

표준 이슈 포커스

S t a n d a r d s I s s u e F o c u s

제28호 2026년 5월

I. 표준·산업 이슈

표준 정책 이슈

반려로봇, 국가표준(KS) 인증 대상 품목 지정
첨단산업 분야 '사실상표준' 지원 본격화
생활 속 표준, 국민이 직접 선택한다

해외 표준 이슈

[미국] 핵심 광물 표준 강화를 위한 다단계 이니셔티브 출범
[일본] 디지털 기술 표준 버전 2.0 발표
[호주] 번지점프 안전 표준 25년 만에 전면 개정 외 3건

첨단 산업 이슈

[인공지능] AI 메타인지 연구 성과
[우주항공] 차세대 중형위성 2호 발사 성공, 민간 주도 우주 시대 개막
[반도체] 1분기 수출 2,199억 달러로 역대 최대 외 3건

II. 첨단 표준 포커스

INSIDE

AI가 불 지핀 HBM 전쟁, 다음 무기는 '국제표준'

INTERVIEW

반도체 표준화 전쟁에서 대한민국이 룰 메이커로 거듭나는 법

INITIATIVE

첨단 패키징부터 뉴로모픽·바이오까지
반도체 글로벌 패권은 표준이 결정한다

III. 국제표준 플러스

국제표준화기구 동향

산업 자동화 분야의 AI 로봇
양자 사이버 보안 위협에 대비하는 방법
ISO 14001:2026 개정판 발행, 환경 성과에 대한 기준 강화
미래의 교통: 차세대 모빌리티를 이끄는 힘

사실상표준화기구 동향

철강소재의 글로벌 여권, ASTM 국제표준 대응 전략
ASTM 철강소재 표준화 동향

국제표준 발간목록

국제표준 회의일정

IV. 미래 표준 인사이트

탄소중립표준화 동향

탄소다배출 업종의 탄소저감기술 표준화

표준행사 안내

Standards Issue Focus



산업통상부
국가기술표준원

I

표준 · 산업 이슈



표준 정책 이슈 ①

반려로봇, 국가표준(KS) 인증 대상 품목 지정

- 국가기술표준원이 반려로봇을 KS 인증 대상 품목으로 지정하여 소비자 안전 보호와 반려로봇 산업의 질적 성장을 위한 제도적 기반을 마련함
 - 한국로봇산업진흥원이 인증기관으로서 평가를 수행하게 되며, 음성·얼굴 인식 등 상호작용 성능부터 위급 상황 대응 기능, 배터리 과열·내열·내화성 등 안전 요소까지 종합적으로 평가함
 - 또한 제조공장의 공정관리·자재관리·사후 서비스 등 품질경영 체계 전반을 함께 심사함
 - 국내 개인서비스용 로봇 시장의 양적 성장에 더해, KS 인증 도입을 통한 질적 성장 전환과 글로벌 시장 진출 촉진이 기대되고 있음

출처: 국가기술표준원 보도자료('26.04.20.)



표준 정책 이슈 ②

첨단산업 분야 '사실상표준' 지원 본격화

- 국가기술표준원이 첨단산업 분야의 국제표준 선점을 위해 민간 전문가들과 전략 논의 및 체계적 지원에 나섬
 - 4월 29일 '2026년 사실상 표준화 포럼 착수 보고 및 전략 회의'를 개최하여 우리 기업이 첨단산업 분야에서 사실상 표준화 기구에 참여하고 활동할 수 있도록 논의함
 - 올해는 표준 R&D 신규과제 예산의 30% 이상을 사실상표준 분야에 집중 투자할 계획임
 - 김대자 국가기술표준원장은 "사실상표준은 기술 변화 속도에 맞추어 시장의 요구를 신속히 반영하는 표준"이라며 표준 개발 지원의 지속적인 확대를 예고함

출처: 국가기술표준원 보도자료('26.04.29.)



표준 정책 이슈 ③

생활 속 표준, 국민이 직접 선택한다

- 국가기술표준원이 국민 일상의 불편 해소와 안전한 생활환경 조성을 위한 표준화 아이디어를 선정하고자 5월 19일부터 6월 18일까지 대국민 온라인 투표를 실시함
 - 이번 투표는 지난해 공모를 통해 접수된 843건 중 전문가 종합 검토를 거쳐 선별된 6개 후보과제를 대상으로 진행됨
 - 온라인 투표 결과를 토대로 '국민생활편의표준협의회'에서 최우수·우수상 각 1건을 선정하고, 선정 과제는 국가표준으로 개발을 추진할 예정임

출처: 국가기술표준원 보도자료('26.05.19.)



해외 표준 이슈 ①

[미국] 핵심 광물 표준 강화를 위한 다단계 이니셔티브 출범

○ 미국표준협회(ANSI)가 미국 에너지부의 지원 아래 핵심광물 공급망 안보와 국제 경쟁력 확보를 목표로 국가 표준 전략 수립을 위한 다단계 이니셔티브를 추진함

- 핵심광물은 국방·에너지·첨단 전자기기·제조·인프라의 근간임에도 불구하고 국내 대응이 분산되고 공급망 취약성이 커지면서, 소재의 조달·가공·거래를 규율하는 국제 기준 마련의 시급성이 높아지고 있음
- 이를 통해 표준 개발 기관과 산업계를 연결하고, 채굴부터 가공·제조·회수에 이르는 전 공급망에서 미국의 리더십을 강화하는 한편, G7 핵심광물 표준 로드맵에서의 미국의 기여도를 높여 나갈 계획임

출처: 미국표준협회(ANSI) 보도자료('26.04.20.)



해외 표준 이슈 ②

[일본] 디지털 기술 표준 버전 2.0 발표

○ 일본 경제산업성이 AI 전환(AX) 진전과 데이터 활용 중요성 증대에 대응하여 디지털 기술 표준 버전 2.0(DSS ver.2.0)을 발표함

- DSS ver.2.0은 모든 사업가가 갖춰야 할 기본 지식·기술·사고방식을 담은 'DX 문해력 기준'과 DX 추진 전문 인재의 역할 및 기술을 정의한 'DX 추진 기술 기준'으로 구성됨
- 디지털 기술과 AI의 빠른 발전으로 데이터 활용의 중요성이 커지면서 단순 프로젝트 단위를 넘어 비즈니스 및 조직 전반의 변혁을 이끌 수 있도록 역할과 스킬셋을 최적화함

출처: 일본경제산업성(METI) 보도자료('26.04.16.)



해외 표준 이슈 ③

[호주] 번지점프 안전 표준 25년 만에 전면 개정

○ 호주표준협회와 뉴질랜드표준협회가 공동으로 번지점프 실무 규범(AS/NZS 5848:2000)을 25년 만에 개정함

- 번지점프는 뉴질랜드와 호주의 관광 산업을 대표하는 액티비티로 표준 최초 제정 이후 장비·기술·안전 관리 분야에서 상당한 발전이 이루어졌음에도 현행 표준이 현재 산업 관행을 반영하지 못하고 있어, 안전 시스템과 운영을 평가하는 일관된 기준 마련의 필요성이 커짐
- 개정안은 현행 장비와 자재 및 복구 시스템 반영, 내부 일관성 및 명확성 개선, 디지털 시스템·기록 허용 등을 목표로 하며 현재 위원회가 초안 개발을 진행 중임

출처: 호주표준협회(SA) 보도자료('26.04.22.)



해외 표준 이슈 ④

[유럽] 무인항공기 시스템 표준 EN 4709-001:2026 발행

○ CEN/TC 471이 개발한 유럽 드론 표준 EN 4709-001:2026이 발행되어 드론 제품 안전과 규제 준수를 위한 조화로운 기반을 제공함

- 속도·고도 제한, 설계 단계의 부상 방지 대책, 사후 유지보수 지침을 아우르는 통합적 안전 관리를 강조하며, 드론의 크기와 위험도에 따라 C0~C4 등급별 맞춤 기준을 적용하는 모듈형 구조를 채택함
- 물류·인프라 모니터링·보안·환경 서비스 등 전 분야에서 드론 활용이 급격히 확장되는 가운데, 이 표준은 규제와 기술 혁신 사이의 간극을 메워 시장 불확실성을 해소하고 유럽 드론 생태계의 성장을 지원하는 촉진제 역할을 할 것으로 기대됨

출처: 유럽표준화위원회(CEN) 보도자료('26.04.24.)



해외 표준 이슈 ⑤

[뉴질랜드] 청정에너지 전환 활성화 보고서 발표

○ 뉴질랜드표준원(SNZ)이 2050년 넷제로 달성을 위해 재생 에너지와 수소 기술 채택의 핵심 동력으로 국제표준 도입을 강조하는 보고서를 발표함

- 표준은 안전·상호 운용성·시스템 준비성을 보장하는 기초 자산으로, 항공·해운·중장비 등 직접 전기화가 어려운 분야에서는 수소 기술이 탈탄소화의 필수 보완재임. 이에 수소 생태계 구축을 위해 3단계 공급망 중심 전략을 제시함
- 뉴질랜드의 에너지 시장은 중앙 집중형에서 분산형·프로슈머(Prosumer) 중심으로 재편되고 있으며, 수소 기술과 이를 뒷받침하는 선제적 국제표준이 결합될 때 비로소 안전하고 효율적인 청정 에너지 전환이 가능해짐

출처: 뉴질랜드표준원(SNZ) 보도자료('26.04.29.)



해외 표준 이슈 ⑥

[영국] 환경경영시스템 국제표준 ISO 14001 개정판 발행

○ 영국 표준협회(BSI)가 기후 변화 대응과 ESG 요구 강화에 발맞춰 세계 최대 환경경영시스템 표준인 BS EN ISO 14001의 2026년 개정판을 발행함

- 1996년 초판 발행 이후 네 번째 개정인 이번 버전은 환경적 고려사항이 조직의 모든 의사결정에 통합되도록 설계되었으며, ISO 9001·ISO 45001과의 연계도 강화됨
- 개정판은 에너지 비용 절감·탄소 배출 감소·폐기물 저감 등 지속가능성 목표 달성과 함께 운영 효율성 및 비용 절감 효과도 지원함
- 또한 기업, 공공기관 및 비영리 단체가 체계적이고 효과적인 방식으로 환경적 책임을 관리할 수 있도록 실질적인 프레임워크를 제공하고 있음

출처: 영국표준협회(BSI) 보도자료('26.04.15.)



첨단 산업 이슈 ①

[인공지능] AI 메타인지 연구 성과

- KAIST 백세범 연구팀이 AI의 과신 문제를 유발하는 랜덤 초기화를 규명하고, 뇌 발달을 모사한 예열 단계 도입으로 AI가 스스로의 불확실성을 인식하게 함
 - 기존 AI는 랜덤 초기화로 인해 잘못된 답에도 과도한 자신감을 보이는 문제가 있었으며, 이는 AI 신뢰성의 근본적 한계로 지적되어 왔음
 - 연구팀은 인간의 뇌 발달 과정을 모사한 예열 단계를 도입해 AI가 학습 전부터 자신이 모르는 것을 인지하도록 설계, 실제 데이터에 대한 정확도와 확신의 정도를 높이는 데 성공함
 - 이번 성과는 의료·법률 등 신뢰도가 중요한 분야에서의 AI 활용 가능성을 넓히며, 소크라테스의 '무지의 지'와 같은 메타인지 능력을 갖춘 AI 실현을 시사함

출처: 매일경제('26.04.27.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ②

[우주항공] 차세대 중형위성 2호 발사 성공, 민간 주도 우주 시대 개막

- 차세대 중형위성 2호가 발사에 성공하며, 국내 독자 개발 표준형 플랫폼 기반의 위성 양산 체제 구축과 민간 주도 우주 산업으로의 전환이 본격화됨
 - 한국항공우주연구원·한국항공우주산업(KAI) 공동 개발의 500kg급 표준 플랫폼을 적용해 개발 기간 단축과 비용 절감을 실현했으며, 광학탐재체 대부분의 부품 국산화에 성공하고 국내 강소기업들이 참여해 'K-위성' 생태계를 구축함
 - 1호와 함께 궤도에서 국토 관리, 지도 제작, 태풍·산불·홍수 등 재난 대응 임무를 수행하며, 3호 운영과 4·5호 개발도 순항 중으로 표준 플랫폼의 신뢰성을 앞세운 해외 수출도 추진할 계획임

출처: 디지털타임스('26.05.04.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ③

[반도체] 1분기 수출 2,199억 달러로 역대 최대

- 반도체 슈퍼사이클과 K소비재 열풍에 힘입어 1분기 수출이 전년 대비 37.8% 증가한 2,199억 달러로 역대 최대를 기록하며 사상 처음으로 일본을 추월해 세계 5위에 오름
 - 반도체 수출이 전년 대비 139% 증가한 785억 달러를 기록했으며 D램은 249%, 낸드는 378% 급증하는 등 AI 서버 투자 확대에 따른 초고 수요가 성장을 견인함
 - 반도체 중심의 호조세는 내년까지 이어질 전망이나, 하반기에는 기저효과로 증가율이 다소 둔화될 수 있으며, 중동 정세 등 대외 불확실성은 여전히 변수로 작용함

출처: 국민일보('26.05.07.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ④

[인공지능] 미국, AI 출시 전 사전 검증 추진

- 엔트로픽 AI ‘클로드 미토스’의 대규모 보안 취약점 발굴이 촉발한 충격으로, 규제 최소화 기조를 고수해온 미국 정부마저 AI 모델 사전 검증이라는 고강도 규제 카드를 꺼내 들었음
- 미 상무부 산하의 AI표준혁신센터(CAISI)는 구글 답마인드·MS·xAI와 차세대 AI 모델 출시 전 보안 평가 협약을 체결했으며, 트럼프 행정부는 국가 안보 기준 심사를 위한 별도 AI 실무단 구성도 논의 중임
- 국내에서도 미토스가 발굴한 보안 취약점 정보가 전면 공개되는 7월을 데드라인으로 보고, 엔트로픽 주도의 사이버 보안 연합체 ‘프로젝트 글래스wing’ 참여를 위한 정부 차원의 협상이 추진되고 있음

출처: 국민일보('26.05.07.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ⑤

[양자기술] 정부, 양자내성암호 전환 본격화

- 정부가 통신·금융·교통·국방·우주 5개 분야로 양자내성암호(PQC·Post Quantum Cryptography) 시범 전환 사업을 확대하며 차세대 보안 체계 구축에 본격 착수함
- 슈퍼컴퓨터로 100만 년 이상 걸리는 RSA 암호를 양자컴퓨터는 1000만 배 빠른 연산으로 사실상 무력화할 수 있어, 업계에서는 기존 암호 체계가 붕괴되는 ‘Q-day’가 임박했다고 경고함
- PQC는 ‘양자 컴퓨터를 막는 방패’로 불리는 차세대 암호 기술로 양자컴퓨터의 발전으로 기존 암호체계 붕괴 위험이 현실화됨
- 이에 정부는 2030년까지 PQC 기술자립을 목표로 사업 확대 및 연구개발을 추진할 계획임

출처: 아시아경제('26.05.07.) 등 언론보도 종합



첨단 산업 이슈 ⑥

[미래선박] 조선업, 인공지능 전환(AI) 본격화

- 정부가 민관 합동으로 1조 원을 투입해 2030년까지 24시간 자율 운영 AI 조선소를 세계 최초로 구축하고, 조선업 인공지능 전환을 본격 추진함
- 설계·생산·운영 전반의 AI 전환으로 공정별 생산성을 최대 50% 끌어올리는 것을 목표로 하며 자율운항선박 개발에 7년간 6,300억 원을 별도 투입할 예정임
- 또한 한미 조선 협력 프로젝트 ‘마스가(MASGA)’와 연계해 글로벌 조선 경쟁력 강화를 도모하며 중소 조선사와 기자재 협력업체 생태계 육성도 병행함
- 조선 3사는 올해 직영 인력 채용 규모를 전년 대비 20% 이상 늘려 현장 인력 부족 문제에 즉각적으로 대응하고 업계 전반의 고용 안정화를 견인할 전망이다

출처: 한국일보('26.05.13.) 등 언론보도 종합

II

첨단 표준 포커스



INSIDE

AI가 불 지핀 HBM 전쟁, 다음 무기는 ‘국제표준’



HBM의 등장

2026년 1분기, SK하이닉스는 전년 동기 대비 영업이익이 405% 급증하며 영업이익률 72%라는 반도체 제조업계 신기록을 세웠다. 같은 기간 삼성전자와 SK하이닉스의 합산 시가총액은 석 달 만에 465조 원 이상 늘어났다. D램과 HBM 가격 상승, 글로벌 AI 데이터센터 투자 확대, 주요 고객사의 재고 축적이 맞물리며 메모리 업황이 역대 최고치를 재경신하고 있다는 분석이 이어지고 있다. 그 중심에는 고대역폭메모리, HBM이 있다.

HBM(High Bandwidth Memory)은 다수의 D램 칩을 수직으로 적층하고, 수천 개의 미세 구멍을 뚫어 상하층을 전극으로 연결하는 TSV(Through Silicon Via) 기술을 핵심으로 한다. 이 구조 덕분에 HBM은 기존의 그래픽 카드 전용으로 설계된 고성능 메모리인 GDDR(Graphics Double Data Rate) 대비 4배 이상의 속도를 내면서도 전력 소모는 40% 줄이고 칩 면적까지 획기적으로 축소했다. SK하이닉스는 2009년 TSV 기술 개발팀을 꾸려 4년여의

연구 끝에 2013년 세계 최초로 HBM을 개발했으며, 2025년 2분기 기준 SK하이닉스는 HBM 시장에서 64%의 점유율을 기록하며 시장을 선도하고 있다.

반도체 슈퍼사이클과 국제표준

세계반도체무역통계기구(WSTS)는 2026년 글로벌 반도체 시장이 전년 대비 25% 이상 성장해 약 9,750억 달러 수준에 이를 것으로 전망하며, 메모리 부문이 30%대의 성장세를 보일 것으로 내다보고 있다. 한편, HBM 기술은 처음부터 국제반도체표준기구인 JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council)와 함께 성장했다. 2010년 AMD와 SK하이닉스의 제안으로 논의가 시작돼 2013년 JEDEC 표준 JESD235로 채택되었고, 이후 HBM2(2016), HBM3(2022), HBM4(2025년 4월)로 표준이 연이어 확정되었다. 삼성전자의 HBM4는 JEDEC 업계 표준인 8Gbps(초당 기가비트)를 약 46% 상회하는 11.7Gbps의 동작 속도를 안정적으로 확보하며 HBM4 성능의 새로운 기준을 제시했다. 그러나 표준 전선은 이미 다음 단계로 이동하고 있다. 2024년 JEDEC이 차세대 3D 적층 메모리(3D D램) 표준 수립을 위한 실무 그룹 결성을 선포하며, HBM 시장을 장악한 한국 기업들에 새로운 도전이 제기되고 있다. 기술을 선점해도 표준 논의에서 뒤처지면 생태계의 주도권을 잃을 수 있다는 경고다.

