

Arcing Horn의 아크섬락특성과 애자보호와의 관계 연구

조성배
전력연구원

A Study on the Relation Between Arc Characteristics and Insulator Protection of the Arcing Horn

Cho, S. B
KEPRI

Abstract - Insulator strings can be frequently damaged by fault currents occurred by lightning strokes, overvoltages and contamination of the insulators. So the Insulator damages may lead to extensive damages to transmission lines as well as power outages that have caused dangerous situations to occur. This paper suggests the characteristics of arcing horn in relation to the protection of insulators and basic design concepts of the arcing horn for transmission lines.

1. 서 론

송전선로에서 뇌썩어지, 개폐썩어지 및 애자표면의 오손 등에 의해 애자련간에서 섬락이 발생할 경우 섬락경로를 통해 고장전류가 흐르게 되며, 이때 고장전류에 의한 아크로 인해 애자의 열적파손 현상이 발생할 수 있다. 애자가 파손될 경우에는 애자련의 전기적 및 기계적인 성능이 저하되어 차후에는 보다 큰 대형사고가 발생될 수 있기 때문에 이러한 현상은 가급적 방지되어야 한다.

송전선로의 애자장치에서 섬락으로 인한 애자련의 파손사고를 방지하기 위해 일반적으로 아킹혼이 적용되고 있으나, 보다 효과적인 애자련 보호를 위해서는 애자보호 관점에서 아킹혼의 아크특성을 보다 세부적으로 검토하는 것이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 섬락사고로부터 애자련을 보호하기 위한 대책의 일환으로서 애자연면 섬락시 아킹혼의 아크유도특성을 실험적으로 분석하여 보다 효과적인 아킹혼의 설계방안을 제시하고자 하였다.

2. 섬락시 애자련 파손사고 원인

송전선로용 애자장치에서 섬락으로 인한 애자련의 파손은 아크제트(arc jet)에 의한 열적파손이 대부분이며, 이에 따라 애자가 파손되는 위치도 대부

분 애자련의 양끝단부가 되는 것으로 알려지고 있다[1]. 또한 애자련의 섬락으로 인해 금구류의 표면으로부터 아크제트가 분출되어 나갈 경우 금구류의 표면은 고온의 아크제트로 인해 용손현상이 일어나는데, 이러한 용손현상은 아크전류의 크기와 전극의 역할을 하게 되는 금구류의 형상에 따라 다르게 나타난다. 즉 아크전류의 크기가 클수록, 전극표면의 크기가 클수록 용손량이 적게 나타난다[2]. 이와 같이 애자장치에서 섬락사고가 발생할 경우에는 아크로 인해 애자가 파손되는데, 이러한 현상을 방지하기 위해 설치되는 것이 아킹혼이다[3].

아킹혼은 섬락을 혼간에서 발생하도록 유도하여 아크의 고열로부터 애자를 멀리 두어 애자의 열적 파손을 줄이기 위한 장치이다. 일반적인 뇌썩어지나 개폐썩어지에 의한 섬락에 있어서는 대부분 아킹혼간에서 섬락이 발생하기 때문에 크게 문제가 되지 않으나, 오손으로 인한 섬락이나 급준한 파형을 갖는 뇌썩어지가 가해지는 경우에는 아킹혼이 있어도 애자연면을 통해 섬락이 발생하기 때문에 애자의 파손에 직접적인 영향을 미칠 수가 있다. 이러한 현상으로부터 애자를 보호하기 위해서는 애자연면에서 발생된 아크를 가급적 빠른 시간내에 아킹혼으로 유도하는 것이 중요하며 이러한 특성은 아킹혼의 형상설계와 직접적인 관계가 있다.

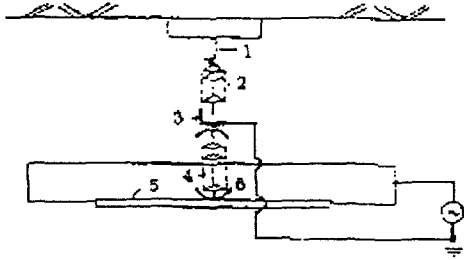
3. 아킹혼의 아크섬락특성 실험 및 고찰

아킹혼의 아크섬락특성은 크게 두가지 관점에서 볼 수 있다. 즉 애자연면에서 발생된 아크를 혼쪽으로 빠르게 유도할 수 있는 특성과 또하나의 섬락시 아크열에 의해 아킹혼의 용손현상이 가급적 적게 발생하는 성능으로 나누어 볼 수 있다.

