▶ I. 통합접지시스템의 기본개념
II. 통합접지공사 시공 시 고려사항
III. 통합접지시스템 설계·시공에 대한 소고
IV. SPD 외부 보호장치의 적용과 이해

통합접지시스템의 기본개념

이복희
〈인하대학교 교수〉

1. 통합접지시스템의 필요성

지능형 건물 및 정보기술설비 이용의 증대에 따라 사용자의 입장에서는 언제, 어디서든 용이하게 이용할 수 있는 바람직한 접지시스템은 감전보호용, 피뢰설비용, 기능용 접지전극을 공용으로 사용하며, 계통외도전성부분, 노출도전성 부분 모두를 등전위본딩하는 것을 기본으로 하는 통합접지시스템이다. 특히 지능형 건물은 컴퓨터를 포함한 사무자동화 기기를 비롯하여 통신기기, 건물 관리시스템 기기, 보안감시시스템 기기 등이 시설되고 있으며, 이들 기기는 기능상의 접지를 필요로 하고 있다. 보안용 접지는 지능형 건물의 구성요소인 전자·정보통신 기기의 안정한 동작의 확보와 충분한 기능의 발휘를 위해서는 시스템화된 접지형태가 필요하다. 건물 공간 내에는 전력선과 정보통신배선이 혼재되어 있으며, 통신선에 노이즈가 유기되는 경우도 있다. 또한 낙뢰는 건축물을 직격하며, 선로를 따라 뇌서지가 침입하여 전자·정보통신 기기를 파손시키는 경우도 있다. 이들을 보호하기 위해서는 필터나 서지방호장치만으로는 충분하지 못하므로 최종적으로는 통합접지시스템을 시설할 필요가 있으며, 본 고에서는 통합접지시스템의 기본개념에 대하여 기술한다.

2. 통합접지시스템의 개요

2.1 통합접지시스템의 정의

통합접지시스템(integrated grounding system)이란 국부접지전극의 근방에서 위험한 접촉전압이 발생하지 않도록 국부접지시스템의 상호 접속으로 구성된 등가접지시스템을 말하며, 접지고장전류가 분류되어 국부접지시스템의 접지전위상승이 저감되며, 준등전위면을 형성한다. 목적이 다른 형태의 접지를 통합하여 공통으로 접속하는 것으로 상호 접속된 철근·철골 등의 도체에 의해서 둘러싸인 구조체인 「패러데이 케이지」 내에 사람이나 전기설비를 설치한 상태로 부분적으로 위험한 접촉전압이 발생하지 않도록 하는 것이다. 따라서 모든 금속부가 등전위화되어 전위차가 생기지 않으므로 설비가 안전한 장점이 있다.

2.2 통합접지시스템의 효용성

IEC 표준의 접지방식은 철근·철골조 건물에 시설하는 전기설비의 접지를 대상으로 감전보호용, 피뢰설비용, 기능용 접지전극을 공용으로 사용하며, 계통외도전성부분, 기기의 노출도전성 부분, 외부도전성 부분 모두를 등전위본딩하는 것을 기본으로 하며, 다음과 같은 관점에서 효용성이 높은 접지시스템이다.

① 감전보호용, 피뢰설비용, 기능용의 접지기능을 모두 충족시킬 수 있는 합리적인 접지시스템이다.
② 독립접지를 여러 개 병용한 경우에 발생하는 전위간섭의 문제를 해결할 수 있다.
③ 건물의 구조체를 공통의 접지전극으로 이용할 수 있으므로 낮은 접지저항 값을 경제적으로 얻을 수 있다.
④ 건물의 철근·철골 등을 접지 관계의 도체로서 이용할 수 있으므로 경제적인 접지설계를 할 수 있다.

따라서 철근·철골조 건물에서 종래의 전기설비기술기준에 규정되어 있는 독립접지방식(제1종, 제2종, 제3종, 특별3종)에서 발생되는 문제점을 해결하고 대체할 수 있는 접지시스템이다.

통합접지시스템은 공통접지와 등전위본딩으로 이루어지므로 감전보호용, 피뢰용, 기능용 3가지 목적에 유효하게 기능하는 접지방식으로 그 이유는 다음과 같다.

