



전력저장 시스템 개요 및 현황

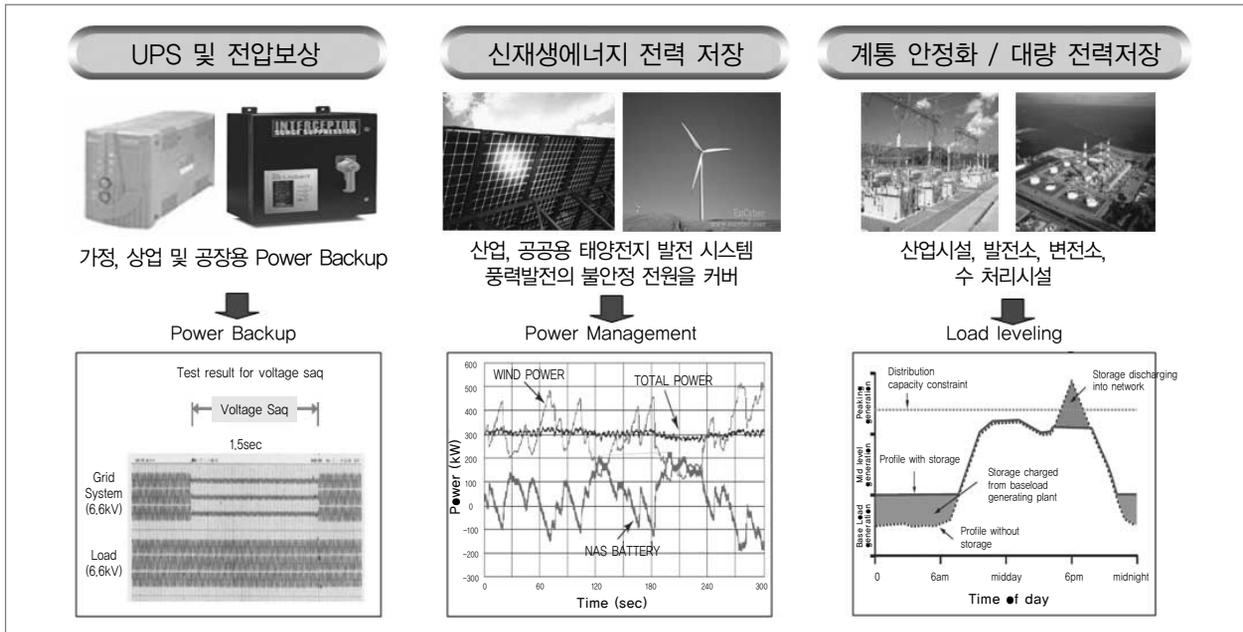


장 병 훈
한전 전력연구원 책임연구원

1. 개 황

전기(전력)는 우리가 사용하는 에너지의 형태 중 그 편리함 덕분에 가장 광범위하게 사용되고 있다. 그러나

생산과 동시에 소비가 이루어져야 하고, 저장이 어려운 전기에너지의 형태가 가지는 특성상 시시각각 변화하는 수요 변화에 대응하기 위해 응답속도는 빠르지만 생산 단가가 높은 발전소들을 가동해야 하는 단점을 가지고 있다.



[그림 1] 다양한 용도의 에너지 저장 시스템

또한 계절별로 발생하는 최대전력수요(전력피크)에 대응하기 위하여 대규모의 예비전력이 필요하며, 최대전력 수요에 맞춰 전력설비를 갖추어야 하므로 설비이용률이 저하되어 비효율적으로 운영될 수밖에 없다.

향후 전력수요 전망을 보면, 21조kWh(2010년)에서 27.5조kWh(2020년)로 연평균 2.7% 증가 추이에 따라 발전용량 확대가 불가피한 상황이다. 또한 계절별 전력 수요의 편차가 점차 확대되고 있고 연중 전력 수요예측 또한 어려워지고 있는 상황이어서 설비이용률은 지속적으로 저하될 전망이다. 결국 전력수급에 있어 공급부족과 잉여전력의 폭이 점차 커져 신규 발전설비 건설 부담과 설비 활용을 저하라는 이중고에 시달릴 것으로 예상된다.

