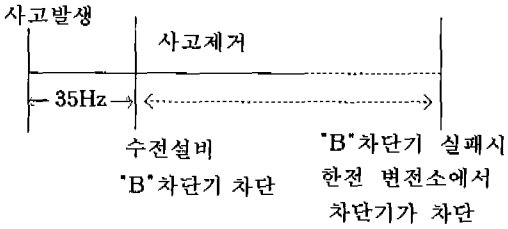
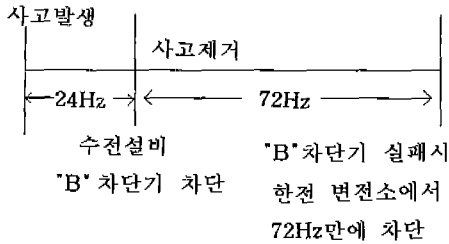




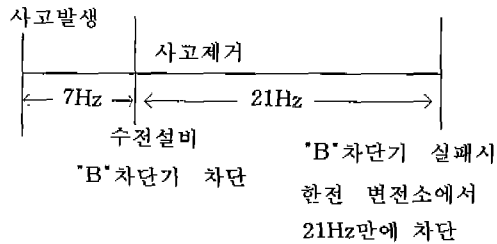
**나. 수전설비 MTR 2차측 단락사고시(포인트 ①)**



**다. 수전설비 MTR 1차측 단락사고시(포인트 ②)**



**라. 수전설비 MTR 1차측 지락사고시(포인트 ②)**



위의 예는 한전 변전소와 수전설비간 계통보호 협조에 대해 설명하기 위한 간단한 예로서 MTR 2차측 단락사고시 "B" 차단기는 30~35Hz만에 차단되어야 하고 적어도 이때까지 한전 변전소 차단기는 차단되지 않아야 건전 수전설비들의 전력공급 지장을 막을 수 있으나 "B" 차단기의 차단 실패시에는 한전 변전소 차단기가 차단되어야 함을 보여준다.

만약 한전 변전소의 차단기가 차단되지 않으면 한전 변전소 주변압기 154/22.9kV 30/40MVA의 MTR을 차단하도록 되어 있어 광역정전을 유발하게 된다.

수전설비 MTR 1차측 단락사고시는 수전설비 MTR의 임피던스가 배제되므로 사고전류가 크고 보호계전기의 동작속도도 빨라져 "B" 차단기 실패시 한전 차단기가 72Hz후에 차단하여 광역정전을 예방하게 된다.

수전설비 MTR 1차측 지락사고시에도 22.9kV 계통이 직접접지 계통이기 때문에 그 고장전류가 상당

히 커서 "B" 차단기가 7Hz만에 차단되며 "B" 차단기가 실패할 시는 한전 변전소의 차단기가 21Hz후 차단하게 된다.

여기서는 순시차단에 대해서는 고려하지 않았으나 수전설비 MTR 2차측 단락사고시에는 수전설비 "B" 차단기나 한전 변전소 차단기가 순시동작하지 않도록 하고 있으며, 수전설비 MTR 1차측 단락 혹은 지락사고시에는 수전설비 "B" 차단기의 순시차단이 최대한 이루어지도록 정정하고 있다. 따라서 수전설비 MTR 2차측 이하에서도 수전설비 "B" 차단기 동작 타임과 협조를 시켜야 자체 설비보호 협조가 체계적으로 이루어지게 된다.

