

|            |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |       |  |                                                                                                   |     |
|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 관리번호       |     | 2024-패키지-조선해양-01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       | 과제 유형 |  | <input checked="" type="checkbox"/> 통합형 <input type="checkbox"/> 병렬형 <input type="checkbox"/> 일반형 |     |
| 산업기술분류1    |     | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 기계·소재 | 중분류   |  | 조선/해양시스템                                                                                          | 소분류 |
| 산업기술분류2    |     | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 기계·소재 | 중분류   |  | 에너지/환경기계 시스템                                                                                      | 소분류 |
| 융합분류       |     | <input checked="" type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input type="checkbox"/> 신산업창출형 <input type="checkbox"/> 해당없음                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |       |  |                                                                                                   |     |
| 해당여부       |     | <input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 해외연계 <input checked="" type="checkbox"/> 특허연계 <input type="checkbox"/> 안전과제                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |       |  |                                                                                                   |     |
|            |     | <input type="checkbox"/> 경쟁형R&D <input type="checkbox"/> 복수형R&D <input checked="" type="checkbox"/> 대형통합형 <input type="checkbox"/> 보안과제                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |       |  |                                                                                                   |     |
| 과제명        | 총괄  | LNG 운반선 Sub-cooling형 1.5ton/h급 이상 재액화시스템 컴팬더 개발 및 성능평가                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |       |  |                                                                                                   |     |
|            | 1세부 | Sub-cooling형 재액화용 고신뢰, 고회전, 무급유 전폐형 베어링 및 베어링 제어기 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |       |  |                                                                                                   |     |
|            | 2세부 | Sub-cooling형 재액화시스템 컴팬더 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |       |  |                                                                                                   |     |
|            | 3세부 | LNG 재액화시스템 컴팬더 성능 검증용 시스템 설계 및 시험                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |       |  |                                                                                                   |     |
| 1 개요 및 필요성 |     | <p>○ (개요) 국내 조선소의 주력 선종인 LNG운반선의 필수 기자재인 재액화 시스템 중 국산화가 필요한 Sub-cooling용 압축팽창기(컴팬더)의 핵심부품 및 장비 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 종래의 재액화 기술은 증발가스를 압축하고 압축된 가스를 LNG 냉열을 이용하여 별도의 냉동사이클로 냉각시킨 후 감압 팽창으로 추가적인 냉각 과정을 통해 재액화를 하는 방식임.</li> <li>- 이와 달리, 세계 시장을 주도하고 있는 기술인 Sub-cooling 방식은 영하 160도 근방의 액체상태의 LNG를 과냉각시켜 탱크내에 재주입하여 증발가스 및 LNG를 냉각시켜 탱크내의 압력을 유지시키는 방식으로 소비전력이 작고, 독립적인 장비로 설치되고 운영/제어가 단순한 장점이 있어 신조 및 개조에 적용에 유리.</li> <li>- Sub-cooling 시스템의 핵심 장비는 헬륨/질소 등 혼합냉매를 이용한 압축팽창기(컴팬더)로 자기부상효과를 이용한 마그네틱 베어링을 적용하여 윤활유가 필요없고 기계적 접촉이 없어 에너지 손실이 적고 고속회전이 가능.</li> </ul> <p>○ (필요성)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외공급사에 대한 의존으로 수급 차질등의 우려가 있음.</li> <li>- 기술 및 비용 측면에서 비교 우위를 점할 수 있는 무급유, 전폐형 컴팬더의 국내 개발이 시급함.</li> <li>- LNG 운반선을 비롯한 극저온 냉동기 수요 증대에 따른 기술 확보 필요</li> <li>- 마그네틱 베어링 적용 제품/시장 확대 기여하고 수소분야 기술 수요 증가 대비</li> <li>- 국산화 성공시 국내 LNG 기자재 기술 및 수주 경쟁력 강화 기여</li> </ul> <p>○ (기대효과) 세계 최고 수준의 재액화시스템 핵심장비를 개발하여 LNG 운반선 및 병커링선 경쟁력 제고 및 재액화 시스템 사업화로 매출 증대 기여</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LNG운반선용 외산 재액화설비기준 1.5ton/h급 1기당 60억원 이상</li> <li>- 2030년경까지 연평균 60척 규모의 발주 전망</li> <li>- 기타 극저온냉동기를 필요로하는 산업 및 시설용으로 확대 가능</li> </ul> |       |       |  |                                                                                                   |     |

