

# IEC 60364에서의 감전보호

이기홍 <대한주택공사 주택도시연구원 수석연구원>

## 1 개요

IEC 60364(저압전기설비)는 공칭전압 AC 1,000 [V] 이하, DC 1,500[V] 이하의 전압으로 공급되는 주택설비, 상업설비 및 공업설비의 전기설비에 적용되는 국제규격이다.

국내에서는 이 규격을 2002년 8월에 한국산업규격(KS)으로 제정, 공표하였으며 그 이후 전기설비기술기준 및 내선규정에도 이 산업규격을 도입하였다.

이 국제규격은 내용적으로 크게 변화하지는 않았지만 규격의 구성이 대폭적으로 재구성되었으며, 2005년 IEC TC64 제주회의에서 규격의 명칭을 건축전기설비에서 저압전기설비로 변경하기로 결정하였다.

IEC 60364는 1980년부터 1999년까지 약 20년간에 순차적으로 제정된 것으로서 일부 부문에서의 항목 중복성과 구성상의 충분한 조정이 이루어지지 못한 부분이 있었다.

따라서 해당 기술위원회인 TC 64에서 이 규격을 수정하여 새로운 규격을 2001년부터 2002년에 걸쳐서 공표하였다.

그림 1은 새롭게 구축된 IEC 60364의 구성 내용을 나타낸다.

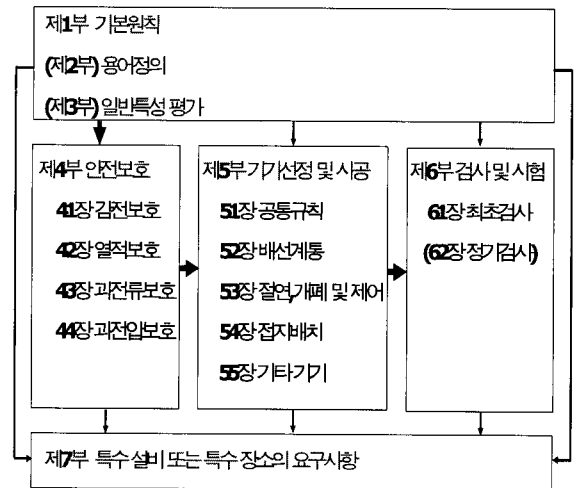


그림 1. IEC 60364의 구성

## 2. 허용접촉전압

국제규격(IEC 61200)에서는 인체의 임피던스 특성, 심장전류계수, 허용인체전류 등을 전체적으로 고려하여 허용접촉전압을 규정하고 있는데, 여기에서 「허용」이라는 용어는 심실세동(心室細動)이 발생하지 않는 상태를 의미한다.

따라서 허용인체전류가 통전 시간에 의존하므로, 허용접촉전압도 통전 시간에 의존한다.

허용접촉전압은 그림 2와 같이 일반적인 상태에서 계속 인가 할 때의 허용접촉을 말한다. 만약 가정할

특집 : 국제규격(IEC)에 의한 전기안전

수 있는 가장 가혹한 조건을 전제로 허용접촉을 결정하면 그 허용접촉전압은 더욱 낮아진다. 그 결과 기술적 및 경제적으로도 많은 어려움이 따르게 된다. 따라서 일반적인 조건을 전제로 심실세동의 생리학적인 데이터 및 재해의 경험에 근거하여 국제적으로 통일적인 견해를 거쳐 접촉전압의 허용한계치  $U_L$ 을 아래와 같이 정하고 있다.

- 교류전압의 경우  $U_L = 50[V]$
- 직류전압의 경우  $U_L = 120[V]$

이러한 허용접촉전압은 특수한 경우에는 안전한 전압이 될 수 없다.

예를 들어 병원에서 사용되고 있는 내시경 기기의 최고 무부하 운전전압을 독일(VDE 0705 Teil225)에서는 6[V]로 규정하고 있다.

또한 수영장이나 목욕탕 등의 수조에 관련된 기기는 12[V]의 안전 특별 저전압으로 공급되어야 하며, 전기에너지로 구동되는 장남감에서의 안전한 최고허용정격 출력전압은 24[V]로 규정되고 있다. 따라서 일반적인 상태에서의 허용전압이 모든 상황에 적용될 수 없음을 주의하여야 한다.

### 3. 감전보호 체계

감전보호는 사람의 생명과 관계되는 가장 중요한 보호이므로, 하나의 보호수단이 기능을 상실할 경우에는 반드시 또 다른 하나의 보호수단이 작동되어 사람을 보호하도록 하는 것이 IEC 60364의 감전보호에 대한 기본 사상이다.

