

保護繼電器의 適正運用

The Reasonable Operation of Protective Relay

鄭 在 俊

京甫電機(株)專務理事

1. 保護繼電器의 構造 및 動作原理

가. 概 要

보호계전기는 전력계통의 눈이고, 두뇌이며, 신경으로서 항상 전력계통의 운전상태를 감시하여 이상이 있을 때는 신속, 정확하게 일부의 이상구간만을 처리함으로써 거대한 전력계통에서 각 설비의 안전운전을 위하여 항상 커다란 역할을 수행하고 있는 것이다.

이러한 보호계전기의 이해를 증진시키기 위해 먼저 보호계전기의 구조 및 동작원리에 대하여 미리 검토하여 보겠다. 보호계전기는 근본적으로 비교측정기로서 정상시와 고장시의 전압, 전류, 전력, 임피던스 등의 여러 값을 이미 정해진 정정치와 비교하여 그 정정치에 비하여 크고, 작음의 여부를 판정하여 접점을 개폐시키며 그에 의하여 차단기 등의 조작회로를 개폐시킴으로써 정상구간으로부터 이상구간만을 분리 또는 경보함으로써 사고의 확대를 방지하는 등의 역할을 수행하게 된다. 보호계전기중 현재 사용되고 있는 보호계전기의 태반을 차지하고 있는 계전기인 유도원판형 계전기의 동작원리는 알루미늄 또는 동등 비자성체를 사용한 원판에 전기량에 의한 회전자계 또는 이동자계가 작용하면 그 유도작용에 의하여 원판에 구동 토크

(회전력)가 발생하며, 반면 스프링에 의한 반항 토크(제어력)가 토크의 균형을 유지하고 있다가 구동 토크가 반항 토크보다 크든가 또는 작은 상태가 되면 원판이 회전하여 축에 장치된 가동 접점이 동작되거나 복귀하게 되며, 이들 토크를 일정하게 하기 위하여 원판에 보상 홈 및 구멍을 크게 또는 작게 하여 보상하고 있다.

나. 保護繼電器의 구비조건

이러한 동작원리에 의하여 동작되는 보호계전기는 앞에서 이야기한 것과 같이 커다란 역할을 수행하기 위하여 높은 신뢰성이 요구되며, 그 신뢰성을 높이기 위하여 필요한 일반적인 구비조건을 살펴보면 다음과 같다.

- (1) 측정기구의 오차가 적어야 하며 접점 동작이 안정되어 있어야 한다.
- (2) 온도·습도·주파수·파형의 일그러짐 등에 대한 오차가 적어야 한다.
- (3) 한시동작 계전기의 경우 구동전기량이 끊어진 후 관성에 의해 접점이 닫히는 경향이 없어야 적당한 탄성이 있어야 한다.
- (4) 차단동작 완료후의 접점 복귀속도가 빨라야 한다.
- (5) 접점은 도약현상의 발생이 없는 구조이어야 한다.

(6) 접점은 개·폐조작을 반복하여도 충분히 규정전류를 개폐시켜 소손, 마모의 발생이 적어야 한다.

(7) 기계적·전기적·열적으로 견고하여야 한다.

(8) 동작이 없는 상태에서 장시간 보호계전기 각부의 성능에 변화가 없어야 한다(경년 변화가 없어야 한다).

그리고 부대조건을 들면 다음과 같다.

(1) 측정기구의 소비 VA를 극소화하여 보호계전기 동작과 동시에 충분한 용량의 기기를 조작할 수 있어야 한다.

(2) 보수, 점검이 용이하여야 한다.

(3) 가격이 저렴하여야 한다.

등이 일반적인 구비조건들이며 계전기의 종류 및 보호대상에 따라 상기의 조건 이외에 부가되어야 할 여러가지 조건들이 있으나 이는 보호계전기에 대하여 보다 상세히 연구할 때 고찰하는 것이 바람직하므로 여기서는 생략하기로 한다.

2. 保護繼電器의 運用

가. 概 要

보호계전기에 관한 업무를 계획, 공사, 운용, 보수로 분류한다면 계획과 공사는 비교적 명확하게 구분할 수 있으나 운용과 보수는 명확한 구분이 어렵다.

따라서 여기서는 다음과 같이 분류하여 설명하기로 한다. 즉, 계전기의 보수라 함은 계전기의 성능유지를 위한 제반업무를 말하며, 운용이라 함은 계전기를 항상 적절한 사용조건에 두기 위한 업무라 하겠다.

이를 좀 더 구체적으로 말하면 보수는 계전기의 점검, 시험이 해당되고 운용은 계전기의 정정, 조작 등의 일상운용, 계전기의 동작상태의 관리 등이 이에 해당된다.

나. 繼電器의 일상운용

송전계통에서는 전력조류의 조정, 작업 등에 의해 선로나 모선을 정지할 경우가 발생하며, 이

로 인하여 여러가지 설비 및 계통상으로 변경이 있게 된다. 이 외에도 사고 발생시 이를 복구하기 위하여 계통의 변경 운전이 불가피한 경우가 있으며 계전기는 항상 계통의 실정에 적합한 조건하에 있어야 정상 동작을 기대할 수 있으므로 우선적으로 계통의 변화에 대한 계전기 동작조건 변경, 조정, 운전이 필요하게 된다.

이와 같은 일상운용상의 문제는 그다지 중요시하지 않는 경향이 있으나 무엇보다 항상 깊은 주의를 기울여 검토한 후 조치토록 하여야 한다.

그러면 통상 흔히 발생되어 경험하게 되는 여러가지 운용상의 문제와 그 조치에 대하여 간단히 살펴보기로 한다.

