

수소연료전지차 정책 및 시사점

Policy of Fuel Cell Electric Vehicle and It's Implication

전황수 (H.W. Chun) 경제분석연구실 책임연구원

- I. 서론
- II. 현황 및 전망
- III. 각국의 정책 동향
- IV. 시사점

수소연료전지차(fuel cell electric vehicle)는 가솔린 내연기관 대신 수소와 공기 중의 산소 결합으로 전기를 자체 생산하는 연료전지를 동력원으로 하는 자동차이다. 엔진이 없기 때문에 배기가스 및 오염물질을 배출하지 않아 세계적으로 점점 강화되고 있는 환경규제에 대응하기 위한 친환경 자동차로 부각되고 있다. 미국, 유럽, 일본 등 주요 선진국들은 수소연료전지차 보급을 앞당기기 위해 기술 개발을 지원하고 있고 수소연료전지차 실증 사업 및 프로젝트를 추진하고 있으며, 수소충전소 인프라 확충 및 관련 제도의 정비에 박차를 가하고 있다.

I. 서론

수소연료전지차(fuel cell electric vehicle)는 가솔린 내연기관 대신 수소와 공기 중의 산소 결합으로 전기를 자체 생산하는 연료전지를 동력원으로 하는 자동차로 엔진이 없기 때문에 배기가스 및 오염물질을 배출하지 않는다. 가솔린에 열을 가해 기화시킨 다음 수증기와 공기를 혼합해 수소와 일산화탄소를 만들고, 일산화탄소는 증기 촉매 작용을 통해 이산화탄소와 수소로 바꾸며, 만들어진 수소가스를 산소와 화학적으로 결합시켜 모터를 움직이는 전기를 만들어 차를 움직인다[1].

최근 들어 지구온난화가 심화되고 에너지 소비가 급증하자, 2009년 EU 및 G8 정상들이 2050년까지 온실가스 배출을 80% 감축하기로 합의하였고, 육상분야에서 95%의 온실가스 배출 저감이 요구된다. 앞으로 석유 가격 등의 문제를 해결하기 위해 기존 연료를 대신하고 배기가스 발생을 최소화시킬 새로운 자동차 개발이 필요한데, 수소연료전지차는 CO₂, HC, NO_x 등 오염물질을 전혀 배출하지 않아 이러한 환경규제에 대응하기 위한 대책으로 적합하다[2].

수소연료전지차의 연혁을 살펴보면 1980년대 후반, 캐나다의 벤처기업인 '벨러드 파워 시스템즈'사가 연료전지를 작고 가볍게 만드는 데 성공하여 실용화 가능성을 높였다. 1994년, 다임러 벤츠가 세계 최초로 수소저장방식의 연료전지를 이용한 'NECAR1(New Electric Car)' 을 선보였다. 2002년 7월, 혼다가 미 캘리포니아주에서 세계 최초로 판매 인가를 얻어 상용화에 성공했고, 2003년에는 다임러 벤츠가 연료전지 버스를, 2004년에는 포드가 충전지 겸용 하이브리드카를 생산하였다.

본고에서는 미래 유망한 친환경 자동차로 부각되고 있는 수소연료전지차의 현황 및 국내외 정부의 관련 정책을 분석한 후 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

II. 현황 및 전망

1. 장단점

수소연료전지차의 장점을 살펴보면 첫째, 높은 에너지 효율이다. 화합물을 연소시켜 화학에너지를 열에너지로 바꾼 뒤 다시 운동에너지로 바꾸는 내연기관과는 달리, 화학에너지를 바로 전기에너지로 바꾸고, 독립적으로 부착된 브러시리스(brushless) 모터로 직결되어 트랜스미션조차 필요가 없어 에너지 효율이 매우 뛰어나다. <표 1> 에서 보듯이 수소연료전지차는 가솔린차, 디젤차 등 내연기관 자동차보다 연료 효율이 매우 뛰어나다.

둘째, 공해가 없다. 순수한 수소를 고압 수소 봄베에 충전하여 사용하는 경우 배기가스는 수증기 뿐이다. <표 2> 에서 보듯이 가솔린 내연기관차의 이산화탄소 배출량이 km당 140~240g 인데 비해 수소연료전지차는 이산화탄소를 전혀 배출하지 않는 친환경 무공해차량이다.

셋째, 연료 고갈의 걱정이 없다. 수소연료전지차는 공

<표 1> 동력원에 따른 효율 비교

| 구 분 | Well to Tank(%) | Tank to Wheel(%) | Overall Efficiency(%) |
|---------|-----------------|------------------|-----------------------|
| 가솔린차 | 88 | 18 | 16 |
| 디젤차 | 89 | 22 | 20 |
| 하이브리드차 | 88 | 30 | 26 |
| 전기자동차 | 26 | 80 | 21 |
| 수소연료전지차 | 75 | 48 | 36 |

<자료>: 자동차안전연구원, 2012.

