

인하도선시스템 시설에서의 문제점과 대책

(Problems and Countermeasures in Installation of Down Conductor Systems)

이복희* · 이동문 · 강성만 · 임주홍 · 정동철 · 이승철 · 안창환

(Bok-Hee Lee · Dong-Moon Lee · Sung-Man Kang · Ju-Hong Eom · Dong-Cheol Jeong · Seung-Chil Lee · Chang-Hwan Ahn)

요 약

내본 논문에서는 뇌서지에 의해서 발생하는 컴퓨터를 비롯한 전자기기의 장해에 대한 보호대책을 제안하기 위해 서내 국내의 뇌보호설비에 대한 규격과 지침에 대한 기술적인 문제점을 분석하였다. 인하도선의 설치방법에 따른 인하도선과 인입용 금속관을 통하여 흐르는 전류사이의 관계를 검토하였으며, 인하도선계에 미치는 표피효과의 영향을 평가하는 실험을 수행하였다. 그 결과 인하도선을 인입용 금속관에 전기적으로 접속한 때 인하도선과 금속관은 하나의 도체로 작용하며, 표피효과와 초킹효과 때문에 뇌격전류는 인하도선보다도 금속관을 통하여 훨씬 많은 전류가 흘렀다. 따라서 뇌격전류에 의한 인하도선의 전위상승으로 야기되는 정전유도와 측면방전 등의 악영향을 억제하기 위해서는 인하도선을 인입용 금속관과 건물의 철골 구조체에 전기적으로 접속하는 것이 매우 효과적이다.

Abstract

This paper describes the technical issues of the domestic standard and guideline for lightning protection systems in order to propose the countermeasures in damage of computer and electronic equipments due to lightning surges. The relationship between the current flow in the down conductor and the current flow in the steel conduit surrounding the down conductor was investigated as a function of the installation method of down conductors. Also the experiments were conducted to evaluate the influences of the skin effect on the down conductor systems. As a result, when the down conductor were bonded to the steel conduit, the down conductor and the steel conduit act as one conductor, so much more lightning current flows in the steel conduit than in the copper down conductor because of the skin effect and choking effect. Therefore to reduce the adverse effects such as the electrostatic induction and side flashes caused by the potential rise of down conductors due to lightning currents, it is extremely effective to bond the down conductor to the steel conduit and steel frame of structures.

Key Words : Lightning protection system, Lighting impulse current, Skin effect, Choking effect, Down conductor

1. 서 론

* 주저자 : 인하대학교 전자전기공학부 교수
Tel : 032-860-7398, Fax : 032-863-5822
E-mail : bhlee@inha.ac.kr
접수일자 : 2002년 4월 10일
1차심사 : 2002년 4월 16일
심사완료 : 2002년 5월 4일

비정보화 사회에 있어서 전력기기나 통신장비 등비정 인프라설비의 낙뢰 피해는 국부적인 설비자체의 파손뿐만 아니라 산업, 경제, 행정, 금융, 의료 등 모든 분야에 심각한 영향을 미치게 되므로 피해의 범위가 매우 넓으며, 경제적 손실도 막대하다.

우리나라도 세계무역기구에 가입함에 따라 무역의

기술적 장해에 관한 협정을 준수하여야 하며, 뇌보호설비에 관한 국제수준의 기술이 필요한 시기이다. 뇌보호설비의 보호효과를 높일 수 있는 합리적이고 과학적이며, 국제적으로도 대응할 수 있는 체계적인 연구결과를 바탕으로 하는 효과적인 뇌보호설비의 설계와 시공에 관련된 기술의 개발이 요구되고 있다.

우리나라의 뇌보호설비의 설계 및 시공은 충분한 보호효과를 얻기 위한 기술적인 측면보다는 규정에 얽매어 시설기준에 맞추는 피동적인 형태로 설치되고 있는 것이 보편적인 실정이다. 따라서 뇌보호설비에 관련된 복합적인 사항을 고려한 합리적인 설계기법을 개발하여 기술경쟁력을 향상시키기 위한 연구가 요구되고 있다. 고도정보화가 진전되고 있는 오늘날, 사회시스템과 경제운영의 핵심적 필수기인 컴퓨터, 통신기기, 제어기기 등 과전압 내성이 낮은 전자기기의 뇌보호에 대해서 IEC규격에 상응하는 기술의 개발과 활용에 충분한 고려와 검토가 필요하다.

