

고도정보화 사회에서의 雷害문제

고도정보화사회의 인프라설비의 특징은 고기능 통신시스템과 컴퓨터로 대표되는 전자회로의 광범위한 적용이다. 낙뢰에 의한 雷전압이 여러 경로로 침입하여 전자회로를 파괴하고 오동작을 일으키는데 이전의 전기설비에 비해 전자회로를 사용하는 현대의 전기설비는 그 피해범위가 매우 넓다. 각종 설비를 네트워크화한 가전기기용 전자회로의 雷전압 침입장소, 이행경로에 기초하여 이로 인한 피해기기의 특징을 밝혔다. 또한, 파괴소자를 중심으로 하는 방호방법에 대해 개괄적으로 기술한다.

전력 설비의 뇌해대책에 관해서는 이전부터 연구되어 왔는데, 주로 변발전소 · 송전선 · 고압배전선을 대상으로 완전한 뇌해대책은 아니지만 일단 지침을 확립하였다.

고도정보화사회의 인프라설비의 특징은 전원뿐만 아니라 통신설비와 각종 컴퓨터를 포함한 네트워크의 구성이다.

오늘날 일반 가정의 전기설비는 전자회로를 내장하고 있는 것이 특징이다. 이들의 심장부인 전자회로의 동작전압은 송전선으로 사용하는 고전압에 비해 매우 작다. 대부분 전자회로의 동작전압은 20, 30V 이하이고, 이 전압은 고압선의 전압 6.6kV에 비해 200분의 1 이하이다. 전자회로는 기계적인 메카니즘으로 제어하는 종래의 장치에 비해 적은 에너지로 제어할 수 있으나 雷와 같은 과도한 이상전압에 대응할 수 없다.

전자회로의 뇌해대책은 정보화사회의 중요한 과제이며 새로운 과제이기도 하다. 또한, 대책수립시에는 단순히 장치의 손상뿐만 아니라 雷서지(surge)에 의하여 잘못된 신호를 전송하여 장치를 오동작시키는 영향도 고려해야 한다.

1. 雷전압의 침입경로

가. 뇌보호설비의 환경

통신설비나 전자회로의 雷害에는 장치의 주위 환경이 매우 중요한 고려사항이다. 전자회로를 내장한 기

기가 직접 뇌격을 받는 경우는 극히 적다. 전자회로를 내장한 기기를 실내에 설치하고, 외부의 전원선이나 통신선, 안테나 등과 접속하지 않은 경우에는 일반적으로 雷害의 위험이 상당히 적어진다. 그러나, 전자회로를 외부의 전원선, 통신선, 안테나, 접지 등과 접속하는 경우 상당한 雷害문제가 발생할 수 있다.

통신설비나 전자회로의 雷害는

- 통신회사 · 전력회사 · 철도
- 가스회사 · 방법관련시설 · 상하수도설비
- 항공기관련시설

을 비롯하여 서비스업, 제조업, 공공사업체 등 광범위한 분야에서 빈번히 발생하고 있다.

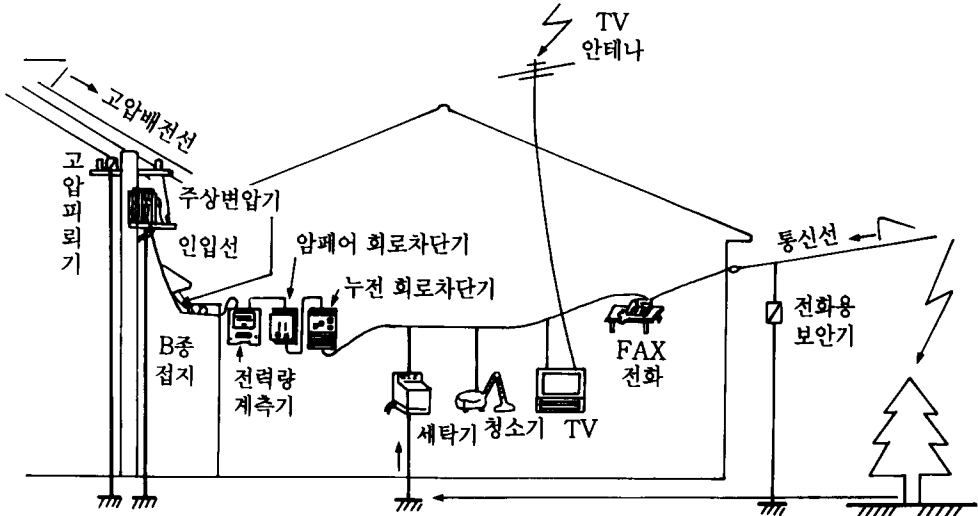
또한, 일반 가옥은 다른 사무실빌딩이나 공장 등에 비해 건물의 규모는 작지만 고도정보화에 필요한 인프라를 확보하고 있으므로 이를 대상으로 다음 이론을 전개한다.

