

# 뇌임펄스전압에 대한 돌침형 피뢰침의 주수섬락특성과 개선방안

(Wet Flashover Characteristics and Reform Measure  
of a Conventional Lightning Rod against Lightning Impulse Voltages)

이복희\* · 강성만 · 엄주홍 · 이승철 · 김승지

(Bok-Hee Lee · Sung-Man Kang · Ju-Hong Eom · Seung-Chil Lee · Seung-Gi Kim)

## 요 약

본 논문에서는 피뢰설비에 대한 국내 규격의 재정립을 위해 관련된 기술을 검증할 목적으로 낙뢰로부터의 건물 축물 보호에 대한 규정과 기술상의 지침 등을 검토하였고, 국내의 피뢰설비에 관한 규격의 몇 가지 문제점을 해결하기 위한 연구를 수행하였다. 기존의 피뢰침에 대하여 뇌임펄스시험을 수행한 결과, 비교적 낮은 임펄스 전압에서 피뢰침 수리부의 절연체 표면에서 섬락을 일으켰고, 뇌격전류의 대부분은 피뢰침 지지용 금속관을 통하여 흘렀다. 따라서 피뢰침 지지대 부근에서의 전위경도는 매우 높게 상승하게 되어 피뢰설비로서의 기능을 못하게 된다. 피뢰침 절연물의 섬락은 초소형 전자기기의 오동작을 비롯하여 감전이나 전기설비의 파손과 같은 막대한 경제적 손실을 가져오게 된다.

## Abstract

In this paper, in order to examine the relevant technical facts which are very instructive to revise the domestic standard for lightning protection systems, standards and technical guidelines for the protection of structures against lightning were reviewed, and several issues of the domestic standards were experimentally investigated. As a consequence, the insulator of the existing lightning rods is flashovered by relatively low impulse voltages and a large percentage of lightning currents flows through supporting mast. Thus the potential gradient in the vicinity of the supporter for lightning rods is extremely increased and the role of lightning protection systems is nullified. It seems obvious that the flashover of insulator supporting lightning rod can range from erratic operation of microelectronic devices to minor physical harm or even death, or costly damage to electrical equipment.

Key Words : Lightning protection system, Lightning rod, Lightning impulse voltage, Wet flashover voltage, Down conductor

\* 주저자 : 인하대학교 전자전기공학부 교수  
Tel : 032-860-7398, Fax : 032-863-5822  
E-mail : bhlee@inha.ac.kr  
접수일자 : 2002년 3월 28일  
1차심사 : 2002년 3월 28일  
심사완료 : 2002년 4월 17일

## 1. 서 론

자연 현상중의 하나인 낙뢰는 대기중에서 일어나

는 방전현상으로 최근 세계적인 기상이변과 더불어 그 발생 빈도가 증가하고 있으며, 이로 인한 물적, 인적 피해도 증가하고 있다.

특히 전기·전자기기, 컴퓨터, 통신제어기 등 첨단 정보화 기기의 사용이 증가하고, 기기들의 고속화와 높은 정밀도가 요구됨에 따라 낙뢰에 의하여 발생하는 사고와 고장의 범위가 대단히 넓고 피해의 정도도 크게 나타나고 있다. 낙뢰로 인한 여러 건의 사망 사건과 건축물 화재사고, 대단위 아파트 단지의 피뢰침을 통한 뇌서지의 침입으로 인한 아파트 단지내 전기시설물과 인터넷, 소방설비, 승강기 등의 제어회로의 소손 등 직·간접적인 피해가 많이 발생함에 따라 보다 더 효과적이고 완벽한 피뢰설비의 설치가 요구되고 있다.

우리나라에서는 뇌보호에 관한 규정으로 한국산업규격(KSC9609)의 피뢰침 설비에 대한 규정을 비롯하여 산업안전보건법령집의 피뢰침 설비에 관한 기술상의 지침, 내선규정, 소방법령의 소방기술기준과 위험물 취급에 관한 규칙, 화약류 단속법령의 통상산업부 고시 등에 피보호대상물의 종류에 따라 피뢰설비의 설치기준이 다른 것도 있다. 그러나 피뢰설비에 관한 규정의 내용들을 검토하여 보면 일부 서로 상반되는 내용으로 규정되어 있는 경우가 있어서 피뢰설비의 설계와 시공에 적용하기 위한 기준으로서의 신뢰를 떨어뜨리는 결과를 초래하여 현장 기술자를 혼동의 상태로 유도하는 일이 흔히 있다.

