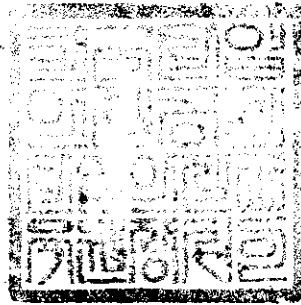


기술자료

기연 91-081-08



접지설비의 안전점검과 유지대책

1991. 10.



한국산업안전공단
산업안전보건연구원
INDUSTRIAL SAFETY AND HEALTH RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고를 산업재해예방기술의 연구개발 및 보급사업의 일환으로 수행한
“접지설비의 안전점검과 유지대책”에 관한 보고서로 제출합니다.

1991년 10월

주관연구부서 : 산업안전보건연구원

기계전기연구실

연구 책임자 : 연구실장 이 관 형

연구 수행자 : 연 구 원 이 형 수

목 차

1. 전기안전과 접지	3
2. 접지와 관련법규	11
3. 접지방식 선정방법	23
4. 지락전류 계산	42
5. 접지저항 측정과 기록	56
6. 접지설비 안전점검	61
7. 접지설비의 수리와 안전 유지 대책	79

여 백

1. 전기안전과 접지

1. 전기안전과 접지

접지란 요약해서 전력설비, 통신설비 등을 대지와 낮은 저항으로 전기적으로 연결한 것을 의미한다. 현재 각종의 목적에 적합한 접지공사가 행하여지고 있으나 그것을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 감전방지
- (2) 전위의 균등화
- (3) 정전기 장애 방지
- (4) 피뢰
- (5) 대지의 회로이용
- (6) 통신장애 억제

이들의 접지에 대해서 대지에 취부한 전기적 단자의 역할을 하는 접지전극이 있으며, 몇가지 예외는 있으나 대체로 금속으로 만들 수 있다. 금속으로 된 전극과 토양입자와 물, 공기의 혼합물 등 서로 성질이 전혀 다른 이 두 물질 사이에 확실한 전기적 접속을 하는 것을 접지공사라 한다.

2. 접지공사와 접지저항

접지공사에 있어서 대지와 전기적 접속이 잘 되어 있고 이것의 표준을 정한 것이 접지저항이다. 물론 접지저항은 낮은 것이 바람직하며 이론적으로는 다음과 같이 정의할 수 있다. (그림 1-1)

하나의 접지전극이 있을 때, 이것에 전류 $I[A]$ 가 흐른다고 하자. 접지전극에 전류가 흐르면, 전극의 전위가 주위 대지에 비해 $E[V]$ 높고 이때의 접지저항은 $E/I[\Omega]$ 이다.

이 정의에는 다음의 2가지 조건을 가정 할 수 있다.

- ① 접지전극에 접지전류가 흐를 때에는 당연히 1개의 접지전극이 필요하다. 주 접지 전극에 전류를 흘리기 때문에 별도로 흐르는 접지 전극을 보조전극이라 한다. 앞서의

접지저항의 정의에서 이 보조전극을 충분히 멀리 설치하면 이것이 주접지전극에 미치는 영향을 무시할 수 있다.

- ② 접지전극의 전위상승은 무한히 먼 것을 기준으로 하고 측정할 것. 다시 말하면, 접지전류에 따라서 전위가 상승하지 않는점, 즉 통전전과 상태가 변하지 않는 장소를 기준해서 전위상승을 측정하는 것이라 말할 수 있다.

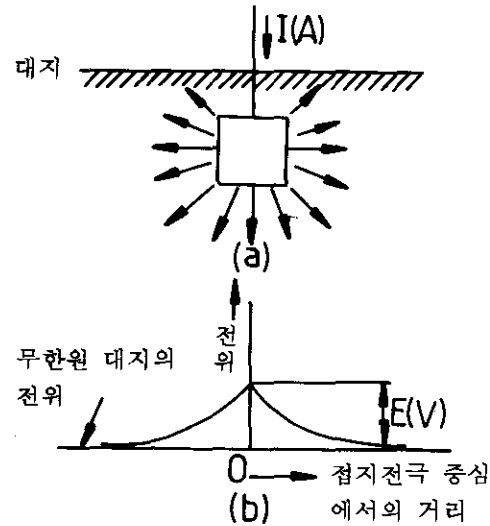


그림 1-1 접지저항의 정의

3. 접지저항의 성질

접지저항은 구체적으로 다음의 3가지 구성요소로 되어 있다. (그림 1-2)

- (1) 접지선의 저항 및 접지전극 자신의 저항
- (2) 전극표면과 이에 접한 토양사이의 접촉저항
- (3) 전극 주위의 토양과 접지전류에 대한 저항

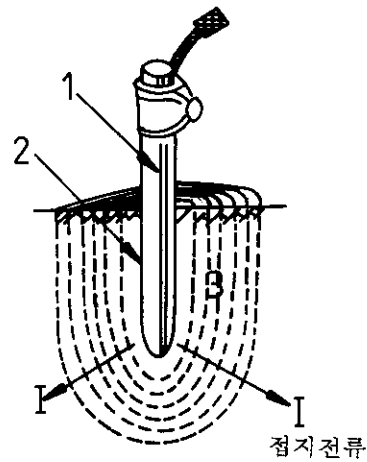


그림 1-2 접지저항 구성요소

이 3가지 구성요소 중에서 (3)이 가장 중요하다. 접지저항의 주요 부분은 전극을 싸고 있는 토양의 저항이다. 대지를 통하는 전기전도는 단면적이 매우 커서, 저항은 무시할 정도로 작다고 할 수 있다. 접지전류가 전극으로 부터 멀리 떨어져 있고 전류경로의 단면적이 아주 커서 토양의 저항률이 높은 것에 관계없이 이 저항은 무시할 수 있을 정도로 작게 된다. 그러나 접지전극 가까이에서는 그다지 표면적이 크지 않는 접지 전극에서 접지전류가 흘러나오기 때문에 이 전류 경로의 단면적이 작고 일정한 저항을 나타내게 된다. 일반적으로 특정한 형상과 치수의 전극의 접지저항은 다음식으로 나타낸다.

$$R = \rho \times f \text{ (형상, 치수)} \quad (1)$$

단, R : 접지저항

ρ : 대지 저항률 [$\Omega \cdot m$]

f : 접지전극의 형상과 치수에 따른 함수

즉, 접지전극의 형상과 치수가 정해지면, 접지저항은 토양의 저항률에 비례한다.

4. 토양의 저항률

대부분의 토양은 건조한 상태이면 전기를 통하지 않는 절연물이다. 이 토양이 수분을 함유하게 되면 저항률이 급속히 떨어져서 토양을 도체로 취급하지 않으면 안되게 된다. 금속에 비하면 토양은 대단히 나쁜 도체라 말 할 수 있다. 수분을 함유한 토양의 저항률은 구리보다 10배나 높다. 토양의 저항률은 함수량과 수분이 있는 물질의 저항률에 따라서 결정되며, 특히 함수량이 중요하다. 토양의 함수량은 여러가지 요인(기후, 계절, 장소 등)에 따라 끊임없이 변한다. 접지공사의 관점에서 우리나라의 대지는 어렵잡아 표 1-1과 같이 3가지로 나누어 생각한다.

표 1-1 저항률에 따른 대지의 분류

지 대	저항률 범위 ρ [$\Omega \cdot m$]	특 정
저저항률지대	$\rho < 100$	항상 토양중에 많은 수분을 함유하고 있다. 하구나 해변가·저지대
중저항률지대	$100 \leq \rho < 1000$	지하수를 얻는데 곤란을 느끼지 않는 내륙 지방의 평야지대
고저항률지대	$1000 \leq \rho$	배수가 쉬운 구릉지대, 산, 고원

5. 접지저항 감소책

요즈음은 토지의 부족으로 구릉지대에도 주택이 건설되고 공장이 지어지고 있으며 야산 등에도 호텔이나 레저 센터가 세워지고 있다. 표 1-1에서 알 수 있듯이 이러한 장소는 고저항률 지대로 이러한 장소에서 접지공사를 할때는 다음과 같은 대책이 필요하다.

(1) 접지전극을 깊이 박는다.

최근의 접지공사에서는 연결식 접지봉을 채용하는 경우가 많다. 연결식 접지봉은 지상에서 접지봉을 연결하면서 두드려 박으면 좋기 때문에 시공이 용이하다. 깊이 박는다는 것은 이 때문에 소기의 접지저항을 얻을 수 있으므로 접지봉을 연결하면서 깊이 박는 공법이 있다. 일반적으로 토양의 저항율은 깊으면 낮아지고 성공하는 확률이 높다. 문제는 암반이 있는 곳의 경우에 보링(boring : 땅속에 깊이 구멍을 뚫음)을 해도 대단히 높은 경우가 있다.

(2) 병렬접지

접지봉을 여러개 설치할 때 이들을 서로 접속하는 공법이 병렬접지이다. 보통의 저항체의 경우 $R_o[\Omega]$ 의 저항을 n 개 병렬 접속하면 합성저항 R 은 다음식과 같다.

$$R = \frac{R_o}{n} \quad (2)$$

그런데 접지저항의 경우 반드시 2식과 같이 되지 않는 점에 주의를 요한다. 즉, 병렬접지의 경우는 $R_o[\Omega]$ 의 접지저항을 n 개 병렬에 접속하면 합성저항 R 은

$$R = \eta \frac{R_o}{n} \quad (3)$$

η : 집합계수 ($\eta > 1$)

접지전극의 간격이 좁을 경우 η 가 크게 된다. 따라서 병렬접지의 경우는 전극간격을 충분히 크게 할 필요가 있다.

(3) 감소제의 사용

접지저항 감소제는 접지전극 주위 토양의 저항율을 인공적으로 낮추는데 있다. 이것을 활용하면 고저항을 지대에서도 저접지저항을 얻을 수가 있다.

6. 저압전로의 접지

현재의 일반적인 저압 배전 계통에는 변압기의 저압측 중성점을 대지와 접속할 수 있다. 즉 접지계라 한다. 그런데 풀용 수중 조명등 등에 전기를 공급하는 회로에는 반드시 절연 변압기를 사용하고 2차측 전로를 접지하지 않는다. 즉, 비접지계라 한다. 저압 배전 계통에 있어서도 반드시 전부를 접지계로 분류하지 않고, 경우에 따라서 비접지계로도 사용한다. 그래서, 접지계와 비접지계의 장단점을 파악하는 것이 접지의 의미를 아는데 중요하다. 표 1-2는 접지계와 비접지계를 비교한 것이다.

표 1-2 접지계와 비접지계의 비교

접 지 계	비 접 지 계
지락이 발생하고 큰 지락전류가 흐를 가능성이 있다.	분포(정전) 용량이 작으면 지락이 생겨도 큰 전류가 흐르지 않는다.
전로의 이상전위 상승을 억제한다.	이상전위 상승을 억제할 수 없다.
대지를 통하는 타계통과 상호간섭을 일으킬 가능성이 있다.	타계통과 분리가 비교적 완전하다.
계통이 큰 곳에 적용가능	절연유지가 곤란하므로 소규모의 전용계통에 적합하다.
지락 검출이 용이	지락 검출 곤란

7. 전원측 접지와 부하측 접지

전원측의 접지는 전로의 접지로서 계통접지라 한다. 접지에는 하나 더 중요한 것이 있는데 바로 부하측의 접지다. 저압 전로에 접속하는 전기기계기구의 금속제 외함과 철대 등에는 보통은 전기가 흐르지 않으나, 이들 기기의 절연이 떨어지면 외부에 전압이 인가된다. 이 전압으로 인해 감전 등의 재해가 발생하지 않도록 사전에 이들 기기의 금속제 외함이나 철대를 대지와 연결해 둔다. 이것이 부하측에 행해지는 접지로 기기접지 또는 보호접지라 한다. 그림 1-3은 부하기기의 절연이 열화된 경우 외함에 전압이 발생하는 상황을 나타내고 있다. 이 전압을 접촉전압이라 한다. 변압기 2차측 전압을 E 라 하면 접촉전압 V 는 다음과 같이 구해진다.

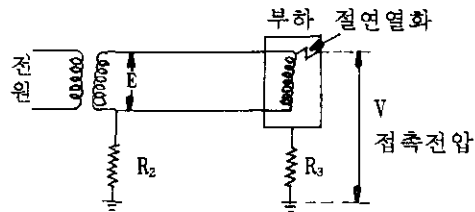


그림 1-3 접촉전압 발생

$$V = E \frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad [V] \quad (4)$$

여기서 R_2 : 전원측 접지저항
 R_3 : 부하측 접지저항

(4)식을 보면, 변압기 2차측의 전압 E 가 R_2 와 R_3 에 인가되고 있다. 전원측 접지 R_2 가 낮은 경우는 이에 상응하는 부하측 접지 R_3 을 낮추지 않으면 접촉전압 V 가 낮아지지 않는다. 그런데, 입지조건에 따라서는 접지저항값을 얻는 것이 대단히 어려운 경우가 있으며, 이런 경우 필요한 것이 누전차단기이다.

8. 누전차단기와 접지공사

누전차단기는 지락전류를 검출하여 자동적으로 전류를 차단하는 장치이다. 이 장치가 전로에 설치되면, 확실하게 감전 및 누전으로 인한 화재를 방지할 수 있다. 따라서 고저항을 지대에서도 누전차단기로 전기안전을 확보할 수가 있다. 그러나, 누전차단기는 지락(다시 말해 절연열화)을 검출하기 때문에 지락전류가 흘러야 하고, 따라서 부하기기의 외함이 접지되어 있지 않고 대지에서 떨어져 있다면 절연이 열화되어도 지락전류가 흐르지 않아 누전차단기가 동작하지 않는다. 결국 누전차단기의 동작을 확보하기 위해 접지가 불가결한 것이다. 그러나 이 접지저항은 그렇게 낮을 필요가 없다.

2. 접지와 관련법규

전기 사업법 ('1973년 법률 2509호)은 전기설비 관계법규의 기본이 되는 것으로 동법 36조 (전기공작물의 유지) 및 이에 의거한 “전기설비에 관한 기술기준에 관한 규칙” (이하 電技)에서 전기보안상 필요한 최소한의 사항이 규정되어 있다.

1. 접지공사의 종류

접지 공사는 감전, 누전사고의 방지, 대지전압의 저하, 이상전압의 억제 및 보호계전기류의 확실한 동작 등 때문에 행하는 것으로 전기설비의 안전에 있어서 중요한 문제이다. 현행 電技 19조(접지공사의 종류)에서 제1종, 제2종, 제3종 및 특별 제 3종 접지공사의 4종류가 규정되어 있고, 접지공사를 시설하는 장소는 34조 (기계기구의 철대 및 외함의 접지) 및 기타 조항에 규정되어 있으며, 접지공사를 요하는 장소의 주요사례가 표 2-1 에 나타나 있다.

위의 접지공사 외에 전기 23조 (수용장소의 인입구 접지), 28조(전로의 중성점 접지) 및 250조(전기 防蝕 시설) 등에서 접지공사가 규정되어 있는데, 여기서 해당 조항의 규정외에 상기 접지공사에 준하여 시설하면 좋다.

또 전기 34조 2항에는 다음의 1항에 해당하는 경우에 접지공사를 생략할 수 있는 규정이 있다.

- (1) 사용전압이 DC 600 [V] 또는 교류 대지전압 300 [V] 이하의 회로에 사용하는 것을 건조한 장소에 시설하는 경우
- (2) 저압용의 기계기구를 건조한 목재 마루 기타 이와 유사한 절연성 물건 위에서 취급하도록 시설하는 경우

- (3) 기계 기구를 사람이 접촉하지 않도록 목주 기타 이와 유사한 것의 위에 시설하는 경우
- (4) 철대 또는 외함 주위에 작업자를 위하여 적당한 절연대를 설치하는 경우
- (5) 외함이 없는 계기용 변성기가 고무, 합성수지 기타 절연물로 피복한 경우
- (6) 전기용품에 관한 법률의 적용을 받는 2중 절연구조의 기계기구를 시설하는 경우
- (7) 저압용 기계 기구에 전기를 공급하는 전로의 전원측에 절연변압기 (2차 전압이 300[V] 이하로서 정격용량이 3[KVA]이하의 것에 한함)를 시설하고 동시에 당해 전로를 접지하지 않은 경우
- (8) 저압용 기계기구에 전기를 공급하는 전로에 전기용품에 관한 법률의 적용을 받는 감전 보호형 누전 차단기 (정격 감도 전류가 30 [mA] 이하, 동작시간이 0.03초 이하의 전류 동작형의 것에 한함) 을 시설하는 경우

그러나 (8)의 규정은 암반지대 등 접지공사의 시공이 곤란한 경우에 적용하는 것으로, 이동형 또는 가반형 기기에 한정하는 것이 바람직하며, 누전 차단기와 접지공사의 관계는 누전 차단기를 설치하는 경우에도 접지공사를 생략하지 않는 것을 원칙으로 하되, 이 경우에는 접지저항값을 완화할 수 있다.

표 2-1 시설장소에 따른 접지공사의 종류

접지공사의 종류	접 지 대 상 공 작 물	전기(조)
제 1 종 접지공사	(1) 변압기에 의해 특고 전선로에 결합된 고압전로의 방전장치	26
	(2) 특고 계기용 변성기의 2차측 전로	27
	(3) 고압용 기계기구의 철대 및 금속제 외함	34
	(4) 고압전로에 시설하는 피뢰기 및 방출 보호통과 기타 피뢰기에 갈음하는 장치	44
	(5) 고압 옥내배선에 사용하는 관, 기타 cable을 넣는 방호장치의 금속제 부분, 금속제 전선접속 및 cable 피복에 사용하는 금속체 #	217
제 2 종 접지공사	(1) 고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기 저압측의 중성점 또는 1단자(300 [V] 이하의 경우 당해 접지공사를 변압기의 중성점에 설치하기 어려운 때)	24
	(2) 고압 전로와 저압전로를 결합하는 변압기에서 고압전선과 저압전선 사이에 설치하는 금속제 혼촉 방지판	25
제 3 종 접지공사	(1) 고압 계기용 변성기(PT)의 2차측 전로	27
	(2) 400[V]이하의 저압용 기계기구의 철대 및 금속제 외함	34
	(3) 관, 암거 기타 지중 전선을 넣는 방호장치의 금속제 부분, 금속제 전선접속함 및 지중전선의 피복으로 사용하는 금속체	147
	(4) 400[V]이하의 배선공사에 사용하는 금속제 관, duct, cable 피복에 사용하는 금속	194~201
특 별 제 3 종 접지공사	(1) 400[V]를 넘는 저압용 기계기구의 철대 및 금속제 외함	34
	(2) 400[V]를 넘는 저압배선 공사에 사용하는 금속제관, duct, cable의 피복에 사용하는 금속체	194~201

(비고 1)# 인체가 접촉하지 않도록 시설하는 경우에는 제3종 접지공사로 할 수 있다.

2. 접지저항

4종류의 접지공사에 대한 접지저항은 電技 19조에서 규정된 표 2-2에 나타낸 값으로 한다.

