



뇌(雷)에 의한 사고와 대책

글/加藤義一郎(일본중앙방뢰(주)대표이사)

역/김 대 홍(해광엔지니어링 대표)

강 인 권(대우엔지니어링 전기기술사)

1. 서 언

낙뢰에 의한 사고는 매년 계속되고 있다. 더구나, 예상하지 못한 대형 인명사고가 발생하기도 하고, 또는 Computer의 중심부(중앙처리 장치)가 파손되는 등, 사회에 끼치는 영향도 매우 커지고 있는 실정이다. 그 원인은 우리 주변의 사회 환경이 현저하게 변화하는 것과 계속되는 기상 이상현상에 기인한 것이라고 생각된다. 이 때문에 새로운 시설을 계획할 경우에는 건축 기준법에 의거하여 피뢰침의 설치율을 의무화하고 있다. 그러나 이 법의 적용에 의한 피뢰침 설치하는 높이 20m를 초과하는 건물에 국한되어 있으며, 높이 20m이하의 건물에 대해서도 피뢰의 필요성이 검토되어야 한다고 생각된다.

어떤 건물에 피뢰 대책을 실시할 경우에는 건물의 상태를 잘 고려하여 건물에의 직격뢰를 안전하게 대지로 방류하는 피뢰침 설비와 건물 인입 전원선을 통하여 건물내부로 침입하는 뇌 서지를 흡수하는 피뢰기 설비의 양면적인 시설대책이 필요하다. 최근 과학적으로 뇌를 예방할 수 있는 실용적인 뇌 경보기의 신뢰성이 인정되고 있다.

이런 종류의 뇌 경보기는 넓은 지역에 있는 사람들을 뇌운이 근접하기 전에 미리 예지하여 안전한 장소로 대피시킬 뿐만 아니라, 높은 안테나 철타미 설치되어 있는 산 정상, 무선 중계소 등에서 뇌의

접근을 사전에 예지하여 전원을 차단할 목적으로 사용되고 있다. 이것은 낙뢰 발생 직전에 소내 전원을 예비전원측으로 전환시키는 방법으로 약전용 기기를 보호하기 위한 새로운 방법이다.

이상과 같이 뇌에 의한 피해가 증가하는 반면에 피뢰 기술도 많은 발전을 하고 있는 것은 사실이다. 여기서는 뇌해 방지에 성공한 대책사례와 최신의 피뢰 기제 등에 대해서 서술하고자 한다.

2. 뇌해 방지 대책의 성공사례

2.1 Y산의 경우

1) 낙뢰사고의 현황

1979년 8월6일 오후 2시40분경, Y산(3,180m) 정상 부근에서 낙뢰가 발생하여 2명은 사망, 7명은 머리에 중경상을 입은 참혹한 사고가 발생하였다.

그날 Y산의 산장에는 500여명의 등산객이 머무르고 있었다. Y산 부근은 오후가 되면 뇌운이 발생하기 시작하는 지역이다(산악뢰의 뇌습 메커니즘을 그림 1에 보인다). 이 때문에 산장에 상주하는 산악 구조대원이 “산 정상에는 등반을 하지 마십시오” 등의 경고를 했다. 그러나, “애써 Y산까지 왔으니 정상을 정복하고 싶다”는 약 20명의 인원이 경고를 무시하고 산 정상으로 향했다. 낙뢰 직전에는 산 정상 부근에 30명의 인원이 있었다.

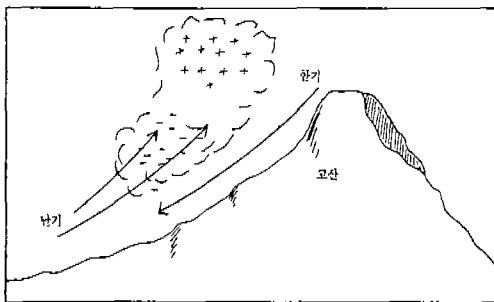
부상자의 말에 의하면 산 정상으로부터 하산하는

것 같은 3개조의 9명의 등산객이 직격뢰를 맞았다. S시의 소방대원 4명중 2명이 사망했지만, 부인을 잃고 망연자실한 상태로 구조된 A씨가 7일 이른 아침에 S시 소방 본부에 사고상황을 보고했다.

이에 의하면 낙뢰 직전 산 정상에는 약 20명의 인원이 있었고 소방대원이 하산할 무렵에 낙뢰가 있었다. 4명이 하산 지점 부근의 1개소에 모여 있었고, A씨는 부인인 B씨를 끌어안고 바위사이에 들어가 대피한 때에 돌연 굉음과 함께 충격을 받아 A씨의 위로 B씨의 몸이 날았다. 잠시 실신했다가 그 사이에 고통스러워하는 신음 소리에 정신이 들어 아래를 내려다 보니 10m 떨어진 곳에 B씨가 엎드려 있었다고 전했다.