따라서 본 연구에서는 피뢰침 설비에 관한 일본 공업규격(JIS)을 거의 답습하여 제정된 한국산업규격(KSC9609)을 세계화 시대에 걸맞는 국제 규격화를 위한 기초 자료를 확보하기 위해서 피뢰설비에 관한 규정의 검토와 주요 규정상 그리고 기술상의 문제점 해결을 위한 연구를 수행하였다. 피뢰침 구조상의 문제점으로 낙뢰시 절연형 돌침의 섬락특성에 대하여 우선시를 모의하여 실험하였고, 피뢰침 설비에 관한 기술기준이나 규정을 분석하여 규정이 달라 혼동을 가져오는 문제점의 해결방안을 검토하였다.

## 2. 피뢰침에 뇌격이 침입한 경우 가 전기기에 미치는 영향

건축물 피뢰침이 뇌의 직격을 받으면 그림 1처럼 뇌서지가 대지로 유입될 때까지 건축물 내부에 각종

영향을 미친다. 그러나 저압옥내배선과 통신회선이 뇌서지 전류의 경로와 가깝고 양쪽이 병행 설치돼 있으면 뇌서지 전류에 의한 전자유도전압이 발생한다. 이 유도전압은 주로 공통모드 전압으로 기기에 인가된다. 원래 외부에서 배전선과 통신선을 경유해 건축물 내부로 침입할 것이 예상되는 뇌서지로부터 가전기기를 보호하기 위해서 건축물 내부에 뇌서지 보호장치가 설치되어 있다. 따라서 뇌격전류로부터의 유도에 대해서도 이 보호장치는 효과적으로 작동한다.

그러나 보호장치와 보호해야 되는 기기까지의 거리가 멀고 그 사이에 발생한 유도전압에 대해 각각 접지와의 관계를 비롯해 보호장치가 제대로 기능을 발휘하지 못해 가전기기의 고장을 유발시킬 수 있으므로 주의가 필요하다. 또한 각 층간에도 전압이 발생하므로 다른 층에 설치된 기기와 관련된 경우에는 그 사이에 발생하는 뇌파전압 대책이 필요하다[1].

건축물의 뇌보호를 목적으로 한국산업규격 KS C 9609에 「피뢰침」이 규정은 건축물 내의 신호/제어기기, 통신설비나 전자기기 등의 보호에는 거의 효과가 없다[2]. 건물 내의 전자기기의 뇌보호에는 구조체에 흐르는 뇌격전류에 의한 전자유도대책이나 등전위화 접지 등의 새로운 뇌보호에 관한 기술이 적용되어야 한다.

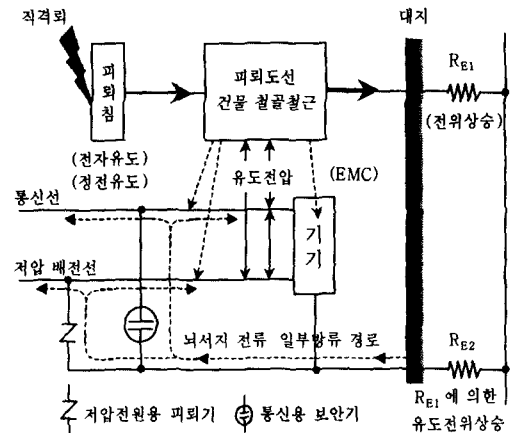


그림 1. 직격뢰가 옥내기기에 미치는 영향  
Fig. 1. Effects of direct lightning on electronic devices

현재 우리나라의 낙뢰보호에 대한 규정 즉, 피뢰침 설비에 대한 규정(한국산업규격 KS C 9609)은 내

부 뇌보호에 관한 법적 규정이나 기술지침도 없으며, 국제 규정에 비해서 매우 미흡한 사항이 많다[3]. 특히 피뢰침 설비의 핵심사항인 보호범위 또는 보호각에 대한 규격이 IEC-60102나 NFPA-780에 비해서 보호효과가 매우 낮으며, 낙뢰에 의한 정보화기기 및 신호/제어기기의 파손이나 피해가 자주 일어나고 있다[4,5].

