

광역피뢰침에 적용되는 조기방전회로의 특성

최상원 · 이형수* · 이해근** · 허 용***

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 · *한국산업안전공단 부산지역본부

유한공업대학 · *용진기업

1. 서 론

낙뢰로부터 인명 및 시설을 보호하기 위하여 피뢰침을 설치하는 경우가 많다. 특히, 근래에 와서는 경제성과 낙뢰 보호반경의 광역성의 이점 때문에 조기방전용 전자식 피뢰침(일명; 환경형 피뢰침, 광역 피뢰침, 전자식 피뢰침, 고전압 펄스식 이온방사형 피뢰침, 유도광역 피뢰침, 정전유도 광역 피뢰침 등)을 널리 사용하는 추세에 있다.

조기 스트리머 진행형(ESE; Early Streamer Emission) 피뢰침은 약 10년 전에 프랑스에서 실현되어 1995년에 프랑스의 뇌보호 규격(French Standard NFC 17-102)으로 채택되어 있다¹⁾.

프랑스 외에 동남 아시아 등의 다뇌지역에서 다량으로 사용되고 있으며, 전세계에서의 설치 수는 이미 수만 기에 달하고 있다^{2~3)}.

그러나 이러한 전자식 피뢰침은 시험규격의 제한성, 성능의 입증 등 제도적 및 기술상의 어려운 문제점도 갖고 있다.

본 논문에서는 한국산업안전공단에 있어서 실용화와 보호범위의 실증시험을 위한 전자 피뢰침의 광역성 및 조기방전에 대한 제도적, 기술적인 자료로 활용코자 피뢰침의 전자회로에서 전기적인 파라미터의 변화에 따른 실험실 수준의 실험을 통하여 방전특성을 확인하고자 하였다.

2. 기본원리 및 회로 구성

2.1 기본원리 및 특징

광역 피뢰침은 금속 봉에 의해 구성된 종래의 피뢰침에 대하여 전자회로를 이용하여 주변의 다른 돌기물보다도 수 $10\mu\text{s}$ 빠르게 스트리머를 발진시키기 때문에 보호 대상물보다도 수 m 높은 위치에 설치하면 반경 약 100m의 범위가 보호영역으로 된다.

전자회로의 전원은 뇌운의 접근에 의한 지상 전계강도의 상승을 이용하기 때문에 전자회로를 봉입한 캡슐 내부의 전원 커패시터를 충전하기 위한 배선이나 전지가 불필요하고 설치공사 및 유지관리가 간단하다.

광역피뢰침은 내부 조기방전회로에 의해서 다량의 이온을 대기중으로 방사한다. 실제로 뇌운중에 전계의 전자조건이 충족되면 내부장치는 주변공기를 이온화시켜 초기에 먼

저 상승리더(Leader)를 발생시키고, 이것이 접근하는 하강리더의 선단에 접촉하게 된다. 조기 발진된 상향리더와 뇌운으로부터 하향리더의 접촉시간을 단축시키는 것이다. 그림 1은 그 구성도를 나타낸 것이다.

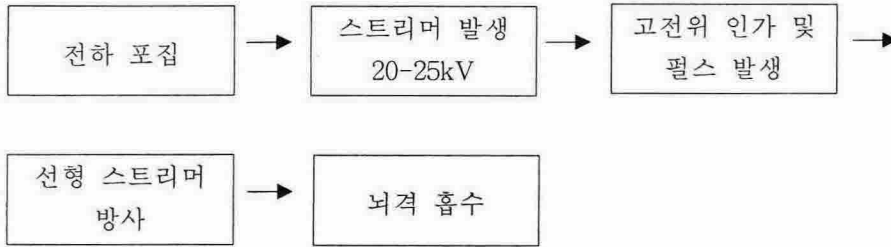


그림 1 광역 피뢰침의 조기방전의 구성도

광역 피뢰침의 특징은 아래와 같다.

- 무전원 공급방식이다.
- 평상시에는 동작을 하지 않고, 낙뢰시에만 동작한다.
- 방사성 물질이 발생하지 않는다. (Ion 방사시)
- 양이온과 음이온의 뇌운에도 각 극성에 대응하는 스트리머가 발생된다.
- 다중뇌에도 연속반응한다.

2.2 회로구성

광역피뢰침의 회로 구성은 각각의 제조회사에 따라 차이는 있으나 대략 그림 2와 같은 회로소자로 구성되고 있다⁴⁾.

