

Composite Hollow Bushing의 접합기술에 관한 연구

조한구, 강형경, 유대훈
한국전기연구원

A Study on Bonded Joints of Composite Hollow Bushing

Han-Goo Cho, Hyung-Kyung Kang, Dea-Hoon Yoo
KERI

Abstract : During the last years hollow core insulators started their success story in the field of high voltage engineering for electrical apparatus, substituting porcelain insulators. The termination, also named top and bottom fittings are used for the connection to the rest of the electrical apparatus. The top and bottom flange are attached to the composite to transmit mechanical load and also ensure the gas tightness. They are bonded by epoxy glue with a glass transition temperature of about 130°C-150°C the glass reinforced epoxy tube of filament winding. This paper describes the results of a study on the bonded joints of fiber reinforced epoxy tube and cast aluminum. This suggests that surface roughness and glue types play an important role in evaluating of gas sealing capability on the flange and fiber reinforced epoxy tube in the composite hollow bushing.

Key Words : Composite hollow bushing, Cast aluminum, Fiber reinforced epoxy tube, Surface roughness

1. 서 론

산업의 급속한 발전에 따라 전력수요가 급증함에 따라 절연성능이 우수한 제품이 요구되어지고 있다. 국내의 경우 절연물은 배전급 정도의 제조기술을 확보하고 있을뿐 발·변전, 고속전철 및 송전용은 전량 일본 또는 선진국에서 수입에 의존하고 있는 실정이며, 그 수량은 매년 급격히 증가하는 추세이다.

154kV급 이상의 자기 절연물 또는 composite hollow insulator를 수입하여 대체하고 있는 실정이다. 현재 국내에서는 자기 절연물의 문제점을 보완하여 개발된 폴리머 절연물(composite hollow Insulator)을 부분적으로 수입하여 사용하고 있으며, 국내에서는 개발되어 있지 않다. 그중 부싱의 경우 국내 연구가 거의 이루어지지 않아, 기술적으로 많은 연구가 필요하다. 부싱의 설계는 기계적 및 전기적으로 복합적으로 제조되어야 하며, 특히 부싱에 있어서 절연 튜브와 금속 플랜지의 접합은 매우 중요한 설계 요소이며, 이러한 부싱의 접합에 있어서 적절한 접착제의 사용은 금속 플랜지의 표면처리, 거칠기 및 플랜지의 형상 등에 따라 접착강도에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.(1) 특히 접착제 선정의 경우 절연 튜브와 금속 플랜지의 열압착(thermal fitting)에 있어 유리전이온도 영역에서 접착하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 부싱에 사용되는 절연 튜브(FRP epoxy tube)와 알루미늄 합금의 플랜지의 접합기술에 대하여 검토하고자 한다.

2. 실험

그림 1은 ASTM D5868-95(Stanford Test Method for Lap Shear Adhesion for Fiber Reinforced Plastic(FRP)) 규정한 시험편으로, 본 연구는 FRP 적층판을 사용하며, FRP 적층판의 표면 거칠기, 접착제 종류를 변수로 하였다. FRP 적층판의 표면 거칠기는 샌드페이퍼를 이용하여 #0, #200, #400, #800으로 하고, 접착제 2종을 준비하였다. 또한 그림 1의 실험 결과를 토대로 실제 부싱에 사용되는 플랜지와 FRP 튜브에 접착을 하여 접착강도를 확인하였다.

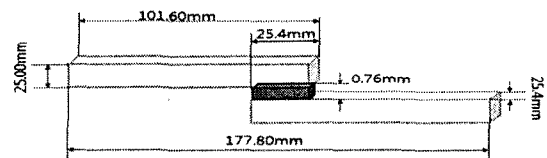


그림 1. ASTM D-5868-01에서 규정하고 있는 시험편.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 표면 거칠기에 따른 강도 변화를 나타낸 것으로 표면 거칠기가 증가 할수록 접착강도가 향상되는 것을 알 수 있다. 즉, 표면 거칠기 #0의 경우 접착강도는 6kg/cm²이며, #800의 경우 11kg/cm²로 2배 정도의 우수한 접착강도를 확인 할 수 있다.

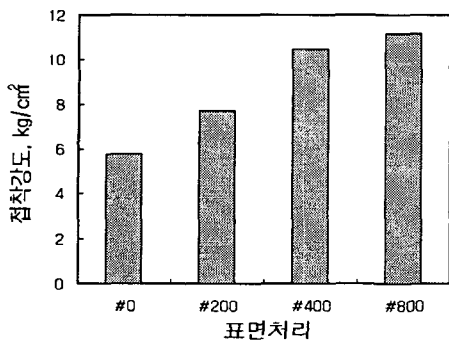


그림 2. 접착면의 표면 처리에 따른 접착강도.