나. 雷전압의 침입경로

그림1과 같이 雷의 침입경로는 다음 4가지로 생각할 수 있다.

- (a) TV 안테나 또는 피뢰침
- (b) 저압선(인입선)
- (c) 전화선, 케이블TV 등 통신제어선
- (d) 가옥의 접지 - 부근의 나무나 高구조물로의 낙뇌시 대지를 통해 침입하는 경우.

그 외에 雷방전로에서 방사된 雷磁波가 기기로 직



[그림 1] 일반 가옥에서의 雷의 침입경로

집 유도되어 기기의 오동작을 초래하는 경우도 있다.

다. 복합적인 침입경로

위와 같이 침입경로를 구분하지만 실제 雷전압은 다른 회로로 직접 침입하는 경우가 많다. 예를 들어 집 근처에 있는 나무로 낙뢰를 가정하면 배전선이나 전화선이 가설된 콘크리트전주가 있을 경우, 침입경로는 그림2와 같이 아래와 같은 것을 생각할 수 있다.

- (a) 대지 또는 지하의 금속매설물을 경유하여 대지 쪽에서 전류가 침입
- (b) 콘크리트전주의 대지전위 상승으로 저압선이 플래시 오버하여 가옥인입선으로 침입
- (c) (b)의 경우에 전화선을 통한 침입
- (d) 저압선·인입선, 전화선에 유도뢰가 발생하여

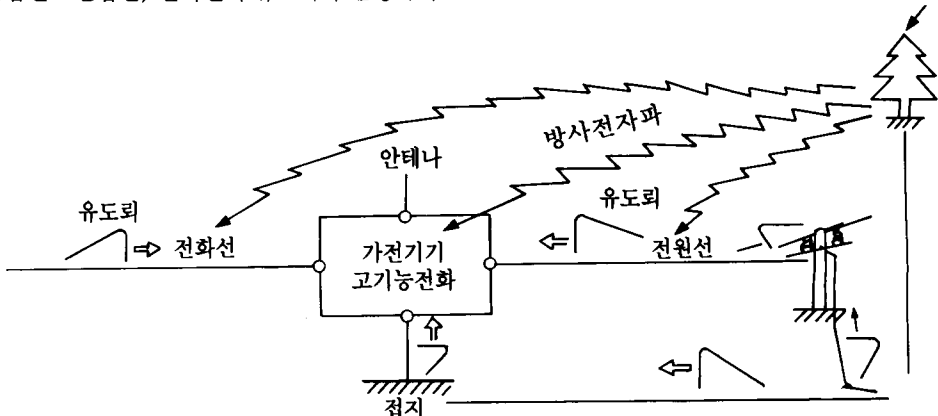
가옥으로 침입

(e) 雷방전소에서 발생한 전자파가 가옥내의 전기 기기로 직접 침입하여 기기의 오동작을 초래 이와같이 복합적인 원인이 있으므로 일반적으로 雷 전압의 침입경로를 한가지로 결정하기는 매우 어렵다.