이에 국가기술표준원(이하 국표원)은 2025년 '국가표준기술력향상사업'에 전년 대비 22% 증액된 425억 원을 투자하며 반도체를 포함한 12개 첨단산업 분야의 국제표준(ISO/IEC) 개발과 제안을 집중 지원하고 있다. 여기에 더해, 2026년에는 '국가전략기준물질개발사업'의 신규 과제를 전년(10개) 대비 50% 확대해, 반도체·디스플레이·이차전지·바이오 분야 15개 과제에 총 48억 원을 투입한다. 표준물질은 첨단 소재·부품의 정밀 측정과 분석에 기준으로 활용되는 핵심 인프라로, 특히 AI반도체 등 고성능 반도체의 품질과 기술 경쟁력을 높이는 기반이 된다. 국표원은 아울러 ISO·IEC 내 국내 전문가의 의장·간사직 확대를 통해 표준 논의 초기 단계에서 한국의 목소리를 반영하는 전략도 병행 중이다.

HBM에서 보듯, 기술 혁신의 과실은 국제표준을 선점한 기업과 국가에 더 오래, 더 크게 돌아온다. 초기 제안국이 표준의 언어와 구조를 설계하기 때문이다. 차세대 3D D램 표준 논의가 시작된 지금, 한국이 HBM에서 쌓은 기술력을 토대로 표준 무대에서도 주도권을 확보할 수 있느냐가 다음 10년 반도체 패권의 분기점이 될 것이다. 국표원과 산업부의 첨단산업 국제표준화 투자는 단순한 행정 지원이 아니라, 그 분기점을 선점하기 위한 전략적 포석이다.

* JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council): 반도체 표준을 제정하는 국제 산업 표준 기구

※ 참고 자료: 삼성전자 반도체 뉴스룸, SK하이닉스 뉴스룸, 국가기술표준원 보도자료 등



반도체 표준화 전쟁에서 대한민국이 룰 메이커로 거듭나는 법

김덕기 세종대학교 전자정보통신공학과 교수



글로벌 반도체 산업이 미세공정의 물리적 한계를 넘어 AI 전용 칩, HBM 등 시스템 아키텍처 혁신이라는 거대한 패러다임 전환기를 맞이했다. 미·중 패권 경쟁 속에서 국제표준은 이제 단순한 기술 규격을 넘어 시장의 판도를 바꾸는 고도의 전략 자산으로 작용하고 있다. 세계적인 영향력을 인정받고 있는 대한민국 반도체가 차세대 AI 및 첨단 패키징 시장에서 패러다임 선도자로 도약하기 위한 산·학·연·관의 선제적인 표준화 외교 전략과 실행 과제를 짚어본다.

반도체 산업 내에서 일어나고 있는 가장 결정적인 변화의 흐름은 무엇이며, 주력하고 있는 연구와 IEC/TC 47 활동은 이 흐름과 어떻게 맞닿아 있는가?

현재 반도체 산업의 가장 핵심적인 전환은 ‘공정 미세화’에서 ‘시스템 아키텍처 혁신’으로의 패러다임 전환이다. 1nm대 공정이 물리적 한계에 근접함에 따라, 업계는 개별 칩을 이어 붙이는 칩렛(Chiplet) 기반의 이종집적(Heterogeneous Integration), AI 추론에 최적화된 NPU 및 PIM(지능형 반도체) 아키텍처, HBM으로 대표되는 초고속·광대역 메모리 혁신을 동시에 추구하고 있다. 이러한 전방위적 기술 혁신은 표준화 분야에도 새로운 패러다임을 요구한다. 현재 국내 반도체 기업들은 사실상 표준인 JEDEC(국제반도체표준협의기구) 표준에 집중하는 경향이 있다. 그러나 급변하는 AI 가속기나 HBM 시장에서 기존 JEDEC 표준만으로는 초고집적화에 따른 인터페이스 신뢰성, 열 특성, 전력 분배 등의 물리적·구조적 문제를 충분히 다루기 어렵다. IEC 차원의 보완과 선제적 기준 마련이 필연적인 이유다.

현재 주력하고 있는 연구는 AI 가속기와 HBM에 응용 가능한 뉴로모픽 소자, 그리고 이종집적의 핵심 기술인 인터포저(Interposer) 등 차세대 반도체 전반을 아우른다. 이 연구 성과를 바탕으로 IEC/TC 47 내 부간사 및 WG 10(뉴로모픽 반도체 소자) 의장으로서 최근 신규 작업반(WG) 설립을 주도했다. 기술 변화의 속도가 표준 제정 주기를 앞서는 오늘날, 시장을 리드하기 위한 선제적 표준화 연구의 중요성은 그 어느 때보다 커지고 있다. 차세대 반도체 시장의 주도권은 혁신 기술 개발뿐만 아니라, 이를 세계 시장의 공통 규격으로 안착시키는 표준화 역량에 달려있기 때문이다.



반도체 분야에서 표준은 시장의 게임의 룰을 정하는 전략적 자산이다. IEC/TC 47에서 논의되는 표준들이 기업들의 글로벌 비즈니스와 수출 경쟁력에 어떤 직접적인 영향을 미치는가?

표준은 단순한 기술 규격을 넘어, 시장 진입을 결정짓는 통행증이자 강력한 기술 장벽이다. 표준화 향방에 따라 글로벌 시장의 주도권이 순식간에 재편되기 때문이다. 현재 IEC/TC 47에서 가장 치열하게 논의되는 의제 중 하나는 화합물 전력반도체(SiC·GaN)의 성능평가 표준이다. 전기차, 재생에너지 인버터, AI 데이터센터 전원부 수요를 고리로 폭발적으로 성장 중인 이 소자들은 측정 방법론이 통일되지 않아 제조사마다 성능 수치가 다르게 산출되는 문제를 겪고 있다. 향후 측정 표준이 확정되면 해당 기준에 최적화된 제품을 생산하는 기업이

시장을 선점하고 거대한 우위를 점하게 된다.

삼성전자, SK하이닉스, DB하이텍 등 국내 반도체 기업들에게 국제 표준 대응은 단순한 인증 획득 그 이상의 의미를 지닌다. 예를 들어 HBM 인터페이스 표준이나 웨이퍼 레벨 패키징(WLP)의 신뢰성 시험 규격을 국내 기업의 설계 및 공정 방식에 유리하도록 선제 제안해 반영할 수 있다면 세 가지 결정적 이점을 얻는다. 경쟁사 대비 인증비용 절감, 제품 출시 및 납기 단축, 그리고 기술장벽 구축이다. 반대로 표준화 주도권을 놓치면 타국 경쟁 기업이 설계한 규격에 맞추기 위해 막대한 재설계 비용과 시간적 손실을 고스란히 감수해야 한다. 결국 반도체 표준은 초기 투자 대비 수십 배 이상의 비즈니스 가치를 창출하는 핵심 전략 자산이자, 수출 경쟁력을 담보하는 생존 무기다.

현재 NPU 등 AI 반도체 국제표준은 공백 상태에 가깝다. 대한민국이 AI 반도체 표준화를 선도하기 위해 기술적·정책적 측면에서 가장 시급히 해결해야 할 과제는 무엇인가?

AI 반도체 국제 표준의 공백은 글로벌 시장에서 독자적인 규칙을 제정할 수 있는 거대한 기회다. 이 기회를 선점하기 위해 기술과 정책 두 축에서 시급한 과제 해결이 요구된다. 기술적으로 시급한 과제는 첫째, AI 가속기 성능측정 지표(Benchmark)의 표준화다. 현재 기업마다 서로 다른 조건에서 초당 연산 횟수(TOPS)를 측정하고 있어 객관적인 성능 비교가 어렵다. 국제적으로 통용될 수 있는 측정 조건, 데이터 정밀도, 연산 부하(Workload) 유형을 표준화하는 것이 급선무다. 둘째, 신뢰성 및 기능 안전성(Functional Safety) 요건 마련이다. 자율주행이나 의료기기처럼 생명과 직결된 분야에 탑재되는 AI 칩은 고온이나 방사선 등 극한 환경에서의 오동작 방지 기준이 필수적으로 정립되어야 한다. 셋째, 에너지 효율 표준화다. 전력 대비 연산 성능(TOPS/Watt) 지표가 표준화되면, 글로벌 탄소중립 규제 흐름과 맞물려 강력한 무역 기술 장벽으로 작용할 가능성이 크다.

정책적으로는 국가 R&D와 국제표준화 사이의 시차를 줄이는 '표준 선도형 R&D 연계 체계'가 시급하다. 국가기술표준원과 산업부가 유기적으로 협력하여, AI 반도체 분야의 국제표준 신규 작업 항목(NP)을 제출하는 기업 및 기관에 신속 지원 프로세스를 제공해야 한다. 아울러 국내 핵심 전문가 풀을 IEC 작업반(WG)에 집중 배치하고 지속적인 활동을 지원하는 제도적 초석을 지금 마련해야 한다.

한국은 시스템 반도체 분야에서 글로벌 격차가 존재한다는 평가를 받는다. 격차를 줄이기 위해 제품 개발 단계부터 표준화 활동을 병행하는 표준 연계형 R&D가 왜 중요하며, 이를 통해 얻을 수 있는 실익은 무엇인가?

메모리 반도체 시장에서 우리가 세계 1위 지위를 공고히 한 배경에는 JEDEC 등 국제표준화 활동에 대한 선제적 참여가 있었다. 차세대 DRAM과 NAND 플래시의 핵심 인터페이스 표준이 국내 기업들의 기술을 기반으로 제정되었기에, 경쟁사들이 우리 규격을 뒤따라오는 선순환 구조가 자연스럽게 형성될 수 있었다. 반면 파운드리, 팹리스(설계), OSAT(후공정)가 철저히 분업화된 시스템 반도체 생태계에서는 인터페이스 표준을 선점하는 주체가 생태계 전체의 중심축을 흔들다. 현재 RISC-V 기반 프로세서, 차량용 MCU, 통신용 RFIC 등에서 국내 팹리스 기업들이 고전하는 근본적인 원인 중 하나는, 자사 기술을 글로벌 표준과 연동시키지 못해 생태계의 네트워크 효과를 누리지 못하고 있기 때문이다.

표준 연계형 R&D의 핵심은 기업의 제품 개발 로드맵과 국제기구의 표준화 로드맵을 동기화하는 것이다. 예컨대 차량용 SiC MOSFET 드라이버 IC를 개발하는 동시에 IEC/TC 47 관련 WG에 국내 전문가를 참여시키면, 우리 제품의 설계 파라미터(기준 수치)를 국제표준안에 직접 반영할 수 있게 된다. 이는 글로벌 완성차 업체들이 한국 기업의 제품을 기준으로 시스템 설계 검증을 진행하도록 만드는 결과로 이어진다. 결국 R&D-표준 연계는 후발 주자로서의 시장진입 장벽과 초기 비용을 획기적으로 낮추고, 글로벌 시스템 반도체 시장에서 선도 기업으로 도약할 수 있는 가장 확실하고 비용 효율적인 전략이다.

무어의 법칙 한계를 극복하기 위한 칩렛(Chiplet) 기술과 첨단 패키징 표준화 주도권 경쟁이 치열하다. 우리 기업들이 이 기술적 변곡점에서 길을 잃지 않으려면 어떤 준비가 필요한가?

칩렛 표준화는 현재 글로벌 반도체 업계에서 가장 치열한 영토 전쟁이 벌어지는 최전선이다. 인텔 중심의 UCle(Universal Chiplet Interconnect Express)를 비롯해 AMD의 OMNI-DIE, TSMC 주도의 CoWoS 생태계 등이 각자의 기술 방향성을 세계 규격으로 안착시키기 위해 경쟁하고 있다. IEC/TC 47 역시 첨단 패키지의 신뢰성 시험방법, 열 저항 측정, 기계적 응력 평가 등의 표준화 작업을 긴박하게 진행 중이다. 이 거대한 변곡점에서 대한민국 반도체 산업이 주도권을 잃지 않기 위해서는 세 가지 실행 전략이 시급하다.

첫째, 다이 간 인터페이스(Die-to-Die Interface) 표준의 주도적 참여다. 삼성전자와 SK하이닉스가 글로벌 칩렛 컨소시엄인 UCle에 참여하고 있으나, 단순한 규격 준수자를 넘어 독자적인 기술 규격을 제안하고 관철할 수 있는 영향력을 확보해야 한다. 둘째, 국내 후공정 기술 자산의 표준화 연계다. 한국이 강점을 가진 패키지 재배선층(RDL) 및 실리콘 인터포저 분야의 제조 노하우를 표준 기여로 연결해야 한다. 셋째, 산·학·연 협력을 통한 선제적인 정보 채널 구축이다. 학계와 연구기관이 IEC/TC 47의 첨단 패키징 작업반(WG)에 전방위로 참여하여, 글로벌 표준의 흐름을 실시간으로 국내 산업계에 전파하는 안테나 역할을 수행해야 한다. 기술 변화의 속도가 극도로 빨라진 지금, 3년 뒤에 완성될 표준을 오늘 먼저 설계하는 장기적이고 전략적인 시야가 어느 때보다 요구되는 시점이다.

미·중 반도체 패권 경쟁 속에서 표준이 장벽으로 활용되고 있다. 이러한 불확실성 속에서 한국이 IEC 내 리더십을 유지하며 목소리를 낼 수 있는 최선의 표준 외교 전략은 무엇인가?

미·중 기술 패권 경쟁이 표준화 영역으로 확산되면서 국제표준화기구 회의장은 소리 없는 기술 외교의 격전지가

되었다. 중국은 다양한 위원회에서 의장직과 간사직을 공격적으로 확보하고 있으며, 미국은 수출통제법과 연계하여 특정 핵심 기술의 표준 논의 참여 자체를 제한하려는 움직임을 보이고 있다. 고래 싸움에 끼인 형국이지만, 한국은 도리어 차별화된 전략적 포지셔닝을 구축해야 한다. 가장 현실적이고 강력한 방안은 ‘기술 신뢰 중재자(Trusted Technical Broker)’ 역할이다.

한국은 글로벌 반도체 공급망에서 미국, 유럽, 일본뿐만 아니라 아시아 전역과 우호적인 관계를 유지하면서 동시에 독보적인 제조 역량을 보유한 국가다. 이러한 특수성을 살려 IEC/TC 47 간사국으로서 기술적 중립성을 유지하고, 참여한 대립 속에서 회의 안건 설정과 의제 조율을 주도하는 신뢰받는 조정자 위치를 공고히 해야 한다. 이러한 외교력의 원천은 결국 기술적 신뢰성에서 나온다. 국내 기업과 연구기관이 글로벌 기술 트렌드를 선도하며 표준 기여도를 꾸준히 높여갈 때 비로소 국제 무대에서의 발언권도 힘을 얻는다. 더불어 외교부, 산업부, 국표원 간의 표준 외교 협력체계를 정례화하는 것도 필요하다. 국제표준 회의에서 확보한 정보와 네트워크가 국가 통상협상 전략에 실질적으로 반영되고 활용될 수 있도록 범부처 차원의 유기적인 거버넌스를 구축하는 것이 시급하다.

한국은 IEC/TC 47 분야에서 세계적인 영향력을 인정받고 있다. 우리 전문가들의 노력을 통해 국내 기술이 국제 표준으로 채택되어 산업계에 긍정적인 파급효과를 주었던 대표적인 성과를 소개해달라.

가장 대표적인 성과로 직접 주도했던 뉴로모픽 반도체(Neuromorphic Semiconductor) 분야의 국제표준화 활동을 꼽고 싶다. 뉴로모픽 반도체는 인간 두뇌의 신경세포 정보처리 방식을 모사해 인지·학습·추론을 구현하는 차세대 인공지능 소자다. 미국(IBM, 인텔, 퀄컴), 유럽, 일본, 중국 등 글로벌 기술 강국들이 초기 주도권을 잡기 위해 치열하게 경쟁하던 와중에, 한국은 선제적인 표준화 활동으로 의미 있는 이정표를 세웠다. 국가기술표준원의 전폭적인 지원을 바탕으로, 한국은 IEC/TC 47에서 선형성, 가소성, 비대칭성 등 뉴로모픽 소자의 핵심 특성 평가에 관한 표준 문서 개발을 주도했다. 나아가 글로벌 표준화 로드맵 수립 과정에서도 중심축 역할을 수행했다.

가장 결정적인 쾌거는 TC 내에 뉴로모픽 소자를 전담하는 WG 신설을 주도하고, 한국이 초대 의장국 지위를 확보한 것이다. 국제표준화기구에서 신설 작업반의 의장직을 맡았다는 것은, 단순히 회의에 참여하는 수준을 넘어 해당 기술 분야의 국제표준 방향성과 의제 자체를 우리가 직접 설정할 수 있는 위치에 섰음을 의미한다. 이러한 표준화 선점의 실익은 고스란히 국내 산업계로 이어진다. 미래 AI 반도체의 성능 평가 기준이 국내 기술을 기반으로 정의됨에 따라, 우리 기업들은 향후 소자·모듈 구조 표준화와 시험 평가방법 개발, 표준특허 연계 등 전 과정에서 독보적인 선도자 위치를 굳힐 수 있게 되었다. 글로벌 표준 전쟁의 최전선에서 거둔 이 성과는 한국이 차세대 AI 반도체 시장의 기술 추격자에서 선도자로 완벽히 전환했음을 증명하는 핵심 사례다.

반도체 표준화는 정부, 학계, 연구기관의 협업이 필수적이다. 국내에서 성공적이라고 평가하는 협력 모델과, 향후 더 강화되어야 할 부분은 무엇인가?

현재 국내에서 가장 실효성 있는 모델로는 국가기술표준원 주관의 ‘국제표준화 전문가 파견 지원 사업’을 꼽을 수 있다. 글로벌 표준 회의에 독자적으로 참여하기 어려운 중소·중견기업에 정부가 비용을 지원하고, 학계와 연구기관의 전문가가 기술 자문으로 결합하는 형태다. 최근에는 한국전자통신연구원(ETRI), 한국전기연구원(KERI), 한국생산기술연구원(KITECH) 등 주요 정부출연연구기관이 산업계와 공동으로 표준 기고서를 작성하고 회의에 동행하는 수준으로



교육과정에 '반도체 표준화' 과목 신설이 필요하다. 국제표준 메커니즘을 이해하고 기술 외교 무대에서 활약할 수 있는 차세대 엔지니어를 길러내는 것이 중장기적으로 강력한 국가 경쟁력의 원천이 되기 때문이다. 셋째, 산·학·연·관 상시 소통 채널 구축이다. 일회성 행사에 그치지 않고 기업, 대학, 정부가 참여하는 '반도체 표준화 전략 협의체'를 최소 반기별로 정례화해야 한다. 이를 통해 급변하는 국제표준 동향을 실시간으로 공유하고, 국가 차원의 일관된 대응 방향을 정밀하게 조율하는 상시 채널이 가동해야 한다.

