

高圧 地絡継電器의 不必要한 動作防止對策 및 그 原因

고압 지락계전기(이하 「GR」이라 한다)는 파급사고방지에 유효하기 때문에 각 방면에서 그 설치가 권장되고 있으며 앞으로 더욱 많이 설치될 것으로 전망된다. 그러나 한편에서는 이 GR가 원인불명으로 동작하여 정전이 되는 수도 많아졌고 이 대책은 중요한 과제로 되어 왔다. 특히 앞으로는 GR의 검출기인 영상변류기의 설치위치가 큐비클 등의 내부에서 1호주상으로 이행될 것으로 예측되는데 이미 이 방식을 도입하고 있는 지역에서의 GR의 원인 불명동작이 비교적 많다는 것도 이와 같은 GR의 동작에 의한 정전은 더욱 증가될 것이다. 이 원인불명동작은 대부분의 경우 재현성이 없기 때문에 원인의 파악을 할 수 없는데 그 대부분은 불필요동작으로 추정된다. 이같은 불필요동작이란 구내에 지락 사고가 발생하지 않았음에도 불구하고 구내 대지정전용량에 의거한 영상전류, 전파, 유도전압, GR 특성 열화 등에 의하여 GR가 동작하는 것을 말한다.

1. GR 不必要動作의 要因

다음에 GR불필요동작의 대표적인 사례를 소개하고 그 요인을 설명한다.

(1) GR의 慣性 特性不良에 의한 動作事例

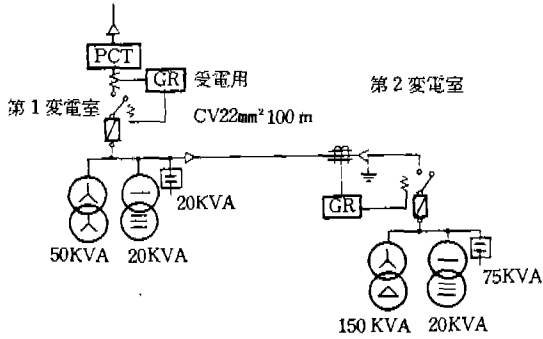
배전계통의 사고에 의하여 부근 일대가 정전되었다. 곧 복구되었는데 A수용가는 정전상태 그대로였다. 조사한 결과 GR가 동작하고 있었다. 고압기기의 절연저항은 양호했고 외관점점의 결과도 이상이 인정되지 않았으므로 GR의 불필요 동작으로 판단하여 차단기를 투입했다. 이 때 차단기의 入, 切 동작을 수회 되풀이한 결과 차단기 투입시에 GR가 동작하는 수가 있었다. 거기서 GR의 동작 한계시간 (GR 整定電流의 130% 및 400%의 시험전류에서 GR을 동작시키는데 필요한 최소의 시험전류 인가 시간)을 조사한 결과 GR의 정정전류의 400%의 전류를 0.02초간 인가하는 것만으로 동작하여 관성특성불량이었다(양호한 것은 0.05초 인가로 부동작)

따라서 이 수용가의 GR는 관성 특성불량이었기 때문에 재송전시 영상전류 또는 GR전원의 전압 인가에 의하여 동작한 것으로 판단되었다.

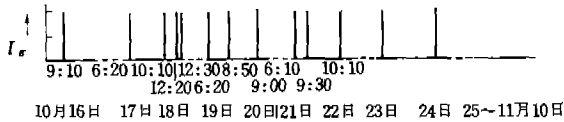
(2) 構內 充電電流에 의한 不必要動作으로 추정되는 事例

그림 1 과 같은 회로의 수용가에서 제 1 변전실 수 전용 GR 및 제 2 변전실의 GR가 모두 빈번하게 동작했다. 고압전로의 절연저항치는 충분히 크고 외관 점점의 결과도 특별한 이상은 인정할 수 없었으므로 감도정정치를 200mA에서 400mA로 변경했는데 그래도 동작은 정지되지 않았다. 거기서 일시적으로 GR가 동작해도 부하개폐기가 개동작을 하지 않도록 트립 회로를 끊고 기록계를 사용하여 지락전류를 계측한 결과 빈번하게 지락전류가 발생하고 있다는 것을 알 수 있었다(그림 2).

거기서 배전계통에서 간헐지락이 발생하여 구내 대지정전용량에 의거한 영상전류를 검출하고 있는 것으로 판단하여 전력회사에 조사를 의뢰한 결과 배



〈그림-1〉 單線結線圖



〈그림-2〉 零相電流配線結果

전선에서 점퍼선이 바람에 흔들려 때때로 간헐 아크 지락이 발생한 것으로 판명 되었다. 지락장소를 보수한 후에는 GR의 동작이 없어졌다. 당해 수용가의 3800V 인가시의 충전전류는 대지 정전용량에서 계산하면 100~120mA 정도인데 400mA 탭에서 동작한 것은 고조파성분에 의한 것으로 추정된다.