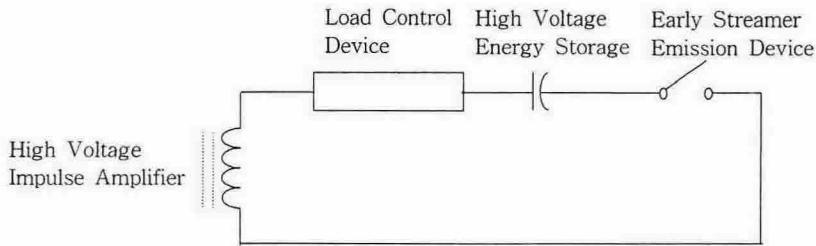


그림 2 광역피뢰침의 회로도

3. 실험 회로도

광역 피뢰침의 전자회로에서 전기적인 파라미터의 변화에 따른 실험실 수준의 실험을 통한 방전특성을 확인하기 위하여 그림 3.1과 같이 실험회로를 구성하였다.

여기서 D.D는 방전기구, C는 커패시터, P.T는 펄스트랜스, S.A는 Surge Arrester이다.

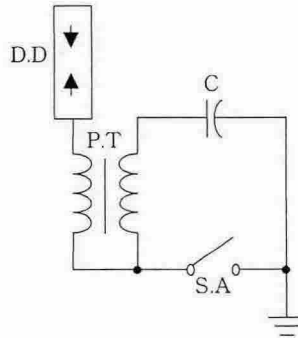


그림 3.1 실험 회로도

방전기구에서의 방전을 확인하기 위하여 Ion Meter(Maker; SIMCO ARANSBURG Co., Model; ICM-1, Range; 1~1000nA)를 사용하여 측정하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 실험 결과

그림 4.1~4.4는 광역 피뢰침의 전자회로의 입력전압에 따른 스위칭 주파수, 이온 전류 및 스위칭 전압을 측정한 결과를 나타낸 그래프이다. 여기서 범례에 표시한 기호의 상세한 실험조건은 표 4.1의 조건에서 측정한 것이다.

표 4.1 범례의 상세 실험조건

| 범례 기호 | 실험 조건 |
|-------|------------------------------------|
| T1 | C=660uF, S.A=2개 병렬, P.T=700mH(2nd) |
| T2 | C=660uF, S.A=1개, P.T=700mH(2nd) |
| T3 | C=1320uF, S.A=1개, P.T=700mH(2nd) |
| T4 | C=660uF, S.A=1개, P.T=270mH(2nd) |
| T5 | C=1320uF, S.A=1개, P.T=270mH(2nd) |
| T6 | C=660uF, S.A=1개, P.T=200mH(2nd) |
| T7 | C=1320uF, S.A=1개, P.T=200mH(2nd) |

