강원 액화수소산업 규제자유특구 계획서(案)

2020. 04.

강 원 도

목 차

Ⅰ. 특구 계획 요약 ····· 1

Ⅱ. 국가 및 강원도 수소정책 ····· 4

Ⅲ. 사업별 규제특례 등 현황 ····· 7

1 액화수소 생산 및 저장제품 상용화

실증1-1. 액화수소 생산설비(배관,밸브)제작 실증 ····· 10

실증1-2. 액화수소 용기 및 저장탱크 제작 실증 ····· 16

실증1-3. 액화수소 저장·운송 실증 ····· 21

2 액화수소 충전소 상용화

실증2-1. 액화수소 충전소 구축·실증 ····· 26

실증2-2. 선박용 수소충전소 구축·실증 ····· 32

실증2-3. 소형모빌리티용 수소충전소 구축·실증 ····· 38

3 수소 모빌리티 상용화

실증3-1. 액화수소 연료전지 선박실증 ····· 44

실증3-2. 소형·공유형 모빌리티 실증 ····· 51

실증3-3. 액화수소 드론 운행 실증 ····· 56

※ 첨부자료 : 참여 중소기업 국내외 특허현황(p63~74)

Ⅰ 특구 계획 요약

□ 개요

구분	주요내용
목적	**전주기 액화수소산업 생태계 구축을 통한 글로벌 수소산업 선도**
위치·면적	 ▸ **총 : 7.17 ㎢** (강원도 강릉시, 동해시, 삼척시, 평창군)
지정기간	2020. ~ 2021. (2년)
규제특례	▸ 실증특례 : 3개사업 - 9개 세부사업
재정지원	▸ (재원확보) 총 사업비 290억원(국비 180억원, 지방비 70억원, 민자 40억)

No	위치	면적(㎢)
1	강릉(과학일반산업단지 외)	1.03
2	동해(북평국가산단 외)	4.63
3	삼척(LNG 인수기지 외)	1.46
4	평창(구 대관령 휴게소부지 외)	0.05
	합 계	7.17

□ 특구지정 필요성

구분	주요내용
지역 특성·여건 활용	▸ 강원도는 에너지패러다임의 변화(탈화석, 탈원전)와 정부의 신경제지도(동해안 에너지 자원벨트)구축, 완성을 위해 삼척 원전부지 해제, 수소기반 에너지 거점도시 및 친환경 에너지 생태계 조성을 위한 사업을 중점적으로 기획, 추진 중에 있음. 이를 위해 강원도, 강원테크노파크는 국토부, 산업부, 환경부 등 다수의 국책사업에 추진, 선정되어 수행 중에 있음 - 수소 R&D 특화 도시 선정(국토부, '20. 4 ~ '23.12) - 수소 운송/저장 클러스터 예비타당성 조사(산업부, '19.12 ~ '21. 5) - 분산형 수소생산기지 구축 사업(산업부, '19. 5 ~ '20. 8) - 수소 충전소 구축사업(환경부, '18. 6 ~ '20. 6) - 수전해(P2G) 수소생산 실증단지 구축사업(산업부, '19. 3 ~ '23. 2) - 소규모 수소어선 실증 사업(강원도, '19.12 ~ '21.12) - 소규모 액화수소 제조 실증 사업(강원도, '20.01 ~ '20.12) ▸ 강원도는 도시가스 공급이 49% 이하로 수소에너지 보급에 최적임 ▸ 특히, 강원도, 강원테크노파크는 강원도 삼척 LNG 인수기지 냉열을 활용해 고효율 안전 액화수소를 중점적으로 육성할 계획으로 2020년까지 100kg/day 실증 모델급 액화수소 생산에 이어, 2023년까지 상용급 10 ton/day액화수소 플랜트 구축이 계획되어 있음. 이후 밸류체인 확장을 위해 다양한 활용 사업을 기획 및 추진하고 있으나 관련 법규 미비로 어려움을 겪고 있음 **<강원도 액화수소 추진 현황 및 향후 계획>**
혁신성 성장가능성	▸ **(혁신성)** 고압기체 수소를 기반으로 하는 타지역의 수소 전략은 수소의 저장/운송/활용 측면에서 (1)고압기체의 위험성, (2)장거리 운송의 고비용, (3)충전소 설치 제한성, (4)주민 수용성 등에서 단점이 있어 액화 수소 전략은 안전성과 인프라 확산성 측면에서 강점을 가짐 ▸ **(성장가능성)** 세계 선도 컨설팅 맥킨지(2017)는 향후 전세계 수소 수요가 급증하여 2050년경에는 수소산업이 연간 2.5조 달러의 부가가치와 누적 3,000만개 이상의 신규 일자리를 창출하는 산업으로 성장할 것으로 전망

구분	주요내용
규제특례 불가피성	▸ 현재 강원도의 사업에 참여하는 업체 등이 생산된 액화수소를 저장, 운송, 활용하는 상용화 기술을 축적하여 해외 수출을 진행하고 있음 ▸ 국내 액화수소 선도기업인 하이리움산업(주)은 최근 북미 Alakai사의 Air Taxi용 액화수소 연료탱크(200~400 liter) 수출을 시작으로, 국내 최대용량 운송용 액화수소 저장탱크(3,500 liter) 북미 수출, 유럽 M사의 수소트럭용 액화수소탱크를 개발 및 수출을 진행 중임 ▸ 액화수소 및 저장탱크 기술을 바탕으로 액화수소를 연료로 활용하는 산불 감시용 드론, 친환경 수소어선, 액화수소 충전소 등의 사업으로 확장, 산업 생태계 조성을 추진 중이지만, 국내에서는 관련 규정의 미비로 인해 조기 상업화 및 사업 확대에 어려움이 있음
지자체별 재원확보 투자유치	▸ **(재원확보 및 투자유치)** 강원도 액화수소 산업 육성 계획(3,050억원) - 사업기간 : '20 ~ '25 (6년간) - 총사업비 : 3,050억원(국비1,455억, 도비433억, 시군비433억, 민간729억) - 사업내용 : (1)액화수소 실증형 플랜트 구축 (분산형 수소생산기지 연계) (2)LNG 냉열 활용 액화수소 양산형 플랜트 구축 (삼척 LNG인수기지) (3)액화수소 활용기반 및 해안 충전소 구축(삼척 스마트 산단 내) (4)수소 저장·운송 클러스터 예비사업 기획 및 수행계획
지역경제 활성화	▸ **(강원도 미래형 성장산업 육성)** 강원도의 친환경 수소(액화) 에너지 산업과 연관 소재, 부품 산업을 통해 관련 지역 기업의 육성 및 창업을 활성화 함으로써 지속가능한 미래형 성장산업 육성 및 지역경제 활성화에 기여 ▸ **(에너지 산업기반의 환동해 에너지 벨트 구축)** 강릉, 동해, 삼척의 에너지 벨트 구축과 울산, 부산을 연계한 환동해 광역 에너지 벨트 구축을 통한 동북아 에너지 거점을 마련하고 향후 대북협력 에너지사업과 글로벌 진출입의 전진기지로 활용 ▸ **(전주기 수소생산/이송/활용의 거점벨트 구축)** 신재생에너지 연계 P2G, LNG Infra와 향후 러시아-한반도를 연계하게 될 환동해 PNG Infra를 활용한 수소거점 도시 구축 및 전주기 수소 활용에 대한 세계 최대의 기술, 산업 거점지역 육성을 통해 국가 수소경제 실현 ▸ **(친환경 산업 육성을 통한 Clean 청정 관광특구 조성)** 청정 강원의 Green 산업 육성을 통한 체험형 산업 관광 특구 조성을 통해 강원도 방문객을 증가시키고, 청정 강원의 가치를 구현하며 지역경제 활성화 유도 ▸ **(에너지 전환 및 에너지효율화 목표 달성)** 49%이하의 도시가스 보급 환경에 수소기반 에너지 보급을 통하여 신에너지 산업에 대한 주민참여 확대로 에너지 수요관리 및 에너지효율 목표 달성과 에너지 복지 확대에 기여 ▸ **(특구사업자를 통한 신규고용 창출 및 매출증대)** 신규고용 300명, 매출액 900억원, 수출액 60만 달러 창출기대, 2030년까지 매출 3조원, 수출 20억 달러 유발

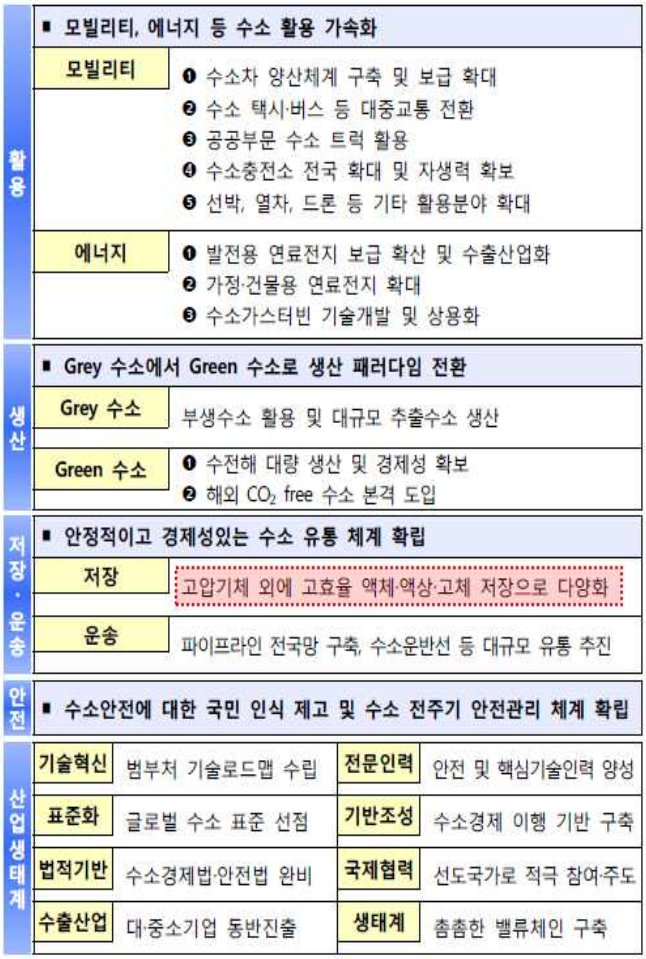
Ⅱ 국가 및 강원도 수소정책

1. 수소경제활성화 로드맵

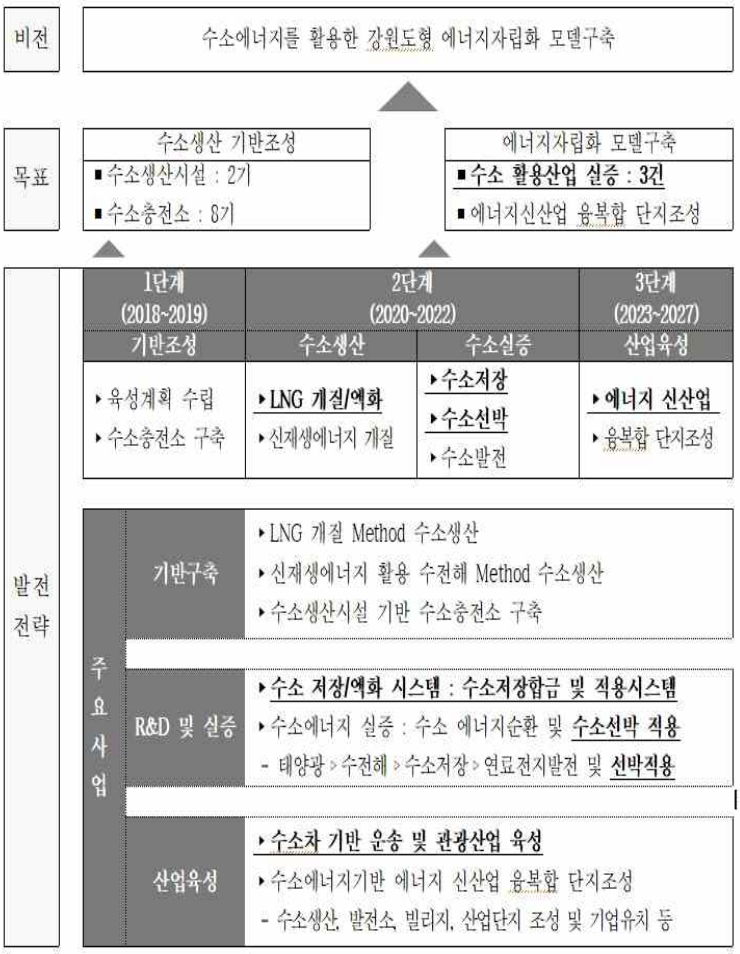
- 수소경제 3대전략 투자분야 선정(‘18.8)→**수소경제활성화 로드맵 발표**(’ 19.1.)
- **(생산)** Grey수소(부생수소)→Green수소(수전해등 친환경성)
- **(저장・운송)** 고압기체→액체・액상・고체 저장으로 다양화
- **(활용)** 수소차・선박 등의 모빌리티와 발전용・가정용 연료전지 개발