<표 2> 수소연료전지차의 개발 효과

| 구 분 | 주행비용 | | CO ₂ 배출량 (g/km) |
|----------|---------|-----------|----------------------------|
| | 현재 | 향후(2015년) | |
| 가솔린 내연기관 | 150원/km | 300원/km | 140~240 |
| 연료전지 | 60원/km | 25원/km | 0 |

<자료>: 현대자동차, 2012.

기 중에 떠돌아다니는 수소를 이용해서 만든 엔진이고, 연료전지를 이용한 뒤 남는 배출물도 수증기(H₂O)이며, 수증기를 다시 전기분해하면 수소가 되기 때문에 연료의 제한이 없다.

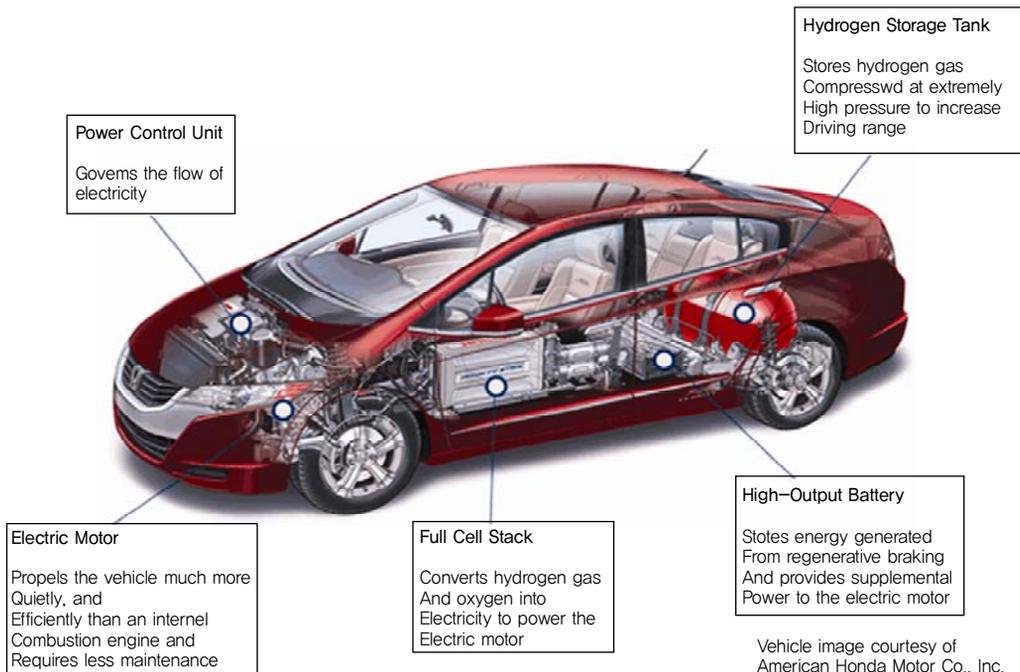
단점으로는 첫째, 값비싼 차량 가격이다. 10년 전까지 1대당 1억 엔(약 12억 원)을 호가했으나, 최근에는 하이브리드차(HV)의 전기모터 등 부품을 공유하면서 가격이 크게 떨어졌다. 혼다는 2015년을 목표로 500만 엔(약 6,000만 원) 이하의 수소연료전지차를 출시할 계획이다.

둘째, 수소 공급 인프라 문제이다. 수소는 세상에서 가장 가벼운 기체이며, 끓는점은 영하 260도로 잘 새어나가고, 액화시켜 보관하는 것은 막대한 비용과 위험을 수반한다. 또 폭발성이 있어 수소를 운반하다가 사고가 생기면 유조차 사고와 비교할 수 없을 정도로 피해가 크다. 수소는 도시가스처럼 파이프라인으로 '주수소소'로 공급되어야 하며, '주수소소'는 이것을 받아 컴프

레서로 압축해 지하탱크에 보관하다가 자동차가 들어오면 내장된 고압 수소통에 다시 가압하면서 주입해야 한다. 그러므로 수소연료전지차가 보편화되기 위해서는 전국에 수소충전소를 세워야 하기 때문에 기업과 지역 간의 많은 협력이 필요하다.

