

154kV 송전선로 Arcing Horn 적용에 따른 애자련 사고분석

*조성배 *이형권
*전력연구원 ** 한국전기연구소

Analysis of Insulator Failures After Installation of Arcing Horns in 154kV Transmission Lines

Cho, S.B. Lee, H.K.
*KEPRI. **KERI

Abstract - Insulators of 154kV T/L have been frequently damaged by fault currents. Arcing horn is a very effective and economic method for protection of insulators from the flashover. We developed arcing horns for 154kV T/L in order to protect insulators from the arc[1]. This paper analyzes the status of insulator failures in 154kV T/L after installation of the arcing horns.

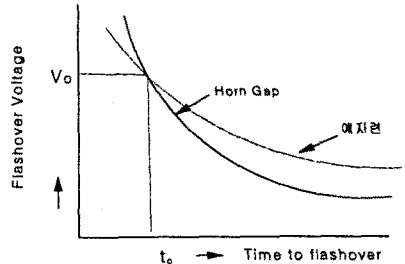


그림 1. 애자련과 아킹혼간의 v-t특성

1. 서 론

송전선로에서 뇌써어지나 개폐써어지와 같은 과도전압이 발생할 경우에는 애자련간에 섬락이 발생 하게 되며, 이때 애자는 열적인 손상을 받게 되어 절연저하 및 전기적인 특성이 저하될 뿐만 아니라 기계적인 성능도 떨어질 수 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해서는 섬락시 애자를 보호할 수 있는 적절한 대책이 필요하다.

현재로서 섬락으로부터 애자를 보호할 수 있는 경제적인 방법으로는 아킹혼을 설치하는 것이다. 국내 154kV 송전선로에는 90년대 초까지는 아킹혼이 보급되지 않았기 때문에 섬락사고로 인한 애자파손 사고가 종종 발생한 것으로 알려져 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 참고문헌[1]에서 개발된 154kV 송전용 아킹혼을 일부 선로에 설치하여 운용하여 왔는데, 본 연구에서는 154kV 송전선로에 아킹혼을 설치한 후 나타난 애자련 사고현황을 조사하여 아킹혼의 효과를 분석하였다.

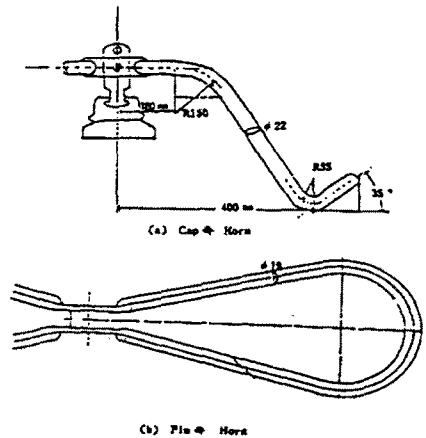


그림 2. 154kV 송전용 아킹혼 형상

2. 154kV 송전선로용 아킹혼

송전선로 애자장치용 아킹혼은 송전전압에 따라 주요 역할이 다른데, 고압선로용은 주로 내뢰보호용이고 초고압용은 내아크 보호용이라고 할 수 있다. 내뢰보호용은 주로 낙뢰로 인해 발생하는 애자련 섬락사고시 애자련 보호를 위해 설치되는 것이고 내아크 보호용은 낙뢰보다는 애자면 오손에 의한 섬락시 아크로부터 애자를 보호하기 위한 아킹혼으로 형상은 주로 링형상으로 되어 있다. 따라서 154kV 송전선로용 아킹혼은 내뢰보호용 아킹혼으로 분류된다.

내뢰보호용 아킹혼은 그림 1과 같은 아킹혼의 v-t특성을 이용하는 것으로서 뇌격에 의해 과전압이 발생할 경우 애자련보다 아킹혼간의 섬락전압이 낮아 아킹혼간에서 먼저 섬락이 발생하게 됨으로 애자련면에서의 섬락 발생이 방지된다.

154kV 송전선로용 아킹혼을 90년 초까지는 국내선로에 전반적으로 적용한 예가 없었기 때문에, 국내

154kV 송전선로에 적합한 아킹혼을 참고문헌[1]에서 설계하여 각종 실험에 의해 성능을 검증한 후 그림 2와 같은 형상을 제시하였다[1].

3. 뇌사고 현황

송전선로에서 뇌로 인한 사고내용은 주로 뇌격에 의한 섬락현상으로 나타나는데, 조사결과 지난 14년간 뇌사고 건수는 년평균 20건 정도로서 전체 송전선로 사고건수 대비 약 20%를 차지하는 것으로 나타났다. 또한 전체 사고건수대비 애자사고가 약 20%를 차지하는 것으로 나타났다으며 전체 낙뢰사고건수중에서 애자사고건수는 약 75%를 차지하는 것으로 나타났는데, 이는 그림 3으로부터

터 알 수 있다.

