

특집 : 전력품질개선장치의 기술동향

# 직렬보상방식 대용량 순시전압강하 보상장치

유 재 근\*, 강 창 섭\*\*

(\*전기안전연구원 책임연구원, \*\*(주)메이덴코리아 상무이사)

본 글은 2006년도 “明電時報”에 게재된 “直列補償方式 大容量瞬視電壓低下 補償裝置の 開發”을 번역하여 재편집한 내용입니다.

Feeder 일괄 순시전압강하 대책에 적용한 대용량직렬보상 방식 순시전압강하 보상장치를 개발했다.

평상시에는 직접 송전하는 방식의 채용으로 동작 대기시 효율 99%를 달성함과 동시에 종래 설계와 비교해서 1,000kVA 용량에서 30% 이상의 설치면적을 축소했으며, 냉각팬을 제거하고 자연냉각방식을 채용함으로써 저소음형을 구현했다. 또한 디지털 제어방식에 의해 순시전압강하 발생시의 절체시간을 2ms 이내로 실현했다.

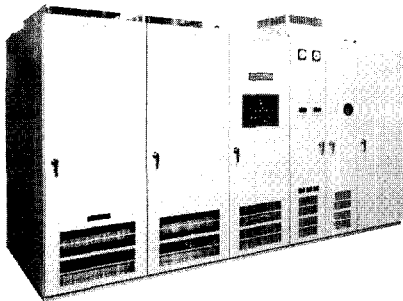


사진 1 순시전압강하 보상장치 외형(6.6kV 1,000kVA)

개발품의 평가시험결과, JEC-2433의 과도전압변동특성 클래스2를 만족하는 양호한 시험결과를 나타냈다.

## 1. 서론

최근 IT(정보기술) 산업의 급속한 진전과 더불어 반도체 제조회사 등에서는 순시전압강하에 의해 컴퓨터와 생산라인의 정지, 불량품 발생 등으로 제품손실 및 납기 지연 등의 중대한 손해가 발생되어 여러 가지 문제를 일으키고 있다.

따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 1sec 미만의 순시전압강하 대책을 목표로 한 직렬보상방식의 순시전압강하보상장치가 개발되었으며, Feeder 일괄로 순시전압강하 대책에 대한 필요성이 증가함에 따라 대용량 직렬보상방식 순시전압강하 보상장치(대용량 Meiposs-CS)를 개발하여 소개하게 되었다.

## 2. 순시전압강하

순시전압강하는 낙뢰 등에 의한 송전선 사고를 송전선 보호계전기에서 제거하면서 발생하는 일시적인 전압강하가 있다.

그림 1은 일본에서의 순시전압강하 발생빈도와 관련 특성을 나타낸다. 그림 1에서 1수용가에서 발생하는 순시전압강하 발생빈도는 연간 12회, 5회는 20%를 넘는다. 또한 누적 빈도는 전압강하도 60% 이내의 경우가 전체의 88%, 9사이

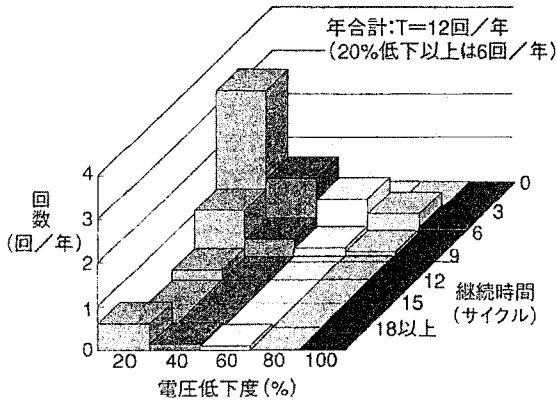


그림 1 순시전압강하 추정 결과

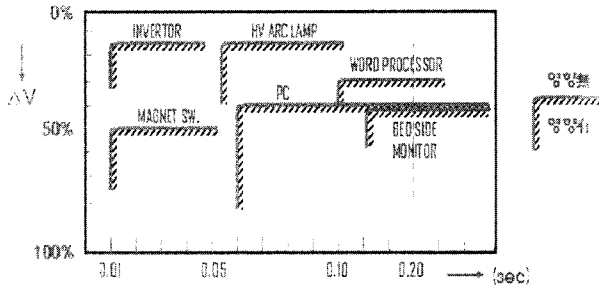


그림 2 순시전압강하 영향 예

클 이내의 경우가 82%가 된다.

