

접지설계 기술 기준 및 시공기술 ③

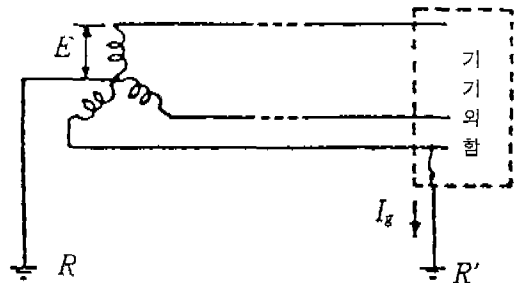
글/ 이 규 복 (주) 금풍엔지니어링 대표이사
 건축전기설비기술사
 TEL : 02)2232-5285
 FAX : 02)2232-5287

7. 전기사용장소의 배전로의 접지설계

(a) 380V급 3상 4선식 배전로의 접지

근래 대형빌딩 또는 공장에서 경제적으로 유리한 380V 3상 4선식 배전방식으로 승압 채용하고 있다. (그림 19)는 그 표준적인 경우의 접지공사와의 관계를 표시한 것이다. 배전선로가 지락사고를 일으켰을 때는 접지선에 전류가 흐른다. 이 지락전류를 감지해서 전원을 차단하도록 하기 위해서 지락보호장치의 접지가 병용된다.

다음 기기접지로서는 3상4선식의 중성선은 어디까지나 절연전로로서 타의 전압선과 동등한 설 계시공을 할 필요가 있다. 중성선을 이용하는 것은 금지되고 있다.



(b) 단독접지극의 경우

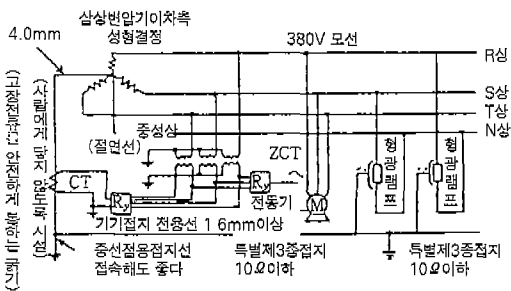
(그림 19) 380V 3상 4선식 배전 접지설계

따라서 기기의 접지는 접지선에서 분전용 접지선에 접속한다. 또한 이 기기전용 접지선의 접속위치는 변류기의 대지축에 잡도록 한다. 역시 전원중성점축에 접속하면 기기의 고장으로 인한 이상전류가 발생했을 때는 접지선의 변류기 2차측접속의 계전기에 오동작을 일으킬 위험성이 있다. 중성선과 접지선과는 배선상의 말단까지 구분할 수 있도록 색별을 확실하게 한다.

(b) 금속관공사의 접지설계

① 본드시공

전선관의 전기적접속의 완전을 기하기 위한 보완시공이다. 그 시공개소는 관의 송출접속 부분과 관과 박스 접속부가 있으며 그 시공방법으로도 동선납땜접속, 동대크래프접속, 동대크



그러나 자동차단장치, 경보장치가 있는 경우는 제외

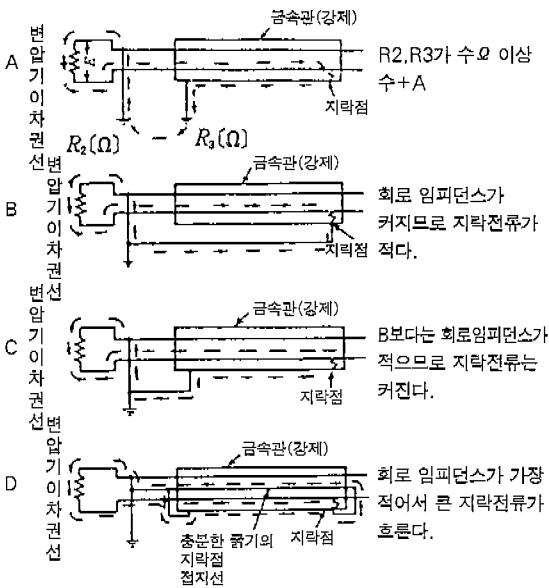
(a) 380V3상 4선식배전공중점지

(a) 380V 3상 4선식 배전 공동접지

립접속, 납땀없는 접속이 있다.

② 금속관배선공사의 접지

전선판자체를 접지선으로 대응할 수 있을 때는 접지선은 불필요하다. 금속관 배선과 접지선의 연결방법과 지락전류를 (그림 20)에 표시한다.



