

송배전 설비 투자 지연을 위한 대용량 BESS의 PCS 기능과 최신 동향

김민재, 오성진

(주)카코 뉴에너지 (michael.kim@kaco-newenergy.kr)

Recently trend & role of large scale BESS PCS for Transmission Investment Deferral

Minjae Kim, Seongjin Oh

Dept. of R&D Center, KACO new energy Inc. (michael.kim@kaco-newenergy.kr)

ABSTRACT

최근 전력의 공급신뢰도의 하락으로 인하여 기존 송배전 설비의 신규건설 및 유지보수를 위한 투자의 필요성이 더욱 증대되고 있다. 이에 적절한 대안으로서 배터리를 이용한 에너지 저장 시스템(BESS, Battery Energy Storage System)이 대두되고 있다. 본 논문에서는 송배전 설비 투자 지연을 위한 BESS의 필요성에 대해 살펴보고 그 핵심 구성 요소인 PCS의 기능과 최신 동향에 대해 기술한다.

1. 서론

신재생 에너지원의 증가, 최대 전력 수요의 효율적인 운용, 계통 안정화를 위한 광범위한 투자 그리고 스마트 그리드의 확대 등을 포함한 전력 산업 전반의 요구에 대해 에너지 저장 시스템(ESS, Energy Storage System)에 대한 관심이 급증하고 있으며 그 필요성이 높아지고 있다.^[1] 미국 캘리포니아에서는 ESS 설치 의무(UPS, Storage Portfolio Standards) 법안을 제정하여 전력회사가 2014년부터 발전 및 공급 전력의 2.25% 이상을 ESS로 설치하여 공급해야 하며, 2020년 이후에는 5% 이상으로 그 기준이 상향될 예정이다. 국내에서도 K ESS로 명명된 에너지저장 기술개발 및 산업화 전략이 발표되어 에너지저장 R&D 투자 확대, 에너지저장 실증을 통한 산업화 촉진, 에너지저장 산업 인프라 구축, 국내 시장 활성화를 위한 제도적 기반 조성 등 세부적 목표를 설정하여 ESS의 필요성을 반영하고 있다.

ESS는 사용 목적에 따라 다양하게 적용될 수 있으며 설치 지역 및 경제성을 검토하여 적절한 저장 매체를 선정하게 되는데, 특히 수십 MW이하의 용량이 요구되고 송배전 설비 투자 지연(Transmission & Distribution Investment Deferral)을 목적으로 하는 ESS의 저장장치는 전력 밀도가 높고 설치 소요 공간이 비교적 작은 배터리(Battery)가 주로 검토되고 있다.

본 논문에서는 송배전 설비 투자 지연을 위한 BESS의 필요성 및 그 핵심 구성 요소인 PCS의 기능과 최신 동향에 대해 기술한다.

2. 송배전 설비 투자 지연을 위한 BESS의 필요성

최근 전력 수요의 급격한 증가는 기존 송배전 설비 용량에 근접하고 있는 추세이며 이러한 원인으로 전력 계통의 교란이 증가하게 되어 전력 품질 문제를 촉발시키고 있는 상황이다. 따라서 송배전 설비의 증설에 대한 요구가 전 세계적으로 커지고 있다. 그러나 송배전 설비의 증설에 소요되는 비용은 전력 회사에 큰 부담이 되기 때문에 각 전력 회사에서는 송배전 설비 투자를 대신할 비용 부담이 적은 대안을 찾고 있다. 이러한 이슈의 적절한 대안으로서 분산발전(Distributed Generator)을 이용해 지역적 전력 수요에 대응하도록 하여 주요 송배전 설비의 용량 부담을 덜어 주는 방법이 있다. 또한 BESS를 적용하여 부하평준화(Load Leveling) 및 첨두부하삭감(Peak Shaving)을 통해 에너지 사용 효율을 높이는 방법으로 송배전 설비 투자 지연에 직접적으로 기여할 수 있다. 특히, BESS의 경우 송배전 설비 투자 지연뿐만 아니라 전력 계통 안정화^[2]에도 기여할 수 있기 때문에 별도로 SVC(Static VAR Compensator)를 설치할 필요가 없어 경제적으로 이득을 취할 수 있다.

3. BESS용 PCS 기능 및 동향

3.1 BESS용 PCS 기능

계통 연계형 PCS 관점에서 표 1과 같이 적용 분야에 따라 단주기용과 장주기용으로 구분할 수 있다. 단주기용의 특징은 1초 이내의 응답특성을 갖는 PCS를 적용하여 순간적인 전력 변화에 대해 평활(Smoothing) 기능을 수행하고, 장주기용의 특징은 대전력 공급 유지기능을 갖는 PCS를 적용하여 능동적으로 큰 에너지를 이동(Time shift)시키는 기능을 수행한다. 특히, BESS를 이용한 능동적인 부하 평준화 기능을 통해 송배전 설비 투자 지연의 목적을 달성할 수 있다.

