

## 전기자동차용 급속충전기 시험장치의 개발

정문규\*, 이한별\*, 임유석\*  
한전 전력연구원\*

### Test Device for EV Quick Charger

Moon-Gyu Jeong\*, Han-Byul Lee\*, You-Seok-Lim\*  
KEPCO KEPRI\*

**Abstract** - 본 논문은 전기자동차를 10~30분간의 비교적 짧은 시간에 충전하기 위한 급속충전기를 시험하기 위한 장치에 관한 것이다. 향후 전기자동차 충전인프라의 확대보급에 따라 급속충전기 시장이 확대될 전망이다. 이에 따라 급속충전기를 쉽고 정확하게 시험할 수 있는 장치 또는 방법에 대한 연구가 수행될 전망이다. 따라서 본 논문에서는 최근 KEPCO에서 개발된 급속충전기 시험장치의 기능, 사양, 구성과 함께 H/W요소의 강인성, S/W요소의 편이성을 설명하고, 개발된 시험장치의 성능시험결과를 제시하여 제안한 시험장치의 우수성을 보이고자 한다.

### 1. 서 론

전기자동차에 장착된 배터리를 충전하는 충전기는 크게 두 부류로 나눌 수 있다. 첫 번째 형태는 탑재형 충전기로서 2~15[kW]급의 출력을 내며 차량을 만(滿)충전 하는데 걸리는 시간은 약 2~8시간 정도가 소요된다. 이와 같은 탑재형 충전기로서 충전은 장시간이 요구되어 보통 집에서 심야 충전 혹은 사무실, 공장, 마트, 주차장 같은 장소에서 주로 이용된다. 두 번째 충전기 형태는 장시간의 충전문제를 해결해 줄 수 있는 급속충전기가 있으며, 보통 10~30분 정도의 시간이 소요된다. 일반적으로 급속충전기는 50[kW] 내외의 출력을 가지며 주유소 형태의 충전스테이션에 설치된다.

이 중 급속충전기는 통상 계통전원의 AC 입력전원을 받아 전기자동차 배터리의 상태에 상응하는 DC 출력을 차량에 공급하게 된다. 충전모드로는 일반적으로 정전류 충전이 이용되며, 개발 단계에서는 정전압 및 정전력 모드를 사용한다. 급속충전기에는 충전 기능 외에 배터리 모니터링 및 디스플레이, 충전 전력량 측정, 안전제어, 데이터 저장, 차량 및 서버와의 통신, 사용자 인식, 과금 및 결제 등의 기능이 있다. 또한, 급속충전기는 계통전원의 보호를 위해 안정적인 전력품질을 유지하여야 한다. 다양한 전기자동차들에 대한 충전이 가능하게 하기 위해서는 차량과 충전기 간의 인터페이스 및 통신 프로토콜이 개발되어야 하며, 차량에 장착되는 주유구에 해당하는 인렛과 주유기에 해당하는 충전커넥터의 형상도 개발이 되어야 한다.

이러한 급속충전기의 기술개발과 함께 이들을 시험할 장치에 대한 연구 또한 필요한 실정이다. 향후 전기자동차의 확대보급에 따라 충전기를 빠른 시간 내에 시험하고, 시험결과를 공인할 수 있도록 하여야 한다. 그러나 국내에는 이러한 급속충전기의 기능과 성능을 시험하기 위한 성능시험장치가 부족한 실정이며, 특히 급속충전기에서 가장 중요한 시험요소 중에 하나인 전압, 전류 정밀도시험, 다양한 충전 조건들을 순차적으로 시험하기 위한 충전 프로파일시험 등이 가능한 장치는 전무한 실정이다. 전압, 전류의 정밀도를 포함한 급속충전기의 각종 성능 요소들은 규격화된 프로파일에 따라 신속하게 측정되고 이 결과를 신뢰할 수 있는 형식에 맞춰 충전기 성능을 인증해야 하는 것이다.

