

주파수 조정용 에너지 저장 시스템의 변전소 적용 사례

김태형, 인동석, 이종학, 오승진, 박영민, 김동환
포스코 ICT R&D 센터

Case Study of ESS for Frequency Regulation in Substation

Tae-Hyeong Kim, Dong-Seok In, Jong-Hak Lee, Seung-Jin Oh,
Young-Min Park, Dong Hwan-Kim
POSCO ICT R&D Center

ABSTRACT

에너지 저장 시스템(ESS, Energy Storage System)은 주파수 조정을 통한 계통 전력품질 개선, 풍력(WT)발전, 태양광(PV)발전등과 같은 신재생 에너지의 출력안정화, 에너지 저장을 통한 에너지효율화 등의 분야에 적용되고 있다. 특히 주파수 조정(F/R, Frequency Regulation)을 위한 에너지 저장 시스템은 한전의 많은 투자를 통해 활발하게 이루어지고 있으며, 전국 변전소에 설치되고 있다. 주파수 조정을 위한 에너지 저장 시스템은 주파수 상승 시 계통의 전력을 배터리에 충전하고, 주파수 하락 시에는 배터리에 저장된 에너지를 계통에 공급하여 주파수를 안정화시키는 역할을 한다. 본 논문에서는 주파수 조정용 에너지 저장 시스템의 변전소 적용 사례에 대해 설명한다.

1. 서론

에너지 저장 시스템은 전력변환장치를 이용하여 배터리와 같은 에너지 저장 장치에 에너지를 저장하거나 필요한 경우 저장된 에너지를 공급해주는 시스템으로 수용가의 에너지 효율화, 신재생 에너지의 출력 안정화, 송/배전망 전력품질 관리 등 다양한 분야에 사용되고 있다. 특히 한전에서 추진하고 있는 주파수 조정용 에너지 저장 시스템 구축사업은 2014년부터 2017년까지 4년에 걸쳐 총 500MW를 구축하는 사업으로 총 6,250억원이 투입되는 사업이다. 2014년 52MW 구축 시범사업을 시작으로 2015년 184MW, 올해에는 140MW가 계획되어 있으며, 2017년에는 124MW가 진행된다.

본 논문은 2015년 345kV 신화순 변전소에 적용한 24MW 주파수 조정용 에너지 저장 시스템의 설계와 구축에 대하여 설명한다.

2. 본론

2.1 주파수 조정용 에너지 저장 장치 설계

주파수 조정용 에너지 저장 장치는 상위 시스템 연계를 위한 LPMS(Local Power Management System)와 계통과 연계하여 에너지 충/방전을 수행하는 전력변환장치, 에너지 저장을 위한 리튬이차전지로 구성되어 있으며, 설계기준 및 정격사항은 한전일반구매규격에 제시되어 있다.[1] 주파수

조정용 전력변환장치(PCS, Power Conditioning System)는 컨테이너 기준으로 정격용량을 4MW로 구성하며, 전력변환장치 단위 용량은 1MW 또는 2MW로 구성할 수 있다. 변전소에 적용한 전력변환장치는 단위 용량 2MW로 구성하였으며 전력변환장치의 외형은 그림 1, 상세사양은 표 1과 같다.[2]



그림 1. 2MW 전력변환장치 외형

표 1. 2MW 전력변환장치 상세사양

항목	사항	비고	
정격용량	2MW		
효율	96.5% 이상	@2MW	
왜형률	THD : 3% 이하 TDD : 3% 이하		
DC	전압	750~1,100V _{DC}	
	전류	2,667A	@750V _{DC}
AC	전압	440V	3P3W, 60Hz
	전류	2,625A	@440V
냉각방식	수랭형	@2MW	
크기	(W)5,200mm × (D)750mm × (H)2,165mm		

주파수 조정용 전력변환장치는 4MW 출력으로 구성하기 위해 2MW 단위의 전력변환장치를 2대로 구성하며 컨테이너 내부 구성은 그림 2와 같다. 컨테이너 내부에는 LPMS와의 연계, 단위 전력변환장치 제어, 컨테이너 내부 장치 관리를 수행하는 Master Control Panel과 수랭형 전력변환장치의 냉각을 위한 Chiller, 컨테이너 내부 온도/습도 관리를 위한 HVAC(Heating Ventilation and Air Conditioning), 화재 방지 시스템 등을 포함한다. 컨테이너 내부 정비의 용이성을 위해 단위 전력변환장치를 통로기준 대칭으로 배치하여 공간을 확보하였다.[3]

