

전기자동차의 충전기법 및 충전인프라 기술



정재영 | 캘리포니아 주립대학교 어바인 박사과정

1. 서론

대표적인 친환경 차량인 전기자동차는 기존에 사용되던 내연기관 기반의 자동차에 비해 주행 시 도시 공해의 주범인 배출 가스가 전혀 없으며, 석유 에너지에 의존적이지 않고 다양한 에너지 자원을 이용할 수 있는 특징이 있다. 또한 엔진 소음과 진동이 적으며, 연소과정이 없기 때문에 차량 수명이 상대적으로 길다고 알려져 있다.

전기자동차의 역사는 현재 사용되는 내연기관이 만들어지기 전으로 거슬러 올라가지만 2차 세계대전 이후 발전한 석유산업의 영향으로 내연기관 자동차의 보급에 비해 극히 미미한 실정이었다. 녹색성장위원회 국가 온실가스 감축 목표(2009)에 따르면 2020년까지 국내에서 줄여야 하는 온실가스 배출량은 배출 전망치의 30%에 달한다고 한다. 더욱이 도로교통수송으로 인한 온실가스 배출이 93% 이상(국토해양부, 2010)을 차지하는 것을 감안할 때, 전기자동차 보급 확대는 국내는 물론이고 각 국가들의 최우선 과제로 떠오른 상황이다.

2. 본론

미국, 일본 및 유럽은 다른 국가들보다 앞서 전기자동차 관련 및 보급기술 개발을 수행해왔다. 대표적인 모델로 닛산자동차의 LEAF, GM의 VOLT, 그리고 미쯔비시의 i-MiEV가 있으며, 국내 모델로는 르노삼성의 SM3 Z.E., 현대자동차의 블루온, 그리고 기아자동차의 RAY가 있다. 이러한 양산형 전기차들은 비록 고가이더라도 1회 충전으로 가능한 주행거리(100km~180km)와 최고속도(100km/h~150km/h)가 기존의 시험모델에 비해 매우 향상된 성능을 보여준다. 전기자동차의 구조는 일반 자동차와는 달리 배터리에 저장된 에너지를 이용하여 전기모터를 구동한다. 에너지 효율성으로 볼 때 전기모터를 사용하여 발생하는 출력이 가솔린 연소를 이용한 출력보다 효율이 높다. 그러나 그림 1과 같이 저장 에너지 밀도의 측면에서는 배터리가 가솔린에 비해 낮아 현재의 기술수준으로는 고출력 배터리라 할지라도 1회 충전으로 가능한 주행거리가 내연기관을 사용하는 차량에 비해 현저히 낮은 수준이다.

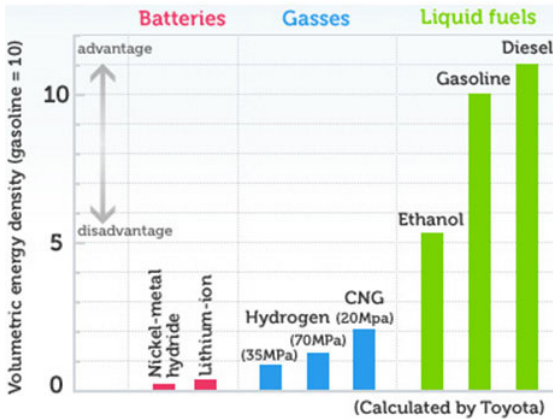


그림 1. 연료별 밀도

출처: www.toyota-global.com/innovation/vision/oil_alternative_fuels.html

또한 그림 2와 같이 차량 제동 혹은 감속 시 전기차 내부에 장착된 감속기와 회생제동 브레이크를 이용하여 발생된 전기에너지를 배터리로 재충전하는 기능이 있으나 배터리 충전이 없이 주행하는 것은 불가능하다.