(1) 감전보호용 접지

감전보호용 접지는 사람 및 전기기기의 안전을 확보하기 위한 접지이다. 기기의 지락고장이 발생하거나 뇌격이 입사한 경우 접지선을 경유하여 접지고장전류를 대지로 방류시키므로 감전방지나 기기보호의 역할을 한다.

(2) 피뢰설비용 접지

피뢰설비용 접지시스템은 건물 내에 설치되어 있는 전기전자기기를 보호하는 내부피뢰시스템과 밀접하게 관계된다. 통합접지시스템은 접지를 공통으로 하므로 뇌전류의 일부가 통합접지시스템으로 유입되므로 이의 영향을 고려하여야 한다.

(3) 기능용 접지

기능용 접지는 전기전자기기의 안정한 동작을 확보하기 위한 접지이다. 약전류 기기의 경우 대지전위를 기준점으로 하면 되지만 초소형 전자기기의 경우는 접지계에 유입되는 미약한 전위변동도 오동작의 원인으로 된다. 건물이 패러데이케이지로 간주되도록 철근·철근을 서로 전기적으로 접속하면 고주파 영역에 대해서도 낮은 임피던스의 경우에는 이들에 본딩하여 접지선으로 대용할 수 있다.

그러나 통합접지시스템은 다음과 같은 단점이 있으므로 적용할 때 고려해야 한다.

- 뇌전류나 고장전류가 전자통신설비로 분류되어 이들 설비가 파괴될 수 있다.
- 뇌전류나 고장전류가 원인이 되어 유도전압을 발생시키며, 상승한 전위에 의해 전자통신설비가 파손될 수 있다.
- 건물구조체로 뇌전류가 흐르면 철근이나 철골의 주위에 높은 유도전압이 발생한다. 전자기기 등을 오동작시키므로 뇌전류를 건물 구조체에 흘려서는 안 된다.

2.3 통합접지시스템의 기본요건

통합접지시스템으로 구성된 건물에서 접촉전압의 제한은 다음과 같다.

① KS C IEC 60364-4-41(안전을 위한 보호 - 감전에 대한 보호) : 충전부가 지락된 경우 노출도전성 부분의 대지전압이 50V 이하가 되도록 규정되어 있다.

② IEC 61200-413(간접접촉에 대한 보호 - 전원의 자동차단) : 인체를 통과하는 전류의 관계로부터 규약접촉전압으로 50V가 규정되어 있다.

2.4 통합접지시스템의 적용대상 건물

통합접지시스템을 적용할 수 있는 건물의 접지전극은 구조체 접지전극, 환상접지전극과 접지그리드로 구성된 공통접지전극, 개별접지전극의 연접 등이므로 적용대상의 건물은 다음과 같다.

- 철근콘크리트구조(RC조)
- 철골·철근콘크리트조(SRC조)
- 철골구조(S조)

건물 내에 설치된 전기설비는 벽, 바닥, 천정의 철근으로 둘러싸이므로 패러데이케이지와 같은 등전위면의 내부에 있는 것으로 생각할 수 있다. 기기의 설치형태, 철근과의 전기적 접속상태 혹은 철근끼리의 접속방법이 다르므로 등전위인지를 확인할 필요가 있다.

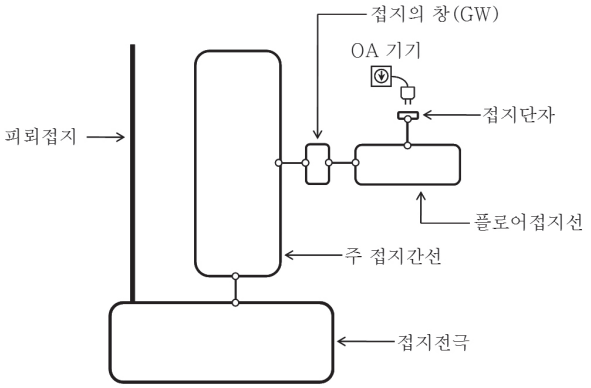


그림 1 통합접지시스템의 개념도

2.5 통합접지시스템의 구성

통합접지시스템은 전위의 기준점을 대지로 하는 접지전극, 접지를 하는 설비와 접지선으로 이루어진다. 접지선은 접지간선과 플로어접지선으로 분류하며, 접지간선은 대지로 하는 기준점을 가상대지로 하여 건물 공간에 배치하는 기능을 가진다. 건물 각층에 기준전위점을 제공하기 위한 접지의 창(ground window: GW)을 설정한다. 철근·철골조의 사무자동화 건물에 시설하는 통합접지시스템의 구성에 대한 개념도를 그림 1에 나타내었으며, 주요 구성요소와 전제조건은 다음과 같다.

