

IEC 62305-3(구조물의 물리적 손상 및 인명위험) 해설(2)

이기홍 <토지주택연구원 미래기술연구실장>

이번 호에서는 지난 호 IEC 62305-3(구조물의 물리적 손상 및 인명 위험)의 적용 범위 및 용어정의에 이어서 피뢰시스템(LPS)을 소개합니다.

1. 적용범위

2. 용어정의

3. 피뢰시스템 LPS (Lightning Protection System)

3.1 피뢰시스템의 등급

피뢰시스템의 보호성능은 보호하고자 하는 구조물의 특성과 피뢰레벨(LPL)에 따라 결정됩니다.

이러한 보호 성능에 따라 피뢰시스템은 다음의 표와 같이 네 개의 등급으로 구분되며 이는 피뢰레벨과 일치합니다.

피뢰시스템의 설계에서 피뢰시스템의 각 등급과 관계있는 데이터와 관계가 없는 데이터는 다음과 같이 요약할 수 있습니다.

피뢰레벨과 피뢰시스템 등급 사이의 관계

피뢰레벨(LPL)	피뢰시스템의 등급
I	I
II	II
III	III
IV	IV

3.1.1 피뢰시스템의 등급과 관계가 있는 데이터

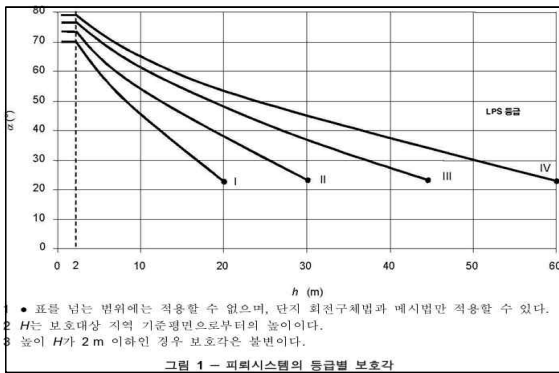
① 뇌격파라미터

최초 정극성 임펄스			피뢰레벨(LPL)			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
피크전류	I	kA	200	150	100	
임펄스 전하	Q_{SHORT}	C	100	75	50	
비에너지	WR	MJ/Ω	10	5.6	2.5	
시간파라미터	T_1/T_2	μs/μs	10/350			
최초 부극성의 임펄스*			피뢰레벨(LPL)			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	
피크전류	I	kA	100	75	50	
평균기울기	d/dt	kA/μs	100	75	50	
시간파라미터	T_1/T_2	μs / μs	1/200			
후속 임펄스			피뢰레벨(LPL)			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
피크전류	I	kA	50	37.5	25	
평균기울기	d/dt	kA/μs	200	150	100	
시간파라미터	T_1/T_2	μs / μs	0.25/100			
장시간 뇌격			피뢰레벨(LPL)			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
장시간 뇌격 전하	Q_{LONG}	C	200	150	100	
시간파라미터	T_{LONG}	s	0.5			
뇌방전			피뢰레벨(LPL)			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
뇌방전 전하	Q_{FLASH}	C	300	225	150	

* 이 전류파형의 사용은 계산에만 관련이 있고 시험과는 무관하다.

② 회전구체의 반지름, 메시의 크기 및 보호각

피뢰시스템의 등급	회전구체 반지름 r (m)	메시 치수 Wm (m)	보호각 α°
I	20	5×5	아래 그림1참조
II	30	10×10	
III	45	15×15	
IV	60	20×20	



③ 인하도록 사이 및 환상도체 사이의 최적거리

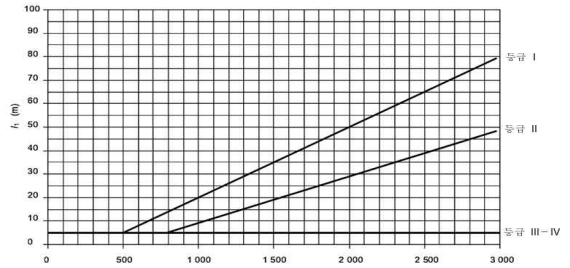
피뢰시스템의 등급	간격 (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

④ 위험한 불꽃방전에 대비한 이격거리

이격거리 산정에 필요한 계수(K_i)를 피뢰시스템 등급별로 차등 적용합니다.

피뢰시스템의 등급	K_i
I	0.08
II	0.06
III, IV	0.04

⑤ 접지극의 최소거리



3.1.2 피뢰시스템의 등급과 관계가 없는 데이터

피뢰시스템의 등급과 관계가 없는 데이터들은 다음과 같이 대부분 피뢰자재의 치수에 관한 것들입니다.

