

대용량/고전압 배터리의 DC콤보 충전 적용방안 연구

(Study for Application Way to Charging method Type DC Combo for Large Capacity/High Voltage Battery)

요 약

현재 한국에서 대표적으로 사용되고 있는 전기차 충전기들의 사양은 380VAC 삼상전원을 입력으로 받고 있으며, 출력 전압은 최대 500VDC, 정격용량은 50kWh수준까지 보장하고 있다. 이는 현대자동차 코나 배터리 기준(64kWh) 약 1시간 30분정도의 충전시간을 가지게 된다. 물론 최근에는 전압 800VDC, 50kW급 출력 용량을 가진 충전기도 개발되고 있어 앞으로는 더 큰 용량의 전지를 충전 할 수 있게 될 것이다. 산업용 대용량 전지는 다양한 전압과 용량을 가지게 되지만 일반적으로 300VDC를 많이 사용하게 되며 이를 전기자동차 충전소와 호환하게 된다면 대용량 산업용 배터리 운송 시 매우 유리한 이점을 가지게 될 수 있다. 전기차 충전기는 군수용 대용량 전지 운송 과정에서도 이점이 될 수 있는데 대표적으로 어뢰의 추진전지의 경우 대용량 스펙을 가지고 있다. 전시에 전기차 충전소와 호환이 되는 배터리를 가진 어뢰를 운송한다면 이 또한 유사시 이점을 가지게 될 수 있다.

Key words : CC, CV, DC 콤보, CAN통신, 충전전압/전류, 전력선 통신

I. 서 론

내연기관에서 전기차로의 패러다임 변화에 따른 대용량/고전압 배터리에 대한 충전 적용방안이 대두되고 있다. 전기차 충전 방식은 충전속도에 따라 크게 완속, 급속충전으로 나뉘는데 여기서 급속충전은 충전 타입에 따라 다시 DC콤보, DC차데모 그리고 AC 3상 충전방식으로 나뉜다. 배터리의 급속충전방식은 일반적으로 DC로 이루어지는 반면 AC 3상 충전방식의 경우 배터리 시스템 내부 AC-DC컨버터(OBC : On Board Charger)를 사용하여 급속충전으로 진행하게 된다. 2010년 도쿄 전력에서 개발한 DC 차데모 충전방식은 DC콤보 이전 가장 상용화된 충전방식으로 총 10pin을 가지고 있으며 차량과의 CAN통신을 직접적으로 할 수 있다는 특징을 가진다. 현재(2020년 6월) 한국에서 정식으로 적용한 충전타입은 DC콤보 충전방식이다. 차데모와 비교되는 특징은 CAN통신을 적용하지 않고 전력선 통신방식을 적용한다는 점이다. 그렇기에 주로 CAN 통신을 많이 사용하는 고전압 배터리 시스템 내부에 전력선 - CAN 변환 컨버터를 따로 부착하여야 한다. 전기차는 배터리 외부에 위와 같은 변환 컨버터를 달아주는데 이를 내부로 내장시켜 배터리 자체적인 시스템을 구현할 수도 있다. 필자는 전기차 충전소의 증가와 함께 DC콤보 타입의 충전소에서 산업용으로 사용되는 대용량/고전압 배터리

를 함께 충전 할 수 있는 방안에 대해 기술적으로 논하고자 한다.

II. 본 론

1. 전기차 충전소 현황 및 활용

전 세계적으로 공공기관 혹은 민간기업에서 자체 전기차 충전소를 늘리고 있으며 그에 맞는 전력망을 다양한 방식(태양광, 유선 전력망)으로 구축하고 있다. 이는 지구 어디에서나 전기를 공급 할 수 있는 시대가 다가오고 있다는 것을 의미하며 현재 충전소 기준 사용자가 충전 전류를 설정 할 수 있고, 전압에 대한 최대 허용 범위를 500VDC까지 설정 할 수 있으므로 다양한 배터리 충전에 대한 활용가능성이 기대되고 있다. 이를 전기자동차 배터리에 국한하기보다는 산업, 군사용 배터리 분야에서도 활용한다면 다양한 이점을 공유 할 수 있을 것이다.

2. DC 콤보 타입 충전 사양 및 호환형 배터리 제작

전기자동차 외 일반 산업용 배터리에서 DC콤보 호환형 배터리를 제작 해보았으며 해당 배터리는 조류퇴치시스템의 임무장비를 구동하기 위한 배터리이다. 그림2는 DC콤보 호환형 배터리 계통도이다. 전지팩은 임무장비 인가 전원 특성에 의해 고/저전압부로 각각 분리 시켜 출력하며 방전부와 충전부 회로에 계전기를 연결하여 배터

리 자체적으로 충/방전 제어가 가능하도록 설계되었다. 전지팩 BMS는 총 7개이며 저전압팩 BMS에서 나머지 6개의 BMS 데이터를 종합하여 충전기 및 방전 상대물에 CAN통신으로 송신한다. DC콤보 탑입은 전력선 통신을 사용하기 때문에 송신 중간 통신 변환기를 설치하여 CAN통신을 전력선 통신으로 변환 후 송신하며 이를 통해 BMS는 수시로 충전기의 충전상태 및 전지팩 상태(전압, SOC 그리고 온도)를 감시한다. DC콤보 탑입의 충전기와 해당 배터리 팩의 통신 프로토콜에서 충전기와의 물리적 접촉여부, 충전 전류 설정, 충전 전압 설정, CV(Constant Voltage)모드 일 때 Cut-off 전류 기준 그리고 충전시간 등의 정보를 공유한다. 전기자동차 충전기의 CAN통신 프로토콜 정보들은 일반 충전기 BMS 통신프로토콜 정보와 비슷하지만 차량 상태와 차량 제어기 정상 동작 등과 같은 차량과 관련된 정보가 추가된다. 위의 차량 상태 프로토콜을 배터리 BMS에서 자체적으로 모의한다면 국내 전기차 충전 기준의 통신 프로토콜을 이용하여 다양한 대용량/고전압 배터리 충전 시스템을 호환 할 수 있을 것이다.

