2022년도 연구용역보고서

고속도로 수소충전소 유지관리방안 연구

A Study on the Expressway Hydrogen Refueling Station Maintenance

발주기관 한국도로공사 휴게시설처

용역기관 수소융합얼라이언스

한 국 도 로 공 사

제 출 문

한국도로공사 사장 귀하

이 보고서를 “고속도로 수소충전소 유지관리방안 연구” 용역 결과보고서로 제출합니다.

2022.12.31

용역기관명 수소융합얼라이언스

용역책임자 김 창 종

세부책임자 구 준 모

참여연구원 김 기 태

김 건 윤

송 현 선

이 학 태

최 경 진

목 차

제 1장 서론 ····· 5
1.1 연구용역의 필요성 ····· 5
1.2. 연구용역의 목표 ····· 6
1.3. 연구용역 내용 및 방법 ····· 6

제 2장 수소충전소 현황 ····· 7
2.1 국내·외 수소충전소 보급현황 ····· 7
2.1.1 국내 수소충전소 보급현황 ····· 7
2.1.2 국외 수소충전소 보급현황 ····· 15
2.2 수소충전소 설비구성 ····· 16
2.2.1 주요설비 ····· 16
2.2.2 제조사별 충전소 설비구성 ····· 17

제 3장 수소충전소 고장 및 유지관리 현황 ····· 20
3.1 국내·외 수소충전소 고장현황 ····· 20
3.1.1 국내 수소충전소 고장현황 ····· 20
3.1.2 국외 수소충전소 고장현황 ····· 23
3.2 수소충전소 유지관리 현황 ····· 24
3.2.1 수소충전소 유지관리 정의 ····· 24
3.2.2 국내 수소충전소 유지관리 비용분석(계약 및 인건비 산정 방법 등) 27
3.2.3 수소충전소 및 타 연료 유지관리 사례 ····· 28

제 4장 수소충전소 유지관리 가이드라인 ····· 30
4.1 유지보수 관련 법규 검토 ····· 30
4.2 유지관리 계약 가이드라인(업체선정 및 계약절차) ····· 30
4.3 유지관리 유의사항 및 안전조치 ····· 31

제 5장 결론 및 제언 ····· 32
5.1 결론 ····· 32
5.1.1 도로공사 수소충전소 현황 ····· 32
5.1.2 고속도로 수소충전소 유지관리 방안 ····· 33
5.2 제언 ····· 33

부록 1 수소충전소 고장현황 파악 양식 ····· 35
부록 2 수소충전소 유지관리 과업지시서 양식 ····· 36

요 약 문

Ⅰ. 제 목 : 수소충전소 유지관리방안 연구용역

Ⅱ. 연구용역 목표 및 필요성

□ 국내에서 수소충전소 설비를 구축 운용하는 설비사는 약 10여개社*이며 각 회사별 설비의 구성 및 운영방법이 상이함

* 효성중공업, 광신기계공업, 발맥스기술, JNK Heater, 현대로템, 엔케이텍, 린데코리아, 이엠솔루션, 에어리퀴드코리아, 넬코리아

□ 국내 수소충전소의 설비 및 핵심부품의 가격은 비공개 자료로 무상유지보수(A/S)계약 기간 종료 후, 유지관리 비용 책정에 어려움 발생

- 설비관련 정보의 불균형으로 운영사는 설비사가 제공하는 계약금액과 기준을 수용할 수밖에 없음

□ 본 연구용역을 통해 유지보수 계약의 표준가이드라인을 제시함으로써 신규 유지보수 계약 시 객관적 근거자료로 활용하고자 함

Ⅲ. 연구용역 내용 및 범위

□ 국내 수소충전소 설비 및 고장현황 파악

- 국내 수소충전소 설비 및 고장현황을 조사 및 분석하여, 주요 설비별(압축기, 저장용기, 냉동기 등) 유지관리 유의사항 도출

□ 수소충전소 및 타연료 유지관리 계약현황 파악

- 국내 주요운영사 유지보수 계약현황 및 유지보수 관련 법령 파악
- 타 연료 유지보수 관련 사례조사

Ⅳ. 연구용역 결과

□ 수소충전소 유지관리 표준 가이드라인 제시

- 적정수준의 계약기준이 반영된 국내 표준 유지관리 가이드라인 제시
- 효율적인 유지관리를 위한 정책적 제언 및 직원역량 강화방안 제시

제1장 서론

1.1 연구용역의 필요성

□ 정부의 수소충전소 보급목표에도 불구하고, 수소충전소에서 빈번하게 발생하는 설비고장문제로 충전소 운영사 및 운전자 애로사항 발생함

○ 정부는 '22년까지 총 310기*를 구축하고 등록 자동차 수, 인구수, 지자체 수소차 보급량, 교통량 등을 고려하여 수소충전소 구축 중

* 주요 도시 수소충전소(250기), 고속도로·환승센터 등 교통거점(60기)

○ 이러한 정부의 노력에도 불구하고, 구축 후에도 발생하는 문제*로 수소충전소 운영사 불편 가중

* 고속도로 수소충전소 3년간('19~'21.8) 221건 고장(투데이에너지,'21.10)

□ 현재 수소충전소 유지관리에 대한 국내 가이드라인이 없는 관계로, 운영사들이 이러한 계약절차를 수행하기에 어려움 존재함

○ 수소충전소 유상유지보수 기간(구축 이후 2~3년 이내)이 도래함에 따라, 수소충전소 운영부담이 가중될 것으로 예측됨

○ 특히, 유지보수는 해당 설비공급업체와 계약할 수밖에 없는 구조이기 때문에, 계약정보의 부족으로 계약 추진 난항

○ 현재 국내엔 표준화된 유지보수계약기준이 없어, 수소충전소 유지관리 기준 개발 필요성 대두됨

□ 따라서, 수소충전소 유지관리 정보 조사를 통한 수소충전소 설비 시설물의 정상적인 기능 유지를 위한 표준가이드라인 개발 필요

1.2 연구용역의 목표

□ 국내 수소충전소 설비현황과 고장현황 조사하고, 국내 수소충전소 및 관련 유사사례 분석을 통한 국내 표준 유지관리계약기준 제시

1.3 연구용역 내용 및 방법

□ 국내·외 수소충전소 현황 조사('22.9월)

- ㅇ 국내 수소충전소 설비현황(주요 설비 제조사 및 설비용량 등)
- ㅇ 국내 수소충전소 운영현황(충전소위치, 운영시간, 판매가격 등)
- ㅇ 국외 주요국 수소충전소 구축현황(미국, 일본, 독일)

□ 수소충전소 설비구성 현황 조사

- ㅇ 수소충전소 주요설비(압축기, 저장설비, 디스펜서) 구성 파악
- ㅇ 수소충전소 주요 제조사별 충전소 설비구성

□ 국내·외 수소충전소 고장 데이터 분석 및 유지관리 현황 파악

- ㅇ 국내 주요 수소충전소 고장현황 자료 수집 및 분석
- ㅇ 국외 수소충전소 고장현황 현황 조사 및 분석
- ㅇ 수소충전소 주요 고장 설비 운영에 대한 유지관리 비용 및 사례 조사

□ 유지관리 가이드라인 도출

- ㅇ 국내 수소충전소 주요 운영사 유지관리 계약방식, 업체선정 방법, 인건비 산출방법 등을 조사

제2장 수소충전소 현황

2.1 국내·외 수소충전소 현황

2.1.1 국내 수소충전소 보급 현황

일반적으로 수소충전소는 한국가스안전공사(KGS) 완성검사를 기준으로 구축이 완료되었다는 기준으로 판단하며 이후에 지방자치단체장에 승인을 받아 상업운전 승인을 받은 뒤, 실제로 운영하게 된다. 국내 수소충전소는 현재('22.11월 기준) 161개소(208기) 구축되었다. 정부 「수소경제 이행기본계획('21.11월)」에 따르면, 정부는 올해까지 수소충전소 310기 구축을 통해 속도감 있는 수소충전소 보급을 선언하였으며, 향후, '30년 660기, '40년 1200기, '50년 2,000기 구축을 목표로 하고 있다. 이에 대해 수단으로 수소충전소 구축 보조금과 수소충전소 운영비 지원에 대한 보조금을 지원하고 있으며, 수소충전소 관련 규제개선 및 소부장 관련 국산화 R&D 등 관련 부처에서 협동적으로 지원하고 있다.

<표1 : 연도별 국내 수소충전소 구축실적>

( ) : 기수

구분	국내 수소충전소 구축실적(단위 : 개소)				
	2018	2019	2020	2021	2022.11
상업용	11(13)	28(31)	52(65)	101(126)	148(194)
연구용	9(10)	11(12)	11(12)	14(15)	13(14)
계	**20(23)**	**39(43)**	**63(77)**	**115(141)**	**161******(208)**

출처: H2KOREA

수소충전소의 구축사업은 환경부의 지자체 및 민간보조사업과 국토교통부의 고속도로 수소충전소 민간보조사업('22년 중단) 등이 있으며 전국의 수소충전소 운영현황은 총 144개소이며, 그중 휴게소에 설치되어 운영 중인 충전소는 22개소(15.27%)이고, 그중 한국도로공사가 소유한 수소충전소는 11(7.6%)개소로, 직접운영 중인 수소충전소는 3개소(안성(부산) 수소충전소, 백양사(천안) 수소충전소, 성주(양평) 수소충전소)이고, 위탁운영 하는 곳은 8개소(안성(서울), 하남드림, 동해(삼척), 덕유산(하남), 함평천지(목포), 오수(완주), 언양(서울), 함안(부산))이다.

