

Composite insulator의 금구류 형상변화에 따른 전기특성

우 병 철, 강 동 필
한국전기연구소 전기재료연구부

Electric simulation of composite insulator with aspect of metal

B. C. Woo, D. P. Kang
Div. of electric materials, Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - This paper presents an analysing method to find out an optimum metal shape for insulation strength of SCI(Silicone Composite Insulator). Using finite element method, the interested parameters of the configuration such as a aspect of metal/silicone composite and a material properties are investigated and derived a thred of optimum design parameters.

나타내었으며 특성을 분석한 후 설계, 제작한 실제 형상이다.

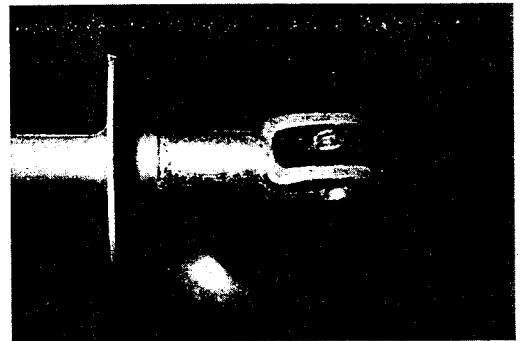


그림 1 SCI 전극부의 최종 설계 형상

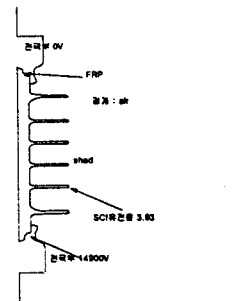
1. 서 론

SCI(Silicone Composite Insulator)는 FRP(Fiber reinforced plastic) rod로서 지탱하고 Silicone 고무 shed로 구성되어 있으며 용융아연이 도금된 SM20C 탄소강으로 전극이 형성되어 제작되었다. 사출, 프레스등으로 제작된 SCI에서 FRP rod는 glass fiber를 보강재로 사용하였으며 절연특성을 향상시킬수 있도록 실제 절연특성을 simulation한 후 최적의 조건으로 설계하여 제작된 제품의 절연 특성을 측정, 검토하는 것이 이상적이다.

이러한 형상에서 금구류는 shed가 제작된 다음 shed를 금구류의 원형관에 넣은 다음 가압하여 제작하는데 이러한 제작과정에서 금구류와 shed간의 경계에서 발생하는 힘에 충분히 충분히 견딜수 있게 7000kg의 하중에 견딜수 있는 특성으로 제작하였다. 이러한 형상은 금구류를 제외하고는 완전 축대칭 문제이고 금구류에서도 축대칭으로 가정하고 가장 직경이 큰 것을 그때의 직경으로 설정하여 계산한 후 실제 simulation model로 설정하여 그 특성을 분석하였다.

2. 본 론

절연물의 성능과 직결되는 표면저항(R), 누설거리(x), 절연물의 평균직경(D), 오손정도 등에 의해서 좌우되며 절연물의 표면저항이 클수록, 전극간의 누설거리가 길수록 유리하고 절연물의 평균직경이 작을수록 표면저항은 크게 된다. 같은 크기에서 누설거리를 키우는 방법은 shed간의 거리의 비, 즉 길이대 직경의 비가 클수록 절연특성이 우수한데 직경의 제한이 있으므로 전극의 형상과 shad의 형상을 변화시키면서 그 특성을 알아보았다.



2.1 해석 모델의 형상

먼저 최종 결정된 모델의 형상과 비교하여 다른 형상을 비교하기 위해서 기본형상을 다음 그림에

그림 2 SCI simulation 형상

그림 2는 해석모델의 형상을 대략적으로 그린 그림이며 양단의 전위가 0, 14900V이고 외부는 공기층이고 shed의 유전율은 3.93으로 설정하였으며 실제 제작된 shed에서 측정된 평균치로서 계산하였다.

