



수소전기차 보급 확대를 위한 수소 인프라 구축동향 및 시사점

이승훈 수소융합얼라이언스추진단 본부장 prooflee@h2korea.or.kr

1. 서론

수소와 에너지는 오랜 역사를 공유하고 있다. 1800년대 공학자들은 수전해 기술과 연료전지를 처음으로 시연하였다. 또한, 수소는 200년 전 최초의 내연기관에 연료로 사용되었다. 18세기와 19세기에는 열기구와 비행선에 사용되었으며, 1960년대에는 인류를 달로 보내는 데 활용되었다. 암모니아 비료에 있는 수소는 세계의 인구를 먹여 살리는 데 일조하였으며, 20세기 중반 이후로 수소는 정유산업에서 에너지 산업의 필수적인 요소가 되었다.

이러한 수소가 이제는 온실가스 감축과 에너지 전환에 유일한 대안으로 떠오르고 있으며, 그 첫 상용제품으로 수소전기차가 현재 보급되고 있다. 수소전기차는 전세계적으로 약 16,000여대가 보급되었고, 그 수요는 급속히 증가할 것으로 예측되고 있다. 특히, 수소전기차는 트럭, 버스 등 상용차 부분에서 배터리 전기차에 비해 기술적, 경제적 우위를 점하고 있으며, 보급을 확대하기 위해서는 수소생산부터 저장, 이송 및 활용까지 전 산업이 인프라를 새로 확보해야하는 과제를 안고 있다.

수소전기차의 기술개발 및 상용화도 매우 중요하지만, 보급을 확대하기 위해서는 인프라 구축이 선결과제이다. 수소 인프라는 수소생산, 수소이송 및 저장, 수소충전 등 크게 3가지 분야로 나눌 수 있다. 이러한 기술 중 국내 기술 확보 및 국산화 정도는 아주 미미한 수준이다. 특히 수소를 어떻게 확보할 것인가, 수소를 어떠한 방법으로 이송할 것인가, 수소충전소를 얼마나 빨리 구축할 것인가가 현재의 해결과제로 남아있다.

이에, 본고는 수소전기차 보급을 위한 수소인프라의 현재 문제점 및 해결방향에 대하여 제시하고자 한다. 본고의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 국내외 수소정책 및 수소차 보급현황을 살펴보고, 3장에서는 수소전기차 보급 관련 문제점에 대하여, 4장에서는 수소공급 모델 다변화에 대해, 5장에서는 시사점 및 추진방향을 제시하였다.

2. 국내외 수소정책 및 수소차 보급 현황

가. 주요국의 수소 R&D 투자현황



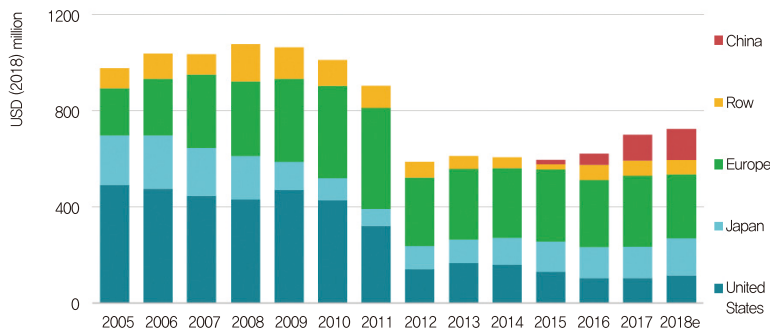
이슈와 시선

수소전기차 보급 확대를 위한 수소 인프라 구축동향 및 시사점

수소분야는 전 세계적으로 2000년대 초반부터 본격적인 투자가 진행되었으며, 2012년 이후 투자가 확대되고 있는 상태이다. 특히 일본과 유럽은 꾸준히 투자를 유지하고 있으며, 특이점은 중국이 2015년 이후 그

투자금액이 증가하고 있는 상태이다. 우리나라의 경우 아직 수소 R&D 예산이 일본의 1/10 수준을 유지하고 있다. 중국의 경우 2017년부터 국내 투자규모를 앞선 상태이다.

