

7 전기차 충전시스템 소개와 인프라 구성

글 서정열 \ 기전팀 대리 \ 전화 02-3433-7427 \ E-mail jyseo82@ssyenc.com

1. 머리말

온실가스 배출에 대한 국제적 규제강화에 따른 국가별 이산화탄소 감축 목표량 달성에 가장 효과적인 대안으로 친환경 자동차 개발에 관심이 증대되고 있다. 정부는 저탄소 녹색성장이라는 강력한 지원정책으로 전기차 활성화 방안을 발표하고, 서울시에서는 2010년 4월부터 전기차의 시내주행을 허용하고 있다. 현재 완성된 전기차 양산예정에 맞춰 전기차 충전인프라 구축이 절실히 필요할 실정이다.

전기차는 일반 내연기관 자동차와 달리 배터리, 전기모터, 인버터, 컨버터, BMS(Battery Management System)로 구성되고 배터리는 충전이 가능한 2차전지가 이용된다.

이러한 전기차 보급의 전제조건은 충전인프라를 구성하는데 있고 세계 각국은 충전인프라 구성 및 서비스에 대한 모델을 도출하고 실증사업을 진행 중이다.

2. 전기차 종류 및 충전인프라 구성

2-1. 전기차의 종류

전기차는 <표 1>에서와 같이 사용동력의 종류와 배터리의 종류에 따라 나뉜다.

HEV(Hybrid Electric Vehicle)은 2가지 동력을 사용하는 자동차를 통칭해서 말하며 기존의 엔진과 배터리를 사용하는 전기에너지 2종류가 통상 사용되고, 그 기술의 단계나 배터리의 기여도에 따라 몇 단계로 구분된다. PHEV(Plug-in Hybrid Vehicle)은 HEV와 달

리 배터리의 충전을 외부에서 충전하며 출발 및 주행 모두 배터리가 주역할을 하고, 배터리가 방전되었을 때만 엔진이 보조역할을 한다. EV(Electric Vehicle)는 PHEV의 배터리 능력을 증대시켜 엔진을 제거한 형태의 전기차이다. FCEV(Fuel Cell Electric Vehicle)는 주동력원이 외부에서 충전하는 배터리 형식이 아니고 전기에너지를 자체 생산하는 연료전지가 있는 것이 특징이다.

배터리 부분은 전기차를 구성하는 핵심부분으로 차량 주행거리 증대를 위한 고에너지 밀도와 500회 이상 완전 방전이 가능해야 된다. 충분한 전력 밀도와 합리적인 총방전 에너지 효율의 특성을 지닌 니켈수소(Ni-MH)전지 및 리튬폴리머 계열의 전지가 주로 사용된다.

전기차 내부에는 BMS(Battery Management System)라는 핵심 제어장치가 있다. BMS는 주행 가능 거리 예측, 완전충전, 과충전 방지, 셀간 균등충전 알고리즘을 관리한다. 배터리 셀 또는 모듈의 고장관리, 배터리 수명 예측을 통한 배터리 교체 알림 기능을 포함한다.

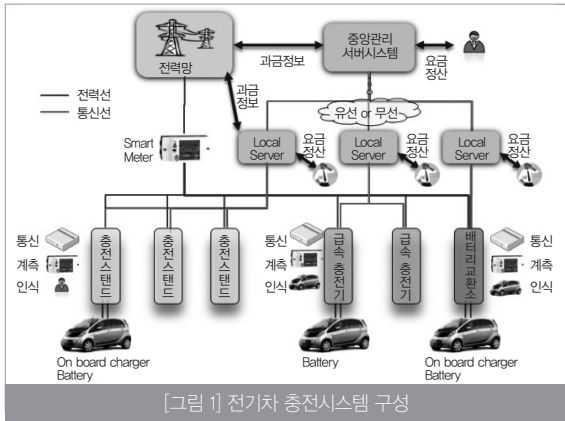
표 1 전기차의 종류

구분	HEV	PHEV	EV	FCEV
사용 동력	엔진 전기모터	엔진 전기모터	전기모터	전기모터
배터리 타입	니켈 메탈 할라이드	리튬폴리머 계열	리튬폴리머 계열	연료전지
주행 거리	100km 이상	100km 이상	130km 내외	500km 내외
최대 속도	150km/h 이상	100km/h 이상	130km/h 이상	160km/h 이상

2-2. 전기차 충전인프라 구성

전기차를 효율적으로 운행하기 위해서는 [그림 1]과 같이 전력공급을 할 수 있는 네트워크, 충전/방전 시스템, 요금 과금 시스템, 전력계통 운영시스템, 배터리 교환소 등이 구성되어야 한다.