- 기준접지전극시스템
- 공통 접지전극(주 접지간선)
- 신호용 기준접지점(zero signal reference grid: ZSRG)
- 1점 접지점(zero signal reference point: ZSRP)

(1) 공통 접지전극

건물을 일괄한 기준접지전극시스템을 구성하는 것을 기본으로 하며, 전기설비용과 기능용 접지는 주 접지간선과 접지의 창(ground window: GW)에 접속한다. 또한 접지점은 GW로 하고, 개별접지가 필요한 경우 GW와 단말기기 사이를 개별적으로 배선한다.

(2) 피뢰시스템 접지와의 관계

피뢰시스템의 인하도선은 주 접지간선과 분리하지만 접지점은 하나로 생각하여 접지전극을 공통으로 한다.

(3) 접지시스템의 유효성

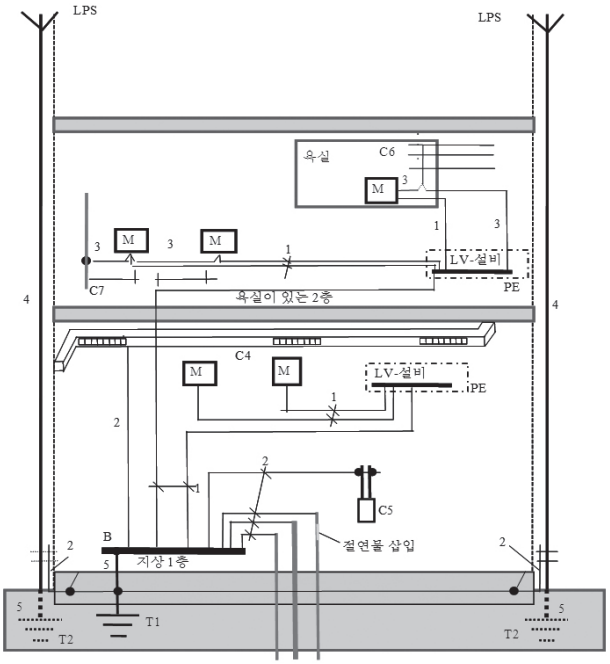
통합접지시스템은 개별접지시스템 이상의 접지성능을 가지는 것으로 한다.

3. 통합접지시스템의 시설

3.1 통합접지시스템 시설의 개요

전원계통에서 지락고장이 발생한 때 등전위구역의 주 접지단자에는 수 V 이상의 전압이 나타나는 경우가 있다. 주 접지단자에 접속되어 있는 모든 계통외도전성 부분과 노출도전성 부분도 동일한 전위로 되어 등전위구역 내에 있는 사람에게는 감전의 위험이 없다. 보호 등전위본딩은 접지계통의 종류에 관계없이 전기설비에서의 감전위험을 줄이는 효과가 있다. 전원계통의 접지방식에 따라 등전위본딩의 중요도는 다르고 하나의 전원설비에는 하나의 등전위구역이 형성된다.

등전위본딩을 기반으로 하는 통합접지시스템의 시설에 대한 기본적인 예를 그림 2에 나타내었다. 건축물의 외부에서 인입하는 각종 금속제 인입설비의 도관은 최대 단면적을 갖는 도관부분에서 서로 접속되어야 하며, 가능한 한 인입구 근방에서 접속해야 한다. 수도관과 가스관의 건축물 내의 도관은 건축물의 인입구에서 유통방향의 하향 최초 밸브 후단에서 접속되어야 한다. 금속제 배수관이 접지도체의 중간 일부로 포함된 경우 배수관 도중의 접속부에 삽입된 패킹이 금속도전성을 차단할 수 있으므로 금속 접속부를 추가로 등전위본딩과 접속하는 것이 바람직하다. 승강기의 가이드 레일이나 대형 창고 및 공장의 강철