내규에서 제 2종 접지저항값이 “그러나 $5[\Omega]$ 미만인 값일 것을 요하지 않는다.” 라고 규정하고 있는 것은 내규의 적용 범위에서 특별고압을 제외하고 있으므로 전기 19조 제2항 (고압/저압의 제2종 접지공사는 $5[\Omega]$ 미만을 요하지 않는다.) 에서 추가한 것이고, 제3종 및 특별 제 3종 접지공사의 규정이 일부 電技와 다른 것은, 감전사고 방지 설치장소마다 허용 접촉전압 이하로 하기 위한 접지저항값은, 누전차단기의 동작 감도 整定전류에 따라서 표 2-3에 나타낸 값이 필요하기 때문에 규정을 강화한 것이므로, 1급 보호접지에 $75[\text{mA}]$, $100[\text{mA}]$ 의 누전차단기를 사용한 경우 접지저항 $500[\Omega]$ 에서는 불안전하므로 표 2-3에 표시한 값 이하로 하는 것이 바람직하다.

제2종 접지저항 값은 고시 제10조 (1선지락전류 계산식) 에서 구한 1 선지락 전류 또는 1 선지락 전류의 실효값에 따라서 정하므로 현재의 지락 차단 장치는 대부분 2초이내에 차단하는 기구에서는 접지저항은 $300[\text{V}]$ 를 나눈 값으로 할 수 있다.

이 계산식은 표 2-4에 나타나 있다. 그러나, 전로에 접속시킨 변압기의 제 2종 접지 저항값은 한전에 조화하는 것이 좋다. 또, 전기 21조 (제3종 접지공사 등의 특례) 에서는 제3종 접지공사 또는 특별 제3종 접지공사를 하는 금속체와 대지사이의 전기저항이 당해 접지공사의 규정값 이하의 경우는 접지공사를 생략할 수 있다고 규정되어 있는데, 접지 저항은 장래에도 계속 규정값을 유지할 필요가 있으므로 内規에서는 전기적, 기계적으로 확실하게 접속시킨 경우에 한정하고 있다.

표 2-2 접지공사의 종류와 접지저항값

접지공사 종류	접 지 저 항 값
제1종 접지공사	10[Ω]이하
제2종 접지공사	변압기 고압측 또는 특고측 전로의 1 선지락 전류의 암페어 수로 150[V] 변압기 고압측 전로와 저압측 전로의 혼측에 의해서 저압전로의 대지전압이 150[V]를 넘는 경우 2[초] 이내에 자동적으로 고압전로를 차단하는 장치를 설치한 경우는 300 [V] 를 나눈 값과 같은 [Ω]수 이하 그러나 5[Ω] 미만인 것은 요하지 않는다.
제3종 접지공사	100 [Ω]이하 (저압전로에서 당해전로에 전류동작형으로 정격 감도전류 100 [mA] 이하, 동작 시간 0.2초 이하의 누전차단기를 시설하는 것은 500[Ω])
특 별 제3종 접지공사	10[Ω] 이하 (저압전로에서 당해전로에 전류동작형으로 정격감도 접지공사 전류 100 mA 이하, 동작 시간 0.2초 이하의 누전 차단기를 시설하는 것은 500 [Ω])

(비고 1) 제2종 접지공사의 1 선지락 전류의 계산에는 표 4를 참고할 것

(비고 2) 누전차단기를 취부한 경우의 접지 저항에 대해서는 표 3 을 참조할 것

표 2-3 누전 차단기를 취부한 경우의 접지저항 값

1. 전류동작형 누전차단기를 설치한 전로에서의 보호접지는 다음과 같이 행할 수 있다. 그러나 최대치를 500[Ω]으로 한다.

(1) 제 1급 보호접지 저항값 (r_1)

$$r_1 = \frac{25 \text{ [V]}}{\text{누전차단기의 동작 감도 정정 전류 [A]}} \text{ [}\Omega\text{]}$$

(2) 제 2급 보호접지 저항값 (r_2)

$$r_2 = \frac{50 \text{ [V]}}{\text{누전차단기의 동작 감도 정정 전류 [A]}} \text{ [}\Omega\text{]}$$

(3) 제 3급 보호접지 저항값 (r_3)

$$r_3 \leq 500 \text{ [}\Omega\text{]}$$

(비고 1) 1급 보호접지저항은 사람이나 동물에 가해지는 허용 접촉 전압을 25[V] 이하로 하기 위해 전기기계기구의 금속제 외함 등에 시설하는 접지공사의 접지 저항값을 말하며, 2급 보호접지 저항은 허용 접촉 전압을 50[V]로 하기 위한 상기 사항을 말한다.

2. 1에 의해 산출한 보호접지 저항값은 아래 표에 의한다.

동작 감도 정정 전류 [mA]	1급 보호접지저항 [Ω]
30	500
50	300
100	150
200	75
300	50
500	30

3. 접 지 선

접지선의 굵기는 전기 20조 (접지공사의 세목) 에서 접지공사마다 최소 굵기를 정하고, 고장 전류를 완전히 흘릴 수 있는 굵기로 하도록 규정하고 있다.

접지선의 선정은 기계적 강도, 내식성, 허용전류의 3가지를 검토하여야 하고, 특히 접지선에 고장 전류가 흐를 경우 전원측 과전류 차단기가 동작하기 전에 접지선이 용단되면 절연 파괴가 된 기기에 송전이 계속되어 기기의 외함이 충전 상태가 되므로 접지 공사의 목적을 이룰 수 없기 때문에 전류 용량이 중요하다.

표 2-4 접지선 굵기를 구하는 계산식

일반적으로 접지선의 굵기를 결정하는 경우는 ①기계적 강도, ②내식성, ③허용전류의 3가지를 고려하여 결정한다.

(1) 접지선 온도 상승

구리선에 단시간 전류가 흐르면 온도 상승은

$$\theta = 0.008 \left(\frac{I^2}{A} \right) \cdot t$$

단, θ : 구리선의 온도상승 [°C]

I : 전류 [A]

A : 구리선의 단면적 [mm²]

t : 통전 시간 [S]

(2) 계산 조건

1) 접지선에 흐르는 고장전류값은 전원측 과전류 차단기 정격 전류의 20배 로 한다.

2) 고장전류가 흐르기전 접지선 온도는 30[°C] 로 한다.

3) 고장 전류가 흐를때 접지선 허용 온도는 150[°C] 로 한다.

(따라서 허용 온도 상승은 120[°C]가 된다.)

(3) 계산식

앞의 계산식에 상기 조건을 대입하여 구하면,

$$120 = 0.008 \times \frac{20 \ln^2}{A} \times 0.1 \quad A = 0.52 \ln$$

단, $\ln$: 과전류 차단기 정격전류 [A]

표 2-5 제3종, 특별 제3종 접지공사의 접지선

접지하는 기계 기구의 금속제 외함, 배관 등 저압전로 전원측에 시설하는 과전류 차단기의 최소 정격 전류 용량	접 지 선 규 기				
	일반적인 경우		이동하여 사용하는 기계기구에 접지하는 경우 가요성을 필요로 하는 부분에 코드 또는 캡타이어 케이블을 사용하는 경우		
	구리	Al	단심의 크기	2심을 접지선으로 하여 사용하는 경우의 1심의 크기	
20 A 이하	1.6mm 2mm	2.6mm	1.25mm	0.75mm	
30	1.6	2	2.6	2	
50	2.0	3.5	2.6	3.5	
100	2.6	5.5	3.2	5.5	
200	14	22	14	5.5	
400	22	38	22	14	
600	38	60	38	22	
800	50	80	50	30	
1000	60	100	60	30	
1200	80	125	80	38	

(비고 1) 이 표에서 말하는 과전류 차단기는 인입구 장치, 간선용 또는 분기용에 시설하는 것 (개폐기가 과전류 차단기를 겸하는 경우는 포함되고, 전자개폐기 같은 전동기 과부하 보호장치는 포함되지 않음)

제3종, 특별제3종 접지공사의 접지선 굵기는 표 2-5와 같이 규정하고 있다. 이것은 표 2-4의 계산식에서 구한 것이며, 접지선의 전원측에 시설된 과전류 차단기의 정격전류에 의해 선정한다.

단, 금속제 분전반의 접지선 등은 전원측 전선이 분전반의 관통부분에서 지락 사고를 일으키면, 이 분전반내의 과전류 차단기에서는 접지선 보호가 불가능하므로, 분전반 전원측에 시설된 과전류 차단기의 정격 전류에 의해 선정해야 한다.

제3종 및 특별 제3종 접지공사의 접지극과 제2종 접지공사의 접지극이 금속체 등에 의해 연결되어 있지 않는 경우는 접지선의 굵기는 14[mm] (동선) 로 할 수 있다.

이는 빌딩의 철골을 접지극으로 사용한 경우는 전원측 지락 사고가 단락 사고가 되고 접지선에 과대한 전류가 흐르는데 제3종 및 제2종 접지공사의 접지극을 단독으로 시설한 경우는 이런 우려가 적으므로 접지선의 굵기를 완화하고 있다.

제2종 접지공사의 접지선 굵기는 표 2-6과 같이 규정하고 있으며 이것은 제3종 접지공사의 경우와 같은 방법에 의해 정한 것이고, 고압측 과전류 차단기는 변압기 용량에 따라 선정한다.

표 2-6 제2종 접지공사의 접지선

1상에 대한 변압기의 합계용량			접지선의 굵기	
100[V] 급	200[V] 급	400[V] 급	동	Al
5[KVA] 까지	10[KVA] 까지	20[KVA] 까지	2.6[mm] 이상	3.2[mm] 이상
10[KVA] 까지	20[KVA] 까지	40[KVA] 까지	3.2[mm] 이상	14[mm] 이상
20[KVA] 까지	40[KVA] 까지	75[KVA] 까지	14[mm] 이상	22[mm] 이상
40[KVA] 까지	75[KVA] 까지	150[KVA] 까지	22[mm] 이상	38[mm] 이상
60[KVA] 까지	125[KVA] 까지	250[KVA] 까지	38[mm] 이상	60[mm] 이상
75[KVA] 까지	150[KVA] 까지	300[KVA] 까지	50[mm] 이상	80[mm] 이상
100[KVA] 까지	200[KVA] 까지	400[KVA] 까지	60[mm] 이상	100[mm] 이상
125[KVA] 까지	250[KVA] 까지	500[KVA] 까지	80[mm] 이상	125[mm] 이상

1상에 대한 변압기 합계 용량이란, 같은 선간에 접속되는 변압기 용량의 합계를 말한다. 또, 제2종 접지공사에 전용의 접지극을 사용하고 다른 접지공사와 금속체 등에 의해 연결되어 있지 않은 경우는 제3종 접지공사의 경우와 같이 접지선 굵기는 14[mm](구리선)로 할 수 있다. 제1종 접지공사의 접지선 굵기는 표 2-7과 같고 제1종 접지공사에서는 최저 전선 굵기를 나타내고 있다.

표 2-7 제1종 접지공사의 접지선

제1종 접지공사의 접지선 부분	접지선의 종류	접지선 굵기	
		구리	알루미늄
고정하여 사용하는 전기기계기구에 접지공사를 하는 경우와 이동하여 사용하는 전기기계기구에 접지공사를 시설하는 경우에 가요성이 필요 없는 경우	-	2.6[mm] 이상 (5.5[mm])	3.2[mm] 이상
이동하여 사용하는 전기기계기구에 접지공사를 하는 경우 가요성을 필요로 하는 부분	제3종 혹은 제4종 클로로프렌 캡타이어 케이블, 고압용 캡타이어 케이블의 차폐 금속체 또는 접지용 금속선	8[mm]	-

수변전설비 및 저압전로의 접지공사에서 접지공사의 종류, 접지선의 굵기 선정에 대한 예가 그림 2-1, 2-2에 표시되어 있다.

內規에서는 수용 장소 인입구의 접지선 굵기는 간선 굵기에 따라 선정하도록 규정되어 있는데 이 접지공사를 시공할 경우 전기 사업자와 협의해야 한다. 電技 20조 3항에는 사람이 접촉할 우려가 있는 제1종 및 제2종 접지공사의 접지선은 지하 75[cm]에서 지표상 2[m]까지 부분은 합성 수지관 등으로 덮고,

접지선은 절연 전선 (0W 전선 제외) 을 사용하도록 규정하고 있으며 원칙적으로 절연 전선을 사용하고 접지선의 오접속을 방지하기 위해 녹색으로 하도록 하고 있다.

4. 접 지 극

접지저항은 계속해서 규정 값을 유지해야 하므로 부식하지 않는 재료를 선정해야 하고, 접지극과 접지선의 접속점도 확실한 방법으로 해야 한다. 전기 22 조(수도관 등의 접지극), 23조 (수용장소의 인입구 접지)에는 접지극에 대해 규정되어 있고 内規 (접지극)에는 시설 장소 선정과 함께 매설 또는 두드려 박는 접지극으로는 다음에 의하여야 한다.

- (1) 동판은 두께 0.7[mm], 크기 900 [cm²] (한쪽 면)의 것
- (2) 동봉은 지름 8[mm], 길이 0.9 [m] 의 것
- (3) 철관(鐵管)은 아연 도금 가스 철관 또는 후강 전선관이며, 바깥 지름 25[mm], 길이 0.9[m]의 것
- (4) 철봉은 아연 도금을 한 것으로 지름 12[mm], 길이 0.9[m]의 것
- (5) 동복 강판 (銅覆 鋼板)은 두께 1.6[mm], 길이 0.9[m] 이상으로 면적 250 [cm²] 의 것

(6) 탄소피강봉 (炭素 被鋼棒)은 강심의 지름 8[mm], 길이 0.9 [m] 의 것
특히 일반용 전기 공작물의 접지극은 시설후 접지 저항 측정이 잘 실시되지 않으므로, 접지극 매설 후 반드시 접지 저항 측정을 하고 규정 값 이하인가를 확인해야 한다. 최근에는 접지 저항 감소제도 사용되는데 이 경우는 시설후 다른 것에 의한 영향도 충분히 고려하고 정기적으로 접지 저항 관리가 되는 곳에 한정하는 것이 바람직하다. 접지 저항은 대지의 도전을 및 접지극의 크기에 영향을 많이 받으므로, 접지극은 깊게 매설하는 것이 바람직하고

지표면의 전위 분포는 매설 깊이가 깊을 수록 낮아진다.

이 때문에 제2종 접지 공사의 경우 고저압 혼촉시로 한정하지 않고 저압 전로의 누설 전류에 의해서도 접지극의 전위가 상승하므로 전기 20조 (각종 접지공사의 세목) 에서는 사람이 접촉할 우려가 있는 장소에 시설하는 제 1종 및 2종 접지공사의 접지극은 지하 75 [cm] 이상 매설하는 규정을 두고 제 3종 접지공사도 이에 준하여 시설하는 것이 좋다.

3. 접지 방식 선정 방법

1. 감전 방지용 접지

인체의 감전 방지를 위해 전기 설비 기술 기준령, 기타 법규에는 유효한 접지 공사를 실시 하도록 자세히 규정하고 있다. 그러나 법규에 정해진 공사법과 접지 저항값으로는 절대적으로 안전하다고는 할 수 없을 만큼 접지라는 것이 복잡하다. 인간이 감전사하는 전류의 허용치는, 전류의 크기, 주파수에 크게 영향이 있으며, 허용 전류와 통전 시간과의 관계는 다음 식으로 계산된다.

$$I_k = \frac{0.155}{\sqrt{t}} \quad \begin{array}{l} I_k ; \text{인체 전류의 허용값 [A]} \\ t ; \text{통전시간[s]} \end{array}$$

이 식에 의하면, 허용 전류값은 1초에 155 [mA], 0.1초에 490 [mA] 가 된다. 이 값에서 저압기기 접지의 안전성에 대해 생각하면 현행 제3종 접지 저항 (100 [Ω] 이하) 이 있는 경우와 없는 경우의 감전 조건은 표 3-1 같게 된다.

표 3-1 감전전류와 장해

감전 상태	대지 전압 200V, 100V 에서 접지되어 누전전압 100V로 된 경우	200V 회로를 접지하지 않고 누전전압 200V 경우
손에서 발 30[K Ω]	$R_o, R_x, R_i \ll R_2$ $I_2 = \frac{E}{R_2} \simeq \frac{100}{30 \times 10^3} \simeq 3 \text{ mA}$ 상당한 통증, 쇼크	$I_2 \simeq 6 \text{ [mA]}$ 상당한 통증, 쇼크
마른손에서 손 5 [K Ω]	$I_2 \simeq \frac{100}{5 \times 10^3} \simeq 20 \text{ mA}$ 경련, 근육 부자유 수축	$I_2 \simeq 40 \text{ mA}$ 경련, 위협성

감전 상태	대지 전압 200V, 100V 에서 접지되어 누전전압 100V로 된 경우	200V 회로를 접지하지 않 고 누전전압 200V 경우
젖은손에서 콘크리트에 맨발 3[KΩ]	$I_2 \simeq \frac{100}{5 \times 10^3} \simeq 35 \text{ mA}$ 경련, 위험성 있음	$I_2 \simeq 70 \text{ mA}$ 치명적
젖은손에서 젖은손 또 땅에 맨발 2 [KΩ]	$I_2 \simeq \frac{100}{2 \times 10^3} \simeq 50 \text{ mA}$ 위험성 크다	$I_2 \simeq 100 \text{ mA}$ 치명적

(비교) R_1 = 접지 저항
 R_2 = 인체 저항
 R_x = 누전부분저항

인체 저항은 피부 저항이 대부분이고 손이 건조한 경우 교류 60 [Hz]에서 5 [KΩ] 정도, 젖어 있는 경우 약 2 [KΩ], 인체내에는 약 0.3 [KΩ] 정도이고 교류 전류가 인체에 흐르면 1 [mA]에서는 느끼는 정도, 5 [mA] 정도면 상당한 통증을 느끼게 된다. 표 3-1 에서와 같이 신발을 벗고 건조한 손으로 대지 전위 200[V] 회로에 감전되면 이 경우 인체 저항은 30~50 [KΩ] 이므로 접지가 없어도 인체에 6 [mA] 정도 밖에 흐르지 않아 위험성은 적으나 접지가 되어있지 않은 경우는 그렇지 않는 경우보다 동일조건에서 약 2 배의 전류가 흐르게 되어 위험성이 증대된다. 고압기기의 경우는 제1종 접지 공사를 한 경우 1선지락 전류가 10 [A] 이하의 전로에서는 기기의 외함 대지 전위는 10 (1선지락 전류) × 10 (제1종 접지 저항값) = 100 [V] 가 되고 이 이하로 제한하면 지락후 수초내에 접지 계전기가 동작하여 전로가 차단되므로 얼핏 안전성이 큰 것으로 생각하기 쉽다. (그림 3-1 참조) 그러나 1 선 지락 전류가 크게 되면 같은 안전성을 확보하는데는 1 종 접지 저항값에서도 10 [Ω] 이하보다 더 작은 2~3 [Ω] 의 접지가 필요하게 된다. 접지 저항값을 가능한 범위에서 낮게 하는 것이 인명을 구하는 유일한 방법이다. 또, 시공 직후에는 법에서

규정한 값 이하이더라도, 경년변화에 의해 접지 저항값이 상승하는 경우도 있을 수 있으므로 정기적으로 저항값을 측정하고 기록하여, 범위를 넘으면 즉시 개수하여 낮은 저항값을 유지하는 것이 중요하다.