<표2 : 전국 수소충전소 운영 현황>

구분	구축일자 (운영일자)	위치	상호명 (초록 : 증설 등 / 노랑 : 상용차용)	운영기관	설비업체
상업용	'10.8(연구용), '21.2, '22.8 ('21.3)	서울 양재(2)	양재그린카스테이션 ('10.8월 연구용 → '21.2 일반용(변경) → '22.8월 2기(증설))	서울에너지공사	효성중공업
	'10.9(연구용), '20.1 ('20.10)	서울 상암	서울상암수소충전소 ('10.9월 연구용 → '20.1 일반용(변경))	서울에너지공사	JNK히터
	'14.9 ('15.10)	광주 진곡	진곡수소충전소	광주그린카진흥원	이엠솔루션
	'15.9 ('15.10)	충남 내포	내포수소충전소	충남TP	광신기계공업
	'17.2 ('17.4)	경남 창원 팔룡	창원팔룡수소충전소	창원산업진흥원	이엠솔루션
	'17.9, '22.7 ('17.11)	울산 남구(2)	옥동LPG 수소충전소 ('17.9월 1기 → '22.7월 2기)	옥동LPG충전소	효성중공업
	'17.11 ('21.6)	대구 달성	대구 주행시험장 수소충전소	지능형자동차부품진흥원	광신기계공업
	'18.3 ('18.4)	광주 동곡	동곡수소충전소	광주그린카진흥원	이엠솔루션
	'18.8 ('18.9)	울산 북구(2)	경동수소충전소	경동LPG충전소	효성중공업
	'18.9 ('19.1)	울산 울주군(2)	신일복합충전소	신일LPG충전소	효성중공업
	'18.11 ('18.12)	경남 창원	창원 성주수소충전소	창원산업진흥원	이엠솔루션
	'19.3 ('19.4)	경기 안성	H안성(부산)수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'19.3 ('19.4)	경기 안성	H안성(서울)수소충전소	대보유통	광신기계공업
	'19.3 ('19.5)	부산 강서구	서부산NK수소충전소	엔케이텍	엔케이텍
	'19.3 ('19.4)	울산 울주군(2)	그린복합충전소	울산그린주유소	효성중공업
	'19.4 ('19.4)	경기 여주	H여주(강릉)수소충전소	고신통상	광신기계공업
	'19.5 ('19.5)	대전 유성구	학하수소충전소	대전도시공사	효성중공업
	'19.5	경남 창원 성산	창원센트럴H2station	광신기계공업	광신기계공업

	('19.6)				
	'19.5 ('19.6)	전남 장성	백양사(논산)수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'19.6 ('19.6)	울산 울주	언양(서울)충전소	한국도로공사	효성중공업
	'19.6 ('19.6)	경북 성주	성주(양평)수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'19.7 ('19.9)	경남 함안	함안(부산)수소충전소	이엠석유	광신기계공업
	'19.8, '21.7 ('19.8)	부산 사상구(3)	대도하이젠 수소복합충전소 ('19.8월 1기 → '21.7월 3기)	대도에너지	에어리퀴드
	'19.8, 22.11 ('19.9)	서울 영등포(2)	H국회수소충전소 ('19.8월 1기 → '22.11월 2기)	하이넷	효성중공업
	'19.9 ('19.9)	경기 하남	H하남충전소	한국고속도로휴게시설협회	광신기계공업
	'19.10 (;19.10)	충남 당진	당진H2station	광신기계공업	광신기계공업
	'19.11 ('19.11)	인천 남동구	H인천 수소충전소	SK논현충전소	에어리퀴드
	'19.12 ('20.2)	경남 창원	덕동충전소	창원산업진흥원	이엠솔루션
	'20.3 ('20.6)	전북 완주(4)	완주수소충전소	전북테크노파크	이엠솔루션
	'20.4 ('20.5)	서울 강동	H강동수소충전소	GS동서울주유소	효성중공업
	'20.4 ('20.7)	광주 남구	임암수소충전소	광주그린카진흥원	에어리퀴드
	'20.5 ('20.6)	충북 청주	도원수소충전소	도원주유소	넬코리아
	'20.5 ('20.6)	충북 청주	청주수소충전소	관문주유소	넬코리아
	'20.6 ('20.6)	충북 충주	연수수소충전소	연수LPG충전소	넬코리아
	'20.7 ('20.8)	대구 달서	하이넷 대구성서수소충전소	하이넷	범한퓨얼셀
	'20.7 ('20.8)	강원 삼척	삼척수소충전소	원더풀LPG충전소	넬코리아
	'20.8 ('20.8)	전남 여수	여수수소충전소	하이넷	이엠솔루션
	'20.8 ('20.8)	세종 어진	세종청사수소충전소	하이넷	효성중공업
	'20.8 ('20.10)	전북 전주	하이넷 전주송천수소충전소	하이넷	발맥스기술
	'20.10 ('20.10)	경기 화성	하이넷화성동탄수소충전소	하이넷	효성중공업
	'20.10 ('20.11)	충남 아산(3)	초사충전소	아산시시설관리공단	광신기계공업
	'20.11 ('20.12)	충남 서산(3)	서산수소충전소	한국가스기술공사	광신기계공업
	'20.11 ('21.1)	울산 울주(2)	덕하복합충전소	경동도시가스	이엠솔루션
	'20.12 ('20.12)	광주 서구	벽진수소버스충전소	광주그린카진흥원	에어리퀴드
	'20.12 ('21.1)	경기 평택	블루에너지수소충전소	블루에너지	넬코리아
	'20.12 ('21.1)	울산 남구(2)	투게더수소충전소	(주)투게더	이엠솔루션
	'20.12 ('21.1)	인천 중구	하이넷인천공항T1수소충전소	하이넷	JNK히터
	'20.12 ('21.1)	경기 평택	하이넷팽성수소충전소	하이넷	넬코리아
	'20.12 ('21.1)	대전 대덕	하이넷신탄진休(서울)	하이넷	발맥스기술
	'20.12 ('21.1)	충북 제천	삼보수소충전소	삼보주유소	JNK히터

	'20.12, '21.8 ('21.1)	대전 중도	중도가스 수소충전소	중도가스	넬코리아
	'20.12 ('21.1)	강원 춘천	하이넷춘천休(부산)	하이넷	에어리퀴드
	'20.12 ('21.2)	경남 진해(2)	죽곡수소충전소	창원산업진흥원	이엠솔루션
	'21.1 ('21.2)	울산 남구	에어프로덕츠수소충전소	에어프로덕츠코리아	광신기계공업
	'21.1 ('21.2)	충북 음성	삼한 수소충전소	삼한충전소	넬코리아
	'21.3 ('21.4)	경기 수원	하이넷수원영통 저장식복합충전소	하이넷	발맥스기술
	'21.3 ('21.4)	경기 안성	안성 수소충전소	한국가스기술공사	광신기계공업
	'21.3 ('21.4)	충북 음성	음성휴게소 통영방향 수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'21.3 ('21.4)	경남 진주	진주 수소충전소	진주수소충전소	광신기계공업
	'21.3 ('21.4)	경기 안산	안산 수소E로움충전소	안산도시개발	광신기계공업
	'21.4 ('21.5)	충북 괴산	개미수소충전소	개미셀프주유소	광신기계공업
	'21.4 ('21.6)	경기 화성	하이넷 화성시청 수소충전소	하이넷	효성중공업
	'21.6 ('21.6)	충북 청주	가로수수소충전소	가로수주유소	JNK히터
	'21.6 ('21.7)	경남 김해(2)	김해 수소충전소	한국가스공사	이엠솔루션
	'21.6 ('21.7)	경기 화성	향남 수소충전소	한국가스기술공사	광신기계공업
	'21.6 ('21.7)	전북 익산	익산 제2공단 수소충전소	전북개발공사	발맥스기술
	'21.6 ('21.7)	경기 평택	평화 수소충전소	평화주유소	넬코리아
	'21.6, 22.10 ('21.7, '22.11)	강원 춘천(2)	동내 수소충전소	한국가스기술공사	넬코리아
	'21.6 ('21.9)	경기 용인	하이넷 에버랜드 수소충전소	하이넷	JNK히터
	'21.7 ('21.7)	인천 중구(2)	하이넷인천공항T2수소충전소	하이넷	에어리퀴드
	'21.7 ('21.8)	충남 당진	하이넷 당진 정미 수소충전소	하이넷	발맥스기술
	'21.7, '21.8 ('21.7)	강원 속초	속초 수소충전소	강원테크노파크	넬코리아
	'21.7 ('21.8)	충남 아산	하이넷 아산인주 수소충전소	하이넷	넬코리아
	'21.7 ('21.8)	강원 원주	문막 휴게소(강릉)	한국도로공사	넬코리아
	'21.7 ('21.9)	충남 천안(2)	천안시 수소충전소	한국가스기술공사	엔케이텍
	'21.7 ('21.11)	경남 창원	창원 성주수소충전소	창원산업진흥원	GTC
	'21.7 ('21.12)	충남 천안(2)	망향 휴게소(부산)	한국도로공사	린데코리아(범한)
	'21.7 ('22.3)	충남 천안(2)	입장 휴게소(서울)	한국도로공사	린데코리아(범한)
	'21.8 ('21.10)	대전 대덕(2)	신대수소충전소	대전도시공사	엔케이텍
	'21.9 ('21.9)	경남 양산	양산시 증산 수소충전소	경동도시가스	광신기계공업
	'21.9 ('21.10)	세종 대평	하이넷 세종 대평 수소충전소	하이넷	넬코리아
	'21.9 ('21.10)	대전 유성	하이넷 자운대 수소충전소	하이넷	JNK히터
	'21.9	경남 거제	하이넷 거제 수소충전소	하이넷	범한퓨어셀

	('21.11)				
	'21.9 ('21.11)	경기 성남	성남 수소충전소	E1 LPG 충전소	한국가스기술공사
	'21.10 ('21.11)	인천 중구	인천 그린 수소충전소	인천그린에너지	인천테크노파크
	'21.11 ('21.12)	광주 월출	월출 수소충전소	광주그린카진흥원	발맥스기술
	'21.11 ('21.12)	인천 가좌	태양 수소충전소	태양LPG충전소	발맥스기술
	'21.11 ('21.12)	경남 창원 사림	사림 수소충전소	창원산업진흥원	광신기계공업
	'21.11 ('22.1)	서울 마곡	마곡 에코수소충전소	에코바이오홀딩스	JNK히터
	'21.11 ('22.2)	경기 고양	한강H2 복합충전소	서강이엔지	JNK히터
	'21.11 ('22.10)	전북 군산	하이넷 군산지곡 수소충전소	하이넷	발맥스기술
	'21.12 ('22.1)	대구 북구(2)	대구 관음 수소충전소	대성에너지	엔케이텍
	'21.12 ('22.1)	전북 부안(2)	부안군 수소충전소	한국가스기술공사	광신기계공업
	'21.12 ('22.1)	경북 상주	하이넷 상주 수소충전소	하이넷	범한퓨얼셀
	'21.12 ('22.1)	강원 평창	평창 대관령 수소충전소	강원테크노파크	효성중공업
	'21.12 ('22.3)	경남 통영	하이넷 통영용남 수소충전소	하이넷	범한퓨얼셀
	'21.12 ('22.3)	충북 보은	속리산(청주) 수소충전소	하이넷	넬코리아
	'21.12 ('22.4)	부산 기장	하이넷 정관 수소충전소	하이넷	범한퓨얼셀
	'21.12 ('22.4)	대전 유성(2)	린데코리아 대전 유성 수소충전소	린데코리아	린데코리아
	'21.12 ('22.5)	충북 음성(2)	음성(하남) 수소충전소	린데코리아	린데코리아
	'21.12 ('22.7)	경북 구미	하이넷 구미수소충전소	하이넷	범한퓨얼셀
	'22.1 ('22.5)	경기 광명	하이넷 광명 소하수소충전소	하이넷	JNK히터
	'22.1 ('22.3)	충북 충주	바이오 수소융복합충전소	고등기술연구원	광신기계
	'22.1 ('22.4)	강원 인제	내린천휴게소(양양) 수소충전소	하이넷	넬코리아
	'22.1 ('22.6)	경기 화성(2)	화성휴게소(목포) 수소충전소	린데코리아	린데코리아
	'22.2 ('22.3)	울산 북구	경 수소충전소	경 수소충전소	효성중공업
	'22.2 ('22.3)	경기 김포	하이넷 김포 걸포 수소충전소	하이넷	JNK히터
	'22.2 ('22.3)	전북 전주(2)	삼천 수소충전소	한국가스기술공사	광신기계
	'22.2 ('22.4)	경기 고양	E1 원당 수소충전소	E1	광신기계
	'22.2 ('22.10)	경기 안산	하이넷 동안산 사사 수소충전소	하이넷	JNK히터
	'22.3 ('22.4)	서울 강서	E1 서울 오곡 수소충전소	E1	광신기계
	'22.3 ('22.4)	광주 북구(2)	광주 장등 수소버스 충전소	광주그린카진흥원	효성중공업
	'22.3 ('22.5)	대전 동구(2)	대전도시공사 낭월 수소충전소	대전도시공사	효성중공업
	'22.3 (22.6)	서울 강서(3)	서울특별시 개화 수소충전소 (서울 강서 공영차고지 버스수소충전소)	한국가스기술공사	JNK
	'22.3 ('22.8)	경남 창원(2)	창원 가포 수소충전소	창원산업진흥원	범함퓨얼셀

