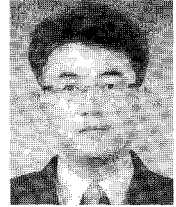


전기자동차와 충전인프라



고 준 호 | 서울시정개발연구원 부연구위원

1. 서론

지난 11월 17일 정부는 2020년 국내 온실가스 배출량을 배출전망치(BAU) 대비 30% 감축하기로 확정하고, 2010년부터는 각 부문별로 세부목표를 정하고 관리하는 '온실가스 및 에너지 목표관리제'를 도입할 예정임을 밝혔다. 특히, 산업 분야의 단기적 부담을 최소화하기 위해 건물과 교통 등 비산업 분야 위주로 감축을 진행할 계획이다. 또한, 저탄소 녹색성장기본법(안)의 제정 추진과 지속가능교통물류발전법(2009. 12. 10 시행)을 통해 친환경적인 비동력·무탄소 교통수단의 활성화 정책 추진이 요구되고 있는 상황이다.

한편, 2012년부터 EU 지역내 등록차량에 대한 탄소배출량의 상한치를 설정하는 조치가 취해질 예정인데, 2012년에는 평균 130g/km, 2020년 목표는 95g/km로 하고 위반시 차량 제조업체에 대해 벌금을 부과할 계획이다. 현재 국산차의 대부분은 탄소배출량 수준이 130g/km를 초과하여 국제적 기준에 미흡할 것으로 예상되고 있다.

이러한 국내·외적인 여건 변화에 따라 최근 탄소를 전혀 배출하지 않는 전기자동차에 대한 관심이 높아

지고 있는 상황이다. 본 고에서는 전기자동차와 충전인프라에 대해 간략히 설명하고자 한다.

2. 자동차의 유형 : 내연기관 자동차에서 연료 전지차 까지

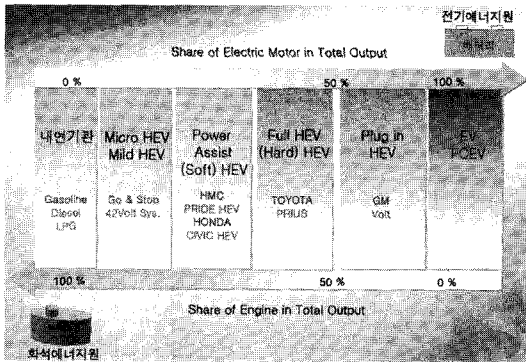
자동차는 차량의 구동을 위한 전기에너지원 사용 정도에 따라 전기를 전혀 사용하지 않는 내연기관차량부터, 하이브리드차와 플러그인하이브리드차, 전기차, 연료전지차로 구분될 수 있다. 일반적으로 전기차라고 하면 플러그인 하이브리드(PHEV)자동차부터라고 할 수 있다.

하이브리드 자동차(Hybrid Electric Vehicle: HEV)는 주로 가솔린을 사용하는 내연기관과 배터리에 저장되어 있는 전기를 사용하는 전기모터를 함께 혼합해 사용하는 형태를 가지며 다음과 같은 세가지 유형으로 구분된다.

- ① 라이트(light) 하이브리드차 : 차량이 움직이지 않을 때 엔진을 정지하는 방식 사용으로 연비 2~3% 향상 (예: GM Silverado 트럭)
- ② 마일드(mild) 하이브리드차 : 희생제동과 전기모

터 어시스트(가속시)를 사용, 전기모터만으로 주행 불가능 (예: 혼다 Civic)

- ③ 풀(full) 하이브리드차: 전기로만 운행 가능(최고속력 34mph, 1마일 주행: 이후 배터리 자동 재충전) (예: 도요타 Prius)



출처: 현대기아차(2008)

그림 1. 자동차의 분류

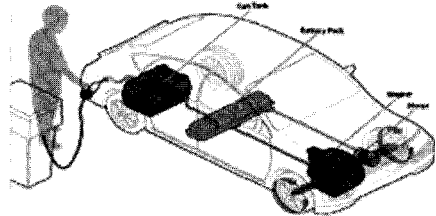
플러그인하이브리드차(Plug-in HEV : PHEV)는 화석연료와 전기에너지를 동시에 사용한다는 점에서 하이브리드차와 유사하나, 보다 더 큰 용량의 배터리를 사용하여 전기를 주 동력원으로 사용하며 전력망을 통해 배터리를 충전한다는 점에서 다르다. 현재로서는 최대 40마일까지 재충전 없이 전기만으로 주행이 가능하며 배터리가 다 소모되었을 때에는 화석연료로 주행한다. 일반적인 하이브리드차량에 비해 연비가 50% 정도 향상될 수 있다. 해외에서는 하이브리드차를 플러그인하이브리드차로 개조하는 사업이 활발하게 진행되고 있다. GM Volt가 그 대표적인 플러그인 하이브리드 차량으로 2010년 출시예정이다. 16kWh 리튬이온 배터리를 탑재하여 모터 주행거리가 40마일이며, 가정용 220V에서 3시간의 충전이 필요하다.

