

# 10kW급 에너지 저장장치(ESS)의 전기화학적 온도특성 분석

김종훈, 최효준, 송준우, 김성중, 박정필  
삼성SDI

## Temperature-Dependent Electrochemical Characteristic Analysis for 10kW Li-Polymer Energy Storage System (ESS)

J. H. Kim, H. J. Choi, J. W. Song, S. J. Kim, and J. P. Park  
Samsung SDI

### ABSTRACT

본 논문에서는 10kW급 리튬계열 에너지 저장장치 (ESS; Energy storage system)의 전기화학적 온도특성을 분석하였다. 70개 LiFePO<sub>4</sub> 단위 셀의 직렬결합(70S1P)으로 이루어진 ESS의 온도특성 분석을 위해 여름(7월)과 겨울(1월)일때의 ESS Tray/Rack/Cell 전압(표준편차) 및 온도데이터(최대값/최소값)의 통계처리를 실시하였다. 실험결과를 통해, 주변 외기온도에 영향을 최소화한 안정적인 ESS의 최적구축을 위한 가이드 라인을 제시할 수 있다.



그림 2 에너지 저장장치 ESS

### 1. 서 론

에너지 저장장치 ESS는 전력수요가 적을 때 예비로 전력을 저장하고 수요가 많을 때나 자연재해로 인한 예기치 않은 정전 등의 비상상황에서 저장된 전력을 사용함으로써 에너지 효율 향상 및 전력 계통의 안정적 운영을 가능케 한다. 최근 스마트 그리드(그림 1)와 신재생에너지(풍력,태양열,연료전지) 보급 확대 및 전력계통의 안정적 운용 및 효율성이 강조되면서 ESS가 필수장치로 사용되고 있다.

본 논문에서는 10kW급 리튬계열 에너지 저장장치 ESS의 전기화학적 온도특성을 분석하였다. 일반적으로, 상온대비 고온/저온인 경우 배터리 내부의 상이한 전기화학적 특성이 존재한다. 이러한 상이한 온도특성 분석을 단위 셀의 직렬, 병렬, 직/병렬 혼합형태인 팩의 경우로 확대하였다. 이를 위해 LiFePO<sub>4</sub> 단위 셀의 직렬결합(70S1P:7Tray/1Rack)인 ESS를 구축하였다(그림 2). 구축된 10개의 ESS의 온도특성 분석을 위해 여름(7월)과 겨울(1월)일때의 ESS Tray/Rack/Cell 전압데이터의 표준편차 및 온도데이터(최대값/최소값)의 통계처리를 실시하였다. 실험결과를 통해, 주변 외기온도에 영향을 최소화한 안정적인 ESS의 최적구축을 위한 가이드 라인을 제시할 수 있다.

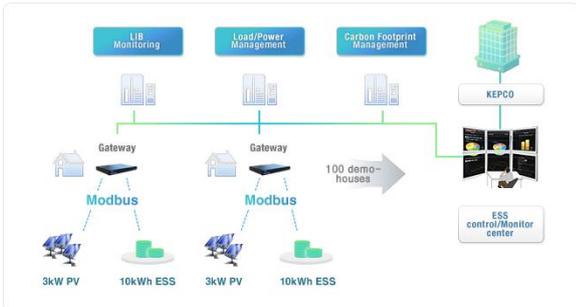


그림 1 스마트그리드 실증사례[1]

### 2. 온도특성 분석

본 논문에서는 대구광역시의 2012년 1월 21 31일(겨울) 및 7월 1 31일(여름)일 때의 ESS 온도특성 분석을 실시하였다(ESS 외기온도 기상청을 참고). 설치된 10개 ESS는 양달, 응달, 반응달 지역에 나누어 설치되었으며 이 조건 역시 온도특성 분석에 사용된다.