(3) 誘導雷에 의하여 동작한 것으로 추정되는 事例

雷 발생시에 GR 동작에 의한 정전이 발생했으므로 현장의 고압기기를 조사한 결과에 의해 雷에 의한 피해는 인정할 수 없었다. 절연저항은 2MΩ로 저하되고 있었으므로 청소를 했는데 이 이상으로는 회복되지 않았으므로 부득이 차단기를 투입하여 송전했다.

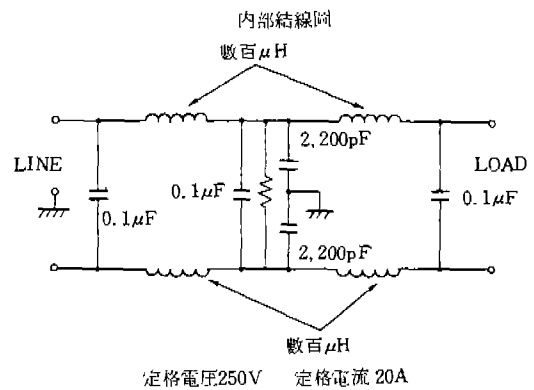
당초에는 우수의 침입에 의한 동작으로 생각하여 이것을 일시적으로 방지하기 위해 큐비클의 환기공을 외측에서 막는 작업을 실시했는데 雷光과 함께 GR가 다시 동작했다. 이같은 것이 2회 계속되었다. 雷光이 강한 때에는 GR가 동작하고 약한 때에는 동작하지 않았다. 당해 수용가는 피뢰기를 시설하지 않았으며 이로 인하여 유도뢰에 의하여 절연 레벨이 낮은 곳에서 플래시오버 되어 續流가 흘러 GR가 동작(적정동작)한 것으로도 생각할 수 있다.

(4) 無線通信用 電波에 의하여 동작한 것으로 추정되는 事例

대형 냉장차가 구내에 들어 왔을 때에 한해서 1호주상의 GR부속 개폐기가 동작하는 상황이었다. 이 냉장차에는 27MHz, 600W라는 대출력의 무선기를 탑재하고 있었다. 이 무선기를 1호주에서 30m 떨어진 위치에서 사용한 결과 사용할 때마다 GR가 동작했다. 이 대책으로서 ZCT의 2차 배선에 실드선을 사용한 결과 동작하지 않게 되었다.

(5) 電氣메스에 의한 動作 事例

어떤 병원에서의 사례인데 전기 메스를 사용하면 GR가 동작했다. 여기서 대책으로서 전기 메스의 전원회로에 그림 3과 같은 필터를 부착한 결과 GR의 동작은 완전히 없어졌다. 원인은 전기 메스에서 발생하는 고주파전류(4.6MHz)가 전원회로에 플러이에 의하여 GR가 동작한 것으로 추정된다.



〈그림-3〉 필터回路

(6) 靜電誘導로 感電電流가 저하된 事例

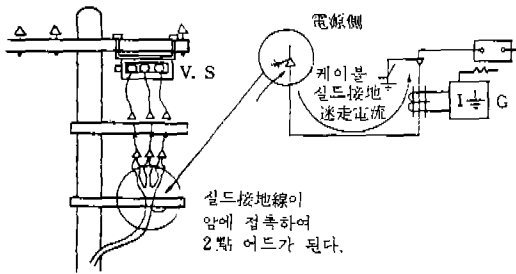
GR는 DGR인데 시공에서 ZCT 2차 전류용 전선 K, L 동 시험용 전선 K_t, L_t 및 영상전압용 전선 Y₁, Y₂, 동 시험용 전선, T, E의 계 8개가 4심케이블 2개로 약 300m 부설되었다. DGR의 시험에서는 T-E간에 시험전압 570V를 인가하는데 이 전압이 K, L 배선에 정전유도되어 출하시험에서 200mA 동작의 것이 현장시험에서는 90mA에서 동작했다. 여기서 T, E 배선을 이 케이블이 아니고 별도의 배선으로 하여 시험한 결과 정상치로 되었다.

(7) 케이블 차폐층 接地線에 迷走電流層이 흘러 動作한 例

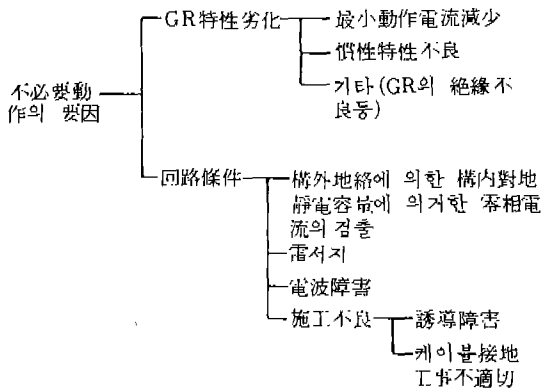
그림 4와 같이 케이블의 전원측과 부하측의 양쪽에서 차폐층의 접지를 했다. 이로 인하여 지하전로의 지락전류가 케이블의 차폐층을 경유하여 흘러 이것을 ZCT가 검출하여 GR가 동작했다.

