

피뢰기 절연행거의 기계적 강도 특성

Mechanical Strength Properties of Hanger Insulator for Arrestor

박기호, 조한구, 한동희
(K.H. Park, H.G. Cho, D.H. Han)

Abstract

Generally, hanger insulator for polymer arrestor have to be good insulation properties and mechanical strength and weatherability. But many remark and repairs have been to think about low cost and light weight. The Paper is used Polymer arrestor for post and performance analysis and mechanical strength insulator hanger according to development of simplest product. To enhance the efficiency of experimental modal analysis, we proposed the process which is the selection of the locations and the number of measurement points for pre-test.

Key Words : Hanger, Polymer Arrestor, Mechanical Strength

1. 서 론

본 논문은 폴리머 피뢰기의 지지에 사용되어지는 절연행거의 다양화로 인하여 실제 사용에 애로점을 보완하고 전기적 · 기계적으로 뛰어난 섬유강화 복합재료를 사용하여 중량 및 cost를 낮추는 용도로 소재의 특이성을 주어 내후성 및 기계적 강도가 우수한 절연행거를 개발하기 위하여 구조적 문제점 및 특성을 보완하여 더욱 우수한 부품을 개발하기 위함이다. 많은 절연행거가 개발은 되어 있으나 중량 및 가격적인 면을 고려하여 심플한 제품의 개발을 위하여 시뮬레이션을 통하여 강도 특성을 미리 예측하여 보완하려 한다.

BMC(bulk molding compound)는 사출성형 등에 의해 복잡한 형상의 성형품을 제조하는데에 사용된다. 대체의 조성은 SMC와 유사하지만, 유동성을 필요로 하기 때문에 SMC에 비교해서 사용하는 유리섬유의 길이는 6~12mm로 짧고, 섬유 함유율도 10~25wt.%로 낮다[1,2]. 일반적으로 batch식으로 제조되고, 유리섬유, 불포화 폴리에스테르 수지, 충전제, 이형제, 착색제, 저수축화제, 증점제 등을 혼연한 후에 숙성한다[5,6].

2. 이론적 배경

2.1 BMC

2.2 절연 행거(Hanger) 기계적 및 전기적 특성

피뢰기에는 합성수지제로 이루어진 절연행거(Hanger)가 사용되어지고 있다. 하지만 기존의 제품의 효율성을 고려하여 새롭게 제품의 다양하고 일반적인 폴리머 피뢰기의 모델에 적용이 가능한 제품의 개발이 요구되어가고 있는 실정이다.

한국전기연구원
(경남 창원시 성주동 28-1)
Fax: 055-280-1673
E-mail : delta3@hanmail.net)

표 1. 절연행거의 기계적·전기적 특성.

| 구분 | 주요 내용 | 비고 |
|--------|--|----|
| 전기적 특성 | 뇌충격 내전압 : 75kV 상용주파 내전압 : 건조 27kV 1분간 주수 24kV 10초간 | |
| 기계적 특성 | Cantilever Strength : 100Kgf | |

표 1에서 알 수 있는 바와같이 기본적으로 요구되는 기계적·전기적 특성은 ANSI C37,42의 Type A 마운팅 브라켓트(Mounting Bracket) 규격에 준하여 설계를 만족하는 것으로 하며, 내후성과 내트래킹성이 우수한 재질을 사용해야 한다[3].

2.3 유한요소(Finite Element Method) 해석

유한요소해석(FEA ; Finite Element Analysis)이란 구조물내의 무한개의 미지수점들을 유한개의 이산화된 위치들을 절점(node)으로 나타내고, 이들간에서 유기적인 관계를 맺어주는 요소(element)를 이용하여 전체 구조물이나 실제의 물리적 시스템을 절점들의 변위를 미지수로 하는 연립방정식으로 나타내고 이를 계산하여 각 절점에서의 변위를 구함으로써 구조물 내의 임의의 점에서의 변위, 응력, 변형률 등의 결과값을 수치적인 근사화를 통해 얻어내는 것을 말한다. 요소라는 것은 도식적으로는 그림 2와 같이 절점과 절점들을 연결하는 블록의 형태를 가지고 있지만 실제로는 각 절점들간의 관계를 나타내는 정보의 집합이라고 할 수 있다[4].

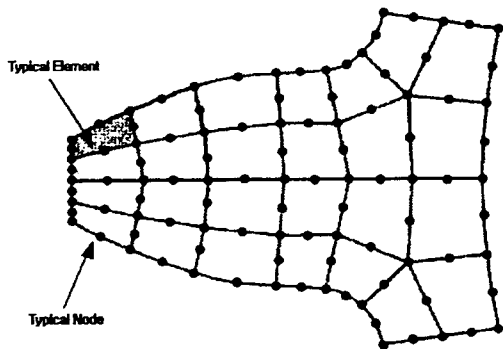


그림 1. 절점(node)과 요소(element).

3. 결과 및 고찰

3.1 절연 행거(Hanger) 기계적 강도 해석

절연행거에 사용되어진 BMC 수지의 물성치는 표 2와 같으며, 물성치를 대입 후 최적조건을 고려한 기계적 강도를 예측하기 위하여 NASTRAN을 사용하였으며, 실 구조물로서 사용시 문제점을 미리 예측하여 보완하기 위한 목적으로 해석을 시행하였다.

표 2. 재료의 물성치.

| 재료 | 물성치 |
|-------------------|--|
| BMC (Glass fiber) | Vf : 19 (Volume fraction) E : 1.2 GPa G : 1.1 GPa ν : 0.35 |

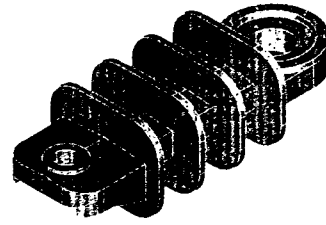


그림 2. 폴리머 브라켓의 3차원 모델.

