

## 국내 수소충전소의 적정 용량 분석

한자령 · 박진모 · 이영철 · 김상민 · 전소현 · 김형식<sup>†</sup>

한국가스공사 가스연구원

## Study on the Optimum Capacity Analysis for Hydrogen Fueling Station in Korea

JA-RYOUNG HAN, JINMO PARK, YOUNG CHUL LEE, SANG MIN KIM, SO HYUN JEON, HYOUNG SIK KIM<sup>†</sup>

Korea Gas Corporation Research Institute, 1248 Suin-ro, Sangnok-gu, Ansan 15328, Korea

<sup>†</sup>Corresponding author :  
hskim@kogas.or.kr

Received 23 October, 2017  
Revised 27 November, 2017  
Accepted 29 December, 2017

**Abstract >>** At present, hydrogen is emerging as a future energy source based on environment-friendly aspect, creation of new industry, and enhancement of domestic energy security. In accordance with it, the world's leading automobile companies are focusing on the development and commercialization of hydrogen electric vehicle technology, and each country is strengthening its hydrogen fueling station deployment strategy for its own country. Furthermore, the supply of hydrogen fueling stations is actively promoting under national support. More than 500 hydrogen fueling stations are being constructed, operated and planned around the world. The introduction of hydrogen energy is also progressing in Korea, by announcing road-map to supply hydrogen electric vehicles and hydrogen fueling stations by year. However, there is insufficient discussion on the capacity of hydrogen fueling station in Korea. Therefore, this study suggests the optimum capacity of hydrogen fuelling station for domestic hydrogen economy.

**Key words :** Hydrogen refueling station(수소충전소), Production capacity analysis(생산용량분석), Deployment road-map(보급 로드맵), CNG/H<sub>2</sub> station(CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소), Hydrogen electric vehicle(수소전기차), Hydrogen electric bus(수소전기버스)

### 1. 서 론

과거 수소경제는 유한한 화석 연료의 매장량을 주요 배경으로 추진되었다. 당시 석유, 천연가스, 석탄과 같은 화석 연료의 사용량이 전 세계적으로 증가하고 있었으며, 매장량이 한정되어 있는

유한한 에너지의 고갈에 대한 우려가 팽배해있었다. 또한 화석 연료의 가격 불안정성, 환경오염 유발 등의 한계점으로 인해 고갈 시점에 앞선 새로운 에너지원에 대한 필요성이 대두되었다. 이때, 수소는 공해가 없는 청정에너지이며 미래 에너지로써 그 대안이 될 것으로 예측되었다<sup>1)</sup>. 하지

만 정치·경제·사회적 변화와 기술적 불확실성으로 인해 수소 경제의 도래 시기가 점차 불확실해졌으며, 현재까지도 화석 연료가 주요 에너지원으로 사용되어왔다.

그러나 최근 2015년 파리협정 등 지구 온난화 문제가 전 세계적 주요 이슈로 대두되면서, 온실가스 저감을 위한 대안으로써 수소에너지가 다시금 부각되고 있다. 현 시점에서 다시 떠오르는 수소에너지에 대한 새로운 패러다임은 과거 영구에너지라는 관점에서부터 친환경, 경제 성장, 에너지 안보 측면으로 다변화하고 있다. 특히 기존의 내연기관을 대체하여 CO<sub>2</sub> 배출 저감 및 미세먼지 저감과 같은 환경적 측면이 가장 주된 수소에너지의 배경이며, 에너지원의 전환에서 발생하는 신산업 창출 및 경제 성장 측면, 에너지 다원화를 통한 석유에너지와 에너지 수입 의존도를 낮출 수 있는 에너지 안보적 측면이 복합적으로 작용하여 수소 경제에 대한 기대가 커지고 있다<sup>2)</sup>.

