 기술지원을 수행하고 있으며, 2008년말까지 사업조정 분야를 비롯하여 3개 분야 총 3명의 기술인력을 추가로 파견하여 2010년 2월까지 총 7명(127인·월 규모)이 기술지원을 수행할 예정이다. 링아오원전 2단계 기술지원 사업은 한수원(주)의 우수한 원전기술 능력을 보여주는 좋은 예라 하겠다.

### 3. 터키 원전사업

터키는 2020년까지 5,000MW 규모의 원전을 건설할 예정이다. 첫 번째 원전은 2015년 가동을 목표로 하고 있으며 원전 후보부지로 아큐유가 예상되고 있다. 터키는 2007년 11월에 ‘원전건설, 운영 및 전력판매에 관한 법안’을 제정하였으며 15년간 장기 전력구매 보증을 통해 민간업체의 참여를 유도하고 있다. 터키는 2008년말까지 낙찰자를 선정할 것으로 예상되고 있다.

터키는 원전도입 원칙으로 다음사항을 규정하고 도입을 추진하고 있

다. 국내외 기업의 공동투자를 통한 독립발전사업자 방식으로 사업을 추진하고, 전력거래소는 발전소 가동이후 최대 15년간 전력구매계약을 보증하며, 발전사업자가 발전소 폐쇄 및 해체 책임을 갖는다는 것이다.

한전은 현지 업체와 합작투자를 통한 공동수주전략을 추진하고 있으며 한수원(주) 등과 협력하여 OPR1000 또는 APR1400 중 하나를 선택하여 진출 노형으로 선정하고 최단 공기, 성능 보증, 원전 기자재 국산화 방안 제시 등을 통해서 사업 수주 노력을 적극 추진중이다. 이에 따라 원전부지 현지조사팀 구성 및 현지파견, 재원조달 자문사 선정, 입찰제서 개발 등 우선협상대상자 선정에 대비한 계획을 추진중에 있다.

#### 4. 모로코 원전사업

모로코는 2017년 준공을 목표로 최초 원전도입을 추진하고 있다. 모로코 정부는 모로코전력청과 해외공급사가 공동 투자하는 민간발전사업자(IPP) 방식으로 원전도입을 추진하기로 하고 2006년부터 예비공급사 선정을 추진하고 있다. 모로코전력청은 노형선정에 있어 성능, 안전성 및 신뢰성이 입증된 원전기술을 채택하기로 하고 한국, 프랑스, 러시아 및 캐나다에서 운영중인 원전노형에 대한 예비기술평가를 수행 중에 있다.

한수원(주)은 모로코전력청(ONE)의 요청에 따라 2007년 5월 OPR1000 예비제의를 제출하였으며 2007년 9월에는 한수원(주) 대표단이 현지를 방문하여 OPR1000 예비제의서에 대한 1차 평가회의를 개최하였고 2007년 11월에는 모로코전력청장, S&L 평가단 등 7명의 노형평가팀이 한국을 방문하여 2차 평가회의를 갖고 한국원전산업체를

방문하였다.

모로코전력청은 2008년 초 후보노형에 대한 예비기술평가를 완료하고 2008년 중에는 본 입찰을 실시할 것으로 알려지고 있다. 한수원(주)은 모로코 최초원전사업의 우선협상대상자로 선정될 수 있도록 국내 에너지산업체와의 동반진출 추진 및 모로코 원전인프라구축 지원추진 등 다각적인 협력을 추진하고 있다.

## 5. 인도네시아 원전사업

인도네시아는 2000년대 중반 최초원전의 상업운전을 목표로 원전건설 타당성조사를 수행하는 등 원전도입을 적극적으로 추진하여 왔으나 1997년 말 발생한 금융위기로 원전도입 시기를 조정하여 2006년 1월 중장기 국가 에너지정책을 수립, 2016년 최초원전 상업운전을 목표로 원전도입 계획을 재추진하고 있으며 최초 원전건설 이후 2025년까지 최소 4기의 원전을 건설할 계획으로 있다.

이에 따라 한국은 90년대 후반부터 인도네시아를 향후 한국표준형원전 진출 전략국가로 선정하고 사업진출 기반을 구축하기 위해 인도네시아 원전사업 유관기관인 원자력청, 전력공사 등과 협력을 지속해 오고 있다.

2003년 7월 개최된 한·인니 자원협력위원회에서 양국은 인도네시아 최초원전 도입을 위한 원전개발 타당성조사를 추진할 것을 제안한 바 있으며 이에 따라 양국 정부를 대신하여 2004년 2월 인니 원자력청·한수원(주)간 양해각서를 체결하고 2004년 2월부터 2006년 12월

까지 원전사업관리, 기술성, 경제성 및 재원조달 분야, 국산화, 원전부지 조사, PA, 인력양성개발 등 다양한 분야에 대하여 공동으로 원전건설 사전준비 및 건설계획수립 타당성조사를 수행하였다. 또한, 인도네시아 정부가 2005년 4월 원전도입에 대한 방침을 확정함에 따라 전력공사가 원전사업 준비를 위하여 한국에 협력을 요청하였고, 이에 따라 2005년 12월 한전·한수원(주)·인니 전력공사간 협력 양해각서를 체결하고 1단계 원전건설 준비 공동연구를 2007년 4월 완료하고 현재 2단계 공동연구를 수행 중이다.

2006년 12월 개최된 양국 정상회담 기간 중 마침내 양국간 원자력협력 협정이 체결됨으로써 원전사업 협력기반의 큰 기틀이 마련되었고 이에 대한 후속조치로 지식경제부와 인니의 자원에너지부간 인니 최초원전건설협력양해각서가 체결되어 양국 협력이행 주도기관으로 한수원(주)과 인니 전력청을 선정하였다. 한수원(주)은 인니측과 협의를 통해 원전사업 준비가 차질 없이 진행될 수 있도록 인니측에서 필요로 하는 원자력 전문인력 양성, 노형 선정, 부지허가 취득 및 국산화 계획 수립 등의 기술협력 지원, 대국민 원전 홍보활동 지원 등 협력사업을 수행하고 있다.

2007년 7월에는 제1회 한-인니 에너지포럼을 서울에서 개최하여 양국 정상들이 참석한 자리에서 한국 원전의 우수성을 설명하였으며, 인니 현지 에너지 기업인 MEI(Medco Energi International)와 원전사업 개발 공동협력 양해각서를 체결하여 한국 원전이 인니에 진출할 수 있도록 협력강화활동을 지속적으로 펼치고 있다.

## 6. 베트남 원전사업

베트남은 최근 급속한 전력수요 증가 및 2015년 이후 화석연료 고갈에 대비하여 원전도입의 필요성을 인식하고 추진방안을 지속적으로 검토중에 있다. 2006년 1월 총리가 승인한 ‘2020년까지 평화적 목적을 위한 원자력에너지 이용전략’에 따르면 베트남은 2020년까지 2,000~4,000MW 규모의 원전을 도입할 계획이며 2010년까지 원전건설 투자보고서를 승인하고 2020년 최초원전을 가동할 계획이다. 베트남은 이러한 원전도입 계획의 구체적인 실행을 위해 산업무역부 장관 산하에 원전추진위원회를 설치하고 1,000MW급 원전 2~4기 건설을 위한 예비타당성조사를 2004년까지 수행한 바 있으며, 예비타당성 조사결과 보고서에 대한 베트남 의회의 검토가 진행중이다.

한수원(주)은 이러한 베트남 원전사업 진출기반 구축을 위해 지속적인 협력활동을 수행중에 있다. 2002년 12월부터 2003년 11월까지 베트남 원전도입 정책과제 및 기술자립방안 공동연구를 수행하였고, 2004년과 2006년에는 ‘베트남 국제 원자력전람회’에 국내업체와 공동으로 참여하여 한국원전기술의 우수성을 베트남 일반대중에게 홍보하기도 하였다. 이러한 노력의 결과로 2006년에는 『한-베 원자력협력협정 체결 10주년 기념 세미나』를 베트남원자력위원회(VAEC)와 공동으로 개최하는 등 협력활동 및 범위가 매년 증가하고 있다.

특히, 베트남측은 원전도입을 위한 인력양성, 법규제정 등 인프라 구축에 우리나라의 지속적인 지원을 요청하고 있다. 이에 따라 우리 정부는 베트남 정부와 2004년 10월 ‘한-베트남 에너지 자원분야 협력 양해

각서’를 체결하고 베트남 원전도입을 위한 타당성 조사, 국산화여건 조사 및 인력양성 분야에 협력하기로 합의하였다. 인력양성 분야의 구체적인 협력을 위해 2005년 4월 ‘한-베트남 원자력 인력양성 협력 양해각서’를 체결하고 한수원(주) 및 한전은 한국전력기술(주), 원자력안전기술원, 원자력연구원, 한국과학기술원 등과 공동으로 2005년 7월부터 2008년 2월까지 고위급 초청연수(3회/30명), 전문가 초청연수(11회/34명) 및 베트남 원자력관련학과 대상 현지강의 등을 수행하였다. 한편, 양국 정부는 2006년 11월 하노이에서 개최된 APEC 정상회의의 기간 중 ‘베트남 원자력개발 협력약정’ 및 ‘원전기기 국산화 협력 양해각서’를 체결하였고, 이의 구체적인 실행을 위해 한수원(주) 주관으로 한국전력기술(주), 베트남 기계연구소와 공동으로 2007년 8월부터 베트남 원전기기 국산화 연구를 수행중이다.

## 7. 핀란드 원전사업

핀란드 양대 원전운영사의 하나인 TVO사는 870MW급 BWR 2기를 운영중이며 1,600MW급 EPR1600 1기를 건설하고 있는 Olkiluoto 부지에 2017년 가동을 목표로 최대 4,500MWt(1,200~1,600MWe) 이내 규모의 신규원전을 추진중에 있다. 건설 대상노형으로 경수로형(BWR 또는 PWR)을 고려하고 있으며 2008년 상반기를 목표로 동 부지에 대한 환경영향평가를 수행하고 있다. TVO사는 3세대 원전기술을 대상으로 노형별 건설타당성평가를 시행하여 건설대상노형을 선정할 예정이며, 핀란드의 단순 도입·운영원칙에 따라 원전 설계기술전수는 불필요할 것으로 전망된다. TVO사는 신규원전인 Olkiluoto 4호기를 텀키방식

또는 원자로(NI)/터빈-발전기(CI) 분할발주 방식으로 사업을 추진할 예정이다.

핀란드 신규원전사업 최종수주를 위해서는 TVO사가 제안한 APR1400 건설타당성공동연구의 적극적인 추진을 통해 APR1400의 유럽요건 대비 기술성 입증을 통한 사업진출기반을 확보하고 공정·공사비 관리 등 한수원(주)의 우수한 사업관리 능력을 중점 부각시키며 최단건설공기(48개월) 및 경쟁력 있는 가격조건을 제시하는 사업전략이 필요한 것으로 분석된다. 또한 사업성 분석을 통해 핀란드 신규원전사업 참여가 수익성이 있다고 판단될 경우에는 최종 수주를 전제로 핀란드 규제기관(STUK)의 원전규제요건인 YVL과 유럽지역 원전운영사의 원전기술기준인 EUR(European Utility Requirement) 요건에 맞도록 APR1400을 공급하는 계획을 제시할 예정이다.

2007년 12월 핀란드 TVO사의 이사장 및 사장을 포함한 경영진이 방한하여 APR1400의 핀란드내 건설타당성에 대해 한수원(주)과 협의하였으며 TVO사는 APR1400 건설타당성공동연구에 대한 세부제의를 작성하여 2008년 1월 한수원(주)에 제공하기로 합의한 바 있다. 앞으로 APR1400의 핀란드내 건설타당성 공동연구의 적극적인 추진과 더불어 핀란드 신규원전사업의 최종 수주를 위한 제반 노력을 전개해나갈 계획이다.

