

부산시 수소 시내버스 보급 활성화 방안 연구

이원규[†]

부산연구원 도시·환경연구실

Plan to Promote the Supply of Hydrogen City Buses in Busan

WONGYU LEE[†]

Division of Urban and Environment Research, Busan Development Institute, 9F, Water Authority Building, 955 Jungang-daero, Busanjin-gu, Busan 47210, Korea

[†]Corresponding author :
leewg@bdi.re.kr

Received 11 July, 2022
Revised 9 August, 2022
Accepted 18 August, 2022

Abstract >> There are 2,517 buses on 143 routes in Busan. One company is operating 36 hydrogen city buses (1.4%) and two hydrogen charging stations. By 2030, the number of hydrogen city buses will be increased to 500 and 40 hydrogen charging stations. In the survey of city bus companies, 61.5% of respondents answered 'not reviewing (at all)' and 23.0% of respondents '(actively) reviewing hydrogen buses'. And as for the level of help that hydrogen city buses give to bus companies, 23.5% answered 'helpful'. In order to promote the introduction of hydrogen city buses, first, it is necessary to stipulate support for hydrogen bus purchase cost and hydrogen charging station construction cost in related ordinances so that bus companies do not increase their burden of purchasing hydrogen buses in the future. Second, identify the number of new city buses introduced, convert about 50% to hydrogen city buses by the mid-term, and build 50% of the chargers in public garages with hydrogen chargers. Third, expand hydrogen refueling stations in city bus garages.

Key words : Hydrogen city bus(수소 시내버스), Hydrogen station(수소충전소), Bus company(버스업체), Survey(설문조사), Activate(활성화), Bus garage(버스차고지)

1. 서론

현재까지 지속되어 온 탄소경제의 문제점인 온실가스(CO₂)와 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5}) 배출 등의 부작용에 대체하는 새로운 에너지 패러다임으로 수소경제가 탄소중립의 핵심수단으로 부상하고 있다.

특히, 교통부문은 화석연료에 의존하여 전 세계 온실가스 배출량의 20%를 점하고 있다¹⁾. 국내의 교통부문 온실가스는 총 배출량의 12.5%이며 이 중 도로부문은 96.5%에 달하고 있다.

정부는 온실가스 감축을 위하여 2020년 12월에 '대한민국 2050 탄소중립 전략', 2021년 10월에

‘2030 국가 온실가스 감축목표(Nationally Determined Contribution, NDC) 상향안’을 발표하였고, 국토교통부도 2021년 12월에 2030년에 사업용 차량 50만 대를 포함한 전기·수소자동차 450만 대 보급으로 온실가스 배출량을 61백만 톤(2018년 대비 37.8% 감축), 2050년에 전기·수소자동차 100% 또는 85% 보급을 통하여 2.8-9.2백만 톤(2018년 대비 90.6-97.1% 감축)으로 계획한 ‘국토교통 2050 탄소중립 로드맵’을 제시하였다.

국내 수송부문 중에서 대중교통의 주요 축인 시내버스는 수송 분담률이 22.8% 수준이며 정부의 온실가스 감축 정책에 부응과 운송원가 절감을 위하여 유종을 경유와 CNG에서 전기와 수소로 변화시키고 있다.

부산시는 2021년 9월에 「부산광역시 수소산업 육성 및 지원에 관한 조례」를 제정하였으며, 2022년 8월까지 「부산광역시 수소산업 육성 기본계획」을 완료할 예정이다. 그리고 수소자동차와 수소충전소를 확대하기 위한 정책들을 추진 중에 있다. 그러나 수소 시내버스는 전기시내버스에 비해 보급대수와 충전소가 상대적으로 적은 것이 현실이다.

따라서 본 연구는 부산시의 수소시내버스와 관련 인프라 현황 분석, 시내버스 업체에 대한 설문조사를 통하여 수소시내버스 도입 활성화 방안을 제시하였다.

2. 부산시 수소시내버스와 인프라 현황

2.1 부산시 차량등록 현황

2022년 5월 말 현재, 부산시의 차량등록대수는 1,481,856대로 전국의 5.9% 수준이다. 유종별로는 휘발유가 716,327대(48.3%), 경유 549,231대(37.1%), LPG 110,963대(7.5%), 하이브리드 68,422대(4.6%), 전기 11,630대(1.1%), CNG 2,655대(0.2%)이며 수소는 1,539대(0.1%)이다. 수소자동차는 전국 대비 6.7%이며 승용차가 1,503대(96.8%), 승합차는 사업용만 36대(3.2%)이다. 친환경자동차인 전기자동차는 2011년 11월 4대에서 16,630대, 수소자동차는 2019년 2월 4대

에서 1,539대로 증가하였다.