2. 강원도 수소산업 육성계획

- **(생산)** LNG냉열활용 액화수소 생산
- **(저장・운송)** 대량저장・운송이 가능하고, 기체에 비해 안정성이 높은 액화수소 활용
- **(활용)** 액화충전소, 액화수소선박, 수소에너지기반 신산업 융복합 단지조성



<수소경제활성화로드맵>



<강원도수소산업육성계획>

3. 규제자유특구 활용 강원도 수소산업 육성방안

비전	고부가가치 수소산업 생태계 조성

목표	수소기반 혁신성장 밸류체인 구축을 통한 글로벌 수소경제 선도
	□ 기술혁신형 강소기업 육성·유치를 통한 강원도형 수소산업 밸류체인 조성
	□ 규제특례 기반 수소그린모빌리티 핵심품목 실증 및 조기 사업화 추진

분야별 추진 방향	기업생태계 구축	수소분야 핵심부품 확보	핵심부품 조기 사업화	규제개선 및 확산
	• 수소산업육성을 위한 기술강소기업 발굴·육성 • 정주여건 조성을 통한 역외기업 유치	• 개발지원 환경조성 및 기업의 자발적 제품개발 유도 • 핵심기술 보유기업 및 기관들과의 공동 R&D 유도	• 규제특례를 활용한 핵심부품 실증추진 및 조기 사업화 • 他산업 연계 강화를 통한 신규시장 창출 (시장선점의 기회)	• 실증 데이터 제공을 통한 신규기준 마련 (전문기관 연계) • 규제개선을 통한 수소그린모빌리티 확산 유도

성과 지표 (총괄)

구 분		'21년	'22년	'23년	'24년	계
사회적	기업유치	2개사	4 개사	6 개사	18 개사	30 개사
	신규고용	20 명	40 명	60 명	180 명	300 명
경제적	매출	40 억원	80 억원	180 억원	600억원	900억원
	수출(달러)	-	100,000	200,000	300,000	600,000
기술적	특허(건)	2 건	4 건	6 건	8 건	20 건
	사업화(건)	-	4 건	6 건	8 건	18 건
규제특례등 활용실적(건)		4 건	5 건	-	-	9 건

파급 효과	규제 특례를 통한 초저온 용기와 배관, 밸브를 이용한 액화수소 제조, 액화수소 이송기술, 액화수소 선박, 개인용 모빌리티, 장시간 운용이 가능한 드론 등 연계 산업의 육성을 통해 2030년까지 액화수소 기반 기술을 이용한 3조원의 매출과 20억 달러 이상의 수출 파급 효과가 기대됨

□ 규제자유특구 SWOT분석

지역경쟁력 SWOT분석	강점(Strengths) 1. 삼척 LNG 인수기지 기반의 대량 수소생산 Infra 및 냉열 활용가능 2. 풍력, 태양광 기반 신재생 에너지 풍부 3. 한전 및 민자 발전사 운영에 따른 안정적 전력계통 확보와 대북 에너지 경협 가능	약점(Weaknesses) 1. 강원도의 청정 지역 이미지와 이에 따른 산업 육성 시 환경과 연계된 부정적 이미지 2. 산업기반 미비에 따른 부생 수소 전무 3. 발전 산업 이외 수소 활용을 위한 기반 산업 미비 4. 49% 이하의 도시가스 보급률
기회(Opportunities) 1. 삼척 LNG 인수기지 기반의 수/출입 물동량 확보 용이 2. 정부의 신재생에너지 및 친환경 자동차 보급 확대 3. 중앙정부 차원에서 규제해소/마련을 통한 조기사업화 기회 제공	SO전략 ☞ 고효율 수소 제조 및 운송 기술 확보 가능 ☞ LNG 인수기지 냉열을 이용한 경제성 있는 액화수소 생산 가능 ☞ 인수기지를 활용한 액화수소의 수출/입 가능	WO전략 ☞ 수소추출 및 P2G 연계 산업 육성을 통한 신산업 생태계 구축 ☞ 규제자유특구사업을 활용하여 해상 및 육상 수소모빌리티 핵심제품 조기 사업화 추진 ☞ 도시가스 보급 미비를 수소 에너지 기반의 독립 그리드화
위협(Threats) 1. 수소산업 선점을 위한 국가간/시도간 경쟁심화 2. 수소 인프라 구축에 따른 고비용 소요 3. 수소 산업에 대한 국민 안전에 대한 인식전환 필요	ST전략 ☞ 수소의 효율적 저장, 운송 기반 구축 및 실증을 통한 산업육성과 이를 통한 시도간 연계 산업 육성 ☞ 발전 산업과 연계한 친환경 수소에너지 산업 홍보를 통한 수소 국민 인식 전환	WT전략 ☞ 수소를 활용한 친환경 에너지 산업의 홍보와 이를 통한 에너지 산업 육성 ☞ 산업 투자 전 규제 특례를 통한 실증사업으로 기업의 투자 근거 마련

▼

강원도 규제자유특구 활용방안	강원도는 '액화기반 수소에너지산업 규제자유특구'를 통해 **수소 생산, 저장, 운반, 활용에 걸친 수소산업 전반에 걸친 혁신밸류체인을 구축**하고, **글로벌 수소경제 선도 도시로 도약**하고자 함 **① 수소연료전지 동력체계 적용 대상을 자동차에서 선박, 철도차량, 드론 등 다양한 모빌리티로 확대 추진** **② 수소모빌리티 상용화를 위해 수요처 맞춤형 수소충전소 구축 추진** **- 액화수소충전소 : 액화수소 활용 충전소 구축과 실증을 통한 차세대 수소 충전소 모델 실증** **- 수소선박용 충전소 : 액화수소 공급을 위한 선박용 충전소 실증** **③ 대용량 수소이송체계 확보를 통한 수소경제성 확보 추진**

Ⅲ 사업별 규제특례 등 현황

1. 총괄

지역명	신속확인	실증특례			임시허가		규제 특례	합 계
	§85	§86-1	§86-2	§86-3	§90-1	§90-1	§92~139	
강원도	-	3	6	-	-	-	-	9

규제특례등 현황

구분	사업명	규제 조문	주요 내용	부처 의견 (부처명)
실증 특례	1. 액화수소 생산 및 저장제품 상용화	§86-1	① 액화수소 생산설비(배관, 밸브) 제작 실증	(산업부)
		§86-2	② 액화수소 용기 및 저장탱크 실증	
		§86-2	③ 액화수소 저장·운송 실증	(산업부) (국토부)
	2. 액화수소 충전소 상용화	§86-1	① 액화수소 충전소 구축·실증	(산업부)
		§86-2	② 선박용 수소충전소 구축·실증	
		§86-2	③ 소형모빌리티용 수소충전소 구축·실증	
	3. 수소모빌리티 상용화	§86-1	① 수소연료전지 선박 실증	(산업부) (해수부)
		§86-1	② 소형·공유형 모빌리티 실증	(산업부) (국토부)
		§86-1	③ 액화수소 드론 운행 실증	(산업부) (국토부) (과기부)

※ (참고) 규제조문 :

신속확인 : §85(허가등의 필요여부 확인요청) * §85는 규제자유특구법 제85조 의미
실증특례 : §86-1(법령기준·규격·요건이 없는 경우) §86-2(법령기준·규격 및 요건에 부적합)
§86-3(다른 법률에서 금지하는 경우)
임시허가 : §90-1(법령기준·규격·요건이 없는 경우) §90-2(법령기준·규격 및 요건에 부적합)
규제특례 : §92 ~ §139(메뉴판식 규제특례)

2. 세부사업별 흐름도

④액화수소충전소 구축 실증
①액화수소 생산설비(배관,밸브) 제작 실증
수소 추출기(250Kg/day)
수소 승용차
수소 버스/트럭
⑦수소연료전지 선박 실증
액화수소 충전소
(400Kg 저장)
③액화수소 저장 운송 실증
도시가스 배관망
수소 배관
액화수소생산시설(200Kg/day)
및 저장 시설(400Kg, 1Ton)
초저온 배관/밸브
액화수소탱크로리
⑤선박용 수소 충전소 구축 실증
(400Kg 저장)
②액화수소 용기 및 저장탱크 제작 실증(400Kg, 1Ton)
기체 수소 이송
액체 수소 이송
⑨액화수소 드론 운행 실증
액화수소(400Kg)/저장합금(150Kg)
이동식 충전소
⑥소형모빌리티용 수소충전소 구축 실증
⑧소형 공유형 모빌리티 실증

- 기체수소수소 생산('19.5~'20.8, 산업부 수소생산기지구축 사업)

① 액화수소 생산시설(배관, 밸브) 실증

② 액화수소 용기 및 저장탱크 제작 실증
- 400kg 용기 3개 : 차량1, 선박1, 생산시설 리저버용1
- 1톤 용기 1개 : 생산시설 리저버용
- 1톤 탱크 1개 : 탱크로리 고정탑재용

③ 액화수소 저장/운송 실증
- 1톤 탱크로리차량 외국산 도입 1대, 1톤 탱크로리차량 국산 제작 1대

④,⑤ 액화수소 충전소 실증
- 차량 400kg 충전소 1, 선박 400kg 충전소 1

⑥ 소형모빌리티용 충전소 실증
- 이동식 차량 400kg 충전소 1, 저장합금 이동형 150kg 충전소 1

⑦ 액화수소 연료전지 선박 실증
- 3톤급 선박 1, 15톤급 선박 1

⑧ 소형·공유형 모빌리티 실증
- 육상용 : 킥보드300w급 5대, 자전거500w급 5대, 바이크1kw급 5대
- 해상용 : 패틀보트500w급 3대, 제트보트2kw급 3대

⑨ 액화수소드론 운행 실증
- 해안안전감시 2대(5시간용), 산불감시 2대(10시간용)

실증1-①	액화수소 생산설비(배관,밸브) 제작 실증

□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
액화수소 생산설비	**액체수소 200kg/day 생산**	없음	- 액화수소 생산설비 기준안 마련
	초저온 밸브 제작 및 설치 1set	없음	- 액화수소 생산설비 핵심부품 조사 / 수배 및 국산화 기여
	초저온 배관/밸브 안전기준안 마련	없음	- 배관, 밸브 등의 부품과 저장용기의 시스템화를 통해 액화수소 생산설비 제작

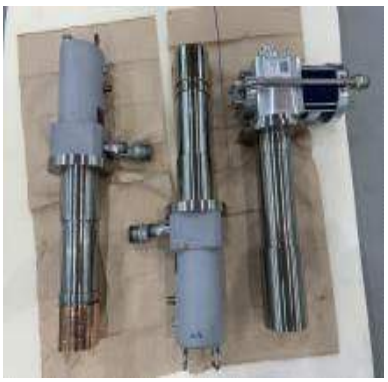
- 실증내용 : 200Kg/day급 액화수소 생산설비 1기 신규제작
- **액화수소 생산**[수소액화(기체→액체)] 및 **저장기술** : 하이리움산업 보유
  (극저온 냉동기 적용을 위한 설비, 저장탱크, 극저온 밸브 등)
- 실증위치 : 강원도 삼척시 복합체육공원내

※ 기체수소생산 : 산업부 분산형수소생산기지 구축사업('19.5~'20.8)으로 강원도 삼척시, 1톤급 생산시설 구축 예정

< 액화수소 이송용 밸브 등>

< 액화수소제조, 저장 설비 및 관련기자재 >

실험용 액화시설



액화장치 부품

실험실용 액화수소 용기

□ 안전조치계획

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품		o 한국가스안전공사(KGS) KGS code FP113 고압가스 냉동제조의 시설·기술·검사 기준 준수 o The American Society of Mechanical Engineers(ASME) 압력용기 (U-stamp) 설계·제작·검사 기준 o 저장탱크 온도, 압력 실시간 모니터링 및 솔레노이드밸브 적용 o Safety Valve 2개, Rupture Disk 1개, 저장탱크 설치 o 액화수소 제조설비, 저장시설, 가스저장, 공급 설비, 배관장치, 기타 밸브류, 방화장치(소화장치), 전기설비 및 시스템 프로그램에 대한 설치도 및 시스템 도면 작성 - 배치도 - 액화수소 제조 시스템에 대한 상세 사양에 대한 자료 - 배관장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 안전 도출밸브에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 방화 및 소화 관련 장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 전기설비에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 제어, 감시 및 안전장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 기타 장비 및 장치에 대한 자료 o 액화수소 이송의 안전성 확보를 위한 시설기준 및 기술기준 마련
운전		o 시제품 운용 전 아래와 같은 검사를 진행하여 문제가 없을 시 실증 운행을 수행하되, 하나라도 문제가 발생 되었을 시 운행을 금지함 - 원격작동밸브 외관검사 및 기능시험 - 각종 계측장치의 작동 시험 - 안전장치의 시험(누설가스 탐지기, 화재탐지기 등) - 액화수소 제조, 저장 설비 작동 및 보수유지를 위한 지침서 비치 확인 - 액화수소 제조, 저장 설비에 요구되는 명판 또는 절차서 부착확인
환경	센서 감지기 설치	o 액화수소 저장탱크 구역의 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 자동감지를 통해 SHUT DOWN, 냉동기는 계속 운전으로 온도 유지 o 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방 시설 설치