### 3. 피뢰설비의 문제점에 대한 검토

우리나라 피뢰설비의 수뢰장치의 보호범위와 이의 결정법, 인하도록의 시설, 접지시스템의 안전성에 대한 평가지수 등이 외국의 규격에 비해 매우 미흡하고 불합리한 것이 많으므로 국제 규격을 만족시킬 수 있는 피뢰설비에 대한 규격의 마련을 위한 검토가 필요하다. 또한 국내의 피뢰설비에 관한 기술기준, 규정과 기술상의 지침, 피뢰침의 구조에 대한 문제점 등에 대해서 검토하였다.

#### 3.1 규정상의 문제점

국내의 피뢰 설비에 관한 규정 내용의 일부이긴 하지만 표 1에 나타낸 바와 같이 피뢰설비의 접지와 다른 전기설비접지 대상의 접지관계에 대한 규정이 산업안전 보건법령에는 등전위화 내용으로, 내선규정에는 개별접지화(예외 규정은 인정됨) 내용으로 규정되어 서로 모순되는 점을 알 수 있다[6,7]. 우리나라의 피뢰설비에 관한 한국산업규격(KS C 9609 : 피뢰

침)은 1977년에 제정되었으며, 규격자체도 일본의 규정과 거의 유사하게 되어 있다. 또한 피뢰설비에 관한 규격이나 기술기준만이 아니라 전기설비기술기준, 내선규정 등도 일본의 규격이나 기준을 많이 답습해 온 것도 있으며, 최근에는 미국을 비롯한 북미와 유럽의 규격이나 기술기준을 참고로 하여 정해진 기술 기준 또는 기술상의 지침 등도 있다. 즉, 여러 나라의 기술기준, 규격이나 지침 등을 참고로 하여 우리나라의 기술기준이나 규격을 제정하다보니 우리의 실정에 맞지 않는 내용은 물론이고 관련된 다른 기술기준이나 규격과 상치되는 경우가 있어 관련 기술자나 설계자, 공무원 등 실무자들에게 커다란 혼동을 가져오게 되므로 하루 빨리 단일화된 기술규격, 기준 또는 지침의 마련을 위한 개정이 필요하다.

특히 KS C 9609가 제정될 때와 지금은 건축물의 높이나 규모, 시설물의 보호 대상도 많이 바뀌었으며, 우리나라가 세계무역기구(WTO)에 가입함에 따라 무역의 기술적 장해(technical barriers to trade : TBT)에 관한 협정의 이행에 관련하여 시의성이 적절하지 못 하므로 국제적 규격에 알맞도록 개정하는 것이 바람직하다. 보호범위의 결정법과 접지시스템의 구성에 대한 사항이 특히 미흡하므로 이에 대한 충분한 검토가 요망된다.

최근 국내의 피뢰설비의 시설에 관한 규격에도 전혀 맞지 않으며 국제규격으로도 인증을 받지 못한 선행스트리머방사(ESE) 피뢰침이 어떤 기술적 검토도 없이 국내에 시설되고 있는 것도 또 하나의 문제

표 1. 피뢰시스템에 대한 국내의 규격과 기술상 지침에서 일치하지 않는 내용의 예  
Table 1. Example of the discordant contents in domestic technical guidelines and standards for the lightning protection systems

구 분	규 정 내 용	비 고
산업안전보건법 노동부고시 「피뢰침의 설치에 관한 기술상의 지침」	제16조(등전위접지) ① 피보호물 내·외부에 위치한 모든 접지대상은 피뢰설비와 상호간을 접속하여 등전위가 되도록 하여야 한다. ② 접지설비 상호간의 접속에 사용되는 도선의 굵기는 30mm <sup>2</sup> 이상의 동선을 사용하여야 한다.	등전위화
대한전기협회 「내선 규정」	제1장 140절 16항(피뢰침용 접지선과의 거리) 전등전력용, 소세력회로용 및 출퇴표시등 회로용의 접지극 또는 접지선은 피뢰침용의 접지극 및 접지선에서 2 m이상 격리하여 시설하여야 한다. 다만, 건축물의 철골 등을 각각의 접지극 및 접지선으로 사용하는 경우에는 그러하지 아니한다.	개별접지

점이다. 외국의 제품이 외국에서 낙뢰의 보호에 적용된다고 하여 국내의 여건에 잘 적용될 것이라는 기술적 보장도 없으며, 국제전기위원회(IEC)와 미국화재보호협회(NFPA) 등 선진외국의 규격에서도 성능과 기술적 사항을 인정받지 못한 미완의 기술로 제작한 피뢰침으로 귀중한 문화재를 비롯한 국가기간 산업분야 시설물의 뇌보호에 적용하는 것은 상당한 우려를 낳게 된다.