그림 2는 기존의 물성보다 우수한 BMC 수지를 사용하였을 경우를 가상하여 3차원으로 브라켓을 모델링한 것으로 몇 개 업체에서 사용되어지는 우수한 피뢰기와 사용을 널리 이용이 용이하게 하기 위하여 모델을 심플하게 도안 설계하였다. 그림에서 보는바

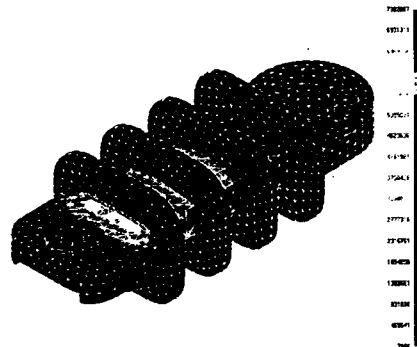


그림 3. 폴리머 브라켓의 구조해석 모델.

와 같이 Shed를 4개를 주어 전기적 특성에 문안하게

설계를 하고 금구류와 체결을 용이하게 하기 위해 끝단에 홈을 주어서 회전을 방지하고 볼트부분을 높게 유지하여 볼트의 응력을 완화하는 곳에 중점을 두어 설계를 하였다.

그림 3은 3차원 모델로 설계를 마친 제품의 도안을 이용하여 유한요소(FEM : Final Element Method)해석을 행하여 제품의 신뢰성을 보안하는 방법을 채용하였다. 그림에서 보는바와 같이 굽힘강도 시험을 행하는 모의해석 결과를 살펴보면 금구류와 체결되어지는 부분에 굽힘응력이 집중되어지는 것을 알 수 있다. 하지만 배합되어진 BMC 컴파운드의 기계적 강도 특성에 비추어 살펴보면 문제점을 해결할 수 있을 것으로 사료되어진다.

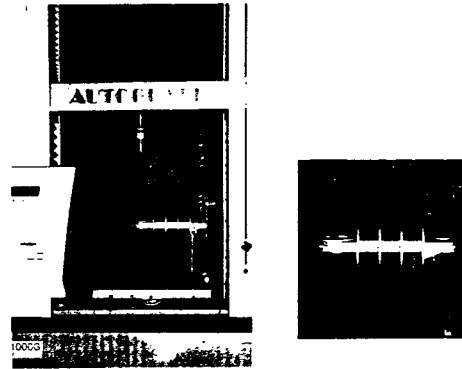


그림 6. BMC용 수지의 굽힘강도 실험장면.

3.2 절연 행거(Hanger) 기계적 강도 특성



그림 4. BMC 수지로 성형된 행거.

그림 4는 BMC 수지를 이용하여 만들어진 재료를 프레스 금형에 삽입하여 일정한 성형온도 150℃, 성형압력 100kgf/cm²에서 2~3분 열경화한 후의 행거의 모습을 보여주고 있다.

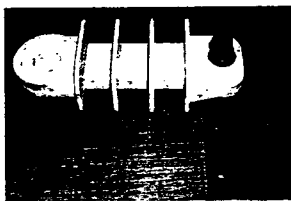


그림 5. 굽힘강도 실험용 Zig.

그림 5는 BMC 수지를 사용하여 제조된 절연행거의 굽힘강도 특성을 실험하기 위하여 Mounting Bracket Type의 실험용 Zig를 제작하여 나타낸 것이다.



그림 7. 굽힘파괴 후 모습.

그림 6은 절연행거를 만능시험기(Shimadzu AGS-1000G)에 장착한 후 굽힘하중을 가하는 모습을 보여주는 것으로 Zig에 절연행거의 끝단을 장착하고, 볼트로 체결한 후 반대쪽 끝단에 하중을 주었을 때 나타나는 값을 굽힘파괴 강도값으로 하여 굽힘실험을 행하는 것이다. 그림 7은 절연행거의 굽힘파괴가 일어난 후의 모습을 보여주고 있다.

4. 결 론

본 연구는 폴리머 피뢰기의 절연행거 개발에 중요한 요소가 되는 기계적 강도(굽힘강도) 특성으로 만족하는 우수한 제품의 생산의 주안점을 두어 해석적 프로그램(NASTRAN)을 사용하여 실 구조물로서 문제점을 보완한 후 제품의 도면화하고 금형을 작업 후 기계적 강도 실험을 행하여 본 결과 다음과 같다.

1. 해석적 프로그램을 사용하여 본 결과 기본 물성치에 입각하여 문제점이 없음을 알 수 있다.
2. 제품의 샘플을 자체 제작하여 실험을 행하여 본 결과 제조공정상의 문제점을 보완한다면 요구되어지는 기계적 특성을 충분히 만족할 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] R.P. Brown, "Handbook of plastics test methods(3rd edition)", pp139-151, Longman science & Technical, 1988.
- [2] M.R. Winsnom, "Statistical aspects of failure of fiber-reinforced composite" Proc Instn Mech Engrs, Vol. 212 Part G, 1997.
- [3] 한진구매시방서, "배전용 폴리머 피뢰기", ES 153.
- [4] 손창현, "유한요소해석 입문과 선형해석", 태성에스엔이, 1999.
- [5] 고영신, 김복희 외 3, "복합재료", 반도출판사, pp257-271, 1994.
- [6] P.K. Mallick, "Fiber-Reinforced Composites", Marcel Dekker.