## 8. 두바이 원전사업

아랍에미레이트를 구성하는 7개 토후국중 하나인 두바이는 급격한 경제성장에 따른 전력수요 증가에 대처하기 위해 2017년 준공을 목표로 원전도입을 자체 검토중에 있다. 2007년 12월 두바이 과학기술원(EAIST) 대표단이 한국을 방문하여 고리본부와 두산중공업 방문하고 한수원(주)과의 협력방안에 대해 협의하였다.

2008년 1월에는 두바이 과학기술원(EAIST)과 협력 양해각서를 체결하고 원전건설을 위한 정보교환, 타당성조사, 인력양성, 사업협력 등 전반에 걸쳐 협력하기로 결정하였다. 2008년 3월에는 두바이 원전도입을 위한 부지선정 및 인력양성 분야 기술지원용역 예비제의를 제출하였으며 두바이 정부와의 지속적 협력을 통한 두바이 원전사업 수주기반을 강화해나갈 계획이다.

〈표 8-9〉한국원전산업체 해외원전사업 수주현황(1993~2007)

| 회사명           | 수 주 내 용                     | 계약금액(천불) |
|---------------|-----------------------------|----------|
| 한 수 원(주)      | 중국 광동원전 1단계 운영정비기술지원 등 23건  | 10,780   |
| 두 산 중 공 업(주)  | 중국진산원전 2단계 3,4호기 원자로공급 등 9건 | 602,030  |
| 한국전력기술(주)     | 대만 용문원전 기술지원 용역 등 38건       | 35,000   |
| 현 대 건 설(주)    | 터키 아쿠유 원전 입찰 평가서 용역사업 등 1건  | 170      |
| 대 우 건 설(주)    | 대만 용문원전 기술자문계약 등 3건         | 26,894   |
| 한 전 K P S (주) | 미국 원자로 내장품 정비 등 110건        | 12,770   |
| 원 전 연 료(주)    | 웨스팅하우스사 기술용역사업 등 28건        | 10,182   |
| 원 자 력 연 구 소   | 이리돔 방사선원 어셈블리 수출 등 125건     | 13,118   |
| 합 계           |                             | 710,944  |

### 제3절 향후 전망

우리나라는 고리 1호기 도입이후 그 동안 국내 원전사업을 꾸준히 추진하여 국산화와 표준화를 통한 노형의 설계, 기자재 제작, 건설, 사업관리, 시운전 및 운전정비 기술을 독자적으로 보유하게 되었다. 또한, 국내 사업과 해외사업을 연계하여 추진함으로써 국내 원전사업을 수행하면서 형성된 팀워크 (Teamwork) 및 노하우 (Know-how) 활용과 공동설계, 공동제작, 공동구매를 통한 경비절감이 가능하기 때문에 해외시장에서 경쟁력을 확보하고 있다.

세계 각국은 1970년대 두 차례의 석유 파동을 계기로 원자력발전의 전성기를 구가하였으나 1980년대에 들어 선진국들의 경기침체 및 1979년 TMI 사고, 1986년 체르노빌 원전사고에 따른 반대여론 등으로 신규 원전건설을 중단함으로써 원전산업의 침체국면이 심화되었다. 그러나 2000년대 들어 화석연료 사용에 따른 환경오염과 지구온난화 문제 등으로 원자력발전에 대해 새로운 인식을 갖게 되었으며 2000년대 후반기에 이르러 가파른 유가상승 지속과 지구온난화 현상 심화 등으로 원자력의 경쟁력이 새롭게 인식되면서 제2의 원전 르네상스 시대로 불릴 만큼 원전건설을 추진하는 국가가 증가하고 있다.

한편 한수원(주)은 원자력 침체기에도 원자력 건설을 지속 수행하여 관련 인프라가 세계적으로 유일하게 유지되어 왔다. 이런 지속적인 투자의 결과로 짧은 건설공기와 낮은 건설단가를 비롯하여 높은 원전 이용률과 낮은 고장정지 건수 등 통계자료로 입증가능한 우수한 운영실적을 기록하였다. 또한 지난 30여년간 지속적인 원전건설과 운영을 통해

축적된 기술과 노하우가 세계 최고수준이며 단기간에 국산화를 이룩하여 관련산업의 발전에 견인차 역할을 해온 것이 높이 평가되고 있어 새로이 원전을 도입하는 국가들로부터 성공적인 모델로 인식되어 원전의 해외수출 전망이 매우 밝다.

한수원(주)은 해외 원전시장으로의 수출기반 조성을 위해 한국 원전 기술 홍보, 공동연구, 교육훈련용역 등을 꾸준히 전개하여 왔는데, 특히 최근에는 빠르게 확대되고 있는 해외 원전시장으로의 사업진출기반을 확충하기 위하여 기술지원용역 사업을 활발히 전개해나가고 있다.

한수원(주)은 교육훈련, 기술용역 등의 단위기술 수출과 병행하여 원전플랜트 수출을 적극 모색하여 급속히 확대되고 있는 해외 원전시장에서 원전수출국으로 도약할 수 있도록 노력할 것이다. 또한, 원자력산업이 종합산업인 점과 최근 세계원전공급사들이 원전 부흥기를 맞아 인수합병, 전략적 제휴 등으로 규모의 경제를 통한 경쟁력을 제고하고 있는 상황에서 국내 원전산업체간의 협력을 통한 경쟁력 강화를 위해서 한수원(주) 및 한전을 중심으로 두산중공업(주), 한국전력기술(주), 한전 KPS(주), 한전원전연료(주) 등 국내원전업체가 공동으로 참여하는 『해외원전시장 공동개발 실무위원회』를 구성하고 공동 진출 방안을 적극 모색하고 있다.

## 제3장 원자력해외동향

한국수력원자력(주) 발전처 발전운영실장 하태근

### 제1절 개요

2007년말 현재 전 세계에서 가동 중인 원전은 435기, 총 설비용량은 3억9,224만1000kW로 역대 최고를 기록하고 있다.<sup>1)</sup> 또한 43기의 원전이 건설 중이고, 53기의 건설이 계획돼 있다. 그러나 최근 고유가 상황의 지속과 교토의정서의 발효, 개발도상국의 폭발적인 에너지 수요 증가 등으로 인해 세계 각국은 온실가스 배출량이 거의 없고 발전원가가 저렴한 원자력발전을 확대 개발하는 계획을 속속 발표하고 있다. 세계 원자력계는 오는 2030년까지 원전 설비용량이 지금보다 50% 늘어난 6억kW 정도가 될 것으로 예측하고 있다. 이는 추가 원전건설이 최대 200기까지 가능하다는 것을 의미하는 것이다.

영국 정부는 지난 1월 10일 정책문서인 「원자력백서」 발간과 함께 영국의 차세대 원전건설에 대한 승인을 내린 의회의 결정을 발표했다. 백서에서 고든 브라운 총리는 원자력이 확실하고 신뢰할 수 있는 기술이며, 과거 어느 때보다도 중요한 역할을 하고 있다고 강조했다. 에너지 대국으로서의 기반을 다지고 있는 러시아 역시 적극적인 원전건설계획을 추진하고 있다. 또한 원전 플랜트와 원전연료를 제조하여 국내는 물론

---

1) 출처 : JAIF ('08. 4.15) 세계원자력발전 개발동향

해외에도 세트로 수출하기 위해 지난 2007년 12월, 국영 원자력종합기업인 ‘로스아톰사’를 설립하는 법률이 만들어졌다.

미국은 신규 원전건설을 위한 조기부지허가(ESP)와 건설·운영통합 인허가(COL) 제도를 적극 추진 중이다. 이에 따라 14개사가 총 26기의 원전을 건설할 계획을 갖고 있는 것으로 알려지고 있다. 현재 미국 원자력규제위원회(NRC)에 COL을 신청한 회사는 NRG 에너지사(135만 kW급 신형 비등경수로 2기), 테네시개발공사(TVA, AP1000 신형원전 2기), 도미니언 에너지사(155만kW급 신형원전 ESBWR 1기), 듀크 에너지사(AP1000 신형원전 2기) 등 4개사가 있다.

핀란드와 프랑스에서는 유럽신형원전인 EPR 건설공사가 진행되고 있다. 핀란드의 올킬루오토 원전 3호기는 EPR의 첫 호기가 되는데 2011년에 운전을 시작할 계획이다. 플라망빌 부지에 EPR을 건설하고 있는 프랑스는 58기의 기존원전을 2020년부터 매년 1기씩 EPR 원전으로 대체해 나갈 계획이다.

폴란드, 리투아니아, 라트비아, 에스토니아 등 4개국도 공동으로 2015년까지 최대 160만kW급 원전 1기를 건설할 계획이다.

2015년까지 첫 호기를 건설할 예정인 터키는 3개 지역에서 총 출력 500만kW의 원전을 건설할 의향을 갖고 있고, 아르메니아도 터키 국경 근처에 있는 기존 원전을 개축할 방침이다. 불가리아는 100만kW급 원전 2기를 건설할 예정이다. 1호기는 2014년 1월에 운전을 개시할 예정이다.

2025년까지 최대 2000만kW의 원전을 건설할 계획인 남아공은 현재

100만kW급 원전을 건설하기 위해 건설사업자를 국제입찰에 부치고 있다. 나이지리아는 2017년까지 100만kW급 원전건설을 계획하고 있고, 이집트와 알제리도 원전건설을 추진하고 있다.

에너지난을 겪고 있는 중국, 인도, 인도네시아 등 개발도상국들도 야심찬 원전건설 계획을 갖고 있다. 중국은 2020년까지 100만kW급 원전 30기 이상을 건설할 계획이고, 인도는 제11차 5개년 계획(2007~2012년) 기간에 총 14기의 원전을 도입할 계획이다. 인도네시아도 2008년 자바섬에 200만kW의 원전을 건설할 계획이다.

이처럼 세계 각국은 지구온난화와 고유가의 파고를 넘기 위한 돌파구의 하나로 원자력발전을 선택하고 있고, 이에 따라 세계는 제2의 원자력 르네상스 시대를 맞이하고 있다.

## 제2절 국가별 동향

### 1. 미국

2007년 미국 원전 104기는 이용률 91%를 달성하고, 8,430억kWh의 전력을 생산하여 미국 소비전력의 약 20%를 공급하였다. 미국 원전은 기업간 인수합병 및 계속운전, 출력증강, 연료교체를 위한 계획예방정비 기간의 단축을 통해 우수한 운영실적을 달성하고 있다.

2007년 2월 미국전력연구소(EPRI)는 2020년까지 신규원전용량 24GW, 2030년까지 64GW를 확충할 필요가 있다고 발표했다. 미국 정부의 원자력연구개발에 대한 투자는 과거 20년간 지속적으로 감소되어

왔으나 최근 투자가 증가하고 있다. 1997년 핵분열 분야 연구개발투자는 3천7백만 달러로 전체 에너지 연구개발투자의 2%에 불과해 프랑스, 캐나다 등보다 낮았으나 2008년도 회계연도에 미국에너지부는 원자력 프로그램을 위해 8억7천5백만 달러를 요청하였다.

2007년 12월 기준 총 4,900MW 규모에 해당하는 110건 이상의 출력증강이 승인되었고 원자력규제위원회(NRC)는 현재 9건의 출력증강 신청을 심사중이며 향후 5년간 24건의 출력증강 신청서가 접수될 것으로 예상하고 있다.

지난 20년간 미국 원전은 계획예방정비 기간 단축을 통해 운영실적을 획기적으로 개선하였다. 1980년대 54%였던 원전 이용률은 2001년에 90.7%까지 증가하였고 2007년도에 17기를 운영하는 엑셀론사는 94.86%의 이용률을 달성하였다.