그리고 낙뢰사고의 대부분은 절연계급이 낮은 154kV 송전선로에서 주로 발생한 것으로 조사됨에 따라, 결론적으로는 뇌격에 취약한 송전선로가 154kV 선로이고 뇌사고의 대부분이 애자련 섬락 현상으로 나타나면서, 애자련면 손상 또는 파손현상을 초래하게 됨에 따라 154kV 송전선로에서 애자련보호 대책이 필요함을 확인할 수 있었다.

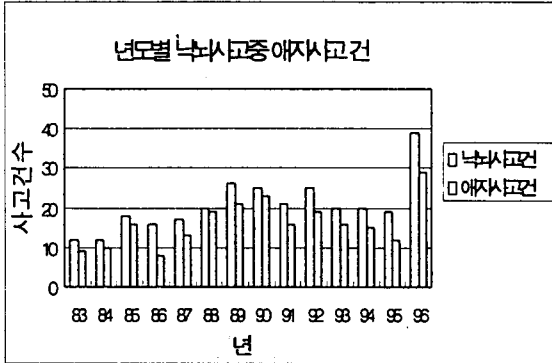


그림3. 연도별 낙뢰사고중 애자사고비

표1. 수락T/L 뇌사고에 의한 애자교체건수 (아킹혼설치전)

선로명	년도				계
	'85	'86	'87	'88.7 현재	
월계T/L#1(교체개소/불량애자수)	4/21	3/13	0/0	1/9	16/79
월계T/L#2(교체개소/불량애자수)	3/12	3/15	0/0	2/9	
수락T/L#1(교체개소/불량애자수)	6/35	5/39	0/0	1/9	20/165
수락T/L#2(교체개소/불량애자수)	4/31	2/33	0/0	2/18	

154kV 송전선로를 대상으로 낙뢰로 인해 실제 애자련 사고가 빈번했던 수락T/L의 경우 아킹혼을 설치하기전인 '85년에서 '88년 7월까지의 애자련 사고현황은 표1과 같았다. 표1에 의할 때 3.5년 동안 발생한 애자 교체수량만도 36곳 244개로서 선로유지보수에 적지않은 어려움이 있었음을 알 수 있다.

4. 아킹혼 설치후 뇌사고 현황

아킹혼은 애자련의 섬락시 애자를 보호하는 효과가 있는 반면 선로의 재폐로율은 증가시키는 것이 단점이다. 그러나 아킹혼간 섬락으로 인해 영구사고로 진전되는 경우는 거의 없기 때문에 선로 운전상 크게 문제되는 것은 없다.

아킹혼 설치전후의 뇌사고 현황을 파악하기 위해 먼저 (3)항에서 검토한 수락T/L을 대상으로 아킹혼 설치후인 지난 93년 이후의 뇌사고 현황을 조사한 결과 표2와 같았다.

표2로부터 뇌격에 의한 애자련 섬락사고가 있었으나 아킹혼간에서 섬락이 발생함에 따라 애자가 손상되지 않았음을 알 수 있다. 표2의 사고현황으로부터 알 수 있는 또 다른 것은 뇌격이 상당히 줄어들었음을 알 수 있는데, 이는 아킹혼을 설치하였기 때문이 아니라 실제 뇌격 빈도가 적었던 이유도 있다. 어쨌든 수락T/L만을 볼 때

애자련을 보호하는데 있어 아킹혼을 설치하는 것이 효과적이고 경제적임을 알 수 있다.

표2. 154kV 수락T/L '93년이후 사고실적

사고일시	사고개소	사고내용 및 현상	비고
'93.4.23	No.18철탑, 애자장치	낙뢰에 의한 애자련면 섬락 (애자련면 손상)	아킹혼 설치전
'94.7.6	No.17철탑 #1 T/L A상 애자장치	낙뢰에 의한 아킹혼간 섬락	아킹혼 설치
'96.7.26	No.16철탑 #1T/L A상, #2T/L A,B상	낙뢰에 의한 아킹혼간 섬락	아킹혼 설치
'97.8.4	No.26철탑, No.27 철탑 A,B상	낙뢰에 의한 아킹혼간 섬락	아킹혼 설치
'97.9.26	No.16철탑 A,B,C상	낙뢰에 의한 아킹혼간 섬락	아킹혼 설치
'97.10.10	No.31철탑	낙뢰에 의한 아킹혼간 섬락	아킹혼 설치

표3. 남서울지역 아킹혼 설치후 뇌사고 실적

사고일시	사고개소	사고내용 및 현상	비고
'95.7.1	시흥#1,#2T/L, No.3, 6, 7	낙뢰에 의한 아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'95.8.8	용인#1,#2T/L, No.79	애자련면섬락	아킹혼 무
'96.6.29	용분#1T/L, No.85 성분#1,#2T/L, No.14	애자련면섬락 애자련면섬락	아킹혼 무 아킹혼 유
'97.6.1	용분#1T/L, No.62	아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'97.7.25	용분#1T/L, No.38, 41	아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'97.8.3	성분#1T/L, No.14	아킹혼간 섬락	아킹혼 유

