

## 수소충전소의 사업연속성 강화를 위한 기업재해경감활동 적용 연구

## A Study on the Application of Business Disaster Reduction Activities to Strengthen the Business Continuity of Hydrogen Charging Stations

이장원<sup>1</sup> · 김창수<sup>2\*</sup>Jang Won Lee<sup>1</sup>, Chang Soo Kim<sup>2\*</sup><sup>1</sup>Ph.D. Course, Department of Information System, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea<sup>2</sup>Professor, Department of Information System, Pukyong National University, Busan, Republic of Korea

\*Corresponding author: Chang Soo Kim, cskim@pknu.ac.kr

## ABSTRACT

**Purpose:** In order to compensate for the limitations of the risk assessment of hydrogen charging stations, it is proposed to apply business disaster reduction activities as a way to strengthen safety and business continuity for accidents that may occur during operation. **Method:** We explored the application of business disaster reduction activities that can reduce, eliminate, transfer, and accept risks by classifying risks according to the passage of time in the installation and operation of hydrogen charging stations, identifying key tasks, deriving risk scenarios. **Result:** Existing research results are appropriately applied to the risk assessment conducted in the stage before the installation of hydrogen charging stations. However, there is a limit to the risks that can occur at the operational stage, so applying business disaster reduction activities with several example scenarios has resulted in that it can be applied as a way to strengthen safety and business continuity. **Conclusion:** All of the currently implemented risk assessments for hydrogen charging stations are being used appropriately. However, it proposes business disaster reduction activities that apply various risk scenarios as an evaluation and response to possible risks at the operational stage.

**Keywords:** Hydrogen Charging Station, Risk Assessment, Business Continuity, Business Disaster Reduction Activities

## 요약

**연구목적:** 수소충전소의 위험성 평가의 한계를 보완하고자 운영중 발생 가능한 사고에 대한 안전성 및 사업연속성을 강화하기 위한 방안으로 기업재해경감활동을 적용을 제안한다. **연구방법:** 수소충전소 설치 및 운영의 시간 흐름에 따라 위험을 구분하고, 핵심업무를 식별, 위험시나리오를 도출하여 이를 분석, 평가, 처리하는 과정을 통해 위험을 경감, 제거, 전가, 수용할 수 있는 기업재해경감활동의 일부적용을 탐구해 보았다. **연구결과:** 수소충전소 설치전 단계에 시행하고 있는 위험평가는 기존의 연구 결과가 적절히 적용되고 있다. 그러나 운영단계에서 발생 가능한 위험에 대해서는 한계가 있어 몇 가지 예시 시나리오를 가지고 기업재해경감활동을 적용해 보니 안전성과 사업연속성 강화 방안으로 적용이 가능하다는 결과를 도출하였다. **결론:** 현재 시행중인 수소충전소 위험성평가는 모두 적절하게 활용되고 있다. 그러나 운영단계에서 발생 가능한 위험에 대한 평가와 대응방안으로 다양한 위험시나리오를 적용하는 기업재해경감활동을 제안한다.

**핵심용어:** 수소충전소, 위험성평가, 사업연속성, 기업재해경감활동

Received | 17 May, 2023

Revised | 22 June, 2023

Accepted | 22 June, 2023

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

## 서론

인류가 화석연료를 사용하면서 지구의 온실가스 균형이 깨지고 온도가 상승하면서 지구온난화가 진행되었다. 20세기부터 지구의 온난화 위기를 극복하려는 인류의 노력이 본격적으로 시작되었다. 이산화탄소 배출 억제에서 시작한 범세계적인 노력이 이제는 이산화탄소를 발생시키지 않는 새 에너지 자원을 찾아 활용하는 차원으로 본격 진화한 것이다. 2015년 유엔 195개국 만장일치로 통과한 파리기후협약 이후로 친환경 미래에너지로 수소가 급부상하였다. 이미 2014년 일본은 수소사회로의 이행을 선언하고 단계적 수소전략을 수립 발표(2019년), 중국은 2017년 연료전지자동차 발전 로드맵을 마련했으며, 대한민국은 2019년 ‘수소 안전관리 종합대책’을 수립하고 2020년 세계 최초로 ‘수소법’을 제정하고 2022년 2월부터 시행하고 있다. 2020년 독일과 유럽연합(EU)에서 수소전략과 수소 로드맵을 발표하는 등 신재생에너지와 수소에너지의 확보 경쟁에 뛰어들었다. Table 1의 세계 수소차·충전소 보급현황 및 계획에 따르면 독일, 영국, 일본에 이어 한국은 2030년까지 수소전기차 63만대 보급과 수소충전소 520개소의 설립을 계획하였다.