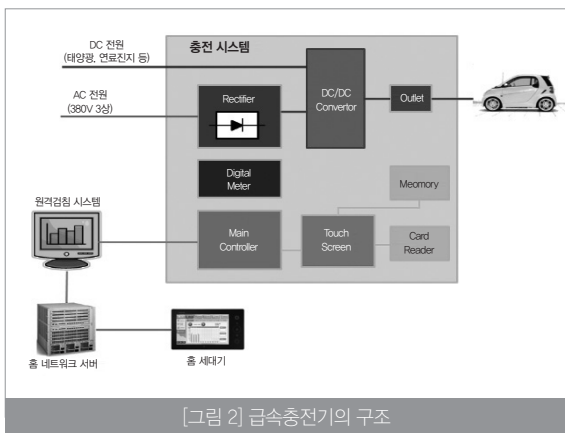
전기차의 인프라 구성은 아파트 또는 공용시설의 주차장에서 전기차 충전용을 값싸고 편리하게 이용하기 위한 시스템으로, 사용한 전기 요금은 세대 관리비 등에 합산해 청구하는 방식으로 운영될 것이다. 기본 충전기능뿐만 아니라 RFID 카드나 홈 네트워크를 통해 실시간 요금정산 및 원격 모니터링, 충전 현황 등의 정보를 손쉽게 확인할 수 있다.



[그림 1] 전기차 충전시스템 구성

2-3. 전기차 충전기 종류

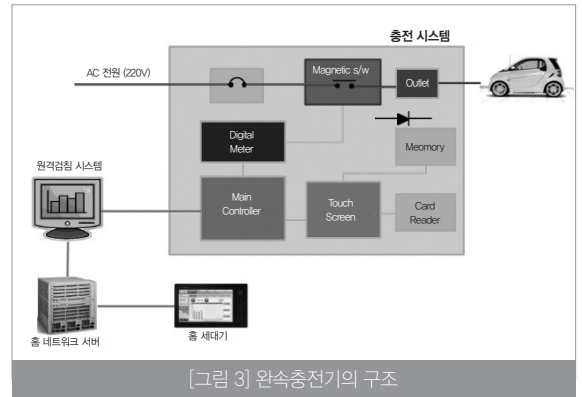
전기차 충전기는 홈충전기 저속과 급속충전기와 완속충전기의 두 가지 타입이 있으며 급속충전기는 약 30분만에 충전이 가능하다.



[그림 2] 급속충전기의 구조

급속충전기는 한전 AC전원을 DC변환 또는 신재생에너지 DC전원을 DC/DC로 변환하여 자동차에 장착된 배터리에 필요전력을 충전하며, 정류기 및 DC/DC 컨버터가 외부 충전시스템에 분리되어

있어 충전속도가 빠르다. 완속충전기는 정류기와 DC/DC 컨버터가 자동차에 내장(On Board Charger)되어 전력변화과정이 발생하고 자동차는 구조적으로 소용량 변환만 가능하므로 충전속도가 느리다.



[그림 3] 완속충전기의 구조

표 2 전기충전기의 종류

구분	급속충전기	완속충전기	홈 충전기
사진			
전력 변환 장치	외부 충전기에 탑재	차량 내 탑재	차량 내 탑재
사용전압 사용전류	50~450V DC 100~150A	220V AC 15~45A	220V AC 15~45A
충전시간	15~30분	6~8시간	6~8시간

3. 인프라 보급추이 및 충전요금

3-1. 인프라 보급추이

이산화탄소 배출 감소에 따른 국제적 규약에 맞춰 국가에서는 '스마트그리드 구축을 통한 저탄소 녹색 성장 기반 구축'을 비전으로 지능형 전력망, 지능형 소비자, 지능형 운송, 지능형 신재생 발전, 지능형 서비스 5대 분야의 기술 개발과 비즈니스 모델을 제시했

다. 그에 따라 3단계로 2030년까지의 전체 전력망 지능화 계획을 세웠고 전기차 보급율은 20% 구축을 목표로 하고 있다.

〈표 3〉은 환경부에서 제시한 2020년까지의 전기차 및 충전인프라의 보급증가 추이를 보여주고 있다.