(소규모 LNG터미널, LNG FSRU, 수소 플랜트, 초전도케이블냉각 등)

## 2. 연구목표

- 최종목표 : LNG운반선 sub-cooling형 1.5ton/h 급 이상 재액화시스템 컴펜더 소재부품 및 장비 개발 (TRL : [시작] 4단계 ~ [종료]7 단계)
  - (세부1) Sub-cooling 재액화용 고신뢰 고회전 무급유 전폐형 베어링 및 베어링 제어 모니터링 시스템 개발
  - (세부2) Sub-cooling 재액화시스템용 컴펜더 핵심 부품, 모듈 기술 개발 및 컴펜더 개발
  - (세부3) LNG 재액화 성능 검증용 시험 환경 구축 및 성능 시험
- 총괄과제 역할 및 기능
  - 패키지형 과제의 세부과제 종합관리
  - 사업추진 방향, 예산조정, 진도 점검, 성과 관리 및 보고 총괄

## 3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 42개월 (1차년도 : 6개월, 2~4차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : 총 정부지원연구개발비 141.4억원 이내 (1차년도 : 20.2억원 이내)
  - 총괄주관연구개발비 : 총 연구개발비 0.7억원 이내(1차년도 : 0.1억원 이내)
- 주관기관 : 제한없음
- 기술료 징수여부 : 비징수
- 기타사항 : 해당없음

|               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |        |                         |          |                   |
|---------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------------------------|----------|-------------------|
| 관리번호          |  | 2024-패키지-조선해양01-01                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        | 사업구분   |                         | 소재부품패키지형 |                   |
| 산업기술분류1       |  | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 기계·소재  | 중분류    | 조선/해양시스템                | 소분류      | 기타 조선/해양<br>관련시스템 |
| 산업기술분류2       |  | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 기계·소재  | 중분류    | 에너지/환경기계<br>시스템         | 소분류      | 유체기계              |
| 총괄과제명         |  | LNG 운반선 Sub-cooling형 1.5ton/h급 이상 재액화시스템 컴팬더 개발 및<br>성능평가                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |        |                         |          |                   |
| 세부과제명         |  | (1세부) Sub-cooling형 재액화용 고신뢰, 고회전, 무급유 전폐형<br>베어링 및 베어링 제어기 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |        |                         |          |                   |
| 1. 개요 및 필요성   |  | <div>○ (개요) Sub-cooling 재액화용 고신뢰, 고회전, 무급유 전폐형 베어링 및 베어링<br/>제어 모니터링 시스템의 핵심 소재 및 부품 기술개발</div> <div>- BOG 재액화시스템의 경우, 무급유 및 고속 자기베어링 기술이 적용된 전폐형<br/>컴팬더 기술이 핵심</div> <div>○ (필요성)</div> <div>- 종래의 컴팬더는 Integral Gear Type으로써 Gear Box를 위시한 회전 축계에<br/>반드시 윤활유를 공급하여야 하며, 또한 냉매의 외부 누설을 방지하기 위하여<br/>DGS(Dry Gas Seal)을 부속으로 구비하여야 함. 이로 인하여 추가적인 동력 소<br/>요가 발생하고 상대적으로 빈번한 고장과 유지 보수 문제 이슈가 존재.</div> <div>- 이를 개선하기 위하여 윤활 오일을 배제할 수 있는 무급유 컴팬더, 그리고<br/>DGS를 제거할 수 있는 직구동 컴팬더가 필요.</div> <div>- 무급유 직구동 컴팬더에 적합한 고속회전 지지 방식으로 자기 베어링이 필수.</div> <div>- 현재 국내 자기베어링의 최대 회전속도 및 하중용량은 컴팬더의 요구성능 사양<br/>에 미달하며, 선박 적용을 위해서는 세계 최고수준의 기술개발이 필요.</div> <div>○ (기대효과)</div> <div>- 국내 기자재업체의 시장 확대 기회와 조선사는 다수의 공급망 다변화 효과.</div> <div>- 국산화를 통해 시운전중 빠른 컴팬더 기술 서비스로 선박 납기 일정 준수</div> |        |        |                         |          |                   |
| 2. 연구목표       |  | <div>○ 최종목표 : BOG 1.5ton/h 재액화 용량 컴팬더용 경향(Radial) 및 축향(Thrust)<br/>자기 베어링 및 베어링 제어 모니터링 시스템 개발<br/>(TRL: [시작] 4단계~ [종료] 6단계)</div> <div>- 컴팬더의 높은 회전 속도에서 경향 및 축향 하중을 지지할 수 있는 큰 하중 용<br/>량의 고속 자기 베어링 및 제어기 개발.</div> <div>- 자기 베어링을 컴팬더에 적용하기에 앞서 개발 목표에 준하는 베어링을 설계<br/>제작하고, 성능 리그를 통하여 시험 성능 검증후 컴팬더용* 베어링 적용.</div> <div>- 개발 및 제작해야할 컴팬더용 베어링은 Sub-cooling 재액화에 필요한 추가 압<br/>축기용 베어링도 포함되며, 제작 대수는 컴팬더 공정 설계에 따라 결정</div> <div>○ 개발목표</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |        |                         |          |                   |
| 성능지표          |  | 단위                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 달성목표   | 국내최고수준 | 세계최고수준<br>(보유국, 기업/기관명) |          |                   |
| 1 허용 최대 회전 속도 |  | RPM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 45,000 | 36,000 | 50,000                  |          |                   |