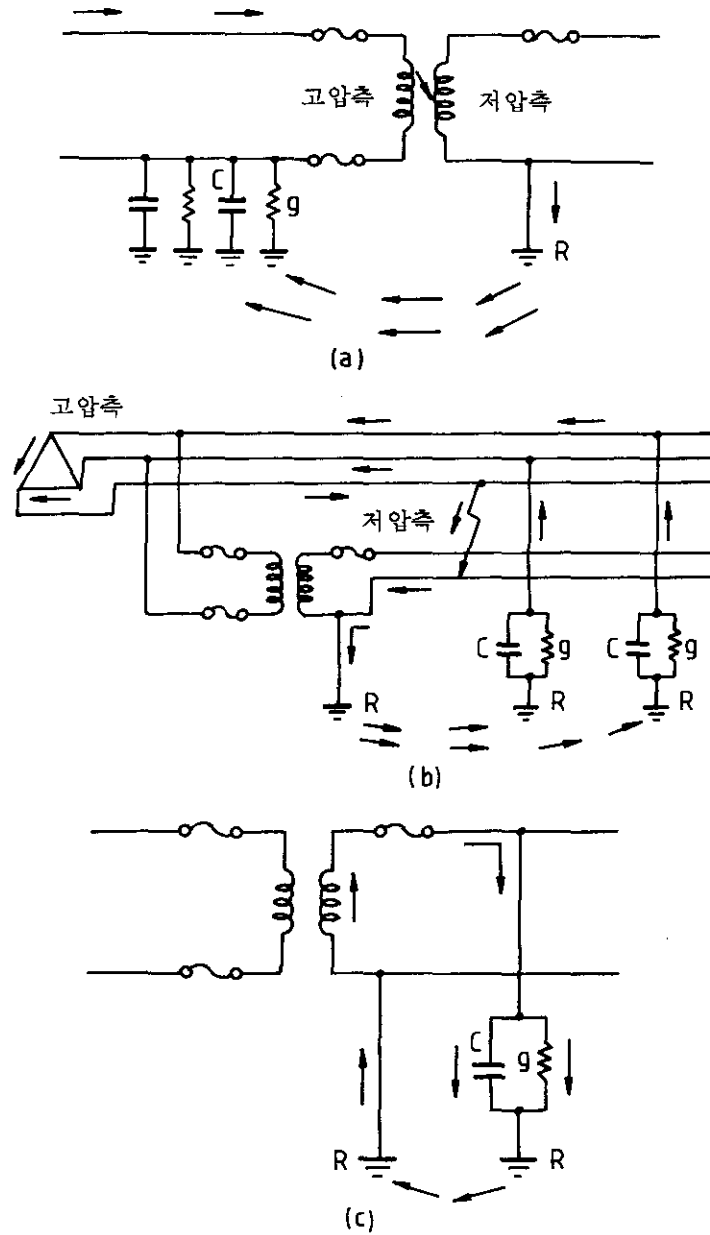


그림 3-1 고저압 혼촉 위험방지 (제1종 접지공사)

2. 내뇌용 접지

옥내 전기 설비에 대한 내뇌용 접지에 대해서는 적절하게 설계, 시공된 피뢰설비가 있으면 전격이 원인이 되는 재해가 일어나지 않는 것이 이상적이다. 이러한 조건은 단순한 건축물이면 거의 만족되지만 일반적으로 건축물 내에는 전력배선, 통신배선, TV Feeder 등의 도체가 있다. 이들 배선은 피뢰침 규격에 대한 일반 금속 도체와 같이 접지하는 것은 그 기능상 불가능하므로 여러가지 복잡한 문제가 발생하게 된다. 즉 이들 도체들은 대지 및 배선간에 전격이 원인이 되는 전위차가 발생하고 2차적 섬락, 단락, 기기의 손상파괴, 감전 등을 발생할 우려가 있다. 이들 문제는 각각의 경우에 대해 대책을 고려해야 하는데 포괄적 기준을 나타내는 것은 곤란하므로 원칙적인 방안에 대해서만 언급하고자 한다.

(1) 전위차를 발생 하는 제요인

전격시 옥내 전기 설비의 대지와 배선간에 전위차가 발생하는 요인으로서는 건축물의 피뢰설비에 전격이 있는 경우와 건축물 부근에 낙뢰가 있는 경우가 있다. 또, 건축 전기 설비에의 직접 전격에 의해 위험한 전위차가 발생하는 것에 대해서는 적당한 피뢰 설비를 설치하여 방지한다. 이 경우, TV 안테나, 옥외 큐비클과 같이 피뢰설비의 공사 종료후에 설치되는 경우가 많은 것에서도 그 피뢰설비의 보호각내에 설치하는 것이 필요하다.

(a) 건축물에 전격이 있는 경우

① 접지저항 및 피뢰도체의 임피던스 강하에 의한 것

건축물 피뢰설비의 受雷部에 전격이 있는 경우, 일반적으로 피뢰도체의 대지에 이르기까지의 impedance로서 생각해야 하는데 근사적으로는 통상, 집중정수의 inductance 와 접지저항 R_e 와의 직렬회로

로 이루어지므로 이 회로에 전격전류 $i(t)$ 가 흐르면, 그 끝(頂部)에서는 $e = L \frac{di}{dt} + R e i(t)$ 의 대지전위가 발생하여 부근의 도체와 전위차가 생긴다. 이 전위차가 절연내력보다 크면 섬락이 발생하고, 뇌격 전류의 일부가 도체에 흐르게 된다. 또 섬락이 안 일어나더라도 유도전압이 발생된다.

② 지표의 雷異변화에 준하는 것

건축물 피뢰설비의 受雷部에 전격이 발생하면, 先驅방전의 先端電荷에 의한 誘起電異 혹은 전격의 방전전하 변화에 대응한 지표부근의 전계의 급변이 일어난다. 이 때문에 완전하게 Shield 되어 있지 않은 도체에서는 유기전압이 나타나고 Surge가 전파된다. TV 안테나의 경우 이러한 유도뇌에서도 위험전압이 발생하는 경우가 있다.

(b) 부근의 전기설비에 전격이 있는 경우

건축물 부근의 전력계통 혹은 전화배선에 전격이 있는 경우, 혹은 유도뇌에 의해 이들 도체에 Surge 전압이 발생한 경우, 그 거리가 가까우면 이들 도체에 전파되어 건축물내에 뇌 Surge가 침입하며, 옥내전기설비를 손상, 파괴하고, 혹은 부근에 있는 인체에 방전되어 재해를 일으킬 우려가 있다. (그림 3-2)

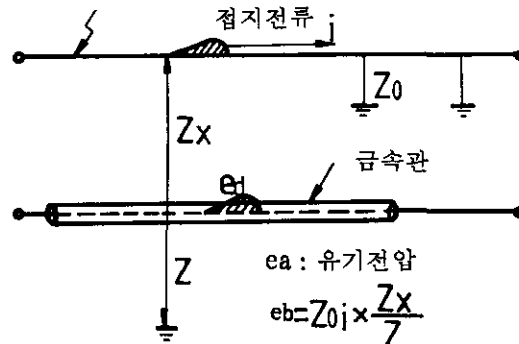


그림 3-2 전기설비에 전격이 있는 경우

(2) 피뢰상의 대책

뇌격이 원인으로 옥내전기설비에 발생하는 전위차에 의한 재해를 방지하기 위해 다음과 같은 대책을 강구할 필요가 있다.

(a) 접지전위 상승 및 유도에 대한 대책

옥내배선은 일반적으로 피뢰도체에서 가능한 이격하도록 고려하고 또 용량결합, 電磁結合을 줄이기 위해 배선을 전선관에 넣어 이것을 양호한 접지에 접속하는 것이 중요하다. 또 이것은 전계변화에 준하여 유도전압의 경감에도 기여하는것이다. TV 안테나는 Shield할 수 없으므로 전계변화에 준하여 유기전압을 억제하는 것이 불가능 하지만 가능한 銅軸 Cable을 이용, Sheath 접지를 취하는 것이 필요하다. (그림 3-3)

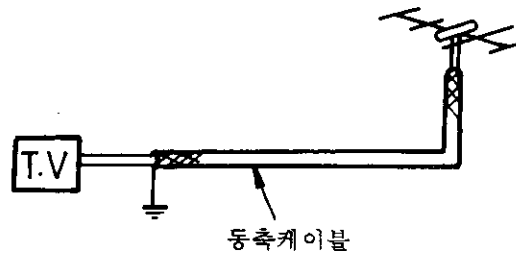


그림 3-3 TV안테나 접지

(b) 건축물의 인입구 배선에 대한 보호

도체의 Shield 가 완전한 경우 그 내부의 도체 상호간에는 유기전압이 나타나지 않지만 접지저항이 0 이 아니므로 대지전압분만 원방접지와외의 사이에 차이가 나타나고 건축물의 내외의 도체에 뇌 Surge 를 발생한다. 이러한 상황은 건축물의 외부에 뇌격이 있어서 도체를 뇌

Surge 가 전파하여 오는 경우도 같다. 뇌 Surge 피해를 막기 위해 건물의 경계, 즉 내부배선과 외부배선의 접속점에 피뢰기를 설치하여 유효한 접지극에 접속하는 것이 필요하다. 또, 내외의 전기회선 접속을 절연변압기를 통하여 행하는 것도 하나의 보호대책이다. (그림 3-4)

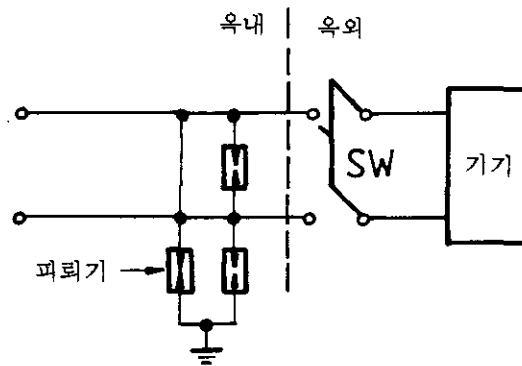
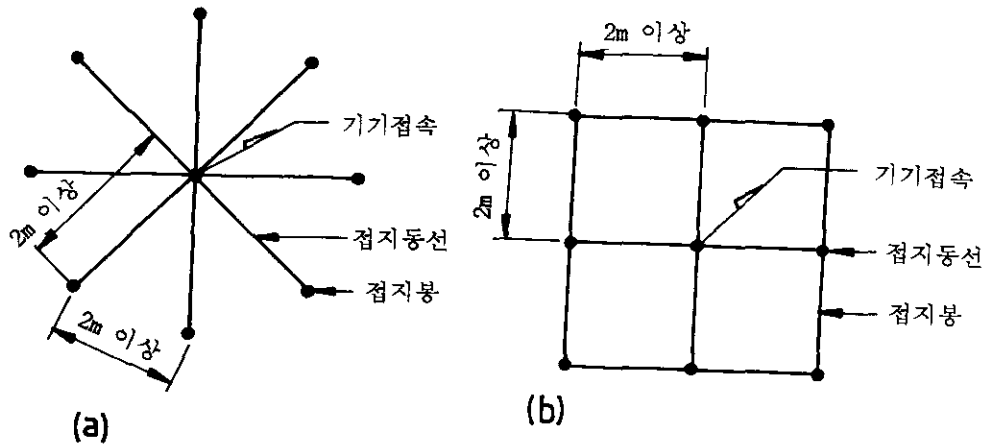


그림 3-4 인입구 배선 보호

옥내 전기설비는 물론 옥외전기설비에 대한 뇌재해를 제어하기 위해 필요한 내뇌보안장치의 동작효과를 확보하는 접지가 중요하다. 내뇌용 접지가 다른 접지와 다른 것은 전기적으로는 뇌의 특성상 충격을 받아도 건축물 내외의 접지전위 상승, 보폭전압, 접촉전압 및 저압제어회로의 유기전압 억제 등이므로 이 경우의 접지는 법규에 준하여 행할 것만이 아니라 안전측면을 고려하여 접지 저항값을 아주 낮추는 것이 우선적으로 필요하다. 또, 접지극 부근의 접지전위 정도를 신속하게 낮추는 전극배치로 하기위해 放射狀 또는 遷狀배설 방식 접지공사를 하는 것이 중요하다. (그림 3-5)



(a) 방사상 매설 접지방식 (b) 환상 mesh 매설 접지방식

그림 3-5

3. 계통 접지

송전선로, 배전선로 접지에는 현행 저압계통은 일반접지식으로 하고 고압계통에서 11 [KV] 이상은 변압기의 중성점 접지, 6.6 [KV] 이하에서는 비접지식이 채용되고 있다. 이것은 고압 또는 특고와 저압과의 혼촉방지용 접지의 2차 배전선로 보안용으로 전원 1차측 고압 또는 특고 2차측 저압 변압기의 내부고장 또는 전선 단선 등의 사고때에 고압, 특고전로와의 혼촉을 일으키고 고압이 침입하여 위험하게 될 우려가 있기 때문이다. (그림 3-6, 3-7)

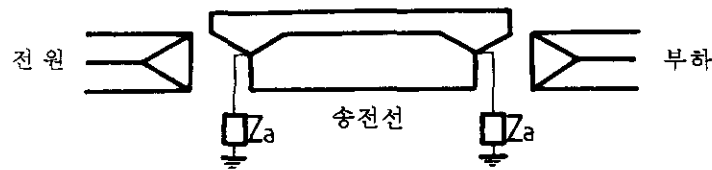


그림 3-6 송배전선로의 접지

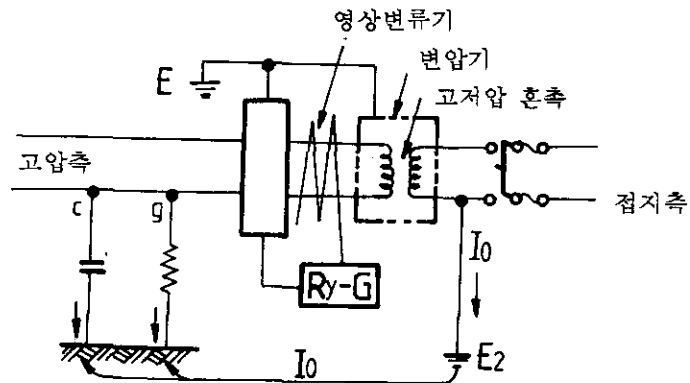


그림 3-7 고저압 혼촉사고

이러한 경우의 보호방법으로 제2종 접지를 하면 사고시 접지선에 흐르는 고압측 또는 특고전로의 1선지락 전류에 의한 저압측 대지전위 상승이 150 [V] 이하로 제한되고, 저압전로에 사람이 접촉하여도 치명적인 손해를 받는 것이 비교적 적다. 그러나, 제2종 접지저항값은 절대 안전하다는 값이 아니므로 가능한 이 접지저항값을 낮게 하는 것이 보다 좋은 대책이다. 현재 쓰이고 있는 여러가지 결선방식이 그림 3-8, 3-9에 나타나 있다.

이 경우 PT, CT 의 저압 2차측 전로는 1차측이 고압인 경우는 제 3종 접지공사를 하고 특별 고압의 경우는 제1종 접지 공사를 한다. 이렇게 계통접지를 하면 다음과 같은 장점이 있다.

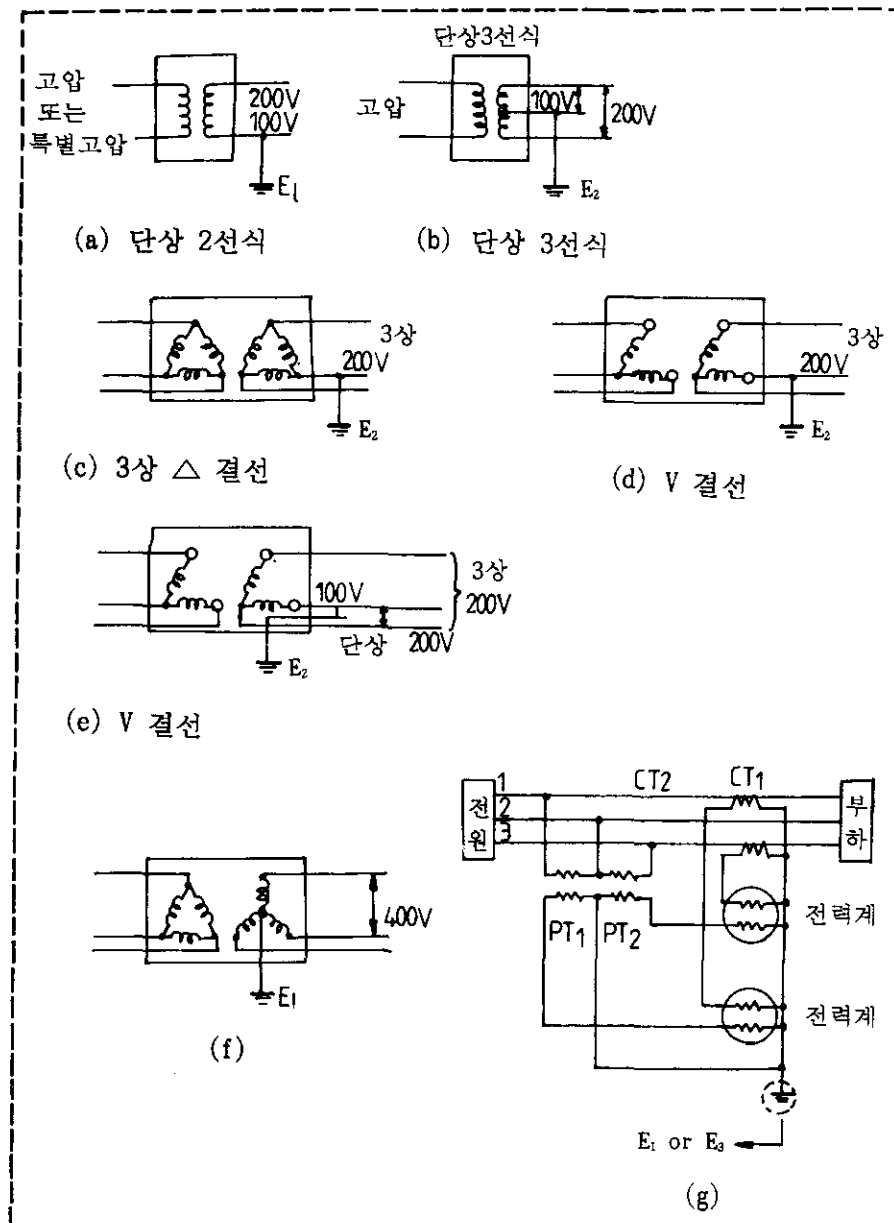


그림 3-8 결선방식

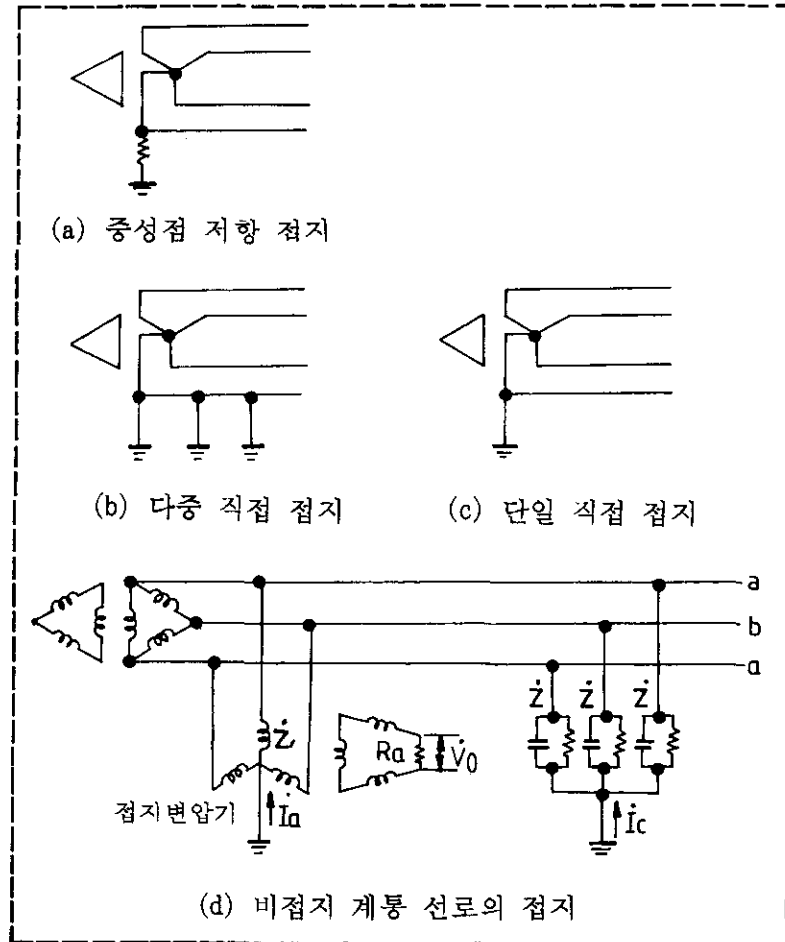


그림 3-9

- ① 뇌, 개폐 Surge, 정전유도, 고저압 혼촉, 공진 등에 의한 이상고전압의 발생을 억제할 수 있다.
- ② 1 선지락시 다른 상의 대지전압 상승을 억제할 수 있다.
- ③ 보호 Relay를 쉽게 고속도로 차단하여 안정을 도모할 수 있다.
- ④ 리액터 접지 등에서는 1선지락시 消弧를 쉽게 할 수 있다.
- ⑤ 중성점 접지 배전선로의 상시 대지전압의 저감과 안정을 도모할 수 있다.