미국 원전의 예방정비 기간은 1990년대에 평균 107일이었으나 2000년에는 40일로 감소되었고 2007년 엑셀론사는 평균 23.4일에 계획예방정비를 완료하였다.

2000년 3월 미국 원자력규제위원회(NRC)가 칼버트 클리프 원전 2기에 대한 20년 계속운전을 승인한 이래 운영허가 갱신이 지속적으로 이루어지고 있다. 2007년 5월 현재 계속운전이 승인된 발전소는 총 48기이고 현재 10기가 신청 완료된 상태이며 2013년까지 27기가 신청할 예정이다.

미국은 신규 원전건설을 촉진하기 위하여 신형 원전의 표준설계인증과 함께 조기부지허가(ESP), 건설 및 운영 통합인허가(COL) 프로세스

를 도입했으며, 2005년에 발표한 에너지법에서는 신규 원전에 대한 세액공제, 원전 인허가 지연 비용의 정부 보상, 원자력 등 온실가스 감소관련 혁신기술에 대한 채무 보증을 국가가 수행하도록 하고 있다.

## 2. 영국

영국의 연간 1인당 전력소비는 약 5,700kWh이며 2007년 원전 19기에서 586억kWh의 전력을 생산하였고, 이용률은 53.3%였다. 영국의 첫 원전은 1956년에 상업운전을 개시하였고 영국정부는 이산화탄소 배출 제한 목표달성과 운영중인 원전의 수명만료가 다가옴에 따라 에너지안보 확보를 위해 원자력에 대해 적극적인 입장을 갖고 있다.

2007년 5월 영국정부는 미래 에너지원으로서 원자력에 대한 검토를 착수하였고 2008년 1월 차세대 원전 건설을 승인한다고 발표하였다. 이번 발표와 동시에 발간한 원자력관련 백서에서 신규 원전들이 다른 저탄소 에너지원과 더불어 영국의 미래 에너지구성에서 중대한 역할을 수행해야 하며 투자 활성화를 위한 정부의 적극적인 지원 필요성을 강조하였다.

영국의 British Energy사는 정부의 보건안전부와 함께 2016년 이후 건설 착수를 목표로 지난 2007년 영국정부에 제출되었던 AREVA사의 EPR, AECL사의 ACR-1000, GE사의 ESBWR, 웨스팅하우스사의 AP1000 등 4가지 노형에 대한 설계를 검토 중에 있다.

2007년 8월의 영국신문 타임지가 발표한 여론조사 결과에 따르면, 조사대상 중 약 3분의 2는 원자력이 석탄, 가스, 그린에너지와 함께 미

래 영국의 에너지원 구성 중 일부분을 차지할 것이라고 응답하였으며, 응답자 5명중 1명 이상은 원자력발전이 기후변화 방지를 위한 최선의 방법이라고 주장했으며, 불과 20%만이 어떠한 경우라도 자국내 원전 신규원전 건설계획에 반대한다고 응답하였다.

### 3. 프랑스

프랑스는 2007년에 원전 59기를 운영, 약 76%의 이용률을 기록하여 4,300억kWh의 전력을 생산하였고 이는 프랑스 전체 전력 생산량의 78%에 달한다. 프랑스는 1차 오일쇼크 직후 원자력용량을 빠르게 증가시켰고 원자력기술을 적극 개발하여 원자력기술 및 전력을 수출하고 있다. 지난 10년간 인근 유럽국간에 매년 600~700억kWh를 수출하였다.

유럽형신형원전(EPR) 건설을 지원하는 에너지 법률이 2004년 6월 의회를 통과하였고 프랑스전력공사(EDF)는 2006년 5월 플라망빌 부지에 1,650MW급 유럽형신형원전을 건설하기로 결정하였다. 2007년 12월에 최초콘크리트타설을 시행하였고, 2012년 5월에 상업운전을 목표로 건설 중이다. 프랑스전력공사는 2020년부터 유럽형신형원전을 매년 1기씩 준공하여 기존원전을 유럽형신형원전으로 대체할 계획이라고 발표했다.

2003년 프랑스전력공사는 4기의 1,455MW 원전을 1,500MW로 용량을 증가시켰고, 2008~2010년 동안 5기의 900MW 원전의 3% 출력증강 계획을 확정하였다. 2007년 프랑스전력공사는 2015년부터 20기의 1,300MW 원전의 7% 출력증강을 계획하고 있다고 발표하였다.

2006년 12월 프랑스원자력청(CEA)는 2012년부터 제4세대원전 소듐냉각고속원자로 건설을 추진하고 이와 병행하여 가스냉각고속로를 개발하기로 결정하였다. 이를 통해 2035~2040년경에 제4세대 원전을 국내용과 수출용으로 사용한다는 계획이다.

#### 4. 독일

독일은 2007년도에 17기의 원전을 운영하여 독일 전체 전력생산량의 26%인 1,405억kWh의 전력을 생산하였고 평균 원전이용률은 약 73%를 기록하였다.

1998년에 집권한 독일사민당과 녹색당 연립정권은 탈원자력정책을 추진하여 운영중인 원전수명을 32년으로 확정하고 수명에 도달하는 원전들을 단계적으로 폐지하도록 원자력법을 개정하였다. 이에 따라 2003년 11월 슈타테원전이 최초로 가동을 중단하였다.

2007년초에 독일은행이 발표한 자료에 따르면 원전폐지정책을 고수할 경우 독일은 이산화탄소 배출규제목표 달성이 어려워질 것이고 전기요금 상승, 러시아 가스에의 의존도 증가로 에너지안보 취약성 증가와 잦은 정전 등을 겪게 될 것이라고 예측하여 대연정내에 논쟁을 유발하였다. 2007년초에 실시된 여론조사에서 국민 61%가 정부의 원전폐지 정책에 반대한다고 응답했고 34%는 폐지에 찬성했다.

#### 5. 벨기에

벨기에는 2007년 기준 설비용량 6,117MW로 원전 7기를 운영하여

연간 482억kWh의 전력을 생산하였고 이용률은 약 90%를 기록하였다. 1990년 이후로 벨기에의 전력소비는 해마다 증가하고 있으며 1인당 연간 소비량은 8,000kWh 이다. 벨기에는 1974년에 원전의 첫 상업 운전을 시작하였다. 벨기에 정부의 원전에 대한 지지는 미미했지만 이제는 바뀌어 가고 있다.

벨기에는 2003년 1월에 가결된 탈원자력법에 따라 전력공급에 지장이 생기는 경우를 제외하고 원자력발전소의 운전기간을 40년으로 한정하고 신규원전 건설금지 등을 규정하였다.

2007년 발표된 ‘에너지 전망 2030’에서 CO<sub>2</sub> 감축, 경제적 안정을 고려한 새로운 에너지 정책에 따라 원전계속운전에 대한 필요성을 언급하였다. 그리고 전기요금이 두 배로 올라감에 따라 2003년에 가결된 탈원자력법은 다시 고려할 필요가 있다고 언급하였다. CO<sub>2</sub> 감축과 대외 에너지 의존을 줄이기 위해서 현재 운전하고 있는 7기 원전의 계속운전이 필요하다고 말하고 있다.

벨기에는 2001년에 Tihange 2호기의 증기발생기 교체를 통해 48MW의 설비용량을 증가시켰다. 벨기에내 대부분의 원전에서 점진적으로 증기발생기를 교체하였는데 1994년부터 2002년 사이에 원전출력증강 사업을 통해 총 219MW의 설비용량을 증가시켰다.

벨기에 내무부 산하의 연방원자력관리국(FANC)은 1994년 공포된 법에 따라 원전 종사자 및 일반대중에 대한 방사선안전과 규제를 책임지고 있다.

## 6. 스위스

스위스는 5기의 원전[가압경수로(PWR) 3기, 비등수로(BWR) 2기]을 소유하고 있다. 2007년 총 설비용량은 3,372MW이고 연간 발전량은 277억kWh이다. 스위스의 연간 1인당 전력 소비량은 7,500kWh 이고 1980년 이후로 매년 2%씩 늘어나고 있다. 2006년에 원자력 발전을 통해서 2,620만MWh의 전력을 생산하였으며 이것은 전력 생산량의 42%에 해당하는 반면 수력발전을 통해 52%를 공급하였다. 스위스 최초의 원전인 Beznau 1호기(PWR, 365MW)는 1969년에 상업운전을 시작하였다. 스위스는 Beznau 1호기를 비롯해 모든 원전의 출력증강사업을 추진하여 출력을 증가시켰다.

스위스정부는 장기 에너지수요를 충족시키기 위해서 더 많은 원전을 건설해야 한는데 동의하였고 스위스의 원전 운영사인 엑스포(Axpo)사와 BKW사는 Beznau 1·2호기, Muehleberg 원전 인근부지에 각 1기씩 총 2기의 1,600MW급 신규원전을 건설할 계획이라고 발표했다. 스위스 정부에 따르면, 현재 운영중인 5기가 설계수명이 만료되어 폐기하게 되면 향후 전력부족에 직면할 것이며, 이를 위해 프랑스와 중장기 전력수입 계약을 추진할 것이라고 밝혔다.

## 7. 스웨덴

스웨덴의 전력소비는 꾸준히 증가 추세에 있으며 1인당 연간 전력소비는 18,000kWh로 세계 최고 수준이다. 스웨덴은 10기의 원전을 보유하여 연간 총 전력의 절반을 원자력발전을 통하여 공급받고 있으며,

2007년 원전설비용량은 9,384MW이고, 669억kWh의 전력을 생산하였다.

스웨덴 정부는 Barseback 1·2호기의 폐쇄로 전력 생산량이 감소함에 따라 원전의 출력증강을 추진하고 있다. 첫 번째로 Ringhal 3호기는 증기발생기와 저압터빈의 교체를 통해 약 70MW의 출력을 증강하였다. Ringhal 4호기는 저압터빈의 교체를 통해 30MW의 출력을 증강하였고 2011년엔 고압터빈을 교체할 예정이며 기타 설비의 교체를 통해 총 240MW의 출력을 증가시킬 예정이다. Ringhal 발전소는 총 225백만 유로를 투자하여 2006년부터 2011년까지 총 400MW의 출력을 증강할 예정이다. 이로인해 발전소는 추가로 3.3억kWh를 더 생산하게 된다.

2005년 SKI(원자력발전검사청)은 Oskarshamn 3호기에 대해 250MW 규모의 출력 증강을 승인하였고 정부는 2006년 1월 최종 승인했다. 1억 8천만 유로 규모의 이 프로젝트를 통해 원자로 개선작업 뿐만 아니라 2008년에 터빈 개선작업을 시행하여 발전소 수명을 60년으로 연장할 예정이었으나 소유회사는 계획을 1년 지연할 예정이라고 2007년 초에 발표하였다.

스웨덴 규제기관인 원자력발전검사청(SKI)은 Forsmark 1호기 고장 관련 조치 후 2008년 2월 여론조사를 시행했다고 발표하였다.(2007년 7월 25일 비상디젤발전기 운전불능 고장 발생) 여론조사는 2월 5일부터 8일까지 4일 동안 시행하였으며, 응답자의 77%가 현재 운영중인 원전은 계속 운영해야 한다고 응답했다.(44%는 기존원전의 계속 운영은 찬성하지만, 신규 원전건설은 반대한다고 응답하였으며, 33%는 기존원

전의 계속 운영도 찬성하고, 필요하다면 신규원전 건설도 찬성한다고 응답함)

스웨덴은 지난 1980년 국민투표를 통해 원전폐쇄를 결정한 바 있으나, 현재까지 2개 호기만 폐쇄되었으며, 남은 10개 호기에 대해서는 아직 폐쇄 기일조차 결정되지 않은 상태이다.