**Table 1.** Proposed supply of hydrogen electric vehicles and hydrogen charging stations(Korea Hydrogen Industry Association, 2020)

		2025년		2030년	
		수소전기차	수소충전소	수소전기차	수소충전소
한국		6.7 만 (2022년)	310 (2022년)	63 만	520
일본		20 만	640	80 만	900
중국		5 만	300	100 만	1,000
미국		3~6 만 (2023년)	123 (2023년)	-	-
유럽	독일	65 만	400 (2023년)	180 만	1,000
	영국	28 만	300	-	1,000

수소에너지 경쟁력을 갖추기 위해서는 수소차량의 적정 공급량과 더불어 수소생산, 저장, 이송, 공급과 이용의 기술개발과 인프라 구축이 시급한 실정이다. 수소공급 인프라 구축과 해당지역 민원에 대응하고 빠른 시행을 위해 중앙정부인 환경부가 대기환경보전법 개정을 통해 2021년 7월 이후 수소충전소의 설치계획 승인 등 인·허가권을 행사하고 있다. 러시아의 우크라이나 침공으로 인한 유가의 폭등과 도시 환경문제 해결방안의 일환으로 수소자동차와 수소충전소의 보급 확대정책이 사회적 관심으로 부상하고 있으며, 따라서 수소 충전소 보급이 적시에 이루어지지 않고 있는 원인을 파악하고, 선행연구 등을 통해 기존의 위험성평가가 수소 충전소 설치 및 운영 시에 발생 가능한 위험요인 등을 얼마나 반영하는지, 그리고 운영 중 고장 등의 원인으로 운영 중단사태가 발생 할 경우 등을 분석하여, 기업재해경감활동 적용이 수소충전소 운영의 안전성과 사업연속성 강화에 어떠한 영향이 있는지 파악해 보고 결과에 따라 기업재해경감활동 적용을 제안하고자 한다.

## 연구 배경

### 수소충전소 현황

수소충전소는 일정한 자격을 갖춘 장소와 시설을 통하여 생산된 수소를 충전할 수 있는 허가를 받은 곳으로 정의 한다. 수소충전소는 수소연료전지차와 수소 모빌리티의 확산을 위한 핵심 인프라로 편의성, 저장·충전 안전성, 공급 네트워크의 효율성을 모두 고려해야 하며, 소비자의 접근성 강화를 통해 효율과 만족도를 높여야 한다. 또한 충전소의 안전성 및 충전 과정에서 안전성을 확보해야 한다. 정부는 수소충전소 확충을 위한 여러 지원방안을 추진하고, 수소충전소 특수목적법인인 수소에너지네트워크를 중심으로 한 민간 투자도 이루어지면서 2022년 11월 8일 현재 208기를 구축하여 2022년 말까지 310기 구축이라는 기존의 목표는 달성하지 못하였다(Lee, 2022). 2019년도 ‘수소경제 활성화로드맵’을 통해 2040년까지 수소충전소 1200기 이상 확충한다는 계획을 세우고 있으나 여러모로 어려운 상황이다. 수소충전소 설치가 지연되고 있는 원인은 우선 설치기간이 15개월 이상으로 길고, 운영 중인 충전설비의 고장으로 인한 가동 중단, 수입기자재의 AS 지연 등의 문제뿐만 아니라 설치 예정지역에 대한 수소충전소 설치 반대의 주민 민원, 수소충전소의 안전 관리 등 경영환경 조차 기대한 만큼 우호적이지 않기 때문이다.

### 수소충전소의 운영중단 현황

Table 2는 2020년 1월부터 6월까지 주요 수소충전소 운영중단시간 현황이다. 동 기간에 전국 수소충전소에서 156건의 고장이 발생했으며, 압축 및 충전시스템 부품결함이 주요 원인으로 이로 인한 운영중단 시간은 무려 1,585시간이다. 2022년 6월에는 화물연대 파업에 따라 수소충전소 22곳이 수소충전소의 운송·공급문제가 확대되어 운영을 중단한 적도 있었다.

