

폴리머 피뢰기의 해석기법

황명근^{*}, 김광호^{*}, 박남식^{*}, 임인택^{**}, 허창수^{***}

*(주)건화상사 기술연구소 전력기기팀, **유진데이터(주), ***인하대학교

Electric Field Analysis Method of Polymer arrester

*M.K. HWANG, *K.H. KIM, *N.S. PARK, **I.T. LIM, ***C.S. HEO.

KUN HWA R&D INSTITUTE, EU GENE DATA INC., IN HA UNIVERSITY.

Abstract - The advantage of application polymer instead of conventional porcelain as the housing material for arrester is that light weight, shorter section length of arrester would be possible due to the use of an insulated hanger (mold compound). also, polymer arrester has very good characteristics in design versatility as well as excellent resistance to moist ingress and pollution performance.

The finite element method is widely used to calculate for electromagnetic devices.

In this paper, we perform the each conditional analysis of PC with an advanced graphical user interface(GUI) using the vector fields simulator.

And we try to analyze electromagnetic fields through the conventional two dimensional analysis in case of high voltage contamination on the electrode of a arrester.

일으키고 전력수용가에 고전압이 침입하여 전기.전자기기 등의 파괴 및 수명단축의 원인이 되기도 한다.

본 연구에서는 폴리머 피뢰기의 전기적. 기계적인 성능을 향상시키기 위해서 기존의 해석방법을 보완하고자 유한요소법(Finite Element Method)을 이용하여 폴리머 피뢰기 내부의 전계분포를 정확히 계산하고 피뢰기 하우징의 갓(Shed)구조를 갖는 복잡한 형상과 피뢰기 하우징 내부의 특성소자로는 비직선성이 우수한 산화아연(ZnO)소자를 적용, 복합화하여 모델링화 하였다. 또한 인가전압이 가해진 상태에서 교류자장의 해석에 의한 절연설계된 피뢰기 형상을 제시하였다.

이밖에 BEM (Boundary Element Method), BIM (Boundary Integral Moments), FDM (Finite Difference Method)등 일반적인 수치해석기법등이 있으며 여기서는 FEM법을 사용하였다.

1. 서 론

근래에 자기애관을 대신해 고분자(Polymer)로 된 피뢰기 하우징의 사용이 적극적으로 추진되고 있으며 종래의 자기(Porcelain)에 비해 무게의 감소와 설계의 다양성 등으로 인해 누설거리의 확대가 용이하고 낮은 표면에너지 때문에 발수성이 좋아 트레킹성이 우수하며 내오손성 등 흡습에 의한 저항성, 표면의 친수성 등 장기적 측면으로 폴리머 피뢰기는 우수한 것으로 평가되고 있다.

피뢰기는 계통전압의 송압에 의한 초고압화, 송배전계통이 복잡 다양화됨에 따라 각종선로에서의 뇌씨어지(Surge), 회로의 개폐 등으로 기인되는 이상과전압(transient voltage)을 제한하는 전력기기로서 대단히 중요한 기자재이다. 전력계통에 과전압이 유기되면 송. 배전선로의 전력기기의 절연파괴를

2. 최적설계 과정

최적설계는 피뢰기뿐만이 아니라 차단기, 개폐기, 변압기, 부상, 애자, 고전압기기 등의 최대전계가 인가되는 부분을 찾아서 그 부분의 전계가 일정값 이하가 되도록 그 형상을 최적화 해야 하기 때문에 전계해석이 필요하며 설계과정은 그림1과 같다.

2.1 기초설계

2.1.1. 절연설계

피뢰기용 하우징의 절연설계에 있어서 결정적인 요소로 작용하는 것은 누설거리(leakage distance)이다. 누설거리는 계통전압과 재료의 발수성을 갖는 표면특성과 밀접한 관계가 있다

동일한 형상 및 같은 높이를 갖는 피뢰기들의 경우에 있어서 누설거리가 긴 피뢰기가 섬락전압이 크다. 이는 갓(shed) 또는 주름(rib)의 형상이 많고 복잡한 형태로서 얻을 수 있다. 특히 갓 또는 주름의 간격을 가까이 하지 않고서는 설계하기가 어렵게 된다. 누설거리가 작으면 오손과 습윤조건에서 표면의 국부적인 방전으로 트래킹과 침식이 발생하여 섬락(flashover)에 이르게 된다. 또한 가혹한 오손 조건에서도 내전압 특성을 확보 할 수 있도록 충분한 누설거리를 갖도록 설계가 필요하다. 강우나 눈에 의한 전교(bridging)현상을 없게 하기 위해 갓 돌출거리(P)에 대한 갓사이의 거리(S)의 비인 S/P는 자기세정 특성을 갖는 경우 갓의 돌출거리(shed overhang)를 증가시키는 것에 대한 제한에 있어서도 중요하다.