- ⑥ 저압 배전용 자동차단기의 단극화가 가능하고 분전반 등의 설비를 경제적으로 할 수 있다.
- ⑦ 비접지 계통에서도 접지 변압기를 설치 함으로써 접지계전기를 사용 할 수 있으므로 효과적이다.
- ⑧ 절연협조가 가능하다.

4. 전파장해 방지용 접지

이 접지는 전기회로적으로 이용하기 위한 접지로, 위험방지를 위하여 접지하는 것과는 다르다. 다시 말하면 대지 이용 기능접지이다. 전파장해를 일으키는 원인이 되는 것은 문화가 발달함에 비례하여 매우 많아졌고 이의 방지는 매우 중요한 것이다.

형광등, 전기드릴, 전자 레인지, TV 수상기, 네온싸인, 자동차, 전기철도, 헤어드라이어, 극초단파 치료장치, 고저압 배전선, 충전기, 정류기 기타 고주파 이용기기, 항온접지사용기기 등 수없이 많다. 이의 장해 방지 방법으로는 다음 3 가지가 있다.

- ① Filter (잡음방지기)를 설치한다.
- ② 金網으로 Shield하여 이를 접지한다.
- ③ 기기를 접지한다.

이 접지는 가능한 Reactance가 작게 되도록 폭넓은 銅帶를 이용하는 방법을 강구하여, 접지극에 접속하는 것이 바람직하다. 금망 등으로 Shield하고 이를 접지할 경우의 접지장소는 완전하게 부착하여야 한다. (그림 3-10, 3-11, 3-12, 3-13 참고) 특별고압, 고압송전선로에 접근하거나 평행하여 다른 전선로 또는 대지에서 절연된 도체가 있으면 전선과 도체 및 대지상호간의 정전용량에 의해 정전유도 작용으로 도체에 전압이 발생한다. 중성점 접지식 전

로에서는 지락사고에 의해 발생하는 전류때문에 이에 접근하는 약전류 전선로 등에 전자유도작용에 의한 유도 전압이 발생한다. 정전유도작용은 전자 유도 작용과 다르거나, 보안상 통신장애가 문제가 되므로 항상 통신상의 장애를 미치지 않는 방호대책을 고려해야 한다. 그러나 특별고압 전선로에서는 송전선로 전계중에서 절연된 도체에 정전유도작용에 의한 전압이 발생하면, 이 도체에 인체가 접촉하여 방전에 의한 과도전류와 정상전류가 인체를 통과하여 감전을 느끼는 수가 있는데, 이 전기량은 통상 감전 안전 한계치에 비해 훨씬 낮으므로 인체에 직접적인 장애를 미치지 않으나 방호대책은 강구하여야 한다. 전자 유도작용에 의한 장애는 통신상의 장애만이 아니고, 송전선로 사고시에는 유도전압에 의해 인체에 위험을 수반하는 경우가 있으므로 방호대책은 신중하게 고려해야 한다. 대책으로서는 송전선로와 통신선로 사이에 도전율이 좋은 금속을 사용하고 차폐선, 차폐망을 설치하여 이것에 제 3종 접지공사를 한다. 통상 차폐선 또는 망에 사용하는 도선에는 다음과 같은 것이 있다.

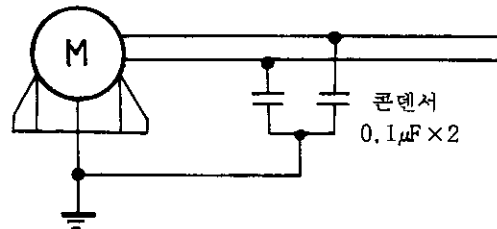


그림 3-10 치과 연삭기용 전동기 잡음방지 접지

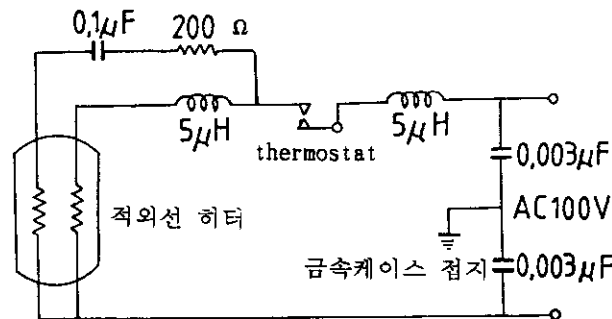


그림 3-11 전기로의 잡음방지 접지

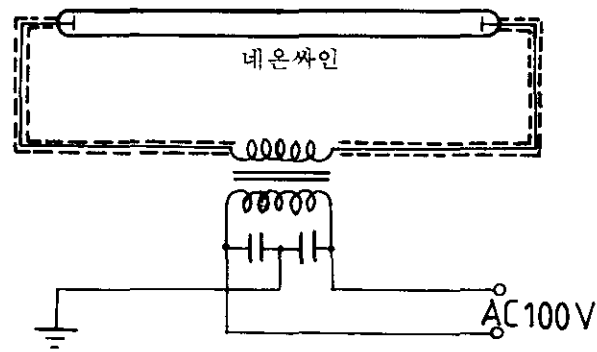


그림 3-12 네온싸인 잡음방지 접지

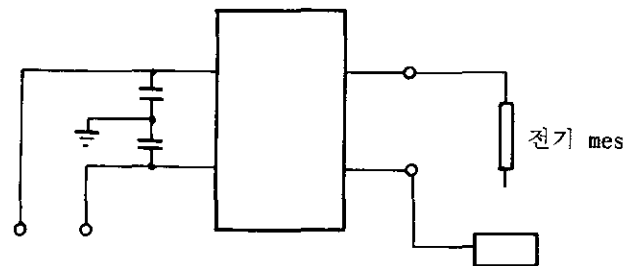


그림 3-13 전기 mes 잡음방지 접지

① 구리연선

② 강심 AI 연선

정전 유도장해 방지로서는 대지에서 절연된 금속물 (공작물)에 접지공사를 실시한다.

③ 강심 AI 연선

電磁유도 장애 방지로서는

① 전선로에 피뢰기 등 적당한 보안기를 설치하고 제3종 접지공사를 한다.

② 약전류 전선로에 排流 중계 Coil, 中和 Coil 등 변성기를 설치하고 제3종 접지를 한다.

③ 약전류 전선로에 電磁 차폐 Cable을 사용한다.

④ 상호 이격거리를 크게 한다.

등의 방법이 있는데 여러가지를 충분히 검토하여 최적의 방법을 취한다.

(그림 3-14)

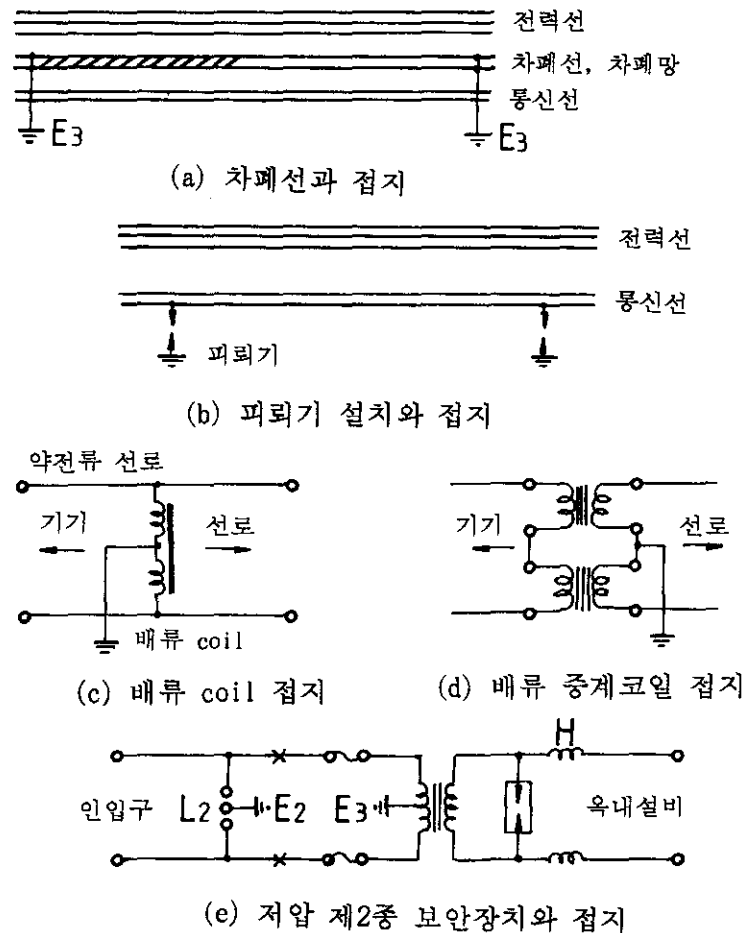


그림 3-14 유도장해 방지용 접지

6. 電蝕방지용 접지

일반적으로 물, 토양과 같은 전해질과 접촉하는 금속 표면에는 溶存酸素 농도차와 온도차 등의 환경조건 또는 불순물, 잔류응력, 표면 부착물 등 금속의 조건 차이 등에 따라 전위가 다른 경우가 많아 부식전지를 형성한다.

그림 3-15에서 보는 바와 같이 전위가 낮은 양극부에서는 금속이 이온화하여 溶出하고 전류가 유출하므로 양극부의 철이 용해된다. 이것이 일반적으로 말하는 부식이고, 전기화학적 작용에 따른다. 만약 이것에 외부에서 인위적으로 전류를 흘릴때는 (그림 3-16) 전위가 높은 음극부에 전류가 유입하므로 이부분의 전위는 낮아져서 양극전위에 가까운 것이 되고 이것을 음분극이라 한다. 전류를 증가하여 음분극이 커지고 음극전위가 양극전위와 완전히 일치할때 부식전지는 소멸하여 이 금속은 완전히 防蝕된다. 이것을 음극 防蝕법 또는 전기 防蝕법이라 한다. 전기 방식법에는 유전양극 防蝕과 외부전원 防蝕이 있다.

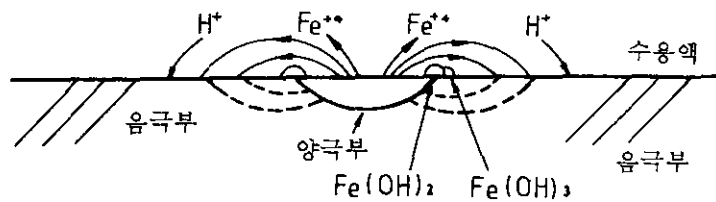


그림 3-15 국부전지에 의한 부식전류

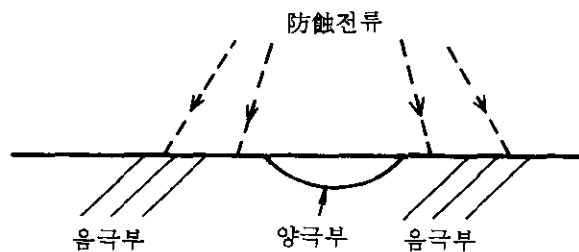


그림 3-16 방식전류에 의한 부식전류의 소멸

(1) 외부 전원 방식의 防蝕 접지전극

이 방식은 직류전원의 음극을 비방식체에, 양극을 외부전원용 전극에 접속하여 전극에서 전해질을 넣어 피방식체에 전류가 흐르도록 한 방식이다. 양극(방식용 접지전극)으로 사용되는 것은 다음과 같다. (그림 3-17)

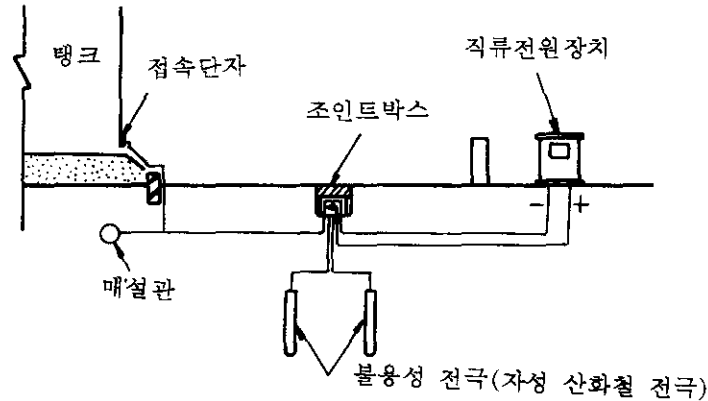


그림 3-17

- (a) 철, 알루미늄 등 소모성의 것과 흑연, 磁性 산화철, 규소주철이 용해성이므로 소모가 심한 결점이 있다.
- (b) 규소주철 전극은 실리콘 14.5 [%], 망간 0.65 [%], 탄소 0.85 [%]를 함유하고 있다. 이것은 망간을 넣어 염소가스에 대한 내식성을 늘린 것이고, 염분이 많은 장소에 적합하다. 저항율은 낮고 강도도 큰 반면 단단하여 기계가공이 어렵다.
- (c) 흑연전극은 내식소모성에 우수하고 성형가공이 쉽다. 강철은 접지 저항이 작고 소요전압이 낮으며 가격이 싸다.
자성 산화철은 구조한 中空 전극에서 불용성이고, 고전류 밀도(0.25 ~0.5 [A/cm²]에서 사용되는데 기계적, 열적 충격에 약하다.
- (d) 그 외 아연합금, 백금 등 불용성 전극도 있는데 매설관 방식용으로 많이 사용되고 있는 것은 자성 산화철, 규소주철이다.

아연합금은 해수중에서 사용되고 백금은 고가이므로 잘 쓰이지 않는다. 양극의 접지방법은 그림 3-19와 같이 불용성 전극(자성 산화철)을 지중에 매설하고 매설방식관에 음극전선, 불용성 전극에 양극 전선을 접속하여 방식전류가 양극간에 흐르도록 한다. Joint Box는 전극의 접지저항, 전위 등을 용이하게 측정하기 위해 설치한 것으로 양극의 접지 장소의 被防蝕 관로에서 수십 m 이상 떨어지는 것이 효과적이다.

(2) 流轉 양극 방식

이 방식은 被防蝕體에 전위가 낮은 금속 (유전양극)을 직접 또는 전선으로 접속하는 방법이고, 유전양극은 피방식체와의 전지 반응으로 소모되므로 보호양극이라고도 한다. 현재 양극으로 사용되고 있는 것은 주로 마그네슘과 그 합금인데, 환경에 따라서는 아연과 그 합금 혹은 알루미늄 합금이 이용되고 있다.

토양 등에서는 접지저항을 작게 하기 위하여 백철로 싸서 사용하고 있다. (그림 3-18)

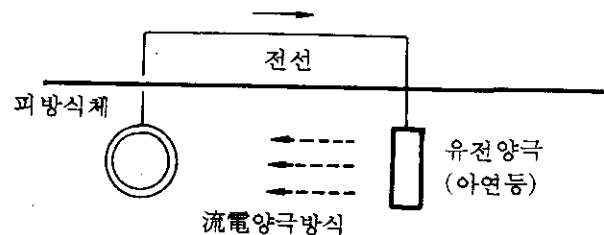


그림 3-18 유전양극 방식

(a) 마그네슘과 그 합금

이것은 단위 면적당 유효 발생 전기량이 크지만, 철과의 전위차가 크므로 자기부식이 크고 전류효율이 낮으며, 토양의 저항율은 비교적

크므로 단위면적당의 발생 전류가 커서 흠속에서의 방식양극으로 널리 사용되고 있다. 양극의 단면적은 저항율이 높을때는 작게 하고, 반대인 경우는 크게하여 양극의 수명이 10 ~ 20 년 정도 되도록 선택한다.

(b) 아연과 그 합금

마그네슘계 양극에 비하여 동일면적에서의 발생전류는 약 1/3이므로 사용 장소에 제약을 많이 받지만 自己 부식이 작고 전류 효율이 높아서 수명이 긴 이점이 있다. 이 鑄造양극은 저저항율의 토양에서 사용하기에 적당하다.

(c) 알루미늄 합금

양극전위는 마그네슘계와 같고 양극효율은 80 [%] 정도로 발생 유효 전기량이 여러가지 양극중에 최대이다. 가장 경제적인 것은 단위중량당 발생유효 전기량이 큰 알루미늄 합금 양극이다.

電蝕방지용 접지의 설계에 있어서 매설관과 같은 소규모인 것에는 유전양극방식, 탱크야드의 매설물 전부를 대상으로 하는 대규모인 경우는 외부 전원방식이 좋다고 하나, 방식의 결정에 있어서는 주위의 조건을 자세히 조사하여 검토할 필요가 있다.

소규모 탱크에서도 토양의 저항이 매우 높거나, 탱크에 접속되는 배관류의 절연이 곤란한 경우는 유전양극법이 비싸며 또 대규모인 탱크야드에서도 토양비저항이 작고 알루미늄 합금 양극을 사용할 수 있는 경우에는 유전 양극법이 경제적으로 유리할 수도 있다.

또, 주위에 防蝕대상외의 다른 매설물이 있고 이에 악영향을 주는 것이 있으면 경제적으로 유리하더라도 외부 전원방식은 피해야 한다. 防蝕의 방법 결정에는 여러가지 인자가 작용하므로 환경조건을 조사하고 소유자 혹은 관리자의 의향도 충분히 배려하고 (1)안전성 (2)耐用性 (3)경제성을 고려하여 결정하는 것이 중요하다.