이러한 감전보호는 직접접촉보호와 간접접촉보호라는 두 개의 요소를 조합해서 완전한 보호를 이루도록 하고 있다.

직접접촉보호는 전기설비의 충전부에 접촉됨으로써 생기는 위험에 대한 보호를 말하며 기본보호라고도 한다. 반면에 간접접촉보호는 고장시 노출도전성 부분(예 : 전동기의 외함이나 가대 등)에 접촉되어 생기는 위험에 대한 보호로서 고장보호라고도 한다.

감전보호는 그림 3과 같이 직접접촉보호와 간접접촉보호를 조합한 보호와 특별저전압에 의한 단독시행 보호로 구분된다.

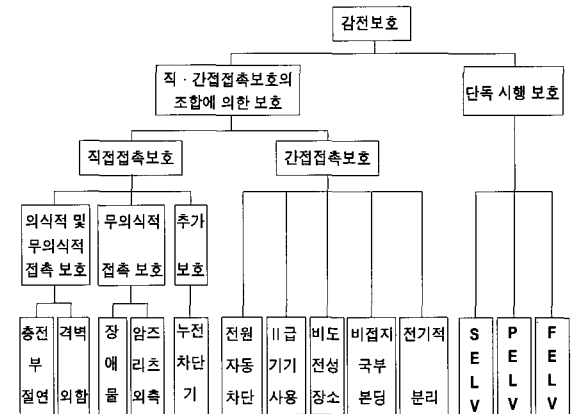


그림 3. IEC 60364에서의 감전보호 체계

### 4. 직접접촉보호

직접접촉보호는 의식 또는 무의식적으로 충전부에 접촉되는 사고로부터 보호하기 위한 기술로서, 충전

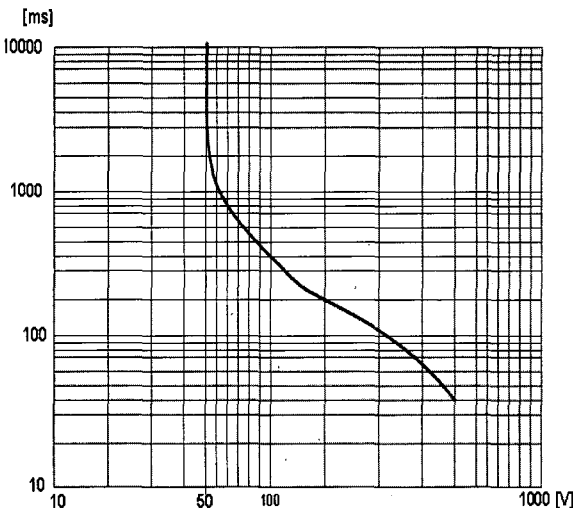


그림 2. 일반적인 상태에서의 허용접촉전압(교류)

부 절연, 격벽 또는 폐쇄함, 장애물, 암즈리츠 외측 설치, 누전차단기에 의한 추가보호 등이 있다.

이러한 기술들은 어디까지나 보호수단의 하나일 뿐으로서 이들만을 가지고는 완전한 보호를 할 수 없다. 따라서 이러한 기술들은 간접접촉보호수단들과 함께 조합되어야만 완전한 보호시스템을 이룰 수 있다.

### 4.1 충전부 절연, 격벽 또는 폐쇄함(외함)에 의한 보호

의식적이거나 무의식적인 것에 관계없이 충전부에 대한 모든 직접접촉을 방지하는 것으로서 일반인들이 있는 장소에서는 어떠한 조건에서도 시행되어야 하는 기술들이다.

격벽 또는 폐쇄함에 의한 보호는 충전부를 보호등급 IPXXB 또는 IP2X 이상을 갖는 폐쇄함의 내부 또는 장벽의 후면에 설치하는 것을 말한다.

여기에서 보호등급(또는 보호코드, IP : International Protection)라는 것은 2자리의 숫자를 포함하며 고품물체(1번째 자리)와 습도(2번째 자리)에 대한 제품의 보호정도를 나타낸다. 그림 4와 표 1은 보호등급의 표기방식과 보호등급에 사용되는 숫자의 의미를 보여주고 있다. 보호등급의 숫자에서 X는 관련사항 없음을 의미하고 숫자가 높을수록 보호등급이 높음을 의미한다.