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
초저온 배관 및 밸브 설계																								
액화수소 시스템 설계																								
액화수소 전용 수소 추출기 구축																								
액화수소 시스템 제작																								
해외기관 안전 자문					설계 자문							제조 자문									안전관리 자문			
액화수소제조 시스템 운영 실증																								
시스템 안전관리 지침 및 규정마련				설계 기준안						제조 기준안										안전관리 기준				
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 삼척시 교동 산209번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
현대건설	수소 액화시설 설계/구축 관련 기술 자문
제이엔케이히터	수소 액화시설 관련 수소 공급망 설계 및 공급
현대로템	수소 도시가스 개질 및 액화용 수소 제조시설 구축
다다코리아	초저온 냉각 배관 및 밸브 공급
미래기준연구소	초저온 배관/밸브/액화시설 관련 법제 규정 정비
한국과학기술연구원	수소 액화 시스템 관련 기술 지원
가스안전공사	수소 액화 시스템 기술검토 및 안전관리 규정 실증
강원테크노파크	수소 제조 및 액화 시스템 운영 관리

□ 현행 규제내용

○ 고압가스 안전관리법은 제조·저장·운반·사용에 관한 안전관리 조항을 명시함

제조	저장	운반	사용	공통
제4조	제5조의2, 제13조 제17조, 제18조	제22조 제22조의 5 제23조의6	제20조 제23조	제11조, 제13조2, 제15조, 16조의2, 제16조의3, 제25조

- KGS FP 211 ‘고압가스 용기 및 차량에 고정된 탱크 충전의 시설/기준/검사/안전성 평가 기준’에 액화수소 충전에 대한 <u>배관, 밸브의 기준 미비</u>
- KGS FP 111 ‘고압가스 특정 제조시설의 시설/기준/검사/정밀안전 검진 기준’에 액화수소 제조시설에 관한 <u>배관, 밸브의 기준 없음</u>
- KGS FP 112 ‘고압가스 일반 제조설비의 시설/기술/검사/정밀안전 검진 기준’에도 액화수소 제조설비 관련 <u>배관, 밸브의 기준 없음</u>
- KGS AC 213 ‘초저온 가스용 용기제조의 시설/기술/검사 기준’에 제조된 액화수소의 리져버 탱크용 저장시설의 기준이 오스테나이트강 또는 알루미늄 합금강으로 정해져 있어, 수소침식을 방지 할 수 있고, 경량이 되는 <u>티타늄 등의 소재는 사용이 불가능 함</u>

□ 규제특례 요청내용

○ 액화수소 제조 장치는 제조반응기-배관/밸브-저장탱크로 구성되며, 배관/밸브 및 저장탱크에 대한 규제특례가 요청됨

- **액화수소의 제조 및 저장을 위한 배관/밸브에 대한 실증 추진을 통한 기준마련**

=> 액화수소 이송용 초저온 배관 및 밸브는 임계온도가 -253℃ 이하의 액화수소를 액체 상태로 운반 공급하는 필수 요소 부품으로서 액화수소 생산 저장소에서 저장탱크로의 이송운반을 위한 상용화 추진

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 50억원 (국 60 (60.0%), 지 30 (30.0%), 민 10 (10.0%))

연도별 / 사업별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
액화수소 생산설비(배관, 밸브) 제작 실증	계	5,000	2,500	2,500	-	-
	국 비	4,000	2,000	2,000	-	-
	지방비	1,000	500	500	-	-
	민 자	-	-	-	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 20명, 매출액 70억원, 수출액 10만 달러 창출
- (장기) 2030년까지 매출 3조원, 수출 20억 달러

○ 정성적효과

- 액화수소 생산 원천기술 확보 및 액화수소 활용처 확대

※ 액화수소 활용 전망 : 선박(어선급 소형), 철도, 트램, 트럭, 수송용 드론 등

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• APCI (미), Praxair (미), Linde (독), Air Liquide (프), Iwatani (일), CALT (중) 등은 10tons/day급 이상의 수소액화플랜트를 개발/운용 중 • 미국 DOE는 2017년에 천연가스 및 신재생에너지를 이용한 물 전기분해 등 다양한 기술을 통해 $2~3/GGE (Gasoline Gallon Equivalent)을 목표로 경제성 높은 수소액화플랜트 개발 수행 중 • 가와사키 중공업은 호주에서 싸게 제조한 수소를 액화하여 일본으로 수입하기 위해 영국의 로열더치셀과 액화수소의 생산 및 운반기술 개발 제휴 (2016. 3.)
국내	• 초저온 밸브 및 이송배관에 대한 기술개발은 LNG용이 주류를 이루고 있으며 액화수소용 밸브의 개발 및 상용화는 전무한 상태임. • 한국기계연구원에서는 2011년 극저온 메탈시트 버터플라이밸브 개발을 성공적으로 수행한 바 있으며 관련 기술개발 노하우를 바탕으로 액화수소 밸브를 개발 준비 중에 있음 • 소용량 수소액화기 및 액화공기분리장치에 대한 기초연구를 수행하였으나, 극저온 플랜트에 대한 기술약량은 미흡

실증1-②	액화수소 용기 및 저장탱크 제작 실증

□ 실증내용

구분	실증내역	현 국내여건	비고
저장용기 및 저장탱크	**400kg급 저장용기 3개**	없음	생산시설 연계 리저버용 1개 수소 충전소용 2개(선박1, 차량1)
	1Ton급 저장용기 1개	없음	생산시설 연계 리저버용
	1Ton급 저장탱크 1개	없음	탱크로리용(고정식)

- 실증내용 : 저장용기 400Kg급 3개, 저장용기 1톤급 1개, 저장탱크 1톤급 1개 신규제작
- 현재 국내 중소기업(하이리움산업) **액체용기 기술** 보유, 미국 수출 중(8kg, 30kg, 250kg)
  ※ 용기재질(티타늄+스테인레스강)
- 충전소용 및 탱크로리, 저장용기용 제작 및 실증운영을 통해 기준안 마련
- 실증위치 : 강원도 삼척시 액화수소 실증 장소 및 실증 수소충전소, 해안충전소 내

< 액화수소이송 및 저장 탱크 >

*. 활용처에 따른 다양한 액화수소 저장용기. 액화수소 드론, 이동식 용기, 충전소 저장용 용기 등

□ 안전조치계획

※ **안전관리방안**
- ICT 기반 통합 모니터링 체계와 연계한 상시적 안전관리 추진
- 전문가의 자문 및 해당업체의 전문가를 통해 실증을 진행하고 운행관련 안전조치 진행
- 사고 배상 책임보험, 각종 장비 운영 보험 등 민간보험 적극 가입
- 액화수소용 밸브 및 배관의 건전성 확보를 위한 평가, 위험, 예측기술 및 수소의 이송과정과 사용중 사고 예방을 위한 안전기술 확보

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품		o The American Society of Mechanical Engineers(ASME) 압력용기 (U-stamp) 설계·제작·검사 기준 o 저장탱크 온도, 압력 실시간 모니터링 및 솔레노이드밸브 적용 o Safety Valve 2개, Rupture Disk 1개, 저장탱크 설치 o 액화수소 제조설비, 저장시설, 가스저장, 공급 설비, 배관장치, 기타 밸브류, 방화장치(소화장치), 전기설비 및 시스템 프로그램에 대한 설치도 및 시스템 도면 작성 - 안전 도출밸브에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 방화 및 소화 관련 장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 전기설비에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 제어, 감시 및 안전장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 기타 장비 및 장치에 대한 자료
운전		o 시제품 운용 전 아래와 같은 검사를 진행하여 문제가 없을 시 실증 운행을 수행하되, 하나라도 문제가 발생 되었을 시 운행을 금지함 - 원격작동밸브 외관검사 및 기능시험 - 각종 계측장치의 작동 시험 - 안전장치의 시험(누설가스 탐지기, 화재탐지기 등) - 액화수소 제조, 저장 설비 작동 및 보수유지를 위한 지침서 비치 확인 - 액화수소 제조, 저장 설비에 요구되는 명판 또는 절차서 부착확인
환경	센서 감지기 설치	o 액화수소 저장탱크 구역의 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 자동감지를 통해 SHUT DOWN, 냉동기는 계속 운전으로 온도 유지 o 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방 시설 설치

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
액화수소 저장용기 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
400 Kg급 저장용기 설계																								
1 Ton급 설계																								
400 Kg 급 제작																								
1 Ton 급 제작																								
액화수소 시스템 연계 구축																								
해외기관 안전 자문					설계 자문						제조 자문										안전관리 자문			
액화수소 저장용기 운영 실증																								
저장용기 안전관리 지침 및 규정마련					설계 기준안					제조 기준안										안전관리 기준안				
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 동해시 구호동 223번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
현대건설	수소 액화 저장시설 설계/구축 관련 기술 자문
하이리움 산업	400Kg, 1Ton 급 액화수소 저장용기 설계 및 공급
미래기준연구소	초저온 액화수소 전용 용기 관련 법제 규정 정비
한국과학기술연구원	수소 액화수소 전용 저장용기 제조 관련 기술 지원
가스안전공사	수소 액화 저장용기 제조 및 안전관리 규정 실증
강원테크노파크	수소 저장 용기 운영 관리

□ 현행 규제내용

○ **(현행규제)** "고압가스 안전관리법"상 초저온 가스 용기 기준에 '액화 수소'가 포함되어 있지 않음. 이로 인해 액화 수소용 용기의 제조의 시설/기술/검사 기준은 가장 유사한 "고압가스 안전관리법" 제3조 시행규칙 제2호에 따라 운영하여야 하나 초저온 용기의 기준상 소재가 특정되어 있어 규제로 작용 됨

○ **(관계법령)** "고압가스 안전관리법" 제 3조 시행규칙 제2호에 용기중 용접으로 제조한 저온용기(섭씨 영하 50도 이하의 ~ 용기안의 가스온도가 상용의 온도를 초과하지 아니하도록 한 것을 말한다)의 제조의 시설/기술/검사에 대하여 적용

- KGS AC 213 '초저온 가스용 용기제조의 시설/기술/검사 기준' 저장용기의 재질이 <u>오스테나이트강 또는 알루미늄 합금강으로 정해져</u> 있음
- "고압가스 안전관리법"상 초저온 <u>가스 용기 기준에 '액화 수소'가 포함되어 있지 않음</u>. 이로 인해 액화 수소용 용기의 제조의 시설/기술/검사 기준은 가장 유사한 "고압가스 안전관리법" 제 3조 시행규칙 제2호에 따라 운영하여야 하나 <u>초저온 용기의 기준상 소재가 위와 같이 특정되어 있어 규제</u>로 작용 됨

□ 규제특례 요청내용

○ 액화수소는 섭씨 영하 253도 이하의 극초저온 상태의 물질로 영하 50도

이하의 초저온 가스용 용기보다 200도 이상의 초저온을 갖는 물질이므로 단열, 무게, 수소취성 등을 고려한 소재(티타늄 등)으로 제작이 되어야 하며, 초저온 용기의 재질 허용에 대한 규제특례를 요청함

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 20억원 (국 10 (50.0%), 지 5 (25.0%), 민 5 (25.0%))

연도별 / 사업별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
액화수소 용기 및 저장 탱크 제작 실증	계	2,000	1,000	1,000	-	-
	국 비	1,000	500	500	-	-
	지방비	500	250	250	-	-
	민 자	500	250	250	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 10명, 매출액 30억원, 수출액 15만 달러 창출
- (장기) 2030년까지 매출 1,000억원, 수출 0.5억 달러

○ 정성적효과

- (저장) 액화수소 저장제품에 대한 국제적 기준 제안으로 수출시장 선점가능

※ 현재 국제적 기준(ISO) 부재

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• APCI (미), Praxair (미), Linde (독), Air Liquide (프), Iwatani (일), CALT (중) 등은 10tons/day급 이상의 수소액화플랜트를 개발/운용 중이며, 제조된 액화수소는 상기 기업들에 의해 저장, 운송되어 사용되고 있음
국내	• 초저온 저장용기 제조 기술은 LNG, LPG를 중심으로 액화질소, 액화산소에 많이 활용 되고 있으며, 액화헬륨에 극저온을 활용하고 있음. • 영하 50도 이하 초저온 용기에 대한 관리 기준으로 기존의 액화 가스를 활용하고 있으나, 수소 취성에 대한 연구가 전무함 • 국내 중소기업이 미국 Air Taxi 사업에 액화수소 용기를 납품하고 있음

실증1-③	액화수소 저장 · 운송 실증

□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
액화수소 저장·운송 탱크로리	**1Ton급 외산 장비 운송실증 1대**	없음	- 외산 탱크로리 수입을 통한 운송 실증 - 국산 탱크로리 제작과 운송 실증을 통한 국산화 연계 - 액화수소 저장·운송 실증을 통한 수소 유통 기반 구축
	1Ton급 국산 운송장비 제작 1대	없음	

