KIGAS Vol. 25, No. 6, pp 85~91, 2021
(Journal of the Korean Institute of Gas)
https://doi.org/10.7842/kigas.2021.25.6.85

수소모빌리티 인프라 확대를 위한 수소충전소 사전컨설팅 제도 효과 분석

이만욱 · 김성규 · 탁송수 · †김대태
한국가스안전공사
(2021년 12월 10일 접수, 2021년 12월 25일 수정, 2021년 12월 26일 채택)

Effect Analysis of the Pre-Consulting System of Hydrogen Refueling Station for Expanding the Hydrogen Mobility Infrastructure

Man-Wook Lee · Sung-Kyu Kim · Song-Su Tak · †Dae-Tae Kim
Korea Gas Safety Corporation, Chungcheongbuk-do 27738, Korea
(Received December 10, 2021; Revised December 25, 2021; Accepted December 26, 2021)

요 약

정부는 2019년 1월 세계 최고 수준의 수소경제 선도국가로 도약하기 위해 「수소경제 활성화 로드맵」을 발표했으며, 우리나라가 강점이 있는 수소자동차와 연료전지를 양대 축으로 수소경제를 선도할 수 있는 산업 생태계 구축 전략을 세웠다. 그 일환으로 2022년 310개소, 2040년 1,200개소의 수소충전소 보급목표를 수립하였다. 이에 발맞춰 2021년 2월 한국가스안전공사는 속도감 있는 수소충전소 구축을 위해 시공단계에서 안전기준에 따른 다양한 현장 문제 발생으로 인한 시공지연을 사전해소하기 위한 수소충전소 사전컨설팅 제도를 운영하게 된다. 본 논문은 사전컨설팅 제도에 대해 알아보고 그 효과를 분석하고자 한다.

Abstract - In January 2019, the Korean government announced the 「Hydrogen Economy Activation Roadmap」 to be a world-class leading country in Hydrogen economy. Korea has established a strategy that can lead the hydrogen economy with its strong points of 'hydrogen car' and 'fuel cell'. As a part of that, a target of supplying hydrogen vehicle charging stations to 310 by 2022 and 1,200 by 2040 was established. In line with this, Korea Gas Safety Corporation will operate a pre-consulting system of hydrogen vehicle charging station in February 2021 to solve in advance construction delays due to various on-site problems according to safety standards during the construction stage to build a hydrogen refueling station with a sense of speed. This paper is to find out about the pre-consulting system and to analyze its effects.

Key words : pre-consulting system, hydrogen refueling station

I. 서 론

2019년 1월 정부의 「수소경제 활성화 로드맵」(이하 '로드맵') 발표에 따라 수소 산업 핵심 시설 중 수소충전소는 2022년 310개소, 2040년 1200개소의 보급목표를 수립하였다. 이에 따라, 한국가스안전공사는 정부 목표에 발맞춰 수소충전소 구축을 위한 기술검토, 중간검사, 완성검사로 구성된 글로벌 수준의 법정 검사업무 처리절차를 속도감 있게 진행하고 있으나, 기술검토 및 완성검사 시 유사한 지적사항이 반복적으로 발생하여 구축 지연이 빈번히 발생하는 실정이다. 이에 2021년 2월 한국가스안전공사 수소안전기술원은 수소충전소의 중대결함 요소 사전제거 및 검사 오류 방지를 위해 수소충전소의 사전컨설팅 제도를 운영하게 된다. 본 연구에서는 수소충전소의 개요와

†Corresponding author:kimdaetae@kgs.or.kr
Copyright ⓒ 2021 by The Korean Institute of Gas

사전컨설팅제도에 대하여 알아보고 그 효과를 분석하여 공유하고자 한다.