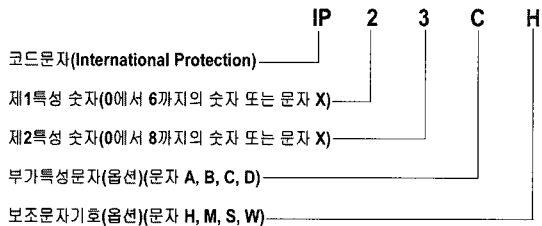


그림 4. 보호등급(IP)의 표기 형식

표 1. 보호등급에 사용되는 숫자 및 문자의 의미

요소	숫자 또는 문자	기구에 대한 보호 내용	사람에 대한 보호내용
코드문자	IP		
제1특성 문자	0	외래고형물의 침입 (무보호)	위험 부분에 대한 접근 (무보호)
	1	직경 ≥ 50(mm)	손등을 이용한다.
	2	직경 ≥ 12.5(mm)	손가락을 이용한다.
	3	직경 ≥ 2.5(mm)	공구를 이용한다.
	4	직경 ≥ 1.0(mm)	철사를 이용한다.
	5	방진형	철사를 이용한다.
	6	내진형	철사를 이용한다.
제2특성 문자	0	유해한 영향을 동반하는 물의 침입 (무보호)	
	1	수직낙하	
	2	낙하(15도 편향)	
	3	물 뿌림(Spraying)	
	4	물 튀김(Splashing)	
	5	물 분사(Jetting)	
	6	강한 물 분사류	
	7	일시적 침수	
	8	계속적 침수	
부가특성 문자 (선택사항)	A		위험 부분에 대한 접근
	B		손등을 이용한다.
	C		손가락을 이용한다.
	D		공구를 이용한다. 철사를 이용한다.
보조문자기호 (선택사항)	H	보충표시	
	M	고압기기	
	S	물의 시험 중 동작시킨다.	
	W	물의 시험 중 정지시킨다. 기상조건	

### 4.2 장애물 설치 또는 충전부의 암즈리츠 외측 설치에 의한 보호

장애물 설치 또는 암즈리츠 외측 설치하는 무의식적으로 이루어지는 직접접촉을 방지하기 위한 것이다. 여기에서 암즈리츠는 그림 5와 같이 사람이 일상적으로 일어서서 움직일 수 있는 면(面)의 임의의 점

에서 보조기구 없이 임의의 방향에 대하여 맨손으로 직접 접촉할 수 있는 한계범위를 말한다. 따라서 암즈리츠 외측 설치라는 것은 기기를 암즈리츠 거리 이상의 지점에 설치하여 사람의 접촉을 방지하는 기술을 말한다.

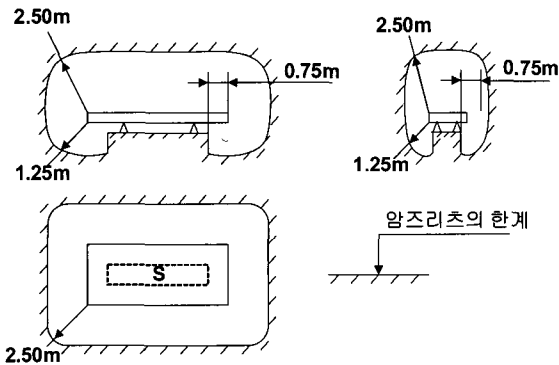


그림 5. 암즈리츠(arm's reach) 개념

#### 4.3 추가보호수단으로서의 누전차단기 사용

30[mA]의 고감도누전차단기를 이용한 보호방식이며, 이 보호방식은 다른 방식과의 병용을 전제로 적용하는 보호방식이므로 단독으로 사용되어질 수 없는 보호방식이다.

만일 누전차단기 단독으로만 보호수단이 구축되면, 누전차단기가 고장났을 경우 이를 보완할 대체보호수단이 없으므로 “반드시 이중의 안전보호 수단을 구축하여야 한다”는 IEC 60364의 기본 사상에 어긋나기 때문이다.

### 5. 간접접촉보호

절연의 손상에 의해 직접접촉보호가 이루어지지 않는 경우에는 제2의 접촉보호로서 간접접촉보호(고장 보호)가 적절하게 동작되어야 한다.

이러한 간접접촉보호를 구성하고 있는 방법들은 전

원의 자동차단에 의한 보호, 클래스II 기기사용에 의한 보호, 비도전성 장소에 의한 보호, 비접지 국부적 등전위분당에 의한 보호, 전기적 분리에 의한 보호 등이 있다.

#### 5.1 전원의 자동차단에 의한 보호

회로 또는 기기의 충전부와 노출도전성부분 사이에 고장이 발생한 경우, 허용접촉전압인 교류 50[V] 또는 직류 120[V]를 초과하는 예상 접촉전압이 노출도전성부분에 접촉한 사람이나 가축에게 인가되어 생리학적 위험이 야기되지 않도록 빠른 시간 내에 회로 또는 기기의 전원을 차단하는 보호방식이다.

