



국내 액화수소 안전기준 제·개정을 통한 수소산업 안전성 확립

김현진 · 송보희 · 탁송수 · 조호연 · †강승규

한국가스안전공사

(2021년 12월 10일 접수, 2021년 12월 25일 수정, 2021년 12월 26일 채택)

Establishing the Safety of the Hydrogen Industry Through the Revision of Domestic Liquefied Hydrogen Safety Standards

Hyun-Jin Kim · Boe-Hee Song · Song-Su Tak · Hoe-Yeon Joe · †Seung-Kyu Kang

Korea Gas Safety Corporation, Chungcheongbuk-do 27738, Korea

(Received December 10, 2021; Revised December 25, 2021; Accepted December 26, 2021)

요약

현재 정부의 「한국판 뉴딜 종합계획」 발표(‘20.7.14, 관계부처 합동)에 따른 수소 생산 및 충전시설 보급 확대에 따라 주요 기업에서 액화수소 제조설비 건설계획 발표에 액화수소 플랜트, 충전소 등 관련시설 구축이 속도감 있게 진행되고 있다. 그러나 국내 액화수소 밸류체인에 따른 생산·저장시설·운송·활용 등에 대한 안전기준이 미흡한 실정이며, 액화수소 전주기에 걸친 안전 기술 및 안전기준 마련이 시급하다. 이에 한국가스안전공사는 액화수소 플랜트를 비롯한 전주기에 걸친 안전기준을 제·개정하고, 이를 통해 국내 안전한 수소 경제를 실현시키고자 한다.

Abstract - Currently, the government's announcement of the Korean version of the New Deal Comprehensive Plan (‘20.7.14), expanding the supply of hydrogen production and charging facilities, and major companies are rapidly building related facilities such as liquefied hydrogen plants and charging stations. However, safety standards for production, storage facilities, transportation, and utilization of liquefied hydrogen value chains in Korea are insufficient, and safety technologies and safety standards over the entire period of liquefied hydrogen are urgently needed. Accordingly, the Korea Gas Safety Corporation is trying to realize a safe hydrogen economy in Korea by enacting safety standards over the entire period, including liquefied hydrogen plants

Key words : liquid hydrogen, safety standards, special zone for regulatory freedom, safety

1. 서론

정부는 수소산업 생태계 경쟁력 강화 방안(‘20.7월)을 발표하여, 국내 액화수소 충전시설 구축 계획 및 주요 기업의 액화수소 제조설비 투자계획을 발표했다.

발표 내용에 따르면, 2023년 울산광역시(연 1.3만톤), 창원(2천톤) 등 액화수소 공급 원활화를 위해 2025년까지 국내 액화수소 충전소 40기 구축을 추진

하고, 사업추진을 위해 (주)효성과 린데는 MOU(‘20.4월)를 체결하여 ‘22년까지 액화수소 플랜트 건립에 3,000억원 이상을 투자한다.[1]

이와 같이 국내 액화수소 도입을 위한 정부 및 기업의 사업진행 속도는 빠르게 진행되고 있다. 반면, 시설구축을 위한 안전기준은 부재하여 액화수소 전주기 안전 기술 및 안전기준 마련이 시급한 실정이다.

본 연구에서는 액화수소 전주기(생산, 저장·운송, 활용 등)에 대한 실증 안전기준을 마련하고, 향후 정부 R&D과제 및 규제특례사업 실증을 통해 2023년까지 액화수소 안전기준 법제화를 완성하고자 한다.

†Corresponding author: skkang@kgs.or.kr

Copyright © 2021 by The Korean Institute of Gas

II. 액화수소 시설 구축 계획

2.1. 액화수소 시설 구축 계획

Fig. 1에서 보여지는 바와 같이 Sk 등 주요 기업에서 국내 액화수소 시설 구축 계획을 발표하였다.

III. 국내 액화수소 안전기준 마련

3.1. 해외 액화수소 안전기준 현황

해외 액화수소 관련 기술은 주로 미국, 유럽 등 선진국 글로벌 3개사(Linde, Air Liquids, Air Products and Chemicals)에서 주도하고 있으며, 관련 기준은 Table 1에 나타내었다.

