

「2026년 조선해양미래혁신인재양성센터사업」 수소선박 초저온 단열 설계 및 시스템 성능평가 실습

I 교육 필요성 및 목적

- 국내 조선해양산업은 일자리 창출 및 전후방 산업 파급 효과가 매우 큰 국가 주력기간 산업으로 글로벌 시장 변화 대응을 위한 경쟁력 유지·강화 필요
- 지역 인재의 수도권 유출을 방지하고 지·산·학 협업 거버넌스 구축으로 지방에 소재한 대학들과 선박전문기업의 경쟁력 강화를 위해 산업수요기반 핵심 기술인재 양성을 위한 전략산업 연계형 인력양성 필요

II 교육 개요

- **교육목적**: 수소선박 액체수소 저장시스템의 소재 및 기자재 특성을 이해하고 다양한 성능평가 시험을 통해 친환경 액체수소 선박 관련 기자재 산업에 활용할 수 있는 전문인력 양성
- **주 관**: 한국산업기술진흥원, 한국조선해양플랜트협회
- **운 영**: 부산대학교 수소선박기술센터
- **교육기간**: 2026. 07. 28.(화) ~ 2026. 09. 15.(화), 주 1회/8주
※ 프로그램 일정에 따라 교육기간은 조정될 수 있음
- **교육장소**: 부산대학교 수소선박기술센터 (부산시 남구 신선로 2-1)
- **교육인원**: 20명 내외
- **교육시간**: 각 교육 당 64시간
- **교육대상**: 부산권 친환경 액체수소 산업에 관심 있는 재직자 및 대학(원)생

III

세부 프로그램

□ 프로젝트 01: 수소선박 액체수소 저장시스템 소재/기자재 성능평가 실습

구분	교시	교육내용	비고
1주차 2026. 7. 28.(화)	1교시 9:00~10:30	이론 강의	
		휴식 10:30~10:40	
	2교시 10:40~12:00	이론 강의	
	3교시 13:00~15:30	친환경 액체수소 산업 특성 및 현황	
		휴식 15:30~14:30	
	4교시 15:40~18:00	액체수소환경 부품소재 시험 장비 소개 (Orientation 및 센터 소개)	
2주차 2026. 8. 4.(화)	1교시 9:00~10:30	이론 강의	
		휴식 10:30~10:40	
	2교시 10:40~12:00	이론 강의	
	3교시 13:00~15:30	보드형 단열재 제작 실습	
		휴식 15:30~14:30	
	4교시 15:40~18:00	스프레이형 단열재 제작 실습	
3주차 2026. 8. 11.(화)	1교시 9:00~10:30	이론 강의	
		휴식 10:30~10:40	
	2교시 10:40~12:00	이론 강의	
	3교시 13:00~15:30	단열재 기계적 특성 평가 설비 실습	
		휴식 15:30~14:30	
	4교시 15:40~18:00	극저온 단열 성능 평가 설비 실습	
4주차 2026. 8. 18.(화)	1교시 9:00~10:30	이론 강의	
		휴식 10:30~10:40	
	2교시 10:40~12:00	이론 강의	
	3교시 13:00~15:30	극저온 저장탱크 진동 응답 및 BOR 측정 실습	
		휴식 15:30~14:30	
	4교시 15:40~18:00	배관용 진공 단열시스템 평가 설비 실습	
5주차 2026. 8. 25.(화)	1교시 9:00~10:30	이론 강의	
		휴식 10:30~10:40	
	2교시 10:40~12:00	이론 강의	
	3교시 13:00~15:30	구조용 저장 탱크 단열 성능 측정 설비 실습	
		휴식 15:30~14:30	
	4교시 15:40~18:00	접촉열저항 측정 설비 실습	
6주차 2026. 9. 1.(화)	1교시 9:00~10:30	20K 평판형 단열 성능 측정 설비 실습	
		휴식 10:30~10:40	
	2교시 10:40~12:00	장비 관리 및 유지 보수 교육	
	3교시 13:00~18:00	현장 견학*(극저온 단열 시험 설비 기관)	현장견학 (오후)

7주차 2026. 9. 8.(화)	교시 9:00~18:00	현장 견학*(실제 운용 선박 승선 및 설비 견학)	현장견학 (1일)
8주차 2026. 9. 15.(화)	1교시 9:00~10:30	이론 강의	
	휴식 10:30~10:40		
	2교시 10:40~12:00	이론 강의	
	3교시 13:00~15:30	현장 견학*(액체수소 운용 기업 설비 견학)	현장견학 (오후)