전기차(Electric Vehicle: EV)는 순수하게 전기로만 운행되어 업스트림을 포함한 오염물질 배출이 전혀 없는 차량이다. 그러나 전력망을 통해 전기를 공급받기 때문에, 전기 생산방식에 따라 화석연료를 원료로 생성된 전기를 사용할 경우 발전소에서 오염물질 배출을 유발할 수 있다. 전기차는 내연기관차에

비해 정지 상태에서 최대토크를 얻는 데 더 유리하여 정지 상태에서 최고속도에 이르는 시간이 더 빠르다. 배터리 성능과 가격, 충전소 문제 등 해결해야 할 과제가 많아 시장 진입에 실패하고 자동차 회사들이 제작을 꺼려했으나, 배터리 기술이 발전함에 따라 이러한 상황이 바뀌고 있다.

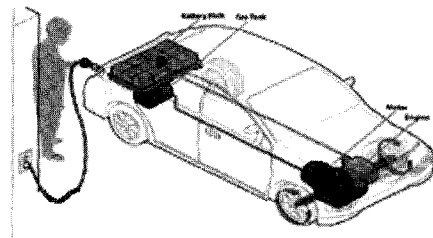
내연기관차가 평균적으로 한번 주유로 약 400km를 가는데 반해, 전기차의 경우 한번 충전으로 160km 주행이 가능하다.

실제로 개발되어 운행 중인 전기자동차의 성능을 살펴보면 다음과 같다.



표준 하이브리드

급유	에너지저장	추진
주유소방문이 열지만 여전히 필요하다.	가솔린이 에너지의 주요자원이다.	엔진과 모터가 자주 교환되며 운전한다.



플러그인 하이브리드

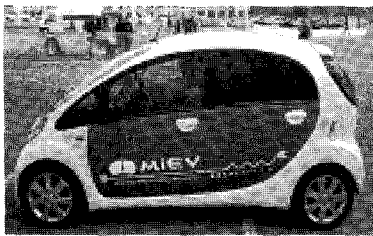
급유	에너지저장	추진
주유소로 최소이동, 배터리는 집이나 직장에서 충전된다.	연료는 여분의 연료탱크와 함께 배터리에 전기로 저장된다.	배터리가 다할때까지 주로 전기의 힘으로 운전한다.

그림 2. 하이브리드차와 플러그인하이브리드차의 운행방식

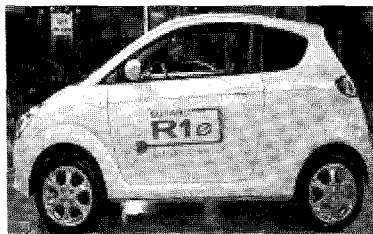
- ① 미쓰비시 i-MiEV(4인승): 16kWh 리튬이온 배터리 탑재하여 최고속력 81mph, 주행거리 100마

일. 충전 소요시간은 일반 가정 200V 기준 7시간, 100V 기준 약 14시간 소요. 시범적으로 설치되어 있는 급속충전기를 이용할 경우 배터리 총 용량의 80%를 30분만에 충전 가능

- ② 스바루(Subaru) R1e:346V 리튬이온 배터리 탑재하여 최고속력 65mph, 주행거리 50마일. 급속 충전시 충전시간 5~8분(급속충전시 배터리 성능 저하 없으며 부분충전 가능)
- ③ BMW Mini E:35kWh 리튬이온 배터리 탑재하여 최고속력 152km/h, 주행거리 150마일. 2009년 베를린에서 50대 시범운행
- ④ G-Wiz:영국의 런던에서 약 700대 가량이 운행 중. 차량가격은 약 9천파운드(약 1,800만원). 최고속도 80km/h, 충전 후 48마일까지 운행 가능