이러한 목적을 확실하게 달성하기 위해서는 접지계통의 종류와 보호장치(예 ; 과전류차단기, 누전차단기)의 종류 및 특성과의 협조가 필요하다.

#### 5.2 클래스 II 기기사용에 의한 보호

이 방법은 기초절연 고장으로 노출도전성부분에 위험한 전압이 발생하는 것을 방지할 목적으로, 전기기기를 클래스 II기기 또는 이와 동등한 성능으로 만들음으로서 간접 접촉보호를 하는 것이다.

여기에서 클래스 II기기란 IEC 60536(감전보호에 관한 전기, 전자기기 분류) 정의에 적합한 기기이다. IEC 60536에서는 절연레벨 및 접지와와의 관계에 따라 기기를 분류하며 클래스 0기기, 클래스 I기기, 클래스 II기기, 클래스 III기기가 있다. 각 클래스 기기의 개요는 다음과 같다.

##### (1) 클래스 0기기

기초절연이 이루어져 있지만 노출도전성 부분을 설비 등 보호도체에 접속하는 수단이 없는 기기로서 가장 위험한 기기이며 이를 나타내는 기호는 사용되지 않는다.

## (2) 클래스 I기기

기초절연이 이루어져 있으며 노출도전성 부분을 설비 등 보호도체에 접속하는 기기이며, 보호도체 또는 본딩 단자 등이 접속되는 지점에 ⊕ 를 표시한다.

## (3) 클래스 II기기

기초절연과 보호절연으로 구성되는 이중 절연구조 또는 이와 동등한 레벨의 절연이 기기 전체에 걸쳐 이루어져 있는 기기로서 기호는 □ 로 표시한다.

## (4)클래스 III기기

특별저압(SELV)으로 공급되며 내부에서 SELV를 초과하는 전압이 발생하지 않는 기기로서 기호는 ◇ 로 표시한다.

## 5.3 비도전성 장소에 의한 보호

충전부의 기초절연 고장에 따라 다른 전위가 발생하는 부분과의 동시 접촉을 방지하기 위한 보호방식이다.

이 방식은 비도전성 장소를 기본으로 하며 보호도체는 시설하지 않고, 노출도전성부분과 계통의 도전성부분은 사람이 동시에 접촉하지 않도록 배치하는 조건들이 적용된다.

비도전성 장소의 절연성 바닥 및 벽의 저항은 설비의 공칭전압이 500[V] 이하인 경우에는 50[kΩ], 500[V] 초과인 경우에는 100[kΩ] 이상이어야 한다.

## 5.4 비접지 국부적 등전위본딩에 의한 보호

이 방법은 접촉전압을 방지하기 위하여 노출도전성 부분, 계통의 도전성 부분 및 대지와 관련되어 발생하는 위험한 접촉전압을 방지하여 간접접촉보호를 실시하는 것이다. 간접접촉보호의 조건으로서는 동시접근이 가능한 모든 노출도전성부분 및 계통의 도전성 부

분을 본딩(접속)하는 것이다. <“등전위 본딩 기술” 특집 내용 참고>

## 5.5 전기적 분리에 의한 보호

이 방법은 개별회로를 전기적으로 이격함으로써, 회로의 기본절연 고장으로 인해 발생하는 노출도전성 부분이 충전전압에 접촉됨으로써 감전전류가 흐르는 것을 방지하는 것을 목적으로 한다.

따라서 회로는 분리전원, 즉 절연변압기 또는 이와 동등한 안전등급의 전원에서 공급되어야 하며, 회로의 충전부는 다른 회로 또는 대지로 접속되지 말아야 한다는 조건들이 만족되어야 한다.

## 6. 특별저전압에 의한 보호

특별저전압에 의한 보호방식은 교류 50[V]이하의 전압이 사용되는 SELV, PELV, FELV를 말한다. 여기에서 ELV라는 것은 Extra Low Voltage(특별저전압)의 약어이고, 또 최초의 문자 S, P, F는 다음과 같은 의미를 갖는다.

S : Safety(안전) 확실하게 전기적으로 분리된 특별저전압

P : Protective(보호) 확실하게 전기적으로 분리된 기능특별저전압

F : Functional(기능) 확실하게 전기적으로 분리되어 있지 않은 기능특별저전압

여기에서 확실하게 「전기적으로 분리」되었다는 의미는 어느 전기회로의 전압이 다른 회로로 침입하는 것이 충분히 방지되었다는 것을 의미한다.

