

진자 추에 의한 자기 및 유리아자의 기계적 성능 평가

송길목, 김종민, 김영석, 방선배, 김선구, 전용주*

한국전기안전공사 부설 전기안전연구원, *한국철도공사 철도연구원

Assessment on Mechanical Performance of Porcelain and Glass Insulators by Pendulum Weight

Kil-mok Shong, Jong-min Kim, Young-seok Kim, Sun-bae Bang, Sun-gu Kim, Yong-joo Jeon*

KESCO-ESRI, *KORAIL

Abstract : This paper is an experimental test for the close examination of breakdown causes of glass insulators using at the electric rail-road. The glass insulator is estimated the mechanical performance according to hitting test(ST-100, Sharp-Eng, KOR) that is based on KS C 3801. Insulators is damaged by pendulum weight at the steps of hitting angles. Glass and porcelain insulators are broken at the hitting angle of 72°. From the these results, glass insulator absorbed the impact from the pendulum weight but on the porcelain insulator, it is not transmitted vibration by impact. Hereafter, these results are expected that is used the data for the assessment on breakdown cause of a glass insulator.

Key Words : Breakdown cause, Glass insulator, Pendulum weight, Hitting angle, Porcelain insulator

1. 서론

전기철도의 고전압 설비는 활선상태의 조가용선과 팬터 그래프, 기차와 철로사이에서 다양하게 이용되고 있다. 최근 운송수단이 발전함에 따라 국내에서도 고속철도가 운영되고 있다. 따라서 시스템의 절연확보는 가선설비에 영향을 미칠 수 있는 복합적이고 다양한 주변 환경에 대응하기 위한 중요한 부분을 차지한다. 가선설비를 설치한 현장에서는 가선설비의 고장요인이 발생하고 있으며, 그중 애자의 파손 원인에 대한 규명이 요구되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 전기철도에서 사용되는 유리아자의 파손원인을 규명하기 위한 실험의 하나로써 외부환경 요인 중의 하나인 비산물에 의해 유리아자가 파손되는 특성 및 자기애자와의 비교 평가를 서술하였다. 실험에는 KS C 3801에 준한 시험법의 하나로써 타격시험기(ST-100, Sharp-Eng, KOR)[1]를 제작하여 진자 추(pendulum weight)에 의해 원운동을 하면서 애자를 단계별로 파손시켰으며, 이때 고속카메라[2]와 진동센서[3],[4]를 이용하여 그 특성을 분석하였다.

2. 실험방법 및 구성

유리아자의 타격시험은 KS C 3801에 기술된 시험법을 이용하였다.

표 1. 진자 추의 단계별 각도 및 파손단계

Steps	Angle, °	Breakdown		
		Porcelain ins.		Glass ins (255mm)
		254mm	191mm	
1	26	x	x	x
2	37	x	x	x
3	45	△	△	x
4	53	△	△	△
5	60	△	○	△
6	66	△	-	△
7	72	○	-	○

애자의 물리적 성능은 KS C 3801에 기술되어 있는 타격시험기를 이용하여 애자를 파손시키며 그때의 특성을 평가하였다. 표 1은 진자 추의 단계별 각도와 그 때의 애자에 대한 파손정도를 정리한 것이다. 그림 1은 타격시험기와 실험장치에 대한 개략도를 나타낸 것이다.

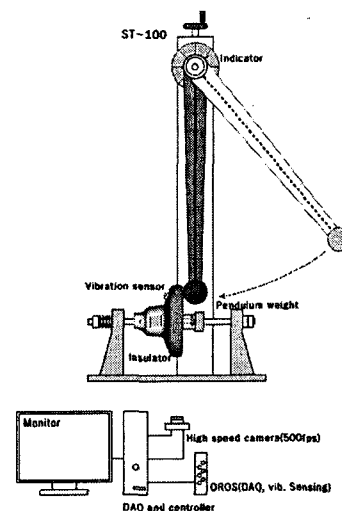


그림 1. 타격시험장치(KS C 3801) 및 데이터취득장치.

타격시험장치의 진자 추에 의한 타격은 수직방향에서 되도록 설계하였으며, 대상 애자를 좌우로 인장하여 고정하였다. 고속카메라는 초당 500fps를 촬영할 수 있도록 설정하였다. 애자의 파손될 때 내부 진동은 진동센서에 의해 측정하였다.

3. 결과 및 검토

그림 2는 직경 254mm의 자기애자를 타격하여 파손되는 장면을 촬영한 이미지이다.