이에 대해 대용량의 전력저장 시설과 분산형 전력저장 시스템을 구축하여 잉여전력을 저장해 두었다가, 전력 수요가 높은 시기에 에너지 저장 장치의 전원을 활용하여 원활하고 안정적인 전력공급을 하는 시스템이 해결책으로

부상하고 있다. 이를 위해 전력저장장치 기술과 전력 저장장치 운용 기술의 확보는 무엇보다 중요하다.

또한, 신재생에너지를 활용한 전력공급 비중이 점차 커지면서 대두되고 있는 전력품질 문제에 대한 대안으로써 전력저장 기술이 제시되고 있다. 전력공급의 발전량과 발전 시점이 불규칙한 신재생에너지(풍력·태양광)의 누계 발전용량이 확대됨에 따라 전력 공급의 안정성이 떨어질 전망이다.

풍력의 예를 들어보면 2010년부터 2020년까지 172GW에서 709GW로, 태양광은 22GW에서 160GW로 각각 증가하여 신재생에너지 발전량 비중이 2.0%(2010년)에서 7.8%(2020년)로 증가될 것으로 전망된다. 태양광이나 풍력을 통해 발생된 전기는 일정한 패턴이 없고 기후에 크게 영향을 받기 때문에 생산된 전력을 저장하여 안정적으로 공급하기 위한 전력저장 기술의 수요가 계속 확대될 수 밖에 없다.

2. 현황

■ 전력저장 시스템의 분류

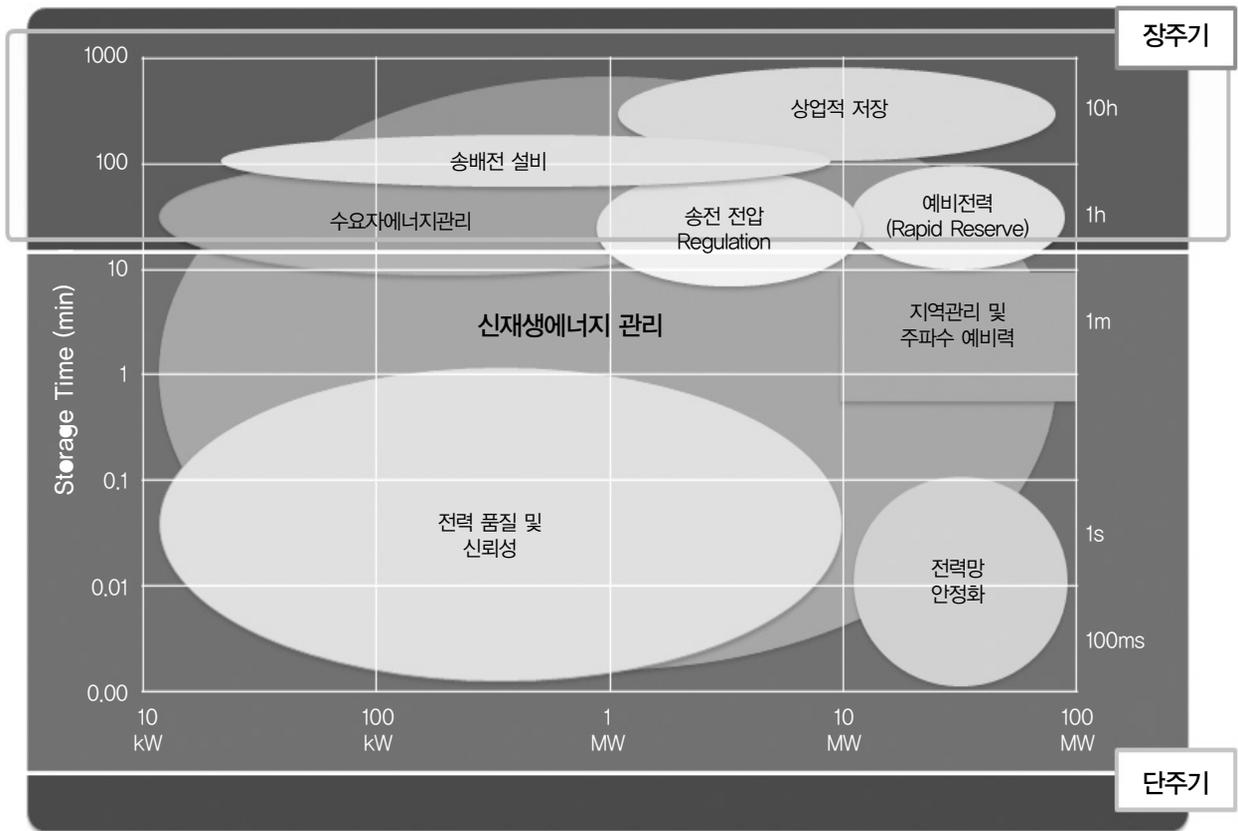
전력계통에서 요구되는 에너지 저장장치는 다양한 출력과 저장시간에 따라 적용되며, 크게 장주기와 단주기용 에너지 저장장치로 분류된다.