- ① 피뢰등전위분당
- ② 수뢰부시스템으로 사용되는 금속판과 금속관의 최소두께

피뢰시스템 레벨	재료	두께 ^a t mm	두께 ^b t' mm
I-IV	납	-	2.0
	강철(스테인리스, 아연도금강)	4	0.5
	티타늄	4	0.5
	동	5	0.5
	알루미늄	7	0.65
	아연	-	0.7

^a t는 관통을 방지한다.
^b t'는 단지 관통, 고온점 또는 발화의 방지가 중요하지 않은 경우의 금속판에 한정된다.

③ 피뢰시스템의 재료 및 사용조건

재료	사용			부식		전해대상
	대기 중	지중	콘크리트 중	내성	진행성	
구리	단선 연선	피복된 단선, 연선	피복된 단선, 연선	대부분의 환경에 양호	황화합물 유기물	-
용융아연도금 ^{c,d,e}	단선 연선 ^b	단선	단선 ^b 연선 ^b	대기 중, 콘크리트 중, 일반 토양에 최소 허용	높은 염화물 용액	구리
구리전착강	단선	단선	단선	대부분의 환경에 양호	황화합물	-
스테인리스강	단선 연선	단선 연선	단선 연선	대부분의 환경에 양호	높은 염화물 용액	-
알루미늄	단선 연선	부적합	부적합	낮은 농도의 유황 과 염화물의 대기 중에 양호	알칼리용액	구리
납 ^f	피복된 단선	피복된 단선	부적합	높은 농도의 황산 염의 대기 중에 양호	산성 토양	구리 스테인리스강

- ④ 수뢰부시스템, 인하도록, 접지극의 재료, 형상 및 최소치수

⑤ 접속도체의 최소치수

본딩 바 상호 또는 본딩 바를 접지극시스템에 접속하는 도체의 최소단면적		
피뢰등급	재료	단면적 (mm ²)
I ~ IV	구리	16
	알루미늄	25
	강철	50
내부 금속설비를 본딩 바에 접속하는 도체의 최소단면적		
피뢰등급	재료	단면적 (mm ²)
I ~ IV	구리	6
	알루미늄	10
	강철	16

3.2 피뢰시스템의 등급별 성능

피뢰시스템은 보호대상 인축에 발생할 상해 확률과 구조물 또는 설비에 손상이 발생할 확률로 등급별 성능이 구분됩니다. 이러한 등급별 성능을 경유별로 구분하여 나타내면 다음과 같습니다.

3.2.1 구조물 직격뢰로 인축의 상해가 발생할 확률 PA

구조물에 직격뢰가 발생하여 접촉전압이나 보폭전압에 의해 인축에 상해가 발생할 확률 PA는 다음과 같이 구조물에 설치된 피뢰시스템과 추가적인 보호 대책에 따라 그 값이 결정됩니다.

$$P_A = P_{TA} \times P_B$$

여기에서

P_{TA} : 접촉 및 보폭전압을 줄이기 위한 각종 보호 대책별 보호확률 또는 상해확률

P_B : 피뢰시스템별 보호확률 또는 손상 확률

3.2.2 구조물 직격뢰가 물리적 손상을 일으킬 확률 PB

물리적 손상을 저감하는 대책으로는 피뢰시스템(LPS)이 가장 효과적입니다. 피뢰시스템별 물리적 손상확률 PB는 피뢰등급의 함수로서 다음과 같습니다.

구조물 특성	LPS의 등급	PB
LPS가 없는 구조물	-	1
LPS가 설치된 구조물	IV	0.2
	III	0.1
	II	0.05
	I	0.02

즉, I 등급 피뢰시스템은 보호확률이 98%이고 2%는 손상이 발생할 수 있다는 것을 의미하며, IV 등급 피뢰시스템은 보호확률이 80%이며 20%는 손상이 발생할 수 있다는 것을 의미합니다.

3.3 피뢰시스템의 설계

구조물의 금속 부분을 피뢰시스템 일부로 이용할 수 있으므로, 피뢰시스템의 설계는 구조물의 설계와 동시에 이루어질 때 기술적, 경제적으로 최적의 피뢰시스템을 설계할 수 있습니다. 최적의 피뢰시스템을 설계하기 위해서는 구조물이나 보호대상물의 특성, 지리적 요건 등 다양한 요소를 고려하여 피뢰시스템의 등급과 위치를 결정하여 설계하여야 합니다.

또한, 완벽한 시공을 위하여 필요한 정보는 설계문서에 기술하여야 하며 이러한 설계 및 시공은 피뢰시스템의 전문가에 의해 이루어져야 합니다.

3.4 철근콘크리트(RC)조 구조물에서 철근구조체의 전기적 연속성

건축구조물의 구조체는 크게 철근콘크리트(RC)조

와 철골(S)조로 구분됩니다. 철근콘크리트조는 주골재가 콘크리트인데 철근으로 보강되었다는 의미이며 철골조는 주골재가 철골이라는 의미입니다.