Ⅱ. 수소충전소 유형 및 동향

2.1. 수소충전소의 유형

Fig. 1과 같이 수소자동차 충전소는 공급방식에 따라 제조식 수소자동차 충전소와 저장식 수소자동차 충전소로 분류할 수 있다. LP가스, 천연가스, 합성연료 (합성천연가스, DME) 등 수소의 원료가 되는 가스 또는 암모니아·메탄올 등의 액체를 수소충전소 내의 추출설비로 수소를 직접 생산하여 수소자동차 등에 공급하는 형태의 충전소를 '제조식(On-site) 수소자동차 충전소'라 한다. 아울러, 수소가스를 파이프라인과 수소 트레일러 등의 용기로 운송하여 수소자동차 충전소 외부에서 수소 공급을 받는 타입의 수소충전소를 '저장식(Off-site) 수소자동차 충전소'라 한다. 그리고 수소자동차 충전소는 형태에 따라 단독 수소자동차 충전소, 융·복합 수소자동차 충전소, 패키지형 수소자동차 충전소, 이동식 수소자동차 충전소로 분류할 수 있다. 단독 수소자동차 충전소는 기존 시설을 활용하지 않으며 주유소 · CNG · LPG 등 타 충전시설 없이 단독으로 수소를 공급받고 처리설비와 충전설비를 거쳐 수소자동차에 수소를 충전하는 시설을 말한다.

'융합충전소'란 고정식 압축도시가스 자동차 충전소, 액화도시가스 자동차충전소, 액화석유가스 자동차에 고정된 용기 또는 주유취급소와 제조식 수소자동차 충전소를 하나의 사업소 내 설치운영하는 것을 말하며, '복합충전소'란 고정식 압축도시가스 자동차 충전소, 액화도시가스 자동차충전소, 액화석유가스 자동차에 고정된 용기 충전소 또는 주유취급소와 저장식 수소자동차 충전소 또는 다른 에너지원의 자동차충전소를 하나의 사업소 내에 설치·운영하는 것을 말한다. 융·복합충전소는 기존 부지를 활용하여 설치하기 때문에 부지 확보가 용이하고 건설 및 구축비용이 절감되고, 수소의 가격저감 유도와 충전소 운영비 절감 효과가 있어 수소자동차 상용화에 크게 기여할 수 있다. 패키지형 수소자동차는 충전소에서는 수소자동차의 충전에 필요한 설비(필요한 경우 충전기는 제외할 수 있다)를 하나의 보호함에 장착한 충전시설을 일정한 장소에 배치하고, 수소를 연료로 사용하는 자동차에 압축수소를 충전한다. 패키지형 수소자동차 충전소는 간단한 포장 설계로 공장에서 출하된 후 설치하므로 시간 단축 기대효과가 있다. 이동식 수소자동차 충전소는 수소를 연료로 사용하는 자동차에 수소를 충전하기 위하여 필요한 설비(필요한 경우 충전설비는 제외 할 수 있다)가 차량에 장착되어 있어 이동이 가능한 것을 의미한다. 기존의 충전시설에 비해 인프라 구축비용이 저렴하며 시설이동이 가능하고