[그림 1] 전세계 수소연료전지 R&D 예산추이



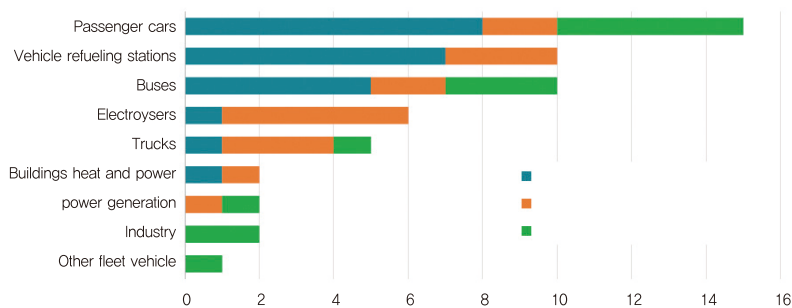
자료: IEA(2019,6)

나. 세계 각국의 수소분야 정책 현황

현재, 수소기술에 대한 투자를 직접적으로 지원하는 정책을 갖춘 국가의 수가 증가하고 있으며, 각 국가들

이 목표로 하는 산업 분야의 개수 또한 증가하고 있다. 2019년 중반까지 전 세계적으로 목표설정, 과제시행, 정책우대 등으로 수소분야를 국가가 지원한 경우는 약 50회로 자동차 부분이 가장 많은 횟수를 차지하고 있다.

[그림 2] 수소산업 분야별 각국의 지원정책 분석자료



자료: IEA(2019,6)



특히, G20과 EU 국가 중 11개 국가는 인센티브 정책으로 수소산업을 지원하고 있으며, 9개국은 수소에 너지에 대한 국가차원의 로드맵을 보유하고 있다.

다. 전세계 수소차 보급 및 인프라 구축 현황

'18년까지 수소전기차 전세계 보급은 미국이 1위, 일본이 2위를 차지하고 있었다. 그러나 '19년 1월 우리

나라의 “수소경제활성화로드맵”이 발표되면서, 정부의 수소전기차 보급과 충전소 구축 속도가 가속화 되었으며, '19년에는 추경에 수소전기차 보조금이 추가 되면서, 보급목표가 5,467대로 상향되었다.

〈표 1〉의 현대차 국내 및 수출 통계를 보면, '19년 12월 기준 국내에 5,083대의 수소전기차를 보급하였으며, 약 1,600여대를 수출하였다.

〈표 1〉 2019년 국내 수소전기차 보급 현황

(단위: 대)

구 분	'13	'14	'15	'16	'17	'18		'19.12월	총 계
							누적		
소 계	27	120	256	236	240	950	1,829	4,886	6,715
내 수	-	-	29	58	83	723	893	4,190	5,083
수 출	27	120	227	178	157	227	936	696	1,632

자료: 수소융합얼라이언스추진단, 2020.1 (국토교통부 자동차 등록현황 기준, KAMA 통계활용)

'19년 10월 기준 전세계 수소전기차 보급량은 4,133대로 일본을 제치고 한국이 수소전기차 보급량 2위를 차지하였다. '20년 정부의 수소전기차 보급목표

는 10,280대로 '20년 하반기에는 미국을 넘어 전세계 수소전기차 보급 1위를 차지할 것으로 예상된다.

〈표 2〉 2019년 전세계 수소전기차 보급현황

(단위: 대)

구분	'15	'16	'17	'18		'19.10월	총 계
					누적		
한국	41	80	61	744	926	3,207	4,133
미국	108	1,042	2,298	2,368	5,816	1,798	7,614
일본	411	1,055	849	575	2,890	596	3,486
유럽(EU)	13	32	78	157	280	397	677
기타		10	17	60	87	128	215
합계	573	2,219	3,303	3,904	9,999	6,126	16,125