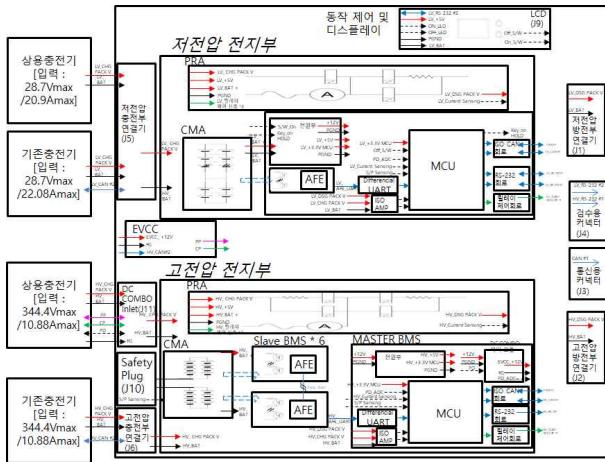


그림 1. DC콤보 호환형 전지팩 계통도

3. 배터리팩 충전 시험

배터리 제작을 완료한 뒤 DC콤보 충전시험을 실시하였으며 아래의 그림은 해당 충전시험의 용량 그래프이다. 녹색선은 충전전압을 의미하고 파란선은 전지 팩 전압을 의미하며 x축은 시간을 초 단위의 값으로 나타내고 있다. 처음에는 0.3C(배터리팩 충전 권장사양)로 CC(Constant Current) 충전을 하며 6,714초(약 1시간 50분)뒤에 CV(Constant Voltage)로 충전하여 총 2시간 23분 뒤에 충전을 완료한다. 용량 그래프에서 중간에 충전을 그만두는 구간이 있는데 이는 0.3C기준의 권장 충전전류 사양으로 충전을 하였기 때문에 충전소 최대 충전 시간 기준(45

분)을 만족시키기 위하여 4번에 걸쳐 충전을 하였으며 그 결과 정상적으로 충전시험을 마쳤다.

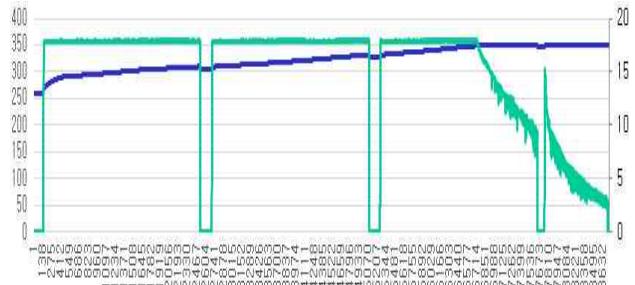


그림 2. 배터리팩 충전시험 그래프

4. DC콤보 충전 모니터링 기능 및 제어

DC콤보 충전 호환형 배터리는 일반 전기차 배터리와 다르게 자체 배터리 감시 시스템이 필요하였다. 왜냐하면 전기차 배터리는 차량 내부에 배터리 감시 UI가 있어 전압 및 온도 등을 운전자가 실시간으로 감시 할 수 있지만 호환형 배터리의 경우 차량이 없기에 배터리 자체적으로 LCD를 부착하거나 검수용 PC를 통해 위 기능을 수행해야했다. 또한 충전 단자 아래에 계전기를 장착하여 충전 시 사용자가 배터리에서도 충전 스위치를 눌러야 충전이 가능하도록 만들었다. 추가적인 기능으로는 전기차의 Key Switch를 모의하였는데 전기차는 일반적으로 시동과 동시에 내부 BMS를 ON 시키고 시동이 꺼지면 BMS를 OFF 시킨다. 자체적으로 만든 Key Switch가 켜져 있을 동안 배터리의 소모전류가 약 100~600mA 생기며 위 소모전류 가장 큰 원인은 계전기가 붙을 때 400mA의 전류를 지속적으로 흘러줘야 했는데 이를 개선하기 위해 항시 붙어있는 계전기를 사용자가 충전하지 않을 때 떼어놓아 소모전류를 줄일 수 있었다.



그림 3. Key Switch

III. 결 론

전기차 충전 시스템을 탑재한 일반 배터리 제작에서 통신 프로토콜 및 전압은 전기차 배터리를 모의하여 충전은 가능하게 되었다. 하지만 이를 규격화 하려면 먼저 충전소의 최대충전시간(45분)안에 충전을 해야 하며 이를 위

해 DC콤보 기준 일반 배터리도 1.25C 충전전류도 견딜 수 있게 제작되어야 한다. 또한 충전 안전성을 위하여 다양한 산업용, 군사용 전지에 대한 충전 전지 모델의 표준이 이루어져야 할 것이다.

References

- [1] Kim Jongchoon, Electric of Vehicle Charging System, 한국자동차공학회, July. 2015.
- [2] Lee Chungyoul, EV High Power Charging Technology and Forecast, 한국자동차공학회, December, 2019