뇌보호설비는 보호하고자 하는 시설물에 낙뢰가 침입하였을 때 뇌격전류를 인위적인 경로를 통하여 안전하게 대지에 방출시킴으로써 피해를 줄이고자 하는 것이 근본 목적이다. 그러므로 본 논문에서는 뇌보호설비에 관한 기초기술의 확립을 위하여 수행된 인하도선의 효과적인 설치기법의 구현에 대한 실험적 연구결과에 대하여 중점적으로 기술하였다. 우리나라의 뇌보호설비의 규격과 기술상의 지침 등에 대한 문제점을 분석하고, 특히 접지저항의 제한과 전위상승에 대한 검토를 통하여 국제규격에 접근할 수 있는 방향을 제시하였다. 또한 고주파 성분을 포함하는 뇌격전류의 대지로의 방류에 대한 인하도선의 효능에 미치는 표피효과와 영향에 대하여 실험적으로 분석하였다.

2. 뇌보호시스템

낙뢰의 영향으로부터 생활 공간을 보호하기 위해서 사용하는 일체의 설비를 뇌보호시스템(lightning protection system)이라고 하며, 외부 뇌보호시스템과 내부 뇌보호시스템으로 분류한다[1].

조명 · 전기설비학외논문지 제16권 제4호, 2002년 7월

2.1 외부 뇌보호시스템

보호 대상물에 접근하는 낙뢰를 포착하여 뇌격전류가 흘렀을 때 뇌보호설비와 보호대상물의 사이에 불꽃방전을 일으키지 않으며, 접지점 근방에 있는 사람이나 동물에 대한 피해를 주지 않도록 하는 것이 외부 뇌보호시스템의 주된 역할이다. 외부 뇌보호시스템은 수뢰부(피뢰침), 인하도선, 접지시스템 등 주요 3개 부분으로 구성된다. 외부 뇌보호시스템의 구성도를 그림 1에 나타내었으며, 철근·철골구조의 건축물에서는 구조체를 뇌보호설비의 일부로서 이용하여 보호효과가 향상되도록 고려할 수 있다.

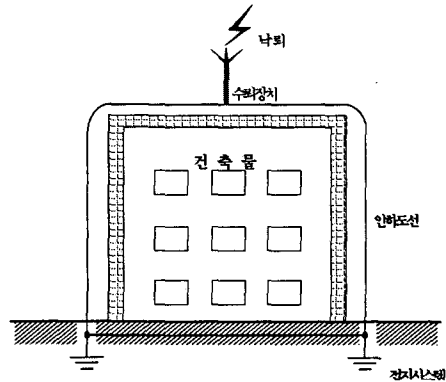


그림 1. 외부 뇌보호시스템의 구성
Fig. 1. Configuration of external lightning protection system

수뢰부(air termination)는 뇌격을 흡인하는 금속체로 피보호물의 용도, 중요도, 입지조건, 형상, 구조 등에 따라 보호효과, 미관, 경제성 등을 고려하여 선택하여야 한다. 인하도선(down conductor)은 뇌격전류를 안전하게 흐르도록 수뢰부와 접지시스템을 접속하는 도선으로 위험한 불꽃방전의 발생하지 않도록 가능한 한 짧고, 많은 수의 병렬회로로 하는 것이 바람직하다. 접지시스템(ground termination system)은 인하도선과 대지를 전기적으로 접속하며 위험한 과전압이 발생하지 않도록 뇌격전류를 대지에 확산시키기 위해 지중에 매설한 도체시스템이다. 낙뢰시 대지표면의 전위상승을 억제하여 안전을 확보하기 위해서는 가급적 접지저항이 낮은 것이 바람직하며, 접지시스템의 형상과 치수는 접지저항의 지정값보다 더 중요하다.

2.2 내부 뇌보호시스템

낙뢰시 건축물 내부의 전위를 균등화시키며 전력용 및 정보통신용 전자회로, 컴퓨터를 비롯한 감시제어장비, 자동화 기기 등을 낙뢰에 기인하는 뇌서지에 의한 2차 재해로부터 보호하는 것이 내부 뇌보호시스템의 역할이다. 최근 고층의 대형 건축물과 지능형 건축물의 자동화 설비, 정보통신설비의 사용이 일반화되면서 뇌보호설비 책무의 중요성이 부각되었다. 등전위화(equipotential bonding)는 피보호범위에 있어서 화재 및 폭발위험과 감전의 위험을 저감시킬 수 있는 매우 중요한 방법이며, 특히 인명의 위험에 대해서는 가장 중요한 보호대책이다. 도전성 부분 그리고 피보호범위 내의 전력용 및 정보통신용 설비를 본딩용 도체 또는 뇌서지보호장치를 접속함으로써 등전위화를 이룩할 수 있다.

