

피뢰시스템의 기술기준 현황

이기홍 <대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원>

1 서론

유비쿼터스 사회가 도래함에 따라 다양한 전자·기 시스템들은 유무선 네트워크망에 의해 상호 연결되어 작동하는 거대한 유기체로 발전되고 있다. 따라서 하나의 시스템 고장은 다른 분야 및 지역에까지 영향을 미쳐 큰 혼란을 초래할 수도 있게 된다.

하지만 모든 정보기기 및 시스템들은 낙뢰 및 이상 전압에 매우 취약한 반도체로 이루어지고 있어 유비쿼터스 사회는 항상 낙뢰의 위험 속에 존재하게 된다. 따라서 각종 전자·기 시스템들을 낙뢰로부터 보호하기 위한 피뢰대책 기술의 중요성이 증대되고 있다.

이러한 배경에 따라 보다 진보된 피뢰대책 기술을 마련하기 위한 국내·외의 노력이 계속되고 있다. 국제전기표준위원회(IEC : International Electrotechnical Commission)에서는 새로운 도시환경 및 정보사회 환경에 적합한 새로운 피뢰기술규격(IEC 62305)를 제정·공포하였고, 국내에서는 새로운 국제규격(IEC 62305)을 도입하기 위한 작업에 착수함과 동시에 건축 관련 법규에서도 피뢰관련 규정의 내용을 새롭게 개정하고 이를 고시하였다.

본 고에서는 이들 규정들의 제·개정 현황과 그 내용을 소개함으로써 관련 기술자들이 새로운 기술기준 변화에 신속히 대응할 수 있게 하고자 한다.

2. 국제규격(IEC)의 개정과 내용

2.1 국제규격의 개정

국제전기표준위원회(IEC)는 전기·전자분야의 국제표준 및 규격을 제정하고 관리하는 조직으로서, 각 분야별로 100여개 이상의 전문위원회(TC : Technical Committee)가 운영되고 있다. 이들 중 피뢰분야의 전문위원회는 TC 81이며, 이 전문위원회는 IEC 61024-1(1990년)을 비롯한 각종 피뢰시스템 관련 기술기준을 제정하고 관리하는데 있어서 활발한 활동을 하고 있다. 특히 최근에는 급속히 발전하는 건축 환경 및 정보사회에 대응할 수 있도록 2006년 1월에 기존의 건축물 피뢰시스템 기술기준이었던 IEC 61024-1의 규격을 폐지하고 새로운 피뢰시스템 기술규격으로 IEC 62305시리즈를 발표하였다.

IEC 62305시리즈는 다음과 같이 4개의 파트(Part)로 구성 된다.

- IEC 62305-1(Part 1 : General principles)
- IEC 62305-2(Part 2 : Risk management)
- IEC 62305-3(Part 3 : Physical damage to structures and life)
- IEC 62305-4(Part 4 : Electrical and electronic systems within structures)

기술기준 제정 작업 초기에는 이들 파트들과 함께 통신설비를 비롯하여 건물인입에 인입하는 설비들의 피뢰기술을 다룬 IEC 62305-5(Part 5 : Services)를 제정할 예정이었다. 하지만 통신분야의 국제표준 영역과 서로 중복된다는 의견에 의해 2006년 6월, 프랑스에서 열린 TC81회의에서는 그동안 진행되었던 IEC 62305-5의 기술규격 제정 작업을 중단하기로 하였다.

따라서 IEC 62305시리즈는 4개의 파트로만 구성되게 되었다.

2.2 국제규격의 해설

IEC 62305시리즈 규격은 IEC 61024-1 규격에 비해 몇 가지 다른 특징이 있다. 우선 규격의 적용 범위에서 IEC 61024-1는 60[m] 이하의 건축물에 적용하도록 규정하였지만 IEC 62305시리즈는 건물의 높이에 상관없이 모든 건축물에 적용하도록 규정하고 있다.