(1) 전압요소를 필요로 하는 계전기 전력방향 계전기, 전압역제부과 전류계전기, 부족전압계전기 등은 모선 전환할 경우 전압변성기의 전환도 이루어져야 하며 전환할 동안 계전기를 폐쇄하지 않으면 계전기의 오동작으로 불필요한 정전을 유발시키므로 주의를 하여야 한다.

(2) 회선선택계전기

회선선택계전기를 사용하는 병행 2회선의 송전선에는 한 단자의 차단기가 개방되면(즉, 병행운전이 1회선 운전이 되면) 계전기를 폐쇄해야 하며 이것은 회선선택계전기가 양회선 전류의 불평형을 검출하여 동작하기 때문이며 그렇게 하지 않으면 타 1회선까지 불필요한 차단을 하게 되므로 주의를 하여야 한다.

다. 繼電器의 動作管理

계전기는 일반기구와는 달리 보통의 사용상태에 있어도 가동하고 있다는 개념이 필요하지 않고 대개는 미동작 상태에 있으며, 일반 전력 계통에 사고가 발생할 경우에는 매우 짧은 시간내에 동작하여야 할 사명을 갖고 있으므로 주어진 임무를 달성하지 못한다면 중대한 결과로 발전할 위험성을 갖게 되는 것이다.

특히 계전기는 동작해야 할 조건이 매우 복잡하며, 단락사고의 경우 그 현상은 매우 복잡하

다. 즉, 2선단락, 3선단락, 또는 동일장소에서 발생한 2선접지단락, 3선접지단락과 다른 장소에서 발생한 2선지락, 3선지락 등 그 내용의 전기현상이 매우 복잡하다.

그러나 계전기는 이와 같은 복잡한 사고에 대하여도 100% 완전한 동작을 해야 되지만 일반적으로 사용되는 통상의 계전기로서는 이러한 요구에 대하여 100% 완전한 동작을 기대하는 것은 다소 무리가 있는 것이며 경우에 따라 특별한 대책을 추가하여 줄 필요가 있게 된다.

그렇지만 이와 같은 대책을 추가한다면 회로가 복잡해지고 설비비가 증가되므로 전력계통의 사고실적과 이때의 계전기 동작상태를 잘 분석해서 사고의 종류, 발생빈도 등의 사고실태에 따른 계통의 중요도 등을 감안하여 적절한 계전방식을 적용하는 것이 바람직하다.

특히 사고실태에 입각한 계전기의 동작상태를 조사해 놓는 일이 필요하게 된다.

이와 같은 관점에서 항상 계전기의 동작관리를 게을리하여서는 안되며 보다 중요하게 다루어져야 함은 명백한 일이라 할 수 있겠다.

동작관리에 대하여 설명하면 다음과 같다.

(1) 보호계전기 동작의 해석

앞에서 언급한 바와 같이 계전기의 100% 정 동작이 요구되지만 실제에는 부정동작하는 사례가 있다고 볼 수 있다.

그러나 부정동작으로 판명된 많은 경우 중에는 계전기 자체에서 볼 때 마땅히 동작되어야 할 조건에서 동작한 것인데도 부정동작으로 되는 경우가 많다.

예를 든다면 오접속에 의한 방향판정 또는 오접속으로 인해 위상이 맞지 않는 경우 또는 서로 다른 여러 지점에서 다중지락 사고시의 불필요한 동작 또는 정정계산의 잘못으로 인한 부정 동작 등을 들 수 있으며, 이것들은 계전기 취급자의 잘못에 기인하는 경우가 대부분이다.

따라서 이러한 부정동작을 방지할 수 있는 방안으로는 첫째로 정상적인 취급을 하여야 하며, 실제 사고현상이 매우 복잡하여 예상할 수 없는

원인에 의한 부정동작에 대한 대책으로는 계전기의 동작실적, 특히 부정동작시의 사고현상과 이에 따른 계전기 동작상태를 분석하는 것이 지극히 중요한 것으로 생각할 수 있다.

이러한 사고현상을 해석하는 수단으로는 실제의 전력계통을 사용한 인공고장 시험이 가장 확실한 수단이라 하겠으나 영업운전중에 전력계통을 시험대상으로 하는 것은 실제로 여러가지 제약과 문제점으로 곤란하게 되며 간단하게 시행하기 어렵다.

따라서 실제 계통에 발생하는 사고의 순간은 모든 현상을 가장 정확하게 얻을 수 있는 가장 유일한 기회로, 요즈음에는 사고시에 자동적으로 현상을 기록하는 오실그래프 또는 고장시간계, 최고지시 영상전압계 등의 사고현상을 해석하는 데 필요한 장치가 계통의 요소 요소에 설치되어 계전기의 동작상황과 함께 기록하도록 되어 있다.

이와 같은 사고분석장치의 진보에 따라 계전기의 약점 및 사고원인 등이 명확하게 되어 신뢰도 향상에 많은 기여를 하게 되었다.

계전기의 동작에 불합리한 점이 나타나고 그 원인을 파악하였을 때는 즉시 대책을 세워 처리하는 것도 중요하지만 이것을 통계적으로 정리하여 문제점을 파악하여 개선해 나가는 방향을 결정하는 것이 무엇보다 중요하다.

한편 계전기의 부정동작의 원인별 내역을 살펴보면 다중고장 지락 과도현상, 다회선 공가 충전선의 유도 등이 제일 많으며 다음은 단자접속불량, 록 스위치(Lock Switch) 불량, 또는 오결선, 정정불량으로 원인이 판명된다.

이 부정동작의 원인은 이에 대한 많은 노력을 하여도 인위적인 원인이 아직도 많은 것을 알 수 있으며 앞으로의 신뢰도 향상을 위한 문제점이 어느 정도인지도 나타내 주고 있다.

