

KOSHA CODE

E - 9 - 1997

접지설비 계획 및 유지관리에 관한
지침

1997. 9.

한 국 산 업 안 전 공 단



○

1997 3

1997 4

—

—

(KSC 0804, KSC 0906)

—

—

(NEC)

—

(IEEE Std 80)

○

. .

27

○

(TEL 032-5100-682, FAX 032-512-8315)

: 1997 5

:

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

접지설비 계획 및 유지관리에 관한 지침

제 1 장 총 칙

1. 목 적

본 지침은 산업안전보건법 제27조 및 산업안전기준에 관한 규칙 제328조의 규정에 의거, 전력계통의 지락사고나 전기기계·기구(이하 전기기기라 한다.)의 누전 등의 전기사고에 의한 감전, 화재·폭발, 전기기기의 손상이나 오작동, 정전기 또는 낙뢰로 인한 재해를 방지하기 위하여 설치하는 접지설비의 공사계획 및 유지관리에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용 범위

2.1 본 지침은 공정설비 및 장치의 전기적인 사고를 최소화시키기 위한 다음의 접지 설비에 대하여 적용한다.

- (1) 이상 전류 또는 이상 전압 등으로 부터 전기설비를 보호하기 위한 계통접지
- (2) 인명보호 등을 목적으로 하는 전기기기의 외함 접지
- (3) 낙뢰 등에 의한 기기 및 구조물 손상방지를 위한 피뢰 접지
- (4) 정전기 장해방지를 위한 설비·장치 등의 접지
- (5) 기타 등전위용 접지 등

2.2 적용 제외

기존 설비 및 증설 등의 경우에는 본 지침을 적용하는 것을 원칙으로 하되, 가설(임시) 전기설비에서는 그 일부를 적용하지 아니 할 수 있다.

3. 관련법규 및 규정

이 지침에서 규정하지 아니하는 사항은 다음의 법규 및 규정에 따른다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

- (1) 산업안전기준에 관한 규칙
- (2) 전기설비기술기준
- (3) 한국산업규격(KS)

4. 용어의 정의

4.1 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (1) 접지전극선(GROUNDING ELECTRODE CONDUCTOR)이라 함은, 접지극과 접지선 또는 중성선을 연결하는 도체를 말한다. 접지극을 단독으로 설치하는 경우에는 접지극에서 다른 접지선을 접속하는 점까지의 도체를 말한다.
- (2) 접지용 도체라 함은, 피접지물과 접지전극선 또는 접지모선을 접속하는 도체를 말한다.
- (3) 접지전극이라 함은, 피접지물과 대지를 전기적으로 접속하기 위하여 지중에 매설한 도체를 말한다.
- (4) 대지저항율이라 함은, 접지극 주위 대지의 전류가 흐르기 어려운 정도를 나타내는 상수로서, 접지저항 값을 결정하는 가장 중요한 요소이다.
- (5) 연접접지라 함은, 각 기기의 접지를 공통접지선에 연결하여 접지극을 부설하는 방식을 말한다.
- (6) 망상접지라 함은, 큰 전력계통에서처럼 고장전류가 특히 커서 그에 상응하는 소요 접지저항 값이나 보폭전압, 접촉전압이 문제가 되는 경우 또는 변전소 등의 구역을 통행하는 일반인에 대해 위험한 전압이 인가되지 않도록 접지선을 망상(MESH)으로 매설하여 구내 외에 극단적인 전위경도가 생기지 않도록 하는 방식이다.
- (7) 단독접지라 함은, 피뢰기 등과 같이 큰 전류를 흘리는 경우나 정밀을 요하는 전자기기 등에서 기기 별로 접지하는 것을 말하며, 피뢰기, 피뢰침, 전자계산기 등에 쓰이는 방식이다.
- (8) 봉상전극이라 함은, 접지 전극이 막대모양으로 된 것을 말한다.
- (9) 망상전극이라 함은, 접지 전극이 그물모양으로 된 것을 말한다.
- (10) 병렬접지라 함은, 동일한 형상의 여러 전극들을 적절한 배열형태로 매설하여 이들을 연결, 구성하는 복합 접지전극에 의한 접지방식을 말한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

4.2 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법 시행령, 산업안전기준에 관한 규칙 및 기타 고시에서 정하는 바에 따른다.

제 2 장 접지계획

5. 접지계획 작성시의 고려 사항

접지계획은 다음의 조건을 고려하여, 당해 접지목적에 적합하도록 수립한다.

- (1) 인체에 대한 허용전류치
- (2) 고장전류의 유입에 의하여 국부적으로 발생하는 대지전위의 상승, 고장시간, 접촉전압 및 보폭전압의 계산방법과 그 허용치
- (3) 부록(접지저항 계산)에 의거 필요한 접지저항값의 결정
- (4) 대지저항을 및 접지저항의 측정방법
- (5) 단독접지와 연접접지의 장단점 비교 검토
- (6) 접지전극과 접지선의 크기 및 형상
- (7) 인건비, 재료비, 유지보수 등의 편의성 등을 고려한 최적접지 공법

6. 접지계통

6.1 접지계통의 구성

6.1.1 접지계통은 연접접지방식 또는 망상접지방식으로 하는 것을 원칙으로 하되, 필요한 경우에는 단독접지를 일부 병용하여 대지전위의 상승을 억제하고 접촉전압과 보폭전압이 균일한 분포와 허용값 이하가 되도록 다음과 같이 구성한다.

- (1) 공정지역, 건물, 구조물, 전기설비, 변전실 등을 포함한 모든 접지설비는 계통적으로 이루어져야 한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

- (2) 피뢰용 접지 및 약전 회로용 접지계통은 단독접지방식으로 구성한다.
- (3) 계통의 전반적인 등전위 분포를 위하여 계통 내의 적절한 위치에서 각 도체는 상호 접속한다. 단, 타 접지계통과 멀리 떨어진 기기 등에 대한 접지는 단독 계통으로 할 수 있다.
- (4) 각 계통의 접지저항은 10Ω을 초과하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 단, 필요시 특별히 정하는 경우에는 그 값에 준한다.