셋째, 차내 수소 저장의 문제이다. 수소연료전지차에서 수소는 연료이므로 필요한 주행거리를 달릴 수 있을 만한 충분한 수소를 싣는 것이 중요하다. 수소저장합금 자체의 무게와 부피 때문에, 수소를 가득 넣어도 고압 수소 봄베에 비해 불리하다. 엄청난 압력으로 수소를 저장할 수 있게 되면서부터 수소연료전지차는 커다란 고압 수소 '폭탄'을 싣고 다니는 셈이다[3].

넷째, 내연기관의 부재이다. 자동차에서 엔진은 바퀴를 굴릴뿐만 아니라 진공을 공급하고 컴프레서를 작동시킨다. 진공을 가장 필요로 하는 곳은 브레이크이고, 컴프레서는 에어컨을 위한 것으로 자동차의 에어컨은 전기모터로 컴프레서를 돌리는 것이 아니라, 엔진의 힘



〈자료〉: Honda Motors

(그림 1) 수소연료전지차 개요

으로 돌린다. (그림 1)에서 보듯이 수소연료전지차는 내연기관이 없고 전기모터, 연료전지, 동력제어장치(PCU), 스택, 수소저장탱크 등으로 구성되어 있어 진공과 에어컨디셔너 컴프레서를 전기에너지를 이용해 별도로 만들어야 한다.

다섯째, 촉매에 백금을 사용한다. 현재 저온형 연료전지에는 산화극과 환원극 모두에 백금을 기반으로 한 전기화학 촉매가 사용된다. 백금은 매우 비싼 귀금속으로 연료전지의 핵심인 스택에는 최소 수십 g의 백금이 들어간다. 연 천만대의 자동차를 위해선 1,000톤의 백금이 필요하며, 세계 백금 생산량 대부분을 아프리카의 소수 대형 광산에 의존하고 있다.

2. 현황

수소연료전지차는 기술적 난제였던 충전 주행거리, 연료 충전시간, 연료전지 내구성 등에서 커다란 기술적 진보가 이루어져 상용화에 근접하고 있다. 수소연료의 충전거리는 충전 압력 700 bar의 고압저장용기 도입으로 2004년 150~200km에서 기존 내연기관 차량과 비슷한 400~500km 수준을 확보하였다. 수소 충전시간도 10분 내외에서 3~5분으로 줄어들었는데, 전기자동차의 경우 급속 충전 30여 분, 주행거리 200km에 머물고 있어 수소연료전지차가 전기자동차에 비해 경쟁력이 뛰어나다.

차량용 연료전지 내구성은 2010년 2,500시간, 12만 km를 돌파하였고, 현재도 목표시간인 5천 시간을 안정적으로 보장하기 위한 개선이 지속적으로 진행 중이다. 2015년 상용화를 고려하면 내연기관 차량급의 내구성 확보가 가능할 것으로 전망된다. 가격은 2014년 대당 10억 원 수준에서 2009년 1~2억 원 수준으로 떨어졌고, 2015년까지 핵심 부품 가격인하, 대량생산 등으로 5,000~6,000만 원으로 떨어질 전망이다.

현재 수소연료전지차 시장을 놓고 도요타, 혼다, 닛산, GM, 포드, 다임러 벤츠, BMW, 현대자동차 등이 기

술 경쟁을 전개하고 있다. 국내에서도 정부의 자금 지원, 산학 연구 개발 참여, 수소연료전지차 시범 운영 등에 힘입어 활발히 연구 개발이 진행되고 있으며, 보급을 위해 자동차 규격과 안전기준에 관한 논의도 구체화되고 있다. 산업 내에서는 현대자동차와 LG화학이 새로운 배터리 기술을 개발하는 등 파트너십을 통한 공동 연구가 수행되고 있다.

수소충전소는 조지워싱턴대 혁신기술연구소(BTI)와 독일의 루투비히벨코브시스템테크니크(LBST)의 집계 따르면 2010년 말 기준 전 세계에서 224개가 가동 중이며 건설 중이거나 건설이 확정된 곳이 127개소이다. 대륙별로 보면 북미 92개, 유럽 80개, 아시아 48개의 순이다. 국가별로는 총 34국에서 수소충전소가 가동되고 있는데, 미국 79개, 독일 27개, 일본 23개의 순이고, 한국은 2012년 현재 13개가 운영되고 있다[4].

3. 전망

수소연료전지차의 시장을 살펴보면 IEA(국제에너지기구) 450 시나리오에 2015년부터 수소연료전지차 시장이 창출되어 2050년까지 전체 시장의 30%를 차지할 것으로 전망하고 있다.

