

技師會員을 위한 理論과 實務

● 連 載 ●

電氣技術者를 위한

알기 쉬운 保護繼電器

第 1 篇 自家用 電氣設備의 事故實態와 事故現象

먼저 자가용 수변전설비에 있어서 무엇 때문에 보호가 필요한지를 생각해 보자.

1. 事故實態

전력의 공급을 받아 사용하는 수요가 구내에는 수변전설비를 비롯하여 많은 부하설비 및 이들을 서로 접속하는 케이블등이 있다. 이들 전기기기와 기재는 그 구조를 크게 구분하면 주로 도전(導電)·구조의 역할을 수행하는 금속부와 절연의 역할을 담당하는 절연구성물로 이루어지고 있다. 전국의 고압수요가를 대상으로한 전기설비에 있어서의 사고기재의 1차 원인별 조사결과에 따르면 고압케이블이 24%, 개폐기 19.5%, PT·CT류 10%로 전체의 50%를 차지하고 있으며 이하 전선 8%, 변압기 6.8%, 차단기 4%의 순으로 되어있다.

사고원인에서 보면 사고기재의 종류에 따라 다소의 차이는 있으나 자연열화 21.6%, 퇴해(雷害) 13.8%, 보수불량 13.7%, 제작·시행불량 10.2%의

구성으로 되어있다.

한편 전기기구나 기재는 각종 절연재료의 발전에 따라 소형경량·장수명화가 도모되고 있으며, 특히 유기질(섬유, 합성수지등)로된 절연재료는 광범위하게 이용되고 있다.

이들 절연재료는 보기에 따라서는 일종의 생물로서 사용(부하)조건과 수분·온도·먼지등의 주변환경등의 영향을 받으며 또한 전압이라는 부하를 지니고 사용되기 때문에 점차 열화요인을 받아 언젠가는 사용할 수 없게 되는 것이다.

이상과 같은 배경에서 보면 특히 케이블등은 엄격한 부설환경속에 구내외에 있어서 면적으로 넓이를 갖고 사용되며 열화요인을 형성하는 곳에서 기재로서 사고순위가 가장 높은 위치에 있게 마련이다. 이와같은 사례는 케이블에 한한 것이 아니라 구내의 전력회로상에 사용되는 기기 또는 부하측 기기

에 대해서도 적용되는 사정이며, 외적사고 요인으로 부터의 계통사고 제거와 함께 전기적(電氣的)인 계통보호가 필요불가결한 것이 된다.

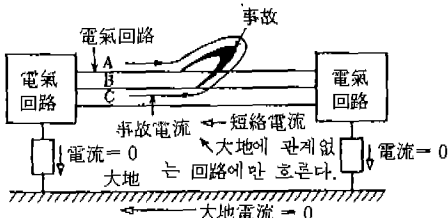
2. 事故現象

전력회로에 직접 발생하는 사고의 종류로서 단락 지락·총간단락·단선사고가 있으며 조작미스나 전동기등의 축수(軸受)·기어파손등의 결과 이상한 부하토크의 증가에 의한 과부하상태의 사고가 있다. 사고기기의 보호는 기기 근방에서 검출하여 보호하는 것이 바람직하나 후자의 사고 경우 부하기기의 문제라 할지라도 최종적으로 수변전설비측에서 보호하지 않으면 안되게 되는 경우도 있다.

(1) 短絡事故

단락사고는 그림 1과 같이 전기회로간에 있어서 예정되지 않았던 통로를 통하여 낮은 인피이던스로 결합되는 상태를 말한다. 이때에 사고점에 흐르는 전류를 단락전류라고 하며 그 치(值)는 회로상태에 따라 다르나 수천~수만 암페어와 같은 과대한 치이다.