M : 노출도전성 부분　　C : 계통외도전성 부분
C1 : 외부에서 인입되는 수도관
C2 : 외부에서 인입되는 상하수도 금속관
C3 : 외부에서 인입되는 절연물이 삽입된 금속제 가스관
C4 : 에어컨　　C5 : 난방시스템
C6 : 욕실의 금속제 급수관
C7 : 노출도전성 부분에서 팔로 닿을 수 있는 범위 내에 있는 계통외 도전성 부분
B : 주 접지단자　　T : 접지전극
T1 : 기초접지
T2 : 피뢰설비의 접지전극　1 : 보호도체　2 : 감전보호 본딩 도체
3 : 보조 등전위본딩 도체　4 : 인하도선　5 : 접지도체

그림 2 통합접지시스템 시설의 예

제 구조물도 등전위본딩에 접속해야 한다.

KS C IEC 60364 저압전기설비에 피뢰침 접지도체가 등전위본딩의 접속대상으로 제시되어 있지 않아 등전위본딩에 접속할 필요가 없다는 의미는 아니며, KS C IEC 62305 피뢰시스템에는 피뢰침 접지도체와 등전위본딩은 접속해야 하는 것으로 규정되어 있으므로 공통의 요건을 충족하도록 시설하는 것이 합리적이다. 보호 등전위본딩은 다음의 요건을 충족하도록 시설해야 한다.

- 수도관, 가스관과 같은 건축물로 인입되는 인입계통의 금속관
- 일상의 생활에서 접촉할 수 있는 건축물의 계통외도전성 부분, 금속제 중앙 난방설비
- 철근콘크리트조의 금속보강재

건축물의 외부에서 인입하는 각종 도전성 부분은 가능한 한 인입점 근방에서 본딩해야 한다. 등전위본딩을 하는 모든 설비에는 주 접지단자를 시설해야 하며, 주 접지단자에는 다음과 같은 도체를 접속해야 한다.

- 주 등전위본딩 도체
- 접지도체
- 보호도체
- 기능성 접지도체

통신케이블의 소유자 또는 운영자의 요구를 고려하여 통신케이블의 금속제 피복도 등전위본딩에 접속해야 한다. 통신설비의 운영책임자가 등전위본딩과의 접속에 동의하지 않거나 거절하는 경우 위험방지를 위해 필요한 보호수단은 당연히 통신설비 운영책임자가 강구해야 한다.

3.2 접지극시스템

건축물에서 통합접지시스템의 구성을 위한 접지시스템은 접지그리드와 상호 접속된 철근·철골 등의 도체로 둘러싸인 구조체의 패러데이케이지 내에 사람이나 전기전자설비가 놓이는 상태로 되어 부분적으로도 위험한 전압이 발생하지 않게 다음과 같이 시설한다.

① 뇌전류를 대지로 방류시키기 위한 접지시스템과 건축물 공간 사이에 발생하는 전위차를 최소화하고, 뇌전류에 의한 자계를 저감시키기 위한 본딩망을 서로 접속하여

완전한 접지시스템과 등전위본딩을 구축할 수 있으며, 보호대상 전기전자기기에의 영향을 최소로 할 수 있다.

② 접지시스템은 건축물 보호용 피뢰시스템의 것으로 한다.

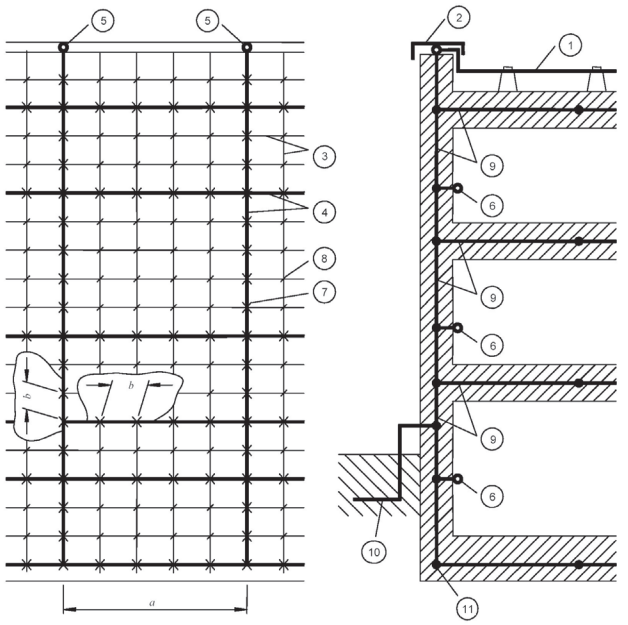
③ 낮은 임피던스의 본딩회로망으로 한다.