글로벌 표준화 활동은 대기업의 전유물처럼 느껴지기도 한다. 국내 소재·부품·장비 중소·중견기업이 표준개발 단계부터 참여할 때 얻을 수 있는 실익과, 이를 위해 갖춰야 할 역량은 무엇인가?

소부장 중소·중견기업의 표준화 참여는 대기업보다 오히려 투자 대비 효과(ROI)가 훨씬 높다. 대기업은 광범위한 제품 라인업으로 표준화의 효과가 분산되지만, 특정 틈새시장에 집중하는 전문 기업은 해당 영역의 표준을 장악함으로써 독점적 지위를 누릴 수 있기 때문이다. 예컨대, 반도체 세정 공정용 소재를 공급하는 중소기업이 IEC의 관련 시험·평가 표준을 주도한다면, 자사 제품의 독자적인 물성 특성이 곧 글로벌 평가 기준이 된다. 이는 후발 경쟁사들의 시장 진입을 원천 차단하는 가장 강력하고 합법적인 기술 장벽이자, 자사 기술을 중심으로 생태계를 재편하는 독립적 경쟁력을 확보하게 되는 것이다.

이러한 도약을 위해 중소기업이 가장 먼저 길러야 할 체력은 '표준 문해력(Standards Literacy)'이다. 자사의 핵심 기술이 국제 표준 기구의 어떤 위원회와 연결되는지 정확히 파악하고, 해당 WG의 진행 문건(Work Programme)을 실시간으로 모니터링하며, 필요시 의견서(Comment)나 기고서(Contribution)를 제출해 자사 의견을 반영하는 실무 역량을 말한다. 국제 무대가 처음에는 낯설고 막막할 수 있지만, 국표원이나 한국표준협회 등이 운영하는 맞춤형 표준화 교육 및 컨설팅 프로그램을 적극 활용하면 단기간 내에 실질적인 외교 체력을 다질 수 있다. 단순히 표준을 따르는 기업에 머물 것인가, 아니면 시장의 규칙을 정의하는 표준을 만드는 기업으로 도약할 것인가. 이 선택이 글로벌 소부장 기업으로 성장하는 가장 결정적인 분기점이다.

발전하며 현장에서 큰 시너지를 내고 있다.

그러나 글로벌 기술 패권 경쟁에서 더욱 유의미한 성과를 거두기 위해서는 제도적 보완과 상시 협력체계 강화가 시급하다. 첫째, 표준화와 특허(IP) 전략의 고도화된 연계다. 글로벌 선도 기업들은 자사 기술을 표준에 반영해 막대한 기술 로열티를 벌어들이는 표준특허(SEP) 전략을 구사하고 있다. 반면 국내는 표준 제정과 특허 확보를 통합적으로 관리하는 범부처 차원의 컨트롤 타워와 지원 체계가 여전히 미흡한 실정이다. 둘째, 표준화 전문 인재 양성이다. 이공계 대학원 정규

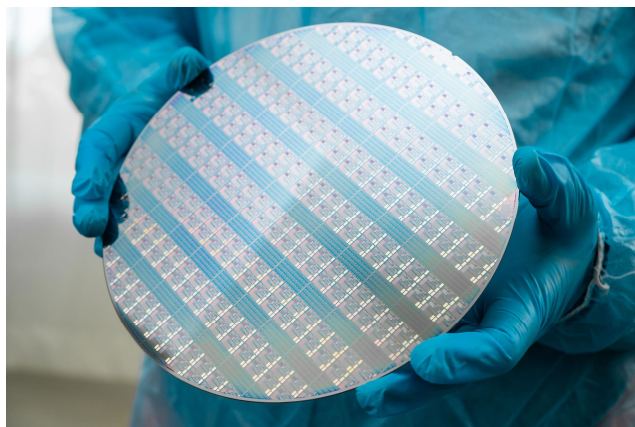
마지막으로 보이지 않는 곳에서 표준이라는 기술 지도를 그려나가고 있는 반도체 산업계와 학계 종사자들에게, 왜 지금 다시 한번 표준에 주목해야 하는지 당부의 한 말씀 부탁한다.

우리는 지금 반도체 산업 역사상 전례 없는 거대한 전환점에 서 있다. 인공지능(AI), 차세대 모빌리티, 양자컴퓨팅, 6G 통신이 동시에 부상하면서 글로벌 반도체 표준의 빈자리가 그 어느 때보다 넓게 열려 있다. 역설적이게도 이 거대한 공백이 우리에게 가장 강력한 기회다. 이미 확립된 글로벌 규격을 고통스럽게 추격해야 하는 입장에서 벗어나, 백지 위에서 대한민국이 원하는 기준을 세계에 제안할 수 있는 골든타임이 바로 지금이기 때문이다.

표준화 활동은 당장 눈앞의 가시적인 성과나 단기 매출을 보장하지 않는다. 그러나 10년 뒤 우리 반도체 기업들이 글로벌 공급망의 중심축을 지배할지, 아니면 주변부로 밀려날지는 지금 이 순간 표준 회의장에서 우리가 어떤 기여를 했느냐에 따라 완전히 갈린다. IEC/TC 47 현장에서 목격한 진리는 명확하다. 끊임없이 기술 기여를 이어가며 회의장을 지킨 국가와 기업이 결국 그 기술 생태계의 주인이 되었다는 사실이다. 산업계의 엔지니어, 학계의 연구자, 정부의 정책 입안자 모두가 각자의 자리에서 표준이라는 기술 외교의 주역으로 동참해 주기를 당부한다. 지금 우리가 국제표준 회의장에서 목소리를 내지 않는다면, 타국의 경쟁자들이 우리 산업의 미래와 생존 기준을 정하게 될 것이다. 대한민국 반도체의 미래는 공장 안에서만 만들어지는 것이 아니라 표준 문서의 단 한 줄, 단 한 페이지 위에서도 함께 만들어진다.



첨단 패키징부터 뉴로모픽·바이오까지 반도체 글로벌 패권은 표준이 결정한다



반도체 미세화 공정이 한계에 직면하면서 글로벌 기술 패권 경쟁의 중심축이 후공정인 첨단 패키징과 이종 산업 융합 기술로 이동하고 있다. 무역 안보와 직결되는 글로벌 시장에서 핵심 기술의 규격을 선점하는 표준화는 곧 시장 지배력을 의미한다. 세계 메모리 시장을 주도하고 있는 대한민국은 국가기술표준원을 중심으로 차세대 반도체 국제표준화 로드맵을 가동했다. 국제표준화기구(IEC) 간사국을 넘어 민간 주도의 사실상 표준(JEDEC·SEMI) 영토까지 주도하겠다는 대한민국의 표준 전략을 살펴본다.

반도체 영토 전쟁, 왜 지금 표준인가

반도체는 현대 산업의 핵심이다. '산업의 쌀'을 넘어 국가 경제 안보와 밀접한 관련성을 가진 최전선 무기가 되었다. 디지털 전환 시대의 반도체는 산업과 인간 사회를 연결하고 움직여 세상을 바꾸는 중심축이다. 자율주행차, 5G 이동통신, 인공지능(AI), 양자컴퓨팅 등 첨단 기술 산업의 주도권 확보에 있어서 반도체는 핵심 기반산업이다. 글로벌 자동차 산업의 구조적 변곡점과 무역 질서 재편이 맞물린 현재, 기술 주도권 싸움은 더욱 치열해졌다. 단순한 기술 개발만으로는 시장을 지배할 수 없다. 진정한 승자는 기술의 공용 언어인 표준을 선점하는 국가다.

표준은 무역의 핵심 규격으로 작동한다. 표준을 장악하면 글로벌 사양 정합 비용을 대폭 줄일 수 있다. 중복 시험에 따른 기업의 부담도 사라진다. 기술 장벽을 세워 후발 주자의 진입을 막는 거대한 성벽이 되기도 한다. 과거 WTO 체제하에서는 IEC와 같은 공적 국제표준화기구가 무역의 공통언어로 작동하며 시장을 주도했다. 그러나 최근에는 달라졌다. 국제반도체장비재료협회(SEMI)나 국제반도체표준협의회(JEDEC) 같은 단체가 주도하는 '사실상 표준(De facto Standard)'의 영향력이 급격히 확대되고 있다. 대한민국 반도체 산업이 글로벌 리더 자리를 지키려면 이 다원화된 표준화 전쟁터에서 모두 승리해야 한다. 세계 시장의 판도를 바꿀 새로운 표준화 아키텍처 수립이 시급한 시점이다.

패러다임을 바꾸는 최근 반도체 핵심 기술

미세공정 기술이 물리적 한계에 봉착했다. 선 폭을 줄이는 전공정만으로는 집적도를 높이기 어려워졌다. 이에 따라 후공정인 첨단 패키징 기술이 대안으로 부상했다. 반도체 칩들을 수직 또는 수평으로 연결하여 성능을 극대화하는

방식이다.

첨단 패키징의 꽃은 ‘하이브리드 본딩’이다. 기존의 중간 구조물(범프)을 사용하지 않고 웨이퍼 간 직접 접합하는 방식이다. 반도체 금속 배선과 절연체를 동시에 접합한다. 신호 손실을 줄이고 연결 밀도를 높여주는 3차원 패키징 핵심 기술이다. 대한민국은 이 분야에서 표준화를 주도하기 시작했다. 웨이퍼 간 직접 접합 시 발생하는 접합 강도를 객관적으로 평가하는 표준을 제안했다. 접합된 반도체 양쪽에 인장하중을 가해 접합면에서 나타나는 균열의 변화를 측정하는 정밀한 시험 절차와 방법이다.

인공지능(AI) 성능이 고도화되면서 메모리 대역폭 요구가 급격히 증가하고 있다. 프로세서와 메모리 간의 병목 현상을 해결해야 한다. JEDEC을 중심으로 저전력 PIM(Processing-In-Memory) 메모리인 LP-PIM 표준화가 활발히 논의 중이다. 온디바이스 AI 응용을 위해 연산 기능과 메모리를 융합하는 차세대 솔루션 컨셉이다. 동시에 하드웨어 설계를 위한 ‘HBM4’ 기술 표준도 빠르게 정립되고 있다. 회로 및 보드 설계자가 알아야 하는 HBM 내부 블록 구조, 타이밍 다이어그램(Timing Diagram), 입출력 모델(IO Model)의 표준화가 핵심 과제로 다뤄지고 있다.

요동치는 국내외 반도체 시장 동향과 전망

글로벌 반도체 시장은 거대한 불확실성 속에 놓여 있다. 미·중 패권 경쟁이 지속되고 있으며 미국-이란전쟁 등 지정학적 리스크가 공급망을 뒤흔들고 있다. 글로벌 경기 침체와 수요 감소가 겹치면서 시장 규모가 일시적으로 감소하기도 했다. 하지만 AI와 자율주행, 5G 및 IoT 인프라의 확대로 장기적인 우상향 곡선은 뚜렷하다.

메모리 반도체는 전체 반도체 시장의 25% 내외를 차지하며 D램과 낸드가 대표적이다. 대한민국은 이 시장에서 절대적인 지배자다. 세계 시장 점유율 60.9%로 압도적 1위를 유지하고 있다. 2002년부터 메모리 세계 1위에 오른 이후 최강국의 자리를 굳건히 지키는 중이다. 세부적으로는 D램 시장에서 점유율 74.8%를 확보하며 세계 시장을 주도하고 있다. 삼성전자가 1위, SK하이닉스가 2위를 점유하며 미국 마이크론과 함께 90% 이상의 견고한 3사 독과점 체제를 구축했다. 낸드플래시 시장 역시 한국이 과반 이상을 차지한다. 삼성전자가 주도하는 가운데 키옥시아/웨스턴디지, SK그룹, 마이크론이 4개 그룹 경쟁 체제를 형성하고 있다.

시스템 반도체는 전체 반도체 시장의 약 60%에 달하는 거대한 영토다. 메모리의 약 2.5배 수준이다. 주문형 생산 특성으로 수요와 공급이 비교적 안정적인 시장 구조를 가진다. AI, IoT, 자율차, 5G 등 미래 신산업의 핵심 부품이기에 연평균 6.2%의 지속적인 시장 확대가 전망된다. 문제는 대한민국의 초라한 성적표다. 한국의 시스템 반도체 세계 시장 점유율은 2.3% 수준에 불과하다. 대기업들 중심으로 디스플레이 구동칩(DDI), 이미지센서(CIS), 전력반도체(PMIC) 등 일부 품목에만 한정된 경쟁력을 보유하고 있다. 부가가치가 높은 핵심 차량용 반도체 등 유망 분야는 경쟁력이 부족하여 대부분 수입에 의존하는 실정이다.

반면 미국의 경우, 시스템 반도체 세계 시장의 70% 이상을 장악하고 있다. 인텔(CPU), 엔비디아(GPU), 퀄컴(통신칩) 등 글로벌 10대 시스템반도체 기업 중 8개를 보유한 절대 강자다. 기초연구 지원과 기술보호 장벽을 동시에 치고 있다. 유럽(EU) 역시 차량용 반도체(NXP)와 전력 반도체(인피니온) 등 전문 제품 중심으로 약 10% 내외의 글로벌 시장 점유율을 유지한다. 글로벌 탑 5중 3개 기업을 보유한 정도로 차량용 반도체 시장에서 절대 우위를 차지하고 있다. 대만의 경우, 위탁생산(파운드리) 시장에서 TSMC가 점유율 53.4%로 세계 1위를 차지하고 있는 가운데, 미디어텍 등 세계적 수준의 팹리스(설계) 기업을 다수 보유했으며 팹리스와 파운드리 간의 유기적 협력체계를 완비했다는 평가를

받는다. 한편, 중국은 거대한 내수 시장과 정부의 적극적인 지원을 바탕으로 설계 기업 수가 급증하며 급속히 성장했다. 그러나 최근 미국의 제재 강화로 매출이 급감하며 글로벌 점유율은 다소 하락하였다.

국제표준화기구의 움직임과 중국의 부상

공적 국제표준의 중심축은 국제전기기술위원회(IEC)의 반도체소자 기술위원회인 TC 47이다. 대한민국은 이 중요한 기술위원회의 간사국 지위를 확보하고 있다. 16개의 P멤버(정회원국)와 19개의 O멤버(참관국)가 참여해 총성 없는 규격 전쟁을 치르는 곳이다(2024년 기준).

IEC/TC 47은 4개의 세부 분과위원회(SC)와 작업그룹(WG)을 통해 글로벌 반도체 표준 규격을 촘촘하게 짜 내려가고 있다. 그중 TC 47은 용어 정립과 환경·기계적 시험방법을 다룬다. 웨이퍼 레벨 신뢰성(WG 5), 에너지 하베스팅 기술(WG 7), 전력용 시스템반도체(WG 8) 등을 직접 관장한다. SC 47A(집적회로)에서는 전자기기 및 시스템반도체 관련 국제표준을 포함하며, EMC 모델링과 측정 기술, 하이브리드 IC 등을 표준화한다. SC 47D(반도체 패키징)는 마이크로 전자 패키지의 기계적 외형 제도 치수 공차, 고온 검사용 소켓 측정 절차 등 물리적 규격을 규정한다. SC 47E(개별 반도체 소자)는 자동차와 가전에 쓰이는 반도체 센서, 마이크로파 소자, 전력 소자, 광전 소자(LED, 레이저 다이오드)의 필수 정격 및 특성 측정법을 만든다. SC 47F(MEMS)에서는 초소형 가속도·압력 센서류 마이크로 전자기계 장치의 용어, 재료 특성 측정 및 소형 패키징 신뢰성 시험방법 국제표준을 개발하고 있다.

최근 국제표준화 무대의 주요 표준기술로는 반도체 EMC 측정방법, 센서, 유연 반도체, MEMS, 에너지 하베스팅 관련 기술 등이 다뤄지고 있다. 부품 제조 수율 및 단가와 직결되는 성능평가 규격을 자국 기업에 유리하게 가져가려는 국가 간 신경전이 치열하다. 주요 참여국은 미국, 일본, 독일, 한국 등 반도체 선도국들이며, 최근에는 중국이 활동 및 참여를 적극적으로 늘리고 있어 위기감이 고조되고 있다.

반도체 표준화 대응 현황 및 주요 이슈

대한민국은 세계 메모리 반도체 최강국의 자리를 굳건히 유지하기 위해 민관 합동 대응 태세를 고도화하고 있다. 국가기술표준원을 중심으로 산·학·연 전문가들이 역량을 결집했다. 국내 반도체 전문위원회를 상시 가동해 IEC/TC 47 회의의 현안을 검토하고 대응방안을 마련하고 있다. 전문성을 극대화하기 위해 성능평가·응용기술, 집적회로·패키징 기술, 개별 반도체 소자, MEMS 등 4대 분야의 표준기술 연구조직을 두어 세부 아이টে임을 도출한다.

나아가 반도체 산업 전반의 표준 선도를 위해 '반도체 표준화 포럼'을 발족하여 운영 중이다. 포럼 산하에 반도체소자, 첨단패키징, 반도체 공정·장비 등 3개 분과위원회를 두고 산업계 수요가 높은 JEDEC, SEMI 등 사실상 표준화 기구와의 공동 포럼 개최 등 협력을 강화하고 있다.

최근 우리나라는 국내 중소·중견기업의 기술을 반영한 반도체 첨단패키징 및 소부장 분야에서 굵직한 국제표준 제안 성과를 냈다. 첨단 패키징 분야의 핵심인 하이브리드 본딩 강도 평가 방법과 고전압 전기차 분야용 전력반도체 웨이퍼 다이싱 정밀도 평가방법 규격을 제안했다. 국내 중소기업이 국산화에 성공한 차세대 핵심 장비 데이터를 기반으로 EUV 펄스폭 투과도 검사법(CD단계), 차세대 디스플레이 구현을 위한 마이크로LED 품질 검사법(CD단계), UV 활용 웨이퍼 검사법 등을 연이어 국제 무대에 안착시켰다.