	'22.4 ('22.4)	전남 광양	하이넷 광양 성황 수소충전소	하이넷	광신기계공업
	'22.4 ('22.5)	대구 동구	대구혁신도시 수소충전소	한국가스공사	광신기계공업
	'22.4 ('22.8)	전북 임실	오수(완주)휴게소 수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'22.4 ('22.8)	전북 무주	덕유산(하남) 휴게소 수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'22.4 ('22.8)	강원 동해	동해(삼척) 휴게소 수소충전소	한국도로공사	효성중공업
	'22.4 ('22.9)	대전 중구	하이넷 대전 증촌 수소충전소	하이넷	JNK히터
	'22.5 ('22.6)	인천 서구	하이넷 환경산업연구단지 수소충전소	하이넷	JNK히터
	'22.6 ('22.7)	전남 함평	하이넷 함평천지휴게소 수소충전소	한국도로공사	넬코리아
	'22.6 ('22.7)	경기 과천	과천 E1 수소충전소	과천엘피지충전소	에어리퀴드
	'22.6 ('22.7)	강원 원주	강원도 원주수소충전소	진운주유소	효성중공업
	'22.7 ('22.7)	충북 청주	청주 문의 수소충전소	한국가스기술공사	광신기계
	'22.7 ('22.8)	충북 진천	진천IC 수소충전소	한국가스기술공사	광신기계
	'22.8 ('22.10)	서울 광진	중곡동 이동형수소충전소	현대글로비스	현대로템
	'22.8 ('22.10)	서울 서소문	서소문 수소충전소	서울에너지공사	JNK히터
	'22.8 ('22.11)	강원 삼척(2)	삼척 수소버스충전소	강원테크노파크	현대로템
	'22.8 ('22.11)	경남 창원(2)	창원 대원충전소	창원산업진흥원	현대로템
	'22.9 ('22.10)	경기 평택(2)	평택시 월곡 수소버스충전소	한국가스기술공사	제아이엔지
	'22.9 ('22.10)	충주 목행(3)	충주 수소버스 충전소	충주수소버스충전소	효성중공업
	(상업용) 133개소 173기 운영 中				
	'22.6 (-)	충남 보령	하이넷 대천휴게소 수소충전소(서울)	하이넷	발맥스
	'22.6 (-)	경기 구리	하이넷 구리토평 수소충전소	하이넷	발맥스
	'22.6 (-)	경기 평택(2)	평택휴게소 수소자동차 충전소(상,하)	에이치케이하이웨이	린데코리아
	'22.6 (-)	경북 칠곡	하이넷 칠곡휴게소 수소충전소(부산)	하이넷	발맥스
	'22.8 (-)	충남 당진	하이넷 당진 이동형수소충전소	현대글로비스	현대로템
	'22.8 (-)	경북 김천 농소	하이넷 김천 휴게소(서울)	하이넷	범한퓨얼셀
	'22.9 (-)	광주 매월	하이넷 광주 서구 수소충전소	하이넷	효성중공업
	'22.9 (-)	경주 충효	하이넷 경주 충효 수소충전소	㈜금아리무진행복충전소	범한퓨얼셀
	'22.10 (-)	청주 옥산(2)	청주(서울)휴게소 수소충전소	㈜썬엘청주(서울)주유소	J&K히터
	'22.10 (-)	인천 연희	하이넷 인천 연희 수소충전소	진성에이치	J&K히터
	'22.10 (-)	부산 송정	하이넷 해운대 수소충전소	㈜E1 해운대 LPG충전소	범한퓨얼셀
	'22.10 (-)	안성 서운(2)	안성맞춤(제천)휴게소 수소충전소	J&K히터	J&K히터
	'22.10 (-)	충주 대소원	충주 이동식 수소충전소	충북테크노파크	제아이엔지
	'22.11 (-)	전주 평화(3)	코하이젠 전주 평화 수소충전소	코하이젠	한국가스기술공사

	'22.11 (-)	경기 화성 발안	한국가스공사 수소자동차충전소	한국가스공사	금영이엔지
(상업용) 148개소 194기 구축 완료(15개소 21기 운영 시작 前)					

구분	구축 일자	위치	상호명 (노랑 : 상용차용)	운영기관	설비업체
연구용	'05.7 ('05.7)	경기 마북	현대차 마북연구소	현대차	에어리퀴드
	'10.6 ('10.6)	경기 화성	한국자동차안전공단	한국자동차안전공단	에어리퀴드
	'19.5 ('19.5)	충북 충주	현대모비스 연구용충전소	현대모비스	효성중공업
	'20.9 ('20.9)	광주 광산	한국자동차연구원	한국자동차연구원	효성
	'21.3 ('21.3)	울산 북구(2)	현대자동차 울산공장(생산차용)	현대자동차	광신기계공업
	'21.3 ('21.3)	울산 울주 (3개소, 1기)	유니팩 이동식 수소충전소	유니팩	Haskel
			에어아이에스 이동식 충전소	에어아이에스	Haskel
			하나티피에스 이동식 수소충전소	하나티피에스	Haskel
	'21.6 ('21.6)	경기 화성(3)	현대차 화성연구소 수소충전소	현대자동차	에어리퀴드
	'21.6 ('21.6)	울산 장생포	선박 연구용 수소충전소	JNK히터	JNK히터
	'22.8 ('22.8)	세종 전동	K-수소철도 오송충전소	한국철도기술연구원	샘찬에너지
	(연구용) 11개소 12기 운영 中				
	'06 (휴지)	대전 유성	한국에너지기술연구원	한국에너지기술연구원	-
	'11.4 (휴지)	전북 부안	한국에너지기술연구원	한국에너지기술연구원	효성중공업
	(연구용) 13개소 14기 구축 완료(2개소 2기 운영 시작 前)				

출처: H2KOREA

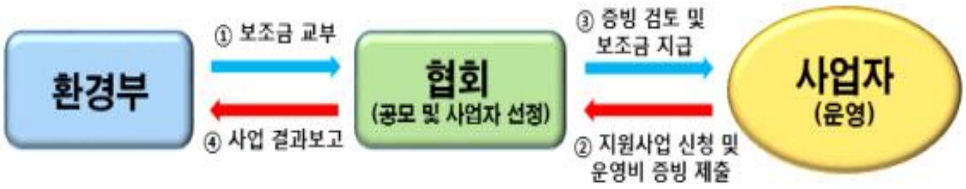
<표3 : '22년 수소충전소 관련 정부지원 현황>

소관부처	세부사업				수량 (대,개소)	비 고
환경부	일반	계속	2년	1기	5	2,700/개소
					10	1,500/개소
		②신규	2년	1기	1	300/개소
				2기	14	2,500/개소
			단년	1기	3	3,000/개소
					10	
				2기	3	5,000/개소
					4	
		증설			1	1,500/개소
					6	
	특수	계속	2년		1	5,400/개소
					16	3,000/개소
		②신규	2년		3	600/개소
					15	3,000/개소
			단년		4	6,000/개소
					4	
	액화	②신규	2년		5	5,000/개소
			단년		-	10,000/개소

또한, 수소충전소 구축비용 외 환경부에서는 '21년도부터 수소충전소 운영비 지원을 신설하여 충전소의 운영상황에 따라 운영 보조금을 지원하고 있다.

<표4 : 환경부 수소충전소 운영지원 현황>

❍ 지원방법 : 한국자동차환경협회를 통해 지원 및 신청



❍ 지원금액 : 총 적자의 80% 이내, 정액보조

❍ 지원실적 : ('21) 참여충전소 66개소 중 61개소 선정(1곳당 평균 5,800만원, 총 35억 지원)

('22 상반기) 참여충전소 100개소 중 93개소 선정(1곳당 평균 3,013만원, 총 28억 지원)

2.1.2 국외 수소충전소 보급 현황

전 세계 수소충전소는 약 500개소 이상 구축된 것으로 추정되며, 그 중 우리나라는 적극적인 보급지원 정책으로 수소충전소 보급량은 일본 다음으로 전 세계에서 가장 많은 보급량을 차지하고 있다. 다른 나라 마찬가지로 수소충전소 보급을 위하여 정책적인 지원을 하고 있는데, 우리나라와 마찬가지로, 구축보조금과 운영보조금을 지원하고, 수소경제활성화를 위한 국가적인 드라이브를 걸고 있는 것으로 파악된다.