|   |                          |    |       |       |                                    |
|---|--------------------------|----|-------|-------|------------------------------------|
| 2 | 경향 하중(Radial load) 용량    | N  | 2,500 | 2,000 | -                                  |
| 3 | 축향 하중(Thrust load) 용량    | N  | 5,000 | 4,000 | -                                  |
| 4 | 최소 Touch down 회수         | 회  | 5     | 3     | -                                  |
| 5 | 제어 안정성(Stability margin) | dB | 9.5   | N.A.  | ISO 14839 기준<br>(Peak Sensitivity) |

\* 허용 최대 축회전수 및 하중 용량은 sub-cooling 컴팬더 공정설계에 따라 변동 가능하므로 수행 단계 목표치 확정 필요

### 3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 42개월 (1차년도 : 6개월, 2~4차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : 총 정부지원연구개발비 40.1억원 이내 (1차년도 : 7억원 이내)
- 주관기관 : 중소·중견기업
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음

| 관리번호       | 2024-파커자-조선해양01-02                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       | 사업구분 | 소재부품패키지형        |     |                   |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-----------------|-----|-------------------|
| 산업기술분류1    | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 기계·소재 | 중분류  | 조선/해양시스템        | 소분류 | 기타 조선/해양<br>관련시스템 |
| 산업기술분류2    | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 기계·소재 | 중분류  | 에너지/환경기계<br>시스템 | 소분류 | 유체기계              |
| 총괄과제명      | LNG 운반선 Sub-cooling형 1.5ton/h급 이상 재액화시스템 컴팩터 개발 및<br>성능평가                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |      |                 |     |                   |
| 세부과제명      | (2세부) Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |                 |     |                   |
