

수소충전소 기술 및 정책 현황

박진남

경일대학교 신재생에너지학부

Status of Hydrogen Station Technology and Policy

Jin-Nam Park

School of New & Renewable Energy, Kyungil University, Gyeongsan 38428, Republic of Korea

Abstract: 친환경자동차에 대한 필요성이 증가하고 있으며, 궁극적인 친환경자동차로서 수소전기차가 관심을 끌고 있다. 현대자동차는 세계 최초로 수소전기차를 생산한 바 있으며, 최근 차세대 수소전기차인 넥쏘를 출시하였다. 수소전기차의 보급을 위해서는 수소충전소의 구축이 필수적이며, 초기 시장 활성화를 위해서는 정부의 적극적인 지원이 필수적이다. 본 기고문에서는 국내 수소충전소 보급 현황 및 계획, 수소충전소의 구성 및 유형, 수소전기차 개발 동향, 해외의 수소전기차 보급 및 수소충전소 구축 현황에 대해 살펴보고자 한다.

Keywords: Hydrogen station, On-site hydrogen station, Off-site hydrogen station, Fuel cell electric vehicle

1. 서론

세계적으로 에너지 자원의 감소 및 탄소배출량 저감에 대한 관심이 고조되고 있으며, 수소전기차는 운송수단 방면에서 이를 해결하기 위한 좋은 대안이다. 2013년 현대자동차에서 세계 최초로 Tuscon ix Fuel Cell 양산을 개시하였으며, 이어서 2014년에 토요타에서 Mirai, 2016년에 혼다에서 Clarity Fuel Cell을 출시한 바 있다.

이미 수소전기차는 초기 시장이 열린 상태이며, 이의 본격화를 위한 수소충전 인프라 구축이 이슈가 되고 있다. 일본, 미국, 유럽 등은 수소충전소 인프라 확대에 지속적인 투자를 진행하고 있는 상황이며, 우리나라도 어느 정도 이에 발맞추고 있는 상황이다. 중국은 최근에 수소전기차 보급 및 수소충전소 인프라 구축에 매우 적극적이며, 중국의 집중적인 자본 투자 성향을 고려하면 멀지 않은 시간 내에 세계적 수준에 도달할 것으로 예상된다.

현대자동차는 세계적인 수준의 수소전기차 기술을 보유하고 있으며, 이를 기반으로 국내 수소전기차 산업의 육성을 도모하여야 할 것이다. 수소전기차의 보급을 위해서는 수소충전 인프라의 구축이 필수적이므로 수소충전소 구축에도 적극적으로 나설 필요가 있다. 현재 국내에서는 울산, 창원, 광주, 충남 등을 중심으로 수소충전소 보급이 활발하게 진행되고 있으며, 2017년 초에 발족한 수소융합얼라이언스추진단을 중심으로 하여 수소 생산·운송·저장 기술 개발, 수소전기차 기술 개발 및 보급, 수소충전소 기술 개발 및 인프라 확산 등이 활발히 논의되고 있다.

2. 국내 수소전기차 및 수소충전소 보급 계획 및 현황

정부는 2015년 말에 관계부처 합동(산자부, 환경부, 국토부, 기재부, 행자부)으로 발표한 “제3차 환경친화적자동차 개발 및 보급 기본계획”에서 처음으로 수소전기차 및 수소충전소 보급을 위한 로드맵을 제시한 바 있다(Table 1).

저자 (E-mail: jnpark@kiu.kr)

Table 1. 수소전기차 및 수소충전소 국내 보급 계획[1]

(단위 : 천대, 기)

구분		'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25
신규	수소차	0.1	0.3	2	2.6	3.9	6	9	14	23	39
	충전소	3	7	10	20	30	10	20	20	30	50
누적	수소차	0.2	0.5	2.5	5.1	9	15	24	38	61	100
	충전소	13	20	30	50	80	90	110	130	160	210

Table 2. 국내 수소충전소 구축 현황[2]