순시전압강하에 대한 기기내량은 기존장치의 경우 그림 2와 같이 특성이 양호한 것으로 알려져 있지만 반사이클의 순시전압강하가 있는 경우에도 영향을 받는 경우가 있다.

### 3. 대용량 Meiposs-CS

#### 3.1 개발의 콘셉트

Meiposs-CS는 UPS와 같이 정전은 보상되지 않지만, 보다 발생빈도가 높은 순시전압강하를 보상대상으로 하면 고효율·소용량·Dimension 축소를 통해 생산설비의 가동률을 향상시키는 제품이다. 지금까지는 6.6kV 회로를 중심으로 200~1,000kVA의 용량까지 제작되었지만, 대용량화에 대한 필요성이 증대되므로 대용량에 적합한 장치를 개발했다. 대용량 장치의 개발 컨셉트는 다음과 같다.

- (1) 대용량화 : 최대 4,000kVA까지 대응.
- (2) 순시전압강하보상성능의 향상 : 2ms 이하의 고속절체, 부하역률에 영향을 받지 않는 확실한 절체를 실현.
- (3) 대기손실의 저감 : 전기요금 단가를 60원/kWh, 부하율을 60%로 하면 1,000kVA 기기에서 1%의 손실저감에 의해서 연간 400만원에 정도의 전기요금미 절감

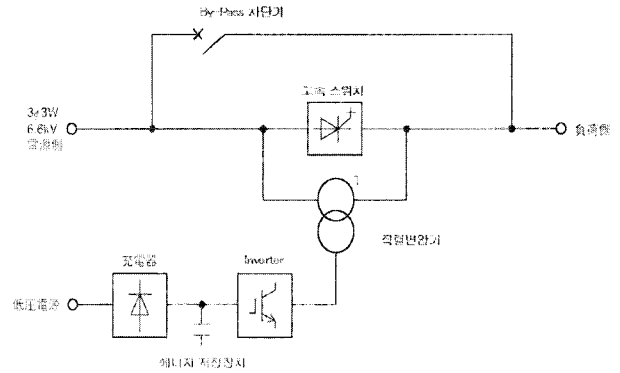


그림 3 대용량 Meiposs-CS 구성도

된다.

- (4) 설치면적 축소 : 장치의 대용량화에 함께 설치 공간을 최소화하기 위해 밀집화 했다.
- (5) 저소음 : 자연냉각 기능을 활성화하여 가능한 범위에서 냉각팬의 동작에 의한 소음을 저감한다.
- (6) 조작성의 향상 : touch panel을 채용함으로써 조작 guidance의 용이한 조작을 실현한다.

#### 3.2 장치 사양

그림 3은 보상장치의 구성도로서, 고속스위치, 직렬변압기, inverter, 에너지저장장치(Electrolysis-Capacitor), 충전기, By-pass 회로 등으로 구성되었다. 종래 Meiposs-CS와의 차이점은 고속스위치를 직렬변압기의 계통측에 설치함으로써 직렬변압기 및 인버터에서 발생하는 상시 대기전력에 의한 손실을 저감했다.

즉, 1,000kVA 용량의 경우 대기시에 효율 99%이상을 달성했다.

또 직렬변압기 및 인버터를 단시간정격으로 설계함으로써 소형화함과 동시에 단독기기의 인버터 유니트 용량을 최대 1,000kVA까지 증가해서 대용량화에 대응했다.

