

技師會員을 爲한 理論과 實務

● 連 載 ●

電氣技術者를 위한

알기 쉬운 保護 繼電器

〈최종회〉

〈前月號에서 계속〉

〈丑-30〉 氣中遮斷器와 配線用遮斷器의
性能比較

〔5〕 氣中遮斷器에 의한 保護

기중차단기에는 직류고속도차단기(直流 高速度遮斷器, 제자차단기(界磁遮斷器), 먼저 기술한 배선용차단기도 포함되는 것이나 여기서는 전압이 낮은 교류 및 직류회로[AC 1000V이하, DC3000V이하]에 사용되는 기중 차단기에 대해서 기술한다.

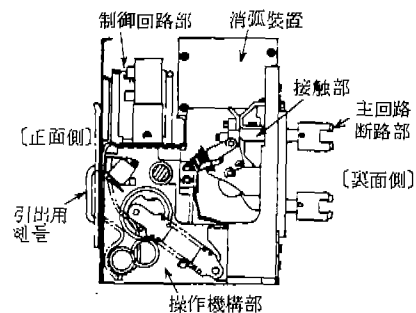
(1) 氣中遮斷器

기중차단기는 저압계통의 과전류나 단락사고의 이 상시에 자동적으로 차단하는 기능을 갖고 있으며 이 트립에는 주회로에 흐르는 전류(전자력)를 사용하여 실시하므로 트립용의 제어전원은 필요 없다. 표 30에 기중차단기와 배선용차단기의 성능비교를 표시한다. 일반적으로 기중차단기는 400V배전의 대용량의 로드센터나 스포트네트워크설비의 차단기로 사용된다. 기중차단기의 구조를 그림70에 표시한다.

(2) 過電流트립裝置의 選定

기중차단기에 장비되어 있는 과전류트립장치에는 장한시(長限時)트립(Instantaneous=INST)의 세가지의 특성이 있는데 이 트립장치를 LT+ST+INS

項 目	氣中遮斷器	配線用遮斷器
短時間電流容量	有	一般의 것이 아니다 단, 一部 大電流 容量의 것이 있다
時延트립設定值	調整可	調整可能한 것과 不可能한 것이 있다
電氣操作機構	內藏	일반적으로 없다 (外部操作可)
開閉壽命(負荷開閉)	大	小
全極動作	同時	同時
아크스페이스	要	要



〈그림-70〉 氣中遮斷器의 構造

T, LT+ST, LT+INST 등에 적시 조합하여 사용된다.

최근에는 정지형(靜止形)의 과전류트립장치(Solid

State Trip Device)가 표준으로서 제작되고 있다.

과전류트립장치의 특성곡선의 선정은 대표적인 부하에 의해 일반적으로 표31과 같이 실시한다.

〈표-31〉 直列過電流트립裝置의 整定基準例

回路例	保護目的	協調曲線	코일 또는 CT 定格	STD 整定 値例	
發電機回路 	發電機의 保護	ABC의 트립特性 發電機의 過負荷 電流容量 時間 ↑ INST ↓ 短絡電流 → 電流	發電機 定格電流 × 125 [%]	LT	發電機定格電流 × 125 [%]
誘導 電動機 回路 	電動機의 保護		$I_n \times 115$ [%]	○ A 없다	LT $I_n \times 125$ [%]
				INST 電動機拘束電流 × 2 또는 코일定格 × 10	
				○ A 부하	LT $I_n \times 115$ [%]
				INST 引트립極整定値의 最大目盛	
				INST 電動機拘束電流 × 2 또는 코일定格 × 10	
	選擇트립을 생각하지 않는다 (B차단기에 對해서는上項에 依해 STD를 선택할것)		$\sum I_n \times 100$ [%]	LT B遮斷器의 最大LT 눈금値 + 其他의 電動機 $\sum I_n \times 115$ [%]	
	選擇트립을 생각한다			INST B遮斷器中の 最大 INST 整定値以上	
抵抗負荷回路 	電線保護		各分枝回路의 全負荷電流의 合計 × 100 [%]	LT 코일定格 × 150 [%]	
				ST 코일定格 × 750 [%]	
變壓器回路 	一次側에 過負荷保護裝置가 없을때의 變壓器의 過負荷保護		變壓器의 全負荷電流 × 100 [%]	LT 變壓器全負荷電流 × 115 [%]	
				ST ST, INST는 變壓器의 過負荷耐量 特性에 近接하여 交流되지 않는 値로 決定한다.	
				INST	

