

## 한국 수소 충전소 건설의 경제성 분석

강병우<sup>1</sup> · 김태현<sup>2</sup> · 이택홍<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>호서대학교 그린에너지공학과, <sup>2</sup>호서대학교 화학공학과

## Analysis of Costs for a Hydrogen Refueling Station in Korea

BYOUNGWOONG KANG<sup>1</sup>, TAEHYUN KIM<sup>2</sup>, TAECKHONG LEE<sup>2†</sup>

<sup>1</sup>Department of Green Energy Engineering, Hoseo Univ. 20, Hoseo-ro 79beon-gil,  
Asan-si, Chungcheongnam-do, 31499, KOREA

<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, Hoseo Univ. 20, Hoseo-ro 79beon-gil,  
Asan-si, Chungcheongnam-do, 31499, KOREA

**Abstract** >> As the hydrogen era comes near future, hydrogen fuel cell vehicles are core of hydrogen economy. Until now, Korea has 17 hydrogen refueling stations but 9 hydrogen refueling stations have been retired already and 8 hydrogen refueling stations are still running. With a limited number of hydrogen refueling stations, it is very difficult to get scientific data for the economy of hydrogen refueling stations in Korea. Thus, based on NREL(National Renewable Energy Laboratory) study, we analyzed most recent data for the construction of hydrogen refueling stations in one specific site in Korea. The cost comparison data between Korea and USA shows 14% difference, saying higher costs of Korea. Korea looks 5 years delay compared to USA. This data will be an important tool for the investment from every industrial parties.

**Key words** : Hydrogen refueling station(수소 충전소), Hydrogen Economy(수소 경제), Construction costs(건설 단가), Hydrogen Station Cost Calculation (통합예측모델), Economy analysis(경제성 분석)

### Subscripts

GH2 : Gaseous hydrogen  
LH2 : Liquid hydrogen  
EL : Electrolysis  
SMR : Steam methane reformer  
H2A : Hydrogen Analysis (model)  
HSCC : Hydrogen Station Cost Calculation  
SOTA : State-of-the-Art

EC : Early Commercial  
DOE : U.S. Department of Energy  
NREL : National Renewable Energy Laboratory  
CSD : Compressor, Storage Tank, Dispenser

## 1. 서 론

### 1.1 수소 충전소 개요

수소 에너지는 에너지 안보, 환경, 경제적 효과 측면에서 많은 장점이 있어 세계적으로 주목받고 있다. 수소 에너지는 환경 오염문제와 에너지 자원의 지역

<sup>†</sup>Corresponding author : taecklee@hoseo.edu

Received: 2016.6.10 in revised form: 2016.6.29 Accepted: 2016.6.30

Copyright © 2016 KHNES

적인 편중으로 인한 수급불안 문제를 동시에 해결할 수 있다는 가능성 때문에, 1973년 1차 석유위기를 겪은 이후 “지속가능한 수소경제사회”에 대한 논의가 시작되었다. 특히, 21세기 들어 화석연료 고갈과 지구환경 문제가 심각한 문제로 대두됨에 따라 미국, 유럽, 일본, 한국을 중심으로 나라별로 로드맵을 세우고 수소 경제 진입을 위해 노력을 기울이고 있다. 주요 국가와 관련 업체에서는 2030년 이후를 수소경제의 도래시기로 보고 본격적으로 대비하고 있다<sup>1)</sup>. 하나의 에너지가 경제 시대를 온전히 뒷받침하기 위해서는 생산-저장-소비의 순환을 적절하게 이룰 수 있어야 한다. 현재까지는 석유가 이 에너지 순환의 매개체 역할을 해왔고 이는 지금까지 석유 경제 시대를 이루는 근간이 되었다. 그런데 앞으로는 수소가 생산-저장-소비의 에너지 순환을 대체할 에너지원으로 주목 받고 있다. 수소 에너지는 현재의 에너지 시스템에서 사용되는 거의 모든 분야에서 이용될 수 있다. 수소 에너지는 그 소비 과정에서 환경오염의 문제를 야기시키지 않을 뿐 아니라 기존의 화석연료 에너지 시스템에 대체하여 사용할 수 있는 가장 적합한 에너지로서의 특성을 갖고 있다<sup>2)</sup>. 수소 생산에서 화석 연료를 사용한다는 지적이 있지만 태양광이나 풍력과 같은 신재생에너지원으로부터 수소를 생산하는 기술이 꾸준히 개발되고 검토되고 있다.