또한 IEC 62305는 리스크 관리(risk management)항목을 제시하여 피뢰시스템의 적용 필요성, 경제성, 피뢰대책 기술의 적정성 등을 평가할 수 있도록 함으로써, 그동안 IEC 61024-1에서 겪었던 피뢰시스템의 등급 결정 문제를 쉽게 해결할 수 있도록 하고 있다.

건축물 구조체를 이용한 인하도록선시스템의 적용방법에 관해서도 IEC 62305에서는 명확하게 규정하고 있다. 이러한 주요 내용들을 파트별로 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 IEC 62305-1 일반 원칙

IEC 62305-1에는 건축물 내의 인체, 설비와 인입설비 등의 뇌보호에 관한 일반적 사항이 기술되어 있다.

주요 내용은 다음과 같다.

(1) 뇌방전의 유형에 따른 뇌격전류
뇌방전을 다음의 두 가지 기본 유형으로 구분하였다.

- 하향 리더에 의해 구름에서 대지로 진전하는 뇌격
- 상향 리더에 의해 대지 위의 구조물에서 구름으로 진전하는 뇌격

평탄한 지형이나 낮은 구조물에서는 대부분 하향 낙뢰가 발생하지만 높은 구조물에서는 상향 낙뢰가 지배적이다. 실효높이에 따라 낙뢰가 발생할 확률은 증가하고, 물리적인 조건이 변화한다.

(2) 낙뢰에 의한 손상의 분류와 영향, 손실의 유형
낙뢰에 의한 손상은 건축물의 손상과 시설물의 손상으로 구분하고 있으며 이때 건축물과 시설물에 미치는 낙뢰의 영향 등을 구분하여 나타내고 있다.

또한 건축물과 설비의 손상 원인 유형도 구분하여 나타내고 있다.

건축물인 경우에 있어서 손상원인은 뇌격발생 지점을 고려하여 다음과 같이 구분하고 있다.

- S1 : 건축물에 직접 발생한 낙뢰
- S2 : 건축물 근처에 발생한 낙뢰
- S3 : 건축물에 인입되는 시설물에 직접 발생한 낙뢰
- S4 : 건축물에 인입되는 시설물 근처에 발생한 낙뢰

이때 발생하는 손상의 유형은 다음과 같이 구분한다.

- D1 : 접촉전압과 보폭전압으로 인한 인체의 상해
- D2 : 낙뢰로 인한 물리적인 손상(화재, 폭발, 기계파손, 화학약품 유출)
- D3 : LEMP로 인한 전자기 내부시스템의 고장 이와 같은 손상에 의해 발생하는 손실의 유형은 다음과 같이 4가지로 구분하고 있다.

- L1 : 인명의 손실
- L2 : 공공시설의 손실
- L3 : 문화유산의 손실

특집 : 전기설비 기술기준 개정

- L4 : 경제적 손실 (건축물, 건축물의 내용물, 시설 및 활동의 손실)

(3) 보호대책

낙뢰로부터 발생하는 손실을 방지하기 위한 보호대책으로서 인명피해에 대한 경감대책으로서는

- 노출된 전도성 부품의 충분한 절연
- 망상접지시스템에 의한 등전위화
- 물리적 제한 및 경고표시

등을 제시하고 있다.

전기전자시스템의 물리적 손상에 대한 경감 대책으로서 건축물인 경우에는

- 건축물의 인입점과 내부설비에 서지보호기의 설치
- 건축물의 인입선, 건축물 및 건축물 내에 시설된 전자기의 자기차폐
- 건축물 내부에서의 최적 배선경로

등에 대한 방법이 있으며 설비에 대한 경감대책으로서

- 배선의 시단과 종단에 서지보호기의 설치
- 케이블의 자기차폐

등을 제시하고 있다.

2.2.2 IEC 62305-2 리스크 관리

리스크관리란 불확실성의 요소를 인식하고 분석하여 이에 대응하는 일련의 과정으로서 금융 및 경영분야에서 많이 사용되고 있는 용어이다. 따라서 이러한 개념을 건축물의 파괴대책기술에 적용하고자하는 것이 IEC 62305-2의 내용이다.