3.2. 국내 액화수소 안전기준 현황

현재 국내에는 액화수소 관련 기준이 부재함에 따라 액화수소 도입을 위한 안전기준 검토 결과, 총 27건의 제·개정이 필요하며, 그 내용은 Table 2와 같다. 액화수소 밸류체인은 가스 개질 등을 통해 기체 수소를 생산하고 극저온 액화 후 저장하여 탱크로리에 충전을 하고, 운송하여 수소충전소에 공급·판매하는 것을

말한다. 하지만 국내에는 Table 3에서 보여지는 바와 같이 생산·저장시설, 운송, 활용 등 액화수소 전주기에 대한 안전기준이 미흡한 상황이다.

IV. 국내 액화수소 주요 안전기준

4.1. 액화수소 일반제조(설치) 기준

액화수소 일반제조(설치)기준은 기체수소를 액화수소로 제조하는 액화수소 일반제조 시설·기술·검사·감리·안전성평가 기준에 적용된다.

액화수소는 극저온 특성에 따른 과압 및 저온취성 발생 가능성과 누출시 급격한 부피팽창 등에 따른 위험성이 상존한다. 액화수소의 온도는 -253°C 로 낮아 열침입에 의한 과압발생, 가스누출, 화재발생 가능성 및 사용재료의 저온취성 등의 위험성이 있다. 또한 누출시 급격하게 기화하여 부피가 800배 팽창하고, 확산속도가 매우 빠르며 접화에너지도 매우 낮다. 따라서 화재·폭발 등 사고발생시 주변 보호시설 등에 미치는 위험영향이 크다.

이러한 액화수소의 특성을 고려하여 위험성평가 의무화, 이격거리 강화, 안전장치 추가 설치 등 기준

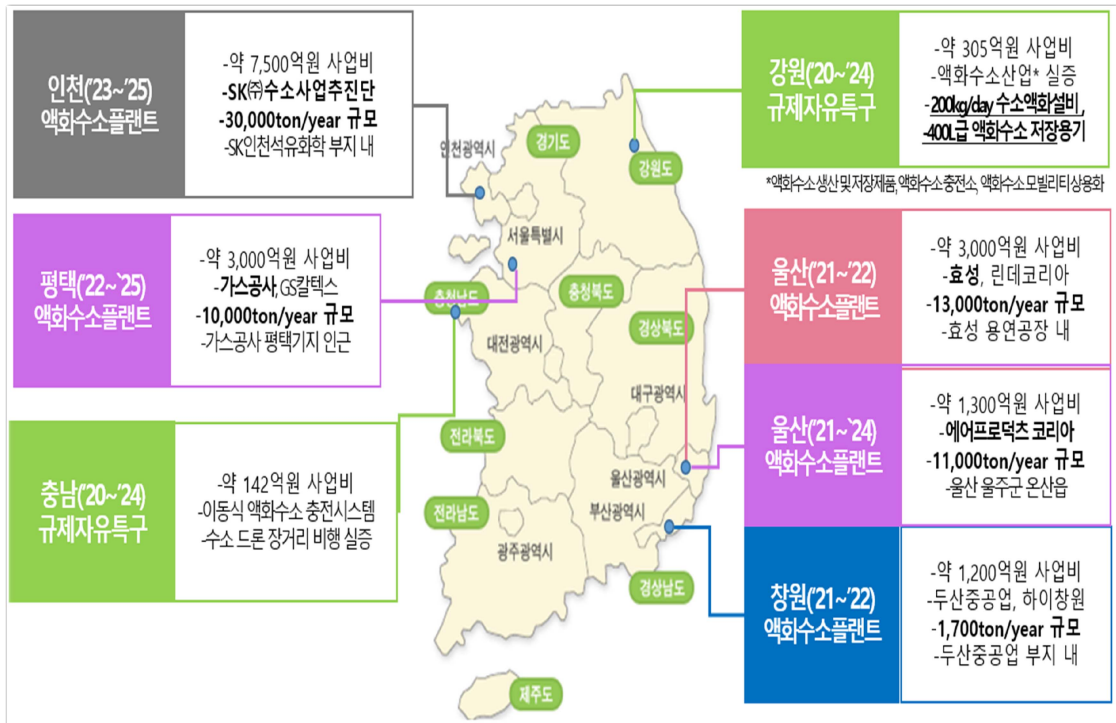


Fig. 1. A Plan to build Liquefied Hydrogen Facility.