2.2 부산시 시내버스 운영 현황

부산시의 시내버스는 33개 업체, 144개 노선에 2,517대가 운영 중이다. 유종은 CNG가 2,193대(87.1%)로 가장 많고 다음으로 전기 266대(10.6%), 수소 36대(1.4%), 경유 22대(0.9%)이다. 친환경버스인 전기버스는 2016년 11월 5대에서 266대, 수소버스는 2019년 8월 1대에서 36대로 증가하였다.

시내버스는 2021년 기준으로 1일 933천 명을 수송하고 있으며 수송 분담률은 17.7%이다. COVID-19의 영향으로 2019년 1,228천 명(19.2%)에서 295천 명, 1.5%p 감소하였다²⁾.

2.3 부산시 수소시내버스 및 수소충전소 운영 현황

부산시 수소시내버스 운행 업체는 대도운수 1개사로 77번 20대, 110번 11대, 148-1번 5대를 운영 중이다. 3개 노선 모두 수소충전소가 있는 학장동을 기점으로 부산대학교 주변을 종점으로 운행하고 있다(Table 1). 77번 노선은 2021년 1월에 전체 버스가 수소버스로 대체되었고 3개 노선의 수소버스 전환은 75%이며 평일 기준으로 192회/1일 정도를 운행하고 있다. 노선별 평일 평균(2022.6.13-6.17) 승객 수는 77번은 6,260명/일, 110번은 4,206명/일, 148-1번은 2,739명으로 총 13,205명/일 수준이다.

부산시 수소충전소는 H 부산 수소충전소와 서부산 엔케이 수소충전소 2개소가 운영 중이다. H 부산 수소충전소는 부산시 사상구에 위치하고 있으며 수소충전기 3기+ 스페어 1기, CNG 충전기 2기가 있는 복합 충전소이다. 충전 차종은 시내버스와 승용차이며 1일 이용차량은 시내버스 36대, 승용차 70-80대이다. 서부산 엔케이 충전소 소재지는 강서구로 수소충전기는 1기가 운영 중이다. 충전 용량은 버스 57대 또는 수소자동차 331대 수준이나 승용차만 충전하고 있다(Table 2).

2.4 부산시 수소 시내버스 및 충전소 계획

부산시는 2021년 12월의 제21차 비상경제대책회

의에서 2021년의 수소자동차 1,036대에서 2030년에 32,500대로 확대하는 계획을 발표하였다. 수소버스는 20대에서 500대, 수소충전소는 2기에서 40기로

Table 1. Hydrogen city bus service in Busan

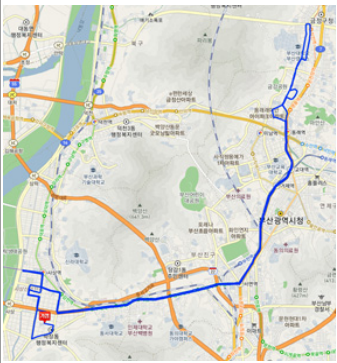

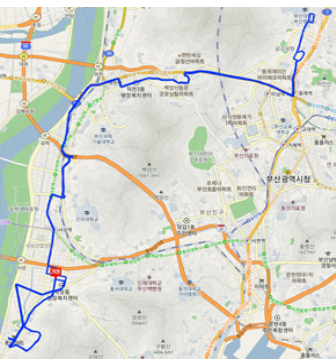

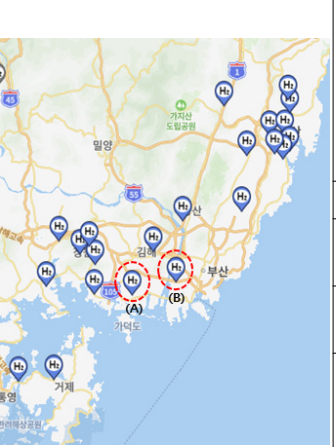

Item	Route 77	Route 110	Route 148-1
Route map			
Operation section	Hakjang-dong~Hamajeong~Pusan National University	Hakjang-dong~Deokcheon Intersection~Jangjeon Station	Hakjang-dong~Deokcheon-dong~Pusan National University
Operation number	Total: 20 Hydrogen bus: 20, 108 times/day	Total: 15 Hydrogen bus: 11, 64 times/day	Total: 13 Hydrogen bus 5, 20 times/day
Operation distance	46.1 km	44.8 km	62.0 km
Operation time	157 minutes	157 minutes	205 minutes