No.	설치지역	주소	생산방식	완공시기	충전압(bar)	운영현황
1	용인	경기 용인시, 현대·기아 환경기술연구소	부생수소(튜브트레일러)	2005. 9	350/700	운영 중
2	인천	인천 연수구, 한국가스공사 송도 기지	NG 개질	2007. 11	350	운영 중
3	화성	경기 화성시, 현대자동차 남양연구소	부생수소(튜브트레일러)	2008. 12	350/700	운영 중
4	울산	울산 남구, 동덕산업가스	부생수소(튜브트레일러)	2008. 1	350	사업종료(미운영)
5	여수	전남 여수시, SPG케미칼 공장	부생수소(파이프라인)	2009. 8	350	사업종료(미운영)
6	화성	경기 화성시, 자동차안전연구원	부생수소(튜브트레일러)	2009	700	운영 중
7	제주	제주 제주시, 구좌읍	수전해	2010	350	사업종료(미운영)
8	서울	서울 서초구, 현대자동차 양재 그린에너지스테이션	부생수소(튜브트레일러)	2010. 5	350/700	운영 중
9	서울	서울 마포구, 상암수소스테이션	매립가스 개질	2011. 5	350	운영 중
10	부안	전북 부안군, 수소연료전지시험동	수전해	2011	350	사업종료(미운영)
11	울산	울산 남구, 매암동	부생수소(튜브트레일러)	2012. 11	350/700	운영 중
12	대구	대구 북구, 서변동	수전해	2013. 10	350/700	가동 중지
13	광주	광주 광산구, 오선동	부생수소(튜브트레일러)	2014	350/700	운영 중
14	충남	충남 홍성군, 내포 수소충전소	부생수소(튜브트레일러)	2015. 10	350/700	운영 중
15	창원	경남 창원시, 팔룡 수소충전소	부생수소(튜브트레일러)	2017. 3	350/700	운영 중
16	울산	울산 남구, 옥동 LPG충전소	부생수소(튜브트레일러)	2017. 10	700	운영 중
17	광주	광주 광산구, 북룡동	부생수소(튜브트레일러)			건설 중(이엠솔루션)
18	강릉	강원 강릉시, 강원테크노파크	부생수소(튜브트레일러)	2018. 1 (예정)	700	건설 중(이엠솔루션)
19	평창	강원 평창군, 용산리	부생수소(튜브트레일러)	2018. 1 (예정)	700	건설 중(이엠솔루션)
20	울산	울산 북구, 경동가스충전소	부생수소(튜브트레일러)	2018. 3 (예정)	700	건설 중(효성)
21	울산	울산 남구, 투계더주유소	부생수소(튜브트레일러)	2018. 3 (예정)	700	건설 중(효성)
22	울산	울산 울주군, 울주종합화물터미널	부생수소(튜브트레일러)	2018. 3 (예정)	700	건설 중(효성)
23	창원	경남 창원시, 덕동동	부생수소(튜브트레일러)		700	건설 중(이엠솔루션)
24	창원	경남 창원시, 불모산 CNG 충전소	부생수소(튜브트레일러)		700	건설 중(이엠솔루션)

이후 2016년에 이 목표를 2020년까지 수소전기차 1만대, 수소충전소 100기 보급으로 상향 조정 한 바 있으며, 이후 2017년에 친환경차 보급 로드맵을 2022년까지 수소전기차 1만 5000대 보급, 수

소충전소 310기 구축으로 최종 수정하였다.

2017년 8월 기준으로 국내에 운영 또는 건설 예정 중인 수소충전소는 총 29기이며, 이 중 4기는 사업 종료로 폐기되었다. 나머지 25기의 현황은

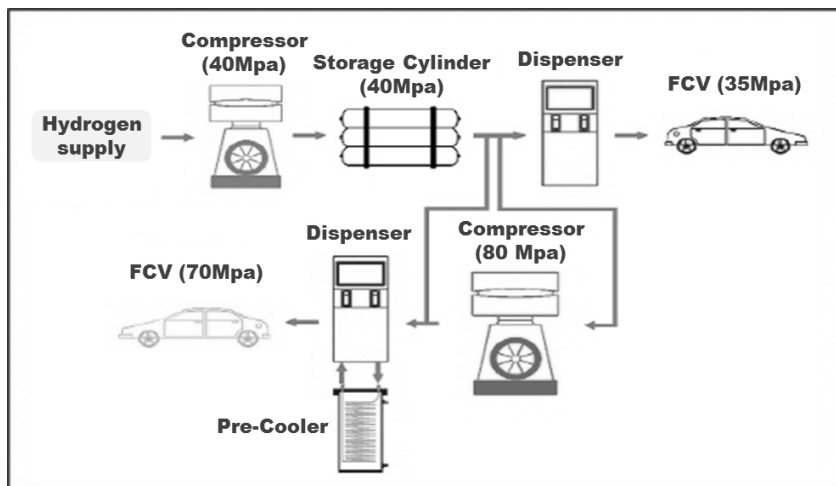


Figure 1. 수소충전소의 구성.

Table 2와 같으며, 현재 일반인이 충전 가능한 수소충전소는 울산의 매암과 옥동 수소충전소, 광주의 진곡과 동곡 수소충전소, 창원의 팔룡 수소충전소, 충남의 내포 수소충전소 6기가 있다[2]. 대부분의 수소충전소는 지자체가 중심이 되어 운영하고 있으며, 수소전기차의 부족으로 가동률이 낮아 아직 경제성을 확보하기는 어려운 상황이다. 그 외에 현대자동차가 2018 평창 동계올림픽과 연계하여 여주휴게소에 수소충전소를 1기 구축하여 운영하고 있다.