전 세계적으로 연간 생산되는 수소는 연간 3,800백만톤으로 추정된다. 각각 북미 2,100백만톤, 유럽 660백만톤, 기타 640백만톤, 일본 180백만톤, 한국 130백만톤으로 추산하고 있다<sup>3)</sup>. 전 세계의 수소 시장 규모는 산업용 유통량만으로도 총 \$208억이며 자체 소비량 \$230억 포함하면 \$438억으로 추산된다. 국내의 수소 생산 시장 규모는 6,000억원 정도로 알려져 있다. 수소 생산 시장은 지속적으로 성장할 것으로 보고되고 있다. 리서치앤마켓에서는 2014년 9월 보고서에서 연평균 성장률이 5.9% 라는 가정 하에 2019년에는 수소 생산 시장이 \$1,382억에 이를 것

이라고 추산하였다<sup>4)</sup>. 수소 생산이 지속적으로 증가하는 이유는 전 세계적으로 환경 관련 기준이 엄격해지면서 환경 친화적인 연료에 대한 수요가 상승하였고 산업발전과 인구 증가 등으로 인해 세계의 에너지 수요 자체가 빠르게 증가하고 있기 때문인 것으로 분석되고 있다.

수소 생산의 증가와 더불어 수소 자동차와 수소 충전소의 보급도 본격적으로 이루어지고 있다. 미국 시장조사기관 ‘내비건트 리서치’에 따르면 수소 자동차 시장은 2020년경 39만 대에 이를 것이며 세계 연료 전지 시장은 2023년 38조 6,000억 원으로 급성장할 것으로 예상하였다<sup>5)</sup>. 수소 자동차의 근간이 되는 수소 연료전지 시장이 확대됨에 따라 그 동안 실증 사업 형태로 추진되던 수소 충전소의 건설이 미국, 유럽, 일본, 한국을 중심으로 본격적으로 확대되고 있다. 2013년 11월 기준으로 세계에는 총 205개의 수소 충전소 준공되었고 133개의 충전소가 추가로 건설되고 있는 것으로 보고되었다<sup>6)</sup>.

미국의 경우 CaFCP (California Fuel Cell Partnership) 프로그램을 통하여 캘리포니아 지역에서만 수소 충전소 40개소가 설치 및 실증 중에 있다. 현재 실증 4단계로서 FCEV 승용 466대, 버스 21대를 실증하고 있다. 일본은 2020년 동경 올림픽과 함께 수소 사회로 진입하고자 수소 자동차 및 인프라 구축을 추진 중이다. NEDO의 WE-NET 프로젝트 및 JHFC 프로젝트를 중심으로 수소 제조, 저장, 공급 스테이션 실증에 관한 연구 개발을 실시하고 있다. 수소 충전소는 2015년까지 100개소 구축, 2020년까지 1,000개소, 2030년까지 3,000개소를 계획하고 있다. 수소 자동차의 경우 2020년까지 140만대, 2030년까지 530만대의 보급목표를 설정하였다<sup>7)</sup>. 최근 유럽연합은 2020년까지 1,000개소의 충전소와 50,000대의 연료전지차를 보급하는 것을 목표로 121억 유로를 투입할 계획을 수립한 바 있다<sup>8)</sup>. 대학, 산업계, 정부 등에서 CUTE, CEP, H2 Mobility 등의 다양한 수소 프로젝