Table 2. Hydrogen refueling station in Busan

Item	Seobusan NK hydrogen refueling station (A)	Hydrogen refueling station	H Busan hydrogen refueling station (B)
View			
Location	Gangseo-gu, Busan		Sasang-gu, Busan (3,967 m ²)
Hydrogen charger	1		3+1 (spare) CNG charger 2
Operating time	08:30-18:30		08:00-20:00
Type of charging vehicle	Bus+passenger car (car use only)		Bus+passenger car
Capacity	57 buses or 331 passenger cars		36 buses or 70-80 passenger cars

확대할 계획이다³⁾. 2022년 현재, 동부산공영차고지와 서부산공영차고지에 각각 수소버스 26대 또는 승용차 기준 130대 이상을 충전할 수 있는 용량의 수소충전소를 건설 중이다. 또한, 2022년 수소전기자동차 충전소 설치 민간자본보조사업(특수)으로 대도하이젠은 부산 동삼동에 단독형(튜브트레일러), 수소에너지네트워크는 일반사업으로 부산 해운대구 기장읍 만화리에 LPG 복합형(튜브트레일러)과 남구 감만동에 단독형(튜브트레일러)을 추진 중이다.

3. 부산시 수소시내버스 도입 관련 버스업체 의견

부산시 수소버스 도입 관련 의견수렴을 위하여 2021. 7. 17-8. 4까지 시내버스 업체를 대상으로 설문 조사를 시행하였다⁴⁾.

수소버스 미운영 업체의 향후 수소버스 신규도입은 ‘(전혀) 검토하지 않음’에 64.0%, ‘(적극적으로) 검토함’ 20.0%, 수소버스 운영업체는 ‘적극적으로 검토’하고 있는 것으로 응답하였다(Table 3).

Table 3. Hydrogen bus introduction review

Item	Not reviewed at all	Not reviewed	Normal	Under review	Actively under review
Hydrogen bus not in operation	4.0%	60.0%	16.0%	20.0%	0.0%
Hydrogen bus operation	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

Table 4. Level of company help for hydrogen buses

Item	Not helpful at all	Not	Normal helpful	Helpful	Very helpful
Hydrogen bus not in operation	0.0%	18.8%	56.2%	25.0%	0.0%
Hydrogen bus operation	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%

수소버스의 버스회사에 대한 도움 여부에 대해서는 수소버스 미운영 업체는 ‘보통’이 56.2%, ‘도움이 됨’ 25.0%, ‘도움이 안됨’ 18.8%, 수소버스 운행 업체는 ‘보통임’에 응답하였다(Table 4).

향후 수소버스 도입 이유에 대해서 수소버스 미운영 업체는 ‘각종 지원 혜택 때문에’가 18.1%로 가장 높고 다음으로 ‘차량 유지비가 기존 버스보다 저렴하므로’와 ‘환경오염 물질을 배출하지 않는 친환경 차량이므로’가 각각 15.2%, ‘운전기사의 근무 만족도가 증진하므로’ 12.4%, ‘승객의 편의가 증진되므로(정류장에서의 매연 감소, 치내 소음 감소 등)’ 11.9% 순으로 응답하였다. 수소버스 운영업체는 ‘환경오염 물질을 배출하지 않는 친환경 차량이므로’가 33.1%, ‘승객의 편의가 증진되므로’ 26.7%, ‘회사의

Table 5. Reasons for introducing hydrogen bus

Item	Hydrogen bus not in operation	Hydrogen bus operation
Because the selling price of the vehicle (including subsidies) is cheap	7.1%	0.0%
Because the maintenance cost of the vehicle is lower than that of the conventional bus	15.2% (2)	0.0%
Because of the various support benefits	18.1% (1)	0.0%
Because the garage environment is improved	7.1%	13.3% (4)
As the driver's job satisfaction increases	12.4% (4)	0.0%
Workers' employment safety will be increased	0.0%	0.0%
Because passenger convenience is improved (reducing smoke at the bus stop, reducing internal noise, etc.)	11.9% (5)	26.7% (2)
As the number of passengers will increase	0.0%	6.7%
It is an eco-friendly vehicle that does not emit any environmental pollutants.	15.2% (2)	33.3% (1)
As the company's eco-friendly image increases	6.2%	20.0% (3)
Because you can receive additional points in management and service evaluation	6.7%	0.0%

Ratio (%) is a weighted average of ranks 1 to 5.