메시형 접지전극이 바람직하며, 건축물 주변의 환상 접지전극 또는 기초콘크리트 내의 환상 접지전극은 5m의 폭을 갖는 구조물 주변 및 지하의 메시망과 통합해야 하며, 필요에 따라 메시의 폭을 적당히 선정한다. 기초철근콘크리트의 바닥이 상호 잘 접속된 메시를 형성하거나 접지시스템에 매 5m 마다 접속한다.

3.3 본딩망

등전위본딩의 목적은 지락고장 또는 대기방전에 대한 보호대상 공간 내부의 금속제 부분과 시스템 사이의 전위차를 최소로 하는 것이다. 즉, 사람을 포함해 전기설비가 있는 보호대상 공간에서 고장전류 또는 뇌전류에 의한 위험한 전위차의 발생을 방지하기 위해서 낮은 임피던스의 본딩회로망이 필요하며, 자계를 저감시키는 역할도 한다. 등전위본딩은 케이블 시스 및 건축물의 각층 바닥 또는 확장바닥의 일부에 설치된 수도관, 덕트 혹은 메시와 같은 금속제 설비에 접속한다. 건축물의 철골이나 철근도 유효하며, 등전위본딩의 예를 그림 3에 나타내었다.

금속제 설비인 가스관 또는 상하수도관 등과 같이 도중에 절연부품이 삽입되어 있는 경우에는 적절한 동작조건을 가지는 서지방호장치를 이용하여 그림 4와 같이 본딩을 해야 한다. 이는 뇌전류에 의해서 가스관 또는 상하수도관의 도중에 삽입된 절연부품에서 불꽃방전이 발생하는 것을 방지하기 위한 것으로 절연부품의 내전압에 적합한 동작전압과 방전전류 내량을 가지는 절연방전관을 설치해야 한다.



① 수뢰도체 ② 지붕 난간의 금속 덮개
③ 강철 보강제 ④ 보강용 철근에 중첩시킨 메시도체
⑤ 메시도체의 접속 ⑥ 내부 본딩 바에의 접속
⑦ 용접과 죔쇠에 의한 접속 ⑧ 임의 접속
⑨ 콘크리트 내의 강철 보강재 ⑩ 환상 접지전극
⑪ 기초 접지전극
a 메시도체를 중첩시키는 5m의 전형적인 거리
b 메시도체를 보강재에 접속하는 1m의 전형적인 거리