따라서 본 논문에서는 이러한 급속충전기의 충전성능 및 신뢰성을 평가하기 위해 KEPCO에서 최근 개발된 급속충전기 시험장치의 기능, 사양 및 구성을 간략히 설명하며, H/W적인 요소와 S/W적인 요소를 각각 나누어 개발 결과를 나타내 보이고자 한다. 마지막으로 개발된 시험장치의 성능을 입증하기 위해 전압, 전류 정밀도 시험결과와 전부하 시험을 시행하여, 개발된 시험장치의 우수성을 보이고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 급속충전기 시험장치의 사양 및 구성

일반적으로 급속충전기 시험장치는 시험대상 충전기의 성능 및 신뢰성을 평가하는 장치로서, 충전기의 출력전압, 전류 및 온도의 정확도 평가, 충전기와 차량의 커뮤니케이션 상태 및 통신 프로토콜 평가 검증, 충전기와 차량간의 인터페이스 I/O시험, 충전기에 장착된 전력량계의 측정 정밀도 평가 등이 가능하여야 한다. 또한, 시험장치의 측정 정밀도가 높아 시험성능이 신뢰할 수 있는 수준이어야 하며, 외부환경으로부터의

외란에 대해 영향을 최소화 할 수 있어야 한다.

#### 2.1.1 시험장치의 기능

KEPCO에서 개발된 급속충전기 시험장치는 충전기의 전압, 전류 측정 정밀도 시험, 충전기의 충전 시퀀스 시험 및 기능검증 시험, 충전 프로파일 시험, 충전기의 통신 프로토콜 시험, 전력량계의 측정 정밀도 시험, 인터페이스 I/O 시험 등이 가능하다.

#### 2.1.2 시험장치의 사양

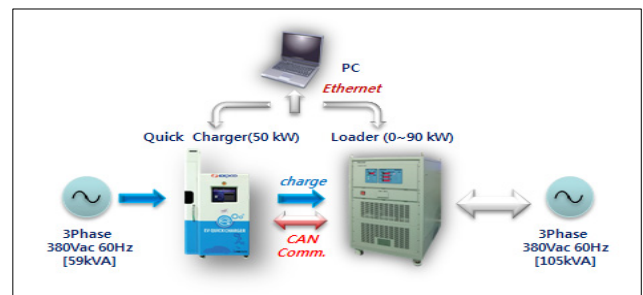
본 논문에서 다루어지는 급속충전기 시험장치의 사양은 표 1과 같다. 출력전압과 전류는 각각 최대 500[V], 180[A]이며, 전압과 전류의 측정 정밀도는 ±0.1[%] 수준이다. 시험장치의 제어간격은 100[ms]이며, 상승 시간은 10[ms]이다. 개발된 시험장치와 급속충전기간의 통신은 CAN2.0으로 선정하였다.

〈표 1〉 급속충전기 시험장치의 주요사양

항목		개발사양
No. of Channels		500[V]/180[A], 1Ch
Voltage Current	Setting/Reading Range	10~500[V], 0~180[A]
	Resolution(Control Limit)	100[mV], 100[mA]
	Reading(A/D) Accuracy	± 0.1[%](Full Scale) 이내
Power	Independent	± 90[kW]
Time	Control Interval	100[ms] 이내
	Data Update	2[s] 이내
	Rising Time	Setting값 80%도달 10[ms] 이내
Safety Performance		OV, OC, OT, 내부회로 과열보호
Contact Method		4단자 방식(V+,V-,I+,I-)
Network		IEEE802.3(LAN)
Input Spec.	AC Input Voltage/Current	3-Phase, 380[V]/160[Arms]
	Power Factor	0.99 이상
	Harmonic Distortion	3[%] 이하
	Preparations for Power Failure	Using UPS(3[kVA]) - Control & Monitoring PC Power
Operating Temperature		10~40[°C], 정밀도 보정(23±5[°C])
Operating Humidity		0~85[%]
Noise Range		65[db] 이내

#### 2.1.3 시험장치의 시스템 구성

급속충전기의 성능 및 신뢰성을 평가하기 위한 시스템의 구성도를 그림 1에 나타내었다. 급속충전기, 시험장치, 인터페이스 등으로 구성되며 각 구성품 간의 통신은 CAN을 사용한다. 또한, PC와 충전기 시험장치 간의 통신은 이더넷 방식을 사용하였다.