그림 3은 1월 21 31일의 6H, 12H, 18H, 24H의 대구광역시 실제온도를 나타낸다[2]. 그림 3의 외기온도 조건시 충방전 전류에 따른 ESS의 Rack 전압/SOC, 단위 셀(21 30번셀) 전압 및 온도결과를 그림 4에 나타내었다. 특히, 셀 온도실험 결과를 통해 ESS 내부의 셀도 ESS 주변 외기온도에 큰 영향을 받음을 확인할 수 있다. 7월 1 31일 6H, 12H, 18H, 24H의 조건 시(그림 5), ESS의 Rack 전압/SOC, 단위 셀(21 30번셀) 전압 및 온도결과를 그림 6에 나타내었다. 겨울과 마찬가지로 주변 외기온도에 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 추가적으로, 겨울의 셀 전압변화 표준편차가 여름의 경우보다 큼을 알 수 있다. 이는 고온 시 셀 내부의 활발한 전기화학적 특성으로 저항서분이 작아지고 편차가 적은 영향이다. 그렇지만, 오랫동안 고온으로 동작할 경우 열화현상으로 인해 노화가 야기되므로, 상온에서의 운용 및 고온/저온에서의 안정적 운용(Thermal management)이 요구된다.

그림 7은 구축된 5번 ESS의 70개셀 중 겨울과 여름일 때의 온도별 최대값/최소값을 나타내었고 이를 외기온도 최대값/최소값(그림 8)와 비교한 결과를 그림 9와 그림 10에 각각 나타내었다. 두 경우 모두 외기온도에 비해 단위 셀의 온도 최대값/최소값이 더 큼을 확인할 수 있다. 단위 셀을 ESS로 확대 적용할 때, ESS의 동작온도가 주변 외기온도보다 크다는 것은 ESS 시스템 구축에 있어 중요한 가이드 라인을 제시한다. ESS 동작온도가 주변 외기온도에 비해 매우 크다면 충방전 동작으로 발생하는 내부의 열이 ESS 외부로 잘 발산되지 않음을

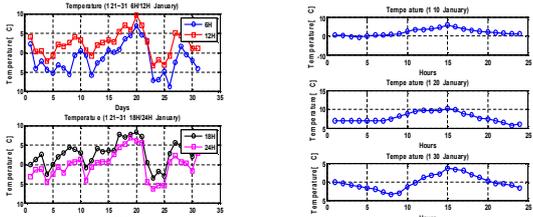


그림 3 2012년 1월 1-31일 6H, 12H, 18H, 24H 온도변화

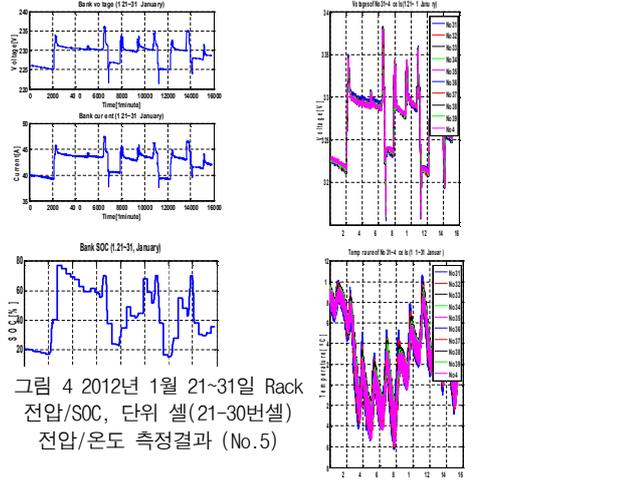


그림 4 2012년 1월 21-31일 Rack 전압/SOC, 단위 셀(21-30번셀) 전압/온도 측정결과 (No.5)

