1 MVA STATCOM의 실증운전 사례소개

이두영, 정홍주, 김준성
㈜ 효성

Introduction and Demonstration of 1 MVA STATCOM

Doo Young Lee, Hong Ju Jung, June Sung Kim
Hyosung Corporation

ABSTRACT

(주)효성에서는 FACTS(Flexible AC Transmission System) 기기 중 하나인 1 MVA STATCOM(Static synchronous Compensator)을 개발하여 제주 행원의 풍력단지에 설치하였으며, 이에 대한 실증운전 및 시험을 완료하였다. STATCOM은 연계된 전력계통의 상황에 맞게 일정전압 제어 및 무효전력 제어모드로 운전되며, 이를 이용하여 계통전압의 안정화에 기여함으로써 전력품질을 향상시키는 역할을 한다. 본 논문에서는 1 MVA STATCOM의 실증운전을 통해 전력품질향상 사례를 분석하였다.

1. 서론

전력계통의 전력공급을 위해 사용되는 현재의 주요 발전원인 화석에너지의 계속된 사용은 향후 에너지고갈과 환경오염이라는 문제를 발생시킬 수 있다. 이에 대한 대안으로서 미래의 에너지이자 청정에너지인 신재생에너지원에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다. 신재생에너지원으로 발전된 전력은 불완전(출력난조)하게 계통으로 공급됨으로서 연계된 전력계통을 불안정하게 만드는 요소로 작용될 수 있다. 그러므로 신재생에너지원 증가로 인한 연계계통의 전압안정화 및 전력품질 향상위해 FACTS 기기 연계가 유효한 해결방안이 될 수 있다. FACTS 기기 중 하나인 STATCOM은 계통에 병렬로 접속되며, 기존에 사용되던 SVC(Static Var Compensator)와 비교하여 빠른 제어응답특성을 가지며, 이와 같은 제어는 부하 변동에 따른 전압변동에 대응하여 한주기 이내 순시적으로 제어가 이루어진다. 현재 제주 행원단지에 설치된 1 MVA STATCOM은 풍력발전 단지와 연계된 전력계통의 전력품질을 향상시키는 역할을 수행하고 있으며, 본 논문에서는 풍력발전기 및 배전용 EMS(Energy Management System)와 연계한 1 MVA STATCOM 실증운전을 통해 전력품질 향상을 위한 제어사례에 대한 결과 분석을 실시하였다.

2. 본문

1.1 배전용 EMS와 STATCOM간 연계

STATCOM의 운전모드는 일정전압제어 모드와 무효전력제어모드가 있다. 현재 설치된 STATCOM은 행원 풍력단지와 계통에 병렬로 접속되어 있으며 배전용 EMS와의 통신을 통해 STATCOM은 기기의 상태 정보 및 계통정보를 배전용 EMS로 송신하며 배전용 EMS로부터 모드지령 및 각 모드별 운전지령치를 수신한다.

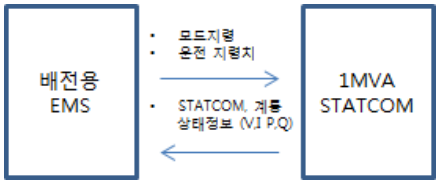

그림 1 배전용 EMS와 STATCOM 간 통신정보
Fig. 1 Communication Information

1.1.1 풍력발전 연계 시 전력계통 계측전압

STATCOM이 운전 및 시험하기 전 전력계통의 전압 데이터를 충분히 확보하기 위해 10일간 계통전압변동에 대한 데이터를 취득하였다. 전력계통에 연계된 풍력발전원의 발전전력 품질 및 전력계통의 부하의 변동에 따른 계통전압은 일정하게 유지되지 않았으며, 최대 변동폭은 1300[V] 이다. 그림 2는 계측된 데이터를 이용하여 STATCOM이 운전하기 전의 계통전압을 그래프로 나타내었다.

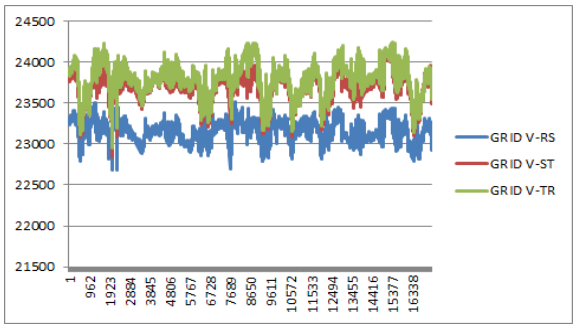

그림 2 STATCOM 운전전 전압 변동
Fig. 2 Voltage variation before STATCOM operation

1.1.2 일정전압제어 모드

표1은 STATCOM의 일정전압 제어모드를 시험하기 위한 운전시나리오이며, 그림 3은 운전시나리오에 따른 계통전압의 변화이다.