제3차 환경친화적자동차 보급계획에 따르면, 수소전기차 중점보급도시를 중심으로 수소충전소를 우선적으로 구축하고자 한다. 현재는 울산, 창원, 광주, 충남이 중심이 되고 있으며, 그 외에 대전, 강원, 인천 등도 수소충전소 구축에 적극적이다.

수소전기차 보급 촉진을 위해 정부는 투싼 수소전기차 구매 시 2,750만 원을 보조금으로 지급하고, 지자체 또한 일정액의 보조금을 지급한 바 있는데 울산이 2,750만 원으로 가장 높은 보조금을 지급하였다. 2018년에 현대자동차에서 차세대 수소전기차인 넥소가 출시되었으며(소비자 가격 약 7천만 원), 이의 구매를 위한 정부보조금은 2,250만 원으로 책정되었다. 지자체 또한 구매보조금을 지급하고 있어, 실 구매가는 4천만 원 이하이다[3].

수소충전소 구축 확산을 위해 정부는 수소충전

소 1기 건설 시에 15억 원을 보조금으로 지급하고 있으며, 이는 수소충전소 구축비용의 약 50%에 해당한다. 이전에는 지자체만 보조금 지급대상이었으나, 2018년부터는 민간사업자에게도 지원이 가능하도록 변경되었으며, 2018년에는 전체 10기의 지원금 예산 중 4기가 민간사업자에게 배정되었다.

국토부는 도로변 휴게소를 기반으로 2022년까지 60기를 구축하고자 하고 있으며, 현대자동차와 도로공사 등이 협력하여 2018년에는 주요 거점지를 중심으로 8곳의 휴게소에 수소충전소를 건설할 예정이다[4].

정부의 부처별 역할을 보면, 산업자원부가 수소전기차 산업 육성, 환경부가 수소전기차 및 수소충전소 관련 보조금 지원, 국토부가 고속도로 등의 휴게소에 수소충전소 구축, 기재부는 관련 예산 정책 수립 등을 담당하고 있다. 여러 부처에 업무가 분산되어 수소전기차 보급 및 수소충전소 구축의 활성화를 위해서는 이들 부처 간의 긴밀한 협력이 필요하다.

3. 수소충전소의 구성

수소충전소는 기본적으로 수소를 저장하는 수소저장 용기, 수소의 압력을 높이기 위한 압축기, 수소를 차에 충전하는 디스펜서로 구성되어 있다

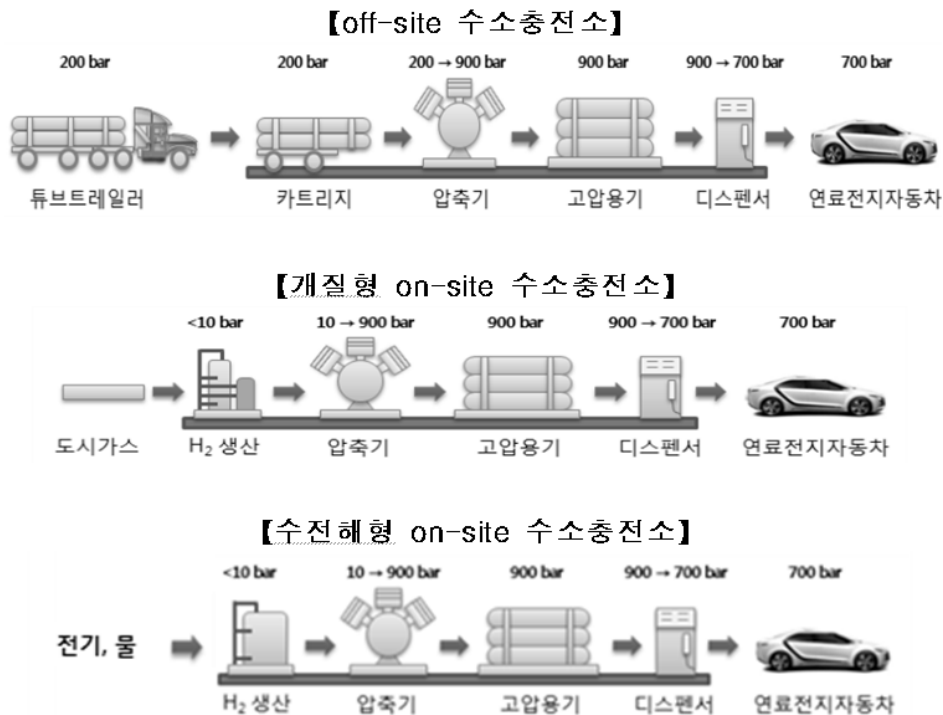


Figure 2. 수소 공급 방식에 따른 수소충전소 유형[5].