<표5 : 주요국 수소충전소 현황>

( ) : 기수

구분	개소수 기준				
	'18	'19	'20	'21	'22.11
한국	**20(23)**	**39(43)**	**63(77)**	**115(141)**	**161(208)**
일본	102	112	136	157	164
독일	66	82	91	104	100
미국	74	70	69	78	83

출처: 국내(한국가스안전공사), 일본(NEV), 독일(H2LIVE), 미국(AFDC)

<표6 : 주요국 수소충전소 설치보조금 및 운영보조금 현황>

구분	설치보조금	운영보조금
한국	50%	일부 충전소 운영적자 보전
일본	50%	전년도 운영비의 2/3 (최대 2천2백만 엔)
중국	60% (최대 800만 위안 : 한화 약15억원)	없음
미국	70-85%	60~100% (최대 3년간, 가동률에 따라 차등지원)
유럽(독일)	50%	50%

출처: H2KOREA('21년 기준)

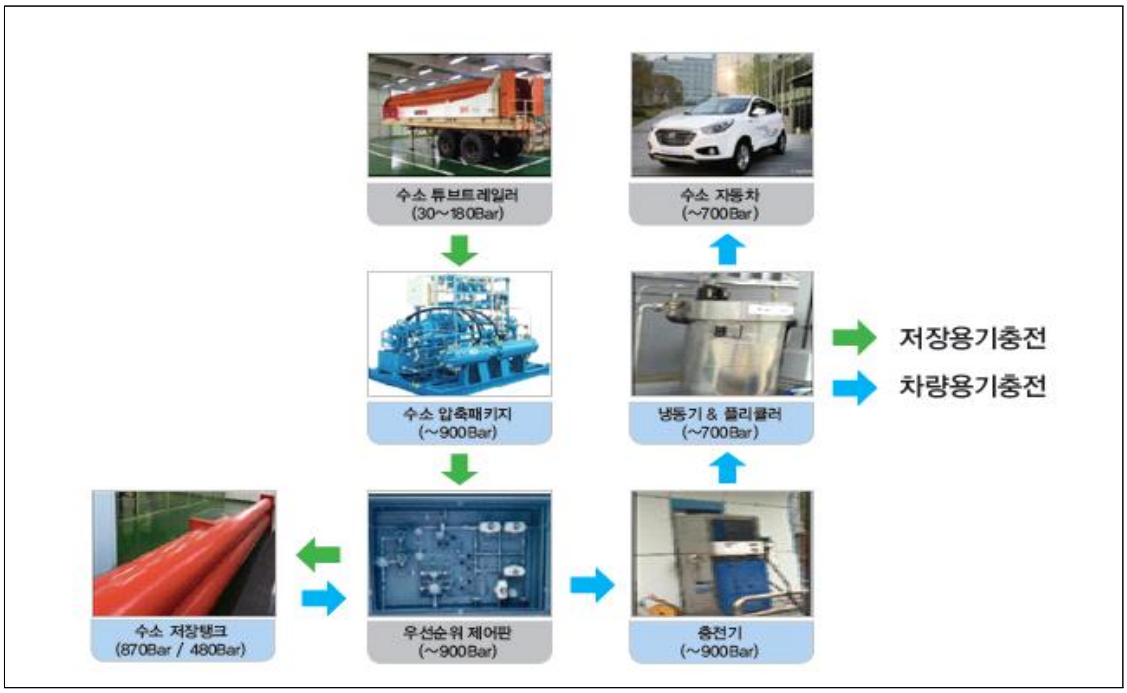
2.2. 수소충전소 설비 구성

2.2.1 주요설비

수소충전소는 수소연료공급시설로 수소전기자동차에 수소연료를 공급하는 시설로, 제조 또는 공급받은 수소를 압축하여, 충전하는 일련의 과정을 거친다. 이러한 과정을 거치기 위하여, 가스공급부터 충전설비 뿐만 아니라, 설비 및 전기설비까지 다양한 시설로 구성되어있으며, 주요 시설에 대한 정의는 아래와 같음.

- ㅇ 수소공급시설 : 수소를 공급받는 시설을 말하며, 직접 생산(on-site) 또는 외부 공급(off-site)방식에 따라 배관 또는 튜브트레일러로 나뉨
- ㅇ 압축시설 : 공급받은 수소를 충전을 위한 압력으로 압축시키는 시설
- ㅇ 저장시설 : 수소를 저압, 중압, 고압 저장용기에 저장하는 시설
- ㅇ 냉동기 및 열교환기 : 충전기를 거치기 전, 수소의 온도를 낮추는 시설
- ㅇ 충전시설 : 공급받은 수소를 차량에 충전하는 시설

<그림1: 수소충전소 충전절차도>



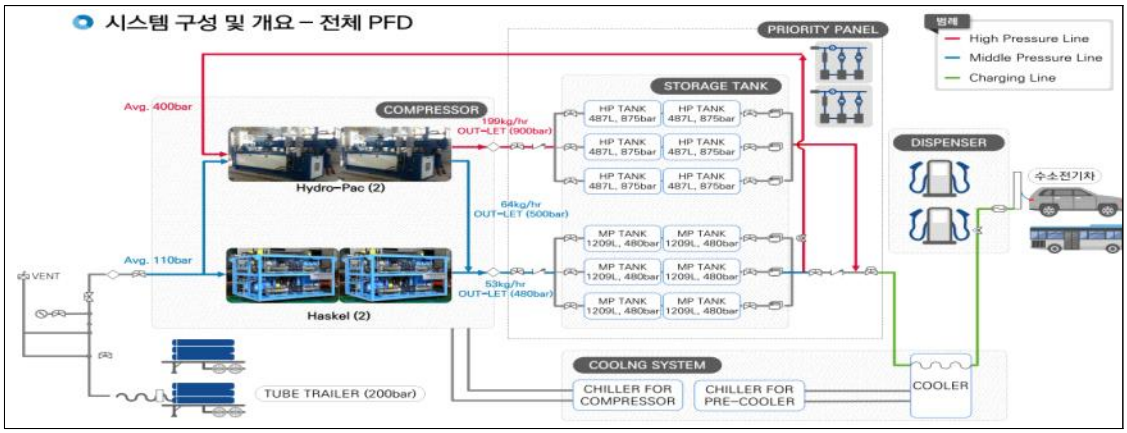
2.2.2 제조사별 충전소 설비구성

수소충전소는 튜브트레일러로부터 공급되는 200bar 압력을 900bar까지 승압하는 압축기와 압축된 수소가 고압, 중압에 저장될 수 있도록 하는 우선순위 제어판넬과 저장용기, 그리고 충전 시 수소의 온도를 낮추어주는 냉동기 및 열교환기와 디스펜서로 구성되어있다. 다만, 이를 어떻게 구성하느냐는 설비 구축 사별로 다르다. 대표적인 수소충전소의 설비사의 설비 구성은 아래와 같다.

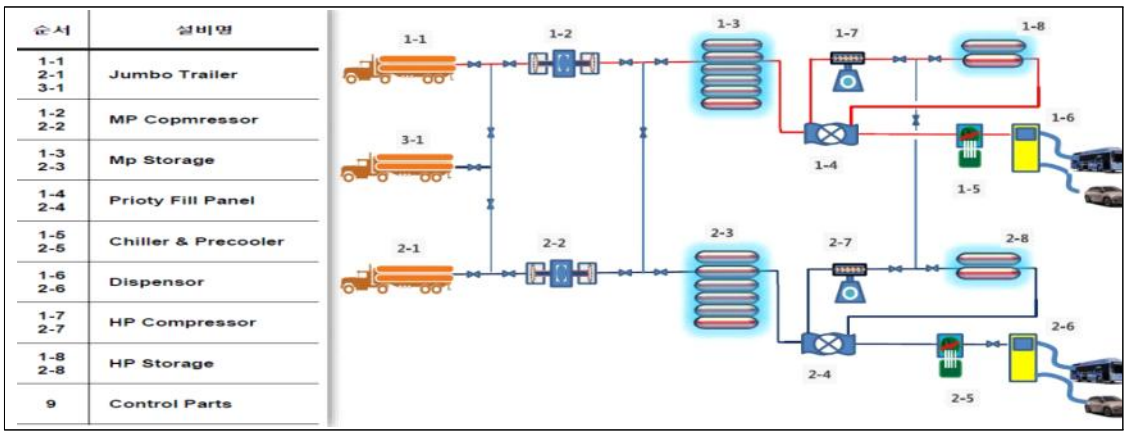
<표7 : 주요 설비사 별 설비구성목록>

구분	A사	B사	C사	D사	E사
회사명	발맥스	광신기계	JNK	현대로템	효성중공업
압축기	Hydro-pac, Haskel(미)	광신기계 (한)	PDC(미)	Hydro-pac, PDC(미)	Hydro-pac, PDC(미)
압축방식	Piston	Diaphragm	Diaphragm	Piston, Diaphragm	Piston, Diaphragm
압축기 구성	고압(2), 중압(2)	고압(2), 중압(2)	고압(2), 중압(2)	고압(2)	고압(2), 중압(1)
저장용기	CPI(미)	FIBA(미), NK(한)	CPI(미)	FIBA(미), NK(한)	FIBA(미)
저장용기 구성	고압(6), 중압(6)	고압(4), 중압(12)	고압(4), 중압(6)	고압(2), 중압(4), 저압(6)	고압(1), 중압(6)
냉동기	삼정이엔씨 (한)	현대이엔지 (한)	현대이엔지 (한)	현대이엔지 (한)	현대이엔지 (한)
디스펜서	TOKICO (일)	광신기계 (한)	샘찬에너지(한)	MS이엔지 (한)	효성중공업(한)