2.2 유전상수 변화에 따른 특성

그림 3은 그림 2와 같은 형상에서 shed의 유전상수를 변화시키기에 따른 전계특성을 해석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

표 1 유전율 변화에 따른 전계 특성

종류	전체의 최대전계강도	shed 내의 최대전계강도
2	978892	543261
3	962027	571537
3.93	944325	582987
10	839717	564604

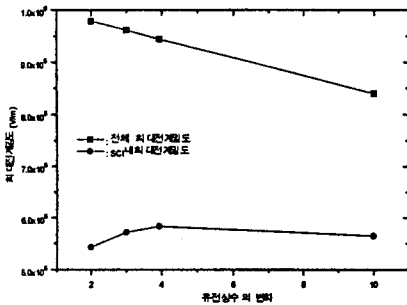


그림 3 유전율 변화에 따른 전계 변화

그림 3에서 알 수 있듯이 유전율이 커짐에 따라 air층을 포함한 전체의 전계는 낮아지지만 shed내의 전계강도는 높아지는 경향을 알 수 있으며 이에 따른 영향을 고려하여 적당한 크기의 값을 가지고 표면층에서의 전계집중을 막아야 할 것이다.

2.3 전극 간격 변화에 따른 특성

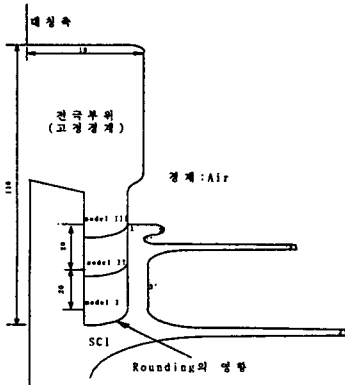


그림 4 전극간격을 변화한 형상

이러한 전극부의 깊이변화에 따른 형상에서 전계강도의 변화를 그림 4에 나타내었다.

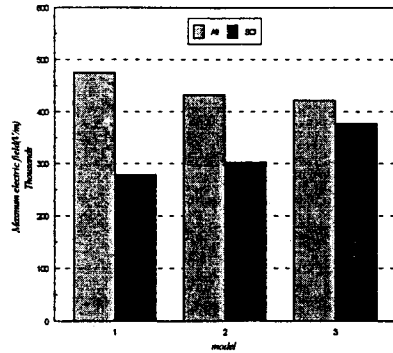


그림 5 전극깊이의 변화에 따른 전계강도 (전극간 길이 3>2>1 model)

그림 5에서 알 수 있듯이 전극간의 길이가 변화됨에 따라 전계 모델에서의 전계밀도는 떨어지지만 shed 내(SCI)의 전계밀도는 높아지고 있는 경향을 알 수 있다. 이것은 표면에 접하는 부분에서 더욱 집중을 가속화 시키는 결과를 초래하지만 전체적으로 낮기 때문에 그 영향을 줄여 줄 수 있을 것으로 판단되며 전체적으로 전계밀도를 낮출 수 있겠다. 다음 그림 6은 이러한 전계밀도의 분포를 shed끝과 곡부분에서 1mm 떨어진 부분에서의 전위분포를 나타내었으며 앞의 결과와 비교하면 표면과 만나는 부위에서 낮추는게 중요하므로 깊게 들어간 model 1에서 shed의 전계집중이 완화되는 결과를 초래하고 있다. 이것은 깊게 들어감에 따라 shed의 표면 길이가 길어지기 때문에 완화하는 결과를 초래한다.

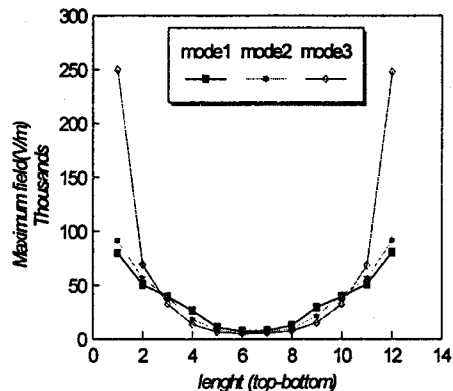


그림 6 전극깊이를 변화에 shed부의 전계특성

2.4 전극부의 곡률변화에 따른 전계특성

그림 7은 전극과 shed가 만나는 부근의 곡률반경과 그에 따른 형상의 변화와 전극과 shed가 만나는 각을 변화시키기에 따른 전계특성을 변화를 알아보기 위해서 반원형 전극을 사용한 형상을 나타내고 있다.

최종모델이 제작하기 용이하기 때문에 이것으로 결정하였다.