친환경 이미지가 높아지므로' 20.0%, '차고지 환경이 개선되므로' 13.3% 순으로 나타났다(Table 5).

반면, 수소버스 도입 장애요인에 대해서 수소버스 미운영 업체는 '초기 투자비의 과대(차량, 충전소 설비 등)'가 35.4%, '충전소가 적고 충전 불편, 충전소 설치 등에 대한 민원발생'과 '차량 정비 및 A/S 문제(차량 정비인력 부족, 외국 및 중소기업사의 A/S 문제 등)'이 각각 16.3%, '차량 등 관련기술(안전성 등)의 시기상조' 13.6% 순으로 나타났으며, 수소버스 운영업체는 '충전소가 적고 충전 불편, 충전소 설치 등에 대한 민원발생'이 40.1%, '초기 투자비의 과대' 30.0%, '차량 정비 및 A/S 문제' 20.0% 순으로 응답하였다(Table 6).

정부의 수소버스 관련 주요 정책에 대해서는 수소버스 미운영 업체와 운영업체 모두 '차량 구매보조

금' 이 각각 62.2%, 66.7%, '충전요금 보조금'이 각각 24.4%, 33.3%로 나타났다(Table 7).

정부 정책의 수소버스 도입 관련 장애요인에 대해서 수소버스 미운영 업체와 운영 업체 모두 '정부의

Table 6. Obstacles to introduction of hydrogen bus

Item	Hydrogen bus not in operation	Hydrogen bus operation
Excessive initial investment (vehicles, charging station facilities, etc.)	35.4% (1)	30.0% (2)
Early development of related technologies (safety, etc.)	13.6% (4)	10.0%
Restrictions on vehicle operation (long charging time, short driving distance, etc.)	8.2%	0.0%
There are few charging stations, and complaints about charging inconvenience, charging station installation, etc.	16.3% (2)	40.0% (1)
Vehicle maintenance and A/S problems (shortage of vehicle maintenance manpower, A/S problems of foreign and small and medium-sized manufacturers, etc.)	16.3% (2)	20.0% (3)
Lack of garage space	7.5%	0.0%
Geographical restrictions on service routes (highlands, ramps, etc.)	0.7%	0.0%
Inconvenience to passengers due to narrow interior space	0.0%	0.0%
Etc.	2.0%	0.0%

Ratio (%) is a weighted average of ranks 1 to 4.

Table 7. The government's major policies for hydrogen buses

Item	Hydrogen bus not in operation	Hydrogen bus operation
Vehicle purchase subsidy	62.2% (1)	66.7% (1)
Tax reduction benefits (acquisition tax, registration tax)	13.3% (3)	0.0%
Charging fee subsidy	24.4% (2)	33.3% (2)
Automobile tax, parking fee discount, toll fee reduction	0.0%	0.0%

Ratio (%) is a weighted average of ranks 1 to 2.

Table 8. Obstacles to the government's introduction of hydrogen buses

Item	Hydrogen bus not in operation	Hydrogen bus operation
Lack of consistency in government policy (CNG → electric bus?, hydrogen bus?)	22.2% (2)	33.3% (2)
Continued uncertainty of government policy (eg, phased abolition of eco-friendly vehicle rate discounts, etc.)	21.1%	0.0%
Lack of subsidy support from the government (lack of subsidies for installing vehicles and charging stations, limited support for large-scale investments, etc.)	33.3% (1)	50.0% (1)
Delay in the maintenance of the government's legal system (exemption from vehicle acquisition tax, permitting rental business, etc.)	1.1%	0.0%
Deregulation related to the installation of related infrastructure such as charging stations, prompt administrative processing	22.2% (2)	16.7% (3)
Continue to reduce the number of buses owned due to a decrease in bus passengers	0.0%	0.0%

Ratio (%) is a weighted average of ranks 1 to 3.

보조금 지원 부족(차량 및 충전소 설치 보조금 부족, 대규모 투자에 대한 지원 한계 등)’이 각각 33.3%, 50.0%로 가장 높고, 수소버스 미운영 업체는 ‘정부 정책의 일관성 부족(CNG → 전기버스?, 수소버스?)’ 과 ‘충전소 등 관련 인프라 설치 관련 규제완화 및 신속한 행정처리’에 각각 22.2%, 수소버스 운영업체는 ‘정부정책의 일관성 부족(CNG → 전기버스?, 수소버스?)’ 33.3%, ‘충전소 등 관련 인프라 설치 관련 규제완화 및 신속한 행정처리’ 16.7% 순으로 응답하였다(Table 8).

