



IEC 62305-3(구조물의 물리적 손상 및 인명위험) 해설(3)

이기홍 <토지주택연구원 미래기술연구실장>

이번 호에서는 지난 호 IEC 62305-3(구조물의 물리적 손상 및 인명 위험)의 적용 범위, 용어 정의, 피뢰시스템에 이어 외부피뢰시스템에 대한 핵심적인 내용만을 선별하여 해설합니다.

1. 적용범위

2. 용어정의

3. 피뢰시스템

4. 외부피뢰시스템

4.1 일반사항

외부피뢰시스템은 구조물에 발생하는 직격뢰를 포착하고 뇌전류를 구조물에서 대지로 흘려보내기 위하여 시설하는 시스템으로 수뢰시스템, 인하도선시스템, 접지극시스템으로 구성된다. 외부피뢰시스템은 열적 또는 기계적 손상과 화재 및 폭발을 일으키는 위험한 불꽃방전이 발생하지 않도록 낙뢰전류를 대지로 방류시킬 수 있는 시스템이어야 한다.

일반적으로 외부피뢰시스템은 보호대상 구조물에 설치한다. 그러나 뇌전류에 의한 과열이나 폭발, 전자 유도 등에 의해 구조물 또는 시설물이 손상될 우려가 있는 경우에는 구조물과 분리하여 외부피뢰시스템을 설치한다.

또한, 구조물의 철골이나 철근, 다른 금속 자재들을 피뢰시스템 일부로 사용할 수 있다.

4.2 수뢰부시스템

4.2.1 일반사항

수뢰부시스템은 돌침, 수평도체, 메시도체 또는 이들의 조합으로 구성된다.

그리고 모든 수뢰부시스템은 보호각법, 회전구체법, 메시법 등으로 산정된 보호범위를 만족하기 위하여 구조물의 모퉁이, 뾰족한 점, 모서리 등에 배치되어야 한다. 이러한 내용은 우수한 보호성능을 주장하는 다양한 새로운 수뢰부시스템도 국제표준(IEC)에서는 돌침, 수평도체, 메시도체 등과 같은 단순한 수뢰시스템으로밖에 인정하지 않고 있음을 의미한다.

그런데도 국내에서는 아직도 돌침과 같은 기존 돌침(conventional system)과는 다른 수뢰시스템(nonconventional system)들에 대한 논란이 있어

이에 대하여 자세하게 해설하고자 한다.

이러한 논란은 낙뢰보호에 대한 국제표준과 연구를 주도하고 있는 국제적 전문가들의 모임 ICLP(국제 낙뢰컨퍼런스)에서 새롭게 출시되고 있는 다양한 수뢰시스템들의 성능은 기존시스템의 성능보다 우수하지 않다는 것을 명백히 밝히고 있다. 특히 ICLP의 웹사이트(<http://www.iclp-centre.org>) 메인화면에는 그림 1과 같이 “ESE Issue”라는 주제가 있다.

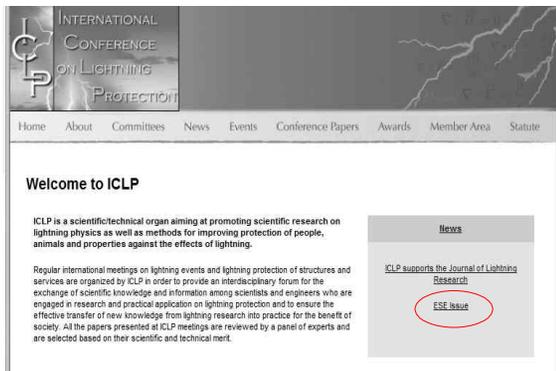


그림 1. ICLP 웹사이트 메인 화면

ESE Issue에는 7개의 관련 논문 및 글들이 게시되어 있는데 이들은 새로운 수뢰시스템들의 성능은 제조사들의 주장과는 다르게 돌침보다 우수하지 못하다는 것을 공표하고 있다. 특히 유만(M.A. Uman)과 라코브(V.R. Rakov)교수가 미국기상학회지인 BAMS에 투고한 논문¹⁾에서는 새로운 수뢰장치들의 허구성능을 명확하게 설명하고 있다.

이 논문에서는 첫 페이지 상단에 그림 2와 같이 음영처리로 강조하면서까지 “낙뢰발생을 제거(lightning elimination)한다거나 선행방전(early streamer emission)한다는 기술들은 기존의 방식(돌침 등)에 비해 기술적으로 우수하다는 데이터나

이론이 전혀 없다”라고 명백히 밝히고 있다.