라. 雷전류의 방출경로

雷방전시에는 뇌운의 전하에 의해 유도된 역극성 전하를 중화시키기 위하여 雷전류의 유출경로가 침입 경로와 함께 존재한다. 뇌의 침입경로를 뇌의 방출경로로도 이용할 수 있지만 안테나나 피뢰침은 뇌의 방출경로로 이용할 수 없다.

이와 반대로 안테나나 피뢰침 그 자체에 雷로 인해 손상된 흔적이 있으면 그곳이 뇌의 침입지점이라고 추정할 수 있다.



[그림 2] 복합적인 雷서지 침입경로

2. 가전기기의 피해 양상

일반가정에서 이용하는 가전제품이나 전화, 팩스 등 고기능 통신장치에 대한 한 앙케이트 조사결과에 따르면 1년간 1% 정도의 비율로 가전기기가 雷害를 입은 것으로 밝혀졌다. 경미한 피해나 회로차단기의 작동에 대해서는 앙케이트 조사에서 제외되었으므로 일반가정에서 낙뢰로 인한 영향을 받는 비율은 20년에 1회 정도로 추정할 수 있다.

전원선에만 연결되고 안테나, 통신선이 접속되지 않은 가전기기는 雷害가 적은 반면 접속되어 있는 TV(비디오), 전화(단, 전자회로를 내장하고 있는 것)·팩스 등은 雷害가 많다. 또한, 접지대상인 가전제품은 접지를 요하지 않는 가전제품에 비해 피해율이 크다.

그리고, 전자회로의 파괴뿐만 아니라 낙뢰시에 발생하는 오동작도 雷害 문제의 하나이다.

3. 일반가정에서의 雷害대책

통신설비를 포함한 가전제품의 雷害대책은 雷害의 원인에 충분히 대응할 수 있으면서 값싸고 소형인 보호장치를 지향하는 것이다.

뇌의 침입경로와 가전제품의 접지 유무 등에 따라 각종 대책을 생각할 수 있는데 대책과 그 평가는 표1과 같다. 저압배전회로나 통신선의 뇌해대책은 저압용 피뢰기가 주요 보호장치이므로 아래에 피뢰기에 관련된 사항을 설명한다.

가. 피뢰기에 필요한 기능

저압배전선로나 통신선용 저압피뢰기의 구비조건은 고압배전선로용 피뢰기의 조건과 기본적으로는 큰 차이가 없고, 주로 다음 3가지이다.

- 보통의 회로전압에서는 작동하지 않고 雷전압에서만 작동한다.
- 雷전압을 충분히 낮은 제한전압으로 억제하도록 절연협조한다.
- 雷전압을 처리한 후에는 신속하게 AC의 속류를 자신의 특성에 따라 차단하여 다음번 雷전압의 침입에 대비한다.

나. 각종 피뢰기의 특징

이와 같은 조건을 구비한 피뢰기는 가전기기 또는 통신장치에 폭넓게 이용되고 있으며 그 작동원리나 특성에 따라 캡식, 반도체식, 필터식의 3종류로 분류할 수 있다.

(1) 캡식 피뢰기

어느 일정 전압에서 空隙間기체(공기 또는 불활성가스)가 전리되어 불꽃방전을 일으키는 현상을 이용한 것이다.

특징으로는

- 불꽃방전후의 제한전압이 아크전압만으로 극히 저전압이다.
- 정전용량이 작고 고주파회로의 삽입손실이 적다(통신선에서 많이 사용함)
- 큰 서지전류耐량을 가진다.

등을 들 수 있다. 반면,

- 방전응답속도가 늦고, 방전개시전압의 편차가 크다.
- 방전개시전압이 주위 환경의 영향을 받기 쉽다.
- 속류가 발생할 우려가 있다.

등의 문제점도 있다.

(2) 반도체식 피뢰기

반도체식 피뢰기는 반도체의 접합장벽 또는 세라믹의 입자계에서 전자사태현상을 이용한 것이다.