자료: 2019.10, 글로벌자동차플랫폼 자료 준용



이슈와 시선

수소전기차 보급 확대를 위한 수소 인프라 구축동향 및 시사점

2. 국내 수소전기차 보급 문제점

정부의 '19년 수소전기차 보급 목표는 5,476대 이었다. 통계에서 보듯이 정부가 이 목표를 달성하지 못한 이유는 두 가지로 들 수 있다. 첫 번째는 수소충전소의 부족이다. 수소충전소의 경우 '19년 12월 기준 일반인이 충전할 수 있는 국내 수소충전소는 26개소로 전국의 보급량 대비 수소충전소 부족이 가장 큰 원인이다. 특히, 수소충전소의 경우, 수소전기차 보급 증가에 따라 수소 충전 횟수가 증가하면서 그나마 운영 중인 수소충전소의 고장 횟수가 증가하면서, 민원이 증가하고 있는 상태이다. 수소차가 많이 보급되어 있는 국가를 기준으로 보면, 일본의 경우 현재 112기의 수소충전소를 운영하고 있으며, 미국의 경우 76기의 수소충전소가 운영되고 있다. 이 통계를 보면, 우리나라가 수소차 보급량이 일본을 추월했지만, 수소충전소의 경우, 일본이 우리나라의 4.3배에 달한다. 결국 수소충전소의 보급 속도가 수소전기차의 보급 속도를 결정지을 가능성이 높다는 것이다. 또한 수소를 대용량으로 소비하는 버스의 보급이 확대되면서 도심지 대용량 충전소의 필요성이 높아지고 있다. 특히 '22년 자동차 부분의 수

소소비량을 보면, 수소전기차 6.5만대가 약 1만톤의 수소를 소비하는 반면, 수소버스 2천대가 소비하는 수소는 약 1.9만톤으로 대용량 충전인프라의 구축이 시급한 상태이다.

두 번째로 지난 5월 발생한 강릉수소사고를 계기로 수소충전소 건설에 대한 민원이 발생하고 있다. 또한 수소전기차 구입의사를 가진 희망자들을 망설이게 하고 있는 것이다.

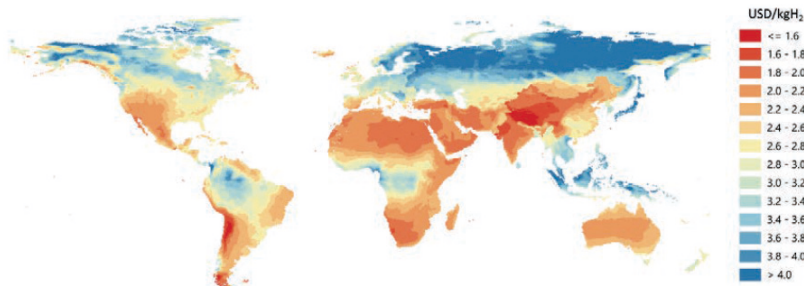
3. 수소공급 모델 다변화

수소전기차를 보급하기 위해서는 수소를 공급하는 인프라가 매우 중요하다. 수소생산부터 이송, 저장, 충전소 건설 등 수소산업 생태계가 원활히 구축되어야 수소전기차 보급이 확대될 수 있을 것이다.

수소를 어떻게 생산할 것인지, 수소를 어떠한 방식으로 운반할 것인지, 얼마나 필요한지 등이 종합적으로 고려된 상태에서 인프라를 구축하고, 수소전기차를 보급하여야 할 것이다.

이러한 인프라의 구축은 정부의 역할이 크다. 올해

[그림 3] 전세계 태양광과 풍력 연계 수소생산비용 지도



자료: IEA(2019, 6)



1월 9일 “수소산업 육성 및 안전관리법”이 국회 본회의를 통과하였다. 세계에서 최초로 “수소법”이 국내에서 제정된 것이다. 정부는 수소법을 근간으로 인프라 구축을 위해 투자할 수 있는 법적 근거를 확보한 상태이다. 현재 정부는 인프라 구축을 위해 수소버스 공급을 위해 “분산형 수소생산기지” 사업을 ‘19년부터 추진하고 있으며, 올해에도 5개 지역에 생산기지를 선정한 후 건설할 예정이다. 또한, 도심지 주변의 수소생산 거점이 될 수 있는 “거점형 수소생산기지”를 구축할 예정이다. 그리고 중·장기적으로 액화수소충전소의 건

설, 수소의 국외 수입 등도 검토되고 있다.