그림 3 구조물 보강재를 이용한 등전위본딩

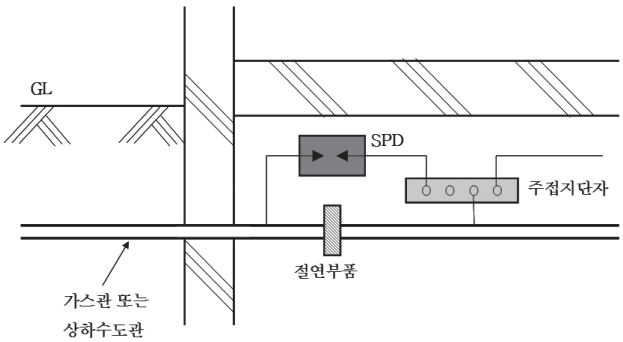


그림 4 서지방호장치를 이용한 금속제 가스관 또는 상하수도관의 등전위본딩

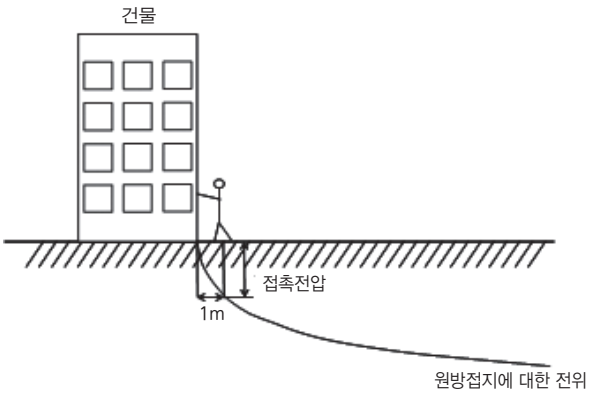


그림 5 건물 외벽의 접촉전압

3.4 건물 외벽의 금속 부분의 접촉전압의 제한 및 감전방지대책

철근·철골조 건물의 구조체를 접지전극으로 이용한 통합접지시스템에 지락고장전류 또는 뇌전류가 흐른 경우 건물 내에 있는 사람에 대해서는 안전을 확보할 수 있다. 그림 5에 나타낸 바와 같이 지락고장전류 또는 뇌전류에 의한 건물 전체의 전위상승으로 건물 외벽 금속부분에 발생하는 접촉전압에 의해서 사람이 감전되지 않도록 대책을 강구하여야 한다.

(1) 접촉전압의 제한

접촉전압(touch voltage)이란 사람이 접지를 한 시설물 또는 구조물에 접촉하였을 때 접촉한 구조물의 전위와 사람이 서 있는 지점의 바닥(대지)표면전위의 차를 말하며, 구조물과 바닥표면상의 거리 1m인 지점사이의 전위차로 나타낸다. 일반인이 건물 외벽에 접촉한 경우에 감전사고가 발생하지 않도록 안전을 확보할 필요가 있으며, 통합접지시스템으로 구성된 건물 외벽에 대한 접촉전압의 제한값은 50V로 하며, 그 근거는 다음과 같다.

① KS C IEC 60364-4-41(안전을 위한 보호 - 감전에 대한 보호) : 충전부가 지락된 경우 노출도전성 부분의 대지전압이 50V 이하가 되도록 규정되어 있다.

② IEC 61200-413(간접접촉에 대한 보호 - 전원의 자동차단) : 인체를 통과하는 전류의 관계로부터 규약접촉전압으로 50V가 규정되어 있다.

③ 전기설비기술기준의 판단기준 제41조(지락차단장치 등의 시설) : 금속제 외함을 가지는 사용전압이 60V를 초과하는 저압의 기계기구로서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로에는 전로에 지락이 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설하여야 한다.

(2) 건물 외벽의 접촉전압억제대책 감전방지대책

건물 외벽의 접촉전압이 허용값을 초과하는 경우 다음과 같은 접촉전압을 억제하는 대책 또는 감전을 방지대책이 필요하다.

① 접지저항을 낮추는 방법

구조체 접지전극을 이용하는 건물 외벽의 접촉전압이 허용값 50[V]를 초과하는 경우 구조체 접지전극에 추가하여 환상접지전극, 메시접지 등의 보조접지전극을 부설하거나 접지저항 저감제를 첨가하여 구조체 접지저항 자체를 저감시킨다.

② 외벽 주변의 전위경도를 완화시키는 방법

건물 외벽의 접촉전압의 크기는 외벽에서 외측으로 향하는 전위경도의 크기에 따라 변화한다. 건물 외벽의 주위의 1m정도의 부분에 건물의 매설지선 등의 도체를 연장시켜 건물과 등전위로 한다. 접지선의 형상을 조정하여 전위경도를 완화시키는 방법이 있다.

③ 인체에 전류가 흐르지 않도록 절연하는 방법

건물 외벽의 접촉전압이 허용값을 초과하는 경우의 대책으로 사람이 접촉할 우려가 있는 건물 외벽의 주위 바닥을 절연성의 모래나 아스팔트를 부설하는 방법이 유효하다. 또한 입구나 출입문 등 사람이 접촉할 우려가 있는 부분은 바닥을 절

연하는 방법이 유효하다.

④ 건물 외벽에의 직접 접촉을 방지하는 방법

건물 외벽에 사람이 쉽게 접촉할 수 없도록 담이나 울타리를 부설하는 방법이다. 담이나 울타리의 전위상승도 고려하여야 하므로 담이나 울타리는 접지를 하며, 이 접지는 건물의 주 접지망과 1m이상 떨어지도록 한다.

(3) 접촉전압의 억제가 매우 어려운 경우에 대한 검토

접촉전압을 허용값 이하로 억제하는 것이 극히 곤란한 경우 다음과 같은 방법으로 안전을 확보할 수 있다.