부상자의 말을 종합하면, 직격뢰를 맞은것은 그 4명의 조와 정상에서 수m 아래에 있는 N시 사범 연수생 4명, 토쿄의 등산객 1명으로 산 정상에서 하산 지점으로 약간 내려온 장소였다고 본다. 산 정상에 남아있던 20명은 무사했으므로 하산지점 부근에 낙뢰가 있었다고 보여진다.

상기의 낙뢰사고는 1967년 8월1일 N산에 집단등산을 하고있던 M교교의 45명 일행이 T지역 부근에서 낙뢰를 맞아 11명 사망, 9명 중경상을 입은 사고 다음으로 큰 사고였다.

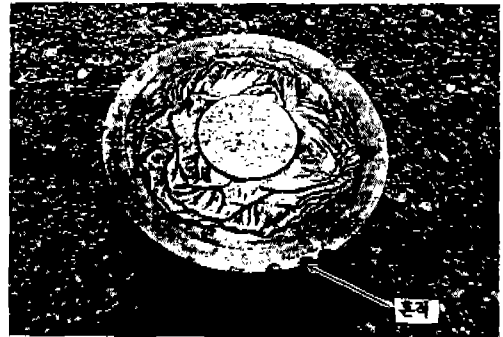


<그림 1> 산악뢰의 뇌습 메커니즘

2) 대책

당시, 필자는 오로지 뇌 경보기의 개발에 전념하고 있었다. 이 연구를 하루라도 빨리 완성하기 위해서는 환경이 가장 가혹한 장소에 뇌 경보기를 설치하

이고, 산 정상부근에는 매년 반드시 낙뢰가 있었다. 산 정상에 있는 방위 표지판의 낙뢰흔적 (사진1)이 그것을 잘 말해주고 있다.



<사진 1> 다수의 낙뢰흔적이 있는 산 정상의 방위판

는 것이라고 생각되었다. Y산 정상은 표고 3,180m 산 정상 부근에 낙뢰가 있게되면 뇌전류는 바위 표면을 따라서 하향하는데, 도중에 등산객의 대열이 있다면 전기가 쉽게 전도되는 등산객 대열로 향하게 된다.

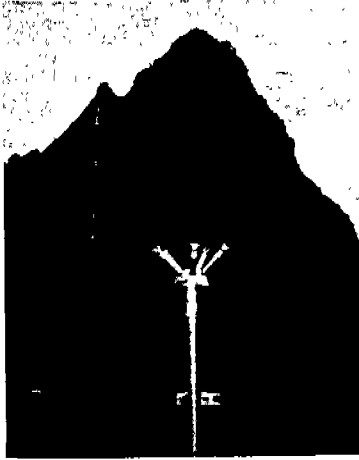
이렇게 되면, 뇌전류가 인체를 통해 계속 흐르므로 일시에 다수의 희생자가 생기게 된다.

이와 같은 사고를 방지하기 위해서는, 뇌 경보기가 가장 유효 적절한 방법이라고 생각 되지만 뇌의 발생이 급격하고 주변의 자연 환경이 험난하기 때문에 쉽지 않은 일이다.

확실하게 좋은 장소일지라도 만일 실패하면 돌이킬 수 없는 일이 되므로, 몇번이나 망설임 뒤에 뇌 경보기와 운명을 함께하는 각오로 이 곳에 뇌 경보기를 설치하여 연구하기로 한것은 1979년 봄 무렵이었다. 최초의 장치는 그해 여름에 설치 되었다.

그러나 겨울철에는 산장 전체가 눈에 묻혀 버리므로 방수형이 아닌 수신반을 건물 입구벽에 설치했으나 수신기가 습기로 인해 절연 불량이 되었다. 처음에는 전원으로 전지(Battery)만을 사용했지만 연속해서 경보를 말하고 있는 중에 전지가 다 소모 되어 버렸다.

그래서 5년 뒤인 1984년에는 실내에 신행 수신반을 설치하고, 전원으로 태양전지에 접속된 200Ah 용량의 축전지(Battery)를 사용한 복합형 습뢰 경보기(CORONARM)을 완성했다 (사진 2, 3 및 4).



<사진 2> Y산장에 설치된 코로남 (CORONARM)의 센서부



<사진 3> Y산장에 설치된 코로남 (CORONARM)의 수신 반(상)과 전지 박스(하)



<사진 4> Y산장에 설치된 코로남 (CORONARM)의 전원 (태양전지)

태양전지의 동작 전류로 수신반의 스위치가 개·폐되므로 코로남(CORONARM)은 일출과 동시에 동작되고 일몰시에는 동작이 정지되므로 야간의 뇌수에 대해 경보(siren)가 울려 등산객의 수면을 방해하는 일이 없으며, 필요한 때에 스위치를 넣는 것을 잊을 염려가 없이 잘 사용되고 있다.