3. 뇌보호설비의 문제점과 대책

3.1 기술적인 문제점

우리나라의 피뢰설비에 대한 한국산업규격(KS C 9609)은 보호범위를 피보호물인 건축물의 높이를 고려하지 않고 일률적인 보호각으로 규정하고 있다. 근래 대도시에는 고층 빌딩이 많이 들어섰으며, 이전과는 달리 단순한 보호각법으로는 효과적인 뇌보호를 할 수 없는 상태로 되었다. 고층 건물의 옥상에 돌침을 설치하여도 뇌보호효과가 비교적 낮은 경우도 있으며, 건물의 측면에 뇌격이 입사하게 된다. 특히 국제전기위원회(IEC)에서는 보호하고자 하는 건축물의 높이에 따라 보호범위를 결정하는 기법도 다르고, 보호범위도 보호등급에 따라 결정하는 과학적인 방법을 적용하고 있으며, 우리나라에서도 이와 같은 합리적인 보호범위의 결정에 대한 합리적인 기법을 적용하는 것이 바람직하다.

한국산업규격 KS C9609는 일본공업규격 JIS A 4201과 거의 동일하다[2,3]. 그러나 산업안전보건법 제27조 및 산업안전기준에 관한 규칙 제 357조의 규정에 의거한 화약류 또는 위험물을 저장하거나 취급하는 시설물에 설치하는 피뢰침에 관한 기술상의 지침은 미국화재보호협회의 건축물의 뇌보호설비의 시설에 관한 기준인 NFPA 780에 규정되어 있는 내용

과 유사한 점이 많다[4,5,6]. 기술상의 지침 제9조의 「피뢰침은 그 주변에 접지된 금속체가 있는 경우에는 피뢰침과 금속체를 본딩하여 측면방전현상으로 인한 설비의 손상이나 화재 등이 발생하지 않도록 하여야 한다.」는 규정을 보면 인하도선으로 절연전선을 사용하는 경우는 접지된 건축물 구조체와 전기적으로 접속하도록 규정되어 있어 나전선을 인하도선으로 사용하며 인근의 접지된 금속체와는 본딩을 해도 무방한 것으로 해석할 수 있다. 그러나 현재 피뢰침은 대부분 절연형이며, 인하도선으로는 GV절연전선을 주로 사용하며 건축물의 구조체에 본딩을 하지 않는 것이 일반적 경향이다.

뇌격전류를 대지로 안전하게 방출시키는 접지시스템의 특성을 나타내는 데에 있어서도 이론적으로나 기술적으로도 어떠한 근거를 찾아볼 수 없는 접지저항으로 규정하고 있다. 다시 말하면 뇌보호설비용 접지시스템은 단지 접지저항을 10[Ω]이하로 시공토록 규정하고 있다. 뇌격전류의 평균이 20[kA]정도임을 감안할 때 접지전극의 전위상승이 200[kV] 이상이 될 수도 있다. 따라서 접지시스템 주변의 대지표면의 전위가 상승하여 인근의 신호/제어기기를 파손시키기도 한다. 따라서 접지시스템의 특성을 단지 접지저항만으로 평가할 것이 아니라 보폭전압, 접촉전압이나 메시접압 등의 위험전압으로 평가하고 등전위화를 구축하여 전자기기 또는 약전류 설비 사이의 전위차의 발생을 억제하여 피해를 최소화시키는 기술의 적용과 대책이 필요하다.

현재 우리나라의 뇌보호설비에 관한 규격은 낙뢰에 의한 건축물과 인명의 보호를 주체로 하고 있으며 건물 내부의 설비, 특히 전자기기를 포함한 전기설비의 보호에 대해서는 거의 고려하지 않고 피뢰침 설비의 각 부분에 대한 규격과 치수의 지정을 위주로 한 경직성의 규격으로 되어 있다. 따라서 뇌보호시스템의 설계와 구성에 있어서도 외부 뇌보호시스템과 내부 뇌보호시스템이 유기적인 협조를 이루는 시스템적으로 대응하는 기술의 도입과 규정이 요구된다. 우리나라의 뇌보호설비에 관한 규격은 이론적, 기술적 근거도 매우 부족한 외국 규격을 답습하는 수준이며, 우리나라의 입지조건이나 건축물의 종류나 중요도 등을 고려한 주체성과 독자성, 국제화에 부응할 수 있

는 규격이 없는 실정으로 이에 대한 연구와 기술기준의 제정이 요망된다.