우려되는 부분도 존재한다. 반도체 공정·장비 분야는 세계 시장에서 독일, 일본 등 외산 기업의 점유율이 압도적으로

높다. 이로 인해 국내 기업의 시장 진출이 극히 어려운 구조적 한계가 존재한다. 또한, 시스템 반도체 분야는 CPU, AP 등 다품종 맞춤형 산업으로 우수한 설계 인력과 기술이 핵심이지만 고가의 설계·검증 툴, 반도체 설계자산(IP) 확보 등 기술 인프라가 필요하여 자본력이 영세한 중소기업에 높은 진입장벽이 되고 있다. 아울러 JEDEC이나 SEMI 같은 민간 중심의 사실상 표준 기구의 영향력이 확대되고 있는 가운데, 국내 대기업 외에 중소·중견 기업들이 이러한 글로벌 사실상 표준화 기구에 주도적으로 참여할 수 있는 전문 인력과 기반이 부족한 실정이다.

정부는 국내 기업의 글로벌 수출을 지원하기 위해 치밀한 차세대 반도체 표준화 로드맵을 수립해 실행하고 있다. 기술 패러다임 변화에 발맞춘 5대 중점 표준화 영역이 핵심 전략이다. 국내 중소·중견 기업의 기술을 반영해 우선순위가 높은 국제표준을 조기 제안하고 있으며, 오는 2031년까지 총 39건의 전방위 차세대 반도체 국제표준을 확보한다는 로드맵을 세웠다. 이를 위해 중소·중견기업의 표준화 관심도 제고를 위한 표준기술 활용 설명회와 반도체 표준화 포럼을 지속적으로 개최하여 기업 표준화 기반을 강화하고자 한다.

대한민국 반도체 강국 사수를 위한 추진 방향

전 세계의 반도체 기술 패권 전쟁은 타협이 없는 제로섬 게임이다. 제조 역량 1위에 안주하다가는 순식간에 글로벌 표준 규격에서 외면받아 시장에서 고립될 수 있다. 미래 시장을 주도하기 위해 대한민국이 나아가야 할 방향을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 공적 표준과 사실상 표준의 ‘투트랙’ 전략이다. 우리나라는 IEC/TC 47 간사국으로서 공적 표준 무대에서 강력한 영향력을 쥐고 있다. 이를 레버리지 삼아 세계 시장을 실질적으로 움직이는 JEDEC(메모리 규격)과 SEMI(공정 장비) 등 사실상 표준화기구로 진격해야 한다. 대기업뿐만 아니라 유망 팹리스, 소부장 기업들이 사실상 표준화기구에 주도적으로 참여하도록 글로벌 포럼 공동 개최 등 민관 차원의 기술 교류와 지원을 확대해야 한다. 미국과의 ‘한·미 표준포럼’을 고도화해 공동 표준안을 상호 개발하는 동맹 관계도 공고히 다져야 한다.

둘째, 국내 개발 기술 기반의 객관적 성능평가 표준 정립이다. 국내 중소기업이 우수한 장비나 공정 기술을 개발해도 객관적인 평가 방법이 없으면 글로벌 시장 진출이 어렵다. 대한민국 기업이 개발 중인 장비와 부품 데이터를 기반으로 성능평가 가이드라인과 절차를 선제적으로 만드는 일에 집중해야 한다. EUV 펄리클 투과도 검사법이나 마이크로LED 품질 검사법의 성공 사례처럼, 우리 기술의 우수성을 입증할 객관적인 검사 방법을 신속히 국제표준화하여 국내 소부장 기업들의 수출 장벽을 허물어야 한다.

셋째, 우수 설계 인력 양성과 제도적 인큐베이팅이다. 반도체 표준화는 고도의 기술 인프라, 특히 설계 자산(IP) 확보 능력을 갖추고 국제기구에서 기술 협상력을 발휘할 수 있는 우수한 설계 인력과 전문 기술자가 필요하다. 대학과 연구기관, 기업이 연계하여 실무 능력을 갖춘 반도체 전문 인력을 양성해야 한다. 아울러 국제표준 개발 WG에 참여하는 국내 전문가들의 인큐베이팅 활동을 적극적으로 지원하고, 제도적 보상과 인프라를 확충하는 정책적 뒷받침이 필수적이다.

반도체 전쟁의 패러다임은 얼마나 미세하게 만드느냐에서 누가 정한 규격과 검사법으로 후공정을 처리하느냐로 이동했다. 표준을 확보하는 것은 미래 시장의 영토를 넓히는 일과 같다. 대한민국이 다져놓은 세계 최고 수준의 메모리 반도체 역량과 앞선 첨단 패키징, 공정 장비 기술력을 바탕으로 글로벌 표준 규격을 주도해 나갈 때, 우리는 다가올 인공지능과 차세대 첨단산업 시대의 진정한 글로벌 룰 메이커로 우뚝 설 수 있을 것이다.

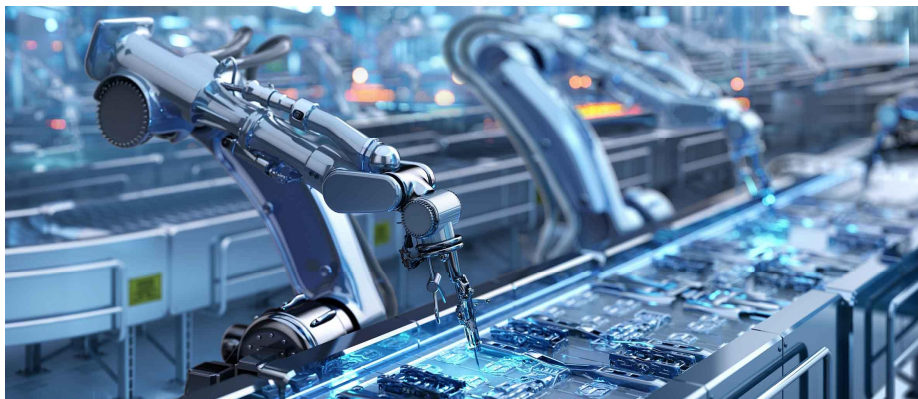
III

국제표준 플러스



국제표준화기구 동향

산업 자동화 분야의 AI 로봇



제조업에서 로봇 공학과 자동화를 구동하기 위해 인공지능을 사용하는 기술은 빠르게 진화하며 생산성을 높이고 가동 중단 시간을 줄이고 있다. 하지만 많은 과제가 남아 있으며, 표준은 이에 도움을 줄 수 있다.

로봇이 산업 생산을 변화시키고 있다는 점에는 의심의 여지가 없다. 전 세계 공장에는 약 470만 대의 산업용 로봇이 가동 중인 것으로 추산되며, 이들은 용접 및 조립, 주문 피킹 및 포장, 유지보수 및 품질 관리와 같은 다양한 업무를 수행하고 있다. AI의 주입은 로봇의 성장을 가속화할 뿐만 아니라 단순 작업에서 복잡한 작업으로의 전환을 가능하게 하며, 인간과의 더 큰 협업을 가능하게 한다. 머신러닝 알고리즘, 자연어 처리, 딥러닝, 그리고 추론 모델의 최신 혁신과 같은 기술들은 로봇이 더욱 자율적이고 지능적으로 변하도록 돕는다. 나아가 기술 기업들은 로봇이 공장에 투입되기 전 시뮬레이션 환경에서 교육할 수 있는 소프트웨어에 투자를 늘리는 중이다.

지각, 계획 및 실행

엔비디아의 로봇 공학 제품 마케팅 책임자인 아킬 도카(Akhil Doca)에 따르면, AI 구동 산업용 로봇은 세 가지 다른 작업을 수행한다. 첫 번째 지각, 두 번째 계획, 세 번째 실행이다. 센서와 카메라는 엣지 또는 데이터 센터 하드웨어에서 실행되는 딥러닝 모델에 데이터를 공급한다. 이 모델들은 물체 감지, 세분화, 포즈 추정 등의 지각을 처리하여 로봇이 무엇을 보고 사물이 어디에 있는지 이해하게 한다. 그 후 계획 및 제어 알고리즘이 어떻게 이동(주행, 피킹, 분류, 배치)할지 결정하고 로봇에 명령을 보낸다. 점차 이러한 행동의 상당 부분은 실제 공장을 모방한 시뮬레이션 환경에서 학습 및 테스트되는데, 이를 통해 로봇이 현장에 배치될 때 이미 소프트웨어에서 검증된 상태가 된다. 이러한

‘심투리얼(sim-to-real)’ 접근 방식은 리스크를 줄이고 배포 속도를 높이는 동시에 서로 다른 지역의 팀들이 동일한 가상 환경에서 협업할 수 있게 해준다.

신뢰의 필요성과 표준이 돕는 방법

로봇이 점점 더 자율화됨에 따라 위험성도 커진다. 오류나 오작동이 심각한 결과를 초래할 수 있기 때문이다. 이전까지 AI 데이터의 오류는 소프트웨어의 문제로 남아 있었다. 하지만 물리적 AI를 사용하면 오류는 물리적 문제가 된다. 데이터의 품질과 무결성을 보장하는 것이 무엇보다 중요하며, 사람이 로봇과 협업하는 곳에서는 인간의 안전을 보장하기 위한 조치가 마련되어야 한다.

이를 지원하기 위해 여러 간행물이 개발되었다. 기술 보고서 ISO/IEC TR 5469는 AI 기술의 특성, 기능 안전 리스크 요인, 가용 기능 안전 방법 및 잠재적 제약 조건에 대한 인식을 제고함으로써 AI 기술을 활용한 안전 관련 시스템 개발의 길을 열어준다. 이는 현재 개발 중인 기술 사양인 ISO/IEC TS 22440의 기초가 되며, 더 자세한 지침과 요구사항을 제공할 예정이다. 두 표준은 AI를 위한 ISO/IEC 위원회인 SC 42의 AI 전문 지식과 IEC 61508 기능 안전 시리즈를 담당하는 소위원회인 IEC TC 65/SC 65A의 기능 안전 전문 지식을 결합한 새로운 합동 작업 그룹(JWG 4)의 관할 하에 있다. IEC TC 65는 산업 자동화를 위한 기술 위원회이다. 동일한 합동 작업 그룹은 AI 시스템의 불확실성을 계산하기 위한 기술 사양인 ISO/IEC TS 25223도 작업 중이다. 추가로, 산업용 로봇 설계 및 통합을 규정하는 ISO 10218-1/2와 협동 로봇을 다루는 ISO/TS 15066 등 이 분야에는 여러 ISO 표준도 존재한다.

산업 자동화에서의 에이전트

기타 TC 65 활동으로는 산업용 에이전트 및 멀티 에이전트 시스템, 스마트 제조, 예방 정비 및 배치(batch) 처리 시스템에서의 AI 적용 분야의 새로운 자문 및 작업 그룹이 있다. 새롭게 형성된 IEC TC 65 WG 31은 기본 사항(Part 1)부터 시작하여 산업 자동화 분야의 에이전트에 관한 IEC 63718 시리즈를 출시했다. 이는 엔지니어링 방법, 추론 능력, 품질 측정 등으로 확장될 예정이다. WG 31은 소프트웨어 전용 및 소프트웨어/하드웨어 결합 아키텍처를 포괄하여 자율 산업용 에이전트 및 멀티 에이전트 시스템에 대한 글로벌 표준을 개발할 권한을 부여받았다.

사이버 보안 시스템 및 적합성 평가

모든 AI 시스템이 안전하게 유지되고 프라이버시 및 윤리 등의 측면을 고려하도록 하려면 효과적인 거버넌스가 필수적이다. ISO/IEC 42001은 조직이 AI 관리 시스템을 수립, 구현, 유지 및 지속적으로 개선하기 위한 지침을 통해 AI 시스템을 책임감 있게 개발, 제공 또는 사용할 수 있도록 돕는다. 이는 인증도 가능하며, 요구사항이 올바르게 구현되었음을 정부와 이해관계자들에게 안심시켜 줄 수 있다.

산업 자동화에서는 사이버 보안도 고려해야 하며, 특히 전문가들은 로봇이 해커의 차세대 핵심 표적이 될 수 있다고 경고한다. IEC 62443 시리즈는 산업 자동화 및 제어 시스템의 사이버 보안을 위한 선도적인 국제 표준으로 유지되고 있으며, AI 시스템에 대한 보안 위협 및 침해를 다루기 위한 지침을 제공할 차기 표준인 ISO/IEC FDIS 27090과 결합될 예정이다.

출처 : IEC 홈페이지 e-tech «AI robots in industrial automation»

양자 사이버 보안 위협에 대비하는 방법



구글은 최근 ‘Q-데이(Q-Day)’ 도래 시점 예측을 2031년에서 2029년으로 앞당겼다. Q-데이란 양자 컴퓨팅이 대부분의 암호화 알고리즘을 해독할 만큼 강력해지는 시점을 의미한다.

현재 우리는 메시지 전송, 온라인 banking부터 국가 방위 시스템에 이르기까지 대부분의 정보를 ‘공개 키 암호화 시스템’으로 보호하고 있다. 이 시스템은 사용자에게 두 개의 키를 부여하는 방식으로 작동한다. 하나는 모든 사람과 공유하는 공개 키(public key)이고, 다른 하나는 본인만 보유하는 개인 키(private key)다.

발신자는 수신자의 공개 키로 메시지를 암호화하며, 수신자만이 자신의 개인 키로 이를 해독할 수 있다. 공개 키가 누구에게나 공개되어 있더라도, 암호화에 사용되는 수가 충분히 크기 때문에 해커들이 쉽게 접근하지 못한다. 암호화된 데이터를 열람하려면 해커는 그 큰 수를 두 개의 소수(prime number)로 분해해야 한다. 이 두 소수를 곱하면 원래의 큰 수가 된다. 그러나 오늘날의 컴퓨터로는 이 작업을 수행하는 것이 사실상 불가능하다.

이론적으로, 양자 컴퓨터는 ‘쇼어 알고리즘(Shor’s algorithm)’을 활용해 이러한 암호화를 해독할 수 있다. 다만 현재의 양자 컴퓨터는 아직 충분한 성능을 갖추지 못했고 오류 발생률도 높다. 그러나 이러한 상황은 빠르게 변화하고 있다.

구글이 Q-데이 예측 시점을 2029년으로 앞당긴 것은 오류 정정 기술의 획기적인 발전과, 더 적은 수의 큐비트(Qubit)로 암호화를 해독할 수 있는 효율적인 알고리즘 덕분이다. 이러한 기술적 진보는 양자 컴퓨터가 기존 보안 프로토콜을 무력화할 수 있는 수준에 도달하는 시기가 연구자들의 기존 예상보다 훨씬 앞당겨질 것임을 시사한다.

양자 암호화

암호학자들은 더 높은 보안 수준을 달성하기 위해 양자역학의 법칙에도 주목하고 있다. 양자 암호화(Quantum Cryptography)는 양자 컴퓨팅과 마찬가지로 양자 입자의 거동 원리에 기반한다.

예를 들어, '양자 키 분배(QKD, Quantum Key Distribution)' 방식은 빛 입자의 특성을 이용해 메시지를 암호화한다. 해커가 키를 해독하려면 반드시 입자를 측정해야 하는데, 측정하는 행위 자체가 입자의 거동을 변화시켜 오류를 유발하고 보안 경보를 작동시킨다. 이는 '슈뢰딩거의 고양이'와 같은 원리로, 해커가 데이터를 열람했다는 사실을 숨기는 것을 원천적으로 불가능하게 만든다. 양자 암호화는 양자 컴퓨터로도 해독할 수 없다.

국제표준의 역할

ISO/IEC 23837-1과 ISO/IEC 23837-2는 QKD 시스템의 보안과 관련된 국제 표준이다. ISO/IEC 23837-1은 QKD 모듈의 보안 평가를 위한 일반 프레임워크를 규정한다. 이 표준은 QKD 시스템의 기존 네트워크 구성 요소와 양자 광학 구성 요소 모두에 적용되는 공통 보안 기능 요구사항의 기준을 제시한다. 또한 QKD 프로토콜의 전반적인 구현 방식을 명시하고, QKD 모듈이 운용 환경에서 직면할 수 있는 잠재적 보안 문제를 분석한다. ISO/IEC 23837-2는 QKD 시스템의 보안 평가를 위한 시험 및 평가 방법에 초점을 맞춘다. 이 표준은 QKD 프로토콜, 양자 광학 구성 요소, 기존 네트워크 구성 요소의 보안 기능 요구사항을 검증하는 데 필요한 평가 활동을 기술한다.

이 두 표준은 ISO와 IEC가 공동으로 운영하는 기술위원회인 JTC 1/SC 27에서 개발되었다. SC 27은 정보 보안 및 개인정보 보호와 관련된 국제 관리·기술 표준의 개발을 담당하며, 시스템, 정보 기술, 프로세스 및 서비스의 보안과 개인정보 보호를 위한 표준 개발을 그 범위로 한다.

출처 : IEC 홈페이지 <<How to prepare for the quantum cyber security threat>>

ISO 14001:2026 개정판 발행, 환경 성과에 대한 기준 강화



환경 경영의 새로운 지평을 열어줄 ISO 14001 개정판이 출시되었다. 이번 개정판은 조직이 환경적 야심을 측정 가능한 결과로 전환할 수 있도록 더욱 명확하고 효과적인 방법론을 제시한다.

현재 전 세계 모든 산업 분야는 관심을 넘어 '실천'을 요구받고 있다. 특히 비즈니스 지속가능성 환경이 엄격해짐에 따라 환경적 책임은 단순한 약속이 아닌 실질적이고 측정 가능한 성과로 증명되어야 한다. ISO는 세계에서 가장 널리 사용되는 환경 경영 시스템 표준인 ISO 14001:2026(환경 경영 시스템 — 요구사항 및

사용 지침)을 발행하며 이에 대한 결정적인 해답을 내놓았다.

2024년 ISO 조사에 따르면, 전 세계 67만 개 이상의 조직이 ISO 14001 인증을 보유하고 있다. ISO 14001은 오랫동안 환경 책임을 관리하고 성과를 개선하며 장기적인 복원력을 확보하는 구조적 틀을 제공해 왔다. 2026년판은 이러한 유산을 계승하는 동시에, 오늘날의 기대치에 부응하도록 명확성, 사용성 및 영향력을 한층 더 정교하게 다듬었다.

ISO 14001:2026은 표준을 완전히 재발명한 것이 아니라, 환경 성과가 '의도'가 아닌 '결과'로 평가받는 시대에 맞춰 표준을 더욱 날카롭게 버려냈다. 이번 개정판은 기후 변화, 생물 다양성, 자원 효율성과 같은 주요 환경 우선순위와 더 강력하게 연계되었으며, 리더십과 거버넌스, 그리고 가치 사슬 전반에 걸친 통합적 관리를 강조한다.