- 실증 수량 : 탱크로리 1톤급 2대(실증용 외국산 구입 1대, 국산 신규제작 1대)
- 액화수소의 원거리 이송을 위한 탱크로리의 운송 실증 / 국산화를 위해 실증 필요 (액화수소 저장탱크가 설치된 특수차량 및 이송설비 탑제 등)
- 실증위치 : 강원도 삼척시 액화수소 실증 장소 및 실증 수소충전소, 해안충전소 내

액화플랜트

액화수소 탱크로리

수소충전소

〈액화수소 운송 · 저장 모식도〉

*. 액화수소 제조 후 저장된 액화수소는 펌프/배관을 통해 **탱크로리로 저장 후 운송**을 통해 수소 충전소 또는 액화수소 활용처에 공급하게 됨

□ 안전조치계획

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품		o The American Society of Mechanical Engineers(ASME) 압력용기 (U-stamp) 설계·제작·검사 기준 o 저장탱크 온도, 압력 실시간 모니터링 및 솔레노이드밸브 적용 o Safety Valve 2개, Rupture Disk 1개, 저장탱크 설치 o 액화수소 제조설비, 저장시설, 가스저장, 공급 설비, 배관장치, 기타 밸브류, 방화장치(소화장치), 전기설비 및 시스템 프로그램에 대한 설치도 및 시스템 도면 작성

		- 안전 도출밸브에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 방화 및 소화 관련 장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 전기설비에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 제어, 감시 및 안전장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 기타 장비 및 장치에 대한 자료
운전		o 시제품 운용 전 아래와 같은 검사를 진행하여 문제가 없을 시 실증 운행을 수행하되, 하나라도 문제가 발생 되었을 시 운행을 금지함 - 원격작동밸브 외관검사 및 기능시험 - 각종 계측장치의 작동 시험 - 안전장치의 시험(누설가스 탐지기, 화재탐지기 등) - 액화수소 제조, 저장 설비 작동 및 보수유지를 위한 지침서 비치 확인 - 액화수소 제조, 저장 설비에 요구되는 명판 또는 절차서 부착확인
환경	센서 감지기 설치	o 액화수소 저장탱크 구역의 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 자동감지를 통해 SHUT DOWN, 냉동기는 계속 운전으로 온도 유지 o 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방 시설 설치

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
액화수소 탱크로리 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
수입 탱크로리 규격 검토																								
수입 탱크로리 발주/수입																								
수입 탱크로리 운영 실증																								
국산 탱크로리 제작 검토/설계																								
국산 탱크로리 제작																								

액화수소 저장 탱크와 연계실증																							
해외기관 안전 자문					설계 자문									제조 자문									
국산 탱크로리 운영 실증																							
탱크로리 안전관리 지침 및 규정마련					설계 기준안											제조 기준안					안전관리 기준안		
실증운영 결과보고																							
법제화 준비																							

□ 실증장소

< 강원도 평창군 구대관령 휴게소, 삼척시 대진항 일원 >

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
에어프로덕트코리아	1Ton급 액화수소 탱크로리 공급 및 운영
에어리퀴드	1Ton급 액화수소 탱크로리 국산화 설계 및 제작
하이리움 산업	1Ton급 액화수소 저장용기 공급
미래기준연구소	액화수소 탱크로리 제작 및 운용 관련 법제 규정정비
한국과학기술연구원	액화수소 탱크로리 제조 관련 기술 지원
가스안전공사	액화수소 탱크로리 제조 및 안전관리 규정 실증

□ 현행 규제내용

○ **(현행규제)** 액화수소 탱크로리 제조는 "고압가스 안전관리법" 상 '초저온 가스용 용기제조의 시설/기술/검사기준' 을 적용하여야 하나, 위 기준에는 액화수소 탱크로리에 제조 대한 내용 없음

○ **(관계법령)** "고압가스 안전관리법" 제3조제2호에 따른 용기 중 용접으로 제조한 저온용기(섭씨 영하 50도 이하의 액화가스를 충전하기 위한 용기로서 단열재로 피복하거나 냉동설비로 냉각하는 등의 방법으로 용기 안의 가스 온도가 상용의 온도를 초과하지 아니하도록 한 것을 말한다)의 제조의 시설·기술·검사에 대하여 적용하며, 제22조제1항에 따라 고압가스의 양도·양수·운반 또는 휴대에 대하여 적용하고, 제5조4제1항에 따라 등록을 한 다음 고압가스(기체) 운반차량의 시설·검사에 대하여 적용되며, 액화수소는 기준이 없음

□ 규제특례 요청내용

○ 액화수소를 이용하게 되는 산업 및 충전소에 있어 탱크로리 운송은 필수적이며, 탱크로리 제작 및 운영 대한 규제로 적용되는 재질과 제조 기준 마련 시 이를 이용한 <u>탱크의 제작과 이를 운반하는 차량에 대한 시설/검사 미비에 따른 특례를 요청</u>

=> ① 액화수소 탱크로리 제작실증 특례

② 액화수소 탱크로리 도로운행 실증특례

○ [실증특례] 해외에서 운영 중인 이동형 액화수소 운송차량의 도로운행 및 실증 운영과 국산화 용기를 이용한 차량제작 및 운영 실증 요청

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 30억원 (국 10 (33.3%), 지 15 (50.0%), 민 5 (16.7%))

사업별 \ 연도별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
액화수소 저장·운송 실증	계	3,000	1,500	1,500	-	-
	국 비	1,000	500	500	-	-
	지방비	1,500	750	750	-	-
	민 자	500	250	250	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 10명, 매출액 20억원, 수출액 10만 달러 창출
- (장기) 2030년까지 매출 1,000원, 수출 0.3억 달러

○ 정성적효과

- (운송) P2G연계 잉여에너지를 액화수소로 저장·운송하여 에너지 효율성 확보

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• APCI (미), Praxair (미), Linde (독), Air Liquide (프), Iwatani (일), CALT (중) 등은 10tons/day급 이상의 수소액화플랜트 및 운송시설을 운용 중 • 미국, 유럽은 우주·항공 산업을 기반으로 액화수소 운송하였으며, 현재는 수소충전소내 액화 용기의 충전을 위한 운송시설을 운영 중
국내	• 액화수소 제조 플랜트에 대해서는 김해, 창원을 중심으로 개발 및 실증 사업을 수행 중이나, 운송에 대해서는 특별한 계획이 발표되어 있지 않음

실증2-①	액화수소 충전소 구축 · 실증

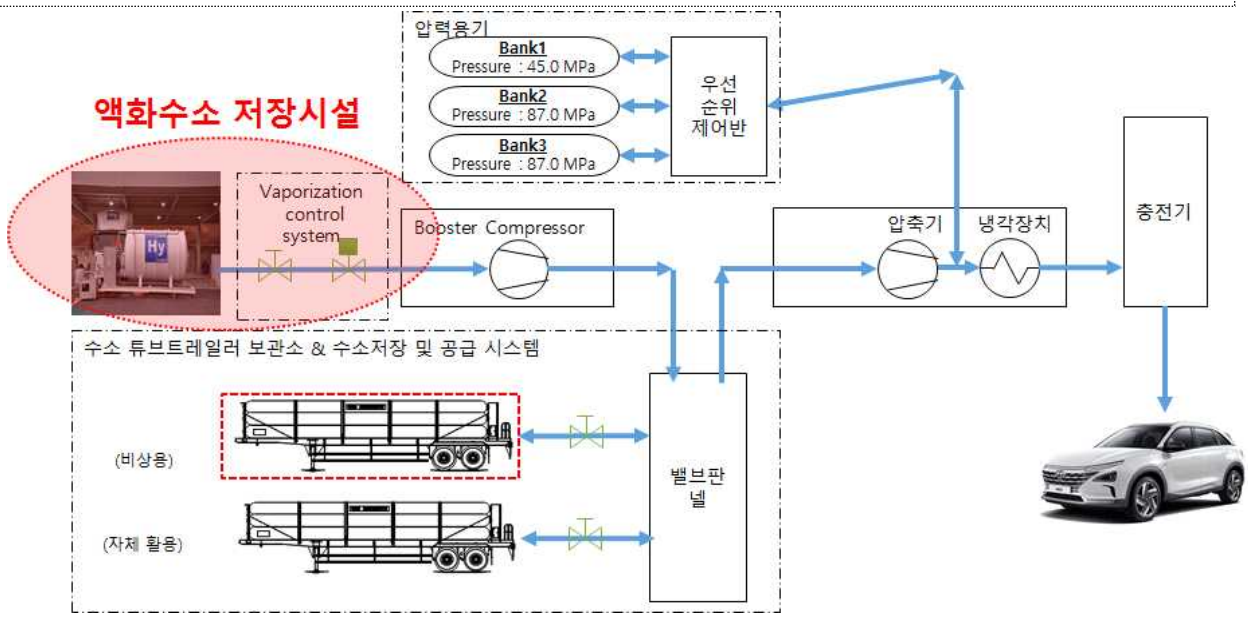
□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
액화수소 충전소	기체 수소 충전소+ **400kg급 저장탱크 설치 1건**	없음	- 기존 기체수소(고압)충전소에 고밀도 저장방식인 액화수소 저장소를 도입해 도심형 소면적 수소 충전소 구축 가능 - 수소충전소에 액화저장탱크 배치기준안 마련 - 환경부·강원도에서 기체수소충전소 구축('20.12월)과 연계

○ 액체수소 충전소 구축 · 실증

- 액화수소 저장 방법을 이용한 차세대 충전소 구축 기여
- 기존의 고압 저장방식이 갖는 기체 수소 충전소 대면적화에 고밀도 저장방식인 액화 방식의 도입을 통해 도심형 소면적 수소충전소 구축 가능

- 실증내용 : 기존 수소충전소+(400Kg급 저장탱크, 초저온 배관, 밸브 및 기화시스템, 부스터펌프등)
- 기존 수소충전소에 액화수소저장탱크를 설치하기 위한 안전배치기준 설정 및 연계기술 실증
- 실증위치 : 강원도 평창군 구대관령 휴게소 내



〈고정형 액화수소충전소〉

*. 액화수소 탱크로리로 운송된 액화수소는 400Kg급 저장시설에 저장 후 기화기→부스터압축기→저장용기→고압압축기→고압저장용기→충전기→차량의 순서로 충전소가 운영하게 됨

□ 안전조치계획

구분	항목	안전조치 관련 세부내용
제품	액화 수소저장탱크	o KGS 인증제품 사용 o ASME Certification 획득 o 액화수소저장 탱크의 온도 및 압력 실시간 모니터링 o 최대허용압력 이하에 작동하는 안전밸브 사용 o 액화수소 이송 시 비상 상황에 대한 Shut-off 밸브 설치 o 외부 충격 회피 수소 저장 탱크 모듈 설계 반영
	액화수소펌프	o KGS 인증제품 사용 o 공급 업체를 통한 주기적인 유지 보수 진행 o 비상 시 자동 off o 통합시스템에 의한 펌프 동작 실시간 모니터링
	기화기	o 주기적인 정검 및 유지 보수
	버퍼탱크	o TYPE4 고압수소용기(카본 복합소재) KGS 인증제품 사용 o 고압 용기 온도,압력,고압 및 저압 일체형 솔레노이드밸브 적용 및 실시간 모니터링 o 외부 충격 회피 고압수소 모듈 설계 반영 o 이중 안전변 적용
	디스펜서	o KGS 인증제품 사용 o 통합시스템에 의한 실시간 모니터링 o 시스템 내 수소 감지기 부착 리크 발생 시 시스템 정지 및 수소 차단 밸브 제어
	Trailer	o 교통안전관리공단 준수 사항 이행 o 고압가스운반법 기준에 맞는 설비 구성 및 안전 조치 준수
	이송관	o 진공이중단열관으로 제작하여 누수 방지 및 신체 접촉 시 저온 화상 방지 o 연결 노즐에 체크 밸브를 설치하여 비상 상황 시 즉시 차단
환경	센서감지기설치	o 충전소 내 화재 또는 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 ECU를 통한 자동감지를 통해 SHUT DOWN
	충전소	o 진동, 충격 감지 센서를 저장 탱크 및 충전소 내부에 장착하여 실시간 모니터링 및 이상 발생 시 시스템 정지 제어와 수소 차단 후 충전소 내부 환기 장치 구동
	기타	o 충전소 내부의 파이프 라인 기밀 상태 확인 o 이송 trailer와 저장 탱크 충전 시 유격 및 연결 상태 확인 o 수소충전소 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방시설 설치 o 차량에 수소충전 시 충전소 구역를 디텍터(Detector)로 실시간 감지 o 충전소 내부의 환기 시설 확인 o 접지 장치 및 Lighting 방지 설비 구축 o 비상 상황 시 신속한 대처를 위한 비상 연락망 구축
운영	모니터링	o 24시간 충전소 인원 상주하여 CCTV를 통해 내부 상황 실시간 모니터링
	주기적인 교육	o 액화수소 충전소 운영을 위한 주기적인 교육 실시 및 안전 수칙 숙지
보완계획		o KGS 및 KOGAS와 함께 실증 데이터를 바탕으로 액화수소충전소 및 이송에 대한 안전 규정/방안에 대해 기준을 정립할 예정 o 수소 관련 전문 업체 협력 제작 및 운영 자문 예정