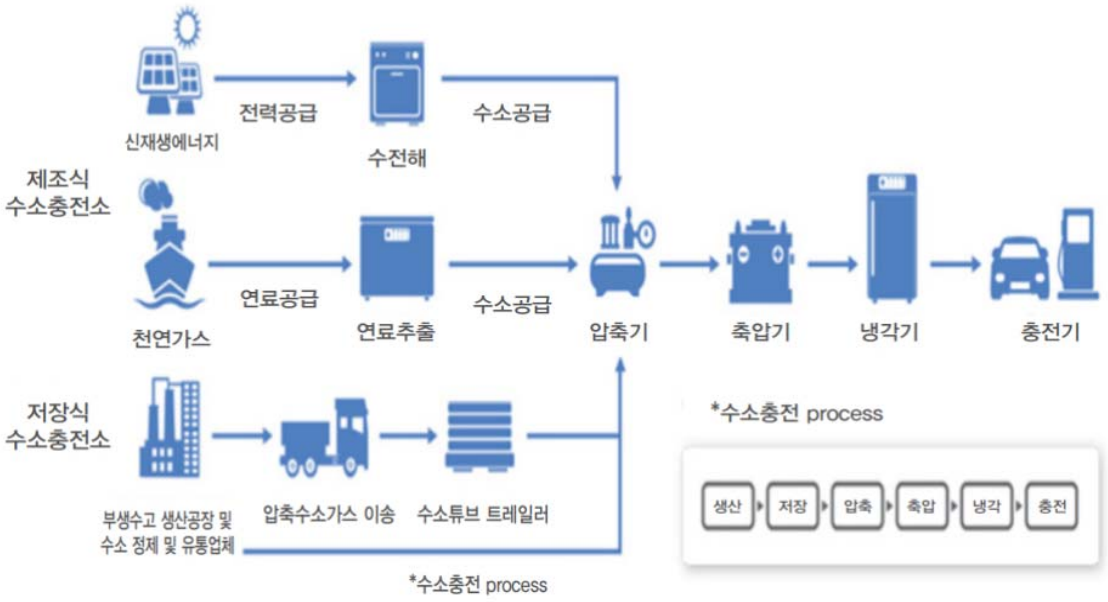

Fig. 1. Schematic of hydrogen refueling station.

인접지역에 다수의 충전 거점 확보 가능한 장점이 있다.[1]

2.2. 수소 인프라 구축 동향

정부 관계부처의 2019년 1월 로드맵의 주요 내용으로는 Fig. 2와 같이 수소차를 2022년까지 8.1만대, 2040년까지 620만대 생산을 목표로 하고 있으며, 수소충전소는 2022년까지 310개소, 2040년까지 1,200개소 구축을 계획하고 있다. [2]

이러한 정부의 로드맵 발표 이후 세계 최초 수소법 제정과 더불어 수소차·수소충전소 등 수소경제 이행을 위한 제도적 기반을 구축하였다. 그리고 정부는 2021년 10월「수소경제 성과 및 수소 선도국가 비전」을 발표하여 현재까지의 수소경제 성과를 공유하고 비전을 보고하는 자리를 가졌다. Fig. 3에서 알 수 있듯이 수소모빌리티 분야인 수소차·수소충전소 보급에서는 2년 연속 세계 보급 1위, 보급 속도 1위를 기록하며 수소경제 성과가 가시화되고 있다.[3]

Fig. 2. Hydrogen mobility supply plan.

Fig. 3. Supply status of hydrogen car·hydrogen refueling station (as of August 2021).

Ⅲ. 사전컨설팅 제도

3.1. 수소충전소 구축 절차

수소충전소와 같은 고압가스 제조(충전)허가를 받기 위해서는 한국가스안전공사의 기술검토 결과가 안전하다고 인정이 되어야 한다. 기술검토는『고압가스 안전관리법 시행규칙』별표 5 고압가스자동차 충전의 시설·기술·검사 기준에 근거하여 항목별로 적합성 여부를 판단하며, 기술검토가 적합하다는 의견을 받으면 고압가스 제조(충전)허가를 신청하게 된다. 고압가스 제조, 저장, 판매, 충전, 냉동제조의 허가 또는 신고한 사업자가 고압가스의 제조·저장·판매 또는 수입시설의 설치공사나 변경공사를 할 때에는 산업통상자원부령으로 정하는 바에 따라 그 공사의 공정별로 허가관청이나 신고관청의 중간검사를 받아야 한다.[4] 수소충전소 설비 시공 중 중간검사를 받아야 하는 공정단계로는 한국가스안전공사가 지정하는 부분의 비파괴시험을 하는 공정, 방호벽 또는 저장탱크의 기초설치 공정 또는 가스설비 또는 배관의 설치가 완료되어 기밀시험 또는 내압시험을 할 수 있는 상태의 공정이다.[5] 마지막으로 사업자 등이 고압가스의 제조·저장·판매의 시설이나 용기 등의 제조시설의 설치공사 또는 변경공사를 완공한 때에는 그 시설을 사용하기 전에 허가관청·신고관청 또는 등록관청의 완성검사를 받고 합격한 후에 사용하여야 한다.[4] Fig. 4는 수소자동차 충전소 구축 절차를 도식화하였다.