| 1 개요 및 필요성 | <p>○ (개요) LNG 운반 및 저장 과정에서 효율성 제고를 위한 과냉각 효과 등을 이용한 재액화시스템 공정을 설계하고 핵심 장비인 컴팩터의 선급 인증 소재 발굴 및 설계/제품 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경쟁사는 제품 경쟁력 (컴팩트 설계, 냉매 Leak 최소화, BOG 재액화 용량에 따른 확장성 등) 확보를 위해 직기동 모터를 이용한 제품을 개발하였으며 경쟁사 동등 이상 제품 개발을 위해서는 아래와 같은 기술이 요구됨.</li> <li>- 수요처(선주/조선사) 요구사항을 반영한 제품 및 기술 개발 요구사항 도출</li> <li>- 요구 냉동능력을 갖는 최적 재액화 시스템용 컴팩터 공정조건 선정</li> <li>- 냉매 누설 방지를 위한 밀폐형 컴팩터 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>. 직기동 컴팩터 개발을 위한 PMS* 모터 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>* PMS (Permanent Magnet Synchronous) 모터 : 영구자석 동기모터</li> </ul> </li> <li>. PMS 모터 및 AMB* 적용한 축계 설계 기술 <ul style="list-style-type: none"> <li>* AMB (Active Magnetic Bearing) : 자기력을 이용한 비접촉식 베어링</li> </ul> </li> <li>. 냉매 누설 방지를 위한 하우징 설계 및 부품 제작 기술</li> </ul> </li> <li>- 소모동력 최소화를 위한 고효율 압축기 임펠러 및 익스팬더 휠 설계 기술</li> <li>- 선급 소재 인증</li> <li>- 선상 설치를 위한 Footprint 최소화 및 정비 편리성 고려한 패키지 설계</li> <li>- 선상 설치 및 운전을 고려한 제어 시스템 설계 <ul style="list-style-type: none"> <li>. 선박운점 모드를 고려한 패키지 모듈 제어로직 설계</li> <li>. 재액화 공정 운전 안전성 분석을 통한 안전 운전 로직 설계</li> </ul> </li> <li>- 재액량별 라인업 구축을 위한 모듈화 설계</li> </ul> <p>○ (필요성) LNG 운반선용 Sub-cooling 방식 재액화 시스템 수요 대응</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선사들은 최근 적용되고 있는 Sub-cooling 방식 재액화 시스템에 대하여 설치 및 운영의 용이성을 높이평가 중 (유지보수 이슈 감소, 자동화된 운전 제어 등)</li> <li>- 현재 국내 조선소들은 외산제품에 전적으로 의존 중으로 국산화 시급</li> <li>- 해외 공급업체의 납품 지연 및 적기 기술지원에 어려움을 겪고 있음</li> <li>- 핵심 기자재에 대한 Track Record 확보를 위해 실증 시험을 통한 성능검증이 필요하며 이를 위해서는 정부 지원 및 국책연구 기관의 협력이 필요함</li> </ul> <p>○ (기대효과) LNG 운반선 및 병커링선용 재액화 시스템 국산화 매출 기여</p> |       |      |                 |     |                   |

- LNG 운반선용 외산 재액화설비기준 1.5ton/h급 1기당 약 60억원의 매출 예상
- 2030년경까지 연평균 60척 규모의 발주 전망
- 핵심기자재 국산화로 조선사 경쟁력 강화 및 수입 대체 효과 기대
  - . 기자재류 터키 공급으로 국내 조선사들 경쟁력 강화 기회
  - . 국내 기자재 업체의 실가스 시험을 통한 선주/조선사 홍보 및 영업을 통한 시장 진입 기회 확보
  - . 국내 대·중·소기업의 개발 및 생산을 위한 산업생태계 구축을 통해 국내에서 부품 공급망을 확보하여 매출 확대 및 고용 창출 가능
- Oilless 방식의 직기동 컴팬더 사용함으로써 기존 기자재 운영 시에 발생하는 폐유 처리비용 및 환경오염 감소
- 기타 극저온냉동기를 필요로하는 산업 및 시설용으로 수평전개 가능 (소규모 LNG터미널, LNG FSRU, 수소 플랜트, 초전도 케이블냉각 등)