표 3 전기차 및 충전인프라 로드맵

구분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
전기차 (대수)	누적	6,000	16,000	46,000	86,000	136,000	200,000
	당해	3,000	10,000	30,000	40,000	50,000	64,000
충전소 (개소)	누적	432	532	632	830	1,000	1,400
	당해	200	100	100	198	170	400

3-2. 과금방법

전기차의 충전요금을 지불하는 방법은 실시간 요금제 시행 시 실시간 요금단가에 의해 불특정 다수에게도 전기판매 및 매입이 가능해야 한다. 한국전력에서 임시 전기차 공급기준 및 충전기 안전기준을 마련하여 가정(아파트 등)에서 전기차 충전 시 별도의 일반용 전력공급 신청을 받아, 499kW 이하 충전시설에 대해 한국전력에서 전압을 공급하고 있다. 현재는 아파트 또는 공공기관에 완속 또는 급속충전기를 설치하여 사용자 인증 후 사용자의 세대요금과 합산하여 청구되고 있다. 한국전력은 부가가 많은 계절, 시간에 따라 차등을 두어 요금을 청구하여 전력 수요가 많은 부분을 피해 충전을 유도함으로써 부하의 평형을 이루도록 유도하고 있다.

4. 전기차 업계 동향 및 현안

4-1. 업계 동향

지식경제부는 제주도에 전기차 실증단지를 구축하여 운영하고 있으며, 환경부에서는 서울, 과천, 인천시에 전기차 충전인프라 실증사업을 진행하고 있다. 충전은 급속, 준급속, 완속 및 태양광을 이용한 충전장치로 구성되어 있다.

포스코ICT는 E마트 등 시공한 건물에 전기차 사용률이 앞으로 확대될 것을 예상해 입주민들의 편의를 위해 별도의 충전 설비를 마련했으며, 개인 충전카드를 이용하여 충전한다.

SK건설은 별도의 충전소 없이 충전할 수 있도록 주차장 기둥의 콘센트에 휴대용 충전케이블을 인식 후 충전할 수 있도록 했다. 케이블 안의 계량기와 통신장비로 사용자에게 직접 요금을 계산해 부과하는 방식으로 기존 충전기 가격의 7분의 1 수준의 가격으로 보급하고 있으며, 전용 공간 확보가 어려운 도심 아파트용으로 적합하다.



〔그림 4〕 SK건설의 충전시스템

KT에서는 이동전화의 사용 증가로 인해 사용량이 줄어든 공중전화부스를 이용한 충전소를 고려하고 있다. 공중전화부스는 이미 전기와 통신이 확보되어 있는 장소로 공간만 조금 변화를 주면 충전서비스로 충분히 변화가 가능하다.



〔그림 5〕 공중전화부스를 이용한 충전소

4-2. 충전인프라 구성을 위한 현안

전기차의 여러가지 장점이 있지만 보급률을 높이기 위해서는 선행되어야 하는 몇 가지 과제들이 있다. 전기차 배터리 저장 용량이 한계가 있기 때문에 화석연료를 이용하는 자동차보다 실용성이 떨어진다. 24kWh 배터리 기준으로 6~8시간 완속 충전 후 130km 정도 주행이 가능하고, 또한 배터리의 용량이 커질수록 무게와 금액이 급격히 높아지기 때문에 전기차의 수요 증가를 유도하기 위해서는 배터리의 기술적인 발전이 필요하다. 또한 충전설비 구성에 있어 민간 사업 미비로 충전소 설치 증가에 한계가 있다. 일반 공공건물에는 전기차 충전수요 부족에 따른 민간사업성이 부족하고 주로 환경부 보급 설치 위주로 진행되고 있다. 공동주택용은 건설사 홍보 및 분양성 제고를 위한 신속시공 시 건설사 보급위주로 진행되고 있는 상황이다.



〔그림 6〕 FAST DC(CHAdEMO) 충전소켓



[그림 7] FAST DC(DC Combo type 1) 충전소켓

또한 각 건물의 충전소 설치개소에 따라 수변전설비의 구성을 다르게 하여야 하며, 설치대수가 소수일 경우 모자 계량을 하여, 공용부 분전반에서 전원을 인출하여 충전한다. 하지만 설치대수가 다수일 경우에는 모 계량을 해야 하며, 별도 변압기뱅크를 구성하고 별도 MOF 계량을 해야 한다.