표 1 운전 시나리오

Table 1 Operation Scenario

구간	STATCOM 상태	배전 EMS 지령 전압[V]
1	OFF	
2	ON	23,494
3		23,431
4	OFF	
5	ON	23,450
6		23,511
7		23,402
8		23,562

구간 1과 구간 4는 STATACOM이 운전을 하고 있지 않은 상태이며 계통전압은 계통상황에 따라 일정전압을 유지하지 못하고 변동한다. 구간 2~3와 구간 5~8는 배전용 EMS의 운전 지령치에 따라 STATCOM이 동작할 경우 계통전압이다. 시험결과 STATCOM은 지령치에 따라 응동하며 그때 계통전압은 일정전압을 유지하는 것으로 확인하였다, 구간 8은 STATCOM의 출력범위를 벗어난 최대출력 구간이며 출력범위를 벗어났기 때문에 계통전압에 따라 전압변동이 발생한다.

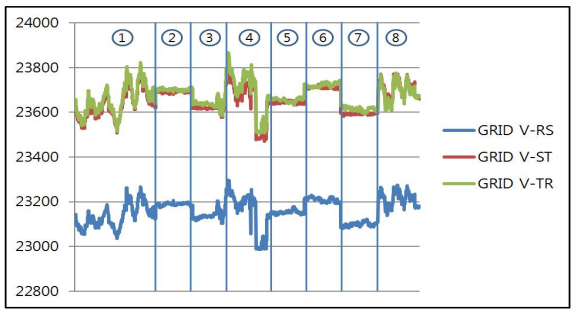

그림 3 일정전압 제어모드 시 계통전압
Fig. 3 Grid Voltage (Voltage Control mode)

1.1.3 무효전력제어모드

본 절에서는 STATCOM의 무효전력제어모드 구현을 통해 결과를 분석 하였다. STATCOM은 계통상황에 따라 무효전력을 유출 또는 유입하며 표 2는 무효전력제어모드 운전 시나리오이다. 그림 4는 무효전력 지령치를 임의로 인가하였을 때 계통에 유입되는 무효전력량과 STATCOM의 무효전력 출력량을 나타내었다.

표 1 운전 시나리오
Table 1 Operation Scenario

구간	무표전력 지령치 [kVar]
1	0
2	100
3	300
4	300
5	10
6	0
7	200
8	300
9	100
10	100
11	200
12	0
13	0
14	200

결과의 분석을 통해 STATCOM은 급격한 무효전력 지령치의 변화(300kVar > 300kVar)에서도 안정적인 제어 및 각 지령치에 대한 정상적인 제어 응동을 나타내었다.

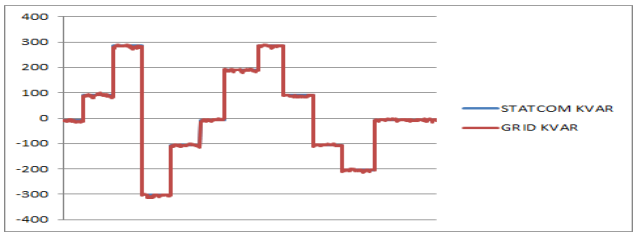

그림 4 무효전력제어모드 운전 시 무효전력량
Fig. 4 Reactive Power (Reactive power Control mode)

그림 5는 배전용 EMS의 운전 지령치에 따른 계통 및 STATCOM의 무효전력 출력량이다. 실제 배전용 EMS에서 수신된 지령치가 374 ~ 380[kVar]로서 변화가 미비하기 때문에 STATCOM이 실제 출력하는 무효전력량도 일정하게 출력되는 형태로 나타났다.

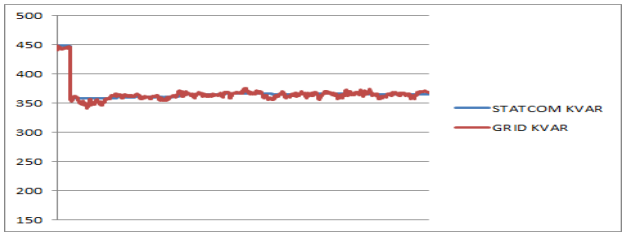

그림 5 배전용 EMS 지령치에 따른 무효전력
Fig. 5 Reactive Power (EMS reference)

3. 결론

㈜효성에서 개발 및 시험 완료한 1 MVA STATCOM은 현재 배전용 EMS와 연계되어 일정전압제어 및 무효전력제어 모드에 대한 실증운전을 완료하였고, 전력계통의 전력품질향상을 위한 기능을 수행하고 있다. 향후 전압안정화 및 전력품질의 향상의 목적으로 신재생에너지단지 및 전력계통의 전력품질 향상에 유용할 것으로 사료되며, 이에 따라 STATCOM의 보급 확대가 기대된다.

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(20112010100060)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (*No. 20112010100060*)

참 고 문 헌

[1] Y.S. Han, J.Y. Choi, D.H. Kim, J.S. Yoon, " 10 MVA STATCOM Installation and Commissioning", ICPE'07 Conference, 2007