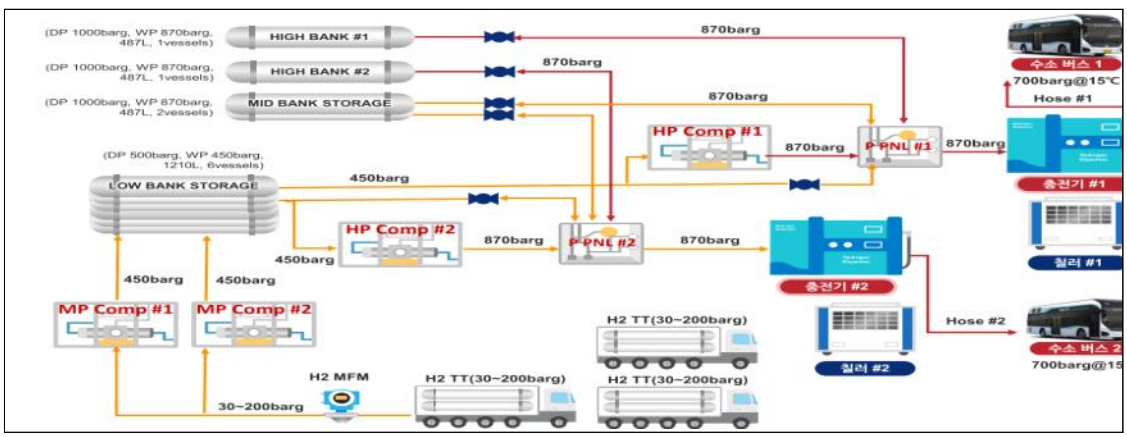
<그림2: A사 수소충전소 시스템 구성도>



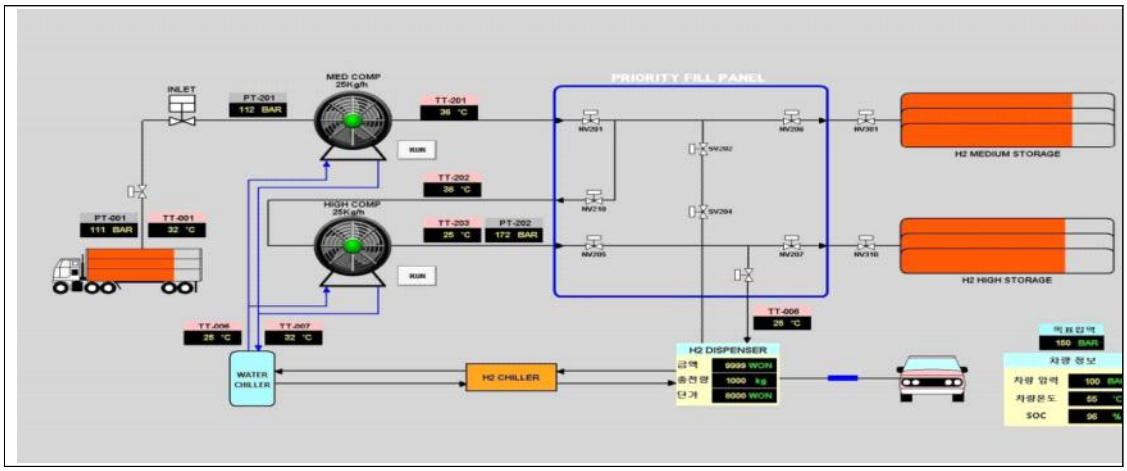
<그림3: B사 수소충전소 시스템 구성도>



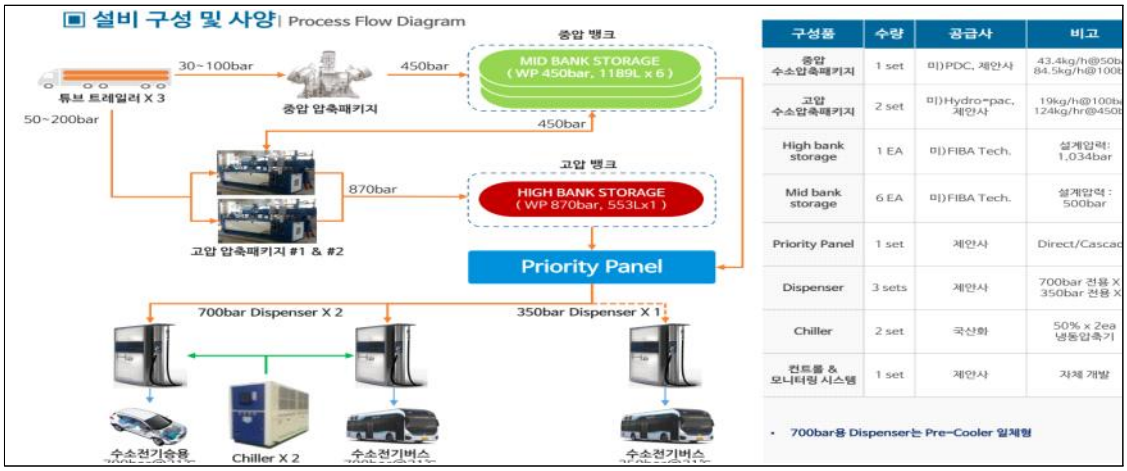
<그림4: C사 수소충전소 시스템 구성도>



<그림5: D사 수소충전소 시스템 구성도>



<그림6: E사 수소충전소 시스템 구성도>



구성품	수량	공급사	비고
중압 수소압축패키지	1 set	미)PDC, 제안사	43.4kg/h@50b 84.5kg/h@100
고압 수소압축패키지	2 set	미)Hydro-pac, 제안사	19kg/h@100b 124kg/hr@450
High bank storage	1 EA	미)FIBA Tech.	설계압력: 1,034bar
Mid bank storage	6 EA	미)FIBA Tech.	설계압력 : 500bar
Priority Panel	1 set	제안사	Direct/Cascad
Dispenser	3 sets	제안사	700bar 전용 X 350bar 전용 X
Chiller	2 set	국산화	50% x 2ea 냉동압축기
컨트롤 & 모니터링 시스템	1 set	제안사	자체 개발

- 700bar용 Dispenser는 Pre-Cooler 일체형

제3장 수소충전소 고장 및 유지관리 현황

3.1 국내·외 수소충전소 고장현황

3.1.1 국내 수소충전소 고장현황

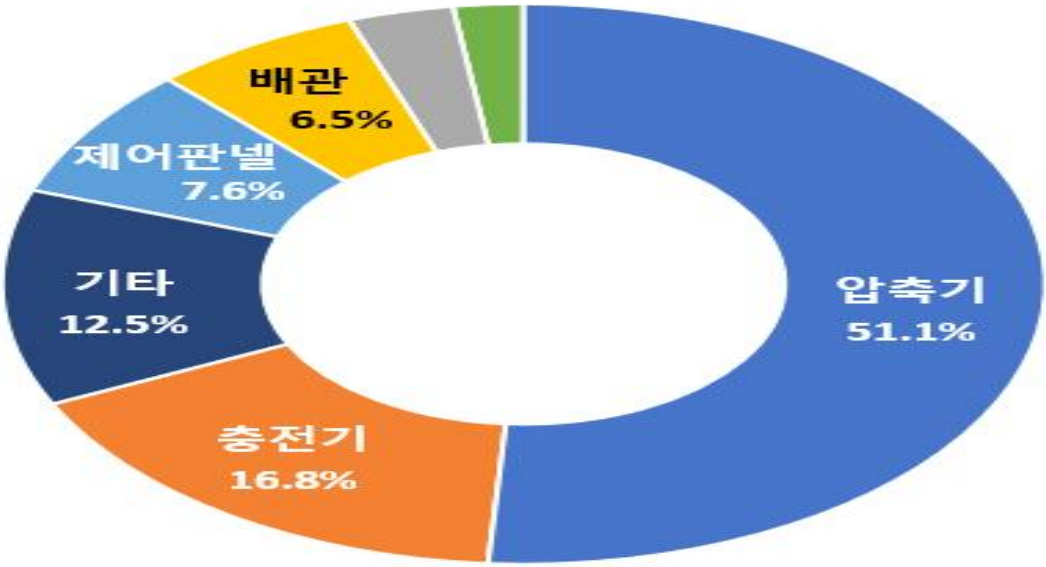
국내 수소충전소 이상 발생 현황 1차 사전 조사 결과, '20년 1월부터 8월까지 9개소에 대한 고장횟수는 총 184회로 판별되었다. 이 중 압축기는 51.1%, 충전기는 16.8%, 제어판넬은 7.6% 배관은 6.5% 순으로 집계되었다. 압축기를 1대 운영하거나, 국외 압축기 유지보수에 많은 시간이 소요됨에 따라 가동률 저조 현상이 나타나, 이는 COVID-19 펜데믹 영향에 따른 부품 수급 문제 등으로 분석되었다.

<표8 : '20년 1차 사전조사 수소충전소 고장 발생현황>

구축 시기	충전소명	가동률 (%)	압축기 (수량)	충전(대/일)	비고
'15.10	A	100	다이아프램(2)	34	압축기 2대 운영
'14.10	B	99.4	다이아프램(2)	24	압축기 2대 운영
'18.3	**C**	**81.4**	**아이오닉**	**31**	**유지보수 시간 多**
'19.6	D	100	다이아프램(2)	11	압축기 2대 운영
'18.12	**E**	**93.6**	**아이오닉**	**56**	**유지보수 시간 多**
'18.9	F	100	피스톤(2)	73	압축기 2대 운영
'19.1	G	100	피스톤(2)	17	압축기 2대 운영
'19.5	H	100	피스톤(2)	21	압축기 2대 운영
'19.4	**I**	**87**	**피스톤**	**28**	**유지보수 시간 多**

출처: H2KOREA, 설비사 서면조사

<그림6 : '20년 1차 사전조사 수소충전소 설비별 고장발생 비중>



다만, 1차 사전조사에서 수소충전소 유지관리에 대한 명확한 고장인식을 파악하기 위해 파트 세분화 필요성이 도출되었다. 그리하여 부품 단위까지 분석할 수 있도록 작성방향을 수정하여, 아래와 같이 설비분류체계를 구축하였다. 이러한 분류체계와 함께 '수소충전소 운영·유지보수 전략 수립TF'를 구성하여, 수소충전소 고장 분류체계 수립 및 TF참여하고 있는 3개 운영사의 수소충전소 42개소 고장데이터를 수집 및 분석하였다.

<표9 : 충전소 설비 단위 고장 분류체계>

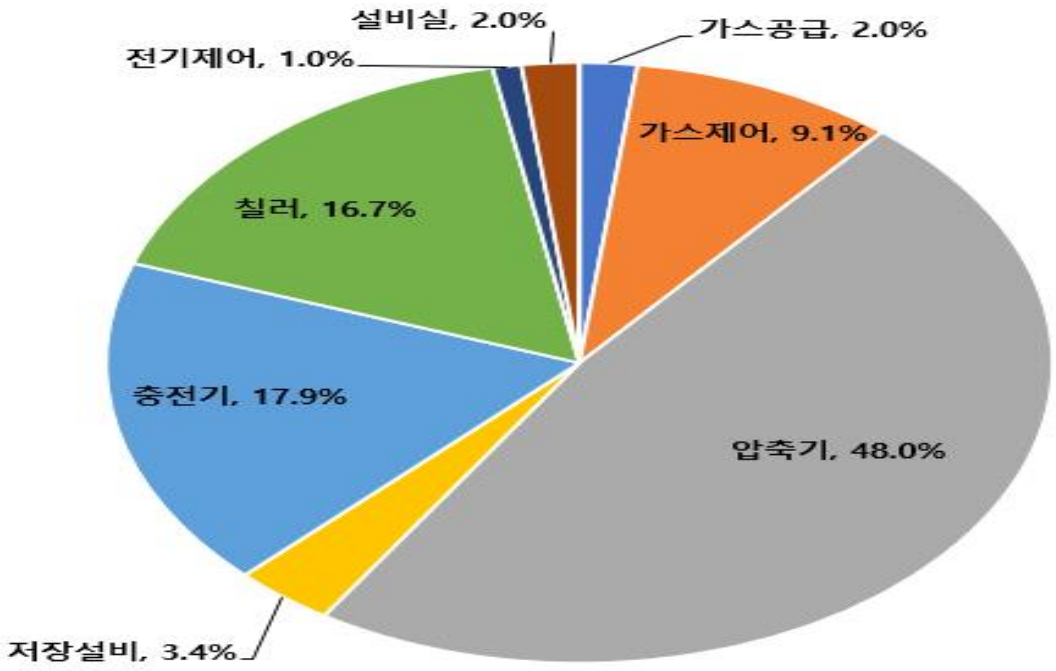
기본정보	→	대분류	→	중분류	→	소분류
1. 충전소명 2. 소재지, 용량 3. 고장일시 ⋮		1. 가스공급 2. 가스제어 3. 압축기 4. 저장설비 5. 충전기 6. 칠러 7. 전기제어 8. 설비실 9. 1차전기		1. 계장 2. 밸브 3. 배관 4. 판넬 5. 펌프 6. 노즐 7. 호스 ⋮		1. 공급불가 2. 누출 3. 파손 4. 계기오류 5. 누수 6. 누유 7. 통신오류 8. 가스, 화염감지 ⋮

<표10 : 수소충전소 운영·유지보수 전략수립 TF 참여기관>

분 류	소 속 기 관	분 야	비 고
수소충전소 운영·유지보수 전략수립 TF	㈜발맥스기술	구축·설비	
	한국도로공사	구축·운영	
	하이넷(주)	구축·운영	
	창원산업진흥원	구축·운영	

이에 대한 결과로 국내 충전소 42개소 대상 410건의 이상발생 데이터 산출되었으며, 산출 데이터 중 설비 파악이 불가능한 2건을 제외한 408건을 대상으로 충전소 설비 파트 분류체계를 적용하였다. 그 결과, 압축기(40.8%), 충전기(17.9%), 칠러(16.7%), 저장설비(3.4%), 설비,가스공급(2.0%), 전기제어(1.0%)순으로 설비 이상발생이 보고되었다.