(그림 20) 접지선 연결방법과 지락전류

㉓ 건물내의 분전반과 금속관배선의 접지 : 접지선 샤프트 내에 배선하고 송출배선에서 접지를 확실하게 잡는다.

㉔ 건물내의 전기기와 배선의 접지 : 접지를 잡는 배선기구의 접지선은 접지극이 분산되어 있어도 가급적 일개소에 모은다.

㉕ 전선판배선과 접지(그림 20) : 가동 전선판 플렉시블 기타를 사용할 때에도 그 길이가 4m를 넘을 때에는 굽기

1.6mm 이상의 나연동선 1본 이상을 접지선으로 연결접속한다.

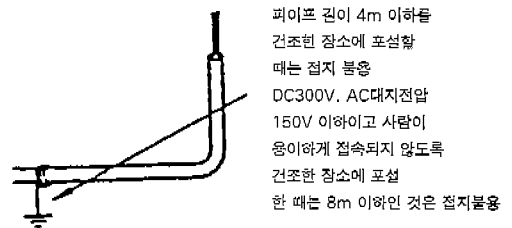
㉖ 사용전압 300V 초과와 옥내배선과 접지

㉗ 경질비닐관에 금속체의 폴박스 또는 분진방포형 플렉피팅을 사용할 때에는 박스 등에 특별 제3종접지공사를 실시한다. 단 사람이 접속할 우려가 없을 때는 제3종접지공사를 실시한다.

㉘ 금속관공사, 금속덕트공사, 버스덕트공사일 때는 금속관 또는 덕트에 특별 제3종접지공사를 실시한다. 단 사람이 접속할 우려가 없도록 시설할 때는 제3종접지공사로 한다.

㉙ 가동전선관 : 위 ㉗와 같음.

㉚ 케이블 공사의 방호관의 접지 : 관 기타 케이블을 수용한 방호장치의 금속체부분, 금속체의 전선 접속함 또는 케이블의 피복에 사용하는 금속체에는 특별제3종접지공사를 실시한다(고압옥내 배선의 경우는 제1종접지공사). 단 사람이 접속할 염려가 없도록 시설할 경우는 제3종접지공사도 가능하다.



(그림 21) 케이블방호관의 접지공사

㉛ 특고배선과 접지 : 관 기타 케이블을 수용하는 방호장치의 금속체부분, 금속체의 전선 접속함 및 케이블 피복에 사용하는 금속체에는 제1종접지공사

를 실시한다. 다만 사람이 접촉할 염려가 없도록 시설할 경우는 제3종접지공사를 한다.

㉔ 버스덕트 배선의 접지공사설계

접지선과 본드선은 버스덕트의 정격전류에 따라서 지락전류를 안전하게 흘릴수 있는 굵기의 것을 사용한다(그림 21). 어느 것이나 재료는 동대이다.

접지용도체의 단면적은 지락전류 1A당 본드로서는 1/1,000mm² 이상, 평행도체 및 접지선에서는 3/1,000mm² 이상으로 한다. 동대의 경우의 두께는 기계적 강도를 고려해서 1mm 이상으로 한다. 버스덕트의 경우 지락전류는 단락전류로 본 각 본드 및 접지선의 굵기이다.

트롤리 버스덕트의 접지공사에서는 사람이 접촉할 수 있다고 보아 접지공사를 적용한다.

버스덕트 정격전류(A)	단락전류(A)	본드(mm ²)	평행도체(mm ²)	접지선 공칭단면적 mm ²
100	10000	10	30	30
200	15000	15	45	50
400	25000	25	75	80
600	25000	25	75	80
800	25000	25	75	80
1000	25000	25	75	80
1200	50000	50	150	150
1500	50000	50	150	150
2000	75000	75	225	250
2500	75000	75	225	250
3000	75000	75	225	250
3500	75000	75	225	250
4000	100000	100	300	325
5000	100000	100	300	325

(표 5) 버스덕트의 본드 및 접지선의 굵기(最小)