6.1.2 지락사고시나 피뢰기가 동작하는 경우에는 큰 지락전류에 의한 대지전위 상승이 타 건전 기기에 역섬락을 일으킬 우려가 있을 뿐만 아니라, 정상운전 중에 있는 타 기기에도 유도장해(EMI)를 일으킬 수가 있으므로, 기기의 종류에 따라 사고발생 정도를 고려하여 주 접지계통에 접속하거나 분리한다.

- (1) 일반기기 및 제어함
변압기, 차단기, 발전기, 전동기 등 접지를 필요로 하는 기기류 및 제어반 프레임은 모두 연접접지한다.
- (2) 피뢰기
낙뢰 등으로 인한 피뢰기의 동작시에는 방전전류에 의해 대지전위의 상승 우려가 있으므로 피뢰기의 접지는 별도 계통으로 구성한다.
- (3) 옥외 철구
변전소 등에 설치되어 있는 기기 등의 외함은 주접지계통과 연접접지한다.
- (4) 케이블
구내의 동력케이블의 금속시스의 일단(부하측)은 연접접지선에 연결하고, 원거리용 케이블의 금속시스는 양단 접지하여 연접접지선에 연결한다.
- (5) 경계 울타리
변전소 구외의 경계 울타리는 일반 통행인에 대한 위해가 없도록 변전소 접지계통과는 분리시킨다.
- (6) 전자계산기(COMPUTER)
타 기기 등의 사고에 의하여 간섭받지 않도록 단독 접지한다.
- (7) 탱크류
타 계통과 분리하여 단독접지하는 것을 원칙으로 하되, 필요시 연접접지할 수 있다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

6.2 계통 중성점 접지

계통접지는 지락사고 등에 의한 선로전압의 일시적인 과상승을 억제하기 위한 것으로, 각 전압별 중성점 접지는 다음과 같이 실시한다.

6.2.1 특별고압 계통

- (1) 154kV/22.9kV-11kV 변압기의 1차측 중성점은 불규칙적인 과전압으로부터 변압기의 권선을 보호하고 사고전류를 신속히 차단하기 위하여 직접 접지한다.
- (2) 154kV/22.9kV-11kV 변압기의 2차측 중성점은 과전류와 불규칙적인 과전압으로부터 권선을 보호하기 위해 저항접지한다.

6.2.2 고압계통

6.6kV 및 3.3kV 계통의 변압기 중성점은 과전류와 불규칙적인 과전압으로부터 권선을 보호하기 위하여 고저항접지하는 것이 바람직하다.

6.2.3 저압계통

1차측 전압이 고압 이상이고, 2차측이 저압(440V, 220V 등)인 계통의 저압 변압기 중성점은 변압기의 1차측 권선과 2차측 권선의 혼촉사고로 인한 과전압 위험을 최소화하기 위하여 직접 접지한다. 다만, 혼촉방지판이 내장되어 있는 변압기의 경우에는 고저항 접지 또는 비접지 방식으로 할수 있다.

6.3 전기기기의 접지

- (1) 외함의 접지저항은 10Ω 이하로 한다.
- (2) 전기기기와 연결되는 철제 구조물, 전선과 케이블 트레이 및 덕트, 철제 지지물 등은 전기적으로 상호 접속되어야 한다.
- (3) 케이블 등의 실드 말단에는 반드시 접지를 시행하여야 한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

6.4 설비 및 구조물 접지

설비 및 구조물 등의 모든 부분을 보호하기 위한 접지설비는, 설비 등과 접지접속부가 비정상적인 조건에서도 안전하도록 시설되어야 한다. 즉, 접지고장이나 뇌격(LIGHTNING STROKE)시에도 외함에 위험이 발생되어서는 안 된다.

6.5 계측설비 계통에 대한 접지

계측설비에 대한 접지는 접지극, 접지선 그 밖의 필요한 장치를 포함하는 독립된 접지계통으로 한다.

6.6 정전기 장해 방지용 접지

정전기 방전에 의한 화재폭발 및 전격을 방지하기 위하여, 정전기의 대전이 우려되는 도전성 재질로 된 설비의 경우는 다음 조건에 따라 접지한다.

- (1) 설비와 구조물의 금속 등 도전성의 물질은 제 6.4 항에 의한 접지를 정전기용 접지로 활용할 수 있다.
- (2) 인화성 물질 등을 수송하는 배관의 연결부분이 플랜지(FLANGE) 등으로 인하여, 정전기적으로 절연(전기저항이 1,000Ω 이상)된 경우에는 플랜지의 앞뒤를 서로 본딩(BONDING)한다.

6.7 이상 전압 방지용 접지

차단기 개폐시의 서지, 외부 사고 또는 낙뢰 등으로 인하여 이상전압의 발생이 우려되는 경우에는 이상전압 발생원 근접된 적절한 위치에 피뢰기 또는 서지흡수기(SURGE ABSORBER)를 설치하여 접지한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

제 3 장 접지공사

7. 기술 사항

7.1 일반사항

- (1) 모든 전기기기, 배선관 류(트레이 및 덕트)의 노출 금속부분 및 전력계통의 중 성선은 관련 도면, 적용 법규 및 사양서에 따라 접지한다.
- (2) 노출된 접지 접속점 등 부식의 우려가 있는 곳은 적절한 방식물질로 도포하거나 테핑 처리한다.
- (3) 기기 또는 장치, 철구조물 등에 대한 접지선의 접속은 압착형 볼트로 한다.
- (4) 상기의 모든 접속은 전기적, 기계적으로 완전히 접속되어야 한다.
- (5) 접지공사 완료후에는 접지저항을 측정하여 기록하되, 그 기록에는 공사내용을 포함시켜 관리하도록 한다.