Table 1. Current Status of Overseas Liquefied Hydrogen Safety Standards

	제품	시설
미국	CGA H-3(액화가스 저장탱크 제조) ANSI/AIAA G-95(수소 안전 가이드) NFPA55(압축가스 및 극저온 유체) ANSI MSS SP-134(극저온 사용 밸브) DOT49 CFR(교통 및 교통보안 연방규정) FMVSS(GTR13) (수소/연료전지차 표준)	NFPA2 (수소 기술) NFPA52 (차량 천연 가스 연료 시스템) NFPA 55 (압축가스 및 극저온 유체) CGA P-12 (극저온 유체 안전 취급) International Fire Code 2018 Sec2309(수소자동차 연료처리 및 발전시설 화재) 29CFR§1910.103 (미국연방규정)
유럽	EN13445-3(불연성 압력 용기) BS6364(극저온용 밸브) IGCDoc103/03/E(차량에서 극저온 용기 운반) IGCDoc24/02(극저온 저장탱크의 압력보호 장치)	IGCDoc7/03(극저온 액체의 측정) IGCDoc77/01/E(과충전 시 극저온 탱크 보호) IGCDoc114/03/E(고정된 극저온 용기의 작동) EIGA Doc.06/19(액화수소 저장, 취급 및 공급의 안전성) IGCDoc/03/E(극저온 액체 용기에 대한 안전성 특성)
일본	GHPGSR(일반고압가스보안규칙) KHKS 0850-9(일반고압가스 안전규정- 수소) JIS B 8246(고압가스용 실린더 밸브)	GHPGSR(일반고압가스보안규칙) HPGSL(고압가스안전법)
국제 표준	ISO21013(극저온 용기 규격) ISO21010(극저온 용기 호환성) ISO21011(극저온용 밸브) ISO21014(극저온용기 단일 성능) ISO21012(극저온용기용 호스) ISO23208(극저온 용기 청결도) ISO21009(고정된 단일 극저온 용기) ISO21028-1,2(극저온 물질의 요구 조건1,2) ISO28921-1,2(극저온용 차단 밸브1,2) ISO13985(수소 연료 차량 탱크)	ISO24490(극저온용 펌프) ISO14687-2(수소 연료-제품 사양) ISO20421-1(운반 가능한 절연 극저온용기) ISO19880-1(수소충전소의 운영 사양) ISO13984(액화수소-차량 연료 공급) ISO/TR15916(수소안전 고려 사항) ISO21029-1(1,000L이하의 운반 가능한 진공 절연 용기)

Table 2. The Domestic Standard for Liquefied Hydrogen Safety that needs to be revised

	제품	시설
생산	1~2. KGS AA911·912(기화장치 검사 재검사) 3. KGS AA111(냉동기 제조 검사) 4. KGS AC112(냉동용 특정설비 제조 검사 재검사)	11. KGS FP111(고압가스 특정제조시설 검사) 12. KGS FP112(고압가스 일반제조시설 검사)
저장	3. KGS AC213(초저온 용기 제조 검사) 4~5. KGS AA311·316(용기 부속품 제조 검사 재검사) 6~9. KGS AC111·116(저장탱크/압력용기 검사 재검사)	13. KGS FU111(고압가스 저장시설 검사)
운송	7. KGS AC113(차량에 고정된 탱크 검사) 8. KGS AC117(차량에 고정된 탱크 재검사)	14. KGS GC206(고압가스 운반등의 기준) 15. KGS GC207(고압가스 운반차량의 기준)
활용	9. KGS AA317(긴급차단장치 제조 검사 재검사) 10. KGS AA319(안전밸브 제조 검사 재검사)	16. KGS FP211(용기/차량에 고정된 탱크 충전시설 검사) 17. KGS FP216·217(제조식·저장식 자동차충전시설 검사) 18. 용·복합, 패키지형 및 이동식 자동차 충전소 시설 기준 등에 관한 특례 기준(고시) 19. (신규) 액체수소 이동식 수소 충전 시설 검사 20~21. KGS FS111·112(용기/배관에 의한 고압가스 판매 검사) 22. KGS FU211(특정고압가스 사용시설 검사)
공통	-	27. KGS GC203(가스시설 및 지상배관 내진설계) 28. KGS GC204(매설배관 내진설계) 23. KGS GC205(가스시설 용접 및 비파괴시험) 24~27. KGS GC 101~104(방폭관련 기준)