또한 수소를 이산화탄소 배출 없이 생산하는 그린수소의 생산에 대해 세계 각국에서 검토하고 있다. [그림 3]과 같이 IEA에서는 재생에너지와 연계한 수소생산비용을 분석하고 있으며, 이는 미래 수소가 저렴하게 생산되는 지역에서 수요가 있는 곳으로 국제수소거래가 이루어질 것이라는 예측하고 있기 때문이다.

이렇게 수소가 국제적인 거래가 이루어진다면, 어떠한 방식으로 이송하는 것이 경제적일까? 지금 현재 수소를 장거리, 대용량 이송을 위해서 3가지로 이송방법(액

〈표 3〉 수소 Carrier 방법별 특징

		Liquid hydrogen	Ammonia	LOHC (MCH)
Process and technology maturity*	Conversion	Small scale: High Large scale: Low	High	Medium
	Tank storage	High	High	High
	Transport	Ship: Low Pipeline: High Truck: High	Ship: High Pipeline: High Truck: High	Ship: High Pipeline: High Truck: High
	Reconversion	High	Medium	Medium
	Supply chain integration	Medium/high	High	Medium
Hazards**		Flammable; no smell or flame visibility	Flammable; acute toxicity; precursor to air pollution; corrosive	Toluene: flammable; moderate toxicity. Other LOHCs can be safer.
Conversion and reconversion energy required***		Current: 25–35% Potential: 18%	Conversion: 7–18% Reconversion: < 20%	Current: 35–40% Potential: 25%
Technology improvements and scale-up needs		Production plant efficiency; boil-off management	Integration with flexible electrolyzers; improved conversion efficiency; H ₂ purification	Utilisation of conversion heat; reconversion efficiency
Selected organisations developing supply chain		HySTRA; CSIRO; Fortescue Metals Group; Air Liquide	Green Ammonia consortium; IHI Corporation; US Department of Energy	AHEAD; Chiyoda; Hydrogenious; Framatome; Clariant
* High = proven and commercial; Medium = prototype demonstrated; Low = validated or under development; Small scale = < 5 tonnes per day; Large scale = > 100 tonnes per day.				
** Toxicity criteria based on inhalation.				
*** Given as a percentage of lower heating value of hydrogen; values are for hydrogen that could be used in fuel cells; lower-purity hydrogen would require less energy.				

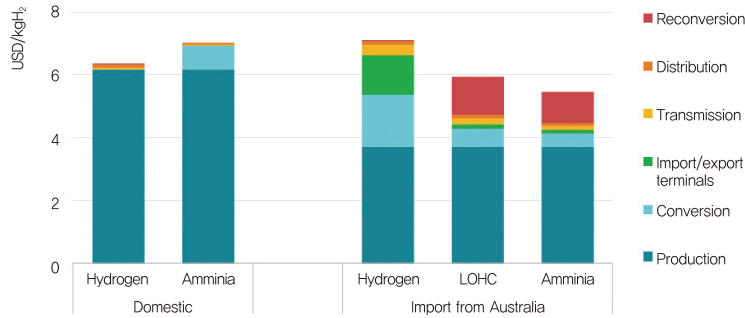
자료: IEA(2019, 6)



이슈와 시선

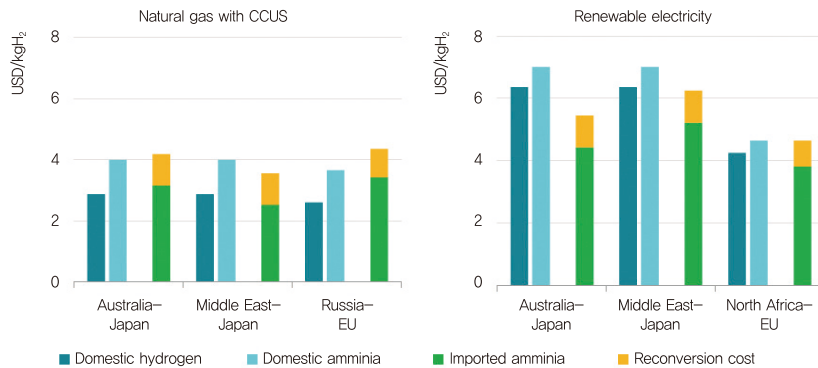
수소전기차 보급 확대를 위한 수소 인프라 구축동향 및 시사점

[그림 4] 2030년 호주에서 일본까지의 운송비용 분석



자료: IEA(2019,6)