3.2. 수소충전소 사전컨설팅 제도의 소개

신규 수소충전소 설치 시 기술검토·완성검사 시 기준해설 및 적용의 이견 발생으로 검사처리 지연을 초래하는 사례가 다수 발생했다. 이에 수소충전소 시공 지연을 원천 차단하기 위해, 2021년 2월 기술검토·완성검사 사전컨설팅 제도를 도입·운영하게 된다. 사전컨설팅의 대상은 도심지역 소재, 정부·지자체·시공사

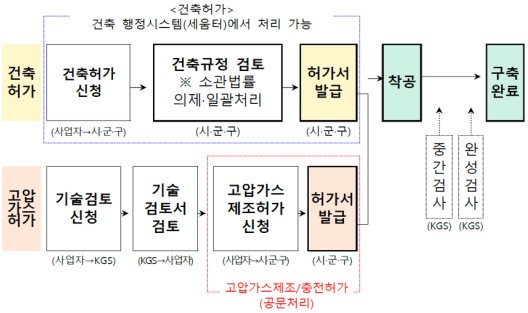

Fig. 4. Construction procedure for hydrogen refueling station.

요청이 있는 수소충전소 등 시공현황을 고려하여 선정하여 운영 중에 있으며, 그 시기는 수소충전소 기술검토(1차) 및 중간검사(2차)시 실시하게 된다. 사전컨설팅 운영 방법은 기술검토 시에는 시설기준 및 기술기준, 고시(특례기준), KGS Code, 지자체 조례 등 각종 도면 및 시험성적 등 서류로 적정성을 검토하며 중간검사 시에는 중간검사 항목 외에 처리설비·저장설비와 주변 보호시설, 사업소 부지경계, 도로 및 철도 사이에 안전거리기준에 대한 만족 여부를 현장에서 직접 확인 및 보완대책을 제시한다. 즉, 주변 보호시설의 유무, 처리·저장설비와의 이격거리 및 보호시설과 처리설비(압축기, 압축가스설비) 사이에 설치되는 방호벽의 높이·폭 또는 설치위치, 가스설비 설치위치 적정성 등을 중점적으로 검토하여 중대한 결함을 사전에 예방하는 효과를 기대할 수 있다.

Table 1. Ratio of nonconformity for completion inspection before and after pre-consulting system

사전컨설팅 시행 이전 (19.7 ~ 21.3)				사전컨설팅 시행 이후 (21.4 ~ 21.10)			
적합	**부적합 이력 有**	총계	부적합 비율	적합	**부적합 이력 有**	총계	부적합 비율
14	**25**	39	64%	18	**14**	33	42%

Ⅳ. 사전컨설팅 제도의 효과

4.1. 분석 대상 및 결과

2019년 7월 한국가스안전공사 내 수소안전추진단(TF) 신설 이후 시행된 완성검사 부적합 사항을 조사했으며, 실제 사전컨설팅 제도가 반영된 완성검사를 고려하여 2021년 4월을 기점으로 사전컨설팅 제도 시행 전·후의 부적합 사항을 KGS Code FP216, 217의 시