수소버스 미운영 업체의 수소버스 도입 시기는 ‘5년 이후’가 66.7%, 수소버스 운영 업체는 ‘1년 이내’에 100.0%로 응답하였다(Table 9).

수소충전소 운영에 대해서는 미운영 업체의 경우, ‘자가 충전소 운영’ 45.5%, ‘충전사업자(타사)에 충전소 위탁 운영’ 36.4%였고 수소버스 운영업체는 ‘자회사(모회사)에 충전소 위탁’이 100.0%로 나타났다(Table 10).

3. 부산시 수소시내버스 도입 방안

3.1 부산시 수소시내버스 도입 장애요인

부산시의 시내버스 업체들의 수소버스 도입에는 다양한 주체들과의 장애 요인이 작용하고 있다. 부산시와의 관계는 수소버스, 수소충전소의 태생적 문제이다. CNG나 전기버스는 교통국 버스운영과 소관업무이지만 수소버스는 산업통상국 제조혁신과의 업무이다. 수소시내버스 도입 초기에 교통국과의 협의가 부족했고 수소충전소 건설 관련 업무협약이 없었다.

Table 9. Hydrogen bus first and additional introduction period

Item	Hydrogen bus not in operation	Hydrogen bus operation
Within 1 year	0.0%	100.0%
Within 2 years	8.3%	0.0%
Within 3 years	25.0%	0.0%
Within 4 years	0.0%	0.0%
After 5 years	66.7%	0.0%

버스 업체들은 전기버스와 수소버스 도입에 경쟁 구도 양상이 발생하였다. 버스업체는 차량구입 가격과 충전인프라 구축이 상대적으로 편리한 전기버스를 선호한다. 버스업체의 전기버스 도입에 대해서 ‘(적극적으로) 검토 중임’이 72.5%이지만 수소버스에 대한 ‘(적극적으로) 검토 중임’은 23.0%에 불과하다(Table 11).

시민들은 도심지역이나 주거지역에 수소충전소를 설치하는 것에 강한 반대를 하고 있다. 현재 운영 중인 수소충전소도 부산 외곽지역과 공업지역에 기존에 CNG 충전소가 운영되고 있었던 지역이다. 주택가에 추진 중이었던 민간 수소충전소 사업은 인근 주민들의 반대로 무산되었으며, 수소전기자동차 충전소 설치 민간자본보조사업 입지도 시 외곽지역의 LPG 충전소와 버스차고지, 항만 주변 지역이다.

정부의 문제는 수소버스의 기반 인프라인 수소충전소의 민간 설치에 대한 낮은 관심이다. 수소버스가 이용 가능한 수소전기자동차 충전소 설치 민간자본보조사업의 경우도 부산 버스업체의 선정율이 상대적으로 낮은 상태이다.

Table 10. Operation of future hydrogen refueling stations

Item	Hydrogen bus not in operation	Hydrogen bus operation
Self-charging station operation	45.5%	0.0%
Consignment of charging station to subsidiary (parent) company	18.2%	100.0%
Consignment operation of charging stations to charging companies (other companies)	36.4%	0.0%

Table 11. Electricity and hydrogen bus introduction review

Item	Not reviewed at all	Not reviewed	Normal	Under review	Actively under review
Electricity bus	3.80%	11.5%	11.5%	19.2%	53.3%
Hydrogen bus	3.8%	57.7%	15.4%	19.2%	3.8%

3.2 부산시 수소 시내버스 도입 방안

3.2.1 수소 시내버스의 단계적 도입

부산시의 시내버스 유종변경은 대폐차를 통해서 추진된다. 버스업체의 입장에서는 조기 대폐차는 추가 비용이 발생하므로 수소버스 도입에 장시간이 소요된다. 또한, 수소충전소 추가 운영에 따라서 수소버스 운영대수도 제약을 받을 수밖에 없다.