※ 교육 세부일정은 운영 사정에 따라 조정될 수 있음

1 (1일차) 친환경 선박 및 수소 산업의 필요성

□ 친환경 선박 및 수소 산업 현황 및 수소선박기술센터 소개

- 추진목적 : 액체수소 저장시스템 성능평가 교육 전반에 대한 이해를 확보하고, 향후 실습에 활용되는 시험설비 및 안전관리 체계를 숙지한다. 특히 액체수소의 극저온(-253℃) 특성과 수소 취급 위험요소를 이해하여 안전한 실습 환경을 구축한다.
- 활용장비 : 초저온 환경챔버 탑재형 만능재료시험기, 초저온 환경챔버 탑재형 피로시험기, 초저온 환경챔버 탑재형 고속인장시험기, 등



- 기본이론 : 강재의 저온 특성, 철강의 결정 구조, S-S 커브 분석을 위한 재료역학, 액화 수소 환경에 따른 기계적 특성 변화, 등
- 교육계획 : 1) 교육과정 소개, 2) 안전교육, 3) 수소선택기술센터 시험설비 소개, 4) 평가 실습 인프라 현장 투어

수소에너지 저장 및 이송 개요				
구분	기법	장점	단점	현황
저장	기체 수소 압축용기(고압 저장) / 수소액화 저장(극저온 저장)	수소 용량 밀도가 높고 저장 용이	저장 용기 제작비가 높고 액화 비용이 높음	수소 저장, 액화, 운송, 저장 용기 제작 등 관련 기술 개발이 진행되고 있으나 상용화 시에는 비용이 높음
	수소 흡착제 (MOF, 탄소 나노튜브 등)	수소 흡착 용량이 높고 저장 용이	저장 용기 제작비가 높고 흡착제 비용이 높음	수소 저장, 액화, 운송, 저장 용기 제작 등 관련 기술 개발이 진행되고 있으나 상용화 시에는 비용이 높음
	수소 흡착제 (MOF, 탄소 나노튜브 등)	수소 흡착 용량이 높고 저장 용이	저장 용기 제작비가 높고 흡착제 비용이 높음	수소 저장, 액화, 운송, 저장 용기 제작 등 관련 기술 개발이 진행되고 있으나 상용화 시에는 비용이 높음
이송	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)
	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)
	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)	수소 파이프 (수소 전용 파이프, 이중벽 파이프 등)



- 교육성과 : 1) 수소안전 교육 이수
2) 액체수소 저장시스템 구성 이해
3) 향 후 실습 시험 항목 이해
4) 수소선박기술센터 이해
5) 수소산업 현황 및 전망에 대한 지식 습득
- 적용분야 : 소재개발분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 친환경 선박 기자재 개발 분야, 선박 기자재 구조적 시험 인증 기관, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 액화수소 드론 개발 분야, KOLAS 공식 인증 시험 기관, 등

2 (2일차) 극저온 단열재 제작 실습

□ 다양한 방법의 단열재 제작 실습

- 추진목적 : 액체수소 저장시스템의 핵심 기술인 단열재의 제조 공정을 이해하고 다양한 단열재의 제작 방법과 특성을 습득
- 활용장비 : 단열재 제작 세트, 교반기, 스프레이형 단열재 제작 설비 등



- 기본이론 : 열전달 메커니즘, 극저온 단열기술 개요, 단열재 종류 및 특성, 발포 및 경화 메커니즘, 제조공정 및 품질관리 등
- 교육계획 : 1) 단열재 제조 원리 교육, 2) 안전 교육, 3) 단열재 종류 및 특성 교육, 4) 보드형 단열재 제작, 5) 스프레이형 단열재 제작, 6) 제조 공정 비교 분석



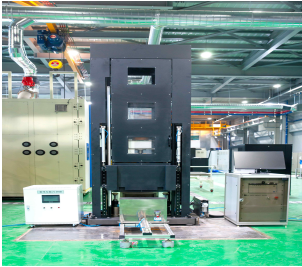
- 획득결과 : 1) 보드형 단열재 제조 능력 습득
2) 스프레이형 단열재 제조 능력 습득
3) 단열재 종류 및 특성 이해
4) 제조 공정 이해
5) 단열재 적용 기술 습득
- 적용분야 : 소재개발분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 친환경 선박 기자재 개발 분야, 선박 기자재 구조적 시험 인증 기관, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 액화수소 드론 개발 분야, 단열재 개발 분야 등

3

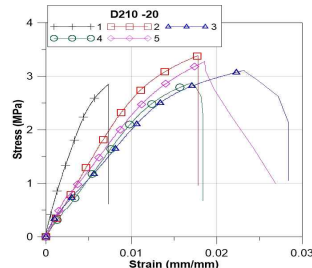
(3일차) 단열재 기계적/열적 특성 평가

□ 단열재별 기계적/열적 성능 평가 설비 실습

- 추진목적 : 액화수소 선박 기자재에 단열재 구성에 따른 기계적 강도 및 단열성능 변화를 분석하고 극저온 환경에서의 성능평가 방법을 습득
- 활용장비 : 초저온 환경챔버 탑재형 피로시험기, 초저온 환경챔버 탑재형 낙하충격시험기, 초저온 단열 성능평가 설비 등