Table 2. Detailed nonconformities by facility standards

시설기준		사전컨설팅 시행 전		사전컨설팅 시행 후	
		주요 부적합내용	건	주요 부적합내용	건
1	배치기준	·이격거리 미유지 (8)	8	·이격거리 미유지 (3)	3
2	기초기준		0		0
3	저장설비	·설비실 외벽 불연재료성적서 미비	1	·설비실 외벽 불연재료성적서 미비	4
4	가스설비	·압축기 자체성적서 내용미비 (14) ·가스설비 사양서 내용미비 (5)	35	·인터록 부적정 (3), 가스설비 누출(2) ·가스설비실 환기 미비(2)	9
5	배관설비	·배관 재질, 두께계산 오류 (16) ·배관 보호조치 미비 (4)	24	·배관 가스누출(2), 두께계산 오류 (3) ·배관 보호조치 미비 (3), 절연미비(2)	12
6	사고예방설비	·방폭기기 설치 부적정 (20) ·검지기류 설치 부적정 (13) ·안전밸브 설치, 계산식 오류 (9)	72	·방폭기기 설치 부적정 (10) ·검지기류 설치 부적정 (9) ·안전밸브 설치, 계산식 오류 (5) ·긴급차단장치 부적정 (2)	36
7	피해저감설비	·방호벽 설치 부적정 (2) ·소화기 미구비 (1)	3		0
8	부대설비	·표준압력계(교정성적서) 미구비 (11) ·안전유리 설치 부적정 (10) ·비상전력설비 연동부적정 (6)	31	·표준압력계(교정성적서) 범위 (3) ·안전유리 설치 부적정 (3) ·비상전력설비 연동부적정 (4)	10
9	표시기준	·경계표지 설치 부적정 (11) ·경계책 설치 부적정 (2)	13	·경계표지 설치 부적정 (1)	1
10	기타사항	·현장과 도면 불일치 (9) ·인증밸브 증빙자료 미비 (7) ·사업소(토지)경계 확인불가 (6)	33	·현장과 도면 불일치 (1) ·사업소(토지)경계 확인불가 (1)	3
합 계			220		78

설기준에 따라 분류하였다.

Table 1은 사전컨설팅 제도 시행 전·후의 완성검사 시행건수와 부적합 비율을 나타낸 것이다. 2019년 7월부터 2021년 3월까지 총 39건의 완성검사를 실시했으며, 그 중 25건이 부적합 이력이 있는 것으로 나타났다.

사전컨설팅 시행 이후인 2021년 4월부터 2021년 10월까지 총 33건의 완성검사를 실시했으며 그 중 14건이 부적합 이력이 있는 것으로 나타났다. 완성검사 부적합 비율은 시행 이전 대비 약 22 %가 줄어든 것을 확인할 수 있다. Table 2은 시설기준별 완성검사 세부 부적합 사항을 나타내었다.

사전컨설팅 시행 이전에는 전체 부적합(220건) 중 사고예방설비(72건), 가스설비(35건), 기타(33건) 항목 순으로 부적합사항이 발생했으며, 사전컨설팅 시행 이후에는 전체 부적합(78건) 중 사고예방설비(36건), 배관설비(12건), 부대설비(10건) 항목 순으로 부적합 사항이 발생한 것을 알 수 있다. 사전컨설팅 시행으로 인해 완성검사 세부 부적합 건수 또한 현저히 감소한 것을 확인할 수 있다.

4.2. 사전컨설팅 사례 분석

Table 3은 사전컨설팅을 통해 중대결함 개선한 주요 사례를 나타내었다.

첫 번째 중대결함 개선사례는 환기설비 설치 부적정 사례이다. 가스설비실 및 저장설비실에는 누출된 가스가 체류하지 않도록 천장이나 벽면 상부에서 0.3m 이내에 2방향 이상의 환기구를 설치해야 한다. 이 때 외기에 접하여 설치된 환기구의 통풍 가능 면적 합계는 바닥 면적 1 m^2 마다 300 cm^2 의 비율로 계산한 면적 이상으로 설치해야 한다. 하지만 해당 수소충전소는 Figure 5와 같이 환기구가 벽면 상부에서 0.85 m 이상 떨어져 설치되어 시설기준에 부적합하며 가스가 체류할 우려가 있는 상황이었다.