리스크 관리를 위해서는 다양한 정보들을 파악한 후, 해당 건축물에 대한 낙뢰 위험도를 산정하여야 하는데 위험도는 손실유형(L1, L2, L3, L4)에 따라 다음과 같이 4가지로 구분하고 있다.

위험도 : R_1, R_2, R_3, R_4

이들 위험도들은 다양한 위험도성분들의 합으로 나타내진다. 예를 들어 위험도 R_1 이 모든 위험도성분들

과 관계된다면 R_1 은 다음과 같이 표시된다.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

또한 위험도성분 R_x 도 다양한 요소들 즉, 보호대상 건축물이 있는 지역의 연간 낙뢰발생횟수, 건축물에 손상이 발생할 확률, 낙뢰에 의해 발생하는 손실에 의해 영향을 받는다.

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

N_x : 낙뢰에 의해 위험한 상태가 발생하는 연간 평균 횟수

P_x : 낙뢰에 의해 건물에서 손실이 발생할 확률

L_x : 낙뢰에 의해 발생하는 총 손실

다양한 요인들에 의해 영향을 받는 위험도성분들을 정확히 산정하는 것이 중요하다. 그 이유는 위험도성분들이 정확히 산출되었을 때에만 위험도 해석이 의미를 갖기 때문이다.

이와 같이 건축물에 낙뢰보호 설계를 위해서는 다양한 위험도 성분으로부터 4가지 유형의 위험도(R_1, R_2, R_3, R_4)를 모두 산정하여야 하며 그 산정 결과는 일정한 허용위험도(R_T) 이하가 되도록 파괴시스템 설계를 하여야 한다. 국제규격에서 표준으로 제시하고 있는 허용위험도(R_T)는 표 1과 같으며 이들 값들은 각 국가에서 각자의 특성에 맞게 조정할 수 있다.

표 1. 허용위험도(R_T)

| 손실 유형 | $R_T(y^{-1})$ |
|-------|---------------|
| R_1 | 10^{-5} |
| R_2 | 10^{-3} |
| R_3 | 10^{-2} |

리스크관리에 의한 다양한 피뢰대책기술의 선정절차를 도식화하여 나타내면 그림 1과 같다.

또한 IEC 62305-2에서는 이러한 절차의 복잡성을 간단히 하기 위한 소프트웨어도 함께 제시하고 있다.

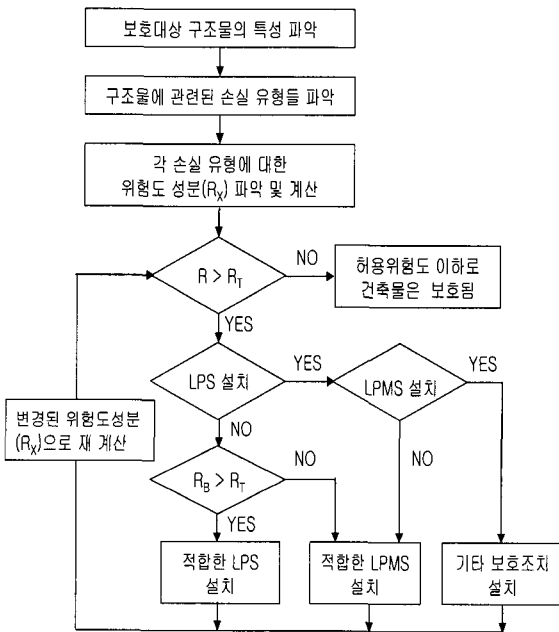


그림 1. 다양한 피뢰대책기술의 선정 절차

2.2.3 IEC 62305-3 구조물과 인축에 대한 물리적 손상 대책

기존의 국제규격이었던 IEC 61024-1과 다른 점들을 중심으로 정리하여 소개하면 다음과 같다.

(1) 수뢰시스템

외부피뢰시스템에서 수뢰부를 이루는 요소로서 돌침, 수평도체, 메쉬도체를 규정하고 있다. 또한 이들 요소 이외의 모든 수뢰부 시스템도 보호범위 산정방식에 의해 산출된 위치에 설치되어야 한다고 규정하고 있으며, 방사능을 이용하는 수뢰시스템(Radio-active air terminals)의 경우는 명문화하여 그 사용을 금지하고 있다.