(2) 사고분석장치

앞에서 설명한 바와 같이 계통에 발생된 사고시 현상의 기록은 사고시의 전력계통의 특성을 알 수 있는 귀중한 자료가 된다.

이러한 사고현상의 자료를 얻기 위하여 최근에는 여러가지 사고기록장치가 활용되고 있으며 그 대표적인 것으로는 ① 자동 오실로그래프 ② 고장시간계 ③ 영상전압계(최대지시 계측기) 등이 있으며 이들 사고기록장치는 Responsibility가 좋아야 하며 순간사고에도 정확히 ·응동하여야 한다.

3. 保護繼電器의 整定

가. 概 要

계전기의 정정이라 함은 계전기의 동작치와 동작시간을 결정하는 것으로서 정상적인 동작을 하기 위해서는 매우 중요한 것이다.

보호계전기에 관련된 여러가지의 부정동작의 원인을 살펴볼 때 정정불량의 경우도 많은 비중을 차지하고 있다.

일반적으로 계전방식의 계획, 시험 등의 업무가 중요함은 말할나위도 없겠으나 정정업무도 이에 못지 않게 중요한 것이며, 더우기 훌륭한 계획과 함께 고급의 계전방식을 적용하였다고 하여도 정정이 잘못되면 사고 발생시 부적당한 동작으로 지금까지의 계획, 공사 및 보수업무가 보람없이 되고 만다.

그러나 정정업무는 별로 외부에 나타나지 않는 업무로서 자칫하면 방치되는 경향이 많아 좀 더 깊은 관심을 가져야만 한다.

나. 整定時의 고려사항

계전기를 정정할 때 고려하여야 할 것은 보호계전기 설치의 목적에서 알 수 있듯이 사고구간을 확실히 검출하고 보다 빨리 전전구간과 분리하도록 하는 것이다.

그러나 이와 같이 간단히 말할 수 있는 사항도 실제계통에 적용하여 계전기를 정정할 경우에는 여러가지 고려하여야 할 사항과 문제점, 제약 등이 있어 매우 복잡하다.

정정업무의 구체적인 업무는 동작치와 동작시간을 결정하는 것이며 이들을 정하는데 있어 기

본적으로 고려해야 할 사항을 들어 보면 다음과 같다.

- (1) 당해 계전기의 목적의 명확화
- (2) 당해 계전기의 보호범위
- (3) 어느 정도 이상을 사고로서 차단시킬 것인가?
- (4) 그와 같은 이상은 보통의 상태에서 발생되지 않는가?
- (5) 가능한한 최단시간에 동작시킬 것
- (6) 계통에 관련된 다른 보호장치들과의 협조 문제는 잘 이루어지고 있는가?

그러면 각항에 대하여 좀 더 자세히 설명하면 다음과 같다.

〈목적의 명확화〉

지극히 당연한 것이지만 정정하는 계전기가 어떠한 목적에 사용될 것인가를 확실히 할 필요가 있다.

- 예를 들어 과전류계전기에 관하여 생각해 보면,
 ○ 전력설비의 과부하 방지를 목적으로 하는 것
 ○ 단락사고를 검출 제거하는 목적으로 하는 것
 ○ 과부하와 단락사고를 모두 검출하고자 하는 것 등

몇가지 목적이 있으며 그 목적에 따라 정정치가 변하며 경우에 따라서는 주어진 계전기로써 소정의 목적을 달성할 수 없는 때도 있다.

그러므로 정정하기 전에 사용목적을 명확히 알아두는 것이 중요하다.

〈보호범위의 명확화〉

다음으로 그 계전기의 보호범위를 명확히 하여야 한다. 즉 보호구간만의 사고를 검출하는 것인지 또는 그 구간은 물론 이웃 구간의 사고까지도 검출해야 하는 것인지 등에 관해서 결정하여야 한다.

이는 보호구간에 따라서 정정치를 변경해야 하기 때문이며, 전원단자에 설치한 과전류 계전기가 전원으로 부터 제 1구간만을 검출 보호케 한다면 사고시에 흐르는 전류가 크므로 동작 텀치

가 높게 조정되어야 하며, 계통의 말단사고까지 검출 보호해야 한다면 적은 말단 고장전류가 흐르게 될 것이므로 이에 충분히 동작할 수 있는 낮은 탭을 선정하여야 한다.

그러나 이 때에 탭의 크기가 너무 작으면 상시전류에도 동작할 우려가 있게 되므로 주의를 요하게 되며 이와 같이 정정에 앞서 보호범위를 명확히 결정함이 중요한 것이라 하겠다.

〈어느 정도의 이상을 사고로서 차단시킬 것인가〉

이것은 정정에 있어서 가장 기본이 되는 사항이라 하겠으나 반드시 모든 경우에 그러하다고 말할 수는 없다.

예를 들면 접지사고 검출용으로 사용되는 영상전압에 의한 과전압 접지계전기에 관하여 생각하면, 이 계전방식은 적용하는 3상회로의 각상의 절연저항의 불평형을 검출하는 것이므로 3상의 절연저항이 동시에 저하하게 되면 아무래도 영상전압은 발생되지 않기 때문에 사고 검출이 곤란하다.

또 2상이 매우 높은 절연저항을 갖고 있을 때, 1상의 저항이 조금만이라도 저하되면 영상전압이 발생, 불필요한 동작을 할 우려도 있다.

이와 같은 것은 계전방식의 원리에 결함이 있는 것이라 하겠지만 어느 정도의 영상전압이 발생되면 접지사고로 볼 것인가는 관계자에게 항상 의문시되는 것이며 명확한 근거를 얻기란 매우 어려우나 통상 경험적인 판단에 의존하고 있다.