이상의 사례 외에 GR내부의 트랜지스터의 열열화에 의하여 온도가 상승하는 주간에 GR가 잘 동작하는 사례, GR의 프린트 기판에 발생한 녹에 의하여 우천시에는 GR가 동작하는 사례 등이 있으며 이들의 사례 분석에서 불필요동작의 요인은 GR 특성열화, 구외 지락에 의한 구내 대지정전용량에 의거한 영상전류의 검출, 雷서지, 전파장해, 유도장해, 접지공사 부적절 등을 생각할 수 있다(그림 5).

2. 實驗에 의한 GR 不必要動作 原因의 分析과 對策



(그림-4) 케이블의 2點 接地



(그림-5) 不必要動作의 要因

불필요동작의 요인에 대해서는 정량적인 분석을 하기 위해 GR 동작한계시간의 측정, 인공지락시의 GR동작시험, GR의 고조파에 대한 동작특성 측정 인공落雷실험, 雷인펄스에 의한 GR 영향실험, 전파무반사실 TEM 셀에 의한 GR 동작시험, 정전, 전자유도실험 등의 각종 실험(표-1)을 하여 이들의 결과를 기초로 다음과 같이 요인별의 대책을 소개한다.

- ① 관성 특성의 변화에 의한 불필요동작과 그 대책
- ② 구외 지락에 의한 구내 대지정전 용량에 의거한 영상전류의 검출동작과 그 대책
- ③ 雷서지에 의한 불필요동작과 그 대책
- ④ 전파장해에 의한 불필요동작과 그 대책
- ⑤ 유도장해에 의한 불필요동작과 그대책

2-1 慣性 特性의 變化에 의한 不必要 動作과 그 對策

원인불명으로 동작한 GR21대 및 불필요동작이 발생하지 않은 GR31대에 대하여 동작한계시간을 측정한 결과 원인불명으로 동작한 GR중 6대(30%)가 0.05초 이하였고 관성 특성불량이었다. 불필요동작이 발생하지 않은 GR는 모두 소정의 값보다 크고(0.08~0.28초) 정상이었다. 이 사실에서 관성 특성(주)의 불량률이 불필요동작의 한 원인이 되고 있다는 것을 알 수 있었다.

따라서 GR의 정기적인 동작시험에 더하여 이 관성 특성을 확인하고 특성 불량률의 조기 발견에 노력하는 것이 중요하다.

2-2 構外 地絡에 의한 構內 對地 靜電容量에 의거한 零相電流의 檢出動作과 그 對策

GR는 영상전류의 크기에 의해서만 동작하는 비방향성의 것이다. 따라서 구내(GR의 보호범위)의 대지정전용량이 큰 경우에는 구외의 지락사고 시의 GR의 검출용 ZCT를 통하여 흘러 나오는 구내 정전용량에 의거한 영상전류(그림 6)가 GR의 感度電

(주) 관성특성이란 GR을 정격전류로 정정하여 정정전류의 130%, 400%의 시험전류를 50ms 흐르게 한 경우에 GR가 동작하지 않는 것을 말한다(KS C4601)

流 이상이 되면 불필요동작을 하는 수가 있다.

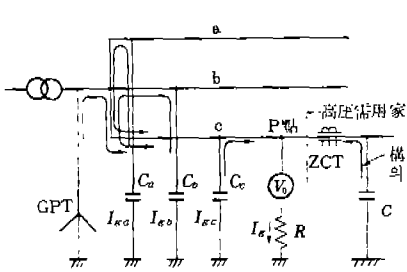
필요동작을 하지 않는다고는 할 수 없다.

또한 지락의 형태에 따라서는 지락전류에 고조파가 포함되므로 계산상의 영상전류가 작다고 해서 불

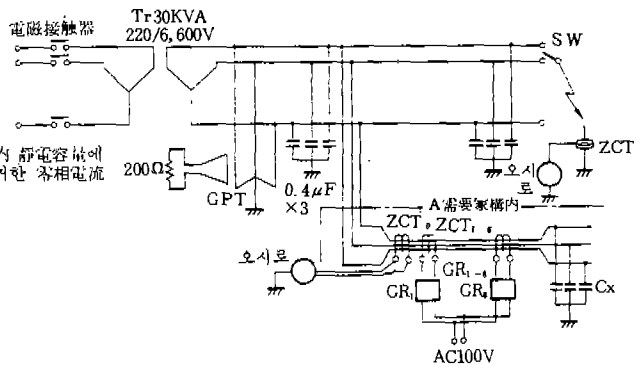
① 여러 가지의 지락을 발생시키고 대지 정전용량과 GR의 동작을 확인하는 실험 (인공지락실험)