이에 발맞추어, Table 1과 같이, 기술 선진국들은 정부 주도하 수소전기차량 및 수소충전소의 보급 로드맵을 발표하고 있다. 미국의 경우, 2030년까지 자국내 자동차의 석유 사용량을 50% 축소하고, 2050년까지 석유 사용량과 공해배출을 80% 감축하기 위하여 다양한 전략을 발표하고 있다<sup>3,5)</sup>. 이에 따라 2050년경 미국내 수소전기자동차 비율은 27%에 도달할 것으로 전망하고 있으며, 화석연료 자동차 비율은 10% 미만으로 감축할 것으로 보인다.

일본의 경우, 수소 경제 발발의 주요 당위성인 CO<sub>2</sub> 저감을 중심으로 2040년경 CO<sub>2</sub> 발생이 없는

수소 생산 및 공급 시스템 확립을 최종 목표로 하고 있다. 2030년 720개소의 수소 충전소 보급을 계획하고 있으며, 특히 도쿄, 오사카, 나고야, 후쿠오카 4개 지역 집중적인 인프라 보급을 전략으로 내세워 진행하고 있다<sup>6)</sup>. 영국, 프랑스 등 주요 유럽국에서도 국가별 수소전기차량과 수소충전소의 보급 계획에 대해 발표하고 있다<sup>7,9)</sup>. 특히 독일의 경우에는 유럽국가 중 가장 적극적으로 수소에너지 도입을 위해 노력하고 있으며, 이를 위해 연도별 수소충전소 보급 개수 정보뿐만 아니라, 수소충전소의 용량에 따른 보급 계획 등에 대해 연도별로 구체적인 전망을 수정 및 발표하고 있다.

국내의 경우 온실가스저감 목표와 신산업을 일으키기 위한 정부의 의지가 맞물려 수소에너지 도입에 대한 시도가 활발해지고 있으며, 정부 차원에서의 수소전기차량 및 수소충전소의 보급 계획을 발표하고 있다<sup>10,11)</sup>.

본 연구에서는, 기 발표된 연도별 충전소 보급 개수 수 분석에서 한걸음 더 나아가, 국내 수소에너지 시장 규모 예측 및 시기별 수소충전소의 적정 용량을 선정하여 국내 수소 인프라 보급 전략을 심화하고자 한다.

‘제 3차 환경 친화적 자동차 개발 및 보급 기본 계획’에서 발표한 수소전기차량 및 수소충전소 정부 로드맵에 따라 총 수소 시장 규모 및 연도별 필요한 수소충전소의 용량 분석, 현재 compressed natural gas (CNG) 시내버스의 수소전기버스 교체시 필요한 수소 수요량 및 수소충전소 용량을 분석, ‘CNG 충전소를 활용한 수소차 보급 인프라 구축방안 연구<sup>12)</sup>에서 발표한 CNG/H<sub>2</sub> 복합 충전소 시나리오를 분석하고 각각의 결과를 종합하여 최종 결론을 도출하였다.

## 2. 분석 방법

### 2.1 정부 로드맵 기준 수소충전소 용량 분석

본 연구에서는 ‘제 3차 환경 친화적 자동차 개

**Table 1.** Worldwide plans for establishment of hydrogen fueling stations by 2030

Year	2020	2025	2030
Nations			
Germany	373	779	99
United Kingdom	65	-	1,150
France	-	-	600
Denmark	-	185	1,000
Japan	160	320	720

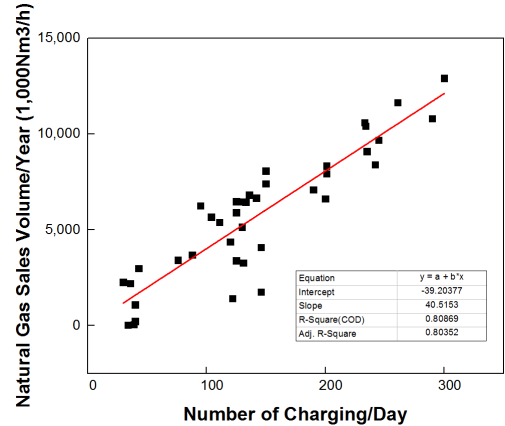
**Table 2.** Road-map for Hydrogen Refueling stations and Hydrogen Electric Vehicles