그래서 코로남은 뇌운의 접근을 감지하면 자동적으로 산 정상에 향해 경보(siren)를 울릴 수 있다. 그간 몇번이나 Y산 정상 부근의 산장에 가서 조사연구를 계속했으며, 매번 산장의 주인으로부터 적극적인 지원을 받았다.

산에서 가장 주의해야 할것은 무엇보다도 뇌이다. 더욱, Y산과 같이 첨예한 봉우리 일수록 더 한층 그러하다. 마치 가옥의 옥상에 돌출되어 설치되어 있는 피뢰침에 오르는 것과도 같고, 하산 시기가 되면 등산객은 대열을 지어 이동하므로 산장 관리인의 측에서는 조금도 방심할 수가 없다.

뇌에 의한 피해를 방지하기 위해서는 뇌가 접근해오는 것을 사전에 알고 대피하는 것이 제일 좋은 방법이다. 그러기 위해서는 구름을 보면, 적란운의 발달에 주의해야 하지만, 짙은 비구름 아래에 들어갈 때에는 구름을 보고 식별하는것이 불가능 하므로 Y산장에서는 코로남이 대단히 중요한 역할을 하고 있다.

설치된 후 지금까지 10여년을 경과했지만 예전에

는 산 정상 부근에 자주 발생했던 낙뢰사고가 전혀 없게 되었다.

이상은 여기에서 연구 개발된 복합형 습뢰경보기(CORONARM)가 낙뢰사고 방지에 대단히 유효하다는 것이 장기간에 걸쳐서 실제 증명된 좋은 예라고 생각된다.

2.2 K의과대학 병원의 경우

1) 낙뢰사고의 현황

K대학병원은 바다와 인접한 구릉지대에 시설되어 있는 고층 건축물들로 구성되어 있다(사진5는 본관 옥상에서 바라본 전경).

여기 본관에 2년 연속하여 낙뢰가 있었으며, 전화 교환기(전자식) 등이 큰 피해를 입었다.

[사고사례 1]

- 일시 : 1977년 12월3일 밤
- 피해 상황

전화 교환기 기관 240매 중에서 62매가 소손되고, 수동 교환기도 배선 보호용 퓨즈가 용단되어 반도체 부품이 소손되어 전체적으로 거의 1300회선에 달하는 통화가 마비되었다.

이 때문에 피해를 입지 않은 전화로 용건, 연락 상황을 직원이 건물 여기 저기를 돌면서 관리자에게 메모로 알렸다.

또, 병원 본관 1층에 있는 자동화재탐지설비, 환

자가 병실에서 간호사를 호출하는 너스 콜(Nurse Call)설비, 간호용 포켓 벨(Pocket Bell)설비, 공조 및 급배수를 자동으로 관리제어하는 중앙 감시 제어 설비 등도 작동 중지되었고, 특히 전화 교환기와 너스 콜(Nurse Call)설비의 완전 복구에는 3일이상 걸렸다.



<사진 5> K대학병원 옥상에서 바라본 전경

[사고사례 2]

- 일시 : 1978년 11월 18일 저녁
- 피해상황

앞의 사고와 같이, 전화 교환기 기판 110매가 소손되어 전화는 전면 마비되었다.

즉시, 예비기판으로 교체했고, 본관, 간호동 등 5개소의 자동 화재탐지설비, 너스 콜(Nurse Call)설비, 간호용 포켓 벨(Pocket Bell)설비, 중앙 감시 설비가 작동 중지되었다. 더욱이, 조명 분전반과 경고반, 자동문 등 18개소에 대한 전원 차단기(Circuit Breaker)가 동작되어 정전이 되었다.

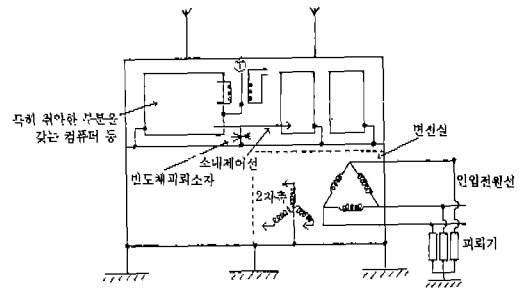
이 때문에 업무에 지장은 있었지만, 여하튼 복구는 빨랐다. 그러나 동일한 장소를 2번이나 뇌로 인해 파손되었으므로, 동 대학병원에서는 시설부를 중심으로하여 본질적인 파괴대책을 검토하게 되었다.