장주기용 중대형 에너지 저장장치는 기저부하의 유휴 전력을 이용함으로써, 전력계통의 효율적 운영 및 안정성을 증대시키기 위한 Energy Management용 중대형 에너지 저장장치로 리튬이온전지, RFB(Redox Flow Battery), NaS 및 CAES(Compressed Air Energy Storage) 시스템 등이 있다.

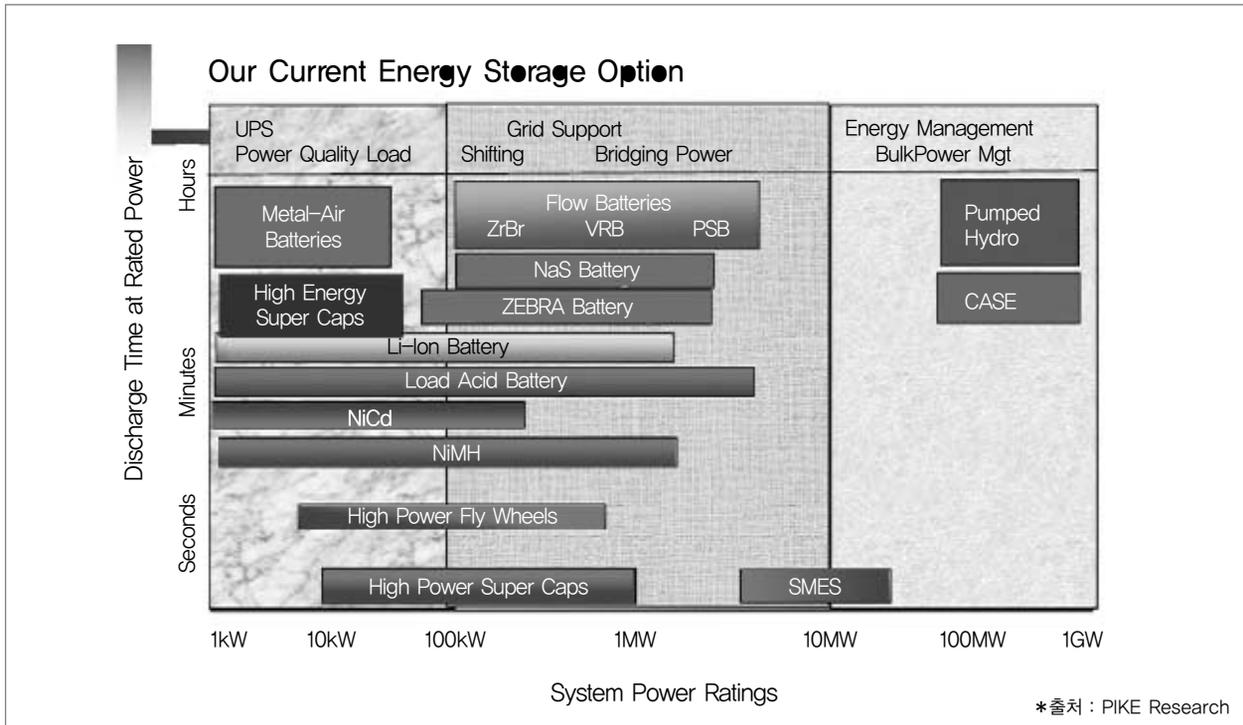
단주기용 중대형 에너지 저장장치 시장은 수송·기계

분야에서의 제동에너지 회수에 따른 전력 회생 시장과 스마트그리드의 순간정전 방지 및 재생에너지원의 단주기 출력 변동 완화를 위한 전력안정화 시장으로 구분되며, 초고용량 커패시터와 FESS(Flywheel Energy Storage System)가 대표적인 장치이다.

향후 신재생에너지의 보급 확대 및 전기자동차 시장 확대로 중대형 에너지 저장 시장은 급격히 증대될 것으로 예상되며, 전기자동차용 전력공급용 시장과 신재생에너지 및 차익거래용 시장으로 구분되어 형성될 것으로 전망된다. 용량별로는 50MW 이하는 리튬이온전지, NaS, RFB 등의 전지 산업이, 50MW 이상은 CAES 및 양수 발전시스템과 같은 대형 발전 산업으로 시장을 형성할 것으로 예상된다.



[그림 2] 전력저장 Application과 출력



[그림 3] 중대형 에너지 저장장치의 용량별 비교

■ 배터리를 이용한 전력저장 시스템 구성

대규모 전력저장 장치 운용시스템(PMS, Power Management System)이란 전력계통과 연계된 대용량의 전력저장장치를 이용하여 상시 Load Leveling, Peak Shaving을 통한 계통운영 방안 및 송전손실 최소화, 계통혼잡 최소화, 부하차단 최소화 방안을 고려하고, 신재생발전의 간헐 특성을 개선함으로써 나타나는 전력 품질 향상 및 유·무효전력 제어를 통해 계통의 안정도를 향상시키는 알고리즘을 적용한 통합 전력관리 시스템이다.