지난 2006년, 친원전 정책을 표방하고 있는 자유당을 포함한 보수당 연합이 전국선거에서 승리하여 집권하였으며, 4년의 집권기간 동안에는 가동중인 원전의 폐쇄는 없을 것이라고 공약한 바 있다. 스웨덴 집권 자유당은 기후변화전략과 관련한 기자회견에서 신규원전 건설반대 정책의 철회와 향후 10년 이내 적어도 4기의 신규원전 건설허가를 통해 2020년에는 신규원전이 가동될 수 있도록 국회의 즉각적인 결정을 희망한다고 발표했다.

## 8. 체코

체코의 원자력발전소는 VVER-440형 Dukovany 원전 4기, VVER-1000형 Temelin 원전 2기 등 3,860MW로 총 설비용량의 31%를 차지하며, 발전량은 전체 전력생산량의 40%인 261억kWh이다.

1978년 Dukovany 원전건설이 시작되어 1985년에 상업운전을 시작하였다. 1982년에 Temelin 원전건설이 시작되었으나 공사가 중단되어 1990년대 중반에 재개되었다. 미국 웨스팅하우스사의 계측제어설비가 반영되었고 세계은행의 융자를 받아 완공하여 각각 2000년과 2003년에 상업운전을 개시하였다.

원전을 소유하여 운영중인 국영기업 체코전력공사(CEZ)는 향후 민영화될 예정이다. 그리고 Dukovany 원전의 출력증강을 위한 자금을 모집하고 있다. 체코전력공사(CEZ)는 신규원전 건설에 대한 타당성 검토를 진행 중이며, 2008년 말까지는 결론을 내릴 것이라고 체코 전력사업국 기술개발 및 설계부 책임자인 Ivo Kouklik씨가 언급하였다. 현재 6기의 원전을 운영하는 체코전력공사(CEZ)는 2009년 이후 기저부하를 담당하는 발전소가 추가로 필요할 것으로 전망하고 경쟁력 확보와 이산화탄소 저감 대책으로 신규원전 건설에 관심을 갖고 있다고 설명하였다. 체코에서 신규원전을 추진할 경우, 건설 결정 후 인허가 및 건설공정 등을 감안하면 13년 정도 지나서야 상업운전이 가능할 것으로 전망하고 있다.

체코전력공사는 발전용량을 늘리는 방법의 하나로 계속운전을 추진하기 위해 Dukovany 원전 4기에 대한 주요 계측설비 등 설비개선을 계획하고 있으며, 3호기는 금년말까지 신형 계측제어 설비로 교체할 예정이고 나머지 3개 호기도 향후 3년 동안 매년 순차적으로 설비개선을 시행할 예정이다. 또한, 최근 건설된 Temelin 원전 2기에 대해서도 60년까지 운영을 고려하고 있다고 말했다.

## 9. 핀란드

핀란드는 전력소비가 많아 1인당 연간 전력소비량이 16,600kWh에 달한다. 현재 4기의 원전을 보유하고 있으며 설비용량은 2,800MW 이고 234억kWh를 생산하였다.

TVO사의 Olkiluoto 1·2는 1978년부터 1980년까지 첫 번째 출력증

강(690MW)을 하였고 지금은 870MW의 출력을 낸다. 그리고 60년까지 계속운전을 승인받았으며 매 10년마다 안전성 평가를 받을 예정이다. TVO사는 점진적으로 출력증강을 시행하여 2009~2011년까지 저압터빈 교체를 통해 1,000MW까지 출력을 늘릴 계획이다.

Fortum사의 Loviisa 1·2호기는 1977~1980년까지 465MW에서 510MW로 출력을 상향했다. 그리고 30년이던 수명을 원자력안전국(STUK)의 승인을 통해 2007년에 50년으로 연장하였다. Loviisa 1·2호기는 각각 2015년 2023년에 안전성 평가를 받을 계획이다.

2007년 6월 새로 설립된 전력회사인 Fennovoima사는 2016년까지 핀란드에 신규원전을 건설하여 운영할 계획이라고 공식 발표했다. Fennovoima사의 최대 단일지분은 독일 E.On-핀란드사가 33%로 가장 많으며, 그 외 스웨덴의 철강회사인 Boliden사, 핀란드 철강회사인 Outokumpu사와 다수의 전력산업관련 회사가 참여했다. Fennovoima사는 핀란드 Olkiluoto 1·2호기를 운영하고, 3호기를 건설 중이며, 4호기를 건설추진 중인 TVO사를 모델로 하여 회사를 설립하였다고 언급했다.

현재 핀란드는 5번째 원전이자 유럽신형원전(EPR)인 Olkiluoto 3호기를 건설중인데 2005년 초에 건설허가가 발급되어 2005년 중반에 건설이 시작되었으며 2011년에 상업운전을 시작할 예정이다. 올킬루오토 3호기를 건설하고 있는 핀란드 TVO사의 자문사인 Poeyry Energy가 2008년 2월 14일 발표한 환경영향평가서에 따르면 'Olkiluoto 지역에 2018년경 1,000~1,800MW급 4번째 원전이 상업운전을 개시할 수 있을 것'이라 보고하였다. 이번 보고서에 따르면 4호기의 설비용량은

1,800MW까지 출력 증강하는 것을 전제로 하였으며, 어떤 노형이더라도 핀란드 원자력안전기준을 만족할 수 있도록 설계되어야 하고 적합한 노형선정을 위한 타당성 평가가 수행될 것이라고 하였다. 또한 원전 추가건설에 따른 경제적 효과로 연간 약 22,000~28,000명의 고용 효과와 150명의 원전종사자는 물론 건설에 수반되는 서비스 분야에서도 100여개의 일자리가 창출될 수 있다고 예상하였다. 원전건설로 연간 8TWh의 전력량을 생산할 경우, 연간 925,818톤에 해당하는 이산화탄소 감축 효과가 있으며 발전량이 연간 14TWh일 경우 이산화탄소 약 160만톤을 저감할 수 있을 것으로 평가하였다. 한편, Olkiluoto 지역내 2곳의 다른 부지에 신규원전 건설을 평가하였지만 관련 인프라 추가 소요에 따른 비용부담 때문에 효율성이 없는 것으로 평가하였다. 이번 평가는 노동경제부의 2005년 자료를 근거로 전력 소요량 증가를 분석하였으며 최근 펄프 및 제지공장들의 조업 중단에 따른 전력 소요가 감소되고 있는 사항은 고려하지 않았다.

## 10. 루마니아

루마니아는 2기(Cernavoda 1 · 2호기)의 원전을 보유하고 있으며 이는 전력 생산량의 20%를 담당한다. 2007년 루마니아는 원자력발전으로 70억kWh의 전력을 생산(이용율 80.8%)하였고, 2007년 말 기준 설비용량은 1,412MW이다. Cernavoda 1호기의 상업운전은 1996년에 시작하였으며 Cernavoda 2호기의 상업운전은 2007년 5월에 시작하였다. 루마니아의 전력소비량은 1999년 이후로 4%의 상승률로 꾸준히 늘었

으며 2005년 기준으로 594억kWh를 생산하였다.

루마니아는 1980년에 Cernavoda 1호기, 1982년에 Cernavoda 2~5호기 건설에 착수했는데 1호기를 제외한 나머지 4개호기는 재원 부족, 전력수요 감소 및 1호기 완공에 노력을 집중하기 위해 건설이 중단되었다. 2000년에 루마니아 정부는 Cernavoda 2호기의 완공을 위해 6천만 유로를 투자하기로 결정하였고 유럽위원회는 Cernavoda 2호기의 성능 향상과 건설 완료를 위해 2억2350만유로를 승인하였다. 2007년 10월 Cernavoda 2호기는 상업운전에 들어갔고 건설비용으로 총 777백만유로가 사용되었다.

루마니아 원전사업자인 SNN은 Cernavoda 3·4호기의 건설재개를 위해 컨소시엄을 구성했고 여러 국가에서 모인 6개의 회사가 사업에 참여하기로 결정되었다. 각 투자 회사들은 건설 자금을 조달하고 투자한 금액만큼 전력 생산량에 대한 일정부분의 권한을 갖는다. 3·4호기 각각 64개월 동안의 건설 후에 3호기는 2014년 10월까지, 4호기는 2015년 중반까지 전력생산량의 권한을 갖기로 합의했다.

루마니아 중장기 에너지정책에 따르면, 루마니아는 전체 발전량 중 원자력이 차지하는 비율을 2006년 9%에서 2015년 24%로 증가시키는 전력수급계획을 갖고 있다.

SNN은 2020년까지 Cernavoda 5호기를 완공하기로 계획을 세웠는데 루마니아 정부는 타 지역에 건설하려고 계획 중이다. 2008년 3월 SNN의 성명서에서 2020년까지 새로운 지역에 4기의 원전건설을 제안 받았다고 언급했다.

## 11. 헝가리

헝가리는 4기(Paks 1~4호기)의 원전을 보유하고 있고 설비용량은 1,910MW으로 전력생산량의 약 3분의 1 이상을 담당하고 있다. 헝가리의 전력소비는 1990년부터 2001년까지 약 27% 증가했고 지금도 꾸준히 증가하고 있다. 원자력 발전은 석탄, 가스와 비교해서 제일 낮은 가격으로 전력생산량의 약 40%를 담당하고 있다.

Paks 1~4호기는 2005년 국회의 승인을 받아 원래 30년이던 수명을 20년 더 연장해서 2032~2037년까지 운전할 수 있게 되었다. 또 원래 440MW이던 출력을 500~510MW으로 높이기 위해 출력증강작업도 진행 중이다. 이미 Paks 1·4호기는 출력증강작업을 완료했고 나머지 Paks 2·3호기는 2009년 초에 완료할 예정이다.

1990년 초 전력수요 감소로 취소되었던 Paks 5·6호기(950MW) 건설 계획이 논의 중이며 현재 헝가리 정부는 중장기에너지정책에 신규 원전건설을 포함하여 검토 중이라고 밝혔다.

2007년 3월 8일 헝가리 에너지위원회와 원자력협회는 에너지관련 회의에서 향후 에너지수요에 대처하기 위한 신규 원전건설 추진에 대비해 최신 원전설계기술을 검토해 왔다고 밝혔다. 에너지위원회에 따르면, 헝가리가 증가하는 전력수요 및 노후 화력발전소 폐기에 대비하기 위해서는 2030년까지 6,000~8,000MW의 추가적인 설비용량을 확보해야 한다고 발표하였다.

## 12. 러시아

러시아는 2007년 총 31기의 원전운영(설비용량 약 23,266MW)을 통해 1,583억kWh의 전력을 생산했고 원자력발전량은 전체 발전량의 약 16%이며 70.7%의 평균 이용률을 기록했다.

러시아는 지난 10년간 이용률이 급격히 좋아지고 있으며, 전력수요가 증가하고 있음에 따라 2020년까지 지속적인 이용률 증가, 계속운전 및 신규원전 건설로 원자력발전량을 현재의 2배 수준까지 끌어올릴 계획이다.

1986년 체르노빌 사고 이후 1990년대 중반까지 오직 한 부지에서만 건설이 승인되었고, 2개호기만 상업운전을 개시할 수 있었다. 소련의 붕괴에 따른 경제상황 변화로 원자력 산업에 극심한 자금 부족이 있었고 대부분의 건설계획이 정체되었다. 1990년대 후반 이란, 중국, 인도 등에 원전 수출에 대한 협의가 이루어지면서, 자금사정이 좋아졌고 침체된 러시아의 건설사업이 부활하였다. 2000년경 건설사업이 다시 재개되면서 2001년 Volgodonsk 1호기가 상업운전을 시작하였고 2004년 Kalinin 3호기도 상업운전을 개시하였다.

