

배전용 FRP 전주 설계 및 성능시험

Performance Test and Design of Distribution FRP Pole

한 동 회* · 조 한 구* · 박 기 호* · 송 일 근** · 이 용 선***
(D.H.Han* · H.G. Cho* · K. H. Park* · I. G. Song** · S. U. Lee***)

Abstract

This paper presents mechanical properties and weatherability of FRP pole used for a distribution line about high strength and good insulation properties. The experiment strength obtained in cantilever beam test are comparable to ES standards. The environmental factors, such as elevated temperatures, high humidity, and corrosive fluids, and ultraviolet(UV) rays, influence on the performance of polymeric matrix composite.

Key Words : Environment, Performance, ultraviolet(UV)

1. 서 론

산업의 고도화 및 다양화로 인한 전력수요의 급증 및 경제의 급속한 발달로 인하여 도심지, 도로외곽 그리고 산간지역 등에 많은 송배전용 전주가 설치되어 자연미관을 해치는 일이 발생하고 있다. 이러한 자연환경에 피해를 주는 전주의 문제점을 보완할 수 있고, 기존 전주들보다 절연특성과 환경에 부합되는 새로운 전주의 개발이 시급하게 요구되고 있는 실정이다.

그 중 유리섬유 강화복합재료(GFRP : Glass fiber reinforced plastic)는 전기적, 기계적, 화학적으로 우수한 특성을 갖는다¹⁾. 우수한 전기 절연성능, 기계적 특성 및 화학적 안정성 때문에 전기·절연부품, 전력·통신케이블 및 전자 장비(device) 등 각종 전기 절연분야에서 사용이 급증하고 있으며, 첨단 우주항

공 산업분야에 이르기까지 그 응용분야를 급격하게 확대하고 있다. 최근 철근 콘크리트주, 강관주보다 무게가 가볍고 내구성 및 강도가 우수한 FRP(섬유 강화 복합재료)가 전주로 개발되어 미국, 호주, 캐나다 등에서 송배전용으로 사용이 확대되어 가고 있다²⁻⁴⁾.

복합재료는 두 종류 이상의 소재를 복합하여 성능을 개선한 것으로 강도, 탄성율, 내식성, 피로특성, 충격특성, 흡음성 및 절연성 등이 있으며, 이 중에서 특히 신소재로서의 복합재료가 갖는 가장 중요한 특성은 경량, 고강도 및 절연성이 우수하다.

그 중 유리섬유강화 복합재료(GFRP : Glass Fiber Reinforced Plastic)는 전기적, 기계적, 화학적으로 우수한 특성을 가지며, 특히 우수한 전기 절연성능, 기계적 특성 및 화학적 안정성 때문에 각종 전기 절연분야에서 사용이 급증하고 있으며, 첨단 우주항공 산업분야에 이르기까지 그 응용분야를 급격하게 확대하고 있다.

산림이나 자연경관이 좋은 시골 외곽도로에는 설치 유지보수가 용이하고 자연경관을 해손하지 않으며, 공원이나 도심지역 등에 형상과 색채를 고려된 환경친화적인 새로운 전주의 개발로서 섬유강화 복합재료(FRP)를 사용한 전주가 매우 우수하다고 생

* : 한국전기연구원
(경남 창원시 성주동 28-1 한국전기연구원)
Fax: 055-280-1673
E-mail : dhhan@keri.re.kr

** : 전력연구원

*** : 오리엔탈공업(주)

각되어진다.

2. 본 론

2.1 UV 열화특성

빛이나 산소에 의한 플라스틱의 성질저하는 단순한 변색뿐만이 아니라 기계적·물리적 성질에까지 커다란 영향을 미쳐 플라스틱의 사용을 제한적으로 만든다. 결국 합성수지의 발전은 수지가 환경적 요소에 의해 입게되는 피해를 최소한으로 줄이는 것을 의미한다고 할 수 있다.

절연물에 사용되는 섬유강화 복합재료의 가속열화에 따른 표면특성을 평가하는 것은 중요하다. 일반적으로 고분자 재료의 분자쇄를 절단하기 위해서는 분자에 활성화 에너지를 공급해야 한다. Avogadro수와 같은 개수의 광양자 에너지 E 와 파장 λ (cm)와의 관계는 다음 식과 같다.

$$E = \left(\frac{hc}{\lambda} \right) \quad 4-1$$

여기서, h 는 plank정수(6.62×10^{-27} erg.sec), c 는 광속도(3×10^{10} cm/sec), N 은 Avogadro수로 표시된다. 파장 350 nm의 경우 E 는 82 kcal이며 화학결합 에너지를 고려하여 열화를 발생시킬 수 있는 효과를 가진 파장은 대개 350 nm이하임을 알 수 있다⁵⁾.

그림 1에서 보는바와 같이 313 nm에서 $0.8W/m^2$ 을 나타내므로 UV CON의 경우가 태양광에 포함되지 않는 자외선 에너지의 양이 많으므로 시료의 열화에 더 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다.

