

154kV 送電線路用 Arcing Horn 開發에 관한 研究

이형권, 박동욱 이동일, 정동원, 김정부
한국전기연구소 한국전력 기술연구원

A study for the development of arcing horns in 154kV T/L

H.K.Lee, D.W.Park D.I.Lee, D.W.Jeong, J.B.KIM
KBRI Trans.Lab. KBPCO Research Center

ABSTRACT

154kV insulator strings are frequently damaged by lightning strokes, overvoltage and contamination. And this insulator damage inflicts a loss on the power company.

The purpose of this paper is to develop the arcing horn as a protective device of 154kV insulator strings against lightning flashover and overvoltages. So we have developed the arcing horn which is suitable for 154kV transmission line and estimated the performance of arcing horn by high current arcs and high voltage tests.

1. 서론

국내 154kV送電線路의 전체사고중 雷로 인한 사고가 차지하는 비율은 每年 평균 20% - 30%정도로 송전선로의 雷害事故가 많이 발생하고 있으며, 특히 雷事故 發生時에는 예자의 절연파손사고가 50% 이상을 차지하고 있다.⁽¹⁾ 이처럼 礮子連은 송전설비 중 雷擊에 취약한 설비라고 볼 수 있다.

345kV송전선로의 경우 雷擊으로부터 예자련을 보호하기 위해 이미 예자련보호장치로서 Arcing Horn이 설치되어 있으나 154kV송전선로에는 이러한 보호장치가 없어서 송전선로 雷擊時 예자련사고로 인해 송전신뢰도 저하, 再閉路失閉率 증가 및 선로

유지 보수에의 어려움등 적지않은 문제가 발생되고 있어 이에 대한 對策이 요구된다.

따라서 본연구에서는 이와같은 문제점을 해결하고자 외국의 관련 자료의 調査分析 및 연구실험에 의해 154kV송전선로용 예자보호장치인 Arcing Horn을 개발하였다.

2. Arcing Horn의 기능 및 특성

(1) arcing Horn의 기능

Arcing Horn의 기능은 크게 4가지 즉 예자련의 耐雷保護, 예자련의 耐아크保護, 예자장치의 Corona Shield 및 예자련의 분담전압완화가 있으며 어디에 중점을 두고 설계하느냐에 따라 설계방법이 다르고 호칭도 다르게 불리운다. 그러나 어느 한 기능에 중점을 두고 설계하여도 기능상 서로 관련이 있어서 耐아크론이 耐雷론의 역할을, 耐雷론이 내아크론의 역할을 어느정도 수행할 수 있다.⁽²⁾

일반적으로 345kV급 이상인 선로나 예자가 쉽게 오손될 수 있는 지역의 송전선로에 대해 Arcing horn을 설계할 경우에는 耐아크保護에 중점을 두어 설계를 하며, 154kV급 이하의 선로인 경우에는 耐雷保護에 중점을 두어 설계하는 것이 보통이다.

따라서 본연구의 경우 154kV급에 대한 Arcing Horn의 설계이므로 耐雷保護에 중점을 두고 검토하면 된다.

(2) 耐雷保護用 Arcing Horn의 특성

耐雷保護用 Arcing Horn은 그림1과 같이 혼의 V-t특성과 예자련의 V-t특성과의 차이를 이용하는

것으로 V_0 이하인 경우에는 雷擊時 逆閃絡이 瞬에서 먼저 발생하여 애자를 보호하게 되며, V_0 이상인 경우 즉 급준한 뇌격파형이 가해진 경우에는 瞬이 있어도 역섬락은 애자면에서 먼저 발생하게 된다. 그러나 이와같은 상황에서 瞬이 있을 경우에는 瞬의 招弧特性에 의해 瞬이 없는 경우보다 아크의 확산이 빠르게 이루어져 애자의 손상을 방지하거나 줄여줄 수 있다.

耐雷用 Arcing Horn은 雷擊으로부터 애자를 효과적으로 보호하기위해 다음과 같은 사항이 주요 연구검토대상이 되며 일반적으로 瞬이 애자면에 설치된 형태는 그림2과 같다.

- 瞬의 간격(Z)와 애자면의 길이(Z_0)와의 비 즉 瞬의 效率 (Z/Z_0)
- 애자면과 瞬이 중첩되는 평행거리(Y좌표)
- 애자면의 중심선에서 瞬極까지의 거리(X좌표)
- 瞬의 형상
- 瞬의 最小間隔

3. Arcing Horn의 設計 및 實驗

국내에서는 Arcing Horn에 관한 연구실적 및 응용실적에 대한 자료등이 全無한 상태이어서 부득이 瞬의 效率과 座標(X좌표, Y좌표)에 대한 설계에서는 外國의 자료에 의존할 수 밖에 없으며, 나머지 설계 분야에 대해서는 자체 연구검토 및 실험을 통해 설계를 하였다.^(3~5)