	H <sub>2</sub> Station (New)	H <sub>2</sub> Station (Accumulation)	FCEV (New)	FCEV (Accumulation)
2016	3	13	100	200
2017	7	20	300	500
2018	10	30	2,000	2,500
2019	20	50	2,600	5,100
2020	30	80	3,900	9,000
2021	10	90	6,000	15,000
2022	20	110	9,000	24,000
2023	20	130	14,000	38,000
2024	30	160	23,000	61,000
2025	50	210	39,000	100,000
2030	310	520	530,000	630,000

발 및 보급 기본계획'에서 발표한 수소전기차량 및 수소충전소 보급 계획(Table 2)을 기준으로 분석을 실시하였다. 수소전기차량은 현대자동차 투싼 ix를 기준으로, 보급 대수에 따른 연간 수소 시장 규모를 추정하였으며, 해당 년도별 수소 충전소 보급 개소를 토대로 요구되는 충전소의 용량을 분석하였다. 이 때, 수소전기차량의 연비는 100 km/kg-H<sub>2</sub>를 적용하였으며, 각 차량별 연간 15,000 km 주행 및 150 kg 수소 소모를 기준으로 적용하였다. 수소충전소는 365일간 90%의 가동률로 분석을 수행하였다.

## 2.2 CNG 시내버스 가동현황 기준 분석

현재 운행되고 있는 CNG 시내버스로 소모되는 도시가스량을 분석하여, CNG 버스를 수소전기버스로 교체 및 보급시 요구되는 수소 수요량을 분석하였으며, 이 때 필요한 수소충전소 용량을 분석하였다. 2015년 기준, 총 39개의 CNG 충전소별 연간 도시가스 판매량과 해당 충전소에서의 CNG 충전 대수(횟수)의 상관관계를 분석하여 Fig. 1과 같이 결정계수 0.8087값을 가지는 선형 비례 관계 수식을 도출하였다.

**Fig. 1.** Linear relation of charging frequencies and sailing amount of natural gas for CNG bus through conventional CNG stations

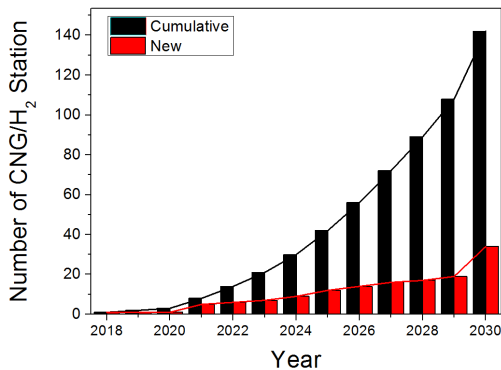
해당 수식을 활용하여, 전국 196개 CNG 충전소의 충전 대수 정보를 토대로 CNG 시내버스에서 소모하는 연간 도시가스량을 추정하였다. 이 때, 각 CNG 충전소의 총 판매량에서 일반 승용 차량이 차지하는 비율은 평균 10% 미만으로, CNG 버스에서 소모되는 천연가스량을 총 판매량의 90%로 적용하였다. CNG 시내버스 연비는 실 주행 연비인 2.05 kg/Nm<sup>3</sup>를 적용하였으며, 수소전기버스의 연비는 10 km/kg을 적용하였다. 이를 토대로 수소전기버스가 CNG 버스와 동일 거리를 주행해야 할 때 필요한 수소량 및 수소충전소 용량을 분석하였다. 이 때, 수소충전소는 365일간 100%의 가동률로 수소를 생산한다고 가정한 다음 분석을 수행하였다.