## 2. 연구목표

○ **최종목표 : LNG운반선 Sub-cooling 재액화 시스템을 위한 컴팬더 기술 개발**  
(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)

- 경쟁사 벤치마킹 보고서 및 수요처(선주/조선사) 요구사항을 반영한 제품 및 기술 개발 요구사항 도출 (조선사/EPC)
- 174K~180K급 LNG 운반선용 1.5ton/h 급 이상 재액화 시스템용 컴팬더 공정 조건 선정
- 300kW급 이상 PMS 모터 개발
- PMS 모터 및 AMB 적용 밀폐형 컴팬더 개발
  - . 밀폐형 컴팬더 패키지 구성용 서브 모듈 제반 Engineering Documents (Vendor Prints 등) 표준화 개발
    - \* 서브 모듈 : Control Panel, 극저온 밸브, Coldbox, Casing 선급 소재, Impeller/Wheel 선급 소재 등
  - . PMS 모터 및 AMB 적용 축설계 기술 개발 (해석 및 설계 절차서 등)
  - . 냉매 누설 방지를 위한 하우징 설계 및 부품 제작 기술 개발
  - . 고효율 압축기 임펠러 및 익스팬더 휠 설계 기술
  - . 선급 소재 발굴 및 선급 인증을 통한 부품 설계 및 생산 기술 확보
  - . Footprint 최소화 및 정비 편리성 고려한 패키지 최적 설계 기술
- 선상 설치 및 운전을 고려한 제어 시스템 설계 기술
  - . 운전제어 FDS (Functional Design Specification) 및 판넬 표준화 개발
  - . 선박운점 모드 및 재액화 공정 통합 운영을 고려한 제어로직 설계
- 컴팬더 모듈화 설계를 통한 재액량별 라인업 구축 (시스템 확장성 극대화)
- 시험/평가 기술 개발
  - . 국제 표준규격에 따른 시험절차서 개발
  - . 시제품 구조 안정성(Mechanical Run Test) 및 성능(상사시험) 검증 시험/평가
  - . Leak Test 절차 구축 및 시험 평가

- 설계 인증 (선급 인증 및 방폭 인증 확보)

○ 개발목표

| 성능지표 |                                     | 단위   | 달성 목표                  | 국내최고수준 | 세계최고수준<br>(보유국, 기업/기관명)                  |
|------|-------------------------------------|------|------------------------|--------|------------------------------------------|
| 1    | 컴팬더 용량                              | kg/h | 9,100 이상 <sup>1)</sup> | N.A.   | 9,100 <sup>2)</sup><br>(프, Air Liquide사) |
| 2    | 익스팬더 효율                             | %    | 85 이상 <sup>3)</sup>    | N.A    | -                                        |
| 3    | PMS 모터 용량 <sup>4)</sup>             | kW   | 300                    | N.A    | 210 <sup>5)</sup><br>(프, Air Liquide사)   |
| 4    | Footprint (L x W x H) <sup>6)</sup> | m    | 14.0 x 4.5 x 3.5<br>이하 | N.A    | 14.0 x 4.5 x 3.5<br>(프, Air Liquide사)    |
| 5    | 축진동 <sup>7)</sup>                   | um   | 48 이하                  | -      | API 617 기준                               |
| 6    | 선급/방폭 인증                            | -    | 확보                     | -      | Ex-e<br>(스웨덴, Atlas Copco사)              |

1) He 및 N2 혼합냉매(He:N2=8:2) 기준, 재액화 용량 0.5 ton/h을 위한 컴팬더 용량으로 냉매 변경 시 0.5 ton/h 재액화를 위한 컴팬더 용량 제안 가능

\* 제안서 작성 시 1.5 ton/h 재액화 용량 달성 할 수 있는 전략 제시 (예, 재액화 용량 0.5 ton/h 장비 1 Train으로 개발 후 3개 Train으로 구성하여 1.5 ton/h 재액화 용량 달성 등)

