

스마트그리드용 BESS 시험용 대용량 시험설비 구축 및 이용

한종희, 임창진, 김광섭, 이명준, 권병기
(주) 포스코 ICT

High Power Test-Bench using for Test of BESS for a Smart-Grid

Jong-Hee Han, Chang-Jin Lim, Kwang-Seob Kim, Myung-Jun Lee, Byung-Ki Kwon,
POSCO ICT Corporation

ABSTRACT

본 논문은 스마트그리드용 배터리 에너지 저장장치(Battery Energy Storage System, BESS)와 같은 대용량 전력변환장치의 개발 및 성능검증 시험에 사용된 대용량 시험설비에 대해 기술하였다. 대용량 시험설비는 모의 수·배전 계통 설비, DC Power Supply, 부하설비로 구성되어 있다. 모의 수·배전 설비는 개발 시험규격과 계통 상황을 모의하고, DC Power Supply는 연료전지나 배터리 등의 DC Source, 수동부하장치는 전력 변환 설비의 각종 부하들을 모의하기 위해 설계·제작하여 스마트그리드용 2MVA BESS의 성능검증 시험에 이용하고 있다.

1. 서 론

스마트그리드용 BESS는 에너지 효율 극대화를 위해 잉여전력을 배터리에 저장하거나, 계통의 안정화를 위해 부족 전력을 계통으로 공급해 주는 역할을 한다. 이중 BESS의 PCS(Power Conditioning System)는 고압 대전류의 AC/DC 전력변환을 수행한다. 하지만 이런 고압 대전류의 시험을 진행하기 위해서는 수·배전 설비를 비롯한 시험 기기들이 시스템의 용량을 충분히 감당할 수 있어야 한다.

따라서 본 논문에 기술된 대용량 시험 설비는 2MVA PCS 개발 시 IEEE Std. 1547, UL 1741 등에 명시된 시험 조건에 따라 PCS의 성능을 검증하기 위해 구성되었다.

2. 대용량 시험 설비의 구성

대용량 시험 설비는 모의 수·배전 계통 설비, DC Power Supply, 수동부하장치로 구성되어 있으며, 그 전체 시험 구성은 그림 1과 같다.

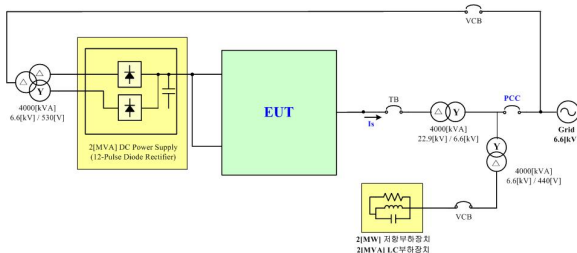


그림 1 대용량 시험 설비의 전체 구성

2.1 모의 수·배전 계통 설비

모의 수·배전 계통 설비는 대용량 전력변환장치의 성능검증 시험을 진행하기 위해 총 4[MVA] 용량의 수·배전 계통 설비를 구축하였다. 계통 설비의 구성은 각종 발전 설비의 전력계통 조건에 준한 4[MVA] 변압기 3대, 각각의 진공 차단기(VCB, Vacuum Circuit Breaker), 단로기(DS, Disconnected Switch)로 구성된다. 전력변환장치의 출력 전압 사양에 따라 22.9[kV]의 고압 모의 계통 또는 440[V] 저압 모의 계통에 연결할 수 있고, DC 전원장치는 DC 출력 전압 사양을 고려해 530[V]를 수전 받는다. 표 1은 모의 수·배전 계통 설비의 사양이며, 그 구성은 그림 2과 같다

표 1 모의 수·배전 계통 설비 사양

출력 전압	용량	비고
AC 530[V]	4[MVA]	DC Power Supply 입력 전압
AC 440[V]	4[MVA]	국내·외 저압 배전계통 및 부하 시험용
AC 22.9[kV]	4[MVA]	국내 고압 배전계통

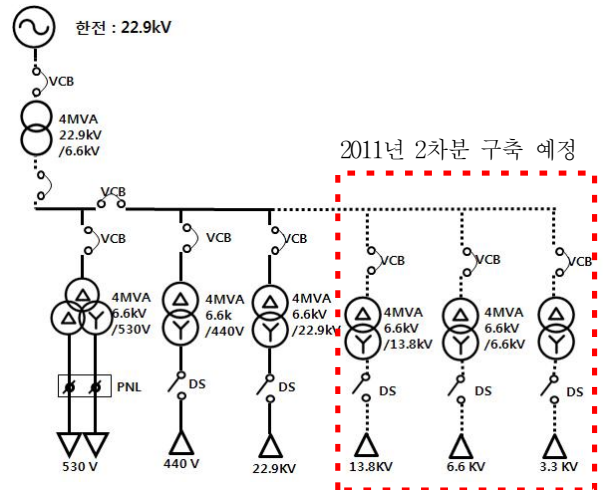


그림 2 모의 수·배전 계통 설비 구성

2.2 DC Power Supply

대부분의 대용량 전력변환장치가 Source로부터 DC를 공급받아 AC로 변환해 계통에 연계하는 역할을 한다. 이때 DC Source는 연료전지나 배터리 등 전력변환장치 성능시험에 사용하기에는 각 Source의 특성상 어려움이 따른다. 그래서 본

개발 성능시험에서는 12-pulse Diode Stack을 설계 제작한 후 배터리의 전압, 전류 사양을 모의해 시험을 진행하였다.