먼저 外國의 자료를 조사분석한 결과 瞬의 效率은 75% - 80%범위가 애자보호에 효과적이었으며 瞬의 좌표는 다음과 같은 실험식이 유용한 것으로 나타났다. 또한 이식은 250mm 현수애자에 적용되는 실험식이다.

$$X_c = 15n + 250 \text{ (mm)}$$

$$X_p = 20n + 250 \text{ (mm)}$$

n : 礫子數

$$Y_c = 0.7 \cdot 0.6 \times (Z_0 - Z - K) + K$$

$$Y_p = 0.3 \cdot 0.4 \times (Z_0 - Z - K)$$

$$K = 100$$

瞬의 最小間隔은 계통의 절연협조와 瞬의 효율을 고려하여 결정하게되는데 일반적으로 最小 瞬

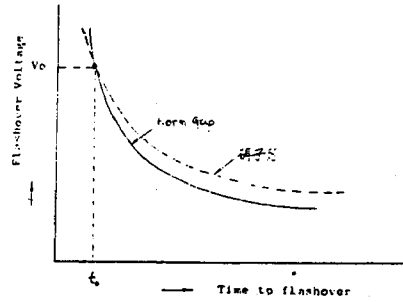


그림1. 애자면과 瞬의 V-t특성

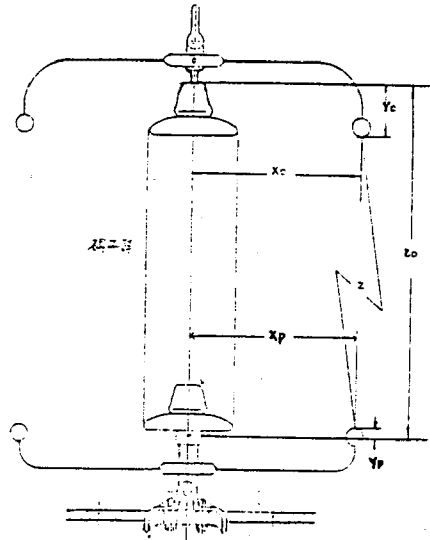






그림2. Arcing Horn의 설치상황과 좌표

간격의 50%雷擊電壓이 계통BIL의 대략 100-110%의 범위에서 적용되고있다. 따라서 CIGRE의 Horn Gap V-t특성치를 이용했을 때 最小間隔은 1120mm가 적당지로 계산된다.^(4~6)

154kV급 瞬의 형상은 코로나특성을 중요시하여 설계를 하므로 먼저 外國의 대표적인 瞬의 형상과 Corona特性을 고려하여 Arcing Horn을 설계, 제작하였고, 이를 이용하여 코로나시험을 한 결과 표1과 같이 만족한 試驗値를 얻었다.

그러나 송전선로의 애자면이 雷서지, 汚損등에 의해 섬락하면 故障電流가 섬락한 경로를 통해 흐르게 되므로, 이 고장전류에 의해 氣中Arc가 발생하여 Arcing Horn이 溶解될 수 있다는 것이 예상되므로 本 研究에서는 Arc에 의한 溶解現象을 관찰하기 위해 계통조건을 고려하여 5kA, 12cycle의 Arc

表1. 1차설계 제작된 혼의 형상 및 실험치

\ 시험 \ 혼	코로나시험		50%섬 락시험 (정)	50%섬 락시험 (부)	사고율 추정 건/km-Y
	RIV	가시			
	22dB	110 kV	989kV	1033kV	0.6
	25dB	110 kV	814.4 kV	824kV	1.19
	25dB	110 kV	794kV	822.9 kV	1.3
	13dB	140 kV	776.5 kV	853.5 kV	1.4

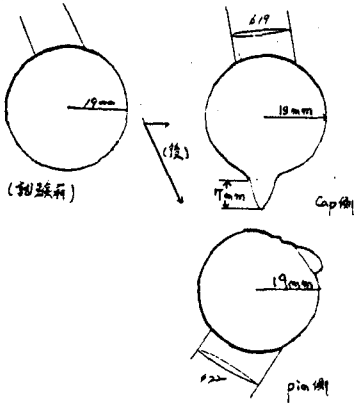


그림3. 아크전류에 의한 혼의 용해현상

전류를 흘려 표1의 형상에 대해 Arc特性試驗을 실시하였고, Arcing Horn의 용해현상이 관찰되었다. 이의 예를 보면 그림3과 같다.

만약 이러한 Arcing Horn이 實線路에 설치될 경우 코로나발생에 문제를 일으킬 것이 예상되기 때문에, 이와 같은 문제의 해결을 위해 본연구에서는 Arcing Horn의 Arc특성을 고려하여 그림4,5와 같은 혼을 再設計 製作하게 되었다. 즉 Arc에 의한 용해현상은 電極의 직경에도 비례하므로 혼의 직경을 굵게하였고, 접지측 혼은 Arc가 발리 확산하도록 끝부분을 구부렸으며 선로측 혼은 球타입과 원형타입의 2가지로 설계 제작하였다.