ISO 14001의 진정한 가치는 글로벌 확산력뿐만 아니라 포부를 행동으로 바꾸는 능력에 있다. 오늘날 조직은 단순한 선언이나 목표 설정을 넘어 지속적이고 측정 가능한 진전을 보여주어야 한다. ISO 14001은 자원 사용, 폐기물, 오염, 생물 다양성 등 광범위한 환경 과제를 해결하고 이러한 노력을 운영 및 가치 사슬에 내재화하도록 지원한다.

이러한 영향은 이론에 그치지 않고 수치로 증명되고 있다. 캐나다 표준위원회(SCC)가 주도한 예비 연구에 따르면 ISO 14001 도입과 온실가스(GHG) 배출 감소 사이에 명확한 상관관계가 밝혀졌다. 1999년부터 2022년까지 83개국의 데이터를 분석한 결과, ISO 14001 인증이 1% 증가할 때마다 GDP 단위당 온실가스 배출량은 0.14% 감소하는 것으로 나타났다.

산탈 게이(Chantal Guay) SCC CEO는 “표준화 시스템이 성숙한 국가일수록 그 혜택이 더 크다는 점이 주목할 만하다”며, “경제 성장을 지속하면서도 배출량을 줄일 수 있다는 것은 표준화가 경제, 환경, 사회 전반에 실질적인 가치를 제공한다는 것을 의미한다”고 강조했다.

ISO 14001:2026은 환경적 책임이 원칙에서 실천으로, 서사에서 측정 가능한 결과로 가속화되는 시점을 반영한다. 이제 환경 성과는 조직이 무엇을 약속했느냐가 아니라 무엇을 달성했느냐에 따라 평가된다. 새로운 개정판은 조직이 의사 결정 과정에 환경 경영을 깊이 뿌리내리고 일관성과 신뢰성을 바탕으로 결과를 도출할 수 있도록 명확한 방향을 제시한다. 이제 남은 단계는 실천이다. 강화된 환경 경영의 표준, ISO 14001:2026을 통해 미래 가치를 선점할 때이다.

출처 : ISO 홈페이지 <<ISO 14001:2026 published - raising the bar for environmental performance>>

미래의 교통: 차세대 모빌리티를 이끄는 힘



모빌리티가 역사상 그 어느 때보다 빠르게 변화하고 있다. 자동차는 스스로 주행하는 법을 익히고 있으며 드론은 물류 네트워크에 편입되고 있다. 도시는 교통 상황, 기상 조건, 수요 변화에 실시간으로 대응한다. 이 모든 변화의 이면에는 지능, 자동화, 연결성의 강력한 융합이 자리하고 있다. 사람과 물자가 세상을 이동하는 방식을 근본적으로 재편하고 있는 것이다.

과거에는 수십 년에 걸쳐 진행되던 변화가 이제는 몇 년, 때로는 몇 달 만에 펼쳐진다. 소프트웨어와 하드웨어가 결합하고, 데이터와 인프라가 맞닿는다. 센서가 인식하고, 알고리즘이 판단하며, 시스템이 반응한다. 그리고 이 모든 것이 점점 더 유기적으로 연동되고 있다. 그 결과는 단순히 더 스마트한 차량이나 더 빠른 이동에 그치지 않는다. 설계 단계부터 보다 안전하고, 견고하며, 지속가능한 교통 네트워크가 탄생하고 있다.

지능형 교통 시스템이란

도시를 하나의 살아있는 시스템으로 생각해 보자. 도로는 동맥을 이루고, 차량은 그 위를 흐르는 혈류이며, 지능형 교통 시스템(ITS·Intelligent Transport Systems)은 모든 흐름을 조율하는 역할을 담당한다. ITS는 인프라, 차량, 신호, 환경 데이터를 실시간으로 연결함으로써 교통 네트워크가 사후 대응에서 사전 예측으로 전환될 수 있도록 한다.

지능이 인프라에 내재될 때 이동은 더욱 원활하고 안전해진다. 교통 시스템은 전방의 위험을 운전자에게 미리 경고하고, 대중교통은 혼잡 상황에 동적으로 대응하며, 주차 시스템은 차량을 빈 공간으로 직접 안내한다. 그 결과 지체 시간이

줄고 배출가스가 감소하며, 인프라는 환경으로부터 끊임없이 학습한다. 한때 실험적으로 여겨졌던 ITS는 이제 전 세계 도시에서 대규모로 도입되며, 일상적인 모빌리티 방식을 조용히 재정의하고 있다.

사람 중심으로 설계된 스마트 시티 모빌리티

매일 출퇴근하는 동안 도시가 대신 경로를 계획해 주는 모습을 상상해 보자. 하나의 앱이 실시간 데이터와 연동해 공유 자전거, 대중교통, 도보를 조합한 가장 빠르고 친환경적인 경로를 제안한다. 충전소는 필요한 순간에 정확히 나타나고, 경로는 자동으로 조정되며, 모든 이동은 막힘 없이 이루어진다.

스마트 시티 모빌리티는 단순히 차량의 문제가 아니다. 교통이 아닌 사람을 중심으로 도시를 설계하고, 다양한 교통수단을 통합하며, 공공 공간을 되찾고, 디지털 도구를 활용해 이동의 불확실성을 제거하는 것이다. 이동은 더 단순하고, 더 깨끗하며, 더 직관적으로 일상 속에 자연스럽게 녹아든다. 발전의 속도는 빨라지고 있지만 과제도 남아 있다. 자원 조달 방식, 규제, 사이버 보안은 모두 도시가 이 새로운 모빌리티 시대를 얼마나 빠르게 열 수 있는지를 결정짓는 요소가 될 것이다.

자율주행차는 한때 공상과학의 영역이었다. 그러나 오늘날 자율주행차는 전 세계의 도심 도로, 고속도로, 화물 운송 구간에서 시험 운행되고 있다. 이러한 기회와 함께 안전, 규제, 책임, 사회적 신뢰를 둘러싼 어려운 질문들도 제기된다. 인프라는 적응해야 하고, 사회는 얼마만큼의 통제권을 기계에 넘길 준비가 되어 있는지를 결정해야 한다.

공급망의 신뢰성: 회복탄력성이 중요한 이유

지연된 선박, 우회하는 트럭, 마비된 창고. 현대의 공급망은 끊임없는 압박에 놓여 있다. 공급망은 이제 단순히 물자를 이동시키는 것을 넘어 사업 지속성의 근간을 이루며, 혼란이 발생했을 때 그 충격이 가장 먼저 드러나는 곳도 물류 현장이다.

신뢰성은 이제 성과의 진정한 기준이 되었다. 목표는 단순한 효율성이 아니라 회복탄력성, 즉 혼란을 예측하고 실시간으로 대응하며 신속하게 회복하는 능력이다. AI, 고급 분석 기술, 연결된 물류 네트워크를 활용하면 공급망은 위험을 조기에 감지하고 장애가 연쇄적으로 확산되기 전에 대응할 수 있다.

표준, 움직이는 신뢰

교통 분야의 모든 혁신은 더 안전한 도로, 더 깨끗한 도시, 더 빠른 물류, 더 스마트한 시스템이라는 진보를 약속한다. 그러나 이러한 발전은 결코 홀로 실현될 수 없다. 이 모든 것을 이어주는 것은 바로 신뢰다.

자율주행차가 안전하게 운행된다는 믿음, 드론이 충돌 없이 공역을 공유할 수 있다는 믿음, 데이터가 국경과 시스템을 넘어 안전하게 이동한다는 믿음, 이러한 신뢰는 우연히 생겨나지 않는다. 표준을 통해 의도적으로 구축된다.

표준은 혁신을 확장 가능한 현실로 전환하는 보이지 않는 틀을 형성한다. 교통 시스템이 점점 더 복잡하게 연결될수록, 표준은 단순히 진보를 뒷받침하는 것을 넘어 진보를 가능하게 하는 조건이 될 것이다. 미래 모빌리티에서 표준은 부수적인 요소가 아니다. 표준은 그 토대다.

출처 : ISO 홈페이지 <<Transport futures: Powering the next generation of mobility>>



철강소재의 글로벌 여권, ASTM 국제표준 대응 전략

한국 핵심소재 산업의 시장진입형 표준화 체계 구축 방향

황태진 한국기계전기전자시험연구원(KTC) 팀장



철강소재 분야에서 ASTM은 왜 중요한가

ASTM은 철강소재 기업에게 단순한 해외 표준집이 아니라, 글로벌 발주처, 설계사, 시험기관, 인증기관이 함께 사용하는 시장의 공용어이다. 아무리 우수한 소재를 개발하더라도 ASTM 체계 안에서 설명되지 않으면 해외 프로젝트의 설계 및 구매 단계에서 검토되기 어렵다. 반대로 ASTM 표준과 관련 코드 안에서 인정받으면, 국내 소재는 글로벌 시장에서 비교 가능한 선택지로 부상할 수 있다.

특히 ASTM은 전기·전자·통신 등 일부 전문 영역을 제외하고 재료, 건설, 화학, 에너지, 환경, 의료기기, 항공우주 등 매우 넓은 산업 분야를 아우른다. 표준의 영향력은 제정 주체의 법적 지위만으로 결정되지 않는다. 실제 시장에서 얼마나 자주 채택되고, 발주규격과 설계코드에 얼마나 깊이 반영되어 있으며, 기업의 구매 및 인증 판단에 얼마나 직접적으로 작동하는지가 핵심이다.

ISO와 ASTM은 어떻게 다른가

그동안 국내 표준정책은 ISO와 IEC를 중심으로 국제표준화 활동을 이해해 온 측면이 강했다. ISO와 IEC는 국가별 대표기관을 통해 국내 의견을 먼저 조율한 뒤, 국가 단위의 입장으로 표준화 논의에 참여하는 구조이다. 반면 ASTM, ASME, IEEE 등 북미 기반 국제표준은 기업, 연구기관, 사용자 등 전 세계 이해관계자가 기술위원회에 직접 참여해 논의하고 합의하는 상향식(Bottom-up) 성격이 강하다. 이는 중간 조율 단계가 상대적으로 적어 시장 수요를 빠르게 반영한다는 장점이 있다.

절차는 다르지만 산업계 입장에서 본질은 동일하다. 국내에서 먼저 의견을 조율해 국제무대에 나가든, 기술위원회 현장에서 국내외 이해관계자들과 직접 논쟁하든 핵심은 같다. 시장에서 발생한 표준화 수요를 국제표준 제·개정으로 연결하고, 그 결과를 실제 설계·구매·인증 과정에서 활용할 수 있도록 만드는 것이다.

그동안 정부 정책과 지원이 ISO/IEC 중심으로 흘러온 배경은 국가대표기관을 통해 공식 절차가 진행되는 구조였기 때문이다. 그러나 기업의 관점에서는 기구의 공식성보다 어느 표준이 실제 발주규격과 설계코드에 포함되어 있는지가 더 중요하다. ASTM, ISO, IEC, ASME, IEEE의 글로벌 공개 재무자료에 따르면, ASTM의 출판물 판매(Publication Sales)는 2024년 기준 약 8,172만 달러로 공시되어 있으며, 이는 타 주요 국제표준 기구에 비해 압도적인 수치이다. 산업계 눈높이에 맞춘 표준정책이라면 ISO/IEC와 ASTM을 우열의 관계로 볼 것이 아니라, 시장 영향력을 기준으로

균형 있게 바라보아야 한다.

ASTM 대응이 개별 기업만의 문제가 아닌 이유

미국은 ‘국가기술이전진흥법(National Technology Transfer and Advancement Act)’을 통해 정부기관이 가능한 민간 부문에서 개발한 표준을 활용하도록 방향을 정했다. 이는 미국 표준체계가 정부 주도보다 민간의 자율적 합의와 시장 수요를 중시하는 구조임을 보여준다. 다만 이를 한국 현실에 그대로 대입하여 ‘ASTM은 민간기업이 알아서 할 영역’으로 치부해서는 안 된다.

미국은 민간표준을 활용하더라도 그 배경에는 두터운 산업계, 전문학회, 시험기관, 협회, 대기업, 정부 조달 체계가 함께 움직이는 생태계가 존재한다. 반면 국내 기업, 특히 중소·중견기업은 기술력을 갖추었더라도 국제표준화 경험, 회의 대응 인력, 시험데이터 확보 비용, 해외 네트워크 등이 부족한 경우가 많다. 개별 기업이 단독으로 장기 대응하기 어려운 이유가 여기에 있다.

ASTM 표준화는 단순한 기술 홍보가 아니다. 소재 하나가 국제표준에 반영되기까지 기술자료, 시험데이터, 국제 비교, 회의 대응, 투표 대응, 반대의견 해소, 관련 코드와의 정합성 검토 등이 끊임없이 이어진다. 또한 철강소재는 조선, 플랜트, 원전, 건설, 방산, 에너지 설비 등 수요산업의 안전성과 직결된다. 따라서 공급자의 기술 우수성뿐만 아니라 사용자의 안전성, 유지보수성, 장기 신뢰성 우려까지 함께 해결해야 한다.

결국 ASTM 대응은 개별 기업의 문제가 아니라 산업생태계 차원의 과제이다. 기업은 적용 수요를 제시하고, 수요산업은 실제 사용조건을 제공하며, 연구기관과 전문가 그룹은 기술적 근거를 보강하고, 정부는 이를 지속적으로 연결하는 역할을 수행해야 한다.

앞으로 어떤 대응체계가 필요한가

가장 핵심적인 과제는 상시 대응체계의 구축이다. ASTM 대응에서 가장 경계해야 할 점은 단발성 접근이다. 회의에 한두 차례 참석하거나 특정 소재의 등재를 위해 일시적으로 자료를 준비하는 방식으로는 지속적인 성과를 거두기 어렵다. 표준화 현장에서는 제안, 질의, 반대의견, 수정, 재투표, 관련 코드 연계 검토가 반복적으로 수행되기 때문이다.

따라서 국내 주요 산업별로 ASTM 주요 기술위원회와 작업항목을 상시적으로 추적하는 체계가 필요하다. 어떤 소재가 새로 제안되는지, 어떤 시험조건이 논의되는지, 경쟁국이 어떤 방향으로 움직이는지, 국내 기업에 영향을 줄 수 있는 규정 변화가 무엇인지를 지속적으로 관찰해야 미래의 피해를 예방할 수 있다.

이러한 체계는 단순한 모니터링 수준을 넘어설 필요가 있다. 국내 기업의 수요를 발굴하고, 표준화 가능성을 검토하며, 필요한 기술근거를 준비하고, 국제회의의 대응 논리를 마련하는 기능까지 포함해야 한다. 그래야만 ASTM 대응이 일회성 활동에 그치지 않고 산업계의 지속적인 시장 진입 활동으로 이어질 수 있다.

정부의 역할과 지원 방향은?

정부의 역할은 표준화 활동을 직접 수행하는 것이 아니라 기업, 수요산업, 연구기관, 전문가 그룹을 연결하여 장기적이고 단절 없는 대응체계를 구축하는 것이다. 핵심소재 분야에서는 대기업조차도 혼자 국제표준화 대응을 지속하기 어렵다.

회의 참석, 자료 작성, 시험데이터 확보, 국제 비교, 반대의견 대응에는 막대한 시간과 비용이 소요되며, 중소·중견기업은 관련 경험과 전담 인력이 태부족한 실정이다.

정부는 이러한 공백을 메우는 플랫폼을 마련해야 한다. 국내 기업의 표준화 수요를 정리하고, 우선순위를 설정하며, 분야별 전문가와 연결하여 국제회의 대응을 지원하는 방식이다. 중요한 것은 일부 대기업의 성공 사례로 끝내는 것이 아니라, 그 과정에서 축적된 표준화 노하우와 대응 경험을 산업 전반으로 확산시키는 것이다.

한국 제조업은 높은 생산성, 신속한 납기, 원가 경쟁력, 숙련된 현장 역량을 바탕으로 성장해 왔다. 그러나 중국의 물량 공세와 선진국의 고부가가치 시장 선점 사이에서 과거의 방식만으로 버티기는 점차 어려워지고 있다. 이제는 표준을 통해 시장 진입의 문을 넓히고, 국내 소재와 기술이 글로벌 설계 및 구매 단계에서 선제적으로 검토될 수 있는 구조를 만들어야 한다.

따라서 정부의 ASTM 지원은 특정 민간영역을 보조하는 수준을 넘어, 한국 제조업의 새로운 활로를 여는 산업정책으로 다뤄져야 한다. 표준화 경험이 산업계 전체의 자산으로 축적될 때, 국내 소재기업은 단순 납품을 넘어 글로벌 프로젝트의 설계 단계에서부터 선택받을 수 있다.

ASTM 대응의 궁극적인 목표는?

한국은 제조업 강국이다. 그러나 제조업의 출발점은 결국 재료이다. 어떤 소재를 사용하느냐에 따라 제품의 성능, 안전성, 수명, 원가, 인증 가능성이 달라지며, 그 소재가 어떤 표준에 포함되어 있느냐에 따라 글로벌 시장에서의 적용 가능성이 결정된다.

따라서 제조업의 미래를 전망하기 위해서는 재료산업을 보아야 하고, 재료산업의 방향을 읽기 위해서는 재료 표준화를 주목해야 한다. ASTM 표준화 동향을 파악하면 향후 어떤 소재가 시장에 진입할지, 어떤 시험조건이 중요해질지, 경쟁국이 어떤 방향으로 움직이는지를 선제적으로 파악할 수 있다. 이는 리스크를 줄이고 시간을 확보하며 필요한 준비를 앞당기는 데 기여한다.

표준화는 소모성 비용이 아니라 미래 시장을 여는 투자이다. 한국 철강소재가 글로벌 프로젝트의 시공과 납품을 넘어 설계 및 구매 단계에서부터 선택받기 위해서는 ASTM이라는 글로벌 여권을 전략적으로 확보해야 한다. 결국 ASTM 대응의 목표는 표준 문서에 이름을 올리는 것에 그치지 않는다. 한국 소재가 글로벌 설계자의 선택지 내에 진입하고, 해외 발주처의 구매 검토 대상이 되며, 고부가가치 프로젝트에 실제 적용되는 구조를 안착시키는 데 있다.

ASTM 철강소재 표준화 동향

글로벌 설계·구매 시장을 움직이는 핵심 소재 이슈

황태진 한국기계전기전자시험연구원(KTC) 팀장

철강소재의 경쟁력은 더 이상 공장 안에서만 결정되지 않는다. 소재가 아무리 우수해도 글로벌 설계코드와 발주규격에 반영되지 않으면 실제 프로젝트에 적용되기 어렵다. 특히 플랜트, 교량, 압력용기, 에너지 설비처럼 안전성과 장기 신뢰성이 중요한 분야에서는 설계 단계에서 적용되는 코드와 재료표준이 실질적인 시장 진입 필수조건으로 작동한다.