- 기본이론 : 충격에너지 개념, 취성파괴와 연성파괴, Charpy 충격시험, 낙하충격 평가, 저온 취성 거동, 피로 파괴 이론, 피로 수명 예측
- 교육계획 : 1) 장비의 기본 구동 원리 이해, 2) 표준 규격 숙지, 3) 기계적 특성 시험 설비 실습, 4) 압축강도 및 변형 특성 평가, 5) 극저온 단열성능 측정 실습, 6) 결과 데이터 분석



- 획득결과 : 1) 인장·압축 시험 장비 운용 능력 습득
2) 표준 규격의 연구개발 활용 능력 습득
3) 기계적 특성 시험 데이터
4) 열전도율 평가 기술 습득
5) 재료 선정 기준 이해
- 적용분야 : 저장탱크 단열설계 개발 분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 극저온 구조물 연구 분야, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 액화수소 드론 개발 분야, KOLAS 공식 인증 시험 기관, 등

4

[4일차] 액체수소 환경 진동응답 및 BOR 성능 평가

□ 극저온 저장탱크 진동 응답 및 배관용 진공 단열시스템 평가 설비 실습

- 추진목적 : 실제 액체수소 저장환경을 모사하는 시험환경 구축 기술을 이해하고 실제 운송 및 운항 환경에서 발생하는 진동이 저장탱크 단열성능에 미치는 영향을 평가하고 BOR 특성을 이해
- 활용장비 : 단축 진동시험기, 실린더형 단열성능평가 측정장비 등



- 기본이론 : 충격에너지 개념, 취성파괴와 연성파괴, Charpy 충격시험, 낙하충격 평가, 저온 취성 거동, 강재의 저온 특성, 철강의 결정 구조, S-S 커브 분석을 위한 재료역학
- 교육계획 : 1) 장비의 기본 구동 원리 이해, 2) 표준 규격 숙지, 3) 시험 방법 및 변수 설정 설명, 4) 저장탱크 진동응답 시험, 5) 진공단열 배관 평가 설비 실습, 6) BOR 측정 및 데이터 해석 실습



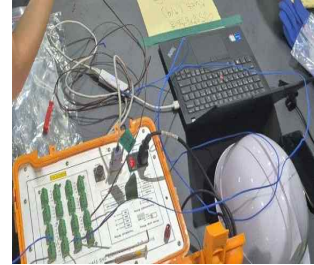
- 획득결과 : 1) 이중 진공 단열 배관 성능 평가 장비 운용 능력 습득
2) 진동시험기를 활용한 진동응답 분석 이해
3) BOR 측정을 통한 단열성능 평가 방법 습득
4) 배관 단열 시공 기술 습득
5) 배관 단열성능 평가 데이터 분석 이해
- 적용분야 : 수소 생산/저장 기자재 개발분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 극저온 배관 개발 분야, 수소 충전 인프라 연구 분야, KOLAS 공식 인증 시험 기관, 등

5

[5일차] 저장탱크 단열성능 및 접촉열저항 평가

□ 액화수소 환경 기계적 성능 평가

- 추진목적 : 액화수소 선박에 단열재의 적용을 위한 구조용 저장탱크의 열적 특성을 평가하고 접촉부에서 발생하는 열손실 메커니즘을 이해하고 장비 운용 능력 습득
- 활용장비 : 구조단열성능측정장비, 접촉열저항 측정 설비 등



- 기본이론 : 수소 확산, 수소취성 메커니즘, 균열 생성 및 전파, 철강의 결정 구조, 결정 구조에 따른 침입형 원소 고용, 액화수소 환경에 따른 기계적 특성 변화, 초저온 환경에서의 수소 취성 특성
- 교육계획 : 1) 장비의 기본 구동 원리 이해, 2) 표준 규격 숙지, 3) 저장탱크 단열성능 평가, 4) 열유속 측정 설비, 5) 접촉열저항 측정 실습, 6) 결과 데이터 분석



- 획득결과 : 1) 구조용 저장탱크 단열성능 평가 장비 운용 능력 습득
2) 접촉열저항 측정 기술 습득
3) 열전달 특성 분석 방법 습득
4) 접촉열저항 데이터 분석 기술 습득
5) 저장탱크 열특성 고려 설계 이해
- 적용분야 : 수소 생산/저장 기자재 개발분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 극저온 배관 개발 분야, 수소 충전 인프라 연구 분야, KOLAS 공식 인증 시험 기관, 등

