

신재생에너지 연계형 MW급 ESS 설계 및 적용

허남익, 인동석, 권병기, 이명준, 권용효, 홍종석
(주)포스코 ICT

Design and Application of MW ESS Connected with Renewable Energy Source

Nam-Eok Heo, Dong-Seok In, Byung-Ki Kwon, Myung-Jun Lee, Yong-Hyo Kwon,
Jong-Seok Hong
POSCO ICT

ABSTRACT

본 논문에서는 KEPCO가 신안 팔금도에서 진행 중인 능동배전망 운영실증 관련 2MW급 태양광발전 출력 안정화, 비상발전기, 계통 역률제어 등이 가능한 1MW/1MWh급 ESS의 설계 및 적용 결과를 기술하였다. 1MW/1MWh급 ESS는 외부환경으로부터 시스템 보호를 위해 공조설비 및 소방설비를 포함한 컨테이너에 ESS 관리 및 제어를 위한 PMS, 전력변환을 위한 PCS, 에너지 저장을 위한 배터리 시스템 등을 구성하였다. 또한 배전선로에 ESS 시스템 연계를 위해 변압기, 스위치기어 등의 계통연계설비를 함께 구성하였다. MW급 대용량 전력 시험설비를 이용하여 1MW/1MWh급 ESS의 다양한 기능 및 성능을 검증 후 신안 팔금도 현장에 적용하였다.

또한 내부 구성품의 크기, 공조용량 및 효율 등을 고려하여 20ft. 컨테이너를 기본 단위로 시스템을 설계하였다.^[1] 따라서 1MW/1MWh급 ESS는 그림 1과 같이 1MW PCS 패키지 컨테이너 1대와 500kWh 배터리 패키지 컨테이너 2대로 구성하였다. 1MW/1MWh급 ESS 사양은 표 1과 같다.

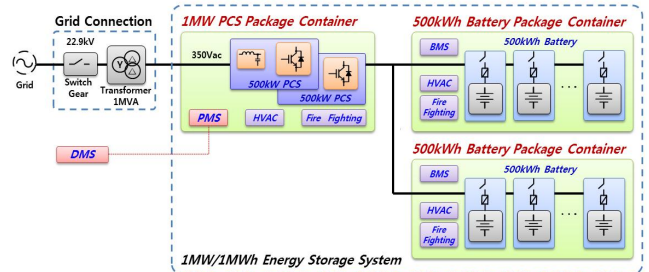


그림 1. 1MW/1MWh ESS 구성

1. 서론

최근 화석에너지 고갈과 환경 문제에 대한 해결책 중 하나로 친환경 신재생에너지 기반의 마이크로그리드에 대한 관심이 급증하고 있다. 풍력이나 태양광 등의 신재생에너지와 연계된 마이크로그리드에서 ESS는 에너지 효율 극대화 및 계통 안정화를 위한 다양한 기능을 제공할 수 있다. 이에 포스코 ICT는 KEPCO에서 진행 중인 '능동배전망 운영실증' 관련 태양광발전 출력 안정화, 계통 이상 시 계통과 분리되어 수용가에 전력을 공급하는 비상발전기, 계통 무효전력보상을 위한 역률제어 등의 기능을 갖는 컨테이너 타입의 1MW/1MWh급 ESS를 개발하였다. 본 논문에서는 당사가 개발하여 신안 팔금도 태양광발전과 연계하여 운영중인 1MW/1MWh급 ESS에 대해 소개하고 시험검증 내용 및 결과를 기술하였다.

2. 본론

2.1 ESS 설계 및 제작

1MW/1MWh급 ESS는 배터리를 계통에 연계하기 위한 1MW급 PCS(Power Conditioning System), 에너지 저장을 위한 1MWh급 배터리 시스템, KEPCO의 DMS(Distribution Management System)와 연계하여 ESS를 통합적으로 제어하기 위한 PMS(Power Management System)로 구성된다.

