KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

접지설비에 관한 기술지원규정
B-E-9-2026

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을
이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 개정자 : (사)고경력과학기술연우총연합회

○ 제·개정 경과
- 2025년 11월 기계·전기안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료
- IEEE Std. 142 : 전력계통시스템의 접지 (Grounding of industrial and commercial power system)
- IEEE Std. 80 : IEEE 변전설비 접지지침 (IEEE guide for safety in AC substation grounding)
- 미국 전기설비기술기준 (NEC)
- 미국 연방직업안전보건국(OSHA) CFR 1910-S(Safeguarding of employees in their workplace)
- IEC 60364-4-41: Low-voltage electrical installations - Part 4-41 : Protection for safety - Protection against electric shock
- IEC 60364-5-54: Electrical installations of buildings - Part 5-54 : Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors
- IEC 60449 amendment 1: Amendment 1, Voltage bands for electrical installations of buildings
- 한국전기설비규정(KEC) 핸드북
- NESC 093 Grounding conductor and means of connection
- NFPA 70B Recommended practice for electrical equipment maintenance CH 29(Grounding)
- TTAS.KO-04 접지저항 측정기술표준, 한국정보통신기술협회
- Electrical earth monitoring and protective conductor proving, BS 4444

○ 관련법규·규칙·고시 등
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제302조 (전기기계·기구의 접지)

○ 기술지침의 적용 및 문의
- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2026년 1월 30일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용 범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 접지설비 관련 법적 필수사항 ····· 6

5. 접지계통의 일반사항 ····· 7

5.1 접지계획의 수립 ····· 7

5.2 접지의 기능 ····· 8

5.3. 부적절한 접지의 현상과 원인 ····· 8

5.4. 접지시스템 검사, 시험 및 감시 ····· 9

5.5. 접지 문제점 해결 ····· 10

6. 접지도체 ····· 12

6.1 일반사항 ····· 12

6.2 저압용 전기설비의 접지도체 ····· 13

6.3 전원계통과 설비에 연결하는 접지도체 ····· 15

6.4 접지선과 접속방법 ····· 20

7. 접지전극 ····· 20

7.1 일반사항 ····· 20

7.2 접지전극 ····· 20

7.3 접지선 ····· 22

7.4 주 접지단자 ····· 22

7.5 보호도체 ····· 23

7.6 보호접지 도체 ····· 26

8. 정전기 접지 ····· 27
9. 피뢰설비 접지 ····· 28
10. 접지저항의 측정과 안전점검 ····· 28
10.1 접지저항의 측정관리 ····· 28
10.2 접지전극의 유지관리 ····· 28
10.3 접지저항의 측정 ····· 29
11. 접지감시 및 검증시스템 ····· 29
11.1 접지검증시스템 ····· 29
11.2 접지감시시스템 ····· 30

<부록 1> 접지선의 굵기 및 접지저항 계산 ····· 31
<부록 2> 접지선과 접속방법 ····· 37
<부록 3> 접지저항의 측정 ····· 44

접지설비에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제302조(전기기계·기구의 접지)의 규정에 의거 접지설비에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용 범위

(1) 이 규정은 사업장 내 전기설비의 사고를 최소화하기 위한 다음의 접지방식에 대하여 적용한다.

(가) 지락전류 또는 과전압으로부터 전기설비를 보호하기 위한 계통접지

(나) 인명을 보호하기 위한 외함 보호접지

(다) 낙뢰 등에 의한 기기 및 구조물 손상방지를 위한 피뢰 시스템

(라) 정전기 장해방지를 위한 설비, 장치 등의 접지

(마) 기타 등전위 접지(Equipotential earthing) 등

(2) 접지시설의 종류인 단독접지, 공통접지 및 통합접지에 대하여 적용한다.

(3) 이 규정은 다음의 설비에는 적용하지 않는다.

(가) 선박, 철도차량, 항공기, 자동차량 등에 설치된 설비

(나) 광산의 지하 시설물

(다) 철도차량 전용의 발전·송전·배전용의 레일 설비

(라) 신호 및 통신전용 설비 등

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “접지(Grounding, Earthing)”라 함은 전기・전자・통신시스템 등의 기기와 대지 사이를 전기적으로 접속하는 것을 말한다.

(나) “접지도체”라 함은 피접지물과 접지전극 또는 접지모선을 연결하는 도체를 말한다.

(다) “접지전극”이라 함은 피접지물과 대지를 전기적으로 접속하기 위하여 지중에 매설한 도체를 말한다.

(라) “대지저항률”이라 함은 접지전극 주위 대지의 전류가 흐르기 어려운 정도를 나타내는 상수로서, 토양의 단위입방 미터당의 고유저항을 말한다.

(마) “메시(Mesh)접지”라 함은보폭전압 및 접촉전압이 문제가 되는 경우 접지선을 메시로 매설하여 구내 외에 극단적인 전위경도가 생기지 않도록 하는 방식이다.

(바) “메시(Mesh)전극”이라 함은 접지전극이 메시로 된 것을 말한다.

(사) “단독접지”라 함은 큰 전류를 흘리거나 정밀을 요하는 전자기기 등에서 기기별로 접지하는 것을 말하며, 피뢰침, 전산실 등에 쓰이는 방식이다.

(아) “봉상전극”이라 함은 접지전극이 막대모양으로 된 것을 말한다.

(자) “서지보호장치(Surge protection device)”라 함은 과도적 과전압을 제한하고 서지전류를 분류하는 것을 목적으로 하는 장치를 말한다.

(차) “접지검증시스템(Earth proving system)”이라 함은 설비 내에 있는 보호도체의 연속성을 확인할 수 있는 검증시스템을 말한다.

(카) “접지감시시스템(Earth monitoring system)”이라 함은 전기시스템의 접지망을 구성하는 보호도체의 임피던스를 측정하여 고 신뢰도를 지속적으로 유지하는 감시시스템을 말한다.

(타) “접지저항(Grounding resistance)”이라 함은 금속으로 된 접지전극과 흙 입자・물・공기 등으로 구성되어 있는 토양이 접촉하고 접지시스템에서 이 접지전극과 토양과의 전기저항을 말한다.

(파) “위험전압(Dangerous voltage)”이라 함은 대지와 접촉하고 있는 인체에 인가될 수 있는 전압을 위험전압이라 하는데, 이 위험전압은 보통 접촉전압과 보폭전압 2가지로 구분하고 있다.

① “보폭전압(Step voltage)”이라 함은 접지전극을 통하여 대지로 전류가 흘러갈 때 접지전극 주위의 지표면에 형성되는 전위분포로 인하여 양발 사이에 인가되는 전위차를 말한다.

② “접촉전압(Touch voltage)”이라 함은 대지에 접촉하고 있는 발과 발 이외의 다른 신체 부분과의 사이에 인가되는 전위차를 말한다.

(하) “매설지선(Counterpoise)”이라 함은 송전선로 또는 배전선로 아래 지중에 매설되어 있는 도체를 말하며, 철탑 또는 전주의 접지시스템과 접속한다. 이 매설지선은 대지에 비해 상대적으로 높은 커패시턴스와 낮은 임피던스를 제공하여, 가공선로의 뇌격 등이 지중 케이블로 이동될 때 손상을 줄이기 위한 낮은 서지임피던스 통로로 사용된다.

(거) “유효접지경로(Effective grounding path)”라 함은 회로, 기기 및 금속 외함 등의 도체로부터 대지까지의 통로가 ① 내구성과 전기적 연속성을 갖고 ② 인가된 어떠한 고장전류도 안전하게 흘릴 수 있는 용량을 갖고 ③ 대지전위상승을 제한하고 회로 보호 장비가 쉽게 작동할 수 있도록 충분히 낮은 임피던스를 갖는 것을 말하며, 대지가 유일한 기기 접지 도체로 사용되어서는 안된다.

(너) “직접접지(Solid ground)”라 함은 저항 또는 임피던스를 삽입하지 않고 직접 접지시킨 접지를 말한다.

(더) “지락고장(Ground fault)”이라 함은 접지되지 않은 도체와 대지 또는 대지 위의 도전체와의 의도하지 않는 접촉을 말하며, 통전 중인 도체와 기기 접지 사이의 경로에서 지락고장이 발생하면 일반적으로 지락고장전류가 흘러 과전류 차단장치가 작동한다.

(러) “접지전극 시스템(Grounding electrode system)”이라 함은 대지와 전기적인 접속을 위하여 대지에 의도적으로 삽입한 도전체를 말하며, 대표적인 접지전극은 다음을 포함한다.

① 효과적으로 접지된 건물 구조물의 금속부

② 효과적으로 접지된 금속 수도관

③ 효과적으로 접지된 금속 지하 구조물

④ 기초(Foundation or footing)내의 콘크리트 매설 전극

⑤ 건물 또는 구조물을 완벽하게 둘러싼 접지 환

⑥ 접지전극

⑦ 변전소의 접지 망 또는 매트(Grid or mat)

(머) “전식(Electrolytic corrosion)”이라 함은 지중에서 용접기, 방식장치, 주변의 지하철 레일 등으로부터의 누설전류가 금속 구조물로 유입되었다가 다시 누출될 때 누출부에서 금속이 이온화하여 소모되는 현상을 말한다.

(버) “본딩(Bonding)”이라 함은 둘 또는 그 이상의 도전성 물질이 같은 전위를 갖도록 도체로 접속하는 것을 말한다.

(서) “중성선(Neutral conductor)”이라 함은 전력계통의 중성점에 접속되고 전력전송에 사용되는 도체를 말한다.

(저) “보호도체(Protective conductor)”라 함은 안전을 목적(감전방지 등)으로 설치된 도체를 말한다.

(처) “중성선 겸용 보호도체(PEN conductor)”라 함은 보호도체와 중성선 모두의 기능을 겸비한 도체를 말한다.

(커) “다중접지(Multigrounded)”라 함은 1선지락시 중성선의 전위상승을 억제하기 위해 일정간격을 두고 시설하여 낮은 접지저항을 얻는 접지를 말한다.

(터) “지선(Guy)”이라 함은 지지물 등이 전선의 장력(張力)이나 바람에 넘어가지 않도록 대지에 비스듬히 고정시킨 선을 말한다.

(퍼) “조가선(Messenger wire)”이라 함은 케이블 또는 통신선 등을 매달기 위해 설치하는 선을 말한다.

(허) “피뢰기(Lightning arrester)”라 함은 내습하는 이상전압을 제한하여 기기를 보호하기 위해 설치하는 장치를 말한다.

(고) “등전위본딩”이라 함은 등전위성을 보증하기 위한 목적으로 인접부분 간을 전기적으로 접속한 것을 말한다.

(노) “보호 등전위본딩”이라 함은 감전보호 등의 안전을 목적으로 실시한 등전위본딩을 말한다.

(도) “기능접지”라 함은 기기의 정상적인 기능을 위한 접지를 말한다.

(로) “노출 도전부”라 함은 접촉우려가 있는 전기기기의 도전성 부분으로 정상상태에서는 충전되지 않으나 기능절연이 고장이 날 경우에 충전되는 부위를 말한다. 다만, 노출 도전부와의 접촉에 의해서 충전부가 되는 전기기기의 도전부는 그 자체를 노출 도전부로 보지 않는다.

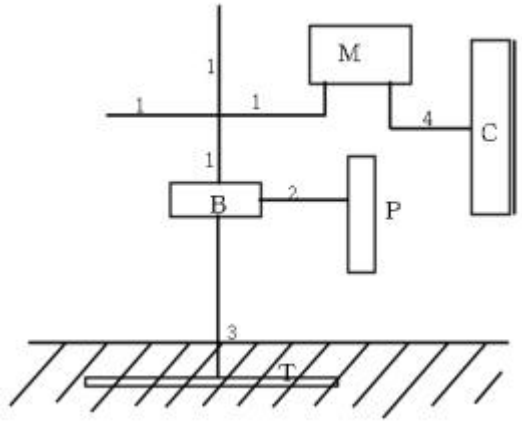
(모) “계통외부 도전부(Extraneous conductive part)”라 함은 전기설비의 일부는 아니나, 국부적인 전위상승이 유도되기 쉬운 전기설비 외부의 도전부를 말한다.

(보) “PEN 도체(Protective and neutral conductor)”라 함은 중성점접지와 보호접지의 기능을 겸한 도체를 말한다.

(소) “TN 계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 전원측 접지전극에 접지도체로 접속한 방식을 말한다.

(오) “TT 계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 이와는 별도의 접지극에 접속하는 방식을 말한다.