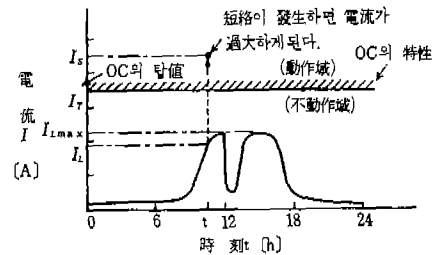
단락사고가 고압수변전설비에서 발생한 경우를 생각해 보자. 그림 2와 같은 과대한 단락전류는 고압 배전선을 통하여 배전용변전소 또는 그 상위 전력계통에서 유입해 온다. 단락사고는 단락전류가 흐른다는 현상뿐만 아니라 이에 따라 기기의 소손 파손 혹은 계통측 변압기의 과부하등의 사고를 유발한다. 동시에 그림에 표시하는 단락사고점 근방의 전압을 현저하게 저하함으로써 다른 수요가에 대한 전력공급 지장도 일으키는 결과를 초래한다. 따라서 단락사고점에의 전력 즉 단락전류의 공급을 신속하게 정지·차단할 필요가 있다.



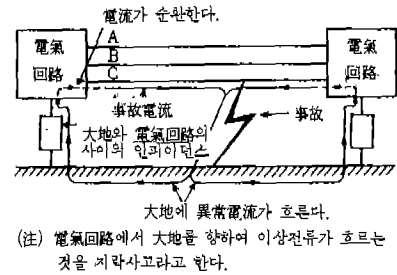
(注) 短絡事故는 電氣回路的 相間등이 낮은 인피이던스로 결합되는 것을 말한다.

〈그림-1〉 短絡事故의 定義

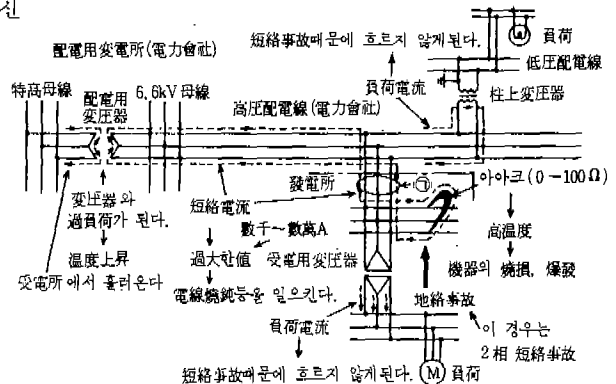
그림 2에 있어서의 수전설비 입구의 ㉠점 전류에 주목하자. 사고가 없는 정상인 경우는 그림 3과 같이 부하전류 I_L 이 시작과 함께 변화하면서 흐르고 있다. 그 최대치(最大值)를 I_{Lmax} 로 해두자. 현재 시작t에 있어서 단락사고가 발생했다고 한다면 전류는 I_L 에서 I_s 까지 급격하게 증가한다. 일반적으로 $I_s \gg I_{Lmax}$ 이므로 그 전류치를 감시해 두면 단락사고를 검출할 수 있다. 즉 단락사고는 과전류계 전기(過電流繼電器) OC로 검출하나 그림과 같이 그 동작치 I_T (탐치)를 I_{Lmax} 와 I_s 의 사이에 정정(整定)해 두면 단락사고로 동작하게 된다.



〈그림-3〉 短絡事故發生에 의한 電流의 흐름



〈그림-4〉 地絡事故의 定義



〈그림-2〉 受電設備에 있어서의 短絡事故

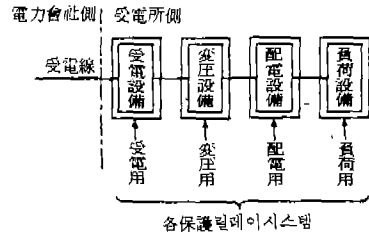
(2) 地絡事故

지락사고라함은 그림 4에 표시하는 바와 같이 전기회로에서 예정하지도 않았던 통로를 통하여 대지를 향한 이상전류가 흐르는 것을 말한다. 지락사고점에 흐르는 전류를 지락전류라고 한다. 전기 회로측의 조건(零相인피던스)과 지락저항(고장점 저항이라고도 한다). 회로전압에 의해 정해지며 수백 mA에서 수만 A의 범위를 갖는다.