〈표-1〉 實驗의 目的

불필요동작의 요인	목적	실험
2.1 관성특성의 변화	① 불필요동작을 일으킨 GR와 정상의 GR의 동작한계시간을 비교하여 불필요동작과 관성특성 변화와의 관계를 조사한다.	① 동작한계시간의 측정
2.2 구외지락에 의한 구내대지정전용량에 의거한 영상전류의 검출	① 구외지락시의 구내 대지정전용량에 의거한 영상전류에 의한 GR 동작을 조사한다. ② ①의 지락전류의 주파수 분포와 GR동작과의 관계를 조사한다. ③ 배전용변전소와의 지락보호협조하에 정정치의 한계는 어느정도까지 허용되는지 검토한다.	① 인공지락시의 GR동작 실험 ② 실제통에서의 지락사고시의 전류 측정 ③ GR의 고조파에 대한 동작특성 측정
2.3 雷서지	① 유도되동에 의하여 고압기에서 플래시오버가 된 경우에 GR가 동작하는지 여부를 확인한다. ② GR내부가 雷서지에 어느 정도까지 견딜 수 있는지 확인한다. ③ GR전원에 雷인펄스가 가해진 경우의 GR동작의 유무를 확인한다.	① 인공낙뢰실험 ② 雷인펄스에 의한 GR영향실험
2.4 전파장해	① 전파에 의한 전계강도와 GR동작과의 관계를 조사한다.	① 전파무반사실에서 GR동작실험 ② TEM셀에 의한 GR동작실험 ③ GR동작의 주파수특성의 측정
2.5 유도장해	① ZCT의 2차배선에 저압모선, 고압모선에 의한 정전유도전압이 발생한 경우의 GR동작의 가능성에 대하여 조사한다. ② ZCT 2차배선에 저압대전류 모선에 의한 전자유도전압이 발생한 경우의 GR동작의 가능성에 대하여 조사한다.	① 정전유도 실험 ② 전자유도실험



〈그림-6〉 構外地絡時的 地絡電流의 흐름



〈그림-7〉 人工地絡實驗回路

〈표-3〉 地絡의 發生形態

No.	種 類	形 態	說 明
1	완전지락	메타릭 지락	
2	간헐아크지락①	針-針形狀地絡	곡률반경 약 1mm의 침전극을 약 3mm 떨어져 하고 전극간에 5A의 퓨즈를 가깝게 부착하여 지락전류로 퓨즈를 용단시킴으로써 간헐아크지락으로 이행시켰다.
3	간헐아크지락②	針-平板形狀地絡	針-針電極에 의한 지락에 준하여 간헐아크지락으로 이행시켰다.
4	간헐아크지락③	케이블지락	500mm ² 의 CV케이블의 절연층에 약 1.5mm ϕ 의 구멍을 뚫고 케이블을 약 2%의 식염수 속에 침전시킴으로써 간헐아크지락을 발생시켰다.
5	간헐아크지락④	애자지락	3.3KV용 편애자를 약 2%의 식염수로 오염시킴으로써 간헐아크지락으로 이행시켰다.

② 실계통에서의 지락사고시의 전류특성

③ GR의 고주파에 대한 동작특성의 측정

의 실험을 하여 구의 지락시의 GR의 동작방지에 대하여 검토했다.

인공지락의 형태는 표 2와 같은 종류이고 또한 인공지락 실험장치는 그림 7과 같다.

(1) 實驗結果의 要約

(7) 인공지락 실험의 결과 구외에서의 완전 지락시에 자가용 수용가의 대지전전용량에 의거하여 흐르는 영상전류치에 대하여 GR의 정정치를 0.7배, 1.2배... 4.4배로 점차 크게 한 결과 구외에서 간헐아크 지락을 발생시켰을 경우에 불필요동작이 용이한 것과 동작이 용이하지 않은 것이 있다.

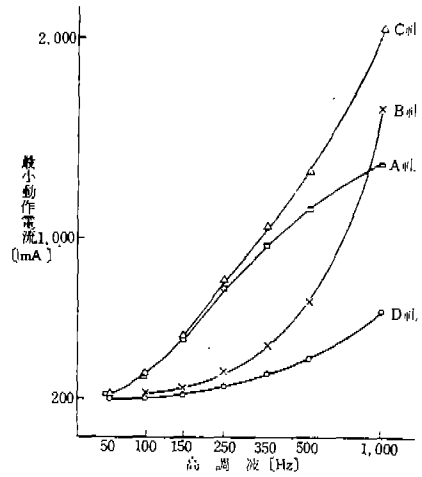
(L) 한편 GR의 고조파에 대한 동작특성은 실험 결과 메이커에 따라 상당히 다르며 고조파에 대하여 感度를 둔하게 한 GR는 불필요동작이 용이하지 않으며 반대로 고조파에 대하여 비교적 동작이 용이한 것은 불필요동작이 용이하다(그림 8).

