

폴리머 부싱의 기밀성 향상을 위한 FRP tube/flange의 열팽창 특성에 관한 연구

조한구*, 강형경*, 유대훈*, 유근양**, 조용석**
 한국전기연구원*, 화인폴리머(주)**

A Study on the Thermal Expansion of FRP tube/flange for improved tightness Characteristics of Polymer Bushing

Han-Goo Cho*, Hyung-Kyung Kang*, Dea-Hoon Yoo*, Kun-Yang Yu**, Yong-Suck Cho**
 KERI, FINE Polymer**

Abstract - In this describes the results of a study on the thermal expansion of FRP tube/flange for improved tightness characteristics of polymer bushing. The thermal expansion of FRP tube and flange were investigated. The thermal expansion of flange, FRP tube were studied by TGA, TMA. AS winding tension is increased glass fiber contents was increased in the range of 70.89~78.74 and thermal expansion coefficient was decreased in the range of 29.90~13.50.

1. 서 론

오늘날 전력수요 급증에 따라 안정적인 전력 공급을 위한 전력기기의 신뢰성 문제가 크게 대두되고 있다. 특히 절연물의 경우 기존의 자기계에서 오손 및 경량화가 가능한 폴리머의 사용이 급증하고 있는 추세이다. 국내 폴리머 절연물의 경우 대부분 배전급에 국한되어 송·변전에 관한 연구는 거의 이루어지지 않아 기술적으로 많은 연구가 필요하다. 그 중 폴리머 부싱의 경우 상시 내부 절연가스에 의해 충전되어 있어 기밀성 향상을 위한 FRP tube와 플랜지의 압착/접착 기술은 매우 중요한 설계요소로 작용한다. 일반적으로 부싱의 압착/접착 기술은 금속 플랜지를 고온 가열하여 팽창시킨 후 FRP tube를 삽입하는 열-박음 공법에 의해 이루어진다. 부싱의 사용 환경에 따라 fitting의 열팽창/수축현상이 발생하며 이러한 현상으로 인해 계면분리로 인한 기밀성능 저하의 원인을 제공하므로 FRP tube와 금속 플랜지접합에 있어 열팽창 특성이 동일한 재질의 접합이 필요하다[1].

따라서 본 연구에서는 FRP tube 및 플랜지의 TGA, TMA 분석을 통해 기밀성능 향상을 위한 이종재료의 열팽창 특성에 관하여 검토하였다.

2. 본 론

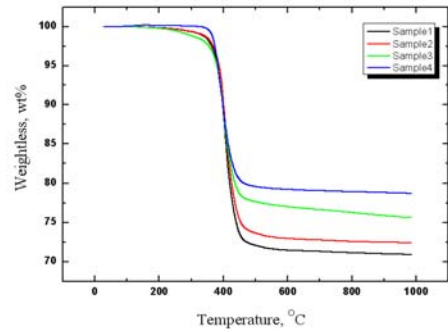
본 연구에서는 먼저, FRP tube의 열팽창계수와 비슷한 주조용 알루미늄 합인 AC4C를 사용하여 T6 열처리 공정을 통해 플랜지를 제작하였으며 Si 함량에 따라 열팽창 계수를 제어하여 적합한 플랜지를 설계하였다. 또한, FRP tube의 경우 그림 1의 filament winding 공정을 통해 와인딩 장력을 증가시켜 각각의 시료를 제작하였다. 이후 제작된 플랜지 및 FRP tube는 TMA 및 TGA 분석을 실시하여 각 시편의 열팽창 계수 및 열안정성을 확인하였다.



<그림 1> Filament winding 공정

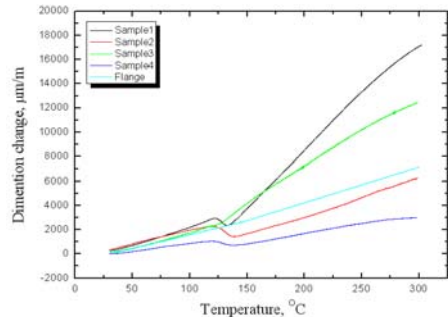
그림 2는 와인딩 장력에 따른 TGA분석 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 와인딩 장력에 따른 FRP tube 열안정성은 시료 모두 300℃ 부근에서 열분해가 발생하였으며 최종 450℃부근에서 분해가 완료된 것으로 확인되었다. 한편 FRP tube의 유리섬유 잔존량은 71~79wt% 범위로 증가하는 것으로 나타났으며 이는 와인딩 장력이 증가함에 따라 에폭시 수지의 감소에 따른 결과로 사료된다[2].

그림 3은 유리섬유 함량에 따른 열팽창계수를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 와인딩 장력이 가장 낮은 sample 1의 경우 열팽창계수는 29.8 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ 이지만 와인딩 장력이 증가할수록 13.5 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ 의 값으로 유리섬유함량이 증가함에 따라 열팽창률은 감소하는 것을 알 수 있다.



<그림 2> TGA 곡선

이는 에폭시 수지의 열팽창계수가 유리섬유의 열팽창 계수보다 상대적으로 크기 때문인 것으로 사료되며 따라서 에폭시 함량이 많은 sample 1의 시편이 열팽창 계수가 크다는 것을 알 수 있다. 한편 제작된 금속 플랜지의 열팽창계수는 22.9 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ 로써 sample 3의 열팽창계수와 거의 동일한 열팽창률을 확인할 수 있었으며 따라서 부싱의 기밀성능 향상 및 열적 안정성이 높을 것으로 판단된다.



<그림 3> TMA 곡선

3. 결 론

1. 와인딩 장력에 따른 FRP tube 열안정성은 300℃ 부근에서 열분해가 발생하였으며 장력이 증가함에 따라 유리섬유 잔존량은 71~79wt% 범위로 증가하는 것으로 나타났다.
2. 와인딩 장력이 증가함에 따라 열팽창계수는 29.8~13.5 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ 의 범위로 유리섬유함량이 증가함에 따라 열팽창률은 감소하였다.
3. 제작된 금속 플랜지의 열팽창계수는 22.9 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ 로써 sample 3의 열팽창계수와 거의 동일한 열팽창률을 확인할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] C. R. Moon, B. R. Bang, W. J. Choi, G. H. Kang, S. Y. Park "A technique for determining fiber content in FRP by thermogravimetric analyzer" Polymer Testing 24, pp 376~380, 2005.
 [2] S. J. Park, E. J. Lee, J. R. Lee "A study on thermal and Mechanical Properties of Vapor Grown Carbon Nano fibers -Reinforced Epoxy Matrix Composite" Polymer(korea), Vol. 29, No. 5, pp 481~485, 2005.