3.2 인하도선의 설치상의 문제점

돌침형 피뢰침의 구조를 보면 돌침은 인하도선을 통하여 대지에 접속된다. 그러나 산업안전보건법의 산업안전기준에 관한 규칙에 의거한 화약류 또는 위험물을 저장하거나 취급하는 시설물에 설치하는 피뢰침에 관한 기술상의 지침에는 측면방전의 방지를 위해 인하도선을 다른 금속체와 본딩하도록 규정되어 있으나 GV절연전선을 금속관에 인입시켜 설치하므로 본딩의 시공이 거의 이루어지고 있지 않는 실정이다. 특히 개별접지를 필요로 하는 경우는 산업안전보건법의 산업안전기준에 관한 규칙에 의거한 화약류 또는 위험물을 저장하거나 취급하는 시설물에 설치하는 피뢰침에 관한 기술상의 지침에 따라 시공할 수가 없다.

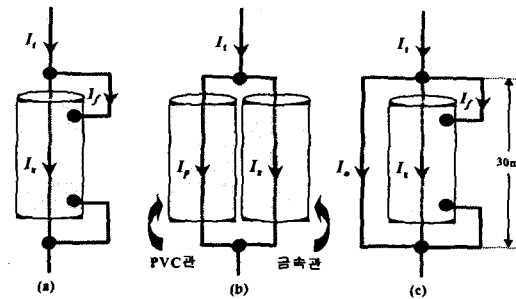
또한 인하도선의 설치에 관련된 국내의 기술규격이나 지침을 살펴보면 다음과 같다. 한국산업규격 KS C 9609 3.1.2절 (9)항에는 「인하도선이 지상에서 땅 속으로 들어가는 부분은 나무 또는 죽제의 홈통, 에판(콘크리트 관석면 시멘트관을 포함한다.), 경질 염화비닐관 또는 비자성 금속관내를 통하여, 지상 2.5 m 이상인 곳에서 지하 0.3 m 이상인 곳까지를 기계적으로 보호한다. 이 경우, 비자성 금속관을 사용할 때는 그 양쪽 끝을 인하도선에 접속한다.」로 규정되어 있다[7]. 내선규정 제1장 140절 3항에는 「피뢰침, 피뢰기용 접지선은 강제 금속관에 넣지 말 것」으로 되어 있다[8]. 이와 같이 한국산업규격과 내선규정에서는 인하도선을 강제 금속관에 넣어 시설하지 못하도록 규정되어 있다. 그러나 산업안전법규 피뢰침의 설치에 관한 기술상의 지침 제14조 2항에는 「인하도선을 금속관내에 설치시에는 인하도선과 금속관의 상하단 두 지점을 본딩시켜야 한다.」로 규정되어 있어 내선규정과 상치되는 내용이다. 또한 대부분의 피뢰침의 구조와 돌침과 인하도선의 접속방법을 보면 피뢰침을 금속관에 지지하고 인하도선을 지지관의 내부에 설치하도록 되어 있는 것도 있으며, 대부분의 피뢰침이 이와 같은 방법으로 설치되어 있어 분명히 어느 규정인가에는 위배되어

있다.

또한 산업안전법규 피뢰침 설치에 관한 기술상의 지침 제9조에는 「피뢰침은 그 주변에 접지된 금속체가 있는 경우에는 피뢰침과 금속체를 본딩하여 측면 방전현상으로 인한 설비의 손상이나 화재 등이 발생되지 않도록 하여야 한다.」는 규정도 있다. 따라서 인하도선의 설치에 관한 규정과 내용, 현재 시공되는 방법 등의 특성과 성능을 평가할 수 있는 조건을 모두 상정하여 실험하였다.