7.2 접지계통의 공사

- (1) 접지계통은 지하매설 주 접지망과 지상 접지 단자함 또는 공용 접지선, 지상 접지 접속반(또는 공용 접지선)과 지하 접지망 사이의 접지도체, 주접지망에 연결된 접지봉 또는 접지구리판 등으로 구성된다.
- (2) 접지망을 구성하는 구리도체는 최고한 지하 75cm 이상의 깊이에 매설되어야 한다.
- (3) 접지망 모선의 접지용 도체 선정은 제 8.2 항에 의하되, 가능한한 단면적 60mm² 이상의 절연전선 또는 나동선을 사용하고, 접지모선에서 지상 접지반까지의 접지 접속도체는 단면적 60mm² 이상의 절연전선을 사용하는 것이 바람직하다.
- (4) 보폭전압의 경감이 필요한 경우에는 접지봉 또는 접지판을 매설하여 주 접지망에 접속한다.
- (5) 접지봉은 가능한한 구리봉(COPPER ROD)을 사용한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

7.3 접지극과 접지선

- (1) 접지극은 특별히 규정하지 않는 한, 지름 8mm 길이 900mm 의 구리봉, 구리 피복 강봉 또는 이와 동등 이상의 접지 성능이 있는 것으로 한다.
- (2) 접지극은 가능한한 습기가 있는 장소로서 가스, 산 등에 의하여 부식의 우려가 없는 장소의 흙속에 매설하거나 타입한다.
- (3) 접지선과 접지극은 전기적, 기계적으로 확실하게 접속하여야 한다.
- (4) 접지선에는 퓨즈 등의 과전류 차단기를 설치하여서는 아니된다.
- (5) 접지의 합성저항치가 3Ω 이하인 경우에는 별도의 승인절차를 걸쳐 다수의 접지극을 연결해서 망모양의 공동 접지극으로 할 수 있다.
- (6) 전자계산기 등 전산기기의 접지계통은 특별히 정하지 않는 한, 주 접지망과는 별도로 구성하는 것이 바람직 하며, 독립된 실별로 공통 접지판에 접속한 후 피복된 절연 케이블에 의하여 접지계통에 연결한다.
- (7) 접지선을 연결하는 부분은 도장이 되어 있지 않아야 하고, 페인트칠 등이 되어있는 접속함이나 패널(PANEL)의 접지선 접속부분은 페인트를 와이어 브러시 및 솔벤트 등을 사용하여 깨끗이 제거한 다음 접속한다.

7.4 전기기기의 접지

- (1) 발전기 외함은 주접지 계통과 전기적, 기계적으로 확실하게 접속되어야 한다.
- (2) 모든 배전반, 전동기 제어반 등에는 최소한 양단에서 주접지 계통과 접속된 접지모선이 설치되어야 한다.
- (3) 전동기의 전원 단자함 내 또는 본체 외함에 접지선 접속용 전용단자를 설치하여야 한다.
- (4) 지상에 설치되는 모든 접지선은 녹색 비닐 절연전선을 사용하여야 한다.
- (5) 전력수구는 별도로 분리된 접지극을 구비하여야 한다.

7.5 전동기 접지

- (1) 전동기 제어반(MCC)으로부터 전원을 공급받는 전동기 외함은 가까운 접지망에 연결하여 접지한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

- (2) 파이프 지지대가 전기적으로 접지계통과 접속되었을 경우 전동밸브(MOV)는 별도 접지할 필요가 없으나, 접지계통과 연결되지 않은 경우에는 접지를 한다.

7.6 변압기 접지

- (1) 전력용 변압기 외함은 대각선 방향의 2개소에서 각각 접지망과 연결한다.
- (2) 외함은 변압기 공급 케이블과 같은 굵기의 접지선으로 접지한다.

7.7 배선관 류(RACEWAY)접지

- (1) 케이블 트레이, 맨홀, 지하 덕트 등을 접지하기 위한 접지선의 굵기는 60mm² 이상으로 한다.
- (2) 비금속성 전선관과 연결되는 강관(STEEL CONDUIT)은 적어도 한쪽 끝을 적합한 접속 금구를 사용하여 접지 계통과 연결한다.
- (3) 모든 케이블 트레이는 확실한 방법으로 전기적인 연속성이 보장되도록 접지되어야 한다.

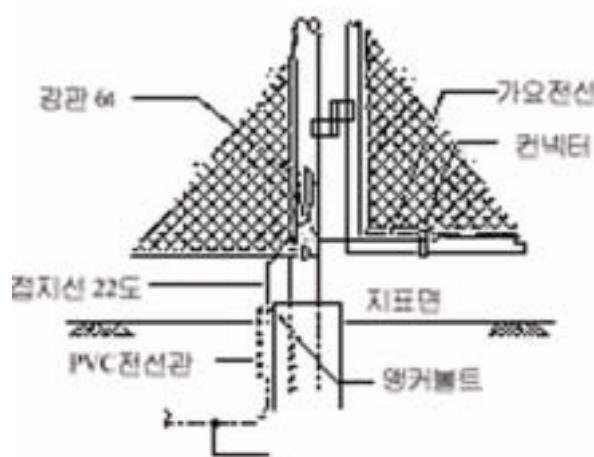
7.8 철구조물 접지

- (1) 철구조물은 볼트 조임만으로는 전기적으로 완전히 접속된 것으로 볼수 없으므로, 확실한 방법으로 전기적으로 연속성을 보장할 수 있도록 접지한다.
- (2) 철구조물에 직접 연결되지 않은 핸드레일은 용접에 의해 고정된 경우는 한쪽에만 접지하고, 비용접 방식으로 고정된 경우는 각 부분마다 접지하여야 한다.
- (3) 철구조물 기둥 접지선의 접속점은 마감부위로부터 최소한 30cm 높이로 한다.
- (4) 격리된 철구조물은 가장 가까이 접지된 철구조물에 접속하거나 직접 소내 접지망에 연결한다.

7.9 정전기 장해 방지용 접지

- (1) 철제 구조물, 탱크, 대형용기(VESSEL)등은 정전기의 대전전위와 낙뢰전류로부터 보호되도록 적어도 1개소 이상 접지 계통에 연결, 접지시켜야 한다.

- (2) 충분한 대지면적을 갖고 설치되는 탱크나 대형 용기류는 접지계통과 연결, 접지된 것으로 간주되며, 이에 접속된 배관류도 정전기 접지가 된 것으로 본다. 단, 배관이 정전기적으로 절연된 플랜지로 접속되는 경우에는 연속접지가 되도록 플랜지 양단을 본딩하고 접지시켜야 한다.
- (3) 접지된 구조물에 견고히 부착 설치된 배관 지지물은 접지된 것으로 본다.
- (4) 파이프 랙(PIPE RACK)의 철재 지지물은 일정 간격으로 접지모선과 연결하여 접지시킨다.
- (5) 모든 철재 울타리 지지대(POST)는 일정 간격으로 접지모선과 연결하여 접지시킨다.