\* \* 경쟁사 압축기 및 컴팬더 조합을 이용하여 재액화 용량별 (0.2~2.0 ton/h) 라인업 구축 (예, 재액화 용량 0.5 ton/h은 압축기 1대, 컴팬더 1대, 재액화 용량 1.5 ton/h은 압축기 4대, 컴팬더 3대로 구성

2) Air Liquide사 0.5 ton/h 재액화를 위한 컴팬더 용량 (익스팬더 효율 85% 기준)

3) 냉매 조성에 따라 변경될 수 있으므로 최종 평가 시 경쟁사 냉매 기준으로 비교 평가

4) 계획서 제출 시 재액화 용량을 달성하기 위한 PMS 모터 용량은 변경 제안 가능

5) Air Liquide사 0.5 ton/h 재액화를 위해 210kW 컴팬더와 210kW 압축기로 대응 중

6) 재액화 용량 1.5 ton/h 기준 사이즈

7) API617 규정 적용 30,000RPM 기준 축진동 목표로 계획서 제출 시 PMS 모터 용량 변경 및 RPM에 따라 수정 가능

3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 42개월 (1차년도 : 6개월, 2~4차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : 총 정부지원연구개발비 60.6억원 이내 (1차년도 : 9억원 이내)
- 주관기관 : 제한없음
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |              |     |                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------|-----|----------------|
| 관리번호        | 2024-파키자-조선해양-01-03                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | 사업구분 | 소재부품패키지형     |     |                |
| 산업기술분류1     | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 기계·소재 | 중분류  | 조선/해양시스템     | 소분류 | 기타 조선/해양 관련시스템 |
| 산업기술분류2     | 대분류                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 기계·소재 | 중분류  | 에너지/환경기계 시스템 | 소분류 | 유체기계           |
| 총괄과제명       | LNG 운반선 Sub-cooling형 1.5ton/h급 이상 재액화시스템 컴팩터 개발 및 성능평가                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |      |              |     |                |
| 세부과제명       | (3세부) LNG 재액화시스템 컴팩터 성능 검증용 시스템 설계 및 시험                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |      |              |     |                |
| 1. 개요 및 필요성 | <p>○ (개요) 개발된 LNG운반선 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터의 목표 사양의 운전 성능을 시험하기 위한 환경 구축 및 성능 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실화물창 조건을 모사한 환경에서 LNG운반선 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터의 성능 평가를 위한 성능 시험 장치 구축 필요</li> <li>- LNG를 화물창 내의 온도 조건으로 공급하고 Sub-cooling 재액화시스템에 의해 과냉각된 온도와 LNG 공급 유량을 측정</li> <li>- 실화물창 조건을 모사한 LNG 공급 및 회수를 위해 열교환기, 공급 pump, LNG 저장탱크 등이 필요하며, LNG 온도를 일정하게 제어할 수 있는 온도 조절 설비 필요</li> <li>- Sub-cooling 재액화시스템 구동에 필요한 전기, 냉각수, 공압 등의 Utility 시설 필요</li> <li>- 개발품 검증을 위해 실사용 유체인 LNG를 사용하여 LNG 운반선 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터의 성능 시험 수행</li> <li>- LNG 사용 조건에서 Sub-cooling 재액화시스템의 시동, 정격, 부분부하, 종료, 급정지 등 다양한 운전 시나리오의 운전 특성 확인을 위한 성능 시험 수행</li> <li>- 정격 운전 시험을 통해 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발품의 목표 성능 달성 확인</li> </ul> <p>○ (필요성) 성능시험을 통한 공인 성적 및 개발 성과 측정 및 홍보 활용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 LNG를 사용한 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 성능 평가 시스템이 없어 국내 관련 기업의 개발 비용 및 개발 기간 증가</li> <li>- LNG운반선 Sub-cooling 재액화시스템의 해외 기술 종속 탈피 및 국내 개발 기술력 향상을 위해 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 성능 평가 시스템 구축 필요</li> </ul> <p>○ (기대효과) LNG 이용 성능시험으로 개발 기술 성과의 객관적이고 공개적인 성능 평가 및 홍보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 성능 평가를 통한 국산화 및 고도화에 기여하고 Sub-cooling형 재액화시스템 산업 경쟁력 확보 가능</li> <li>- 개발 및 제작한 재액화시스템 컴팩터의 Track Record를 확보하여 LNG운반선 탑재 기여</li> <li>- 극저온 냉동기 기술은 액체수소, 항공우주, LNG 터미널 및 FSRU, 초전도 전력 기기 등에 활용 가능</li> </ul> |       |      |              |     |                |
| 2. 연구목표     | <p>○ 최종목표 : LNG운반선 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 성능 검증을 위한 성능 평가 시스템 구축 및 성능 시험<br/>(TRL : [시작] 6 단계 ~ [종료] 7 단계)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |      |              |     |                |

- Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발품의 LNG 재액화 성능을 평가할 수 있는 평가 시험 장치의 구축 및 운전
  - . Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터의 성능을 검증할 수 있는 LNG 공급 시스템 설계, 제작 및 운전 기술 구현
  - . 실화물창 조건을 모사한 LNG의 공급 및 회수를 위해 열교환기, 공급 pump, LNG 저장탱크 등의 사양 선정 및 제작
  - . Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 시제품의 성능 평가\*를 위한 계측 시스템 설계 및 구축
- \* 성능 평가 : 온도, 압력, 유량, 진동 및 효율 등
- Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발품의 운전 성능 측정 및 성능 평가
  - . 국제 표준 규격에 준한 컴팩터 성능 시험 장치 구축 및 시험절차서 개발
  - . 정격 조건에서 Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발품의 목표 성능 검증을 위한 성능 시험/평가
  - . Sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터의 시동, 정격, 부분 부하, 종료, 급정지 등 다양한 운전 시나리오에서의 운전 특성 확인을 위한 성능 시험 수행 및 관련 Track Record 확보

#### ○ 개발목표

| 성능지표 |                                        | 단위    | 달성목표        | 국내최고수준 | 세계최고수준<br>(보유국, 기업/기관명) |
|------|----------------------------------------|-------|-------------|--------|-------------------------|
| 1    | 시험 장치 LNG 공급 유량 <sup>1)</sup>          | m3/hr | 50 이상       | -      | -                       |
| 2    | 시험 장치 LNG 공급 온도 <sup>2)</sup>          | ℃     | -165 ~ -155 | -      | -                       |
| 3    | 시험 장치 연속 운전 시간 <sup>3)</sup>           | hr    | 48 이상       | -      | -                       |
| 4    | 운전 시나리오별 (시동, 정격, 부분부하, 종료, 급정지) 성능 평가 | -     | 5건          | -      | -                       |

1) 제안서 작성 시 sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발품 사양에 근거하여 정격 조건에서 재액화 성능을 확인할 수 있는 시험 장치의 최대 LNG 공급 유량 제시

2) 제안서 작성 시 실화물창 조건과 유사한 온도의 LNG가 평가할 재액화 시스템 개발품으로 공급될 수 있도록 실화물창 내부 LNG 온도  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  범위 이내의 LNG 공급 온도 제시

3) 제안서 작성 시 sub-cooling형 재액화시스템 컴팩터 개발품의 운전안정성 성능을 확인할 수 있는 시험 장치의 최대 연속 운전 가능 시간 제시

#### 3. 지원기간/예산/추진체계

- 개발기간 : 42개월 (1차년도 : 6개월, 2~4차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : 총 정부지원연구개발비 40억원 이내 (1차년도 : 4.1억원 이내)
- 주관기관 : 비영리기관 (시험인증설비 및 위험물관리 인력보유 필수)
- 기술료 징수여부 : 징수
- 기타사항 : 해당없음