표2 DC Power Supply 사양

항목	설계 사양	단 위
정격용량	2000	kVA
정격 출력 전압	600 ~ 850	V _{dc}
DC 출력 전류	2360 ~ 3300	A _{dc}
과부하율	125	%

DC Power Supply의 보호 기능으로는 DC-link Capacitor 초기충전 회로, Stack Over Heat fault, 과전압 보호, 과전류 보호, 시험 중 안전을 고려한 방전 회로가 있다.

또한, 각종 Source마다 다른 전압을 모의하기 위해서 Diode Stack 수전용 변압기는 6단계의 전압탭을 설계해 모의 수·배전 계통 설비 설계에 반영하였다. 그림 3는 2MVA DC Power Supply의 Diode Stack과 DC-link Capacitor bank의 모습이며, 그림 4은 외형도와 실물 사진이다.

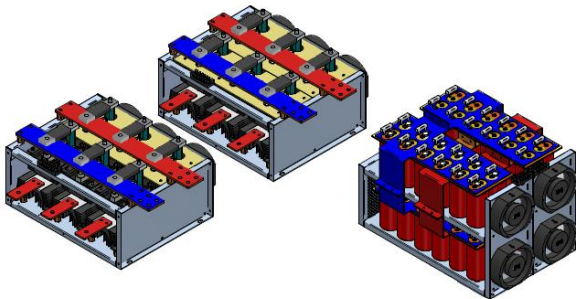


그림 3 Diode Stack 외형도(좌)와 DC-link Capacitor Bank(우)

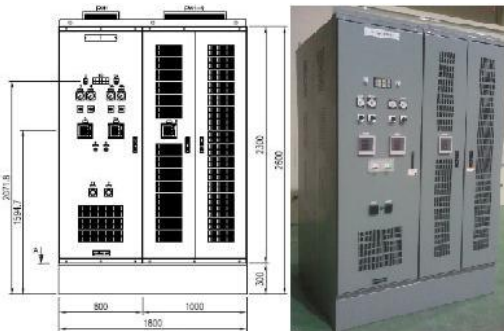


그림 4 DC Power Supply의 외형도(좌)와 실물사진(우)

2.3 수동부하장치

수동부하장치는 2MW의 저항부하(R), 2MVA의 유도성 부하(L), 용량성 부하(C)의 병렬 조합으로 구성되어 있다. 각 부하 장치의 용량 및 조합은 IEEE Std. 1547과 UL1741의 규정에 명시된 계통연계형 인버터 시험 조건을 구현할 수 있도록 설계되어 있다. IEEE Std. 1547에서는 시험 시스템의 33%이하, 50 ~ 95%, 100%의 세 단계에서 부하시험, 계통연계 및 독립운전 전환시험, 단독운전 검출 시험 등을 하게 되어 있으며, UL1741에서는 100% 저항부하에서 고조파를 측정하게 되어 있다.

표 3은 저항 부하장치의 구성 사양이며, 그림 5는 저항 부하 장치의 외형도 및 실물사진이다.

표 3 저항 부하장치의 구성 사양

부하용량[kW]	저항값[Ω]	정격전류[A]	조합수량[EA]
10	19.36	13.12	1
20	9.68	26.24	2
50	3.87	65.61	1
100	1.94	131.22	2
200	0.97	262.43	1
500	0.39	656.08	3

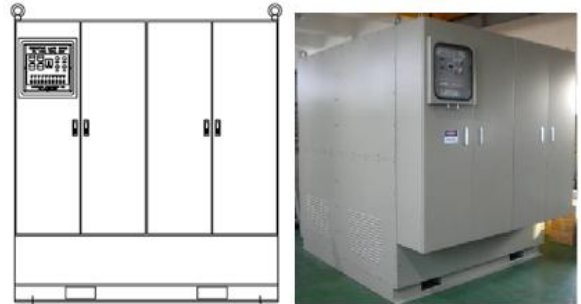


그림 5 저항 부하장치의 외형도(좌)와 실물사진(우)

수동 부하장치 중 유도성 부하와 용량성 부하는 무효전력을 보상 시험과 단독운전 검출 시험에 적합하게 설계 제작되었다. 그 구성은 표 4와 같으며, 그림 6는 외형도와 실물사진이다.

표 4 용량성, 유도성 부하장치의 구성 사양

부하 용량[kVA]	L[mH]	C[μF]	조합 수량
500	1.03	6850.68	L : 1EA, C : 5EA
1000	0.51	13701.36	L : 2EA, C : 10EA
1500	0.34	20552.03	L : 3EA, C : 15EA
2000	0.26	27402.71	L : 4EA, C : 20EA



그림 6 LC 부하장치의 외형도(좌)와 실물사진(우)

3. 결 론

본 논문은 POSCO ICT에서 개발한 스마트그리드용 2MVA 배터리 에너지 저장 시스템의 성능검증에 사용된 대용량 시험 설비에 대해 기술하였다. BESS의 계통 연계시험, 배터리 충·방전 시험, 부하시험, 고조파 시험 등 각종 규격에 의거한 시험 진행을 통해 BESS의 성능을 검증하였다.