(註) 記號의 설명 LT: 長限時트립, ST: 短限時트립, INST: 瞬時트립
 I_n : 機器의 全負荷電流, OA: 過負荷警報裝置

第 5 篇 系統保護의 協調

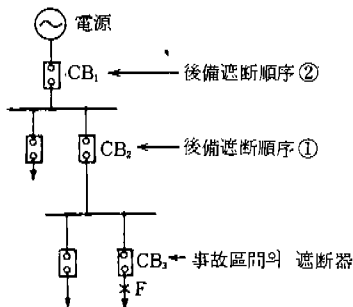
제 3 편은 주로 고압계통의 보호릴레이시스템, 제 4 편은 저압계의 보호릴레이시스템에 대해 해설했다. 그 각자가 독립하여 존재하면서 서로 협조를 하여 계통전체의 보호를 하는 것이니 만큼 보호 계전기의 적용에 있어서는 보호협조가 중요한 검토과제이다.

〔 1 〕 保護協調

계통의 각종 보호장치의 사용방법에 있어 중요한 검토항목으로서 「보호협조」가 있다. 이 「보호협조」라는 것은 넓은 의미에서는 모든 보호계전기·보호장치가 계통의 보호조치로서 가장 협조가 잘 되고 있는 형태로 사용되고 있다는 것을 말하고 있는데 일반적으로 「과전류보호협조」를 가르키는 경우가 많다.

과전류보호협조는 계통내의 전로 및 기기를 단락이나 과전류사고에서 보호 또는 이들 사고를 경감하기 위해 정상인 구간이 사고구간의 영향을 받지 않도록 사고구간을 자동적으로 개방(제거)하는 동시에 다음 구간의 보호조치의 차단불능동일 때에 이것을 커버하는 후비보호를 하는 것이다.

그림71에 표시하는 계통에서 사고를 최소한으로 하기 위해서는 먼저 사고점하에 가장 가까운 차단기 CB_3 를 개방시킨다. 이 CB_3 가 차단불능일 때는 다음의 전원측 차단기를 개방시키는 것과 같은 선택성과 보호성능을 갖게할 필요가 있다. 이를 위해서는 그림의 $CB_1 \sim CB_2$ 와 같이 직렬적으로 접속되



〈그림-71〉 保護裝置의 選擇性

어 있는 차단기의 동작협조가 되어 있지 않으면 안 된다.

〔 2 〕 保護裝置의 整定

보호장치의 정정(整定)에 관한 기본·원칙을 다음에 적는다.

(a) 차단기의 차단용량은 설치점의 단락용량 이상의 것을 선택한다.

(b) 기기나 전로의 단시간 용량을 고려에 넣는다—전선과 케이블은 단락전류로 과열하므로 소손이 되지 않도록 보호장치의 동작시한을 필요이상으로 길게 하지 않는다. 기기는 표32에 표시하는 내량내에서 보호되는 동작시한으로 한다.

(c) 사고이외의 과도전류등으로 동작하지 않는다—전동기의 시동전류와 변압기의 여자돌입전류(勵磁突入電流)등의 사고이외의 과도전류로 동작하지 않는 전류치·시한치로 한다.

(d) 직렬의 보호장치간의 시한협조를 적정하게 행한다—사고구간을 최소한으로 하기 위해 카스케이트 차단방식 이외는 사고점에 가까운 차단기가 사고제거하여 후비(後備)의 보호장치가 잘못 동작하지 않도록 적정한 시한차를 설치한다.