Table 3. Current Status of Domestic Liquefied Hydrogen Safety Standards

분야	주요 항목	내용
생산 저장	제품	액화수소 생산·저장 주요설비(압력용기, 열교환기, 저장탱크, 밸브 등) 제조기준이 없어 양산 제품 부재
	시설	액화수소 생산·저장시설의 시설·기술 검사기준이 없어 제조공장 시공·운영 불가
운송	탱크로리	액화수소에 적합한 탱크로리 제조·검사 안전기준이 없어 탱크로리 제작·운영 불가
	충전·운송	액화수소 특성이 반영된 고압가스 운반차량의 시설·기술 기준 미흡
활용	제품	액화수소 충전시설 설비(저장탱크, 용기, 기화장치 등)의 제조기준이 없어 양산 제품 부재
	시설	액화수소 충전·판매·사용의 시설·기술 검사기준이 없어 시공·운영 불가

Table 4. Distance of Liquefied Hydrogen Storage and Treatment Facility

처리능력 및 저장능력	기존 기준	강화 기준
4톤 이하	17 m	17 m
4톤 초과 10톤 이하	17 m	23 m
10톤 초과 20톤 이하	21 m	23 m
20톤 초과 30톤 이하	24 m	37 m
30톤 초과 40톤 이하	27 m	37 m
40톤 초과 50톤 이하	30 m	37 m
50톤 초과 100톤 이하	$\frac{3}{25} \sqrt{X+10,000}$ m ※	53 m
100톤 초과 200톤 이하	$\frac{3}{25} \sqrt{X+10,000}$ m ※	70 m

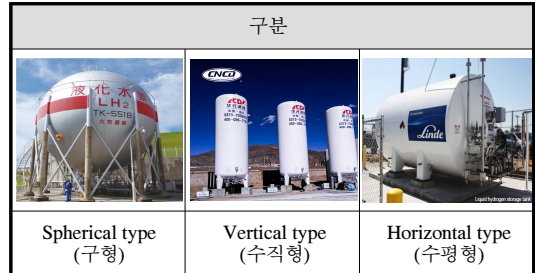
기준보다 강화하여 반영하도록 규정한다. Table 4는 액화수소 저장설비 및 처리설비로부터 사업소 경계까지의 이격거리를 보여주고 있다.

4.2. 액화수소 저장탱크 제조기준

액화수소 저장탱크 제조기준은 액화수소 저장탱크 및 압력용기 제조의 시설·기술·검사기준(내용적 범위 밖의 저장탱크 및 압력용기는 공사 내조검사 및 ASME 인정 공인검사기관의 설계검토 및 검사를 인정한다.)에 대하여 적용한다.

Table 5는 액화수소 저장탱크의 다양한 종류를 보여준다. 액화수소 저장탱크는 열침입에 의한 과도한 가스 증발, 극저온에서 사용재료의 취성파괴 가능성이 상존한다. 또한 극저온 저장탱크로의 열침입은 액화수소의 증발을 야기하고, 가연성가스의 누출 및 폭

Table 5. Liquefied Hydrogen Storage Tanks by Type



발로 이어질 수 있다.

이러한 극저온 위험요인을 고려하여 액화수소 저장탱크에 허용 가능한 단열성능(0.75 ~ 3 % loss/day)을 제시하고, 열팽창 대비 최소비용공간(10%)과 재액화 설비 연결부 설치를 의무화한다. 또한 저장탱크 단열성능 확보를 위한 진공 유지 확인 절차 및 방법(헬륨 충전 및 누출 여부 확인)을 규정하였다.