1MW/1MWh급 ESS는 현장의 외부환경 및 운송의 편의성을 고려하여 컨테이너 타입으로 설계하였으며, PCS/배터리가 동작 가능한 온도 조건을 유지하기 위한 공조설비, 화재에 대비하기 위한 소화설비 등을 포함하도록 패키지화 하였다.

표 1. 1MW/1MWh ESS 사양

구분	항목	사양	비고	
1MW PCS (500kW 2 Set)	DC	전압범위	570~830 [V]	
		입력전류	Max. 965 [A]	
	AC	정격출력	500 [kW]	
		정격전압	350 [V]	
		정격전류	825 [A]	
		정격주파수	50 / 60 [Hz]	
	역률		> ±0.99	Control :>±0.8
THD		< 3 [%]		
환경	냉각방식	공냉식		
	운전온도	-10~40 [°C]		
1MWh Battery (500kWh 2 Set)	용량	500 [kWh]	@1CP Discharge	
	전압범위	588~813 [V]	Rack 기준	
	충방전출력	Max. 1CP		
	운전온도	23 ±5 [°C]		
	시스템 구성	Rack×13, BBMS×1, BSC×1	Rack : Module×14, BPU×1	
	환경	냉각방식	공냉식	
운전온도		23 ±5 [°C]		
공통	공조설비	냉방용량 30,240 [kcal/h]	하향식, 실외기 일체형	
	소방설비	소화약제 HFC-23	가스계, Cabinet Type	
	컨테이너 (외함)	외형치수 (W×D×H)	6,058[mm] × 2,438[mm] × 2,896[mm]	20FT HC Container
		무게	PCS : 약8,440 [kg] Battery : 약 15,870 [kg]	구성품 포함

1MW급 PCS는 고장 시에도 시스템 정지 없이 출력을 제한하여 운영할 수 있도록 500kW급 PCS를 2병렬로 구성하였다. 각 PCS의 DC(배터리)측을 공통으로 연결하여 1MWh 배터리 시스템 전체 밸런싱, PCS 고장으로 인한 사용 가능 에너지 제한, 배터리 시스템 탈락으로 인한 PCS 출력 제한 등을 방지하였다. 1MWh급 배터리 시스템은 LG화학 리튬-이온 배터리를 기반 1MW/1Hour 방전이 가능하도록 구성하였다.

2.2 ESS 성능검증

1MW/1MWh급 ESS의 성능검증을 위해 포스코 ICT에서 보유하고 있는 2MW/4MVar급 부하설비를 이용하여 성능 시험을 진행 하였다. ESS 안정성 시험 및 성능 시험 등은 'SGSF-04-2012-07'에 근거하여 자체시험을 진행하거나 공인인증기관에 의뢰하여 성능을 검증하였다. 독립운전 및 자동 독립운전 모드 전환, 신재생 출력 안정화 제어 등의 ESS 기능시험은 KEPCO의 요구사항을 반영한 시험기준 및 방법을 적용하여 진행 하였다.

표 2 ESS 공장 시험 항목(주요 시험항목)

시험 항목	평가 기준	
안정성 시험	입력 과전압/부족 전압 보호기능시험	기준치의 $\pm 5\%$, 0.5sec 이내
	출력 과전압/부족 전압 보호기능시험	공칭전압 $110\% \pm 2\%$ 공칭전압 $0\% \pm 2\%$
	출력 과전류 보호기능시험	기준치의 $\pm 5\%$, 0.5sec 이내
	부하 차단시험	500ms이내 동작, 과전압 150%이하
	단독운전 방지시험	160ms이내 차단기 개방
성능 시험	출력 역률시험	0.95이상
	출력 왜형률시험	전류 THD 5% 이하
	입력전력 급변시험	응답 시간 100ms 이하
기능 시험	Ramp Rate 제어시험	분당 변동률 10% 이하
	독립운전 시험	부하 불평형 66%이하 연속 동작
	자동 독립운전 전환시험	3Cycle이내