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
액화수소충전 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
액화저장 탱크 및 기화기설계																								
액화수소 충전소 설계																								
액화수소 저장 및 기화시설 구축																								
충전소 확장 설치																								
해외기관 안전 자문				설계 자문									제조 자문							안전 관리 자문				
액화수소충전 시스템 운영 실증																								
시스템 안전관리 지침 및 규정마련					설계 기준안									제조 기준안							안전관리 기준안			
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 평창군 대관령면 횡계리 297번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
현대로템	액화수소 저장용기와 충전소의 시설 네트워킹
제아이엔지	액화수소 충전소 구축에 따른 초저온, 고압, 저압 배관
미래기준연구원	액화수소 충전소 구축 KGS Code 제시
나노아이오닉스코리아	액화수소 충전소 안전센서 관련 제작 및 실증
가스안전공사	액화수소 충전소 구축 관련 기술검토, 시설검토 실증
강원테크노파크	액화 수소 충전소 운영 관리

□ 현행 규제내용

○ (현행규제) 고압의 기체 수소충전소는 "고압가스 안전관리법"에서 수소충전소의 시설 구축 및 검사에 관련된 안전관리법으로 적용하여 안전을 비롯한 시설에 대한 구축 기준을 제시함. 수소충전소는 관련 시행규칙으로 제조식/저장식 수소자동차 충전소로 구분하여 기준제시

- 액체수소 충전소의 경우 기준 없음

○ **(관계법령)** “고압가스 안전관리법” 제 22조의2 제3항에 의해 시행규칙 별표 5의 제1호 KGS FP 216(제조식 수소 자동차 충전), KGS FP 217(저장식 수소 자동차 충전)에 의해 수소 충전소가 안전관리법 하에 설치 및 운영되고 있음

□ 규제특례 요청내용

○ KGS FP 217(저장식 수소충전소) 설치 기준에 <u>액화수소 저장 용기의 설치와 부대시설(기화기, 압축기 등) 설치 기준</u> 마련을 위한 실증 특례 요청

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 20억원 (국 13 (65.0%), 지 7 (35.0%))

연도별 / 사업별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년
액화수소 충전소 구축·실증	계	2,000	1,000	1,000	-	-
	국 비	1,300	650	650	-	-
	지방비	700	350	350	-	-
	민 자	-	-	-	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- **(단기)** 신규고용 20명, 매출액 300억원, 수출액 30만 달러 창출 기대 (사업기간 2년, 성과확산 2년)
- **(장기)** 2030년까지 매출 2,000억원, 수출 500만 달러 유발 기대

○ 정성적효과

- **(액화수소 충전소)** 고압방식의 수소저장으로는 현재 100대/일의 충전소 능력을 넘어서기 어려우며, 고압방식이 갖는 충전소 소요부지의 문제 해결이 불가능함

⇒ 450bar 이송 트레일러의 실용화를 준비하고 있으나, 수소차량의 증가 숫자를 현재의 충전소로는 대응이 어렵고, 동일 면적의 충전소에 수소 저장을 10배 이상 높일 수 있는 충전소 구축이 가능함

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• APCI (미), Praxair (미), Linde (독), Air Liquide (프), Iwatani (일) 등은 현재 액화수소 저장방법을 이용한 수소 충전소 운영 중 • 미국, 독일은 대부분의 수소충전소를 액화 저장 방식으로 활용 중이며, 일본의 이와타니 충전소의 경우, 대용량 충전소는 대부분 액화방식을 활용함 • 유럽의 경우 P2G를 이용한 On-Site 방식의 충전소는 기체 방식의 저장과 충전을 하지만, 저장식 수소충전소는 액화방식을 활용하고 있음
국내	• 하이리움산업은 액화수소 기반의 이동식 액화수소충전소를 개발하였지만, 법제화의 문제로 가동을 못하고 있음 • J2601을 만족하는 수소 충전소는 기체방식의 고압저장이 필요하므로, 현재의 충전 방식은 대부분 고압기체 저장방식이 주를 이룸 • 버스, 대형 트럭의 수소 활용을 위해서는 액화수소를 고압으로 직접 주입하거나, 기화 방식을 이용하는 수소충전 방식이 검토되고 있음

실증2-②	선박용 수소충전소 구축·실증

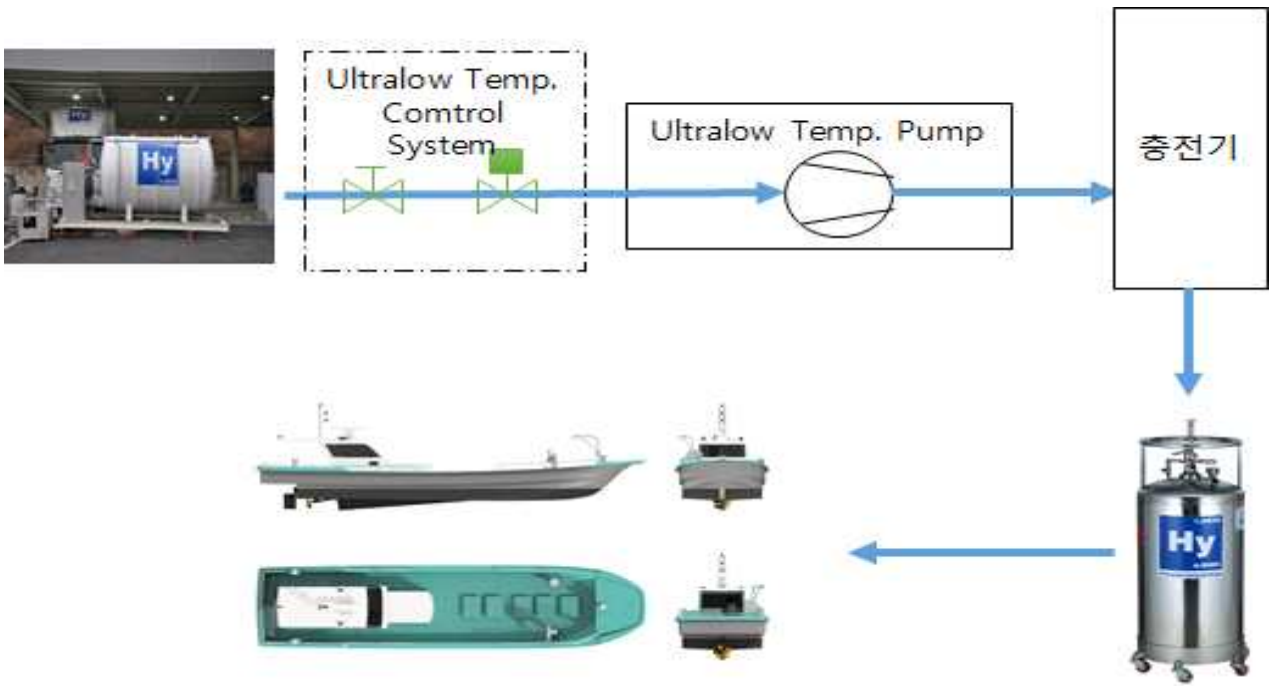
□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
선박용 수소충전소	**액화수소 400Kg급 선박용 충전소 구축 1개**	없음	- 선박(대용량 액화수소 소비)충전 실증을 위해 해안가에 충전소 구축
	액화-액화충전방식 시스템 실증 1건	없음	- 실증3-1의 액화수소선박에 액화 바로 충전할 수 있는 시스템 구축

○ 선박용 수소충전소 구축·실증

- 선박 충전소용 액화수소 저장 Tank 설치와 초저온 냉각펌프를 이용한 선박내 설치된 액화수소용기로 액체수소 공급을 위한 시설 설치

- 실증내용 : 액화수소(400kg급)충전소 구축 +
  초저온 액화수소 전용펌프 시스템(충천기에서 선박내 액화수소용기로 액화상태 공급)
- 실증위치 : 강원도 삼척시 근덕면 일원



<선박용 액화수소충전 개념도>

* 충전소 액화수소 저장용기에 저장된 액화수소를 **초저온 배관, 밸브를 통해 초저온 펌프로 이송**하며, 충전기를 이용하여 **액화수소를 선박내 액화수소용기(400kg) 투입 후 기화 → 연료전지 → 선박운행**

□ 안전조치계획

※ 안전관리방안

- ICT 기반 통합 모니터링 체계와 연계한 상시적 안전관리 추진
- 전문가의 자문 및 해당업체의 전문가를 통해 실증을 진행하고 운행관련 안전조치 진행
- 사고 배상 책임보험, 각종 장비 운영 보험 등 민간보험 적극 가입
- 액화수소용 밸브 및 배관의 건전성 확보를 위한 평가, 위험, 예측기술 및 수소의 이송과정과 사용중 사고 예방을 위한 안전기술 확보

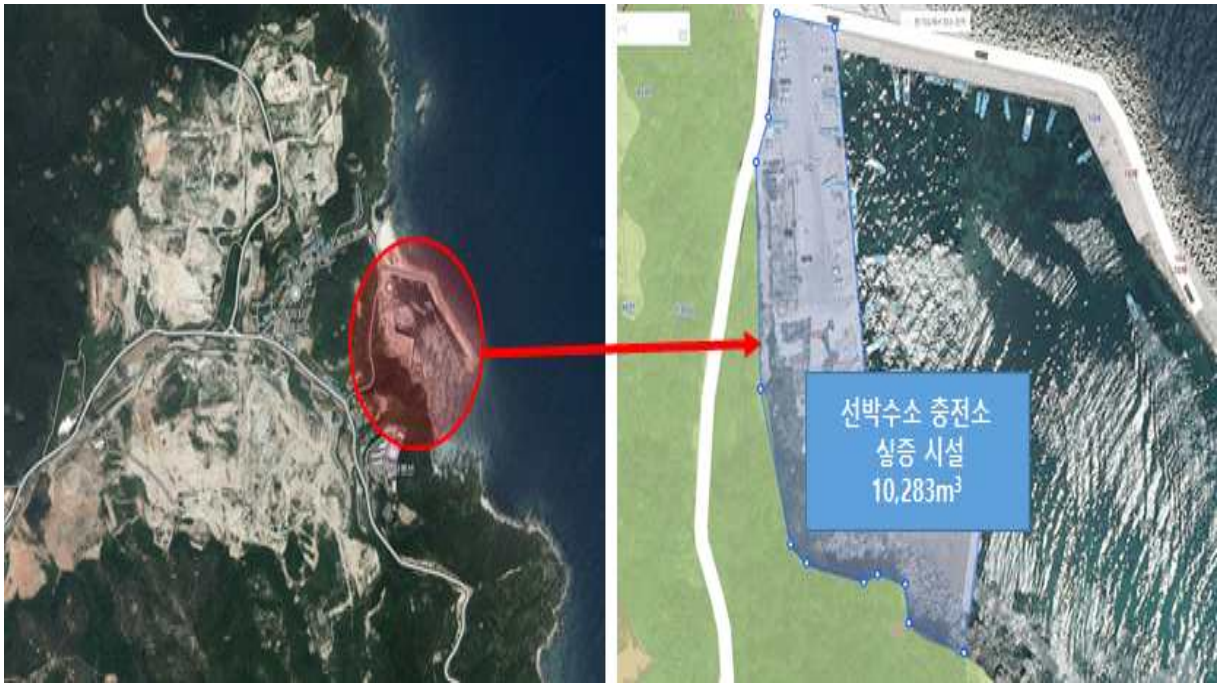
구분	항목	안전조치 관련 세부내용
제품	액화 수소 저장탱크	o KGS 인증제품 사용 o ASME Certification 획득 o 액화수소저장 탱크의 온도 및 압력 실시간 모니터링 o 최대허용압력 이하에 작동하는 안전밸브 사용 o 액화수소 이송 시 비상 상황에 대한 Shut-off 밸브 설치 o 외부 충격 회피 수소 저장 탱크 모듈 설계 반영
	액화수소 펌프	o KGS 인증제품 사용 o 공급 업체를 통한 주기적인 유지 보수 진행 o 비상 시 자동 off o 통합시스템에 의한 펌프 동작 실시간 모니터링
	기화기	o 주기적인 정검 및 유지 보수
	버퍼탱크	o TYPE4 고압수소용기(카본 복합소재) KGS 인증제품 사용 o 고압 용기 온도,압력,고압 및 저압 일체형 솔레노이드밸브 적용 및 실시간 모니터링 o 외부 충격 회피 고압수소 모듈 설계 반영 o 이중 안전변 적용
	디스펜서	o KGS 인증제품 사용 o 통합시스템에 의한 실시간 모니터링 o 시스템 내 수소 감지기 부착 리크 발생 시 시스템 정지 및 수소 차단 밸브 제어
	Trailer	o 교통안전관리공단 준수 사항 이행 o 고압가스운반법 기준에 맞는 설비 구성 및 안전 조치 준수
	이송관	o 진공이중단열관으로 제작하여 누수 방지 및 신체 접촉 시 저온 화상 방지 o 연결 노즐에 체크 밸브를 설치하여 비상 상황 시 즉시 차단
환경	센서감지기설치	o 충전소 내 화재 또는 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 ECU를 통한 자동감지를 통해 SHUT DOWN
	충전소	o 진동, 충격 감지 센서를 저장 탱크 및 충전소 내부에 장착하여 실시간 모니터링 및 이상 발생 시 시스템 정지 제어와 수소 차단 후 충전소 내부 환기 장치 구동
	기타	o 충전소 내부의 파이프 라인 기밀 상태 확인 o 이송 trailer와 저장 탱크 충전 시 유격 및 연결 상태 확인 o 수소충전소 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방시설 설치 o 차량에 수소충전 시 충전소 구역를 디텍터(Detector)로 실시간 감지 o 충전소 내부의 환기 시설 확인 o 접지 장치 및 Lighting 방지 설비 구축 o 비상 상황 시 신속한 대처를 위한 비상 연락망 구축
운영	모니터링	o 24시간 충전소 인원 상주하여 CCTV를 통해 내부 상황 실시간 모니터링
	주기적인 교육	o 액화수소 충전소 운영을 위한 주기적인 교육 실시 및 안전 수칙 숙지
보완 계획		o KGS 및 KOGAS와 함께 실증 데이터를 바탕으로 액화수소충전소 및 이송에 대한 안전 규정/방안에 대해 기준을 정립할 예정 o 수소 관련 전문 업체 협력 제작 및 운영 자문 예정