한국 철강업계가 ASTM을 본격적으로 다시 보게 된 계기 중 하나는 스테인리스 소재의 해외 적용 과정에서 나타났다. 2000년대 후반 니켈 가격 상승으로 기존 오스테나이트계 스테인리스의 원가 부담이 커지자, 국내 철강사는 니켈 사용량을 낮춘 린 듀플렉스 계열 소재를 개발했고, 국내 중공업사는 이를 중동 지역 해수담수화 설비에 적용하는 방안을 검토했다. 기술적으로는 원가와 내식성 측면에서 가능성이 있었지만, 해외 발주처는 ASTM 표준에 등재된 재료만을 1차 검토 대상으로 삼았다. 우수한 소재를 개발하고도 국제표준에 등재되어 있지 않으면 설계·구매 단계에 들어갈 수 없다는 사실이 확인된 순간이었다.

이 경험은 국내 철강업계에 중요한 전환점이 되었다. ASTM은 단순한 미국 국내표준이 아니라, 글로벌 프로젝트의 설계·구매 단계에서 통용되는 국제표준이다. 해외 발주처가 '검토 가능한 재료'를 ASTM 등재 소재로 한정하면 기술력만으로는 시장에 들어갈 수 없다. 결국 표준은 기술의 사후 인증서가 아니라 시장 진입의 출입증이다.

ASTM A01, 철강소재 시장 진입의 기술 관문

ASTM A01은 철강, 스테인리스, 압력용기용 강판, 주강품, 철근·강연선 등 한국 제철·제강사의 주요 수출품목과 직접 연결되는 핵심 기술위원회다. 이곳에서 논의되는 것은 추상적인 표준화 구호가 아니다. 최근 회의에서도 화학성분 각주, UNS 번호, 열처리 조건, 치수공차, 릴렉세이션 시험절차, 인장시험 위치, Charpy 충격시험 조건과 같은 세부 항목들이 반복적으로 다뤄지고 있다. 언뜻 보면 미세한 문구 조정처럼 보이지만, 이러한 조건들이 실제로는 소재의 적용 가능성과 설계·구매 단계의 판단 기준을 좌우한다. ASTM A01의 논의가 중요한 이유도 바로 여기에 있다.

압력용기용 강판을 다루는 A01.11 분과위는 고망간강, LNG·극저온 저장용 강재, 향후 수소저장용 소재와 직접 연결된다. 포스코 특허강종인 극저온용 고망간강이 ASTM A1106으로 표준화된 사례는 국내 소재가 글로벌 표준 체계에 진입한 의미 있는 성과다. 다만 ASTM 등재가 곧바로 시장 진입을 보장하는 것은 아니다. 실제 프로젝트에서는 ASME, AWS, API, IMO 등 분야별 코드와 발주규격이 그물망처럼 얽혀 작동하며, 압력용기, 용접, 배관, 플랜트, 해양·에너지 설비 등 적용 분야에 따라 양산제품 데이터, 용접성, 장기 신뢰성 등 요구되는 근거자료도 달라진다. 따라서 고망간강, 극저온 강재, 수소저장용 강재와 같은 차세대 소재는 ASTM 등재와 동시에 관련 코드·규격과의 정합성까지 검토되어야 실제 설계·구매 단계에서 활용될 수 있다.

스테인리스: ASTM A240·A480 표준과 일본계 소재의 움직임

스테인리스 분야의 A01.17 분과위는 A240, A480 등 판재·압연재 표준과 연결된다. 최근 NSSC2531, UNS S82561, NSSC2351 등 일본계 소재의 A240·A480 반영 움직임은 주목할 필요가 있다. 소재 개발 이후 JIS 표준 등재에 머무르지 않고, UNS 번호 확보, ASTM 등재, 열처리 조건 반영, 향후 ASME 연계 가능성까지 하나의 패키지로 관리하는 전략이다.

이 흐름은 단순한 기술경쟁이 아니다. 재료, 철강, 선박, 에너지 분야에서 한국과 일본은 계속 부딪칠 수밖에 없는 경쟁 관계에 있다. 한국 제조업이 조선, 플랜트, 자동차, 에너지 설비 분야에서 세계적 경쟁력을 확보한 것은 분명하지만, 원천기술, 특허, 설계코드, 표준화 기반에서는 여전히 일본이 강하게 선점한 영역이 많다. 일본 철강사와 관련 기관들이 ASTM, ASME, IMO 등 다양한 국제 규범의 장에서 자국 소재와 기술이 국제 규범의 문구 안에 남도록 치밀하게 포석을 두고 있는 이유도 여기에 있다.

한국도 과거 스테인리스 몇몇 소재의 ASTM 등재 성과에 머물러서는 안 된다. 차세대 고내식·고강도 STS, 해양플랜트·수소·암모니아용 고합금 소재에 대해 ASTM·ASME 연계 논의 중요성이 커지고 있다. 표준화 기반이 준비되어 있지 않으면 기술이 있어도 시장 경쟁에 참여하기 어렵다.

주강품: 원전·해양·펌프·항공우주 소재의 통로

A01.18은 주강품 분야를 다룬다. 주강품은 일반 판재와 달리 복잡한 형상을 구현하기 쉬워 펌프, 밸브, 임펠러, 발전·해양플랜트 부품, 항공·방산 부품 등 고신뢰성 부품 소재와 연결된다. 단조재나 압연재에 비해 강도 확보에는 제약이 있을 수 있지만, 복잡한 형상과 내식성, 시스템 부품으로서의 적용성이 중요한 분야에서는 여전히 대체하기 어려운 소재군이다.

과거 월성 원자력발전소 해수 임펠러 등에 적용된 국내 특허강종이 ASTM A890, A995에 등재되어 글로벌 판로 개척에 기여한 경험도 있다. 다만 주강품 표준화는 소재명 등재만으로 끝나지 않는다. 일반 판재보다 입증자료가 까다롭고, 복수 heat에 대한 생산·시험 데이터, 공통요건, 시험편, 열처리, 용접보수, 비파괴검사 등 세부 조건이 함께 검토된다.

이 분야의 주요 참여자들이 항공우주, 방산, 플랜트, 글로벌 밸브·제어기기 산업과 맞닿아 있다는 점도 주목할 필요가 있다. 이는 주강품 표준이 단순한 금속 소재 규격이 아니라, 복잡한 형상의 고부가가치 부품을 글로벌 설계·조달시장에 연결하는 통로임을 보여준다. 국내에도 항공·방산·플랜트 부품을 납품하는 주강품 기업과 원전·해양·펌프·밸브 수요 기반이 있는 만큼, A01.18은 지속적인 모니터링과 대응이 필요한 분야다.

강연선: 고강도보다 중요한 장기 신뢰성

강연선 분야는 ASTM A416 표준과 직접 연결된다. 고강도 강연선의 ASTM 등재는 단순히 2,160 MPa 등 높은 강도 수치를 제시하는 문제가 아니다. 장기 릴랙세이션, 수소취성, 부식환경, 검사조항, 부속서, 실제 사용조건 및 공급실적에 대한 데이터 패키지가 함께 필요하다.

특히 강연선은 설치 이후 수십 년간 구조물 안전을 책임지는 소재다. 사용자(User)는 새로운 고강도 소재가 장기 안전성, 수소취성, 부식환경, 예기치 못한 파괴 측면에서 시장 전체에 줄 충격을 우려할 수 있다. 이 우려는 단순한 '한국의 신기술 적용'을 반대하는 것이 아니라, 표준화 과정에서 반드시 다뤄야 할 이해당사자의 타당한 논점이다.

전 세계 건설·토목 현장에 한국산 강연선을 수출·적용해야 하는 우리 입장에서는 생산자(Producer)의 신기술 도입 논리뿐 아니라 사용자의 안전·신뢰성 우려까지 모두 수렴하고 대응해야 한다.

ASTM 철강위원회 동향이 주는 시사점

ASTM A01의 최근 논의는 한국 철강소재의 미래 시장과 직접 연결된다. A01.11은 고망간강, 극저온·수소저장용 압력용기 강판과 연결되고, A01.17은 스테인리스 판재, A240·A480, ASME 연계 이슈와 맞닿아 있다. A01.18은 원전·해양·펌프·밸브·방산용 주강품의 통로이며, A01.05는 강연선과 교량·건설·토목 인프라 시장으로 이어진다.

ASTM 표준의 세부 내용들은 어느 날 갑자기 바뀌지 않는다. 수년 전 다양한 이해관계자들이 자발적으로 모여 조금씩 논의되고, 검토되고, 조정되다가 어느 순간 글로벌 발주규격과 설계조건으로 굳어진다. 그동안 한국 철강산업은 생산성과 품질 경쟁력에 비해 이러한 표준화 현장에 충분히 투자하지 못했고, 그 결과 뒤늦은 공정 변경과 비용 부담, 시장 진입 지연이라는 대가를 적지 않게 치러왔다.

이제 필요한 것은 단발성 대응이 아니라 상시적 관찰과 선제적 준비다. 표준화 동향을 미리 읽는 일은 같은 피해를 반복하지 않고, 다음 시장에 준비된 상태로 들어가기 위한 최소한의 방어선이다.



ISO / IEC 국제표준 발간현황

국제표준은 기술적, 경제적, 사회적 이익을 극대화하는 중요한 수단이다. 국제표준은 갈수록 다양해지는 비즈니스 환경에 대처할 수 있는 전략적 도구이며, 상품과 서비스의 자유로운 교역을 활성화하고 지속 가능하면서 공정한 경제성장을 지원한다. 또한 경영활동의 효율성을 극대화하고 생산성 향상과 기업의 신시장 진출을 도모할 수 있다.

국제표준화기구 회원은 자국의 경제, 사회, 환경적 우선순위에 따라 기술위원회에 참여할 수 있다. ISO 및 IEC 등 국제표준화기구는 분야별로 기술위원회(TC)를 운영하고 있으며, TC별로 분과위원회(SC), 작업반(WG) 등이 구성되어 있다. 국제표준화기구에서 개발되는 표준은 회원국 간의 합의를 통해 제정되며, 여러 단계의 회람과 투표를 거쳐 발행된다. ISO와 IEC에서 새로 개발한 표준은 웹사이트를 통해 확인할 수 있다.

ISO 국제표준 발간목록



IEC 국제표준 발간목록





ISO / IEC 국제표준 회의일정

ISO(국제표준화기구, International Organization for Standardization)는 전 산업 분야의 국제표준을 개발·관리하는 대표적인 표준화 기구이다. 전기·전자(IEC) 및 통신(ITU) 분야를 제외한 다양한 영역의 표준을 개발 및 보유하고 있으며(25,703종, '24.12월 기준), 1947년에 설립되었다.

ISO 국제표준화 회의일정



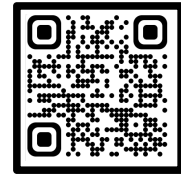
IEC(국제전기기술위원회, International Electrotechnical Commission)는 전기·전자 분야 국제표준을 개발·관리하는 대표적인 표준화 기구이다. 전기·전자 분야 국제표준 개발(12,046종, '24.12월 기준), 적합성평가 등에 대한 국제협력을 위해 1906년 설립되었다.

IEC 국제표준화 회의일정



국제표준종합지원시스템(i-standard)은 공적·사실상 국제표준화활동 지원 및 산업계의 표준 활용 관련 민원과 애로사항 해결을 위해 구축된 국제표준 포털이다. ISO/IEC 및 사실상표준화기구 내 국내 표준 전문가들의 국제표준화 회의 참가 지원 뿐 아니라, 산업계의 국제표준 관련 민원과 애로사항을 해결하고, 기업의 니즈에 맞는 실질적인 표준화 활동 지원을 위해 관련 정보를 통합적으로 제공한다.

국제표준화 회의참가



IV

미래 표준 인사이트



탄소중립표준화 동향

탄소다배출 업종의 탄소저감기술 표준화

1

한국시멘트협회

「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」과 시멘트 산업의 표준화 전략
- 저탄소 시멘트 전환과 국제표준 대응 방향

김의철 상무

탄소중립 시대와 표준의 역할 변화

탄소중립 정책은 이제 단순한 환경규제를 넘어 산업 경쟁력과 글로벌 공급망 질서를 결정하는 핵심 요소로 자리 잡고 있다. 특히 EU CBAM, 디지털제품여권, 제품탄소발자국 제도 확대는 제품 생산 과정의 탄소정보를 국제 무역과 직접 연계시키고 있으며, 이에 따라 국제표준 기반의 대응 역량 확보가 국가 경쟁력을 좌우하는 시대가 도래하고 있다.

최근 국가기술표준원은 「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」을 발표하고, 표준을 기반으로 한 산업 전환과 탄소중립 이행 전략을 본격 추진하고 있다. 전략 3.0은 단순한 기술개발 중심 정책을 넘어 탄소배출량 산정, 저탄소 공정, 순환경제, 디지털 기반 탄소정보 관리 등 산업 전반의 구조적 전환을 표준화 관점에서 접근하고 있다는 점에서 큰 의미를 가진다.

특히 전략 3.0에서는 산업적 측면에서 철강·시멘트·석유화학 등 탄소다배출 업종을 핵심 대상으로 설정하고 있으며, 이 가운데 시멘트 산업은 공정배출 비중이 매우 높은 대표 산업으로서 저탄소 기술 및 표준 전환이 시급한 분야라고 할 수 있다.

「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」의 주요 방향

전략 3.0은 탄소중립 실현을 위한 표준화 전략을 체계적으로 제시하고 있으며, 크게 다음과 같은 방향을 포함하고 있다.

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| ❶ 탄소배출량 산정 및 검증 표준화 | ❷ 탄소다배출업종 저탄소 공정 표준화 |
| ❸ 순환경제 및 자원순환 표준화 | ❹ 디지털 기반 탄소정보 관리체계 구축 |
| ❺ CCUS 및 차세대 탄소저감기술 표준화 | |

특히 전략 3.0에서는 기존의 “기술 개발 중심 탄소중립”에서 벗어나 “표준 기반 탄소중립 이행체계 구축”으로 정책 패러다임이 변화하고 있음을 보여준다. 이 중에서 시멘트 산업과 관련해서는 다음과 같은 표준화 과제가 핵심적으로 제시되고 있다.

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| ❶ 다성분계 혼합시멘트 품질기준 개발 | ❷ 비탄산염 기반 저탄소 시멘트 기술 표준화 |
| ❸ 혼합재 확대를 위한 KS 기준 정비 | ❹ 제품 탄소배출량 산정 표준화 |
| ❺ 염화물 기준 및 시방체계 개선 | ❻ CCUS 기반 시멘트 제품 평가체계 구축 |

이는 단순한 제품 기준 개정을 넘어 향후 국내 시멘트 산업 구조 자체를 저탄소 중심으로 전환하기 위한 국가 차원의 산업 전략이라고 볼 수 있다.

시멘트 산업의 탄소중립 구조와 표준화 필요성

시멘트 산업은 대표적인 공정배출 산업이다. 시멘트 제조과정에서 석회석을 고온 소성하는 과정에서 발생하는 탈탄산 반응은 전체 배출량의 약 60% 수준을 차지하며, 단순 에너지 효율 개선만으로는 감축에 한계가 존재한다. 따라서 시멘트 산업의 탄소중립은 다음과 같은 구조적 전환을 동시에 요구한다.

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ❶ 혼합재 확대를 통한 클링커 사용량 저감 | ❷ 대체연료 및 순환자원 사용 확대 |
| ❸ 저탄소 공정 기술 도입 | ❹ 제품 단위 탄소정보 관리 |
| ❺ CCUS 기술 적용 확대 | ❻ 공급망 기반 디지털 탄소관리 체계 구축 |

이 과정에서 표준은 단순 품질 규격이 아니라 산업 전환을 가능하게 하는 핵심 정책 수단으로서 기능을 가지고 있다. 특히 혼합시멘트 확대는 가장 현실적이며 즉각적인 탄소저감 수단으로 평가되고 있으나, 국내 KS기준과 현장 시방기준은 여전히 OPC(보통포틀랜드시멘트) 중심 구조가 유지되고 있다. 이에 따라 산업계의 저탄소 기술개발이 실제 시장 확대와 연결되지 못하는 구조적 한계가 발생하고 있다.

【전략 3.0과 연계한 시멘트 분야 핵심 표준화 과제】

1. 다성분계 혼합시멘트 표준화

전략 3.0은 탄소 다배출업종의 탄소저감기술 표준화를 핵심 과제로 제시하고 있으며, 시멘트 분야에서는 다성분계 혼합시멘트 표준화가 대표 과제로 포함되어 있다. 유럽은 EN 197을 통해 이미 다성분계 혼합시멘트 체계를 도입하여 클링커 비율을 대폭 낮춘 저탄소 시멘트 시장을 형성하고 있다. 반면 국내는 아직 단일 혼합재 중심 구조가 유지되고 있어 글로벌 흐름과 차이가 존재한다. 따라서 향후에는 다음과 같은 방향의 KS 개편이 필요하다. 특히, KS기준 개정은 단순 규제 완화가 아니라 저탄소 시장 형성을 위한 산업 구조 개편이라는 관점에서 접근되어야 한다.

- ❶ 슬래그·플라이애시·석회석미분말 혼합 허용 확대
- ❷ 성능기반(performance-based) 평가체계 전환
- ❸ 장기 내구성 기반 품질평가 체계 구축
- ❹ 공공조달 및 녹색건축 인증의 연계

2. 탄소배출량 산정 및 검증 표준화

전략 3.0의 핵심 과제 중 하나는 탄소배출량 산정 기준의 표준화이다. 향후 글로벌 시장에서는 제품의 품질뿐 아니라 생산 과정에서의 탄소배출량 정보가 핵심 경쟁력이 될 가능성이 높다. 특히 EU CBAM은 시멘트를 우선 적용 업종으로 지정하고 있으며, 제품 단위 배출량 검증 체계 확보가 필수적이다. 이에 따라 시멘트 산업은 ISO 14067 기반 제품 탄소발자국 산정, 혼합재 적용 감축효과 정량화, 환경성적표지(EPD) 연계, LCA 기반 제품 DB 구축과 같은 체계 구축이 필요하다. 특히 전략 3.0이 강조하는 “탄소배출량 산정·검증 표준화”는 향후 시멘트 산업의 수출 경쟁력과 직접 연결될 가능성이 높다.