러시아는 2006년 정부의 원자력발전 정책에 따라 2030년까지 매년 국내 설비용량을 2~3GW씩 증가시키고, 2030년경에 세계적으로 300GW의 용량이 필요함에 따라 원전 수출에도 노력할 것이다.

2007년 11월 국내 원자력 에너지 관련 분야를 통합해 출범한 국영기업인 ‘로스아톰(Rosatom)’은 2030년까지 원자력발전소 건설 분야에서 세계를 제패하겠다고 선언했다.

※ 로스아톰 : 러시아 원전 건설·운영을 전담하는 아톰에네르고프롬 (Atomenergoprom)을 모태로 우라늄 채광과 농축을 수행하는 테크납스엑스포트(Technabsexport), 해외 원전 건설을 담당하는 아톰스트로이엑스포트(Atomstroyexport)를 비롯해, 원자력 기초연구 기관과 산업체 등 모두 130여 개 산하기업을 거느리고 있는 거대 기업

로스아톰은 2030년까지 러시아에만 42기, 해외에 60기 등 모두 102기의 신규 원자력발전소를 지어 전 세계 원전 수요의 절반 가까이를 공급할 예정이다. 런던에 본부를 둔 세계원자력협회(WNA)가 2030년까지 필요할 것으로 예상한 원전 수 237기의 43%를 짓겠다는 것이다.

러시아 정부는 2015년까지 원자력 연구비용으로만 270억달러를 로스아톰에 배정했다. 고(高)유가 시대에 부상할 세계 원전 시장을 겨냥한 러시아의 전략적 선택이다.

### 13. 우크라이나

우크라이나는 15기의 원전을 운영하고 있고 전력생산량의 약 절반을 담당하고 있다. 대부분의 정비작업 및 연료를 러시아로부터 공급받고 있다. 소련의 붕괴와 함께 전력수요도 감소하여 1990년 2,960억kWh였던 전력수요가 2000년 1,700억kWh로 감소하였다. 2007년에 총 발전량은 1,950억kWh이고 그 중에 원자력발전량은 843억kWh이다. 발전량 중 원자력이 47.5%, 석탄과 가스가 47.4%, 수력발전이 5%를 점유하고 있다.

총 발전설비용량은 52GW중 원전의 설비용량은 13,835MW로 약

27%를 차지한다. 우크라이나의 모든 원전은 러시아의 VVER 노형이다.

우크라이나 정부는 전력수요가 2020년 3,070억kWh까지 그리고 2030년 4,200억kWh까지 증가할 것이라고 보고 있다. 정부 방침은 계속해서 전력수요의 절반을 원자력을 통해 공급한다는 방침이다.

국영원자력회사인 Energoatom은 Rovno 1·2호기와 South Ukraine 1호기의 수명을 15년 연장하기 위한 계획을 세우고 있다. 2000만 달러 이상 소요되는 Rovno 1호기의 작업이 진행 중이고 2008~2009년에 3개 호기에 대한 내부 검사가 행해질 것이다. 이번 작업은 계속운전을 계획 중인 다른 원전의 본보기가 될 것이다.

우크라이나는 국내소비 석유의 80%와 천연가스의 75%를 수입하고 있어 에너지 해외의존도가 높아 2005년 12월말 유시첸코 대통령은 에너지보전과 에너지 안보를 위해 원자력에너지 개발을 최우선 과제로 설정한 국가안보국방위원회(SNBO)의 결정을 승인하는 등 에너지 독립 확보를 위해 적극적인 원자력 정책을 추진하고 있다.

우크라이나에서는 2006년 러시아의 천연가스 공급중단을 계기로 에너지 안보와 원자력 발전의 역할이 대두됐다. 우크라이나 정부는 대외 에너지 의존을 줄이기 위한 방법으로 2030년까지 원전 설비용량을 두 배로 늘리기 위해서 11기의 원전건설(설비용량 15.5GW)을 승인했다. Khmel'nitski 3·4의 완공도 이에 포함되어 있다.

우크라이나 정부는 새로운 노형으로 아레바, 웨스팅하우스, 한국표준형원전을 고려하고 있다. 2008년에 노형과 설비용량을 결정할 것이고 2010년 까지 3개 또는 4개의 확정된 원전부지가 필요할 예정이다.

## 14. 중국

중국은 현재 11기의 원전이 상업운전 중이고 6기가 건설 중이다. 중국 본토 내 대부분의 전력생산은 화석연료에 의한 방식으로 약 80%를 차지하고 수력이 18%를 차지한다. 중국은 현재 2개의 거대한 댐을 짓고 있는데 삼원 지역에 18.2GW, 양쯔강 지역에 15.8GW 용량의 댐을 건설 중이다. 급속한 경제성장에 따른 전력공급의 부족 때문에 대부분의 전력 생산을 화석연료에 의지하게 되었고 이로 인해 많은 대기오염이 발생했다. 오염으로 인한 경제적 손실은 GDP 대비 3~7%로 추정된다.

중국의 전체 전력설비용량은 2005년 기준 508GW이고 전력생산량은 2,475억kWh이다. 2006년엔 설비용량이 약 20% 증가하면서 102GW가 추가 되었고 2007년엔 91GW가 더 추가되었다. 전력생산량의 약 4분의 3이 산업용으로 쓰인다. 주 연료는 화석연료이고 대부분이 중국의 북쪽, 북서쪽에 매장되어 있어서 연료의 수송에 관한 많은 문제점이 있다. The State Power Grid Corporation은 2010년엔 전체설비용량이 850~900GW가 되고 전체발전량은 3,810억kWh에 이를 것으로 예상하고 있다. 이후 2020년까지 계속 증가하여 용량이 1,330GW에 이를 것으로 예상하고 있다. 2007년 말 기준으로 중국 내 수력설비용량은 145 GW이고 화석은 554GW, 원자력은 9GW, 풍력은 4GW, 전체설비용량은 713GW이다.

중국 내 발전소는 대부분이 오래된 화력발전소이기 때문에 많은 대기오염이 발생해서 중국정부는 원자력발전의 비중을 높이려고 하고 있다. 중국은 미국에 이어 두 번째로 큰 이산화탄소 배출 국가이다. IEA(2004)

는 이산화탄소 배출의 주원인을 전력생산으로 보고 있으며, 전체 이산화탄소 배출량 중 중국이 차지하는 비율이 2020년에 14%까지 2030년엔 19%까지 증가할 것이라고 보고 있다.

중국에서 원전건설 움직임은 1970년부터 시작하였고 이제 중국 산업계는 서서히 성장국면으로 접어들었다. 프랑스, 캐나다, 러시아로부터 기술을 전수받았고 최신기술은 미국과 프랑스로부터 획득했다.

원자력발전은 화석연료의 매장량이 적은 지역이나 급격한 경제성장을 하는 지역에서 특히 중요한 역할을 하고 있다. 2007년에 원자력발전을 통해 62.86억kWh를 생산하였는데 이는 전체 전력생산량의 2.3%를 차지하고 있고 원전 설비용량은 8.6GW이다.

중국 정부는 추후 건설되는 18GW 용량의 원전을 포함하여 2020년까지 원전 설비용량을 40GW로 늘릴 계획을 세우고 있다.(2020년 총 설비용량 1,000GW 예상) 평균적으로 1년에 2GW의 설비용량이 추가 될 것이다.

2007년 5월 국가발전개혁위원회는 2030년까지 원전설비용량을 160GW로 늘리는 것을 목표로 삼았다.

중국은 1980년대 중반에 다이아베이 원전과 친산 1단계 원전건설을 시작하였다. 다이아베이 1·2호기는 3Loop 원전으로 프라마툼이 원자로를 공급하였고 GEC와 Alstom이 터빈을 공급하였다. 링아오 1단계는 다이아베이 원전의 복제설계로 1997년에 건설을 착수하여 링아오 1호기는 2002년 2월에, 링아호 2호기는 2003년 1월에 상업운전을 개시하였다. 친산 1단계 1호기는 중국 자체설계로 1985년 건설에 착수한 뒤

약 6년만인 1991년 12월에 최초임계에 도달하였다. 친산 2단계 1호기 및 2호기는 중국자체설계인 2Loop형 원전으로 1호기는 2001년 말에 시운전을 수행하였고 2002년 4월에 상업운전을 개시하였으며 2호기는 2004년 5월에 상업운전을 개시하였다. 친산 3단계 1·2호기(각 665MW)는 AECL이 공급한 중수로형 원전으로 1997년에 건설에 착수하여 2002년 12월과 2003년 7월에 각각 상업운전을 개시하였다.

제10차 5개년(2001~2005) 경제계획은 8기 원전의 건설을 포함하고 있다. CNNC가 8기를 짓기로 했는데 그 중 4기를 CGNPC가 지을 계획이다. Lingao 3·4호기를 Lingao 1·2호기와 같이 프라마툼이 공급하는 CPR-1000형의 원전으로 짓고 있다. Qinshan 6·7호기는 CNP-600을 650MW로 업그레이드하여 짓고 있다. Sanmen 1·호기를 AP1000으로 지을 계획이고 홍콩에서 서쪽으로 500km 떨어진 지역에 Yangjiang 1·2호기를 지을 계획이다.

제11차 5개년(2006~2010) 경제계획은 GDP 대비 20% 에너지 소비 감소를 포함하여 이전보다 환경적인 측면에 중점을 두고 있다. 원전의 추가 건설도 제11차 계획에 포함되어 있다. Hongyanhe에 4기의 CPR-1000 형식의 발전소, Haiyang에 2기의 1,000MW급 발전소 Huian/Fuqing에 2기의 1000MW급 발전소, Hongshiding/Rushan시에 2기, Tianwei/Lufeng에 2기, Taishan에 2기를 지을 계획이다.

## 15. 인도

2007년 인도에서 운전 중인 17기 원전의 설비용량은 4,120MW이고

원전의 전력생산량은 178억kWh이다. 원전의 설비용량과 전력생산량은 신규 발전소의 준공과 함께 꾸준히 증가하고 있다. 인도는 화석연료가 부족하기 때문에 원자력에 대한 투자를 하고 있으며 2050년엔 원자력이 전체 설비용량 중 약 25%를 차지할 것이라고 예상하고 있다. 2002년의 원전 설비용량에 비해 100배나 증가한 양이다. 발전소뿐만 아니라 송전계통에 대한 투자도 많이 필요할 것이라고 보고 있다.

2007년 KPMG 보고서에 따르면 인도는 송전계통과 배전계통을 포함하여 향후 5년 동안 120~150억 달러규모의 전력 인프라에 대한 투자가 필요하다고 말하고 있으며 송전망 손실은 약 30~40%로 매년 6억 달러 이상 된다고 보고 있다.

인도는 인도원자력공사 NPCIL(The Nuclear Power Corporation of India Ltd)가 원전의 설계, 건설, 운영에 관한 책임을 갖고 있다. 현재 14기의 소용량 원자로와 중간용량의 원전 2기를 운영하고 있으며 대형원전 2기와 고속증식로 1기를 포함하여 총 6기의 원전을 건설 중이다.

Tarapur 1·2호기는 150MW급 BWR 원전이고 텀키방식으로 GE에 의해 건설되었다. Rawatbhata 1·2호기는 PHWR 형식으로 안전성에 대한 검사 중이다. Rawatbhata 1호기는 초기에 저출력으로 운전했고, 잦은 문제가 발견되어 2002년 이후로 거의 운전되지 못하다가 2004년 이후에 정부에 의해 정지된 상태이다.