<그림7 : 수소충전소 설비별 고장발생 비중>

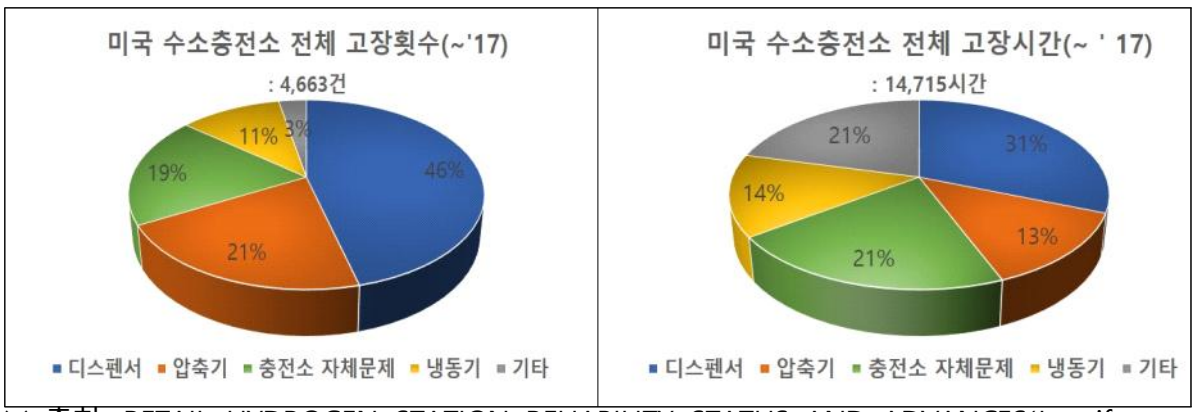


3.1.2 국외 수소충전소 고장현황

국내 뿐만 아니라, 해외수소충전소 고장현황에 대해서도 조사하였다. 대표적으로 미국의 경우 수소경제가 활성화되고 있으며, 수소차 보급이 현대(넥소), 도요타(미라이), 혼다(클라리티) 등 다양하게 보급되고 있다. 관련하여 조사된 바로는, 2017년까지 조사된바에 따르면 4,663건의 유지관리 사건(events)가 있었고, 그 중 69%가 정기점검(Sheduled)이 아닌, 고장(unsheduled)이였다. 그 중 대부분(78%)가 디스펜서(46%), 압축기(21%), 냉동기(11%) 문제였다.

고장 시간(hour)을 기준으로 변경하였을 때, 14,715시간동안 유지보수를 하였고, 이 중 디스펜서(31%), 충전소 자체문제(21%), 냉동기(13%), 압축기(14%) 순으로 고장시간이 큰 것으로 파악되었다. 한국과 차별된 점이 있다면, 우리나라 고장데이터에서는 대부분 압축기가 유지보수에서 가장 많은 비중을 차지하는 설비였다면 미국에서는 충전기 문제가 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

<그림8 : 미국 수소충전소 전체 고장횟수>



※ 출처: RETAIL HYDROGEN STATION RELIABILITY STATUS AND ADVANCES(Jennifer Kurtz, Sam Sprik)

3.2 수소충전소 유지관리 현황

3.2.1 수소충전소 유지관리 정의

수소충전소 설비는 일정 주기로 유지보수관리를 해야 한다. 설비들은 시간이 지남에 따라 부분 또는 전체적으로 노후화되어 초기의 기능이 저하되기도 한다. 초기의 기능을 지속해서 유지하기 위하여, 점검, 장비 및 개보수를 통하여 성능을 개선하는 유지관리를 수행한다. 수소충전소 내 설비은 아래와 같이 세분화할 수 있고, 이에 대한 대한 세부설비에 대한 고장내용은 다음과 같다.

<표11 : 수소충전소 고장 세부내용>

구분	고장내역	세부내용
1	공급불가	수소 등의 기체 또는 액체상태 연료를 공급하는 시설에 결함이 발생하여 저장 및 이송 설비에 수소 등의 기체 또는 액체상태가 정량적으로 공급되지 않은 상태
2	누출	특정 공간에 저장 또는 이송되는 수소 등의 기체 또는 액체류가 외부로 새어나오는 상태로 화재, 폭발의 주원인으로 작용
3	누수	주요 가연성 기체 또는 액체 연료를 제외한 물 등의 일반 열매체가 외부로 새어나오는 상태
4	누유	윤활유 등 오일류를 함유하고 있는 설비에서 오일류가 외부로 유출되는 상태
5	누전	회로 등으로 구성되어 전류가 흐르는 장치에서 정해진 회로 외의 곳으로 전류가 흐르는 상태로, 감전, 가연성 물질에 대한 점화원으로 작용될 수 있음
6	계기오류	수소 등의 연료 또는 기타 물질의 저장, 이송, 공급 등 주요 설비의 상태를 공학적 수치 등 정량적으로 나타내는 계기의 결함 발생상태
7	파손	설비의 내외부 물리·화학적 원인으로 크랙, 절단 등의 결함이 발생된 상태
8	통신오류	차량의 연료주입구와 충전 노즐의 적외선 통신 불량 등의 상태를 포함한 주요 설비 내 설치된 전계장 등으로부터 정보 전달 오류 등이 발생한 상태
9	오작동	주요 설비의 기계 또는 전자 장비 등에서 기능 이상으로 입력값 또는 설정 조건으로 작동되지 않는 상태
10	정전	내외부 물리화학적 영향에 따라 전기공급이 중단된 상태
11	소음	주요 설비를 운전하는 중 불규칙한 물리 화학적 운동에 따라 높은 dB 등의 소리가 발생되는 상태

12	가스감지	수소 등 가스를 저장 및 운송하는 설비에서 내 외부적 요인에 따라 가스누출이 발생하여, 가스누출감지기가 이를 감지한 상태
13	화염감지	가연성 가스 누출 등으로 화재 발생 시, 생성된 화염이 화염감지기를 통해 감지된 상태

수소충전소의 유지관리는 시설의 안전을 확보하고 사고를 예방하기 위해서 관련 법에 따라 의무적인 점검 및 검사와 설비에 성능을 유지하기 위한 정비로 구분된다. 관련 법에 따라 의무적으로 실시되는 유지관리 수행에 있어선, 「고압가스안전관리법(이하 '고법')」과 「시설물의 안전관리에 관한 특별법(이하 '시설물 법')」과 을 따른다. 고법에서는, 수소충전소 운영 시, 안전유지에 관하여 지켜야 할 사안에 대해서 정의하고 있으며, 이를 허가관청 및 등록관청에 제출하여야 한다.(제 11조, 고법 시행규칙 별표 15) 또, 시설 및 용기 안전에 대해서 수소충전소 운영에 대한 시설기준과 용기의 기술기준이 고법에서 정하는 기준에 맞추어 유지관리하여야한다고 되어있다.(제 13조). 그리고 한국가스안전공사에서는 수소충전소가 고시된 기준(FP216,217)에 적합한지를 검사하기 위해 안전관리 이상에 대한 점검을 정기적으로 실시한다. 정기검사(매년 1회), 자율검사(6개월 단위), 수시검사(가스안전사고 예방을 위해 필요한 경우에만 시행)를 수행한다. 그리고 수소충전소 시설에 대한 유지관리에 대한 사안은 한국가스안전공사 「수소자동차 충전시설 안전관리규정 표준모델」 규정에 따라, 유지보수관리가 안전관리자의 책임을 정의하고 있다.

<표12 : 수소충전소 안전관리 직무>

제 36 조 (검사장비 관리자별 직무)
검사장비 유지관리 및 운용의 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 안전관리원을 관리자로, 안전관리책임자를 관리책임자로, 안전관리총괄자 또는 안전관리부총괄자를 관리총괄자로 하며 업무는 다음과 같다.
① 관리총괄자의 직무 : - 검사장비의 유지.보수 및 안전 등 총괄관리

② 관리책임자의 직무 : - 검사장비의 유지관리 및 보수(검.교정)등에 관한 사항
- 검사장비 안전사용에 관한 교육 및 훈련
- 검사장비 사용현황 및 상태파악
- 검사장비대장 및 이력카드 등의 기록상태 점검
- 안전수칙, 안전표시, 운전요령 등의 조치 등

③ 관리자의 직무 : - 검사장비의 안전사용
- 검사장비의 이상시의 응급조치(보수)및 보고
- 검사장비의 정리정돈 및 보관
- 검사장비에 대한 각종 점검과 기록유지
- 검사장비대장과 이력카드 등의 기록유지
- 기타 관리책임자가 검사장비 업무상 지시하는 사항 등

‘시설물 법’ 상에서 제시하고 있는 점검은 일상점검, 정기점검, 특별점검으로 분류되는데, 일상점검은 시설물의 안전과 관련하여 일상적인 점검이고, 정기점검은 정밀한 조사를 주기적으로 실시하는 것이다. 또한, 특별점검은 화재, 수해, 지진 등과 같은 재해가 발생하였을 때 실시하는 점검으로 시설물의 기능유지와 안정성을 위주로 조사를 실시하며, 재해에 의한 부재나 부품의 파손정도를 점검하여 보수·보강 여부를 결정하는 것이다.

수소충전소에서 정기점검은 압축기 가동(운전)시간 1,000시간 경과 시 실행하는 점검으로, 점검 1개월 이전에 일정에 대한 협의가 필요하다. 개별 설비에 대한 정기점검항목(표)에 따라 수리, 보수, 기술검토가 수행된다.

수시점검은 정기점검을 제외한 수소충전소 운영 중 갑작스런 고장 발생 시 점검을 하게 되며, 마찬가지로 점검표에 따라 점검을 수행한다. 점검을 위해서 수소충전소가 운영을 중단해야 할 때 충전소 운영자 및 수소차 운전자 모두 불편을 겪게 된다. 그러므로 이에 대한 사실을 방

지하기 위해 운영유지 관련 계약서 내 관련 내용을 포함해야 한다.