하지만 인프라 증가를 위해 가장 큰 부분은 규격의 단일화이다. 아직 전기차 충전에 대한 규격이 단일화 되지 않아 현재 양산되고 있는 전기차도 충전소켓의 규격이 상이하고 호환성에 문제가 있다. 충전소켓은 FAST DC(CHAdEMO), FAST DC(DC Combo type 1), FAST AC 이렇게 3가지로 구분된다.

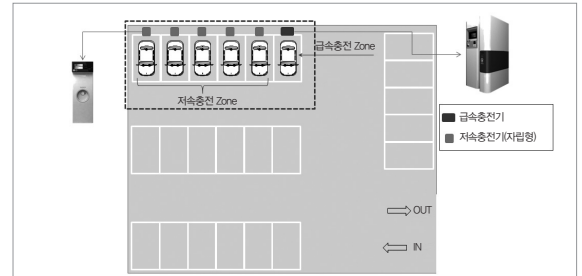
모든 입력전원은 3상 380AC를 이용하며 FAST DC 방식은 DC 50~450V, 110A, 50kW 를 출력으로 사용하고, FAST AC는 380V, 63A, 43kW 를 출력으로 사용한다. 24kWh 배터리 기준으로 모두 15~30분의 충전시간이 소요되며 전기차의 각 모델별로 적용하고 있는 충전소켓이 상이하다. 기아의 RAY, 니싼의 Leaf는 FAST DC(CHAdEMO), BMW i3, GM Spark는 FAST DC(DC Combo type 1), 르노 삼성의 SM3는 FAST AC 충전소켓을 적용하여 전기차를 양산하고 있다. 단일화된 규격이 적용되지 않으면 충전소를 개설할 때에도 하나의 충전기에 3가지 충전소켓과 인버터, 컨버터 등의 추가 설비를 모두 구성해서 만들어야 하기 때문에 금액이 높아져 인프라 증가에 좋은 영향을 미친다고 할 수 없다.



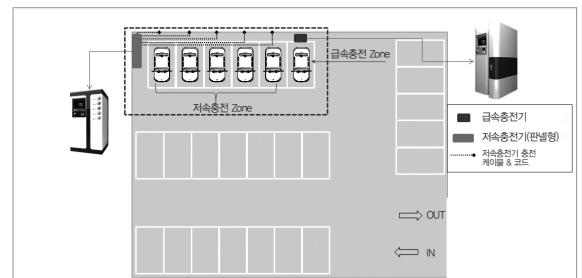
[그림 8] FAST AC 충전소켓

5. 맺음말

주차장에 전기충전기를 적용하는 방법은 2가지가 고려되고 있다. 2가지 방안 모두 주차장의 전기차 충전구역을 별도로 구성하고, 급속충전구역도 별도로 구성한다. 반면, 완속충전구역에서는 각 주차 자리마다 자립형 완속충전기를 설치하는 방법과 판넬형 저속충전기에서 각 주차자리마다 충전케이블을 포설하여 전력을 공급하는 방법이 고려되고 있다.



[그림 9] 자립형을 설치한 주차장



[그림 10] 판넬형을 설치한 주차장

현재 전기차 보급의 증대를 위해 개선되어야 할 현안들이 있지만 온실가스 규제 등의 문제와 신재생에너지 활용의 문제로 전기차의 수는 증가할 것이고 충전소 등의 인프라 시설도 늘어날 것이기 때문에 건설사도 이러한 시대적 흐름을 반영하여야 한다. 각 건물의 충전소 설치위치는 어디에 둘 것인지, 충전소를 구성하는 최소 규모는 어느 정도로 지정할 것인지 충분히 검토되어야 한다. 위에서 언급했듯이 전기차의 수요에 따라 수배전반 구성, 급속충전기, 완속충전기의 구성이 모두 달라지기 때문에 충분한 수요 예측을 통해 가장 현실적인 설계가 진행되어야 할 것이다. 추가적으로 세대 월패드에 네트워크를 연동하여 충전설비를 이용한 정보들을 볼 수 있게 구성하여 사용자들의 편의성을 높일 필요가 있다. S

참고문헌

- 1 전력망 연계 전기차동차 충전인프라 운영시스템 개발 및 운용 전략, 대한전기학회/전력연구원, 2010
- 2 전기차동차 충전인프라와 전력계통, 전기의세계, 2012