Kalpakkam 1·2호기의 원자로는 2002~2003년, 2004~2005년에 설비용량을 170MW에서 220MW로 복구하기 위해 보수작업을 하였다. 원자로의 중요한 부품을 대부분 교체하였고 수명도 각각 2033, 2036년

으로 연장하였다.

NPCIL은 220MW PHWR 발전소를 개량하여 540MW급 Tarapur 3 · 4호기를 건설했다. Tarapur 4호기는 2005년 9월에 첫 상업운전을 시작했다. 첫 콘크리트를 타설한 지 5년 만에 완공하였고 계획보다는 7달이나 앞서서 완공하였다. Tarapur 3호기는 2006년 5월에 완공하였고 6월에 첫 송전, 8월에 첫 상업운전을 하였다. 계획보다 5개월 앞선 것이었다.

Kiaga 3호기는 2007년 4월에 첫 송전을 하였고 5월에 상업운전에 들어갔다 4호기는 이보다 6개월 뒤에 계획되어 있었지만 연료장전이 2007년말에 이루어졌다.

2010년에서 2020년 사이에 설비용량을 21,180MW로 상향하기 위한 원전의 추가건설이 예상된다. 이는 국가에너지정책에 따른 것으로서 계획에는 300MW 개량중수로형(AHWR)의 건설도 포함되어 있다.

2005년에 8기의 신규원전을 건설하기 위해서 4개 지역을 선정하였다. Kakrapar 지역과 Rawatbhata 지역에 PHWR 700MW급 원전을 지을 계획이고, Kudankulam 지역에 PWR-VVER 1,000MW급 원전을, Jaitapur 지역엔 PWR 1,000MW급 원전을 지을 계획이다. 2007년 4월 인도 정부는 우선 8기중 4기의 건설을 허가했다.

NTPC(The National Thermal Power Corporation)은 2014년 까지 2,000MW급 원전의 도입을 고려중이다. 이것은 NTPC가 건설하는 첫 원전이 될 것이다. NTPC와 NPCIL 둘 다 국영기업이고 NTPC는 2012년 까지 설비용량을 26GW에서 51GW까지 늘릴 계획이다.(그 중 72%는 화력발전 설비용량)

## 16. 일본

2차대전에서 원자폭탄에 의해 국토가 황폐화되었던 세계 유일국인 일본은 원자력 기술의 평화적 이용을 채택하여 전력의 상당량을 원자력 발전에 의존하고 있다. 2007년 일본은 총 55기의 원전을 운영중이며 설비용량은 49,580MW이다. 현재의 약 30%인 원자력발전량 점유율을 2009년에 37%, 2014년에는 41%까지 증가시킬 계획이다. 2009년에 완공예정인 토마리 3호기(912MW)와 2011년에 완공예정인 시마네 3호기(1,373MW) 등 원전 2기를 건설중이며 2018년까지 12기의 원전을 추가로 건설할 계획이다.

일본은 1954년 원자력 연구를 시작하여, 영국에서 수입한 Tokai 1호기(160MW, 가스냉각로)를 1966년 7월 상업운전하였고 1998년 8월에 폐로하였다.

그 이후로는 경수로(비등수로 또는 가압경수로)만이 제작되었다. 1970년대에 3기의 원전이 건설되어 상업운전을 시작하였다. 이 무렵 일본발전사업자들은 미국 공급사로부터 설계기술을 수입하여 일본내에 유사 발전소를 지을 수 있는 인허가를 획득한 일본 설비 제작사들(히타치, 도시바, 미쓰비시중공업 등)과 함께 발전소를 건설하기 시작하였다. 이들은 경수로의 자체 설계 및 건설이 가능하게 되었고 1970년 후반에 이르러서 유럽에서 사용되고 있는 원전과 비슷한 설계의 일본 고유 원전을 생산하여 오늘날에 동아시아에 수출할 수 있게 되었다.

초기에 일본은 원전의 신뢰성 문제로 장기 계획예방정비를 실시하였고 이 때문에 이용률은 46%에 불과하여(2001년 평균 이용률 : 79%)

1975년 경수로 개선 및 표준화프로그램이 정부 및 원자력산업계에 의하여 시작되었다. 이 프로그램의 목적은 1985년까지 경수로 설계를 3단계로 표준화하는 것이었다. 1단계 및 2단계는 당시의 비등수로 및 가압경수로의 설계를 수정하여 운영과 보수측면의 개선을 추구하는 것이었고, 3단계는 설계를 근본적으로 변화시켜 원전의 용량이 1,300~1,400MW로 증가된 개선형비등수로 및 개선형가압경수로를 개발하는 것이었다.

현재 일본의 에너지 정책은 에너지 안보 확보를 위해 에너지 해외의 존도를 줄이는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 일본은 주요 전력공급원으로서 원자력의 비중을 늘려갈 예정이다. 2005년부터 경수로에서 발생하는 사용후연료로부터 우라늄과 플루토늄의 재활용 및 국내에서의 재처리를 추진 중이고, 우라늄의 이용효율을 보다 증진시키기 위해 고속증식로를 개발하고 있다.

## 17. 파키스탄

2007년 현재 파키스탄에는 2기의 원전(설비용량 : 462MW)이 운전 중이고, 총 25억kWh의 전력을 생산하였다. 2005년 기준으로 원전을 포함한 파키스탄 전체설비용량은 19,540MW이고 전체발전량은 94억 kWh이다. 그중 44%는 가스를 이용한 화력발전으로 생산했다.

Karachi(125MW)는 중수로형으로서 1971년에 가동했다. 두 번째 원전 Chasma 1호기(300MW)는 가압경수로형으로서 2000년에 가동했다. 세 번째 원전 Chasma 2호기(300MW)는 2005년 11월에 건설을 시

작했고 2011년에 송전을 할 것으로 예상하고 있다.

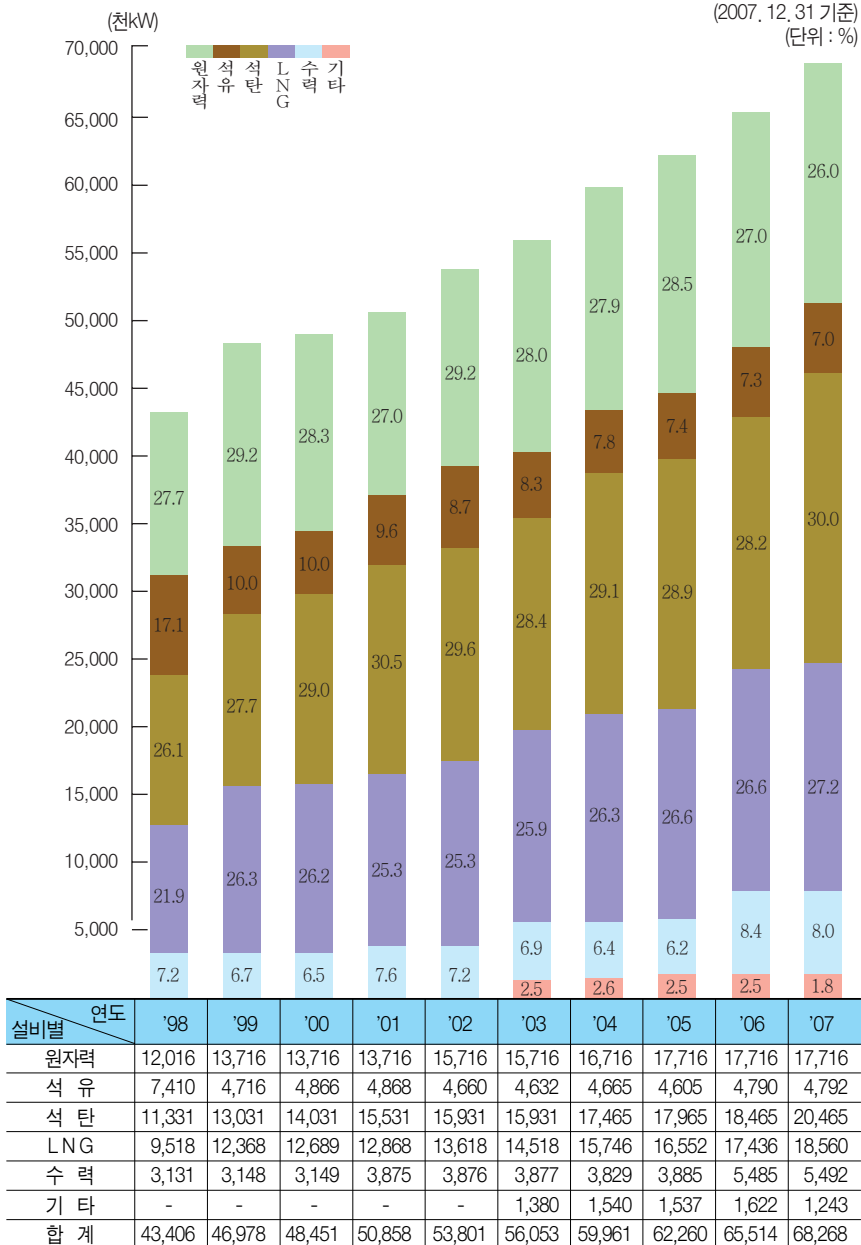
파키스탄은 2005년에 채택한 에너지 안보계획에 따라 2015년까지 원전설비용량을 8,800MW로 증가시키는 등 2030년까지 총 전력설비용량을 160,000MW 이상으로 증대시킬 계획이다. 2015년 까지 원전설비용량을 900MW 늘릴 계획이고 2020년까지 추가로 1500MW 더 늘릴 계획이다.

➡➡➡ 원자력발전백서

# 부 록



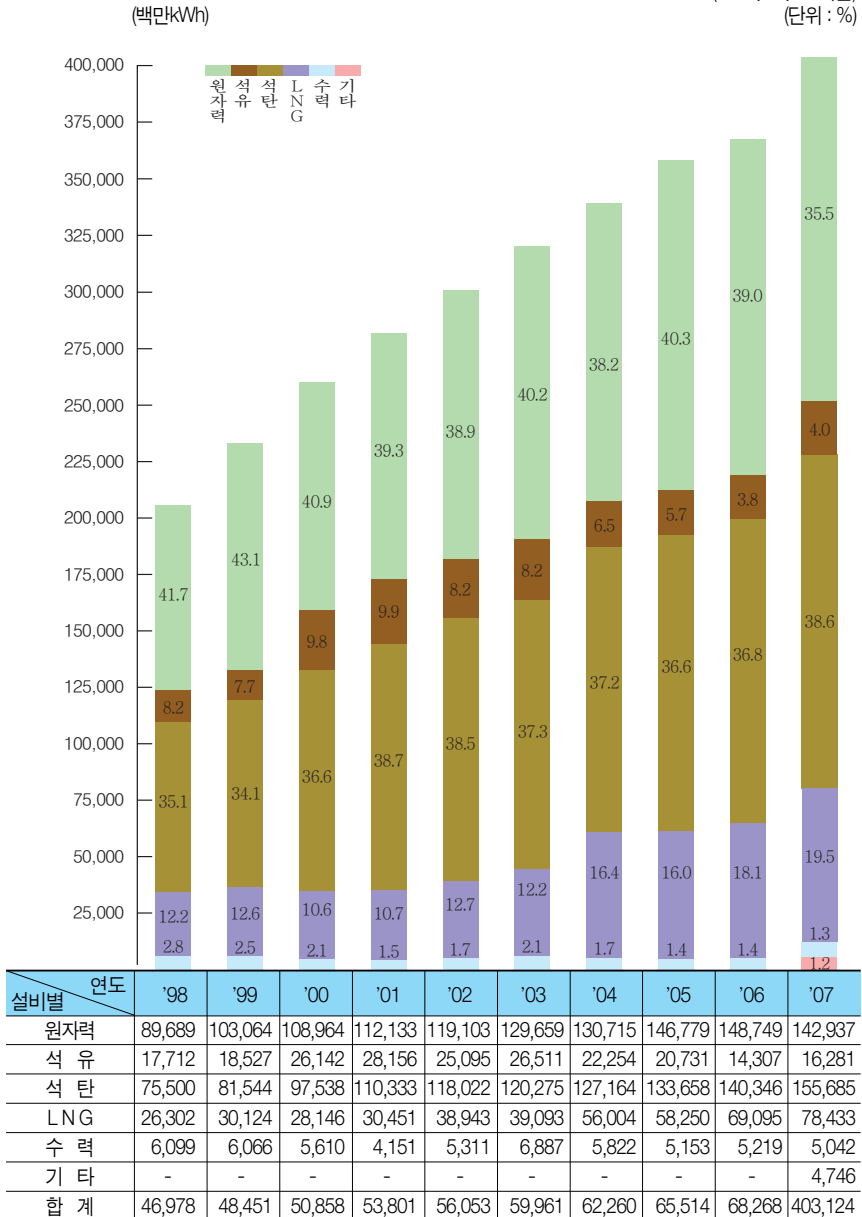
## 1. 에너지원별 발전설비



[2007년도 발전연보]