(2) 보호각 적용 기준

돌침에 의한 보호각 적용 기준을 기존 규격에서는 수치로 제시하고 있지만 신 규격에서는 그림 2와 같이 그래프에 의해 연속적으로 나타내고 있다.

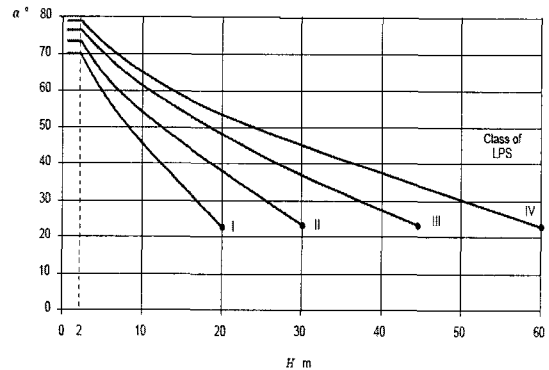


그림 2. 보호각 적용 기준

(3) 측뢰에 대한 구조물 보호

구조물 높이가 60[m] 이상일 경우에는 측뢰에 의한 피해가 발생할 수 있음을 제시하고 이를 방지하기 위해서 60[m] 이상의 건물에서는 그림 3과 같이 건물 높이의 상위 20[%]에 해당하는 부분에 측뢰를 방지하기 위한 수뢰부를 설치하도록 규정하고 있다.

(4) 인하도선 및 수평환도체의 설치 간격

인하도선들끼리의 설치 간격 및 수평환도체들끼리의 간격을 표 2와 같이 규정하고 있다. 이러한 규정내용은 IEC 61024-1에서 규정하고 있는 설치간격보다 좁게 규정하고 있다. 수평환도체들의 설치 간격도 기존규격에서는 보호등급에 관계없이 20[m]로 규정하고 있지만 신 규격에서는 보호등급에 따라 차등 적용하고 있다.