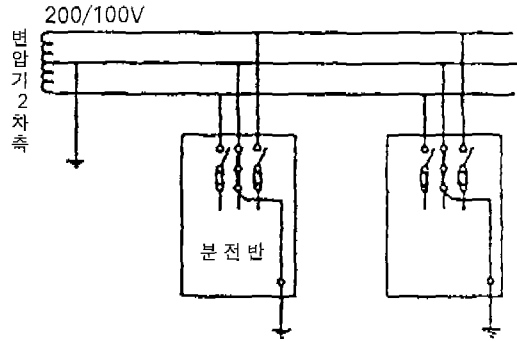
단락시험 전류에 의한

㉕ 분전반, 제어반, 계기함 등의 접지공사설계

① 분전반의 접지

단상3선용에서는 (그림 22)과 같이 각 분전반마다의 전로에 접지를 잡는 것이 요망된

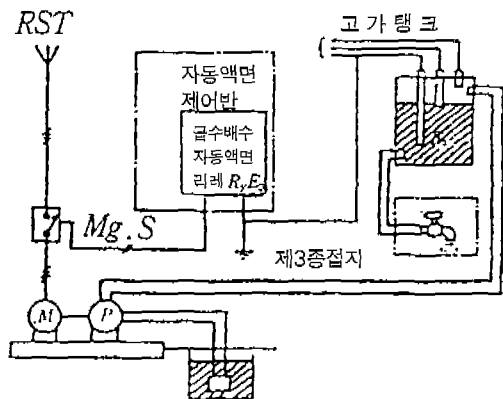
다. 접지가 있으면 중성선(접지축)이 단선되어도 선간대지전압 200V가 인가되는 것을 방지할 수 있다. 그 접지선은 간선의 전류용량에 따라서 충분한 굵기가 필요하다.



(그림 22) 분전반의 접지

② 제어반 접지

분전반과 동일하게 하나 동력 200V 배전반 내에서는 접지축의 접지를 잡지 않는 것이 보통이다. 제어반의 외함 접지는 확실하게 실시한다. 자동제어반은 액면제어용과 같이 제어반의 케이스외에 액면제어계전기의 접지를 잡을 필요가 있다(그림 23).



접지하지 않으면 수조에 물이 들어 있어 Es기 액면에 유수되어 있는 동안 접지가 되나 액면에서 떨어지면 접지가 없어진 상태로 리레의 안전이 확보되지 않는다.

(그림 23) 자동액면제어반의 접지

③ 계기함의 접지는 별도의 접지단자를 만들어 접지 하도록 한다.

④ 시공방법

계기용변성기, 변성기함, 이차배선 및 계기함 등을 다음과 같이 접지한다.

- ㉠ 계기용변성기의 철심, 변성기함 및 계기함은 제3종접지공사에 의해 접지한다.
- ㉡ 계기용변성기의 이차배선(P2 및 1L, 3L측)은 계기함의 접지단자를 통해서 제3종접지공사에 의해 접지한다.
- ㉢ 접지에 사용하는 전선은 직경 2.0mm 이상의 절연전선으로 한다.
- ㉣ 접지함은 수용가 수전설비소내에 시설되어 있는 것은 병용한다.

저용고압변성기부 계기의 설치와 접지는 다음과 같이 한다.

- ㉤ 유입변성기의 외함(케이스) 및 계기용연피 케이블의 연피는 제1종접지공사(접지선에는 2.6mm 이상의 전선을 사용한다)에 의해 접지한다.
- ㉥ 계기용변성기의 이차배선에 있어서 P2 및 1L, 3L측은 계기함의 접지단자를 통해서 제3종접지공사에 의해 접지한다.

8. 전기사용 저압 기기설비의 접지시공기술

(a) 200V 동력기기배선의 접지공사

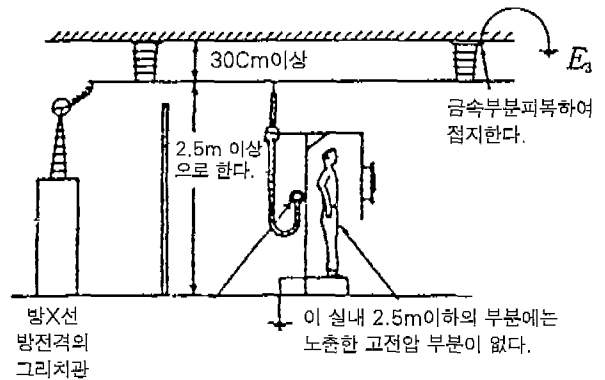
전동기, 콘덴서 등과 배관 본당은 완전함에 돌 불구하고 접지선을 각각 단독으로 배선하고 있지만 각 기기용의 접지배선을 절약할 수도 있다.