**Table 1** Number of hydrogen refueling stations in the world, (2013.11)<sup>6)</sup>

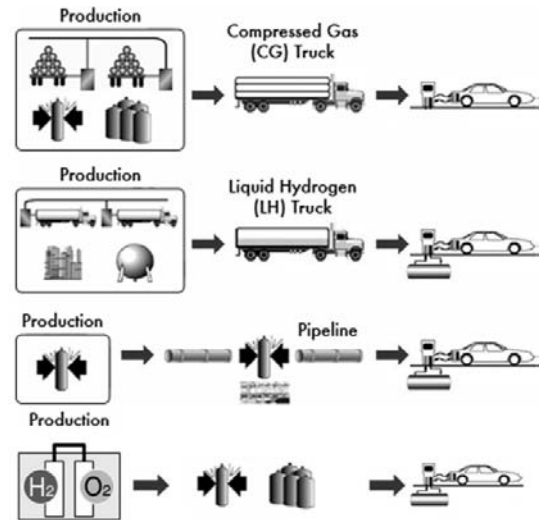
Nation	Program	# of Station (Operating / Retired / Construction)
USA	CaFCP (California Fuel Cell Partnership), HFCIT (Hydrogen Fuel Cells & Infrastructures Technologies),	67 / 42 / 50
EU	CUTE (Clean Urban Transportation for Europe), CEP, H2 Mobility	78 / 45 / 57
Japan	WE-NET (World Energy Network) JHFC (Japan Hydrogen Fuel Cell)	26 / 9 / 19
Canada	NRCAN (Natural Resources Canada), H2 Highway	6 / 11 / 1
etc		28 / 7 / 6
Total		205 / 114 / 133

트 들이 추진 중이다. 특히 독일의 경우 2020년 수소 자동차 15만대 및 충전소 379기를 구축하는 계획을 발표하였다<sup>9)</sup>.

국내의 경우 2015년 관계부처합동 “수소 자동차 보급 및 시장 활성화 계획”에 따르면 수소 자동차의 경우 2020년까지 9,000대, 2025년까지 1만대의 보급 목표를 세우고 있다. 이에 발맞춰 수소 충전소를 2020년까지 80개소, 2025년까지 210개소를 구축할 계획을 수립하였다<sup>10)</sup>.

## 1.2 수소 충전소 종류

수소 충전소는 수소 자동차의 연료가 되는 수소를 공급하는 인프라이다. 현재 국내에서 설치되고 실증되고 있는 수소 충전소는 대부분 수소 가스를 압축하여 전용 트레일러로 운송하는 방식이 운영되고 있다<sup>11)</sup>. 일반적으로 수소 충전소는 수소 제조 방식과 연료가 되는 수소의 운반 방식에 따라 복합적으로 나뉜다. 수소 충전소는 수소 제조방식에 따라 화석연료(천연가스, LPG, 나프타 등) 개질 방식, 물 전기분해 방식, 원자력을 이용한 수소 생산 방식, 태양광 및

**Fig. 1** Types of hydrogen products for hydrogen refueling stations

바이오매스 등의 신재생에너지원에서 수소를 제조하는 방식 등으로 구분된다. 또한 생산된 수소를 압축 수소, 액체 수소 등으로 저장하는 방식에 따라 구별될 수 있다. 액체 수소를 이용하는 방식은 LH2라 약칭하고 압축수소를 이용하는 방식은 GH2라 약칭한다. 또한 수소 스테이션 내에 수소제조설비가 포함되는지 여부에 따라 일체형(on-site형) 및 Off-site형으로 구분된다. 일체형 수소 스테이션의 설비는 수소 제조, 가압, 저장 및 충전기 등으로 구성된다. Off-site형 수소 충전소는 액체 상태의 수소 및 압축된 기체 상태의 수소를 외부공장에서 생산하여 전용 트럭 등으로 운반하여 수소를 공급 받는다. Fig. 1은 순서대로 GH2, LH2, SMR, EL 방식의 충전소의 흐름을 모식도로 나타내었다.