2) 인텔리전트(Intelligent)빌딩의 내뢰(耐雷) 설계

필자는 오랜 기간동안 도쿄 대학 명예교수인 H 교수의 가르침을 받아 파괴에 대한 조사연구를 하였으며, 특히 취약한 컴퓨터가 설치되는 건물의 내뢰설계 원칙을 아래와 같이 배웠으며, K대학병원의 경우 가능한한 이 원칙에 의거하여 각종 제한을 했다.

[원칙 1]

특히 취약한 컴퓨터가 있고, 또한 장래에 타 건물과의 사이 컴퓨터가 서로 연계선으로 연결되지 않는 경우 (즉, 컴퓨터의 입력, 출력이 같이 동일 건물 내부에서만 처리되는 경우)에는 건물(철골부)의 전체 접지저항을 충분히 낮게(1~0.1Ω이하)한 후, 그림 2와 같이 건물의 철골부를 전부 접지극으로 사용한다.



<그림 2> 컴퓨터가 타 건물과 연계선으로 연결되지 않는 경우의 대책

고압 인입선 피뢰기의 접지는 법규에 따라 시설한다. 전원 변압기 2차측(저압측)의 중성점을 접지한다 (2차측이 델타(Delta) 또는 단상인 경우는 1선을 접지한다).

특히, 취약한 부분을 가지는 컴퓨터에 대해서도 건물의 철골을 이용하여 접지한다.

단, 컴퓨터용 전원 입력부에는 1차와 2차 권선과를 차폐한 특성이 좋은 절연 변압기(T)를 설치한다. 이 변압기의 입력은 소내 일반 전원 배선으로부터 취하여도 좋다(변전실의 변압기로부터 정전 유도 등에 의해 그리 크지는 않지만 이상전압이 2차측으로 침입하는 경우가 있으므로, 접지한다).

단, 컴퓨터용 전원 입력부에는 1차와 2차 권선과를 차폐한 특성이 좋은 절연 변압기(T)를 설치한다. 이 변압기의 입력은 소내 일반 전원 배선으로부터 취하여도 좋다(변전실의 변압기로부터 정전 유도 등에 의해 그리고 크지는 않지만 이상전압이 2차측으로 침입하는 경우가 있으므로 절연변압기에 의해 컴퓨터측에는 침입할 수 없도록 한다).

[원칙 2]

특히 취약한 컴퓨터 부분이 있고, 또한 현재 또는 장래에 다른 건물과의 사이에 연계선으로 연결되는 경우.

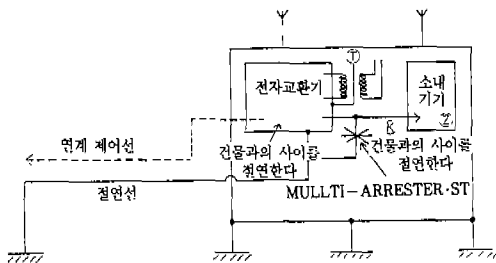
이 건물에 낙뢰한 경우, 또는 상대편 건물에 낙뢰한 경우에 건물 상호간에 전위차가 발생하고, 각각의 접지 전위가 다르므로 그 전위차가 컴퓨터에 악영향을 미치지 않도록 해야한다(건물의 전체 접지 저항을 1Ω 으로 가정하고 뇌전류가 10,000A이면 10,000V의 전위차가 발생하게 된다). 이에 대한 대책으로 생각할 수 있는 것은

(a) 건물 상호간의 연계선은 전부 광섬유 케이블(Optical Fibre Cable)을 사용하는 광 통신방식으로 하거나

(b) 부득이 전선을 사용해야 하는 경우에는 그림 3과 같이 양측의 컴퓨터 부분을 각각의 건물로부터 절연 시켜서, 건물 자체 전위의 영향을 받지 않도록 한다. 그리고, 컴퓨터 전용의 접지극을 설치하고, 접지극은 건물과 충분히 거리를 두고 이격시켜서 건물 및 주변 대지 전위의 영향을 받지 않도록 하고, 절연 케이블에 의해서 접지극과 연결한다

(건물의 크기, 기초의 깊이를 고려하여 건물의 전위영향을 받지 않을 만큼 이격시키고, 접지 리드선은 캡타이어 케이블과 같은 절연선을 사용한다).