(b) 저압전기기기 및 콘센트설비의 접지공사

전기기기에는 일반적으로 접지단자가 부착되어 있지 않으나 전기세탁기 등 최근 제품에는 접지단자가 부착되는 경우가 많다. 이들 접지를 잡기 위해서는 접지선을 포함한 삼심입 절연배선을 사용해서 접지부 플러그를 접속하고 그 플러그를 콘센트에 삽입하면 전원접속과 동시에 외함 접지가 되도록 한다. 콘크리트 건물에 있어서는 처음부터 이 방법으로 하는 것이 편리하다.

(c) 의료위생기계설비의 접지공사

① X선 발생장치의 접지



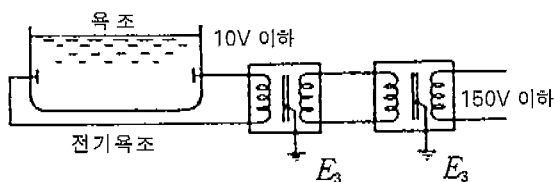
(그림 24) X선발생장치의 접지

정전유도작용 기타에 의한 전위 상승을 고려해서 내부에 특별고압의 전기로 충전되는 부분이 있는 곳에 제3종접지공사를 실시한다. (그림 24 참조)

② 전기육조장치의 접지

절연변압기를 사용하므로 전기배선의 접지는 잡지 않고 비접지회로로 한다.

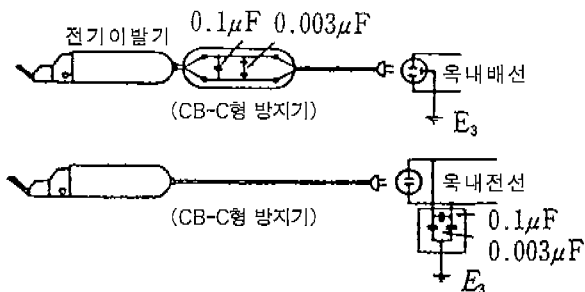
절연변압기의 혼축방지판마다 각각 2개소에 접지한다. (그림 25 참조)



(그림 25) 전기욕조의 접지

③ 전기 이발기의 접지

잠음방지기의 접지를 잡는다.



(그림 26) 전기이발기의 접지

수명에 영향을 미칠 수 있으므로 주의 를 요한다.

- ㉠ 백열등의 경우 : 보안상 소켓 꼭지쇠, 금속부분을 접지축에 접속한다.
- ㉡ 수중조명의 경우 : 보안에 필요한 절연 변압기를 사용하는 경우 및 지기검출 장치에 의한 경우 모두 전기설비기술 기준의 규정에 따라 (그림 28)과 같 이 .

현 상	원 인
램프의 관서점화 가 빨리온다.	절전스위치가 어스축을 껐고 있으면 램프와 기구간에는 상시 200V가 인가되어 램프는 상시 미방전을 행하고 있어 절화가 빨라 진다. 어두운 상태에서 미방전이 관찰된다.

(그림 27) 관동회로의 접지

(d) 조명기구의 접지공사

① 조명설비의 접지

옥내용 대지전압 150V 이하의 조명기구는 일반적으로 접지하지 않는 것이 보통이다.

그러나 특히 습기가 많은 장소(수선장, 냉장고, 옥외) 등 사람이 접촉할 염려가 있는 곳 또는 이동해서 사용하는 작업등, 손전등에는 기기 접지를 한다.

② 조명기구 배선공사방법과 접지

③ 조명기구의 회로와 접지방법

- ㉠ 형광등의 경우 : (그림 27)에 표시하는 바와 같이 접지방법에 따라 관등의

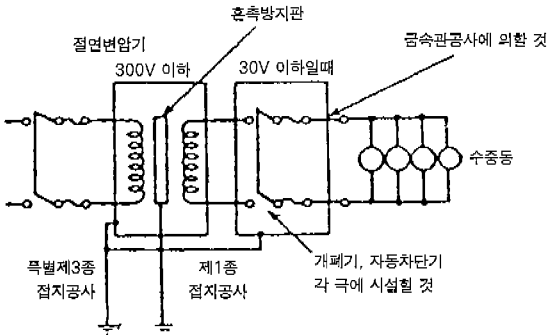
(e) 분전반, 제어반, 계기함 등의 접지공사 설계

① 용접기의 접지

용접기의 접지는 피용접재(정반) 축의 접지와 외함의 접지가 있다. (그림 29 (a), (b))에 표시하는 바와 같이 피용접재의 접지는 정반의 위치에 완전히 접지한다. 외함의 접지는 (그림 30)에 표시한다. 접지선은 용량에 관계없이 14mm² 이상의 정도로 하고 보안상으로 용량에 따라 30kVA를 초과하는 것은 변압기의 2차측 접지선과 동등한 굵기로 하는 것이 요망된다.