또한 이들 고조파역에 대한 동작특성의 차이는 각 회사의 사고방식의 차이에 의한 것으로 간단히 우열을 가릴 수는 없다.

(C) 수요자는 GR의 감도전류의 整定에서 이와같은 고조파에 대한 동작특성을 고려하지 않으면 불필요동작의 방지는 곤란하다.

(2) 실제 계통에서의 지락사고시의 전류파형 측정의 결과 인공지락 실험에서의 간헐 아크 지락전류와 비교적 비슷한 파형이 기록되었다.

(2) 構外 地絡時의 不必要動作 對策



〈그림-8〉 GR의 高調波電流에 의한 最小動作電流

실험결과 및 불필요동작의 사례 등에 비추어 볼 때 이른바 불필요동작을 방지하기 위해서는 다음과 같은 점에 유의하는 것이 중요하다.

(7) GR의 감도전류의 정정에서 구내 충전전류(구내 고압전로의 대지 간에 3800V를 인가했을 때의 전류)에 소정의 계수를 곱하여 얻어지는 값에 가까운 상위의 감도 탭으로 정정한다.

소정의 계수란 GR의 「상용 주파전류에서의 동작」과 「간헐지락전류에 의한 동작」의 배수이며 실험에 의하면 메이커에 따라 다르며 1.2~4.4 정도가 된다. 이 계수를 확인할 수 없는 경우에는 4배 정도로 한다.

① 構内 충전전류가 50mA 이하이면 200mA

② 구내 충전전류가 50~100mA이면 400mA

로 정정해 두면 전기기기의 지락보호도 할 수 있고 또한 불필요동작의 우려는 매우 작아진다. 또한 고압수전설비지침에서도 전력회사의 지락 보호장치와의 보호 협조면에서도 문제가 없다고 되어 있다.

구내 충전전류가 100mA를 넘을 경우에는 여유도를 4배로 하면 400mA를 초과하는 탭(600mA)이 되는데 600mA의 탭에서는 배전용 변전소의 지락보호장치와의 협조가 곤란해지는 수가 있으므로 자가용특만의 판단으로 결정하는 것은 바람직하지 않으며 전력회사와 충분히 협의의를 해야 된다. 보호협조가 곤란한 경우에는 DGR을 채용한다.

(L) 위에서 해설한 「소정의 제수」가 메이커에 따라 다른 것은 수요자가 GR의 정정을 검토하는데 불편하다. 여기서 간헐 아크 지락시 등에 발생하는 고조파를 포함한 지락전류에 대한 동작특성을 어느 정도 통일하여 어느 메이커의 제품이라도 거의 마찬가지로 취급할 수 있도록 해야 될 것이다.

또한 메이커는 수요자에 대하여 기술자료, 취급설명서 등에 의하여 그 정보를 제공하도록 한다.

2-3 雷서지에 의한 불필요동작과 그 對策

雷 발생시에는 GR가 원인불명 또는 고장에 의하여 동작하거나 또는 소손되는 등의 사례가 있다. 여기서 이 원인을 추정하여 그것을 실증하기 위해 다음의 실험을 했다.

- ① 인공낙뢰실험
- ② 雷인펄스 인가실험

(1) 實驗結果의 要約

(7) 그림 7과 같은 인공지락 실험장치에 준한 설비에서 수용가 구내의 애자에 雷인펄스를 인가하여 플래시오버시킨 결과 續流(雷서지에 이어 흐르는 상용 전원에 의한 전류)가 홀터그에 의하여 GR가 동작하는 것을 확인했다. 또한 애자 플래시오버된 흔적이 전혀 인정되지 않았고 또한 절연파괴도 되지 않았고 재사용이 가능했다.

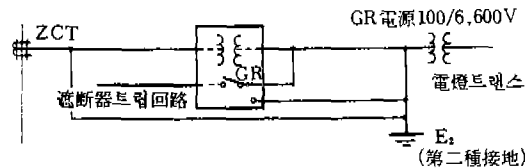
이것은 애자손상의 원인이 되는 속류마크가 작다는 점에도 기인하는데 실제 계통에서도 속류 마크는 1선지락의 경우 고착 수10A(실효치 레벨)이므로 속류가 흐르는 시간이 수100ms이면 손상없이 플래시오버의 흔적이 남지 않는 수도 많다.

(L) GR의 전원단자와 ZCT로부터의 입력단자 사이에 雷인펄스를 인가한 결과 많은 메이커의 GR는 5~7KV 정도에서 플래시오버되고 있으며 ZCT회로(제1, 3종 접지계)와 전원회로(제2종 접지계)와의 사이에 雷에 의한 이상전압이 인가되었을 경우 GR가 손상될 가능성이 크다.