3.2.1 실험계의 구성

인하도선으로 GV절연전선을 금속관에 인입시키는 방법으로 시설하며, 인하도선과 금속관 또는 건축물의 철골 등과 본딩한 경우와 본딩하지 않은 경우를 모의하는 그림 2에 나타낸 회로에 대하여 인하도선과 금속관에 분류되는 뇌격전류의 분포를 측정하였다. 또한 인하도선을 통하여 흐르는 뇌격전류의 표피효과와 영향을 검토하기 위해 1[kHz]-2.5[MHz]범위의 정현파 전류를 인가시켰을 때의 인하도선을 통하여 흐르는 전류의 분류율을 측정하였다.



I_t : 전체 전류
 I_f : 금속관에 흐르는 전류
 I_s : 금속관 내부도선전류
 I_o : 외부 도체에 흐르는 전류
 I_p : 경질비닐관 내부도선전류

그림 2. 인하도선의 설치방법에 따른 특성의 분석을 위한 실험계의 구성

Fig. 2. Configuration of the experimental systems for analyzing the characteristics with an installation method of down conductor

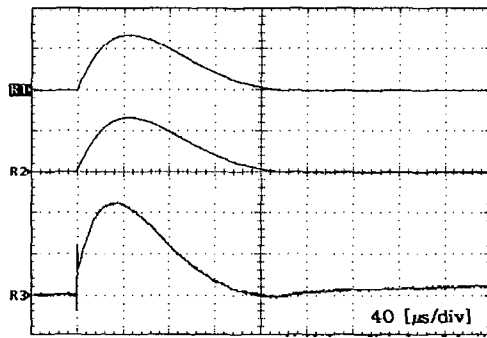
그림 2(a)의 회로는 인하도선과 금속관을 상하 2군데에서 본딩한 경우를 모의한 것이며, 그림 2(b)는 합

인하도선시스템 시설에서의 문제점과 대책

성수지관 또는 비자성 금속관에 넣은 경우와 금속관 내부의 인하도선은 금속관에 인하도선을 넣고 본딩을 하지 않은 경우를 모의하는 실험회로이다. 그리고 그림 2(c)의 회로는 인하도선을 금속관과 건축물의 철골, 수도관 등 금속체에 본딩한 경우를 모의한 것이다.

3.2.2 실험결과 및 검토

그림 2(a)의 회로에 뇌격이 입사한 경우 인하도선을 통하여 흐르는 전류와 금속관에 흐르는 전류의 파형의 예를 그림 3에 나타내었다.



R1 : 전체 전류(I_t) 1[kA/div]
 R2 : 금속관에 흐른 전류(I_f) 1[kA/div]
 R3 : 금속관 내부도선 전류(I_s) 20[A/div]

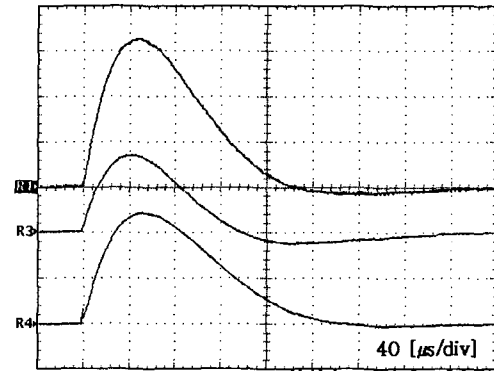
그림 3. 인하도선과 금속관을 본딩한 경우의 전류분포

Fig. 3. Current distributions in case that the down-conductor is bonded to the steel conduit

뇌격전류는 인하도선을 통해 흐르는 전류(45 [A]) 보다 금속관을 통하여 흐르는 전류(1,320[A])가 훨씬 크게 나타났다. 즉, 인하도선을 금속관과 본딩한 경우 피뢰침 지지용 금속관 또는 인하도선 인입용 금속관을 통하여 흐르는 전류가 전체 전류의 약 97[%]정도이고, 인하도선을 통하여 흐르는 전류는 약 3[%]정도를 나타내었다. 금속관의 전기저항은 인하도선의 전기저항 훨씬 크지만 인하도선을 금속관에 본딩한 경우 고주파 성분의 뇌격전류는 표피효과(skin effect)에 의해 인하도선에 흐르는 전류보다 대부분 금속관을 통하여 전류가 흐르는 것을 알 수 있다[9,10]. 또한 그림 2(b)의 회로에 뇌임펄스전압을 인가한 경우 각

부분에 흐르는 전류의 파형을 그림 4에 나타내었다.