이 경우에 문제가 되는것은 예를 들면 건물에 낙뢰한 경우, 건물 전체의 전위와 컴퓨터 부분과의 사이에 전위차가 발생하므로, 이 컴퓨터가 자체 건물 내의 모든 기기(Z) 등을 제어하기 위하여 결선되어 있는 제어배선(리드)(K) 등을 통하여 이상전압이 컴퓨터에 인가될 위험이 있으므로, 광접합소자(Poto Coupler)로 된 광통신 방식으로 연결하는 것이 이상



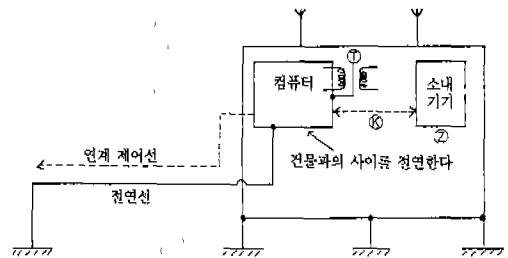
<그림 3> 컴퓨터가 타건물과 연계선으로 연결되는 경우의 대책

적이다.

부득이 전선을 사용해야 하는 경우에는 컴퓨터와 함께 소내기기도 건물로부터 절연(문제가 되는 부분만이라도 좋다)하여야 한다.

3) 실제의 대책 예

실제의 대책으로, 전자 교환기 제작자인 N사 시공회사인 T사의 담당 기술자, K대학병원의 전기주임기사, N설계사부소의 전기설비 담당 기술자의 필자와 함께 그림 4와 같은 최종 대책안을 세우고, 그대로 시공하였다.



<그림 4> K대학 병원의 전자교환기의 뇌해 대책 개요도

(a) 접지공사(사진 6, 7)

접지전극으로 심타식 접지 전극봉(Dash Earth)을 사용하여 유압식 타입기에 의해 전장 50m까지 타입하였다. 그리고, 한번이 10m인 정삼각형의 굴착공 위치의 3각형 각 정점에 3개소씩 타입하고 각



<사진 6> K대학병원 접지공사(DASH EARTH 50m 타입 시공중)



<사진 7> K대학병원의 델타형 굴착공에 타설된 접지 전극군

각을 병렬로 접속 연결하여 총 접지 저항 값 2.4Ω이 나왔다.

1개소당의 접지 저항값은 5~6Ω이었다.

접지 전극단에서 건물까지의 최단거리는 약 20m이었다. 그리고, 접지 전극단으로부터 교환기가 설치된 건물까지의 접지선에는 고압 케이블(6,000V용)을 사용하였다.

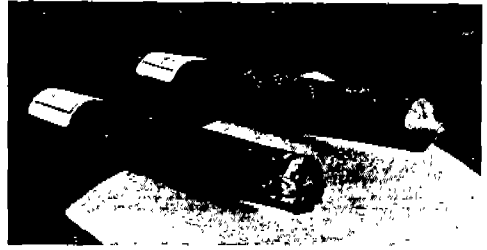
(b) 피뢰기 설치공사

일본해 연안에서 동절기에 발생하는 뇌는 뇌운의 높이가 상부는 4,000m, 하부는 500m 정도로 낮으며 방전 회수는 적지만 이중에는 “Supe Bolt”라 불리는 에너지가 대단히 큰 낙뢰가 있다(뇌운의 전하는 보통 30Coulomb이지만 약 1,000Coulomb도 있다).

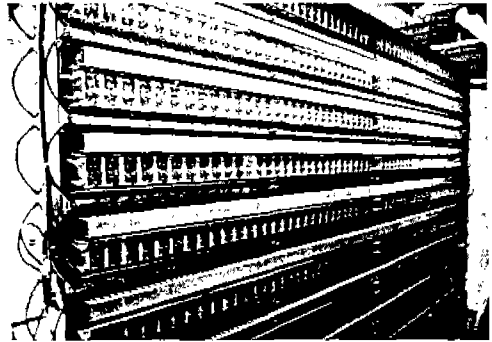
K대학 병원에서는 1988년 11월 18일 저녁 무렵에 낙뢰했을 때(2회째) 그것을 A씨(공무원)가 전차의 차장밖으로 목격했다. A씨는 “낙뢰순간 한 방향으로 순백색으로 번쩍었다”고 필자에게 말했다.

피해상황으로 판단하여 “Super Bolt”가 본관 피뢰침에 직격된 것으로 생각되었다(사진 8).

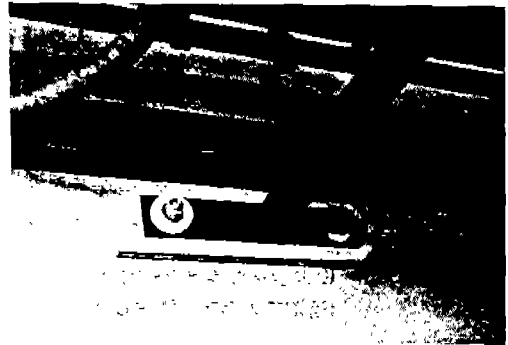
건물의 피뢰침에 이와 같이 큰 낙뢰가 있으면 당연한 결과지만 전화 교환기의 국선(약 50회선)과 내선(약 1,500회선)에도 반드시 이상 고전압이 발생하게 된다. 여기에서 전화교환기를 보호하기 위해서는 1,000Joule정도의 에너지 내량이 있는 피뢰기가 필요하다. 시판되는 피뢰기는 100Joule정도이며