그러나 정정을 하는 경우에는 정상상태와 비교해서 어느 정도의 차이가 발생하면 사고로 판정할 것인가에 대하여 분명히 하여야만 한다.

〈이와 같은 이상은 평상시에 발생할 우려는 없는가〉

앞에서 설명한 사고가 발생되면 계전기가 동작하여 회로를 차단하게 된다.

따라서 평소 운전시에 이와 같은 정도의 이상

이 있는가 없는가를 잘 검토해서 결정해야 함은 물론이나 여기서도 사고상태와 정상상태를 구별하기 힘든 경우가 많이 있으며, 예를 들어 전기로 등은 가동중에 아크로 단락되어 있기 때문에 단락사고와 같은 전류가 흘러 전류치 만으로는 사고인지 정상인지 알 수 없게 된다.

그러나 여러 측면에서 볼 때 단락사고와 같은 현상은 정상운전중에 있을 수 없고 어딘가에 틀린 점이 있게 되며 이런 상이점을 찾아서 정상운전이 오동작되지 않도록 별도의 고려를 하지 않으면 안된다.

〈최단시간에 동작시킬 것〉

계전기는 사고를 검출하면 사고점의 손상을 최대한으로 줄이고 또 건전계통에 주는 영향을 감소시키기 위해 가능한 한 신속히 회로를 차단하여 분리시켜야만 한다.

따라서 계전기의 동작시간을 가장 빠르게 정정하는 것이 바람직한 방법이 되겠으나 반드시 그러하지는 않다.

예를 들어 보면 회선선택계전기 또는 차동계전기와 같이 자기 보호구간 이외의 사고에는 동작하지 않는 형식의 것에는 동작시간을 항상 최단시간으로 조정해도 좋겠으나 과전류 계전기와 같이 사고지점이 자기 보호구간 밖인데도 동작할 수 있는 것들은 인접한 다른 계전기시간에 동작시간을 협조시켜 조정해야 하므로 꼭 최단시간으로 정정할 수는 없게 된다.

특히 여기서 주의해야 할 것은 단락사고시 계통 안정도에 관한 것으로서 사고점이 명확히 선택 차단되었다 하더라도 고장제거 시간이 길어서 건전계통에 요란이 발생되게 되면 보호계전기로서의 역할이 완전하지 못하므로 이와 같은 점이 예상되는 곳에는 계전방식을 변경해서라도 고속도 차단을 할 수 있도록 해야 하겠다.

〈계통과 관련된 협조문제〉

전력계통은 전원측에서부터 수용가에 이르기까지 발전기, 송전선, 변압 기능을 주체로 한 많

은 전력설비로 구성되며, 이 설비 등은 여러가지 보호계전기에 의하여 보호되고 있다.

여기서 계통의 어딘가에 사고가 발생하면 그 사고구간 또는 고장설비만을 계통으로부터 신속히 분리하여 연결되었던 계통에 파급되지 않도록 계통에 관련한 일련의 협조동작이 유지되도록 조정되어야 한다.

물론 앞에서 설명한 각 항의 내용에서도 이 점을 고려하고 있지만 특히 강조되어야 할 것은 전력계통은 항상 상태가 변동되고 있으므로 예를 들면 2회선 송전선에 1회선이 작업으로 정지되어 있다든지 하는 것 등이며 이러한 것들 이외에 전원측 발전기의 대수가 증가되어 단락용량이 변동되거나 하면 이러한 상태에서는 한가지 경우만으로 고려하기 어렵고 복잡한 사항들이다.

따라서 정정을 하는 관계치는 가능한 한 이러한 사항들을 모두 고려하여 조정하여야 하겠다.

그러나 때에 따라서는 어떤 변동사항으로 말미암아 계전기의 정정치도 변경해야만 하는 경우가 있으며 이러한 것은 사전에 관련부서와 잘 협의하여 정확한 변동사항을 제공받아 즉시 변경 조정할 수 있어야 하며 또한 이러한 체제를 구성할 필요가 있다.

이를 요약하면 계전기는 전력계통의 보호가 목적인 바 전항에서 설명한 계통안정도 유지는 물론 전력계통의 특성을 충분히 고려해서 단순한 사고 제거로 그치지 말고 계통의 안정을 침해하지 않도록 고려해야 함은 계전기를 다루는 관계자들이 갖추어야 할 기본적인 사항이며 또한 매우 중요한 사항이다.

다. 整定時의 주의사항

대부분의 계전기는 동작치를 정하여 주는 탭과 동작시간을 조정할 수 있는 시한 레버를 갖고 있으며 실제의 계전기 정정이라 함은 이 탭과 시한 레버를 선정하는 것으로서, 앞에서는 정정시 고려해야 할 사항들을 개괄적으로 소개하였으나 여기서는 이들에 대한 좀 더 구체적인 점

에 대하여 살펴 보기로 하고 편의상 계전기를 다음과 같이 2종류로 분류하여 설명하기로 한다.

〈전류에 의해 동작하는 계전기〉

과부하 또는 과전류를 검출하는 계전기로 정정시 유의사항을 들어보면 과부하 검출에는 두가지 방법이 있다.

그 하나는 대상으로 하는 설비의 허용한도를 넘는 과전류를 검출하여 차단시키는 것이며, 다른 하나는 정격전류를 조금이라도 초과하면 즉시 이를 검출하여 경보를 발하는 것을 원칙으로 하고 이에 대한 조치는 운선원에게 맡기는 방법이다.