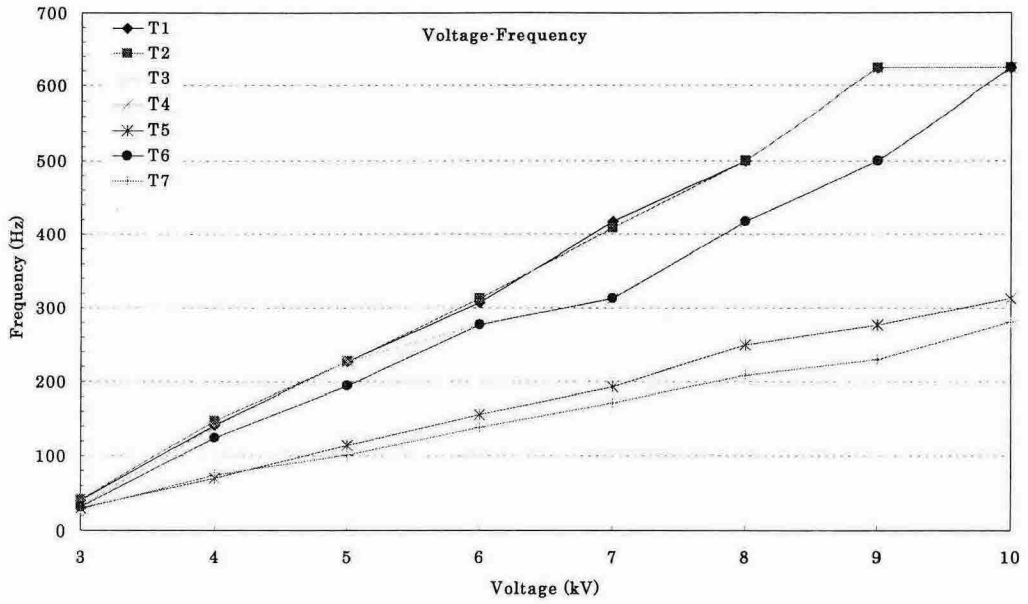


그림 4.1 입력전압과 스위칭 주파수의 측정결과

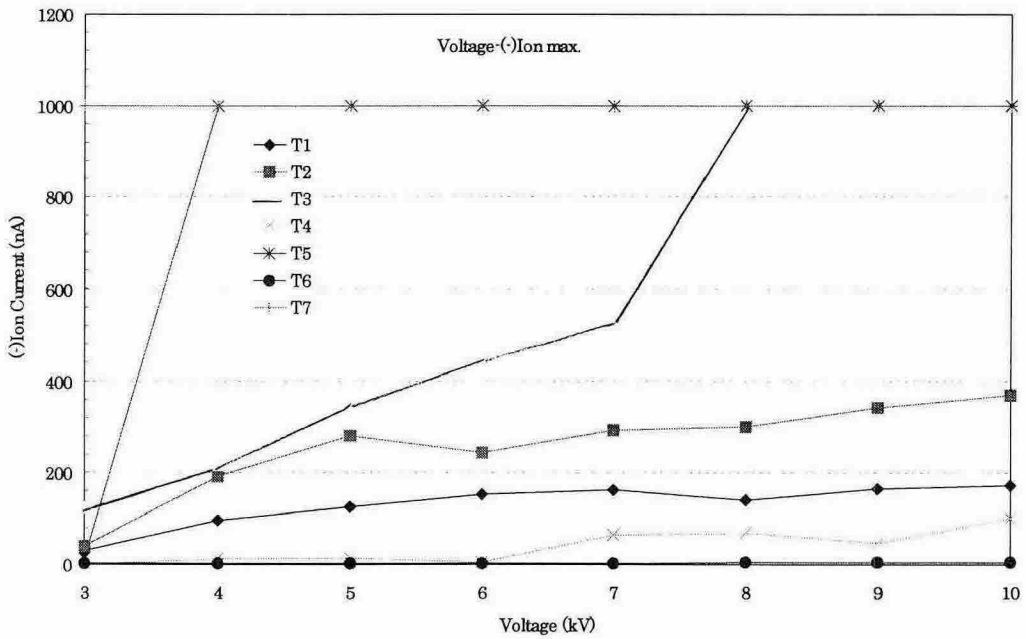


그림 4.2 입력전압과 음이온 전류의 측정결과

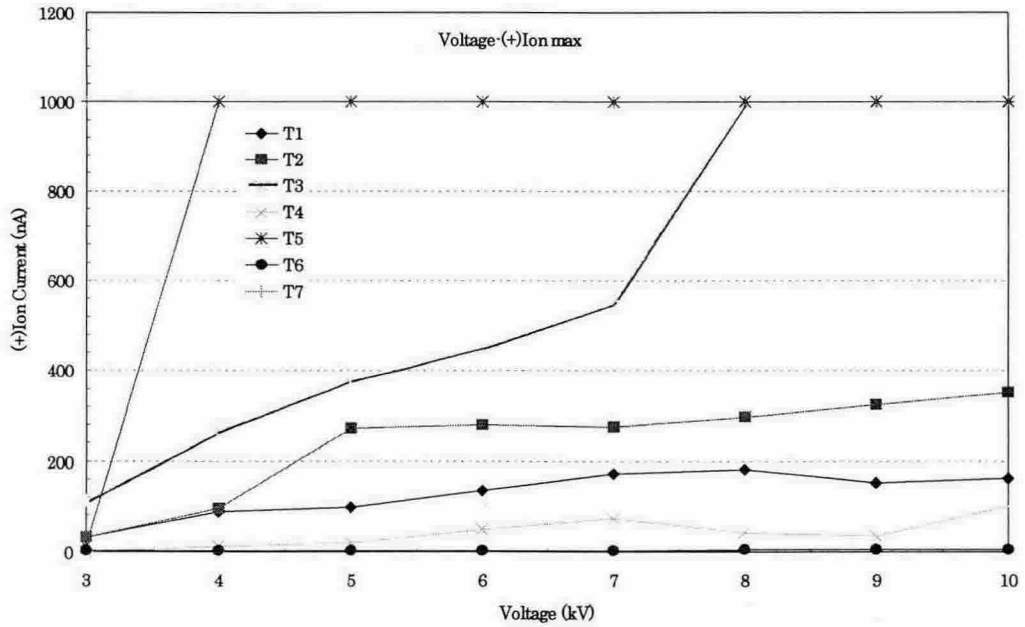


그림 4.3 입력전압과 양이온 전류의 측정결과

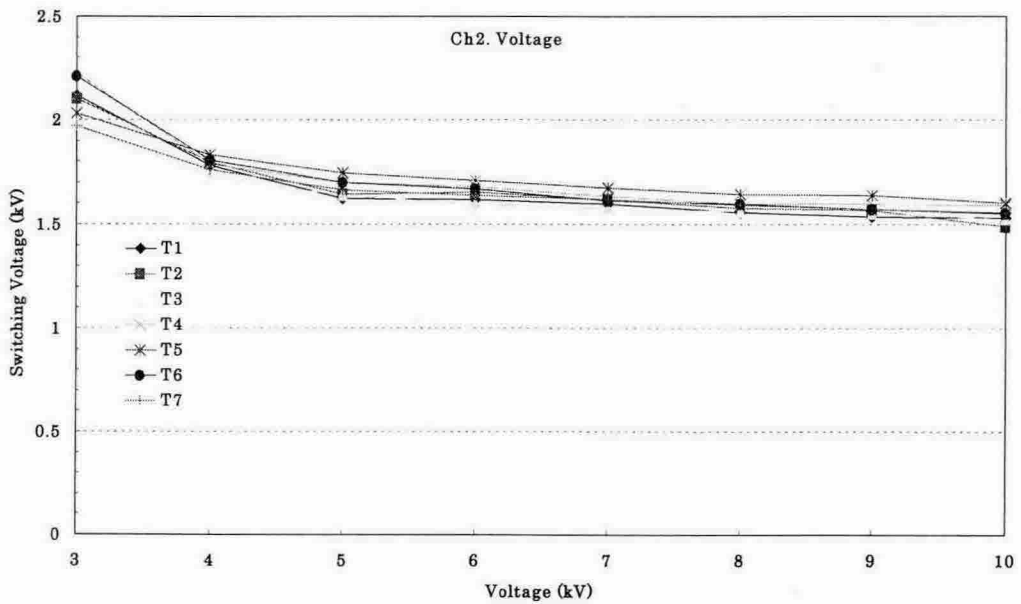


그림 4.4 입력전압과 스위칭 전압의 측정결과

4.2 고찰

그림 4.1의 입력전압과 스위칭 주파수와의 관계에서는 입력전압이 증가할수록 전반적

인 실험조건에서 주파수는 증가하였다. 그 이유는 P.T의 저항성분과 C의 크기에 따른 시정수와 S.A의 Spark Over Voltage에 기인된 것으로 판단된다.

그림 4.2 및 4.3의 입력전압과 양·음이온전류의 관계에서는 입력전압의 증가에 따른 양·음이온전류의 증가는 스위칭 주파의 증가에 따른 것이며, 또한 C가 클수록 양·음이온전류의 증가폭은 훨씬 커지게 된다. 그러나 양이온과 음이온 전류의 크기는 거의 동일하게 나타나고 있다. 여기서 기호 T7의 그래프가 일직선으로 나타나는 것은 측정계기의 한계값(1000nA)을 초과하기 때문이다.

그림 4.4에서의 입력전압과 스위칭 전압과의 관계는 입력전압이 증가하여도 스위칭 전압은 대체적으로 일정하게 유지되고 있다.