**Table 2.** Discontinuation of operation of major hydrogen fueling stations (2020. 1~6)(Choi, 2020)

수소충전소 명	운영 중단 시간
안성충전소	463시간
광주동곡충전소	324시간
창원성주충전소	159시간
국회충전소	75시간

현재 수소충전소 설치 및 운영시스템은 장소를 확보하면 충전소 건축 및 설비구축 비용은 전액 정부가 지원한다. 운영비용은 사업주가 부담하고 수소구입비용의 일부는 정부가 보조한다. 그럼에도 수소충전소 운영은 아직까지 경제성이 매우 낮다고 할 수 있다. 그 이유는 전기차에 비하여 효율성이 높음에도 불구하고 소비자들이 수소연료전지차를 구입하지 않기 때문에 충전수요가 적고, 또한 도심의 중심지 설치에 대한 인근 주민들의 반대로 접근성이 떨어지는 외곽지역에 설치 할 수밖에 없어서 접근편의성이 떨어진다. 그리고 충전설비의 주요부품 대부분을 수입에 의존하다보니 고장이 났을 때 빠른 복구를 위한 부품조달이나 A/S기술지원 등이 오래 걸려 그동안 운영을 할 수 없는 운영 중단 상태가 되기 때문이다. 그리고 안정적인 수소 공급도 필요하다.

## 이론적 고찰 및 선행연구

### 안전성(위험성) 개념

국제안전규격을 위한 가이드인 ISO/IEC GUIDE 51의 안전성의 정의는 ‘수용할 수 없는 위험성이 없는 것(freedom from unacceptable risk)’이라고 표현되어 있다. ‘수용할 수 없는 위험’은 ‘설계자의 의도를 벗어난 위험’이 없는 상태를 뜻한다고 해석할 수 있다. 달리 말하면, 사람 또는 재산에 대한 재해의 위험성이 설계자의 기준으로 허용 가능한 수준(대책수립이 가능한)으로 억제되어 있는 상태라 할 수 있다. 위험성평가는 ‘위험요인(Hazard)를 찾아내어 사고 발생 확률과 사고 크기를 분석하여 그때 발생하는 영향을 정량화하여 대책을 세우는 과정’이다. 공정이나 설비의 안전 기능은 설계자의 의도대로 시스템 또는 올바르게 작동하는 장치로 구성되며, 예측 가능한 유해 사건을 방지하거나 유해 사건의 결과를 감소, 방지하기 위하여 제어기기 및 장치를 활성화하는 대책도 수립하게 된다. 즉, 잠재적으로 발생 가능한 위험한 상황을 사전에 검출하는 활성화된 기능이다. 안전 설비 및 사전 정의된 환경에서 작동하도록 만들어진 안전 기능인 제어 시스템의 주요 위험원은 설계자, 분석자, 운전자 또는 개발자에 의한 분석을 통해 사전에 식별 되어야 한다(National IT Industry Promotion Agency, 2016).

### 기업재해경감활동

기업재해경감활동은 ISO22301 국제표준에 따라 정의되는 업무연속성 관리체계(BCMS)와 동일한 위상을 갖는 것으로써, 빈번히 발생하는 재난상황에서, 위기에 대처하고 기업이 스스로 재난으로 인한 피해를 빠른 시간 내에 복구하고 기본적인 기능을 지속할 수 있도록 관리하는 능력의 중요성이 높아져 대기업을 중심으로 도입하여 운영하고 있다. 현재 정부가 운영하는 지원제도는 ‘재해경감을 위한 기업의 자율 활동 지원에 관한 법률’을 기반으로 경영관리, 재난관리, 안전 및 소방관리, 생활안전, 산업안전, 교통안전 등 다양한 분야와 연관되어 있고, 다수의 소관부처가 이에 관여하고 있다. 일정 기준을 적용하여 개별기업을 평가하고, 재해경감활동이 우수한 기업에 대한 인증서를 발급하여, 입찰 시 가산점을 부여하거나 보험료 할인, 세금지원, 재해경감 설비자금 지원 등 다양한 인센티브를 제공하고 있다(Kim et al., 2015).

### 선행연구

수소충전소와 기업재해경감활동을 주제로 발표된 논문과 투고 등을 살펴보고, 학술컨텐츠 플랫폼인 DBpia를 이용해 수소충전소의 안전성평가 연구 결과를 분석하였다. 검색기간은 2000년부터 2022년까지로 하였다

#### 수소충전소의 위험평가

우리나라의 수소충전소 위험평가는 설치 단계에 따라 서류와 도면을 통해 법적기준에 대한 적합성으로 여부를 확인하며, 이 과정에서 정해진 평가기법이 적용된다. 따라서 수소충전소의 위험 평가는 설치 전에 예측 가능한 위험에 대한 평가에 기반을 두고 있다. 위험요인을 식별하는 위험평가 기법 중 정성적 위험성평가기법은 시스템을 중심으로 발생 가능한 고장에 대해 형태별로 분석한다. 시스템 또는 서브시스템이 가동 중에 발생 할 수 있는 기기나 부품의 고장에 의해서 사고가 일어날 우려가 있는가를 분석하는 평가이다. 서두현, 이광원, 김태훈(2020)는 공정흐름 및 이에 따른 부품을 분류하고, 기능을 분석하여 위험 우선순위(RPN, Risk Priority Number)를 산출하였다. 분석결과 폐기지형 수소충전소의 설계도면 상에서 예측할 수 있는 위험원인을 찾았고, 그 중 우선적으로 조치해야 하는 RPN 40 이상의 부품과 관련한 10개의 원인을 선정하였다. 고장형