[그림 1] 철재 울타리(문) 접지의 예

7.10 배관 접지

건축물 밖에 설치되는 노출배관은 30m마다 접지하고 배관의 접속 부분이 정전기적으로 절연된 경우는 본딩을 실시한다.

7.11 탱크 접지

콘크리트 슬래브 위에 설치되는 탱크설비는 대각으로 2개소 이상을 접지한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

8. 접지용 도체

8.1 접지용 도체의 시설

8.1.1 일반 사항

- (1) 접지선이 외상을 받을 우려가 있는 경우에는 금속관, 합성수지관 등으로 보호한다. 단, 피뢰침, 피뢰기용 접지선 등은 강제 금속관에 넣어서는 안된다.
- (2) 접지선은 피접지 기기에서 60cm 이내의 부분과 지중부분을 제외하고는 금속관, 합성수지관 등에 넣어 외상을 방지하여야 한다.
- (3) 접지선에는 (4)의 알루미늄 선을 사용하는 경우를 제외하고는 구리선을 사용하여야 한다.
- (4) 접지선으로 알루미늄선을 사용하는 경우, 지중 또는 접지극에서 지표면 위 60cm 이하나 습한 콘크리트, 석재 또는 벽돌류에 접하는 부분, 부식성 가스 및 용액을 발산하는 장소에서는 사용할 수 없다.
- (5) 조영재 등에 고정설치되는 접지선은 수전실, 전기실에 시설하는 것을 제외하고는 원칙적으로 비닐절연(IV)전선 또는 이와 동등 이상의 절연효력이 있는 전선을 사용한다.
- (6) 가요성을 필요로 하는 접지선은 다음의 케이블을 사용하되, 그 굵기는 단면적 8mm² 이상으로 하여 고장전류를 안전하게 흐를수 있도록 하여야 한다.
 - ① 클로로프렌 캡타이어 케이블(3중 및 4중)
 - ② 클로로설펜화 폴리에틸렌 캡타이어 케이블(3중 및 4중)
 - ③ 고압용의 캡타이어 케이블의 1심 또는 다심 캡타이어 케이블
 - ④ 고압용 캡타이어 케이블의 심선이나 차폐금속선 또는 접지용 금속선 등

8.1.2 사람의 접촉 우려가 있는 장소(제1종 및 제2종 접지공사)

- (1) 접지선을 수전실, 전기실 이외에 전주, 옥측 기타 사람이 접촉될 우려가 있는 장소에 시설하는 경우에는 다음에 의하여야 한다.
 - ① 접지극은 지하 75cm 이상의 깊이로 매설한다.
 - ② 접지선은 접지극에서 지표상 60cm까지의 부분에는 절연전선, 캡타이어케

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

이블(3종 이상) 또는 케이블(클로로프렌 외장케이블 및 비닐외장 케이블에 한한다)을 사용한다.

- ③ 접지선의 지표면 아래 75cm에서 지표상 2m까지의 부분은 전기용품안전 관리법에 의한 합성수지관 또는 이와 동등 이상의 절연효력 및 강도가 있는 것으로 덮는다.
- (2) 접지선을 사람이 접촉될 우려가 있는 장소에 철주와 같은 금속체를 따라 시설할 경우에는 제 8.1.2(1) 항의 규정에 따르는 외에도 접지극을 지중에서 그 금속체와 1m이상 이격하여 매설한다.
- (3) 접지선을 시설한 지지물에는 피뢰침용 접지선을 시설하여서는 아니된다.

8.1.3 접지선의 녹색표시

- (1) 접지선에는 다음의 경우를 제외하고는 녹색표시를 하여야 한다.
 - ① 접지선이 단독 배선되어 있어 접지선을 한눈에 쉽게 식별할 수 있을 경우
 - ② 다심 케이블, 다심 캡타이어 케이블 또는 다심 코드의 1심선을 접지선으로 사용하는 경우로서 그 심선이 나전선 또는 황녹색 얼룩무늬 모양으로 되어 있을 경우
- (2) 부득이 녹색 또는 황녹색 얼룩무늬 모양인 것 이외의 절연전선을 접지선으로 사용하는 경우에는 말단 및 적절한 위치에 녹색테이프 등으로 접지선임을 표시하여야 한다.

8.1.4 기타 이항에서 규정하지 않은 사항은 KS C 0804(접지선 및 접지측 전선 등의 색별 통칙)에 따른다.

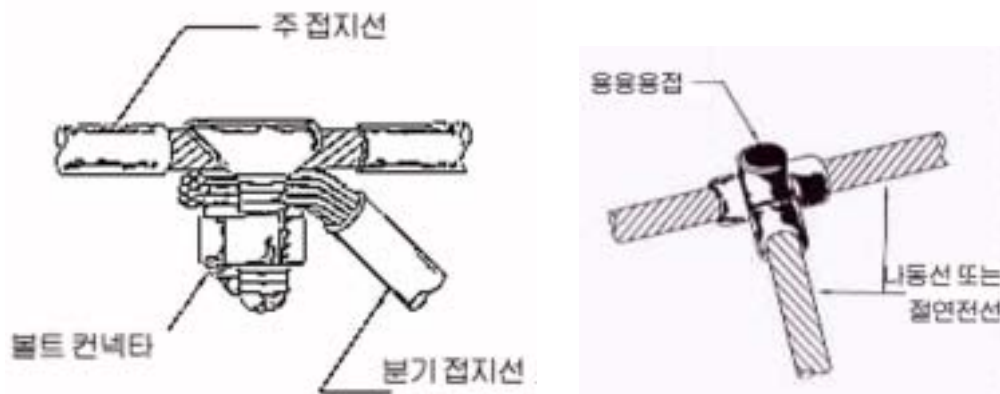
8.2 접지용 도체의 사양 및 시공

- (1) 접지용 도체는 꼬임 연동 PVC 절연 전선(녹색), 꼬임 경동선 (HDCC 또는 이와 동등 이상)을 사용한다. 도체의 굵기는 기계적 강도 및 고장전류의 크기를 감안하여 부록(접지선의 굵기 계산)에 따라 산정하되, 직접 매설용은 38㎟, 노출용은 14㎟, 계통루프(LOOP)용 도체 및 중성점 접지용 주접지선은 60㎟ 이상으로 하도록 한다. 단, 개별 기기 등의 접지용 도체의 굵기는 각각의 기기용량 등을 고려하여 선정하되 그 최소 굵기는 5.5㎟로 한다.