## 1.3 연구 방법

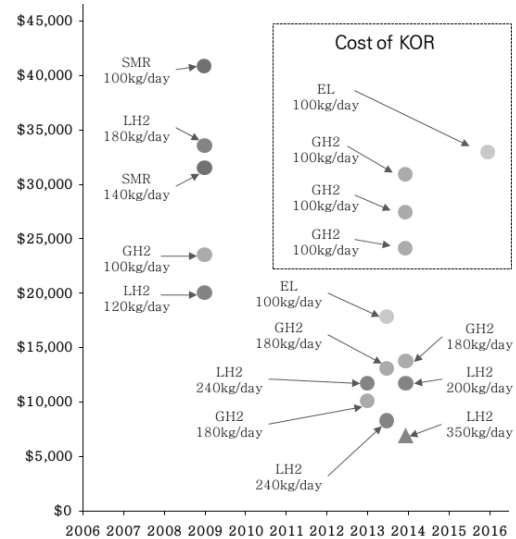
현재 국내에서는 정부 주도의 충전소 보급이 추진 중에 있다. 정부는 2050년까지 수소충전소 1,500개소의 보급을 목표로 추진 중에 있다. 그러나 본격적으로 수소 충전소의 보급이 활성화되기 위해서는 민

간 자본이 유치되어야 한다. 민간 자본을 유치하기 위해서는 투자를 판단하고 유도할 수 있도록 수소 충전소 경제성에 대한 정보 분석이 필요하다. 그런데 우리나라의 경우 현재까지 모두 17기의 충전소가 건설되었지만, 폐기되고 운영 중지된 곳이 많아 현재 8곳의 충전소가 운영 중이다. 절대적인 분석 수량이 부족하기 때문에 이를 가지고 경제성을 분석할 수는 없다. 따라서 이 논문에서는 미국의 DOE (Department of Energy) 산하 NREL (National Renewable Energy Laboratory) 에서 작성한 미국의 수소 충전소 경제성 분석 자료를 응용하였다. NREL에서 제시한 수소 충전소 건설 단가의 동향과 한국의 건설 단가를 비교하여, 국내 수소 충전소의 건설 단가의 변화를 분석하였다. 본 연구에서 사용한 데이터는 2014년 공급 용량 100 kg/day의 GH2 방식 수소 충전소 건설에 대해 4개 업체에서 제출한 견적을 사용하였다.

## 2. 수소 충전소 현황 및 적용

### 2.1 한국, 미국 수소 충전소 건설 단가 현황

Fig. 2는 2009년부터 2014년까지 미국과 한국의 수소 충전소 종류와 공급용량에 따른 건설 단가의 동향을 나타내었다. SMR(수증기 개질 방식), Electolysis (물전기분해 방식), GH2(압축 수소 운송 방식), LH2 (액화 수소 운송 방식) 의 네 가지 수소 충전소의 건설 단가를 나타냈으며 시간의 변화에 따른 건설 단가의 감소 동향을 볼 수 있다. 건설 단가의 감소폭에 가장 큰 영향을 주는 것은 수소 충전소의 공급용량 규모이다. Fig. 3에서 미국의 건설 단가와 한국의 건설 단가를 비교해 볼 때 2014년 공급 용량 100 kg/day의 GH2 방식의 국내 수소 충전소 건설단가는 미국의 2009년 공급 용량 100 kg/day의 GH2 충전소의 건설단가와 유사하다. 건설 비용 측면에서 볼 때 한국은 미국에 대비하여 5년 정도의 시차를 가지고 가격이 수렴하는 것으로 판단된다.



