

18650 리튬이온 셀의 진동 및 충격 시험 기반 전기적 특성 분석

윤창오*, 김종훈*, 장민호**
 조선대학교*, 항공우주연구원**

An Analysis for 18650 Li-Ion Cell Electrical Characteristics of Vibration and Shock Test

Chang-O Yoon*, Jong-Hoon Kim*, Min-ho Jang**
 Chosun University*, Korea Aerospace Research Institute**

ABSTRACT

본 논문에서는 리튬이온(Li-Ion) 배터리 셀(Cell)의 Shock test와 Vibration test 기반 18650 원통형 셀 내부 전기적 특성 변화를 분석하였다. 진류적산법을 기반으로 방전 용량을 측정하였고, OCV(Open Circuit Voltage) 측정 및 HPPC(Hybrid Pulse Power Characterization) test를 기반으로 내부 저항을 측정하고 진동 및 충격 시험 전 후의 파라미터를 비교 분석하였다.

1. 서론

리튬이온 배터리는 환경 문제가 제기되고 있는 현대 사회에서 대체 에너지 중 하나로 볼 수 있으며, 전기 자동차(Electric Vehicle ; EV)나 우주 발사체용 배터리 등 진동 충격 기반 application에 적용된다. 본 논문에서는 가장 내부 전기적 변화를 일으킬 수 있는 진동과 충격에 대해서 시험하고 배터리의 기본적 내부 전기적 특성인 내부 저항과 방전 용량을 비교 분석하였다. 내부 전기적 특성 변화를 확인하기 위해 총 64개의 셀을 2개의 군으로 나누고 각각 shock test와 vibration test를 진행하였다. 진동 실험 전후와 충격 실험 전후의 내부 파라미터 변화를 비교 분석하였다.

2. 시험 결과

2.1 Vibration test

2.1.1 내부 특성 변화

진동 시험 조건은 x, y축 기준으로 32개 셀에 진동을 주었고 매 진동 시험마다 HPPC test 기반 내부 저항과 OCV를 측정하였다. 그림 1은 배터리의 진동 시험을 위한 장비이다.



그림 1 진동 시험 장비
 Fig. 1 Vibration test equipment

2.1.2 내부 특성 변화

그림 2의 그래프를 보면 배터리 셀의 충전 OCV와 방전 OCV의 변화를 볼 수 있다. 그림 2의 (a) 그래프는 방전 OCV 그래프로 진동 시험 전 셀보다 진동 시험을 할수록 OCV 값이 올라가는 것을 볼 수 있다. 그림 2의 (b) 그래프는 방전 OCV 그래프로 그림 2의 (a)그래프의 반대로 진동 시험을 할수록 OCV 값이 떨어지는 것을 볼 수 있다. 진동 시험 전 후 셀의 내부 저항 파라미터를 구할 때 나오는 OCV 모델을 기반으로 SOC(State Of Charge) 추정 알고리즘에 적용된다.

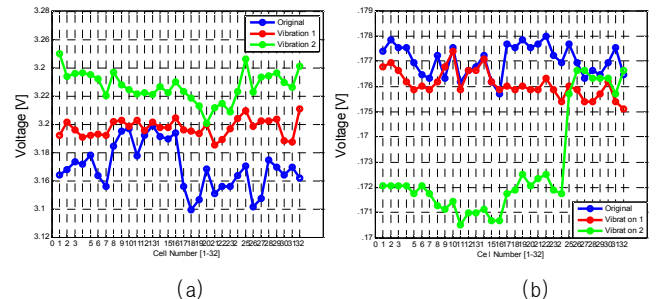


그림 2 (a)진동 시험 전후 방전 OCV 변화,
 (b)진동 시험 전후 충전 OCV 변화
 Fig. 2 (a)Difference in discharge OCV between w/o vibration and with vibration,
 (b)Difference in charge OCV between w/o vibration and with vibration

그림 3의 그래프에서 진동 전 셀보다 진동 시험을 할 때마다 방전 용량이 감소하는 것을 볼 수 있다. 즉, 매 진동 시험을 할 때마다 배터리의 노화가 진행된다는 것을 알 수 있다.

진동 시험 전 후 결과 방전 용량과 달리 HPPC test 기반 방전 저항과 충전 저항의 경우 진동 시험에 영향이 크지 않음을 알게 되었다.

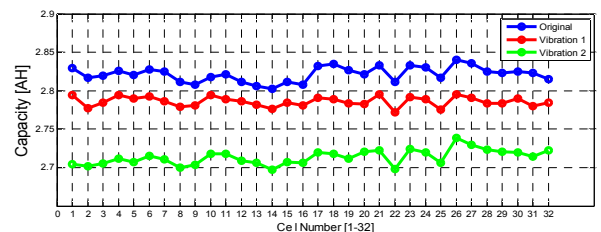


그림 3 진동 시험 전후 셀의 방전 용량 변화
 Fig. 3 Difference in discharge capacity between w/o vibration and with vibration

2.2 Shock test

충격 실험 조건은 x, z축 기준으로 32개의 셀에 충격을 3번씩 시행하였다. 그림 4는 배터리의 충격 시험을 위한 장비이다.

