

## 배전선로의 내뢰흔 설계사양 및 전기적 특성 평가

김석수, 최익순, 박태곤\*  
한국전기연구원, 창원대학교\*

### Arcing horn design specification and electrical characteristics special quality estimation of distribution line

Seok-Sou Kim, Ik-sun Choi, Tae-Gon Park\*

KERI, Changwon Uni.\*

#### Abstract

This study evaluated electrical characteristics of the manufactured arcing horn whose rated voltage and nominal discharge current were 18kV and 2.5kA, respectively.

In this study, residual voltage and lightning impulse flashover voltage were examined. The arcing horn showed excellent electrical characteristics that residual voltage and lightning impulse flashover voltage were 55kV below and 121kV at 115mm, respectively.

Therefore the manufactured arcing Horn is considered that it would show good performance for protecting electrical wires and line post insulators from lightning impulse, if it were applied to real fields.

Key Words : Arcing horn, Residual voltage, Lightning impulse

#### 1. 서론

현재 가공배전선로에 발생하는 뇌사고에 대한 대책으로는 일반적으로 가공지선과 피뢰기를 주로 사용하고 있다. 우리나라의 경우 뇌사고 방지를 위해 가공지선과 피뢰기를 동시에 사용하고 있으며, 보고에 의하면 이러한 대책으로는 약 60% 정도의 뇌사고를 감소시키는 것으로 알려져 있다. 한편 절연전선을 적용하고 있는 배전선로에 낙뢰가 침입하게 되면 뇌 Surge에 의한 섬락으로 인해 전선의 Arc 용단이 발생하게 된다. 배전선로에 가공지선을 설치할 경우 직격뇌에 의한 효과는 있지만 유도뇌에 대해서는 효과적이지 못하고, 가공지선과 피뢰기를 동시에 설치할 경우 피뢰기의 설치수를 증가시키면 효과가 있지만, 설치수 증가에 따라 피뢰기 고장에 따른 정전 회수 증가와 접지설비에 따른 비용이 증가하는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 배전선로에 침입하는 유도뇌 및 각종 Surge로부터 배전설비를 보호하고, 절연전선 섬락단선 및 Line Post 애자 파손을 방지할 목적으로, ZnO소자를 이용한 피뢰 요소부와 외부 방전공극인 Ring Horn으로 구성되는 내뢰흔을 제작하여 전기적 특성을 평가하였다.

#### 2. 실험

실험에 사용된 내뢰흔은 HTV SILICONE을 사용하여 고무사출 성형한 제품이며, 실사용 상태에서 시험장치를 이용하여 상용주파 내전압 특성, 뇌충격 섬락전압 특성, 소

호성능 특성 등을 조사하였다.

##### 2.1 제품 형상도

본 연구에서 제작된 내뢰흔의 설치도를 그림 1에 나타내었다.

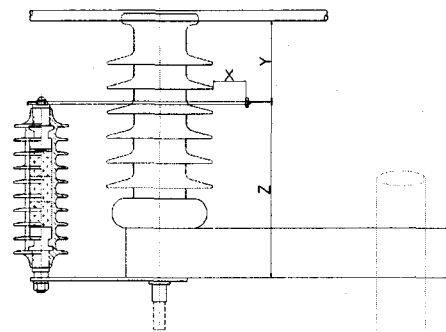


그림 1. 제품 설치도

##### 2.2 상용주파 내전압 특성

내뢰흔을 Line Post 애자에 실사용 상태로 취부한 후 42kV의 상용주파전압을 1분간 인가하여 섬락 또는 절연파괴가 일어나는지를 확인하였고, 이때 전극부착 방법 및 다른 물체와의 이격은 ES 131(애자시험 방법)의 상용주파 섬락전압 시험 방법에 의하여 시험하였다. 시험결과 섬락 또는 절연파괴가 일어나지 않았음을 확인할 수 있었다.

##### 2.3 뇌충격 섬락전압 시험

Air GAP(그림 1의 Y값)을 설정하기 위하여 내뢰흔을

Line Post 애자에 실사용 상태로 취부하고, ES 131의 뇌충격 섬락전압 시험방법에 따라 시험하였으며 뇌충격 섬락전압은 정극성 95~150kV에 적합해야 하므로 5가지 정도의 공극 간격에 대하여 시험하였다.

### 2.4 소호성능 특성

내뢰흔을 실사용 상태로 취부한 후 건조 상태에서만 500kV/μs, 1,000kV/μs의 파두준도의 뇌임펄스 전압을 정·부극성으로 각 5회 인가하여 전부 Horn에서 소호하는지를 시험하였다. 내뢰흔의 소호성능 특성 시험은 그림 1의 X 거리와 밀접한 관계가 있으므로 이 X값에 의하여 Horn 이외의 다른 부위로 섬락유무를 확인하였다.