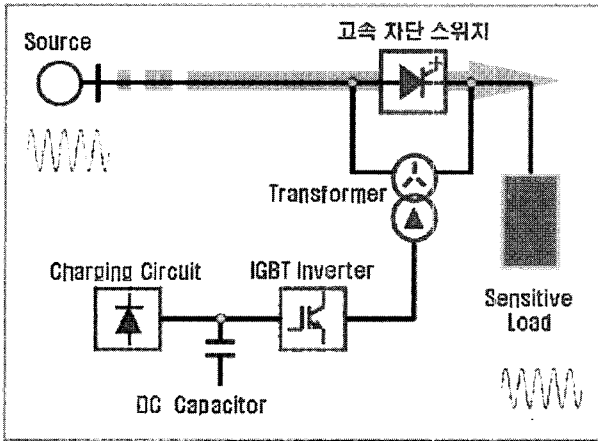
1,000kVA에서 비교하면 종래장치는 폭이 6.2m까지 되었지만 개발품은 폭 4.1m가 되므로써 30% 이상의 Size 축소에 성공했다.

또한 대기손실을 저감함으로써 건물내 설치사양의 경우 2,000kVA 용량 이하에서는 자연냉각방식을 채용할 수 있어 기존의 경우, 소음 크기 65dB 이하(A특성, 주위평균)에서 55dB 이하(A특성, 주위평균)로 저소음화를 실현했다.

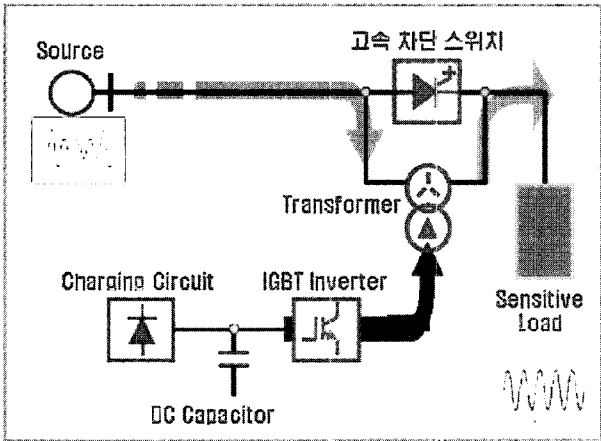
다음은 대용량 Meiposs-CS의 동작을 설명한다.

계통이 정상적인 경우에는 그림 4(a)와 같이 고속스위치가 ON 상태로 되어 중요부하에서의 전력은 계통에서 고속스위치를 통해서 공급된다.

순시전압강하가 발생하면 이를 직접 검출해서 그림 4(b)와



(a) 게통이 정상인 경우



(b) 순시전압강하 보상인 경우

그림 4 대용량 Meiposs-CS의 동작

같이 고속스위치를 OFF하여 인버터에서 발생된 전압을 주입시킨다. 디지털 제어방식으로 2ms 이내의 순시전압강하 검출·절제를 실현했다.

보상전압은 직렬변압기를 통해서 계통전압에 중첩되게 함으로써 순시전압강하시에도 부하의 전압은 100%의 정격전압을 유지하게 된다. 이때 부하에 공급되는 전력은 계통측에서의 공급량이 부족하므로 이를 인버터 직류측의 에너지저장장치에서 공급하게 된다. 순시전압강하에서 전압이 회복되면 다시 고속스위치가 ON 상태로 되어 충전회로를 통해서 에너지저장장치를 재충전하게 된다.

그림 5에 100% 전압강하 0.1sec로 된 경우, 전압강하도와 보상시간의 관계를 나타내었다. 전압강하가 적은 경우에는 보다 장시간의 보상이 가능하게 된다. 또한 전압강하 상수가 적지 않은 경우와 경부하시에도 보상시간이 늘어나게 된다.