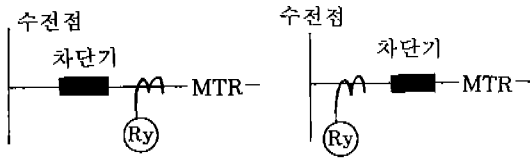
수전설비 사고로 인해 변전소 차단기가 차단되는 경우가 종종 발생하는데, 그 원인을 조사해 보면 관계기술자의 이해 부족으로 인한 보호계전기 정정 TAP 운용이 적절하지 못한 경우나 보수를 하지 않아 차단기의 차단용 Power(배터리에 의한 DC 혹은 CTD전원)가 오픈되어 있는 경우가 대부분으로 전기기술자의 세심한 관심이 요구된다고 하겠다. 보호계전기 정정 TAP을 함부로 변경시키는 일이 없어야 하겠으며 정기적으로 보호계전기 동작특성시험을 실시하여 특성불량이 생기지 않았는지 점검하여야 하겠다. 설비를 증설하였을 때는 사고전류계산을 하여 보호계전기 정정 TAP이 적절한지 검토하여 조치함으로써 사고구간만을 차단시켜 다른 건전계통의 조업에 지장이 없도록 해야 하겠다.

**3. 보호계전기용 C.T의 위치 선정**

고장전류는 일반 부하전류에 비해 훨씬 크기 때문에 직접 보호계전기에 도입하는 것은 곤란하므로 변성기(C.T)를 사용하게 된다. C.T는 각종 개체시험에 합격한 것으로서 그 설치위치가 항상 차단기의 1차측에 위치하여야 한다.

C.T가 차단기의 2차측에(수전 MTR측)위치하게 되면 차단기 사고시 고장검출이 불가하므로 한전 변전소에서 차단되어 다른 수전설비의 애매한 정전을 초래하게 되어 바람직하지 못하다. 모 엔지니어링회사의 전기기술사에게 2차측에 두는 이유를 문의한 바, 특별한 이유가 있는것 같지는 않고 다만 관례에 따라 습관적으로 답습하는 인상을 강하게 받았는데, 이 지면을 통해서 수전설비 설계시 보호계전기용 C.T의 위치는 필히 차단기 1차측으로 하도록 꼭 당부

하고 싶다(상당수의 수전설비들이 차단기 2차측에 보호계전기용 C.T를 두고 있음).



〈C.T위치가 잘못된 사례〉 〈정상적인 C.T위치〉

#### 4. 보호계전기 적용상의 유의사항

22.9kV 방사상선로에 적용하는 보호계전기는 주로 과전류계전기이다.

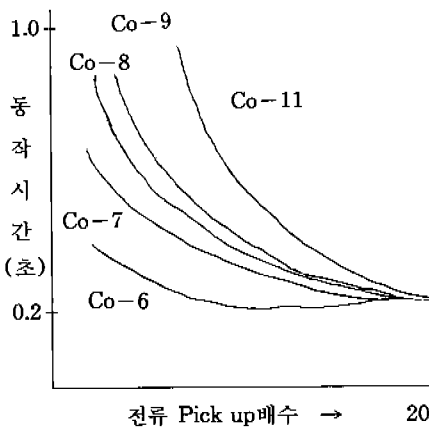
C.T 2차측 각상에 과전류계전기(51)와 잔류회로에 지락과전류계전기(51G)를 사용하여 단락 및 지락사고나 심한 불균형시 차단되도록 하고 있다.

한전에서는 과전류계전기중 사고전류의 크기에 반비례하여 동작시간이 변하는 한시계전기를 사용하고 있는데 계전장치의 구성이 간단하고 보호협조상 그다지 문제가 없는 유도원판형을 주로 사용하고 있다(최근에는 Static형 및 Digital형도 사용하고 있음).

ESB(한국전력규격)에서는 반한시 계전기를 아래와 같이 규정하고 있다(표1, 그림 1참조).

〈표 1〉 반한시 계전기 규정

특 성	타 입	2배의 P.U시 동작시간	비 고
반한시형	CO-6	0.33 초	타입은 Westing
정한시			
반 한 시	CO-8	2.50 초	House의 계전기임
강반한시	CO-9	3.00 초	
초반한시	CO-11	10.00 초	



〈그림 1〉 특성 곡선표

계전기의 한시특성 선정의 일반적인 방법은 아래와 같다.