## 2.3 CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소 보급 시나리오 기준 분석

환경부에서 발표하고 한국천연가스 차량 협회에서 수행한 'CNG 충전소를 활용한 수소차 보급 인프라 구축 방안 연구'의 수소연료전지 버스 보급 시나리오에 따르면, 2030년까지 수도권 및 버스 준공영제지역 시내버스의 10%를 수소연료전지 버스로 대체 보급하며, 2030년부터 주요 지역의 대·폐차 물량 35%를 수소연료전지 버스로의

**Table 3.** CNG/H<sub>2</sub> Refueling station road-map announced 'Study for the strategic construction of hydrogen Infrastructures for expanding hydrogen vehicles using CNG stations'

	CNG/H <sub>2</sub> Station (New)	CNG/H <sub>2</sub> Station (Accumulation)	FCEV BUS (New)	FCEV BUS (Accumulation)
2018	1	1	2	2
2019	1	2	2	4
2020	1	3	2	6
2021	5	8	77	83
2022	6	14	62	145
2023	7	21	72	217
2024	9	30	83	300
2025	12	42	548	848
2026	14	56	289	1,137
2027	16	72	331	1,468
2028	17	89	331	1,799
2029	19	108	372	2,171
2030	34	142	774	2,915

**Fig. 2.** The Cumulative and New Number of CNG/H<sub>2</sub> Station Depending on the 'Study for the strategic construction of hydrogen Infrastructures for expanding hydrogen vehicles using CNG stations'

보급을 예상하고 있다. 또한 정부의 수소충전소 보급 계획에 지역별 버스 등록 대수 비율을 적용하여, 6개 주요 지역의 차량비율에 따른 CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소 개소를 추정하였으며, 지역별 필요한 수소충전소의 최소 50%는 복합충전소로 보급한다고 전제하였다. 결과적으로 초기시범단계인 2018-2020년은 연도별 1개소, 중기 도입 및 성장 단계인 2021-204년은 서울·경기·인천·수도권을 중심

으로 보급하며, 후기자립 및 확산단계인 2025-2030년은 수도권 및 준공영제(대구·부산·대전)를 중심으로 복합충전소 보급 전략을 발표하였다. 이를 토대로 본 연구에서는 Table 3과 Fig. 2에서 보이는 것과 같은 수소전기버스 및 복합충전소 보급 전략을 활용하였으며, 버스 1대당 수소 충전량은 26.6 kg/day, 충전소는 365일간 100%의 가동률로 수소를 생산한다고 가정한 다음 분석을 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 정부 로드맵 기준 수소충전소 용량 분석 결과

정부 로드맵의 경우, 수소차 및 수소충전소 보급 전망을 신규 보급과 누적 보급으로 나누어 발표하였다. 즉, 해당 연도에 신규로 보급 예상되는 수소차 및 수소충전소의 규모와 해당 연도까지의 누적값을 나타내고 있다. 따라서 본 분석에서도 각 연도별 신규로 보급되는 수소차에 필요한 수소는 신규로 보급되는 수소충전소를 통해 공급하는 것으로 계산되는 '신규' 값과, 해당 연도까지 보급된 수소차 전체에 필요한 수소는 신규로 건설되는 충전소와 기존 수소충전소를 모두 활용하여 공급하는 것으로 계산되는 '누적' 값을 각각 분석하였다.

그 결과, Table 4에서 나타난 것과 같이, '신규' 기준으로 분석된 수소충전소의 평균 용량은 2020년까지 최소 28 Nm<sup>3</sup>/h 이상이어야 하며, 2025년에는 최소 166 Nm<sup>3</sup>/h 이상이어야 한다. 특히 2021년 최소로 요구되는 충전소 용량이 128 Nm<sup>3</sup>/h이므로, 신규 수소차의 보급이 특정 대도시나 지역에 한정되었을 경우, 2021년 이후에는 100 Nm<sup>3</sup>/h 이상의 수소충전소가 필요할 것으로 전망된다.