## 2. 에너지원별 발전전력량

(2007. 12. 31 기준)  
(단위 : %)



[2007년도 발전연보]

### 3. 세계 원전 설비 현황

(출력단위 : 10MWe, Gross 전기출력, 2007.12.31)

| 순위              | 국 명     | 운전중                    |              | 건설중                  |            | 계획중                  |            | 합계                     |              |
|-----------------|---------|------------------------|--------------|----------------------|------------|----------------------|------------|------------------------|--------------|
|                 |         | 출력                     | 기수           | 출력                   | 기수         | 출력                   | 기수         | 출력                     | 기수           |
| 1               | 미 국     | 10,606.1               | 104          |                      |            | 120.0                | 1          | 10,726.1               | 105          |
| 2               | 프 랑 스   | 6,602.0                | 59           | 163.0                | 1          |                      |            | 6,762.0                | 60           |
| 3               | 일 본     | 4,958.0                | 55           | 256.5                | 3          | 1,494.5              | 11         | 6,709.0                | 69           |
| 4               | 러 시 아   | 2,319.4                | 27           | 615.4                | 8          | 550.0                | 5          | 3,484.8                | 40           |
| 5               | 독 일     | 2,137.1                | 17           |                      |            |                      |            | 2,137.1                | 17           |
| 6               | 한 국     | 1,771.6                | 20           | 680.0                | 6          | 280.0                | 2          | 2,731.6                | 28           |
| 7               | 우크라이나   | 1,383.5                | 15           | 200.0                | 2          |                      |            | 1,583.5                | 17           |
| 8               | 캐 나 다   | 1,342.5                | 18           |                      |            |                      |            | 1,342.5                | 18           |
| 9               | 영 국     | 1,195.2                | 19           |                      |            |                      |            | 1,195.2                | 19           |
| 10              | 스 웨 덴   | 938.4                  | 10           |                      |            |                      |            | 938.4                  | 10           |
| 11              | 중 국     | 911.8                  | 11           | 790.0                | 8          | 800.0                | 8          | 2,501.8                | 27           |
| 12              | 스 페 인   | 772.7                  | 8            |                      |            |                      |            | 772.7                  | 8            |
| 13              | 벨 기 에   | 611.7                  | 7            |                      |            |                      |            | 611.7                  | 7            |
| 14              | 대 만     | 516.4                  | 6            | 270.0                | 2          |                      |            | 784.4                  | 8            |
| 15              | 인 도     | 412.0                  | 17           | 316.0                | 6          | 680.0                | 8          | 1,408.0                | 31           |
| 16              | 체 코     | 386.0                  | 6            |                      |            |                      |            | 386.0                  | 6            |
| 17              | 스 위 스   | 337.2                  | 5            |                      |            |                      |            | 337.2                  | 5            |
| 18              | 핀 란 드   | 280.0                  | 4            | 170.0                | 1          |                      |            | 450.0                  | 5            |
| 19              | 슬로바키아   | 220.0                  | 5            |                      |            |                      |            | 220.0                  | 5            |
| 20              | 브 라 질   | 200.7                  | 2            |                      |            | 135.0                | 1          | 335.7                  | 3            |
| 21              | 불 가 리 아 | 200.0                  | 2            |                      |            | 200.0                | 2          | 400.0                  | 4            |
| 22              | 헝 가 리   | 194.0                  | 4            |                      |            |                      |            | 194.0                  | 4            |
| 23              | 남 아 공   | 189.0                  | 2            |                      |            | 11.0*                | 1          | 200.0                  | 3            |
| 24              | 리투아니아   | 150.0                  | 1            |                      |            |                      |            | 150.0                  | 1            |
| 25              | 루 마 니 아 | 141.2                  | 2            | 211.8                | 3          |                      |            | 353.0                  | 5            |
| 26              | 멕 시 코   | 136.4                  | 2            |                      |            |                      |            | 136.4                  | 2            |
| 27              | 아르헨티나   | 100.5                  | 2            | 74.5                 | 1          |                      |            | 175.0                  | 3            |
| 28              | 슬로베니아   | 72.7                   | 1            |                      |            |                      |            | 72.7                   | 1            |
| 29              | 네덜란드    | 51.0                   | 1            |                      |            |                      |            | 51.0                   | 1            |
| 30              | 파키스탄    | 46.2                   | 2            | 30.0                 | 1          |                      |            | 76.2                   | 3            |
| 31              | 아르메니아   | 40.8                   | 1            |                      |            |                      |            | 40.8                   | 1            |
| 32              | 이 란     |                        |              | 100.0                | 1          | 36.0                 | 1          | 136.0                  | 2            |
| 33              | 인도네시아   |                        |              |                      |            | 400.0                | 4          | 400.0                  | 4            |
| 34              | 이집트     |                        |              |                      |            | 187.2                | 2          | 187.2                  | 2            |
| 35              | 이스라엘    |                        |              |                      |            | 66.4                 | 1          | 66.4                   | 1            |
| 36              | 터 키     |                        |              |                      |            | N/A                  | 3          | N/A                    | 3            |
| 37              | 카자흐스탄   |                        |              |                      |            | N/A                  | 1          | N/A                    | 1            |
| 38              | 베 트 남   |                        |              |                      |            | N/A                  | 1          | N/A                    | 1            |
| 합 계<br>( '전년도 ) |         | 39,224.1<br>(38,704.8) | 435<br>(429) | 3,877.2<br>(2,904.4) | 43<br>(35) | 4,960.1<br>(5,217.4) | 53<br>(47) | 48,061.4<br>(46,862.6) | 531<br>(511) |

[JAIF 세계 원자력발전 개발 동향 ('08. 4.17)]

## 4. 세계 원자로형별 설비현황(운전중)

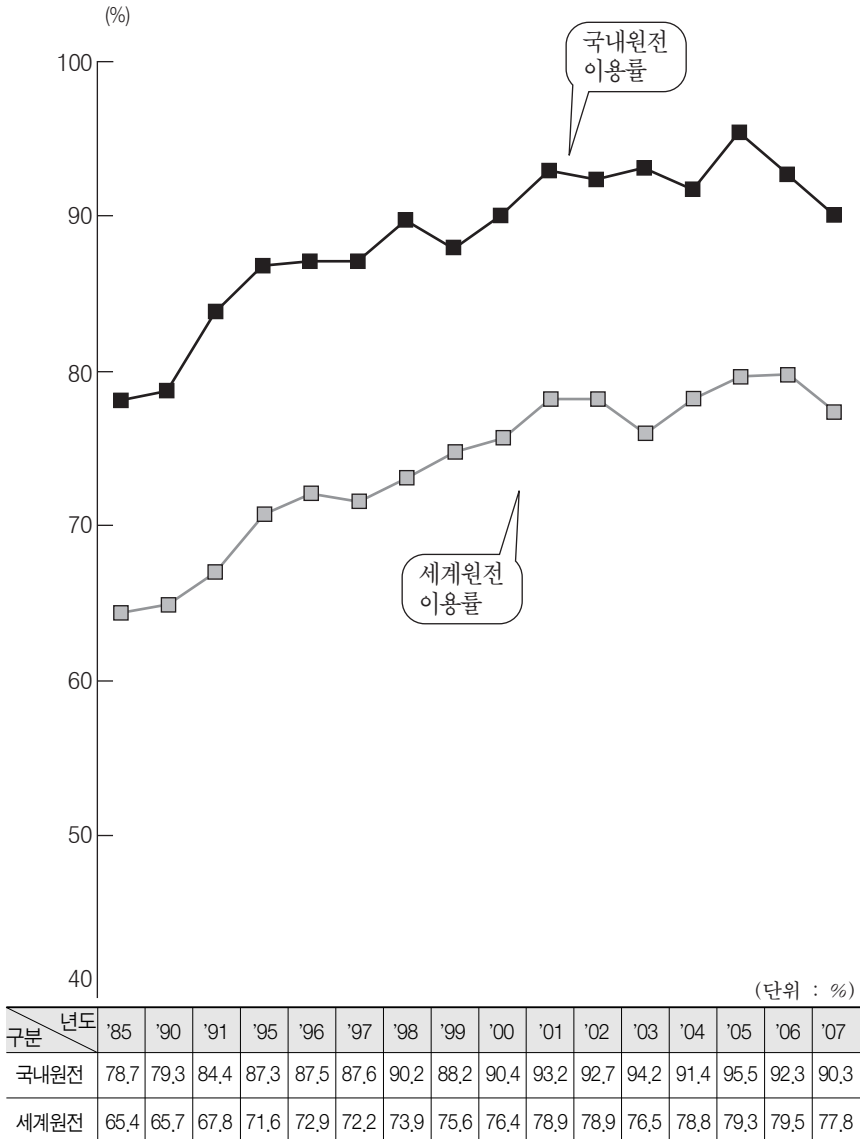
(단위 : 만kW, Gross 전기출력, 2007.12.31)