2022년 6월말 기준으로 10년 이상 운행차량은 123대, 차량 대폐차 기준인 9년 운행 차량은 130대 정도이다(Table 12). 따라서 수소충전소 구축과 연계하여 단기적(~25년)으로는 대폐차 차량 중에서 수소버스는 10% 정도, 중기('26~'30년)는 수소버스가 50%, 장기('30년~)는 수소버스가 80% 정도가 전환되도록 한다. 2030년까지는 전기·수소버스 도입과 관련 충전인프라 구축 운영 업체에 '시내버스 경영 및 서비스평가'에 친환경 차량 및 인프라 구축 항목으로 인센티브를 부여하는 방안도 검토되어야 한다.(Table 13).

3.2.2 수소충전소의 적극적 확대

버스업체의 수소버스 도입 장애요인은 비용과 민원 등으로 '수소충전소' 구축과 운영관련 문제가 가장 높게 응답하였다. 이는 Park과 Yoo⁵⁾와 Park과 Lee⁶⁾와 동일한 의견이다. Park과 Yoo⁵⁾는 전국 132개

버스회사에 대한 설문조사 결과, 수소버스 도입의 단점으로 '충전시설 부족'이 31%, 수소버스의 신규추가 도입 반대 이유로 '충전시설 부족'이 23%로 가장 높게 응답한 결과를 제시하였다. Park과 Yoo⁵⁾는 수소버스 보급 확대를 위한 정부의 지원정책에 대한 analytic hierarchy process (AHP)를 부산시내 16개 버스업체를 대상으로 수행한 결과, 1계층 4개 항목 중 '충전소 보급 지원'이 0.641로 가장 높게 나타났다. 또한, Park 등⁷⁾은 부산시의 2030년 수소승용차를 48,000 대, 2040년은 162,000대, 수소버스는 1,440대, 2,880대로 추정하였으며, 수소버스는 2022년도 시내버스 등록대수의 57.3%와 114.7% 수준이다. 버스의 수소수요는 2030년에 13,968 톤/년, 2040년에 27,936 톤/년으로 제시하였다.

첫째, 수소 시내버스 활성화를 위해서는 시내버스 업체의 차고지에 자체적이거나 자회사 형태의 충전소 운영이 필요하다. 버스업체의 차고지는 본사와 영업소를 포함하여 76개소가 운영되고 있어 타 업체의 수소충전소 이용시에는 공차거리가 발생하고 충전

Table 13. Busan city's step-by-step introduction of hydrogen city buses

Item	Hydrogen city bus introduction plan
Short term (~'25)	- 50% conversion to electric buses and 10% hydrogen buses
	- Securing public garage charging stations according to the number of electric and hydrogen buses operated by company and route: 80% electricity, 20% hydrogen
Mid term ('26~'30)	- Promotion of private projects for rapid charging infrastructure among routes using open rapid chargers and urban railway station power grids on public land and green belts near bus stops
	- 50% conversion to electric buses and 50% hydrogen buses
Long-term ('30~)	- Renewable energy-based charging station infrastructure such as solar power
	- Securing public garage charging stations: 50% electricity, 50% hydrogen
Long-term ('30~)	- When city buses are scrapped, 20% of electric buses and 80% of hydrogen buses are converted.
	- 100% electric/hydrogen bus operation by 2035
Long-term ('30~)	- Securing public garage charging stations: electricity 20%, hydrogen 80%
	- Securing public garage charging stations: electricity 20%, hydrogen 80%

Table 12. Busan city bus service year

Item	Diesel	CNG	Electric	Hydrogen	Total
1 year	-	446	64	16	526
2 years	-	153	77	15	245
3 years	-	240	98	5	343
4 years	4	240	26	-	270
5 years	8	248	10	-	266
6 years	4	208	-	-	212
7 years	-	195	-	-	195
8 years	6	201	-	-	207
9 years	-	130	-	-	130
more than 10 years	-	123	-	-	123

대기시간의 장기화 등의 충전소 이용의 불편이 발생하는 문제점을 해소하도록 하여야 한다.

둘째, 향후 부산지역 내에 건설되는 수소충전소는 버스 충전이 가능하도록 입지 및 설계가 되어야 한다. 수소충전소 면적은 버스와 수소트레일러의 통행이 원활하도록 최소 3,300 m²가 되도록 한다. 그리고 수소충전소에 압축기를 2대 이상 설치하도록 하여 충전 대기 시간과 점검 및 수리 등의 따른 충전지연을 줄이도록 한다. 환경부⁸⁾는 부산시 수소충전소를 2022년에 22개소, 2025년에 32개소 배치계획을 발표하였다. 따라서 부산시에서는 이를 기초로 하여 수소자동차 공급대수 예측과 함께 버스와 승용차 혼용, 승용차 전용 수소충전소 배치계획을 수립하여야 한다. 또한, 소전기자동차 충전소 설치 민간자본보조사업에서 지역의 수소자동차 운행대수와 중장기적인 예측자료를 바탕으로 지역적 안배가 이루어지도록 정부에 건의하여야 할 것이다.