4. 지락전류 계산

전로에서 발생하는 고장중 가장 많은 것이 지락고장으로, 1선지락고장이 이의 대부분을 점하고 있다. 또한 고저압 전로가 서로 접근하는 장소에서는 고저압 혼촉 사고도 있으므로, 이것도 고저압측에서 본다면 지락고장으로 취급한다.

이러한 것에서 부터 전선로나 기구를 설비하다가 가끔 1선지락전류의 크기나 대지 전위 상승을 억제하는 목적의 접지저항값 등을 파악하는 것이 필요하기 때문에 지락전류, 접지저항의 계산 등에 있어 자가용 설비의 구내 배전선로를 모델로 하여 전기설비 기술기준의 규정을 참고로 기술한다.

1. 고압 또는 특고전로에서의 1선지락 고장

계산의 모델로 그림1과 같은 고압 자가용 수전설비의 구내 배전선로를 케이블 계통으로 취급하여 이것에 대해 1선지락전류 계산을 설명하고자 한다.

그림중 E_1 , E_2 , E_3 , ES_3 는 제1종, 제2종, 제3종, 특별 제3종 접지공사를 표시한다.

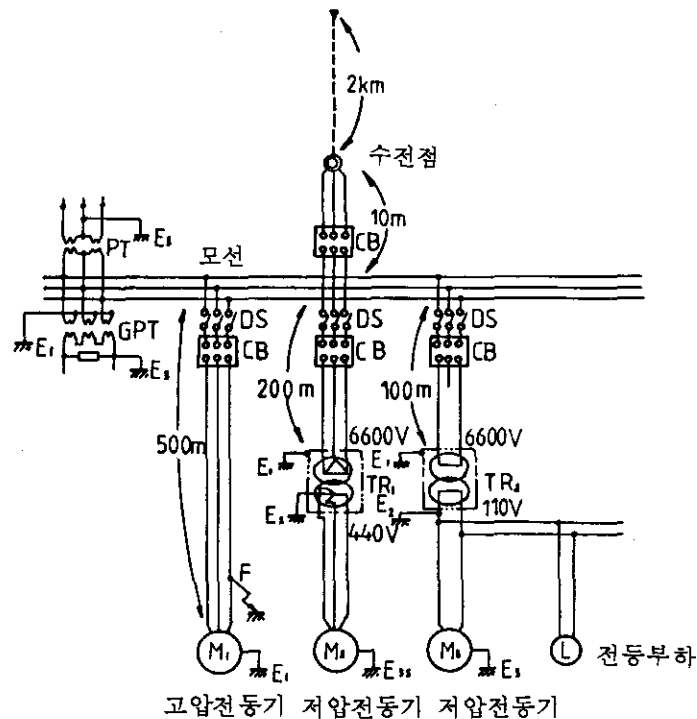


그림 4-1 고압배전선로의 예

(1) 전로의 중성점이 비접지식인 경우

지락고장 계산을 할 때 보통 선로정수(대지 정전용량)가 필요하므로 복소수 계산을 하지 않으면 안된다. 그러나, 1선 완전 지락고장의 경우 지락전류는 실측 결과에 기초하여 만든 공식(전기설비 기술기준에 관한 고시 제10조)을 사용하면 간단히 구해진다.

$$I_1 = 1 + \frac{(V/3) L' - 1}{2} \quad (1)$$

단, I_1 : 1선지락 전류 [A]

V : 전로의 공칭전압을 1.1로 나눈 전압[KV]

L' : 동일모선에 접속한 고압 케이블의 선로연장[Km]

우변 제2항의 값 소수점 이하는 절상하고, I_1 이 2미만으로 되는 경우에는 2로 한다.

계산의 일례로서 그림 4-1의 F점(고압전동기 M_1 회로)에서 1선 완전 지락고장이 발생한 경우 지락전류를 구하면 다음과 같다. 먼저 식(1)에서

$$V = \frac{6.6}{1.1} = 6 \text{ [KV]}$$

$$L' = 2 + 0.01 + 0.5 + 0.2 + 0.1 = 2.81 \text{ [Km]}$$

2Km : 송전단~수전점의 선로연장

0.01Km: 수전점~모선의 선로연장

0.5Km : 모선~전동기 M_1 의 선로연장

0.2Km : 모선~변압기 TR_1 의 선로연장

0.1Km : 모선~ 변압기 TR_2 의 선로연장

또, 이 값을 대입하면,

$$I_1 = 1 + \frac{6/3 \times 2.81 - 1}{2} = 1 + \frac{5.62 - 1}{2} = 3.3[A]$$

소숫점 이하를 끝올림하면, $I_1 = 4[A]$ 가 된다.

이상은 전로가 고압 또는 특별고압 케이블인 경우이고 참고로 가공전선로의 경우는

$$\text{지락전류 } I_1 = 1 + \frac{(V/3)L - 100}{150} [A] \quad (2)$$

L : 동일모선에 접속한 가공전로의 선로연장 [km]

기타 : (1)식과 같음.

고압 또는 특별고압 케이블과 가공전선 전로의 경우

$$I_1 = 1 + \frac{(V/3)L - 1}{150} + \frac{(V/3)L' - 1}{2} [A] \quad (3)$$

(2) 전로의 중성점이 저항 R로 접지되어 있는 경우

일반적으로 특별고압을 수전하여 수용가의 구내에서 고압으로 변환하여 배전하는 계통에 적용되고 있다. 뿐만 아니라 특고전로에서는 역으로 중성점을 수십 $[\Omega]$ ~ 수백 $[\Omega]$ 의 비교적 고저항을 통하여 접지하는 경우가 많다.

중성점을 저항 R로 접지시킨 전로에 1선 지락고장이 발생한 경우를 그림2에 나타내고 있는데 C는 전로에 고르게 분포되어 있는 대지 정전용량을 취급이 쉽도록 1개소에 집중시켜 전선연장에 비례시킨 값이다.

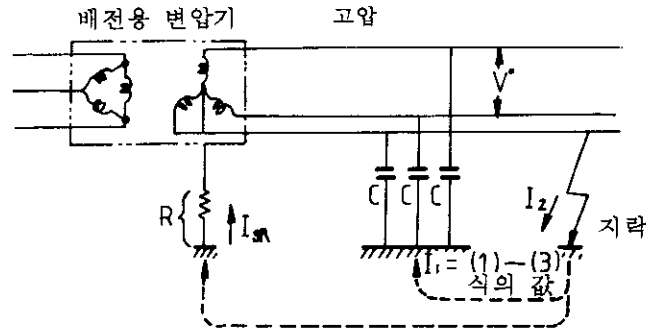


그림 4-2 중성점 접지식 전로의 1선지락

I_1 의 값은 (1)~(3)식에 의한 것으로, 비접지식 전로(R 이 아닌 전로)의 전류가 흐르므로 이것은 대지 정전용량 C 에 흐르는 전류(충전전류)로서 전압 V 보다 위상이 90° 앞선다. 다음에 중성점에 흐르는 전류 I_{gR} 은

$$I_{gR} = \frac{V' / \sqrt{3}}{R} \times 10^3 \quad [A] \quad \begin{array}{l} V' : \text{전로의 공칭전압 [KV]} \\ R : \text{중성점 접지저항 } [\Omega] \end{array}$$

이 되며 전압 V' 와 동상이다.

따라서, 지락전류 I_2 는 I_{gR} 의 Vector 합이므로 그림 4-3과 같이 되고

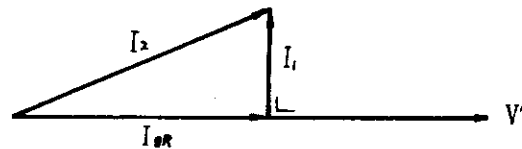


그림 4-3 벡터도

$$I_2 = \sqrt{I_1^2 + I_{gr}^2} = \sqrt{I_1^2 + \frac{V'^2}{3R^2}} \times 10^6 \quad [A] \quad (4)$$

저항 R 값은 저항기 자체 저항값과 접지공사 저항값을 더한 것이므로 접지공사에 의한 저항값은 보안상 이유로 지락고장시의 접지점 전위상승을 억제할 필요가 있으며 일반적으로 수십분의 1~수음 정도로 낮아 R은 무시할 수 있는 값이다.

이제 I_2 를 구하면, 그림 4-1의 송전단에서 중성점이 $R=100[\Omega]$ (접지공사의 접지저항을 포함)을 통해 접지시키는 경우 F점(고압전동기 M_1 의 회로)에서 1선지락전류 I_2 를 구한다.

먼저, I_1 의 값은 1(1) 항에서 $I_1 = 4 [A]$ 이고 공칭전압 $V' = 6.6 [KV]$, $R = 100 [\Omega]$ 이므로

식(4)에 의해

$$I_2 = \sqrt{4^2 + \frac{6.6^2}{3 \times 100^2} \times 10^6} = \sqrt{4^2 + 1452} = 38.3 = 39 [A]$$

기타 중성점 리액턴스 접지식 고압전로의 경우 1선지락전류 I_3 도 꼭 같은 방법에 따라 식(5)에서 구한다.

$$I_3 = \sqrt{\left(I_1 - \frac{(V' / \sqrt{3}) X}{R^2 + X^2} \times 10^3\right)^2 + \left(\frac{(V' / \sqrt{3}) R}{R^2 + X^2} \times 10^3\right)^2} \quad (5)$$

I_1 : 식 (1)~(3)의 값[A]

V' : 전로의 공칭전압[KV]

R : 중성점 리액턴수 전기저항(중성점 접지공사의 접지저항값을 포함)
[Ω]

X : 중성점에 사용하는 리액터의 유도리액턴 값[Ω]

(소숫점 이하는 올리며 I_3 가 2미만인 경우 2로 한다.)

여기서 기술한 지락전류 계산은 고압전로에는 기기누전 사고시의 보안 대책으로 제1종 접지공사의 접지저항 결정, 저압전로에서는 고저압 혼촉시의 보안대책으로 제2종 접지공사의 접지저항 결정, 접지선의 굵기 결정 등 필요한 순서이다.

(3) 고압 또는 특고 기기의 누전 사고

고압 또는 특고전로에 의해 충전되는 기기는 사람이 쉽게 접촉할 수 없도록 시설하도록 기술기준 32조 및 37조에서 규정하고 있다.

일반적으로 전기기기의 導電部와 철대, 외함 등 사이는 절연되어 있으므로 누전시에는 외함 등이 충전되어 우연히 누전되는 기기에 사람이 접촉, 감전되는 수가 있다. 이에대한 보안대책으로 기술기준 제34조에는 고압 또는 특고기기의 철대 및 외함 등에는 제1종 접지공사를 하도록 규정하고 있다.

한편 인체가 접촉해도 비교적 안전한 전압(이를 접촉전압이라 한다.)의 허용치는 표4-1과 같이 규정하고 있다.

표 4-1 접촉전압의 종류

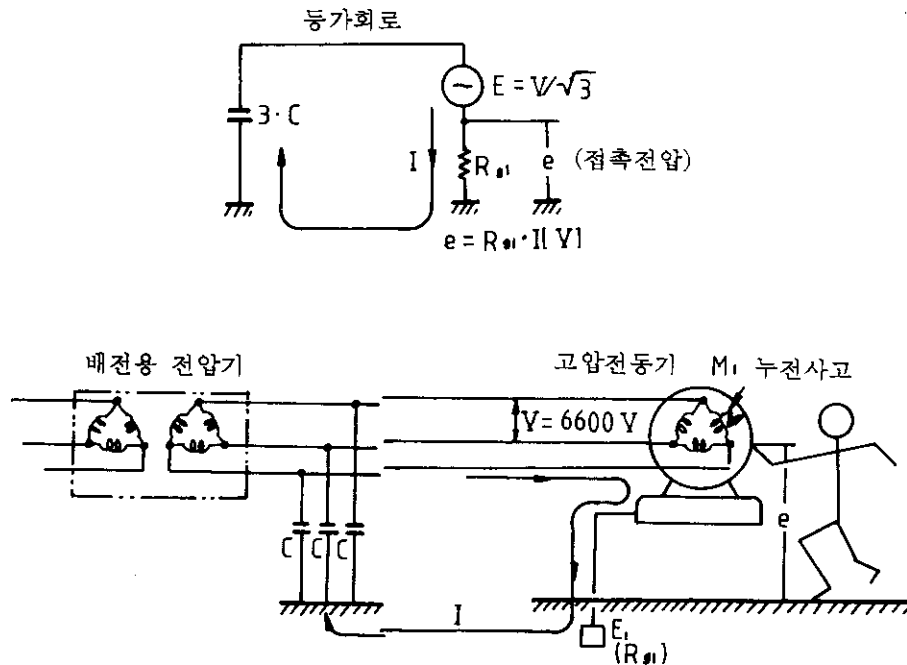
종 별	접 촉 상 태	허 용 접 촉 전 압
제1종	○ 인체의 대부분이 수중에 있는 상태	2.5[V] 이하
제2종	○ 인체가 현저히 젖어 있는 상태 ○ 금속제의 전기기계장치나 구조물에 인체의 일부가 상시 접촉되어 있는 상태	25[V] 이하
제3종	○ 제1,2종 이외의 경우로 통상 인체 상태에서 접촉전압이 가해지면 위험성이 높은 상태	50[V] 이하
제4종	○ 제1,2종 이외의 경우로 통상 인체 상태에서 접촉전압이 가해져도 위험성이 낮은 상태 ○ 접촉전압이 가해질 우려가 없는 경우	제한없음

따라서 기기의 누전시 사람이 접촉해도 안전하도록 이때의 접촉전압을 표4-1의 값보다 작은 50 [V] 이하로 억제하는 것이 바람직하다.

그런데 제1종 접지공사의 접지저항 계산에서 그림4-1의 고압 전동기 M_1 이 누전사고를 일으킨 경우를 예로 들어 고압전로의 중성점이 비접지의 경우와 저항접지의 경우에 대해 설명한다.

(a) 전로의 중성점이 비접지인 경우

그림 4-4는 고압전동기 M_1 의 내부 충전부와 외함 사이에 누전사고를 일으킨 경우를 나타낸다.



E_1 : 제1종 접지공사 V : 공칭전압 E : 전로의 대지전압 ($V/\sqrt{3}$)

R_{g1}, E_1 에 의한 접지저항 I : 지락전류

그림 4-4 누전사고시 지락전류와 접촉전압(비접지식 전로)

그림에서 접촉전압 e 는

$$e = R_{g1} I \text{ [V]} \quad (6)$$

$$R_{g1} = \frac{e}{I} \text{ [\Omega]} \quad (7)$$

I 는 고압전로의 1선 지락전류로 앞서 말한 1. (1)항의 I_1 을 적용할 수 있으므로 $I = I_1 = 4 \text{ [A]}$ 를 대입하여 R_{g1} 을 구하도록 하고 $e = 50$ 이므로

$$R_{g1} = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ [\Omega]} \text{ 이 된다.}$$

기술기준에서 R_{g1} 은 $10[\Omega]$ 이하로 규정되어 있으므로 이 경우 $R_{g1} = 10[\Omega]$ 이 된다.

(b) 전로의 중성점이 접지된 경우

중성점을 저항으로 접지한 경우는 그림 5와 같이 된다. 여기서 $R = 100[\Omega]$ 인 경우

$$R_{g1} = \frac{50}{39} = 1.28[\Omega]$$

즉, 이 경우 접지사항은 1.28 이하이어야 한다.

접지공사의 저항값은 전로의 지락 전류 크기에 따르고, 전류의 크기를 기본으로 하여 정해야 한다.

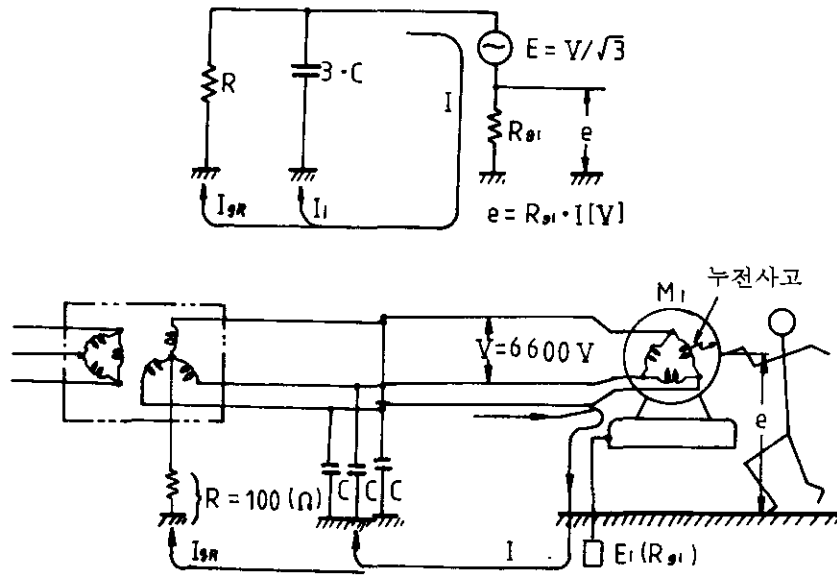


그림 4-5 누전사고시 지락전류와 접촉전압 (중성점 저항 접지식)

2. 고저압 전로의 혼촉사고

전로의 고저압 혼촉사고는 아주 드물게 발생하나 한번 발생하면 저압측 전로의 대지전위가 대단히 상승하여 전로의 대지절연이 파괴되고 인체에도 위험이 가해지므로 이 영향은 매우 크다. 이와 같은 고저압 혼촉사고시에 저압측 전로의 대지 전위상승을 방지하기 위해 기술기준 24조에는 고압을 저압으로 변성하는 변압기의 저압측 전로의 중성점 마다에는 1선에 제2종 접지공사를 하도록 의무화하고 접지저항은 규정한 값 이하로 하여야 한다.

그림 4-6 및 4-7은 그림 4-1의 변압기 TR₁의 내부에서 혼촉을 일으킨 경우로 그림 4-6은 고압측 전로의 중성점이 비접지, 그림 4-7은 저항접지의 경

$R_{g2}:E_2$ 에 의한 접지저항값 [Ω] E_2 : 제2종 접지공사[illegible]

- 51 -

여기서는 그림 4-6, 4-7의 변압기 저압측 전로의 중성점 또는 1선의 제2종 접지공사에서 접지저항을 구한다.

(1) 고압측 전로의 중성점이 비접지인 경우

제2종 접지공사의 접지저항값 R_{g2} 는

$$R_{g2} = \frac{150}{I} [\Omega] \quad (8)$$

I : 고압측 전로의 1선지락 전류[A]

또는 1선지락시 2초 이내에 자동차단하는 장치를 시설한 경우에도

$$R_{g2} = \frac{300}{I} [\Omega] \quad (9)$$

의 값 이하이어야 하므로 일반적으로 식(8)에 의해 계산하고, 식(9)는 특별한 경우로 고려한다.

그림 4-6의 접지저항 R_{g2} 를 구하는 경우 우선 고압측 전로의 1선 지락 전류 I 는 1. (1)항에서 구한 I_1 에서 $I_1 = 4[A]$ 를 식(8)에 대입하면,

$$R_{g2} = \frac{150}{4} = 37.5 [\Omega]$$

이 계통의 접지저항값은 37.5 [Ω]이하로 하면 좋다.

(2) 고압측 전로의 중성점이 저항 R 로서 접지되는 경우

이 경우도 2. (1)항과 같이 R_{g2} 를 구할 수 있다.