LH2: LH2 Truck Delivery  
GH2: GH2 Truck Delivery  
EL : Onsite Electrolysis

Fig. 2 Cost per capacity in recent years<sup>12)</sup>

Table 2 Summary by cost reduction as time change<sup>13)</sup>

Station Type	State-of-the-Art	Commercial Stations		
	SOTA	EC	MS	LS
Time Frame	2009-2014	2015 <	2016 <	2017 <
Capacity (kg/day)	160	450	600	1500
Cost (\$/kg/day)	16,570	6,220	5,150	3,370
Reduction from SOTA	0%	62%	69%	80%

### 2.2 수소 통합 예측 모델(HSCC)

수소 통합 예측 모델(HSCC)은 2013년 11월 NREL이 작성하여 발표하였다. 통합 예측 모델은 수소 시장의 성숙도 및 규모, 수소 인프라 발전 단계 등을 반영하고 모든 종류의 수소 충전소의 데이터를 반영함으로써 수소 인프라 전체의 동향을 예측한 경제성 모델이다. 통합 예측 모델은 GH2, LH2, EL, SMR 등 수소 충전소의 각각의 종류를 구분하여 적용할 수는 없다. 하지만 수소 전체 인프라의 전반적인 추세가 정량적으로 어떻게 변화하는지 나타낸다.

Table 2는 통합 예측 모델에서 수소 인프라 시장

의 성숙도와 공급용량에 따라 건설 단가의 변화를 나타낸 것이다. 통합 예측 모델은 크게 실증 단계(SOTA)와 상업화 단계(Commercial stations)로 나뉘며 상업화 단계는 다시 초기(EC), 증기(MS), 후기(LS)의 3단계로 나뉜다. 통합 예측 모델의 가장 큰 특징은 실증 단계일 때의 건설 단가와 상업화 단계일 때의 건설 단가가 서로 큰 폭의 차이를 나타낸다는 것이다. Table 2에서 보는 바와 같이 실증단계와 상업화 진입 후의 건설 단가는 62%의 가격 하락이 나타난다. 이런 큰 폭의 변화는 수소 충전소의 종류와 상관없이 공통적으로 나타나는 특징이다. 통합 예측 모델에서는 수소 인프라 건설의 Value Chain에 속한 각계의 이해 당사자들의 의견을 반영하여 이런 특징을 도출해 내었다. 각 핵심 부품과 장비 및 관련 시설들이 표준화가 이루어지고 건설 노하우가 축적되면 각 단계에서 가격의 하락이 나타나는데 이를 모두 고려하면 실증단계에 비해 약 62%의 단가 하락이 나타난다고 분석하였다.

### 2.3 Hydrogen Analysis 모델

Hydrogen Analysis(이하 H2A) 모델은 2012년에 DOE에서 2015년, 2025년, 2030년의 각각의 수소 충전소의 경제성을 예측한 모델이다. 수소 충전소 종류별 각각의 예측 단가는 Table 3과 같다. 실제 미국에서 2014년에 건설되었던 수소 충전소의 건설 단가와 H2A 모델의 2015년 예측값을 비교해 보면 상당히 정확히 예측한 것을 볼 수 있다. 공급용량 180 kg/day의 GH2 수소 충전소의 건설단가는 2014년에 12,702 \$/kg 으로 보고되었다. 이를 H2A의 모델에 근거하여 100 kg/day 으로 환산하면 15,050 \$/kg 이다. H2A에서는 2015년에 공급용량 100 kg/day의 GH2 건설단가를 13,909 \$/kg으로 예측하였다. H2A의 예측값은 2009년과는 77%의 편차가 나타났지만 2014년에는 8%의 편차가 나타났다. 시간이 지남에 따라 H2A의 예측단가로 수렴하고 있음을 알 수 있다. 따라서

Table 3 Estimations of H2A

		GH2	LH2
		2015	2015
Capacity (kg /day)	100	\$13,909	\$9,025
	400	\$5,111	\$4,305
	1,000	\$4,079	\$3,435
		Electrolysis	
		2015	2025
Capacity (kg /day)	100	\$10,601	\$7,871
	400	\$5,242	\$3,811
	1,000	\$4,394	\$2,950
		SMR	
		2015	2025
Capacity (kg /day)	100	\$11,230	\$7,321
	400	\$5,182	\$3,482
	1,000	\$4,031	\$2,711

H2A 모델은 수소 충전소 건설 단가의 변화를 예측하는 모델로 사용하기에 적합하다. 또한 앞서 기술한 통합 예측 모델과는 달리 수소 충전소의 종류별로 시나리오가 수립되어 있어 한국의 데이터를 비교하여 적용하기에 적합하다.