3. 디지털제품여권(DPP) 대응 표준화

최근 EU는 DPP(Digital Product Passport) 제도를 본격 추진하고 있으며, 이는 향후 건설자재 전반으로 확대될 가능성이 높다. 전략 3.0에서는 디지털 기반 탄소정보 관리체계 구축을 주요 방향으로 제시하고 있으며, 시멘트 산업도 시멘트 탄소정보 데이터 표준화, 시멘트·레미콘·건설사 간 데이터 연계, 공급망 기반 탄소정보 플랫폼 구축, AI 기반 탄소관리 시스템 개발과 같은 선제적 대응이 필요하다. 향후 DPP는 시멘트 산업의 새로운 비관세 장벽으로 작용할 가능성이 높기 때문에 국제표준에 상응하는 대응체계를 선제적으로 준비해야 한다.

4. CCUS 및 차세대 저탄소 기술 표준화

시멘트 산업은 공정배출 비중이 매우 높아 감축에는 한계가 있어 CCUS 기술 적용이 불가피하다. 전략 3.0에서도 CCUS를 핵심 기후테크 분야로 제시하고 있으며, 다음과 같은 표준화 과제를 포함하고 있다.

❶ CO2 포집 효율 평가방법

❷ 광물탄산화 제품 품질기준

❸ 탄소저감량 검증체계

❹ 저장 및 수송 안전기준

❺ CO2 활용 제품 환경성 평가

향후 CCUS 기반 건설재료가 확대될 경우 시멘트 산업은 단순 배출 산업이 아니라 국가 자원순환의 핵심 역할을 하게 될 것으로 기대된다.

결론

「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」은 단순한 표준 정책이 아니라 향후 국가 산업 구조와 글로벌 시장 경쟁력을 결정하는 핵심 산업 전략이라고 할 수 있다. 특히 시멘트 산업은 대표적인 탄소다배출 산업으로서 혼합시멘트 확대, 탄소배출량 산정체계 구축, DPP 대응, CCUS 기술 적용 등 산업 전반의 구조적 전환이 요구되고 있으며, 이 과정에서 표준은 기술과 시장을 연결하는 핵심 수단이 될 것이다.

향후 국내 시멘트 산업이 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해서는 단순 기술개발을 넘어 KS기준 제·개정, 국제표준 대응, 공공조달 연계, 공급망 데이터 체계 구축 등 종합적인 표준화 전략 추진이 필요하다. 결국 탄소중립 시대의 표준은 단순한 기술 규격이 아니라 산업의 방향과 시장 질서를 결정하는 핵심 인프라이며, 시멘트 산업 역시 표준화를 통해 글로벌 저탄소 시장 전환을 준비해 할 시점이다.

석유화학산업의 탄소저감기술 표준화 동향 및 시사점

김대웅 본부장

탄소중립과 석유화학산업의 현황

석유화학산업은 플라스틱, 합성섬유, 합성고무 등 기초 화학 제품을 생산하는 국가 기간산업으로서, 국내 제조업 경쟁력 강화에 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 그러나 최근 글로벌 탄소규제 강화와 국제 공급망의 ESG 요구사항 확대에 따라, 석유화학산업의 온실가스 감축 역량이 산업 생존의 필수 요건으로 부상하고 있다.

특히 석유화학산업은 나프타 분해 공정에서 필연적으로 발생하는 온실가스의 규모가 크다. 나프타 분해 공정은 700~850℃의 고온에서 탄화수소를 분해하여 에틸렌, 프로필렌 등 기초 화학제품을 생산하는데, 이 과정에서 필요한 열에너지 대부분을 화석연료 연소로부터 얻고 있다. 국내 4개 중앙집중식 나프타분해설비(NCC)는 국내외 분해설비 117개 중 처리규모 1~4위를 차지하고 있으며, 이들 설비는 매년 상당한 규모의 온실가스를 배출하고 있다.

국제적으로 탄소규제가 강화되면서 EU의 탄소국경조정제도(CBAM)가 2026년 1월부터 단계적으로 시행되고, 글로벌 빅테크 기업과 주요 수요기업들의 공급망 탄소관리 요구가 더욱 강해지고 있다. 동시에 중국, 인도 등 경쟁국의 석유화학 설비 증설 규모가 국내 생산규모의 2배 이상으로 확대되면서, 국내 석유화학산업은 단순한 효율 향상을 넘어 저탄소 공정 전환이라는 전략적 선택을 강요받고 있다.

탄소중립 표준화 전략 3.0의 석유화학분야 중점과제

국가기술표준원이 수립한 「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」에서는 석유화학분야의 중점과제로 원료·에너지 대체 표준화와 자원순환 표준화를 제시하고 있다.

1. 원료 대체 표준화

석유화학산업의 핵심 원료인 나프타는 일반적으로 800℃ 이상의 고온에서 분해 공정을 거친다. 이 과정에서 대량의 에너지가 소비되고 온실가스가 배출된다. 이를 해결하기 위해 바이오 나프타(Bio-naphtha) 등 저탄소 원료를 도입하려는 움직임이 있으나, 기존 석유 기반 나프타와의 혼합 비율, 품질 특성, 호환성 등에 대한 국제표준이 부족한 상태이다. 따라서 바이오 나프타의 정의, 품질 기준, 성능 평가 방법 등을 담은 국제표준 개발이 시급하다.

2. 에너지 대체 표준화

석유화학 공정에서는 나프타 분해에 필요한 열을 공급하기 위해 화석연료 기반의 부생가스(by-product gas)를 사용하고 있다. 이를 재생에너지나 저탄소 에너지원으로 대체하기 위해 다양한 기술이 개발되고 있다. 그러나 이러한 기술들의 효율성, 안정성, 경제성을 평가하고 산업계에 보급하기 위한 표준화 기반이 미흡하다. 따라서 저탄소 에너지원의 적용 기준, 성능 측정 방법, 신뢰성 평가 기준 등에 대한 표준 개발이 필요하다.

3. 자원순환 표준화

페플라스틱의 화학적 재활용(Chemical Recycling)을 통해 열분해유(Pyrolysis Oil)를 생산하고 이를 나프타 분해 원료로 활용하는 기술이 주목받고 있다. 이는 선형경제에서 순환경제로의 전환을 실현할 수 있는 주요 수단이다. 그러나 페플라스틱 수집, 분류, 전처리, 열분해, 정제 과정에서 산출되는 열분해유의 품질 편차가 크고, 기존 석유 기반 나프타와의 호환성, 혼합 비율, 품질 평가 방법에 대한 국제표준이 불충분하다. 따라서 열분해유의 정의, 품질 기준, 성능 평가 기준 등을 포함한 표준 개발이 시급하다.

당면과제와 정책적 대응방안

이러한 표준화 과제들이 실질적으로 추진되기 위해서는 해결해야 할 당면과제들이 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.

1. 저탄소 공정 기술 개발의 가속화

먼저 저탄소 연료 활용 시 공정 안정성과 제품 품질 확보를 위한 기술 개발이 선행되어야 한다. 바이오 나프타 등 신규 저탄소 연료는 기존 나프타와 물성이 다를 수 있으므로, 장기간의 공정 운전 경험과 기술 개발을 통해 공정 호환성과 제품 품질을 사전에 검증할 필요가 있다. 이를 위해 정부의 R&D 지원과 업계의 자체 기술 투자가 병행되어야 한다.

2. 중소·중견 기업의 표준 이행 역량 강화

석유화학산업은 대규모 중앙집중식 분해설비를 보유한 선도 기업들뿐 아니라, 이들 기업으로부터 중간제품을 공급받아 고분자 제품으로 가공하는 중소·중견 기업들로 구성되어 있다. 표준화된 저탄소 소재의 사용을 확대하기 위해서는 이들 중소·중견 기업들이 새로운 표준 기준에 대한 이해도를 높이고 공정 전환 역량을 갖추도록 지원할 필요가 있다. 이를 위해 정부의 기술 컨설팅과 자금 지원이 필요하며, 산업계의 자발적 협력체계 구축도 중요한 역할을 할 것이다.

3. 국제표준(ISO) 정합성 확보

석유화학산업은 국제 교역이 매우 활발한 산업이므로, 국내 표준과 국제표준 간의 정합성 확보가 산업 경쟁력 측면에서 매우 중요하다. 바이오 나프타, 저탄소 소재 등에 대한 표준화 과정에서 ISO 및 관련 국제기구와의 협력을 통해 국내 기술과 산업 여건을 반영해야 한다. 이를 통해 국내 석유화학기업들이 글로벌 공급망에서 국제표준 기반의 경쟁력을 갖출 수 있도록 지원할 필요가 있다.

4. 이해관계자 간 협력체계 구축

석유화학분야의 저탄소 전환은 단일 기업이나 정부 차원의 노력만으로는 한계가 있다. 분해설비 운영기업, 중소·중견 기업, 최종 소비업체(자동차, 전자제품 등), 정부 및 학계 등 모든 이해관계자들이 협력하는 "에코시스템(Ecosystem)" 구축이 필수적이다. 이를 통해 저탄소 소재의 수급 체계를 구축하고, 신규 표준에 대한 상호 이해도를 높이며, 공급망 전체에서 탄소저감 성과를 극대화할 수 있을 것이다.

향후 전망과 산업의 역할

탄소중립 시대의 도래는 석유화학산업에 위기이면서 동시에 새로운 기회를 제시하고 있다. 글로벌 탄소규제 강화로 인한 규제 대응 부담은 분명히 증가하고 있으나, 이를 통해 저탄소 공정 기술 개발과 표준화 선도를 통해 국제 경쟁에서 우위를 확보할 수 있는 기회도 함께 제공하고 있기 때문이다.

특히 「탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0」에서 제시한 저탄소 공정 기술 표준화, 저탄소 소재 품질 기준 표준화 등의 과제들은 단순한 규제 대응을 넘어, 국내 석유화학산업이 차세대 저탄소 산업으로 도약하기 위한 전략적 발판을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

3 포스코경영연구원

글로벌 저탄소 철강 시대를 위한 표준화 전략

- ISO 및 worldsteel 중심의 인증체계 구축과 전략적 대응

안윤기 상무

저탄소 철강 시장의 부상과 글로벌 환경규제의 파고

과거 산업화 시대의 경쟁력이 적은 연료로 많이 생산하는 ‘에너지 효율(Energy Efficiency)’에 의해 결정되었다면, 현재의 글로벌 통상 질서는 ‘덜 배출하고 더 많이’ 생산하는 **탄소 효율(Carbon Efficiency)** 중심으로 패러다임을 전환하고 있다. 이제 저탄소 제품 인증은 단순한 환경 보호의 차원을 넘어, 기업의 시장지배력을 결정짓는 ‘통상 여권’이자 글로벌시장에서 통용되는 유일한 ‘신뢰의 화폐’다.

글로벌 규제 현실화: 시장 주권에 대한 직접적 위협

유럽 주도의 규제 장벽은 더 이상 선언적 문구에 그치지 않고 한국 철강 산업의 생존을 위협하는 실존적 파고로 다가오고 있다.

- **EU CBAM(탄소국경조정제도)**: 2026년 본격 시행을 앞두고 있으며, 특히 한국 기업이 ISO 14065 기반의 검증된 데이터를 제출하지 못할 경우 ‘하위 10% 기본값(Bottom 10% Default Value)’이라는 징벌적 배출량을 적용받게 된다. 이는 즉각적인 탄소 관세 폭탄으로 이어질 수 있다.
- **디지털제품여권(DPP) 및 에코디자인 규제(ESPR)**: 2027년부터 모든 제품에 대해 탄소발자국 정보를 디지털화하여 공개하도록 강제하며, 정보 불투명 시 시장 진입 자체가 거부된다¹⁾.
- **ESRS 및 ESG 공시 의무화**: 호주·싱가포르(2025년~)를 시작으로 공급망 전반의 배출량 관리가 의무화됨에 따라 ‘탄소정보의 비대칭성’ 해소가 최우선 과제로 부상했다.

1) 철강제품에 대한 실제 적용은 2028년부터 적용될 전망이다

표준의 경제적 가치와 ‘그린(greener) 프리미엄’

IEA의 분석에 따르면 저탄소 철강 시장은 2035년 약 3,000억 달러 규모로 성장하며, 넷제로(NZE) 시나리오 하에서는 5,500억 달러까지 팽창할 전망이다. 저탄소 제품에 형성되는 10~75%의 ‘그린프리미엄’을 확보하느냐, 아니면 시장에서 퇴출되느냐의 기로에서 인증 방법론의 선택은 국가적 전략의 핵심이다.

□ 인증 방법론의 격돌²⁾: 기후클럽의 슬라이딩 스케일 vs ISO·worldsteel의 CoC 방식

현재 국제 사회에서는 저탄소 철강을 정의하는 두 가지 상반된 메커니즘이 대립하고 있다. 이는 단순한 기술 규격의 차이가 아니라 각국의 산업구조와 자원 보유 현황을 반영한 패권 전쟁이다.

슬라이딩 스케일(Sliding Scale) 방식: 자원 결정론의 함정

IEA, 독일(LESS) 등이 제시하는 모델로, 철스크랩(고철) 사용량에 따라 탄소 배출 기준선을 차등 적용하는 등급제 방식이다. 이는 철스크랩 확보가 용이한 국가에는 유리하나, 공정 자체의 혁신보다는 원료 확보라는 ‘태생적 유리함’에 보상을 주는 구조적 한계를 지닌다.

CoC 및 매쓰발란스(Mass Balance) 방식: 기술 혁신의 가치 인정

ISO 22095, 14067 및 개발 중인 ISO 14077(CoC LCA, 2027/28년 완료 예정)이 지향하는 방식이다. ‘관리연속성(Chain of Custody, CoC)’ 원칙 하에 생산 공정 전체의 탄소 저감 성과를 특정 제품에 할당하는 ‘매쓰발란스(Mass Balance)’ 모델을 핵심으로 한다. 특히 worldsteel 가이드라인(v1.2 2026.02 / v2.0 2026.10 확정 예정)은 기술적 타당성(Technical Feasibility)³⁾을 근거로 감축 노력을 자산화하는 경로를 제시한다.

〈핵심 방법론 비교 분석〉

비교 항목	슬라이딩 스케일(Sliding Scale)	ISO / worldsteel (CoC-MB)
핵심 지향점	배출 집약도 기반의 제품 등급화	감축 성과의 전략적 할당 및 자산화
기술적 근거	단순 배출 집약도(Intensity)	기술적 타당성 및 물리·화학적 관계
산정 기준	철스크랩 사용량별 차등 기준선	BAT 기반 3단계 할당 로직(Sub-division 등)
주요 적용 표준	IEA 가이드라인, ISO/IWA*	ISO 14067, 14077, 22095
시장 유연성	등급 간 이동 제약으로 유연성 낮음	고부가가치 제품으로 감축 가치 전이 가능
주요 지지 세력	IEA, 독일 등	worldsteel, 한국·일본 등 고로 보유국

주: * International Workshop Agreement로 ISO에서 발간하는 국제표준 형태는 아님

2) 누가 더 깨끗한가? vs. 누가 더 실질적으로 감축하는가?

3) worldsteel은 ISO 14067 개정 국제표준에 준한 경제적가치 기반(Step 3) 할당도 포함하여 논의 중

□ 한국 철강업계의 전략적 선택: 실력(Innovation) 중심의 Advanced Track

한국 철강 산업의 고로-전로(BF-BOF) 기반 생산 구조를 고려할 때, 슬라이딩스케일 방식은 '태생적 불평등'을 강요하는 비관세 장벽이다. 우리는 기존 국내용 EPD를 넘어 글로벌 규제 준거성을 확보한 Advanced Track으로의 전환이 시급하다.

슬라이딩 스케일의 '자본의 역선택' 문제

- ① 자원 왜곡 및 스크랩 셔플링(Scrap Shuffling): 한정된 철스크랩 확보 경쟁은 전 지구적 감축 없이 원가만 상승시키는 제로섬 게임을 초래한다.
- ② 혁신 저해와 '탄소 게으름(Carbon Laziness)': 수소환원제철(HyREX)과 같은 높은 한계감축비용(MAC)을 수반하는 파괴적 혁신 투자가 단순 배출량 수치에 가려 저평가될 수 있다. 이는 실력이 아닌 '태생적 지리점 이점'에 상을 주는 불합리한 구조다.

ISO/worldsteel 방식의 3단계 할당 로직과 당위성

복잡한 일관제철 공정에서 탄소 저감 가치를 증명하기 위해 우리는 ISO 14067 및 14077 기반의 3단계 로직을 관철해야 한다.

- Step 1 (Sub-division): 저탄소 에너지/원료가 투입된 공정을 물리적으로 격리 산정
- Step 2 (예, echnical Feasibility): BAT 기반 온실가스 감축량 등을 제품과 부산물 간 탄소 기여도를 기술적 인과관계에 근거해 할당
- Step 3 (Mass Balance): 연속 공정의 특성을 반영해 감축 성과를 특정 제품군에 전이
(예, 경제적 가치 기준 적용. 실제 많은 제품범주규칙(PCR)에서는 주산물과 부산물의 가격 차이가 일정 수준(예: 25%) 이상 벌어지면 이 경제적 할당을 의무화하기도 함)

이 방식은 프라이머리 스틸(Primary Steel)의 전략적 가치를 지키면서도, HyREX와 같은 혁신기술이 자본시장에서 정당하게 평가받도록 하는 유일한 경로다. 특히 파리협정의 전진의 원칙(Progression Principle)을 반영한 Ratcheting-up 체계를 도입하여 글로벌 공신력을 확보해야 한다.

□ 산업 경쟁력 강화를 위한 정책제언 및 로드맵

한국 철강 산업이 글로벌 탄소 패권을 거머쥐기 위해서는 '국가표준화전략 3.0(2025.12)'과 'K-스틸 특별법(2025.11)'을 기반으로 한 제도적 인프라 구축이 필수적이다.

① 글로벌 인정체계(MRA) 확대 및 표준의 외교화

- 인정기구 단일화: 한국의 탄소 관련 적합성 평가 체계를 국가기술표준원(KATS)으로 단일화하여 행정 비용을 최소화하고

대외 협상력을 극대화해야 한다.

- **상호인정협정(MRA 및 MLA) 추진**: ISO 14065⁴⁾ 기반의 국내 인증 성적서가 별도의 중복 검증 없이 EU와 미국에서도 수출 여권으로 기능하도록 G2G 차원의 외교력을 집중해야 한다. 가급적 IAF 기반 다자 상호인정협정(MLA)을 지향하는 것이 바람직하다.

② Advanced Track 기반의 제도적 혁신

- **기술수명주기인증(TLC)**: 설비 투자 주기가 긴 철강업의 특성을 고려하여, 5년 주기의 EPD 한계를 극복하고 설비의 경제적 내용연수 동안 인증 효력을 유지하는 공정 중심 인증을 도입해야 한다.
- **탄소뱅크(Carbon Banking) 및 레지스트리**: 대규모 감축분을 중앙 등록부에 저축하여 필요시 제품에 할당하거나 고객사가 호출해 사용할 수 있는 시스템을 구축해야 한다.