6

[6일차] 극저온 시험설비 운영 및 기관 견학

□ 액체수소 환경 단열성능측정 설비 운용 및 장비 관리와 유지 보수 교육

- 추진목적 : 극저온 시험설비의 운영기술을 이해하고 장비 유지보수 체계를 학습하여 시험평가 실무 역량을 강화
- 활용장비 : 초저온 단열 성능평가 설비, 단축 진동시험기, 실린더형 단열성능평가 측정장비, 구조단열성능측정장비 등



- 기본이론 : 친환경 선박 추진시스템, 수소연료 공급시스템, 선박 안전관리 체계, 선급 규정 개요
- 교육계획 : 1) 장비의 기본 구동 원리 이해, 2) 표준 규격 숙지, 3) 단열성능 측정 설비 실습, 4) 설비 유지보수 교육, 5) 장비별 관리 내용 이해, 6) 기관 견학



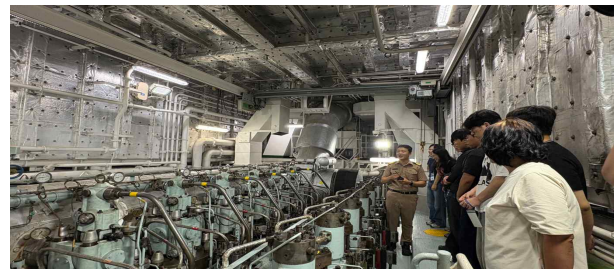
- 획득결과 : 1) 액체수소 환경 단열성능 평가 장비 운용 능력 습득
2) 액체수소 환경 구현법 이해
3) 장비 운영 절차 이해
4) 유지보수 관리기술 습득
5) 시험기관 운영 사례 분석
- 적용분야 : 수소 생산/저장 기자재 개발분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 극저온 배관 개발 분야, 수소 충전 인프라 연구 분야, KOLAS 공식 인증 시험 기관, 등

7

[7일차] 선박 탑승 및 내부 시설 견학

□ 실제 운용 선박 탑승 및 내부 구동 시설 견학

- 추진목적 : 수소선박 및 친환경 선박의 개발을 위한 실제 운용 선박의 구조적 특징 및 구성요소와 현장 적용 기술 이해
- 활용장비 : 없음.
- 기본이론 : 친환경 선박 추진시스템, 수소연료 공급시스템, 선박 안전관리 체계, 선급 규정 개요
- 교육계획 : 1) 선박 기초 이론 교육, 2) 안전 교육 숙지, 3) 선박 탑승, 4) 내부 기관 구성 확인, 5) 추진시스템 확인, 6) 구동 원리 및 실제 가동 환경 분석



- 획득결과 : 1) 승선 경험
 - 2) 선박 관련 안전 규정 숙지
 - 3) 실제 운용 선박의 구조 파악
 - 4) 시스템 구성도 이해
 - 5) 선박 기초 이론 이해
- 적용분야 : 친환경 수소선박 개발 분야, 친환경 추진시스템 개발 분야, 액체수소 기자재 개발 분야 등

□ 취업 연계를 위한 실제 수소 산업에 종사하는 기업 견학

- 추진목적 : 국내 극저온 시험평가 인프라를 직접 확인하고 액체수소 산업의 생태 및 산업 현황을 직접 보고 향 후 취업 연계를 위한 기업 견학
- 활용장비 : 초저온 Charpy 시험기, 초저온 액체수소용 배관 자동 용접기, 고압 수소 장비 인장 시험기 등



- 기본이론 : 수소 특성, 철강의 결정 구조, 결정구조에 따른 침입형 원소 고용, 액화수소 환경에 따른 기계적 특성 변화, 초저온 환경에서의 수소 취성 특성
- 교육계획 : 1) 장비의 기본 구동 원리 이해, 2) 표준 규격 숙지, 3) 시험 방법 및 변수 설정 설명, 4) 장비별 시험 실습, 5) 현직 전문가와 질의응답, 6) 취업 관련 정보 습득



- 획득결과 : 1) 기업 현황 및 현직 업무 경험
2) 기업 정보 획득
3) 현직 전문가와의 소통을 통한 기술적 이해
4) 새로운 장비 운용 방법 습득
5) 취업 연계를 위한 네트워크 활성화
- 적용분야 : 수소관련 기자재 개발분야, 액화수소 선박 개발 및 실증 기자재 개발 분야, 수소 취화 특성 시험 인증 기관, 액화수소 운송 차량 개발 분야, 액화수소 드론 개발 분야, KOLAS 공식 인증 시험 기관, 등