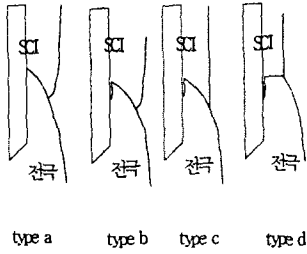


그림 7 전극부의 곡률반경 변화에 따른 형상

그림 7과 같은 전극부의 형상 변화에 따른 전계특성의 변화를 그림 8에 나타내었으며 전극부의 형상에서 전극과 shed의 만나는 각도가 90도인 경우와 shed가 수평으로 연장시켜 전극과 만나는 경우가 가장 우수하며 전극부와 shed가 만나는 각도가 큰 영향을 미치는 것을 알수 있다.

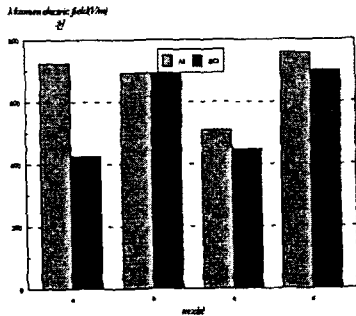


그림 8 전극부의 곡률변화에 따른 전계특성

2.5 전극형상 변화에 따른 전계특성

이러한 여러 모델을 분석하고 제작이 용이한 모델을 최종 결정하고 최초의 모델과 변형한 모델사이의 결과를 비교하여 그림 9에 나타내었다.

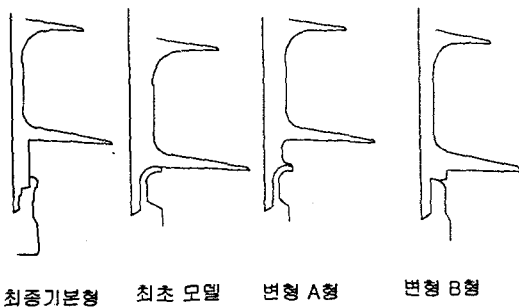


그림 9 전극부의 형상 변화

이러한 전극의 형상변화에 따른 shed부의 꼭지점부와 꼭부분에서 1mm떨어진 지점에서의 전위분포를 다음 그림과 같이 나타내었으며 수정A형과 최종모델의 특성이 우수한 것으로 판별할 수 있으며

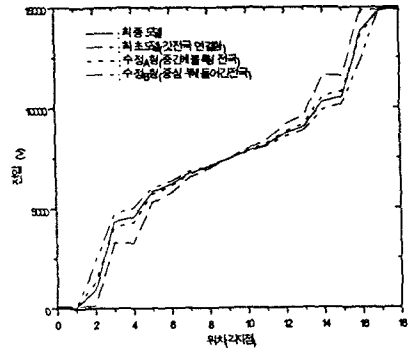


그림 9 전극부 형상변화에 따른 전위분포

이러한 전위분포에 따른 각 꼭지점과 꼭부분에서의 전계밀도분포를 그림 10에 나타내었으며 여기서도 수정A형과 최종모델이 shed에서 가장 유리한 특성을 가지고 있음을 알수 있다.

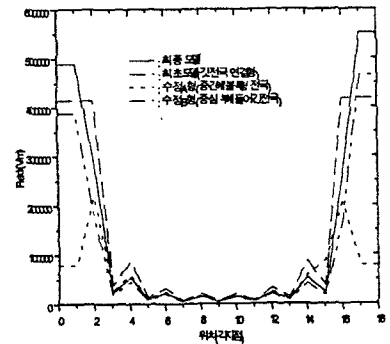


그림 10 전극부 형상변화에 따른 전계특성

3. 결 론

SCI는 FRP rod로 보강하고 silicone shed로 덮어 씌워 제조할수 있으며 여러 가지 형상의 변화에 따른 특성을 분석한 결과 제작이 용이하고 전계특성이 양호한 최종 모델을 제작하였으며 이러한 과정에서 여러 수정모델과 비교하였다.

이러한 simulation 결과 최종모델보다 전계특성이 우수한 모델이 있지만 제작이 용이하고 우수한 최종모델을 제작하였다.

[참 고 문 헌]

[1] 김형석, "표면에 도전율을 갖는 유전체 해석 모델의 전계 계산에 관한 연구, 전기학회, 하계, p.6, 1995
 [2] 이봉훈, "유한요소법 핸드북", 동화기술, 1991
 [3] 우병철, "컴퓨터 시뮬레이션에 의한 비정질변압기의 코어형상설계", 전기학회, 하계, p.57, 1994