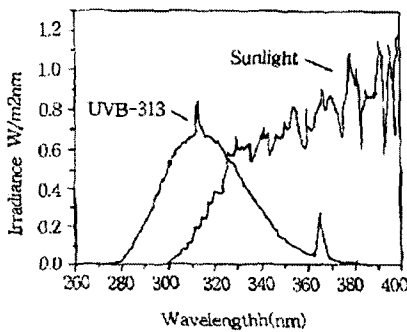


그림 1. UV CON 가속열화장치의 분광분포

2.2 UV 시험 및 SEM

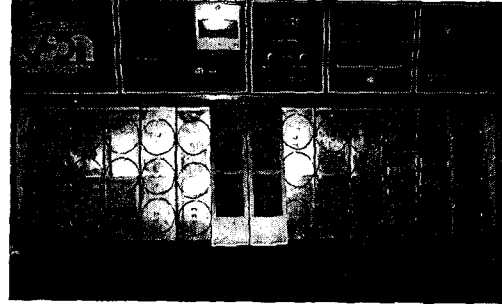


그림 2. UV 가속열화 시험장면

그림 2는 UV 가속열화 장치에 도료를 도포한 시편을 시험장치에 삽입하여 실험을 하고 있는 것을 보여주고 있다.

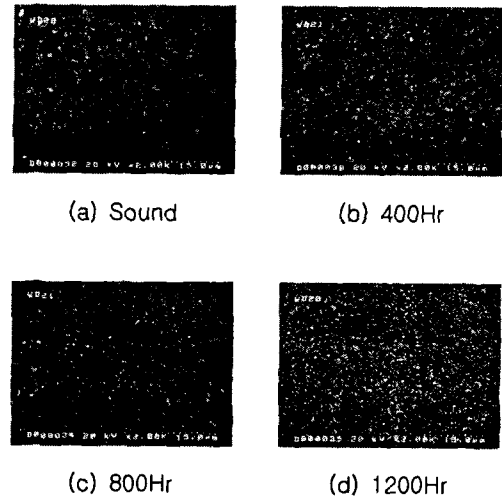


그림 3. 스피그립 451의 UV실험 후 SEM

그림 3은 스피그립 451로서 무황변 형태의 속건성 2액형 아크릴 우레탄 도료로서 살오름성, 부착성, 내후성, 내약품성 등이 우수하며, 특히 건조성 및 기계적 물성이 우수한 재료이다. 아크릴 우레탄은 UV에 아주 우수한 특성을 가지고 있음은 널리 알려져 있다. 그림은 일반적으로 널리 사용되는 스피그립 451을 사용하여 UV 가속열화 한 후 SEM으로 분석한 것으로 0시간과 비교하여 시간이 경과한 400~800시간까지는 변화가 거의 없음을 볼 수 있으며, 1200시간이 경과 한 후에는 표면 코팅층이 없어지고 열화된 모습이 보이고 있다.

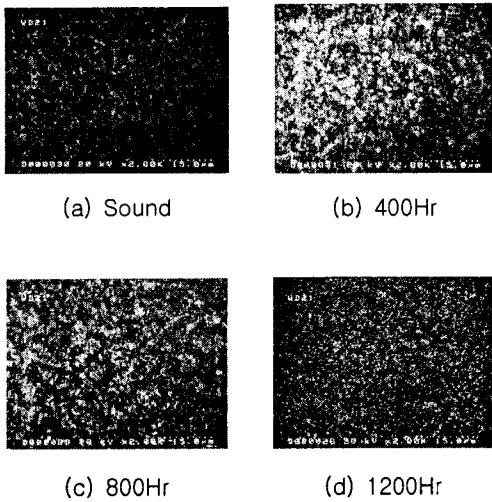


그림 4. 스피그립 5000의 UV실험 후 SEM

그림 4는 스피그립 5000으로서 무황변 폴리우레탄과 아크릴을 주전색제로 한 도료로서 광택 및 내후성, 내약품성 내수성 및 접착력이 우수하며, 내마모성이 우수한 강인한 도막을 형성한다. 그림에서 알 수 있듯이 (b) 400Hr까지는 변화의 양상을 보이고 있지 않으나, (c) 800Hr에서는 부분적으로 열화가 일어나서 도막의 코팅층들이 없어지는 양상을 보이고 있다. 그리고 (d) 1200Hr에서는 거의 전 부분에서 도막부분이 사라지고 입자들만이 보이는 것을 알 수 있다.