<사진 8> K대학병원 본관의 피뢰침 (낙뢰로 선단부가 웅웅)



<사진 9> 교환기에 설치된 약전용 피뢰 (MULTI-ARRESTER-ST, 1,500개 설치)



<사진 10> 약전용 피뢰기 취부가대의 받침대를 건물로부터 절연시킨 곳

로 K대학 병원에서는 최신행 피뢰기 멀티 어레스터 (Multi-Arrester)를 적용, 설치하였다 사진 9는 내선 회로에 설치된 전화 회선용의 멀티어레스터 (Multi-Arrester : ST) 1,500개를 설치한 상태를 보인다.

피뢰기 군 설치 가대의 받침대는 사진 10과 같이 테플론(Teflon)수지를 사용하여 절연하고, 피뢰기의 접지는 진술한 (a)항 접지 시설의 접지선에 접속하였다.

4) 결과

상기의 공사는 1988년 4월에 전부 완성되었다. 그후, 지금까지 만 5년여를 경과하면서, 건물에 몇 번에 낙뢰가 있었지만 전술한 것과 같은 피해는 전혀 없었다.

3. 최신 피뢰 기재

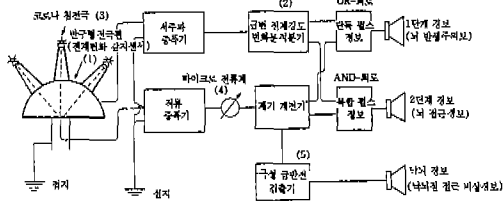
지금까지 기술한 바와 같이 현저한 사회환경 변화와 계속되는 기상 이상상태에 의한 뇌 재해는 점차 늘어나고 있는 실정이다. 더불어 피뢰기술 또한 급속히 발전하고 있다.

그러므로 정확하게 설계되고 시공된 것은 이전에 기술한 바와 같이 확실히 성과가 있었다.

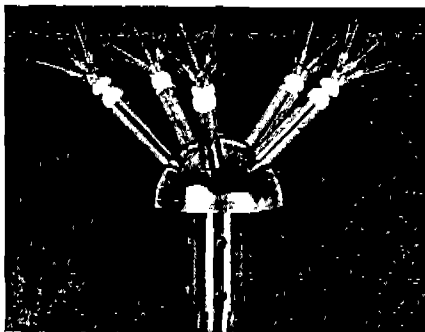
이러한 성과를 얻는데는 아래와 같은 독특한 피뢰 기재가 훌륭한 기능을 발휘하고 있기 때문이므로 이를 간단히 소개하고자 한다.

3.1 복합형 습뢰 경보기(CORONARM)

그림 5는 복합형 습뢰 경보기(CORONARM)의 기능 흐름도이며, 사진 11은 이 센서(Sensor)부이다.



<그림 5> 복합형 습뢰 경보기(CORONARM)의 기능 흐름도



<사진 11> 복합형 뇌 센서

반경 약 30km의 범위 내에 뇌운이 발생하면 센서의 유도 전극판(1)에 최저 수 mV의 전압이 유도되고, 뇌방전이 일어나면 유도된 전압은 소멸한다.

이와 같은 전계의 급변화를 전계 급변화분적분기(2)로 계산하며 설정된 수치를 초과하면 신호를 송출한다.

또한, 뇌운이 약 10km이내로 접근하면 코로나(Corona)침(3)에 최저수 μA 의 전류가 유입 또는 유출된다. 이 전류의 중심을 영(0)으로 하여 좌우 양측에 정부(+, -)로 설정된 침을 가지는 계기 계전기(Meter Relay)에 의해 계측되고, 소정의 수치를 초과하면 신호를 송출한다. 상기 2개의 신호가 각각 송출된 경우는 뇌 발생 주의보, 동시에 송출되면 뇌접근 경보가 발보된다.

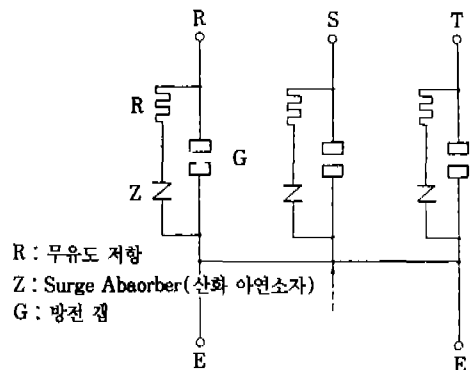
코로나(CORONARM)은 다수의 낙뢰 중에서 가장 가까운 거리에 발생한 낙뢰를 선택한다.