2011년 Pike Research는 2015년 수소연료전지차가 상용화되고, 판매량은 2010년부터 2014년까지 약 10,000대, 2015년 57,000대, 2020년 390,000대로 늘어나 2020년 누적 판매량 120만대, 시장 규모 169억 달러로 전망하고 있다. 현재 200개소인 충전소는 2020년에는 5,200개소로 급증하고 충전소에 대한 투자도 연간 16억 달러로 10년간 총 84억 달러에 이를 것으로 전망된다.

2013년 1월 프로스트 앤 설리번은 2020년까지 국내에 약 15,100대의 수소연료전지차가 보급될 것으로 전망하고 있다. 2011년 국내에 보급된 수소연료전지차는 약 30대이지만 앞으로 54.4% 성장하여 2015년부터 수소연료전지차의 상용화가 시작되고, 2020년에는

15,100대가 보급될 것으로 추산되고 있다[5].

미래에는 세계적으로 배출가스 측정기준이 강화됨에 따라 연료전지 차가 '제로 이미션'의 이상적인 솔루션으로 부각되고 2015년부터 상용화가 시작될 것으로 전망된다. 2020년 성장기를 거쳐 2030년대부터 내연기관차 및 하이브리드차 시장규모를 넘어설 것으로 예상된다.

현재 수소연료전지차와 전기자동차 등의 상용화가 기술적 문제 및 가격 등으로 인해 당초 예상보다 지연되고 있으나 향후 10~15년간 석유제품 가격이 계속 인상되어 이 분야 발전은 지속될 것이다. 양산 후 초기 10년은 충전소 등 인프라 구축을 위한 시기가 될 것이고 2025년에 본격적으로 시장이 열릴 것으로 예상된다[6].

앞으로 수소연료전지차가 전기자동차보다 내연기관을 대체할 가능성이 높는데, 수소연료전지차의 최대 충전거리는 650km로 전기자동차인 닛산 리프의 최대 주행거리 160km의 4배가 넘는 등 연비 향상을 통한 운행 비용 절감과 배기가스 감소에 따른 대기오염방지 효과로 하이브리드차에 이어 미래 자동차 산업을 주도할 것이다.

III. 각국의 정책 동향

각 국은 에너지 자원 고갈, 환경오염, 기후변화 등 당면과제 해결을 위해 수소연료전지차의 보급을 위한 정부 주도 프로그램을 확대하고 국가 간 협의 및 제도적 규제를 강화하고 있다. 각 국 정부는 자동차업체들의 수소연료전지차 개발을 지원하고 있으며 수소연료전지차 실증 사업 또는 프로젝트를 추진하고 있다. 전 세계적으로 다양한 실증 테스트가 진행 중이며, 10년 정도의 수소충전소 인프라 및 관련 제도의 준비 기간을 거쳐 2025년 경 수소연료전지차가 광범위하게 보급될 전망이다.

1. 미국

캘리포니아주가 시행하는 무공해차(ZEV) 규제는 전체 판매량 중 일정 부분을 무공해차로 판매할 것을 규정하고 있다. 2016년에 연간 6만대 이상 판매하는 완성차 제조업체는 판매량 중 14%로 저공해차로 할 것을 의무화하고 이중 수소연료전지차 또는 전기자동차를 최소 3%, 하이브리드차를 최대 5%, 초저공해 가솔린차를 최대 6% 수준으로 강제화하고 있다. 이를 위반하면 대당 5천 달러 벌금을 부과해 시장에서 퇴출시키는 데, 과도기의 하이브리드 및 초저공해 가솔린차 등의 공해가 적은 차를 거쳐 실질적인 무공해차로의 전환을 유도하고 있다.

미 에너지부(DOE) 주도의 1억 5천만 달러 시범 운행 사업(2004-2009)에는 현대자동차를 비롯해, 다임러 벤츠, 포드, GM 등 완성차 제조업체들이 수소연료전지차를 시범 운행하였으며, UTCFC, 세브론텍사코, BP, CARB, AC트랜싯 등 연료전지 및 수소 관련 업체들도 수소충전소를 운영하였다[7].

미 연료전지협회(USFCC)는 2010년에만 300대 이상이 실증 프로그램에 투입되었고, 전 세계에서 승용차 700여 대, 버스 50여 대의 실증이 이루어진 것으로 추산하고 있다. 캘리포니아 연료전지 파트너십(CaFCP)에서는 2011년 6월 현재 총 466대의 수소연료전지차와 21대의 버스 및 22개의 충전소를 운영하고 있다.

미국은 연료 이송 및 공급, 수소연료전지차, 압축 및 충전설비 3개 분야로 구분해 수소연료전지차 관련 안전 기준을 개발하고 있다. 자동차 분야의 기준은 SAE(미국 자동차공학회, Society of Automotive Engineers), CSA(캐나다표준규격협회, Canadian Standards Association), ASME(미국기계학회, American Society of Mechanical Engineers)에서 주도하고 있다. 차량용 복합 용기 및 연료 공급 부속품에 대한 기준은 SAE와 CSA가, 수소공급 및 충전관련 저장용기는 ASME와

DOT(교통부, Department of Transportation)가 주도하고 있다[8].