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
선박 충전 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
선박용 액화 탱크 및 펌프 설계																								
선박용 액화수소 충전소 설계																								
액화수소 저장 및 펌프시설 구축																								
선박용 충전소 설치																								
해외기관 안전 자문						설계 자문								제조 자문							안전 관리 자문			
선박용 액화 수소 충전 운영 실증																								
시스템 안전관리 지침 및 규정마련							설계 기준안								제조 기준안							안전관리 기준안		
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소



<강원도 삼척시 근덕면 동막리 104번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
넬코리아	선박용 액화수소 충전소 구축 업무
제아이엔지	선박용 액화수소 충전소용 초저온, 고압, 저압 배관
나노아이오닉스코리아	선박용 수소충전소 안전센서 관련 제작 및 실증
가스안전공사	액화수소 충전소 구축 관련 기술검토, 시설검토 실증
한국선급	선박용 액화수소 충전소 기준 검토
강원테크노파크	선박용 액화수소 충전소 운영 관리

□ 현행 규제내용

○ (현행규제) 수소충전소는 “고압가스 안전관리법”에서 차량용 수소충전소의 시설 구축 및 검사에 관련된 기준은 마련되어 있으나, 선박에 대한 기준은 없음

○ (관계법령) “고압가스 안전관리법” 제 22조의2 제3항에 의해 시행규칙 별표 5의 제1호 KGS FP 216(제조식 수소 자동차 충전), KGS FP 217(저장식 수소 자동차 충전)에 의해 수소 충전소가 안전 관리법으로 설치 및 운영되고 있음

□ 규제특례 요청내용

○ 액화수소로 운영되는 소형선박의 수소충전은 현행 기준이 없으므로, 충전 기준 마련을 위해 실증 특례를 요청함

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 45억원 (국 30 (66.7%), 지 10 (22.2%), 민 5 (11.1%))

연도별 / 사업별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년
선박용 수소충전소 구축·실증	계	4,500	2,250	2,250	-	-
	국 비	3,000	1,500	1,500	-	-
	지방비	1,000	500	500	-	-
	민 자	500	250	250	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 10명, 매출액 50억원 기대(사업기간 2년, 성과확산 2년)
- (장기) 2030년까지 매출 500억원, 수출 200만 달러 유발 기대

○ 정성적효과

- **(해안수소 충전소)** 해안수소 충전소 구축을 통해 유람선, 어선, 군용 선박 등 수소에너지를 활용한 수상 모빌리티의 확장·운영이 가능함

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• J2601 Protocol 기준으로 수소차 충전 기준 마련 • ASME Certification에 따른 탱크 및 용기 제작
국내	• 현행 고압가스제조법에는 액화수소 제조 및 이송 그리고 액화 수소 충전소에 대한 고시가 없음 • 고압의 기체 수소 충전소 및 이송에 대한 법제만 명시됨

실증2-③	소형모빌리티용 수소충전소 구축 · 실증

□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
소형 모빌리티용 수소충전소	이동식 액화수소 충전소 구축 (400Kg급) 1대	없음	- 소량의 연료가 필요한 소형 모빌리티용 수소충전 시설의 상시 운영은 유지비용 등 경제성 문제로 이동식 충전소가 적합
	이동식 저장합금(고체) 수소충전소 구축 (150Kg급) 1대	없음	

○ 소형모빌리티용 수소충전소 구축·실증

- 액화수소 드론을 비롯한 소형 액화수소 활용 모빌리티에 수소 공급을 위한 이동식 수소충전소 구축 필요
- 자전거, 바이크 등 저장합금 기반의 소형 모빌리티에 수소 공급을 위한 정치형 이동식 수소충전소 구축 필요

- 실증내용 : 이동식 충전장비 2대(400Kg 급 액화수소용 1대, 150Kg급 저장합금용 1대)
  * 저장합금용 충전 : 기체수소를 금속분말이 흡수하는 합금 충전, 잠수함(장보고함)에 사용
- 액화수소 저장탱크 및 저장합금 저장용기가 설치된 특수차량 및 이송설비 탑재
- 실증위치 : 강원도 강릉, 동해, 삼척의 소형·공유형 모빌리티 및 액화드론 실증 장소

< 이동형 수소충전소를 이용한 모빌리티 수소 공급 시스템 >

* **저장합금 이동형 충전소**는 기체 저장의 형태로, **액화수소 이동형 충전소**는 액체 저장의 형태로 실증

□ 안전조치계획

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품		o The American Society of Mechanical Engineers(ASME) 압력용기 (U-stamp) 설계·제작·검사 기준 o 저장탱크 온도, 압력 실시간 모니터링 및 솔레노이드밸브 적용 o Safety Valve 2개, Rupture Disk 1개, 저장탱크 설치 o 액화수소 제조설비, 저장시설, 가스저장, 공급 설비, 배관장치, 기타 밸브류, 방화장치(소화장치), 전기설비 및 시스템 프로그램에 대한 설치도 및 시스템 도면 작성 - 안전 도출밸브에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 방화 및 소화 관련 장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 전기설비에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 제어, 감시 및 안전장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 기타 장비 및 장치에 대한 자료
운전		o 시제품 운용 전 아래와 같은 검사를 진행하여 문제가 없을 시 실증 운행을 수행하되, 하나라도 문제가 발생 되었을 시 운행을 금지함 - 원격작동밸브 외관검사 및 기능시험 - 각종 계측장치의 작동 시험 - 안전장치의 시험(누설가스 탐지기, 화재탐지기 등) - 액화수소 제조, 저장 설비 작동 및 보수유지를 위한 지침서 비치 확인 - 액화수소 제조, 저장 설비에 요구되는 명판 또는 절차서 부착확인
환경	센서 감지기 설치	o 액화수소 저장탱크 구역의 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 자동감지를 통해 SHUT DOWN, 냉동기는 계속 운전으로 온도 유지 o 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방 시설 설치

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
이동식 충전 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
이동식 충전소 사례 검토																								
액화수소 이동식 충전소 설계																								
저장합금 이동식 충전소 설계																								
액화수소 이동식 충전소 제작																								
저장합금 이동식 충전소 제작																								
해외기관 안전 자문									설계 자문					제조 자문								안전 관리 자문		
이동식 충전소 운영 실증																								
시스템 안전관리 지침 및 규정마련										설계 기준안					제조 기준안							안전관리 기준안		
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 평창군, 강릉시, 동해시, 삼척시 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
하이리움산업	소형 모빌리티용 액화수소 이동형 충전소 구축
원일티에아이	소형 모빌리티용 저장합금 기반 이동형 충전소 구축
정경테크	소형 모빌리티용 수소충전소 운영, 저장기술보유
나노아이오닉스코리아	이동형 수소충전소 안전센서 관련 제작 및 실증
미래기준연구소	이동형 수소충전소 관련 제작 및 관리규정 검토
한국생산기술연구원	저장합금 기반 이동형 충전소 기술지원
가스안전공사	이동형 충전소 구축 관련 기술검토, 시설검토 실증

□ 현행 규제내용

○ (현행규제) 액화수소 및 저장합금 방식을 이용한 이동식 충전소는 관련 규정이 미비

○ (관계법령) 고압가스 안전관리법 제3조 제1호 제2호" 에 따라 초저온 가스 용기 제조의 시설·기술·검사기준에 '액화수소' 가 명시되어 있지 않으며, "고압가스 안전관리법 시행령 제3조제1항제3호" 에 따른 충전시설은 수소를 압축하여 자동차에 충전하는 시설로만 규정

□ 규제특례 요청내용

○ 이동식 액화수소충전소 구축 및 운영 실증

- 소형 액화수소 용기를 탑재한 드론의 충전 실증 및 운영
- 액화수소 드론의 실증 운영을 통한 안전관리 기준 마련을 위한 이동식 액화수소충전소 실증

○ 이동식 저장합금 수소충전소 구축 및 운영 실증

- 실증대상 : 소형 저장합금 용기를 이용한 소형 모빌리티(자전거, 패들보트 등)의 충전 실증 및 운영
- 저장합금 기반 육상·해상 모빌리티의 충전 실증을 통한 안전관리 기준 마련

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 25억원 (국 15 (60.0%), 지 5 (20.02%), 민 5 (20.0%))

연도별 / 사업별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
소형모빌리티용 수소 충전소 구축·실증	계	2,500	1,250	1,250	-	-
	국 비	1,500	750	750	-	-
	지방비	500	250	250	-	-
	민 자	500	250	250	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- **(단기)** 신규고용 15명, 매출액 100억원, 수출액 20만 달러 창출 기대 (사업기간 2년, 성과확산 2년)
- **(장기)** 2030년까지 매출 500억원, 수출 200만 달러 유발 기대

○ 정성적효과

- 개인용 모빌리티 중심의 소용량 수소충전시설 구축으로 수소경제 실현 시 생활밀착형 수소 활용 가능

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• 일본의 이동식 충전소는 기체방식의 Site 점유형으로 공유 공간을 이동하며 충전하는 방식 • 일본의 경우 저장합금 방식의 수소 이송 및 충전은 수소빌리지의 모델에 활용되고 있으며, 저장합금 방식의 가정용 수소저장용기에 대용량 저장합금 수소 이송차량에 의해 충전을 하고 있음
국내	• 소용량의 액화수소를 활용한 드론의 경우 연구용 액화 설비를 이용하여, 충전과 활용을 진행하고 있으며, 기체방식의 경우 용기의 탈부착을 통한 충전으로 활용하고 있음

실증3-①	액화수소연료전지 선박 실증

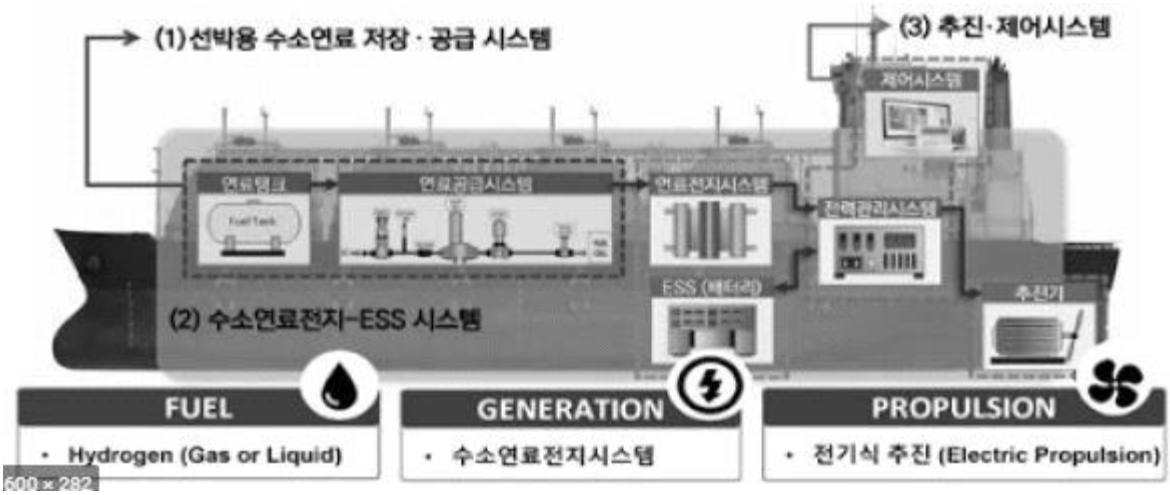
□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
수소연료 전지 선박 실증	**액화수소연료전지 선박 제조 및 운행 실증 (3Ton급) 1대**	없음	- 어선급 작업선(3톤) 및 관광선(15톤)으로 제작 및 운행 실증
	액화수소연료전지 선박 제조 및 운행 실증 (15Ton급) 1대	없음	- 국제해사기구(IMO) 규정을 준수한 수소연료전지 동력체계를 적용한 운항 실증 및 결과 데이터 확보

