

송전선로용 폴리머 피뢰기의 직렬공극 특성

조한구, 유대훈, 이용순*, 김종채**
한국전기연구원, (주)평일*, 한국전력**

Series-Gap Characteristics of Polymeric Arrester for Transmission Line

Han-Goo Cho, Dae-Hoon Yoo, Young-Sun Lee*, Jong-Che Kim**
KERI

Abstract : This paper describes the series-gap characteristics of transmission line arrester with switching and lightning impulse flashover test. The transmission line arrester exhibited external gap because it is must not flashover with switching impulse on the other hand it is must flashover with lightning impulse. In accordance, minimum and maximum length of series-gap was determined with these tests. As gap length is increased flashover voltage was increased in the range of 315.4 kV~496.3 kV and negative polarity exhibited a high voltage. As a result, It was thought tat the series-gap length of transmission line arrester exhibited in the range of 580 mm~1100 mm

Key Words : Gap arrester, Transmission line, Switching impulse, Lightning impulse, Flashover voltage

1. 서 론

최근 산업 발전과 더불어 전력수요의 급증에 따라 효율적이며 안정적인 전력공급 문제가 크게 대두되고 있다. 따라서 차세대 전력시스템을 보다 안전하고 효율적으로 운용하기 위해서는 산화아연(ZnO) 피뢰장치의 개발이 매우 중요하다 할 수 있다. 특히 송전선로용 피뢰기의 경우 대부분 갭(gap)형으로 기설 송전선로의 높은 신뢰성과 속도차단능력 및 콤팩트(compact)한 설계가 가능한 정점이 있어 국내외적으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 따라서 송전용 피뢰기의 경우 일반적인 무공극형 피뢰기와는 보호특성에 다소 차이가 있으며 송전선의 높은 보호율 및 신뢰성을 위해서 공극간격의 설정은 매우 중요한 설계요소이다. 일반적으로 이러한 피뢰장치의 공극간격은 내전압 특성을 통한 섬락전압을 확인하는 방법을 통해 실험적으로 결정된다.

따라서 본 논문에서는 개폐서지 및 뇌충격 섬락전압시험으로 송전선로용 폴리머 피뢰기의 직렬 공극 특성을 검토한 결과를 나타내었다.

2. 실험

본 시험에서는 송전용 피뢰기의 공극 간격을 결정하기 위해 IEC 60099-4의 규격에 따라 개폐서지 및 뇌충격 섬락전압시험을 실시하였다. 일반적으로 송전용 피뢰기는 무공극형 피뢰기와는 달리 기본적으로 갭을 가지고 있으며 적용된 시스템의 개폐서지에 동작하지 않아야 한다. 이러한 특성은 피뢰기 요소부의 고장시에도 적용되는 사항이며 따라서 공극간격의 최소한계는 피뢰기 요소부의 고장시 개폐서지 내전압에 의해 결정된다고 할 수 있다.

본 시험시료의 경우 고장시 개폐서지 섬락전압은 347 kV이며 시험방법은 250/2500 μ s 파형을 가지는 표준 개폐서

지 내전압을 승강법에 의해 정·부 각각 20회씩 인가하여 갭 거리에 따른 50% 섬락전압을 측정하는 방식으로 실시하였다.

뇌충격 섬락전압시험의 경우 직렬공극의 최대간격을 결정하는 시험으로서 직렬공극의 50% 섬락전압은 애자련 아킹혼의 뇌서지 50% 섬락전압보다 작아야 한다. 즉 갭형 피뢰기의 직렬공극이 아킹혼보다 선행 방전해야하는데 일반적으로 -2σ 의 여유를 두며 이 값은 768 kV이다. 시험방법은 앞선 개폐서지 섬락전압시험과 동일한 방법으로 승강법에 정·부 각각 20회씩 인가하여 50% 섬락전압을 확인하였다. 한편 시험에 앞서 전극직경에 비해 이격거리가 클 경우 심한 불평등 전계를 형성할 수 있으므로 본 시험에 사용한 봉 전극은 선단을 통글게 처리하여 전계분포를 최대한 균등하게 제작하였으며, 각각의 시험에 대한 최소 및 최대 간격을 표 1에 나타내었다.

표 1. 시험

개폐서지섬락전압 최소 간격 [mm]	뇌충격섬락전압 최대 간격 [mm]
430	-
480	-
530	-
580	-
630	630
680	670

3. 결과 및 검토

그림 1은 공극 간격에 따른 50% 개폐서지 섬락전압 특을 나타낸 것으로 본 시험시료의 최소치인 347 kV 이상이 되기 위해서는 최소 580mm 이상의 공극간격이 필요한 것으로 확인되었다. 또한 그림에서도 알 수 있듯이 부극성이 정극성에 비해 조금 높은 값을 나타내고 있음을

알 수 있는데 이처럼 정극성과 부극성에서의 개폐서지 섬락전압 값의 차이를 줄이기 위해 피뢰기측 전극은 판상 전극을 사용하고 반대측은 봉상전극을 사용한 경우도 많이 사용되고 있다.