[그림 5] 2030년 국제 수소 생산/운송 비용 분석



자료: IEA(2019,6)

화수소, 암모니아, LOHC(MCH))이 검토되고 있으며, 호주의 경우 [그림 4], [그림 5]와 같이 2030년 호주를 중심으로 국외 수소수송에 대한 분석결과를 발표하였다. 또한 수소를 이산화탄소 배출 없이 생산하는 그린수소의 생산에 대해 세계 각국에서 검토하고 있다. [그림 3]과 같이 IEA에서는 재생에너지와 연계한 수소생산비용을 분석하고 있으며, 이는 미래 수소가 저렴하게 생산되는 지역에서 수요가 있는 곳으로 국제수소거래가 이

루어질 것이라는 예측하고 있기 때문이다.

이렇게 수소가 국제적인 거래가 이루어진다면, 어떠한 방식으로 이송하는 것이 경제적인가? 지금 현재 수소를 장거리, 대용량 이송을 위해서 3가지로 이송방법(액화수소, 암모니아, LOHC(MCH))이 검토되고 있으며, 호주의 경우 [그림 4], [그림 5]와 같이 2030년 호주를 중심으로 국외 수소수송에 대한 분석결과를 발표하였다.



4. 시사점 및 추진방향

위의 설명과 같이 수소전기차의 보급을 확대하기 위해서는 단기적으로 현재 문제점으로 나타난 국민 수용성 문제, 수소충전소 인프라 확보 문제 등을 먼저 해결하여야 한다. 국민 수용성 향상을 위해서는 안전에 대한 홍보를 보다 체계적으로 강화해야 할 것이고, 기술에 대한 확신을 주기 위한 홍보 전략을 수립하여야 한다.

수소충전소 인프라 구축을 위해서는 민간의 참여율을 높일 수 있는 방안을 찾아야 한다. 현재 수소충전소의 운영은 현재 적자운영이 불가피하며, 이를 보존해 줄 수 있는 정책지원 및 비즈니스 모델을 찾는 것이 선결과제이다.

도심지 대용량 수소충전소를 확보하기 위해서는 대용량 고압 튜브트레일러의 국내보급 추진, 국내 액화수소 플랜트 건설을 통한 대용량 저장 및 충전이 가능한 도심지 액화수소충전소 건설, 국내 대용량 수소생산기지 확보 및 운영 등이 필요한 상태이다.

이러한 모든 문제를 정부가 단독으로 지원할 수는 없다. 수소전기차 및 수소인프라 관련 기업들이 모두 힘을 모아 민·관 공동으로 대처해야만 해결할 수 있는 문제들이다.

중·장기적으로는 국제 수소시장의 확대와 국외 수소수입을 위한 세부적인 기술적 검토, 수소에너지 확보를 위한 국제협력에 비중을 두고 단계적으로 실현방안을 찾아야 할 때라고 판단된다.

마지막으로 정부는 올해 제정된 “수소산업 육성 및 안전관리법”을 기반으로 인프라 구축을 위한 제도적인 지원방안인 “수소산업 기본계획”을 보다 세부적으로 작성하여야 하며, 미국, 일본, 유럽에 뒤쳐진 수소충전소 등 인프라 구축을 얼마나 적은 시간 안에 확보할 수 있는 가가 수소전기차의 보급량을 결정할 것이다. 나

아가 에너지 전환, 온실가스 감축 문제와 맞물려 새롭게 열리는 친환경 자동차 산업에 대해 우리나라가 주도권을 가지고 갈 것인가가 결정될 것이라 예상된다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

- 수소융합얼라이언스추진단 통계, 2020.1
- 국토부 자동차 등록현황 통계(매월), 2020.1
- 한국자동차산업협회 발표자료, 2020.1

〈외국 문헌〉

- IEA, The future of hydrogen, 2019.6