먼저 소개한 방법은 전동기의 기동시와 같이 순간적으로는 허용치를 훨씬 넘지만 시간이 경과하면 곧 감쇠하는 것과 또는 이와 비슷한 상태를 반복 조작하는 설비에 대하여 많이 적용되며 이때 주의해야 할 것은 보호대상 설비의 과부하 그리고 시한특성을 정확히 파악해야 하며 일반적인 의미에서의 과부하 허용시간과는 다른 것으로서 정격전류를 초과했다고 하여 곧 이를 차단할 필요는 없는 것이다.

이 과부하 시한특성은 각 설비마다 크게 다른 것도 있어 일률적으로 정할 수 없는 바 이 점을 사전에 잘 검토해서 해당설비의 특성에 적합한 계전기를 선정해야 하겠다.

한편 두번째 방법은 송전선의 과부하 보호에서와 같이 과부하의 정도 및 양상이 가지각색인 것은 과부하가 되었다 하여 이를 즉시 차단하는 것보다 먼저 부하의 일부를 제한하느냐 또는 발전력을 감소시켜서 전류를 정격 이하로 감소시키느냐를 검토 조치하는 것이 보다 바람직하다고 하겠다.

따라서 이러한 경우의 계전기 정정은 일단 정격전류를 초과하면 동작하되 경보만을 발하도록 하고 지나친 과부하라면 운선원의 조치여유가 없으므로 직접 자동으로 차단되도록 고려함이 바람직하겠다.

〈전압에 의해 동작하는 계전기〉

전압으로 동작하는 계전기에는 과전압 또는 부족전압계전기와 영상 전압에 의해 동작하는 과전압접지계전기 등이 있으며 이들에 공통적인 사항은 계전기 자신이 사고구간을 선택할 능력을 갖지 못하는 것이며 따라서 후비보호용 또는 사고확인용으로 흔히 사용되며 그 외에는 경보용이 있다.

후비보호용으로 사용되는 경우에는 앞에서 말한 바와 같이 이상상승 또는 전압의 저하, 영상 전압의 발생 등을 검출하기 때문에 사고구간을 정확히 선택할 수 있는 능력이 없다.

그러나 극히 단순한 동작원리로 동작되므로 안전성이 매우 높으며, 대표적인 것으로 영상과전압계전기 및 부족전압계전기가 있으며, 이들의 정정시 유의해야 할 점은 다음과 같다.

영상전압계전기는 지락사고를 검출할 목적으로 후비보호 또는 최종단 보호에 사용되므로 전원측 단자에 설치되는 것이 보통이다.

동작치는 완전지락 사고시 발생하는 영상전압의 30% 정도로 하는 수가 많으며 이 30%에 대한 정확한 근거는 없으나 사고의 실적 통계로 볼 때 영상전압이 30% 이하는 사고가 별로 없으며 또 동작치를 30%로 하면 발생빈도가 가장 많은 영상전압이 60% 이상인 사고에서 확실히 동작할 수 있도록 하기 위한 것이다.

따라서 전력계통의 실패에 맞추어야 하므로 반드시 30%를 일률적으로 적용할 수는 없으며 지락사고의 실패에 맞추어 적용되어야 하겠다.

한편 동작시간에 있어서도 후비보호이므로 그 계통에 사용되고 있는 주보호용 지락계전기중 가장 긴 동작시간보다 짧게 할 필요가 있으며 특히 영상전압이 30% 정도인 불완전 지락사고로부터 100% 완전지락까지 전체를 통한 시간협조를 이루어야 한다는 것이다.

선간전압에 의해 동작하는 부족전압계전기는 지락과전압계전기와 거의 같은 실정이나 특히 다른 점은 영상회로는 변압기에 의하여 분리되

는 수가 대부분이나 정상회로는 변압기로 구분되지 않아 지락사고보다 광범위에 걸친 단락계전기와외의 동작협조를 해야 한다는 점이다.

라. 일반적인 整定基準

이상과 같이 간단한 유의사항만을 설명하였으나 실제계통에서 적용하는 경우는 보다 복잡한 요소가 많아 일률적으로 설명하기 어려워 다음과 같이 일반적으로 적용하는 정정기준을 수록하였다(표 1 참조).

마. 整定變更時의 주의사항

계전기의 정정 변경은 그 계통의 특성, 용도 또는 중요도의 변화(예를 들면 단순한 연락선에서 전원계통으로 되었을 경우, 설비용량이나 부하용량이 변화했을 경우 또는 중요 부하공급원으로의 접속변경 등) 등에 의해 보호하여야 할 기기의 운전상태가 변경되는 수가 많으므로 다음에 기술하는 바와 같이 세심한 주의를 기울여야 하야 한다.

(1) 전류계전기의 정정변경은 예비 탭을 사용하며, 예비 탭을 새로운 정정값으로 정정한 다음 구 정정 탭을 제거한다.

(2) 계전기의 탭을 변경할 경우 드라이버는 치수가 볼트 머리에 맞는 것을 사용하여야 하며, 나사를 너무 세게 조여서 나사나 볼트 머리가 부러지거나 헐거워져 접촉불량이 생기지 않게 주의해야 한다.

(3) 유도원판형의 시한 정정 레버를 변경할 경우에는 원판 회전에 주의하면서 서서히 변경시킨다. 원판에 손을 접촉시켜서 베어링 등에 무리한 힘을 가하지 아니하도록 하여야 한다.

(4) 최소 레버로 하고자 할 때에는 점점에 주의하고 진동시켜 보아 동작하지 아니하는 것을 확인하여야 한다.

(5) 기타 PT회로를 단락시키거나 CT 회로를 통전중에 개방하여 계전기가 오동작하거나 과전압이 발생하는 등 중대한 사고를 유발시킬 수 있으므로 주의하여야만 한다.