### 2.4 Hydrogen Analysis 모델 적용

현재 시점에서 공급용량 100 kg/day GH2 수소 충전소의 한국의 건설단가는 28,077 \$/kg이고 미국의 건설단가는 13,909 \$/kg이다. 단순 비교할 때 미국은 한국 건설 단가의 49%에 불과하다. 2015년을 기준으로 69기의 수소 충전소를 운영하고 있는 미국의 건설 환경에서의 단가와 8기를 운영 중인 한국의 건설 환경에서의 단가를 직접 비교하기는 적절하지 않다. 따라서 본 연구에서는 한국의 2014년 공급용량 100 kg/day의 GH2 충전소 건설 단가와 미국의 2009년 공급용량 100kg/day의 GH2 충전소 건설단가를 비교군으로 선정하였다. Table 4에서 보면 충전소의 종류가 GH2 방식으로서 같으며 건설단가가 한국 28,077 \$/kg와 미국 24,700 \$/kg으로서 서로 유사하다. 또한 건설 시점의 수소 인프라도 한국은 8기의 충전소가

**Table 4** Cost comparison of KOR and USA

Nation	HSCC Station Type	Installation	Capacity (kg/day)	Type	Cost (\$/kg/day)	Number
KOR	SOTA	2014	100kg	GH2	28,077	14기
USA	SOTA	2009	100kg	GH2	24,700	28기
USA	EC	2015	100kg	GH2	14,000	69기

SOTA : State-of-the-ART

EC: Early Commercial station

운영 중이고 미국은 15기의 충전소가 운영 중이었다. 이는 다른 설치년도와 비교하여 충전소 개소의 편차가 가장 적다. 건설 인프라와 건설 단가의 측면에서 볼 때 2009년 미국의 수소 충전소 건설 환경과 2014년 한국의 수소 충전소 건설 환경이 서로 유사하다고 판단된다.

2009년 이후의 미국의 충전소 건설 동향과 한국의 2014년 이후의 충전소 건설 동향이 서로 일치하는지 검증하기 위해서는 한국의 추가적인 건설 정보가 필요하다. 그러나 2015년 충남 내포의 수소 스테이션이 건설된 이후 한국의 수소 충전소 건설 사례가 없어서 비교 분석할 수 있는 추가적인 데이터가 없다. 따라서 본 연구에서는 건설 환경과 건설 단가 2가지 요소를 사용하여 2009년 미국과 2014년 한국의 건설 단가를 비교군으로 선정하였다. 이는 제한적인 국내 건설 정보를 가지고 현시점에서 적용할 수 있는 합리적인 가정이라고 판단된다. 앞으로 국내 수소 충전소 건설 정보가 추가된다면 더 정교한 비교와 예측을 하고자 한다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 한국 수소 충전소 건설 단가 예측 모델

미국의 H2A 모델과 비교하여 한국의 GH2와 EL 방식의 수소 충전소 건설 단가의 변화를 예측하였다. H2A 모델에서는 실증 단계에서 공급용량 100 kg/day의 GH2 충전소의 건설단가를 100%로 했을 때 초기

**Table 5** Reduction ratio from cost of GH2 (2009)

	HSCC	Type	Capacity (kg/day)		
			100	400	1,000
2009	SOTA	GH2	100%	-	-
2015	EC	GH2	56%	21%	17%
2015	EC	EL	43%	21%	18%
2025	MS	EL	32%	15%	12%

**Table 6** Cost per capacity in Korea

	HSCC	Type	Capacity (kg/day)		
			100	400	1,000
2014	SOTA	GH2	\$28,077	-	-
2020	EC	GH2	\$15,811	\$5,810	\$4,637
2020	EC	EL	\$12,050	\$5,959	\$4,995
2030	MS	EL	\$8,947	\$4,332	\$3,353

상업화 단계에서는 56%의 비용 하락이 있을 것으로 예측하였다. 초기 상업화 단계에서 공급용량 400 kg/day와 1,000 kg/day 일 경우에는 각각 21%와 17%까지 비용이 하락할 것으로 예측하였다. H2A 모델에서 예측한 수소 충전소의 종류와 공급용량, 그리고 연차에 따른 각각의 감소 비율은 Table 5와 같다.