- (2) 매설용 도체의 매설 깊이는 75cm(마감 지표면으로 부터)이상으로 하고, 포장된 장소에서 사람의 접촉 우려가 없는 경우에는 30cm 이상으로 할 수 있다.
- (3) 매설용 도체가 차량용 도로를 통과하는 경우에는 후강 전선관 또는 이와 동등 이상의 강도를 갖는 방법으로 보호한다.
- (4) 노출용 도체는 후강 전선관 또는 이와 동등 이상의 강도를 갖는 방법으로 보호한다.
- (5) 피뢰용 도체를 보호하기 위하여, 지하 30cm부터 지상 2m까지는 전기용품 안전관리법에 의한 고강도 PVC 전선관 내에 삽입시킨다.

8.3 도체의 접속

- (1) 매설용 도체의 접속은 볼트 조임형 또는 용융형 금구를 사용하여 견고하게 접속한다.
- (2) 노출 배선용 도체의 접속은 압착 단자형 또는 볼트 조임형 금구를 사용하여 확실하게 접속한다.
- (3) 기기 접속용 말단 접속은 압착 단자형 금구를 사용한다.



(a) 볼트 조임형 접속

(b) 용융형 접속

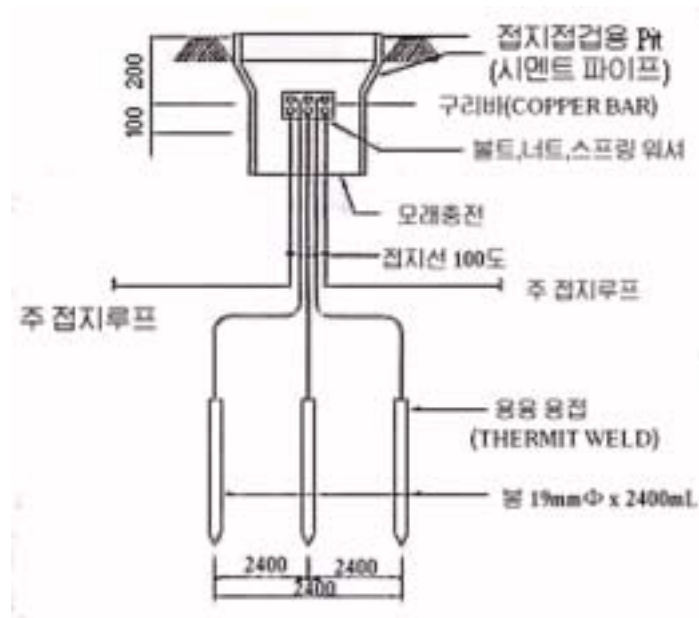
[그림 2] 접지용 도체의 접속

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

9. 접지극

9.1 일반사항

- (1) 접지극은 구리봉, 구리피복 강봉 또는 구리판 등을 사용한다.
- (2) 접지극과 도체의 접속은 용융형 금구로 한다.
- (3) 필요한 곳에는 접지극을 점검할 수 있는 점검용 단자함 또는 점검구 (GROUND WELL)를 설치하고, 접지극 상부에는 구리띠 단자를 설치한다.



[그림 4] 접지설비 점검구(GROUND WELL)의 예

- (4) 접지극과 타접지극과의 이격거리는 다음 사항을 검토하여 대지전위 상승계 값 내에서 이격거리를 정해야 한다.
 - ① 최대지락전류의 크기(A)
 - ② 전위상승의 한계값 (V)
 - ③ 대지 저항율($\Omega \cdot m$)

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

단, 한 지점에서 일정 접지저항을 얻기 위하여 접지전극(접지봉 등)을 병렬로 설치하는 경우의 극간 이격거리는 2m 정도로 하는 것이 바람직하다.

9.2 접지극으로는 구리관, 구리봉, 철티관, 철티봉, 구리피복 강관, 탄소피복 강봉 등을 사용하고 이들은 가급적 물기가 있는 장소로서 가스, 산 등으로 인하여 부식될 우려가 없는 장소를 선정하여 지중에 매설하거나 타입하여야 한다.

9.3 제 9.2 항의 접지극은 다음의 것을 원칙으로 한다.

- (1) 구리관을 사용한 경우에는 두께 0.7mm, 900cm²(편면) 이상의 것.
- (2) 구리봉, 구리피복강봉 등을 사용하는 경우는 지름 8mm, 길이 900mm 이상의 것.
- (3) 철티관을 사용하는 경우는 외경 25mm, 길이 900mm 이상의 아연도금가스 철티관 또는 후강 전선관일 것.
- (4) 철티봉을 사용하는 경우는 지름 12mm, 길이 900mm 이상의 아연도금한 것.
- (5) 구리피복강관을 사용하는 경우에는 두께 1.6mm 이상, 길이 900mm 이상, 면적 250cm²(편면)이상의 것.
- (6) 탄소피복강봉을 사용한 경우에는 지름 8mm 이상의 강심이고 길이 900mm 이상의 것.

9.4 접지선과 접지극은 납땜 등의 확실한 방법에 의하여 접속하여야 한다.

단, 납땜은 은납류에 의하되, 땜납(납과 주석의 합금)은 사용하여서는 안된다.

10. 피뢰설비 접지

10.1 뇌전류방전에 의한 설비 등의 손상을 방지하기 위한 피뢰접지는 다음에 의한다.