(조) “IT 계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 모든 충전부를 대지에서 격리시키거나 한 점에서 고 임피던스로 접지시키고, 전기기기의 도전부는 독립접지 또는 공통 접지한 방식을 말한다.



1 : 보호도체
2 : 보호 등전위 본딩도체
3 : 접지도체
4 : 보조 보호 등전위 본딩도체
B : 주 접지단자
M : 노출 도전부
C : 계통외 도전부
P : 금속 수도배관
T : 접지극

<그림 1> 접지선 및 접지도체의 예

(2) 기타 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 접지설비 관련 법적 필수사항

(1) 다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

(2) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제302조(전기기계·기구의 접지)의 규정에 따라 필요한 안전조치를 하여야 한다.

제302조(전기 기계·기구의 접지) ① 사업주는 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 다음 각 호의 부분에 대하여 접지를 해야 한다. <개정 2021. 11. 19.>
1. 전기 기계·기구의 금속제 외함, 금속제 외피 및 철대
2. 고정 설치되거나 고정배선에 접속된 전기기계·기구의 노출된 비충전 금속체 중 충전될 우려가 있는 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 비충전 금속체
가. 지면이나 접지된 금속체로부터 수직거리 2.4미터, 수평거리 1.5미터 이내인 것
나. 물기 또는 습기가 있는 장소에 설치되어 있는 것
다. 금속으로 되어 있는 기기접지용 전선의 피복·외장 또는 배선관 등
라. 사용전압이 대지전압 150볼트를 넘는 것
3. 전기를 사용하지 아니하는 설비 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 금속체
가. 전동식 양중기의 프레임과 궤도
나. 전선이 붙어 있는 비전동식 양중기의 프레임
다. 고압(1.5천볼트 초과 7천볼트 이하의 직류전압 또는 1천볼트 초과 7천볼트 이하의 교류전압을 말한다. 이하 같다) 이상의 전기를 사용하는 전기 기계·기구 주변의 금속제 칸막이·망 및 이와 유사한 장치
4. 코드와 플러그를 접속하여 사용하는 전기 기계·기구 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 노출된 비충전 금속체

가. 사용전압이 대지전압 150볼트를 넘는 것
나. 냉장고・세탁기・컴퓨터 및 주변기기 등과 같은 고정형 전기기계・기구
다. 고정형・이동형 또는 휴대형 전동기계・기구
라. 물 또는 도전성(導電性)이 높은 곳에서 사용하는 전기기계・기구, 비접지형 콘센트
마. 휴대형 손전등
5. 수중펌프를 금속제 물탱크 등의 내부에 설치하여 사용하는 경우 그 탱크(이 경우 탱크를 수중펌프의 접지선과 접속하여야 한다)
② 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제1항을 적용하지 않을 수 있다. <개정 2019. 1. 31., 2021. 11. 19.>
1. 「전기용품 및 생활용품 안전관리법」이 적용되는 이중절연 또는 이와 같은 수준 이상으로 보호되는 구조로 된 전기기계・기구
2. 절연대 위 등과 같이 감전 위험이 없는 장소에서 사용하는 전기기계・기구
3. 비접지방식의 전로(그 전기기계・기구의 전원측의 전로에 설치한 절연변압기의 2차 전압이 300볼트 이하, 정격용량이 3킬로볼트암페어 이하이고 그 절연전압기의 부하측의 전로가 접지되어 있지 아니한 것으로 한정한다)에 접속하여 사용되는 전기기계・기구
③ 사업주는 특별고압(7천볼트를 초과하는 직교류전압을 말한다. 이하 같다)의 전기를 취급하는 변전소・개폐소, 그 밖에 이와 유사한 장소에서 지락(地絡) 사고가 발생하는 경우에는 접지극의 전위상승에 의한 감전위험을 줄이기 위한 조치를 하여야 한다.
④ 사업주는 제1항에 따라 설치된 접지설비에 대하여 항상 적정상태가 유지되는지를 점검하고 이상이 발견되면 즉시 보수하거나 재설치하여야 한다.

5. 접지계통의 일반사항

5.1 접지계획의 수립

접지설비계획은 다음의 조건을 고려하여, 해당 접지목적에 적합하도록 수립한다.

(1) 인체에 대한 허용전류

(2) 고장전류의 유입에 의하여 국부적으로 발생하는 대지전위의 상승, 고장시간, 접촉전압 및 보폭전압의 계산방법과 그 허용치

(3) <부록 1>(접지선의 굵기 및 접지저항 값의 계산)에 의거 필요한 접지저항의 결정

(4) 대지저항률 및 접지저항의 측정

(5) 접지전극과 접지선의 크기 및 형상

(6) 인건비, 재료비, 유지보수 등을 고려한 접지공법 등

5.2 접지의 기능

접지는 전기시스템에서 아주 중요하고 필수적인 요소이나 용어의 다양한 해석과 오용으로 잘못 이해되는 경우가 많으며, 이 접지라는 용어는 적용에 따라 다양한 기능을 갖는다.

(1) 전기시스템의 중성 도체(3상4선식의 중성도체)는 전원도체이지만 의도적으로 접지하여 전압을 정상 운전상태 하에서 안정화하고, 대지 또는 이와 유사한 곳과 같은 전압 수준을 유지시킨다.

(2) 안전을 위해 접지하는 도전성 표면의 접지는 금속 외피, 외함 등 전기기기의 비 충전부가 대지와의 사이에서 위험전압이 발생하는 것을 방지하기 위해 필요하다.

(3) 접지되지 않은 도체는 정비 또는 시공 중에 불의의 충전으로 인한 인명사고 위험을 방지하기 위해 임시로 접지시킨다. 이 접지는 정전된 선로 및 기기를 접지도체로 이용하여 대지와 접속하는 임시 보호 조치이다.

(4) 전기시스템과 전기기기의 모든 접지의 목적은 뇌격, 선로서지(과도) 또는 우연한 접촉에 의해 인가되는 고전압을 제한하고, 정상 작동 상태 하에서 전압을 안정시키며, 고장전류의 유효한 경로를 구성해 주고자 하는 것이다.

(5) 유효 접지 경로는 인가되는 최대 고장 전류를 안전하게 흘릴 수 있어야 하며 과전류 차단장치가 쉽게 작동될 수 있도록 충분히 낮은 임피던스 값을 가져야 한다. 또한 접촉전압과 보폭전압을 안전한 값 이하가 되도록 설계 및 설치되어야 한다.

5.3. 부적절한 접지의 현상과 원인

(1) 공통 모드 노이즈 전압은 기기 접지도체와 접지측 도체가 유효하게 본딩되지 않았을 때 발생한다.

(2) 공통 모드 노이즈는 기기 접지도체가 없고 전기적으로 연속적이지 않은 전선관에서 발생할 수 있다.

(3) 접지 루프는 노이즈 전류의 경로를 형성하기 때문에 바람직하지 않다.

(4) 접촉 전압은 부적절하게 접지된 금속표면과 접촉할 때 발생한다.

(5) 불균등 대지 전위에 의한 기기의 오작동은 부적절한 데이터 통신 또는 변환기 표시를 발생시킬 수 있다.

(6) 전자기기의 정지 또는 손상은 정전기 방전(ESD)에 의하여 기인할 수 있다.

(7) 과전류 또는 지락방지 장치 등이 작동하지 않거나 오작동 또는 전압 강하는 고 임피던스 지락사고 경로에 기인한다.

(8) 전자 부품의 손상, 미작동, 오작동 등은 접지 경로의 불충분한 접속에 기인한다.

(9) 중성 도체 또는 케이블 차폐층의 손상 또는 파괴는 고 임피던스 중성점 접지 장치의 부적절한 크기, 굵기에 의한 결과이다.

(10) 전압은 도체의 시험 중에 정전된 회로에 나타날 수 있다.

(11) 서지보호장치와 전기기기의 손상은 뇌격과 같은 과도전압에 의해서 발생할 수 있다.

5.4. 접지시스템 검사, 시험 및 감시

(1) 접지와 본딩 도체 및 관련 접속기구의 적합성은 육안 및 물리적인 검사에 의하여 확인하며, 저비저항의 측정은 ,<부록 3>을 적용한다.

(2) 변전소의 접지전극 시스템(매설지선을 포함)과 접지망의 상태는 정기적으로 점검한다. 대지와의 전기적 접속을 확인하고 필요할 경우에는 대지저항측정기를 이용하여 대지저항률을 측정한다.

(3) 접지 루프 임피던스는 휘스톤 브리지, 캘빈 브리지, 디지털 저저항 저항기 등과 같은 저저항 측정기로 측정할 수 있으며, 임피던스의 값은 경로의 유형, 길이, 크기에 적합해야 한다.

(4) 가능하다면, 시스템 전체를 통하여 여러 위치에서 기기 접지도체와 접지측 도체 사이의 전압을 측정한다.

(가) 본딩 점퍼선에서의 전위차는 일반적으로 교류 0.1 V 이하로 한다.

(나) 접지측 도체에 흐르는 전류로 인하여 주 본딩 점퍼선 아래의 충전전로에 전압이 나타나는 것이 일반적이나, 본딩 점퍼선에서 멀리 떨어진 위치에서 3 V를 넘거나 0.5 V보다 낮은 전압이 측정된다면, 시스템에 문제가 생겼는지를 확인하기 위해 보다 많은 검사를 하여야 한다.

(5) 기기 접지도체 전류의 측정은 설비의 위치 및 형태에 따라 달라지며, 기기 접지 도체의 전류원을 결정하고 보정한다. 정밀한 실효값 전류계의 사용을 추천한다.

(6) 기기의 좌대와 외부 접지점에서 전압을 측정하여 그 차는 2 V 미만이어야 한다.

(7) 정보통신기기에서는 접지전류 및 중성선 전류의 지속적인 감시를 권고한다.

(8) 정전기방전(ESD) 시스템을 시험할 때 특별한 기준이 없다면, 도체와 접지 사이에서의 누설저항은 1 ㏁을 넘어서는 안 된다.

(9) 데이터 통신 케이블 차폐층의 접지 상태 시험은 특별한 정비와 전문기술이 필요하다.

(10) 접지시스템의 시험 결과에 따라 변전소의 접지 시스템을 변경해야 할 필요성이 제기되었다면 전문가의 자문을 받을 필요가 있다.

5.5. 접지 문제점 해결

5.5.1 일반사항

접지전극 시스템과 대지 사이의 저항을 최소화하기 위해 다음 사항을 따라야 한다.

(1) 적절한 절차에 따라 접속부를 청소하고 견고하게 고정시키고 시험한다.

(2) 손상되거나 부식된 부품은 교체하거나 수리한다.

(3) 접지전극의 크기를 변경하고 저감재(환경오염 문제 고려) 사용을 검토한다.

5.5.2 접지도체 접속

기기에 접지도체를 접속할 경우에는 <부록 2>에 따른다.

5.5.3 접지전극의 부식 방지

(1) 전기화학반응으로 인한 접지 전극의 부식을 방지하기 위하여 전식 방지(능동 또는 수동) 시스템을 사용하여 이를 최소화 한다.

(2) 이종(서로 다른) 금속의 사용을 최소화 한다.

5.5.4 절연변압기

(1) 절연변압기는 1차측 권선과 2차측 권선이 서로 전기적으로 분리된 것을 말하며, 기기 접지도체와 2차 접지측 도체 사이의 본딩 점퍼는 공통 모드 노이즈를 방지하기 위한 것이다.

(2) 차폐된 절연변압기 사용을 추천하며, 이는 기기 접지 단자에 연결된 1차와 2차 권선 사이의 정전기차폐를 포함한다.

5.5.5 신호 회로 분리(Signal circuit isolator)

접지루프 전류 경로의 차단은 신호 회로의 접지 전류로 최소화할 수 있는 것으로, 다음 중 하나 또는 그 이상에 의하여 이룰 수 있다.

(1) 광섬유 케이블

(2) 시스템 당 한점 접지(전원 및 전자기기의 접지 권고 지침(ANSI/IEEE 1100) 참조)

(3) 광 분리기(optical isolator)

(4) 신호 회로 또는 전원 회로의 신호회로 절연변압기

5.5.6 독립 접지 콘센트

(1) 기기 접지 단자와 별도로 분리된 접지 콘센트를 설치하는 것이다.

(2) 절연된 기기접지 도체는 콘센트의 접지 단자와 접속하되, 이 접지도체는 사용 가능한 전기시스템 또는 접지단자에 접속한다.

5.5.7 차폐 접지(Shield ground)

케이블의 차폐층은 한쪽 끝 또는 양쪽 끝을 접지하여야 한다.