| 국 가 | 노 형     | 가압수형 <sup>주1)</sup><br>경수로(PWR) |     | 비등수형 <sup>주2)</sup><br>경수로(BWR) |    | 중수로<br>PHWR |    | 경수냉각흑연<br>감속로(LWGR) |    | 가스로<br>GCR, AGR |    | 고속로<br>FR |    | 합계       |     |
|-----|---------|---------------------------------|-----|---------------------------------|----|-------------|----|---------------------|----|-----------------|----|-----------|----|----------|-----|
|     |         | 출력                              | 기수  | 출력                              | 기수 | 출력          | 기수 | 출력                  | 기수 | 출력              | 기수 | 출력        | 기수 | 출력       | 기수  |
| 1   | 미 국     | 7,073.6                         | 693 | 532.5                           | 35 |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 10,606.1 | 104 |
| 2   | 프 랑 스   | 6,588.0                         | 58  |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    | 14.0      | 1  | 6,602.0  | 59  |
| 3   | 일 본     | 1,936.6                         | 23  | 3,021.4                         | 32 |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 4,958.0  | 55  |
| 4   | 러 시 아   | 1,159.4                         | 15  |                                 |    |             |    | 1,100.0             | 11 |                 |    | 60.0      | 1  | 2,319.4  | 27  |
| 5   | 독 일     | 1,472.3                         | 11  | 664.8                           | 6  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 2,137.1  | 17  |
| 6   | 한 국     | 1,493.7                         | 16  |                                 |    | 277.9       | 4  |                     |    |                 |    |           |    | 1,771.6  | 20  |
| 7   | 캐 나 다   |                                 |     |                                 |    | 1,342.5     | 18 |                     |    |                 |    |           |    | 1,342.5  | 18  |
| 8   | 우크라이나   | 1,383.5                         | 15  |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 1,383.5  | 15  |
| 9   | 영 국     | 125.0                           | 1   |                                 |    |             |    |                     |    | 1,070.2         | 18 |           |    | 1,195.2  | 19  |
| 10  | 스 웨 덴   | 292.8                           | 3   | 645.6                           | 7  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 938.4    | 10  |
| 11  | 스 페 인   | 616.9                           | 6   | 155.8                           | 2  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 772.7    | 8   |
| 12  | 중 국     | 767.8                           | 9   |                                 |    | 144.0       | 2  |                     |    |                 |    |           |    | 911.8    | 11  |
| 13  | 벨 기 예   | 611.7                           | 7   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 611.7    | 7   |
| 14  | 대 만     | 190.2                           | 2   | 326.2                           | 4  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 516.4    | 6   |
| 15  | 체 코     | 386.0                           | 6   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 386.0    | 6   |
| 16  | 스 위 스   | 178.0                           | 3   | 159.2                           | 2  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 337.2    | 5   |
| 17  | 인 도     |                                 |     | 32.0                            | 2  | 380.0       | 15 |                     |    |                 |    |           |    | 412.0    | 17  |
| 18  | 핀 란 드   | 102.0                           | 2   | 178.0                           | 2  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 280.0    | 4   |
| 19  | 슬로바키아   | 220.0                           | 5   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 220.0    | 5   |
| 20  | 브 라 질   | 200.7                           | 2   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 200.7    | 2   |
| 21  | 불 가 리 아 | 200.0                           | 2   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 200.0    | 2   |
| 22  | 헝 가 리   | 194.0                           | 4   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 194.0    | 4   |
| 23  | 남 아 공   | 189.0                           | 2   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 189.0    | 2   |
| 24  | 리투아니아   |                                 |     |                                 |    |             |    | 150.0               | 1  |                 |    |           |    | 150.0    | 1   |
| 25  | 루 마 니 아 |                                 |     |                                 |    | 141.2       | 2  |                     |    |                 |    |           |    | 141.2    | 2   |
| 26  | 멕 시 코   |                                 |     | 136.4                           | 2  |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 136.4    | 2   |
| 27  | 아르헨티나   |                                 |     |                                 |    | 100.5       | 2  |                     |    |                 |    |           |    | 100.5    | 2   |
| 28  | 슬로베니아   | 72.7                            | 1   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 72.7     | 1   |
| 29  | 네 덜 란 드 | 51.0                            | 1   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 51.0     | 1   |
| 30  | 파 키 스 탄 | 32.5                            | 1   |                                 |    | 13.7        | 1  |                     |    |                 |    |           |    | 46.2     | 2   |
| 31  | 아르메니아   | 40.8                            | 1   |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    | 40.8     | 1   |
| 32  | 이 란     |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 33  | 인도네시아   |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 34  | 이 집 트   |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 35  | 이스라엘    |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 36  | 터 키     |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 37  | 카자흐스탄   |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 38  | 베 트 남   |                                 |     |                                 |    |             |    |                     |    |                 |    |           |    |          |     |
| 합 계 |         | 25,578.2                        | 265 | 8,851.9                         | 94 | 2,399.8     | 44 | 1,250.0             | 12 | 1,070.2         | 18 | 74.0      | 2  | 39,224.1 | 435 |

주1) 러시아형 PWR(WER) 포함

[JAIF 세계 원자력발전 개발 동향('08.4.17)]

## 5. 국내 및 세계 원전 평균이용률 비교

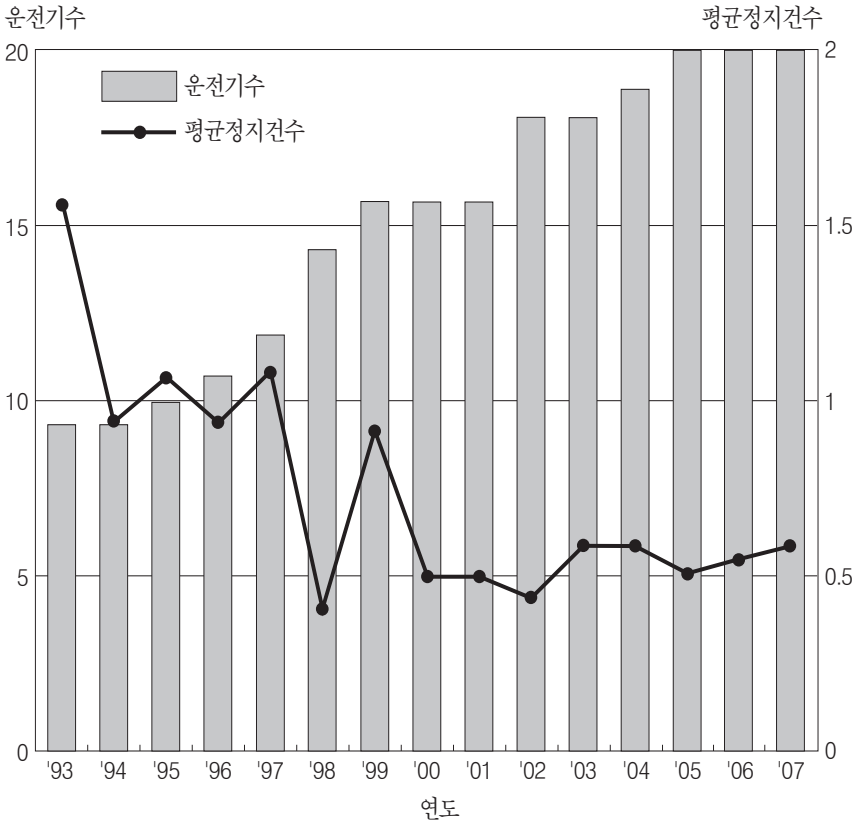


※ 이용률 계산시 2006년부터 설비용량 → 평균출력으로 변경

[2007년도 발전연보]

## 6. 원전 고장정지 비교

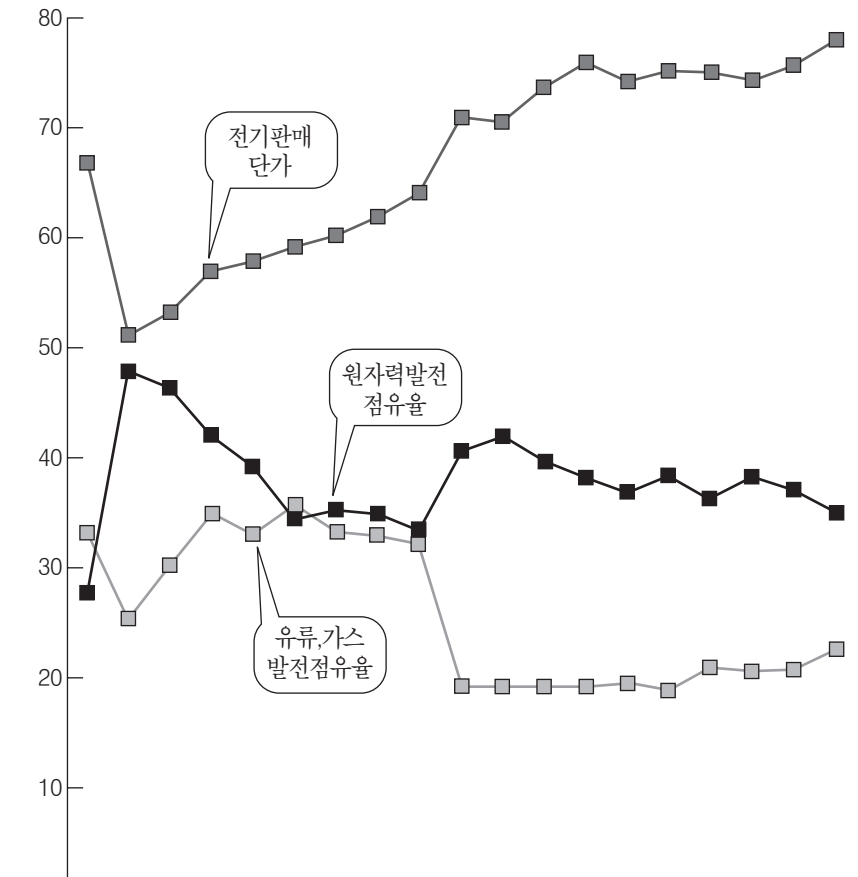
국내원전 호기당 고장정지 추세



고장정지건수

| 구분         | '89 | '90 | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | '06  | '07 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 운전기수       | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 10  | 11  | 12  | 14  | 15  | 16  | 16  | 18  | 18  | 19  | 20  | 20   | 20  |
| 고장정지건수     | 13  | 18  | 24  | 15  | 14  | 8   | 11  | 10  | 13  | 6   | 13  | 8   | 8   | 8   | 11  | 12  | 10  | 11   | 12  |
| 1기당 고장정지건수 | 1.4 | 2   | 2.7 | 1.7 | 1.6 | 0.9 | 1.1 | 0.9 | 1.1 | 0.4 | 0.9 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.55 | 0.6 |

## 7. 원자력발전량 점유율과 전기판매단가



| 구 분                       | '85   | '90   | '91   | '92   | '93   | '94   | '95   | '96   | '97   | '98   | '99   | '00   | '01   | '02   | '03   | '04   | '05   | '06   | '07   |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 원자력<br>발전<br>점유율(%)       | 28.9  | 49.1  | 47.5  | 43.2  | 40.3  | 35.5  | 36.3  | 36.0  | 34.3  | 41.7  | 43.1  | 40.9  | 39.3  | 38.9  | 40.2  | 38.2  | 40.3  | 39.0  | 35.46 |
| 유류·<br>가스발전<br>점유율(%)     | 34.4  | 26.4  | 31.3  | 36.3  | 34.1  | 36.6  | 34.3  | 33.9  | 33.4  | 20.4  | 20.4  | 20.4  | 20.5  | 20.9  | 20.3  | 22.9  | 21.7  | 21.9  | 23.5  |
| 고객 전기<br>판매 단가<br>(원/kWh) | 67.92 | 52.94 | 54.23 | 58.09 | 58.90 | 59.39 | 61.28 | 62.99 | 65.26 | 72.08 | 71.59 | 74.65 | 77.06 | 73.88 | 74.68 | 74.58 | 74.46 | 76.43 | 77.85 |



## 편찬위원회

위원장 지식경제부 기후변화에너지정책관 김경원  
위 원 지식경제부 원자력산업과장 나기용  
한국수력원자력(주) 홍보실장 강신현

## 편찬실무반

지 식 경 제 부 : 원자력산업과 박경민  
한국수력원자력(주) : 홍보실 기업홍보팀 최근열

## 집 필 반

지 식 경 제 부 : 민정기, 박석주, 윤정원, 이판대  
임용기, 장민도, 정석진,

한국수력원자력(주) : 하태근, 김기남, 김예중, 노백식  
문찬석, 박 웅, 심재훈, 안용민  
이상돈, 이승철, 이정수, 이주택  
차형범, 최근열, 최동관, 허성철

원 자 력 문 화 재 단 : 이남숙, 김종석



## **지식경제부 원자력산업과**

전화번호 : (02)2110-5482

주 소 : 경기도 과천시 관문로 88  
(과천정부청사 제3동)

## **한국수력원자력(주) 홍보실**

전화번호 : (02)3456-2492

주 소 : 서울 강남구 영동대로 411

# **원자력발전백서**

---

발행 2008년 6월

발 행 처 : 지 식 경 제 부  
한국수력원자력(주)

---

<비매품>