- 보호구간의 근단과 말단사고의 전류변화폭이 적은 계통은 반한시성이 약한 것이 유리하다.
- Loop계통은 사고전류가 크므로 반한시성이 강한 것이 유리하다.
- 순시요소로 보호가 잘되는 계통은 강반한시가 유리하다.
- 직접 접지계통의 지락보호용은 강반한시가 유리하다.

상기 방법에 따라 한전의 22.9kV 계통은 단락, 지락 모두 강반한시 과전류계전기를 적용하고 있다. 따라서 수전설비 보호계전기와 한전측 보호계전기가 보호협조를 해야 할 경우 수전설비 보호계전기도 강반한시라야만 원활한 보호협조를 기할 수 있다. 아래에 보호계전기의 선정 잘못으로 인한 보호협조상의 문제를 하나 예로 들어 본다.

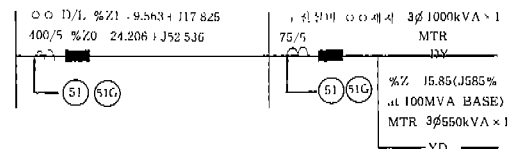
#### 가. 계통도

한전 ○○ S/S

22.9kV BUS

%Z1=0.273+J34.862

%Z0=0.110+J10.776



[비고] %IMP는 100MVA 기준임

#### 나. 보호계전기 규격

사용 개 소	계 전기 타 입	RANGE	제 작 소	비 고
한전측 ○○ D/L OCR	GCO-CI IID4	4-12 (20-80)	경 보	강반한시형
수전설비 ○○ 체지 OCR	GCO-CI IID4	4-12 (20-80)	"	반 한 시 형
한전측 ○○ D/L OCCR	GCO-CI IID5	0.5-2.0 (10-40)	"	강반한시형
수전설비 ○○ 체지 OCGR	상 동	상 동	"	상 동

#### 다. 보호계전기 설정

(1) TAP Setting

- 한전측 ○○ D/L OCR TAP:4 LEVER:2.5 C.T RATIO:400/5  
OCGR TAP:1 LEVER:3.0 C.T RATIO:400/5  
(기정정치 임)

○ 수전설비 TAP Setting

$$\text{OCR} \frac{1550}{1.732 \times 22.9} \times 1.5 \times 5/75 \approx 3.9A \therefore \text{TAP}=4$$

(2) 한시 정정

(가) 수전설비 MTR 2차측 단락사고시 계전기 정정 (%Z1=9.825+J52.687+J585)

○ 고장 MVA  $\frac{100 \times 100}{(9.836 + J52.687) + J585} = 15.68\text{MVA}$

○ D/L OCR P.U  $15.68\text{MVA} \times 2521/100/400 = 0.99(\text{NPU})$

○ ○○제지 OCR P.U  $15.68\text{MVA} \times 2521/100/60 = 6.6$

○ ○○제지 OCR의 LEVER결정 한전 변전소 계전기와 보호협조를 고려해 35Hz로 함  
∴ CI IID4 특성곡선에 의해 LEVER=1.8

(나) 수전설비 MTR 1차측 단락사고시 보호협조 검토 (%Z1=9.836+J52.687)

○ 고장 MVA  $\frac{100 \times 100}{(9.836 + J52.687)} = 186.6\text{MVA}$

○ D/L OCR P.U  $186.6\text{MVA} \times 2521/100/400 = 11.76(22\text{Hz})$

○ ○○제지 OCR P.U  $186.6\text{MVA} \times 2521/100/60 = 78.4(24\text{Hz})$

∴ 한전 변전소 보호계전기가 먼저 동작하여 타 수전설비의 정전을 초래한다.