(표 1) 보호계전기의 정정 예

계전기의종류	설치개소	용도	동작정정값	한시정정값	비고
가					
과전류계전기	송전선 배전선	단락보호 (병행송전선의 후비보호용은 1회선이 되었을 경우를 생각하여 정정한다.)	선로 및 부속장치의 허용전류 최소값에 대하여 150% 이상. 다만 下記點에 주의할 것. (1) 전압억제부인 것은 여제전압의 80% 값으로 정정한다. (2) 배전선인 경우 말단의 고장전류라도 동작할 수 없도록 고려한다.	(1) 고압전선로는 0.2초 이하 (2) 계통말단부터의 단수불생각하여 말단에서 단락이 생겼을 경우 각단이 소정시간의 간격이 있도록 한시를 정정한다.	過負荷의 우려가 있는線路 또는 動搖負荷가 있는線路에 있어서는 動作整定値를 左記의 값이 상으로 해도 된다.
	변압기 1차, 2차, 3차	단락 후비보호	성격전류의 160% (Z규격의 변압기는 150%)	계통말단부터의 단수불생각하여 말단에서 단락이 생겼을 경우 각단이 소정시간의 간격이 있도록 한시를 정정한다.	
	발전기 조상기	차동계전기가 없을 경우의 단락후비보호	성격전류의 150%	발전기 또는 조상기에서 유출하는 고장전류로 0.6초 이상. 발전기 또는 조상기에 유입하는 고장전류로 0.6초 이하	
	발전기, 조상기	차동계전기가 있을 경우의 단락후비보호	성격전류의 150%	송전선로의 과전류계전기에 준한다.	
과전류계전기	電力用 콘덴서, 分路리액터	단락보호	성격전류의 150%	0.2초	
	모선연락	過負荷 및 短絡保護	모선 및 부속장치의 최소허용전류의 200%	2초 이상	母線保護繼電器를 使用했을 경우에는 그러치 않다.
방향단락계전기	송전선	단락보호 (병행송전선의 후비보호용은 1회선이 되었을 경우를 생각하여 정정한다.)	송전선로의 과전류지락 계전기에 준한다. 다만 전력형인 경우는 영상전압 최대값으로 정정한다.	송전선의 과전류계전기에 준한다.	送電線路의 過電流繼電器에 準한다.
선택단락계전기	병행송전선	고장외선 선택단락보호	선로 및 부속선비의 최소허용전류의 120 ~ 150%. 다만 전압억제부인 것은 억제전압 80%의 값으로 정정한다.	0.2초 이하	(3) 3端子以上の 경우 1端子라고장으로 直列트립시에 부하전류의 融入으로 인해 오동작 하지 않을 것. (2) 불평형분기가 있을 경우에는 분기개소의 變壓器 2次側 외 고장으로 오동작하지 않을 것.
과전류지락계전기	송전선	지락보호 (병행송전선의 후비보호용은 1회선이 되었을 경우를 생각하여 정정한다.)	송전선로의 간류전류대지중전류 및 번류기의 특성불일치 등으로 인하여 오동작하지 않는 범위에서 최소로 한다.	系統末端부터의 段數를 고려하여 畵段은 소정의 시간간격이 있도록 한시를 정정한다.	
	電力用 콘덴서, 分路리액터	기기지락보호	동 상	0.2초	
	발전기, 조상기의 중성점접지장치	지락후비보호	중성점접지장치정전류의 30%	3초	
	변압기 중성점접지장치 직접접지변압기의 중성점	동 상 지락후비보호	동 상 200A 이상	동 상 6초 2초	
방향지락계전기	송전선	지락보호 (병행송전선의 후비보호용은 1회선이 되었을 경우를 생각하여 정정한다.)	송전선로의 과전류지락계전기에 준한다. 다만 전력형인 경우에는 영상전압 최대값에서 정정한다.	送電線路의 過電流繼電器에 準한다.	캐리어릴레이方式 및 파일릿 와이어 릴레이方式의 경우 외부 방향계전기의 動作整定값은 內部方向繼電器의 動作整定값의 70%이하로 한다.
	배전선	지락보호	지락전류(유료분) 100mA 이하	즉시	과전압지락계전기와 조합하여 사용하며, 과전압지락계전기로 한시 정정한다.
	비접지계발전기	권선지락보호	동 상	동 상	
선택지락계전기	병행송전선	고장외선택지락보호	송전선로의 과전류지락계전기에 준한다. 다만 전력형인 경우에는 영상전압 최대값에서 정정한다.	0.2초 이하	
	변압기	중간단락보호	평상시의 불평형전류를 측정하여 위고장전류의 분과로 오동작하지 않는 범위에서 최소값으로 한다.	즉시	