표4. 대구지역 아킹혼 설치후 뇌사고 실적

사고일시	사고개소	사고내용 및 현상	비고
'95.8.15	반야월#2 T/L, No.96 반야월#2 T/L, No.80	아킹혼간 섬락 애자련섬락으로 애자 11장 파손	아킹혼 유 아킹혼 무
'94.7.15	반야월#2 T/L, No.108 반야월#2 T/L, No.107 반야월#2 T/L, No.105	아킹혼간 섬락 아킹혼간 섬락 아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'94.6.27	반야월#2 T/L, No.117	아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'96.6.20	안동T/L No. 58	B상 애자섬락 A상애자섬락(5장)	아킹혼 유 아킹혼 무
'97.9.26	다산#2T/L, No.43	아킹혼간 섬락	아킹혼 유

수락T/L이외의 154kV 송전선로에 있어 아킹혼을 설치한 후 애자련 사고현황을 파악하기위해 지역별로 구분하여 사고실적을 조사분석한 결과 표3에서 표5와 같았다.

먼저 남서울 지역의 경우 아킹혼을 전경간에 걸쳐 설치하기보다는 문제가 된다고 예상되는 일부 경과지에 설치하였는데, 뇌사고 실적은 대부분 아킹혼간에서 섬락이

표5. 수원지역 아킹혼 설치후 뇌사고 실적

사고일시	사고개소	사고내용 및 현상	비고
'95.8.19	성천 #1 T/L, No.7	아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'97.9.26	신갈 #1 T/L, No.49	아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'97.5.23	우만 #1 T/L, No.7	아킹혼간 섬락	아킹혼 유
'97.10.13	만송 #1 T/L No.47 만송 #2 T/L No.47	아킹혼간 섬락 애자연면 섬락	아킹혼 유
'97.6.1	만송 #1 T/L, No.53	아킹혼간 섬락	아킹혼 유

발생한 것으로 나타났다. 그러나 '96.6.29일 성분T/L에서 발생한 애자연면 섬락사고는 아킹혼이 있음에도 불구하고 애자연면에서 섬락이 발생한 것으로 나타났는데, 이러한 현상은 애자연면이 오손되어 있었거나, 급준한 파형을 갖는 뇌격이 가해진 경우라고 볼 수 있으며, 정확한 사고원인에 대해서는 보다 면밀한 조사가 필요할 것으로 판단된다. 어쨌든 이러한 경우에도 아킹혼이 설치되어 있는 경우에는 아크가 애자연면에서 아킹혼 쪽으로 빠르게 이동되기 때문에 애자가 파손되는 경우는 크지 않다[2][3].

대구지역의 뇌사고 실적은 표4와 같았는데, '96.6.20일에 발생한 애자련 섬락사고는 남서울에서 발생한 경우와 같은 현상으로 추측되며, 안동T/L에 설치된 아킹혼은 일본에서 설계되어 설치된 것으로 조사되었다.

표5는 수원지역 154kV 송전선로의 뇌사고 실적으로서 대부분의 섬락사고시 아킹혼간에서 섬락이 발생한 것으로 나타났다.

이상과 같이 몇몇 지역에 분포된 154kV 송전선로에서 발생한 뇌사고 실적을 조사분석해 본 결과 아킹혼이 낙뢰사고로부터 애자를 충분히 보호할 수 있음을 알 수 있었으며, 현재로서 가장 경제적이고 쉽게 애자를 보호할 수 있는 대책임을 다시한번 확인할 수 있었다[4][5].

5. 결 론

국내 154kV 송전선로에는 90년대 초까지 아킹혼이 보급되지 않았기 때문에 뇌사고로 인한 애자련간 섬락사고시 애자를 보호할 수 있는 방안이 없었다. 이러한 문제점을 해결하고자 참고문헌[1]에서 국내 154kV 송전선로에서 적합한 아킹혼을 설계하여 제시한 바가 있었으며, 93년경부터 일부 실선로에 설치하여 운용하여 왔다. 수년간의 운용결과를 조사 분석하여 본 결과 참고문헌[1]에서 설계된 아킹혼의 성능이 매우 우수함을 알 수 있었으며, 이로부터 아킹혼의 설치는 현재로서 뇌사고로부터 애자를 보호할 수 있는 가장 경제적이면서 효과적인 방안을 확인할 수 있었다.

앞으로는 보다 세부적인 분석을 통해 모든 154kV 송전선로에 설치할 수 있는 방안을 제시함으로써 154kV 송전선로의 신뢰도를 확보할 필요가 있다고 여겨진다.

(참 고 문 헌)

[1] 한국전력공사, "154kV 송전선로의 애자련 보호 대책에 관한 연구", 1989.12

- [2] 조성배, "Arcing Horn의 아크섬락특성과 애자 보호와의 관계 연구", 전기학회 하계학술대회, 1997. 7.
- [3] 이형권, "154kV 송전선로용 Arcing Horn 개발에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회, 1989.7
- [4] 이형권, "송전선로의 애자장치에서 대전류 아크와 애자파손과의 관계검토", 한국전력공사 기술개발지, Vol 14, 1993
- [5] 이형권, 조연규, 손홍관 "765kV 송전선로용 Arcing Device 형상설계에 관한 연구", 전기학회학술지, 1994.3