### 3. 결과 및 검토

내뢰흔 동작시의 전압 및 전류 특성은 ZnO 소자의 비직선성 전압-전류 특성으로 인해 일반적으로 소자의 저항은 뇌 Surge 전압이 상승하여 높은 전압영역이 되었을 때는 낮아져서 뇌 Surge 전류를 쉽게 통과시키게 된다. 하지만 상시 인가전압과 같은 AC 전압영역에서는 저항이 증가하여 속류를 낮은 값으로 제어한다. 내뢰흔 방식의 전압-전류 특성은 그림 2와 같이 표시되어 고압선과 몇 대지간에 가해지는 전압이 내뢰흔 방식의 최소 동작전압 이하가 되면 Arc 방전은 정지하여 Arc는 자연 소멸된다. 그림 2와 같이 Air GAP과 ZnO 소자부는 직렬로 접속되어 있기 때문에 시간 t에서 인가전압  $V_t$ , ZnO 소자부의 전압 강하  $V_r$  및 Air GAP의 전압 강하  $V_g$ 의 사이에는 다음과 같은 식이 성립된다.

$$\text{식) } V_t = V_r + V_g$$

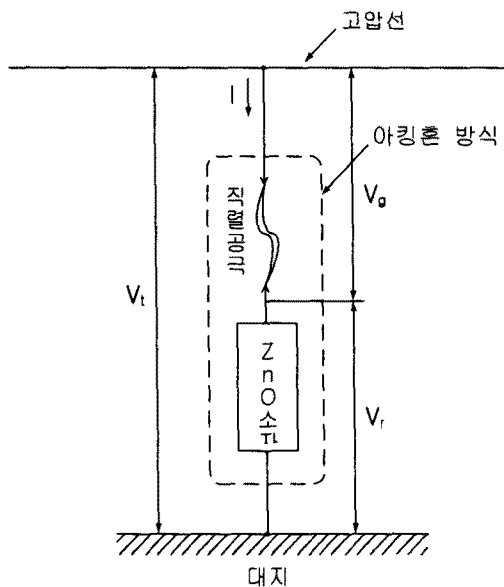


그림 2. 내뢰흔 전압-전류 특성

그림 3은 뇌충격 섬락전압 시험의 시료 설치상태이며 뇌충격 섬락전압 측정결과는 그림 4에 나타내었다.

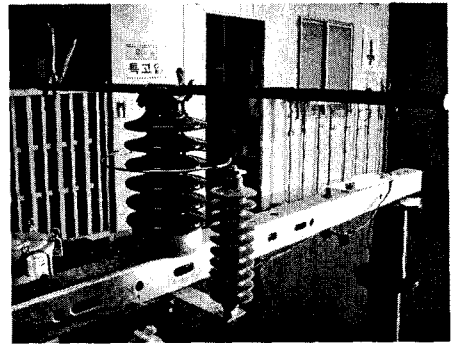


그림 3. 뇌충격 섬락전압 시험 시료 설치도

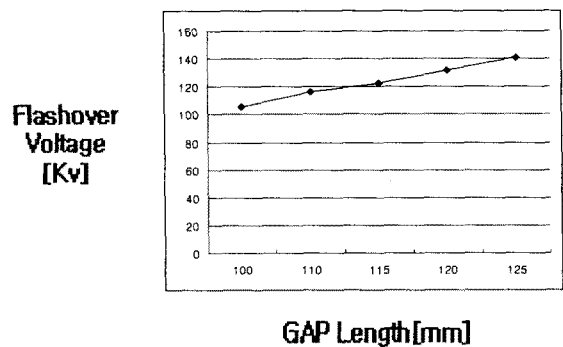


그림 4. 뇌충격 섬락전압 시험 결과

### 4. 결론

본 연구에서는 절연전선 섬락단선 및 Line Post애자 파손방지용 내뢰흔을 제작하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

[1] 배전선로 절연전선 섬락단선 및 Line Post애자 파손방지용 내뢰흔은 종류에 따라 3가지 형태에 따라 Ring형, Rod형 및 수평형으로 분류할 수 있으며, 본 연구에서는 성능이 가장 우수한 것으로 알려진 Ring형으로 제작하였다.

[2] 뇌충격 섬락전압시험을 통해 얻어진 최소 Air GAP 간격은 100mm일때 105kV로 나타났으며, 최종 적용된 제품의 공극간격은 115mm가 시험결과 양호한 특성을 나타내었다.

[3] 소호특성시험을 통해서 결정된 내뢰흔의 굵기의 X 간격은 45mm로 결정되었으며, 소호성능시험 동안 전부 Horn에서 소호하는 양호한 특성을 나타내었다.

### 참고 문헌

- [1] "배전선 단선방지용 내뢰흔의 개발", NGK Review, 1987
- [2] "내뢰흔의 연구개발 보고서", NGK, 1982
- [3] "내뢰흔" 한전일부연구매거진, 2006
- [4] "Development of Current Limiting Arcing Horn for Prevention of Lightning Faults on Distribution Lines", IEEE Trans. PWRD, Vol.3, No. 1, 1988