(5) 접지극의 최소 길이

접지극의 최소 길이(수직 깊이가 아니라 접지극용 지중 환도체의 총길이)를 기존 규격에서는 2등급, 3

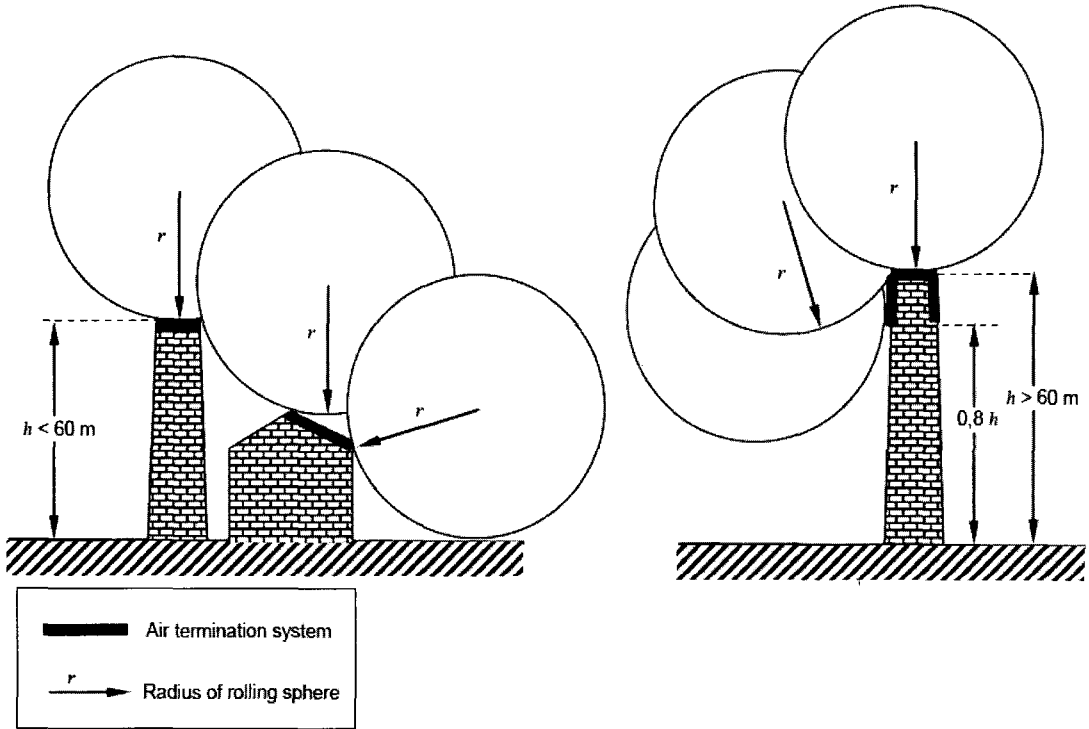


그림 3. 축뢰에 대한 구조물 보호

등급, 4등급의 경우, 대지저항률에 관계없다고 나타내고 있으나 신 규격에서는 그림 4와 같이 접지극의 최소 길이가 3등급과 4등급에 대해서만 대지저항률에 관계없음을 제시하고 있다. IEC 규격에서는 최소 접지저항값을 규정하지 않는 대신 접지극의 최소길이를 규정하고 있다.

표 2. 인하도선의 설치 간격 및 수평환도체들의 설치 간격

| 보호 등급 | 인하도선들의 설치 간격 | | 수평환도체들의 설치 간격 | |
|-------|--------------|-------|---------------|-------|
| | 기존규격 | 신규격 | 기존규격 | 신규격 |
| I | 10(m) | 10(m) | 20(m) | 10(m) |
| II | 15(m) | 10(m) | 20(m) | 10(m) |
| III | 20(m) | 15(m) | 20(m) | 15(m) |
| IV | 25(m) | 20(m) | 20(m) | 20(m) |

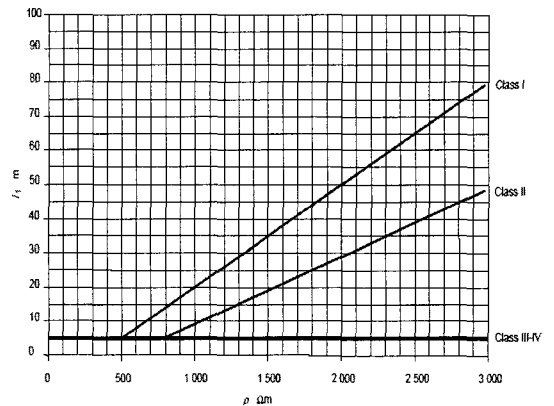


그림 4. 접지극의 최소길이

(6) 피뢰시스템의 재료별 최소 치수

신규격에서는 기존의 규격에 비해 뇌보호 시스템에 사용되는 재료의 최소 굵기가 표 3과 같이 더 굵게 규정하고 있다.

표 3. 피리시스템의 재료별 최소 치수

| 보호 레벨 | 재료 | 기존규격 | | 신규격 | |
|--------|----|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | 수뢰부 ((mm ²)) | 인하도선 ((mm ²)) | 수뢰부 ((mm ²)) | 인하도선 ((mm ²)) |
| I ~ IV | Cu | 35 | 16 | 50 | 50 |
| | Al | 70 | 25 | 50 | 50 |
| | Fe | 50 | 50 | 50 | 50 |

(7) 접촉전압 및 보폭전압에 대한 사항 추가

접촉전압 및 보폭전압에 대한 보호 방안을 제시하고 있다. 접촉전압의 경우에는 인하도선의 접촉에 의한 위험을 방지하기 위한 방안들이 제시되고 있으며, 보폭전압의 경우도 인하도선의 근체에서 보폭전압에 의한 피해가 발생될 수 있으므로 이에 대한 대책들을 규정하고 있다.