○ 수소연료전지 선박 실증

- 액화수소 저장 방법을 이용한 차세대 선박 개발 및 운영 실증
- 국제해사기구(IMO) 규정 준수를 위하여 수소연료전지 동력체계를 적용한 소형선박의 연근해 운항 실증 및 결과 데이터 확보

- 실증내용 : 200KW급 액화수소 연료전지 추진, 어선급 작업선 / 관광선 제조 및 운행 실증
- 연료전지 : 승용차 또는 버스형 연료전지 장착
- **액화수소 → 기화 → 연료전지, 모터** ※ (울산특구 실증) 기체수소 → 연료전지, 모터
- 실증위치 : 강원도 삼척시 대진항 인근 해상



< 수소 선박 개념도 >

*. 수소 선박은 (1)선박용 수소연료 저장·공급 시스템과 (2)연료전지-ESS시스템, (3)전기 추진·제어 시스템으로 구성되며 각각 수소의 저장-공급-발전-전기 추진의 형태로 운항하게 됨

연료전지 추진선박

수소 연료전지

배터리

< 수소연료전지 선박 관련 기자재 >

□ 안전조치계획

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품	선박부품	- 전기설비에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 제어, 감시 및 안전장치에 대한 도면 및 상세 사양에 대한 자료 - 기타 장비 및 장치에 대한 자료 - 연료전지용 연료가스 저장탱크의 충전한도 검토 계산서 - 해상 시범운용에 대한 실증 시뮬레이션 자료(모든 운항모드에 대한 실증 설명서) [연료 수급, 가스프리, 정상시운전 및 비상 운전 포함 등]
제품 (선박)	절연저항시험	o 상습조건에서 PDU (POWER DISTRIBUTION UNIT)의 입력단자와 접지단자 사이의 절연내력 5 이상을 확인
	IP 보호등급	o PDU(POWER DISTRIBUTION UNIT)를 대상으로 KSCIEC60529의시험방법에 따라 IP65 성능을 확인 o 시험중 출력전압 유지 또는 절연내력 유지로 성능을 확인
	진동시험	o 상온 상습조건에서 PDU 를 대상응로 KS B ISO 10055의 시험 방법에 따라 내진성능을 확인 o 적용조건(2~100)Hz,7m/ 를 적용하고 X,Y,Z3방향을 적용 o 시험중 출력전압 유지 또는 절연내력 유지로 성능을 확인
	건조고온시험	o PDU를 대상으로 KS C IEC 60068-2-5의 시험방법에 따라 내열 성능 확인 o 시험중 출력전압 유지 또는 절연내력 유지로 성능을 확인
	한계 경사각	o 경사시험에 의한 U-TUBE의 수두 높이차를 측정하여 확산하여 4 이하를 확인
	기타	o 시제품 운용 전 아래와 같은 검사를 진행하여 문제가 없을 시 실증 운행을 수행하되, 하나라도 문제가 발생 되었을 시 운행을 금지함 - 연료전지용 연료배관장치의 원격작동밸브 외관검사 및 기능시험 - 연료전지용 연료배관 덕트 외관검사 - 각종 계측장치의 작동 시험 - 안전장치의 시험(누설가스 탐지기, 화재탐지기, 연료전지용 연료구역의 통풍 안전장치 등) - 통풍장치의 기능 확인(가스 탐지 및 산소 분석)

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
제품 (선박)	기타	- 연료 수급장소의 Drip tray 검사 - 연료전지장치의 작동 및 보수유지를 위한 지침서 비치 확인 - 연료전지장치에 요구되는 명판 또는 절차서 부착확인 - 연료전지용 연료 가스 압축기 상태 검사 - 각종 케이블 상태, 축의 밀봉장치와 함께 윤활 상태 및 과열에 대한 점검 - 연료저장용기 구역의 격벽 상태 검사 - 연료전지용 연료탱크 고액면경보장치의 상태 검사 - 연료전지용 연료탱크 안전 도출밸브 상태 검사 - 탱크실 또는 2차 방벽 구역의 압력/진공 밸브 및 도출 상태 검사 - 연료전지용 연료 취급 기기 및 장비 상태 검사 - 연료전지장치를 위한 보조장치 및 장비 상태 검사 - 연료전지 구역의 배치 및 위치 상태 확인 - 가스 압축기실 및 연료전지구역 상태 확인 - 탱크실의 기밀상태 확인
환경	센서감지기 설치	o 선내 화재 또는 수소 Leak를 감지하는 센서 및 DETECTOR를 ECU를 통한 자동감지를 통해 SHUT DOWN
	연료전지 파워팩	o 진동, 충격 감지 센서를 고압용기 및 파워팩에 장착, 실시간 모니터링 및 이상 발생 시 시스템 정지 제어와 수소 차단,벤트 제어 구현
	기타	o 선박 계류시 수소충전소와의 유격 및 무어링(Mooring) 상태 확인 o 수소충전시 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 및 무인소방시설 설치 o 수소충전 시 충전소 및 선박 내의 탱크구역의 디텍터(Detector)을 통한 실시간 감지 o 해상 시운전 후 염분에 의한 공조장치, 냉각장치, 부식/내식 방지장치의 정상작동 확인
운영 /운 행	복원성능	o 경사시험 및 완성 복원성 계산서의 각 적하상태에서의 G0M값 확인
	CREW에 대한 지속/주기적인 교육	o 운항시 및 계류중 제품의 안전에 대한 지속/주기적인 교육 실시
	기타	o 선박 운행 과정에 있어 너울 및 파도에 대비한 댐퍼(Damper) 상태 확인
보완 계획		o KR / 중소조선 연구원과 함께 실증 데이터를 바탕으로 수소연료전지 추진 소형선박에 대한 안전 규정/방안에 대한 규정을 정립할 예정 o 고압 수소 관련 전문 업체 협력 제작 및 운영 자문 예정

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
규제 협의																								
액화수소선박자료검토																								
전문가위원회 설치																								
3톤급 액화 수소 선박 설계																								
15톤급 액화 수소 선박 설계																								
3톤급 액화 수소 선박 제작																								
15톤급 액화 수소 선박 제작																								
해외기관 안전 자문						설계 자문					제조 자문										안전 관리 자문			
액화수소 선박 운행 실증																								
시스템 안전관리 지침 및 규정마련							설계 기준안						제조 기준안								안전 관리 기준안			
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 삼척시 근덕면 동막리 790번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
보고이엔지	액화수소 연료전지 선박 설계, 제조 및 실증
컨택모빌리티	파워팩 제조 (수소 연료전지, 배터리 및 모터 제어시스템 구성)
빈센	액화수소 연료전지 시스템 디자인 및 설계
한국선급	액화수소 기반 연료전시 선박 제조 기준안 마련
한국과학기술연구원	연료전지 선박 내 액화수소 공급관련 기술 지원
중소조선연구원	수소연료전지 선박 제조에 대한 기술지원

□ 현행 규제내용

○ **(현행규제)** 선박은 선박 안전법 및 하위 기준에 따라 선박의 검사 및 건조가 이루어져야 하나 현재 수소연료전지 추진 선박 및 액화수소를 이용한 선박에 대한 안전기준이 없어 수소선박 제조, 운항 어려움

○ **(관계법령)** 선박안전법 제26조에 따른 수소연료전지 추진 선박기준 없음

※ 선박안전법 제26조에 의한 선박시설 기준 24개가 고시되어 있으나, 수소연료전지 추진 선박 기준은 부재→기준마련 필요

- 선박은 선박 안전법 및 하위 기준에 따라 선박의 검사 및 건조가 이루어져야 하나 현재 수소연료전지 추진 선박에 대한 안전기준이 없어 수소선박 제조, 운항 어려움

□ 규제특례 요청내용

○ 액화수소를 이용한 수소연료전지 추진 선박과 연료에 대한 안전기준 마련 및 운항실증 특례 허가 요청

○ 울산 규제특구 내 연료전지 실증선박은 고압기체 수소 방식의 선박에 대한 실증특례이며, 강원도 실증은 액화수소 방식의 선박임

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 50억원 (국 30 (60.0%), 지 10 (20.0%), 민 10 (20.0%))

사업별 \ 연도별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
수소연료전지 선박 실증	계	5,000	1,000	1,000	-	-
	국 비	3,000	1,500	1,500	-	-
	지방비	1,000	500	500	-	-
	민 자	1,000	500	500	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 15명, 매출액 200억원 기대(사업기간 2년, 성과확산 2년)
- (장기) 2030년까지 매출 1,000억원, 수출 10억 달러 유발 기대

○ 정성적효과

- 무소음, CO_2 Free 어업환경 조성과 낚시배, 수상 보트 등 수소 연계 해상 레포츠 산업으로 확장 가능

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	○ IMO(IGF Code) 2017 년 1월 1일부터 적용 : low flashpoint liquid (LFL) 및 기화 연료 사용에 대한 규제 ○ IGF 코드의 LFL에는 액화 수소에 대한 부분이 부재하여 "Alternative design Process"를 적용 할 것을 권고 ○ "Alternative design Process" 는 RISK based Approach를 권고함. ○ DNV GL은 상기 Risk based approach 에 CFD를 활용한 Explosion Risk Analysis를 권장 및 참여 협업 가능 ○ 연료전지 관련 DNV GL 의 FUEL CELL & class notations FC(Safety) and FC(Power) Part 6 Chapter 2 Section 3- fuel cell installation을 기준 할 것. ○ 수소 사용에 대하여는 SOLAS regulation II-1/55 및 Chapter III, Guidelines on ALTERNATIVE DESIGN and arrangements를 이용할 것을 권장. ○ (노르웨이) Norwegian Maritime Authority에서 수소연료전지 선박 기준 주도 ○ 유럽 HyLaw에서 국가간 협업으로 수소 실증 및 규제 마련 진행 중
국내	○ 현행 선박안전법 제26조에 따른 24종 고시는 수소연료전지 선박에 적용 불가 ○ 선박용 수소충전소가 없고, 기준 또한 부재하여 수소연료전지 선박은 기본 성능 확인 수준에 머무름 ○ 국내 어선 관련 "총톤수 10톤 미만 소형어선의 구조 및 설비기준" 에는 연료 전지 및 수소 연료에 대한 기준이 없음.

실증3-②	소형 · 공유형 모빌리티 실증

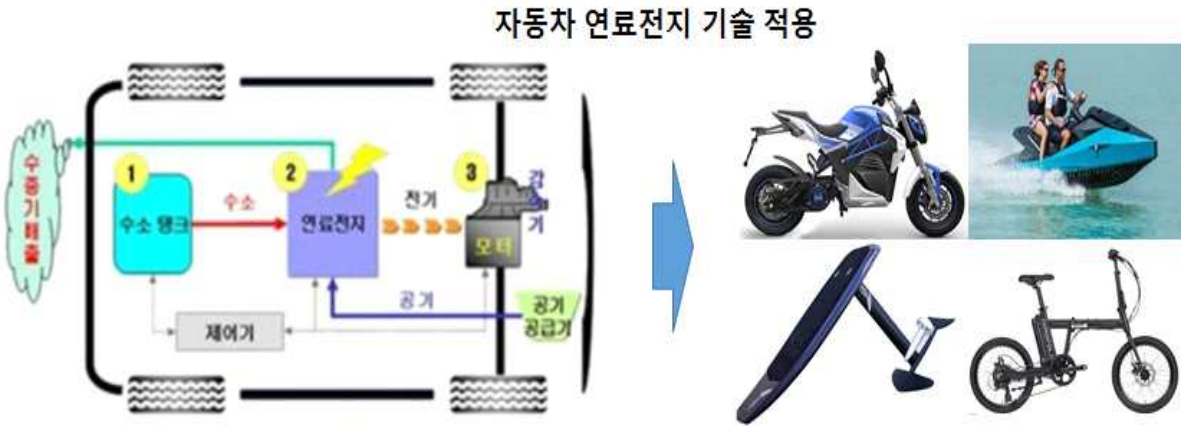
□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
소형·공유형 모빌리티 실증	**육상용 연료전지 모빌리티 제작 및 운행 실증** **킥보드(300W급/5대)** **자전거(500W급/5대)** **바이크(1KW급/5대)**	없음	- 강원도 친환경 관광단지 중심으로 배터리 기반의 체험형 모빌리티를 운영 중이나 장거리 운행이 불가한 배터리 단점 보완 가능
	해상용 연료전지 모빌리티 제작 및 운행 실증 **패들보트(500W급/3대)** **제트보트(2KW급/3대)**	없음	- 동해안 해양레포츠 인구 증가에 따른 해상 모빌리티 수요 증가

○ 소형 · 공유형 모빌리티 실증

- 강원도 친환경 관광단지를 중심으로 배터리 기반의 체험형 모빌리티가 운영 중이나, 배터리가 갖는 이동거리의 한계로 장거리 운행이 가능한 연료전지 모빌리티의 제작 및 운행 실증
- 동해안 해양 레포츠 인구 증가에 따른 해상 모빌리티의 수요 증가
- 모빌리티의 수소 저장용량 및 운행 거리는 실증을 통해 최적화 계획