일상 생활 및 산업의 현대화에 따라 사회시스템의 고도 정보화로 인하여 뇌보호의 개념도 바뀌어야 하며, 세계화에 따른 시장의 개방이 가속되고 각종 기술협정과 규정의 이행이 의무화되고 있다. 일본에서는 외부 뇌보호시스템에 관한 JIS A 4201을 IEC 601024-1와의 규격정합에 대한 법제화를 시도하고 있다. 다시 말하면 뇌차폐에 있어서 새로운 개념 즉, 회전구체법을 이용하여 보호범위를 결정하는 기술의 도입을 비롯하여 피뢰설비에 대한 대부분의 내용을 IEC 601024-1 규정을 거의 그대로 적용하는 개정이 진행중이다. 현재 우리나라의 피뢰설비에 대한 규정과 기술지침은 국제전기위원회 규격과는 거리가 멀지만 최신 전자기기의 보급에 따른 뇌보호 대상의 변화와 국제 정세를 고려할 때 머지 않아 결국은 우리나라도 뇌보호시스템에 관한 기술과 규정은 IEC 601024-1의 규정의 도입이 불가피할 것으로 예상된다. 미완의 기술인 선행스트리머방사 피뢰침설비의 시설보다는 국제규격의 기술을 잘 이해하고 보급하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

### 3.2 피뢰침의 구조에 대한 문제점

현재 우리나라에서 사용하고 있는 수뢰장치인 피뢰침(돌침), 수평도체, 가공지선 등은 대부분 지지물과 전기적으로 절연하는 구조로 되어 있다. 그림 2에 대표적인 돌침형 피뢰침의 단면도를 나타내었다. 수뢰장치로 사용되고 있는 피뢰침(돌침)의 구조는 낙뢰가 입사하였을 때 뇌격전류를 인하도선을 통하여 안전하게 대지로 방출시키기 위해서 지지물과 전기적으로 절연되어 있다. 피뢰침은 기계적 강도를 유지하기 위해 구조상 금속관으로 지지되며, 인하도선은 금속관 내부를 통과하여 접지전극에 접속되며, 피뢰침의 수뢰부와 금속지지관 사이는 전기적으로 절연되는 구조로 되어 있다.

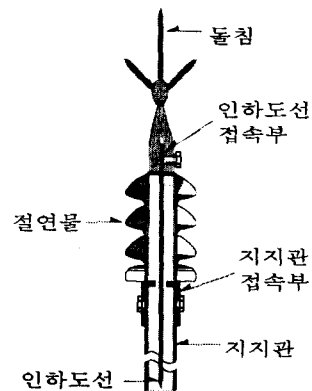
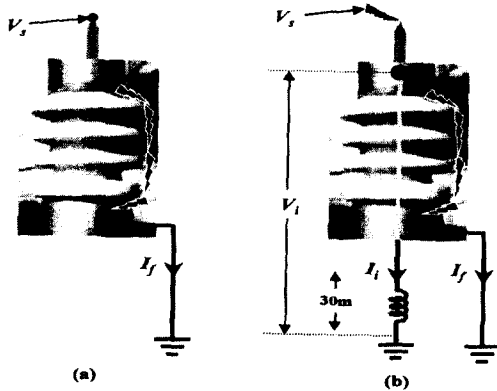


그림 2. 돌침형 피뢰침의 단면도  
Fig. 2. Cross-sectional view of a conventional lightning rod