차량용 복합 용기 및 연료 공급 부품의 개별 시험 인증 기준은 CSA가 HGV code로 현재 개발 중이며, 차량용 연료 공급 시스템의 전체 안전성 기준은 SAE가 J2579를 기반으로 개발하고 있다.

2. 유럽

유럽연합은 EURO 규정(2006년 10월의 EURO 4, 2009년 10월의 EURO 5)에서 이산화탄소 배출과 관련해 거리 당 배출량(g/km)을 규제하고 있다. 연비로 환산하면 2008년 17.3 km/L, 2012년 20.0 km/L, 2020년 25.5km/L에 해당된다. 2015년에는 이 규제를 현재의 권고방식에서 의무 방식으로 전환해 95유로/g의 벌금을 부과해 자동차 시장 진입에 대한 장벽으로 작용할 것으로 전망된다[9].

유럽은 청정에너지 파트너십 프로그램(CEP)을 2004년부터 2016년까지 3단계에 걸쳐 진행 중이며 수소충전소를 확충하고 있다. 독일, 영국, 프랑스는 H2 모발리터 프로그램을 진행하며 2020년까지 1천여 개의 충전소를 설치할 계획이다. 노르웨이, 스웨덴, 덴마크 등 북유럽 국가들은 'H2 무브스 프로그램'을 진행하며 '스칸디나비아 수소 고속도로 파트너십(SHHP)'을 통해 2015년까지 수소충전소 45개 건설을 추진하고 있다. 덴마크 코펜하겐시(市)는 무탄소 수송시대를 목표로 2011년부터 관용차용으로 내연기관차를 구매하지 않고 2015년까지 관용차의 85%, 2025년까지 시 전체 등록 차량 중 20~30%를 수소연료전지차, 전기자동차 등 친환경차로 대체하겠다는 계획을 발표하였다.

유럽은 수소연료전지차의 시스템을 5단계로 분류해 안전기준을 제정하였고, GTR(Global Technical Regulation)에서는 미국 SAE J2579의 Sequential test 기준의 시스템 레벨 테스트 및 국부화염(Local fire) 시

험을 도입하였다. 기존 개발은 UN ECE에서 주도하고 있으며 2000년대 초반부터 EIHP1, 2 project를 통해 개발된 기준을 UN ECE R406으로 제정해 운영 중이다. 기존의 보완과 세계의 단일 강제 규정 제정을 위한 GTR 개발을 진행하고 있다.

Sequential test는 하나의 시험 용기로 여러 시험을 순차적으로 진행해 안전성과 내구성을 확인하는 시험이며, 국부화염 시험은 화재로 발생된 CNG 복합 용기 파열사고를 계기로 단점을 보완하고자 도입되었다.

3. 일본

일본은 경제산업성(METT) 주도로 수소연료전지차 산업을 추진하고 있으며, 도요타, 닛산, 혼다 등 자동차 업체가 참여하여 다수의 수소연료전지차를 운영하고 있다. 2002년 12월 도요타와 혼다가 관공서를 대상으로 리스 방식을 통해 수소연료전지차를 한정 판매한 것을 시작으로 리스 판매의 확대나 각 메이커가 국토교통성장관의 인증 취득을 추진하였다.

2010년 6월 정부 각의에서 결정된 에너지 기본 계획에 따라, 일본 정부는 2015년부터의 수소연료전지차 보급 개시를 앞두고 수소충전소 등 인프라 정비 지원을 추진하였다. 현재 23개의 수소충전소를 2015년까지 4개 지역에서 100개로 확충하고 2025년 1천개소를 운영할 계획이다. 자동차 업체 및 에너지 사업자도 2011년 1월 공동성명을 발표해 2015년부터 수소연료전지차를 양산해 판매할 예정이다[10].

경제산업성은 2012년 12월 수소연료전지차에 수소를 공급하는 수소충전소에 관한 기술 기준을 현행 40MPa(메가파스칼) 대응에서 82MPa 대응으로 바꾼 개정안을 공포하고 시행하였다. 2011년부터 2013년까지 고압가스보안법 등에 따른 수소충전소 16개 규제 항목의 개정을 실시하기로 결정하였다. 이번 개정을 통해 82MPa 대응 수소충전소의 보안이 확보되고 상업지역

〈표 3〉 해외의 수소연료전지차 실증 시범 운행 사업

| 국 가 | 실증 시범 운행 사업 |
|------|---|
| 미 국 | CaFCP, DOE Project |
| 유 럽 | CUTE(Clean Urban Transport for Europe) ECTOS(Ecological City Transport Project) CEP(Clean Energy Partnership) |
| 캐나다 | VFCVP(Vancouver Fuel Cell Vehicle Program) |
| 일 본 | JHFC |
| 싱가포르 | Sinergy |
| 중 국 | FCB Demo Project |

〈자료〉: 한국과학기술정보연구원, 2012.