Table 3. Case of improvement for major defects

컨설팅 일자	중대결함 확인사항	개선방향
2021년 2월	환기구 설치 부적정	설비실 상부 캐노피 환기구 추가
2021년 7월	기술검토시 도면과 다른 현장시공으로 안전밸브 누락	안전밸브 추가 설치
2021년 9월	기술검토시 도면과 다른 현장시공으로압축기 입구측 차단밸브 누락	차단밸브 추가설치

Fig. 6~7.과 같이 설비실 상부 캐노피에 환기구를 추가함으로써 가스가 체류할 수 있는 공간을 제거한 사례이다.

두 번째 사례는 기술검토서와 다른 현장 시공으로 인해 과압안전장치 설치가 누락한 사례이다. 과압안

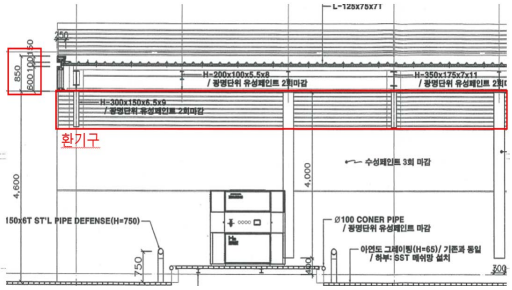

Fig. 5. Facility room section(before pre-consulting).

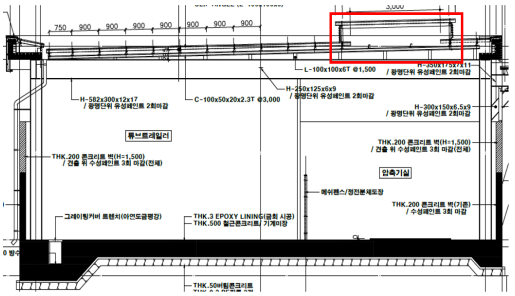

Fig. 6. Facility room section(after pre-consulting).

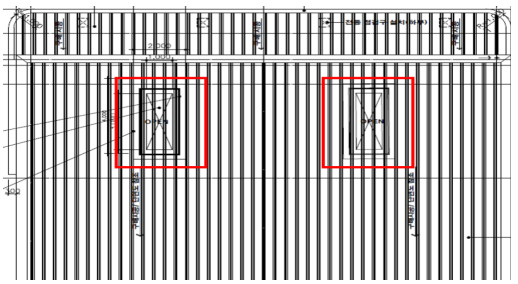

Fig. 7. Roof floor plan(after pre-consulting).

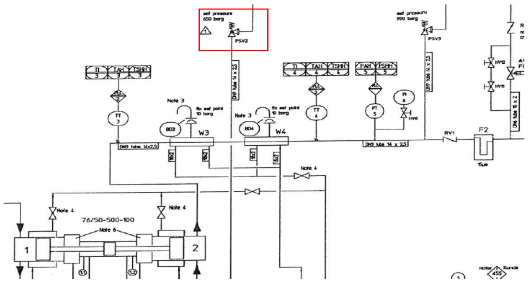

Fig. 8. Missing of safety valve at compressor discharge-technical review.

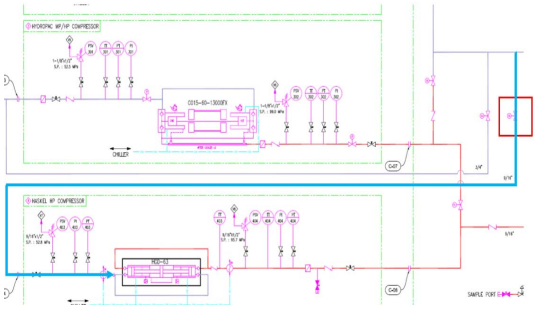

Fig. 9. Missing of shutdown valve at compressor inlet-technical review.