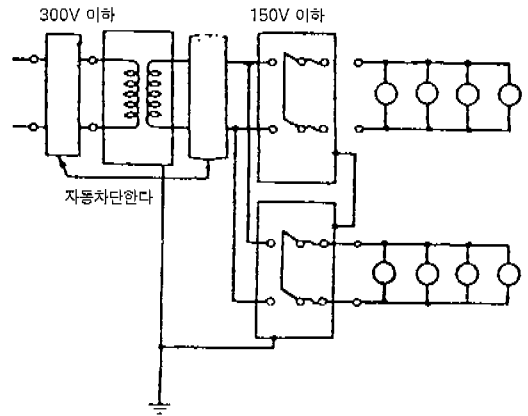
② 전열설비의 접지

대지전압이 150V 초과 300V 이하의 저압회로에 사용하는 전열기의 금속제 외함은 용량에 불구하고 제3종접지공사에 따라 접지한다.



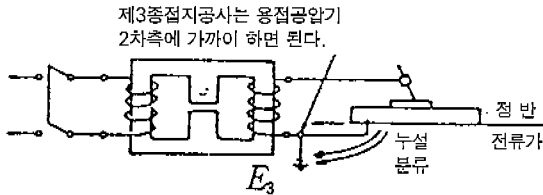
접지선에 사람이 닿을 염려가 있을 경우 접지선은 600V비닐 절연전선, 비닐 캡타이어 케이블, 플로로 프렌 캡타이어 케이블 또는 케이블이어야 한다.

(a) 2차측 30V 이하의 경우

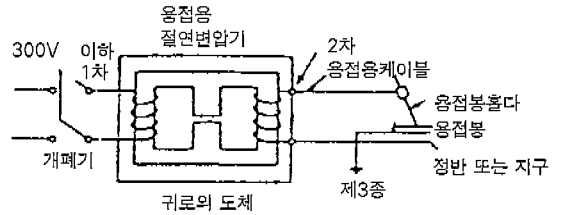


(b) 2차측이 30V를 넘을 경우

(그림 28) 수중조명설비와 접지

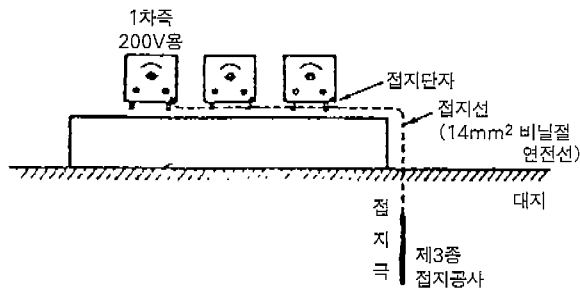


(a) 양호한 접지



(b) 불량한 접지

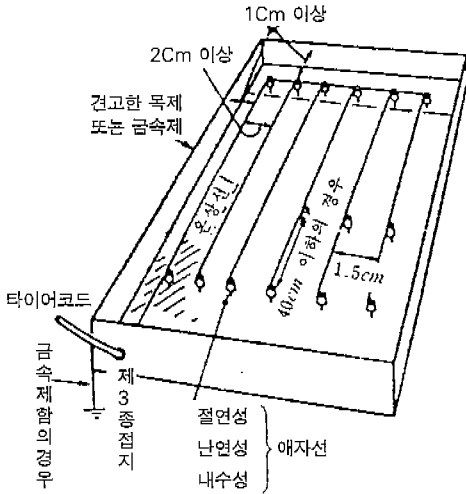
(그림 29) 전기용접기의 접지



(그림 30) 전기용접기외함의 접지

③ 농업용 전열온상설비의 접지

(그림 31)과 같이 금속제 외함에 제3종접지공사를 한다.



(그림 31) 농업전열온상설비의 접지

④ 루프히팅 설비의 접지

전열장치의 금속제외함에는 제3종접지공사를 실시한다. 또 케이블애자공사, 금속관공사의 경우는 세가닥으로 하고 기중 1선을 접지선으로 사용하는 방법이 채택되고 있다. 처마용기에는 1매마다 접지선이 설치되어 있으므로 각각을 직렬접속하고 그 일단을 접지한다. 발열시트의 경우는 히터에 접하는 지붕철판에 접지공사를 실시할 필요가 있다. 이때 지붕철판 상호간에 접속저항이 높으므로 철판의 일단을 납땜한다.