ⓐ 지락고장전류의 지하매설물로의 분류분을 고려하여 전위상승값을 계산하는 방법을 적용할 수 있다. 실측데이터에 의하면 고장전류의 95%정도가 케이블시스 등으로 분류되므로 전위상승에 기여하는 전류분은 5%이하인 결과도 있다. 지하매설물 등의 상황에 따라서 고장전류의 분류분이 다르므로 분류분을 측정 또는 산정할 수 있는 경우는 채용할 수 있는 방법이다.

ⓑ 고장전류의 차단시간을 고려하여 50V보다 높은 접촉전압을 허용하는 경우도 있다. 허용 접촉전압 50V는 영구적인 접촉상태에 대한 것으로 전기취급자만 출입할 수 있는 장소 등 고장전류의 차단시간을 고려할 수 있는 경우에는 차단시간에 따라서 허용접촉전압을 높게 할 수도 있으며, 허용접촉전압의 계산은 다음과 같이 한다.

일반인이 접촉할 수 있는 건물 외벽 등의 허용접촉전압은 KS C IEC 60364-4-41, KS C IEC 61200-413표준에 따르면 50V이하로 하여야 한다. 한편 전기취급자만이 출입할 수 있는 장소에서 안전화의 착용 등의 조건을 고려하여 IEC 61936-1-2010에 규정된 허용접촉전압을 적용할 수 있다. IEC 61936-1-2010에 규정된 허용접촉전압(V_{TP})을 계산하는 방법은 다음과 같다.

$$V_{TP}=I_B(tf)\cdot\frac{1}{HF}\cdot Z_T(V_T)\cdot V \qquad (1)$$

여기서

V_T : 접촉전압, V_{TP} : 허용접촉전압, tf : 고장계속시간

$I_B(tf)$: 인체허용전류. 고장계속시간에 따라 변동하며, IEC/TS60479-1(2005-07)표준의 그림 20 및 표 11의 c_2곡선(심실세동의 확률 5 %이하)의 값이다.

HF : 심장전류계수. IEC/TS60479-1(2005-07)표준의 표 12에 제시된 값으로 왼손과 양발 사이는 1.0, 오른손과 양발 사이는 0.8, 양손 사이는 0.4이다.

$Z_T(V_T)$: 인체임피던스 50%. IEC/TS60479-1(2005-07)표준의 표 1 및 그림 3에 제시된 값으로 접촉전압에 따라 변동하며, 최초 계산은 가정한 레벨로 시작해야 한다.

BF : 인체계수. IEC/TS60479-1(2005-07)표준의 표 3에 제시된 값으로 손과 양발에 대하여는 0.5, 양손과 발에 대하여는 0.5이다.

왼손과 양발 사이 또는 양손 사이와 같이 접촉전압조건에 따라 허용접촉전압은 다르다. IEC/TS60479-1(2005-07)표준에 제시된 그림 6에 나타낸 인체의 임피던스는 4개의 접촉전압에서 취한 가중평균을 기반으로 하며, 왼손과 양발 사이, 오른손과 양발 사이, 양손과 양송 사이의 접촉전압의 가중값은 1.0이고, 양손 사이의 가중값은 0.7이다.

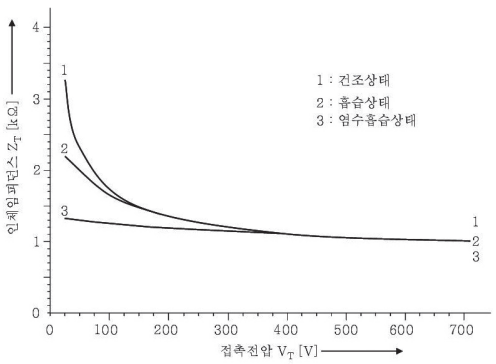


그림 6 전류경로 양손 사이에 대한 인체의 임피던스(50%)

추가저항을 특별히 고려하는 경우 예상허용접촉전압을 결정하는 공식은 다음과 같다.

$$V_{vTp}=I_B(t_f)\cdot\frac{1}{HF}\cdot\{Z_T(V_T)\cdot BF+R_H+R_F\} \qquad (2)$$

여기서 추가인자

V_{vTp} : 예상허용접촉전압

R_H : 손의 접촉저항,

R_F : 발의 접촉저항이다.

사람의 외부저항을 고려할 수 없는 경우의 허용접촉전압곡선은 그림 7과 같다.