- (1) 피뢰침의 굵기는 최소 30mm² 이상의 구리선, 돌침의 직경은 12mm 이상의 구리봉 또는 알루미늄 도금 철티봉을 사용한다.
- (2) 돌침의 높이는 피보호물로 부터 돌침 간격이 6m이하인 경우 25cm이상, 돌침 간격이 7.5m이하인 경우 60cm이상 돌출시킨다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

- (3) 피뢰도선은 가능한 접지극과 최단거리의 경로를 선정하여 설치하되, 굴곡 부는 내각측은 90°이상, 곡률반경은 20cm 이상 되도록 하고, 지지물에 90cm 간격으로 견고하게 고정시킨다.
- (4) 인하도선은 지하 30cm 이상에서 지표면 위 1.8m까지는 보호카바 등으로 보호 한다.
- (5) 인하도선은 최소 2조 이상으로 하되 피보호물 둘레가 긴 경우에는 30m 간격으로 균등하게 배치한다. 다만, 수평 단면적이 50m² 이하인 경우에는 인하도 선을 1조로 할 수 있다.
- (6) 피뢰침 주위에 접지된 금속체가 있는 경우에는 피뢰침과 금속체를 상호 본딩 한다.
- (7) 피보호물의 기둥 및 대들보가 철틀조 또는 금속판으로 씌워진 구조로 전기적으로 접속된 경우에는 철틀조 또는 금속판을 피뢰도선으로 이용할 수 있다. 철틀조 건물에서의 피뢰용 접지는 철틀기둥마다 실시하되 접지 개소 간격이 최고 18m를 초과하지 않도록 한다. 다만, 철틀 기둥이 지표면으로부터 3m이상의 깊이에 매설되는 경우나 철틀조 피보호물의 합성저항이 5Ω이하인 경우에는 접지를 생략할 수 있다.
- (8) 피뢰침의 접지저항값은 10Ω 이하, 보호각도는 60°(위험물 취급설비는 45°) 이하로 한다.

10.2 기타 이항에서 규정하지 않은 사항은 KS C 9609(피뢰침)에 따른다.

11. 정전기 장해 방지용 접지

- 11.1 정전기 제거용 접지를 필요로 하는 기기는 정전기 대전이 우려되는 생산장비, 저장용 장치, 수송용 배관 및 부속장치, 열 교환기, 호퍼, 타워 등이다.
- 11.2 각 대상기기 상호간 또는 대상기기와 배관 등의 연결 부위에 가스켓 등으로 정전기적으로 분리된 경우에는 반드시 본딩을 통하여 등전위를 이루도록 한다.
- 11.3 각종 본딩을 위한 도체의 최소 굵기는 14mm² 으로 한다.
- 11.4 정전기 대전 방지용 접지설비의 접지저항은 1,000Ω 이하로 한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

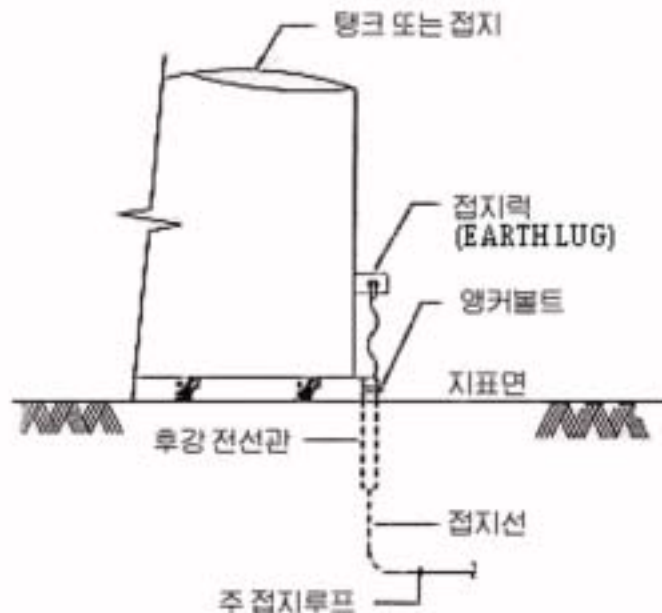
12. 장치류의 접지

12.1 탱크 류의 저장 용량별 접지개소의 수는 다음과 같다.

- (1) 1,000kl 이하 : 2개소 이상
- (2) 5,000kl 이하 : 3개소 이상
- (3) 20,000kl 이하 : 5개소 이상
- (4) 20,000kl 초과 : 8개소 이상

12.2 기타 장치 즉, 용기(VESSEL), 열교환기, 탑조류 등은 최소 1개소 이상 접지하여야 한다.

12.3 장치류의 접지저항은 피뢰침 설비를 생략하는 경우 5Ω 이하로 하고, 전기 장치와 접속된 경우에는 10Ω 이하로 한다.



[그림 5] 탱크 또는 용기의 접지 예

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

제 4 장 접지설비의 유지관리

13. 접지저항의 측정과 안전점검

13.1 접지저항값의 측정관리

- (1) 다음의 경우에는 접지설비의 저항 값이 규정치 이하인가를 준공시는 물론 그 후에도 정기적으로 측정 확인하여 기록하여야 한다.
 - ① 전기설비의 준공시 사용하기 전
 - ② 점검 주기에 따른 정기적인 측정
 - ③ 기기의 이동이나 증설, 개보수의 확인 등 필요시
 - ④ 기기 사용 중에 전격 등과 같은 이상 요인이 감지된 경우, 접지 상태 확인 목적
- (2) 접지저항은 접지개소의 상태 또는 주위 여건에 따라, 장마 전 또는 동절기 전에 각각 1회 씩 연 2회 이상 측정하여, 접지저항 값의 변화추이 및 규정치 내의 적합여부를 판정하여 부적합시 등 필요한 경우에는 보수하거나 재시공 등의 적절한 조치를 취하여야 한다.
 접지저항 값이 아주 양호하고 그 관리가 적절하게 유지되는 경우에는 접지 저항의 측정주기는 연 1회로 할 수 있다.