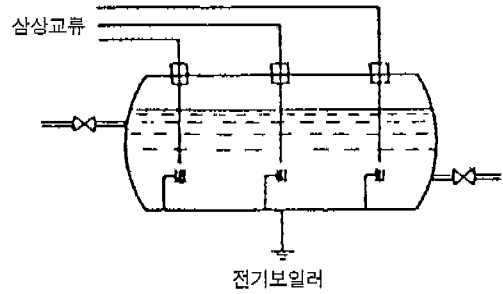
⑤ 전극온천송온기의 접지

차폐극에는 제1종접지공사, 절연변압기, 동력전동기 등에는 제3종접지공사를 실시한다.

⑥ 전기보일러의 접지

(그림 32)과 같이 전기보일러는 절연이

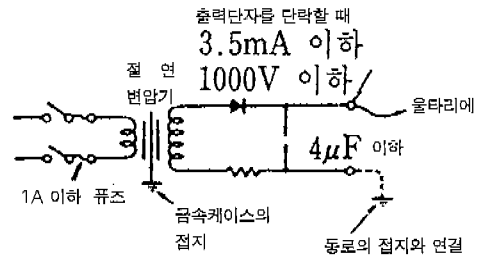
끈란하여 절연하지 않고 사용하도록 인정하고 있으므로 접지선에는 상시지락전류가 흐른다는 것과 전위변동이 커지면 위험하게 되므로 접지저항은 매우 낮게 해서 접지한다. 접지선은 최대지락전류에 견디는 굵기의 것을 사용한다.



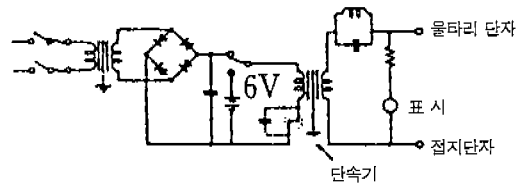
(그림 32) 전기보일러의 접지공사

⑦ 전기물타리설비의 접지

(그림 33)와 같이 전원용 절연변압기의 금속케이스 및 출력축의 접지축을 접지한다.



(a) 충격전류가 반복해서 발생하지 않는 형



(b) 충격전류가 반복해서 발생하는 형

(그림 33) 전기물타리설비의 접지공사

⑧ 전동기 발전기설비의 접지

㉑ 공통사항

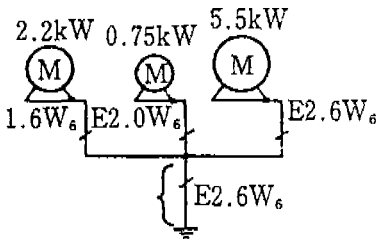
- 특별고압전동기(옥내 35kV 이하) 설비의 접지공사는 전동기 프레임 및 접속 금속체에는 제1종접지공사를 실시한다.
- 고압전동기의 프레임은 제1종접지공사에 따라 접지한다.
- 저압전동기의 프레임은 제3종접지공사를 실시한다.

배선은 제3종접지를 접지한 금속배관이 행해지고 있으며 전동기프레임도 전기적으로 접속되어 있으면 특별히 전동기축에 접지를 행할 필요가 없다. 또 철골콘크리트 건축 등의 철골구조체에 설치한 엘리베이터용 전동기 또는 철골에 접속해서 이동하는 호이스트용 전동기, 빌딩의 양수 또는 배수용 전동기와 같이 전동기의 프레임과 대지간에 전기적 도체를 통해서 전기적으로 완전히 연결되어 있고 그 접지저항치가 100Ω이하일 때는 전동기의 프레임에는 특별히 접지할 필요가 없다.

㉒ 집중 전동기의 공용접지

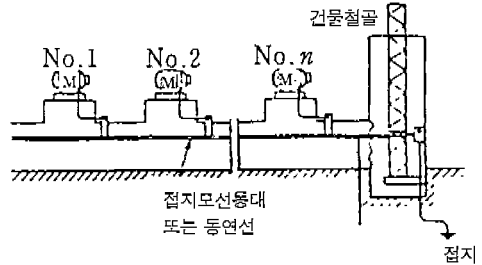
공장등 전동기가 집중해서 배치되어 있을 경우 각개의 접지공사를 하지 않고 공용의 접지선으로 연결해서 접지한다.