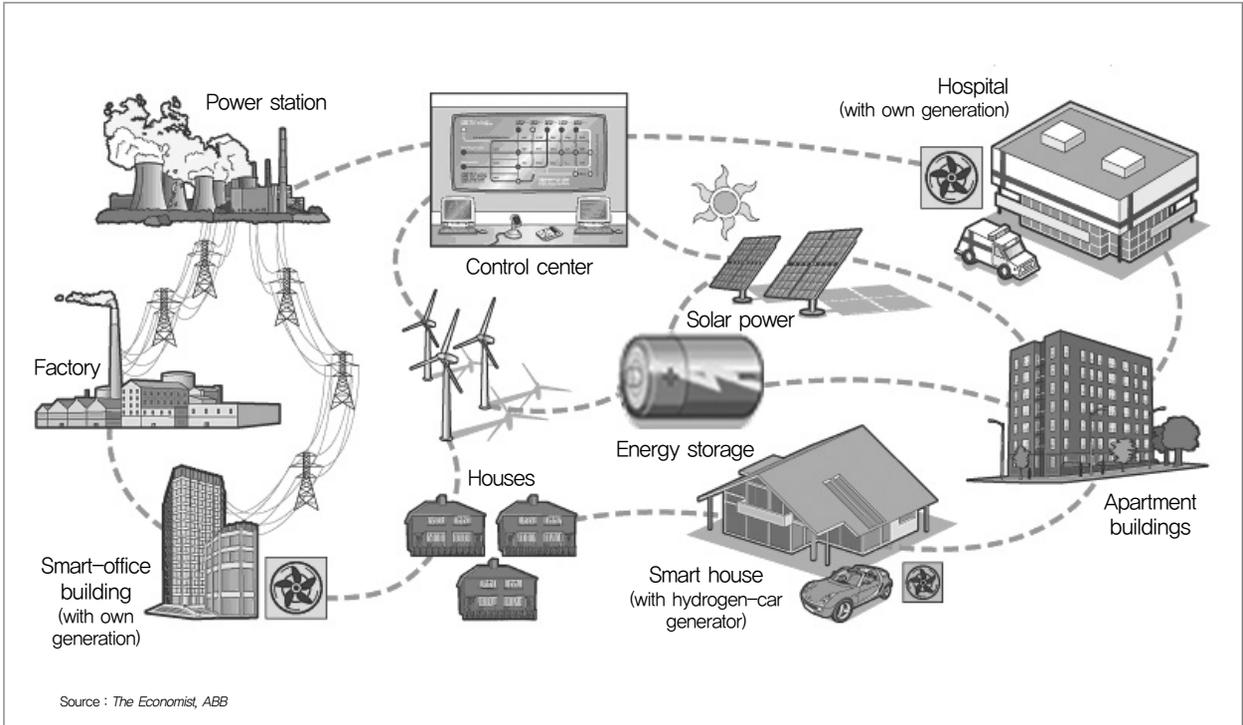
대용량 전력저장장치와 PCS, PMS(EMS) 기술은 미래 첨단산업의 경쟁력을 좌우하는 핵심기술로서 기술이 보편화되기 전에 실증경험을 통해 기술의 완성도를 높여 관련 분야를 주도해야 한다.