(Figure 1). 수소저장 용기는 400기압으로 수소를 저장하며, 공급되는 수소의 압력이 낮을 경우에는 압축기를 사용하여 압력을 높인다. 국내에는 광신기계 등에서 수소충전소용 압축기를 개발한 바 있으나, 아직 내구성 측면에서 Hofer와 같은 선진사의 제품에 비해 손색이 있다. 최근에는 독일 Linde에서 콤팩트한 고효율의 이온닉 압축기를 개발하여 상용화한 바 있다. 보통 수소전기차에는 5~6 kg의 수소를 충전하며, 이의 충전에 3~5분이 소요된다. 고압의 수소를 고속으로 주입하게 되면 발열이 일어나며, 발열열을 제거하기 위해 냉각기가 필요하게 된다.

국내에 수소충전소 건설을 전문으로 하는 회사는 효성, 광신기계, 이엠솔루션 등 다수가 있으나, 아직 수소충전소용 장비 및 부품의 국산화율은 낮은 편이다.

수소충전소의 규모는 시간당 공급할 수 있는 수소의 양으로 표현되며, 보통의 상업용 수소충전소는 300 Nm³/h 정도의 수소공급 능력을 가지고 있

다. 수소 11 Nm³이 약 1 kg이므로, 한 시간에 5~6대의 수소전기차를 충전할 수 있다.

수소의 저장 방식에는 고압수소 저장과 액화수소 저장 방식이 가장 대표적이며, 현재는 고압수소 저장이 보편적으로 사용되고 있으며, 국내에서는 액화수소 생산기술을 바탕으로 보유하고 있는 하이리움사에서 액화수소 충전 사업을 시도하고 있다.

수소 디스펜서 또한 고가의 장비로서 현재는 Kraus와 같은 외국회사의 제품을 수입하여 사용하고 있으며, 그 외에 밸브 등도 대부분 수입제품으로 사용하고 있다. 또한 고압의 수소를 고속으로 충전하기에 수소유량을 정밀하게 측정하는 것도 용이하지 않으며, 이에 대한 연구가 가스안전공사 등에서 진행 중이다.

이처럼 수소충전소에 사용되는 대부분의 장비 및 부품을 해외에 의존하고 있으며, 장래에 수소충전소가 본격적으로 보급될 것을 생각하면 장비와 부품의 국산화가 시급하다.

4. 수소충전소의 종류

수소충전소는 수소 공급 방식에 따라 세 가지로 나누어진다(Figure 2). 첫째는 수소를 외부에서 튜브트레일러 또는 수소배관을 통해 공급받는 off-site 수소충전소이며, 현재는 가장 많이 구축되어 있다. 이는 수소 공급원으로부터의 이송거리가 짧을 경우에 적합하며, 통상적으로 300 Nm³/h급의 off-site 수소충전소 1기 건설에는 부지비용을 제외하고 30억 원 정도가 소요된다[6]. 둘째는 천연가스 또는 LPG 개질을 통해 수소를 자체에서 생산하는 개질형 on-site 수소충전소이다. 이는 수소 공급원으로부터의 이송거리가 장거리일 경우 선호되며 천연가스 또는 LPG의 공급이 용이하여야 한다. 수소개질 및 정제설비가 추가되므로 300 Nm³/h 급을 1기 건설하는데 약 50억 원이 소요된다[6]. 마지막으로 물의 전기분해를 이용하여 수소를 생산하는 수전해형 on-site 수소충전소가 있다. 이는 이산화탄소 배출이 없고, 전력만 공급가능하면 운영이 가능한 장점이 있다. 아직은 전력비용의 부담이 크지만 장래에 신재생에너지 발전의 비중이 늘어나면 궁극적인 친환경 수소생산 방식이 될 수 있다.

수소충전소는 구성 방식에 따라 세 가지로 나누어진다(Figure 3). 첫째는 모든 장치가 방호된 건물이나 캐노피 아래에 설비되어 있는 일반 수소충전소이다. 둘째는 수소 카트리지를 제외한 모든 장치가 컨테이너 안에 수납되어 있는 형태인 패키지형 수소충전소이며, 이는 주로 소용량으로 구축되며 수소충전소의 이동 설치가 용이하다. 세 번째는 대형 트럭 등에 모든 장치가 설치되어 있는 이동형 수소충전소이며, 이는 수소충전소 보급의 초창기에 수소 공급을 효과적으로 할 수 있다.