셋째, 정부에서 추진 중인 K-EV100 사업에 수소충전소 사업에 참여를 검토하도록 한다. K-EV100 사업에서는 수소충전소 설치보조금 50% (일반인이 사용 가능한 공용 목적 시, 약 15억 원), 버스 등 특수충전소는 70% (약 42억 원) 지원이 가능하다.

3.2.3 친환경버스 운영 관련 TF 운영

부산시의 친환경버스에 대한 업무 중에서 전기버스 지원은 녹색환경정책실의 기후대기과, 수소버스 관련은 산업통상국 제조혁신과, 수소충전소는 산업통상국 미래에너지산업과 친환경버스 운영은 교통국 버스운영과에서 담당하고 있다. 업무의 분리는 예산 배분, 성과관리, 리스크 관리 등의 다양한 문제를 발생시킬 수 있다. 따라서 친환경버스와 충전소 관련 TF를 담당과장, 업무담당자, 전문가, 버스조합, 시민단체를 중심으로 계획, 착수, 점검, 완료단계에서 운영할 필요성이 있다. 특히, 수소충전소 운영과 관련하여서는 시민단체의 역할을 강화하는 방향으로 운영이 필요하다.

3.2.4 수소버스 운행업체 부가사업 추진

부산시 수소버스 운행업체를 대상으로 ‘수소자동

차 온실가스 배출권 외부사업’을 추진하도록 한다.

온실가스 외부사업은 할당대상업체의 조직경계 외부의 배출시설 또는 배출활동 등에서 국제적 기준에 부합하는 방식으로 온실가스를 감축, 흡수 또는 제거하는 사업이다⁹⁾. 상쇄등록부시스템(Offset Registry System)에는 674개 외부사업 중에서 수송부문은 ‘호남고속철도시스템(Honam HRS) 구축사업’만 등록되어 있다. 278개 방법론 중에서 수송부문 방법론은 25개이며 ‘전기 차량 도입에 따른 화석연료 절감 사업의 방법론’은 2020년 10월, ‘수소전기자동차 도입에 따른 화석연료 절감 사업의 방법론’은 2022년 6월에 등록되었다. 현재 수소버스의 운행대수가 적으므로 단기적으로는 민간 건설업체와 버스조합, 버스업체가 공동으로 전기버스와 통합된 형태의 사업을 추진하고 수소버스의 운행대수 증가에 따라 사업을 분리하여 추진하는 방안이 필요하다.

3.2.5 수소 시내버스 홍보 강화

수소 시내버스 운행에 따른 공기정화는 4.863 kg/km, CNG 버스 대비 CO₂와 기타 배출가스(PM, NO_x, SO_x, CO 등) 배출량 저감은 1,539 g/km와 15.23 g/km에 달해 환경개선 효과가 매우 크다. 그러나 이용 시민들은 이에 대한 내용과 수소버스를 탑승함에도 불구하고 수소버스에 대한 인지를 못하고 있는 실정이다. 따라서 버스정류장의 버스정보안내기(Bus Information Terminal)에 저상버스 도착을 표시해 주는 것과 같이 수소버스를 표시하도록 하며, 수소버스 내부에 음성, 문자나 포스트 등을 통해서 수소버스의 친환경성을 홍보하도록 할 필요성이 있다. 그리고 부산시, 구·군청, 산하기관 홈페이지에 배너형태로 친환경버스에 대한 홍보가 될 수 있는 방안을 검토하도록 한다.

4. 결론

수소버스는 공기정화나 온실가스 감축효과가 높으나 수소버스에 대한 인식, 인프라 구축과 차량 구입 등에 대한 제약으로 1개 회사에 3개 노선, 36대, 수소충전소 2개소(시내버스 1개소 이용)만 운영 중

이며, 향후에도 운행대수 증가는 어려운 상황이다. 본 연구는 부산시의 수소시내버스 활성화를 위하여 수소버스 운영 주체인 시내버스 업체의 의견을 분석하였으며 주요 도출 결과는 다음과 같다.