13.2 접지극의 유지관리

매설된 접지극 및 접속개소는 다음 사항을 참조하여 정기적으로 점검한다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

부 위 별	점 검 사 항	점 검 결 과
접지극 매설부	◦ 굴착작업 또는 지형변경작업 유무 ◦ 접지극 또는 접지선 연결부의 부식 ◦ 접지극 또는 접지선 연결부의 절단 ◦ 접지극 위치 표시판의 설치 유무	
점검 항목	◦ 동판 및 단자의 부식 유무 ◦ 접속부 연결 상태(이완해체) 등 ◦ 접지선의 오손, 단선 유무	
접속 및 접지 개소	◦ 연결부 조임 상태 ◦ 접지 개소의 부식, 접속부 상태 ◦ 접지선의 유지관리 상태	

(2) 기타 정기점검 및 유지관리는 점검 및 유지관리기준에 따른다.

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

부 록

접지선의 굵기 및 접지저항값의 계산

1. 계산 목적

본 계산의 목적은 전기설비의 안전운전을 위하여, 접지선의 굵기 및 접지저항의 적절한 값을 선정하는데 있다.

2. 접지선의 굵기 선정

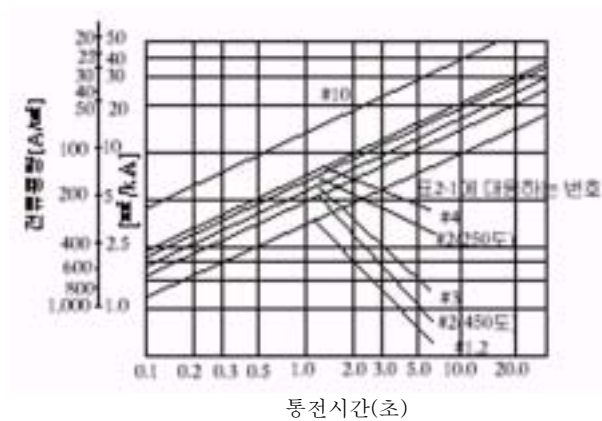
접지선에 지나치게 큰 전류가 흐르면 줄(JOULE)열에 의하여 절연피복이 연소되거나 주위의 가연물에 화재위험을 미치게 되고, 최악의 경우 접지선 자체가 용단될 수도 있으므로, 전로로서의 그 기능을 만족하기 위하여는 충분한 전류용량, 즉 도체의 충분한 단면적이 필요하다.

접지선의 단면적은 통전전류, 통전시간, 온도, 재료의 특성값 등을 감안하여 다음과 같은 미국 전기전자공학회(IEEE)의 표준식으로 구한다.

$$A = I \sqrt{\frac{\frac{t_c a_r \rho_r \times 10^4}{TCAP}}{\ln \left\{ 1 + \left(\frac{T_m - T_a}{K_0 + T_a} \right) \right\}}} \dots\dots\dots (2-1)$$

- 단, I : 접지선에 흐르는 전류[kA]
 A : 접지선 단면적[mm²]
 T_m : 최대 허용온도[℃]
 T_a : 주위온도[℃]
 Tr : 물리정수의 기준온도[℃]
 a_0 : 0[℃]일 때 도체의 열저항율
 a_r : T_r 일 때 도체의 열저항율
 ρ_r : T_r 일 때 도체의 저항율($\mu\Omega$)/cm)
 K_0 : $1/a_0$
 t_c : 통전시간[s]
TCAP : 열용량 계수(J/cm³·℃)

KOSHA CODE
E - 9 - 1997



[그림 6] 접지선의 전류용량

<표 2-1> 재료의 물리정수

전선재료	그림 2-1의 대응번호	도전률(%)	α_r (at 20℃)	$K_0(1/a_0)$ (at 0℃)	용융온도 (℃)	$\rho_r(\mu\Omega/\text{cm}^2)$ (at 20℃)	TCAP (J/cm ² ·C)
연 동 선	1	100.0	0.00393	234	1083	1.7241	3.422
경 동 선	2	97.0	0.00381	242	1084	1.7774	3.422
동복 강선	3	40.0	0.00378	245	1084/1300	4.397	3.846
동복 강선	4	30.0	0.00378	245	1084/1300	5.862	3.846
알루미늄선	5	61.0	0.00403	228	657	2.862	2.556
내식알루미늄 # 5005	6	53.5	0.00353	263	660	3.2226	2.598
내식알루미늄 # 6201	7	52.5	0.00347	268	660	3.2840	2.598
알루미늄 피복강선	8	20.3	0.00360	258	660/1300	8.4805	2.670
아연도금강선	9	8.5	0.00320	293	419/1300	20.1	3.931
스테인레스강 # 304	10	2.4	0.00130	749	1400	72.0	4.032

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

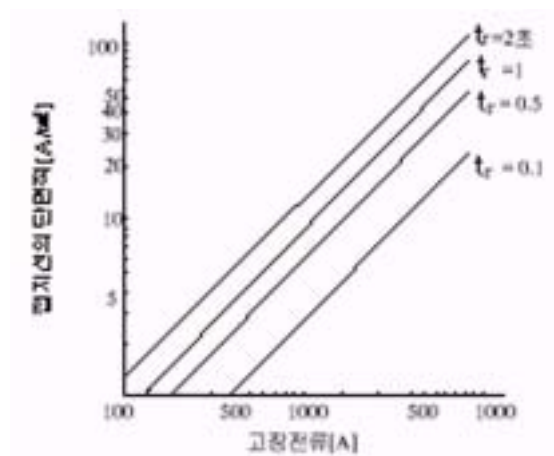
$$A = I \sqrt{\frac{t_c \times 8 \times 10^{-3}}{T_m - T_a}} \dots\dots\dots (2-2)$$

단, A : 접지선 단면적[mm²]
 I : 접지선에 흐르는 전류[A]
 T_m : 최대 허용온도[℃]
 T_a : 주위온도[℃]
 t_c : 통전시간[s]

식(2-2)를 이용하여 계산하는 경우는 전원측 과전류차단기의 동작특성과 관계되고, 다음과 같은 조건이 필요하다.