수소충전소에 공급되는 수소의 비용은 경제성에 큰 영향을 미치며, 가급적이면 수소공급원으로부터의 운송거리가 짧은 것이 바람직하다. 운송비가 높을 경우에는 on-site형 수소충전소를 운영하는 것이 효율적이다. 수천 Nm³/h급인 대용량 on-site형 수소충전소를 건설한 후 이로부터 주변의 작은 수소충전소에 수소를 공급하는 아이디어도 제시되고 있는

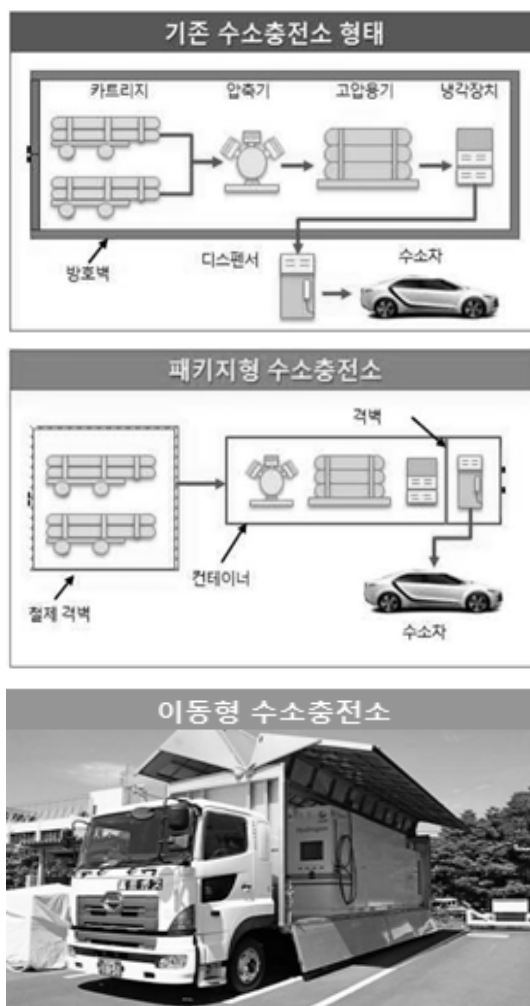


Figure 3. 구성 방식에 따른 수소충전소 유형.

데, 이를 mother-daughter 수소충전소라고 하며, 일본 오사카에서 실증이 진행 중이다.

그 외에 수소충전소는 설치 형태에 따라 독립형, 복합형, 융합형으로 나눌 수 있다. 독립형은 수소충전소 단독으로 건설하는 것이며, 부지의 선정 및 운영 인력의 인건비 부담 등의 어려움이 있다. 이를 해결하기 위한 방안으로 기존의 주유소나 LPG/CNG 충전소에 수소충전소를 추가로 설치하는 것을 융복합 수소충전소라고 하며, 수소충전소 부지의 확보가 용이하고 기존의 근무 인력을 활용하는 것이 가능하다. 기존의 부지에 물리적으로 수소충전소를 함께 건설한 것을 복합충전소라고

Table 3. 수소전기차 개발 동향[5]

항목	현대	현대	토요타	BMW	혼다	GM	메르세데스-벤츠	VW/아우디
차량	투싼 ix Fuel Cell	Nexo	Mirai	5-series GT	Clarity Fuel Cell	Equinox	GLC F-Cell	A7 h-tron
스택출력(kW)	100	113	114	80~110	103	93	110	100
주행거리(km)	426	593~609	502	500~700	750	320	438	500
수소저장	5.6 kg (140 L)	6.33 kg (156.6 L)	5 kg (122.4 L)	4.6~7.1 kg	5.0 kg (141 L)	4.2 kg	4.4 kg	5 kg
양산시기	'13.2	'18.3	'14.11	'20 이후	'16.3	'20 예상	'17	미정
비고	-	-	토요타-BMW 협업 후속 개발 중		혼다-GM 협업 후속 개발 중		Plug-in FCEV	후속 개발 중

Table 4. 여러 가지 버스의 사양[9]

버스 종류	경유버스	CNG버스	전기버스	수소전기버스
가격	~1억 원	~1.1억 원	4~5억 원	~10억 원
출력(kW)	~200	~180	~200 kW	~200 kW
주행거리(km)	~500	~300	~300	536~713
충전압력(기압)	-	200	-	700
충전시간(분)	5~10	8~10	급속: ~72	~15
연비	2.5 km/liter	2 km/Nm ³	5.5 km/kW	20~30 Km/kg
구매보조금	-	1,200만 원	환경부 1억 원 국토부 1억 원 지자체보조금	-
비고	-	-	-	현대자동차

하며, 기존의 LPG나 CNG 충전소에 저장하고 있는 연료를 개질하여 수소를 생산하는 설비를 구축한 수소충전소를 융합수소충전소라고 한다.