(그림 34)과 같이 전동기군 가운데 최대용량의 전동기를 기준으로 해서 접지선의 굵기를 정한다. 접지선 굵기의 적용은 (표 6)와 같다. 단 충분한 접지저항을 얻기 곤란할 때는 공용접지를 하지 않고 공용접지모선방식(그림 35)으로 할 경우는 모선은 오래 사용해도 완전하게 지락전류를 흘릴 수 있도록 기계적 강도도 충분



(그림 34) 전동기군 공동접지에

한 굵기의 동대, 동연선 등을 사용한다. 전동기와의 접속을 본체에 직접 나사로 잠그는 볼트를 또는 용접된 단자, 또는 커버를 고정하는 볼트를 고정한 단자를 사용한다. 전동기를 설치하는 볼트는 사용중에 이완될 염려가 있어 사용하지 않는다. 대형기의 경우는 직접대에 접속한다. 또 볼트 단자를 고정 할 경우는 필히 워셔를 사용한다. 단자는 압착단자를 사용한다.



(그림 35) 전동기 접지모선방식에 의한 접지공사

전 동 기(kV)		접지선(mm ²)
400V	200V	
7.5이하	3.7이하	3
15이하	7.5이하	5
30이하	15이하	14
75이하	37이하	22
75이상	37이상	38

(표 6) 공장전동기 접지선 굵기

㉓ 건설현장의 콘베어 동력설비의 접지

전원용 조작개폐기의 외함도 완전한 접지공사를 실시함과 동시에 콘베어에 접속하는 콘센트는 접지극부 4P로 하고 콘베어 배선을 접속함과 동시에 접지가 되도록 한다.

전원배선은 4심 케이블을 사용하는 것이 원칙이다. 그러나 3심을 사용하는 경우 고무 또는 비닐 선을 접지선으로 하고 케이블에 첨가해서 50cm의 간격으로 테이프로서 고정한다.

9. 수변전소의 접지공사 설계기준

(a) 기본사항

수변전소의 접지를 사용목적에서 살펴보면 소내일반기기의 접지, 피뢰기의 접지, 뇌차폐의 접지 등 세가지로 대별된다.

① 접지효과의 목적

- ㉠ 단락전류, 뇌격전류의 유입에 동반한 기기케이스 철구, 저압제어회로 등의 접지부분 및 대지면의 접지전위변동에 따른 인체사고의 방지
- ㉡ 기기의 사고방지
- ㉢ 송전계통에 있어서 회로전압의 안정 및 보호계전기 동작의 안정

② 설계기준의 기본사항

- ㉠ 인체에 대한 전위차의 안전한계에 대해서
- ㉡ 접지설계실시상의 순서에 대해서
- ㉢ 대지저항률, 접지저항의 추장측정법

설계의 기본방침은 상기목적의 확보에 효과적인 접지를 확보하기 위해 다만 접지저항이 낮은것 뿐만이 아니고 전체적으로 전위경도 접촉전압의 균형분포로서 또한 이것이 허용치 이하가 되도록 하는 접지계의 구성을 이룰 수 있도록 하는 것이다.

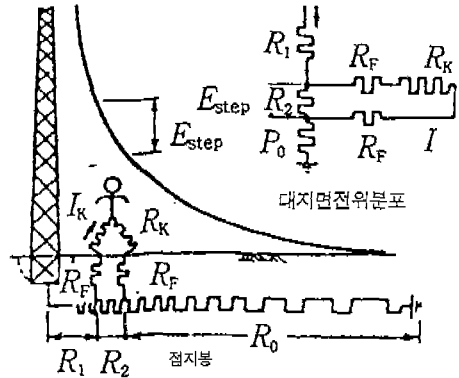
③ 인체에 대한 전위차의 안전한계

- ㉠ 인체에 있어서의 전류의 허용치
- ㉡ 보폭전압, 접촉전압의 허용치

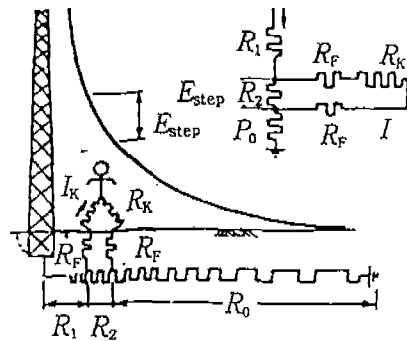
인체에 걸리는 보폭전압, 접촉전압의 전형적인 등가회로를 (그림 36, 37)에 표시한다.

Dalzic씨의 (a)식을 적용함에 따라 접촉가능범위의 전위차한도를 산출할 수 있다.