(다) 수전설비 MTR 1차측 지락사고시 보호협조 검토 (%ZO=24.316+J63.312)

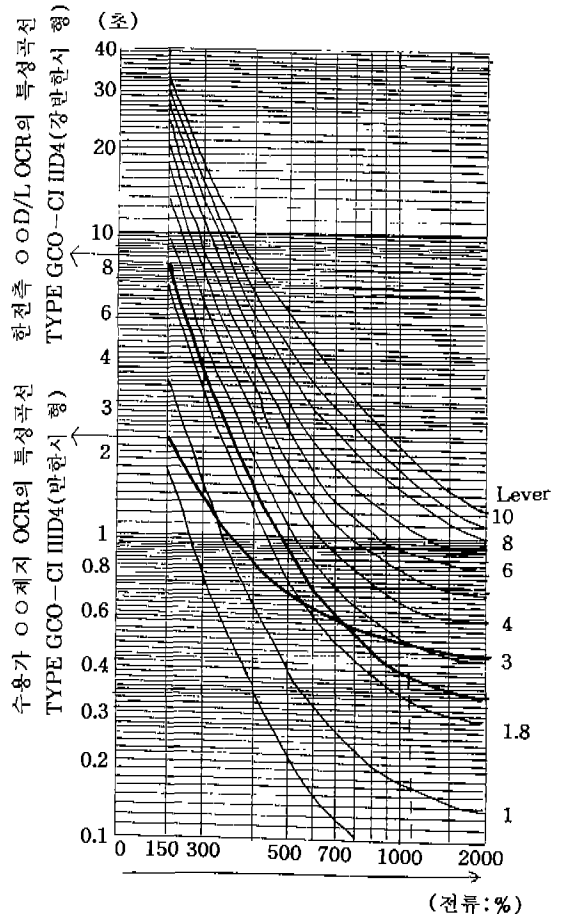
$$I_g = \frac{3 \times 2521 \times 100}{2(9.836 + J52.687) + J24.316 + J63.312} = 4,338(A)$$

○ 한전 변전소와 보호협조를 위해 LEVER를 최소로 둬 ∴ LEVER=1.0

○ D/L OCGR P.U  $4338A/80 = 54.22(22\text{Hz})$

○ ○○제지 OCGR P.U  $4338/10.5 = 413.1(7\text{Hz})$

이상의 결과를 특성곡선표상에서 보면 이해하기가 쉽다(그림 2).



〈그림 2〉 시간과 전류의 특성곡선표  
(수용가 MTR 1차측 단락고장시 보호협조 검토)

위의 특성곡선표는 GCO-CI IID4(강반한시형) 특성곡선표에 수전설비 ○○제지의 OCR(GCO-CI IID4(반한시형)의 LEVER 1.8 특성곡선을 표기한 것이다.

수전설비 MTR 1차측 단락사고시 D/L OCR은 P.U가 11.76배로서 약 22Hz만에 동작하지만 ○○제지 OCR은 P.U가 78.4배로서 포화점(2000%)에서 보면 24Hz정도 지연된다. 만약 강반한시형을 사용했다면 약 15Hz 지연되므로 22Hz-15Hz=7Hz의 여유가 생겨 보호협조상 훨씬 유리하게 된다.

그림 2에서와 같이 한전측 O O D/L의 정정치와 수전설비 O O 제지의 정정치에서는 600% 지점에서 반한시성이 반전됨을 알 수 있다. 따라서 한전측 보호계전기와 보호협조를 해야 하는 계전기는 강반한 시성을 사용해야 한다.

〈표 2〉 대구, 경북지역의 보호계전장치 적용 부적격 사례

'93. 1~12월말 기준

총정정 의뢰 건수	정상적인 건수	비정상적인건수		
		CT위치가 2차인 경우	CT위치가 2차이고 반한 시험 보호계전기를 사용한 경우	반한시험 보 호계전기를 사용한 경우
215건	31건	9건	39건	136건