액화수소 저장탱크의 재료로는 극저온충격인성이 확인된 STS 304(용체화 풀림 후 사용가능), 316타입 등을 사용가능 재료로 제시하였으며, LNG저장탱크 사용 재료로 쓰이는 9 % Ni강은 사용이 금지된다. 이외에도 안전성향상을 위해 액화수소 저장탱크 내조 및 외조에 과압안전장치(pressure relief device) 최소 설치 수량을 제시(내조 : 병렬로 2개 이상, 외조 : 1개 이상 설치)하고 있다.

4.3. 액화수소 탱크로리 제조기준

액화수소 탱크로리의 제조기준은 Fig. 2와 같은 특장설비 중 액화수소 운송을 위한 차량에 고정된 탱크 및 그 부속품 제조의 시설·기술·검사에 적용한다.

액화수소 탱크로리는 단열성능 미확보에 따른 다량의 수소 방출 및 탱크로리 내부 액체의 출렁임에 의



Fig. 2. Example of Liquefied Hydrogen Tank Lorry.



Fig. 4. Example of Liquefied Hydrogen Emergency Shutoff Valve.

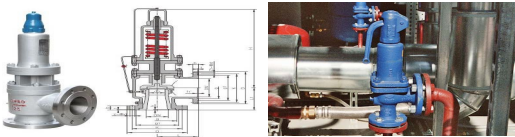


Fig. 3. Example of Liquefied Hydrogen Safety Valve.

한 차량 전도 우려가 있다. 또한 운송 중 액화수소의 증발 현상에 의해 탱크 내부압력 상승으로 안전밸브가 개방되면서 다량의 수소가스 방출 위험이 있어 액화수소 증발량 최소화를 위한 단열성능 확보 검사기준 및 차량 전도방지를 위한 방과판 설치 기준 등을 규정하였다.

액화수소 탱크로리에 탑재된 저장탱크는 액화수소로 단열성능 검사 또는 최초 모델에 대하여 액화수소를 이용한 단열성능 시험을 수행한 후 동일 형식의 모델에 대하여는 전산해석 등에 의한 NER 계산 결과를 수용한다. 또한 탱크로리의 운행시간 동안 증발가스가 방출되지 않도록 120시간의 대기시간 확보 기준을 추가하고, 액화수소 출렁임을 방지하기 위해 탱크 횡단면적 70% 이상의 방과판 설치를 의무화하였다.



4.4. 액화수소 안전밸브 제조기준

액화수소 안전밸브 제조기준은 Fig. 3과 같은 액화수소용 안전밸브 제조의 시설·기술·검사·재검사에 대하여 적용한다.

액화수소 안전밸브는 극저온(영하 50°C 이하)환경에서 안전밸브의 재료 및 성능에 대한 안전성 확보를 위해 극저온 환경에서 발생할 수 있는 저온취성에 적합한 재료 사용 및 성능을 확인(압력방출 적정여부 등)할 수 있는 기준이 필요하다.

이러한 필요성을 근거로 현행 고압가스 안전관리법에 따른 고압가스용 안전밸브 제조기준을 바탕으로 극저온 성능시험 기준을 추가 적용하였다. 안전밸브의 재료 관련해서는 현행 국내기준(KGS AA319)에는 저온취성을 고려하여 재료의 온도제한에 따른 충격시험을 실시하도록 규정하고 있어 이를 적용하였

Table 6. Comparison of Liquefied Hydrogen Trailers and Tube trailers

	Tube trailer	Liquefied Hydrogen Trailer
차량 외관		
중량 /압력	257kg / 200bar	2,500 kg / 2 bar

으며, 극저온 성능은 국제기준(ISO 21013-1 : 초저온 압력용기의 안전밸브 관련 기준)을 준용하여 동일 형식의 안전밸브에 대하여 액화수소 또는 액화질소 등으로 안전밸브의 성능을 확인하도록 하였다.

4.5. 액화수소 긴급차단장치 제조기준

액화수소 긴급차단장치 제조기준은 Fig. 4와 같은 액화수소용 긴급차단장치 제조의 시설·기술·재검사에 대하여 적용한다.