계전기의종류	설치개소	용도	동작정정값	한시정정값	비고
차동계전기	발전기, 조상기	상간단락, 중간단락 및 권선지락보호	동상	비차동인 것은 限時 비율차동이 아닌 것은 0.4초 이하	
과전압지락계전기	송전선	지락검출 (방향지락계전기 또는 과전류지락계전기와 組合使用)	최대영상전압의 30%이하	0.1초이하, 다만 순시 요소로서 사용할 경우에는 이들 계전기의 한시에 따른다.	
	모전중성점	지락후비보호 (NR접지계)	최대영상전압의 30%	NR 접지개소 5초 비접지개소 4초	(1)中性點接地箇所와 비접지개소의 整定差를 1초로한다.
		지락후비보호 (PC접지계)	최대영상전압의 30%	pC 접지개소 NR부입 후 5초 비접지개소 NR부입 후 4초	(2)주계전기는 限時動作限時復歸形式으로하고, 한시계전기와의組合하여使用함.
		常時NR을 병용하고 있을 경우의 NR개방	동상	즉시	(3)동일계통에서 PC 설치개소가 2개 이상인 경우에는 NP 부입시간을 맞출것
		영구지락시 NR부입	동상	1초 이상	
		이상전압발생시 PC개방, NR부입용	최대영상전압의 130%	즉시	(4)비접지계는 저항 접지계의 비접지개소에 준한다.
	경보	최대영상전압의 30%	0.2초 이상		
	배전길	방향지락계전기와 組合하여 사용	동상	1.5초	주변압기 3차측에 調相設備 辨인 경우
	배전용모선	경보	최대영상전압의 30%	4초	
	변압기 3차	지락후비보호	최대영상전압의 30%	3초	
조상설비지락보호		동상	1초		
발전기	경보	동상	2.2초 이하		
	지락보호	동상	3초		
自動오실로	오실로起動	동상	즉시		
부족전압계전기	송전선	지락검출	정격전압의 70%이하	즉시	
	모선	동상	동상	동상	
		단락후비보호	동상	3초	
		PC(停用 NR投入)	정격전압의 80%이하	즉시	
		全停止遮斷器開放	동상 70%이하	10초	
	경보	동상 70%	0.2초 이하		
	송전선로의 과전류계전기에 준한다.	전압이 회복했을 때의 突流防止	정격전류의 70%	2초	
電力用콘덴서, 分路리액터	단락후비보호	동상 70%	2초		
自動오실로	오실로起動	동상 75~85%	즉시		
과전압계전기	발전기, 조상기, 電力用콘덴서, 分路리액터	과전압보호	동상 130%	2초 이하	
	배전용모선	경보	동상	동상	

〈표 2〉 특고수용가의 보호계전기의 정정기준

계전기의종류	설치개소	용도	동작정정값	한시정정값	비고
과전류계전기	140 KV 이상의 수전선	일반부하	계약최대전력의 150~170%	주변압기 2차속단락 고장으로 1초이하	원칙으로서 左記整定값의 범위내에서 정정하는데, 변동부하로 左記범위를 넘을 경우에는 전원설비 및 다른 수용가에 영향이 미치지 않는 범위에서 정정값을 결정하기로 한다.
		변동부하	동상의 200~250%		
과전압지락계전기	60 KV 이하의 수전선	일반부하	계약최대전력의 150~170%	주변압기 2차속단락 고장으로 0.6초이하	
		변동부하	동상의 200~250%		
과전압지락계전기	수전선	지락번호	변류기의 特性不一致 등으로 인하여動作하지 않는 범위에서 最小로 한다.	0.02초	
역전력계전기	수전선	전력의 역송방지	병렬발전기정격전류의 20%이하	0.05초이하	
과전류지락계전기	수전선 또는 母線	지락보호	최대영상전압의 30%	비접지개소와 같은 정정으로 한다.	自家用發電機가 있을 경우

4. 現場에서의 檢査

가. 概 要

계전기의 성능을 항상 만족할 만한 상태로 유지해 두기 위해서 계전기를 설치한 후 정기적으로 보수, 점검을 충분히 해둘 필요가 있다.

따라서 가능하면 매년 번개가 많이 발생하는 시기 이전에 점검하고 동작의 양, 부를 확인하는 것이 좋으며, 기타 시기에 대해서는 공장의 시험 데이터, 설치 조정시험시의 데이터가 증거가 된다.

그리고 계전기가 동작한 후에 행해지는 시험도 있다. 이것은 고장 발생시 계전기의 오동작이나 오부동작이라고 생각되는 경우에는 체크하고 그 원인을 확인하여야 하는데, 보통 계전기에 이상이 없고 계통의 고장조건이 그 계전방식을 설치할 때에 생각하지 못하였던 어떠한 원인에 있었다는 결론에 도달하는 경우가 많다.

이상과 같이 항상 이상을 검출하고 신속하게 계전기의 책무를 수행할 수 있도록 하기 위하여 계전기의 상태를 정기적으로 검사, 시험하여 신뢰도를 높이고 안전한 운전에 만전을 기하여야 할 것이며, 또한 계전기의 사용상태 또는 사용조건의 관리도 충분히 고려되어야 한다.

나. 繼電器의 사용상태

계전기의 사용상태는 특별히 지정하지 않는 한 다음의 상태에서 사용하는 것이 적당하다.

- (1) 주위온도는 -10°C 이상 40°C 이하이며
- (2) 표고는 1,000m 이하에 설치하여야 한다.
- (3) 이상진동, 충격 및 경사, 자계를 받지 않는 상태가 되어야 하며
- (4) 유해한 연기, 가스, 염분, 과도한 습기, 물방울, 증기, 과도한 먼지, 폭발성 가스, 비, 바람, 빙설이 있는 장소에서는 사용을 하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- (5) 제어전원은 정격의 $+10\% \sim -15\%$ 이내이며

(6) 주파수 변동은 정격주파수의 $\pm 5\%$ 이내에 사용하는 것을 표준으로 한다.

다. 繼電器의 일반적인 시험 준비사항

현장에서 시험할 경우의 일반적인 시험 준비사항은 다음과 같다.

(1) 시험의 목적을 인식하고 시험시방서 또는 전회의 시험 데이터 등을 잘 보고 접속도에 따라 시험회로를 충분히 체크하며, 시험항목, 시험방법 등을 구체적으로 연구한 후 그것에 필요한 기재를 준비한다.

이때 시험방법 및 시험을 위한 조작방법을 구체적으로 기록해 두고 실제 조작중에는 생각하지 않아도 되도록 준비한다.