일반적으로 사무실 빌딩 등에 적용하는 철골조는 철강재들이 연속적으로 완벽하게 접속되므로 기계적이나 전기적으로 연속성이 뛰어납니다.

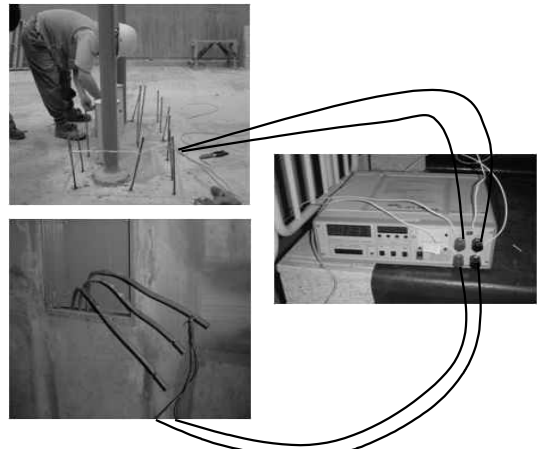
그러나 아파트 건물 등에 적용하는 철근콘크리트조는 수많은 철근을 겹쳐서 결속선으로 잇기 때문에 전기적으로 확실한 연속성을 확신할 수 없게 됩니다. 물론 굵은 철근들과 같이 용접이나 꺾쇠를 이용하여 접속하는 경우에는 전기적 연속성도 양호할 수 있지만, 일반적으로 철근들을 서로 겹쳐 결속선으로 접속하는 방법이 일반적인 접속방법이므로 전기적으로 연속성을 담보할 수 없게 됩니다.

따라서 철근콘크리트조를 피뢰설비(인하도선)로 활용하기 위해서는 수직바의 전기적 연속성을 최상부와 대지면 사이에서 전기적으로 측정하여 결정하여야 합니다.

이러한 목적에 적합한 측정기로 측정된 구조물 철근구조체 전체 길이의 전기저항이 0.2Ω 이하가 될 때 철근구조체를 인하도선으로 사용할 수 있습니다.

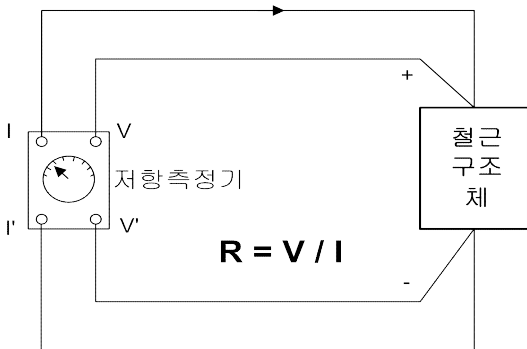
전기저항측정전류를 아래의 그림과 같이 공급하고, 이때 철근구조체의 상단과 하단 사이에 발생하는 전압을 측정하면 철근구조체의 전기저항을 알 수가 있습니다.

건축물이 완공되면 철근구조체는 콘크리트 속에 모두 매설되므로 건물 시공과정에서 철근구조체의 전기저항을 측정할 수 있으며, 아래 그림은 국내의 아파트 공사현장에서 전기저항을 측정하는 모습을 보여주고 있습니다.



철근구조체의 전기저항 측정 모습

측정결과는 다음의 표와 같이 19층 이하의 철근구조체 전기저항은 0.05Ω 이하이므로 전기적 연속성을 담보할 수 있는 낮은 전기저항을 갖고 있는 것으로 나타났습니다. 그러나 전기저항 측정은 낙뢰전류에 비해 작은 전류로 측정하기 때문에 철근의 불확실한 접속 부분에서 큰 낙뢰전류에 의한 콘크리트의 파손이 우려되므로 추가적인 인하도선의 설치 등 다양한 조치와 함께 철근구조체를 인하도선으로 활용하여야 합니다.



철근구조체의 전기저항 측정법

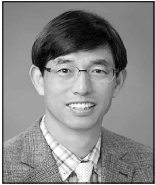
철근구조체의 전기저항 측정 결과

층수	건축물 구조체의 크기 (m)			저항 (Ω)
	W	L	H	
11	26	12	31	0.02
10	25	13	29	0.02
13	47	12	37	0.03
14	47	12	40	0.05
19	34	12	32	0.04

참 고 문 헌

[1] KS C IEC 62305-1,2,3,4: 2012

◇ 저 자 소 개 ◇



이기홍(李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대 공대 전기공학교육과 졸업. 1990년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년~현재 한국토지주택공사 토지주택 연구원, 실장. 2014년~현재 토지주택대학교 겸임교수. 한국조명·전기설비학회 국제이사, 편수위원. IEC TC 37 국내전문위원회 위원장. IEC TC 64 & 81 국내 전문위원. 2013 APL(아시아태평양 피뢰 국제컨퍼런스) 조직위원장.

E-mail : lkh21@lh.or.kr