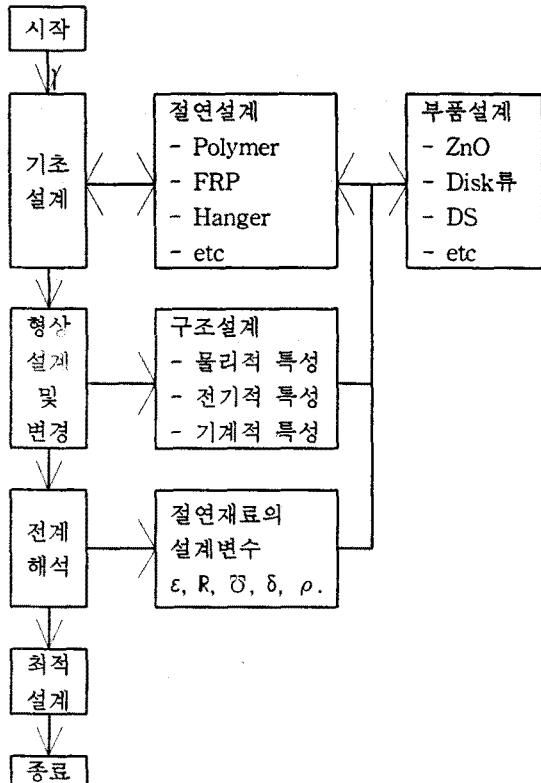


그림 1. 설계과정

3. 전계해석 결과 검토

배전선로용 정격전압 18kV, 공칭방전전류 5kA용 폴리머 피뢰기에 적용한 해석기법을 중심으로 고찰 하며 상기의 해석기술은 적용하는 해석방법에 따라 다소 차이는 있지만 불평등 전계가 형성되어 절연

파괴가 발생할 가능성이 존재하므로 피뢰기에서의 전계해석은 절연설계와 형상 최적화를 위해 사용된다.

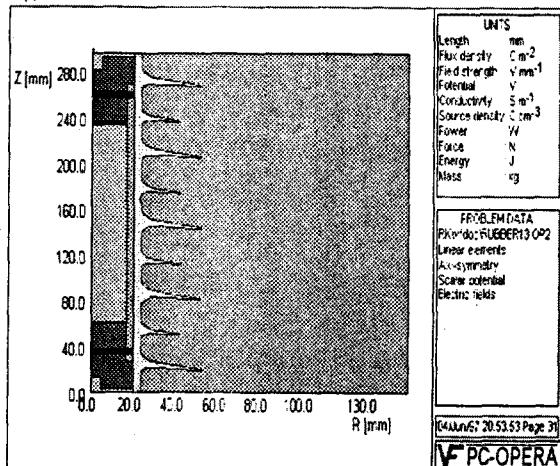


그림 2. 피뢰기의 모델링화

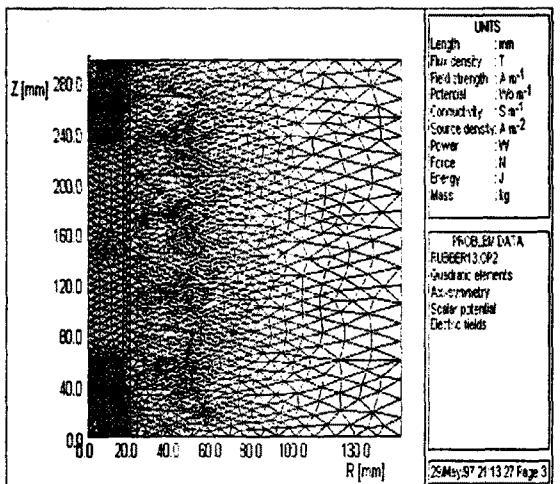


그림 3. Shed의 형상 및 전계분포 경계의 mesh.

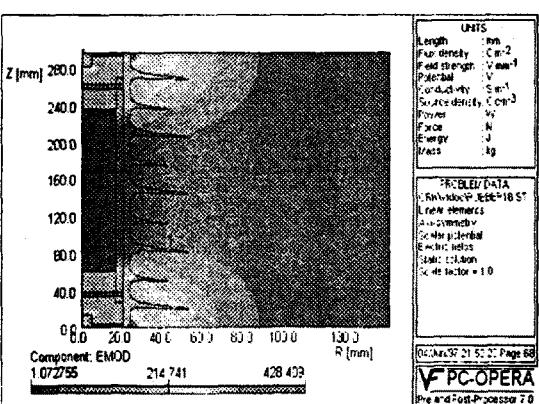


그림 4. 피뢰기 중앙에서의 전계분포 곡선.

