

KOSHA GUIDE

E - 102 - 2021

저압용 전기설비의 접지설비 선정 및 설치에 관한 기술지침

2021. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자 : 한국산업안전보건공단 윤동현
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 윤동현
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전시스템연구실
- 개정자 : (전) 산업안전보건연구원 최상원

- 제정경과
 - 1999년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의
 - 1999년 12월 총괄제정위원회 심의
 - 2007년 10월 전기안전분야 제정위원회 심의
 - 2007년 11월 총괄제정위원회 심의
 - 2011년 12월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)
 - 2021년 9월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

- 관련규격
 - IEC 60364-4-41 (2005) : Low-voltage electrical installations - Part 4-41 : Protection for safety - Protection against electric shock
 - IEC 60364-5-54 (2005) : 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 (1979) : Amendment 1, Voltage bands for electrical installations of buildings
 - 한국전기설비규정(KEC)핸드북

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

- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 설명서 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2021년 12월

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

저압용 전기설비의 접지설비 선정 및 설치에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제302조(전기기계·기구의 접지)의 규정에 따라, 전기설비에 의한 감전방지를 위해 접지설비와 접지도체의 선정과 설치에 관한 기술지침을 정함을 그 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장내에 설치된 전기설비의 접지설비 선정 및 설치에 대하여 적용한다.

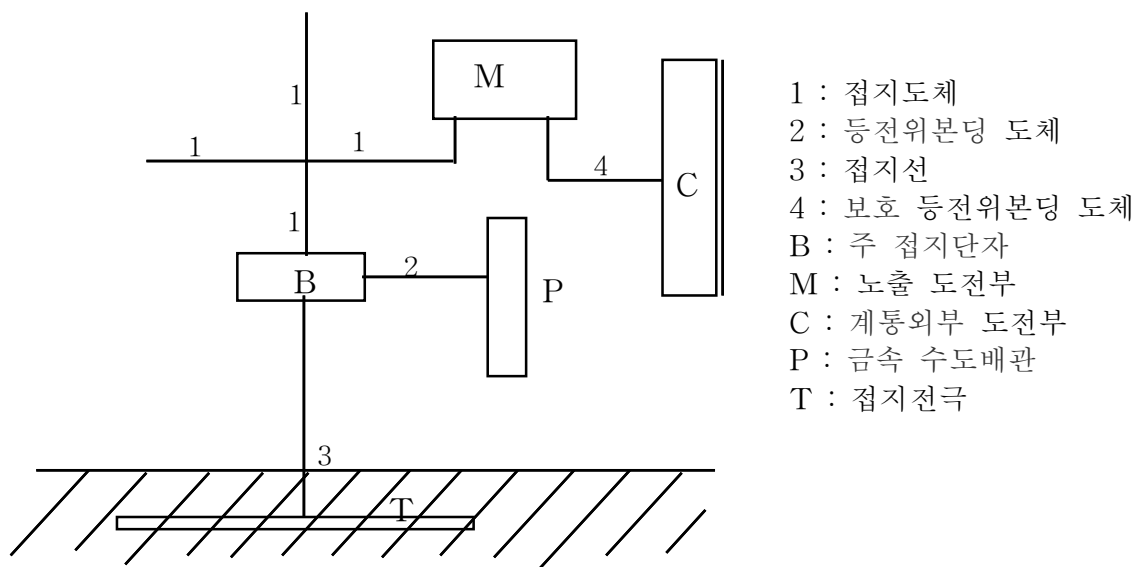
3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “접지도체”라 함은 피접지물을 접지전극이나 접지모선에 접속하기 위한 도체를 말한다.
- (나) “접지전극”이라 함은 피접지물을 대지와 전기적으로 접속하기 위하여 지중에 매설한 도체를 말한다.
- (다) “등전위본딩”이라 함은 등전위성을 보증하기 위한 목적으로 인접부분 간을 전기적으로 접속한 것을 말한다.
- (라) “보호 등전위본딩”이라 함은 감전보호 등의 안전을 목적으로 실시한 등전위본딩을 말한다.
- (마) “기능접지”라 함은 기기의 정상적인 기능을 위한 접지를 말한다.
- (바) “노출 도전부”라 함은 접촉우려가 있는 전기기기의 도전성 부분으로 정상상태에서는 충전되지 않으나 기능절연이 고장이 날 경우에 충전되는 부위를 말한다. 다만,