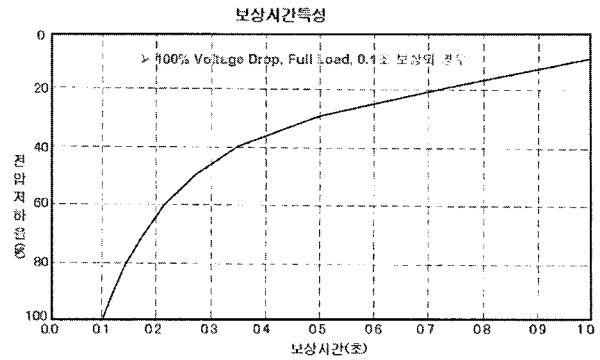
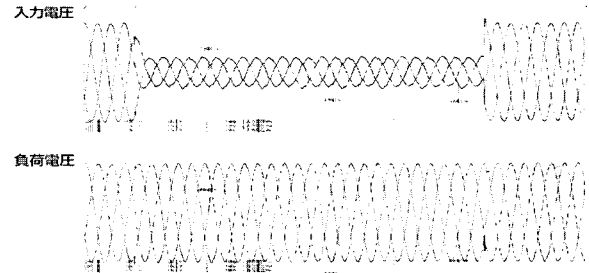


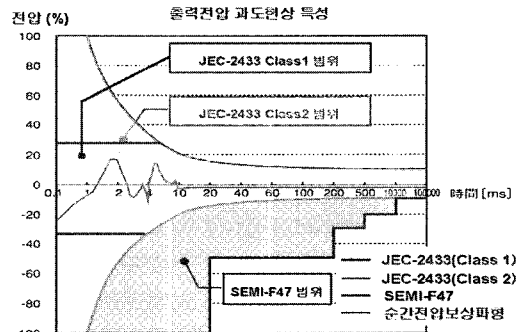
그림 5 전압강하도와 보상시간의 관계

표 1 대용량 Meiposs-CS 사양

| 항목      | 사양                 | 비고            |
|---------|--------------------|---------------|
| 정격 전압   | 6.6kV              |               |
| 정격 용량   | 1,000kVA           |               |
| 정격의 종류  | A0종<br>(100% 연속운전) | JEC-2440-1995 |
| 정격 주파수  | 50Hz               |               |
| 정격 출력전압 | 3,810V/phase       |               |
| 상수      | 3상 3선              |               |
| 보상 시간   | 0.1sec             | 정격출력의 조건      |



(a) 순시전압강하 발생 직후의 파형



(b) 과도변동특성

그림 6 순시전압강하 시험결과


### 3.3 평가시험결과

6.6kV, 1,000kVA 용량의 장치를 개발하여 평가시험을 수행했다. 개발품의 사양은 표 1과 같다.

순시전압강하보상시험에 있어서 계통전압 파형 및 부하전압 파형은 그림 6(a)과 같다. 순시전압강하발생 후 2msec 이내에서 부하전압은 거의 순시전압강하발생전의 크기를 유지했다. 또한 JEC-2433에 있어서 과도변동특성의 평가를 그림 6(b)와 같다. 이 경우에서 순시전압강하발생 후의 최대 변동폭이 정격전압의 30% 이내로 들어 있어 클래스1과 평가할 수 있다.

다양한 조건에서의 시험결과 모든 시험에서 클래스2를 만족했으며, 또한 대부분이 클래스 1을 만족하는 것으로 확인되었다.

## 4. 결론

직렬보상방식의 순시전압강하보상장치 Meiposs-CS는 수용가 설비를 순시전압강하로부터 보호하기 위해 고속스위치의 부착, 제품의 부피 축소, 고효율, 저소음 및 고성능, 대용량화에 적합한 장치이며, 이를 개발하고 실험하였다. 이후 기존 부하설비에의 도입뿐만 아니라, 신설·증설시의 전원대책으로 제안하여 사용할 계획이다. 

## 〈 필 자 소 개 〉



### 유재근(俞在根)

1965년 12월 6일생. 1990년 건국대 공대 전기공학과 졸업. 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1992년~1996년 대우전자 영상연구소 주임연구원. 1996년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원 책임연구원.



### 강창섭(姜昌燮)

1958년 9월 29일생. 1992년 부경대 공대 전기공학과 졸업. 1995년 동의대 대학원 전기·전자공학과 졸업(석사). 1980년~1984년 (주)한창섬유 대리. 1984년~2000년 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원 선임연구원. 2000년~2006년 (주)하이텍전력기술단 연구소장. 2006년~현재 (주)메이덴코리아 상무이사.