금속관에 인입된 인하도선을 통하여 흐른 전류의 피크치는 약 700[A]이며, 이에 반하여 동일한 굵기의 합성수지관 내의 인하도선을 통하여 흐른 전류는 약 1[kA]이다. 즉, 피뢰침 지지용 또는 인입용 금속관의 내부에 설치된 인하도선을 통하여 흐르는 전류는 전체 전류의 약 40[%]정도이고, 합성수지관 내의 도체로 흐르는 전류는 약 60[%]정도를 나타내었다.

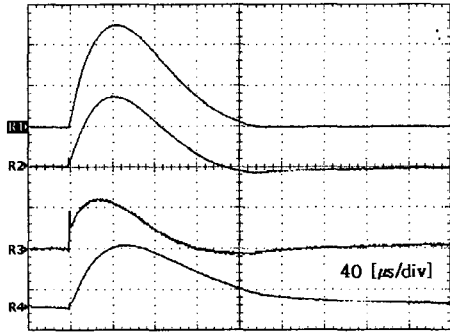


R1: 전체 전류(I_t) 500[A/div]
 R3: 금속관 내부도선 전류(I_s) 400[A/div]
 R4: 합성수지관 내부도선 전류(I_p) 400[A/div]

그림 4. 금속관과 합성수지관 내의 인하도선에 흐른 임펄스전류의 파형

Fig. 4. Waveforms of the currents flowing through the down-conductor in the steel conduit and polyvinyl pipe

이것은 인하도선을 금속관 내에 설치하고 본딩하지 않으면 금속관의 비투자율이 1보다 크기 때문에 금속관 자체가 급격히 변동하는 뇌격전류의 흐름에 대해서는 쇼크(choke)의 역할을 하는 것으로 볼 수 있다. 다시 말하면 금속관 내부의 인하도선에 급변성의 뇌격전류가 흐르게 되면 금속관에는 맴돌이전류가 흐르게 된다. 따라서 인하도선을 수납하기 위한 전선관으로는 금속관보다는 합성수지관이 뇌격전류의 흐름만의 측면에서는 유리하다. 그리고 그림 2(c)와 같이 피뢰침의 인하도선을 건축물의 구조체, 철골이나 철근 그리고 인입용 금속관을 모두 본딩한 경우 낙뢰가 입사한 때 각 부분에 흐르는 전류의 분포를 그림 5에 나타내었다.

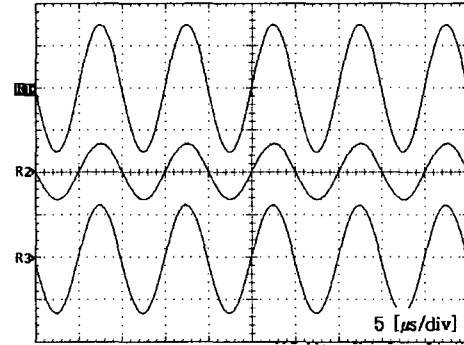


R1 : 전체 전류(I_t) 400[A/div]
 R2 : 금속관에 흐른 전류(I_f) 400[A/div]
 R3 : 금속관 내부도선 전류(I_s) 20[A/div]
 R4 : 합성수지관 내부도선 전류(I_p) 200[A/div]

그림 5. 금속관 및 합성수지관과 금속관의 내부도선에 흐른 전류의 파형
 Fig. 5. Waveforms of the currents flowing through the down-conductor in the steel conduit and polyvinyl pipe and the steel conduit

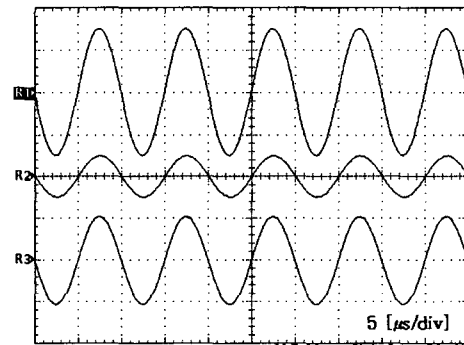
전체 전류가 약 1[kA]일 때 금속관을 통해 흐른 전류가 약 680[A], 합성수지관 내부에 설치된 인하도선에 흐른 전류가 약 300[A], 금속관 내부에 설치된 인하도선을 통하여 흐른 전류는 약 20[A]에 불과하다. 즉, 금속관으로 흐르는 전류가 전체 전류의 약 68[%] 정도이고, 합성수지관 내부도체로 흐르는 전류는 약 30[%] 정도이었으며, 금속관 내부도체로 흐르는 전류는 불과 약 2[%] 정도에 지나지 않음을 알 수 있다. 이와 같은 경우 피뢰침에 낙뢰가 입사한 때 뇌격전류는 대부분 건축물의 구조체나 기타 금속체, 피뢰침 지지용 그리고 인하도선 인입용 전선관을 통하여 흐르므로 실제 인하도선은 본래의 역할을 하지 못하는 유명 무실한 것으로 볼 수 있다. 이와 같은 현상은 뇌격전류의 상승시간이 빠르거나 고주파 성분이 많이 포함될수록 현저하게 나타난다.