노출 도전부와외의 접촉에 의해서 충전부가 되는 전기기기의 도전부는 그 자체를 노출 도전부로 보지 않는다.

- (사) “계통외부 도전부(Extraneous conductive part)”라 함은 전기설비의 일부는 아니나, 국부적인 전위상승이 유도되기 쉬운 전기설비 외부의 도전부를 말한다.
- (아) “PEN 도체(Protective and neutral conductor)”라 함은 중성점접지와 보호접지의 기능을 겸한 접지도체를 말한다.
- (자) “TN 계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 전원측 접지전극에 접지도체로 접속한 방식을 말한다.
- (파) “TT 계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 전원측의 한 점을 직접 접지시키고, 전기기기의 접지는 이와는 별도의 접지극에 접속하는 방식을 말한다.
- (허) “IT 계통”이라 함은 전력계통 접지방식의 하나로 모든 충전부를 대지에서 격리시키거나 한 점에서 고 임피던스로 접지시키고, 전기기기의 도전부는 독립접지 또는 공통 접지한 방식을 말한다.



<그림 1> 접지선 및 접지도체의 예

- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 접지설비

4.1 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 안전보건기술지침 “접지설비 계획 및 유지관리에 관한 기술지침” 부록에 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.

4.2 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 4.2(5)항을 만족하여야 한다.
 - (사) 기타 적절한 지하구조물, 다만 4.2(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·변전소 개폐소 또는 이에 준하는 장소에 접지극을 별도의 안전요구사항에 부합되는 경우에는 그러하지 아니한다.
 - (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 변화한 장소에 설치하는 피해야 한다.
 - (나) 서로 다른 재질의 접지전극을 연결할 경우 전식을 고려한다.
 - (다) 콘크리트 기초 접지전극에 접속하는 접지선이 용융아연도금강제인 경우 접속 부를 토양에 직접 매설해서는 안된다.
- (5) 금속제 수도관설비를 접지전극으로 사용하는 경우에는 수도사업자의 동의를 얻고, 수도관설비의 어떠한 변경공사 시에도 상호 연락하여 협조를 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.

4.3 접지선

- (1) 접지선은 4.5.1항에 적합하여야 하며, 큰 고장전류가 접지선을 통하여 흐르지 않을 경우 접지선의 최소 단면적은 다음과 같다.
 - (가) 구리는 6 mm² 이상
 - (나) 철재는 50 mm² 이상
 - (다) 접지도체에 피뢰시스템이 접속되는 경우 접지도체의 단면적은 구리 16 mm² 또는 철 50 mm² 이상으로 하여야 한다.
- (2) 접지선과 접지전극의 접속은 견고하고 전기적인 연속성이 보장되도록, 접속부는 발열성 용접, 압착접속, 클램프 또는 그 밖에 적절한 기계적 접속장치에 의하여 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.

4.4 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 점검시에 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.

4.5 보호도체

4.5.1 최소 단면적

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

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

이때, 이식은 차단시간이 5초 이하에서만 적용한다.

여기서, S : 단면적 (mm^2)

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 표에 따라 선정할 수 있다.

<표 2> 보호도체의 최소 단면적

선도체의 단면적 S (mm^2 , 구리)	보호도체의 최소 단면적 $S(\text{mm}^2, \text{구리})$	
	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:전기

기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체)의 표 A54.1(여러 가지 재료 변수 값) 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 최소단면적은 중성선과 동일하게 적용한다.(KS C IEC 60364-5-52(저압전기설비-제5-52부:전기기기의 선정 및 설치-배선설비)참조).