5. 수소전기차 개발 동향

현대자동차는 2000년 이전에 수소전기차 개발을 시작하여 2013년에 세계최초로 Tuscon ix Fuel Cell 양산을 개시하였다. 최초의 판매가격은 1억 5천만 원이었으나, 이후 8,500만 원으로 가격이 하락하였다. 현대자동차에 선두를 빼앗긴 토요타는 2014년에 세단형 Mirai를 출시하였으며, 약 7,300만 원의 가격으로 판매를 개시하였다. 2016년에는 혼다에서도 Clarity Fuel Cell을 판매 개시하였으며, 이는 외부로 전력을 공급할 수 있는 포트를 구비하고 있다.

현대자동차는 토요타의 Mirai보다 우수한 차세대 수소전기차인 Nexo를 2018년에 발표하였으며, 이는 성능, 품질, 가격에서 토요타의 Mirai를 능가하고 있다. 구체적으로는 수소 완충시 주행거리는 약 600 km이며, 판매 가격은 약 7,000만 원이다. 평창 동계올림픽 홍보와 우수한 차량 성능에 힘입어 2018년에 정부가 수소전기차 240대 보급을 위해 책정한 보조금은 3월에 이미 소진되었다.

한국과 일본을 제외하면 유럽의 자동차 회사들이 수소전기차 개발을 추진하고 있으며, 메르세데스-벤츠는 B-Class F-Cell에 이어 신모델인 GLC F-Cell을 2017년에 발표하였다. 이는 13.8 kWh의 대용량 리튬이온배터리를 탑재한 Plug-in 수소전기차이며, 준양산 체제에 돌입하여 유럽 내 판매 중이다. 그 외에도 BMW, 볼크스바겐/아우디 등이 수소전기차를 개발하고 있으나, 아직까지 구체적인

인 상용제품은 출시되지 않고 있다. 미국에서는 GM이 수소전기차 Equinox 시리즈를 개발하고 있으나, 2020년이나 상용화될 것으로 예상된다. 중국은 최근 Dongfeng Motor, SAIC Motor, FOTON, Great Wall Motor 등 다수의 회사에서 활발하게 수소전기차 개발 및 상용화를 추진하고 있으며, 중국 정부도 강력하게 지원하고 있어 조만간 가시적인 성과가 있을 것으로 예상된다[7,8].

현대자동차는 이번 평창 동계올림픽에서 차세대 수소전기버스를 선보였으며, 조만간 상용화를 개시할 예정이다. 한편 울산을 비롯한 여러 지자체에서는 수소전기버스를 노선버스로 운행할 계획을 세우고 있다.

일반 수소충전소는 구축을 하여도 수소전기차가 부족하여 가동률이 낮은 반면에, 수소전기버스를 노선버스 등에 활용하게 되면 버스 차고지에 수소충전소를 건설할 수 있고, 가동률을 100% 수준으로 높일 수 있는 장점이 있다. 이를 통해 수소충전소 보급 촉진을 도모할 수 있으나, 아직은 수소전기버스의 가격이 한 대당 10억 원 수준으로 낮아 양산을 통한 가격 저감이 필요하며, 적어도 5억 원 이하의 가격이 되어야 할 것이다(Table 4).

6. 수소충전소 운영비

상용 규모인 300 Nm³/h급 off-site 수소충전소를 건설하여 운영할 경우의 연간 운영비는 약 3.25억 원이 소요되며, 그 세부내역은 아래와 같다.

- 인건비: 6,000만 원(인건비: 안전관리책임자 1인 4천만 원 + 충전원 1인 2천만 원)
- 전기세 비용: 16,200만 원(칠러: 5 kWh/kg, 압축기: 3.3 kWh/kg 등)
[10% 가동 시 1,620만 원, 50% 가동 시 8,100만 원]
- 유지보수비: 3,000만 원(장비 수리비 및 노후 장비 교체비용)
- 고압가스 품질검사: 400만 원(100만 원 × 4회)
- 연간 도로점용료: 500만 원(부지 공시지가의 5% 가정, 10만 원/m², 1,000 m²)

- 카드수수료: 5,400만 원(3%, 10,000원/kg)
[10% 가동 시 540만 원, 50% 가동 시 2,700만 원]
- 기타: 1,000만 원(공과금, 교육훈련비, 물품 구입비, 경비용역비 등)

정부보조금을 제외한 본인 투자금 15억 원, 할인율 10%, 회수기간 15년을 가정하면, 연간수익 2억 원이 손익분기점이 된다. 수소충전소가 100% 가동할 경우에는 판매마진 3,000원/kg으로 유지 가능하며, 초기에 가동률이 10%로 낮을 경우에는 판매마진이 3,000원/kg이라면 운영비 보조금을 연간 2.8억 원 지원하여야 적자를 면할 수 있다[10]. 또한 개질형 on-site 수소충전소의 경우에도 초기에는 운영비 보조금을 받지 못하면 적자를 면하기 어렵다. 즉, 현재는 정부가 수소충전소 건설 시에만 보조금을 지급하는데, 수소충전소 보급 활성화를 위해서는 초기의 손실을 보전할 수 있도록 운영비 보조금을 지급할 필요가 있다.