액화수소 긴급차단장치는 극저온(-253°C) 환경에서 차단밸브의 비정상적인 작동 및 누설가능성에 대한 위험 가능성이 있다. 이러한 사항을 반영하여 차단밸브의 설계온도에서 밸브의 정상작동 여부 및 기밀부 누설 시험 기준을 추가하였다. 긴급차단장치 최초 모델은 액화수소 및 액체헬륨을 사용하여 설계온도(-253°C)이하에서 성능검증을 하고, 이후 동일 모델은 액화질소로 성능검증을 한다.

4.6. 액화수소 운반 및 운반차량 등의 기준

Table 6과 같이 액화수소 트레일러는 저장량이 튜브트레일러의 10배에 달함에 따라 액화수소 운반 및 운반차량 등의 기준은 액화수소 운반(양도·양수·운반·휴대) 등의 기준 및 액화수소 운반차량 시설·기술 기준에 대한 추가 안전기준에 적용된다.

액화수소 탱크로리 비점은 -253°C 로 매우 낮아 취급자 동상, 공기 등 이물질 동결에 의한 유로 막힘 및 과압이 발생할 수 있다. 또한 액화수소를 이충전하는 작업은 가스 누출 우려 등 상대적 위험도가 높아 이충전 장소에 대한 관리가 필요하다.

이충전 작업 시에는 극저온 내염성 장갑, 작업복 등을 착용하며, 작업 전에 공기 등 액화수소 온도에서 동결 가능물질 퍼지여부를 확인한다. 또한 소화 시에는 방출관 개구부에 살수를 금지한다.

운반 작업시에는 전문자격을 갖춘 운반책임자 동승을 의무화하며, 운반차량이 이동 중에도 액화수소 탱크로리의 압력을 운전자가 감시할 수 있는 시스템을 의무화한다. 운반차량의 이입 및 이송 연결부는 사업소경계 및 주변시설 등까지 일반제조 시설의 이격거리 기준 이상을 유지한다.

4.7. 액화수소 저장식 수소자동차 충전 기준

액화수소 저장식 수소자동차 충전 기준은 액화수소 저장식 수소자동차 충전소의 시설·기술·검사에 적용한다.

액화수소 저장식 수소충전소는 수소 극저온 환경 (-253°C)에서 금속·비금속재료의 취성파괴 및 저장, 처리설비(펌프, 기화장치)로부터 누출에 따른 사고 발생 시 화재나 폭발로 인한 주변 피해가 발생할 수 있다.

이러한 극저온 특성 위험요인을 고려하여 수소 배관 사용재료를 규정하여 재료의 최소설계온도가 액화수소 온도인 20K 이하인 재료(SUS 316L 계열)는 충격시험 없이 사용할 수 있도록 하고 그 밖의 재료는 충격시험을 실시하여 검증하도록 하였다.

또한, 수소충전소 설계단계에서 위험성 평가를 의무화하고, 그 결과를 기술검토 시 한국가스안전공사에 제출하도록 규정하였다. 이격거리는 앞서 언급한 Table 5를 통해 확인할 수 있듯이 기존 저장식 수소충전소 기준(KGS FP217)보다 이격거리를 강화하였다.

4.8. 이동식 액화수소 충전 기준(선박용)

이동식 액화수소 충전 기준은 Fig. 5와 같은 액화수소 저장형 이동식 액화수소 선박 충전시설의 시설·기술·검사에 적용한다.

선박용 이동식 액화수소 충전소는 다른 시설 기준과 다르게 파고로 인한 선박의 출렁임으로 충전기 이탈에 의한 액화수소 누출 발생 위험요인이 있다. 따라서 지정된 장소에서 충전하며 충전 시 선박 고정 등의 규정하였으며, 차량의 실수로 인한 충전설비의 파손을 방지하기 위해 보호대 설치 기준 규정(직경 102 mm 이상 강관, 간격 1.2 m 이하, 기둥의 높이 지면에서

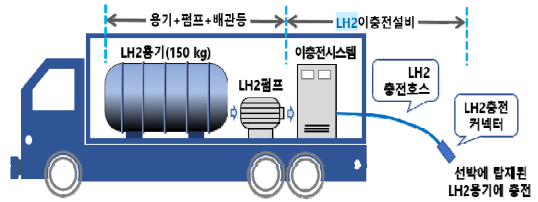


Fig. 5. Mobile Liquefied Hydrogen Station.