- (1) 접지선의 고장전류 크기는 전원측 과전류차단기 정격전류의 20배
- (2) 과전류차단기의 동작감도는 정격전류 20배의 전류에서 0.1초 이하
- (3) 고장전류가 흐를 때의 접지선 주위 온도 30℃
- (4) 고장전류가 흐를 때 접지선의 최대 허용온도 T_m 은 150℃

따라서, 최대 허용온도 $T_m=150^\circ\text{C}$, 주위 온도 $T_a=30^\circ\text{C}$ 를 식(2-2)에 대입하고, 통전시간을 파라미터로한 전류와 단면적 관계를 보면 그림 2-2과 같다.



[그림 2-2] 고장전류와 접지선 굵기의 관계

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

3. 접지저항의 계산

(1) 봉상(ROD) 전극의 접지저항

막대모양 전극의 접지저항 계산식 중 대표적인 것은 다음과 같으며, 여기서 ρ 는 대지저항율(Ω -m), ℓ 은 전극길이(m), r 은 전극반지름(m), t (m)는 매설깊이이다.

① Tagg & Ollendorff 계산식

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{2\ell}{r} \dots\dots\dots (3-1)$$

② Sunde & Dwight 계산식

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{4\ell}{r} - 1 \right) \dots\dots\dots (3-2)$$

(2) 선상 전극의 접지저항

선모양 전극(매설지선)의 접지저항 계산식 중 대표적인 것은 다음과 같으며, 여기서 ρ 는 대지저항율(Ω -m), ℓ 은 전극 길이(m), r 은 전극 반지름(m), t (m)는 매설깊이이다.

① Rdenberg & Zingraff 계산식

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \ln \frac{\ell}{r} \left[1 + \frac{\ln \frac{\ell}{2t}}{\ln \frac{\ell}{a}} \right] \dots\dots\dots (3-3)$$

② Tagg & Dwight 계산식

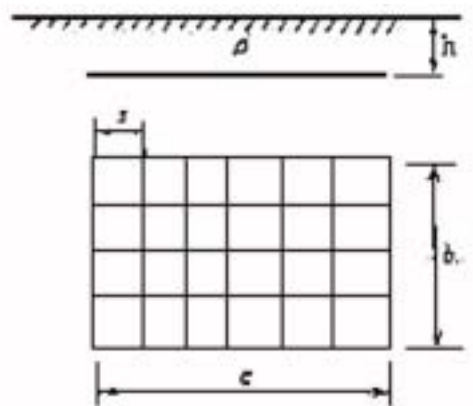
$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{r} + \ln \frac{\ell}{t} - 2 + \frac{2t}{\ell} - \frac{t^2}{\ell^2} + \frac{t^4}{8\ell^2} \right) \dots\dots\dots (3-4)$$

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

③ Sundae & Schwartz 계산식

$$R_3 = \frac{\rho}{\pi l} \left[\ln \frac{2l}{\sqrt{2rt}} - 1 \right] \dots\dots\dots (3-5)$$

(3) 망상(MESH) 전극의 접지저항



[그림 3-1] 망상전극의 형태

망상전극에서의 접지저항 계산식은 매설깊이에 따라 약간의 차이가 있는데, 매설깊이가 0.25(m) 이하일 때에는 ①식을, 0.25 ~ 2.5(m)에서는②, ③식을 주로 이용한다. 여기에서, 식 ① 및 ②는 간략화한 계산식이다.

① Laurent & Niemann 계산식

$$R_1 = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{A}} + \frac{\rho}{L} \dots\dots\dots (3-6)$$

② Sverak 계산식

$$R_2 = \rho \left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{20/A}} \right) \right] \dots\dots\dots (3-7)$$

KOSHA CODE
E - 9 - 1997

③ Schwarz 계산식

$$R_3 = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \frac{2L}{h^1} + K_1 \frac{L}{\sqrt{A}} - K_2 \right) \dots\dots\dots (3-8)$$

식 ①, ②, ③에서

L : 매설된 접지선의 전체길이(m)

A : 망상 전극의 전체 면적(m²)

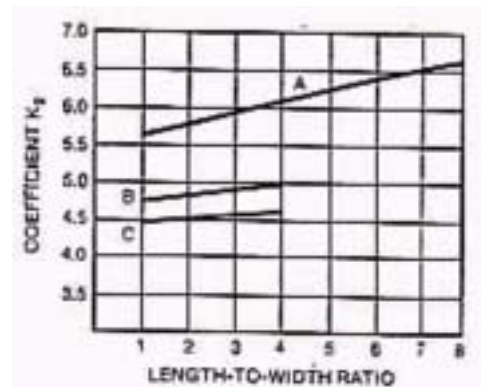
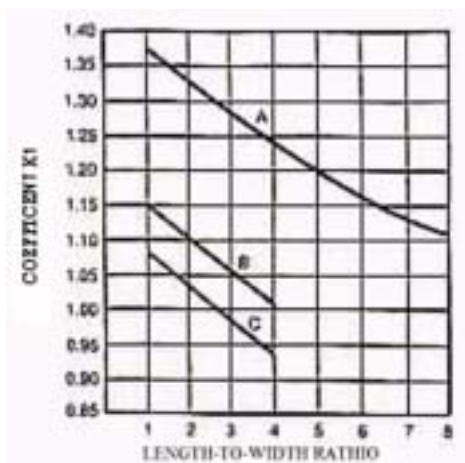
h^1 : $\sqrt{2rh}$ (전극의 매설 깊이가 h 일 경우, 지표면일 경우에는 $h^1 = r$)

h : 망상전극의 매설 깊이(m)

ρ : 대지 저항율(Ω -m)

r : 접지선의 반지름(m)

K_1, K_2 : 길이, 가로폭, 매설 깊이에 따라 결정되는 상수 (그림 3-2 참조)



곡선 A ($h=0$) : $y_A = -0.04X + 1.41$

곡선 A ($h=0$) : $y_A = -0.15X + 5.50$

곡선 B ($h=1/10\sqrt{A}$) : $y_A = -0.05X + 1.20$

곡선 B ($h=1/10\sqrt{A}$) : $y_A = -0.10X + 4.68$

곡선 C ($h=1/6\sqrt{A}$) : $y_A = -0.05X + 1.13$

곡선 C ($h=1/6\sqrt{A}$) : $y_A = -0.05X + 4.40$

(a) 계수 K_1

(b) 계수 K_2

[그림 3-2] Schwarz식에서의 계수 K_1, K_2