1선지락 전류 I 에는 1. (2)항에서 구한 I_2 를 적용하여 $I_2 = 39[A]$ 를 식(8)에 대입하면,

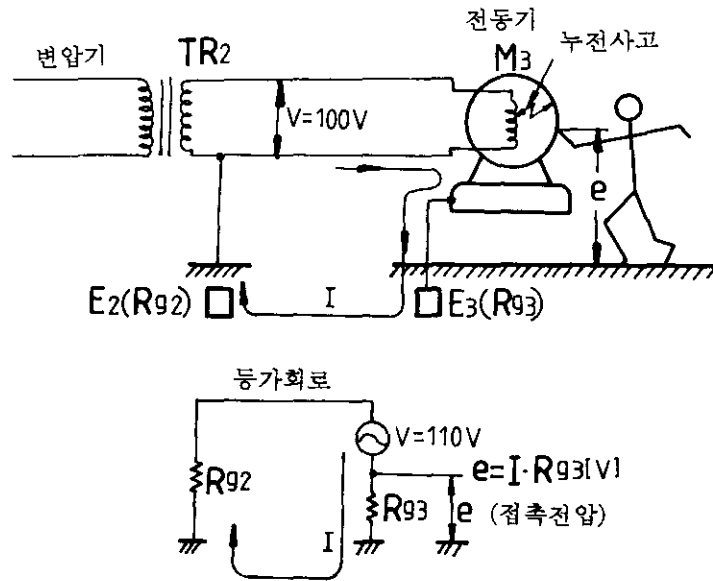
$$R_{g2} = \frac{150}{39} = 3.85 [\Omega]$$

그런데 기술기준 19조 2항에 의해 “제2종 접지공사의 접지저항은 5 [Ω]

미만인 것은 요하지 않는다”고 규정이 있으므로, $R_{g2} = 5[\Omega]$ 이 되고 이 계통의 접지저항은 $5[\Omega]$ 이 좋다.

3. 저압전로에서의 지락고장

그림 4-8과 같이 전동기 M_3 내부와 외함간의 누전으로 지락된 경우를 고려하면, 변압기와 저압측 전로의 1선은 고저압 혼촉시 대지전위의 상승을 방지하기 위해 기술기준 24조에 의해 제2종 접지공사를 시설하는 것으로 이 계산 방법은 2항에서 설명하였다.



E_2 ; 제2종 접지공사
 E_3 ; 제3종 접지공사
 $R_{g2}; E_2$ 에 의한 접지저항값 $[\Omega]$
 $R_{g3}; E_3$ 에 의한 접지저항값 $[\Omega]$
 I ; 저압회로의 지락전류 $[A]$

그림 4-8 저압전로의 지락전류와 접촉전압

전동기 M_3 의 외함, 철대 등은 누전시 보안상 이유로 기준 34조에서 제3종 접지공사(400[V] 이하의 저압기기)을 시설하는 것으로 접지저항은 규정값 이하로 유지해야 하므로 이 값은 기기 누전사고시 접촉 전압(표4-1 참조)을 고려하여 제2종 접지공사에 의한 저항치와 협조할 필요가 있다. 여기서는 제3종 접지공사에 따른 접지저항값의 결정과 지락전류에 대해 그림 4-8을 예로 들었다.

그림 4-8의 등가회로에서 접촉전압 e 는 (b) 식과 똑같이

$$e = I \cdot R_{g3} \quad [V] \quad (10)$$

이 된다. 지락전류 I 는 그림에서 공칭전압을 V 라 하면,

$$I = \frac{V}{R_{g2} + R_{g3}} \quad [A] \quad (11)$$

$$R_{g3} = \frac{e}{V - e} \cdot R_{g2} \quad [\Omega] \quad (12)$$

이 된다. 여기서 접촉전압 e 값은 표 4-1과 같아야 하는데 저압기기의 경우는 항상 사람이 쉽게 접촉할 우려가 많으므로 $e = 25[V]$ 이하로 되는 것이 바람직하다.

제2종 접지공사에 의한 저항 R_{g2} 의 값은 실례에서 2. (1), 2(2)항의 값을 사용하여 다음 값과 같다.

(1) 고압측 전로가 비접지인 경우

$$R_{g2} = 37.5[\Omega]$$

(2) 고압측 전로의 중성점이 $R = 100[\Omega]$ 에서 접지한 경우

$$R_{g2} = 37.5[\Omega]$$

이 값을 식(12)에 대입하면 R_{g3} 가 구해지고 이 값을 식(1)에 대입하면, 이때의 1선 지락 전류 I 를 구할 수 있다.

① $R_{g2} = 37.5[\Omega]$ 의 경우는

$$R_{g3} = \frac{25}{110 - 25} \times 37.5 = 11[\Omega]$$

$$I = \frac{110}{37.5 + 11} = 2.86 \text{ [A]}$$

② $R_{g2} = 5[\Omega]$ 인 경우

$$R_{g3} = \frac{25}{110 - 25} \times 5 = 1.47[\Omega]$$

$$I = \frac{110}{5 + 1.47} = 17 \text{ [A]}$$

제3종 접지공사는 이 값 이하로 되도록 시설해야 한다.

이상에서 지락전류의 계산에 대해 기술기준을 모두 설명하였다. 수식을 사용하여 처음부터 끝까지 수치계산을 하였으므로 이것을 통해 단지 지락전류를 구하는 것일뿐 왜 지락전류의 계산이 필요한가, 실용면에서는 기술기준에 정한 접지공사의 중요성 및 운용에 관한 사항을 이해하고 있으면 된다.

5. 접지저항 측정과 기록

1. 접지저항 측정

접지공사는 지락, 혼촉, 유도 등으로, 전로에서 대지로 이상 전류가 흐를때 전로 및 전로를 구성하는 기계 기구의 대지 전위 상승을 신속하게 제거하여 전로와 기기의 손상을 막고, 재해 발생 사고로 이행하는 것을 미리 막아야 한다.

그러므로, 접지저항값이 기술 기준에 정해져 있는 규정값 이하인가를 준공 시는 물론 그후에도 정기적으로 측정 확인하여 기록해야 한다.

접지저항 측정에는 일반적으로 접지 저항계가 이용되는데, 측정시 보조전극의 위치를 잘못하면 아주 낮은 값이 나오는 수가 있으므로 보조극 위치 선정에 주의를 기울여야 한다.

또, 변전소와 같은 낮은 접지 저항값을 요구하는 곳에는 광범한 면적에 걸쳐는 접지망이 필요하고, 대형 빌딩과 같이 건물 전체에 접지 효과를 가져오는 경우의 접지저항 측정은 보통 접지 저항계로는 측정할 수 없다.

이러한 현장에서는 피측정 접지 면적이 점으로 간주될 정도의 떨어진 위치에 보조극을 설치, 거기서 전류를 흘려 그 전압 강하를 측정하는 전압 강하법으로 정확히 측정한다.

단, 아래 항목을 주의한다.

- 1) 전압 보조 전극 저항에 의한 오차를 피하기 위해 진공관 전압계 등 높은 임피던스 전압계를 사용할 것.
- 2) 전압 전류 보조 접지점까지의 거리를 충분히 잡을 것.
- 3) 전류 보조 접지선과 전압 보조접지선 간의 결합에 의한 유도전압을 최소로 하도록 루트를 선정하는 것이다.

2. 접지 저항계의 종류

접지저항계의 종류는 크게 2가지인데, 코울라쉬 브리지법 (Kohlrausch's bridge) 을 응용한 것과 직독하는 구조의 것으로 전압 강하법 또는 전위차 계법을 응용한 것이 있다.

전원 방식으로 분류하면, 발전기식과 전지식으로 나눈다.

발전기식은 전위차계식이고 전지식은 전압강하식과 전위차계식 2종류이다.

3. 접지저항 측정 방법

앞서에서와 같이 접지저항 측정기에도 여러 종류가 있으나, 이중 최근 보급되고 있는 전지식 접지저항계 (전위차계 방식) 에 의한 측정방법에 대해 설명한다.

어떤 방식의 접지 저항계에도 측정하고자 하는 접지극 E와 되도록 일직선이 되도록 10 [m] 이상 떨어진 보조 접지극 P (전압전극) 및 C (전류전극)를 설치하는 것은 같으며 일직선이 되지 않고 약간 어긋나도 실용상 지장이 없다. (그림 5-1 참조)

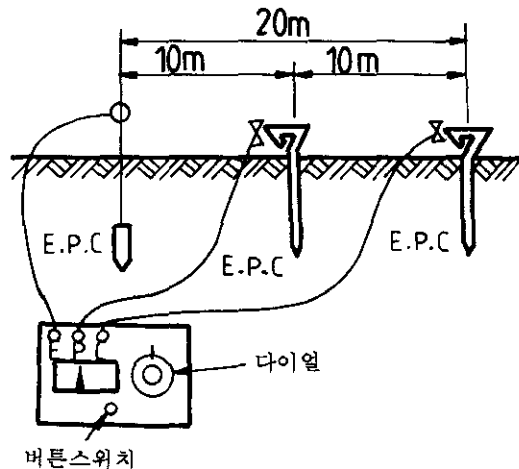


그림 5-1 접지저항 측정 접속도

먼저 측정하고자 하는 접지극 E의 저항 값을 상정하고, 절환 스위치 (배율)를 $\times 100$, $\times 10$ 또는 $\times 1$ 로 놓고 테스트 스위치를 누르면서 눈금판을 조정하여 지침의 흔들림이 가장 0에 가까운 점을 구한다.

공시 (供試) 접지판의 접지저항은 눈금판의 수치 $\times$ 배율에서 구한다.

전자식 직독의 것은 레인지 절환이 필요 없고, 버튼 스위치를 누르면서 다이얼을 돌려 지침의 저항값을 파악하면 좋다.

그외 버튼식 접지저항계와 같이 단지 버튼을 누르기만 해도 측정할 수 있고 자동적으로 눈금판에 저항값을 지시하는 편리한 것이 보급되어 있다.

직독식 접지 저항계의 측정전 체크리스트 항목으로는

- 1) 전지 체크를 반드시 한다.
- 2) E 극과 P극을 바르게 접속하여 대지 전압의 유무를 체크한다.

대지 전압이 있다함은 배선과 부하설비의 절연불량 등에 누설 전류가 있다는 것이므로 먼저 원인을 조사하여 보수하고서 측정한다.

최근 접지 저항계는 10 [V] 정도의 대지 전압은 거의 영향을 받지 않는다.

4. 간이 측정법

정확한 측정에는 부적당하나, 공장 등과 같이 여러 기기에 접지봉을 현장에 박는 경우 등에 적합하다.

이 방법은 그림 5-2와 같이 접지 저항계 P 단자와 C 단자를 단락하고, 보조 접지극으로서, 사전에 표준 측정 방법으로 변압기의 제2종 접지선에 접속, 다른 단자를 피측정 접지극 (전동기 접지선)에 접속하여 3전극법과 같은 방법으로 측정하고, 측정값에서 이미 알고 있는 제2종 접지 저항값을 빼면, 구하려는 제 3 종 접지저항값이 구해진다.

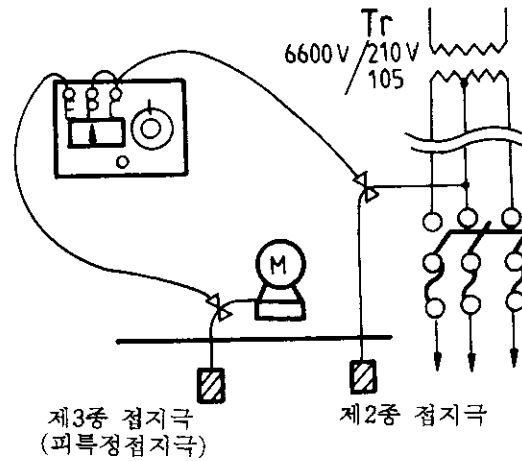


그림 5-2 간이측정법

5. 보조 접지극(봉)을 설치할 경우의 문제점

도시의 빌딩 등은 완전 포장되고 보조 접지봉이 설치되어 있지 않은 경우가 많은데, 이러한 경우,

- 1) 맨 홀 뚜껑 등을 보조접지극으로 사용한다.
- 2) 접지 저항 측정은 준공시 만이 아니고 정기적으로 실시하므로, 사도(私道), 구내 등의 경우, 공간이 있으면 보조극을 매설하여 두는 것도 고려한다.
- 3) 수도관 등을 한번 사용하여 본다. (플라스틱제 제외)
- 4) 보조 접지망을 사용하고, 그 위에 보조 접지봉을 얹고, 물을 뿌려 사용한다. (그림 5-3)



그림 5-3 보조접지망

6. 기록하는 방법

앞서 말한바와 같이 접지 저항값은 준공시만 기술기준 규정값 이하 이므로, 양호하다고 할 수 없고, 우기, 건조기를 막론하고 늘 규정값 이하로 유지해야 한다.

표 5-1 접지저항 측정 기록

시험일시	년 월 일	날씨	기온	℃	습도	%
시험사용기기	종류	제조사명	형식	No.		
접지장소	종 별	측정값(Ω)	결 과			비 고
			양	불	량	

따라서, 준공후 정기적으로 측정할 때, 이전 기록이 참고되므로 표 5-1과 같이 기록하여 보존하는 것과, 접지 계통도를 작성하여 주는 것이 유지관리상 꼭 필요하다.

불안정 요소가 많은 접지공사에 대해 접지저항값이 단지 규정값에 만족하면 된다는 안이한 생각을 버리고, 안전상 가능한 낮은 값이 되도록 노력해야 한다.

한가지 예로서 어떤 공장에서 제2종 접지공사를 한 경우, 규정값이 60 [Ω] 이란 것을 통지 받고, 준공시 40 [Ω] 으로 양호하다는 판정이었으나, 1년후 정기 시험에서 90 [Ω]이 되었다.

계절에 따라 강우량에 차이가 있고, 따라서 접지극의 접지 저항값이 차이가 나는 것은 당연하다. 그러므로 앞의 경우는 접지저항 저감책으로는 보조 접지극으로 아연 도금 금속관 등을 박아 접지극과 병렬로 접속하든지 하여 접지 저항값이 낮아지도록 하는 것이 바람직하다.

6. 접지설비 안전점검

전기 설비 기술 기준령에는 접지 설비에 관한 사항을 상세하게 규정하고 있다. 전기기기의 접지 설비는 충전부에 설치하는 것과 항상 충전되어 있지 않지만 절연 능력이 나쁘게 되었거나, 사고시 충전부에 감전될 우려가 있는 부분에 설치하는 것으로 나눈다. 이들은 절연재료의 경제성, 감전방지 등에 중요한 역할을 갖고 있으며 접지 설비를 설치한 부분을 대지와 등전위에, 이상 시에도 대부분 대지 전위에 가까운 값으로 유지하는 역할을 갖고 있다. 여기서는 소규모 사업장을 중심으로 접지 설비의 정기 검사(점검) 포인트에 대해 일반적 사항을 서술하고자 한다.

1. 정기검사(점검)

(1) 목 적

고압 수전 설비 지침에 의하면, 점검 목적은 주로 설비가 「전기설비 기술 기준」과 같이 유지되고 있는지 조사하고, 적합하지 않은 장소가 있을 때는 즉시 개수하여 항상 기준에 적합하도록 유지 하는데 있다. 이는 현재 상황이 안전하게 사용되는 지를 아는 기본이 되고 정기적으로 하는 취지는 장래 어떤 시점에 보수해야 하는가 판단하고 지금 이후의 안전 상태를 예측하는 것이 목적이다. 정기 점검은 다음의 몇 가지로 나눈다.

- (a) 월차 점검 : 매월 1회 이상, 주로 외관 점검으로 전기 공작물의 유지와 운용 상황을 점검하는 것(지침)
- (b) 연차 점검 : 매년 1회 이상, 주로 관찰 점검 및 보호장치 시험 등을 하고 전기 공작물의 유지 및 운용 상황을 점검하는 것(지침)

(2) 정기 점검의 체크리스트

표 6-1은 접지설비 점검 체크리스트이다. 기사란에는 이상 유무에 관계 없이 점검 월일과 점검 종별, 체크 완료 후의 상황을 반드시 기재하는 습관이 중요하다.

또, 주의해야 할 항목은 다음과 같다.

- (a) 접지극의 깊이는 바른가?
- (b) 접지극과 접지선, 접지선 상호 결선은 정확한가?

표 6-1 접지 설비 점검 체크 리스트
년 월 접지 설비 점검 체크 리스트

명칭		확인란 (인)									
불 량 항 목	필요한 접지공사가 시행되고 있는가	1	접속부의 헐거움은 없는가	11							
	종류, 굵기는 양호한가	2	과열, 소손의 흔적은 없는가	12							
	손상의 우려는 없는가	3	단선, 절연의 손상은 없는가	13							
	안전하게 누설전류가 측정되는가	4	가스관, 수도관에 접촉되어 있지 않은가	14							
	제 2종 접속점은 빠지는가	5	사람이 접촉할 우려가 있는 장소의 시공은 좋은가	15							
	케이블 시스는 한쪽 접지인가	6	플러그, 콘센트는 바르게 접속되어 있는가	16							
	녹색 표시가 있는가	7	부식은 없는가	17							
	절연 전선을 사용하고 있는가	8	저항 측정값은 양호한가	18							
	과전류 차단기가 있는가	9	접속부의 간격은 없는가	19							
	방호관 파손은 없는가	10									
점검일		관 정		결과		불량항목		결과		불량항목	
수변 전 설비	제1종 접지										
	제2종 접지										
	제3종 접지										
부하 설비	제1종 접지										
	제3종 접지										
	특별 제3종 접지										
기사	점검자성명										

(c) 빗물 등으로 접지극 위의 흙이 유실될 우려가 없는가?

(d) 접지극이 부식될 우려는 없는가?

(e) 피뢰기용 접지극은 제 2종과 1 [m] 이상 떨어져 있는가?

(f) 피뢰기용 접지선은 가연물에서 1 [m] 이상 떨어져 있는가?

상기 사항은 완성시 또는 공사중에 입회하여 상세히 상황을 기록하여 두는 것이 좋고, 정기 점검 때에는 그 후의 상황에 따라 변동이 없는가를 기록과 비교하여 이상 유무를 체크해야 한다.

(3) 작업의 추진 방법

(a) 월차 점검

통상시는 측정기구류를 사용하지 않고 주로 눈으로 외관 점검하는 작업(클램프 미터, 저압 점전기 정도를 휴대할 때도 있다.)으로 점검 순서를 결정한 후 주의해야 하는 것은 매일 순시를 하고 있는 사람이 나 기계 조작자를 반드시 입회시키는 것이다. 이상을 발견한 때는 즉시 발생 일시, 상황을 청취하고 원인 규명과 조치에 착수해야 한다.

(b) 연차 점검

전기 설비를 전부 정전시키고 행하드로 월차 점검을 포함, 보다 정밀하게 점검할 필요가 있다. 또 측정 기구류로 접지저항값을 측정한다. 작업착수의 순서는 미리 계획을 세워 능률적으로 실시하는 것이 중요하다. 매회 동일 설비를 점검 하는 경우는 순서, 체크 항목이 기억되어 있을 것이고 여기서는 다음의 항목을 보충하면 된다.