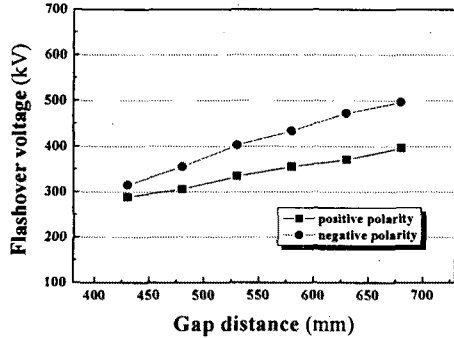


그림 1. 개폐서지 섬락전압 변화

그림 2는 공극간격에 따른 주수시 50% 개폐서지 섬락전압 특성을 나타낸 것으로 앞선 시험 결과를 토대로 직렬공극 길이 580[mm], 630[mm]에 대해서 섬락시험을 시행하였다. 580[mm]에 대한 특성값을 확인한 결과 311 kV 정도 값으로 시료의 최소치인 347 kV에 미치지 못하는 것으로 확인되었다. 630[mm]에 대한 시험결과를 보면 정극성의 경우 보정 전·후의 값이 362.5 kV, 337.5 kV로 나타났으며, 부극성의 경우 보정 전·후의 값이 477.1 kV, 413.6 kV로 피뢰기 고장 시 조건을 충족하는 것으로 확인할 수 있었다. 한편 본 시험에서도 부극성이 정극성에 비해 높게 나타나는 것으로 확인되었으며 이는 앞서 실험되었던 개폐서지건조 섬락시험에서의 특성 값에 비해 다소저하된 것으로서, 정극성의 경우 630[mm]에서 370.8 kV와 비교하여 약 8.3 kV 정도 낮게 나타나는 것으로 확인되었다.

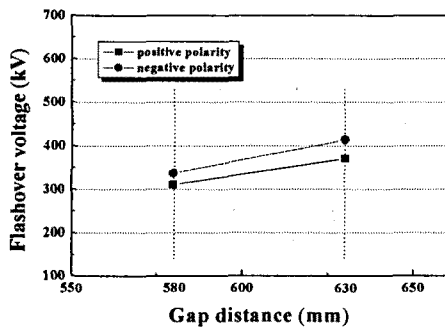


그림 2. 개폐서지 섬락전압 변화.

표 2. 50% 뇌서지 섬락전압 특성

극성	630 [mm]		670 [mm]	
	섬락전압	σ	섬락전압	σ
부극성 [kV]	453.2	3%	473.1	3.4%

표 2는 갭 간격에 따른 뇌충격 섬락전압 특성을 나타낸 것으로 앞선 개폐서지 섬락시험의 결과를 참고하여 630mm와 670mm에서만 시험을 실시하였다. 측정 결과에서 알 수 있듯이 시료의 최대값인 670 kV보다 적은 453.2 kV, 473.1 kV의 값으로 공극거리가 40mm 증가할수록 뇌충격 50% 섬락전압은 약 20kV가 상승하는 것으로 나타났으며 이것으로 볼 때 본 시료의 직렬공극의 최대간격은 대략 1100mm 정도로 예상할 수 있었다. 한편 표준편차 σ 는 일반적인 범위인 3.0~3.4% 정도로 매우 정확한 것으로 확인되었다. 그리고 본 시험을 통해 154 kV 송전용 피뢰기는 최소 580mm에서 최대 1100mm 사이에 공극간격을 가질 때 기 결과를 만족하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 일반적으로 아킹흔의 50~70%일 때 선행 방전할 확률이 99.99%이며 직렬갭 간격이 52~58% 비율로 설계시 가장 안정적인 것으로 나타내고 있다. 따라서 본 154 kV 송전용 아킹흔의 간격이 1130mm임을 고려할 때 본 시험시료의 직렬갭 간격은 630mm 정도에서 모든 결과를 만족하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 송전선로에 사용되는 갭형 피뢰장치의 개폐서지 및 뇌충격 섬락시험을 통해 공극간격을 확인하였으며 다음과 같은 결과를 확인할 수 있었다.

1. 50% 개폐서지 섬락전압 특성을 확인한 결과 공극의 간격이 증가할수록 섬락전압이 증가하였으며, 정극성 보다는 부극성이 조금 높은 값을 나타내었다.
2. 본 시료의 경우 고장 시 섬락전압값인 347 kV 이상이 되기 위해서는 최소 580mm 이상의 공극간격이 필요한 것으로 확인되었다.
3. 630[mm]에 대한 주수의 경우 정극성의 경우 보정 전·후의 값이 362.5 kV, 337.5 kV로 나타났으며, 부극성의 경우 보정 전·후의 값이 477.1 kV, 413.6 kV로 고장시의 조건을 만족하는 것을 확인할 수 있었다.
3. 뇌충격 섬락전압시험 결과 공극간격이 40mm 증가할수록 섬락전압은 약 20 kV가 상승하는 것으로 나타났으며 결과적으로 직렬공극의 최대간격은 1100mm인 것으로 확인되었다.
4. 154 kV 송전용 아킹흔의 간격이 1130mm임을 고려할 때 본 시험시료의 직렬갭 간격은 630mm 정도에서 모든 결과를 만족하는 것을 확인하였다.

참고 문헌

[1] P. W. Haayman, R. W. Dam and H. A. Klasens, German Patent 929 350, 1955
 [2] A. B. Alles, V. R. Amarakoon and V. L. Burdick, J. Amer. Ceram. Soc. Vol. 78, No. 1, p. 148, 1989.
 [3] M. Drogenik, J. Amer. Ceram. Soc. Vol. 70, No. 5, p. 311, 1987.