(2) 시험환경은 20°C 전후의 온도에서 먼지가 적은 장소를 선정하고 접점과 접촉할 경우에는 청결한 장갑을 끼고 얼룩으로 인하여 접촉불량이 일어나지 않도록 주의해야 한다.

(3) 시험용 전원은 교류의 경우 정격주파수를 가능한 한 정현파에 가까운 전원을 사용할 필요가 있으며 시험 데이터에는 반드시 사용기기, 전원, 계측기, 주위조건 등을 기입하고 후일의 시험 데이터가 앞의 경우와 상이하더라도 그 원인을 찾을 수 있도록 전회의 시험상태를 그대로 재현할 수 있는 기록이 필요하다.

(4) 시험 데이터는 그래프 용지 등에 깨끗하여 재빨리 이상을 찾아 내어 원인을 살필 수 있도록 하는 것이 좋다.

(5) 시험설비의 회로에 대해 충분히 이해한 후 사용하여야 한다. 즉, 측정기의 부담, 시험설비에 사용되는 변압기, 위상기의 원리, 포화특성, 측정기의 측정범위 등 보통 전기 측정상의 주의사항 등을 고려하여 사용하여야 한다.

(6) 보수, 점검시험시에는 운전중의 것을 회로에서 제거할 때 미스 트립(Miss Trip)이나 CT 회로의 개방 위험이 있으므로 충분한 주의가 필요하다.

즉, 트립 록(Trip Lock)한 후 계전기에의 CT 회로를 단락하고 그 후에 제거하여야 한다.

(7) 동작시험 이전에 구조 및 기구에 대한 체크를 할 필요가 있다. 즉, 억제 스프링의 비틀림이나 접점 갭의 간격, 단자정정판의 부품설치용 나사못은 충분히 조였는가? 가동부분을 손으로 가볍게 동작시켰을 때 원활하게 원위치로 복귀하는가? 접점의 접촉상태는 양호한가? 한시 레버의 위치를 0으로 하였을 때 접점의 위치는 정상인가? 그리고 최대눈금으로 하였을 때 접점이 원활하게 그 점까지 복귀하는가? 보조계전기의 동작은 원활하며 표시기가 원활하게 낙하되는가? 절연저항 등 절연상태는 양호한가 등을 체크할 필요가 있다.

라. 繼電器의 시험방법

계전기의 시험항목중 현장에서 보수 점검할 때의 시험항목과 시험방법을 살펴보기로 한다.

(1) 구조시험

앞의 다의 7개 항에서 설명한 것과 같은 사항들을 동작시험 이전에 체크하여 계전기의 상태를 점검한다.

(2) 최소동작치시험

동작치시험은 계전기가 정자세에서 소정의 책무를 수행하는 데 필요한 전압, 전류, 전력 등의 어떠한 값에 가동부가 움직이기 시작하여 동작하는 과정을 시험하는 것으로서, 아래의 식으로서 동작치 오차를 표시한다.

$$\frac{\text{공칭치} - \text{실측치}}{\text{공칭치}} \times 100\%$$

(3) Floating 시험

계전기의 가동부가 동작 또는 복귀하는 도중에 정지하여 계전기의 동작상태가 불안정하게 되는 현상을 막기 위하여 시험정정 레버 10/10~1/10 어디에서나 원판이 회전하기 시작하는 가장 적은 전류를 찾아내기 위한 시험으로서 아래의 식으로 오차를 계산한다.

$$\frac{\text{실측치} - \text{공칭치}}{\text{공칭치}} \times 100\%$$

(4) 위상특성시험

전력계전기에만 적용하며 계전기의 전압 코일

에 정격전압을 인가하고 전류 코일에 흐르는 전류의 위상을 변화시켜 최소로 동작하는 전류를 구하여 위상특성을 찾아낸다.

(5) 동작시간시험

정정값 이상 또는 이하의 전압, 전류를 흘려서 동작원판이 회전하기 시작한 후 주접점을 닫기까지의 시간을 측정하는 시험으로서 동작시간의 오차시험과 동작시간 정정 레버 위치에 대해 시험하며 그 특성은 계전기의 종류에 따라 차이가 있으므로 각종 규격이나 메이커의 공칭치를 참고하여야 한다.

(6) 복귀시험

이것은 계전기의 접점이 닫히고 전압, 전류, 전력 등이 차단되면 계전기는 회전력을 상실하고 스프링에 의해서 원위치로 복귀한다.

따라서 가동접점이 폐로상태에서 본래의 기동위치까지 복귀하는 시간을 측정하며 통상 최장다이얼에 대하여 시험한다.

(7) 보조접촉기 및 동작표시기시험

이것은 통상 플랜저형 또는 힌지형 직류 보조계전기로서 먼저 수동에 의해서 동작이 원활한가를 조사하고 그 후 규정된 정격전류 또는 전압을 흘려서 동작하는가를 확인한다.

다음에는 주계전기와의 연동으로 주계전기의 접점이 닫힘과 동시에 보조접촉기가 자기유지하는가를 확인하면 된다.

그리고 동작표시기는 고장의 형태를 나타낼 수 있어야 한다.

× .. × ×

보호계전기가 전력계통 구성에 있어서 빠수 없는 요소가 됨에 따라 보호계전기의 운용과 보수·점검이 전력계통의 운용상 차지하는 위치가 극히 중대하게 되었으며, 보호계전기의 취급에서의 약간의 부주의나 운영, 정정, 적용 등의 잘못이 중대한 사고를 초래하거나 광범위한 정전사고를 야기시키는 원인이 되고 있다.

이와 같은 것을 생각해서 보호계전기의 운영, 보수, 점검에 종사하는 관계자는 그 중요성을 충분히 인식하여야만 한다.