그림 2에 나타난 실험회로의 조건에 있어서 인하도선을 통하여 흐르는 뇌격전류의 주파수의존성을 평가하는 그림 2(a)와 (b)의 회로에 임의파형발생기를 이용하여 정형파 전압을 인가한 경우 인하도선과 금속관에 흐르는 전류의 파형을 그림 6에 나타내었다. 또한 각 실험조건에서 인가전압의 주파수의존성을 파악하기 위해서 주파수를 1[kHz]에서 2.5[MHz]까지 변화시켰을 때 인하도선과 금속관 등 각 부분에 흐르는 전류의 비율을 그림 7에 나타내었다.



R1: 전체 전류(I_t) 50[mA/div]
 R2: 금속관 내부도선 전류(I_s) 20[mA/div]
 R3: 금속관에 흐른 전류(I_f) 50[mA/div]

(a) 그림 2(a)의 회로

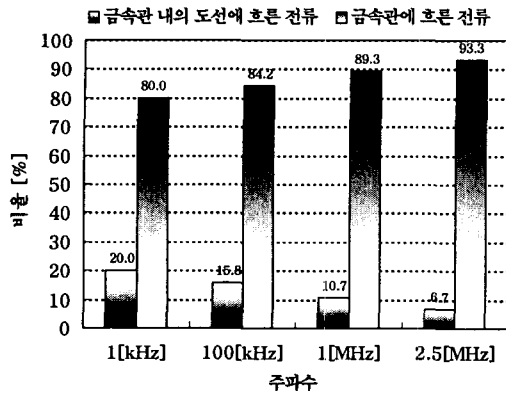


R1: 전체 전류(I_t) 50[mA/div]
 R2: 금속관 내부도선 전류(I_s) 50[mA/div]
 R3: 합성수지관 내부도선 전류(I_p) 50[mA/div]

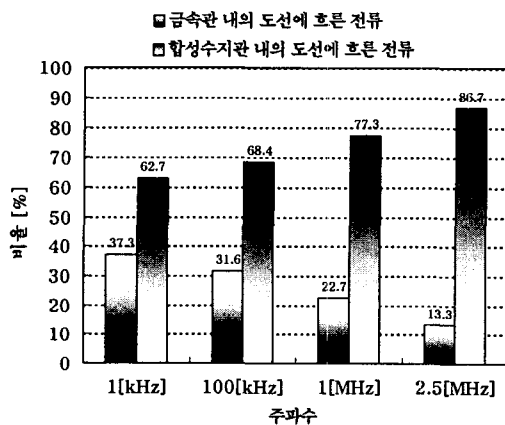
(b) 그림 2(b)의 회로

그림 6. 주파수 100 (kHz) 일 인하도선과 금속관에 흐르는 전류의 파형
 Fig. 6. Waveforms of the currents flowing through the down conductor and the steel conduit when the frequency is 100 (kHz)

피뢰침의 인하도선을 금속관에 분당한 경우인 그림 2(a)의 조건에서는 표피효과에 의해 뇌격전류의 80[%]이상의 대부분이 금속관을 통하여 흐름을 나타내었다. 주파수가 증가할수록 금속관 내의 인하도선을 통하여 흐르는 뇌격전류의 비율은 더욱 감소하였으며, 뇌격전류의 2.5[MHz]이상의 성분은 불과 7[%] 미만이 인하도선을 통하여 흐르는 것을 알 수 있다.