피뢰침의 절연물로는 고분자 재료와 자기질 재료가 주로 사용되고 있으며, 돌침부와 인하도선 그리고 지지물과의 기계적 접속이 효과적으로 되도록 절연물의 재질과 형상이 다양하다. 그러나 낙뢰가 돌침에 입사하여 뇌격전류가 인하도선을 통하여 흐르게 되면 접지저항과 인하도선에서의 인덕턴스에 의한 전압강하 때문에 돌침 자체의 전위가 대단히 높게 된다. 특히 비가 올 때 낙뢰가 발생하게 되므로 빗물에 의해서 절연물의 표면이 젖게 되므로 비교적 낮은 전압에 의해서도 절연물의 표면에 섬락이 발생하게 된다. 피뢰침의 지지물이 금속체인 경우 절연물 표면에서 섬락이 일어나게 되면 뇌격전류의 대부분은 금속체 지지물을 통하여 흐르게 된다. 낙뢰가 피뢰침에 입사한 경우 뇌격전류는 건축물의 구조체나 철근 또는 철골 등에는 흐르지 않고 인하도선만을 통하여 대지에 방출하도록 시공하고 있다. 그러나 실제적으로는 낙뢰가 입사하여 인하도선을 통하여 뇌격전류가 흐르게 되면 접지저항과 인하도선의 인덕턴스에 기인하는 임피던스에 의한 전압강하 때문에 인하도선과 피뢰침의 전위는 대단히 높게 되어 인하도선에서 측면방전이 발생하거나 피뢰침의 절연물은 섬락(flashover)된다. 피뢰침 절연물의 표면을 따라 섬락을 일으키게 되면 뇌격전류의 대부분은 피뢰침의 지지물을 통하여 흐르게 되며, 지지물 주변의 전위는 대단히 높아지게 되어 사람과 가축의 생명에 대한 위험과 전자기기의 파손을 초래하게 되므로 철저한 분석과 검토가 요망된다.

### 3.2.1 실험계의 구성

일반적으로 낙뢰는 우천시에 발생하므로 본 연구에서는 우천시 피뢰침에 낙뢰가 침입한 경우를 가정하여 피뢰침 절연물의 섬락전압 특성, 인하도선과 금속제 지지물을 통하여 흐르는 뇌격전류에 대하여 실험적으로 검토하였다. 낙뢰의 입사에 의해 돌침의 절연물 표면에서 섬락이 일어난 경우 뇌격전류의 분류에 대한 도식적 설명을 그림 3에 나타내었다.

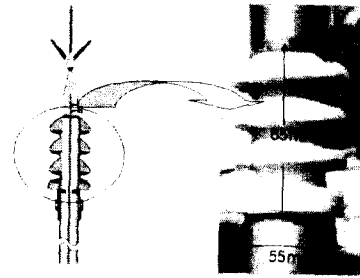


$V_s$ : 인가전압  $V_i$ : 인하도선의 유도전압  
 $I_f$ : 섬락전류  $I_i$ : 인하도선을 통하여 흐르는 전류

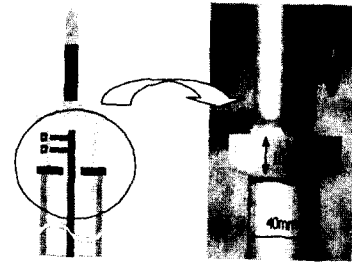
그림 3. 피뢰침의 절연물에서 섬락이 일어날 때 대지로 흐르는 전류  
 Fig. 3. Currents flowing toward the ground when a flashover is occurred at the insulator surface of lightning rods

그림 3(b)는 돌침에 낙뢰가 입사하여 인하도선을 통하여 대지로 흐르는 뇌격전류에 의해 유도된 전위 상승으로 피뢰침 절연물의 표면에서 섬락이 일어난 경우를 나타낸 것이다.

낙뢰가 입사하였을 때 피뢰침의 절연물 표면을 통하여 섬락이 일어난 경우 인하도선과 지지물에는 뇌격전류가 분류되어 흐르게 된다. 이 때 섬락전압 및 인하도선과 금속지지대에 분류되어 흐르는 뇌격전류의 분류특성을 평가하기 위한 실험에 적용한 피뢰침 절연물의 구조를 그림 4에 나타내었으며, 시료 피뢰침 절연물로는 자기재료와 고분자재료가 사용되고 있으며, 형상과 치수 그리고 돌침과 인하도선의 접속메카니즘이 다른 여러 가지 제품이 시판되고 있다.