5.5.7.1 데이터 통신케이블

데이터 통신케이블의 차폐층은 케이블의 한쪽 끝(일단)이나 양쪽 끝(양단) 모두를 기기 접지선과 접속한다. 케이블 차폐의 양단을 접지할 경우, 또 다른 차폐층은 외부 차폐층 내부에 있도록 하고 이를 1점 접지한다.

(1) 일단접지 또는 양단접지 모두 장점과 단점을 갖고 있다.

(가) 일단 접지는 접지루프의 전위를 최소화할 수 있는 장점이 있지만, 접지되지 않은 끝단에서는 안전수준을 넘는 차폐층의 전위상승으로 기기 또는 사람에게 위험을 줄 수 있다.
(나) 일단 접지차폐층의 비접지된 끝단에서는 서지방호장치 등을 통하여 고주파 노이즈를 누설시킬 수 있다.

(2) 양단 접지된 차폐층에서는 전위상승을 최소화하는 장점이 있지만, 접지루프로 인한 순환전류로 인하여 외부 차폐층의 허용전류를 넘는 전류가 흐를 수 있다.

5.5.7.2 전력케이블

(1) 전력케이블의 차폐층은 케이블의 한쪽 끝(일단) 또는 양쪽 끝(양단) 모두를 기기 접지선과 접속한다. 차폐는 케이블 전체 길이에 균등하게 유전 스트레스를 준다.

(2) 케이블의 양쪽 끝을 접지할 경우, 접지루프 전류에 의한 열 발생 때문에 케이블의 부하전류를 낮출 필요가 있다.

6. 접지도체

6.1 일반사항

접지도체의 설치는 다음 7.2 및 7.3"을 따른다.

6.1.2 접지도체 및 접지선의 녹색 표시

(1) 접지도체 또는 접지선에는 다음의 경우를 제외하고는 녹황색표시를 하여야 한다. 다심케이블, 다심 캡타이어 케이블 또는 다심 코드의 1심선을 접지선으로 사용하는 경우로서 그 심선이 나전선 또는 녹황색 얼룩무늬 모양으로 되어 있을 경우

(2) 부득이 녹색 또는 녹황색 얼룩무늬 모양인 것 이외의 절연전선을 접지선으로 사용하는 경우에는 말단 및 적절한 위치에 녹색테이프 등으로 접지선임을 표시하여야 한다.

6.1.3 기타 사항

이항에서 규정하지 않은 사항은 한국산업표준에 따른다.

6.2 저압용 전기설비의 접지도체

6.2.1. 보호 및 기능을 겸한 접지 도체

6.2.1.1 보호접지 및 기능접지를 동시에 요구하는 경우에는 보호접지를 우선으로 한다.

6.2.1.2 PEN도체

(1) TN계통의 고정배선설비에 있어서 동선의 단면적이 10 ㎟ 이상 또는 알루미늄선의 단면적이 16 ㎟ 이상이고, 해당 전기설비가 누전차단기로 보호되고 있지 않을 경우에는 하나의 도체를 접지도체와 중성선의 겸용으로 사용할 수 있다.

(2) 표류전류(Stray current)의 발생으로 인하여 PEN도체에서 전격을 받을 위험이 있을 경우 이 최대전압에 대한 절연을 한다.

(3) 중성선 및 접지도체를 별개의 도체로 하는 경우 각각의 도체를 상호 접속하여서는 안되며, 그 분기장소에 있어서 접지도체 및 중성선용의 단자를 각각 설치하여야 한다. PEN도체는 보호도체용 단자에 접속한다.

6.2.2 보호 및 계통을 겸한 접지 도체

6.2.2.1 보호도체와 계통도체를 겸용하는 접지도체(중성선과 겸용, 선도체와의 겸용, 중간 도체와의 겸용 등)는 계통의 기능에 대한 조건을 만족하여야 한다.

6.2.2.2 겸용도체는 고정된 전기설비에서만 사용할 수 있으며 다음과 같다

(1) 단면적은 구리 10 ㎟ 또는 알루미늄 16 ㎟ 이상이어야 한다.

(2) 중성선과 보호도체의 겸용도체는 전기설비의 부하측으로 시설하여서는 안된다.

(3) 화재폭발 위험장소에서는 보호도체를 전용으로 설치하여야 한다.

6.2.2.3 겸용도체의 성능은 다음과 같다.

(1) 정격전압과 같거나 절연성능이 높아야 한다.

(2) 배선설비의 금속 외함은 겸용도체로 사용해서는 안된다. 다만 KS C IEC 60439-2 (저전압 개폐장치 및 제어장치 부속품-제2부:버스바 트렁킹 시스템의 개별 요구사항))에 의한 것 또는 KS C IEC 61534-1(전원트랙-제1부:일반요구사항)에 의한 것은 제외한다.

6.2.2.4 겸용도체는 다음의 사항을 만족하여야 한다.

(1) 전기설비의 일부에서 중성선, 중간도체, 선도체 및 보호도체가 별도로 배선되는 경우, 중성선, 중간도체, 선도체를 전기설비의 다른 접지된 부분에 접속해서는 안된다. 다만 겸용도체에서 각각의 중성선, 중간도체, 선도체와 보호도체를 구성하는 것은 허용한다.

(2) 겸용도체는 보호도체용 단자 또는 바에 접속되어야 한다.

(3) 계통외 도전부는 겸용도체로 사용해서는 안된다.

6.2.3. 등전위본딩 도체의 최소 단면적

(1) 등전위본딩 도체는 설비 보호도체의 최대단면적의 1/2 이상의 단면적을 가져야 하고 다음의 단면적 이상이어야 한다.

(가) 구리도체 6 ㎟

(나) 알루미늄 도체 16 ㎟

(다) 강철 도체 50 ㎟

(2) 주접지단자에 접속하기 위한 보호본딩도체의 단면적은 구리도체 25 ㎟ 또는 다른 재질의 동등한 단면적을 초과할 필요는 없다.

(3) 두 개의 노출 도전부를 접속하는 보조 등전위본딩 도체의 단면적은 그 노출 도전부의 양측에 접속된 접지도체의 작은 면적 이상으로 한다.

(4) 노출 도전부와 계통외부 도전부를 접속하는 보조 등전위본딩 도체의 단면적은 당해 설비에서 사용하는 접지도체의 단면적 1/2 이상으로 하되 8.5.1(3)항에 적합하도록 한다.

(5) 케이블의 일부가 아닌 경우 또는 선로도체와 함께 수납되지 않은 보조 등전위본딩 도체는 다음 값 이상이어야 한다.

(가) 기계적 보호가 된 것은 구리도체 2.5 ㎟, 알루미늄 도체 16 ㎟

(나) 기계적 보호가 없는 것은 구리도체 4 ㎟, 알루미늄 도체 16 ㎟

(6) 보조 등전위본딩은 금속구조체 등 연속성이 있는 계통외부 도전부나 보조도체 또는 그들을 조합하여 설치할 수 있다.

(7) 물과 상시 접촉하여 감전의 위험이 높은 배수용 펌프에 대해서는 건축물의 금속제 배관을 접지전극이나 접지도체로 활용하여 크로스 본딩(Cross bonding)을 하고, 등전위본딩 도체 또는 기능용 접지선은 적절한 단면적을 갖도록 한다.

6.3 전원계통과 설비에 연결하는 접지도체

6.3.1 직류계통의 접지

(1) 직류계통의 접지에 관한 기본적 요구사항은 다음과 같다.

(가) 750 V 이하의 직류계통은 접지도체의 연결을 전원 공급측에서만 시행하여야 한다.

(나) 3선식 직류회로는 접지도체의 연결을 중성선에서 시행하여야 한다.

(다) 750 V 이상의 직류계통은 접지도체의 연결을 전원 공급측과 부하측 모두에서 시행하여야 한다.

(라) 접지 또는 접지전극은 각각의 전원측 외부 또는 멀리 떨어진 곳에 설치 가능하며, 이는 전식을 야기하는 접지전류가 흐르는 경우 특히 유효하다.

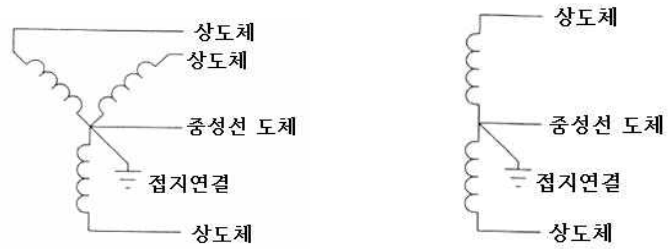
(2) 두 개의 직류전원 중 하나의 직류전원 중성선이 유효접지된 경우에는 다른 전원의 접지선에 서지보호장치를 직렬로 연결할 수가 있다.

(3) 750 V 이상의 직류 변환장치에 의해 서로 맞대고 있는(Back to back) 시스템이 설치된 경우에는 한 지점에서만 중성선을 접지하여야 한다.

6.3.2 교류계통의 접지

6.3.2.1 600 V 이하의 저압계통

(1) Y 결선 3상4선식과 단상 3선식의 접지 연결은 <그림 2>와 같이 중성선 도체에서 시행한다.



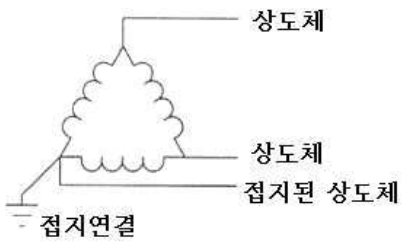
(a) Y 결선 3상4선식 교류계통 (b) 단상 3선식 교류계통

<그림 2> 저압 교류계통에서의 접지 연결지점

(2) <그림 3>과 같은 비접지 Y 또는 △결선 및 중성선이 접지되지 않은 △결선 회로는 안전측면에서 가능한 한 조명부하용으로 사용하지 않는다.



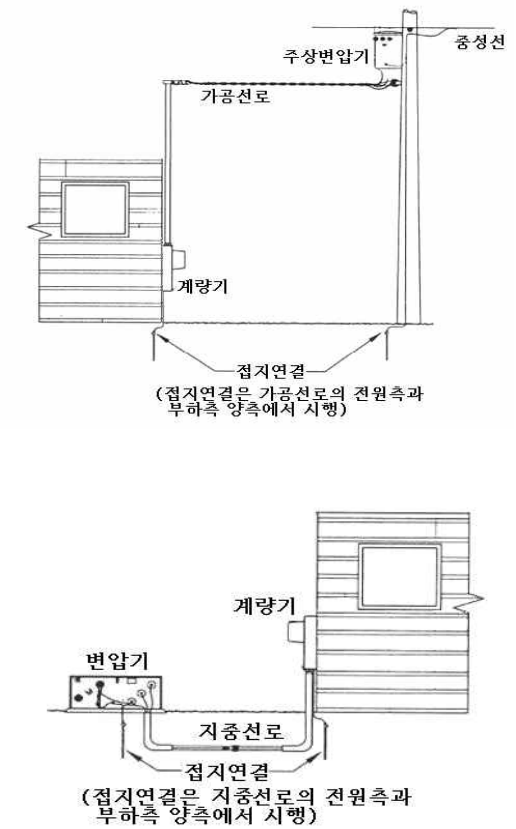
(a) 비접지 3상3선식 △결선 회로 (b) 비접지 3상3선식 Y결선 회로



(c) 코너 접지된 3상3선식 △결선 회로

<그림 3> 조명전원으로 사용할 수 없는 Y 또는 △결선 회로

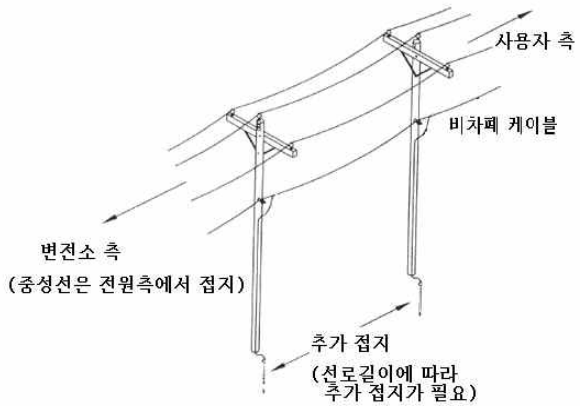
(3) 저압 교류계통에서의 접지 연결지점은 <그림 4>와 같이 전원측과 부하측의 선로 양측에서 시행하여야 한다.