아킹혼이 애자연면에서 발생된 아크를 혼쪽으로 빠르게 유도하지 못한다면 애자의 열적인 파손이 쉽게 발생될 수 있어 아킹혼의 역할을 수행할 수가 없게 된다. 그리고 아크섬락으로 인해 아킹혼의 용손현상이 크게 발생한다면 반복되는 섬락현상에 의

해 아킹흔의 형상은 달라질 수 있으며, 이에 따라 섬락특성과 코로나특성이 나빠질 수 있는 등 바람직하지 못한 현상을 초래할 수 있게 된다.

이상과 같은 특성을 파악하고자 본 논문에서는 그림 1과 같이 실험장치를 구성하였고 그림 2와 같은 아킹흔을 이용하여 아크섬락특성 실험을 하였다.



- 1. 지지물(크레인)
- 2. 절연애자
- 3. 접지단자
- 4. 애자련(345kV급)
- 5. 전원용 단자
- 6. 아킹흔

그림 1. 아크섬락특성 실험장치 구성도

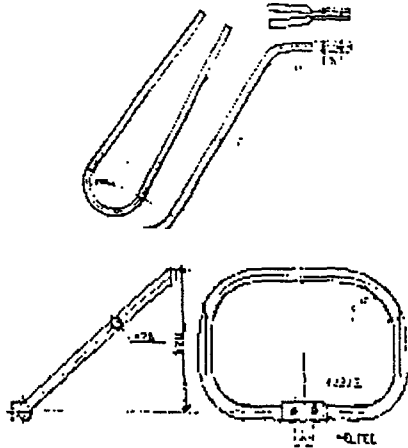


그림 2. 실험에 적용한 아킹흔의 형상

실험에 이용한 애자장치의 규모는 345 kV급으로 하였으며 아킹흔은 그림 2와 같이 링형상으로 정하였다. 실험방법으로는 오손섬락 현상을 가정하기 위해 애자면면을 통해 접지측과 도체측을 직경 0.5 mm의 동선으로 연결한 후 아크전류를 인가하였다. 또한 아킹흔의 아크 유도특성을 보기 위해 아크전류의 지속시간을 조정하였으며, 아크전류의 크기는 5kA에서 30kA범위로 하였고 아크의 유도특성은 아킹흔에 남게 되는 아크의 흔적을 통해 확인하였다.

실험결과 아크 유도특성은 아크전류의 크기와 관

계가 있었으며, 아크전류가 클수록 유도된 시간이 짧게 나타났다. 즉 아크전류가 30 kA인 경우에는 0.3 cycle 정도에서 아크가 유도된 것이 확인되었으며, 5 kA나 20 kA범위에서는 대체적으로 0.5 cycle 범위에서 아크가 아킹흔으로 유도된 것을 확인할 수 있었다.

표 1. 아크유도특성 실험결과

시험 No.	아크 전류	아크 지속시간	실험 결과
1	5 kA	2 cycle	약 10cm 정도 아크가 지나간 흔적이 아킹흔의 중간부분에서 확인되었으며, 용융현상은 전혀 없었다.
2	5 kA	3 cycle	2 cycle의 경우와 같은 현상으로 나타났다.
3	15 kA	1 cycle	5kA의 경우와는 달리 아킹흔에 아크가 유도되어 20cm정도의 아크흔적이 확인되었으며, 이는 아크전류가 커짐에 따라 유도가 빨리 이루어졌기 때문으로 판단되며, 아크도 보다 빠르게 움직인 것으로 판단된다.
4	20 kA	1 cycle	시험 No. 3의 경우와 같은 현상이 나타났다.
5	20 kA	5 cycle	유도된 아크는 아킹흔의 끝단부까지 진전하여 끝단부에서 매우 불안정하게 좌우로 움직인 흔적이 확인되었다. 이에 따라 아크 지속시간이 1 cycle 이후부터는 나타나는 현상이 거의 비슷함을 확인하였다.
6	25 kA	1 cycle	애자장치에 연결된 부분에서부터 아킹흔의 끝부분까지 아크가 유도되어 이동한 흔적을 확인할 수 있었다. 또한 용융현상은 없었으며 아킹흔의 표면에 도금된 아연의 색깔이 검정색으로 변화되어 있었다.
7	30 kA	0.5 cycle	아킹흔과 애자장치와의 연결부분과 아킹흔의 중간부분에서 아크가 유도된 흔적이 확인되었으며, 이에 따라 아크는 약 0.3 cycle 정도에서 유도된 것으로 추정된다. 도체측에 연결된 아킹흔 끝부분의 표면에 용융현상이 나타났으나 전기적인 특성에 영향을 미치는 정도는 아니었다.