- 1) 필요한 접지공사는 표 6-2를 참고할 것.
- 2) 각종 접지선의 굵기는 표 6-3~5 을 참고할 것.
- 3) 케이블 시스에 대해서는 길이가 긴 것(100 [m] 이상)은 양단 접지가 필요할 수 있다.

- 4) 과전류 차단기는 있는가, 사고시에도 접지선이 단선되어 있어서는 안된다.
- 5) 부식은 없는가, 흠속의 금속은 반드시 부식한다. 그러므로 항상 주의해야 한다.
- 6) 접지 저항 측정값은 양호한가, 신뢰성 있는 측정기를 사용하여 바른 측정을 해야 한다.

표 6-2 시설 장소에 따른 접지공사 일람표

접지공사 의 종류	내 용	電技
제 1 종 접지공사	1) 변압기에 의해 특별고압 전선로에 결합되는 고압전 로의 방전장치	26
	2) 특별 고압 계기용 변압기의 2차측 전로	27
	3) 고압용 기계기구의 철대 및 금속제 외함	34
	4) 고압전로에 시설하는 피뢰기 및 방출 보호통 기타 피뢰기에 갈음하는 장치	44
	5) 고압 옥측 전선로의 시설에서 관 기타 케이블을 넣 는 방호장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속함 및 케이블 피복에 사용하는 금속제	103
	6) 특별고압 가공 전선과 가공 약전류 전선 동과의 접 또는 교차시의 보호망	136
	7) 고압 옥내배선에 사용하는 관 기타 케이블을 넣는 방호장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속함 및 케 이블 피복에 사용되는 금속제	217
	8) 방전등용 안정기의 외함 및 방전등용 전등기구의 금 속제 부분(관동회로의 사용전압이 고압에 또는 방전 등용 변압기의 2차 단락 전류 혹은 관동 회로의 동 작 전류가 1 [A]를 넘는 경우	221

접지공사의 종류	내 용	電技
	9) 옥측 또는 옥외에 시설하는 관등회로의 사용 전압이 1,000 [V]를 넘는 방전등	235
	10) 전극식 온천 승온기의 차단 장치의 전극	247
	11) 풀(Pool) 용 수중 조명등 등에 사용하는 절연변압기의 1차 권선과 2차 권선과의 사이에 설치하는 금속제 혼촉방지판	249
제 2 종 접지공사	1) 고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기 저압측의 중성점 또는 1단자(사용 전압이 300 [V] 이하의 경우로 당해 접지공사를 변압기의 중성점에 실시하기 어려운 때)	24
	2) 고압 전로와 저압전로를 결합하는 변압기로서 고압 권선과 저압 권선사이에 설치하는 금속제혼촉방지판	25
	3) 다심형 전선을 사용하는 경우 중성선 또는 접지측 전선용으로 사용하는 절연물로 피복하고 있지 않은 도체	72
제 3 종 접지공사	1) 고압계기용 변압기의 2차측 전로	73
	2) 400 [V]이하의 저압용 기계기구의 철대 및 금속제 외함	34
	3) 저압 가공 전선 또는 고압 가공 전선에 케이블을 사용하고 이것을 설치할 경우 메신저 와이어(messenger wire) 및 케이블 피복에 사용하는 금속체	72
	4) 다심형 전선을 사용하는 경우 메신저 와이어로서 사용하는 절연물로 피복하고 있지 않은 도체	73
	5) 고압 가공 전선이 교류 전차용 등과 교차하는 경우 가공 전선이 교류 전차선 등의 위에 시설될 때 고압 가공 전선로의 완금류	87
	6) 보호선, 보호망	93, 94
	7) 관, 압거 기타 지중 전선을 넣는 방호 장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속함 및 지중 전선의 피복	147

접지공사 의 종류	내 용	電技
	에 사용하는 금속체	
	8) 터널 내의 전선로 시설로서 고압의 경우 케이블을 사용할 때 방호장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속 상자 및 케이블 피복에 사용하는 금속체	151 152 153
	9) 고주파 전류에 의한 장애 방지를 위한 콘덴서, 네온 점멸기의 고주파 발생 방지 장치의 접속측 단자.	184
	10) 400 [V] 이하의 합성수지관 공사에 사용하는 폴 박스나 분진방폭형 플렉시블 피팅(Flexible fitting)	194
	11) 400 [V] 이하의 금속관 배선에 사용하는 관	195
	12) 금속선 배선에 사용하는 선	196
	13) 400 [V] 이하의 가요관 배선에 사용하는 가요관	197
	14) 400 [V] 이하의 금속 덕트에 사용하는 덕트(Duct)	198
	15) 400 [V] 이하의 버스 덕트(Bus duct) 배선에 사용하는 덕트	199
	16) 플로어 덕트(Floor duct) 배선에 사용하는 덕트	200
	17) 300 [V] 이하의 케이블 배선에 사용하는 관 기타 전선을 넣는 방호장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속함 및 전선의 피복에 사용하는 금속체	201
	18) 방전등용 안정기의 외함 및 방전등용 전등기구의 금속제 부분(제1종 접지공사, 특별 제3종 접지공사의 조건 이외의 경우)	222
	19) 400 [V] 를 넘고 1000 [V] 이하의 관등 회로 배선에 서 다음에 해당하는것 (a) 합성 수지관 배선의 경우 폴박스 또는 분진 방폭형 플렉시블 피팅 (b) 금속선 배선의 경우 금속선 (c) 금속관 배선의 경우 금속관 (d) 케이블 배선의 경우 관 기타 케이블을 넣는 방호	222

접지공사 의 종류	내 용	電技
	장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속함 및 케이블 피복에 사용하는 금속제 (e) 가요관 배선의 경우 가요관 20) 에스컬레이터내의 관통 회로 배선으로 전선과 접촉되는 금속체의 조영재 222 21) 네온 변압기를 넣은 외함의 금속제 부분 223 22) 옥측 또는 옥외에 시설하는 관통회로의 사용전압이 1000 [V] 이하의 방전등 233의2 23) 교통 신호등 제어 장치의 금속제 외함 244 24) 발열선 또는 이와 직접 접속하는 전선 피복에 사용하는 금속체 및 방호장치 245 246 25) 전열 보드의 금속제 외함 또는 전열 시트의 금속제 피복 243 26) 전극식 온천 승온기에 사용하는 절연 변압기 및 금속제 외함 247 27) 전기 욕기에 사용하는 절연 변압기의 철심 및 금속제 외함 248 28) 전기 방식(防蝕)용 전원 장치를 넣은 금속제 외함 250 29) 아크 용접 장치의 피용접재 또는 이와 전기적으로 접속되는 손잡이, 정반 등의 금속체 254 30) x선 발생장치의 변압기 및 컨덴서의 금속제 외함 등 255 31) x선관 도선의 노출 충전부분에 1 [m] 이내에 접근하는 금속체 255	
특별제3종 접지공사	1) 400 [V]를 넘는 저압용 기계 기구의 철대 및 금속제 외함 34 2) 400 [V]를 넘는 합성 수지관 배선에 사용하는 폴 박스 또는 분진 방폭형 플렉시블 피팅 194 3) 400 [V]를 넘는 금속관 배선에 사용하는 관 * 195	

접지공사 의 종류	내 용	電技
	4) 400 [V]를 넘는 가요관 배선에 사용하는 가요관 *	197
	5) 400 [V]를 넘는 금속 덕트 배선에 사용하는 덕트 *	198
	6) 400 [V]를 넘는 버스 덕트 배선에 사용하는 덕트 *	199
	7) 400 [V]를 넘는 케이블 배선에 사용하는 관 기타 전선을 넣는 방호 장치의 금속제 부분, 금속제 전선 접속함 및 전선 피복에 사용하는 금속제 *	201
	8) 방전등용 안정기의 외함 및 방전등용 전등 기구의 금속제 부분(관동회로 사용 전압이 400 [V]를 넘는 저압 또는 방전등용 변압기의 2차 단락전류 또는 관동 회로 동작 전류가 1 [A]를 넘는 경우)	222
	9) 옥측 또는 옥외에 시설하는 관동 회로의 사용전압이 1000 [V] 이하의 방전등	233의2
	10) 풀용 수중 조명등 등에 사용하는 자동차단장치 등을 넣은 금속제 외함	249
	11) 풀용 수중 조명등 등 조명등을 넣는 용기 및 방호장치 금속제 부분	249
비고 1)	* 의 경우는 사람이 접촉될 우려가 없도록 시설하는 경우는 제3종 접지공사로 할 수 있다.	
비고 2)	접지공사에 규제되고 있지 않지만, 소정의 접지 공사를 하는 경우 시공방법이 완화되는 것으로는 다음을 들 수 있다.	
	(1) 고압용 기계 기구를 금속제 외함에 넣는 경우(옥외 등)	37-5
	(2) 저고압 가공전선과 삭도(케이블카) 등의 접근 또는 교차	84
	(3) 저고압 가공전선과 굴뚝 등이 접촉할 우려가 있는 경우	95
	(4) 저압 옥내 배선과 약전류 전선 등과의 접근 또는 교차	203
	(5) 옥내에 시설하는 저압 트롤리선의 공사	214
	(6) 전극식 온천용 승온기의 시설	247
	(7) 전기 집진 장치 등의 시설	253

표 6-3 제1종 접지공사의 접지선 굵기

제 1 종 접지공사의 접지선 부분	접지선의 종류	접지선 굵기	
		동 선	알루미늄선
고정하여 사용하는 전기 기계기구에 접지 공사를 시설하는 경우 및 이동하여 사용하는 전기기계기구에 접지공사를 시설 가요성이 필요한 부분		2.6 [mm] 이상 (5.5 [mm] 이상)	3.2 [mm] 이상
이동하여 사용하는 전기기계기구에 접지공사를 시설하는 경우로 가요성이 필요한 경우	제3종 또는 제4종 클로로프렌 캡타이어 케이블, 고압용 클로로프렌 캡타이어 케이블의 차폐금속 혹은 접지용 금속선	8[mm] 이상	—

표 6-4 제2종 접지공사의 접지선 굵기

1 상에 대한 변압기의 합계 용량			접지선 굵기	
100 [V] 급	200 [V] 급	400/500[V] 급	동 선	알루미늄선
5 [KVA] 까지	10 [KVA] 까지	20 [KVA] 까지	2.6 [mm] 이상	3.2 [mm] 이상
10 "	20 "	40 "	3.2 "	14 [mm] 이상
20 "	40 "	75 "	14 [mm] 이상	22 "
40 "	75 "	150 "	22 "	38 "
60 "	125 "	250 "	38 "	60 "
75 "	150 "	300 "	50 "	80 "
100 "	200 "	400 "	60 "	100 "
125 "	250 "	500 "	80 "	125 "

(비고 1) 1상에 대한 변압기의 합계용량이란 1개의 차단기로 보호되는 변압기군의 1상분의 합계용량 최대를 말한다.

표 6-5 제3종 또는 특별 제3종 접지공사 접지선의 굵기

접지하는 기계 기구의 금속제 외함 등 저압전로 전원측에 시설되는 과전류 보호장치중 최소 정격전류의 용량	접 지 선 의 굵 기				
	일 반 의 경 우		이동하여 사용하는 기계 기구에 접지를 하는 경우에서 가요성이 필요한 부분에 코드 또는 캡타이어 케이블을 사용하는 경우		
	구 리 선	알루미늄선	단심의 굵기	2심을 접지선으로 하여 사용하는 경우 1심의 굵기	
20 [A] 이하	1.6[mm]이상, 2[mm] 이상	2.6[mm]이상	1.25[mm] 이상	0.75[mm] 이상	
30 "	"	"	2 "	1.25 "	
50 "	2.0[mm]이상, 3.5[mm]이상	"	3.5 "	2 "	
100 "	2.6 " 5.5 "	3.2[mm]이상	5.5 "	3.5 "	
200 "	14 "	22 "	14 "	5.5 "	
400 "	22 "	38 "	22 "	14 "	
600 "	38 "	60 "	38 "	22 "	
800 "	50 "	80 "	50 "	30 "	
1000 "	60 "	100 "	60 "	30 "	
1200 "	80 "	125 "	80 "	38 "	

(비고 1) 이 표에서 말하는 과전류 보호 장치는 인입구 장치, 간선용 또는 분기용에 시설 하는 것(개폐기가 과전류 보호장치를 겸하는 경우 포함) 이고, 전자(電磁) 개폐기와 같은 전동기 과부하 보호 장치는 포함하지 않는다.

2. 보수 여부의 판단

(1) 외형의 손상

외형의 손상은 대부분 제3종 접지선에 나타난다.

그림 6-1은 접지 장소 불량외 예로 프레스기의 가까이서 용접작업을 할때 또는 프레스기 본체를 보수할 때는 이 상황에서 제3종 접지선의

손상은 피할 수 없으며, 그림 6-2와 같이 보수해야 한다.

건물 옥상의 벽측에 기계를 나란히 설치하고 있는 장소는 여러가지 물
건이 방치되는 경우가 많고, 계속하여 진동 피해를 받으면 절연 피복
이 손상되는 수가 많다. 항시 주의하여 손상의 우려가 없도록 처리하고
공장 구내는 포크리프트, 밧데리, 컨베어 등이 있는데 이들 운전 경로
근처의 접지선 배선은 손상의 우려가 있으므로 피하도록 한다.

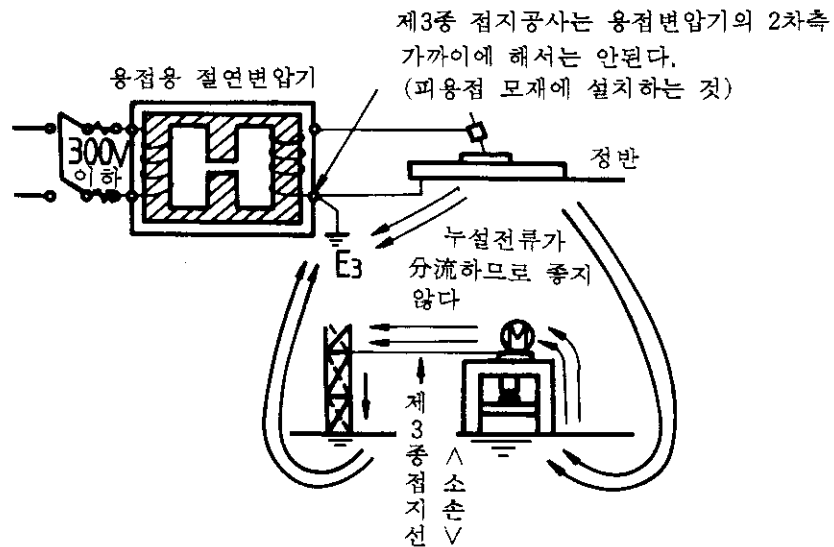


그림 6-1 접지장소 불량의 예

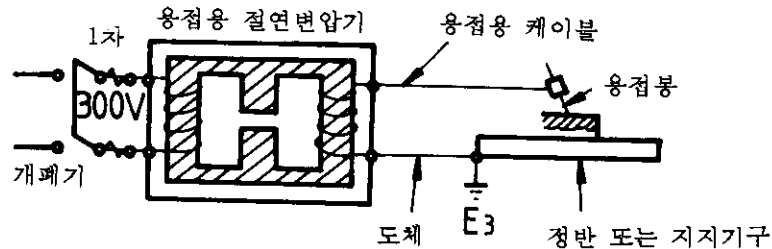


그림 6-2 접지장소 양호의 예

(2) 접지 저항 값

접지 저항 측정에서는 사용하는 측정기의 정도(精度) 관리가 큰 문제인데, 연 1회 지시값이 정확한 가를 확인하고 점검표를 기입, 보기 쉬운 장소에 명시하고 또, 참값과의 오차가 명확한 계기는 대비표를 확실히 첨부하여 둔다. 측정 작업은 정확해야 하고, 측정값은 「전기(電技)」 18조에 규정하고 있는 값을 넘는 것은 즉시 보수해야 한다.

접지 저항값은 규정치 이하를 한도로 사내적으로 검토한 기준 값을 정한 사업장도 있는데, 과거의 실적에 의해 일부 또는 전부를 생략하는 것이 있다.

저항값은 시간이 지남에 따라 또는 연간 기상 조건에 의해 1년을 통해 상당한 변동이 있다는 보고가 있다.

표 6-6은 1965~69년 사이 경년변화에 대한 자료로 측정값의 결과를 집계한 것으로, 제1종 372 사례, 제2종 399 사례, 제3종 74 사례에 대한 것이다.

표 6-6 접지 저항값의 경년변화 측정값

	당초 평균[Ω]	5 년후 평균[Ω]
제 1 종	4.03 (372)	4.85
제 2 종	5.12 (399)	6.56
제 3 종	10.95 (74)	15.95

대체로 전년 동기 비 측정값으로 측정값이 낮아진 것, 거의 변동하지 않은 것 등이 있는데, 평균값은 약 11 [Ω], 5 [Ω], 4 [Ω]의 3가지인데, 그림 6-3은 경년 변동수를 추측한 것이다.

11 [Ω]이 있는 접지극은 1년에 1.1 [Ω], 40 [Ω]의 것은 1년에 4.2 [Ω] 증가한 것으로 나타났다.

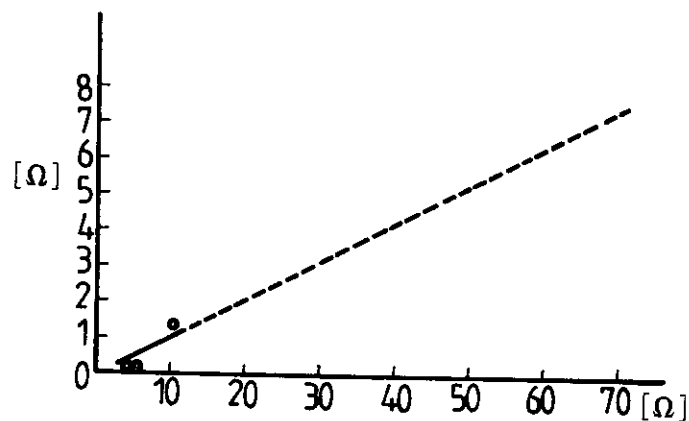


그림 6-3 접지저항값과 경년변화계수 (0~4년 평균)

(3) 기 타

- (a) 접지극에는 매설 위치가 표시되어 있는데 불명확한 것이 발견될 때는 보수해야 한다. 깊이는 표시선이 있는 부도체의 봉을 접지극 위치에 세워서 토사의 유출에 의한 매설 깊이가 부족하지 않도록 주의해야 한다. 특히 경사지와 그 근처 토사의 유출이 예상되는 위치는 그 방지 시설을 하고 점검때 빠트리지 않도록 주의하고 늘 안전한 상태를 유지해야 한다.

(b) 접지선의 굵기는

- 1) 기계적 강도
- 2) 내식성
- 3) 전류 용량(사고전류에 의한 온도 상승이 $120 [^{\circ}\text{C}]$ 이하)을 고려하여 굵기를 결정한다. 접지선 매설부는 세월이 지남에 따라 부식이 진행되는데, 소정의 굵기에 부족 되는 때에 사고 전류가 흐르면 지중 부분에서 용단될 우려가 있으므로 주의해야 한다. (부식하기 쉬운 토질은 개선할 필요가 있다)

(c) 이동기기의 접지선은 단독으로 시공할 때 표 6-5에 의해 $1.25 [\text{mm}]$ 이상 다심 캡 타이어 케이블의 한가닥을 접지선에 이용할 때는 $0.75 [\text{mm}]$ 이상으로 정하고 있다. 콘센트, 플러그의 각극은 표 6-7에 의해 확인해야 한다. (저항 측정시 콘센트에 플러그를 꽂아 단선, 접촉 불량, 결선이 빠지는 일이 없도록 확인할 필요가 있다).