미쓰비시 i-MiEV



스바루 R1e



BMW Mini E

출처: <http://www.hybridcars.com>:www.mininspace.com

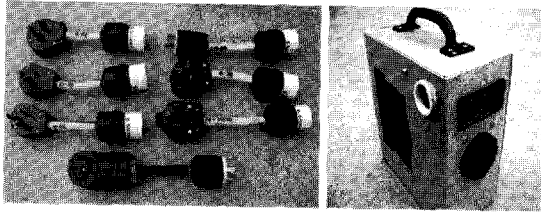
그림 3. 전기차

수소차(Hydrogen Internal Combustion Engine: H2ICE)는 내연기관에서 수소를 연소해 동력을 얻는 반면 연료전지차(Fuel Cell Vehicle: FCV)는 연료전지 내에서 수소와 산소의 화학반응으로 발생한 전기를 에너지원으로 사용한다. 따라서, 자동차 사용 중에는 수증기만을 배출한다. 그러나 현재까지 대부분 수소는 천연가스에서 생산되기 때문에 전 과정에 걸쳐서는 오염물질과 온실가스를 배출하게 된다. 제약점으로는 연료전지의 내구성과 성능 등에 대한 검증이 아직까지는 부족하고, 가격이 고가이다. (2012년 현대기아차 시범 보급시 승용차 1억, 버스 4억원 예상됨(지식경제부, 2009)) 또한, 수소충전소 등 관련 인프라 구축에 따른 민원 발생이 야기될 가능성이 있다.

3. 전기자동차 인프라

전기자동차의 경우 1회 충전후 주행거리의 한계로 운전자의 편의성 확보를 위해서는 충전네트워크의 구축이 절실하다. 이러한 충전네트워크는 일반충전소, 급속충전소, 배터리 교환소와 같은 형태로 구분지어 생각할 수 있다. 캘리포니아 주정부와 브뤼셀 시정부는 충전인프라 성능을 구분하여, 고가이나 고성능인 고속충전소와 저렴하며 설치가 간단한 완속충전기의 입지전략을 달리 취하고 있다. 고속충전소는 교통량이 많은 결절점에 두고 이용률을 높이는 데 주력하며, 완속충전기는 가능한 입지로 확인된 모든 지역에 설치하는 경향을 보이고 있다.

- ① 완속충전기(120V, 16Amp):가정용 야간충전시스템으로 컴팩트한 저중량 구조로 되어 있어 설치가 저렴/간단함. 일반 건물내부에 설치됨
- ② 중속충전기(208-240V, 50-80Amp):도로상이나 비주거빌딩 등 활동밀집지역에 설치됨. 런던의 주스포인트와 같은 포스트형일 때 2~3개 소켓을 설치함
- ③ 고속충전기(480V, 250Amp):10분내 배터리 80% 충전을 목표로 하는 충전소형 독립시스템



저속충전기 : 소켓 및 어댑터



중속충전기

고속충전소

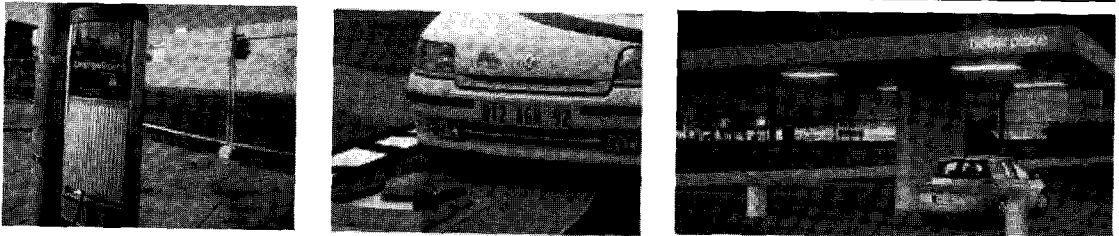
그림 4. 성능별 충전기 구분

일반 충전방식 이외에 유도충전 및 배터리교환 방식도 있다. 배터리교환방식의 대표는 Project Better Place이다. 이는 미국의 유대계 사업가 사이 아가시가 고안한 비즈니스모델로 전기자동차가 지닌 배터리 용량의 한계와 장시간 충전에 따른 이용자의

불편을 해소하기 위한 아이디어 차원에서 시작되었다. 즉, 전기차를 충전하는 대신 배터리를 교환하는 충전망 시스템을 갖추어 단 몇 분만에 충전된 배터리로 교환하여 전기차가 지니고 있는 단점을 해소할 수 있는 방안을 제시한 것이다. 실제로 프로젝트베터플레이스는 이스라엘 정부와 공동으로 2011년까지 전국을 전기자동차로 커버할 수 있도록 50만개의 충전소 네트워크를 구축한다는 계획을 발표한 바가 있다.