지락사고는 글랜드사고라든가 접지사고로 표현하는 수도 있으나 「地絡事故」라고 말하는 것이 바람직하다.

第 2 篇 保護繼電器라함은

보호계전기를 이해하는데 있어 중요한 것은 보호계전기는 사용되는 곳의 상위계통(上位系統)과 하위계통의 상호관계와 가령 그것이 부하단말의 보호에 사용되는 경우에 있어서도 부하측기의 특성에서 보아 그종류와 정정치(整定値)가 정해지는 것이다. 즉 하나의 시스템 또는 중복하는 시스템 속에서 각각이 주로 보호하는 역할(主保護)과, 이들을 백업하는 역할(後備保護)을 상호 분담하면서 적용된다.



〈그림 - 5〉 受電設備에 있어서의
各보호릴레이시스템

1. 保護繼電器의 目的과 役割

(1) 保護繼電器에 求해지는 條件

수변전설비에 있어서의 보호계전기의 목적은 전기계통, 전기기기에 단락·지락사고등의 이상상태가 발생했을 때 신속히 이를 검출하는 동시에 전력의 공급을 정지하고 사고피해의 경감을 도모하기위해 그 파급을 방지하는데에 있다. 이때에 보호릴레이 시스템의 동작은

수전·변압·배전·부하설비로 분류할 수 있는데, 각각 보호릴레이 시스템을 필요로 한다. 또 그외에 발전설비를 필요로 할 경우에는 그 보호릴레이 시스템은 수전설비의 규모등에 의해 독립하고 있는 경우도 있으며 또 겸용이 되고있는 경우도 있다.

(b) 受電用 保護릴레이시스템

수전용 보호계전기에는 중요한 역할이 두가지 있다. 첫째는 수전선이 2회선등의 경우 수전선 사고를 전력회사와 협력하여 신속하게 선택차단하고 수전전력의 신뢰성을 높이는 일이다. 둘째는 수전설비 구내사고를 신속하게 검출, 전력회사측과의 연락을 차단하고 다른 수요가에 사고 파급되지 않도록 하는 일이다. 수전용 보호계전기는 전력회사측의 전력계통과의 접점에 설치되어 있으므로 계전기종별, 정정(整定: 릴레이의 동작치, 동작시간등을 정하는 일)등은 전력회사측과 잘 협의하여 정할 필요가 있다.

(a) 정상한 곳과 이상한 곳을 검출, 분리하고 정상한 곳이 사고의 영향을 받지 않도록 한다.

(b) 이상한 곳의 운전을 중지하고 피해의 확대를 방지한다.

(c) 이상운전을 정상으로 되돌린다.

등의 동작이 요구된다.

(c) 変圧用 保護릴레이시스템

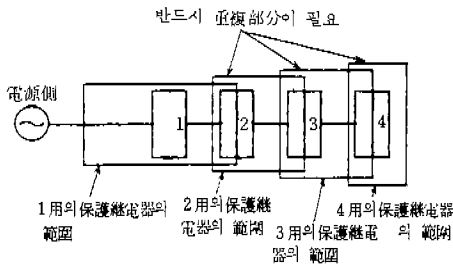
수변전설비의 변압기, 역률개선용 콘덴서등의 기

(2) 保護繼電器의 役割

(a) 受電設備에 있어서의 保護繼電器의 分類

수전설비에는 여러가지의 형태와 규모가 있으나 기본적으로는 그림 5와 같이 정리할 수 있다. 즉,

기보호자 중심이 된다. 기기보호는 기기 그 자체가 고장(사고)을 일으켰을 경우와 다른 회로의 영향으로 과부하가 되었을 경우의 양쪽에 대해서 실시하지 않으면 안된다. 그리고 변압용 기기관의 보호가 아니고 부속하는 모선(母線) 기타 기기에 대해서도 수전용이나 변압용의 보호릴레이시스템으로 보호하지 않으면 안된다. 과부하 보호는 별도로 하고서라도 단락·지락사고에 대한 보호는 그림 6과 같이 각 블럭의 보호계전기가 동작하는 범위(보호범위라고 부른다)가 반드시 중복되어 있지 않으면 안된다.