등 시가지에도 건설이 가능해질 전망이다. 수소연료전지차의 수소 용기 기술 기준 정비와 맞물려, 이제까지 40MPa 수소충전소에서 충전한 수소연료전지차와 비교해 항속거리가 늘어나 실용성, 편리성이 증대될 전망이다.

보안 확보를 위해 엄격한 기술 기준이 결정됐는데, ① 수소압력 상승에 따라 수소충전설비와 공공도로 사이의 거리를 8m 이상으로 연장, ② 40MPa 수소충전설비를 82MPa 설비와 병설해 공용하는 시설이 있는 경우에는 82MPa의 수소가 40MPa 설비에 유입하는 것을 방지하기 위한 조치를 취해야, ③ 화재 등으로 인해 수소를 저장하는 축압기가 위험에 처했을 때 축압기 내의 수소를 안전하게 방출하기 위한 조치도 의무화하였다. 경제산업성은 이번 개정을 통해 시가지에서의 82MPa 수소충전소 실증 실험 진전, 에너지 사업자에 의한 82MPa 수소충전소 정비 방침 책정 등이 이뤄질 것을 기대하고 있다[11].

〈표 3〉에서 보듯이 미국, 일본, 유럽 등 해외 각국은 수소연료전지차 실증 시범 운행 사업을 전개하고 있다.

4. 한국

국내에서는 1998년 국가 G7 사업 및 차세대 자동차 개발 사업을 바탕으로 수소연료전지차가 개발되기 시작하였다. G7사업을 통해 현대차와 한국과학기술원은 1999년과 2001년에 각각 10kW급과 25kW급 스택을 개

발해 스포티지 및 신타페 연료전지 하이브리드카를 개발·시연하였다.

환경부가 2013년 1월 발표한 ‘2013년 환경친화적자동차 보급 시행계획’에 따르면 2013년 2월 종료되는 지식경제부 수소연료전지차 기술 개발 및 실증 사업 이후 본격적인 보급에 대비하기 위해 공공부문을 대상으로 시범 보급 사업을 추진할 방침이다. 광주광역시에 현대차의 투싼ix 5대를 보급하고, 수소충전소 1기를 설치하며, 국고보조사업으로 수소충전소 1기(30억 원), 수소연료전지차 5대(6억 원)에 투입되는 총 36억 원 중 정부가 50%인 18억 원을 부담한다.

수소연료전지차와 동급 내연기관 차량과의 차액을 정부와 지방 자치 단체가 반반씩 부담하며, 수소충전소 건설과 관련해서는 도심 이격, 수소 공급원 등을 검토해 추후 결정할 방침이다. 2005년 환경친화적자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률 제정 당시 지식경제부는 수소연료전지차 개발 및 실증, 국토해양부는 법규 및 안전, 환경부는 본격적인 차량 보급 등 3개 부처가 각각 업무를 분장하였다. 환경부가 2013년부터 수소연료전지차를 보급한다는 것은 그동안 연구개발 수준이었던 연료전지차가 이제 양산 수준에 이르렀다는 것을 의미한다[12].

국내 수소충전소는 2001년 현대자동차가 남양연구소 내에 건설한 350 bar 충전소를 시작으로 2012년 수도권 및 대전, 여수, 울산, 제주 등에 총 13개를 운영 중이다[13].

다음의 〈표 4〉에서 보듯이 국내 수소연료전지차는 2015년부터 본격적으로 양산되기 시작하며, 수소충전소도 2015년 33개, 2018년 93개, 2020년 153개소로 증가할 전망이다.