- 실증내용 : 육상·해상용 모빌리티에 수소용기 및 수소연료전지 구동 시스템 적용 및 운행실증
- 실증위치 : 강원도 강릉시, 동해시, 삼척시 관광지 및 해안 레포츠 운영지역



<수소연료전지 자동차 기술을 이용한 소형 모빌리티>

*. 자동차에 활용된 연료전지 기술의 소형화를 통해 **오토바이, 자전거, 제트보드** 등에 활용

□ 안전조치계획

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품	수소저장용기	❍ 액화수소 용기 사용 ❍ 기화 수소에 대한 솔레노이드밸브 적용 및 실시간 모니터링 ❍ 외부 충격 회피 수소 모듈 설계 반영
	연료전지 파워팩	❍ KSC8569에 준하는 KS인증(수소타입 인증 한국에너지공단 실시 후) ❍ 한국에너지공단 공인인증시험성적서 발급 ❍ 시스템 내 수소 센서 부착 리크 발생 시 시스템 정지 및 수소 차단 밸브 제어
	모빌리티부품	❍ 연료전지, 가스연료, 배관장치, 기타 밸브류, 방화장치(소화장치), 전기설비 및 시스템 프로그램에 대한 도면(설치도 및 시스템 도면)을 안전관리기관과 협의하여 작성함
	연료전지 파워팩	❍ 진동, 충격 감지 센서를 고압용기 및 파워팩에 장착, 실시간 모니터링 및 이상 발생 시 시스템 정지 제어와 수소 차단,벤트 제어 구현

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
공유형 모빌리티 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
육상 모빌리티 연료전지 구성설계																								
해상 모빌리티 연료전지 구성설계																								
육상 모빌리티 제작																								
해상 모빌리티 제작																								
해외기관 안전 자문							설계 자문					제조 자문									안전관리 자문			
체험형 모빌리티 운영 실증																								
시스템 안전관리 지침 및 규정마련								설계 기준안					제조 기준안								안전관리 기준안			
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 강릉시 대전동 898번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
대영씨엔이	소형 이동형 모빌리티 저장합금 제조 및 공급
코알라	소형 해상용 연료전지 모빌리티 제조 및 실증
진아스틸	마찰 용접을 동종 접합 저장합금용 소형 용기 제작
빈센	소형 모빌리티 PMS 공급
씨엔엘	체험형 수소연료전지 자전거 실증
에티스	저장합금 기반 연료전지 설계 및 공급
컨택모빌리티	체험형 수소 바이크 제작 및 실증
중소조선연구원	소형 해상용 연료전지 모빌리티 기술 지원
한국생산기술연구원	저장합금 기반 연료전지 모빌리티 기술 지원

□ 현행 규제내용

○ (현행규제) 고시로 지정된 일부 모빌리티(자동차, 무인동력 비행장치, 지게차)를 제외하고는 수소연료용기에 대한 기준이 없고, 수소연료전지에 대한 안전인증 기준 미비로 자전거, 패들보트 등 소형 모빌리티에 적용이 불가함

○ (관계법령) 고압가스안전 관리법 시행규칙 제 62조와 무인동력비행장치 및 지게차의 연료용 용기의 제조 및 검사기준에 관한 기준(산업통상자원부 고시 제2019-126호), 산업안전 보건법 제 34조 제4항, 동법 시행규칙 제 58조 3호 및 안전인증 대상 기계·기구등이 아닌 기계·기구등의 안전 인증 규정(고용노동부 고시 제2016-46호)

□ 규제특례 요청내용

○ 수소연료전지 모빌리티 운행 실증을 위한 용기 및 연료전지 파워팩의 안전인증 기준 마련을 위한 규제 특례 요청

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 30억원 (국 20 (66.6%), 지 5 (16.7%), 민 5 (16.7%))

사업별 \ 연도별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
소형·공유형 모빌리티 실증	계	3,000	1,500	1,500	-	-
	국 비	2,000	1,000	1,000	-	-
	지방비	500	250	250	-	-
	민 자	500	250	250	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 20명, 매출액 200억원 기대(사업기간 2년, 성과확산 2년)
- (장기) 2030년까지 매출 1,000억원, 수출 10억 달러 유발 기대

○ 정성적효과

- 수소 연료전지 소형 모빌리티 연계 관광산업의 육성으로 생활 친화적 수소경제 실현 가능

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• 일본은 연료전지를 활용한 자전거, 바이크 등 다분야에 연료전지 기술을 활용하고 있음 • 유럽 및 미국의 경우 연료전지의 다양한 활용을 시험 중 임
국내	• 개인용 모빌리티는 대부분 배터리 기반에서 활용하고 있으며, 배터리 기반의 개인용 모빌리티는 상업화가 되어 있음 • 연료전지 자전거는 국내 씨엔엘에서 제작되어 있으나, 도로교통법 상의 문제로 운행되지는 않고 있으며, 해상 연료전지 모빌리티는 전무함

실증3-③	액화수소 드론 운행 실증

□ 실증내용

구분	실증내역	현재 국내여건	비고
액화수소 드론 운행 실증	**해안 안전 감시용 드론 제작 및 운행 2대 실증 (5시간용)**	없음	- 배터리기반 드론의 단점인 운행시간을 보완하기 위해 장시간 운행 가능한 고밀도 에너지인 액화수소 기반 연료전지-이차전지 파워팩 적용 - 실증 결과 및 데이터 확보 → 사업화 추진
	산불감시용 드론 제작 및 운행 2대 실증 (10시간용)	없음	

○ 액화수소 드론 실증

- 친환경 고밀도 에너지인 액화수소 기반 연료전지-이차전지 파워팩을 적용한 액화수소 드론의 상용화 추진
- 액화수소를 적용한 수소연료전지 드론과 액화수소충전 시스템의 운영 실증 및 결과 데이터 확보

- 실증내용 : 액화수소연료전지 드론을 활용 산불 및 해안 안전 감시 운영
- 장점 : 배터리 기반 드론 대비 5배 이상 운행 가능
- 비행 5시간 기준 : 액화수소 탱크무게 2.9kg, 탱크용량 10ℓ, 저장용량 700kg, 연료전지파워 1.8kw
- 실증위치 : 강원도 삼척시 쏠비치, 삼척해수욕장 및 산불감시 초소(군사보호시설 제외)

< 액화 수소 드론 사진 >

* 액화수소 용기(티타늄)를 탑재한 드론으로 상부에 액화수소용기, 하부에 연료전지가 설치됨

액화수소 드론

드론 액화수소 용기 및 연료전지

< 액화수소드론 관련 기자재 >

□ 안전조치계획

구분	안전조치내용	안전조치 관련 세부내용
부품	액화수소저장 용기	o 경량 액화수소용기 설계 및 제작(SUS 혹은 Ti 합금 적용/ASME, ISO 등 기존의 해외 규정 준용) o 내압 시험 및 파열 시험 수행 o 내부 압력 및 액화수소 잔량 실시간 모니터링
	연료전지 파워팩	o 시스템 내 수소 누출 감지 실리콘 적용 o 수소배관 연결 부위에 수소 누출 감지실리콘 적용
제품	드론	o 드론의 안전비행을 위한 정보를 실시간 확인 - 동력장치 상태, GPS, 고도, 비행속도, 거리, 현재위치, 연료(액화수소)잔량 o 비행구역 설정에 따른 자동 경로지정 및 경로비행 o 통신두절 시 자동 복귀 o 연료의 복귀 가능 최소잔량 시 자동 복귀
	액화수소충전 시스템	o 액화수소 충전시 안전성 확보가 가능한 구역까지 일반인 접근 제한구역 설정 o 액화수소 충전시스템 내에 배기, 환기 및 접지 설치 o 충전시스템 내의 탱크구역의 수소 디텍터(Detector)을 통한 실시간 감지
환경		o 시운전 후 외부 오염원 염분에 연료전지 파워팩 상태 확인 o 시운전 전/후 드론 및 GCS 배터리 상태 확인
운영/ 운행		o 해안가, 산림지역 등 주요 관찰 지역에 대한 정기 순찰 및 모니터링으로 실증 데이터 확보 o 다양한 환경에 대한 시운전 및 운전 데이터 획득
보완 계획		o 실증 데이터를 바탕으로 드론용 액화수소 용기 설계, 제조, 사용에 관한 규정/표준 및 안전방안 정립 o 액화수소 충전시스템의 운영 데이터를 바탕으로 안전운영 방안 정립 예정

□ 실증기간

- 1차 실증 : 2021. 01. ~ 2022. 12. (2년)
- 필요시 실증특례 연장 : 2023. 01. ~ 2024. 12. (2년)

추진내용	2021												2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
액화수소 드론 자료검토																								
전문가위원회 설치																								
액화수소 드론 연료전지 구성설계																								
액화수소 드론 제작																								
산불감시용 드론 운영실증																								
해안 감시용 드론 운영 실증																								
해외기관 안전 자문					설계 자문									제조 자문								안전 관리 자문		
시스템 안전관리 지침 및 규정마련						설계 기준안									제조 기준안							안전관리 기준안		
실증운영 결과보고																								
법제화 준비																								

□ 실증장소

<강원도 강릉시 대전동 898번지 일원>

□ 특구사업자 현황

특구사업자명	역 할
하이리움산업	액화수소 드론 제조 및 운영 실증
한국과학기술연구원	액화수소 드론 제조 기술 지원
강원테크노파크	산불감시, 해안 안전 감시용 드론 운영 실증

□ 현행 규제내용

○ (현행규제) (현행규제) 액화수소드론에 관한 명확한 법규가 없어 운영이 불가능하며드론용 액화수소용기의 경우 재료를 오스테나이트계 스테인레스스틸강 또는 알루미늄합금강으로 한정되어 **티타늄 등 첨단 재료의 사용 불가**

- 국토부 항공안전법 시행규칙에 따르면 제 199조에 따르면 드론은 지상 150m 이내에서만 운행이 가능

- 산불감시, 산악구조 등 광범위한 운영이 필요한 경우 **고도제한이 있음**
- 드론운행 시 주파수를 할당받아야 하나 **현재 고시된 주파수 대역에는 비가시권 드론을 운행할 수 있는 기준이 없어 산불감시등 비가시권 운행 불가**

○ **(관계법령)** 초저온 용기 관련 고압가스 안전관리법 시행규칙 제2조제1항 제12호, 광범위한 감시를 위한 운행 고도에 대한 항공안전법 제127조 제3항 제1호, 항공안전법 시행규칙 제308조 제5항 제2호, 드론 운행을 위한 사용 주파수 관련 전파법 제10조제3항, 주파수할당 신청 절차 및 방법 등 세부사항 제5조제1항

□ 규제특례 요청내용

○ 액화수소 연료전지 드론 제작 및 운행을 위한 액화수소용기, 연료전지에 관한 규제 특례와 운행 시 안전기준 마련을 위한 실증 특례 요청
- 산불감시, 해안안전, 산악, 해상 조난 대응 등 국민 안전관련 드론 운행의 경우 상기 규제에 따라 150m 이하의 고도 제한과 농업 방재용 드론의 경우 25Kg 이상 중량 운행이 비행승인 없이 가능하므로, **구조 및 감시용 드론에는 방재용 드론과 같은 기준 특례** 요청
- 원거리 운행과 다량의 화상 전송 데이터에 의해 가동되는 드론의 경우 **특정 주파수의 사용을 위한 특례 요청**
- 강원 액화수소 드론의 액화수소 용기는 티타늄계 금속 재료사용 계획

□ 재정투자계획

○ 총사업비 : 20억원 (국 10 (50.0%), 지 5 (25.0%), 민 5 (25.0%))

연도별 / 사업별	재원	연도별 투자예산 (백만원)				
		계	'20년	'21년	'22년	'23년
액화수소 드론 운행 실증	계	2,000	1,000	1,000	-	-
	국 비	1,000	500	500	-	-
	지방비	500	250	250	-	-
	민 자	500	250	250	-	-

□ 기대효과

○ 정량적효과

- (단기) 신규고용 20명, 매출액 50억원 기대(사업기간 2년, 성과확산 2년)
- (장기) 2030년까지 매출 500억원, 수출 10억 달러 유발 기대

○ 정성적효과

- 강원도 산불감시, 산악 긴급 구조, 동해안 해안초소, 피서철 해변 안전 관리 등 안전강화 가능

□ 국내외 사례분석

구분	주요내용
국외	• 2013년 미국 해군연구소(NRL)에서 액화수소를 적용한 연료전지 파워팩을 장착한 고정익 무인기로 48시간 비행 성공 • Boeing사에서 액화수소를 적용한 내연기관을 장착한 고정익 무인기로 1주일 비행 성공
국내	• 하이리움산업(주)에서 수소드론(멀티콥터)에 액화수소를 적용하여 5시간 비행 성공 • 드론 액화수소용기에 대한 명확한 법규 미비로 실험실 개발 및 성능 확인 수준에 머무름