<그림 4> 저압 교류계통에서의 접지 연결지점

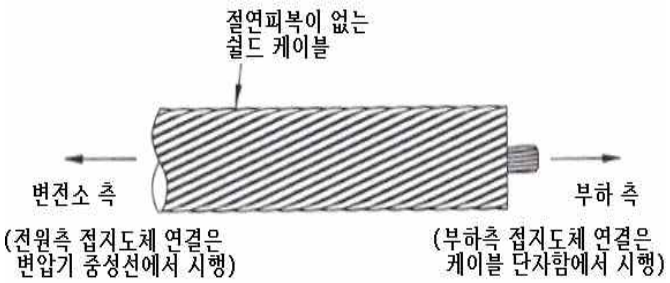
6.3.2.2 600 V 이상의 교류계통

(1) 600 V 이상의 가공선로에서 비차폐 케이블은 <그림 5>와 같이 전원측에서 중성선을 접지시켜야 한다. 가공선로의 길이가 길어 다중접지가 허용되는 경우에는 추가적인 접지선 연결을 중성선에 연결하여 사용할 수 있다.



<그림 5> 600 V 이상의 가공선로에서 비차폐 케이블의 접지

(2) 절연피복이 없는 쉴드 케이블은 <그림 6>에서와 같이 접지되어야 한다. 전원측의 접지도체 연결은 변압기 중성선에서 이루어져야 하며, 부하측의 접지도체 연결은 케이블 단자함에서 이루어져야 한다.



<그림 6> 절연피복이 없는 쉴드 케이블의 접지

(3) 절연피복이 있는 쉴드 케이블은 추가적으로 쉴드와 접지도체 간을 본딩할 것을 권고한다.

(4) 다중 접지시스템에서 작업자가 접촉할 수 있는 케이블의 연결 부위에는 접지가 이루어져야 한다.

(5) 전기분해 또는 쉴드선에 차폐전류가 흘러 문제가 발생하고, 다중접지 시스템을 적용하지 않은 경우에는 케이블의 이음부분을 절연시켜야 한다.

(6) 본딩용 변압기 또는 리액터는 케이블 한쪽 끝단에서 접지를 시행한 것으로 간주할 수 있다.

(7) 절연피복이 없는 쉴드 케이블을 직접 매설하는 경우는 케이블 전체 길이에 대해 모두 접지되는 유리한 점이 있으나, 부식에 취약하다.

(8) 절연피복이 있는 쉴드 케이블은 부식을 방지할 수 있지만 접지는 효과적이지 못하므로 다중 접지가 필요한 경우 절연피복을 제거하여 접지를 시행하여야 한다.

6.3.3 보조 접지도체

(1) 접지되어야 하는 교류계통에 지중 케이블의 보조 접지도체(Adjunct grounding conductor)가 사용되는 경우 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(가) 보조 접지도체는 접지가 필요한 설비에 직접 연결하거나, 중성선을 통해 연결하여야 한다.

(나) 보조 접지도체를 갖는 지중 케이블을 <그림 7>과 같이 직접 매설하는 경우 보조 접지도체는 상 도체와 함께 매설하여야 한다.

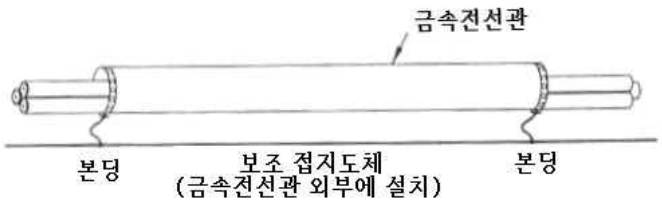
(다) 비금속 전선관에 케이블을 설치하는 경우 보조 접지도체는 전선관 내부 또는 외부 어느 쪽에도 설치가 가능하다.

(라) 금속전선관에 케이블을 설치하는 경우에는 보조 접지도체가 반드시 금속 전선관 내부에 함께 설치되어야 한다.



<그림 7> 보조 접지도체의 설치방법

(마) 금속전선관 양 끝단에서 본딩이 이루어져 있는 경우 보조 접지도체를 <그림 8>과 같이 전선관 외부에 설치할 수 있다.



<그림 8> 본딩이 된 금속전선관

(2) 쉴드 케이블의 보조물로 사용되는 접지도체는 케이블의 쉴드가 중성선 전류 또는 고장전류를 흘리기에 충분하지 않으면 보조 접지도체를 통해 이의 전류를 흘릴 수 있다.

(3) 보조 접지도체가 케이블의 직접 매설로 인해 부식된 동심 중성선(Concentric neutral conductor)을 대체할 수는 없다.

6.3.4 울타리 접지

(1) 변전소와 같이 울타리가 접지되어야 하는 경우 울타리는 접지도체에 연결되어야 한다.

(2) 울타리 기둥이 비전도체인 경우에도 울타리의 메시는 접지되어야 한다.

(3) 울타리 기둥이 도전체인 경우 울타리의 메시는 기둥에 단단히 연결되도록 하고, 도전성 기둥을 접지시켜야 한다.

6.4 접지선과 접속방법

접지선과 접속방법은 <부록 2>를 적용한다.

7. 접지전극

7.1 일반사항

(1) 전기설비의 요구사항에 따라 접지설비는 감전보호(이하 “보호”라 한다.) 및 기능상의 목적을 겸하거나 각각 분리해서 사용할 수 있다.

(2) 접지설비는 다음에 적합하도록 선정 및 시공을 한다.

(가) 접지저항 값은 <부록 1>에 의하여 계산하고, 전기설비의 보호 및 기능적인 요구사항에 적합하도록 시공한다.

(나) 지락전류 및 대지누설전류의 열적, 기계적 충격에 의한 위험이 없도록 한다.

(다) 염해 등과 같은 외적영향에 대하여 충분한 내성을 갖도록 설치하고, 추가로 전선관 등을 설치하여 기계적인 방호를 한다.

(3) 전해작용에 의해 다른 금속제 부분의 손상위험이 없도록 방식조치 등의 예방조치를 강구한다.

7.2 접지전극

(1) 접지전극의 종류에는 다음과 같은 것이 있다.

(가) 봉상전극

(나) 망상전극

(다) 판상전극

(라) 기초에 매입한 접지전극

(마) 콘크리트의 철골

(바) 금속제 수도관설비, 다만 7.2(5)항을 만족하여야 한다.

(사) 기타 적절한 지하구조물, 다만 7.2(6)항에 의한 금속제 배관은 사용할 수 없다.

(2) 접지전극의 효과는 그 토지의 토양조건에 따라 달라지므로, 토양조건 및 접지저항 값에 따라 접지전극을 추가로 설치하는 것이 바람직하다.

(3) 접지전극의 매설깊이는 토양의 건조상태 및 동결상태에 따라 접지저항 값이 증가되지 않도록 시공하고, 다음 사항을 만족하여야 한다.

(가) 접지전극은 매설하는 토양을 오염시키지 않아야 하고, 가능한 다습한 부분에 설치한다.

(나) 고압 이상의 전기설비와 변압기 중성점 접지에 의하여 시설하는 접지전극의 매설깊이는 지표면으로부터 지하 0.75 m 이상으로 한다. 다만, 발전소·변전소개폐소 또는 이에 준하는 장소에 접지극을 별도의 안전요구사항에 부합되는 경우에는 그러하지 아니 한다.

(다) 접지도체를 철주 기타의 금속체를 따라서 시설하는 경우 접지전극을 철주의 밑면으로부터 0.3 m 이상의 깊이에 매설하는 경우 이외에는 접지극을 지중에서 금속체로부터 1 m 이상 이격하여 매설한다.

(4) 접지전극의 재료와 구조는 부식에 의해 손상되지 않도록 선정하고, 접지설계 시에는 부식으로 인해 접지저항이 증가할 가능성을 다음과 같이 고려한다.

(가) 접지전극에 부식을 일으킬 수 있는 폐기물 집하장 및 번화한 장소에 설치는 피해야 한다.

(나) 서로 다른 재질의 접지전극을 연결할 경우 전식을 고려한다.

(다) 콘크리트 기초 접지전극에 접속하는 접지선이 용융아연도금강제인 경우 접속부를 토양에 직접 매설해서는 안된다.

(5) 금속제 수도관설비를 접지전극으로 사용하는 경우에는 수도사업자의 동의를 얻고, 수도관설비의 어떠한 변경공사 시에도 상호 연락하여 협조를 한다. 단, 수도관 등을

접지극으로 사용할 경우 3 Ω 이하의 금속제 수도관 또는 수도관 내경 75 ㎜ 이상인 수도관에서 내경 75 ㎜ 미만인 수도관이 분기하는 경우 5 m 이하는 3 Ω 이하, 5 m 초과는 2 Ω 이하로 한다.

(6) 인화성 액체나 가스 등의 금속제 배관설비는 보호접지용의 접지전극으로 사용해서는 안 된다. 다만, 보호등전위본딩(감전에 대한 보호 등과 같은 안전을 목적으로 하는 등전위본딩)은 예외로 한다.

(7) 케이블의 납 외장이나 기타 금속제 피복은 부식에 의해 현저한 열화를 받지 않는 경우에 한해서 접지전극으로 사용 가능하며, 이 경우 케이블 소유자의 동의를 받고, 접지극의 적합성에 영향을 미치는 케이블의 변경공사 시에 상호 연락하여 협조를 한다.

7.3 접지선

(1) 접지선은 7.5.1항에 적합하여야 하며, 큰 고장전류가 접지선을 통하여 흐르지 않을 경우 접지선의 최소 단면적은 다음과 같다.

(가) 구리는 6 ㎟ 이상

(나) 철제는 50 ㎟ 이상

(다) 접지도체에 피뢰시스템이 접속되는 경우 접지도체의 단면적은 구리 16 ㎟ 또는 철 50 ㎟ 이상으로 하여야 한다.

(2) 접지선과 접지전극의 접속은 견고하고 전기적인 연속성이 보장되도록, 접속부는 발열성 용접, 압착접속, 클램프 또는 그 밖에 적절한 기계적 접속장치에 의해야 한다. 다만, 기계적인 접속장치는 제작자의 지침에 따라 설치하여야 한다.

(3) 클램프를 사용하는 경우는 배관 등의 접지전극이나 접지선이 손상되지 않도록 한다. 납땜에만 의존하는 접속은 사용해서는 안 된다.

7.4 주 접지단자

(1) 다음의 도체를 접속하기 위하여 주 접지단자를 설치한다.

(가) 접지선

(나) 보호도체

(다) 등전위본딩 도체

(라) 필요한 경우 기기용 접지선

(2) 주 접지단자는 접지선의 분리 또는 접지설비의 점검 시에 작업자가 접근 가능하도록 설치한다.

(3) 주 접지단자는 접지저항을 측정할 수 있도록 설치하고, 이 단자부는 공구 등에 의해서만 분리할 수 있도록 한다.

(4) 주 접지단자는 충분한 기계적인 강도 및 전기적인 연속성을 유지한다.

7.5 보호도체

7.5.1 최소 단면적

(1) 보호도체의 최소 단면적은 다음 식으로 계산하거나 (2)의 표에 따라 선정할 수 있다. 다만, (2)의 요건을 고려하여 선정한다.

$$S=\frac{\sqrt{I^2t}}{k} \quad \cdots\cdots (1)$$

이때, 이식은 차단시간이 5초 이하에서만 적용한다.

여기서, S : 단면적 (㎟)

I : 보호 장치를 통해 흐를 수 있는 무시 가능한 임피던스에 대한 예상 고장전류(실효값) (A)

t : 자동 차단을 위한 보호장치의 작동시간 (s)

k : 보호도체, 절연, 기타 부위의 재질 및 초기온도와 최종온도에 따라 정해지는 계수로 KS C IEC 60364-5-24(저압전기설비-제5-54부: 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체)의 부속서 A(시간보호에 관한 규정)에 의한다.

(2) 보호도체의 최소 단면적은 다음 <표 1>에 따라 선정할 수 있다.

<표 1> 보호도체의 최소 단면적

선도체의 단면적 S (㎟, 구리)	보호도체의 최소 단면적 S(㎟, 구리)	
	보호도체의 재질	
	선도체와 같은 경우	선도체와 다른 경우
$S \leq 16$	S	$(k_1/k_2) \times S$
$16 < S \leq 35$	16^a	$(k_1/k_2) \times 16$
$S > 35$	$S^a/2$	$(k_1/k_2) \times (S/2)$

여기서,

k_1 : 도체 및 절연의 재질에 따라 KS C IEC 60364-5-54(저압전기설비-제5부-54부:전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체)의 표 A54.1(여러 가지 재료 변수값) 또는 KS C IEC 60364-4-43(저압전기설비-제4부-43부:안전을 위한 보호-과전류에 대한 보호)의 표 A43(도체에 대한 k값)에서 선정된 선도체에 대한 k값

k_2 : KS C IEC 60364-5-54(저압전기설비-제5부-54부:전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체)의 표 A54.2(케이블에 병합되지 않고 다른 케이블과 묶여 있지 않은 절연 보호도체의 k값)~A54.6(제시된 온도에서 모든 인접 물질에 손상 위험성이 없는 경우 나도체의 k값)에서 선정된 보호도체에 대한 k값

k_3 : PEN 도체의 최소 단면적은 중성선과 동일하게 적용한다(KS C IEC 60364-5-52(저압전기설비-제5-52부:전기기기의 선정 및 설치-배선설비)참조

(3) 6.5.1(1)항의 식에 의한 계산 값이 표준규격과 일치하지 않는 경우는 바로 위의 표준규격에 해당하는 단면적의 도체를 사용한다.