한편, '누적' 기준으로 분석된 수소충전소의 용량의 경우, 2020년에 최소 24 Nm<sup>3</sup>/h, 2025년에 최소 101 Nm<sup>3</sup>/h가 요구된다. 그런데 이 때, '누적' 수소충전소의 용량은 기존에 운영되고 있는 수소충전소가 신규로 발생하는 수소차의 수소 수요량

**Table 4.** The Result of Production Capacity Analysis for Hydrogen Refueling station

	H <sub>2</sub> Station Capacity (New)		H <sub>2</sub> Station Capacity (Accumulation)	
	Nm <sup>3</sup> /h	kg/day	Nm <sup>3</sup> /h	kg/day
2016	7	15	3	7
2017	9	20	5	11
2018	43	91	18	38
2019	28	59	22	47
2020	28	59	24	51
2021	128	274	36	76
2022	96	205	42	100
2023	149	320	62	133
2024	163	350	81	174
2025	166	356	101	217

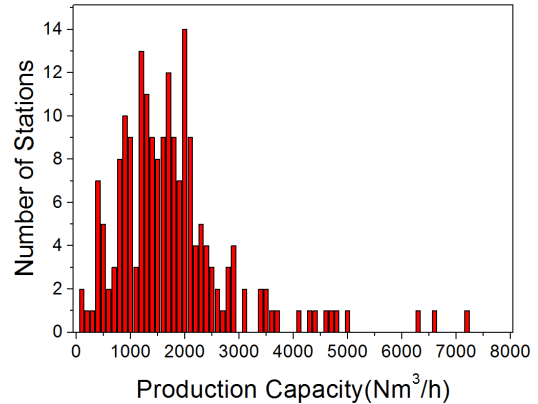
을 대응한다는 가정이 포함되며, 이에 따라 해당 년도에서 요구되는 수소충전소의 용량보다 앞선 준비가 필요할 것으로 예상된다. 따라서 2025년 경 전체 수소충전소의 평균 용량이 101 Nm<sup>3</sup>/h를 만족하기 위하여서는, 수소충전소의 운영 수명을 감안하였을 때, 약 5년 전인 2020년경부터 100 Nm<sup>3</sup>/h급 용량의 수소충전소 보급이 필요할 것으로 예상된다.

### 3.2 CNG 시내버스 가동현황 기준 분석 결과

CNG 시내버스의 실 주행 연비인 2.05 Nm<sup>3</sup>/h에 따라, 수소전기버스가 CNG 시내버스와 동일거리를 주행할 때, 필요한 수소 충전소의 용량을 계산하였다.

CNG 시내버스는 전량 수소전기버스로 대체된다고 가정한다면, Fig. 3과 같이 최소 100 Nm<sup>3</sup>/h에서 최대 7,200 Nm<sup>3</sup>/h 규모의 수소충전소가 필요할 것으로 분석되었다. 특히 1,000 Nm<sup>3</sup>/h에서 2,000 Nm<sup>3</sup>/h 규모의 수소충전소가 가장 많이 필요할 것으로 예측되었으며 해당 용량 범위내 충전소는 총 104개소일 것으로 분석되었다.

해당 분석을 ‘CNG 충전소를 활용한 수소차 보급인프라 구축방안 연구’에서 제시하고 있는 보

**Fig. 3.** The Histogram Representing the Number of Hydrogen Refueling Stations and Production Capacity When Hydrogen Fuel Cell Bus Replace all of the CNG Intra-City Buses

급 시나리오를 적용하여 2030년까지 수도권 및 버스 준공영제지역 시내버스의 10%를 수소전기버스로 대체/보급한다고 가정하면, 전량 대체시 필요한 수소충전소의 용량인 10% 즉, 100 Nm<sup>3</sup>/h에서 200 Nm<sup>3</sup>/h 규모의 수소충전소가 가장 보편적으로 활용될 것임을 예측할 수 있다.

