

전기차 배터리의 실시간 주행 데이터 취득과 주행경로별 비교

양승무, 김일환
제주대학교, 전기에너지 연구센터

EV battery's real-time driving data acquisition and comparison by route

Seungmoo Yang, Eel Hwan Kim
Jeju National University, Electric Energy Research Center

ABSTRACT

As the number of electric vehicles (EV) increases, there is an increasing interest in the post vehicle application of the EV batteries. For the second use application of EV batteries, the state of health (SOH) at the end of automotive service has to be evaluated differently from the automotive perspective. It will be helpful to consider the driving conditions of EVs in understanding the performance deterioration trend of the battery. In this paper, we acquired the battery status information in real time during driving and compared the characteristics by the driving routes. The SOH from the BMS can be rescaled to percentage ratio to give a more general idea about the performance degradation.

1. 서론

제주도가 2013년부터 전기차 민간보급 사업을 시작한지 5년 만에 도내 전기차수가 1만대를 넘었다^[1]. 전기차의 수가 늘어날수록 배터리의 성능에 대한 관심도 그만큼 증가하고 있다. 전기차용 배터리가 추구하는 사양 및 품질이 매우 높아서 전기차에서 임무를 다한 중고 배터리도 성능이 충분히 좋기 때문에 재활용(recycle)보다는 재사용(reuse)의 가치가 그만큼 커지고 있다. 특히 전기차 배터리로서의 성능이 다된 중고배터리의 에너지저장장치(ESS)등으로의 재사용은 조만간 새로운 시장창출 뿐 아니라 전기차의 사용 및 구매 환경을 증진할 것이다.

전기차 배터리의 성능 및 건강상태를 알려주는 가장 중요한 성능지표인 SOH는 새 배터리의 성능(용량, 출력)에 대한 현재 배터리 성능의 비율로 나타낸다. 배터리의 성능열화 정도는 충방전 횟수와 사용기간 외에도 여러 가지 변수들에 의해 영향을 받는다^[2]. 본 연구에서는 주행경로에 대한 영향을 알아보기 위해 제주도에서 전기차를 주행하여 실시간으로 배터리의 상태정보들, 즉 전압, 전류, 온도, SOC(state of charge), SOH와 차량 위치정보(위도, 경도, 고도)를 취득하였다. 이 논문에서는 이렇게 취득된 정보들 중에서 전압, 전류, SOC를 주행경로에 따라 비교하였으며, 또한 차량에서 제공되는 SOH_{EV} 값을 재환산하여 차량용이 아닌 중고배터리의 2차 사용을 위한 SOH_{2S} 값을 구하여 연식 및 주행거리에 대해 비교하였다.

2. 전기차 주행 실험

2.1 실시간 배터리 정보 취득

전기차 배터리의 실시간 상태정보값들을 얻기 위해 ㈜휴렘이 개발한 실시간 배터리 정보취득 시스템을 사용하였다. 그림 1에 보인 것처럼 기아 쏘울 전기차의 OBD2 단자에 연결된 OBD2 모듈(Viecar[®])에서 블루투스 통신으로 데이터가 스마트폰으로 전송된다. 이렇게 전송된 데이터는 스마트폰에 설치된 데이터 연계 프로그램에 의하여 약 5~10Hz속도로 저장되고 컴퓨터로 옮겨져서 분석되었다.



그림 1 전기차 주행 및 충전시 실시간 배터리 정보 취득시스템. (주)휴렘 개발

2.2 전기차 주행경로

전기차 배터리의 주행경로에 따른 영향을 비교하기 위하여 제주도내에서 가장 특징적인 3가지 주행경로를 선택하였다. 그림2에서 보이듯이 해안도로 경로는 평균 해발고도가 약 70m인 해안도로를 따라 동쪽과 서쪽으로 주행한 경로이다. 1100고지 경로는 제주시 노형동(해발 약 100m)에서 1100고지(해발 1100m)까지 왕복 주행한 경로이며, 성판악 경로는 제주시 아라동(해발 약 150m)에서 성판악(해발 780m)까지 왕복하는 도로이다. 이 3가지 경로를 주행하는 전기차는 고도 차이와 주행 속도 차이를 경험하게 된다.



그림 2 전기차 주행 경로

2.3 전기차 주행경로에 대한 상태정보

그림3은 3가지 주행경로를 주행하면서 얻은 시간에 따른 배터리 출력 전류 파형을 비교하고 있다. 모든 주행시험에서 배터리 SOC가 약 90%에서 시작하여 약 15%로 떨어질 때까지

주행하였다. 평균고도가 해발 약 70m인 해안도로 경로에서 전류의 크기는 대부분 100A 이내임을 확인할 수 있고 고도가 높은 성판악 경로와 1100고도 경로에서는 전류의 크기가 200A를 넘는 경우가 많음을 알 수 있다. 따라서 출력 전류가 상대적으로 작은 해안도로 경로에서 약 75%의 SOC를 방전하는데 더 오랜 시간이 필요함을 보이고 있다.