### 5. 보호계전기 정정의뢰 절차

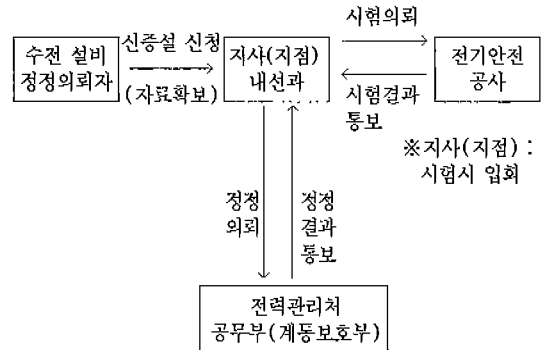
수전설비 보호계전기 정정절차를 잘 몰라 당황해 하는 경우를 자주 접하곤 하는데 수전설비공사(신설, 증설)가 자주 발생하는 것이 아니기 때문에 이런 행정처리에 미숙한 것은 당연하리라 생각된다. 보호계전기 정정의뢰 대상은 앞에서 언급한 바와 같이 변전소측과 보호협조를 해야 하는 보호계전기만 정정의뢰를 하면 된다. 바꾸어 말하면 수전설비의 수전 MTR 메인차단기 관련 보호계전기만 한전측에서 정정을 하고 있다(발전설비를 갖추어 한전측과 Loop운전을 하는 경우는 다르다).

등) 전력관리처 공무원(계통보호부)에 정정의뢰를 하면 된다.

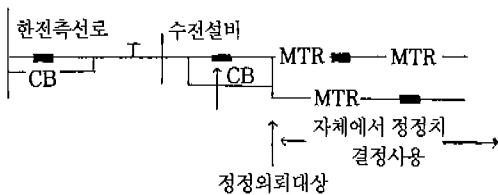
전력관리처는 관련 전력계통의 임피던스를 계산하여 한전 변전소측 보호계전기와 보호협조가 원활히 이루어지는 Point를 선정하여(정정치 결정) 지사(지점)에 회신을 하고, 지사(지점)에서는 전기안전공사에 시험의뢰를 하여 그 시험결과를 통보받아 확인 검토하는 것으로 수전설비 보호협조에 대한 행정처리가 끝나게 된다.

시설공사가 진행중이더라도 관련 보호계전장치의 규격은 대개 알 수 있으므로 미리 준비를 하여 수전개시일 이전에 정정의뢰를 하게 되면 한전에서 충분한 검토를 할 수 있어 좋다.

그림 3과 같이 행정처리절차도를 소개하니 참고하시기 바란다.



〈그림 3〉 행정처리 절차도



정정의뢰 대상이 되는 보호계전장치들은 KS제품이나 형식승인이 된 제품으로서 공인기관의 시험에 합격한 것을 사용하여야 한다. 제품 발주시 업무미숙으로 형식승인이 나지 않은 제품이 설치되어 곤란을 겪는 경우가 있는데, 발주시 이를 명확히 하여 사전에 규격품이 반입되도록 하여야 한다.

수전설비가 신증설 되면 신증설 신청 관련서류와 함께 보호계전장치들의 규격과 시험성적서가 첨부된 서류를 수전설비를 관할하는 한전의 지사(지점)에 제출하게 되고, 지사(지점)의 담당부서는(내선과

### 6. 맺음말

C.T위치 선정문제나 보호계전기 적용상의 문제점들은 설계시점에서 고려되어야 한다.

시공후에는 더 많은 예산과 휴전작업이 수반되어 개선하기가 어렵고 변경이 거의 불가능한 반영구적 시설물이 되기 때문이다. 자기 설비의 불비함으로 인해 타수용가 설비에까지 피해를 입히고 싶지는 않겠지만 전력계통의 속성상 어떤 부분에서 사고가 발생하였을 때 사고부분을 신속히 제거하지 않으면 사고현상이 확대되어 광역정전을 초래하게 된다.

이는 개방화, 국제화 추세에 가장 절실한 제품경쟁력 확보에 역행되는 사례로서 전기기술자들이 좀더 세심한 주의를 기울이면 불시적인 조업정지 사태를 예방하여 국가적인 이익에도 큰 기여를 하게 되리라 본다.