실험결과로부터 양·음이온 양의 발생 능력은, 입력전압과 스위칭 주파수가 높아질수록, 커패시턴스가 커질수록, 인덕턴스가 클수록 많아진다는 것을 확인하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 광역피뢰침의 광역성 및 조기방전에 대한 제도적, 기술적인 자료로 활용코자 피뢰침의 전자회로에서 전기적인 파라미터의 변화에 따른 실험실 수준의 실험을 통하여 방전특성을 확인하였다. 이를 정리해 보면, 양·음이온 양의 발생 능력은

- 입력전압과 스위칭 주파수가 높아질수록
- 커패시터의 커패시턴스의 크기가 커질수록
- 인덕터의 인덕턴스의 크기가 클수록 많아진다는 것을 확인하였다.

광역피뢰침의 뇌격의 흡수에 대한 광역성에 좌우되는 파라미터는 여러 가지지만 실험 결과로부터 광역피뢰침의 외기의 영향(대류, 습도 등)이 일정하다면 내부의 전자회로에서의 이온 발생량이 클수록 뇌격흡수를 위한 반경이 넓어지고 판단된다.

향후, 보완적인 실험을 통하여 이들의 상호 관계에 대한 정량화된 수식의 도입이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] French Standard; C17-102, "Lighting Protection", 1995. 7.
- [2] 加藤幸二郎の外, "アレクタロ避雷針の動作原理", 2000年度電氣設備學會全國大會, pp.163-166, 2000.
- [3] 加藤幸二郎の外, "電子制御避雷針による風力發電機の雷保護", 日本電氣設備學會, pp.291-296, 2003. 4.
- [4] 피뢰침 관련 카다로그 등