<표13 : 수소충전소 유지관리 관련 점검 현황>

구분		검사/점검기관	검사주기
법정검사	가스 자율검사	한국가스안전공사	1년
	가스 정기검사	한국가스안전공사	1년
	전기 정기검사	한국전기안전공사	3년
	압력용기 검사	한국가스안전공사	-
위탁 정기 점검	정기점검	설비업체	가동률에 따른 산정
	경점검	설비업체	압축기 가동 500시간
	중점검	설비업체	압축기 가동 1000시간
	수시점검	설비업체	필요시 수행

<표14 : 수소충전소 정기점검 부품내역>

구분	부품명	비고
1	Filter Element Inlet Filter	1,000H 기준
2	Filter Element Hydraulic Filter	
3	Filter Element Separator #1, #2, #3	
4	Seal set Separator #1, #2, #3 - INSP	
5	Filter Element Dispenser line	
6	Compressor Check Valve Stage 1 to 5	
7	Tank Breather Filter	
8	Seal set Compressor Stage 1 to 5	
9	Filter Element High Pressure Filter	
10	Filter element air preparation unit	
11	Ionic Luquid Basionic LI (14kg/11.3L)	
12	Hydraulic Oil (100L)	2,000H 기준
13	Timing Belt [Motor Belt]	5,000H 기준

3.2.2 국내 수소충전소 유지관리 비용분석(계약 및 인건비 산정방법)

시설의 성능 유지를 위한 정비 유지관리는 일반적으로 설비사와 계약 체결을 통해 이루어진다. 공공기관의 경우 계약은 「국가계약법」에 따라 수행하고, 계약금액은 인건비 기준인 「한국엔지니어링협회 인건비 기준 표준품셈」에 따라 인건비 기준을 산정하여 계약금액을 설정하게 된다. 통상 계약은 1년 주기로 맺으며 계약 금액은 4~7천만원이며, 구체적인 금액은 점검횟수에 따라 변동된다. 가장 주요하게 작용하는 비용은 엔지니어 출동비이며, 이 금액은 표준품셈에 따라 작용한다.

3.2.3 수소충전소 및 타 연료 유지관리 사례

수소충전소의 경우 유지관리 계약에 대한 계약금액과 업체선정방법에 현황에 대하여 조사하였다. 조사기간은 10/4(월) ~ 10/18(화) 약 2주동안, 유선으로 대표적인 수소충전소 운영기관 유지관리담당자에게 문의하였다. 자세한 금액과 계약기간 그리고 보장범위는 계약기업 간의 비밀유지조항에 따라 공개가 불가능한 관계로, 개략적인 금액과 기간에 대해서만 조사하였다.

<표15 : 수소충전소 유지관리 사례조사 답변내용>

구분	운영사	세부내용
1	A운영사	현재 휴게소 내 충전소를 외부기관에 위탁하여 운영하고 있으며, 1년 주기로 계약을 맺고 있다. 4천만원~7천만원 선에서 계약하고 있으며, 이러한 가격 차이는 정기점검 횟수를 반영한 가격이다.
2	B운영사	지자체 산하 기관으로 현재 3개 수소충전소에 대한 유지보수계약을 진행해야하는 상태이나, 기존 설비를 공급했던 업체와 수의계약을 통하여 유지보수계약을 맺을 예정
3	C운영사	국내 10곳 이상의 수소충전소를 운영하고 있으며, 유지보수 계약 견적을 받은 상태이며, 국내업체의 경우 유지관리비용이 크지 않으나, 해외업체의 경우 외국기술자들에 대한 인건비가 높기 때문에 유지관리 비용이 크며, 이에 대한 대책마련 중
4	D운영사	지자체 산하 기관으로 1년 수의계약 형식으로 진행하고 있다. 기존 구축사로부터 계약내용이 다른 제안서를 받아, 연간 4-5천만원에 진행하고 있다. 매년 재협상을 통해 물가 상승분 등을 반영하고 있으며, 여러 제안서를 평가 후, 계약을 진행하고 있다.
5	E운영사	지자체 산하 기관으로 기존 설비업체와 수의계약 형태로 계약을 추진 중이다. 장비의 특수성으로 기존 설비업체가 아니면 설비유지보수가 불가능하여서, 관련 지자체, E 운영사, 그리고 기존 설비업체 간 협약을 맺고 수의계약을 진행한다. 우선 차년도 유지보수 견적을 받고, 기본적인 물가인상률(3%)를 반영하고, 이에 대한 견적을 기관별로 협상하고, 계약을 맺는다.
6	F운영사	자체 유지보수 관리 팀을 구성하여, 경정비에 관한 유지관리를 수행할 예정이고, 중정비의 경우 기존 설비사와 계약을 통해 유지보수를 수행할 예정. 주요 부품의 경우 주요 설비사가 통합보증을 할 예정이며, 유지보수에서 가장 큰 이슈가 되는 압축기의 경우, 해당 압축기 공급사에서 유지보수를 수행한다.

위 조사결과에서 알 수 있듯이, 모든 수소충전소 운영사들이 기존 설비업체와 유지보수 계약을 맺고 있으며, 해당 계약은 수의계약으로 진행한다. 이는 기존 설비사 외에는 다른 설비사가 해당 부품에 대한 유지보수를 할 수 없는 기술적 한계가 있다. 이와 반대로, 타 연료 유지관리 사례는 수소충전소와 다르다. 주유소의 경우, 유지보수 업체가 권역별(수도, 중부,남부권)로 나누어져있으며, 국내설비가 주로 사용되고 있어 유지보수 금액이 수소충전소에 비해 저렴하며며, 가까운 곳에 위치하고 있어 A/S시간도 짧다. 그리고 연간계약이 아닌 해당 고장 건수에 대한 계약을 진행한다. 고장나는 설비는 빈도순으로 디스펜서, 배관, 호스 순이며, 수소충전소처럼 무상유지보수계약을 진행하나, 설비 설치 후 3-4년이 지나도 고장이 나지 않는다. 다만, 고장이 나도, 앞서 말한 것처럼, 교체비용이 크게 나지 않는다. 예를 들면, 주유소의 노즐 교체비용은 50만원 선이지만, 수소충전소 노즐 교체비용은 약 1,000만원으로 거의 20배 차이난다. 교체 주기 역시 주유소는 평균적으로 3.5년이지만, 수소충전소의 경우 1.5년으로 2배 이상 차이난다.

LPG의 경우, 주유소와 마찬가지로 고장 시, 계약 방법 및 주기가 비슷하며, 고장설비 역시 비슷하다. 이런 것에서 볼 수 있듯이, 수소충전소는 아직 국산화가 되지 않은 관계로 유지보수 비용이 상대적으로 많이 발생하며, 해외 부품에 대한 이해도가 부족하여 유지관리 업체 역시 기존 설비 공급업체만 A/S가 가능하다. 반면에 LPG와 주유소는 설비의 국산화율이 높고, 이를 다룰 수 있는 국내 기업들이 다양해, A/S 비용이 합리적으로 형성되었다. 이처럼 수소충전소의 유지보수의 합리적인 시장이 형성되기 위해서는 국산화가 되기 위한 시간이 필요할 것으로 보인다.

제4장 수소충전소 유지관리 가이드라인

4.1 유지보수 관련 법규 검토

수소충전소 유지보수 계약을 위한 설비특수성과 국내 기술성숙도 따라, 기존 설비업체와의 계약이 불가피하다. 이에 따라, 기존 설비와의 계약 시, 수의계약을 해야하는데, 이에 대한 법률 검토를 진행하였다. 주요 검토사항은 국가계약법에 따른 사항인지와 이에 대한 외주 가능 여부이다. 법률검토 결과, 「국가계약법 시행령」 제 26조에 따라 수의계약에 의할 수 있는 경우를 규정하고 있는데, 제 2항 바호에 따르면, 해당 물품을 제조·공급한 자가 직접 그 물품을 설치·조립 또는 정비하는 경우를 수의계약에 의할 수 있는 경우로 들고 있다.

4.2 유지관리 계약 가이드라인(업체 선정 및 계약절차)

해당 법률검토에 따라, 현재 설비업체와의 수의계약을 통해 업체를 선정한다. 운영사 D(지방자치단체 산하기관)의 경우, 설비 무상보증기간이 만료함에 따라 유지관리 계약을 매년 수의계약형태로 맺고 있다. 절차는 설비기업으로부터 유지관리 제안서 2부 이상 받아, 해당 제안서를 평가한다. 이 제안서에는 정기점검 횟수에 따라 제안금액이 차이난다.

<표16 : 운영사 D 수소충전소 유지관리 현황>

구분	구축기간	유지보수 계약 체결	설비업체	유지관리 업체	수의계약 여부(O/X)
'가' 수소충전소	'19.1 ~	O	**A**	**A**	O
'나' 수소충전소	'20.3 ~	O	**B**	**B**	O
'다' 수소충전소	'20.6 ~	O	**C**	**C**	O

<표17 : 유지관리 관련 계약 절차>

추진내용	추진주체	추진일정
유지관리업체 선정 공고	운영사	계약 6개월 전
↓		
제안서 제출	기존 설비업체	계약 4개월 전
↓		
제안서 평가위원회	평가위원회	계약 2개월 전
↓		
사업자 선정 및 계약	운영사 ↔ 기존 설비업체	**계약체결**

4.3 유지관리 유의사항 및 안전조치

수소충전소 유지관리에 대해 가장 중요한, 정기점검 최소화하기 위한 직원들이 고장이력 관리가 필요하다. 특히, 정기점검 횟수에 따라, 인건비가 증가하고 이에 대한 계약금액이 상승하므로 수소충전소의 설비의 가동시간에 따른 수소차량의 충전량과 설비의 고장 빈도를 주기적으로 파악하여, 이에 대한 적정 점검 횟수를 파악하는 게 필요하다. 또, 이러한 설비 고장현황 파악을 통해 설비의 최적운영과 및 수소차 불편 최소화를 가져올 수 있다.

제5장 결론 및 제언

5.1 결론

전국 휴게소 내 수소충전소 22개소 중 한국도로공사가 운영하는 직접 운영하는 곳은 3개소(안성(부산) 수소충전소, 백양사(천안) 수소충전소, 성주 수소충전소가 있으며, 이 3개소 모두 설비사의 무상유지보수기간이 도래하여, 유상유지보수에 대한 계약체결이 필요한 것으로 파악된다.