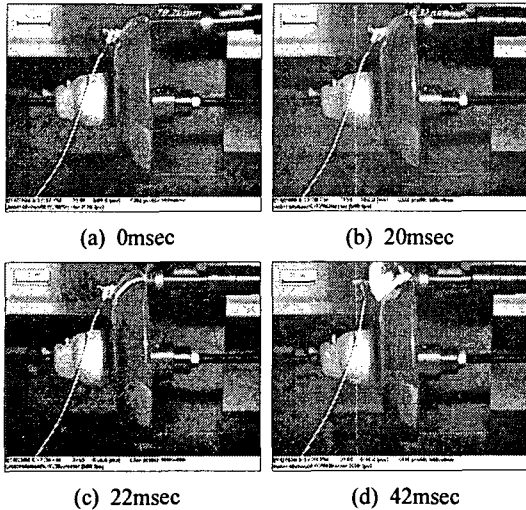


그림 2. 72°에서 254mm 자기애자의 파손진행 이미지.

그림 2에서 알 수 있듯이 타격하는 진자 추의 이동거리를 측정하여 평균한 값은 60.82mm였다. 이때 시간은 20msec로서 진자 추의 속도를 구하면, 약 3.04m/sec가 된다. 진자 추의 각도 단계에 따른 자기애자의 진동특성을 보면 그림 3과 같다.

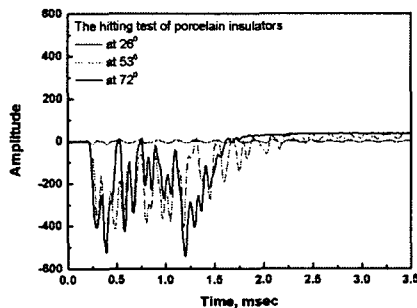


그림 3. 진자 추 타격각도에 따른 자기애자의 진동특성.

그림 3에서 낮은 각도에서는 높은 타격각도보다 진동의 감쇠가 큰 것을 알 수 있다. 또한, 진동은 타격방향인 한 방향에서 이루어지는 것을 알 수 있다. 타격각도가 53°에서는 감쇠시간이 약 2.0msec까지 지속되었다. 그림 4는 직경 255mm의 유리아자를 타격하여 파손되는 장면을 촬영한 이미지이다.

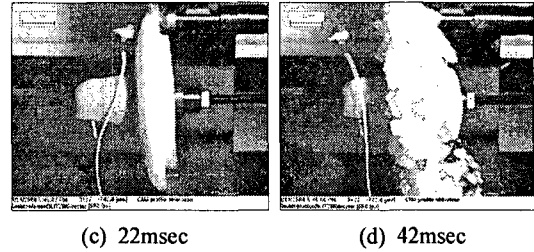
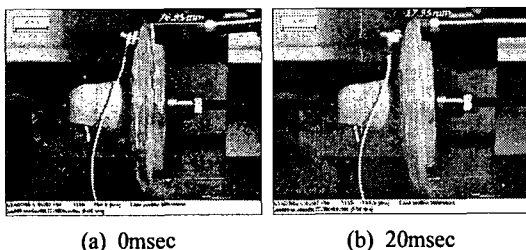


그림 4. 72°에서 255mm 유리아자의 파손진행 이미지.

그림 4에서 알 수 있듯이 자기애자와는 달리 파괴강도를 갖는 진자 추에 의해 타격되는 순간 스템브(stub)를 중심으로 애자 전체에 균열이 발생하여 일시에 부서졌다. 진자의 파괴 임계치를 가지는 각도는 자기애자와 유리아자가 같은 것으로 나타났다. 진자 추의 각도 단계에 따른 유리아자의 진동특성을 보면 그림 5와 같다.

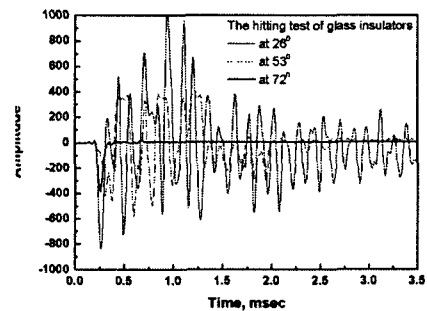


그림 5. 진자 추 타격각도에 따른 유리아자의 진동특성.

그림 5에서 낮은 타격각도에서 진폭의 크기와 진동시간이 비교적 큰 것을 알 수 있다. 또한, 유리아자의 파손 시점인 72°의 타격각도는 자기애자와 같이 진동이 지속되지 않았는데 이는 유리아자가 일시에 파손되면서 진동을 흡수하였기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 유리아자 파손원인이 되는 검증실험의 하나로서 외부환경 요인 중의 하나인 비산물에 의해 유리아자가 파손되는 특성 및 자기애자와의 비교하여 기계적 성능을 평가하였다.

감사의 글

본 연구는 한국철도공사 연구사업 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 기술표준원, KS C 3801, 2003
- [2] Kohji Hohkawa, IEEE 0-7803-8846-1/05, pp.421~424, 2005
- [3] Robert P. Lucht, Sicon '01, pp.300~302, NOV. 2001
- [4] G. H. Vaillancourt, J. P. Bellerive, M. St-Jean, and C. Jean, IEEE Trans. Power Delivery, vol. 9, no. 1, pp. 208-219, Jan. 1994.