

## 철도 전력망을 이용한 전기자동차 급속 충전 시스템

**류성한, 이태훈, 조용찬, 박래혁**  
LS전선 통신솔루션연구그룹

### EV Charging System through the Rail Power Grid

You Sung-Han, Lee Tea-Hoon, Cho Yong-Chan, Park Lea-Hyuk  
LS Cable and System

**Abstract** - 이 논문은 LS전선, 서울 메트로, 철도기술연구원(KRRI)이 공동으로 연구한 '도시철도 연계 EV 충전 시스템' 프로젝트와 LS전선, 환경공단이 공동 개발한 '전기 자동차 충전 인프라 구축 사업'을 바탕으로 내용을 구성 하였다. 전기 자동차 충전 인프라 시스템 구축은 크게 3가지 이슈 -전력 연계, 충전 시설, 충전기 운영 통신 시스템-가 있다. 전기 자동차 충전 시스템을 철도 전력 인프라망을 연계했을 때 얻을 수 있는 이점들, 충전 인프라 운영 시스템에 대한 실증 내용을 논하였으며 추가적으로 향후 계획도 포함되어 있다.

#### 1. 서 론

에너지 절감과 온실가스 배출 감소를 통한 지구온난화 방지는 전세계적 이슈이다. 이에 대한 접근 방법 중 하나로써 친환경 에너지 보급과 전력계통을 효율적으로 운영하기 위한 스마트 그리드가 조명 받고 있다. 에너지 절감과 온실가스 감소란 대명제 아래 전기자동차(EV)가 스마트 그리드의 핵심으로 자리잡고 있으며, 정부 역시 2020년까지 100만대 전기자동차 보급 정책을 펼치고 있다. 전기자동차 보급 사업을 하기 위해 2가지 중요 과제가 있다. 첫 번째는 배터리 성능 향상 및 가격 인하이며 두 번째는 전기 자동차 충전 인프라 구축이다. 인프라 구축에는 많은 비용이 소요될 것으로 예상되며 또한 중복 투자를 방지하는 방향으로 진행되어야 할 것이다. 이에 따라 여러 모델들이 제안되고 있으나 그 중 경제적, 환경적, 위치적 장점이 있는 도시철도 인프라를 이용한 전기자동차 충전 인프라를 논하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 EV 충전 인프라 개념

전기 자동차 충전 인프라는 크게 전력연계, 충전설비 과 충전 운영 시스템 등 3가지로 구성 되어 있다.

##### 2.1.1 전력 연계

전력 연계란 충전스탠드 및 급속 충전기와 전력 계통과의 연계를 의미한다. 전기 자동차 1대의 충전량은 일일 가정 생활 전기 소모량과 큰 차이가 없을 정도로 크다. 이로 인해 기존 계통에 별도의 보완없이 전기 자동차 충전 설비를 연계한다면 기존 전기 계통에 무리가 생긴다. 또한 기존 계통의 용량 확대를 하기에 많은 비용이 필요함에 따라 전기 자동차 충전 인프라 구축이 쉽지 않은 상황이다. 고압을 사용하며 항시 예비 전력이 있는 도시철도 전력망에 전기 충전 인프라를 적용한다면 적은 비용으로 급속 충전 인프라를 구축 할 수 있게 된다. 아래 표를 통해 기존 1차 전력망이 아닌 도시 철도 전력망을 이용한 충전 인프라의 장점들을 정리하였다.

**<표 1> 도시 철도 연계를 통한 전기 자동차 충전 시스템의 장점**

| 도시 철도 연계 충전 시스템 장점 |  |
|--------------------|--|
| 이용자 측면             | a) 접근 편의성 : 도시 철도 역사가 도심 내 혼잡지역 또는 번화가 위치하여 접근 용이<br>b) 통행시간 절감 : 혼잡 도로에서 도시 철도 이용 가능, 연계 교통 수단으로 인한 대기 시간 절감<br>c) 승용차 운행 비용 절감 : 도시 내 위치하여 운행비용 절감   |
| 운영자 측면             | a) 도심지의 충전소 설치 용이 : 환승 주차장 설치 시 공공기관 도시 이용에 따른 설치 용이<br>b) 기존 시설 활용을 통한 공사비 절감 : 건설비용(공사비, 부대비, 용지보상비)중 용지 보상비 비용 절감(도시 철도 환승 주차장 이용시)<br>c) 운영 및 유지 보수 비용 절감 : 도시 철도와 관리비 공유 가능(통신시설, 변전 설비/기타) |

|        |  |
|--------|--|
| 국가적 측면 | a) 서울·수도권 및 5대 광역시의 도시 철도 네트워크 연계로 전국망 충전인프라 산업 활성화 가능<br>b) 추가 공사 단순화에 따른 CO2배출 감소<br>c) 조속한 정책 시행 가능(공공기관)<br>d) 도시철도와 전기차 연계 Biz Model 제공<br>e) 도심지 교통난 일부 해소<br>f) 대중교통 수단 분담 비용 향상<br>g) 중심지역 접근성 향상<br>h) 수요변화, 지선 연계에 대한 유연한 서비스 제공 |
|--------|--|

