

# 100 MVA STATCOM 설치 및 운전사례 소개

한영성<sup>\*\*\*</sup>, 정정주<sup>\*\*</sup>, 최중윤<sup>\*</sup>, 김준성<sup>\*</sup>, 서인영<sup>\*</sup>  
(주)효성<sup>\*</sup>, 한양대<sup>\*\*</sup>

## Introduction of Installation and Operation of 100MVA STATCOM

Youngseong Han<sup>\*\*\*</sup>, Chung Choo Chung<sup>\*\*</sup>, Jong-Yun Choi<sup>\*</sup>, June-Sung Kim<sup>\*</sup>, In-Young Suh<sup>\*</sup>  
Hyosung Corporation<sup>\*</sup>, Hanyang University<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

한전 전력연구원이 주관하고 (주)효성이 참여하는 협동 연구의 형태로 진행된 연구과제의 결과물로서 100 MVA급 STATCOM 이 설계 및 제작되었다. 100 MVA STATCOM은 순수 국내 기술로 설계, 제작 되었으며 한전 미금변전소 345kV 수도권 계통에 연계되어 각종 시험을 마치고 실증 운전 중에 있다. 본 논문에서는 100 MVA STATCOM의 설치 및 운전 사례에 대하여 정리하였다.

### 1. 서론

계통의 안정화 및 송전용량 증대를 위한 기술대안으로 최근 국내외적으로 FACTS(Flexible AC Transmission System)에 대한 관심이 커져가고 있다. FACTS 기기는 크게 병렬형, 직렬형, 직병렬형 기기로 나눌 수 있으며 이 중 병렬형 FACTS 기기는 SVC, STATCOM 과 같은 기기로 주로 전압 안정도 향상을 위한 목적으로 활용되고 있다. 최근 지속적인 산업 성장에 힘입어 전력 수요의 증가가 빠르게 나타나고 있으며 이에 따른 발전 설비의 확충으로 국내 전력계통은 점점 더 복잡 고도화되어 가고 있다. 이러한 계통망은 전압 불안정 문제의 발생시킬 충분한 요소를 포함하고 있으며 인근 계통으로 과급되는 현상으로 인해 광역 정전이 발생 할 잠재적 불안 요소를 품고 있게 된다. 이러한 불안을 해소하기 위해 병렬형 FACTS 기기 중 실시간 전압 변동에 가장 민감한 STATCOM 기기를 수도권 전력망에 설치하여 실시간 무효전력 제어를 통한 전압 안정도 향상 및 계통의 혼잡비용 저감 등의 효과를 얻고자 한다. (주)효성은 2007년 3월 22.9 kV 배전선로에 적용된 10 MVA급 STATCOM 은 준공 후 현재까지 실증운전 중에 있으며,<sup>[1]</sup> 2009년 10월 345 kV 송전급에 적용된 100 MVA STATCOM을 수도권에 위치한 한전 미금변전소에 설치 및 시험 완료 후 실증 운전 중에 있다. 본 논문에서는 100 MVA 구성 및 성능에 대해 살펴보고 최근까지의 실증 운전실적을 정리하였다.

### 2. 본문

#### 2.1 100 MVA STATCOM System 구성

100MVA STATCOM의 기본 시스템 구성은 아래의 그림 1

과 같다. 단위용량 16.7 MVA 인 인버터 폴 3대가 하나의 3상 인버터를 구성하며, 2대의 3상 인버터의 출력파형이 보조 변압기를 통하여 합성된다. 합성된 출력전압은 주변압기에서 345 kV로 승압되어 차단기인 GIS를 통하여 배전계통에 연결된다.

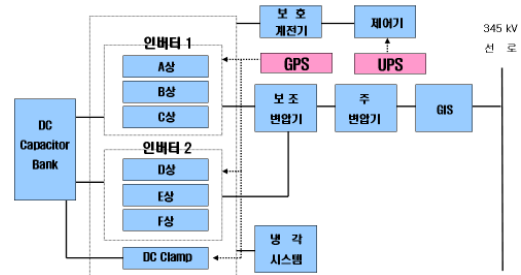


그림 1 100 MVA STATCOM 구성도  
Fig. 1 100 MVA STATCOM Diagram

#### 2.2 주요 구성기기 및 설치 현황

##### 2.2.1 차단부

그림 2는 100 MVA STATCOM 차단부를 보여주고 있다. 차단부는 362 kV GIB와 GIS로 구성되어 있으며 GIS는 정격 전류 4,000A, 정격차단전류 50 KA의 사양으로 구성되어 있다.



그림 2 차단부의 주요 사진  
Fig. 2 GIS and GIB

##### 2.2.2 계통연계용 주변압기 / 보조변압기

STATCOM 변압부는 주변압기와 보조변압기로 구성되어 있으며 송전모선과 병렬로 연결되어 있다. FACTS용 변압기의 설계에 있어서 가장 중요한 부분은 변압기에 DC 전류가 흐를 수 있고, 이에 의해 발생한 DC 자속이 철심에 흘러 DC 편자를 일으킴에 따라 손실 및 소음 증가를 유발 시킬 수 있기 때

문에 주의 하여야 한다. DC 혼입의 영향을 낮출 수 있으나, 저자속 밀도로 설계할 경우 철심이 과다하게 필요하게 되어 변압기 전체의 크기 및 설치면적이 증가된다. 이를 보완하기 위해 변압기 철심에 부분 공극을 도입하는 방식을 도입하여 기존의 공극 방식에 비하여 손실 및 소음 개선 효과를 얻을 수 있었다.