<표18 : 휴게소 내 수소충전소 현황>

번호	충전소명	광역	운영기관
1	안성휴게소 서울방향 수소충전소	경기도	대보유통
2	**안성(부산)수소충전소**	**경기도**	**한국도로공사**
3	H하남수소충전소	경기도	(사)한국고속도로휴게시설협회<위탁>
4	린데수소충전소-화성휴게소(목포방향)	경기도	린데/대보유통
5	여주 (강릉) 수소충전소	경기도	현대자동차
6	하이넷 춘천휴게소 수소충전소	강원도	하이넷(원일유통)
7	문막 수소충전소	강원도	하이넷
8	하이넷 내린천휴게소 수소충전소	강원도	하이넷
9	H2K 수소충전소	강원도	동해(삼척)주유소
10	음성(남이) 수소충전소	충청북도	광주그린카진흥원
11	하이넷 속리산(청주)휴게소 수소충전소	충청북도	수소에너지네트워크㈜(하이넷)
12	린데 음성(하남)휴게소 수소충전소	충청북도	린데/대보디앤에스㈜
13	린데수소충전소-입장휴게소(서울방향)	충청남도	린데코리아
14	린데수소충전소-망향휴게소(부산방향)	충청남도	린데코리아
15	신탄진휴게소충전소(서울방향)	대전광역시	하이넷
16	H2 덕유산휴게소(하남방향)	전라북도	계룡산업
17	**백양사(천안) 수소충전소**	**전라남도**	**한국도로공사**
18	함평천지(목포)수소충전소	전라남도	태경산업㈜
19	오수(완주)수소충전소	전라북도	(주)풀무원푸드앤컬처
20	**성주(양평)수소충전소**	**경상북도**	**한국도로공사**
21	언양(서울)수소충전소	울산광역시	오일석유
22	함안(부산)수소충전소	경상남도	㈜이엠석유

5.1.2 한국도로공사 수소충전소 유지관리 방안

앞에서 언급한 수소충전소 유지관리는 안전점검을 통한 사고예방과 성능 유지를 위한 시설정비로 구분되며 시설정비 비용은 정확한 비용 산정 기준이 없으며 국내기업, 외국계기업 등 설비사에 따라 약 4~7천만원 수준으로 상이하게 책정된다. 또한, 아직 수소충전소 유지보수 전문 업체의 부재로 대부분의 시설정비를 A/S종료 후, 최초 설비사가 수행하고 있다. 정비비용에서는 정비 및 출동 인력에 대한 인건비가 가장 크게 나타나고 있다.

5.2 제언

수소충전소의 유지관리는 관련 법규를 준수하고 고압가스에 대한 전문적인 지식을 가지고 있는 일정 자격요건 이상의 담당자가 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 향후, 수소충전소 유지보수 시장이 확대되어 CNG충전소 사례와 같이 충전소 유지보수 전문기업이 신설될 것으로 예상되나 현재는 전문기업의 부재로 최초 설비사와의 계약을 통해 유지보수를 위탁하는 것이 필요하다. 국내기업이 구축한 수소충전소의 경우, 기업간 협력으로 하나의 기업이 유지보수가 가능한 것으로 조사되었다. 계약 등 행정의 간소화를 위하여 계약기간(3년)과 수행기업을 하나로 선정하는 것에 대한 검토가 필요하며 국내의 수소충전소 운영 전문회사(가스기술공사, 하이넷, 코하이젠, 효성 등)를 활용한 유지보수 포함 운영에 모든 업무를 위탁하는 방법도 하나의 방안으로 고려할 수 있다.

마지막으로 본 조사결과를 바탕으로 점검 비용에서 가장 크게 차지하는 인건비를 줄이기 위하여 간단한 경정비를 일정한 자격을 취득한 운영자가 면허 없이 수행할 수 있도록 관련 규정을 개선하는 방안을 정

부에 제안(‘23년 上, 산업부)하는 등 비용감소 노력이 필요하다. 그리고 각 회사별 부품의 교체 및 수리비용에 대한 표준 산출내역서를 마련(‘23년 上, 산업부/환경부)하여 수소충전소 운영자에게 제공함으로써 기본정비비와 추가 부품교체 비용을 구분하여 운영자와 설비사 간 합리적인 계약이 이루어질 수 있도록 계약체계가 마련되어야 한다. 또한, 현재 수소충전소 구축 및 연료구입 보조금 외 유지보수 비용을 지원할 수 있는 보조금 신설도 검토가 필요하다.

이를 위해 수소융합얼라이언스에서는 수소충전소 관련 제도개선을 정부(산업부)의 건의하고 수소충전소 고장분류체계에 따라 가동시간에 따른 설비고장내역과 각 설비사별 유지보수 비용을 추가적으로 조사하여 그 결과를 바탕으로 적절한 정기유지보수 횟수를 산정하고 연간 계약시, 이를 반영한 유지관리계약이 가능하도록 정부(산업부/환경부)에 표준 산출내역서를 제시할 예정이다.

부록1. 수소충전소 고장현황 파악 양식

부록2. 수소충전소 유지관리 과업지시서 양식

※ 부록 1 : 수소충전소 고장현황 파악 양식

공급방식	→	설비 구분 /고장 분류	→	설비 상세	→	고장형태
1. T/T 2. 배관 3. 추출		1. 가스공급 2. 가스제어 3. 압축기 4. 저장설비 5. 충전기 6. 칠러 7. 전기제어 8. 설비실 9. 1차전기		1. 계장 2. 밸브 3. 배관 4. 판넬 5. 펌프 6. 노즐 7. 호스		1. 공급불가 2. 누출 3. 파손 4. 계기오류 5. 누수 6. 누유 7. 통신오류 8. 가스, 화염감지

위험도	
A	운영 중단
B	운영 가능/ 부분 정비
C	운영 중단 없이 정기점검

<수소충전소 고장현황 관리 양식>

	연번	1	2	3	4
기초 정보	충전소명				
	소재지				
	충전소 용량(kg/hr)				
	공급방식				
	압축방식				
분류체계	고장일자				
	시간				
	설비 구분				
	설비 상세				
	고장 분류				
	고장 형태				
위험도					
상황 설명					
조치 내역					
비고					

※ 부록 2 : 수소충전소 유지관리 과업지시서 양식

수소충전소 고장유지보수 사양서

□ 일반사양

1. 개요

– 본 시방서는 한국도로공사에서 00사가 납품한 00개 수소충전소 유상유지보수 계약에 대한 사양서임

1.1 수소충전소 위치 및 설비사양

1) 안성(하) 휴게소(무상하자기간 만료일 : 2022/00/00)

<안성(하) 휴게소 수소충전소 설비현황>

설비	수량	제조사	비고
(1) 압축기	1	Hofer(독)	피스톤방식
(2) 저장용기 - 저압용기 - 중압용기 - 고압용기	 3 - 3	 FIBA(미) FIBA(미)	 운영압력:480bar 운영압력:870bar
(3) 충전기 - 700bar 충전	1	효성중공업	
(4) 냉각장치 - 충전기용 칠러 - 압축기용 쿨러	 1 1	 현대이엔지 효성중공업	
(5) 가스제어판넬	1	효성중공업	
(6) Tube Trailer	2	-	

2) 백양사(천안) 수소충전소(무상하자기간 만료일 : 2022/00/00)

<백양사(천안) 수소충전소 설비현황>

설비	수량	제조사	비고
(1) 압축기	1	Hofer(독)	피스톤방식
(2) 저장용기 - 저압용기 - 중압용기 - 고압용기	 3 - 3	 FIBA(미) FIBA(미)	 운영압력:480bar 운영압력:870bar
(3) 충전기 - 700bar 충전	1	효성중공업	
(4) 냉각장치 - 충전기용 칠러 - 압축기용 쿨러	 1 1	 현대이엔지 효성중공업	
(5) 가스제어판넬	1	효성중공업	
(6) Tube Trailer	2	-	

3) 경북 성주 수소충전소(무상하자기간 만료일 : 2022/00/00)

<경북 성주 수소충전소 설비현황>

설비	수량	제조사	비고
(1) 압축기	1	Hofer(독)	피스톤방식
(2) 저장용기 - 저압용기 - 중압용기	 3 -	 FIBA(미)	 운영압력:480bar

- 고압용기	3	FIBA(미)	운영압력:870bar
(3) 충전기 - 700bar 충전	1	효성중공업	
(4) 냉각장치 - 충전기용 칠러 - 압축기용 쿨러	 1 1	 현대이엔지 효성중공업	
(5) 가스제어판넬	1	효성중공업	
(6) Tube Trailer	2	-	

1.2 적용법규

1) 고압가스안전관리법

2) KGS 217

3) KGS GC101

4) SAE J2601

2. 공급범위

2.1 발 주 처 : 한국도로공사 휴게시설처 에너지운영팀

2.2 계 약 자 : 본 사양서에 준하여 입찰 제안하는 업체(수의계약)

2.3 업무범위

1) 정기 유지보수 : 연간 유지보수를 수행함으로 수소충전소의 가동 및 정지를 위해 기본적인 유지보수 업무이다.

- 정기 유지보수 비용은 고정비용형태로 예방점검 및 계획정비에 대한 유지보수 인원(Man day)에게 지급하는 인건비와 설비보수에 대한 자재비로 구성된다.
- 연간 계약을 맺고, 협상을 통해 점검 횟수와 인건비 투입 조건을 조정한다.

❶ 정기 유지보수 인건비(예시, 계약자 제안)

구분	설비내역	횟수/년 (A)	소요일/횟수 (B)	작업자/일 (C)	맨데이 (A*B*C)
예방정비	전체점검	12회	1일	2명	24
계획정비	1) 압축기				
	- 가스실	3회	1일	2명	6
	-오일·가스실	1회	2일	4명	8
	2) 냉동기	1회	1일	4명	4
	3) 기타정비	2회	1일	2명	8
합계					**50**

❷ 정기 유지보수 자재비(예시, 계약자 제안)

설비내역	제조사	단가 (A)	연간수량 (B)	소계 (A*B)	비고 (예비품 배치장소 : 충전소or)
1) 압축기					
- 가스실					
- 오일실					
- 필터					
2) 냉동기					
-					
-					
3) 기타정비					
- 충전호스					
-					
합계					

※ 압축기 내 내부 부품 교체 후, 권장주기 50% 기간 내 수리 재발 시, 무상수리 실시(조립 교체작업 부적합 추정)

2) 돌발 유지보수 : 정기 유지보수를 제외한 업무로써, KGS가 요구하는 특별지시, 충전소 설비 가동시 부품고장 또는 운영 정지로 수소전기차에 충전이 불가능한 경우, 예방정비가 필요하다고 발주자가 판단하는 경우에 한시적으로 요구하는 업무이다.

- 돌발 유지보수 비용은 변동비용형태로 지급되며, 돌발고장, PSV 검사 등으로 지급하는 인건비와 자재비용으로 구성된다.
- 유지보수 계약 시, 협의가 이뤄지지 않은 유지보수를 수행하는 경우, 발주자와 계약자는 추가 협의하여 돌발유지보수 계약으로 처리한다.
- 수행한 날로부터 3개월 이내 추후 정산을 계약자가 발주자에게 청구하여 정산을 완료한다. 단, 건 당 500만 원 이하의 금액에 대해서는 누적하여 연말까지 정산한다.

❸ 돌발 유지보수 리스트(예시, 계약자 제안)

설비내역	제조사	단가 (A)	수량 (B)	소계 (A*B)	비고
1) 압축기					
- 가스실					
- 오일실					
- 필터					
2) 냉동기					
-					
-					
3) 기타정비					
- 충전호스					
-					
합계					

→ ❶ + ❷ = 정기유지보수 제안가격(이윤(10%) 불포함)

❸ = 돌발유지보수 제안가격(이윤(10%) 불포함)

별첨 1. 안성(하) 휴게소 수소충전소 PFD

별첨 2. 백양사(천안) 수소충전소 PFD

별첨 3. 경북 성주 수소충전소 PFD