(1) 保護協調曲線의 作成

보호협조곡선을 작성하는데는 표33에 표시하는 순서로 작성한다. 그리고 특히 보호장치의 특성은 메이커가 공표하고 있는 특성곡선을 사용하고 정정은 항상 안전측에 정하도록 주의한다.

(2) 時限協調

그림72는 과전류계전기의 시한협조곡선의 예를 표시한 것으로 그림의 표시점에서 단락사고가 발생하면 OC_1 , OC_2 가 동시에 동작을 개시한다. 시간 T_{OC_1} 후에 OC_1 이 동작하고 CB_1 에 트립지시를 낸다. CB_1 은 트립지령을 받고 T_{CB_1} 후에 차단이 완료한다. 차단이 완료하면 단락전류가 흐르지 않게 되므로 이 시점까지에 OC_2 가 점점동작하지 않고 있으면 시

〈五-32〉 各機器의 短絡強度

機器	規格	機械的強度	熱的強度
變壓器	(1978)	交流分實効値의 2.55倍의 波高值	% $I_2 \geq 4\%$ 의 때 $\text{短絡時間} = \frac{100}{Z} \times 2 \text{ [s]}$ % $I_2 < 4\%$ 의 때 $\text{短絡時間} = 2 \times \left(\frac{\text{定格電流} \times 25}{\text{短絡電流}} \right)^2 \text{ [s]}$
變流器	(1977)	過電流耐力에 相當하는 一次電流의 2.5倍의 波高值	(1) 過電流強度(一次電流의 倍數) 40, 75, 150, 300, 1秒間 (2) 過電流, 熱的耐電流[kA] 1秒間 (註) 熱的耐電流는 電壓別로 定해져 있다
閉鎖形配電盤	(1974)	*	主回路에 對해 1秒間, 交流차단기의 차단電流와 同一한 값
高壓컨버터 이션스타트	(1975)	*	主母線에 對하여 0.5秒間, 設計基準이 되는 交流차단기의 차단電流와 同一한 값
低壓閉鎖配電盤	(1973)	*	主母線에 對해 0.5秒間, 變流遮斷器의 遮斷電流와 同一한 값
몬트블렌더	(1977)	10kA 以下 2倍波高值 10~20kA 2.2倍波高值 20kA 超過 2.3倍波高值	水平 및 垂直母線에 對해 10, 15, 20, 30, 40, kA實効值 1秒間
遮斷器	(1975)	定格遮斷電流의 2.5倍波高值	短時間電流[kA] 2秒間 (註) 短時間電流는 電壓別에 定해져 있다
氣中遮斷器	(1978)	投入電流 10kA以下 2倍波高值 10~20kA 2.2倍波高值 20kA 超過 2.3倍波高值	定格차단電流, 1秒間 但 直列過電流트립裝置에 의해 定해지는 最長시간
高壓交流電磁接觸器	(1976)	定格遮斷電流의 2倍以上의 波高值	定格遮斷電流 0.5秒以上

(註) * : 規格의 表現에서 交流分 實効値의 2.5倍波高值

한협조가 된 것으로 된다. 그러나 OC₂는 계전기원판의 관습에 의해 단락전류가 흐르지 않게 되어도 약간의 시간만 원판이 회전을 계속 그후에 복귀를 개시한다. 이때문에 이 원판관성에 의한 시간 Δt를 고려한 위에서 시간협조를 취하지 않으면 CB₂도 동작하게 되어 협조에 실패한다. 식으로 표현하면 다음과 같이 된다.