(4) 보호도체의 단면적은 <표 1>에 제시한 값 이상으로 하여야 한다. <표 1>에서 적용한 값이 표준규격과 일치하지 않는 경우는 바로 위의 단면적 도체를 사용한다.

(5) 보호도체가 전원케이블 또는 케이블 외함의 일부로 구성되어 있지 않는 경우 그 단면적은 다음 값 이상으로 한다.

(가) 기계적으로 방호가 되어 있는 경우 : 2.5 ㎟-구리/16 ㎟-알루미늄

(나) 기계적으로 방호가 되어 있지 않은 경우 : 4.0 ㎟-구리/16 ㎟-알루미늄

(다) 케이블의 일부가 아니라도 전선관 및 트렁킹 내부에 설치되거나, 이와 유사한 방법으로 보호되는 경우 기계적으로 보호되는 것으로 간주

7.5.2 접지도체의 종류

(1) 접지도체는 다음 중 하나 또는 복수로 구성하여야 한다.

(가) 다심케이블의 도체

(나) 충전용 도체와 공통의 외함에 수납된 나도체나 절연도체

(다) 고정 배선한 나도체나 절연도체

(라) (2)의 (가), (나) 조건을 만족하는 금속 케이블 외장, 케이블 차폐, 케이블 외장, 전선묶음(편조 전선), 중심도체, 금속판

(2) 전기설비에 저압개폐기, 제어반 또는 버스덕트와 같은 금속제 외함을 가진 기기가 포함된 경우, 금속함이나 프레임이 다음과 같은 조건을 모두 충족하면 접지도체로 사용이 가능하다.

(가) 구조·접속이 기계적, 화학적 및 전기화학적인 열화에 대하여 보호되도록 전기적인 연속성을 가진 것

(나) 도전성이 6.5.1항에서 요구하는 값 이상인 것

(다) 접지 탭이 있는 장소에서 다른 접지도체를 접속할 수 있을 경우

(3) 다음의 요구사항에 적합한 경우는 계통외부 도전부를 접지도체로 사용할 수 있다.

(가) 기계적, 화학적 또는 전기화학적인 열화에 대해서 방호되도록 전기적인 연속성을 구조나 적당한 접속에 의해 확보된 것

(나) 도전율 및 굵기가 6.5.1항에서 요구하는 값 이상일 것.

(다) 특별한 수단이 없이는 제거되지 않도록 조치된 것

(라) 적절한 대응조치를 한 수도관설비는 수도사업자의 동의를 얻은 경우에 한해서 금속제 수도관을 계통외부 도전부로 사용할 수 있다. 그러나 가스용 배관은 접지도체로 사용해서는 안 된다.

(4) 계통외부 도전부를 PEN도체로 사용해서는 안 된다.

7.5.3 보호도체의 전기적인 연속성의 유지

(1) 보호도체의 보호는 다음에 의한다.

(가) 기계적인 손상, 화학적인 열화 및 전기역학적인 작용에 대하여 접지도체를 적절히 방호하도록 한다.

(나) 나사접속·클램프접속 등 보호도체 사이 또는 보호도체와 타 기기 사이의 접속은 전기적 연속성 보장 및 충분한 기계적 강도와 보호를 구비하여야 한다.

(다) 보호도체를 접속하는 나사는 다른 목적으로 겸용해서는 안된다.

(라) 접속부는 납땜으로 접속해서는 안된다.

(2) 보호도체의 접속부는 검사 및 시험을 위해서 점검이 가능하도록 설치한다. 다만, 다음의 경우에는 제외한다.

(가) 화합물로 충전된 접속부

(나) 캡슐로 보호되는 접속부

(다) 금속관, 덕트 및 버스덕트에서의 접속부

(라) 기기의 한 부분으로서 규정에 부합하는 접속부

(마) 용접이나 경납땜에 의한 접속부

(바) 압착공구에 의한 접속부

(3) 보호도체에는 개폐기를 접속해서는 안 된다. 다만, 공구의 사용에 의해서만 분리될 수 있는 시험용 접속부는 설치할 수 있다.

(4) 접지의 전기적 모니터링을 수행하는 경우, 전용장치(예를 들면 작동센서, 코일)는 보호도체에서 직렬로 연결하면 안 된다.

(5) 6.5.2(2)항에서 인정하는 경우를 제외하고, 전기설비의 노출 도전부를 기타기기의 접지도체의 일부로서 사용해서는 안된다.

7.6 보호접지 도체

(1) 감전보호용 과전류 보호장치를 사용하는 경우에는 접지용 도체를 동일 배선계통의 상도체 또는 인근의 상도체와 같이 시설한다.

(2) 전압작동형 누전차단기에 대한 접지 및 접지도체

(가) 보조접지전극은 기타 접지된 금속체, 배관, 금속외장케이블 등과 전기적으로 독립이 되도록 한다.

(나) 보조접지전극에 연결된 접지선은 접지도체 또는 그것과 접속하고 있는 부분이나 기타 도전부에서 접지도체와 접촉하고 있거나 또는 그 위험이 있는 부분과 접촉하는 것을 방지하기 위해 절연을 한다.

(다) 지락고장 시에 지락계전기를 작동시켜 전원을 차단하도록 하는 전기기기의 노출 도전부는 접지도체에 접속을 한다. TN, TT 및 IT 계통에서의 접지 보호장치는 KOSHA Guide “저압전기설비에서의 감전예방을 위한 기술지침”을 참조한다.

8. 정전기 접지

(1) 정전기 제거용 접지를 필요로 하는 기기는 정전기 대전이 우려되는 생산장비, 저장용 장치, 수송용 배관 및 부속장치, 열 교환기, 호퍼, 탑류 등이다.

(2) 철제 구조물, 탱크, 대형용기 등은 정전기의 대전전위와 낙뢰전류로부터 보호되도록 적어도 1개소 이상 접지 계통에 연결한다.

(3) 각종 본딩을 위한 도체의 최소 굵기는 14 ㎟ 로 한다.

(4) 정전기 대전 방지용 접지설비의 접지저항은 가급적 1,000 Ω 이하로 한다.

(5) 충분한 바닥면적을 가진 탱크나 대형 용기류는 접지계통과 연결된 것으로 간주되며, 이에 접속된 배관류도 정전기 접지가 된 것으로 본다. 다만, 배관이 정전기적으로 절연된 플랜지로 접속되는 경우에는 연속접지가 되도록 플랜지 양단을 본딩하고 접지한다.

(6) 접지된 구조물에 견고히 부착 설치된 배관 지지물은 접지된 것으로 본다.

(7) 파이프 랙의 철제 지지물은 일정 간격으로 접지모선과 연결하여 접지시킨다.
비고) 보다 자세한 사항은 KOSHA GUIDE E-188-2021 「정전기 재해예방에 관한 기술지침」을 참고한다.

9. 피뢰설비 접지

피뢰설비의 선정 및 설치는 KOSHA GUIDE B-E-19-2026 「건축물 등의 피뢰설비 설치에 관한 기술지원규정」에 따른다.

10. 접지저항의 측정과 안전점검

10.1 접지저항의 측정관리

(1) 다음의 경우에는 접지저항을 측정하고 기록을 유지한다.

(가) 전기설비의 준공 후 사용하기 전

(나) 점검 주기에 따른 정기적인 측정

(다) 기기의 이동이나 증설, 개보수의 확인 등 필요시

(라) 기기 사용 중에 전격 등과 같은 이상요인이 감지된 경우

(2) 정기 접지저항 측정은 1년에 1회 이상을 실시하여. 접지저항의 변화추이 및 규정치 내의 적합여부를 판정하여 필요한 경우에는 보수한다.

10.2 접지전극의 유지관리

매설된 접지전극 및 접속개소는〈표 1〉을 참조하여 정기적으로 점검한다.

〈표 1〉 정기점검 사항

점검부위	점검 사항	점검 결과
접지전극 매설부	○ 굴착작업 또는 지형변경작업 유무 ○ 접지전극 또는 접지선 연결부의 부식 ○ 접지전극 또는 접지선 연결부의 절단 ○ 접지전극 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, 접촉부 상태 ○ 접지선의 유지관리 상태	

10.3 접지저항의 측정

접지저항의 측정 방법 및 관리는 <부록 3>을 참고한다.

11. 접지감시 및 검증시스템

11.1 접지검증시스템

(1) 접지검증시스템은 검증장치로부터 멀리 떨어진 전기기기의 보호도체가 연속성을 유지하고 있는 지를 검출한다.

(2) 시험도체(Pilot conductor)와 보호도체 사이의 단락상태를 직류계전기를 이용하여 검출한다.

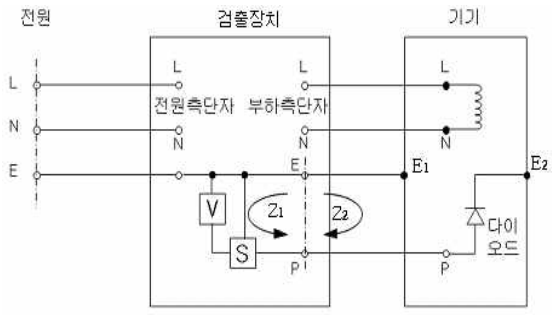
(3) <그림 9>에서 전원임피던스 Z_1을 시험도체 경로와 직렬로 연결시키면, 전체 임피던스는 Z_1과 루프(Loop)임피던스 Z_2의 벡터 합으로 나타난다.

(4) 검출된 Z_2의 측정값이 일정 수준, 예를 들어 10 Ω을 초과하는 경우, 전기기기를 전로로부터 차단하여야 한다. 또한 전기기기에 통전한 이후, 루프가 개방되었거나, 임피던스 값이 일정 수준, 예를 들어 20 Ω을 초과할 경우에는 전기기기를 전로로부터 분리시켜야 한다.

(5) 검출전류는 기기외함, 보호도체 등으로 이루어진 궤환회로를 따라 흐른다.

(6) 다이오드를 사용하지 않는다면 단자 P와 E2 사이를 직접 연결하여야 한다.

(7) 접지루프가 기기외함을 포함하는 경우 전로간의 단락을 예방하기 위하여, 외함에 두 개의 독립된 접지용 단자를 설치하여야 한다.



E_1 : 보호도체 접지단자
E_2 : 시험회로 접지단자
P : 시험도체 단자
S : 감지장치
V : 특별 저전압 전원
Z_1 : 전원임피던스
Z_2 : 루프임피던스

<그림 9> 접지검증장치의 기본회로

11.2 접지감시시스템

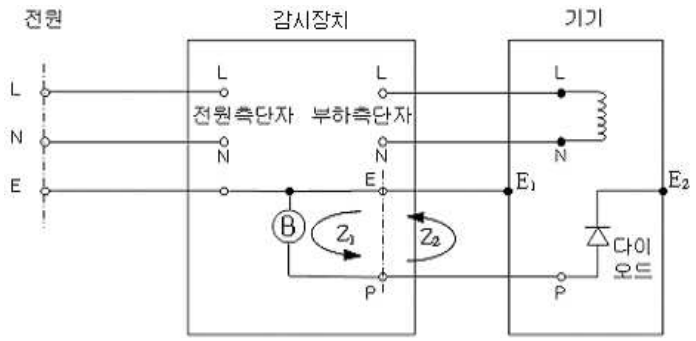
(1) 접지감시시스템은 멀리 떨어진 전기기기의 보호도체 임피던스 값을 지속적으로 측정하여, 고 신뢰도를 유지하도록 한다. 감시장치는 전원과 보호하기 위한 전기기기 사이에 연결된다.

(2) 보호도체의 임피던스 값을 지속적으로 유지하기 위한 접지감시는 12 V를 초과하지 않는 특별안전 저전압 전원에 의한 미소전류의 연속적인 순환에 의해 이루어진다.