이에 따라 기존 CNG 충전소를 활용한 복합충전소를 통해 CNG 시내버스를 수소전기버스로 전환하는데 있어서는 약 100-200 Nm<sup>3</sup>/h급 규모의 용·복합충전소에 대한 기술개발 및 실증이 필요할 것으로 보인다.

### 3.3 CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소 보급 시나리오 기준 분석 결과

CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소 및 수소전기버스 보급 전망 역시 정부 로드맵과 동일하게 ‘누적’ 및 ‘신규’로 나뉘어 발표되었다. 따라서 본 연구에서도 ‘누적’ 및 ‘신규’를 각각 분석하였다.

그 결과 Table 5에서 나타난 것과 같이 ‘신규’ 기준으로 분석된 수소충전소의 평균 용량은 2020년까지 최소 25 Nm<sup>3</sup>/h 이상이어야 하며, 2025년에는 567 Nm<sup>3</sup>/h, 2030년에는 257 Nm<sup>3</sup>/h 이상이 필요함이 도출되었다. 이 때, 특이한 점은 2025년경에는 신규 수소충전소 보급 개소 대비 신규 수소전기버스의

**Table 5.** The Result of Production Capacity Analysis for CNG/H<sub>2</sub> Refueling station

	CNG/H <sub>2</sub> Station Capacity (New)		CNG/H <sub>2</sub> Station Capacity (Accumulation)	
	Nm <sup>3</sup> /h	kg/day	Nm <sup>3</sup> /h	kg/day
2018	25	53	25	53
2019	25	53	25	53
2020	25	53	25	53
2021	191	410	129	276
2022	128	275	129	276
2023	128	274	128	275
2024	114	245	124	266
2025	567	1,215	251	537
2030	257	550	255	546

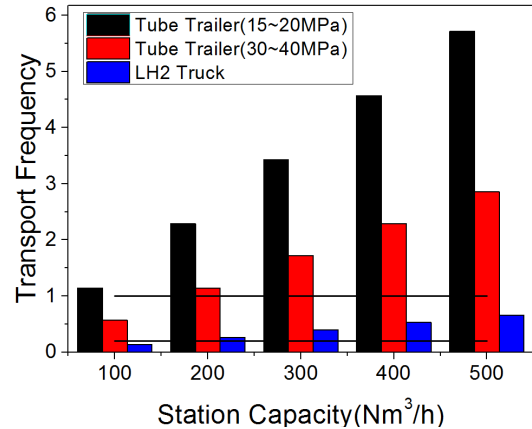
보급 대수가 많아 충전소의 요구 용량이 500 Nm<sup>3</sup>/h 급 이상으로 증가하였다가, 다시 2030년경 충전소 및 수소전기버스의 보급이 안정화된 후에는 충전소의 요구 용량이 300 Nm<sup>3</sup>/h 미만으로 감소하였다.

‘누적’ 기준으로 분석할 경우, 2020년 129 Nm<sup>3</sup>/h의 수소충전소가 필요하며, 2025년에는 251 Nm<sup>3</sup>/h, 2030년경에는 255 Nm<sup>3</sup>/h의 수소충전소가 필요할 것으로 예측되어, 수소전기버스 및 CNG/H<sub>2</sub> 복합 충전소의 도입으로 필요한 수소충전소의 용량은 250 Nm<sup>3</sup>/h 규모 내외일 것으로 예측되었다.

### 3.4 충전소 용량에 따른 운송 방안

위의 분석에서 도출한 시나리오별, 연도별 요구되는 수소충전소의 용량을 만족시키기 위한 수소 운송 방법을 도출하기 위하여 수송 방법별 수송 용량의 한계를 분석, 비교하였다.