위의 제작된 혼에 대한 Arc특성시험 결과 球타입은 그림4와 같이 Arc電流가 5번경로까지 진행한 후 이곳에서 消弧할 때까지 계속 머무르게 되어 용해현상이 1차시험과 같이 크게 발생하였으며

그림5와 같은 원형타입의 경우 球타입과는 달리 Arc-spot가 한 곳에 집중되지 않고 일정한 구간에서 불완전하게 움직이므로 溶解程度가 코로나에 문제를 일으키지 않을 만큼 輕微했다.

그리고 이와 같이 설계된 혼을 제작하여 實線路와 같은 시험조건에서 혼의 애자면보호 실험을 한 결과 애자면 보호능력이 아주 우수하였다. 또한 Arcing Horn은 閃絡時 애자면 보호는 물론 전선의 燒損 防止, 金具類의 용해현상 방지 및 코로나잡음을 완화 역할을 실험을 통해 관찰하였다.

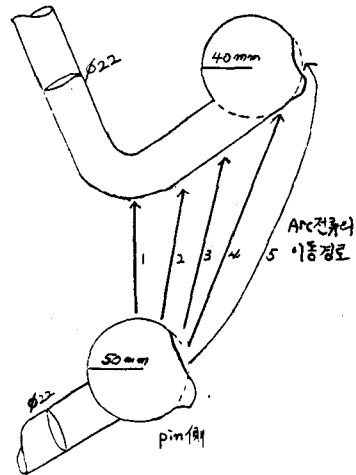


그림4. 2차설계된 구타입 혼의 용해현상

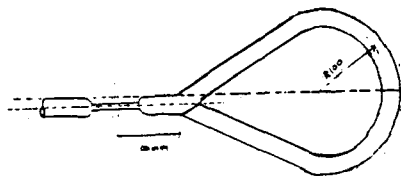
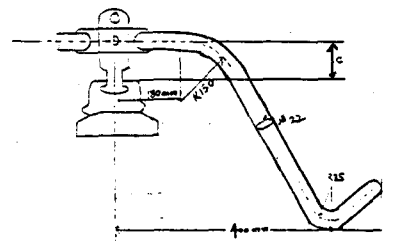


그림5. 용해정도가 경미한 혼의 형상

4. 結 論

154kV송전선로 예자런 保護裝置로서 Arcing Horn을 開發하기 위해 외국문헌의 조사분석, 자체연구 및 실험을 하였고, 국내 154kV선로에 적합한 Arcing Horn을 설계, 제작하였다. 또한 제작된 혼을 이용하여 실선로와 같은 조건의 시험 회로를 구성하여 실험한 결과 다음과 같은 사항을 파악할 수 있었다.

- 1> 본연구에서 개발된 Arcing Horn의 예자런 보호성능은 우수하였다.
- 2> 閃絡時 Arcing Horn은 전선의 燒損防止, 금구류 응해현상방지 및 코로나특성을 좋게 하는 역할이 관찰되었다.
- 3> 1차설계된 혼의 경우 雷閃絡時 응해현상의 발생을 실험을 통해 쉽게 예상할 수 있었다.
- 4> 혼의 응해현상에 있어서는 원형타입의 혼이 가장 양호한 특성을 나타내었다.
- 5) 국내 154kV선로에 대한 혼의 設計時에는 고전압특성뿐만 아니라 Arc특성도 고려해야함이 실험에 의해 입증되었다.

또한 앞으로 實線路에 본연구에서 개발된 Arcing Horn이 설치될 경우 雷事故率이 증가하는 문제가 발생할 수도 있으나, 이는 雷閃絡率의 증가로 인한 것이므로 중요한 문제라 여겨지지 않으며 오히려 Arcing Horn의 설치로 인해 발생하는 잇점, 즉 예자절연파손사고 감소, 제페로실패율 감소, 선로유지보수의 어려움 해소, 전력공급 신뢰도 향상등을 고려할 때 154kV선로에 Arcing Horn을 설치하는 것이 妥當한 것으로 사려된다.

참 고 문 헌

1. KEPCO, "電氣事故統計", 1986, 1987.
2. 電氣協同研究, "送電用 礫子裝置", 제34권 2호, 1978, 9
3. 電力用規格 A302, 1967
4. 電氣學會技術報告, "架空送電線路 絕緣設計要綱", 第220號, 1986, 5
5. NGK INSULATORS LTD., "ARCING DEVICES FOR

T/L", No.7, 1967

6. 電力中央研, "送電線耐雷設計", 1976, 3
7. 日本電力中央研究所, "Arc-jet運動에 미치는 電極形狀의 影響", 1987, 11
8. 日本電力中央研究所, "UHV級 送電用 礫子 등의 耐아크特性", 1981, 9
9. A. R. Hileman, "Insulation coordination",
10. EPRI, "Transmission Line / 345kV and above, Chap.12