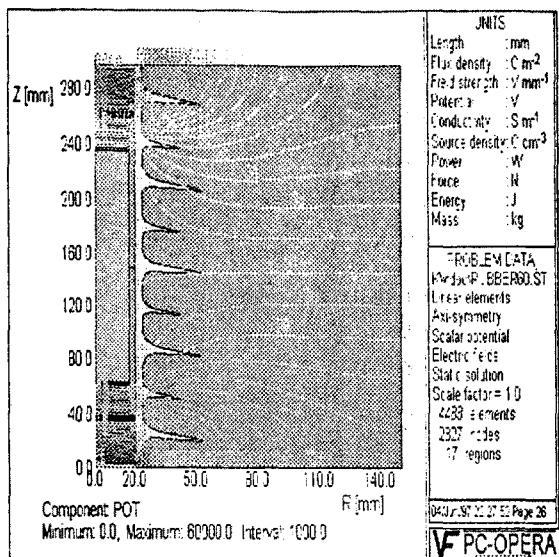


그림 5. Equipotential의 결과

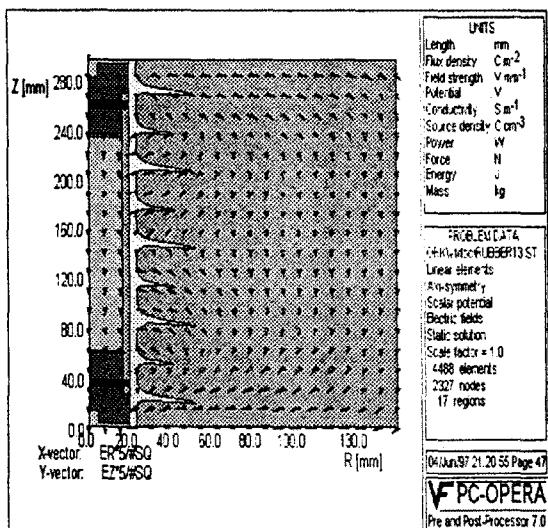


그림 6. Vector field의 분포도

그림 2는 폴리머 피뢰기의 모델링을 나타내며 위로부터 상부전극부, 디스크류, ZnO, FRP, 하부전극 등 하우징을 포함하고 있으며 전체 20개의 영역으로 나누었다. 그림 3은 절연재료의 물질조건과 경계조건을 설정한 피뢰기 Shed의 형상 및 전계분포 경계의 요소망을 나타내고 4238개의 elements와 8625개의 nodes로 되어 있다.

그림 4는 절연검증을 위한 전계해석의 결과로 등 전위면을 나타내며 상부도체부 정격전압과 하부도체부 0V와 산화아연 소자를 보호하고 방암기능을 갖는 FRP 통의 비유전율은 4.4로 하고 Conductivity는 (1/9E15), 영역은 20개로 나눴으며 각각의 부품에 대해 도전율, 저항, 유전상수를 주었다.

전계해석을 위해 VF(vector fields) 전자계해석 프로그램 Opera-2D를 이용하여 각각의 조건별 해석과 함께 Axi-Symmetry로 나타내었다.

위의 해석결과에서 그림 5는 하우징의 극간절연회복 특성을 파악하기 위한 섬락에 따른 갓의 돌출거리간에 등전위분포를 나타내고 있으며 그림 6은 상부측의 도체부와 특성소자 및 하부측에서의 Vector field의 분포도를 나타낸 것이다.

4. 결 론

본 연구의 목적은 전력계통의 기자재 설계 알고리즘의 전계해석으로써 연구에 따른 생산기술의 발전과 자체 기술력 확보가 중전기분야에 시급한 일로 여겨진다. 전기기기 및 전력기기의 해석기술은 피뢰기 뿐 만이 아니라 애자, 개폐기, 차단기, 변압기, 부싱, 고전압기기 등의 설계에 있어서 효과적으로 적용 해석하는 것이 보편적이다. 국. 내의 각종 중전기 분야의 새로운 신 기자재의 종대가 예상되며 최적설계에 따른 해석기법이 또한 사용되고 있다.

앞으로의 연구는 송·변전급에서의 직경회에 따른 전계해석과 환경 및 속도 그리고 포설조건에 따라 뇌 또는 개폐 써어지에 따른 영향 등을 수행할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 도서출판技多利, 교재편찬위원회 “전자기학”, 1993.
- [2] 기초전력연(서울대), “유한요소법에 의한 전기 기기의 전자장 해석 및 설계”, 1992.
- [3] M.S.Shephard, “Automatic and adaptive mesh generation,” IEEE Trans May. Mag. May-21, No 6, p. 2484, 1985.
- [4] C.W. Trowbridge, “Electromagnetic computing the way ahead,” IEEE Transactions on Magnetics, vol. 24, p. 13, Jan. 1988.
- [5] C.W. Trowbridge, Vector Fields Ltd., “An Introduction to Computer Aided Electromagnetic Analysis” 1995.