전장치는 고압가스설비 중 압력이 최고허용압력 또는 설계압력을 초과할 우려가 있는 구역마다 설치해야 한다. 왕복동식 압축기의 경우 토출측의 막힘으로 인한 압력상승이 설계압력을 초과할 우려가 있으므로 각 단의 출구측마다 과압안전장치를 설치해야 한다. Fig. 8은 사전컨설팅 시 과압안전장치 누락을 발견하고 설치를 안내하여 중대결함 제거 및 완성검사 지연을 방지한 사례이다.

세 번째 사례는 기술검토서에는 압축기 인입구에 차단밸브가 고려되어 있었으나 현장에는 설치가 되지 않았던 사례이다. Fig. 9.는 기술검토 당시의 P&ID 도면이다. 설계 시 고려되었던 차단밸브가 현장에서는 Fig. 10.와 같이 설치 누락이 되어 있었다. KGS FP217 2.6.3.3에 의거해 압축기 인입구에는 긴급차단장치가 작동되거나 또는 전원공급장치가 고장나거나 압축기 인입구 압력이 설정압력 이하로 떨어진 경우, 압축기의 가스의 공급을 차단시키는 밸브가 설치해야 한다.

하지만 사전컨설팅을 통해 사전에 발견하여 차

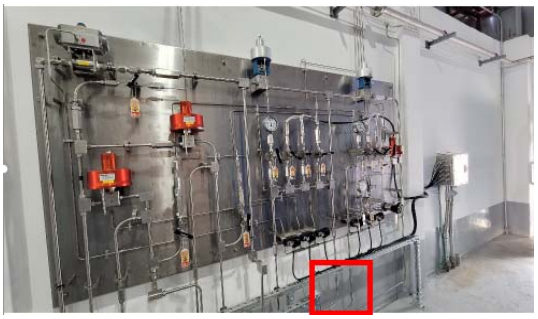

Fig. 10. Missing of shutdown valve at compressor inlet-site photo.

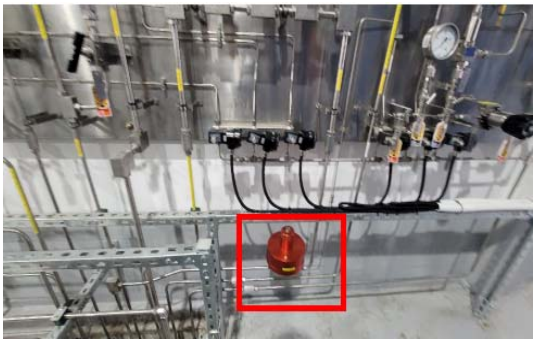

Fig. 11. Installation of shutdown valve at compressor inlet-site photo.

단밸브 설치를 권고했으며 Fig. 11.와 같이 현장에 차단밸브를 시공함으로써 중대결함을 제거하고 수소자동차 충전소 구축 지연을 방지할 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 수소자동차 충전소 사전컨설팅 제도의 효과를 분석하였다. 사전컨설팅 제도 시행 이후 완성검사 부적합 비율은 현저히 낮아진 것을 확인할 수 있으며, 사전컨설팅을 통해 중대결함으로 이어질 수 있었던 사항들을 발견함으로써 수소충전소의 안전성 향상 및 속도감 있는 수소자동차 충전소 구축이 이루어지고 있다. 한국가스안전공사는 반복적으로 나오는 유사 부적합 사항들을 지속적으로 분석하여 사례별 조치방안을 매뉴얼로 작성하고, 이를 시공업체에 배포하여 수소충전소 구축을 원활히 추진될 수 있도록 하여야 한다.

REFERENCES

[1] 한국가스안전공사, 수소자동차 충전소 기준해설서, (2018)
[2] 정부, 수소경제 활성화 로드맵, (2019)
[3] 산업통상자원부, 수소경제 성과 및 수소선도국가 비전 (2021)
[4] 고압가스 안전관리법 제16조
[5] 고압가스 안전관리법 시행규칙 제28조