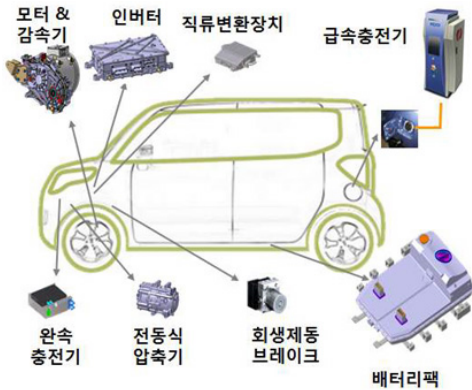


그림 2. 기아자동차 Ray 전기차 주요 구성 부품

출처: "전기자동차 표준 충전중", 지식경제부, 보도자료

충전 수요에 대응할 수 있는 충전 인프라 구축을 강화하지 않고 단순히 전기자동차가 확대 보급되는 것으로 친환경 목표가 달성되는 것은 아니다. 스마트 그리드(Smart Grid)는 전기의 생산부터 전송은 물론 소비과정까지 효율적으로 제어할 수 있는 포괄적인 전력망 관리 개념이다.

스마트 그리드의 주요 목적은 수요에 따라 필요한 만큼만 에너지를 생산하고, 필요시엔 동적 가격 정책으로 전기 수요를 분산시키는 기능도 수행하는 것에 있다. 전기차를 충전하는 방식은 크게 완속, 급속, 배터리 교환의 세 가지로 나누어진다. 완속충전의 경우 입력전압이 200~230(VAC)로 낮아 설치비가 저렴한 장점이 있으나 적어도 5시간 이상의 상대적으로 긴 충전시간을 필요로 하기 때문에 가정용 및 주차장의 충전 스탠드용으로 적합하다. 급속충전은 충전이 30분 이내로 상당히 빠른 편이나, 최대 400(VAC)의 출력을 낼 수 있는 전력망이 필요하기 때문에 설치가 제한적이다. 또한 단순히 충전소를 물리적으로 설치하는 것 이외에 충전접속기구, 전력, 온도계측 및 과금 시스템이 고려되어야 한다.

특히 충전스탠드나 고속충전소가 도로변이나 공공장소에 설치되는 경우, 안전상 도로 시설물에 고려되어야 한다. 일례로 미국의 Washington과 Oregon주에서는 단순히 충전소가 설치될 위치를 고려하는 것 뿐만 아니라 충전스탠드와 전기자동차 주차에 필요한 요구조건



그림 3. 도로변 완속충전스탠드 및 급속충전기

또한 정의하고 있으며 그 일부는 아래와 같다.

- 코드 길이 : 전기차는 제조사에 따라 충전 연결부위가 다를 수 있으므로, 최대 8미터(25feet)의 충전 코드를 지원하여야 한다.
- 보행자 주의표시 : 충전코드는 충전 스탠드 주변의 보행자에게 잠재적 위험 요소가 될 수 있기 때문에 주의표시를 설치하여야 한다.

- 환기장치 : 충전스탠드가 실내 구조물에 설치되는 경우 배터리의 고온에 따른 화재 가능성의 경우에 따라 고려될 수 있다.
 - 고압 주의표시 : 고속충전기의 경우 감전의 위험이 있으므로 충전기 주변 보호 및 경고표지의 설치가 고려된다.
- 마지막으로 배터리 교환은 소비자가 전기자동차를