표 1 BESS용 PCS의 기능
Table 1 Function of BESS PCS

PCS 기능	BESS 적용 분야
단주기 (응답특성이 빠른 양방향 전력 제어)	주파수제어(Frequency Regulation) 순동예비력(Spinning Reserve) 무효전력 주입(VAR Support) 신재생 발전 에너지 평활 (Renewable Energy Firming)
장주기 (일반적인 양방향 전력 제어)	부하평준화(Load Leveling) 신재생 발전 에너지 이동 (Renewable Energy Time Shift)

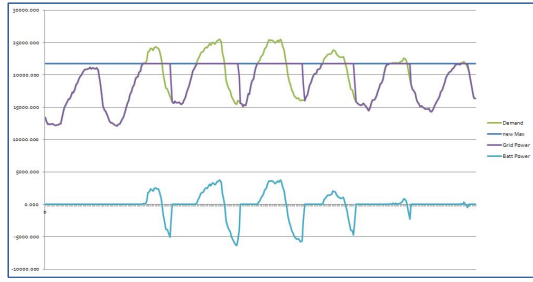


그림 1 BESS 기반 수요 전력 운영 시뮬레이션 (7일)
Fig. 1 Simulation of Demand Management based on BESS (7days)

또한, Sandia National Laboratories의 보고서^[3]에 따르면 송배전 선로 투자 지연을 목적으로 하는 BESS의 방전 시간은 3~6시간으로 정의가 되어 있고 이러한 특성은 장주기용 BESS로 분류되며, 전력 요금제(Operation based on Tariff) 또는 전력 수요 관리(Operation based on Demand)등 이미 정해져 있는 시나리오에 따라서 운영을 하기 때문에 상대적으로 상위(ISO, Independent System Operator)등의 명령 또는 급격한 전력의 변화에 대한 빠른 응답특성이 요구되는 적용분야와는 차이가 있다.

그림 1은 송배전 용량을 기준으로 BESS의 운영을 통해 전 원으로부터 공급받는 전력을 일정하게 유지하고 있는 시뮬레이션 결과이다.

3.2 동향

현재 BESS 시장의 확대를 이끌고 있는 주요한 적용분야는 '신재생 에너지원 연계' 및 '송배전 설비 투자 지연'이다. 특히 전 세계적으로 기존 송배전 설비 노후로 인한 송전 손실 증가와 전력 수요 증가 등의 이슈로 인해 송배전 설비 투자 지연을 목적으로 BESS의 적용에 대해 긍정적인 검토가 이루어지고 있으며, 적용될 BESS의 최적 용량(방전 용량:PCS, 방전 시간:배터리) 산출^[4]을 위해 경제성 및 설치비용 회수 기간(Pay back Period)등의 요소가 고려된 다양한 연구가 이루어지고 있으며 시너지 효과를 고려한 유사한 BESS의 적용분야에 대한 접근을 중점적으로 검토하고 있다. 이러한 용량 산출 연구를 통해 주로 1MW급 이상의 PCS 용량이 요구됨을 확인하였으며 현재 (주)카코 뉴에너지에서는 500kW급을 기본 용량으로 확장 및 제어가 용이한 MW station을 준비 중에 있다.

표 2와 그림 2는 (주)카코 뉴에너지에서 독자적으로 개발 중인 Outdoor 형태의 500kW급 BESS용 PCS의 사양과 외관을 나타낸다.

표 2 XP500-0D BC 사양
Table 2 Specification of XP500-0D BC

	Technical Item	Value
DC	Max. Power[KW]	550
	DC Voltage Range[V]	550~830
AC	Rated Input/Output Power [KW]	500
	Operation Voltage[V]	3*370
	Rated Input/Output Current [A]	858
	Operation Frequency[Hz]	50/60
	Power Factor	≥0.9
Efficiency	Max. Efficiency[%]	97.6



그림 2 (주)카코 뉴에너지 500kW급 BESS용 PCS (Outdoor)
Fig. 2 BESS PCS of KACO new energy (Outdoor)

앞으로 송배전 설비 투자 지연 목적을 기반으로 계통 지원을 병행할 수 있는 BESS의 수요가 증가할 것으로 예상되며 기능적인 경쟁력을 갖춘 PCS 개발이 요구가 된다. 즉, 평상시에는 이미 정해져 있는 시나리오에 따라서 응답특성에 상관없이 충/방전 운영을 수행하다 상위 등의 명령 또는 전력의 급격한 변화에 대해 빠른 응답특성으로 전력 계통 지원을 수행할 수 있는 PCS 기능을 동시에 구비해야 한다. 태양광 인버터와 같이 전력 계통 지원을 위해 BESS의 방전 시점에 각국의 계통 연계 규정을 만족할 수 있어야 하며 이러한 기능에 대한 인증 내용이 BESS에도 동일하게 적용될 것으로 예상된다.

4. 결론

본 논문에서는 노후화된 송배전 설비로 인한 송전 손실 및 전력 수요 증가에 대응하기 위한 BESS 적용에 대한 필요성을 검토하였으며, 송배전 설비 투자 연기를 목적으로 하는 BESS의 중요한 구성요소인 PCS의 기능에 대해 검토하였다. 향후 BESS의 적용에 있어서 적절한 용량 산출의 중요성을 인식할 수 있었으며, BESS의 단일 적용분야에 대한 연구 및 시너지 효과를 얻을 수 있는 복합적인 적용에 대한 연구의 필요성을 확인할 수 있었다. 이러한 추세에 맞춰 (주)카코 뉴에너지에서 개발 중에 있는 500kW급 BESS용 PCS 제품의 사양 및 외관을 소개하였다.

참고 문헌

- [1] D. Rastler, "Electricity Energy Storage Technology Options : A White Paper Primer on Applications, Costs, and Benefits", EPRI, pp. 9, 2010.
- [2] 명홍재, "대용량 BESS를 위한 PCS 기술동향에 대한 고찰", 전력전자학회 2011년도 전력전자 학술대회 논문집 2011.6. pp. 1~2, 2011.
- [3] Jim Eyer, Garth Corey, "Energy Storage for the Electricity Grid: Benefits and Market Potential Assessment Guide, A Study for the DOE Energy Storage Systems Program", Sandia National Laboratories, pp. 52, 2010.
- [4] Jim Eyer, Joe Iannucci, Paul C. Butler, "Estimating Electricity Storage Power Rating and Discharge Duration for Utility Transmission and Distribution Deferral : A Study for the DOE Energy Storage Program", Sandia National Laboratories, 2005.