7. 해외 수소전기차 및 충전소 보급 현황

2018년 2월말 기준으로 전 세계 328개의 수소충전소 중 일반인이 충전가능한 소매충전소는 227개소가 운영 중이며, 주요 국가의 수소전기차 및 수소충전소 보급 현황 및 계획은 Table 5와 같다.

7.1. 일본

일본은 2014년 정부에서 수소사회 실현을 선언한 바 있으며, 2020년까지 수소사회 진입을 목표로 하고 있다. 이를 위한 3단계 로드맵을 발표하였는데, 1단계는 2015~20년으로 수소이용 대폭 확대, 2단계는 2020~30년으로 대규모 수소공급시스템 확립, 3단계는 2030~40년으로 CO₂ free 수소공급시스템 확립을 목표로 하고 있다. 1단계의 핵심은 수소전기차 및 수소충전소 구축이며, 수소충전소 설치비의 50% 및 수소충전소 운영비의 50%를 국가가 지원하고 있다.

수소충전소 보급을 위해 일본 내의 에너지 회사, 자동차 회사, 플랜트 엔지니어링 회사, 수소 스테이션 운영 회사 등이 HySUT를 발족시켜 공동

Table 5. 주요 국가의 수소전기차 및 수소충전소 보급 현황 및 계획[11]

구분	2018. 2.		2025		2030	
	수소전기차	수소충전소	수소전기차	수소충전소	수소전기차	수소충전소
미국	3,700여 대	40기	3~6만 대('23)	123개소('23)	-	-
유럽	독일	139기	65만 대	400개소	180만 대	1,000기
	영국		28만 대	300개소	160만 대	1,000기
일본	2,300여 대	92기	20만 대	320개소	80만 대	-
중국	1,135대	12기	5만 대	300개소	100만 대	1,000기
한국	187대	9기	10만 대	210개소	63만 대	520기

으로 활동하고 있다.

특히 2020년 동경올림픽까지 수소충전소 35기, 수소전기차 6,000대, 수소전기버스 100대 이상을 보급하고자 하며, 또한 선수촌의 전력을 연료전지로 공급할 예정이다[11].

7.2. 미국

미국은 H2USA 등을 중심으로 수소전기차 보급 및 수소충전소 구축을 지원하고 있다. 캘리포니아주는 2050년까지 27%의 친환경차를 보급하고자 하며, 수소충전소 구축에 2023년까지 2,000억 원을 지원할 계획이다. 수소충전소 설치비용의 70~90%를 지원하고, 수소충전소 가동률이 70%에 도달할 때까지 운영비의 60~100%를 지원하고 있다. FirstElement Fuel사는 캘리포니아에 33기의 상용 수소충전소를 운영하고 있으며, 높은 가동률을 유지하고 있다.

7.3. 유럽

유럽은 FCH JU (Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking)을 중심으로 수소전기차 및 수소충전소 보급이 진행 중이다. 독일이 가장 적극적인데 수소충전소 설치비와 운영비를 각각 50% 지원하고 있으며, 현재 약 45개의 소매 수소충전소를 운영 중이다. 유럽 각국은 H2Mobility (독일), UK H2Mobility (영국), H2Mobility France (프랑스) 등을 구성하여 수소충전소를 보급하고 있으며, 유럽 차원에서는 H2ME (Mobility Europe)를 구성하여 유럽 전체를 연결하는 수소충전소 네트워크를

구축하고 있다. 2017년부터는 JIVE 프로젝트를 통해 유럽 5개국 9개 도시를 연결하는 수소전기버스 실증을 시작하였다[12].

7.4. 중국

중국은 중국 정부는 2015년 4월 ‘2016-2020년 신에너지차량확대보급사용’ 관련 발표를 통해 전기차, 플러그인하이브리드차는 단계적으로 보조금을 축소하는 반면 수소전기차에 대한 보조금은 유지하는 계획을 밝혔다. 2020년까지 수소전기차는 20만위안, 수소전기 미니버스/트럭은 30만위안, 수소전기버스는 50만위안의 보조금을 지급할 예정이며[11], 수소충전소 설치비의 60%를 지원하고 있다. 수소전기차는 2016년부터 판매를 개시하였으며, 중국의 6개 자동차 회사가 수소전기차 실증을 진행 중이다. 한편 Yutong사는 캐나다 발라드사와 합작하여 연 5,000대 규모의 수소전기버스 생산라인을 구축하였다.

8. 수소충전소 보급을 위한 제언

수소전기차 보급과 수소충전소 인프라 구축은 병행해서 진행되어야 하며, 수소전기차는 양산을 통한 가격 저감 및 기술 개발을 통한 내구성 향상이 중요하다. 수소충전소는 초기에는 가동률이 낮아 운영비를 감당할 수 없으며, 이 단계를 극복하여 수익이 발생하는 정상가동률에 도달하는 과정을 버틸 수 있도록 정부의 적절한 운영비 보조가 반드시 필요하다.