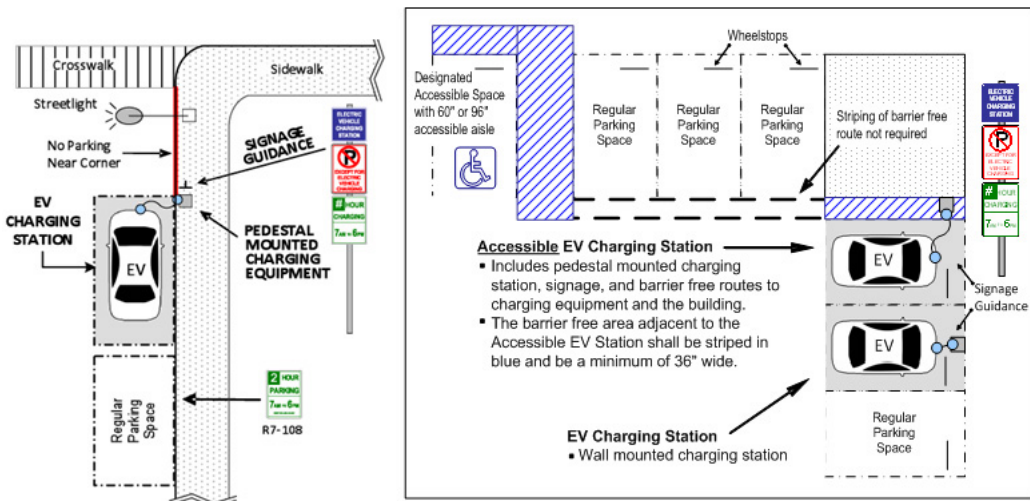


그림 4. 충전소 설치 요구 조건

출처: Department of Commerce, House Bill 1481 Guidance



그림 5. Tokyo 전기 택시 배터리 교환소

구입 시 배터리를 제외한 가격으로 전기자동차를 구매하고, 배터리 교환 서비스 회원가입을 통하여 리스의 개념으로 배터리를 제공받게 된다. 충전이 필요한 경우 운전자는 차에서 하차하지 않은 상태로 배터리 교환소에서 5분만에 완전 충전된 배터리로 교체받을 수 있다. 관련업체로는 미국 캘리포니아 소재의 벤처기업인 Battery Place가 대표적이고, Tesla Motors와 미쯔비시 중공업에서도 배터리 교환기술을 개발 중에 있다. 현재 Battery Place는 미국은 물론 이스라엘과 덴마크, 캐나다, 일본에서 충전 인프라를 구축한 후, 시범 서비스단계에 진입하고 있다. 특히 일본 도쿄에서는 2010년 세계 최초로 전기 택시 시스템을 구축하여 수 개월간 시험운영 프로젝트를 성공적으로 진행한 바 있다.

최근에는 기존의 충전기법의 제한을 극복하기 위해 유도 코일을 이용하여 주행 중이나 정차 중에도 차량을 충전할 수 있는 비접촉식 충전방식도 제안되고 있다. 이것은 전기차가 충전을 위해 도로 포장 하부에 매설된 마그네틱 패드로부터 무선으로 전력을 수신하여 동력으로 전달하는 기법이다. 유도충전기법은 충전 인터페이스가 매우 단순하고 이동 중에도 충전할 수 있는 장점이 있으나 인프라 설치비용이 높은 단점도



그림 6. 비접촉식 충전 Witricity's wireless charging system

있으며 현재로는 기술 개발 단계에 머무르고 있다.

3. 결론

한국스마트그리드협회에 따르면 2015년 전기차 충전기 세계시장 규모는 2조 2천억으로 전망되고 있다. 이에 따라 ISO(International Organization for Standardization, 국제표준화기구) 및 IEC(International Electrotechnical Commission: 국제전기표준회의)와 같은 표준화 기구에서는 충전방식 및 장치의 핵심요소 표준화를 진행하고 있으며 각 자동차 회사들은 컨소시엄을 이루어 세계시장을 선점하기 위해 표준화 움직임을 가속화하고 있다.

전기차는 현존하는 운송에 필요한 가장 깨끗한 에너지 수단인 전기를 이용하고 있다. 이는 새로운 형식의 운송수단이며 미래 환경보전을 위한 필수불가결한 선택이다. 전기차의 기반기술인 모터, 배터리, 충전기술 등 관련 기술들의 개발은 눈부신 속도로 발전하고 있다. 그럼에도 불구하고 전기차 활성화에 따른 충전소 위치선정은 물론 충전안내표지판, 전기차용 주차시설을 비롯한 관련 도로 시설물 구축방안 마련이 상대적으로 미미하므로 현실적인 방안에 대한 연구가 요구된다고 본다.

참고 문헌

1. Electric Vehicle Charging Infrastructure Deployment Guidelines, ETEC(Electric Transportation Engineering Corporation), April 2010.
2. A Guide for Local Governments in Washington State, Puget Sound Regional Council, September 2010.
3. “전기자동차 표준 충전중”, 지식경제부, 보도자료, 2010. 5. 17.
4. “전기자동차 충전시스템 KS 표준안”, 한국스마트그리드협회, 2011, 2, 16.