반도체식의 공통적인 특징은 캡식과 같은 불꽃방전의 지연이 없고 속류문제가 없으며 반도체를 이용한 전자회로의 서지전압대책에 적당하다. 그렇지만 여러 가지 반도체식 피뢰기는 제한전압특성, 지연전류특성, 서지전류특성, 형상 등이 각각 다르므로 적용시 사전 검토가 필요하다.

(3) 필터식 서지 흡수기

서지 전류를 저항을 통해 콘덴서에 충전함으로써 서지 에너지의 소비와 동시에 콘덴서에서 서지전압을 억제하는 것을 말한다.

4. 저압전원을 사용하는 통신기기의 雷방호대책

저압전원을 사용하는 통신기기는 통신선과 전원선이 함께 기기에 연결되기 때문에 한쪽에서의 雷전압의 침입으로 다른 쪽과 큰 전위차가 발생하므로 雷害

【표1】 대 책 기 법

	대 책 기 법	침입경로에 대한 유효 정도 (○ △ ×)					바 용 大中小	비 고
		안테나, 피뢰침	전력선	통신선	접 지	직 접 전자파		
1	별도 피뢰침을 사용, 雷를 다른 위치로 떨어뜨린다	○	△	△	○	△	大	장소가 필요
2	TV의 안테나를 높게 하지 않고, 케이블TV로 한다	○	×	×	×	×	大~中	단독사용은 무리
3	통신선, 제어선에 광케이블을 사용	×	×	○	×	×	中	
4	통신선에 절연변압기를 사용한다	×	×	△	×	×	小	신호에 대한 영향을 고려
5	통신선에 서지업소버(피뢰기, 피뢰소자, 피뢰관)을 연결한다	×	×	○	×	×	小	상동
6	통신을 무선으로 한다.	×	×	○	×	×	大	
7	전력선에 절연트랜스를 물린다	×	△	×	×	×	中	
8	전력선에 서지업소버를 물린다	×	○	×	×	×	小	
9	雷의 접근을 탐지하여 전원을 비상용 전원(전력소비량 클 때 : 발전기, 전력소비량 작을 때 : 배터리와 인버터(CVCF))로 교체한다	×	○	×	×	×	大	이격 거리를 크게 한다.
10	가옥의 접지저항을 저감시켜 전위 상승을 억제한다	△	×	×	○	×	大~中	
11	전기기구(통신장치)에 서지흡수기를 연결한다	×	×	○	×	×	中	
12	전기기구(통신장치)에 전자차폐한다	×	×	×	×	○	中~小	
13	가옥을 전자차폐재로 둘러싸는 썰드룸식으로 한다	×	×	×	△	○	大	
14	전기기구(통신장치)의 절연성을 높인다	×	△	△	△	×	中	
15	전기기구에서 플래시오버가 발생하더라도 AC 속류 대책으로 피해를 억제한다	×	○~△	△	×	△	小	

대책시 주의하여야 한다.

다음은 구체적인 대책의 예이다.

가. 雷서지통과식 보안장치

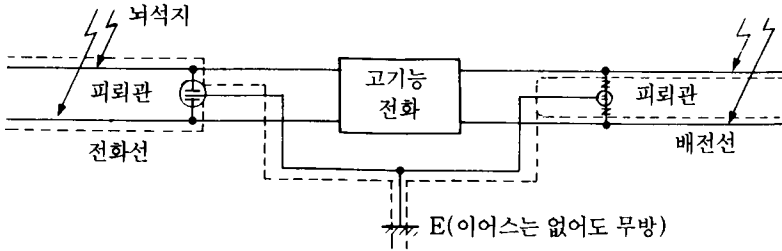
그림3은 3극피뢰관을 사용한 雷서지통과식 방류형 보안장치이다. 이와 같이 雷서지통과식은 어떤 선로에서 침입한 뇌서지도 보안기에 의하여 접지축이나 다른 선로측으로 흐르도록 유도하여 기기내로 서지를 침입시키지 않는 방식이다.