(d) 신설 기기는 특히 결선을 빠트리는 경우가 많다. 이는

- 1) 기기를 가지고 들어가 시운전 중에 그 기기를 채택할 것인가 결정되지 않았을때
- 2) 어떤 기기를 사용할 것인가가 정해져도 설치 위치가 미정인 상태로 운전되고 있을때
- 3) 신설 기기가 이동용으로 캡타이어 케이블을 이용한 플러그 접속의 배선시 등이다.

어떠한 경우에도 필요 장소에는 소정의 접지 설비를 시설해야 한다.

표 6-7 콘센트 선정 예

용도		분기회로 15A 20A 배선용차단기	20A	30A 50A	비 고
단상 110V	일 반	 125V 15A	 250V 20A	 250V 30A 50A	(1)  의 콘센트는 구멍이 꼭 같은 모양이므로 접지극을 구별 할때 주의할 것.
	접지극부착	 125V 15A	 125V 20A	 250V 30A 50A	
단상 220V	일 반	 250V 15A	 250V 20A	 250V 30A 50A	(2) 굵은 선으로 나타낸 기호는 접지극 또는 접지극으로 사용됨을 나타낸다.
	접지극부착	 250V 15A	 250V 20A	 250V 30A 50A	
3상 220V	일 반	 250V 15A	 250V 20A	 250V 30A 50A	
	접지극부착	 250V 15A	 250V 20A	 250V 30A 50A	

(비고 1) 30A, 50A 기구는 모양, 치수가 같은데에 주의할 것

(비고 2) 단상 회로에서 접지극을 부착한 것을 사용할 경우 n형 구멍을 접지극으로 사용시 부하전류를 흐르게 하면 안된다.

(비고 3) 배선의 극성을 명확히 한 경우 콘센트의 플러그가 표에 나타난 배열로 보이도록 통일할 것.

특히 3)에 대해서는 바르게 되어 있더라도 오결선 그대로 운전하고 있을 때가 있다. 그림 6-4 는 3상 회로로 4심 케이블의 1가닥을 접지선으로 이용할때 접지된 상(相)과 접지선의 플러그 오접속에서도 전동기는 회전하고 있음을 나타낸다.

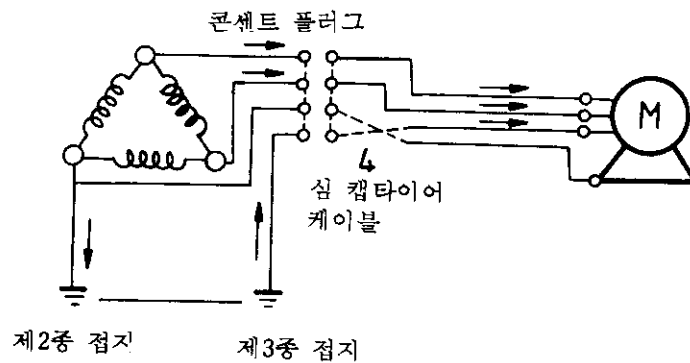


그림 6-4 제3종 접지선의 오접속

- (e) 접지모선(공통 접지선)이 접속부분의 헐거움이나 결선을 빠트리거나 등의 잘못은 체크할때 즉시 보수해야 한다.
- (f) 최근 보급되고 있는 큐비클에서, 접지극은 각각 단독으로 시공하고 있어도 접지 모선에 전부를 결선하고 있거나 큐비클 프레임에 별도로 결선되어 공통접지되어 있는 경우가 있으므로, 체크할 때 주의해야 한다. (특히 피뢰기용에 대해)
- (g) ZCT(영상변류기)를 관통하는 케이블의 금속 시스 접지선은 그림 6-5 과 같이하면 접지 계전기의 오동작 원인을 감소 시키는 좋은 방법이다.

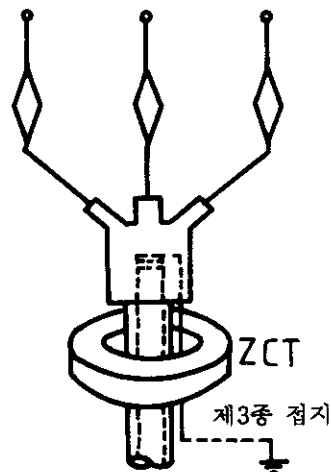


그림 6-5 ZCT를 관통하는 케이블 접지

3. 점검 기록

(1) 기록 방법

(a) 체크리스트 기록

표 6-1 의 체크리스트를 보면서 기입 방법을 간단하게 설명하면「결과」란에는 점검 양호시 「0」을, 개수를 요하는 대상에는 「x」를 기입하고, 「불량항목」의 곳은 해당 번호(1-19)를 적고 「x」의 내용을 기재한다.

불량항목이 부족일 때는 「기타 20」을 추가해도 좋다. 기사란에는 점검자 이름을 반드시 기입하고 점검 결과 보수를 요하는 부분은 일자 및 불량상황을 설명하고, 위치 등 적기 어려운 경우는 별지에 간단한 평면도 등을 참고로 작성하면 좋다.

표 6-8 접지 저항 측정기록

접지대상(장소)	종 별	규정값(Ω)	측정값(Ω)	성 적	비 고
피 퇴 기					
고압기기 외함 변압기 2차측					
저압기기 외함					

측정기 형식

No.

시험년월일

년

월

일

날씨

(b) 저항 측정값의 기록

표 6-8은 접지저항 측정값을 기록하는 양식이다. 「종별」은 접지공사의 종류, 「규정값」은 「전기(電技)」에 정해진 값이다.

측정값과 비교하여 「성적」란에 양부의 판정을 기입한다. 「비고」란 참고도가 있는 것을 부기하거나 접지저항 값이 규정값을 넘은 기기명, 수량을 명기하고 정기 점검에서 보수를 요하는 사항이 있을 때 보수 공사를 수주한 외부 사람은 이행하기 어려운 경우도 있으므로, 알기 쉬운 참고도가 있으면 도움이 된다.

(2) 기록 보존

준공시 완성도와 이후의 변경도면은 그 설비를 폐기하기 까지 보존할 필요가 있는데 정기 검사(점검)의 기록은 보안 규정에 의해 보존 연한을 3~5 년으로 한다. 전기 설비 전반의 점검 기록으로 정리하여 연도마다 정리하여 두면 나중에 실적을 조사할 때에 편리하다.

7. 접지설비의 수리와 안전 유지 대책

1. 접지극의 수리

접지공사에 따라서 접지극의 접지저항 값은 신설시에 결정되는 것이다. 그러나, 독립접지와 같이 접지판과 접지봉이 대지에 매설되어 있는 주변환경이 변화하는 경우 접지저항도 변동되는 것이 있다. 접지극 주변에 건물과 토목공사가 행해지고, 토양의 수분이 감소하는 경우가 바로 이것으로, 이 경우 접지저항 값이 크게 되어 있으면 접지극을 추가하거나 별도의 위치에 새로 설치하여 연결해 둘 필요가 있다.

따라서 접지극을 설치하는 시점에서는 변동을 고려하여 장소를 선택하고 환경의 변화가 생기지 않도록 해야 한다.

또, 분포 접지선이 있고 이 구역내에서 증설공사를 하는 경우 매설 접지선이 절단될 우려가 많다. 이 경우 절단된 지점의 확인이 어렵고 접속부의 절단 또는 이탈의 염려가 있어 이의 체크와 원상복구에 많은 노력이 필요하게 된다. (그림 7-1 참조)

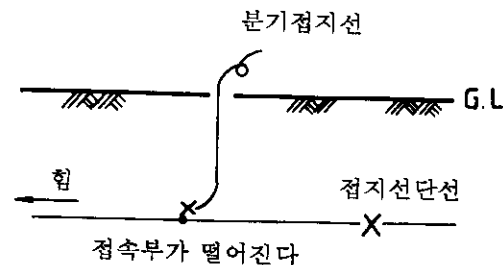


그림 7-1 매설선 고장에

2. 접속부의 수리

접지선의 접속은 지중 매설부와 콘크리트내에 매입된 것, 박스내의 접속단자로 접속된 것 등이 있다.

(1) 본 드

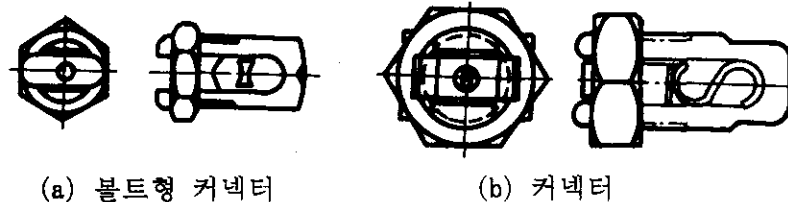
알루미늄이 산화할 때 발생하는 다량의 열을 이용하여 산화금속을 알루미늄으로 환원하는 용접법이 있다.

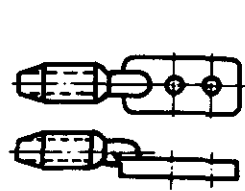
동분(銅粉)과 알루미늄 분말을 혼합한 powder(粉)와 마그네슘이 발화제가 되고 알루미늄 산화열에 의해 동분과 전선, 철 기타 금속의 溶母體를 2-3초 내에 溶着시켜 굳어지게 한다.

본드 접속의 형식에는 그림 7-2와 같이 이용되고 있다. 본드를 이용하여 접속부를 수리할 때 주의할 것은 정해진 공구와 작업순서에 따라 powder를 연소시켜야 한다. 전선 사이에 침투한 수분이 연소시 발생하는 다량의 열에 의해 급격히 증발하고 증기와 함께 powder를 비산시키는 경우가 있다. 수분제거를 위해 토오치램프 등에 의해 예열시키고 불순물을 제거할 필요가 있다.

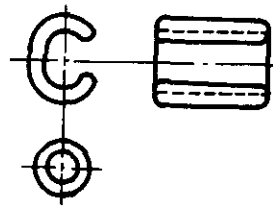
(2) 접속금구

전선에 금구(金具)를 이용하여 볼트, 너트로 조이거나 특수한 압축단자를 이용하는 방법이 있으며, 그림5에 나타내었다.

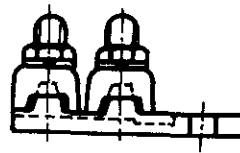




(c) 압축단자



(d) 압축 c형 커넥터



(e) YK 단자

그림 7-2 접지선 접속금구

기기의 개수, 교환 등에 의해 접지단자의 취부위치를 변경하거나 접지선의 연장을 요하는 경우가 많다. 이들의 전선접속에는 본드 외에 압축 C형 커넥터, 볼트

커넥터 등이 사용된다. 본드와 압축 C형 커넥터는 접속부의 전선 소선(素線)간에 간격이 발생하지 않으므로 내부에서의 부식 등이 적고 접촉불량의 원인이 되는 경우가 적다. 최근에는 유압공구가 소형화하고 성능이 향상되어 압축에 의한 접속이 널리 쓰이고 있다. 본드식에 비해 접속부의 인장력이 강하고 시공시 시행착오가 적은 것이 특징이다. 이미 시설된 전선의 표면이 부식하거나 녹이 있는 부분의 접속은 녹을 잘 닦아내야 한다. 압축형이든 체부형(締付形)이든 접촉면이 잘 조여지지 않으면 접촉불량이 생기게 된다.

3. 접 지 선

근래에 전기설비의 용량이 증대되고 발전기와 변압기의 용량도 증가되고 있으며 송 전 전압도 345 [KV]가 주류를 이루고 있다.

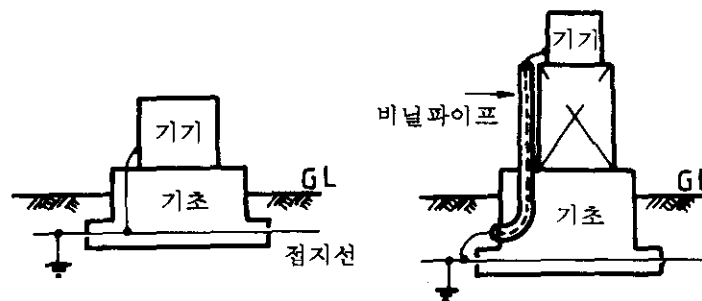
이로 인해 지락사고시 단시간 지락전류는 수만 [A]에 이를 수 있고, 따라서 접지선의 굵기도 동선의 경우 250 [mm] 정도의 굵기가 사용되고 있다.

자가용 전기설비에서도 설비용량이 늘어남에 따라 수전전압이 고압에서 특별고압으로 바뀌어 가며 지락시 전류가 크게 된다.

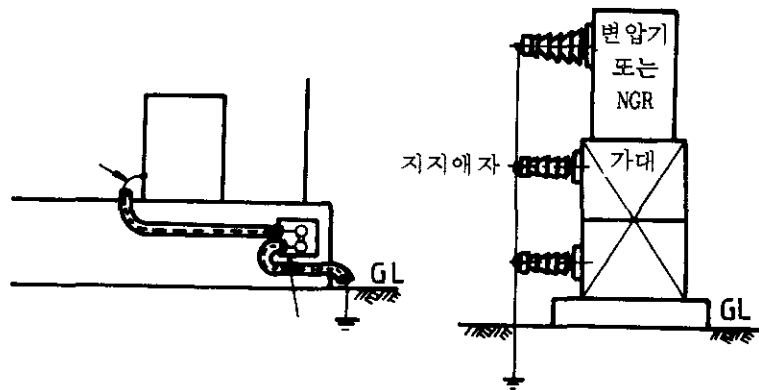
이들 전기설비에서의 접지설비중 접지선의 포설(布設)과 배선은 다음과 같은 형식이 있다.

- ① 금속관내 절연전선 배선
- ② PVC 관내 나전선 배선
- ③ 애자 지지에 의한 배선
- ④ Cable 배선

등이 있고 그림 7-3에 나타나 있다.



(a) 비닐파이프 배관식



(b) 금속배관식

그림 7-3 접지선 배선형식

이중의 케이블을 이용한 접지선에 대해 설명하면, 발전소나 변전소의 전기 기기에 지락사고가 발생한 경우 대지전압의 상승에 의해 일반 통신선에 이 전압이 전달 되게 된다. 이를 방지하기 위해 역섬락 방지장치가 설치되고 대지 전위의 영향을 받지않는 별도의 위치에 접지극을 설치하여 접속한다. 이들 접지선은 케이블과 애자 등에 따라서 절연된 기능이 필요하다.

다음으로 접지선의 선정방법에 대해 서술하면, 나동꼬임선은 접지선으로 이용되는 裸銅꼬임선, 경동선 꼬임 연동선이 많이 쓰인다.

이것이 가공지선에 이용되는 경우 장력을 요하므로 경동선을 이용하고, 도금강선은 송전선용 가공지선으로 이용되며 접속부는 압축에 의한 특수기구를 필요로 한다.

강심 AI선은 송전선이나 변전소의 가공지선용으로 쓰인다.

비닐절연전선은 배관내의 접지선 배선이나 배전반 내의 접지선으로 이용되

고 있다.

편조선(編組線)은 기기의 가동부와 가대(架臺)와의 이동 접지선 등에 이용되며 가요성이 풍부하다.

그러나, 소선이 가늘어 잘 끊어지고 부식에 약하다. 접지봉과 내압시험기 등 이동을 요하는 장치의 접지선으로 비닐절연전선이 이용된다. 따라서 기능에 적합한 접지선을 선택하여 사용하여야 한다.

4. 접 지 장 치

접지는 대지와와의 사이에 전위차가 발생할 가능성이 있는 부분을 대지와 동전위로 하기 위해 설치하는데, 상시 전로로 사용되고 있는 부분에서도 수리와 점검을 위해 정전시키고 이 부분에 접지장치에 의해 기계적으로 접지하는 장치가 있다. 이들 접지기구의 조작은 자주 행하는 것은 아니나, 만일의 경우 조작불능과 접촉불량이 생긴다.

수전용 단로기의 접지관 접속부와 3극 연동조작 등이 원활하게 되는가 등에 대해서도 정기적인 점검을 해야한다.

또 최근에는 가스봉입 절연 개폐장치(GIS) 등과 같이 외부에서 그 동작상태를 확인할 수 없는 것이 있고 이 경우 기계장치의 조립시의 조작에 의해 동작하는 것을 확인하고 이후에는 신뢰하는 수 밖에 없다.

5. 접지설비 불량에 의한 고장에

(1) 접지선과 접속부의 고장

수전용 단로기의 접지장치를 조작한 때에 접지장치 조작대의 접지 단자부에서 스파크가 발생된 예에서는 접지단자의 체결부가 헐거워져 있고

접지선과 접지모선과의 접속부가 절단되어 있는 것이 판명되었다. 이는 이 단로기 주변에서 기초공사를 할 때에 굴삭기에 의해 매설접지선이 끊어지거나 그대로 어떤 보수도 하지 않은 채 방치한 것인데, 접속부의 본드 접속을 살펴보면 시공이 잘못되었던 것이 고장의 원인이 되었다. 다행히 송전선에서 유기된 유도전압이 낮아 인명사고로는 연결되지 않았다. 그나 이들의 접속부는 지중에 매설된 부분으로 원인규명에 많은 애로가 따랐다.

(2) 전화용 보안기 받침의 접지 불비로 인한 고장

낙뢰에 의해 급전 전용 전화선에 유도된 뇌전위가 보안기 받침에 걸려 소손되었다. 이 경우 공사를 위해 보안기 받침을 이설하였는데 이때 접지단자에 접지선의 설치를 잊고 있었다.

(3) 전력케이블의 시이드 어스(Sheath earth)를 하지 않은 고장

전력 케이블(6.6Kv 用) 단말처리가 끝나 내압시험을 하였던 데 시험전압이 인가되어 시험중 케이블 루트를 감시한 결과 케이블 피트에서 “윙”하는 희미한 소리가 들려 즉시 전원을 내리고 메거테스터로 측정한 결과 이상은 없었으나 원인은 시이드 접지를 잊고 있었던 것이다. 이로 인해 실드(shield)선에 전위가 생겨 방전하는 소리로 판명되었다.

이와 같이 접지를 하지 않거나 불량에 의한 고장 예와 접지재료의 취급에 대해 전기설비를 보수하는 데에는 주의해야 할 몇가지가 있다.

- ① 접속해야 하는 전기기기의 어스(earth)를 잊지말 것.
- ② 접속부는 적절한 접속재료로 시공을 잘할 것.
- ③ 공사 등으로 불량개소가 발생하지 않도록 주의할 것.

또 접지선이 지중에서 절단되고 있지 않는 지에 대해 테스터로 측정하여 점검 한다.

“인간존중”
“무재해 산업사회 창조”

접지설비의 안전점검과 유지대책 (기연 91-081-08)

발행일 : 1991. 10.

발행인 : 원 장 김 원 갑

연구자 : 연구원 이 형 수

발행처 : 한국산업안전공단
산업안전보건연구원
기계전기연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

TEL : (032) 518-6484~6
(02) 742-0230

인쇄 : 금강문화인쇄 (02)279-6901

〈비매품〉