##### 2.1.2 충전설비

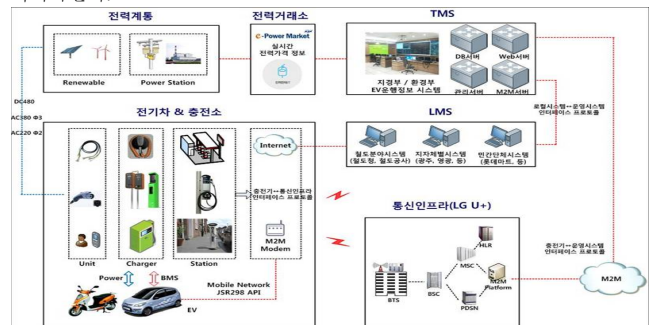
충전 설비는 전기 자동차 배터리 충전에 사용되는 장치로써 충전시간과 충전 전압에 따라 급속 충전기와 완속 충전기로 나뉜다. 실증에 사용된 급속 충전기는 50kW 출력을 가지며 주유소 형태의 충전소에 위치한다. 자세한 급속 충전기 스펙은 아래와 같다.

**<표 2> 설치된 LS전선 급속 충전기 사양**

| 항목   | 사양   |                            |
|------|------|----------------------------|
| 출력   | 용량   | 50KW                       |
|      | 전압   | DC450V                     |
|      | 전류   | DC110A                     |
|      | 효율   | > 90%                      |
| 입력   | 전압   | 3ϕ 380V                    |
|      | 전류   | < 92A                      |
|      | 주파수  | 60Hz                       |
|      | 역률   | > 0.9                      |
|      | 본체   | 크기                         |
| 중량   |      | < 300Kg                    |
| 냉각방식 |      | 강제 공랭식                     |
| IP등급 |      | IP44/IEC60529              |
| 기타   | 통신방식 | LAN, CAN, CDMA, RS232, 485 |

##### 2.1.3 전기 충전 인프라 운영 시스템

운영 시스템은 충전인프라 및 운영에 관련된 자원을 관리하고 통제하기 위한 운영 장치로써 크게 로컬서버와 중앙서버로 구분할 수 있다. 로컬 서버는 충전기 여러 대를 관리할 수 있는 기능이 있으며, 중앙서버는 로컬 서버 전체를 관리하며 또한 전력 관리를 위해 전력거래소 및 정부 전력 운영 센터와의 연동이 필요하다. 더불어 결제 및 부가 기능을 위해 유무선 통신망을 통해 외부서버와 연동도 필요하다. 보안 시스템을 구축해야 하며 동시에 안정적 유지 보수를 위해 지속적인 업그레이드도 이루어져야 한다.

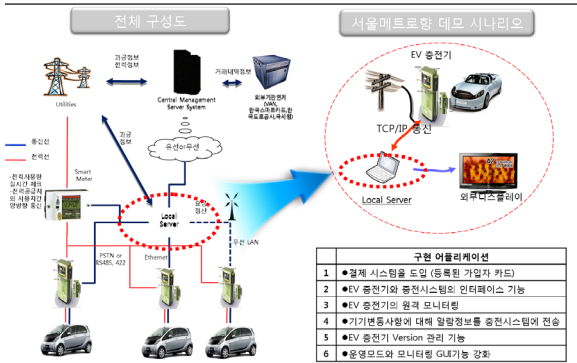


**<그림 1> 충전 운영시스템 개요**

## 2.2 전기자동차 충전 시스템 실증 사례

### 2.2.1 도시 철도 연계 메트로 수서역 실증

서울 메트로, 철도기술연구원(KRRD), LS전선은 서울 메트로 3호선 수서역 1번출구 근처 환승 주차장에 도시철도 전력을 이용한 급속 충전 시스템을 구축하였다. 국내최초 도시철도 전력을 연계한 전기 자동차 충전 시스템을 실증 개발 완료한 것으로, 급속 충전 시스템과 로컬 운영 서버를 구축하였으며 자세한 내용은 아래와 같다.