태로는 부품의 막힘과 열림 실패가 있고, 수소의 누출과 관련한 원인으로는 밸브와 배관의 체결, 특히 실링(sealing)의 부실로 해석하였다. 연구자가 제시한 해결방안은 수소누출 및 폭발과 관련한 (안전)경고문구 표시, 보호가드 설치 확인과 설치 전 부품의 철저한 검사, 긴급상황 발생시 대처가 가능하도록 작업자에 대한 공정매뉴얼 제공과 정기교육의 필요함을 제안했다(Seo et al., 2020). 정량적 위험성평가(QRA, Quantitative Risk Assessment)는 발생가능한 각각의 위험정도를 수치화하여 나타내주는 방법으로 개별 공정 사이의 위험도를 수치로 표현해서 공정 간의 위험도 비교 또는 위험도 개선 결과와 같은 값을 정량적으로 보여준다. 강승규, 허운실, 문종삼(2017)은 위험요인에 대한 시나리오를 구성하여 범용 위험성 평가 프로그램을 통해 정량적 위험성 평가를 진행하였다. 시나리오는 기존 충전소 사고의 대부분을 차지하는 누출(leak)로 누출원의 크기(leak size)별로 3단계(small, medium, large)로 구성하여 연구하였으며, 다음의 안전성 향상 방안을 도출하였다. 1) 패키지 충전소에 대한 위험성 평가 결과 피해영향 및 위험성 기여도 측면에서 가장 큰 위험요소로 분석된 튜브트레일러에 대한 안전조치 강화가 필요하다. 튜브트레일러 사고 가능성을 줄이기 위해 설비 운전 매뉴얼을 상시 비치하여 인적오류로 인한 사고를 예방하고 정기적인 점검으로 사고를 예방하는 노력이 필요하다. 2) 저장탱크의 소규모 누출 사고시 안전성 확보를 위한 패키지 내부 환기 장치 마련 및 가스 검지시스템을 통한 사고빈도의 저감 노력이 필요하다. 사고 발생시 피해영향 확산 방지를 위한 방호벽 설치, 폭발압력 및 복사열의 확산을 방지하여 위험도 저감에 크게 기여할 수 있다(Kang et al., 2017). Hy-KoRAM은 미국 에너지성에서 개발한 HyRAM을 기반으로 정성적·정량적 모듈을 보완하여 국내 수소충전소용으로 응용한 위험성 평가 프로그램이다. 수소누출 및 제트화염 실증시험을 기반으로 한 피해 영향모델이 프로그램에 적용되었으며, 고장률 데이터의 통계처리 방법을 이용하여 수소 설비에 적합하도록 파손 빈도가 보정된다. Hy-KoRAM의 누출 제트 및 제트화염 모델식은 HyRAM과의 산출방식과 동일하고 개인적 위험도와 사회적 위험도 산출 기능이 추가되어 정량적 평가는 4가지 주요 안전거리(화기와의 거리, 사업소경계와의 거리, 도로경계와의 거리, 설비간 거리)에 대해 수소 화염길이 및 복사열을 계산하여 피해 영향 평가를 실시하고 주요 설비별 사고빈도, 압력, 저장능력 등을 고려하여 개인적 및 사회적 위험도 확인을 통한 입지여건 평가를 실시할 수 있다. 김혜림, 강승규(2020)은 제조식 수소충전소에 대해 정량적 위험평가기법인 Hy-KoRAM을 이용하여 사고에 따른 피해범위와 영향을 확인하였다(Kim et al., 2020). 이석형(2022)은 STPA 위험분석기법을 활용하여 패키지형 수소충전소의 압축시스템과 우선순위 패널을 대상으로 안전제약 사항을 도출하고 수소충전소의 안전성을 향상하는 모델을 제안하였다(Lee, 2022).