(2) 雷서지對策

(7) GR는 雷서지와 같은 인펄스 전류만으로는 동작하지 않도록 제작되고 있으므로 이와 같은 동작이 생긴 경우에는 실험결과에서 보고 실제로 고압기기의 어딘가에서 플래시오버되어 雷서지와 함께 속류(雷서지에 이어 흐르는 상용 전원에 의한 전류)가 발생하는 경우도 있다. 이 경우 GR는 정상적으로 고압기기를 보호하고 있으므로 불필요동작이라고 할 수는 없겠으나 이같은 동작을 피하기 위해서는 피뢰기를 설치하는 것이 효과적이다.

(L) GR의 접지에는 일반적으로 ZCT로부터의 입력회로에 제3종 접지공사와 하고 통상 다른 고압기기의 제1종 접지공사와 접지선을 공유하고 있다. 또한 GR의 전원회로는 제2종 접지공사가 되어 있으며 접지극은 별도로 하는 경우가 통례이다. 이와 같이 GR에는 그계통의 접지가 되는 경우가 많다. 이와 같은 시설상황하에서 고압기기가 雷서지에 의하여 지락되면 입력회로와 전원회로 간에 전위차가 생겨 GR가 소손되는 수가 있으므로 그림 9와 같이 접지를 공용하여 접지계를 1계통으로 하면 이와 같은 피해를 방지할 수가 있다.



〈그림-9〉 GR의 1點接地

2-4 電波障害에 의한 不必要動作과 그 對策

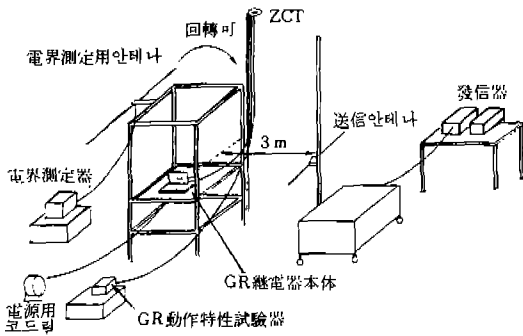
GR가 전파 노이즈에 의하여 동작한 사례도 있으므로 다음의 실험에 의하여 전파에 의한 전계강도와 GR동작과의 관계를 조사했다.

- ① 전파 무반사실에서의 GR 동작실험 (3m법)
- ② TEM셀 (주)에서의 GR 동작실험
- ③ GR의 주파수 특성 (50~1MHz)의 측정

또한 ②의 실험은 ①의 실험에 사용하는 발신기의 출력이 작아 소기의 목적을 충분히 달성할 수 없기 때문에 이것을 보충하기 위해 실시한 것이다.

(1) 實驗結果의 要約

(7) 전파 무반사실에서의 GR 동작실험의 장치는 그림10과 같으며 GR에서 3m떨어진 위치에 안테나를 10W의 발신기로 세트하여 출력 27, 50, 100, 144, 200, 300, 380, 430, 480MHz의 9종류의 주파수를 발신시켜 GR의 동작상태를 조사했다. 그결과 4개사중 1개사의 GR가 200MHz에서 1회 동작(재현성 없음)을 했을 뿐이고 다른 GR는 동작하지 않았다.



〈그림-10〉 電波實驗回路構成 (3m法)

(L) TEM셀 내에 GR 본체, ZCT, 전원선 등을 넣고 GR가 동작하는 전기장도를 구한 결과 2개회사의 GR가 일부의 조건에서 26.3V/m에서 동작하는 수가 있었는데 기타는 45V/m 이상이 아니면 동작하지 않았다.

또한 GR 증폭기의 이득의 주파수 특성의 측정결과 고주파 영역에서도 이득이 플랫한 GR는 비교적 전파의 영향을 용이하게 받는다.

(2) 電波障害對策

(주) TEM셀이란 輻射電磁界에 대한 電子機器의 내전파특성 시험을 하기 위한 것으로 同軸케이블을 크게 부풀려 直方体の 형태로 한 것

이상의 실험결과에서 최근의 GR의 내전파성능은 비교적 잘 되어 있는데 위법의 CB무선기(100W의 것이 많다고 한다)를 탑재한 트럭 등이 통과하는 간선도로에 면한 수용가는 전파 노이즈에 의하여 동작하는 가능성은 생각할 수 있다. 따라서 다음과같은 대책을 강구하는 것이 현명하다.

(7) 수전설비를 계획할 때에는 간선도로 등에서 충분히 떨어진 장소를 선정한다. 실험결과 등에 의하면 이 거리는 무선기의 출력이 100W의 경우 10~15m, 500W의 경우에는 20~30m 정도는 필요할 것이다.

(L) GR의 동작원인이 전파 노이즈에 의한 것으로 의심이 될 경우에는 다음과 같은 대책을 강구하는 것이 효과적이다.