2014년에 공급용량 100 kg/day의 GH2 수소 충전소의 건설단가 \$28,077는 실제 국내 건설 회사 견적의 평균값이다. 2014년의 국내 건설 환경을 실증 단계로 가정하고 이 평균 건설 단가를 대입한 후 H2A 모델에서 제시하는 연차별 건설 비용의 감소 비율을 적용하였다. 이를 통해 국내 수소 인프라 성숙에 따른 건설 비용의 동향을 예측하였다. 그 결과는 Table 6과 같다. 공급용량 100 kg/day의 GH2 충전소 일 때 2020년에는 \$15,811으로 비용이 감소할 것으로 예측된다. 공급용량 400 kg/d와 1,000 kg/d 일 경우에는 각각 \$5,810 \$4,637으로 하락할 것으로 예측된다.

#### 3.2 한국 수소 충전소 건설 비용 분석

2014년 GH2 방식의 국내 수소 충전소의 건설 비용에 대한 분석을 수행하였다. Fig. 3과 같이 국내 수

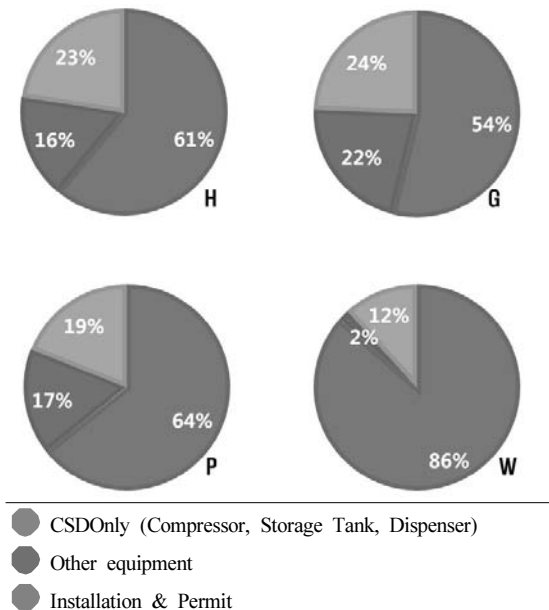


Fig. 3 Analysis of construction cost in Korea

소 충전소 건설 비용을 분석한 결과 전체 건설비용에서 CSD (Compressor, Storage Tank, Dispenser)의 비중이 54~86% 가량을 차지하고 있음을 볼 수 있었다. 이를 통해볼 때 전체 건설단가는 CSD의 가격 단가에 의한 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 또한 조사 결과 CSD는 대부분 해외 제품을 수입하고 있는 것으로 나타났다. 국내의 저가형 CSD 제품들을 사용하여 가격 하락을 유도할 수는 있다. 하지만 수소 충전소의 특성상 절대적인 안정성과 신뢰성이 담보되어야 하므로 대부분 그 신뢰성이 검증된 해외 수입 제품을 사용하고 있는 실정이다. 이에 따라 수입에 따른 관세, 유통비 등의 비용이 발생하여 미국에 비해 가격 경쟁력이 약할 수밖에 없다. 수소 충전소의 건설 단가를 감소시키기 위해서는 CSD 등의 핵심부품 요소의 국내 개발이 필요하다. 또한 검증을 거쳐 신뢰성 확보가 필요한 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

같은 실증 단계에서 수소 충전소의 건설 단가는

한국이 미국의 단가보다 14% 더 높게 나타났다. 기술 격차는 시간적으로 5년 정도의 차이가 있는 것으로 사료된다. 한국에서 상업적으로 수소 스테이션이 설치가 가능해지는 시점은 2020년 이후가 될 것으로 예상된다.