### 기업재해경감활동

김상덕, 김창수(2019)는 이전에는 재난상황을 그대로 수용하고 복구 중심으로 관리되던 자연재난이 사회재난 요인과 병합되어 그 피해규모도 확대되는 경향이 있어, 위험요인을 사전에 제거하거나 예측하는 기술 개발이 필요하며, 재해를 경감시키기 위해서는 예방활동의 중요성을 강조하였다(Kim et al., 2019). 최근 발생하는 재난은 매우 다양화, 복잡화 되고 있다. 재난관리에는 다양한 방법이 있으나 현재 재난관리 사전예방에 중점을 두고 있는 시스템 경영 방법은 소위 사업연속성관리(BCM 또는 BCP)라 불리며, 국내의 경우 대부분 제조업, IT, 금융산업 등에 도입하여 적용하고 있다. 또한 2022년 2월 현재 재해경감 우수 기업 인증을 취득한 사업장이 250여개 정도에 불과하다. 박수열, 오은호, 최봉혁, 김진만(2016)은 시설물의 구조적, 기능적 특성을 잘 이해하여 외력에 대한 대응능력을 강화하는 SOC 시설물 재난대응 및 관리시스템 개발 방향에 대하여 연구하였고(Park et al., 2016), 손정석, 정종수, 김도연(2017)은 공공기관 특성을 반영한 업무연속성 관리체계 모델을 제안하였다(Son et al., 2017). 현재 소기업 등에 적용 할 기업재해경감 우수기업인증 기준과 관련된 연구는 거의 없으나 이상수(2020)는 소기업·

소상공인 재해경감활동 관리체계 모델 개발에 대한 연구를 통해 소기업·소상공인이 기업재해경감활동관리체계의 수립 및 운영을 자체적으로 할 수 있게 쉽게 접근 할 수 있는 간소형 표준을 전문가 집단패널들의 의견수렴 기법을 적용하여 재난관리표준 최소모델을 개발하였다(Lee, 2020). 그러나 소상공인 모델이 다양한 산업에 모두 적용되기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 수소충전소에서 운영 중 발생 가능한 위험요인에 대한 몇 가지 시나리오를 설정해서 기업재해경감활동 계획을 수립함으로써 어느 정도의 예방효과가 있는지 파악하고자 한다.

### 연구 설계

Fig. 1은 기능의 안전성으로 안전한 기능의 요구사항은 위험원인 분석과 위험성 평가를 통해 도출된다. 기능의 안전성은 위험요인을 다루는 하나의 방법이고 설계를 통해 안전성을 확보하는 것과 같이 위험요인을 제거하거나 감소시키는 방법이 안전성 확보에 있어서 중요한 것이다. 기능 안전성은 리스크 평가 측정결과에 따라서 설계과정을 통해 위험이 제거(경감)되는 공정 및 설비로 제한된다. 위험분석 범위는 하드웨어, 소프트웨어를 포함하여 사람, 정책, 개발, 운영 프로세스까지 다양하고 광범위하다. 그렇기 때문에 안전하다고 해도 절대적으로 안전하다는 의미의 절대 안전을 주장할 수는 없다. 반드시 어떤 크기의 위험성이 남아 있고 항상 사고는 일어날 수 있다. 사고의 발생 원인을 기능, 시스템, 외부 요소 등 다양한 종류의 사고가 발생할 수 있음을 전제로 위험분석을 시작해야한다.

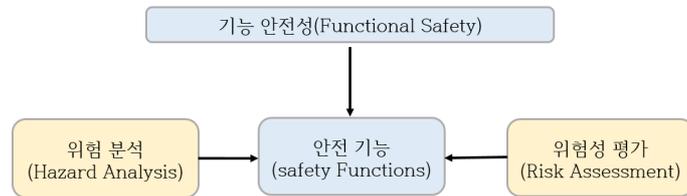


Fig. 1. Functional safety

Fig. 2는 수소충전소 설치 전 단계의 안전성 평가와 위험성 결정의 관계이다. 가로축은 위험의 크기이고 세로축은 안전성이다. 최대의 안전성 확보를 위해 가능한 영역까지 대책을 마련해야 함을 전제로 설치단계부터 운영단계까지 시간의 흐름을

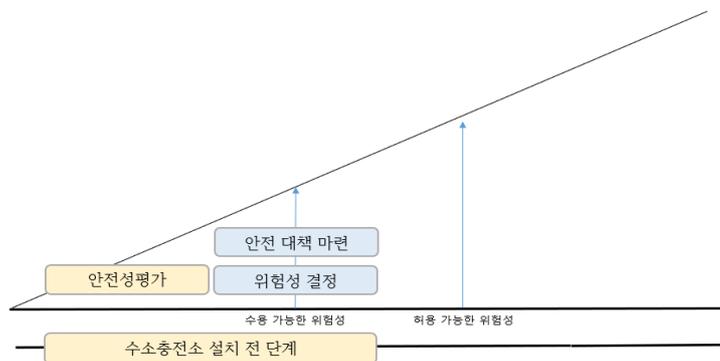


Fig. 2. Determination of safety assessment/risk before installation of hydrogen charging station

바탕으로 설치 전 위험성 평가를 통한 최대한의 안전성 확보로 인·허가가 이루어지고 있음을 나타낸다. 다만 이는 예측 가능한 위험이 평가의 대상이 될 수밖에 없음을 알 수 있다.