1) 향후 수소버스 도입에 대해서 수소버스 미운영 업체의 64.0%는 검토하지 않고 있는 반면, 수소버스 운영 업체는 적극적으로 검토.

2) 향후 수소버스 도입 이유에 대해서 수소버스 미운영 업체는 지원혜택, 저렴한 유지비와 같은 경제적 부분, 친환경 차량 등의 순위였으나, 수소버스 운영 업체는 친환경 차량, 승객의 편의 증진, 회사의 친환경 이미지 상승 등의 환경적 요인 순으로 응답.

3) 향후 수소버스 도입 장애요인에 대해서는 수소버스 미운영 업체는 초기 투자비, 충전소 문제, 차량 AS 등의 문제, 수소버스 운영업체는 충전소 문제, 초기 투자비 문제 등으로 응답해 수소충전소 문제 해결이 우선적으로 필요하다고 제시됨.

4) 향후 수소버스 도입 시기에 대해서 수소버스 미운영 업체는 '5년 이후'가 66.7%로 나타나 수소버스 도입이 장기화 될 것으로 판단됨.

5) 부산시 수소시내버스 보급을 활성화하기 위해서는 수소시내버스를 대폐차 시기와 연계하여 단기 10%, 중기 50%, 장기 80% 수준의 단계적 도입이 필요함.

6) 그리고 수소자동차 온실가스 배출권 외부사업과 같은 부가사업 추진과 버스이용자와 시민을 대상으로 수소시내버스 홍보 강화가 필요함.

본 연구는 시내버스 업체의 의견과 운영 현황 분석을 통하여 수소시내버스 도입 활성화 방안을 제시하였으므로, 향후에는 수소버스 운전자와 이용승객에 대한 조사 그리고 국가계획, 시내버스 차고지, 운행노선, 도입대수 등을 연계한 수소차고지 위치 선정에 대한 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

후 기

이 연구는 (재)부산연구원의 연구비 지원에 의해

수행되었습니다.

References

1. Y. I. Kwon, S. J. Kim, Y. S. Back, and B. D. Jung, "Strategies of the Korea-UAE cooperation for hydrogen station and hydrogen bus", *Trans Korean Hydrogen New Energy Soc*, Vol. 32, No. 6, 2021, pp. 431-441, doi: <https://doi.org/10.7316/KHNES.2021.32.6.431>.
2. Busan Metropolitan City, "Passenger traffic survey results : Busan Metropolitan City traffic survey in 2021 (II)", Busan Metropolitan City, 2022, pp. 10-11.
3. Busan Metropolitan City, "Busan City creates a hydrogen industry ecosystem and leaps forward to become a 'hydrogen economy green city'!", Busan Metropolitan City, 2021. Retrieved from <https://www.busan.go.kr/nbtnewsBU/1513446?currentPage=17&srchBeginDt=&srchEndDt=&srchKey=sj&srchText=>.
4. W. G. LEE, "Activation plan eco-friendly vehicles in Busan", Busan Development Institute, 2022.
5. W. I. Park and Y. Y. Yoo, "A study on the efficient introduction of hydrogen Buses", Korea Research Institute of Transportation Industries, Korea, 2022.
6. H. S. Park and M. K. Lee, "A study on the importance of fuel cell bus supply expansion policy", *Innovation Studies*, Vol. 17, No. 2, 2022, pp. 147-176, doi: <https://doi.org/10.46251/INNOS.2022.2.17.2.147>.
7. H. M. Park, S. H. Kim, B. I. Kim, S. H. Lee, H. J. Lee, and Y. D. Yoo, "An economic analysis for establishing a hydrogen supply plan in the metropolitan area", *Trans Korean Hydrogen New Energy Soc*, Vol. 33, No. 3, 2022, pp. 183-201, doi: <https://doi.org/10.7316/KHNES.2022.33.3.183>.
8. Ministry of Environment, "Hydrogen refueling station strategic deployment plan (2021-2025)", Ministry of Environment, 2021. Retrieved from http://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?sessionId=4BanRnGeVQqqQt4vplfA3bkN.mehome1?pagerOffset=50&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10266&orgCd=&condition.orderSeqId=7798&condition.rnSeq=88&condition.deleteYn=N&seq=7797.
9. Offset Registry System, "Guidance on external project feasibility assessment and reduction certification". Offset Registry System, 2021. Retrieved from <https://ors.gir.go.kr/home/board/read.do?pagerOffset=10&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=3&boardId=57&boardMasterId=3>.