한국이 미국보다 수소 충전소 건설 단가의 경쟁력이 약한 이유는 첫째, CSD 등 수소 충전소의 핵심 부품을 전량 해외에서 수입하기 때문인 것으로 판단된다. 국내 수소 충전소의 건설 비용 분석에서 보면 전체 건설비용에서 CSD가 차지하는 비율은 약 60% 이상이다. 국내의 경우 이 핵심부품에서 비용절감을 하지 못하고 모두 수입함으로써 가격 경쟁력이 떨어진 것으로 드러났다. 둘째, 수소 인프라 관련 산업이 미국에 비해 성장하지 못하였기 때문인 것으로 판단된다. 통합예측모델(HSCC)에 따르면 수소 인프라 관련 산업은 실증 단계에서 상업화 단계로 접어들 때 큰 폭의 건설 단가의 하락이 나타나게 된다. 현재 미국은 초기 상업화 단계(EC)이며 한국은 실증단계(SOTA)로서 수소 인프라의 성숙도로 인해 미국의 설 단가의 경쟁력이 더 높다.

따라서 기술 격차를 극복하고 가격 경쟁력을 회복하기 위해서는 CSD 등 수소 충전소의 핵심 부품의 국산화 비율을 높이는 것이 필요하다. 또한 수소 인프라 관련 산업 전반이 성장할 수 있도록 중장기적인 정책적 지원이 필요하다. 이러한 경제성 분석 결과는 향후 민간자본으로 하여금 투자의 적기를 판단하고 경제적인 투자 규모에 대한 정보를 제공하여 수소 충전소 보급을 활성화 할 것으로 기대한다.

#### Reference

1. LEE TAECK HONG et al., "Investigation of hydrogen industry ecosystem in Chungnam-do", Chungnam Techno Park, 2015, p. 8.
2. Se-Il Yang, "Economic Analysis of Hydrogen Fueling Stations", J. of Advanced Engineering and Technology, Vol. 2, No. 1, 2009, p. 101.

3. Se-Hoon Kim, "Developments and Industry Trends of Fuel Cell Electric Vehicle", Korea Hydrogen Industry Association, p. 6.
4. Korea Energy Agency, "NEW & RENEWABLE ENERGY WHITE PAPER", 2014, p. 164.
5. Green Technology Center, "Green Focus", <http://www.gtck.re.kr/frt/center/news/wzinFocus.do?pageMode=View&nttId=21935>, 30th September 2015 (Search date: 10th June 2016)
6. Young-chul Lee, "Current Status of Domestic and Foreign of Hydrogen Station", The Korean Society Of Automotive Engineers, 36(6), 2014, p. 34.
7. KOREA ENERGY AGENCY, "Weekly Brief Issues of Energy", Vol. 125., 25th March 2016, p. 2.
8. Korea Gasnewspaper Co., Ltd., "Domestic and Foreign Prospects and Status of Hydrogen economy", <https://www.gasnews.com/news/articleView.html?idxno=69645>, 11th June 2015, (Search date: 10th June 2016)
9. Young-mo Koo, Young-wook Son, "Advent of Fuel Cell Electric Vehicle Market", KEIT PD issue Report, Vol. 15-7, 2015, p. 94.
10. Ministry of Environment, "Supply and Market plan of Fuel Cell Electric Vehicle", 15th December 2015, p. 5.
11. Ki-dong Kim, "Standardization Roadmap of Hydrogen Fueling Stations", Korea Institute of Science and Technology Information, 2007, p. 8-9.
12. M. Melaina and M. Penev, "Hydrogen Station Cost Estimates: Comparing Hydrogen Station Cost Calculator Results with other Recent Estimates", National Renewable Energy Laboratory, 2013, p. 22.
13. M.W. Melaina, M. Penev, "2012 Department of Energy Fuel Cell Technologies Program Annual Merit Review", National Renewable Energy Laboratory, USA, 2012, p. 14.