Fig. 3은 안전성평가의 시기상 운영 중에 발생 가능한 업무중단을 포함한 사고, 대응 방안에 관하여 현재로서는 표준이나 매뉴얼이 없으나, ‘기업재해경감활동’을 적용함으로써 일정 부분 보완 가능함을 나타낸다. 즉 현재 시행중인 설치 전 위험성 평가는 ‘설계자의 의도를 벗어난 위험이 없는’ 사고예방 중심의 공학적 위험성을 평가하게 되는 한계를 가지고 있지만, 운영 중에 발생 가능한 시나리오를 기업재해경감활동 계획 수립을 통해 시나리오를 만들어 준비한다면 사업주의 입장에서는 사업연속성 강화에 크게 도움이 됨을 그림으로 나타낸다.

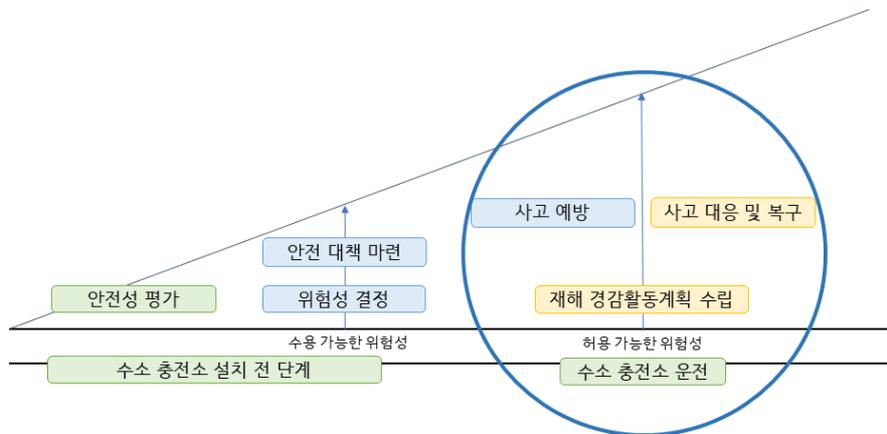


Fig. 3. Application of disaster reduction activities in hydrogen charging stations

## 연구 분석

### 수소충전소의 위험성평가

선행연구에서 확인했듯이 수소자동차충전소에 대한 안전성평가는 설치 절차에 따라 기술검토는 서류와 도면으로 법적 기준에 대한 적합성 여부를 확인하며, 이 과정에서 안전성평가기법이 적용된다. 절차, 규정상의 이유로 수소충전소의 안전성평가는 설립 초기에 예측할 수 있는 위험성평가에 비중을 둘 수 밖에 없다. 정성적 위험성평가 기법인 고장형태 영향분석(FMEA, Failure Mode and Effect Analysis)은 시스템에 영향을 미치는 전체 요소의 고장을 형태별로 분석한다. 시스템 또는 서브시스템이 가동 중에 기기나 부품의 고장에 의해 재해나 사고를 일으킬 가능성을 분석하는 방법이다. 본 연구에서는 김홍철(2021)이 제기한 기술검토단계인 시공전 안전성평가 실시가 가장 합리적이며 시공 전에 위험성평가를 실시하는 장점으로 는 동일 부지 내에서 가스설비의 배치를 변경하거나 위치를 이동하는 것만으로도 안전성을 높일 수 있으며, 시공 전에 평가한 위험성평가 결과를 설계에 반영하여 수소 충전사업자가 부담하는 비용 및 시간을 최소화할 수 있다는 결론을 확인하였다 (Kim, 2021).

### 사업연속성을 위한 기업재해경감활동계획 수립

수소충전소는 재해경감을 위한 기업의 자율활동 지원에 관한 법 제 2조 1항의 규정에 의해 기업재난관리표준을 기반으

로 기업의 재해경감활동을 위해 노력해야 하는 기업이나 실질적으로는 재해경감활동계획을 수립하고 있는 수소충전소는 거의 없는 것이 현실이다. 기업의 재해경감활동은 기업의 업무연속성(Business Continuity) 활동과 동일한 위상이다. 기업재난 관리표준에 의하면 사업연속성확보계획에는 재난에 업무중단 사고를 포함하고 있다. 또, 위험평가 단계 이전에 업무영향분석(Business Impact Analysis) 과정을 통해 업무중단 발생이 조직에 미치는 영향과 허용한계를 분석한다. 사고의 원인보다 결과에 대응, 복구하는 관점에 비중을 둔다는 근거가 될 수 있다. 즉, 재해경감활동계획은 기업의 잠재적 위험 및 재난발생시 업무운영에 미치는 영향을 분석하고, 핵심업무를 식별, 도출된 위험시나리오를 바탕으로 위험을 분석, 평가하여 처리하는 사업연속성확보를 위한 계획이다. Fig. 4는 재해경감활동의 위험성평가 수행절차이다.