현재 적용 가능한 수소 수송 수단은 압축수소(15-20 MPa)와 액화수소 2가지 경우를 고려하였으며, 추후 압축수소 가압 범위의 기술개발을 고려하여 압축수소(30-40 MPa)까지 포함하여 총 3가지 수송 방안에 대해 살펴보았다. 이 때, 15-20 MPa 대형 트레일러의 수소 수송 용량은 2,100 Nm<sup>3</sup> (187.5 kg), 30-40 MPa 초고압/대형 트레일러의 수송 용량은

**Fig. 4.** Transport Frequency for each Transportation method. Upper and Lower Black Straight Line Represents Transportation Once a Day and Once a 5-days Respectively

4,200 Nm<sup>3</sup> (375 kg)를 적용하였다. 또한 액화수소의 경우 일본 이와타니 산업에서 실제 액화수소 수송에 실제로 사용하고 있는 탱크 용량인 23 Nm<sup>3</sup> (1,628.4 kg)을 기준으로 분석하였으며 그 결과는 Fig. 4와 같다.

현재 일반적인 석유에너지를 활용하는 휘발유, 경우, LPG 주유소들의 경우 통상적으로 5일에 1회 유류를 수송하여 저장 탱크를 보충하는 것으로 확인되어, 수소충전소 역시 마찬가지로 5일에 1회 수소를 수송 및 충전한다고 가정하였을 때, 운송 방법별 만족 가능한 수소충전소의 최대 용량을 계산하였다. 그 결과, 재충전 시 까지 남은 수소를 거의 대부분 소모한다고 가정하였을 때 압축수소(15-20 MPa)의 경우, 최대 10 Nm<sup>3</sup>/h급 수소충전소까지 보급이 가능하며, 압축수소(30-40 MPa)의 경우 최대 30 Nm<sup>3</sup>/h급 수소충전소까지 보급이 가능하다. 또한 액화수소의 경우는 150 Nm<sup>3</sup>/h의 수소충전소까지 수소보급이 가능할 것으로 나타났다.

만약 수소 수송을 매일 1회 시행한다고 가정한다면, 압축수소(15-20 MPa)를 활용한 수소 수송은 최대 80 Nm<sup>3</sup>/h의 수소충전소까지 수소 보급이 가능하며, 압축수소(30-40 MPa)의 경우 170 Nm<sup>3</sup>/h급 수소충전소까지, 액화수소의 경우 700 Nm<sup>3</sup>/h급 수소충전소까지 수소 보급이 가능할 것으로 예측된다. 그러나 1일 1회 수소 수송은 운송비로



인한 경제성이 떨어지는 문제 외, 실질적으로 수소충전소가 도심지에 보급될 경우 1일 1회 수소이라는 가정 자체가 성립하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서 분석한 시나리오별 수소충전소의 요구되는 용량은 부하 운전 및 가동 시간에 따라 다소 증감될 수 있다. 그러나 부하 운전율을 낮게 하고, 가동 시간을 적게 할수록 수소 충전소의 경제성이 떨어지는 만큼 본 연구에서는 해당 두 조건을 매우 보수적으로 설정하였다. 따라서 충전소 보급 초기 부하 운전율이 낮고, 일 가동 시간이 줄어드는 측면을 고려한다면, 본 분석에서 도출한 수소충전소의 용량보다 큰 용량의 충전소 보급이 필요할 것으로 예측된다.

정부 로드맵 및 CNG/H<sub>2</sub> 충전소의 누적 보급 시나리오를 토대로 분석한 연도별 수소충전소 용량 결과를 종합하면 Fig. 5와 같은 결과를 도출하였다.

분석 결과, 단독 수소충전소의 용량은 비교적 선형적으로 증가될 것으로 예측되며, 2025년경까지 100 Nm<sup>3</sup>/h급의 용량의 수소충전소가 요구될 것으로 보인다. 또한 수소전기버스 보급에 따른 CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소의 경우에는 2021년 및 2025년

2차레에 걸쳐 요구되는 수소충전소의 용량이 급진적으로 증가하는 형태를 확인할 수 있으며, 충전소의 용량은 2021-2024년까지는 약 120 Nm<sup>3</sup>/h 내외가, 2025년경에는 약 250 Nm<sup>3</sup>/h 정도가 요구되는 것을 확인할 수 있다.