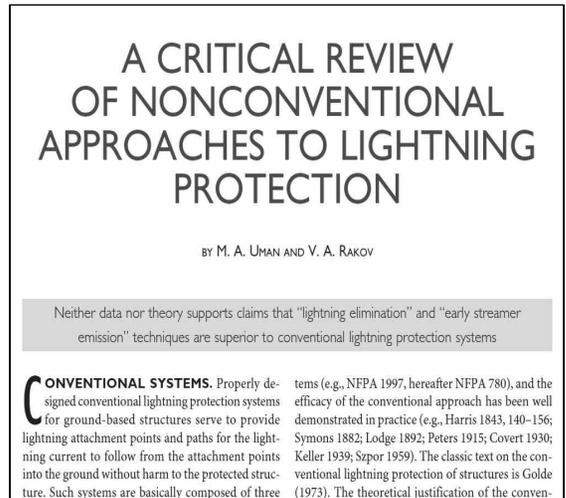


그림 2. 낙뢰발생 제거 또는 선행방전기술이 기존의 기술에 비해 우수하지 않다는 내용의 논문

이 논문에 의하면 새롭게 제시되고 있는 기술(nonconventional approaches)은 크게 “낙뢰발생 제거(lightning elimination 또는 CTS: charge transfer systems)기술”과 선행방전(ESE: early streamer emission)기술로 구분하고 있다.

특히 낙뢰제거기술은 기존 돌침이 낙뢰를 포착하는 개념인데 반하여 솔(브러쉬)모양의 가느다란 금속들에서 코로나 방전을 발생시킴으로써 낙뢰발생을 회피한다는 기술로서 일찍이 1754년 체코의 과학자 프로콥 디비쉬(Prokop Divisch)가 개발하였다.

이와 유사한 기술로 현재는 DAS(dissipation array system)나 CTS(charge transfer system) 등으로 상품화되어 출시되고 있다.

하지만 이러한 기술을 이용한 제품들은 방전량이 매우 미약해서 낙뢰를 방지하거나 회피하기에는 역부족이라는 것이 본 논문의 주장이다. 한 예로서 낙뢰발생을 방지하는데 필요한 5C(쿨롱)의 전하를 10초 안에 방사시키기 위해서는 약 5,000개의 낙뢰발생제거 피뢰침을 설치해야 함을 본 논문에서 제시하고 있다.

1) M.A. Uman and V.A. Rakov, “A Critical Review of Nonconventional Approaches to Lightning Protection”, BAMS, 2001,12.

이러한 주장은 낙뢰방지피뢰침을 설치한 국내의 아파트나 다른 건축물에서도 다수의 낙뢰피해가 발생하는 것으로 볼 때도 타당성이 있다고 판단된다.

한편, 선행방전기술(ESE)은 기존의 돌침과 같이 낙뢰를 포착한다는 개념에서는 같지만 뇌운에서 내려오는 하향리더에 맞서 피뢰침에서 발생하는 상향리더의 발생시간이 기존의 돌침보다 빨라서 낙뢰포착 능력이 우수하다는 것이 ESE 관계자들의 주장이다.

그러나 이러한 ESE 피뢰침도 다양한 현장과 실험실에서의 실험결과 기존의 돌침에 비해 우수한 성능이 거의 없거나 아예 없는 것으로 나타났다.

국내에서도 ESE피뢰침이 설치된 현장에서 낙뢰피해가 발생하고 있는 점을 고려할 때 ESE피뢰침의 특별한 우수성을 입증하기 어렵다.

따라서 이러한 이론적, 실증적 결과들을 바탕으로 국제표준(IEC)에서는 새로운 수뢰시스템들도 기존의 돌침과 같이 똑같은 위치에 설치하게 함으로써(즉, 돌침을 10개 설치하여야 할 경우 새로운 수뢰시스템들도 동일한 위치에 10개 설치해야 함) 우회적으로 이들의 성능이 돌침의 성능보다 우수하지 않다는 것을 보여주고 있다.

4.2.2 배 치

보호하고자 하는 구조물을 대상으로 보호각법, 회전구체법, 메시법 등으로 보호범위를 산정하고, 구조물의 모퉁이, 뾰족한 점, 모서리(용머리 등)에는 수뢰부시스템을 설치하여야 한다.