(3) 감시전류는 기기외함, 보호도체 등으로 이루어진 궤환회로를 따라 흐른다.

(4) 접지루프가 기기외함 부분을 포함하는 경우 전로간의 단락을 예방하기 위하여, 두 개의 독립된 접지용 단자를 설치하여야 한다.

(5) 보호도체와 시험도체의 임피던스에 의해 평형 브리지회로가 <그림 10>와 같이 구성된다.



B : 평형 브리지회로
E_1 : 보호접지단자
E_2 : 시험회로의 보호단자
P : 시험 도체단자
Z_1 : 전원임피던스
Z_2 : 루프임피던스

<그림 10> 접지감시장치의 기본회로

(6) 브리지회로의 평형상태는 회로의 개방, 단락 등 루프의 변동 상황에 따라 간섭을 받게 되므로, 루프의 변동 상황이 발생하게 되면 신호를 표시하거나 전원을 차단할 수 있다.

(7) 브리지회로의 전형적인 임피던스 감도는 다음과 같다.

(가) 가정용 전기설비 : 4±2 Ω

(나) 산업용 전기설비 : 8±2 Ω

<부록 1>

접지선의 굵기 및 접지저항 계산

1. 계산 목적

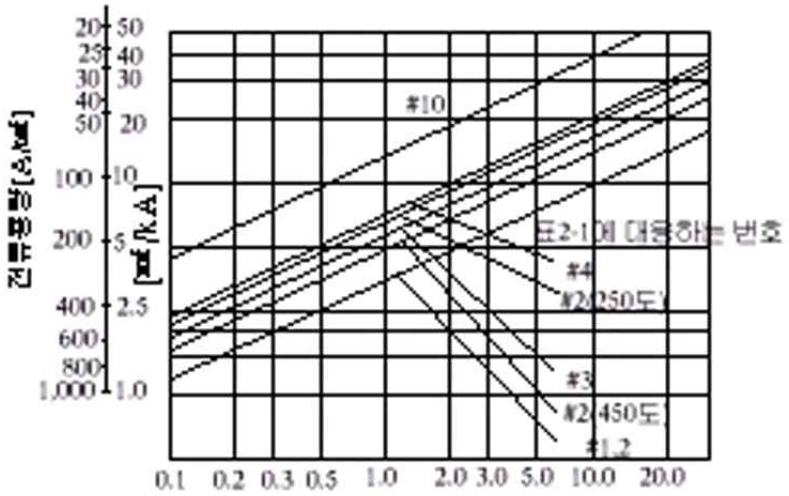
이 계산의 목적은 전기설비의 안전운전을 위하여, 접지선의 굵기 및 접지저항의 적절한 값을 선정하는데 있다.

2. 접지선의 굵기 선정

접지선에 지나치게 큰 전류가 흐르면 주울 열에 의하여 절연피복이 연소되거나 주위의 가연물에 화재위험을 미치게 되고, 최악의 경우 접지선 자체가 용단될 수도 있으므로, 전로로서의 그 기능을 만족하기 위하여 충분한 전류용량, 즉 도체의 충분한 단면적이 필요하다.
접지선의 단면적은 통전전류, 통전시간, 온도, 재료의 특성 값 등을 감안하여 식(2-1)과 같은 미국 전기전자공학회(IEEE)의 표준식으로 구한다.

$$A = I\sqrt{\frac{\frac{t_c \alpha_r \rho_r \times 10^4}{T_{cap}}}{\ln\left\{1+\left(\frac{T_m - T_a}{K_0 + T_a}\right)\right\}}} \quad \cdots\cdots (2\text{-}1)$$

단, I : 접지선에 흐르는 전류 kA
A : 접지선 단면적 ㎟
T_m : 최대 허용온도 ℃
T_a : 주위온도 ℃
Tr : 물리정수의 기준온도 ℃
a_0 : 0[℃]일 때 도체의 열 저항율
a_r : T_r일 때 도체의 열 저항율
ρ_r : T_r일 때 도체의 저항율 μΩ/㎤
K_0 : $1/a_0$
t_c : 통전시간 s
T_{cap} : 용량 계수 J/㎤·C



〈그림 1〉 접지선의 전류용량

<표 2-1> 재료의 물리정수

전선재료	<그림 1>의 대응번호	도전률 %	α_r at 20℃	K_0 $1/_{a0}$ at 0℃	용융온도 ℃	ρ_r μΩ/㎤ at 20℃	TCAP J/㎤・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
스테인리스강 # 304	10	2.4	0.00130	749	1400	72.0	4.032

$$A = I\sqrt{\frac{t_c \times 8 \times 10^{-3}}{T_m - T_a}} \quad \cdots\cdots\cdots\

단, A : 접지선 단면적 ㎟
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.

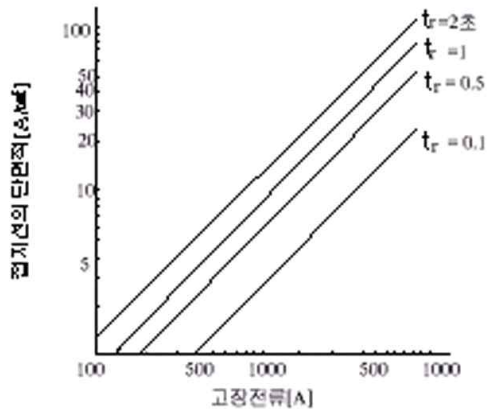
(1) 접지선의 고장전류 크기는 전원측 과전류차단기 정격전류의 20배

(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_m은 150 ℃

따라서 최대 허용온도 T_m=150 ℃, 주위 온도 T_a= 30 ℃를 식(2-2)에 대입하고, 통전시간을 파라미터로 한 전류와 단면적 관계를 보면 〈그림 2〉와 같다.



〈그림 2〉 고장전류와 접지선 굵기의 관계

3. 접지저항의 계산

(1) 봉전극의 접지저항

막대모양 전극의 접지저항 계산식 중 대표적인 것은 다음과 같으며, 여기서 ρ는 대지저항률 Ω-m, ℓ은 전극길이 m, r은 전극반지름 m, t m는 매설깊이이다.

① Tagg & Ollendorff 계산은 식(3-1)과 같다

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l}\ln\frac{2l}{r} \quad \cdots\cdots (3\text{-}1)$$

② Sunde & Dwight 계산은 식(3-2)와 같다

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi l}\left(\ln\frac{4l}{r}-1\right) \quad \cdots\cdots (3\text{-}2)$$

(2) 선상 전극의 접지저항

선모양 전극(매설지선)의 접지저항 계산식 중 대표적인 것은 다음과 같으며, 여기서 ρ는 대지저항률 Ω-m, ℓ은 전극 길이 m, r은 전극 반지름 m, t m는 매설깊이이다.

① Rűdenberg & Zingraff 계산은 식(3-3)과 같다

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

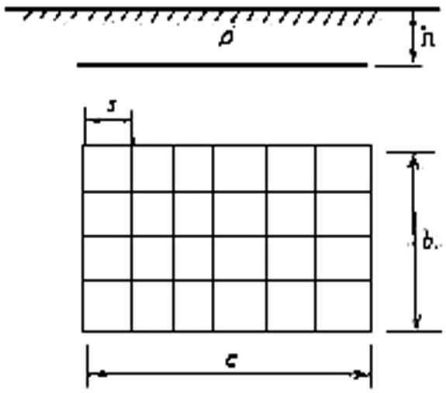
② Tagg & Dwight 계산은 식(3-4)와 같다

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi l}\left(\ln\frac{2l}{r}+\ln\frac{l}{t}-2+\frac{2t}{l}-\frac{t^2}{l^2}+\frac{t^4}{8l^2}\right) \quad \cdots\cdots (3\text{-}4)$$

③ Sunde & Schwartz 계산은 식(3-5)와 같다

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

(3) 매시(Mesh) 전극의 접지저항은 〈그림 3〉과 같다



〈그림 3〉 그물망 전극의 형태

그물망 전극에서의 접지저항 계산식은 매설깊이에 따라 약간의 차이가 있는데, 매설깊이가 0.25 m 이하일 때에는 식(3-6)을, 0.25~2.5 m에서는 식(3-7), 식(3-8)을 주로 이용한다. 여기에서, 식(3-6), 식(3-7) 및 식(3-8)은 간략화한 계산식이다.

① Laurent & Niemann 계산은 식(3-6)과 같다

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

② Sverak 계산은 식(3-7)과 같다

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

③ Schwarz 계산은 식(3-8)과 같다

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

여기에서,

L : 매설된 접지선의 전체길이 m

A : 그물망 전극의 전체 면적 ㎡

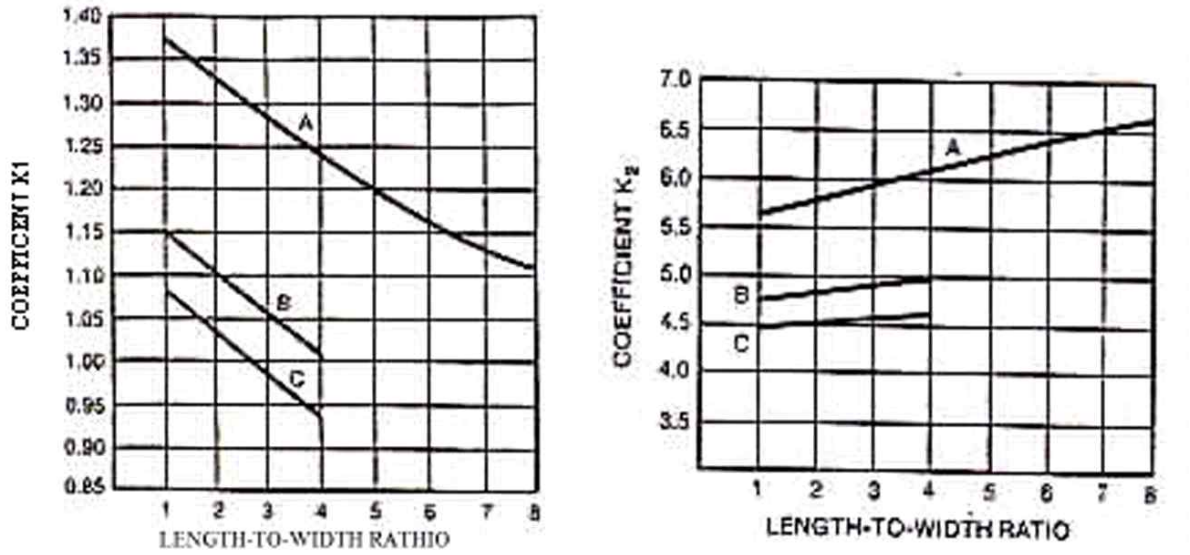
h^l : $\sqrt{2rh}$ (전극의 매설 깊이가 h일 경우, 지표면일 경우에는 $h^l = r$)

h : 그물망전극의 매설 깊이 m

ρ : 대지 저항률 Ω-m

r : 접지선의 반지름 m

K_1, K_2 : 길이, 가로폭, 매설 깊이에 따라 결정되는 상수 〈그림 4〉 참조



A (h = 0) : $y_A = -0.04X + 1.41$

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

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

(a) 계수 K_1

A (h = 0) : $y_A = -0.15X + 5.50$

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

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

(b) 계수 K_2

〈그림 4〉 Schwarz식에서의 계수 K_1, K_2

<부록 2>

접지선과 접속방법

1. 접지선의 구성

(1) 접지선은 구리재질, 기타금속 또는 금속들의 조합으로 사용할 수 있다.

(2) 피뢰기 접지선의 접속은 짧고 일직선이어야 하며, 피복이 손상되지 않도록 날카로운 밴드(행거밴드 등)로부터 이격되어야 한다.

(3) 건축물의 금속 구조체는 접지선으로 사용할 수 있다.

(4) 전력회사에 따라 접지선의 모든 부위를 구리로 사용하거나 알루미늄 또는 강심 알루미늄 연선으로 사용할 수 있다.

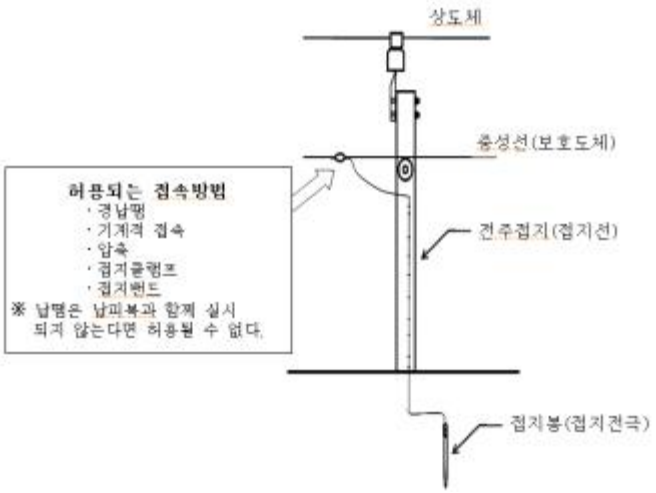
(5) 일반적으로 알루미늄이나 강심알루미늄연선(ACSR)은 전선 표준규격 이상의 것을 사용한다. 구리로 코팅된 강철을 사용하는 전력회사도 있다.