(a) 시료 1 (애자 절연물)



(b) 시료 2 (고분자 절연물)

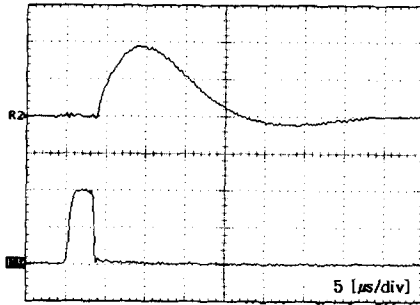
그림 4. 실험에 사용한 시료  
 Fig. 4. Specimens used in the experiments

### 3.2.2 피뢰침 절연물의 섬락특성에 대한 결과 및 검토

어느 정도 크기의 뇌격전류가 흐를 때 피뢰침 절연물의 표면에서 섬락이 발생할 것인가는 뇌격전류의 파형, 접지저항, 인하도선의 길이나 설치 조건 등에 따라 다르므로 어느 특정한 상태에 대한 피뢰설비의 특성을 평가하는 것은 매우 어렵다. 따라서 피뢰침의 절연물 자체의 섬락전압을 평가하여 놓으면 인하도선의 전위가 얼마일 때 섬락이 발생할 것인가를 추정할 수 있다. 본 연구에서는 피뢰침 절연물 자체의 표면섬락전압특성을 그림 3(a)의 회로를 적용하여 측정하였으며, 이의 결과는 그림 5와 같다. 실제 낙뢰에 의해서 피뢰침이 동작하는 조건을 모의하기 위해 우천시를 고려하여 애자의 주수섬락시험 조건에서 실험을 수행하였다.

시험에 사용한 뇌임펄스전압의 파두시간( $T_f$ ) 및 파미시간( $T_i$ )의 크기는 약  $1.7/40[\mu s]$ 이다. 시료 2가지 피뢰침의 절연물의 섬락전압을 측정하고, 뇌격전류의 흐름에 의한 인하도선의 전위상승으로 발생한 절연물 표면의 섬락시 인하도선을 통하여 흐르는 전류와

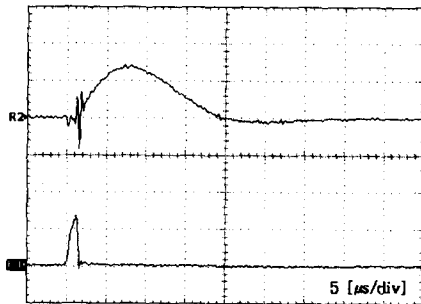
금속제 지지물(steel pipe)을 통하여 흐르는 전류분포를 측정하고 분석하였다.



R1 : 섬락전압 25 [kV/div]

R2 : 전류( $I_f$ ) 100 [A/div]

(a) 시료 1 (애자 절연물)



R1 : 섬락전압 12.5 [kV/div]

R2 : 전류( $I_f$ ) 50 [A/div]

(b) 시료 2 (고분자 절연물)

그림 5. 피뢰침의 절연물 형상에 따른 섬락전압과 전류 파형

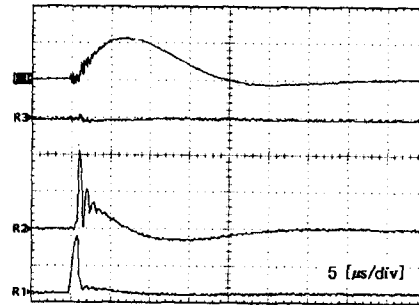
Fig. 5. Waveforms of the flashover voltage and current according to various types of an insulator of lightning rod

시료 1의 피뢰침 절연물의 섬락거리의 대체로 65[mm]이었으며, 섬락전압은 약 50[kV]정도이다. 시료 2의 피뢰침의 고분자 절연물의 치수는 시료 1에 비하여 작으며, 약 16[kV]의 전압에서 섬락을 일으켰으며, 섬락전압이 크게 변동하였다.

낙뢰가 돌침에 입사하여 인하도선을 통하여 뇌격전류가 방출될 때 돌침의 전위상승, 그리고 돌침의 전위상승으로 인하여 절연물에서 섬락이 발생하였을 때 돌침의 전위 및 인하도선과 금속제 지지관을 통하여 흐르는 전류의 파형을 그림 3(b)의 회로를 이용

하여 측정하였다. 금속제 지지관의 내부에 인입한 인하도선의 굵기는 38[mm]의 GV전선을 사용하였고, 길이는 비교적 저층 건물의 높이를 고려하여 30[m]로 하였다. 그리고 그림 3(b)에 나타낸 바와 같이 1[m] 길이의 38[mm] GV전선으로 지지관을 접지한 뒤 뇌임펄스전압발생장치를 이용하여 피뢰침에 고전압을 인가하여 피뢰침 절연물의 표면섬락시 지지관의 내부에 있는 인하도선을 통해 흐르는 전류( $I_f$ )와 지지관을 통해 흐르는 섬락전류( $I_s$ )를 동시에 측정하였다. 낙뢰가 직접 돌침에 입사하는 것을 모의하기 위해서 임펄스 발생장치의 출력단자와 돌침사이의 방전을 통해 전압이 인가되도록 하였다.