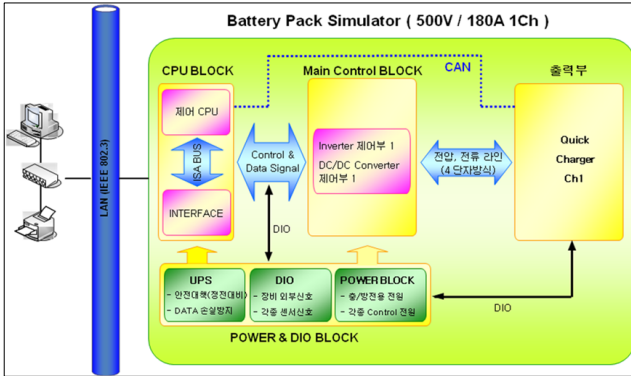
〈그림 1〉 급속충전기 시험장치의 시스템 구성도

## 2.2 급속충전기 시험장치의 개발

본 논문에서는 급속충전기 시험장치의 H/W 개발과 함께 S/W 개발 내용을 동시에 제시한다. 측정가능 범위 이내의 모든 급속충전기의 시험이 가능하도록 제작사, 용량, 특성 등에 따라 급속충전기를 스케줄화해서 측정이 가능하도록 하였고, 특히, 사용자 관리화면은 초보자도 쉽게 사용할 수 있도록 설계하였다.

### 2.2.1 H/W 개발

충전기 시험장치의 시스템 블록도는 그림 2와 같다. H/W는 인버터, DC-DC Converter, 제어 CPU, 인터페이스, UPS, DIO, Power Block으로 구성된다.



〈그림 2〉 급속충전기 시험장치 시스템 블록도

### 2.2.2 S/W 개발

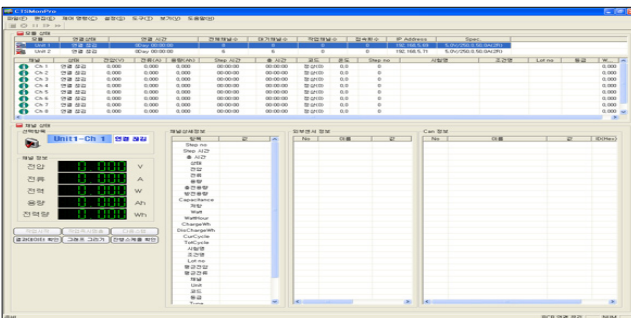
급속충전기를 시험하기 위한 시험장치의 S/W적인 요소로서, 스케줄 편집기는 그림 3과 같으며, 여러 종류의 급속충전기 모델에 대해 각각의 공정조건을 등록하고 관리하는데 사용된다. 시험 모델에 맞는 형태로 공정조건을 편집하여 놓으면, 충전기 시험장치가 편집된 스케줄 및 조건에 의해 각 공정을 진행하게 된다.

운영 프로그램은 그림 4와 같으며, 스케줄 편집기에서 작성한 공정조건에 따라 작업 시작, 중지, 잠시 멈춤 등 채널별 독립 운영을 가능하게 하였다. 또한 실시간으로 Data 감시 및 결과 Data를 저장하여 시험자가 원활한 공정관리를 할 수 있도록 하였다.

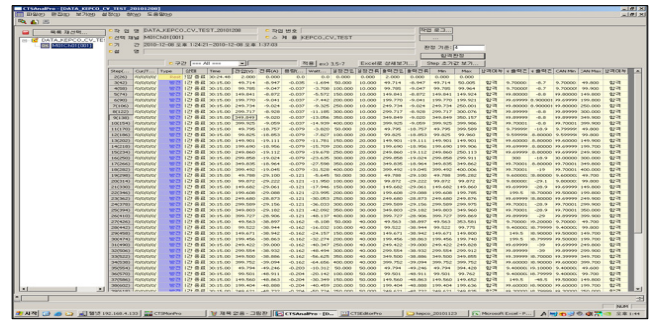
그림 5는 이러한 운영 프로그램에 의해 수행된 전압, 전류 정밀도 양부 판정을 표시한 화면의 예이다. 사전에 정해진 범위에 만족하는지, 불만족하는지를 나타내어 측정대상 급속충전기에 대한 적부판정이 용이하도록 설계되었다.