허용접촉전압곡선은 인체에 대하여 직렬저항으로 작용하는 신발이나 지표면의 조건에 따라서 산정식 (1) 또는 (2)를 사용하여 계산할 수 있다. 전문가만이 출입할 수 있는 장소에서는 사람의 외부저항에 따라서 접촉전압의 제한값을 적절하게 계산할 수 있다.

㉠ 신발·지표면 등의 저항을 고려하지 않은 경우

신발 지표면 등의 저항을 고려하지 않은 조건에서의 허용접촉전압곡선은 그림 7과 동일하다. 영구적으로 접촉하고 있는 경우의 허용접촉전압은 80V정도이다.

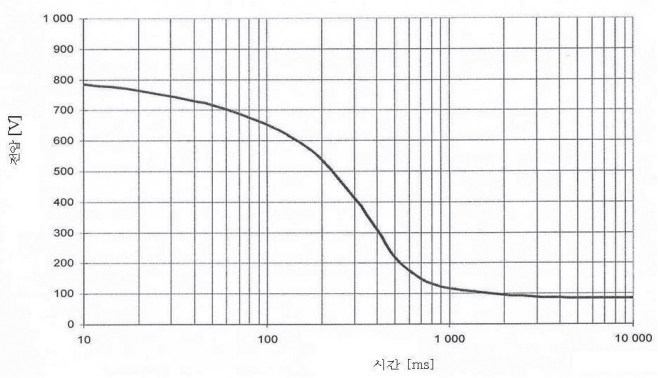


그림 7 허용접촉전압곡선

㉡ 신발·지표면 등의 저항을 고려하는 경우

신발 지표면 등의 사람의 외부저항을 고려하는 경우는 식 (2)에 따라 허용접촉전압을 계산할 수 있다. 외벽에 접촉할 우려가 있는 경우의 구체적인 조건을 적정하게 고려하여 허용접촉전압을 계산할 수 있다.

참고문헌 REFERENCE

[1] IEC International Standard, IEC 61936-1, Ed. 2, Power installations exceeding 1 kV a.c. - Part 1: Common rules, pp.84-97, 2010.8.
[2] 高橋健彦, 接地 等電位ボンデイング設計の實務知識, オ ム 社, pp.33-36, 147-180, 2003.
[3] 竹谷是幸, IEC規格による電氣安全, 理工圖書株式會社, pp.122-127, 192-197, 2001.
[4] KS C IEC 60364-1, 저압전기설비 - 제1부 기본원칙, 일반 특성, 평가 및 용어 정의, 2005.
[5] KS C IEC 60364-4-41, 건축전기설비 - 제4-41부 안전을 위한 보호 - 감전에 대한 보호, 2005.
[6] KS C IEC 60364-4-44, 건축전기설비 - 제4-44부 안전을 위한 보호 - 전압 및 전자파 장해에 대한 보호, 2005.
[7] KS C IEC 60364-5-53, 건축전기설비 - 제5-53부 전기 기기의 선정 및 시공 - 절연, 개폐 및 제어, 2005.
[8] 이복희, 이승칠,"정보통신설비의 뇌(雷)보호", 인하대학교 출판부, pp. 208~220, 2004.
[9] 日本電氣學會, インテリジェントビルの電氣設備における統合化問題の調査研究, 電氣學會技術報告 第II-439號, pp.104~111, 1992.
[10] 日本電氣學會, 生産系建築物における接地システム技術調査研究, 電氣學會技術報告 第724號, pp.1~45, 1999.

[11] IEC International Standard, IEC 62305-3, Ed.2 : Protection against lightning - Part 3: Physical damage to structures and life hazard, TC81/337/CDV, 2009.
[12] IEC International Standard, IEC 62305-4, Ed.2 : Protection against lightning - Part 4: Electrical and electronic systems within structures, TC81/338/CDV, 2009.
[13] IEC International Standard, IEC 61140, Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment, pp.31~175, 2001.

저 • 자 • 소 • 개

이복희

- 1980년 인하대 공대 전기공학과 졸업.
- 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사).
- 1988-89년 동경대학 객원연구원.
- 1999년 Cincinnati대학 방문교수.
- 2010-11년 본 학회 회장, 현재 인하대 IT공대 전기공학과 교수, 본 학회 명예회장.

Tel. (032) 860-7398,
Fax. (032) 863-5822,
e-mail : bhlee@inha.ac.kr