그림 3 100 MVA STATCOM 의 보조변압기 및 주 변압기  
Fig. 3 Aux. and Main Transformer

### 2.2.3. 인버터부

그림 4에는 현장에 설치된 인버터 폴 및 3레벨 NPC 인버터 폴 한상에 대한 외형을 보여주고 있다. 인버터의 정격 출력 전압은 8,900 Vrms(L-G) 이며 정격 출력 전류는 1,873 Arms 로 설계되었다. 제작된 인버터는 스위칭 동작시 발생하는 과도 현상의 크기를 최소화 하기 위해 표유 인덕턴스를 최소화하여 설계되었으며 온도 특성 및 정격, 효율의 특성을 개선하였다. 또한 IGCT Gate Driver를 고정하기 위한 고정 장치는 소자 교체 및 점검 등의 유지 보수에 용이하도록 개선되었으며 di/dt Clamp 회로의 구조물을 추가하였다.



그림 4 인버터실 및 인버터 폴 사진  
Fig. 4 Inverter hall and Inverter pole

### 2.3 STATCOM 운전 실적

100MVA STATCOM의 총 운전시간은 2009년 10월 16일부터 2010년 05월 31일 기준으로 5,396 시간이다. Trip 원인별 정지시간은 표 1과 같다.

표 1 정지 시간  
Table 1 Shutdown Time

Trip	Shutdown Time (Hour)
FO	8.7
SO	94.5
LO	49.4

\*FO(Foced Outage) : STATCOM 기기자체 문제에 의한 System Trip  
\*SO(Schedule Outage) : 기기점검 등에 의한 System Trip  
\*LO(Line Outage) : 계통 정전, 보호동작에 의한 System Trip

표 1에 따른 100MVA STATCOM 설비 이용률은 표 2와 같다.

표 2 100MVA STATCOM 설비 이용률  
Table 2 100MVA STATCOM Availability

Availability	97.3 %
Availability (SO exception)	98.95 %
Availability (SO, LO exception)	99.84 %

100 MVA STATCOM의 총 Availability는 97.3 % 이다. 그러나 이 수치는 기기 점검 및 계통 정전 및 보호동작 등이 포함된 수치이다. 이 중 기기점검이 고려된 Availability는 98.95 % 기기 점검 및 계통 정전, 보호동작에 의한 시스템 Trip을 고려하면 100 MVA STATCOM 자체의 실제 Availability 는 99.84 % 로 나타낼 수 있다.

STATCOM 기기 결함 Trip에 대한 주요 원인은 제어기 광통신 소자의 결함등이 있었다.

그림 5는 2010년 3월에 발생한 국내 S사의 정전시 동작한 STATCOM의 파형을 나타내고 있다. 파형에서 보여진 바와 같이 상시 70 MVar Inductive Mode 에서 운전하다 정전 사고 시 1 Cycle 내에 100 MVar Capacitive Mode로 STATCOM이 운전 모드를 자동 변환하여 보상하고 있음을 알 수 있다.

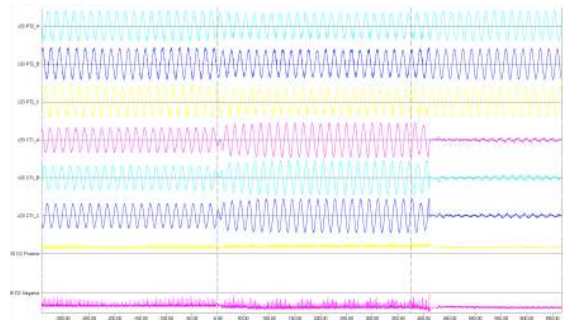


그림 5 STATCOM 보상 운전 파형  
Fig. 5 Dynamic Compensation Waveform of STATCOM

## 3. 결론

한전 전력연구원과 (주)효성이 수행한 국책과제를 통하여 10 MVA 및 100 MVA STATCOM 의 국산화 개발에 성공하였다. 현재 100 MVA STATCOM은 한전 미금 변전소에서 모든 시험을 마치고 2009년 10월부터 준 상용운전 중에 있으며 우수한 이용률을 보이고 있다. 또한 수도권 인근의 사고시에도 전압 안정도 향상을 위해 매우 잘 연동되고 있는 것으로 나타나고 있다. 향후 지속되는 실증운전을 통해 수도권 전압안정도 향상에 기여할 뿐 아니라 수도권의 고비용 발전기의 대기운전을 대체함으로써 발전비용을 절감할 것으로 기대 된다.

## 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
- [2] B.H. Chang, S.Y. Kim, J.Y. Han, D.K. Choi, H.C. Song, B.J. Lee, "수도권 전압안정도 향상을 위한 100 MVA STATCOM 위치선정 연구", 전기학회논문지, Vol. 56, No. 9, pp 1543 ~ 1548, 2007
- [3] Gyugyi, L., Hingorani, N. "Understanding FACTS : Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems", IEEE press, 2000