〈그림 3〉 스케줄 편집기



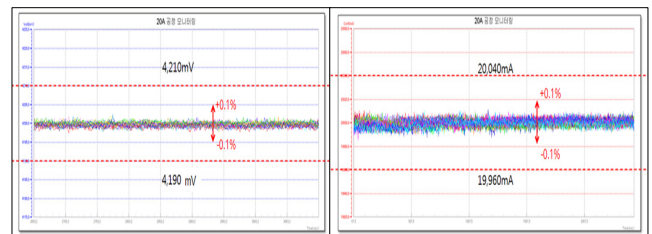
〈그림 4〉 운영 프로그램



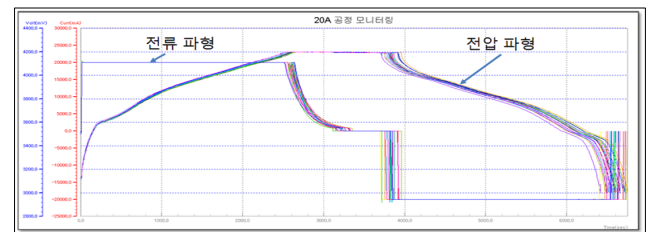
〈그림 5〉 전압 및 전류 정밀도 양부 판정 화면

## 2.3 급속충전기 시험장치의 성능 시험

전압, 전류 정밀도 측정결과는 각각 그림 6, 7과 같다. 시험장치를 20[A]로 CC/CV 충전하였을 경우, 전압, 전류를 측정하여 결과분석 프로그램으로 정밀도를 확인하였다. 그림에서 전압, 전류 정밀도가  $\pm 0.1\%$  이내임을 알 수 있으며, 이를 통해 개발된 급속충전기 시험장치의 우수성을 알 수 있었다. 그림 8은 전부하 시험 결과이며, CC에서의 전압과 CV에서의 전류파형이 허용 오차범위내로 양호한 특성을 보이고 있음을 알 수 있었다.



〈그림 6〉 전압 정밀도 측정결과    〈그림 7〉 전류 정밀도 측정결과



〈그림 8〉 전부하 시험

## 3. 결 론

본 논문에서는 최근 KEPCO에서 개발된 90[kW]급 급속충전기 시험장치의 기능, 사양, 구성을 상세하게 나타내었으며, H/W와 S/W 개발결과를 설명하였다. 전기자동차용 급속충전기 시험장치의 주요 특성 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 개발된 급속충전기 시험장치는 측정가능 범위 이내의 모든 전기자동차용 급속충전기의 시험이 가능하였으며, H/W적인 요소의 강인성과 함께 초보자도 쉽게 사용할 수 있는 S/W를 탑재하고 있음을 알 수 있었다.

둘째, 개발된 급속충전기 시험장치의 성능요소로서 전압, 전류정밀도 측정을 시행한 결과,  $\pm 0.1\%$ 의 아주 우수한 특성을 나타냄을 알 수 있었다. 또한, 시험장치의 스케줄링에 의한 전부하 시험을 시행하여 전 공정이 만족스럽게 측정됨을 알 수 있었다.

따라서 개발된 급속충전기 시험장치는 사용자가 이해하기 쉽게 제작되었고, 다양한 급속충전기에 대해서 만족스러운 시험을 수행할 수 있어, 향후 전기자동차용 급속충전기 시장의 확대보급에 따른 시험, 인증 분야에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

## [참 고 문 헌]

[1] 한승호 등, "그리드 연계형 전기자동차 충전인프라 개발(중간보고서)", 한국전력공사 전력연구원, 2010.