$$T_{OC1} + T_{CB1} > T_{OC2} - \Delta t$$

이식에 있어서 일반적으로 Δt(慣性動作시간)은 0.2

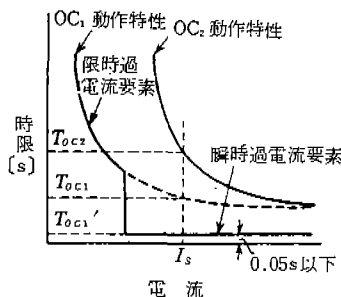
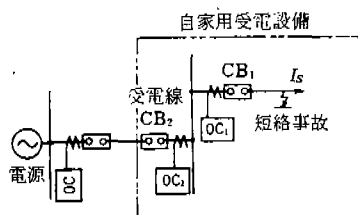
초, T_{CB1}은 5사이클차단기로서 0.08~0.1초, 8사이클차단기로서는 0.13~0.16초이다. 여기에서 T_{OC1}를 0.4초로 가정하고 위식에 대입하면 T_{OC1}은 5사이클차단기의 경우 0.1~0.12초, 8사이클차단기의 경우는 0.04~0.07초 이하로 동작하는 것이 필요하게 된다. 일반적으로 유도원판형 한시과전류계전기 OC는 최단시간 0.1초가 한계이니 이 경우 CB₁에 8사이클차단기를 채용하면 전혀 협조를 취할 수 없게 된다. 5사이클차단기로 겨우 협조를 취할 수 없

〈표 - 33〉 保護協調曲線の 作成 順序

No.	作 成 順 序	方 法
1	協調曲線を 그리는用紙를 준비한다	兩對數方眼紙, 時間軸은 10의 5 乘 눈금까지 필요 (0.01~1000s)
2	保護繼電器, 保護裝置의 特性曲線 및 被保護機器의 過電流耐量의 資料를 모은다	繼電器, 遮斷器, 퓨즈 등의 動作 曲線은 보통定格電流의 倍數로 表示되고 있으므로 注意할것. 變壓器 電動機케이블 등의 過電流耐量
3	兩對數方眼紙에 눈금을 記入한다.	縱軸에 時間, 橫軸에 電流를 적는다.
4	回路의 最大短絡電流를 計算하여 記入한다	三相短絡電流를 計算한다
5	回路의 最下位 負荷의 電流特性을 記入한다	電動機 등의 始動電流, 多數並列에 있는 경우는 最大容量機의 數值를 사용한다. 過電流耐量을 記入한다.
6	保護裝置의 特性曲線을 選定하여 記入한다	*
7	上位保護裝置의 特性曲線을 記入한다	例로 受電點의 保護繼電器의 特性등을 記入한다
8	中間에 있는 保護裝置의 整定을 記入한다	保護裝置相互間의 動作時間差를 고려하여 定한다
9	回路全體의 協調를 체크하여 動作을 確認한다.	保護裝置의 選定에 잘못이 없는지 檢討한다.
10	協調가 이루어지지 않을 때는 對策을 檢討한다.	

(註) * 過電流斷電器의 動作時間特性은 反限時-定限時 때문에 타임다이얼의 작은 部分은 그 時間을 判讀하기 어려운 때가 있다. 이때는 타임다이얼 10의 時間을 求하고 下記 例와 같이 타임다이얼 1의 時間을 求하면 된다.

타임다이얼 1의 時間=타임다이얼 10의 時間×1/10



〈그림 - 72〉 過電流繼電器의 時限協調圖

게 된다. 5 사이클 차단기로 겨우 협조를 취할수 있는 상태이나 시간적 여유가 전혀 없으므로 이러한 케이스에서는 OC₂도 점접동작할 가능성이 있다. 이 케이스에서 확실하게 시간협조를 얻기 위해서는 OC₁에 순시요소부착 과전류계전기를 채용하는 것이 바람직하다. 순시요소의 동작시간은 0.02초~ 0.05

초이므로 5 사이클 차단기의 경우에는 완전한 협조를 취할 수 있다.

그러나 8 사이클 차단기로서는 순시요소를 채용하고 해도 시간적여유가 없으며 협조를 얻을 수 없는 경우가 있으므로 5 사이클 차단기를 채용하는 것이 바람직 하다.

[3] 保護協調 檢討例

보호협조 검토를 할 계통도를 그림73에 표시한다. 보호협조에 관계하는 데이터(整定값 범위를 포함)를 그림과 같이 기입해 두면 반복하여 검토를 할 경우에는 편리하다. 그림74는 이 계통도를 기초로 보호협조곡선을 검토한 예이다. 이 협조곡선은 다음에 기술하는 구체적 스텝으로 작성한다.