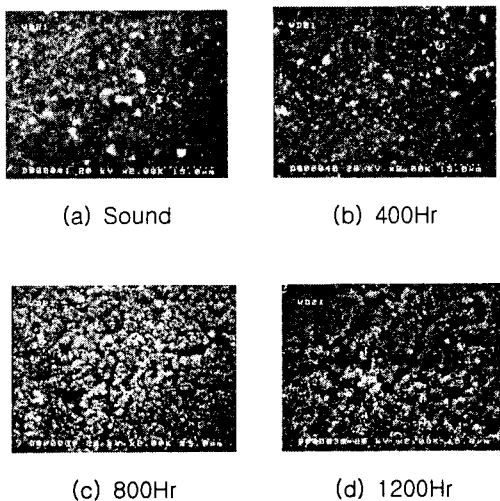


그림 5. 슈퍼단 300의 UV실험 후 SEM

그림 5는 슈퍼단 300으로 폴리우레탄 도료계열로 내후성 및 광택보지력이 우수하고 강인하며 단단한 도막을 형성한다고 알려져 있다. 1200시간동안 UV 가속열화 한 결과 400시간 이후로 특성이 저하되는 모습이 보이면서 800~1200시간에서는 코팅층이 다 사라지고 갈라지는 양상이 심각하게 나타남을 알 수 있다.

표 1은 UV 실험 동안의 3종류의 도료의 변화를 나타낸 것이다.

표 1. UV 가속열화 한 3종류의 도료

종류	분석	400Hr	800Hr	1200Hr
스피그립 451	색상	변화없음	변화없음	광택이 없음
	SEM	변화없음	변화없음	코팅막 열화
스피그립 5000	색상	변화없음	무광택 및 황변	황변
	SEM	변화없음	부분적으로 열화	코팅막 열화
슈퍼단 300	색상	무광택 및 황변	황변	황변 및 탈색
	SEM	변화없음	코팅막 열화	코팅막 열화

2.3 전주의 성능

전주의 굽힘시험은 시험규격 ASTM D1036-90에 준하는 실험을 행하였다⁶⁾.

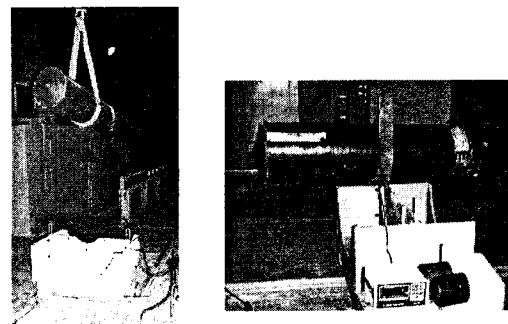


그림 6. 전주의 굽힘시험 장면

그림 6에서 보는 것과 같이 굽힘시험을 하기 위하여 전주길이 16m, 두께 15mm, 무게 375kg인 FRP 전주를 하단에서 2.5m까지를 Fix시킨 후 상단에서 60cm 떨어진 지점에 하중을 걸고서 당기는 것을 보여주고 있다. 시험결과 굽힘파괴 강도값은 약 1700kgf정도 허용값 이상임을 알 수 있다.

그림 7은 FRP로 제작된 전주를 콘크리트 전주의 매설과 같은 방법으로 매설하여 본 것이다.

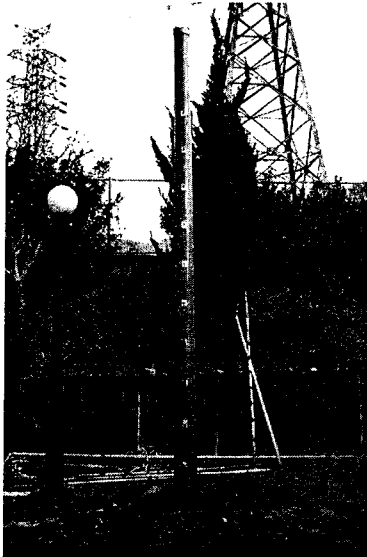


그림 7. FRP 전주의 건주된 모습

3. 결 론

배전용 FRP전주에 사용될 제품의 내후성 및 기계적 특성을 알아 본 결과 다음과 같다.

1. 표면에 3종류의 내후성 도료를 도막코팅한 후 1200시간을 경과한 후 상호비교 검토한 결과 스크립트 451이 우수하고, 스크립트 5000은 400시간까지는 양호한 특성을 보여주고 있음을 알 수 있다. 하지만 슈퍼탄 300은 UV 특성에는 적합하지 않다는 것을 알 수 있다.
2. 전주에서 중요하게 요구되어지는 굽힘하중 시험을 행한 결과 굽힘파괴 강도값은 약 1700kgf정도로서 허용값 이상임을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1]. 최정철, 박익민 “복합재료”, 반도출판사, 75-105,1990.
- [2]. 박기호, 조한구, 한동희, “배전용 지지물의 FRP 적용 기술”, 한국전기전자재료학회 하계학술집, Vol 1 No1, pp79-81, 2000. 7.
- [3]. 박기호외 4, “배전용 FRP전주의 기계적 및 환경 성능”, 한국전기전자재료학회 추계학술집, Vol 13

No1, pp395-398, 2000. 11.

- [4]. 이용선 외 4, “배전용 FRP전주의 제조기술 개발”, 한국전기전자재료학회 추계학술집, Vol 13 No1, pp402-404, 2000. 11.
- [5]. ASTM STd G53-93, “Operating Light and Water-Exposure Apparatus(Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials”
- [6]. ASTM STd D1036-90, “Standard Test Methods of Static Tests of Wood Poles”