이 경우, 전술한 계기 계전기(Meter Relay)의 지침이 급반전하여 정부(+, -)의 설정침을 거의 동시에 넘어서므로 극성 급반전 검출회로(5)가 작동해서 낙뢰 경보를 말한다.

코로나는 이와 같이 2개의 특성이 서로 다른 뇌 센서를 조합하여 낙뢰 위험을 3단계로 경보하는 독특한 습뢰경보기이다.

3.2 저압 악전용 피뢰기(Multi-Arrester)

산화 아연 소자는 동작에 시간지연이 거의 없고, 또한 제한 전압도 충분히 낮게 할 수 있으나 에너지 내량이 적다. 방전 전극(Air Gap)은 동작시에 시간지연이 있고, 또 개시 전압을 충분히 낮게 하는 것이 곤란한 점 외에 비산성이 있지만 에너지 내량이 매우 크다.



<그림 6> MULTI-ARRESTER의 내부 결선도

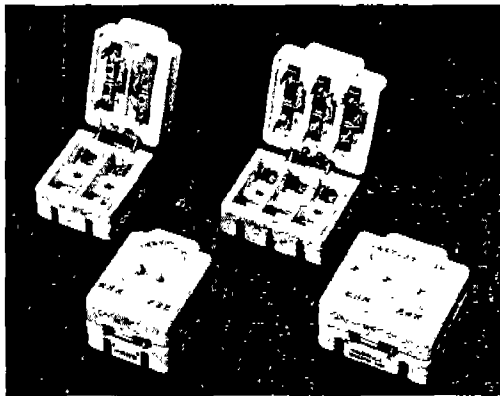
이 2개의 소자를 병렬 접속하여 동작 협조가 취해지면 이상적인 피뢰기가 얻어지리라는 것은 알려져 있지만 실제로는 여러가지 곤란한 점이 많다.

멀티 아레스터(Multi-Arrester)는 산화 아연소자에 무유도 저항기를 직렬로 접속한 것을 방전 갭(Gap)과 병렬로 접속하여 상기 2개의 특성이 서로 다른 소자의 동작 협조가 가능하게 되었고, 쌍방의 장·단점을 서로 보완할 수 있도록 되어 있다 (그림 6).

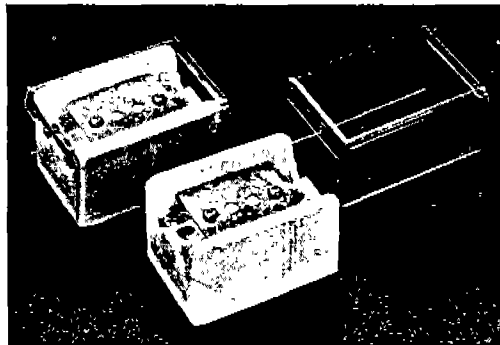
3.3 저압 전원용 피뢰기(Multi-Arrester)

사진 12 와 같이 컷 아웃(Cut-out)형태의 자기계 용기 내부에 산화아연 소자에 무유도 저항기를 직렬 접속하고 여기에 방전갭을 병렬 접속한 복합 소자를 조합하여 장착한 것으로, 방전갭의 전극은 황동(Brass)으로 되어 있다.

에너지 내량은 약 5,000Joule이다.



<사진 12> 저압 전원용 피뢰기 피뢰기(Multi-Arrester-2P/3P)



<사진 13> 약전 회로용 피뢰기(Multi-Arrester-S)

일반 저압 전원에 접속된 저압용 전기 기기를 보호하도록 상부 단자는 저압 차단기(Breaker) 부하측에 접속하고, 하부 단자는 접지선에 접속하여 사용한다.

3.4 약전용 피뢰기(Multi-Arrester-S/ST)

사진 13 과 같이 자기계 용기 내에 산화 아연 소자와 무유도 저항기의 직렬 접속 회로에 방전 갭을 병렬로 접속한 복합 소자를 장착한 것으로 방전 전극으로는 탄소(Carbon)전극을 사용한다.

DC 24V 또는 DC 48V의 약전회로 보호에 사용된다.

전화용 배선에는 전화의 호출벨의 48V, 16HZ 교류 전압이 회로전압 DC 24V에 인가되므로 전화 회선용의 회로 전압은 DC 100V로 간주되어 다른 종류의 산화 아연 소자를 사용한 ST형이 있다.

3.5 심타식 접지전극(Dash Earth)

심타식 접지공법이 유리하다는 점은 1945년대부터 주장되어 왔다.

그러나 실제로는 10~20m 깊이에 전극은 타입하는 것이 용이하지 않으므로 채용되지 않았다.