2.2.4 IEC 62305-4 구조물내 전자기시스템의 피뢰대책

뇌전자계임펄스(이하 LEMP : Lightning Electromagnetic Impulse)로부터 구조물 내부의 전기, 전자시스템의 영구적인 고장 위험을 줄일 수 있는 LEMP 보호대책시스템, 즉 뇌전자계보호시스템(이하 LPMS : LEMP Protection Measures System)에 대한 전반적인 정보를 담고 있다.

(1) LPMS 기본 피뢰대책

LEMP에 대한 기본 피뢰대책은 다음과 같다.

- 접지와 본딩
- 자기차폐와 선로배치
- SPD의 동작 협조에 의한 보호

뇌격에 대비한 등전위본딩은 위험한 스파크로부터 보호하며, 내부 시스템을 보호하기 위해서는 SPD들 사이에 동작이 협조되도록 설치하여야 한다.

접지와 본딩 특히 직접 본딩하거나 SPD를 사용하여 모든 도전성 설비를 본딩하는 경우, 구조물의 인입

점에서 이루어지도록 하고 있다.

(2) 접지계

접지계는 A형 접지와 B형 접지가 있으며 전자시스템에게는 B형 접지계가 추천된다.

구조물을 둘러싸는 환형 접지극 혹은 구조물 기초 주변을 둘러싸는 콘크리트 내부의 환형 접지극은 최대 5(m) 폭으로 이루어진 본딩망과 통합하여 접지계의 성능을 향상시킬 수 있다.

(3) 본딩계

저 임피던스 본딩망을 이루기 위해서는 LPZ 내부에 있는 모든 장비 간에 위험한 전위차가 발생하지 않도록 해야 한다. 이와 같은 본딩망에서는 자계도 저감된다. 이는 구조물의 전도성 부분이나 내부시스템의 일부를 LPZ의 경계부에 직접 혹은 SPD를 사용하여 본딩망에 통합 연결함으로써 이루어진다.

(4) 자계 차폐와 배선

자계차폐는 전자계와 내부 유도서지를 저감하기 위한 것으로 내부선로를 적절히 배치하여도 내부의 유도서지를 줄일 수 있다. 자계차폐는 공간차폐, 내·외부 선로의 차폐 방법 등을 제시하고 있다.

(5) SPD의 동작 협조

서지로부터 내부시스템을 보호하기 위해서는 전원이나 신호선에 설치된 SPD 들끼리 서로가 동작협조가 필요하다. 이 규격에서는 SPD의 동작협조 방안 및 사례들에 대한 내용을 제시하고 있다.

(6) LPMS 관리

LPMS의 계획과 조정을 위한 운영계획 등을 제시하고 있다.

또한 주기적인 검사에 대해서도 규정하고 있다.

3. 국내규정들의 개정과 내용

“건축물의 설비기준 등에 관한 규칙”을 2006년 5월 12일에 건설교통부령 제512호로 개정, 공포하였다.

3.1 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙

이 시행규칙 제20조에서 다음과 같이 피뢰시스템에 대해서 규정하고 있다.

건설교통부는 건축법에 관련된 시행규칙 중에서

제20조(피뢰설비) 영 제87조제2항의 규정에 의하여 낙뢰의 우려가 있는 건축물 또는 높이 20미터 이상의 건축물에는 다음 각 호의 기준에 적합하게 피뢰설비를 설치하여야 한다.