(1) 보호대상의 기입

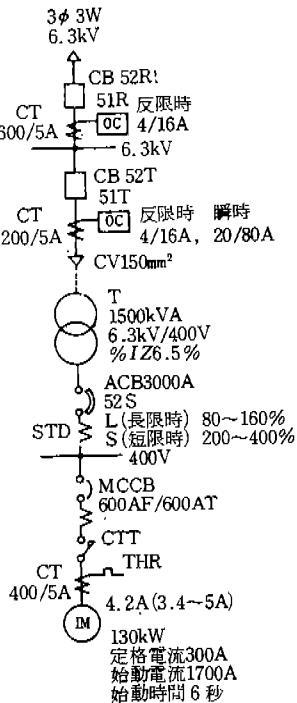
유도전동기, 변압기의 전류-시간특성 및 주회로 구성기기의 허용전류특성을 기입한다.

(2) 단락사고전류의 기입

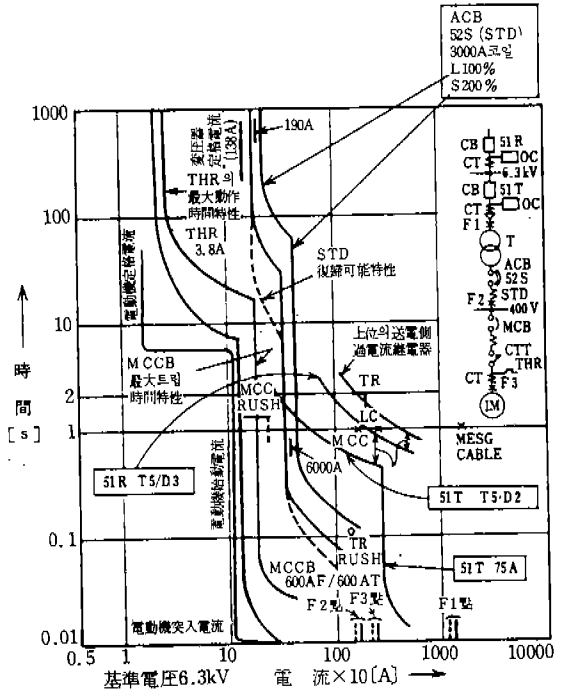
상정하는 사고점의 단락전류를 기입한다.

(3) 변경할 수 없는 보호기의 보호설정치의 기입

정격을 선정하면, 스스로 보호정정이 결정되는 보호기(어느 정도의 탭조정이 가능하나 동작시간을 변경할 수 없는 MCCB, ACB의 STD 및 동작전류 시간 모두 변경할 수 없는 PF등)를 기입한다. 그리고 말단부하의 보호 축이 그림에 있어서의 열동



〈그림-73〉 檢討用系統圖



〈그림-74〉 保護協調曲線例

형(熱動形) 계전기는 전동기에 필요한 보호이므로 최우선으로 정해진다.

(4) 계통운용상의 과도현상전류의 기입

저압전동기군의 순시정전 재시동전류로 보호기가 동작하지 않는 것등을 확인한다.

(5) 상위보호기의 정정

상위보호기의 정정협조를 도모하면서 실시 이를 순차적으로 반복한다. 최종적으로는 수용가 수전점의 보호기와 전력회사의 변전소측과의 협조도 확인한다.

(6) 협조의 확인

필요한 협조가 되고 있는지, 또 협조가 되지 않고 있으면 그것이 실용상 지장이 없는지를 확인한다. 그림74의 예에서는 하위의 52S(ACB)의 STD와 51T가 일부 교차하고 있다. 그러나 이 이상 51T의 탭을 올리면 51R와의 협조가 곤란하며, 최악의 경우, 변압기 1차와 2차는 직렬트립이 생각될 수 있으나 실용상 지장이 없으므로 이 정정으로 좋다고 판단한다. *