(6) 모든 도체를 동시에 차단하는 경우를 제외하고는 접지선에 개폐장치를 설치하지 않아야 한다. 다른 예외 항목은 고압 직류 시스템, 유자격자 감독에 의한 시험, 피뢰기 동작 등을 포함한다. 이 지침에서는 단로기의 동작 후 피뢰기의 접지단자는 일반적으로 선간전압에 해당하는 전압이 인가됨을 중요하게 규정하고 있다.

2. 접지선의 접속

(1) 접지선(전주접지)과 보호도체(중성선) 사이의 접속은 노출환경과 금속재질을 고려하여야 한다. 그 접속은 부식되지 않아야 하고, 접속금속 재질별 요구조건을 만족해야 한다. 부적절한 이종금속간의 접속은 전지작용과 같은 부식을 가속화 할 수 있으므로 부득이 사용시에는 이질금속 슬리브를 사용한다.

(2) 고장전류에 의해 납땜을 녹일 수 있는 충분한 열이 발생하므로, 납땜은 납피복 케이블 이외에는 허용하지 않는다. 적용 가능한 접속 방식은 <그림 2-1>과 같다.



<그림2-1> 접지선과 보호도체의 접속

3 전류용량과 강도

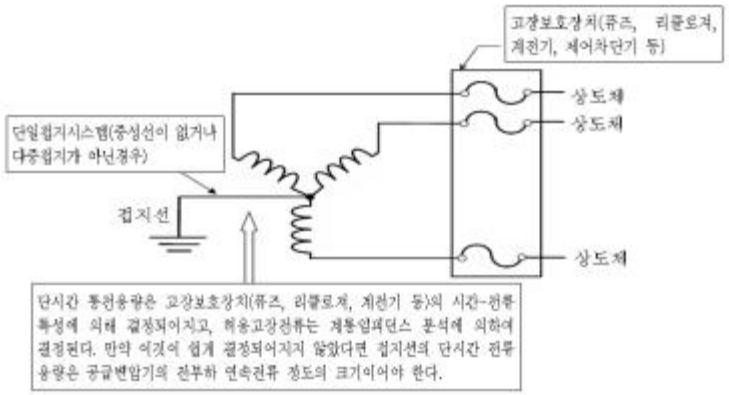
(1) 이 항은 절연 접지선과 나선 접지선에 대한 단시간 전류용량 요구조건을 규정하고 있다. 나선도체는 녹아 손상되는 등의 제한요소를 갖는 같은 굵기의 절연 도체보다 더 큰 고장전류를 흘릴 수 있다. 절연 접지선의 절연은 손상되지 않아야 한다(<그림 2-2>).



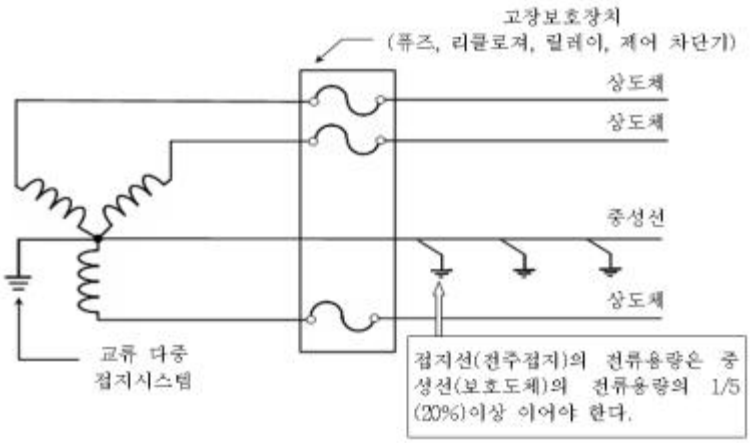
<그림 2-2> 절연 접지선과 나선 접지선의 단시간 전류용량

(2) 나선도체와 절연도체의 단시간 전류용량은 도체의 제조자로부터 얻을 수 있다.

(3) 단일접지시스템의 단시간 전류용량에 대해서는 <그림 2-3>, 다중접지 교류계통에 대한 전류용량에 대해서는 <그림 2-4>~~에서~~와 같다.

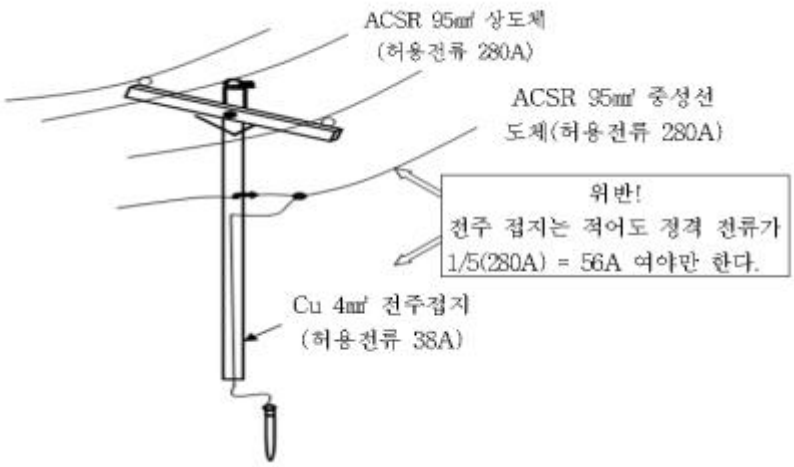


<그림 2-3> 단일접지시스템에서의 접지선



<그림 2-4> 교류 다중접지시스템에서의 접지선

(4) 일반 동작전류에 필요한 전류의 1/5은 일반적인 동작전류에 적용되고, 단시간 고장전류용량에는 적용이 안된다. 전주접지 크기의 예는 <그림 2-5>~~에서~~와 같다.



<그림 2-5> 전주접지 전류용량의 예

(5) 1차측 중성선을 위한 전주접지를 확인할 뿐만 아니라 주상변압기 중성선도 고려한다.

2차측 공급용 중성선과 광범위하게 연결된 16㎟ 나동선 전주 접지는 2차 중성선의 전류용량의 1/5을 만족하지 않아도 된다.

(6) 기기용 접지선, 조가선 및 지선은 회로보호장치의 동작시간과 허용 고장전류에 근거한 단시간 전류용량을 가져야 한다. 만약 회로가 과전류나 고장보호장치(퓨즈, 리클로져, 계전기, 제어 차단기 등)를 가지고 있지 않다면 회로의 동작 조건과 설계를 분석하여 접지선이 10 ㎟ 동선보다 커야 한다.

(7) 만약, 도체 밀폐함(강철관로)이 러그(lugs), 부싱 등을 가진 금속장치 밀폐함에 연결되어 있다면 금속관과 금속장치 경로는 기기 접지선으로서 사용될 수 있다. 접지선을 사용할 때는 적합한 러그(Lug), 단자 및 전류의 흐름을 방해하지 않는 부품 등에 의해 접속되어야 한다.

(8) 울타리 접지에 사용되는 접지선의 전류용량과 강도는 충분한 단시간 전류용량을 가지거나 금속선 25 ㎟ 이상이어야 한다.

(9) 기기 프레임과 외함의 본딩은 공급변압기의 접지단자를 전류가 귀환 가능하도록 금속제 회로로 구성되어야 한다. 만일 공급회로가 너무 길면 접촉 가능한 범위의 금속부분은 반듯이 본딩과 접지를 실시하여야 한다.

(10) 비접지선의 한계전류용량에 대해 다음 조건중 하나를 만족하여야 한다.

(가) 상도체가 대지와 접촉할 경우 지락사고(접지사고)를 유발할 수 있다

(나) 접지선의 최대 전류는 전원전압을 접지저항으로 나누어 계산한다.

(11) 접지선의 기계적인 강도는 노출된 조건에 적합해야 한다. 잔디 깎기기계, 제초기, 자동차 범퍼 등 보호를 받지 못하는 접지선은 계기용 변성기용 4 ㎟ 동선 등에 명시된 도체를 제외한 10 ㎟ 연동선 이상이거나 동등의 인장강도이어야 한다.

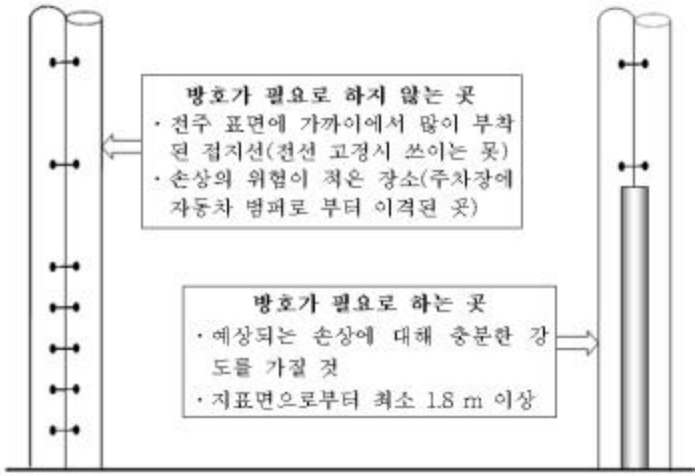
4. 방호와 보호

(1) 접지선에 대한 방호는 일반 사람들에게 노출되어 있는 단일접지시스템을 위해 요구되어진다. 만약 단일접지시스템상에 있는 접지전극이 일반 사람들에게 노출되어있지 않다면(울타리가 쳐진 변전소) 방호되지 않아도 된다. 다중접지시스템상의 접지전극은 비록 기계적인 손상에 노출되어 있을지라도 방호가 요구되지 않는다.

(2) 다중접지시스템은 가공선의 검사 요구사항과 마일당 최소 4개의 접지가 요구된다. 이 두 가지 조건은 다중접지시스템 상의 안전한 접지가 보장되는 방식이므로 다중접지시스템상의 방호를 필요로 하지 않는다.

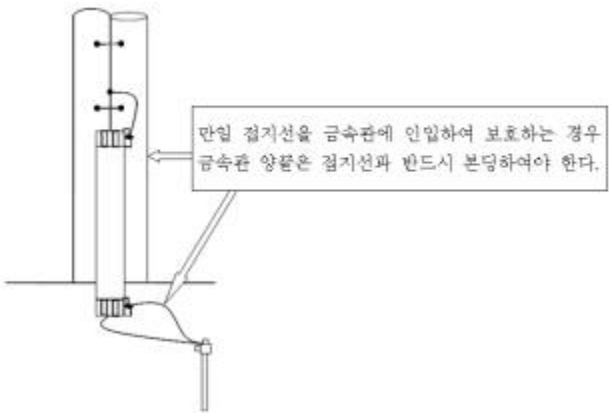
(3) 비록 방호를 필요로 하지 않아도 방호는 설치될 수 있으며, 만약 방호가 필요하지 않지만 설치된 것이라면 위의 필요사항에 맞게 적절하게 설치되어야 한다.

(4) 만약 접지선에 대하여 방호가 요구된다면 위험에 노출되는 장소에서 발생하는 손상 방지를 위해 적절한 방호가 이루어져야 한다. 만약, 접지선에 대하여 방호가 요구되어지지 않는다면 일반적인 설치방식(스테플러와 같은 고정장치 등)으로 나무 전주에 접지선을 고정하여야 한다. 방호의 유무에 따른 접지선에 대한 필요조건은 <그림 2-6>과 같다.



<그림 2-6> 방호의 유무에 따른 접지선에 대한 필요조건

(5) 도체가 금속관에 인입 시설된 경우 유도성 쵸크(Chocking effect)가 생성될 수 있으며, 이것은 사고나 낙뢰가 발생할 때 위험전압이 발생할 수 있어, 이를 방지하기 위해 비금속 전선관이 요구되고 있다. 만약, 금속방호가 강철관이나 금속관로와 비슷하게 사용된다면 <그림 2-7>에서와 같이 양단에 접지선을 위해 결속되어야 한다.