③ 디지털 및 금융 인프라 고도화

- **DPP 대응 API/JSON⁵⁾ 표준화**: 한국형 Manufacturing-X 플랫폼과 연계하여 탄소데이터를 API/JSON 포맷으로 자동 전송하는 표준을 확립함으로써 글로벌 공급망 내 상호운용성을 확보해야 한다.
- **전환 금융(Transition Finance) 연동**: 녹색공공조달(GPP) 및 탄소차액지원계약(CCfD)을 통해 기업의 그린프리미엄 리스크를 분담하고, 고난도 기술 투자가 금융의 사형선고가 아닌 '혁신의 마중물'이 되도록 지원해야 한다.

저탄소 철강 인증의 표준화는 단순한 기술적 절차가 아니라 한국 철강 산업의 주권을 수호하고 지속가능경쟁력을 확보하기 위한 최후의 **전략적 교두보**다. 우리 산업이 '자원 결정론'의 함정을 넘어서 '기술혁신'의 승자로 자리매김하기 위한 국가적 총력 대응이 시급하다.

4) EU ETS 인정체제도 ISO 14065에 기반하여 구축됨. EU는 ETS 거래를 위해서 ISO14065를 2008년에 Regulation(모든 회원국에 자동 적용)으로 입법 완료. 즉, EU ETS 기반 CBAM 인정체제도 ISO 14065에 준하여 시행되고 있음.

5) 단순한 IT 기술 도입이 아니라, 글로벌 규제 당국과 공급망 파트너들이 우리 제품의 지속가능성 데이터를 실시간으로 검증할 수 있도록 디지털 '프러그(plug)'를 표준 규격으로 맞추는 것.

4 한국반도체산업협회

반도체 산업의 표준화 동향 및 시사점

김효수 실장

국내 반도체 산업은 메모리와 시스템반도체를 중심으로 국가 수출과 첨단 제조업 경쟁력을 견인하는 핵심 산업으로 자리하고 있으며, 최근에는 글로벌 공급망 재편과 탄소규제 강화에 따라 생산 공정에서의 온실가스 감축 역량이 산업 경쟁력의 중요한 요소로 부상하고 있다. 특히 글로벌 빅테크 기업과 주요 반도체 수요기업들은 공급망 전반에 대한 ESG 요구를 강화하고 있으며, 제품 품질뿐 아니라 제조 과정에서 발생하는 탄소배출 관리 수준까지 공급망 평가 요소로 반영하고 있다. 이에 따라 반도체 제조기업은 생산 효율 향상뿐 아니라 공정 온실가스 감축과 배출량 검증 체계 구축을 동시에 요구받고 있는 상황이다.

반도체 제조공정에서는 식각(Etching), 화학기상증착(CVD), 세정(Cleaning) 등 주요 공정에서 NF₃, SF₆, CF₄와 같은 F-gas 계열의 가스가 사용된다. 이들 가스는 공정 안정성과 미세 가공 특성 확보에 필수적이지만, 온실효과가 이산화탄소 지구온난화지수(GWP) 1 대비 수천 배에서 수만 배에 달하는 것으로 알려져 있다. 이에 따라 글로벌 반도체 산업은 공정배출 저감을 위해 스크러버(scrubber)와 같은 배출 저감설비 도입을 확대하고 있으며, 국내 기업들도 역시 온실가스 감축을 위해 스크러버 기술을 적용하고 있다. 특히 최근에는 공정 효율 향상뿐 아니라 실제 온실가스 감축량을 객관적으로 증명할 수 있는 관리체계 구축이 중요해지면서 스크러버의 저감효율(DRE, Destruction and Removal Efficiency) 측정·관리 필요성이 요구되고 있다.

국내 반도체 산업은 배출권거래제(ETS) 운영에 따라 공정별 온실가스 배출량과 감축설비의 저감효율(DRE, Destruction and Removal Efficiency)을 실측 기반으로 관리하고 있으며, 기업들은 공장 내 설치된 스크러버에 대해 매년 반복적으로 효율 측정과 검증을 수행하고 있다. 환경부의 「사업장 고유 배출계수 개발 가이드라인」에 따라 반도체 제조사는 스크러버별 저감효율을 실측하여 배출량 산정에 반영하고 있으며, 구매자(삼성전자, SK하이닉스 등) 역시 공장마다 설치된 온실가스 감축설비의 효율을 주기적으로 검증하도록 요구하고 있다. 현재 국내 반도체 생산현장에 설치된 감축설비는 수백~수천대이며, 향후 신규 팹(Fab) 증설과 클러스터 구축을 고려할 경우 측정 대상 설비는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 장비별·공정별 반복 측정에 따른 기업의 행정적·재정적 부담 역시 더욱 확대될 가능성이 크다.

반면 미국, 일본, 대만 등 주요 반도체 제조국은 WSC(세계반도체협회) 가이드라인 및 IPCC 가이드라인을 기반으로 제조사에서 사전 인증된 스크러버 저감효율 값을 활용하는 방식이 일반적으로 적용되고 있다. 해외 주요국에서는 동일 모델의 스크러버에 대해 장비 제조사가 대표 조건에서 성능시험을 수행하고, 검증된 저감효율(DRE)을 공인된 기준값으로 활용하여 온실가스 배출량을 산정하고 있다. 즉, 국내처럼 공장별·현장별 반복 실측을 수행하기보다는 제조사 효율 보증을 활용하고 있다는 점이 특징이다.

이러한 운영 방식은 단순히 측정 비용 절감을 위한 목적뿐 아니라, 반도체 생산라인의 안전관리 측면에서도 중요한 의미를 가진다. 반도체 제조공정에서 사용되는 공정가스를 생산라인에서 직접 가스를 측정하여 분석하는 과정은 공정 안정성과 작업 안전에 영향을 줄 수 있어, 해외 주요 반도체 제조국은 제조사에서 검증된 저감효율 값을 활용함으로써 현장 측정 자체를 최소화하는 방향으로 운영하고 있다. 이는 글로벌 반도체 산업의 제조사 인증 기반의 표준화 체계를 통해 감축효율의 신뢰성을 확보하는 동시에 작업 안전성과 생산라인 운영 안정성을 함께 고려한 접근이라고 볼 수 있다.

이와 관련하여 최근 국제해사기구(IMO)의 EGCS(Exhaust Gas Cleaning System) 운영 사례는 반도체 산업에도 중요한 시사점을 제공하고 있다. IMO EGCS 제도에서는 선박용 배출가스 저감장치에 대해 동일 모델 기준의 성능시험 및 인증체계를 운영하고 있으며, 장비 제작사가 대표 시험조건에서 성능시험을 수행하고 공인기관 인증을 통해 모델별 성능을 사전에 검증받는 구조를 적용하고 있다. 이를 통해 동일 모델 장비에 대해서는 반복적인 현장 측정을 최소화하고 있으며, 인증값을 기반으로 규제 준수 여부를 관리하고 있다.

이러한 IMO EGCS 사례를 참고하여 반도체 산업에 적용 가능한 인증 기반 표준화 체계 필요성을 제시하고 있다. “스크러버 성능을 모델 기준으로 인증할 수 있는 체계를 마련하여 대표 공정조건 및 시험 기준을 마련 함으로써 반복 측정 부담을 대체할 필요가 있다. 특히 동일 모델 스크러버에 대해 대표 조건에서 1회 성능 시험을 수행하고 이를 인증기관이 검증하는 방식이 도입될 경우, 기업별 반복 측정 부담을 크게 줄일 수 있으며 감축효율 산정의 일관성과 투명성 확보에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 시험기관 중심의 성능시험 및 인증체계 구축 필요성도 강조하고 있다. 예를 들어 국가 지정 시험기관이 대표 공정조건에서 DRE 성능을 측정하고, 인증된 모델은 동일 조건 범위 내에서 현장 적용 시 인증값을 활용할 수 있도록 하는 구조이다. 이러한 방식은 현재의 기업별 반복 실측 중심 구조를 개선하고 국가 MRV(Monitoring, Reporting, Verification) 체계와 연계 가능한 표준 기반 관리체계로 발전시킬 수 있다는 점에서 의미가 크다. 아울러 국제표준과의 정합성을 확보할 경우 국내 반도체 기업의 글로벌 공급망 대응 역량 강화와 해외 탄소규제 대응에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다.

따라서 국내 반도체 산업 역시 국제 운영 사례를 참고하여 동일 모델 스크러버에 대한 대표 시험조건 기반의 성능 인증체계를 마련하고, 제조사에서 사전 검증된 DRE 값을 공식적으로 활용할 수 있는 표준화 기반을 구축할 필요가 있다. 이를 통해 기업의 반복 측정 부담을 완화하는 동시에 측정 결과의 일관성과 신뢰성을 확보하고, 국가 MRV 체계 및 국제 공급망 탄소관리 요구에도 보다 효율적으로 대응할 수 있을 것으로 기대된다.

5 한국디스플레이산업협회

디스플레이 탄소중립 실현과 표준화 전략 3.0에 거는 기대

김현석 본부장

디스플레이는 인간이 다양한 정보를 시각적으로 인지할 수 있도록 화면으로 구현해주는 영상표시 장치로 스마트폰, 태블릿, 노트북, TV 등의 가전·IT뿐만 아니라 자동차, 교육, 의료, 국방 등 다양한 산업에 활용되면서 ‘산업의 눈’으로 불리고 있다. 최근 AI 시대에 디스플레이는 단순한 시각 출력 장치를 넘어, 사람과 인공지능(AI)을 연결하는 ‘지능형 인터페이스’로 진화하고 있다.

디스플레이 산업은 명실상부한 국가첨단전략산업, 국가전략기술 등으로 지정되어 국가경제에 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 경제적 규모면에서 생산 65.9조원, 수출 215억불로 각각 제조업의 3%('24년 기준) 이상의 비중을 가지고 있다. 투자 규모 측면에서도, 연간 설비투자는 10조원 이상으로 전체 제조업 투자의 약 8%('25년 기준)를 차지하고 있는데 이는 우리나라 주력 산업으로서의 위상을 보여주는 수치이다. 고용창출 효과는 직접 고용만 7만 3천명에 달하며, 소재·부품·장비 등 연관 산업 까지 포함하면 그 효과는 더욱 크다.



세계 디스플레이 시장은 2025년 1,350억불에서 2035년 1,600억불까지 성장이 전망되는 가운데, 현재 LCD(61%)와 OLED(39%) 디스플레이로 양분하고 있으며 LCD 대비 화질, 두께, 폼팩터 등에서 우위인 OLED로 재편 중에 있다. 향후 글로벌 디스플레이시장은 OLED가 LCD 시장을 잠식해 나가고, OLEDoS, 마이크로 LED 등의 차세대 디스플레이 시장이 본격 형성될 것으로 예상하고 있다. 글로벌 디스플레이 시장 점유율을 살펴보면 2025년 기준 전체 시장은 LCD를 중심으로 한 중국이 53.4%, 한국은 31.7%, 대만 13.8% 점유율로 전체 시장은 중국이 앞서 있는 상황이다. 하지만, 고부가가치 OLED 분야는 한국 68.7%, 중국 31.2%로 한국이 2007년 세계최소 OLED 생산 이후 줄곧 세계 1위를 유지하고 있다.

하지만 한국은 OLED 시장에서도 중국이라는 거대한 도전에 직면해 있다. 중국은 정부의 전폭적인 보조금을 등에 업고 LCD를 삼켰던 중국이, 이제는 우리의 핵심 텃밭인 OLED 시장마저 장악하기 위해 공격적인 투자를 단행하고 있다. 이를 위해 한국은 디스플레이 강국 유지를 위해 경쟁국의 추격 대응을 위한 ‘기술 혁신’, 제조 AX 경쟁력 확보를 위한 시 기반 ‘제조 혁신’, 탄소중립 및 친환경 경쟁력 확보를 위한 ‘녹색 혁신’ 전략으로 경쟁력 강화를 추진하고 있다.

디스플레이 산업은 반도체와 더불어 전력 소모가 크고 온실가스 배출이 많은 업종으로 인식되고 있으나 업계는 이미 다양한 측면에서 온실가스 감축과 친환경 전환을 위해 적극적으로 노력 중이다. 업계는 2050 탄소중립을 자발적으로 선언하고 2024년 기준 2020년 대비 온실가스 배출량을 18.2% 감축 하였다. 또 디스플레이 제조에 필수적으로 쓰이는 증착식각용 고 GWP 가스를 저 GWP 대체가스로 전환하기 위한 대규모 연구개발을 2030년까지 추진하고 있으며, 배출되는 가스는 POU 스크리버 등 고효율 처리 장비를 통해 제거하고 있다.

디스플레이 기업들은 공장 옥상 태양광 설치, 재생에너지 전력구매계약(PPA), 녹색프리미엄 등을 통해 재생에너지 사용을 확대하고 있다. 그 결과 국내외 디스플레이 산업의 재생에너지 전환율은 2022년 대비 2024년에 약 두 배로 증가하였다. 이미 해외 사업장의 경우 100% 재생에너지로 전환했거나 달성할 예정이며, 국내 사업장 또한 단계적으로 사용 비율을 늘려나가는 로드맵을 수립하여 추진하고 있다.



공정 과정에서 발생하는 폐열을 회수해 건물 난방이나 온수로 재활용하고, 대량의 용수를 사용하는 산업 특성상 폐수를 고도 처리하여 재활용함으로써 현재는 용수 재이용률이 약 80% 수준이다. 폐글라스를 재활용하고, 청정 소재를 활용한 친환경 포장 부품을 확대하는 등 자원 순환 구조를 강화하고 있다. 이와 함께 플라스틱 사용량을 줄인 제품, 내구성과 방수 성능을 강화한 제품 등 환경 부담을 최소화한 지속가능한 제품 개발에도 힘쓰고 있으며, 제품의 유해물질 관리 체계를 통해 환경·자원·사람을 두루 고려하는 생산 체계를 운영하고 있다.

한국을 포함한 UN 산하 107개국에서 탄소중립을 위한 온실가스 감축 목표를 공식적으로 발표하였으며, 이는 전세계 탄소 배출량의 82%(24.6) 차지하는 규모이다. 글로벌 탄소규제 강화와 글로벌 수요기업에서의 공급망 탄소배출량 관리 증가로 탄소 배출량에 대한 국제 표준화된 방법과 공급망 전반의 온실가스 배출량 관리체계 마련이 필요하다.

디스플레이 산업에서 탄소중립 표준은 글로벌 환경 규제(EU CBAM 등) 대응, 공급망 내 탄소데이터 요구 충족 그리고 수출 경쟁력 유지를 위해 필수적이다. 명확한 탄소중립 관련 표준이 없다면 친환경 전환 과정에서 기업 간 혼선이 발생하고 시장 진입에 장벽이 생기게 된다. 다행히도 국가기술표준원에서 2025년 12월 발표한 “탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0”에 탄소배출권거래제, 제품 탄소 발자국 등 탄소배출량 산정 기준에 대한 표준화, 탄소 다배출 업종의 탄소저감기술 표준화 등 4대 분야 9개 과제가 제시되어 있다. 이를 통해 디스플레이산업은 대기업뿐 아니라 협력사인 소부장 기업까지 동일한 표준을 적용해 탄소 배출 데이터를 산출할 수 있으며, 더불어 표준화된 양식과 기준으로 공급망 전체의 탄소

배출량을 정확하게 측정하여 국가 온실가스 감축 목표도 달성 할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

국제 사실상표준화기구에 해당하는 GHG 프로토콜은 전 세계에서 가장 널리 사용되는 온실가스 회계·보고 기준을 개발하는 국제 이니셔티브로 온실가스 배출량을 산정·공시할 수 있도록 표준과 지침을 제시하고 있다. GHG 프로토콜은 2025년 10월 기업의 탄소 배출량을 보다 엄격하게 측정하고 관리할 수 있도록 Scope2와 Scope3를 중심으로 전면적인 개정안을 발표 하였다. 개정안의 핵심은 전력 소비에 따른 배출량을 보고할 때 기존의 ‘지역 기반(Location-based)’ 및 ‘시장 기반(Market-based)’을 병행하던 방식을 기업의 실질적인 전력 조달과 탄소 배출 효과가 더 명확하게 반영되도록 Scope2 회계의 정확성·일관성·물리적 현실성을 동시에 강화하는 데 초점이 있다. GHG 프로토콜 개정안은 EU와 달리 한국은 재생에너지가 부족하고, 특히 디스플레이산업은 고부하 제조공정 특성상 현장에 즉시 적용하기에는 아직 어려운 수준이다. 이와 관련하여 산업계에서 GHG 프로토콜에 의견서도 제출한 바가 있지만, 이번 “탄소중립·녹색성장 표준화 전략 3.0”에 GHG 프로토콜과 협력하는 내용도 있으니 산업계 현실이 반영된 개정안이 도출 되기를 기대한다.

앞으로 디스플레이 산업은 단순히 전력 다소비 업종이라는 이미지를 넘어, 저탄소 기술 혁신, 자원순환 체계 강화, 재생에너지 전환 가속화를 통해 업계 전반의 지속가능성을 높여갈 것이다. 특히 소비자와 글로벌 세트 메이커들이 요구하는 환경적 책임을 적극 반영해 K-디스플레이가 세계 시장에서 기술 경쟁력뿐만 아니라 환경경영에서도 모범적인 산업으로 자리매김할 것이다.



행사 안내

국민 생활편의 표준화 아이디어 선정을 위한 대국민 온라인 투표

- 접수기간 : '26.5.19.(화)~6.18.(목)까지
- 추진내용 : 일상 속 불편을 해소하고 안전하고 편리한 생활환경 조성을 위한 '2025년 표준화 공모 아이디어' 최종 6건 후보과제의 국민 투표 시행

표준 이슈 포커스

Standards Issue Focus

〈표준 이슈 포커스〉는 표준 정책 및 산업 이슈, 첨단기술 표준화 동향, 국제표준화기구 소식 등 다양한 표준 이슈를 충실히 반영하여 산업별 전문가에게 실질적으로 도움이 되는 표준화 정보를 제공합니다. 웹진에서 자세한 정보를 살펴볼 수 있으며, 매월 이메일을 통해 정기적으로 최신 표준 소식을 받아 볼 수 있습니다.

웹진 바로가기



웹진 구독신청



문의

국가기술표준원

standard@korea.kr

국가기술표준원 홈페이지



kats.go.kr

국가기술표준원 블로그



blog.naver.com/
katsblog

국가기술표준원 유튜브



youtube.com/
@KATS_Korea



산업통상부
국가기술표준원