그림3과 같이 비접지식에서도 이 방식을 이용할 수

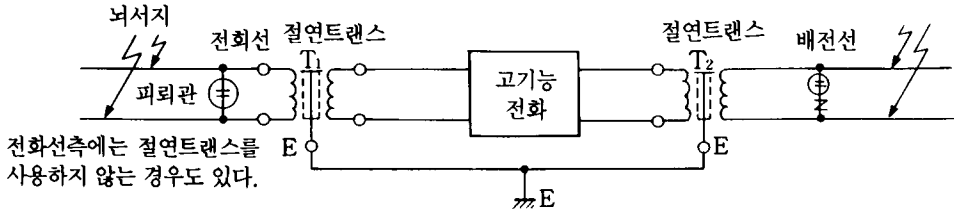
있으며, 이 경우에는 양쪽 피뢰기를 경유하여 한 선에서 다른 선으로 雷서지가 통과한다. 그래서 이 방식을 바이패스 어레스트방식이라 한다.

나. 절연형 보안장치

썰드형 절연트러스트를 사용한 절연형 보안장치의 예는 그림4와 같다. 통신선 및 배전선으로 유도되는 雷서지는 일반적으로 그림4와 같이 2선과 대지 사이에 동일한 전압이 동시에 印加된다. 이 전압은 절연 변압기 T₁, T₂의 내전압으로 보호한다. 변압기의 1차



【그림 3】 雷서지 통과식 보안장치



전화선측에는 절연트랜스를 사용하지 않는 경우도 있다.

【그림 4】 절연트랜스를 사용한 절연형 보안장치

와 2차코일 사이에 삽입한 정전셀드(판)는 1차측에서 2차측으로의 서지이행을 매우 작게 한다.

雷서지가 침입한 회로에 불균형이 있는 경우에는 線間전압이 발생하므로 선사이에 피뢰관이나 피뢰소자를 삽입하여 기기의 선간 절연을 보호한다. 통신선은 피뢰기를 이용한 보안장치로 보호하고, 전원측만을 절연변압기로 보호하는 경우도 이 방식에 포함시킬 수 있다.

다. 기타

접지를 공통으로 하는 공통접지방식을 하나의 형식으로 분류하는 경우도 있으나, 기본적으로는 雷서지 통과식의 하나이다.

5. 통신설비와 전자회로의 雷害대책의 특징

이상과 같은 고도정보화사회의 雷害대책이 종래의 고전압 전력설비의 雷害대책과 다른 점은 다음 3가지이다.

가. 네트워크

통신장치나 가전제품을 단일보호대상으로 취급하는 것이 아니라 전기배선, 통신선, 안테나, 접지 등이 접속된 전체 네트워크로 취급하는 것이 중요하다.

나. 저전압

직접 뇌격을 받는 경우는 드물고, 뇌격보호대상 전자회로에 최종적으로 雷전압이 인가될 때까지 몇단계의 雷전압 저감과정이 존재한다. 비용 측면에서 뇌격 보호대상 전자회로에 인가될 때까지의 雷전압 억제 정도를 파악하여 대책을 세우는 것이 비용 측면에서 중요하다.

다. 오동작 방지

고전압설비의 뇌해대책의 목적은 장치의 오동작 방지가 아니라 뇌서지에 의한 설비의 파괴를 방지하는데 있었다.

그러나 전자회로에서는 설비의 파괴 방지가 대책의 전부가 아니고, 雷서지에 의한 회로의 오동작 방지도 중요한 과제이다.

6. 앞으로의 과제

본문에서는 상세한 피해 양상이나 피뢰소자의 적용법 등 구체적인 방안을 제시하였다. 저전압으로 작동하는 전자회로를 포함한 네트워크의 雷害대책에 대해서는 그 연구의 필요성을 역설하는 계기를 마련하고자 했다.

또한, 종래의 고전압 전력설비에서 사용한 기법은 그대로 사용할 수 없으므로 새로운 시뮬레이션 기법의 개발을 기대한다.

“OHM”(97. 7)에서 발췌