수소연료전지차 관련 규격은 가스안전공사와 교통안전공단에서 담당하고 있으며 현대차의 기술 개발에 맞춰 국내 기준 제정을 위해 노력하고 있다. 수소연료전지차 보급 기반의 일환으로 안전기준에 관한 규칙 및 시행

〈표 4〉 국내 수소연료전지차 및 수소충전소 보급 전망

| 단계 | | 시험/실증 | | 시범 운행 | | 양산 및 본 사업 | | | | | |
|--------|----------------|-------|------|-------|------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 연도 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 연료 전지차 | 연간보급대수 | - | 5 | 50 | 50 | 10,000 | 10,000 | 20,000 | 20,000 | 30,000 | 30,000 |
| | 누적대수 | - | 5 | 55 | 105 | 10,105 | 20,105 | 40,105 | 60,105 | 90,105 | 120,105 |
| | 연간필요예산 (억 원/년) | - | 10 | 60 | 60 | 수소연료자동차 구매자에 대한 세액감면 검토 | | | | | |
| 수소 충전소 | 연간보급대수 | 1 | 2 | 5 | 5 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 |
| | 누적대수 | 1 | 3 | 8 | 13 | 33 | 53 | 73 | 93 | 123 | 153 |

(자료): 자동차공업협회, 2012.

세칙, 자동차용 내압용기 안전에 관한 규정의 제.개정안이 마련돼 입법화를 추진하고 있다.

자동차 안전기준에 관한 규칙의 경우 제동장치, 연료장치, 수소가스 누출 안전성, 고전원장치 등 8개 항목이며, 시행세칙은 수소 누설 확인 시험, 연료 소비율 시험, 충돌 시 고전원전기장치 등 10개 항목이다. 자동차 내압용기 안전에 관한 규정은 내압용기 제조검사기준, 내압용기 밸브와 안전장치의 제조 기준, 내압용기 장착검사 기준이 포함된다.

가스안전공사는 수소충전소 기준을 지식경제부 지원으로 제정했고, 2009년에는 수소연료전지차용 용기의 시설.기술.검사기준 및 초안 작성을 완료하였다. 가스안전공사는 수소충전소 기준인 KGS FP216(지식경제부 공고 제2011-173호, '제조식 수소자동차 충전의 시설.기술.검사 기준')과 KGS FP217(지식경제부 공고 제2011-173호, '저장식 수소자동차 충전의 시설.기술.검사 기준')을 제정, 완료하였다.

교통안전공단 자동차안전연구소(KATRI)는 2012년에 현대자동차, 가스안전공사 등과 함께 수소연료전지차용 용기의 시설.기술.검사 기준과 수소연료전지차의 시설.기술.검사 기준을 국내 기준으로 제정하였다. 제도정책 분야의 경우 UN 산하의 전문가 기술위원회 활동을 통해 안전기준 국제조화 대응연구를 진행했으며, 수소 안전성 분야에서는 고압(35 & 70MPa) 수소공급 시스템, 저장용기 안전성, 수소누설에 따른 터널.주차장의

안전 확보 연구 및 화재 안전성 등에 대한 연구가 이루어졌다. 운행 안전성 분야에서는 국내의 안전기준 시험 항목에 대한 적합성을 평가하고 신규 시험 항목 평가 기술을 개발했으며, 전기 안전성 분야에 대해서는 연료전지, 배터리, 대용량 모터의 고전압 및 전자파 안전성 확보 방안을 연구하고 있다.

연료전지를 자동차 주 동력원으로 채택할 경우 연료의 이용효율이 36~50%로 내연기관의 20%에 비해 높은데다 온실가스 배출량 저감을 위한 현실적인 기술로 평가하고 있다. 수소연료전지차 안전기준(안) 도출을 통해 그린카 보급 기반을 확충하고, 안전기준 국제조화에 선제적으로 대응함으로써 국내의 산업을 보호하고 고효율, 저공해의 특성인 그린카 핵심기술에 대한 경쟁력을 확보할 수 있다[14].

IV. 시사점

앞에서 살펴본 수소연료전지차의 현황 및 국내외 정책 동향을 통해 우리에게 주는 정책적 시사점으로는 4가지가 있다.

첫째, 핵심 부품 및 시스템 개발이다. 수소연료전지차 기술은 모터, 연료전지, 새로운 구동계, 새시, 안전 설계 기술, 소음 진동 저감 기술, 차체 설계 기술, 차량 경량화 기술, 모듈화 기술 등 다양한 분야의 부품 및 차량 기

술을 필요로 하고 있어 산업전반의 전후방 효과가 매우 크다. 현재 국내 수소연료전지차와 관련 기술 개발은 성숙단계에 진입하고 있으며, 국산화율은 92%에 달하고 있다. 앞으로 수소연료전지차의 핵심 부품 및 시스템 기술 개발이 필요하다. 또 수소탱크의 국산화 등이 필요하고, 초고압 수소용으로 사용되는 부품은 국내에서 기존 개발이 거의 이뤄지지 않고 있어 개발이 필요하다[15].