그림 3은 filler 유무에 따른 접착강도를 나타낸 결과로 filler가 첨가되지 않은 접착제 B가 우수하다는 것을 알 수 있다. 이는 ASTM D5868-95의 실험에서의 시편 제조에서의 불균일한 효과인 것으로 보이며, 일반적으로 filler의 사용은 인장강도를 감소시키는 것으로 알려져 있다.(3) 그러나, 부식에서 중요한 부분으로 지적되는 기밀 성능에서 열팽창에 의한 각각의 재료에 대한 계수를 고려해야 하므로 적절한 filler가 첨가된 접착제가 더 효과적이라 할 수 있다.

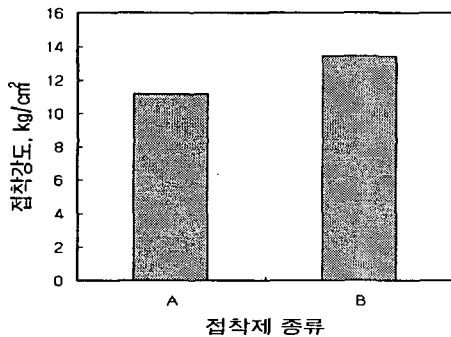


그림 3. filler 유무에 따른 접착강도.

그림 4은 primer 처리 유무에 대한 접착강도를 나타낸 것으로 접착강도는 primer 처리되지 않은 경우 11kg/cm² 반면에 primer 처리된 경우에는 13kg/cm²으로 접착강도가 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

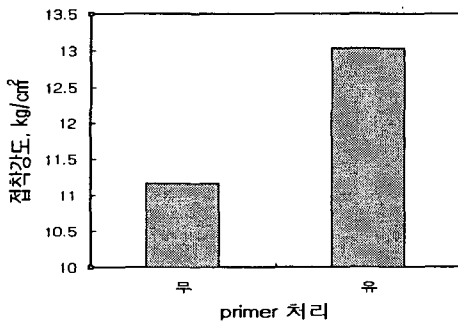
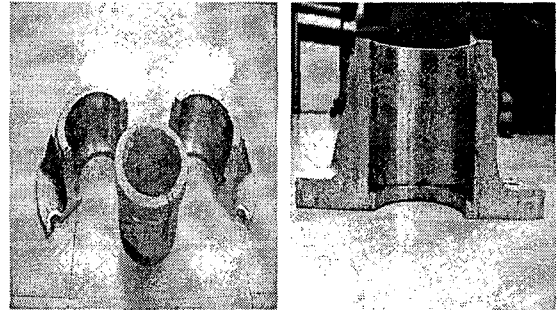


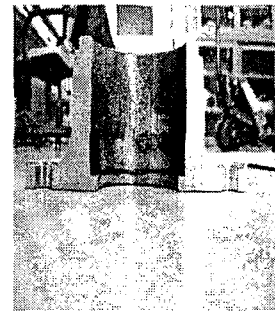
그림 4 Primer 처리 유무에 따른 접착강도.

그림 5는 그림 2,3,4의 결과를 토대로 실제 부식에 사용되는 플랜지와 FRP Tube의 접착 결과를 나타내었다.

그림 5(a)는 표면 처리를 하지 않은 경우로 접착제가 거의 도포되어 있지 않았으며, 그림 5(b)는 표면 처리(#800)의 경우로 미량 도포되어 있으며, 그림 5(c)는 표면(#800) 및 primer 처리한 경우로 접착제가 균일하게 도포되어 있는 것을 확인할 수 있다.



(a) 표면 거칠기(#0) (b) 표면 거칠기(#800)



(c) 표면 거칠기(#800)와 primer 처리
그림 5. 플랜지와 FRP tube와의 접착.

4. 결론

본 연구는 부식의 경우 기계적 강도 및 가스 기밀 성능을 향상을 위하여 상, 하부 플랜지와 FRP tube의 접착에 대하여 다음의 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) Al 및 FRP 적층판의 표면 거칠기 증가에 따라, 그리고 primer 처리에 따라 접착강도가 향상되는 것을 알 수 있었다.
- 2) Filler가 첨가된 접착제를 사용하는 것이 FRP 튜브와 금속 플랜지의 접합에 타당할 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] Wylde, J.W., "Measurement of Adhesive Joint Fracture Properties as a Function of Environmental Degradation", Int. J. Adhes. Adhes., Vol. 18, pp.237~246. 1998.
- [2] Srivastava, V.K., "Characterization of Adhesive Bonded Lap Joint of C/C-SiC Composite and Ti-6Al-4V Alloy under Varying Condition," Int. J. Adhes. Adhes., Vol. 23, pp.59~67. 2003
- [3] Stollbrink, K. K., "Micromechanics of composites, Hanser, pp.61~69, 1996.