〈그림-6〉 保護繼電器의 保護範圍의 重複

만약 중복되지 않고 수번전선비 회로의 일부에 무보호부분이 존재하고 있었던 경우 거기에서 사고가 발생하면 동작하는 보호릴레이시스템이 없어 사고가 계속되어 심한 피해를 받는 경우도 있다. 따라서 각 블럭마다의 보호릴레이 시스템의 검토와 동시에 하위(下位)블럭계통에의 보호범위가 중복되도록 설계, 정정하지 않으면 안된다. 보호범위가 없는 부분을 보호의 맹점(盲點)이라고 부르는 수도 있다.

(d) 配電用 保護릴레이시스템

배전선로의 단락·지락보호가 주된 역할이다. 단락보호의 경우 단락전류의 근원은 전원에 있으므로 그것을 고려한 위에서 보호범위의 중복부분에 대한 시한협군(時限協調)를 취할 필요가 있다. 즉, 전원에서 가장 먼 부분의 단락사고는 가장 빨리 사고제거하도록 하며 전원측에 가까울수록 동작시간을 늦도록하여 동시에 인접보호릴레이시스템이 동작하는 일이 없도록 한다.

(e) 負荷用 保護릴레이시스템

부하기기의 보호가 주된 역할이 된다. 이 경우, 이미 기술한바와 같이 전기회로적 사고와 과부하의

양쪽의 보호를 행하지 않으면 안된다. 보호방식은 부하기기의 종별에 따라 각각 적합한 것을 선택할 필요가 있다.

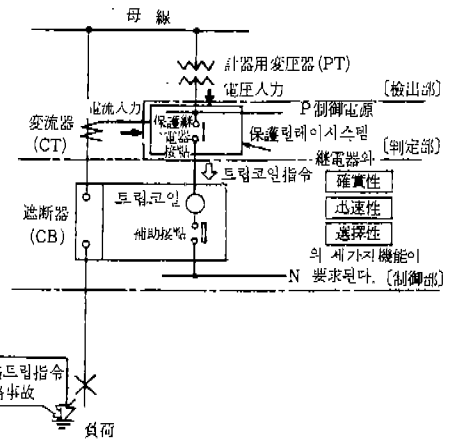
2. 保護繼電器의 機能

(1) 保護릴레이시스템의 構成

보호릴레이시스템의 구성은 일반적으로 그림 7과 같은 형태가 된다. 전력계통의 전압·전류의 정보는 계기용변압기(PT), 변류기(CT)를 통하여 보호계전기에 공급된다.

보호계전기는 주어진 정보를 기본으로 그 전기량이 정정치(整定値)에 대해 정상인가 이상인가를 판별하여 이상일 것 같으면 트립지령을 차단기(CB)에 준다. 전력계통의 개폐를 행하는 차단기는 트립코일에 신호가 주어지면 트립조작기구(操作機構)가 동작하여 회로를 차단한다. 차단기가 차단하면 그 보조접점(補助接點)에서 트립전류를 개방하여 보호계전기에 의한 트립동작은 끝난다.

전력계통의 전압·전류의 정보를 얻기 위한 PT·CT는 보호계전기가 판별하기 쉬운 채(値): 동상 PT에서는 110V, CT에서는 5A)에 전압·전류를 변성하여 보호계전기에 공급한다. 보호계전기용 PT·CT의 특성은 동상시의 특성은 물론 계통사고시의 특성이 중요하며 CT 2차회로의 부담과 과전류정수(過電流定數) 계통사고시의 과도특성등을 보호계전기의 특성과 맞도록 배려되고 있다. 한편 보호계전기로서는 사고과급을 최소한으로 줄이기 위해 사



〈그림-7〉 保護릴레이시스템의 構成

고발생에서 차단까지 높은 감도(확실선)로 신속 정확(선택성)하게 동작하는 것이 요구된다.