본 연구의 주요 결론은 아래와 같다.

1) 신규로 보급되는 수소전기차가 기존에 건설된 수소충전소를 활용한다면, 일반 승용 수소전기차량의 수소 수요를 충족시키기 위해서, 2025년경까지 최소 100 Nm<sup>3</sup>/h 규모의 수소충전소 보급 및 운영이 적절할 것으로 예측된다.

2) 현재 운영되고 있는 CNG 시내버스를 수소전기버스로 대체 보급한다고 가정하였을 때, 2030년까지 최소 200 Nm<sup>3</sup>/h 규모의 CNG/H<sub>2</sub> 복합충전소 운영이 필요할 것으로 예측된다.

3) 수소 수송 용량 한계로 인하여, 통상적인 충전 주기인 5일 1회 수소 수송/충전이 이루어진다고 가정할 때, 30 Nm<sup>3</sup>/h 이상의 수소충전소에 대해서는 액화 수소 수송이나 현장 생산 방식에 대한 적용이 고찰되어야 한다.

#### 후 기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제이다(No. 20162310100020).

#### References

1. R. Jeremy, "The Hydrogen Economy : The Creation of the Worldwide Energy Web and the Redistribution of Power on Earth", 2003.
2. S. Park, "Strategic Niche Management for Enhancing Feasibility of the Hydrogen Economy", Trans. of the Korean Hydrogen and New Energy Society, Vol. 22, No. 2, 2007, pp. 274-282.
3. U.S. Department of Energy, "Transportation Energy Futures Series : Alternative Fuel Infrastructure Expansion : Costs, Resources, Production Capacity, and Retail Availability for Low-Carbon Scenarios", 2013.
4. U.S. Department of Energy, "Hydrogen Production Technical

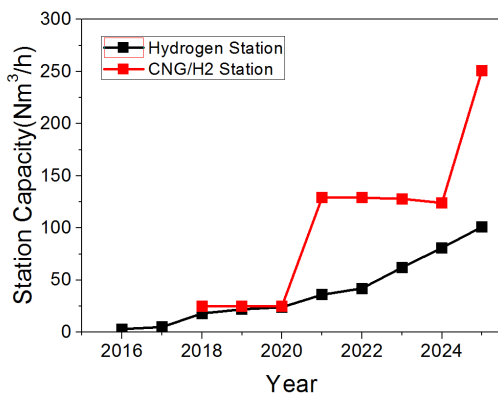


Fig. 5. Production Capacity Analysis for Hydrogen Refueling Station and CNG/H<sub>2</sub> Station.

- Roadmap”, 2013.
5. California Fuel Cell Partnership, “A California Road Map : The Commercialization of Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles”, 2014.
  6. Japan’s Ministry of Economy, Trade and Industry, “The Strategic Roadmap for Hydrogen and Fuel Cell”, 2016.
  7. UK H2 Mobility, “<http://www.ukh2mobility.co.uk/the-project/refuelling-infrastructure/>”.
  8. Mobilité Hydrogène France, “Study for a Fuel Cell Electric Vehicle National Deployment Plan”, 2014.
  9. H2 Moves Scandinavia, “Nordic Hydrogen and Fuel Cells Roadmap”, 2013.
  10. Ministry of Trade, Industry and Energy, “The 3rd Environmental-friendly Automobile Development and Distribution Plan”, 2015.
  11. Ministry of Environment, “Special Measures for Fine Dust Management”, 2016.
  12. Korea Association for Natural Gas Vehicles, “Study for the Strategic Construction of Hydrogen Infrastructures for Expanding Hydrogen Vehicles Using CNG Stations”, 2016.