(a) 전원에서 침입하는 전파 노이즈에 대해서는 전원필터를 설치한다.

가령 A송신소 주변의 전파 노이즈에 대해서는 전원필터에 그림 11과 같은 콘덴서필터를 삽입하는 것으로 해결하고 있다. 물론 LC필터로도 가능한데 이것이 값이 저렴하다. 이 필터는 전기용품 취급방법에 적합한 것으로 시판되고 있다.

(b) ZCT측에서 침입하는 전파 노이즈에 대해서는 ZCT의 배선을 강제 전선관에 넣는 실드선을 사용한다. 또는 코먼모드초크(그림 12)를 부착하는 대책을 강구하면 효과적이다.

(C) 전파 노이즈 내량에 대한 규정등을 정하여 제작면에서도 전파 노이즈 대책의 향상을 기해야 될 것이다.

2-5 誘導障害에 의한 不必要動作과 그 對策

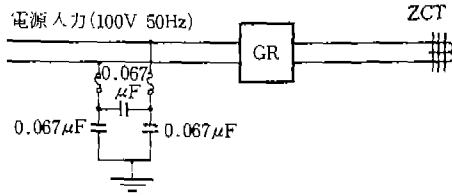
GR의 불필요동작의 요인의 하나로서의 유도장해에 대해서는

- ① 정전유도실험
- ② 전자유도실험

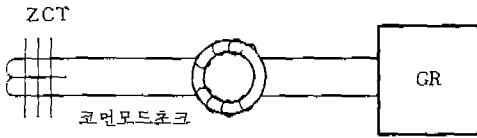
을 하여 전력선의 전압 및 전류와 ZCT 2차회로의 유도전압과의 관계를 조사하여 이들에 의한 GR 동작방지의 검토를 했다.

(1) 靜電誘導實驗 結果

실험회로는 그림13과 같으며 약 5m의 전력배선에 ZCT 2차배선을 평행으로 부설하여 ZCT 배선



〈그림-11〉 콘덴서필터



〈그림-12〉 코먼모드초크

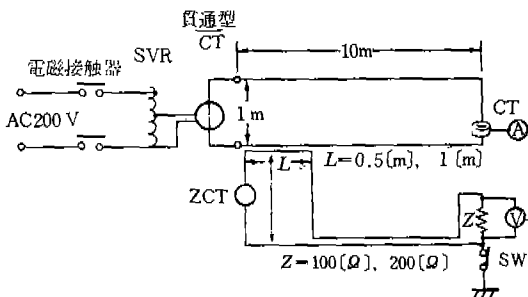
의 일단에는 GR의 입력 임피던스를 모의하여 100Ω 및 200Ω의 저항을 붙여 이 저항에 발생하는 전압을 측정했다.

실험의 결과는 ZCT의 2차배선을 2선을 함께 묶어 배선한 경우에는 유도전압은 0.01mV 이하였으므로 배선의 거리가 길어졌다고 해도 우선 문제는 없을 것이다(표 3).

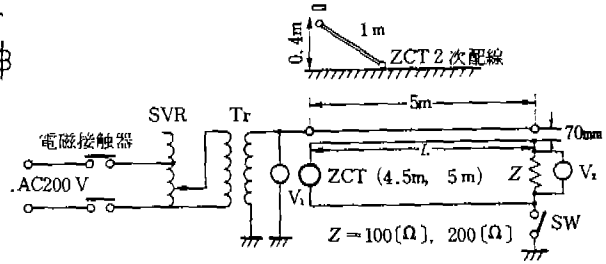
그러나 ZCT 2차배선 중 1선이 전력배선에 접근하는 등의 시공인 경우 전력배선의 전압이 고전압인 때에는 수mV의 전압이 유도되어 있으며 고압 배선과 평행하여 부설되는 부분이 긴 경우에는 무시할 수 없는 값이 될 가능성이 있다.

(2) 電磁誘導實驗 結果

그림 14와 같은 실험회로에서 전력선에 50, 100, 150, 200, 250A의 전류를 흐르게 하고 GR 입력회로의 유도전압을 측정했다. 그 결과 고의로 ZCT의 2차배선 2선 중 1선을 전력선에 밀착시킨 경우



〈그림-14〉 電磁誘導實驗



〈그림-13〉 靜電誘導實驗回路

〈표-3〉 ZCT 2차배선의 1선을 母線에 接近시켰을 경우의 靜電誘導電壓

母線電壓	入 力 Z	100Ω		200Ω	
		有	無	有	無
200V (5m)	1線平行敷設	0.05	0.25	0.3	0.7
	2線密着	0.01 以下			
	실드線	0.01 以下			
3,800V (4.5m)	1線平行敷設	0.8	2.1	1.9	2.9
	2線密着	0.01 以下			
	실드線	0.01 以下			
6,600V (4.5m)	1線平行敷設	1.1	3.3	5.2	6.5
	2線密着	0.01 以下			
	실드線	0.01 以下			

에는 수mV의 전압이 발생했다. 가령 10m에 걸쳐 이와 같은 배선이 되었다면 유도전압은 10~20mV가 되며 GR가 동작하는 전압 레벨(20~30mV)에 접근한다.