1각의 접지저항 $R_F[\Omega]$ 는 지표면부근의 토양의 고유저항 $\rho_S[\Omega \cdot m]$ 의 약 3배, 또 인체저항 R_K 는 $500 \sim 2300\Omega$ 정도로 하고 이를 $3\rho_S$ 및 1000Ω 로 각각 가정하면 보폭전압 E_{step} ,



(그림 36) 철구부근의 보폭전압



(그림 37) 철구와의 접촉전압

접촉전압 E_{touch} 의 허용치는 다음식으로 구해진다.

$$\begin{aligned}
 E_{step} &= (R_K + 2R_F) (I_K) \\
 &= (1000 + 6\rho_S) \frac{0.155}{\sqrt{t}} \\
 &= \frac{155 + 0.93\rho_S}{\sqrt{t}} \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{touch} &= (R_K + \frac{R_F}{2}) (I_K) \\
 &= (1000 + 1.5\rho_S) \frac{0.155}{\sqrt{t}} \\
 &= \frac{155 + 0.23\rho_S}{\sqrt{t}} \dots \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

예로서 ρS 를 $100 \Omega \cdot m$, 고장계속시간을 1sec로 하면 Estep의 허용치는 248V, Etouch의 허용치는 178V가 된다.

위의 계산은 여유도를 보고 악조건하의 ρS 를 채택한 것이다. 또 고장 계속시간에 대해서는 정상동작시의 차단시간을 고려한다.

④ 접지저항과 전위상승

소요접지저항은 지락사고시의 최고전위상승, 접촉전압, 저압회로의 절연내력을 고려해서 결정한다. 일선지락시의 접지망 전위상승은 접지망에 흐르는 전류 $IE \cdot R$ 가 되므로 접지저항이 높으며, 통과전류가 클 때는 접지망전위가 상승한다. 최고접지전위상승은 접촉전압의 3~5배정도로 한다. 접지망주변의 대책을 충분히 행하면 10~15배 정도로 할 수 있다.

다음은 접촉전압, 보폭전압의 저감방법을 표시한다.

- ㉠ 접지기기 철구 등의 주변 약 1m의 위치에 깊이 0.2~0.4m의 환상 보조접지선을 매설하고 이것을 주접지선과 접속한다.(저감률 25%).
- ㉡ 접지기기, 철구 등의 주변 약 2m에 모래자갈(0.15m) 또는 콘크리트(0.15m)의 타설을 행한다(저감률은 건조시 19%, 습윤시 14%).
- ㉢ 필요에 따라 접지망간격을 좁힌다.

또한 저압회로의 절연내력의 관계에서 최고 접지전위상승은 1,000~2,000V 이하로 억제한다.

이를 초과할 경우는 변전소외부에 연결되는 제어선 및 전화선에 대한 대책을 요한다.

접지망전위상승치 $IE \cdot R$ 와 이 ET, ES, 허용치와의 비를 α 로 하면 α 의 결정에 따라 소요 접지저항치가 결정된다. α 를 크게 한다든가 적게 하는 것은 비용과 상관관계가 된다. IE가 커지고 R의 높은 곳에서는 $IE \cdot R$ 가 3000V 정도로 되고 $\alpha=15$ 로 될 때는 보조메시 등의 대책을 강구해서 ET, ES의 경감을 도모한다. α 의 값은 종래의 설계 예에서 3~12의 범위에 있다.

⑤ 접지저항계산

㉣ 접지봉타입의 경우

5분 정도로 할 때 1군의 저항치

$$\frac{1}{R_1} = \eta \frac{R}{N} \Omega \dots \dots \dots (3)$$

R : 접지봉(1본)의 저항치[Ω]

n : 접지봉(1본)의 타입본수 = 5(본)

η : 집합계수(1.15)

$\therefore R 4.5[\Omega]$

전부를 5군으로 할 때의 합성저항치 $R_0 0.9[\Omega]$ (단, 집합계수를 1로 한다.)

접지저항 R는

$$R = \frac{\rho}{2\pi\zeta} (\log_e \frac{4\zeta}{\gamma} - 1) \dots \dots \dots (4)$$

γ : 접지봉반경 = 0.7[cm]

ζ : 접지봉길이 = 150[cm]

ρ : 대지의 저항률 = 35000[Ω cm]

$\therefore R 21.3[\Omega]$

㉤ 접지봉타입간격 및 타입본수와 합성 접지저항

각군의 타입간격 8m 이상을 원칙으로 한다. 1군당(14길이 1.5m인 것)

㉥ 지중매설모선에 의한 망상 접지저항치 계산

다음호에 계속됩니다