둘째, 수소충전소 인프라 구축이다. 수소연료전지차는 한번 충전에 600km까지 이동할 수 있어 전기자동차보다 유리하지만, 수소연료전지차가 보급되기 위해서는 전국 각지에 수소충전소가 설치되어 원활한 충전이 이뤄져야 한다. 충전 인프라 문제로 일반 주유소나 LPG 충전소와는 개념이 다른 만큼 안전하게 각지에 수소충전소 설치가 필요하다.

셋째, 안전기준 개발 및 시험 평가 설비. 기술의 확보이다. 미국은 수소연료전지차 관련 기준 개발을 연료 이송 및 공급, 수소연료전지차, 압축 및 충전설비의 3개 분야로 구분해 안전기준을 개발하였다. 유럽도 수소연료전지차의 시스템을 5단계로 분류해 안전기준을 제정하였다. ISO도 국제표준으로 각국의 안전기준 개발 내용을 포함해 기준 제정을 서두르고 있다. 국외기준 개발에 비하여 국내의 안전기준 개발은 현재 필요한 수준에서 진행되고 있으며, 수소연료전지차의 보급을 위한 체계적인 개발이 이뤄지고 있지 않고 있다. 국내 수소연료전지차 보급을 위한 인프라 구축에 앞서 안전기준의 개발은 선행되거나 동등한 시기에 이루어져야 한다. 또 안전기준에 따른 안전성 및 내구성 시험 평가 설비 구축도 필요하다[16].

넷째, 전문 인력 양성이다. 수소연료전지차 소비 수요의 안정적인 성장을 위해서는 충전소 설치, 보급체계 구축 및 지원 시설 확충이 요구되며 복잡한 구조를 가진 수소연료전지차 정비를 위한 정비 인력 양성이 필요하다. 산학연 프로젝트를 추진하여 고급 전문 인력을 양성해야 한다.

용어해설

수소연료전지차(Fuel Cell Vehicle) 기존 가솔린 내연기관 대신 수소와 공기 중의 산소 결합으로 전기를 자체 생산하는 연료전지를 동력원으로 하는 차세대 친환경 자동차임. 가솔린에 열을 가해 기화시킨 다음 수증기와 공기를 혼합해 수소와 일산화탄소를 만들고, 일산화탄소는 증기의 촉매 작용을 통해 이산화탄소와 수소로 바꾸며, 만들어진 수소가스를 산소와 화학적으로 결합시켜 모터를 움직이는 전기를 만들어 차를 움직임.

전기자동차(Electric Vehicle) 석유 연료와 엔진을 사용하지 않고, 전기 배터리와 전기 모터를 사용하는 자동차로 크게 배터리로만 가는 순수 전기자동차(EV), 동력원으로 전지에 저장한 전기만을 사용하고 필요에 따라 충전을 시켜줄 수 있는 플러그인 하이브리드(PHEV), 전기모터와 내연기관을 동시에 사용하는 하이브리드카 등 3가지로 분류

참고문헌

- [1] 안병기, “친환경 수소연료전지차 개발동향,” 기계저널, 2012. 2, p. 34.
- [2] 임태원, 서정도, “수소경제와 자동차산업,” 과학과 기술, 2012. 4, p. 16.
- [3] 서울파이낸스, “현대차 연료전지차 상용생산 성공가능성은?,” 2012. 10. 18.
- [4] 임태원, 서정도, “수소경제와 자동차산업,” 과학과 기술, 2012. 4, pp. 19-20.
- [5] 한국경제신문, “한국 연료전지차 시장 2020년 1만5천대,” 2013. 1. 13.
- [6] 구영덕, “수소연료전지,” KISTI Market Report, 2012. 7, p. 13.
- [7] 임태원, “현대-기아 수소연료전지차,” 2008. 11, p. 24.
- [8] 전자신문, “수소연료전지차 인프라 구축 필요,” 2012. 12. 7.
- [9] 안병기, “친환경 수소연료전지차 개발동향,” 기계저널, 2012. 2, p. 34.
- [10] 임태원, 서정도, “수소경제와 자동차산업,” 과학과 기술, 2012. 4, p. 18.
- [11] 환경일보, “일본 연료전지차 보급 앞두고 인프라 정비 박차,” 2012. 12. 18.
- [12] 가스신문, “올해부터 수소연료전지차 시범보급,” 2013. 1. 17.
- [13] 충남테크노파크, “충남 연료전지자동차산업 분석보고서,” 2013. 2, p. 13.
- [14] 이투뉴스, “수소연료전지차 안전기준 제.개정안 입법화,” 2012. 12. 13.
- [15] 에너지경제, “연료전지차 진화속도 더 빨라진다,” 2012. 10. 17.
- [16] 전자신문, “수소연료전지차 인프라 구축 필요,” 2012. 12. 7.