낙뢰가 돌침에 입사하여 뇌격전류가 인하도선을 통하여 대지로 방류하는 것을 모의하는 실험에서 시료 1 피뢰침의 절연물 표면에서 섬락이 일어나지 않은 경우 각부의 전위와 전류 파형을 그림 6에 나타내었다. 돌침에는 약 98[kV]의 전압이 인가되었으며, 이에 의해 인하도선에는 피크치가 약 450[A]인 뇌임펄스전류가 흘렀다. 이 뇌격전류에 의해서 수뢰부에는 약 22[kV]의 전압이 유도되었으나 섬락전압에 미치지 못하였으므로 섬락은 일어나지 않았다.



R1 : 인가전압( $V_s$ ) 50[kV/div]

R2 : 인하도선에 유도된 전압( $V_i$ ) 10[kV/div]

R3 : 섬락전류( $I_s$ ) 400[A/div]

R4 : 인하도선에 흐른 전류( $I_i$ ) 400[A/div]

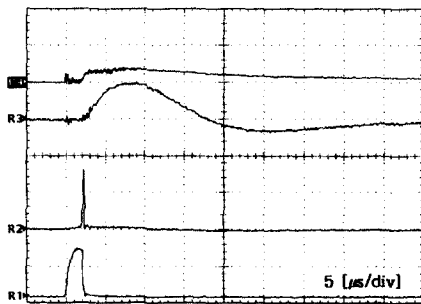
그림 6. 자기질 절연물의 피뢰침에서 섬락이 발생하지 않은 때 실험전압과 전류 파형

Fig. 6. Waveforms of the test voltage and current when a flashover is not occurred at the porcelain insulator of lightning rod

본 연구에서 사용한 뇌임펄스전압 발생장치의 최대 발생전류의 크기의 제한 때문에 인하도선에 유도되는 전위상승으로 인해 시료 1 피뢰침의 절연체

가 섬락을 일으키는 것을 실험할 수는 없었다. 그러나 실제 조건에서 분진이나 도전성의 물질이 쌓이게 되면 섬락전압은 보다 낮아지기도 하며, 낙뢰가 발생할 때 피뢰침에 유입되는 뇌격전류가 수~수십 [kA] 인 점을 고려하면 대부분의 피뢰침의 경우 절연물 표면에서 섬락을 일으킬 것으로 사료된다.

낙뢰가 돌침에 입사하여 인하도선을 통해 대지로 방출되는 뇌격전류는 매우 빠른 상승시간을 가지므로 인하도선의 인덕턴스에 의해 높은 유도전압이 발생하게 된다. 이 때 피뢰침 절연물의 절연내력이 인하도선에 유도된 전압을 견디지 못하면 절연물의 표면을 통해 섬락이 발생하게 된다. 낙뢰가 돌침에 입사하여 흐르는 뇌격전류에 의한 전위상승으로 시료 2의 피뢰침 절연물의 표면에 섬락이 일어난 경우의 전압과 전류 파형을 그림 7에 나타내었다.



R1 : 인가전압( $V_s$ ) 125[kV/div]  
 R2 : 인하도선에 유도된 전압( $V_i$ ) 20[kV/div]  
 R3 : 섬락전류( $I_d$ ) 400[A/div]  
 R4 : 인하도선에 흐른 전류( $I_i$ ) 400[A/div]

그림 7. 고분자 절연물의 피뢰침에서 섬락이 발생할 때의 실험전압과 전류 파형  
 Fig. 7. Waveforms of the test voltage and current when a flashover is occurred at the polymer insulator of lightning rod