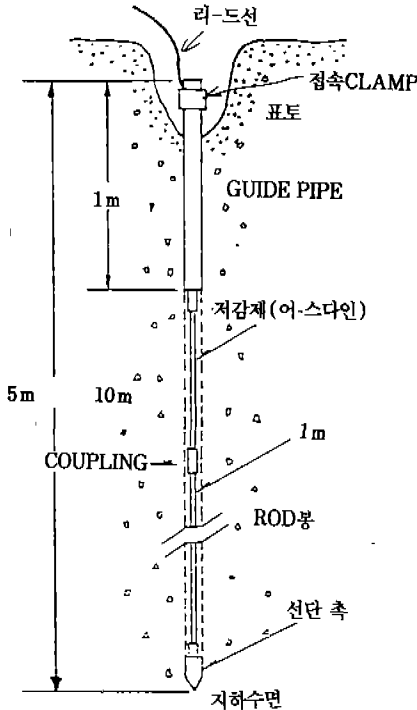
대쉬 어스(Dash Earth)가 개발된 것은 1977년경이었다. 그 이후 오랜 세월이 지났으며, 최근에 이르러서

- ① 시공이 용이하다
- ② 낮은 접지 저항을 얻을 수 있다
- ③ 시공에 필요한 면적이 작다
- ④ 저항치의 계절 변동이 적다
- ⑤ 저항치의 경년변화가 거의 없다

는 등의 이유로 많이 사용되어지고 있다

그림 7 에서 알 수 있는 것과 같이 대쉬 어스를 직경 14mm, 길이 1m의 봉전극(용융 아연 도금 강봉)의 단말에 외경 32mm인 원추의 선단 촉을 붙여 가이드 파이프(Stainless Steel, 외경32mm, 길이 1m)에 끼워서 타입하고, 다음으로 봉전극을 커플링(Coupling)에 의하여 계속 접속하여 타입하는 심타식 접지 전극이다.

타입기는 간단한 전동해머(Hammer)이지만 이 공법은 봉전극과 토양과의 마찰저항은 타입 깊이에 관계없이 거의 0(Zero)이며, Guide Pipe에서 곧 바로 타입되기 때문에 끝부분의 촉에는 강한 충격력이 작용하여 단단한 지반(N치 40정도까지)에서도 용이하게 깊이 타입할 수 있다.



<그림 7> 어스다인을 주입하고 접지 공사를 완료한 DASH EARTH의 단면

그러나, 이것만으로는 전극과 토양과의 사이에 간격이 생기게 되므로 전극봉 1분을 타입할 때마다 Earth Dain(접지 저항 저감제)을 물과 섞어서 주입하면 결국 Earth Dain(접지 저항 저감제)이 선단 축 통과 후에 생기는 간격을 메꾸게 되므로 토양과 잘 밀착된 탄소(Carbon)전극을 깊게 매설한 것과 동일하게 된다.

3.6 접지 저항 저감제(Earth Dain)

탄소(Carbon)와 생석회가 주성분인 접지 저항 저

감제로, 전해질 성분이 포함되어 있지 않으므로 장기간 동안 토양중에 사용하여도 지하수로 유실되지 않는다. 이 때문에 영구히 안정된 낮은 접지 저항치를 얻을 수 있고 더구나 무공해이다.

심타식 접지 공사가 불가능한 암반지대 등에서는 매설지선과 어스 다인을 병용한 공법이 효과적이며, 저항치는 매설지선만으로 된 경우와 비교하여 약 40% 가까이 감소한다.

매설 지선과 어스 다인을 병행하는 경우에는 굴착구(도랑)에 나동선을 포설하고, 나동선위에 어스 다인 분말을 살포한 후 되메우기를 하면 효과적인 접지 전극이 되는 것이다.

4. 결 언

필자는 오랜 세월동안 여러 각도에서 뇌해 대책에 대해 조사 연구해 왔으나, 그 중에서 성공적이라고 생각되는 2가지 사례를 설명하고, 아울러 거기에 사용된 최신 피뢰기재를 소개하였다.

우리 주변의 사회환경은 점점 더 복잡하게 되어가고 있으며, 뇌의 특성도 복잡 난해하여 아직 충분히 규명되어 있지 않은 것이 사실이다.

그러므로 피뢰 대책 강구의 길은 아직도 어렵고 험난하다고 생각한다.

이상 기술된 것은 피뢰의 이정표로 간두하는 것이 좋다고 생각하며 독자 여러분에게 참고가 된다면 다행으로 여기고 싶다.

本稿는 日本 中央防雷(株) 加藤義一郎선생의 諒解下에 번역한 것으로서 著作権은 上記人에 있고 翻譯責任은 海光엔지니어링에 있습니다.

에너지는 힘 절약은 더 큰 힘