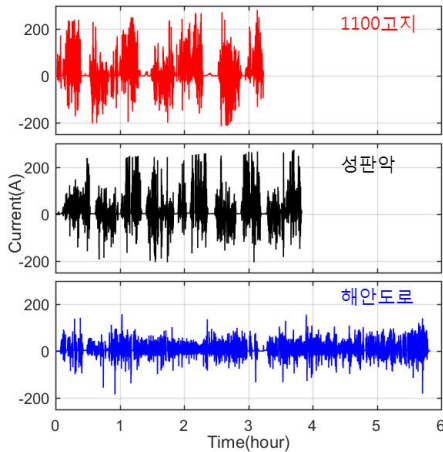


그림 3 주행경로에 따른 배터리 출력 전류

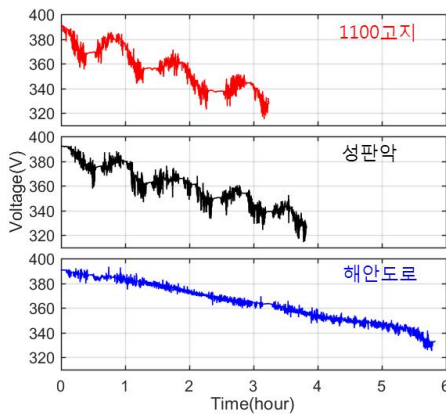


그림 4 주행경로에 따른 배터리 출력 전압

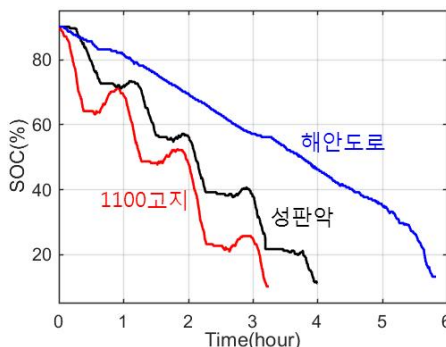


그림 5 주행 경로에 따른 배터리 SOC

출력 전압패턴을 비교하고 있는 그림4에서 볼 수 있듯이 전압과형 역시 주행경로에 따라 많은 차이가 있음을 알 수 있다. 고도가 높은 성판악과 1100고지 경로에서 오르막길 주행시 전압이 급격히 떨어지고 내리막길 주행에서는 회생제동을 통한 전압 상승을 확인 할 수 있다.

배터리의 현재 충전량을 알려주는 SOC는 전압과 전류 파형

과 비교하여 매우 매끄러운 패턴을 그림5에서 보이고 있다. SOC파형은 전압파형과 비슷한 패턴을 보이고 있으며 전압 파형에서처럼 고도가 높은 경로를 주행할 때 SOC의 변화가 훨씬 더 급격함을 알 수 있다. 기아 쏘울(27kWh) 전기차는 90% SOC에서 약 25% SOC까지 1100고지를 3번, 성판악은 4번 왕복하기에 충분함을 보이고 있다. 또한 해안도로만 주행할 때 1100고지를 왕복할 때 보다 약 2배의 시간을 주행하였다.

2.4 전기차 배터리의 건강상태(SOH)

기아 쏘울 전기차의 BMS에서 제공되는 SOH_{ev}은 엄밀히는 백분율이 아니다. 본 실험에서 사용한 OBD2 모듈로부터 얻은 실시간 데이터에서 알 수 있듯이 새 차의 SOH_{ev}값은 110으로 정해져 있다. 따라서, 아래 식(1)을 사용하여 SOH_{ev}를 백분율로 재환산한 SOH_{rs}를 계산하였으며 표1에 연식 및 주행거리별로 정리했다.

$$SOH_{rs} = \frac{SOH_{ev} \times 100}{110} \quad (1)$$

표 1 에서 알 수 있듯이 주행거리가 3만km이상이 된 전기차의 SOH_{ev}가 약 100인데 백분율로 재환산된 SOH_{ev} 값은 약 90%까지 떨어져 있다. 따라서 전기차용이 아닌 2차사용 응용을 위해서는 차량에서 제공하는 SOH_{ev}값으로 일반적인 SOH를 대신하기에는 무리가 있음을 알 수 있다.

표 1 주행실험에 사용된 기아 쏘울 전기차의 SOH비교

전기차 연식	주행 거리(Km)	SOH _{ev}	SOH _{rs} (%)
2018	1,0200	110	100
2017	5,5500	100.2	91.1
2016	3,4000	99.4	90.4

3. 결론

제주도에서 고도가 다른 주행경로로 전기차 주행시험을 실시하여 배터리의 실시간 상태정보들을 취득하였다. 고도가 높은 한라산 중턱(1100고지, 성판악)까지 주행할 때가 평균고도가 낮은 해안도로를 따라 주행할 때 보다 높은 전류를 사용해야 되기 때문에 방전속도가 빠르며, 또한 급격한 SOC 하락과 회생제동을 통한 SOC 상승을 뚜렷하게 확인 할 수 있다. 주목해야 할 점은 기아 쏘울 전기차 BMS에서 출력하는 SOH_{ev}값이 110에서부터 시작한다는 것을 알 수 있으며 중고 배터리로써 2차사용 응용을 위해서는 좀 더 정확한 성능 평가가 필요함을 알 수 있다.

본 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업”(과제번호 R0006221) 으로 수행된 연구 결과입니다.

참고 문헌

- [1] ‘전기차의 섬’ 제주도, 5년 만에 1만대 넘어, 한겨레 신문 인터넷판, 등록:2018 03 13 15:50, 수정:2018 03 13 19:29, <http://www.hani.co.kr/arti/society/area/835867.html#csidx7c76441e46b8970ba6828d11ff6b363>
- [2] J. Belt, V. Utgikar, I. Bloom, “Calendar and PHEV cycle life aging of high energy, lithium ion cells containing blended spinel and layered oxide cathodes”, Journal of Power Sources, 196(2011) 10213 10221