회전구체법은 모든 경우에 적용할 수 있다. 보호각법은 간단한 형상의 건물에 적용할 수 있으며, 돌침의 보호각도는 그림 3과 같이 피뢰시스템 등급별, 높이별로 차등 적용할 수 있다. 메시법은 보호대상 구조물이 평평한 경우에 적합하다. 회전구체 반지름, 메시 치수도 피뢰시스템의 등급별로 표 1과 같이 차등 적용한다.

표 1. 피뢰시스템 등급별 회전구체 반지름과 메시치수

피뢰시스템의 등급	회전구체 반지름 (m)	메시 치수(m)
I	20	5×5
II	30	10×10
III	45	15×15
IV	60	20×20

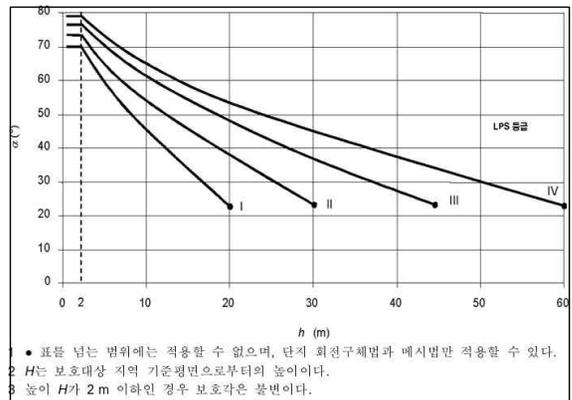


그림 3. 피뢰시스템등급별, 높이별 돌침의 보호각

4.2.3 높이 60m 이상 구조물의 측뢰에 대한 피뢰시스템

건물이 고층화되어 60m 이상이 되는 경우에는 건물의 측면에도 낙뢰가 발생할 수 있다. 이러한 낙뢰를 측뢰라 하며, 측뢰의 피해를 방지하기 위하여 60m를 초과하는 건물의 상층부는 그림 4와 같이 총 건축 높이의 20%에 해당하는 부분에 대하여 수뢰시스템을 설치하도록 하고 있다.

그러나 측뢰의 발생 확률은 매우 낮고 수뢰부를 건물의 측면에 설치하는 작업도 매우 어렵다. 따라서 일반적인 고층 건축물의 측뢰에 대비한 수뢰부를 설치하는 사례가 적은 것이 현실이다. 그러나 120m를 초과하는 초고층건물이거나 건물의 상층부 외벽에 낙뢰로부터 보호해야 할 설비들이 있는 경우에는 측벽에 수뢰부를 설치하여 낙뢰피해가 발생하지 않도록 하여야 한다.

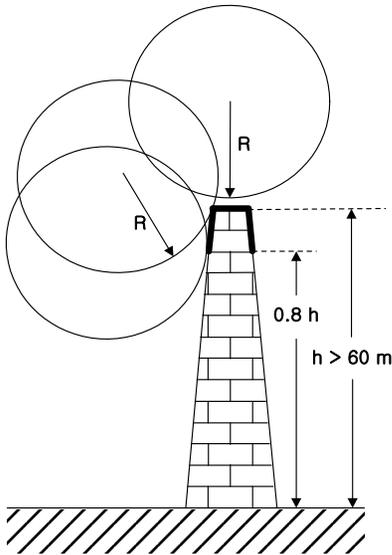


그림 4. 축퇴를 대비한 수뢰부 시스템 설치 높이

4.3 인하도선시스템

4.3.1 일반사항

인하도선시스템은 뇌격점과 대지사이를 전기적으로 연결하여, 뇌전류로 인해 발생할 수 있는 낙뢰 피해 확률을 감시시키기 위한 시스템이다. 인하도선시스템은 여러 개의 병렬 전류통로를 형성하도록 설치하여야 한다. 또한, 전류통로의 길이가 최소가 되도록 하여야 하며 구조물의 도전성 부분에는 등전위본당을 실시하여야 한다.

특히 다수의 인하도선을 설치할 때 인하도선간의 이격거리와 위치 등은 기하학적 위치를 고려하여 설치함으로써 건물 내부의 전자유도 현상을 최소화시켜 낙뢰피해를 줄일 수 있다.