(a) 그림 2(a)의 회로



(b) 그림 2(b)의 회로

그림 7. 금속관과 합성수지관내의 도선에 흐르는 전류의 주파수 의존성

Fig. 7. Frequency dependence of the currents flowing through the down conductor in the steel conduit and PVC pipe

인하도선을 금속관에 인입하고 본딩을 하지 않은 경우는 노출공사를 하거나 인하도선을 합성수지관에 인입한 경우에 비해서 금속관의 표피효과와 초킹효과(choking effect)에 의해 뇌격전류의 대지로의 방출이 효과적이지 못하다[11]. 이러한 현상은 주파수의 증가와 더불어 보다 심하게 나타났다. 따라서 대전류이며, 고주파 성분을 갖는 뇌격전류의 경우에는 접지도선을 금속관에 본딩하여 시설하게 되면 효과적으로 뇌격전류를 대지로 방출시키게 되며, 인하도선에 유도되는 유도전압을 저감시키고 뇌보호성능이 향상되어 더욱 효과적일 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 논문에서는 효과적인 뇌보호설비의 제안을 목적으로 국내 뇌보호설비에 대한 규격 또는 기술지침에 대한 문제점을 분석하고, 뇌보호설비의 구성요소인 인하도선의 설치방법에 따른 성능과 특성을 평가한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 뇌격전류의 효과적인 방출은 인하도선과 인입용 금속관을 상하 양단에서 본딩하여 시설할 경우에는 금속관이 유리하고, 본딩하지 않을 경우에는 비자성 금속관이나 합성수지관이 오히려 유리하다.

(2) 인하도선을 지지용 금속관에 본딩한 경우 표피효과와 초킹효과에 의해 뇌격전류의 대부분은 금속관을 통하여 흐르며, 인하도선을 지지용 금속관은 물론이고 건축물의 철골이나 수도관 등에 본딩하는 것이 매우 효과적이다.

(3) 국내의 뇌보호설비에 대한 기술과 규격은 매우 낙후되어 있으므로 최신의 건축물의 특성과 기능, 정보화·국제화 시대의 사회환경에 적합한 뇌보호설비에 대한 과학적이고 합리적인 규격과 기술의 개발 및 본딩기술과 내부 뇌보호시스템의 적용이 요구되며, 앞으로 이 분야에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

References

- [1] International Electrotechnical Commission, IEC 601024-1, "Protection of Structures against Lightning, Part 1: General Principles", pp.15~32, 1990.
- [2] 한국산업규격 KS C 9609, "피뢰침", pp.2~6, 1995.
- [3] Japanese Industrial Standards, JIS A 4201, "The protection of structures against lightning", pp.2~6, 1992.
- [4] 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.
- [5] National Fire Protection Association, U.S.A.: "Standard for Lightning Protection; Systems Using Early Emission Air Terminals", Draft Standard NFPA 781-F93TCR, pp.577~597, 1994.
- [6] French Standard, NF C 17-100; Protection of structures against lightning & NF C 17-102; Lightning protection: protection of structures and open areas against lightning using early streamer emission, pp.10~31, 1987.
- [7] 노동부, 산업안전법규 피뢰침의 설치에 관한 기술상의 지침, 노동부 고시 제93-21호, pp.1~4, 1993.
- [8] 대한전기협회 내선규정전문위원회, 최신개정판 내선규정, pp.95~99, 1998.

[9] R. B. Standler, Protection of Electronic Circuits from Overvoltages, John Wiley & Sons, Inc., pp.55~77, 1989.
 [10] W. H. Hayt, Engineering Electromagnetics, International Student Edition, 5th Edition, pp.357~365, 1989.
 [11] R. P. O'Riley, Electrical Grounding, International Thomson Publishing Company, 5th Edition, pp.60~79, 1999.

◇ 저자소개 ◇

이 복 희 (李福熙)

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

이 동 문 (李東汶)

1958년 4월 20일생. 1987년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. Tel. (032)860-7398, Fax. (032)863-5822, e-mail : lidm7@hanmail.net.

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@smilepia.com.

엄 주 홍 (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.

정 동 철 (鄭東喆)

1964년 9월 18일생. 1989년 2월 영남대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 2월 고려대학교 산업정보대학원 전기공학과 졸업(석사). 동 대학원 전기공학과 박사과정. e-mail : dcjeong2000@korea.com.

이 승 칠 (李承七)

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

안 창 환 (安昌煥)

1959년 11월 4일생. 1983년 2월 원광대학교 전기공학과 졸업. 1991년 2월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 8월 인하대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 한국전력. Tel. (032)860-7398 e-mail : Chahn@Kepco.co.kr.