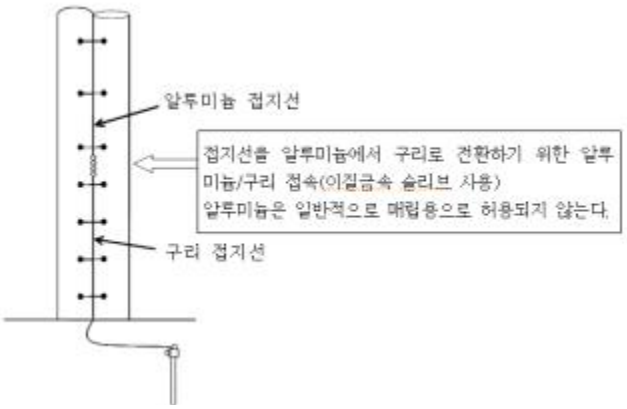
<그림 2-7> 금속관에 접지선을 인입하는 경우의 요구조건

5. 지하

(1) 지하에 매설한 접지선은 지면의 침하를 고려하여 유연하게 시설 할 것이 요구된다. 직매된 접속이나 융착은 부식저항을 고려하여야 한다.

(2) 부식현상은 최소한도로 유지하여야 한다. 케이블의 절연차폐(동심 중성선, 금속 외피막, 연선 등)는 지하의 밀폐함에 있는 다른 접지장치와 연결되어져야 한다. 폐회로 자기소자는 상도체와 접지선 사이에 위치하지 않아야 한다.

(3) 지중, 콘크리트, 석조내에 접지하는데 사용되는 금속은 부식되지 않아야 한다. 이 지침은 매설에는 알루미늄 사용이 허용되지 않는다는 점을 명확하게 명시하고 있다. <그림 2-8>은 알루미늄 접지선의 예로 지하 매립에 적용 시 구리로 전환되는 것을 나타낸 것이다.

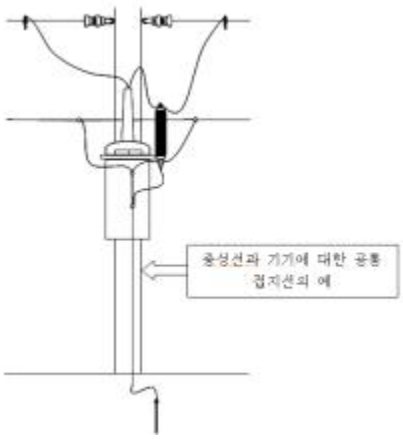


<그림 2-8> 매립용 구리로 전환하기 위한 알루미늄 접지선의 예

6. 회로, 금속 배관선, 설비에 대한 공통 접지선

(1) 이 항은 공급 시스템(중성선)과 기기(리클로져 등) 접지선의 전류용량이 모두 충분한 곳에서 공통 접지선을 허용한다.

(2) 회로와 기기에 대한 공통 접지선의 예는 <그림 2-9>에서 나타내고 있다.



<그림 2-9> 중성선과 기기에 대한 공통 접지선의 예

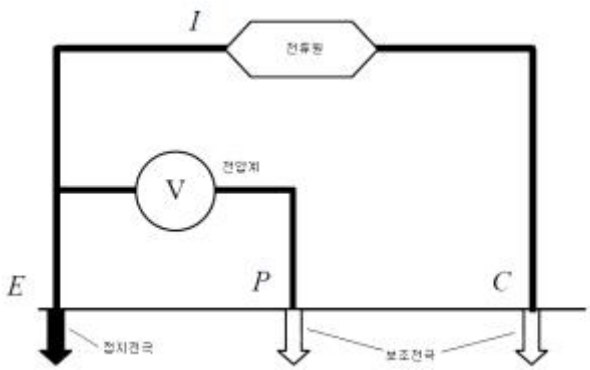
<부록 3>

접지저항의 측정

1. 접지저항 측정원리

가. 접지저항 측정원리

접지저항은 해당 접지체에 유입되는 전류와 그에 의하여 상승되는 대지전위와의 비이므로 <그림 3-1>과 같이 접지저항을 측정하고자 하는 접지전극(E)과 보조전극 C(이를 전류전극이라고 한다) 사이에 알고 있는 전류(I)를 통하게 하고 이들을 연이은 선상에 또 다른 보조전극 P(이를 전위전극이라고 한다)를 두어 접지전극에 의한 전압강하를 측정하고, 옴의 법칙($R = \frac{E}{I}\Omega$)으로 접지저항을 구한다. 이 전위강하법은 접지전극과 두 개의 보조전극이 사용되어 총 3개의 전극에 의한 측정법이므로 3점 전위강하법이라고도 한다.



<그림 3-1> 소형 접지극의 접지저항 측정회로

나. 전극간 이격거리

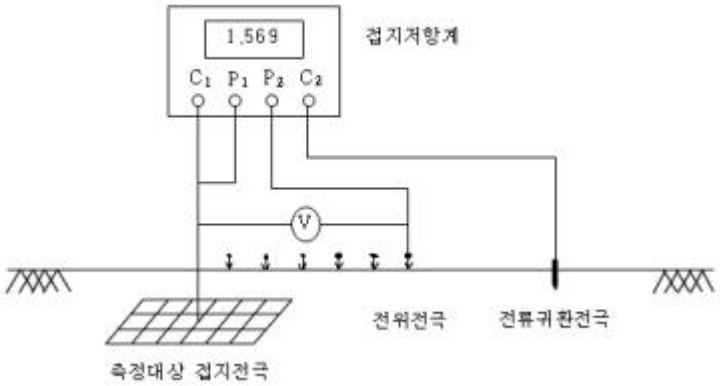
접지전극과 전류전극 사이 지중 전계 간섭을 최소화하는 기술 원리상 전류전극의 이격거리는 가능한 먼 거리로 하는 것이 오차의 확률을 줄여 정확한 측정에 유리하다. 그러나 이때에 보조전극선간의 유도 간섭에 의한 영향을 점점 많이 받을 수도 있음을 고려하여야 한다.

또한 원거리로 이격될수록 다른 외적 영향 요소, 가공전선 또는 철탑 등의 시설물과 다른 지중 도전 매체 등 인근 환경상의 간섭 장애 요인이 발생할 확률이 높아지는 문제가 있다. 뿐만 아니라 거리가 멀어질수록 알 수 없는 토양의 구조 변화도 심화될 수 있을 수 있으므로, 이상적으로 충분한 이격거리 범위로 볼 수 있는 것은 수직깊이형 및 수평접면형 모두 접지극 규모의 5 배로 한다.

2. 접지저항 측정방법

가. 측정회로의 결선

4단자 대지고유저항 또는 접지저항 측정계를 이용하여 <그림 3-2>와 같이 결선한다. 측정계기의 고정 전류전극 단자 C_1과 고정 전위전극 단자 P_1은 측정대상인 변전소 접지계통 접지전극에 접속한다. C_2 단자는 원방의 보조 전류귀환 전극에 접속한다. 전위전극 단자 P_2는 C_1 접속지점과 C_2 접속지점 사이에 위치한 이동용 전위전극에 접속한다.



<그림 3-2> 대형 접지극의 접지저항 측정회로

나. 변전소 접지저항값 결정

만약 측정대상인 변전소 접지계통 접지전극과 보조 전류귀환 전극이 반구이고 이들의 반경이 접지전극과 보조 전류귀환 전극과의 이격거리에 비하여 작으며, 토양이 균질일 경우에 측정대상인 변전소 접지계통 접지전극의 접지저항을 나타내는 정확한 전위전극의 위치는 접지전극으로부터 이격거리의 61.8%가 되는 곳의 저항값을 변전소의 접지저항값으로 결정할 수 있다.

다. 허용폭을 이용한 접지저항 측정방법

본 측정 방법은 IEC, IEEE, NEC 등 접지저항 측정 관련 규격의 조사 및 분석을 근간으로 하고 실제 현장에서의 실험 및 분석한 결과를 토대로 작성되었다. 본 측정방법의 주요 내용은 접지저항 측정 시 이격거리 문제를 허용폭을 고려한 방법으로 전환하여 해소하려 한 것이다. 본 방법에서는 61.8%가 정확한 지점이지만 측정의 용이성을 고려하여 62%로 측정지점을 설정하였다.

1) 그림 3-3과 같이 접지극과 보조전극을 배치시킨다.

2) 접지극(E)과 접지극에서 두 접지극의 저항구역이 겹치지 않는 거리에 설치한 전류보조극(C) 사이에 정상값의 교류전류를 흘려 보낸다.

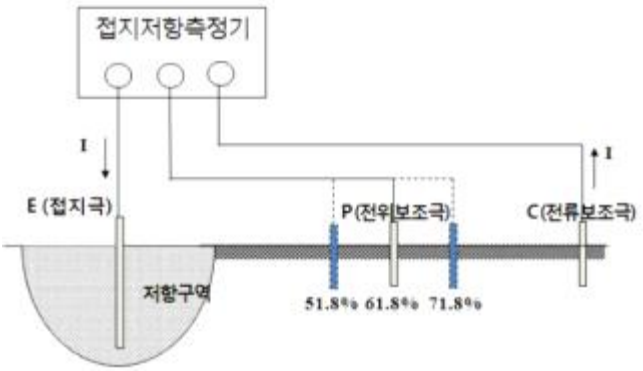
3) 전위보조극(P)은 접지극(E)과 전류보조극(C)의 62% 지점에 위치시키고, 접지극과 전위보조극 사이의 전위강하를 측정한다.

4) 접지극의 저항값은 접지극(E)과 전위보조극(P) 사이의 전압값을 접지극(E)과 전류보조극(C) 사이를 흐르는 전류값으로 나눈 값(저항구역이 겹치지 않는다고 가정)이다.

5) 접지극의 저항이 참값인가를 확인하기 위해서는 전위보조극(P)을 52% 지점 및 72% 지점에 위치시키고 추가로 두 판독값을 측정한다.

6) 62% 지점과 비교하여 52% 지점 및 72% 지점의 측정값의 오차가 ±5% 이내이면 세 값의 평균이 접지극(E)의 저항값으로 구한다.

7) 세 측정값이 ±5% 이내가 아니면 접지극(E)과 전류보조 극(C) 사이의 거리를 늘려 시험을 반복한다.



<그림 3-3> 허용폭을 이용한 접지저항 측정방법

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2026. 1. 30.

○ 개정자 : (사)고경력과학기술연우총연합회

○ 개정사유 : 유사 기술지침과의 통합 및 제목 수정, 관련규격 현행화 등

관리번호	기술지원규정명	정비유형
B-E-9-2026	접지설비 계획 및 유지관리에 관한 기술지원규정	통폐합(개정)
E-92-2017	접지설비 계획 및 유지관리에 관한 기술지침	통폐합(폐지)
E-9-2012	보호도체의 건전성 검출 및 감시에 관한 기술지침	
E-32-2013	접지시스템의 정비에 관한 기술지침	
E-37-2012	접지도체의 연결점에 관한 기술지침	
E-38-2012	접지선과 접속방법에 관한 기술지침	
E-102-2021	저압용 전기설비의 접지설비 선정 및 설치에 관한 기술지침	

○ 주요 개정내용

- 4번 항목 법적 필수사항 추가
- E-9-2012 「보호도체의 건전성 검출 및 감시에 관한 기술지침」에서 접지검증시스템과 접지감시시스템의 일부분만 발췌하여 E-92-2017의 11. 접지감시 및 검증시스템을 신설
- E-32-2013 「접지시스템의 정비에 관한 기술지침」에서 접지시스템 설치의 잘못된 방법, 접지 시스템의 유지관리에 관한 중복 유사내용은 E-92-2017의 4. 접지설비 계획 수립 시 고려사항과 10. 접지저항의 측정과 안전점검에 필요내용을 반영
- E-37-2012 「접지도체의 연결점에 관한 기술지침」은 접지도체를 전원계통 및 설비에 연결하는 내용으로 구성되어 E-92-2017의 7. 접지도체에 필요내용을 반영
- E-38-2012 「접지선과 접속방법에 관한 기술지침」은 접지선의 접속방법에 대하여 구성되어 있어 E-92-2017의 7. 접지도체에서 <부록>을 참고하도록 반영
- E-102-2021 「저압용 전기설비의 접지설비 선정 및 설치에 관한 기술지침」은 E-92-2017의 8. 접지전극에 접지전극에 관한 내용을 포함하고 5, 6, 7(보호 및 기능을 겸한 접지도체~등전위 본딩 도체의 최소 단면적)은 7. 접지도체 내에 저압용 전기설비 접지도체로 세항목을 만들어 반영
- 그 외 KEC 등 인용된 문헌에 대한 현행화

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : B-E-9-2026
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2026. 1. 30.