1. 피뢰설비는 한국산업규격이 정하는 보호등급의 피뢰설비일 것. 다만, 위험물저장 및 처리시설에 설치하는 피뢰설비는 한국산업규격이 정하는 보호등급 II 이상이어야 한다.
2. 돌침은 건축물의 맨 윗부분으로부터 25센티미터 이상 돌출시켜 설치하되, 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 제13조의 규정에 의한 풍하중에 견딜 수 있는 구조일 것
3. 피뢰설비의 재료는 최소 단면적이 파복이 없는 동선을 기준으로 수뢰부 35제곱밀리미터 이상, 인하도선 16제곱밀리미터 이상, 접지극 50제곱밀리미터 이상이거나 이와 동등 이상의 성능을 갖출 것
4. 피뢰설비의 인하도선을 대신하여 철골조의 철골구조물과 철근콘크리트조의 철근구조체 등을 사용하는 경우에는 전기적 연속성이 보장될 것. 이 경우 전기적 연속성이 있다고 판단되기 위하여는 건축물 금속 구조체의 상단부와 하단부 사이의 전기저항이 0.2옴 이하이어야 한다.
5. 측면 낙뢰를 방지하기 위하여 높이가 60미터를 초과하는 건축물 등에는 지면에서 건축물 높이의 5분의 4가 되는 지점부터 상단부분까지의 측면에 수뢰부를 설치할 것. 다만, 높이가 60미터를 초과하는 부분 외부의 각 금속 부재(부재)를 2개소 이상 전기적으로 접속시켜 제4호 후단의 규정에 적합한 전기적 연속성이 보장된 경우에는 측면 수뢰부가 설치된 것으로 본다.
6. 접지(접지)는 환경오염을 일으킬 수 있는 시공방법이나 화학 첨가물 등을 사용하지 아니할 것
7. 급수·급탕·난방·가스 등을 공급하기 위하여 건축물에 설치하는 금속배관 및 금속재 설비는 전위(전위)가 균등하게 이루어지도록 전기적으로 접속할 것
8. 그 밖에 피뢰설비와 관련된 사항은 한국산업규격에 적합하게 설치할 것

이 시행규칙은 국제규격에 기본 개념을 두고 설정되었으며 다른 외국의 규정이 일부 내용으로 인용되었다.

시행규칙 내용 중에서 제5항인 건축물 측면의 낙뢰를 방지하기 위한 피뢰시스템의 규정은 실제적 대안이 마련되어 있지 못한 국내·외의 현실이 다시 한번 충분히 고려되어야 할 것으로 판단된다.

또한 접지기술의 환경오염 판단기준 등도 명확히 제시되어야 할 것이다.

3.2 기 타

정부에서는 피뢰시스템에 대한 국제규격이 새롭게

개정됨에 따라 피뢰시스템 관련 한국산업규격(KS)을 개정된 국제규격과 부합화시키기 위한 작업을 진행 중이다. 현재 동일한 내용이 다양한 표현으로 사용되고 있는 일부 용어들을 표준화하는 작업에서부터 시작하여 새로 개정된 국제규격을 도입하기 위한 본격적인 작업에 착수한 상태이다. 따라서 향후 진보된 한국산업규격이 탄생될 것으로 기대된다.

또한 피뢰시스템의 역할이 건축구조물 보호뿐만 아니라 전자기시스템을 보호하는 역할까지로 확대됨에 따라, 발전된 피뢰시스템의 보급과 관리를 위해서는 전기분야 관련 규정에서도 피뢰시스템에 대한 규정을 도입하는 것이 합리적일 것으로 판단되므로 이에 대한 논의가 이루어져야 할 것이다.

4. 결 론

국제화의 시대에 부응하고 빠른 기술발전의 변화에 대응하여 각종 규정이 제·개정되고 있다. 따라서 기술자들은 급속히 변화되고 있는 기술계와 함께 관련 규정의 제·개정내용에 주의를 기울여야 한다. 또한 변화된 규정의 내용을 개념적으로 충분히 이해하고 이를 적용하는 노력을 다하여야 한다.

반면에 관련 규정을 제·개정하는 전문가들도 산업계의 의견 반영과 함께 국가적 발전을 기반으로 하는 사명감을 가지고 관련 규정의 제·개정 작업에 임해야 할 것이다.

◇ 저 자 소 개 ◇



이기홍 (李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대학교 공대 전기공학교육과 졸업. 1990년 동 대학원 졸업(석사). 2001년 동 대학원 졸업(박사). 1992년~현재 대한주택공사 주택도시연구원 책임연구원. 2001년~현재 본 학회 편수위원. 2003년~현재 IEC/TC 64, 81 전문위원. 2005년~현재 IEC/TC 81/WG 8 Member.
E-mail : lkh21@knhc.co.kr