뇌임펄스전압 발생장치로부터 인가된 전압은 약 170[kV]이었고, 인하도선의 전위상승 약 32 [kV]에 의해 절연물의 표면에서 섬락이 일어났으며 금속관 내부의 인하도선을 통해 흐르는 전류(약 160[A])보다 절연체 표면을 통해 금속관으로 흐르는 섬락전류(400[A])가 훨씬 크게 나타남을 알 수 있다. 따라서 우천시 피뢰침의 절연물에서 섬락이 발생하면 건축물의 구조체, 철근, 다른 금속체 또는 콘크리트 등을 통해 대부분의 뇌격전류 대지로 방출된다. 즉, 피뢰침의 절연물 표면에서 섬락이 일어나게 되면 인하도

선은 제 기능을 하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 건축물의 구조체나 피뢰침이 설치된 주변의 금속체가 전기적으로 완전하게 분당되었다면 큰 문제는 없지만 그러하지 못한 경우는 피뢰침 설치용 금속지지물 주변의 전위경도가 커 인체에 대한 감전의 위험과 전자기기의 오동작이나 파손의 위험을 초래할 수도 있다.

#### 4. 결 론

국내의 피뢰설비에 대한 문제점을 분석하고, 낙뢰로부터 인명과 건축물의 보호는 물론이고 전자기기를 효과적으로 보호할 수 있는 뇌보호시스템을 구성하는 수뢰부의 구조에 대한 연구를 수행한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 돌침형 피뢰침의 뇌임펄스 주수섬락전압은 절연물의 재료, 형상과 치수에 따라 다르며, 15~50 [kV] 정도로 비교적 낮아 낙뢰가 입사하면 절연물의 표면에 섬락이 일어나게 된다.

(2) 피뢰침 절연물의 섬락전류의 대부분은 인하도선보다는 오히려 지지용 금속관을 통하여 흐르므로 피뢰침 지지대 주변의 전위상승으로 위험을 초래할 수 있다.

(3) 절연형 피뢰침의 경우는 지지관과 인하도선의 인입용 전선관의 재료로 합성수지재료를 사용하여 충분한 절연내력을 확보하거나 돌침을 비롯하여 인하도선을 금속지지관과 건축구조물에 전기적으로 완전히 분당하여 시설하는 방법이 바람직하다.

(4) 국내의 피뢰설비에 관한 규격, 기술지침, 내선 규정 등은 세계화 시대에 걸맞도록 국제 규격으로의 개정이 바람직하다.

#### References

- (1) The Institute of Electrical Installation Engineers of Japan, Lightning Countermeasure Committee, Lightning Protection for Information-Oriented and Computerized Society, IEE of Japan, pp.10~94, 1999.
- (2) 한국산업규격 KS C 9609, "피뢰침", pp.2~6, 1995.
- (3) Japanese Industrial Standard, JIS A 4201, "The protection of structures against lightning", pp.2~6, 1992.
- (4) International Electrotechnical Commission, IEC 601024-1, "Protection of Structures against Lightning, Part 1: General Principles", pp.15~32, 1990.

- (5) National Fire Protection Association, U.S.A.: "Lightning protection code: Standard for the installation of lightning protection systems", NFPA 780, pp.780-5~17, 1995.
- (6) 노동부 고시 제93-21호, "피뢰침 설치에 관한 기술상의 지침", pp.1~4, 1993.
- (7) 대한전기협회 내선규정전문위원회, 내선규정, 대한전기협회, 개정증보7판 pp.107~108, 1998. 6.

◇ 저자소개 ◇

이 복 희 (李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1988~89년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 현재 인하대 공대 전자전기 컴퓨터공학부 교수. Tel. (032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822, e-mail : bhlee@inha.ac.kr

강 성 만 (姜成萬)

1973년 4월 6일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. Tel. (032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822, e-mail : webmaster@smirepia.com

엄 주 흥 (嚴柱弘)

1972년 9월 5일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. Tel. (032) 860-7398, Fax. (032) 863-5822, e-mail : g2001100@inhavision.inha.ac.kr

이 승 칠 (李承七)

1943년 4월 1일생. 1971년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 2월 서울산업대 산업대학원 안전공학과 졸업(공학석사). 2002년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 한진중공업주식회사 상무. e-mail : sclee@hjcst.co.kr

김 승 지 (金承芝)

1960년 2월 29일생. 1998년 2월 서울산업대 전기공학과 졸업. 2001년 2월 인하대 산업대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 현재 인천시청 사무관. Tel. (032) 440-2441 e-mail : kimsj2020@hanmail.net