수소전기차와 수소충전소의 보급은 가동률을 고려하여 균형을 맞추는 것이 중요하며, 고속도로 휴게소나 지자체 내의 수소충전 인프라 구축 등의 지리적 안배를 고려한 수소충전소 보급을 제외하면, 수소전기차 보급량을 늘리는 것에 주력하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 이 단계를 지나면 수소충전 수요에 따라 경제성을 고려하여 적절한 장소에 수소충전소 구축이 자연스럽게 진행될 것이다.

수소전기차와 전기차가 각각 100만 대 보급된 상황을 가정해 보면, 수소전기차는 이미 시장이 형성되고, 충분한 수소충전소가 구축되어 있으므로 시장이 자율적으로 성장하는 단계에 도달하여 정부의 지원이 거의 필요 없는 상황이 될 것이다. 전기차의 경우에는 전력 소모로 인한 추가 전력 공급방안 확보, 충전소 설치를 위한 전력인프라 개선 등 지속적인 정부의 지원이 필요할 것으로 예상된다. 따라서 수소충전소의 경우는 수소전기차의 보급과 함께 초기에 대폭적인 지원을 하고, 장기적으로는 지원을 축소하는 것이 바람직하고, 전기충전 인프라의 경우에는 꾸준한 지원이 필요할 것이다.

9. 결 론

수소전기차는 먼 미래의 기술이 아니라 현재 우리가 보유하고 있는 기술이며, 국제적으로 경쟁력을 가지고 있다. 장기적으로 기술향상 및 양산을 통해 수소전기차의 가격은 5천만 원 이하로 낮아질 것이며, 연료전지 스택의 수명은 20년 이상이 될 것이다. 수소전기차의 보급 촉진을 위해서는 수소충전소 인프라 구축이 반드시 필요하며, 이를 위해서는 초기 단계에서 정부의 대폭적인 지원이 매우 중요하다.

참 고 문 헌

1. Ministry of Trade, Industry and Energy, Ministry of Environment, Ministry of Land,

- Infrastructure and Transport, Ministry of Strategy and Finance, and Ministry of the Interior and Safety, The 3rd Environment-Friendly Vehicle Development and Deployment Plan, Korea (2015).
2. Korea Hydrogen Industry Association, <http://www.h2.or.kr> (2018).
3. Hyundai Motor Co., <https://www.hyundai.com/kr/ko/vehicles/nexo/price> (2018).
4. J. W. Seo (Ministry of Land, Infrastructure and Transport), Strategies for the Deployment of Charging Infrastructure near Roadside for Environment-Friendly Vehicle, Symposium on Strategy for Entering Hydrogen Society through Linkage between Government and Local Governments, May 2, Incheon, Korea (2018).
5. J. N. Park, Report: The Deployment of Hydrogen Refueling Infrastructure, Daegu, Korea (2017).
6. 2017 The Future Perspectives of Hydrogen Fuel Related Market in Japan, Fuji Keizei, Tokyo, Japan (2017).
7. T. Brunner, Pathway to Competitive Hydrogen mobility, International Hydrogen Energy Forum 2018, Feb. 6, Seoul (2018).
8. J. Wang, Overview of Fuel Cell Vehicle Development in china, Energy Conversion and Hydrogen Energy for Earth Environment Preservation, Feb. 8, Seoul, Korea (2018).
9. J. N. Park, Panel Discussion, Policy Seminar for the Implementation Hydrogen Electric Bus in Public Transportation, Apr. 12, Seoul, Korea (2018).
10. J. N. Park, The Analysis of Operation cost for Hydrogen Station, The Korean Hydrogen & New Energy Society Spring Meeting, May 2-4, Incheon, Korea (2018).
11. Global Strategy Division, Supply Hydrogen

from Fukushima to the 2020 Tokyo Olympics, Weekly Brief Issues of Energy, Korea Energy Agency, 132, 6-7, Korea (2016).

12. D. H. Lee, The Status of Hydrogen Station Technology and Deployment, 2018 Hydrogen and Fuel Cell Forum, Apr. 5, Daegu, Korea (2018).

저자소개



박진남

1985~1989 서울대학교 공업화학과 학사
 1989~1991 서울대학교 공업화학과 석사
 1991~1996 서울대학교 공업화학과 박사
 1996~1998 한화에너지 연구원
 1998~2000 한국화학기술연구원 위촉연구원
 2000~2001 University of Waterloo Post-doc
 2001~2010 LG화학기술연구원 부장
 2010~현재 경일대학교 신재생에너지학부
 부교수