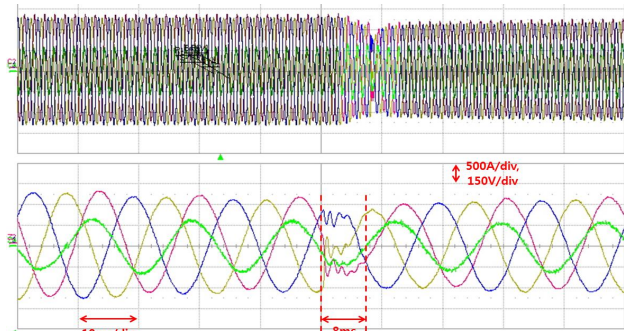


그림 2. 자동 독립운전 전환시험(부하율 50%)

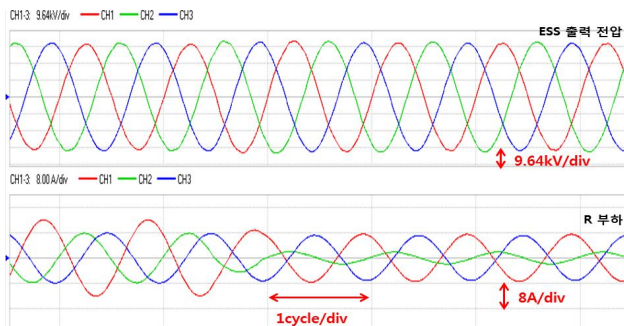


그림 3. 독립운전 시 부하 불평형시험(불평형률 66%)

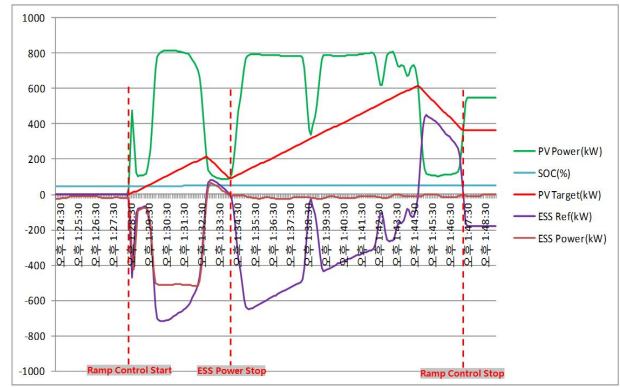


그림 4. Ramp Rate Control 시험

2.3 현장 적용

1MW/1MWh급 ESS는 그림 5와 같이 구성된 마이크로 그리드망내 일반선로에 연결된다. 2MW급 태양광발전(PV)이 연결된 전용선로에 GS(Gas Switch)를 통해 연계하여 태양광발전의 출력 안정화 기능을 수행하고, 계통 이상 시 독립운전 모드로 전환하여 일반선로에 전압원으로 연결되어 부하에 에너지를 공급한다. 그림 6은 신안 팔금도 현장 설치 모습이다.

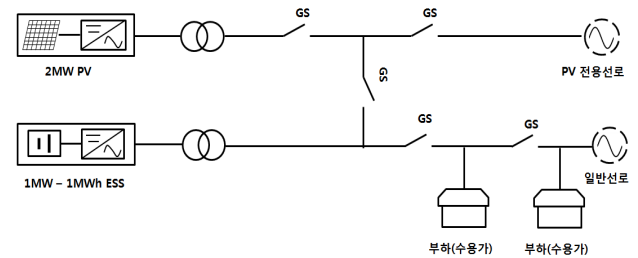


그림 5. 신안 팔금도 고압 마이크로그리드 구성



그림 6. 신안 팔금도 현장 설치 사진

3. 결론

본 논문에서는 신재생에너지 연계형 1MW/1MWh급 ESS의 설계 및 현장 적용에 대하여 기술하였다. 포스코 ICT는 KEPCO에서 진행 중인 '능동배전망 운영실증' 관련 1MW/1MWh급 ESS를 전남 신안 팔금도 현장에 공급하였으며 태양광발전 출력 안정화, 배전선로 전압 및 전력조류 제어를 통한 배전선로 안정화 등 다양한 실증을 진행할 예정이다.

참고 문헌

[1] 인동석 외, "스마트그리드 BESS용 500kWh BCS 개발", 전력전자학회 추계학술대회논문집, 2011.