이에 한국전력에서는 리튬이온전지의 대용량화 실현

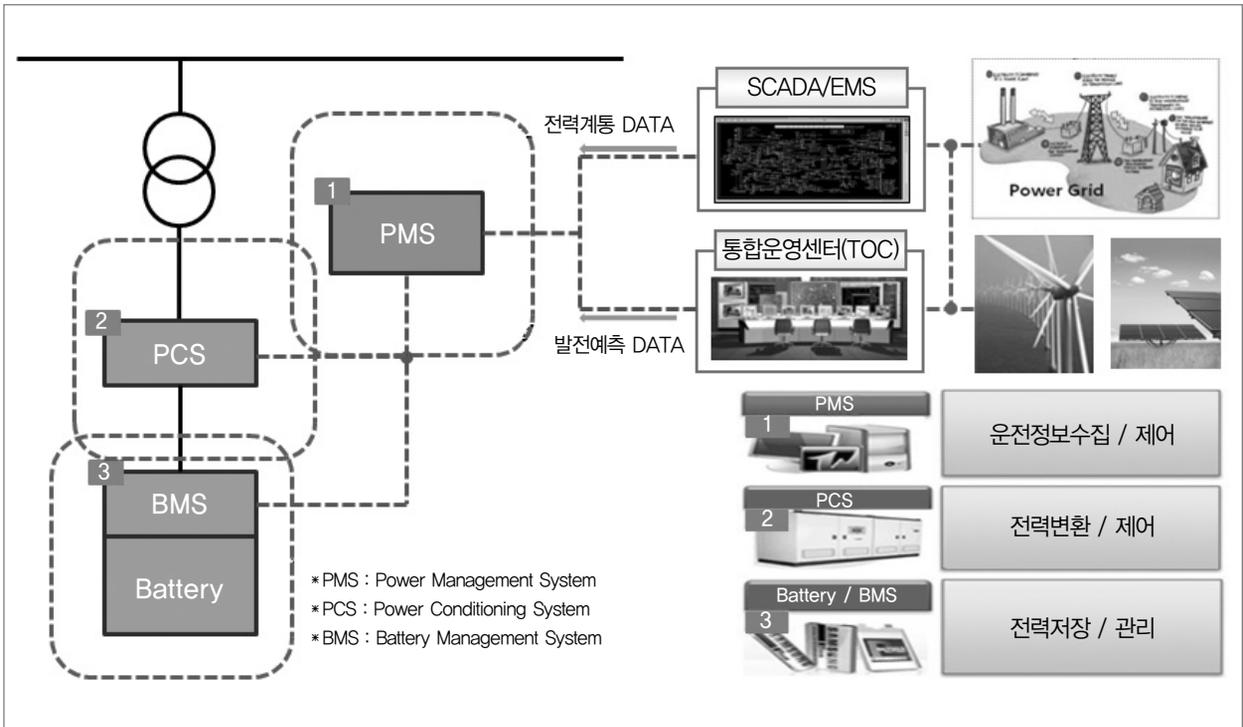
및 전력저장 시스템으로서의 실효성 확인, 대용량 전력 저장 시스템의 전력계통 연계 및 운전기술 확보 등 실증 연구를 진행 중에 있다.