Table 7. Acceptable Thermal Insulation Performance According to the Content Volume

내용적 (리터)	1,000 이상 5,700 미만	5,700 이상 17,100 미만	17,100 이상 47,300 미만	47,300 이상 75,700 미만	75,700 이상 94,700 미만
단열성능 (%/day)	3	1.5	1	0.9	0.75

0.9 m 이상 등)을 두었다. 그 밖의 규정은 저장식 수소충전소와 마찬가지로 위험성평가 의무화, 이격거리 강화 등을 적용하였다.

4.9. 액화수소 초저온용기 제조 기준

액화수소 초저온용기 제조 기준은 액화수소 초저온용기 제조의 시설·기술·검사에 적용한다. 액화수소 초저온 용기는 단열성능 미확보에 따른 다량의 수소 방출 및 액화수소 누출에 따른 주변 피해 발생 우려에 따라 용기 내용적에 따른 허용가능 단열성능을 Table 7과 같이 제시하였다.

4.10. 액화수소 기화장치 제조/재검사 기준

Fig. 6와 같은 액화수소 기화장치 제조/재검사 기준은 액화수소 기화장치 제조의 시설·기술·검사·재검사에 적용한다.

액화수소 기화장치는 초저온(-253°C), 초고압(900~1000bar) 조건에서 기화장치 재료의 파손에 의한 가스 누출이 없어야 한다.

따라서, 재료의 설계 온도는 -253°C 에서 38°C 범위 이어야 하고, 그 재료는 기화장치의 운전압력에서 수소에 대한 안전성이 확인된 재료를 사용하도록 규정하여야 한다. 또한 기화장치에서 수소와 접촉하는 부분은 헬륨누출 시험을 실시하여 기준(질량분광기 사용 $10^{-5} \text{ atm}\cdot\text{cm}^3/\text{sec}$ 이하의 최소 누출율)에 적합하여야 한다.

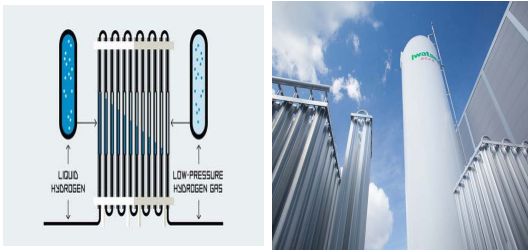


Fig. 6. Liquefied Hydrogen Vaporization Device and Installation Cases.

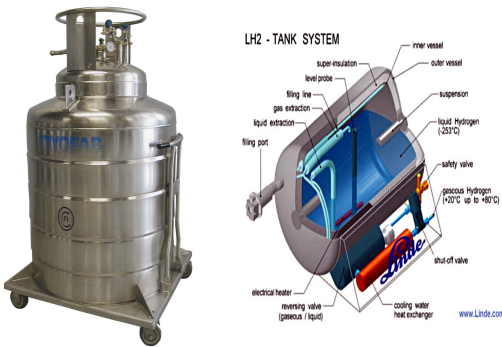


Fig. 7. Liquefied Hydrogen Container Accessories and Installation Cases.

4.11. 액화수소 저장시설 기준

액화수소 저장시설 기준은 5톤 이상의 액화수소를 저장하는 액화수소 저장소의 시설·기술·검사·감리·안전성평가 기준에 적용한다.

액화수소 저장탱크에서 액유출 발생 시 액화수소가 지하 공간에 체류하게 됨에 따라 위험성이 가중될 우려가 있다. 따라서 보호시설 및 사업소경계 이격거리를 보다 강화하고, 저장설비, 압축가스설비 등 주요 가스시설 주위에는 가스누출경보장치, 수소화염검지기 등 안전장치를 필수적으로 설치하도록 규정하고 있다.

4.12. 액화수소 용기부속품 제조/재검사 기준

액화수소 용기부속품 제조/재검사 기준은 Fig. 7와 같은 액화수소 용기부속품 제조의 시설·기술·검사·재검사에 적용한다.