또한 저압송전용 아킹흔과는 달리 링형상의 아킹흔인 경우에는 아크발호 위치에 따라 유도되는 시간에는 큰 차이가 없었다. 그리고 일단 아크가 링에 유도되면 아크는 애자주위에 머물지 않고 아주 빠른 시간내에 아킹흔의 끝단부로 이동되어 애자로부터 멀리 이탈되어 나가는 현상을 실험에 의해 확인할 수 있었다. 따라서 아킹흔의 아크유도특성은

애자를 보호하는 측면에서 볼 때 매우 중요함을 알 수 있었다. 이의 주요 실험결과는 표 1과 같다.

일반적으로 저압 송전선로용 아킹혼과 같이 단순한 혼형태의 아킹혼인 경우에는 아크섬락시 용융현상이 크게 발생하는 것으로 나타났으나[1], 링형상의 아킹혼을 이용하여 실험한 결과 링형상의 아킹혼에 있어서는 용융현상이 거의 발생하지 않았다. 이러한 이유로는 혼형태의 아킹혼에 있어서는 아크섬락시 아크제트가 아킹혼 끝단부의 일정위치에서 소호될때까지 계속 머물러 있기 때문에 용융현상이 크게 발생하는 것이며, 링형상의 경우에는 아크제트가 일정부위에 머물지 못하고 매우 불안정하게 링의 표면에서 좌우로 움직이기 때문에 용융현상이 경미하게 발생되었고 단지 아크가 움직인 흔적만이 남아 있는 것으로 분석되었다.

따라서 아킹혼을 설계할 경우에는 유도된 아크가 일정 지점에 머물지 못하도록 혼을 가급적 링의 형상으로 설계하는 것이 필요하며, 아크의 유도시간도 링형상이 보다 빠르게 나타났다.

4. 결 론

본 논문에서는 섬락사고로 부터 애자련을 보다 효과적으로 보호하기 위한 대책의 일환으로서 애자련면 섬락시 아킹혼의 아크유도특성을 실험적으로 분석하였으며, 다음과 같은 주요 결과를 얻었다.

- 링형상의 아킹혼에서 아크전류가 15kA 이상에서는 0.3cycle 정도에서 아크가 혼쪽으로 유도되는 것으로 나타났다.
- 아킹혼을 링형상으로 설계할 경우 아크제트의 운동을 불안정하게 만들 수 있어 아킹혼의 용융현상을 방지할 수 있는 것으로 나타났다.
- 아크전류가 클수록 아크유도가 빠르게 이루어지는 것으로 나타났다.
- 송전선로 애자장치용 아킹혼의 형상은 가급적 링의 형상으로 설계하는 것이 아크로부터 애자를 효과적으로 보호할 수 있기 때문에 저압용 아킹혼의 경우라도 가급적 링형상으로 혼설계를 하는 것이 중요함을 알 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 李亨勳, "154 kV 송전선로용 Arcing Horn 개발에 관한 연구", 전기학회 하계학술대회 논문집, 1989, 7
- [2] "Arc jet 拳動에 미치는 電極形狀의 影響", 日本電力中央研究所, 1987, 9
- [3] NGK, "Arcing Devices for Transmission Line", NGK Technical Report, No.7. 1967.
- [4] "送電用 碍子裝置", 電氣協同研究, 第34卷, 2號, 1978, 9

[5] "UHV級 送電用 碍子 等の 耐아크特性", 日本電力中央研究所, 1981. 9