(2) 保護繼電器의 動作

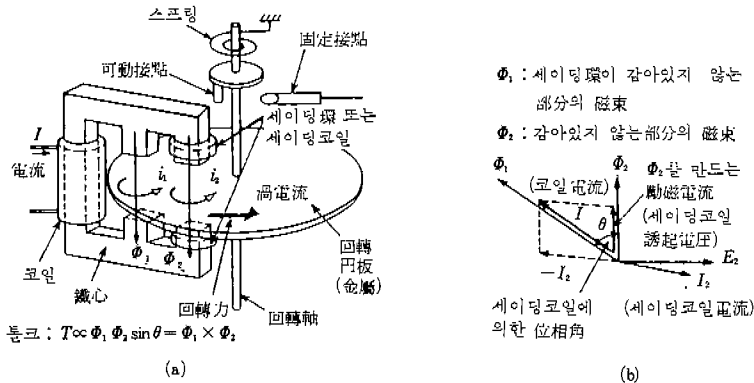
수변전설비에서 잘 사용되는 유도원판형(誘導圓板型)계전기를 모델로 삼아 보호계전기의 동작을 유적해보는 것이 좋겠다.

유도형계전기는 구동되는 도체가 원판인 유도원판형, 도체가 원통상인 유도원통형, 도체가 환상인 유도환형(誘導環形)으로 분류된다. 그리고 유도원판형은 세이딩코일형과 전력계형으로 나누어진다.

세이딩코일형의 유도원판형 계전기는 그림 8 과 같이 전압 또는 전류에 의해 여자되는 코일·철심, 자속의 위상(位相)을 비키기 위한 세이딩환(環) 또는 세이딩코일, 회전원판, 회전축, 접점등으로 구성된다.

계전기의 철심을 그림과 같이 나누어 그 한쪽에 세이딩코일 또는 세이딩환을 부착하면 자속은 세이딩코일에 의해 위상이 결치지 않고 비킨다.

예로 과전류계전기에서 CT 2 차전류가 크게 되면 세이딩코일에 의해 위상이 늦어진 자속에 의해 회전원판에 두개의 와전류가 발생한다. 이 전류와 자속에 의해 세이딩코일이 없는 쪽에서 어느 방향에 회전력(토크)이 생겨 원판이 회전한다. 원판의 회전축에 부착된 가동접점(可動接點)이 고정접점에 접속하여 회로를 형성한다. 접점이 폐모하면 제어전원이 인가되어 있으므로 차단기의 트립코일에 전류가 흘러 차단기가 트립된다. 세이딩코일형의 자속의 벡틀관계를 표시하면 그림 (b) 와 같이 된다.



<그림-8> 세이딩코일形繼電器의 動作原理
(이 그림은 原理圖이며, 실제의 繼電器는 오른쪽으로 돌아간다)

3. 保護繼電器의 用語

보호계전기의 용어에 관해서는 「전력용보호계전기」 속에 규정되어 있으나 여기서는 자가용 수변전설비에서 사용되고 있는 보호계전기를 중심으로 그 용어를 해석한다.

(1) 基本用語

보호계전기의 기본용어인 일반용어, 구조, 응동기구(應動機構), 코일접점, 응동 및 특성에 관해간단히 기술한다.

(a) 一般用語

(i) 정격치(定格値)···보호계전기에는 정격명판이 부착되고 있으며 계전기의 특성과 성능의 보증기준치인 정격전압·전류·주파수등의 치(値)가 표시된다. 이것이 보호계전기의 정격치이며 예로 전류회로는 정격치의 전류에 대하여 연속의 통전(通電)에 견디어내야 한다.

보호계전기의 정격치의 전압·전류에 연속적으로 인가하여 그 특성, 성능의 한도를 넘지않을 때 이를 연속정격(連續定格)이라고 말한다. 이 한도를 초과할 경우를 단시간정격(短時間定格)이라고 하며 보증하는 시간(한도시간) 인가가 허용되는 치(値)이다.

(다음호에 계속)