

Design Optimization and Performance of High Voltage Composite Bushing

조한구, 강형경

한국전기연구원 재료응용연구본부

Abstract : This paper illustrates the use of electric field computation to optimize the design of high voltage composite bushing. In the bushing, a high electric stress occurred between field shaper and central conductor by the closely space. Also coaxial cylindrical shield has a great height along the axis to control an electric field. Consequently, all the potentials are raised axially along the field shaper and electric stress is concentrated on a part of the surface of the FRP tube near the upper end of the field shaper. Maxwell 2D simulator based on the boundary element method was also introduced in order to verify the reliability of the polymer bushing. The optimized design uses internal elements for electric stress grading at critical parts of the bushing.

Key Words : Composite bushing, Field shaper, Floating shield, Electric field

1. 서론

최근 기존의 자기형 부싱에서 절연성능 및 내오손 특성이 우수한 컴포지트(composite) 부싱에 대한 해외 선진국가들의 채택으로 세계적으로 수요가 증가하고 있다. 본 연구에서는 부싱의 취약부위인 플랜지의 접합부에서 발생하는 전계집중을 억제하기 위한 내부설프드 구조에 대해 전계분포 특성과 이를 조합한 부싱의 전기적 성능에 대하여 고찰하였다.

2. 실험

컴포지트 부싱은 하우징과 FRP 튜브, 그리고 플랜지로 구성된다. FRP 튜브 내부에는 전류가 흐르는 중심도체가 있으며 플랜지는 절연물의 양 종단부에 각각 마주보는 형상이다. 부싱에는 SF₆ 가스를 0.7MPa로 충전하였으며, 그림 1과 같이 GIS 부스바(bus-bar)와 동일 형상의 챔버에 설치하였으며 그 중심에는 전류용량 2,000A를 가지는 중심도체, 전계집중을 억제하기 위해 field shaper를 설치하였다.

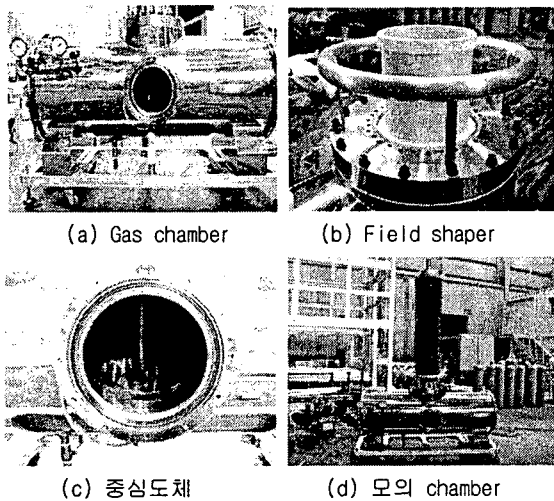
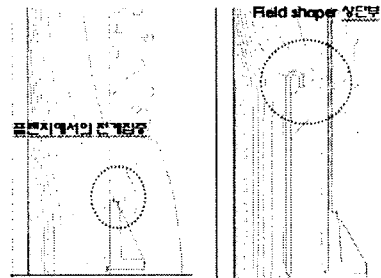


그림 1. 시험상황

3. 결과 및 검토

상부 플랜지 및 하우징 계면에서 하부 플랜지 및 하우징 계면까지 라인설정에서 내부설프드가 없는 경우 9.36×10^5 V/m, 내부설프드가 있는 경우 1.57×10^5 V/m으로 전계가 감소함을 알 수 있다. 이는 내부 설프드에 의한 부싱 내부의 등전위가 설프드의 상단부로 상승함에 따라 플랜지 계면부의 전위차는 큰 폭으로 감소하는 결과로 부싱의 임계부위에서의 안정성은 큰 폭으로 향상됨을 알 수 있다.

그림 2는 내부설프드 유, 무에 따른 전계분포로 내부설프드가 없는 경우 플랜지 계면부에 전계가 집중되고 있으며, 이러한 계면의 위치는 부싱에서 절연이 취약한 지점으로 전계의 상승을 가져와 섬락의 원인이 되어 하우징의 손상을 가져온다. 반면 내부설프드가 있는 경우 플랜지 계면부의 전계집중은 거의 나타나지 않으며, field shaper의 상단부에 높은 전계가 집중되고 있다.



(a) Without shield (b) With field shaper

그림 2. Field shaper에 따른 전계분포.

표 1. Composite bushing의 전기적 특성 결과.

Items	Specification	Results
Power frequency voltage withstand test	인가전압 : 325kV/450kV 시험시간 : 60초 시험조건 : 건조	내부 관통 및 코로나 발생 없음
Lightning impulse voltage withstand test	시험 : 750kV/1,175kV 방법 : 정부 각 15회 파형 : 1.2/50µs	정, 부극성 모두 견딤
Partial discharge test	상용주파 건조내전압 후 실시 판정 : 5pC 이하	1 pC 이하

4. 결론

Field shaper가 존재할 경우 1.57×10^5 V/m의 전계값으로 초기 9.36×10^5 V/m에 비해 전계 집중이 적으며 플랜지 계면부의 전위차를 큰 폭으로 감소시킨 것을 알 수 있었다. 그리고 상용 주파내전압, 뇌충내전압시험에서는 내부섬락이 없었으며, 또한, 부분방전시험은 금속 접합부에서의 가시코로나 또한 발견할 수 없어 우수한 특성을 가진 것을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] W. M. Massey, J. L. Chavez, and P. M. Hansen, IEEE Society International Symposium, Vol. 3A, pp. 342-345, 2005.