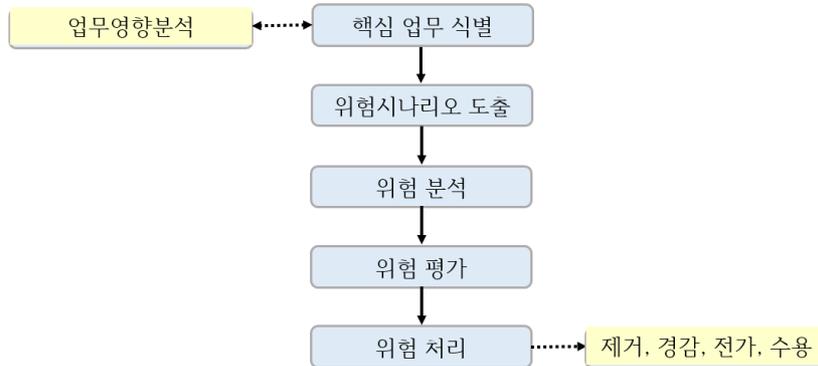


Fig. 4. Risk assessment procedure for disaster mitigation activities

Table 3은 수소충전소 운영 중 발생 가능한 몇 가지 위험 시나리오를 바탕으로 현재 대응상황을 나타 낸 것으로 이러한 시나리오를 Fig. 4의 단계를 거쳐 위험성평가 절차를 수행하여 기업재해경감활동계획을 수립한다면 운영중단으로 인한 사업 연속성의 위험을 상당부분 보완 할 수 있을 것이다.

Table 3. Risk scenarios that may occur during operation of hydrogen charging stations and current response status

위험 시나리오	현재 상황
주요설비 고장	운영중단 및 고장수리
안전관리자 부재	운영중단
수소공급의 불규칙성	운영 불규칙
소모성부품 수급 불균형	부품 표준화 작업 중
전쟁, 자연재해 등	

### 개선효과

Fig. 4의 절차에 따라 위험 시나리오 도출 시 수소충전소 운영 중 발생 가능한 몇 가지 운영 중단 사례 등을 바탕으로 시나리오를 구성하여 Table 3의 위험 시나리오를 Table 4의 위험평가에 따른 대응방안에 따라 위험을 제거 할 수 있는 위험, 경감 할 수 있는 위험, 전가 할 수 있는 위험, 그리고 수용 할 수 있는 위험으로 분류하여 적절히 대비한다면 사업주의 관점에서 사

업연속성이 더욱 강화 될 것이며, 이는 소비자의 입장에서는 이용의 안전성이 강화되는 것이다.

**Table 4.** Risk scenarios and risk assessment/response measures

위험 시나리오	위험평가	대응방안
주요설비 고장	경감	설비 책임관리자 운영, 공급처 다변화
안전관리자 부재	제거	대체 관리자 지정
수소공급의 불규칙성	경감	공급처 다변화
소모성부품 수급 불균형	경감	부품관리 시스템화, 공급처 다변화
전쟁, 자연재해 등	전가 또는 수용	복구 매뉴얼 수립, 인근 충전소 연계서비스 준비

50인 이상 상시 근로자가 근무하는 기업을 대상으로 2022년 1월에 시행한(2024년 5~50명 미만 사업장 시행) 중대재해법에는 제조업(현장용) 화재, 폭발, 누출 위험장소 관리방안, 중대시민재해, 재해예방에 필요한 안전보건관리체계의 구축 등이 사업주에 대한 처벌규정과 함께 책임으로 명시되어 있다. 결국 수소충전소의 안전성평가는 재해경감활동계획 수립과 중대재해법의 안전보건관리체계 구축, ESG 경영 평가를 위한 안전보건추진체계와 연결되어 있다. 비재무적 가치를 중시하는 경영이지만 기업 활동에 친환경, 사회적 책임 경영, 지배구조 개선 등 투명 경영을 고려해야 지속 가능한 발전을 할 수 있다는 철학을 담고 있는 ESG 경영(Environmental, Social, Governance)에 대한 평가는 개별 기업을 넘어 자본시장과 한국가의 성패를 가를 키워드로 부상하고 있다(Naver Knowledge Encyclopedia, <https://terms.naver.com/>).