액화수소 용기부속품의 비정상작동 및 기밀부 누설로 인한 위험발생 우려가 크다. 따라서 앞서 제시한 액화수소 기화장치 기준과 유사하게 극저온 성능시험, 헬륨누출시험 등을 기준에 맞게 실시한다.

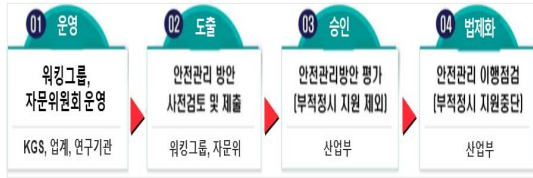


Fig. 8. Promotion Process for the Revision of Liquefied Hydrogen Safety Standards.

4.13. 액화수소 방폭전기기기 관련 기준

액화수소 시설 및 제품의 설계, 선정, 설치, 수리, 보수, 재생, 변경 및 점검, 유지관리 등에 적용한다.

액화수소 전기설비 설치·유지관리 등 자격기준을 강화하여 액화수소 취급 및 대응 능력 확보를 위해 액화수소 방폭 전기기기 관련 업무를 전문자격을 갖춘 자가 실시하도록 의무화하였다.

V. 액화수소 안전기준 제·개정 추진 계획

5.1. 추진 체계

산업부 총괄로 하여 KGS, 업계, 전문가 협업 추진 체계를 구축하여 국내 액화수소 도입을 위한 액화수소 안전기준 제·개정을 추진한다.

추진절차는 Fig. 8에 보이는 바와 같이 업계 및 공사 내 관련부서, 연구원으로 워킹그룹을 구성·운영하여 실증기준안을 도출하게 되고, 도출된 실증기준안은 전문가로 구성된 자문위원회를 통하여 검토를 받는다. 실증기준안은 산업부 승인을 받아 R&D 및 규제특례사업 실증을 거쳐 추후에 개선사항을 반영하여 정식 법제화에 이르게 된다.

VI. 결론

액화수소는 기체수소와는 달리 극저온(-253°C 이하)의 온도에서 저장 및 운송되어 이와 관련된 안전문제 발생위험이 크다. 액화수소가 대기 중에 누출하게 되면 발생한 수소 가스운은 가연성 분위기를 만들어 주위 점화원에 의해 개방공간에서 폭발이 일어날 수 있다. 이처럼 액화수소는 기체수소와는 다른 위험특성이 있어 별도의 새로운 안전기준 마련은 필수적이다.

이에 한국가스안전공사에서는 국내 안전한 액화수소 도입 및 시설 구축을 위해 실증기준안을 마련 중에 있다. 국내 기준과 해외 액화수소 기준을 비교·분석하여 가장 엄격한 기준을 국내 실정에 맞게 적용한다.

해외에는 현재 액화수소 탱크로리, 소규모 용기 등에 관한 단일성능 기준이 없다. 따라서 단일성능시험

을 액화질소로 수행하고 있다. 또한 국내 액화수소 산업에 사용되는 제품에 대한 극저온 성능시험은 샘플 모델에 대해서만 액화수소/헬륨으로 시험하며, 추후 생산되는 동일 모델은 액화질소로 시험한다.

이처럼 액화수소의 특성을 고려한 안전성 시험이 완전하게 진행되고 있지 않는 점은 국내에서 액화수소 실증사업 및 관련 R&D를 통해 데이터를 확보하며, 조금씩 개선해나가야 할 것으로 보인다. 이러한 과정을 통해 액화수소에 대한 막연한 우려를 해소하고, 결과적으로 국내 수소 산업을 활성화시켜 안전한 수소 생태계 구축에 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지

기술평가원(KETEP)의 “수소 전주기 통합 위험성평가 프로그램 및 액화수소 설비 안전기준 개발” 과제 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다. (No.20215810100060)

REFERENCES

- [1] 정부 관계부처 합동, “제1차 수소경제 위원회 안건”, (2020)
- [2] CGA H-3:2013, CGA P-12:2009
- [3] ANSI/AIAA G-95:2013
- [4] NFPA2:2011, NFPA55:2020
- [5] DOT49 CFR:2016
- [6] ISO 21013:2008 ISO 21010:2014
- [7] JIS B 8246:2004