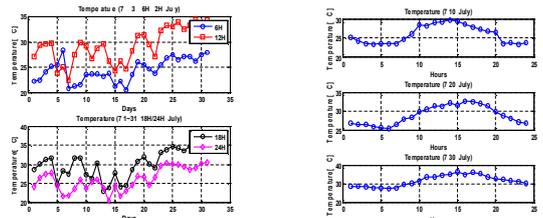


그림 5 2012년 7월 1-31일 6H, 12H, 18H, 24H 온도변화

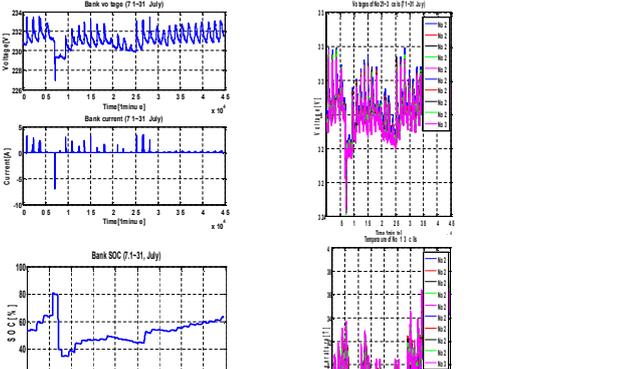


그림 6 2012년 7월 1-31일 Rack 전압/SOC, 단위 셀(21-30번셀) 전압/온도 측정결과 (No.5)

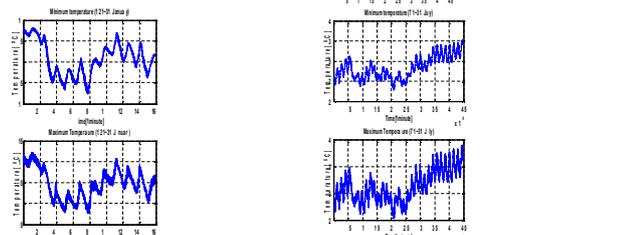


그림 7 겨울 및 여름별 단위셀 온도 최대값/최소값 (No.5) Left (겨울), Right (여름)

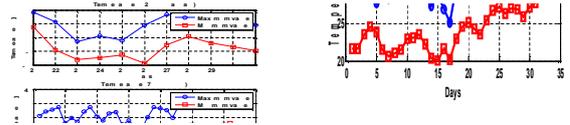


그림 8 겨울 및 여름 외기온도 최대값/최소값 Left (겨울), Right (여름)

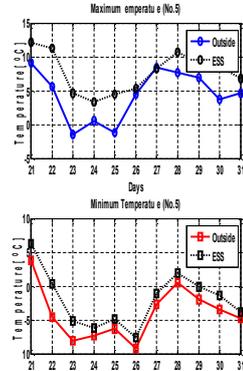


그림 9 외기온도 및 단위셀 온도 최대값/최소값 비교결과 (겨울)

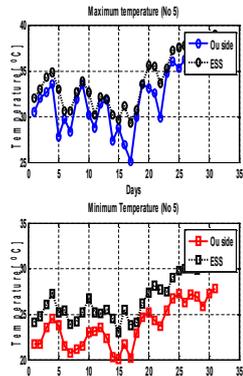


그림 10 외기온도 및 단위셀 온도 최대값/최소값 비교결과 (여름)

나타내며, 이는 안정적인 ESS의 운용을 어렵게 한다. 주변 외기온도와 ESS 동작온도의 차이를 줄임으로서 가변적인 온도인 ESS의 노화를 방지할 수 있다. 따라서, 향후 주변 외기온도와 ESS의 영향을 잘 고려한 시스템, 설치지역 고려(양달/음달)등의 안정적인 시스템 구축을 위한 가이드 라인을 제시할 수 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 10kW급 리튬계열 에너지 저장장치 (ESS; Energy storage system)의 전기화학적 온도특성을 분석하였다. 70개 LiFePO<sub>4</sub> 단위 셀의 직렬결합(70S1P)으로 이루어진 ESS의 온도특성 분석을 위해 여름(7월)과 겨울(1월)일때의 ESS Tray/Rack/Cell 전압(표준편차) 및 온도데이터(최대값/최소값)의 통계처리를 실시하였다.

본 연구는 삼성SDI의 연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

### 참고 문헌

- [1] 삼성SDI 홈페이지 참고.
- [2] 기상청 홈페이지 참고.