## 결론

수소자동차충전소는 연도별 계획에 따라 빠른 속도로 보급되어야 하지만, 몇 가지 문제점으로 인해 보급이 지연되고 있다. 가장 기본적으로 수소충전소의 시공 경험 부족을 극복하기 위한 기술력 향상이 필요하고, 각종 시험과 현장 운영에 대한 검증 등을 통한 안전성이 담보되어야 하는데, 현실은 그렇지 못하다. 수소충전소 설치단계에 선행되는 위험성 평가는 수용 가능한 위험성 평가로 모두 유의미한 결과로 설치 전 허가단계에 활용되고 있다. 그러나 사업주의 관점이나 이용자의 관점에서 보면 다양한 운영 중단 사례에서 보듯이 운영 중 발생 가능한 위험요소에 대한 대비가 필요하다. 수소충전소의 재해경감활동계획이란 업무의 연속성을 확보하는 것이며, 여기에는 고장으로 인한 가동(조업)중단부터 인명과 재산상의 손실을 포함하는 사고에 대비해 대응 및 복구의 계획을 수립하는 것을 말한다. 따라서 재해경감활동을 통해 핵심업무를 식별하고 위험 시나리오를 도출하여 위험을 분석, 평가하고 처리함으로써 위험을 제거, 경감, 전가, 수용한다면 사업연속성을 보다 강화시킬 수 있을 것으로 이는 사업주의 경영 안전성도 강화되고, 소비자의 이용 안전성도 강화됨을 확인할 수 있다. 다만 본 연구는 몇 가지의 위험 시나리오만을 적용하여 보다 다양한 위험성 평가에는 한계가 있다. 따라서 다양한 위험 시나리오를 통한 강화된 사업연속성을 위해서는 보다 많은 항목의 시나리오를 바탕으로 한 재해경감활동 계획수립이 필요 할 것으로 판단된다.

## References

- [1] Choi, I.-Y.(2020). dodam@gasnews.com 7. October

- [2] Kang, S.-G., Huh, Y.-S., Moon, J.-S. (2017). "A study on safety improvement for packaged hydrogen refueling station by risk assessment." Korean Hydrogen and New Energy Society, Vol. 28, No. 6, pp. 635-641.
- [3] Kim, H.-C. (2021). A Study on the Introduction of Hydrogen Vehicle Fueling Station's Risk Assessment System to Improve Safety. Ph.D. Dissertation, Daegu University.
- [4] Kim, H.-L., Kang, S.-K. (2020). "Analysis of damage range and impact of on-site hydrogen fueling station quantitative risk assessment program (Hy-KoRAM)." Korean Hydrogen and New Energy Society, Vol. 31, No. 5, pp. 459-466.
- [5] Kim, J.-S., Um, Y.-H., Jang, S.-J., Choi, S.-Y. (2015). "Exploring institutional measures to revitalize disaster reduction activities." National Policy Research, Vol. 31, No. 3, pp. 101-124.
- [6] Kim, S.-D., Kim, C.-S. (2019). "A proposal of the disaster mitigation activity management system model for strengthening disaster prevention activities." Journal of the Society of Disaster Information, Vol. 15, No. 4, pp. 502-513.
- [7] Korea Hydrogen Industry Association (2020). Yearbook of Hydrogen Industry. Ulsan.
- [8] Lee, J.-S. (2022). "200 Hydrogen charging stations exceeded." Monthly Hydrogen Economy, Vol. 64, <https://www.h2news.kr/news/article.html?no=10526>
- [9] Lee, S.-H. (2022). A Study on the Safety Enhancement Model for Package Type Hydrogen Refueling Station through STPA Application. Ph.D. Dissertation, Pukyong National University.
- [10] Lee, S.-S. (2020). Development of the Business Continuity Management System Model for Small Enterprise and Small Business." Ph.D. Dissertation, Soongsil University.
- [11] National IT Industry Promotion Agency (2016). SW Safety Common Development Guide. Jincheon.
- [12] Park, S.-Y., Oh, E.-H., Choi, B.-H., Kim, J.-M. (2016). "A development direction of infrastructure based disaster mitigation & management." Korea Institute of Construction Engineering and Management, May, pp. 134-142.
- [13] Seo, D.-H., Lee, K.-W., Kim, T.-H. (2020). "A study on hazard factor of packaged hydrogen station by failure mode & effects analysis." Korean Hydrogen and New Energy Society, Vol. 31, No. 1, pp. 65-72.
- [14] Son, J.-S., Cheung, C.-S., Kim, D.-Y. (2017). "Proposal of business continuity management system model reflecting characteristics of public institutions." Korea Society of Hazard Mitigation, Vol. 17, No. 6, pp. 121-126.