전 세계적으로 이와 같은 실증연구를 위해 리튬이차전지, NaS 전지, 레독스 플로우 전지(Redox Flow Battery), 압축공기를 이용한 저장장치(CAES, Compressed Air Energy Storage), 플라이휠(FESS, Flywheel Energy Storage System) 등이 사용되고 있으며, 국내의 경우 다른 방식에 비해 고가라는 단점에도 불구하고 에너지 밀도와 출력, 효율이 높은 리튬이온전지를 활용한 실증 연구를 진행하고 있다.

배터리를 이용한 대용량 전력저장 시스템은 크게 배터리 시스템, PCS(Power Conditioning System), 운용시스템(PMS)으로 구성된다.



[그림 4] 전력저장장치를 이용한 스마트그리드 구성도



[그림 5] 대용량 전력저장 시스템 구성도

리튬이온전지를 이용한 배터리 시스템은 단위 셀의 열화 예측, 수명계산, 보호(Protection) 등을 위한 BMS(Battery Management System)가 필요하며, 배터리와 BMS를 합쳐 하나의 배터리 시스템을 구성한다.

배터리 시스템과 전력계통 사이의 전력변환을 담당하는 PCS는 대용량의 인버터·컨버터를 통해 배터리의 DC 시스템과 전력계통의 AC시스템을 연계하여 배터리의 충·방전을 가능하게 한다.

한편 운용시스템인 PMS는 대용량 전력저장 장치를 이용한 부하평준화와 풍력발전과 같은 신재생에너지원의 간헐 특성을 제어하기 위한 알고리즘을 통해 전력저장 시스템의 충·방전을 결정하고, 상태를 감시하는 역할을 수행함으로써 대용량 전력저장장치 시스템에서 가장 중요한 대용량의 전력저장장치 제어역할을 하게 된다.

3. 전 망

전력계통의 효율적인 설비활용과 지속적으로 증가하고 있는 신재생에너지 발전원을 안정적 계통으로 수용하기 위해 향후 에너지 저장 시스템의 적용은 필수적이며, 현재 선진국 위주로 에너지 저장 분야의 연구개발 및 실증이 활발히 진행 중이다. 현재 전력산업분야에서의 에너지 저장 장치 시장은 시작단계라 할 수 있으나, 신재생에너지의 확대 보급과 전력설비의 효율적 이용, 그리고 고품질 전력수요의 지속적인 증가에 따라 급속하게 성장할 것으로 예상된다. 시장의 성장과 함께 전력저장 설비들의 대량생산을 통해 경제성이 확보되고, 전 세계적으로 수행하고 있는 상용화 노력과 실증연구의 결과로 다수의 대용량 전력저장 장치가 전력계통에 적용되는 보다 발전된 전력계통을 기대해 본다. KEA