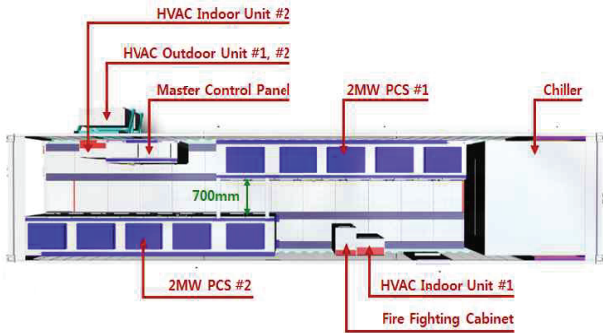


그림 2. 주파수 조정용 전력변환장치 컨테이너 구조

LPMS는 전력계통주파수 또는 상각 제어 시스템인 MPMS(Main Power Management System)의 요구사항을 반영하여 에너지 저장 장치를 제어하고 관리하는 시스템으로 주파수 제어 알고리즘을 운영하는 주파수 제어시스템, 운전 및 유지관리를 위한 HMI(Human Machine Interface), 시스템 이력 및 통계관리를 위한 저장장치 등으로 구성한다.

LPMS는 PLC 타입으로 19인치 랙 규격으로 구성하였으며, 전원을 포함한 제어시스템과 통신 부분은 모두 이중화하였다. 제어 이중화 절체 속도 $\leq 40\text{ms}$ 이내이고, 주파수 취득주기는 10ms(구매규격 기준 20ms)를 만족한다. 주파수 응답시간은 최대 128ms(구매규격 기준 200ms)를 만족한다.

2.2 주파수 조정용 에너지 저장 장치 구축

345kV 신화순 변전소에 설치된 주파수 조정용 에너지 저장 장치는 총 24MW로 6대의 컨테이너가 설치되었다. 변전소 내 설치모습은 그림 3과 같고, LPMS는 그림 4와 같이 변전소 내 운전실에 구축하였다.



그림 3. 변전소 내 에너지 저장 장치 설치 모습



전면부



후면부

그림 4. LPMS 설치 모습

2.3 SAT (Site Acceptance Test)

주파수 조정용 에너지 저장 시스템의 변전소 설치 후에는 초기 가압 및 현장적용을 위한 SAT를 수행한다. 한전일반구매규격에서 요구하는 SAT 시험항목은 표 2와 같으며, 각 시험항목에 대한 진행은 스마트그리드 표준화 포럼(SGSF) 규격을 참고하여 시험을 진행한다.[4]

표 2. SAT 시험항목

구분	시험 및 검사항목	
일반	구조 및 외관검사	
안전시험	절연성능시험	절연저항시험
		이상전압 보호 기능시험
	보호기능시험	이상주파수 보호 기능시험
		입력 돌입전류 보호기능시험
성능시험	정상특성시험	출력 과전류 보호기능시험
		교류전압, 주파수 추종범위시험
		효율시험
		교류출력 역률 시험
	PMS연계시험	교류출력전류 제형률시험
		PCS, BMS 통신 확인시험
		제어, 설정시험
	PMS, 배터리 연 시험	보호계전기 연 시험
		주파수 조정신호 추종시험
		정격 충방전 효율시험
응답시간 측정 시험		
	과충전/과방전 시험	
	Duty Cycle 효율시험	

3. 결론

본 논문에서는 345kV 신화순 변전소에 적용한 24MW 주파수 조정용 에너지 저장 장치와 변전소 내 구축에 대하여 설명하였다. 현재 신화순 변전소에 적용한 주파수 조정용 에너지 저장 장치는 SAT 완료 이후 60일 연속운전을 진행하고 있다.

참고 문헌

- [1] 한전일반구매규격 GS-6140-0003, 주파수 조정용 전력변환장치(컨테이너 내장형)
- [2] 인동석 외, “4MW PCS 컨테이너”, 대한전기학회 ESS 연구회 춘계학술대회, 2015, 5
- [3] 오승진 외, “2MW PCS”, 대한전기학회 ESS 연구회 춘계학술대회, 2015, 5
- [4] 스마트그리드 표준화 포럼, “에너지 저장 시스템용 전력변환장치의 성능 요구사항”, SGSF -04-2012-07, 2012.07.11