전기자동차 충전 인프라는 충전기 자체의 설치만으로 끝나는 것이 아니라 이를 통합적으로 관리하고 운영하는 시스템이 필요하다. 특히, 전기사용에 대한 요금지불 체계가 구축이 되어야 하는데 다양한 구성요소들의 네트워크화가 요구된다. 이를 위해서는 IT 기술의 접목이 필요하며 실제로 전기자동차 충전네트워크와 관련하여 스마트그리드(smart grid)에 대한 관심이 커지고 있는 상황이다. 스마트그리드는 '발전(發電)-송전-배전-판매'의 단계로 이루어지던 기존의 단방향 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환

구분	충전기	유도충전 (inductive charging)	배터리교환형
사용현황	대부분지역	프랑스 프락시탈레(97~99) 보르도 전기트램(03~)	베터플레이스사 서비스 지역 (이스라엘, 캘리포니아 등)
구성요소	충전소/post/가정용	노면충전시설, 집전장치(skates)	배터리교환소
비용	3.3백만원/6.6백만원	2백만원/km	\$500천
충전/ 교환시간	10분/6~8시간	주행중 충전 가능	3분
장단점	<ul style="list-style-type: none"> 인프라구축비용 저렴 가정에서 충전 가능 긴 충전시간 	<ul style="list-style-type: none"> 인프라 구축비용 큼 기술적 검증 부족 소비자 편리성 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 인프라구축비용이 큼 소비자 편리성 큼



자료 : 서울시(2009), 그린카 보급에 대비한 서울시 인프라 구축 방안

그림 5. 전기차 충전인프라 비교

함으로써 에너지 효율을 최적화하는 '지능형 전력망'을 가리킨다. 실제로, 2009년 6월에는 전기자동차 충전 인프라, 분산형 전원(배터리), 실시간 전기요금제, 전력망의 자기치유 기능 등의 요소를 포함한 '한국형 스마트 그리드 비전'이 발표되었다.

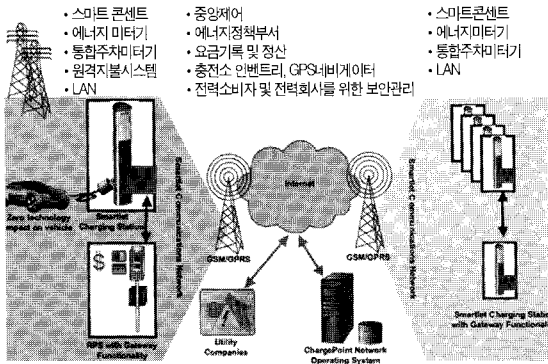


그림 6. 전기차 충전인프라 구성요소

은 영화에나 나오는 “물건”으로 인식되어 왔다. 그러나, 기술수준의 발달, 환경문제에 대한 관심, 특히 최근의 전 세계적인 고유가 상황 및 탄소배출 감축 노력과 맞물리면서 과거와는 분명히 다른 대접을 받고 있다. 특히, 최근 정부의 지원 의지 등을 비추어 볼 때 실용화 가능성은 더욱 높아지고 있으며, 이에 맞추어 차량제조사로부터 전기차 개발에 대한 얘기를 심심치 않게 들을 수 있는 상황이다.

전기차 이용 활성화를 위해서는 여전히 극복해야 할 문제가 많다. 우선적으로 배터리를 포함한 전기차의 성능 및 안전성 향상 문제, 충전의 편의성 제공, 그리고 무엇보다 경제성 확보를 통해 일반 시민의 구매의지를 높이는 일이 시급하다. 또한, 각종 법제도 정비와 함께 교통 및 도로부문에서도 전기차를 받아들일 준비가 필요할 것으로 보인다. 전기차 친화적인 도로구조와 함께 교통체계의 정비도 함께 고민할 단계이다.

4. 맺음말

전기자동차는 고가의 차량 가격, 배터리 성능문제, 충전 인프라의 미비 등으로 인해 그 동안 모터쇼 후

회원의 신상변동사항(이사, 전근, 승진 등)이 있으면
학회 사무국으로 연락주시기 바랍니다.
현재 반송되는 우편물이 너무 많습니다.

- 전 화 : (02)3272-1992
- 전 송 : (02)3272-1994
- E-mail : ksre1999@hanmail.net