한편 ZCT의 2차배선을 2선 함께 묶어 배선한 경우에는 가령 그것이 전력선에 밀착되어 있었다고 해도 유도전압은 1mV 이하로 매우 작은 값이며 우선 문제가 없는 것이다(표 4).

(3) 誘導障害對策

정전유도, 전자유도실험의 결과 ZCT의 2차배선은 2선 함께 묶어 시공하면 통상의 경우 문제가 되지 않는 것을 확인했다. 그러나 가공선 등에서 장리에 걸쳐 전력선에 접근할 경우에는 유도전압에 의하여 감도가 민감해지는(최소동작전류가 작아진다) 등의 영향을 받을 위험성이 있으므로 배선을 燃架한다든지 실드선을 사용하는 등의 대책을 강구한다.

물론 어떤 경우에도 실드선을 사용하는 것이 좋

(77페이지로 계속)

같은 종류의 재해에 대한 방지대책을 열거하면 다음과 같다.

① 누전차단기는 정격감도전류와 동작시간에 따라 여러가지의 성능의 것이 있으며, 감전재해 방지를 목적으로 할 경우에는 일반적으로 고감도 고속형의 누전차단기를 선정한다.

② 누전차단기의 설치위치는 간선회로에 1대 설치하여 저압전로를 모두 1대의 누전차단기로 카바하려는 생각은 그렇게 좋은 방법이 못되며 또 큰 공장등에서는 실제로 불가능하다.

그래서 각 분岐회로마다 누전차단기를 설치하여 각 전기기기마다 지락보호대책을 생각하는 것이 중요하다.

그러나 이러한 생각을 다시 발전시켜 전기기기의 전원단자가 있는 곳에 누전차단기를 설치하면, 전원코드 등에서 일어나는 누전에 대해서는 보호할 수 없으므로 누전차단기의 설치장소로서는 말단의 분전반내의 각 분기회로가 타당할 것이다.

그리고 幹線회로의 지락보호에는 분기회로에 설치한 누전차단기와 지락차단 협조가 되는 누전차단기를 간선회로에 설치하면 좋다.

③ 누전차단기에 설치된 전로라 할지라도 전로의 절연은 항상 양호한 상태로 유지하지 않으면 안된다. 특히 접지측 전선에 있어서도 전선의 절연불량은 누전차단기의 동작에 영향을 준다.

④ 누전차단기에 설치된 전로에 접속된 전기기기가 할지라도 그 기기의 프레임을 확실하게 접지해준다. 만약 이 접지가 실시되지 않으면 누설전류가 인체를 통하여 대지에 흘러 누전차단기가 동작하게 되니 좋은 일이 못된다. 또 이 접지선은 누전차단기의 ZCT속을 통과해서는 안된다.

⑤ 누전차단기에는 작동상태를 확인하기 위한 시험 버튼이 설치되어 있으므로 이것으로 전기적으로 작동상태를 확인한다. 만약 이상이 있으면 신품과 교환하는 동시에 고장원인을 명확하게 하여 앞으로의 고장대책에 대비한다. *

(91페이지에서 계속)

〈표-4〉 電磁誘導電壓의 測定結果

(單位: mV)

配線條件	母線電流 接地 入力Z	50A		100A		150A		200A		250A	
		有	無	有	無	有	無	有	無	有	無
1線을 密着 (0.5m)	100Ω	0	0	0.1	0.2	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8
	200Ω	0.3	0.4	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	1.0	1.3	1.4
1線을 密着 (1m)	100Ω	0.2	0.2	0.6	0.6	0.9	0.8	1.0	1.0	1.3	1.3
	200Ω	0.8	0.7	1.2	1.1	0.0	2.0	2.5	2.4	2.7	2.7
2線모두密着 (6m)	100Ω	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.6
	200Ω	0.4	0.8	0.4	0.8	0.5	0.8	0.5	0.8	0.5	0.8
2線모두密着 (10m)	100Ω	0.3	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
	200Ω	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
실 드 線	100Ω	0.01以下									
	200Ω	0.01以下									

은 것은 더 말할 것도 없다.

2-1~5항에서 설명한 내용은 실험결과에서 검토한 GR불필요동작의 방지대책인데 이밖에 ZCT의 판동선에 케이블을 사용할 경우의 케이블실드 접지

의 올바른 시공, 빈번하게 원인불명으로 GR가 동작하는 경우의 GR 내부 점검 등도 함께 실시하도록 한다. (※ 본고의 내용에 전압등 수치관계는 일본의 경우임)