(3) 4.5.1(1)항의 식에 의한 계산 값이 표준규격과 일치하지 않는 경우는 바로 위의 표준규격에 해당하는 단면적의 도체를 사용한다.

(4) 보호도체의 단면적은 <표 2>에 제시한 값 이상으로 하여야 한다. <표 2>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 mm²-구리/16 mm²-알루미늄

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

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

4.5.2 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 4.5.1항에서 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) 도전을 및 굽기가 4.5.1항에서 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.

4.5.3 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) 4.5.2(2)항에서 인정하는 경우를 제외하고, 전기설비의 노출 도전부를 기타기기의 접지도체의 일부로서 사용해서는 안 된다.

4.6 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) 지락고장시에 지락계전기를 작동시켜 전원을 차단하도록 하는 전기기기의 노출 도전부는 접지도체에 접속을 한다. TN, TT 및 IT 계통에서의 접지 보호장

치는 안전보건기술지침 “저압전기설비에서의 감전예방을 위한 기술지침”을 참조한다.

5. 보호 및 기능을 겸한 접지 도체

5.1 보호접지 및 기능접지를 동시에 요구하는 경우에는 보호접지를 우선으로 한다.

5.2 PEN도체

- (1) TN계통의 고정배선설비에 있어서 동선의 단면적이 10 mm² 이상 또는 알루미늄선의 단면적이 16 mm² 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 안 되며, 그 분기장소에 있어서 접지도체 및 중성선용의 단자를 각각 설치하여야 한다. PEN도체는 보호도체용 단자에 접속한다.

6. 보호 및 계통을 겸한 접지 도체

6.1 보호도체와 계통도체를 겸용하는 접지도체(중성선과 겸용, 선도체와의 겸용, 중간도체와의 겸용 등)는 계통의 기능에 대한 조건을 만족하여야 한다.

6.2 겸용도체는 고정된 전기설비에서만 사용할 수 있으며 다음과 같다

- (1) 단면적은 구리 10 mm² 또는 알루미늄 16 mm² 이상이어야 한다.
- (2) 중성선과 보호도체의 겸용도체는 전기설비의 부하측으로 시설하여서는 안된다.

(3) 화재폭발 위험장소에서는 보호도체를 전용으로 설치하여야 한다.

6.3 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 CIEC 61534-1(전원트랙-제1부:일반요구사항)에 의한 것은 제외한다.

6.4 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 중성선중간도체선도체와 보호도체를 구성하는 것은 허용한다.

(2) 겸용도체는 보호도체용 단자 또는 바에 접속되어야 한다.

(3) 계통외 도전부는 겸용도체로 사용해서는 안된다.

7. 등전위본딩 도체의 최소단면적

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

(가) 구리도체 6 mm²

(나) 알루미늄 도체 16 mm²

(다) 강철 도체 50 mm²

- (2) 주접지단자에 접속하기 위한 보호본딩도체의 단면적은 구리도체 25 mm² 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 4.5.1(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 mm², 알루미늄 도체 16 mm²
(나) 기계적 보호가 없는 것은 구리도체 4 mm², 알루미늄 도체 16 mm²
- (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.

지침 개정 이력

□ 개정일 :

- 개정자 : 최상원
- 개정사유 : 한국전기설비규정(KEC) 제정에 따른 개정사항 반영
- 주요 개정내용
 - 4.2 접지전극 시공조건 내용 추가
 - 4.3 접지선의 한국전기설비규정(KEC)을 반영한 개정
 - 4.5 보호도체의 최소 단면적 선정방식을 한국전기설비규정(KEC)을 반영한 개정
 - 6. 보호 및 계통을 겸한 접지 도체 내용 추가
 - 7. 등전위본딩 도체의 최소단면적의 내용 추가 및 구체화