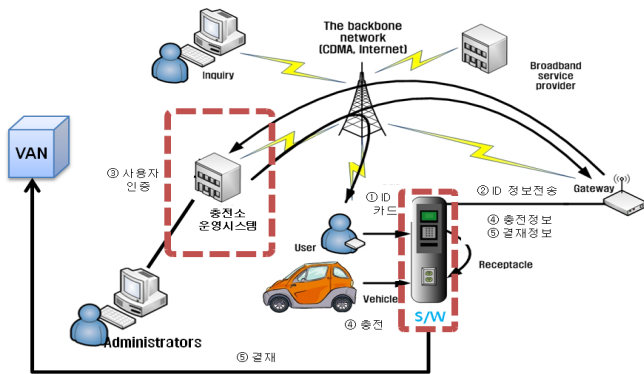
〈그림 2〉 서울 메트로 수서역 실증 개요



〈그림 3〉 수서역 전기자동차 충전소 실제 모습

### 2.2.2 환경공단 전기 자동차 인프라 구축 사업

LS전선, 환경공단은 수도 6개 지역의 충전소(급속 6대, 중속 1대, 완속 6대)와 충전소를 관리하는 정보관리 운영시스템을 구축하였다. 전력망은 한전망(1차 사업자)을 이용하였고, 기존 환경공단 인프라(서버)와 이동사의 CDMA망을 이용하여 충전기 전제를 관리할 수 있는 종합 운영 시스템을 구축하였다. 또한 충전기와 운영정보시스템 간 통신 프로토콜 개발하였다.



〈그림 4〉 환경공단 운영시스템 개요

〈표 3〉 환경공단 운영시스템 주요 기능

| 구분   | 업무기능    | 주요내용   |
|------|---------|--|
| 고객관리 | 회원관리    | • 회원 정보입력/수정/삭제/조회<br>• 회원 실적 조회 등   |
|      | ID카드관리  | • ID카드 발급/해지 관리,조회<br>• ID카드 이력 관리 등   |
|      | 회원인증    | • 충전기 사용을 위한 고객확인 절차<br>• 회원인증 이력 관리 등   |
| 시설관리 | 충전기 관리  | • 충전기 정보 입력/수정/삭제/조회<br>• 충전기 설치 지역, 시간정보 동기화                                    |
|      | 모니터링    | • 충전기 상태정보를 모니터링<br>• 충전중인 회원 정보, 진행 상태, 예상시간 표시 등                               |
| 사고관리 | 사고관리    | • 알람 레벨에 따른 담당자 통보<br>• 충전기 알람 발생 이력 조회, 충전기 점검일정 입력<br>• 충전기 점검 및 A/S 요청 이력관리 등 |
| 차량관리 | 차량정보 관리 | • 차량정보 입력/수정/삭제/조회   |
| 이력관리 | 충전이력관리  | • 충전지역, 충전량, 충전 시간 등 충전이력 정보 조회  |
| 부가기능 | 통계정보    | • 충전량, 사고발생 통계 등   |
|      | 시스템 관리  | • 관리자의 아이디 및 패스워드 발급/삭제/수정 등   |

## 2.3 향후 계획

LS전선은 국가단위의 통합운영시스템과 EV 플랫폼을 개발 중에 있다. 또한 철도 인프라에 최적화된 DC/DC 급속 충전 시스템을 철도기술연구원(KRRD)과 함께 개발 중에 있다. 개발 및 실증을 통해 사용자(End-user)부터 운영자(Operator)까지 포함할 수 있는 해외 수출형 EV 충전시스템을 개발 완료할 예정이다.

## 3. 결 론

전기 자동차 충전 인프라 확산을 위해 도시철도 연계를 통한 전기 자동차 충전 인프라는 기존 인프라를 이용할 수 있어 경제성이 뛰어난 모델이다. 5대 광역시 도시철도를 통해 전국망을 경제적으로 구축할 수 있으며 더불어 철도망까지 이용한다면 전국 인프라를 효과적으로 구축할 수 있다.

LS전선은 국내 최초 도시철도 연계 충전 모델을 실증하였고, 또한 국가단체 전국 초기망을 구축하였다. 향후 최적화된 철도 연계 인프라 구축을 위해 현재 연구 중이며 이를 기반으로 해외 수출형 EV 충전시스템을 개발 완료할 예정이다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 임형길 외, “도시철도 전력을 이용한 전기차 충전장치 현장시스템 구현”, 대한전기학회 전기설비부문화 정기총회 및 추계학술대회 논문집 2010.11.12 - 13, pp. 457 - 459, 2010
- [2] 류홍제 외, “전기자동차 급속충전시스템 구축 방안”, 대한전기학회 하계학술대회 2010.7.14 - 16, pp.1052 - 1053, 2010
- [3] 양승권, “전력망 연계 전기자동차 충전인프라 운영시스템 개발 및 운용 전략”, 대한전기학회 하계학술대회 2010.7.14 - 16, pp. 1120 - 1121, 2010