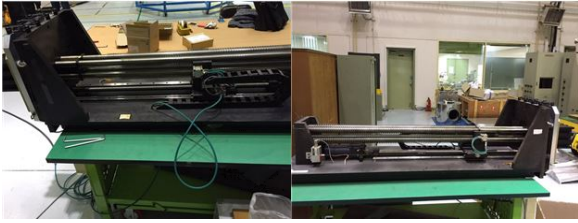


그림 4 충격 시험 장비
Fig. 4 Shock test equipment

2.2.1 내부 특성 변화

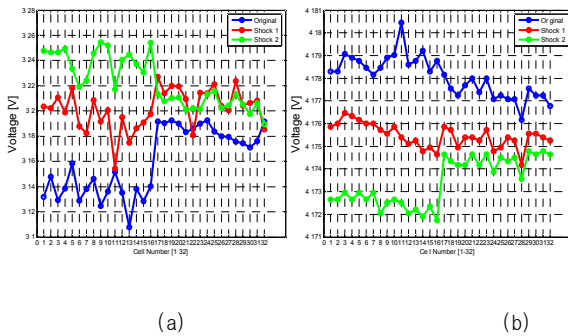


그림 5 (a)충격 시험 전후 방전 OCV 변화, (b)충격 시험 전후 충전 OCV 변화
Fig. 5 (a)Difference in discharge OCV between w/o vibration and with shock, (b)Difference in charge OCV between w/o vibration and with shock

그림 5의 (a)그래프를 보면 방전 OCV는 충격을 가해줄수록 OCV가 더 높아지는 것을 볼 수 있고, 그림 5의 (b)그래프는 충전 OCV는 충격을 가해줄수록 OCV가 더 낮아지는 것을 볼 수 있다. 충격 시험 기반으로 하는 OCV 측정도 진동 시험을 기반으로 하는 OCV 측정과 마찬가지로 SOC 추정 알고리즘에 적용된다.

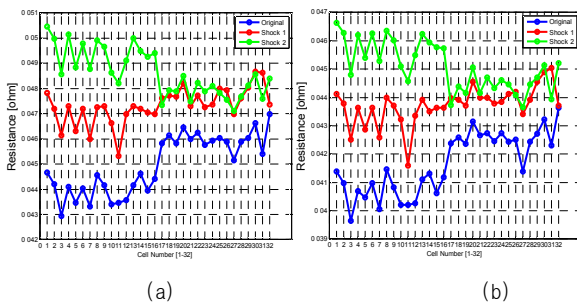


그림 6 (a)충격 시험 전후 방전 저항 변화 (b)충격 시험 전후 충전 저항 변화
Fig. 6 (a)Difference in discharge resistance between w/o vibration and with shock, (b)Difference in charge resistance between w/o vibration and with shock

HPPC test를 기반으로 배터리 셀의 방전 저항과 충전 저항을 측정하였다. 그림 6의 (a), (b)의 그래프는 충격 시험 전의 배터리 방전 저항과 충전 저항보다 충격 시험을 할수록 방전

저항과 충전 저항이 커지는 것을 볼 수 있다. 이 결과를 보고 충격이 배터리에 악영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그림 7의 그래프는 충격 시험 전 셀이 충격이 가해질수록 노화가 되는 것을 나타낸다.

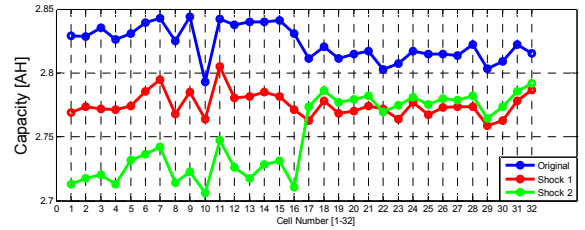


그림 7 충격 시험 전후 방전용량 변화
Fig. 7 Difference in discharge capacity between w/o shock n and with shock

그림 7의 그래프는 충격 전 셀의 방전 용량과 충격 시험을 가할 때 용량이 어떻게 변화하는지 볼 수 있는데, 1-16번 셀까지는 용량이 감소하는 그래프가 보이지만 7-32번 셀에서는 1번 충격의 용량보다 2번의 충격을 한 셀의 방전 용량이 미세하게 높은 것을 알 수 있다. 여기서 볼 수 있는 것은 치구 안에 들어가 있는 셀의 위치에 따라 내부 특성이 다르게 변할 수 있다는 것을 보여주는 결과이다. 이 결과를 다음 연구에서는 치구 안에 있는 셀의 위치에 따라 내부 특성이 다르게 변화하는 것을 배터리 모델링에 적용할 것이다.

3. 결론

배터리 셀의 진동 시험을 할수록 OCV가 계속 변하는 것을 볼 수 있었다. 방전 용량 변화 역시 진동 시험을 할수록 셀 용량이 감소하는 것을 볼 수 있다. 충격 시험을 할수록 OCV가 변하는 것을 볼 수 있고, 방전 용량 변화도 충격 시험을 할수록 셀 내부 방전 저항과 충전 저항이 증가함에 따라 감소하는 것을 볼 수 있었다. 본 논문에서는 충격보다는 진동에 배터리의 방전 용량 감소가 경향성을 보이며 진동보다는 충격에서 배터리의 내부 방전 저항 및 충전 저항 변화율의 경향성이 잘 나타났다.

이 논문은 2016년 미래창조과학부와 한국연구재단의 한국형발사체개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2016M1A3A1A02021173)

참고 문헌