PELV는 주로 보호목적으로, FELV는 주로 기능적 이유 때문에 적용하는 방식이며 SELV는 특별히 고도의 안전성이 요구되는 곳에 적용된다.

SELV가 요구되는 예로서는 전동기로 움직이는 완구(단 최고전압은 24[V]), 목욕탕이나 수영장 등의

특집 : 국제규격(IEC)에 의한 전기안전

물속에서 사용되고 있는 전기기기 등이 있다.

PELV가 사용되는 곳으로서는 통신설비, 신호설비, 계측, 제어, 신호회로 등이 해당된다. FELV는 SELV 또는 PELV를 모두 만족하지 못하는 경우에 각각 직접접촉보호 및 간접접촉보호를 추가한 보호방식을 말한다.

SELV, PELV, FELV에 대한 개요와 도식적 설명을 나타내면 표 2 및 그림 6과 같다.

표 2. SELV, PELV 및 FELV의 개요

기호	전원과 회로	접지와 보호도체와의 관계
SELV	회로 및 전원은 안전하게 전기적으로 분리되어 있다. (안전절연변압기 등으로 분리)	-회로는 비접지 -노출도전성부분은 대지 및 보호도체와 접촉되지 않는다.
PELV	(안전절연변압기 등으로 분리)	-회로는 접지한다. -노출도전성부분은 접지, 또는 보호도체와 접속
FELV	전원 및 회로는 기초절연 (안전절연변압기를 사용하지 않으므로 구조적 분리 없음)	-회로는 접지해도 좋다. -노출도전성부분은 전원1차회로의 보호도체에 접속하여야 한다.

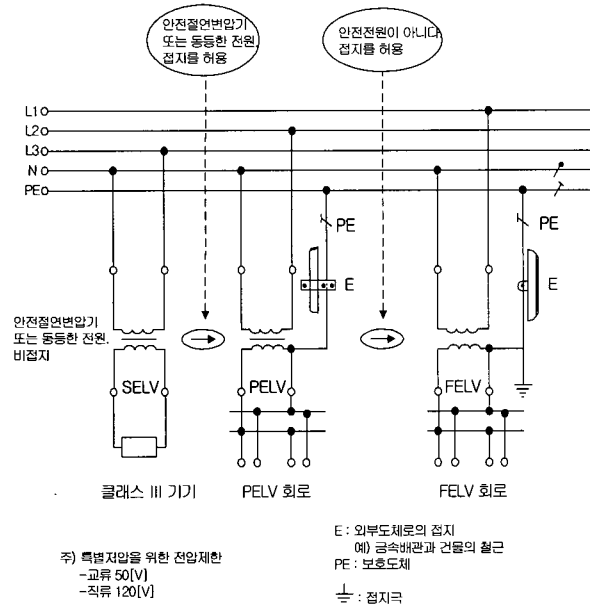


그림 6. SELV, PELV 및 FELV 회로의 비교

5. 맺음말

IEC 60364에서는 전기안전 확보를 목적으로 제정된 국제규격으로서 감전보호, 열적보호, 과전류보호, 과전압 보호 등을 규정하고 있는데, 본 고에서는 그 중 가장 중요한 감전보호를 중심으로 소개하였다. 감전보호는 전기시스템으로부터 인축을 보호하기 위한 기술로서 단독적인 단순한 보호조치가 아니라 이 중적 조치의 상호 작용에 의해 안전을 확보하도록 하고 있다.

모든 생활에서 안전은 가장 중요하고 기본적인 테마이다. 따라서 국제규격을 도입하고 있는 국내의 기술적 변화 시점에서 안전한 전기공급시스템을 구축하기 위해서는 이러한 기술들에 대한 정확한 개념과 이해가 요구되고 있다. 이를 위해서는 새롭고 다양한 기술들에 대한 기술자들의 능동적 학습 자세 및 이러한 노력을 뒷받침하기 위한 정부의 기술 교육시스템 제공 등이 필요한 시점이다.

◇ 저자 소개 ◇



이기홍(李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대학교 공대 전기과 졸업. 1990년 동 대학원 졸업(석사). 2001년 동 대학원 졸업(박사). 1992년~현재 대한주택공사 주택도시연구원 수석연구원. 2001년~현재 본 학회 편수위원. 2003년~현재 IEC/TC 64, 81 전문위원(국내). 2005년~현재 IEC/TC 81/MT 8 Member(국제).

(E-mail : lkh21@knhc.co.kr)