4.3.2 자연적 구성부재

전기적 연속성과 전자기계적 내구성을 갖는 대부분의 금속체는 인하도선으로 활용할 수 있다. 특히 철골 구조체나 금속 퍼사드(facade) 등은 인하도선으로 활용할 수 있는 대표적인 자연적구성부재이다. 그러

나 철근구조체를 인하도선으로 활용하기 위해서는 전기적연속성과 전자기계적 내구성에 대한 깊이 있는 고려가 필요하다. 연구결과²⁾ 그림 5와 같이 콘크리트의 철근의 접속점에 공극이 있는 상태에서 낙뢰전류가 흐르면 콘크리트가 파손되는 것으로 나타났다.

따라서 국내의 건축환경 및 건축문화에서 별도의 인하도선 없이 철근구조체만을 가지고 인하도선시스템을 구축하는 것은 구조적으로 위험한 것으로 판단되었다. 따라서 복수의 인하도선과 철근구조체를 병행하여 인하도선시스템을 구축하는 것이 바람직하다고 판단된다.

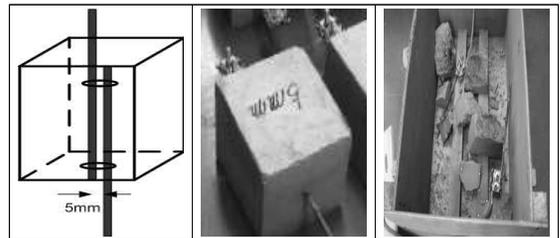


그림 5. 낙뢰전류에 의한 콘크리트 파괴 현상

4.4 접지극시스템

4.4.1 일반사항

접지극시스템에서는 위험한 과전압을 최소화하고 뇌전류를 대지로 원활하게 방류하도록 크기와 형상을 고려하여야 한다. 이를 위해서는 일반적으로 접지저항을 낮게(가능한 저주파수에서 10Ω 이하) 하는 것이 바람직하다.

접지극은 일반적으로 A형 접지극과 B형 접지극으로 구분된다, A형 접지극은 수평 또는 수직접지극을

2) Kihong Lee; Taiksueb Lee, "Experimental Verifications on the Electrical Continuity and Mechanical Strength for Impulse Current of the Steelwork", in Proceedings of the 7th APL, pp.901-905, Chengdo, China, November 1-4, 2011.

의미하며, B형 접지극은 지중에 설치된 환상도체 또는 기초 접지극을 의미한다.

A형 접지극의 배열은 두 개 이상이어야 하며 피뢰설비 등급별 접지극의 최소 길이는 그림 6과 같아야 한다. 이는 국제표준에서 계절별로 변동되는 접지저항 값보다는 접지극의 최소길이를 접지성능을 규정하고 있음을 보여주고 있다.

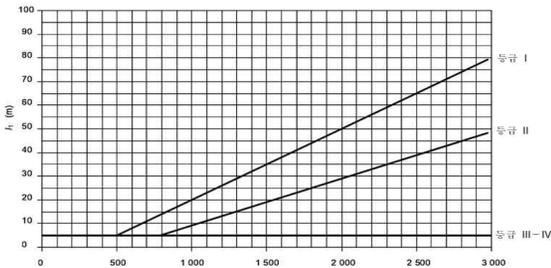


그림 6. 피뢰설비 등급별 접지극의 최소길이

4.4.2 접지극의 설치

건물의 수명이 늘어남에 따라 접지극의 수명도 건물 수명 이상으로 유지되어야 한다. 이를 위해서는 접지극의 부식 방지를 위해 다양한 요소를 고려하는 것이 필요하다.

특히, 서로 다른 재료를 사용한 접지극을 서로 접촉하는 경우, 부식문제가 심각하게 발생할 수 있다.

따라서 사용하는 접지극의 재료를 충분히 검토하여야 한다. 또한, 접지극이 사용되는 환경, 예를 들어 공기 중, 지중, 콘크리트 속 등은 접지극의 부식에 미치는 영향은 서로 다르다는 점을 고려하여야 한다. 특히 지중에 접지극을 설치하면 지하수의 성분에 따라 접지극의 부식에 크게 영향을 미칠 수 있으므로 환경적으로 부식측면에서 안정된 콘크리트속에 접지극을 매설하는 기초접지극이 접지극의 수명유지에 유리하다.

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 토지주택연구원, 실장. 2014년~현재 토지주택대학교 겸임교수. 한국조명·전기설비학회 국제이사, 편수위원. IEC TC 37 국내전문위원회 위원장. IEC TC 64 & 81 국내전문위원. 2013 APL(아시아태평양 피뢰 국제컨퍼런스) 조직위원장.

E-mail : lkh21@lh.or.kr