

배전용 지지물의 FRP 적용 기술

Applied Technology of FRP Single Pole for Power Distribution Line

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

Abstract

Outdoor insulation of overhead distribution lines with wood, concrete and steel pole has been safety under various environmental conditions including contamination, moisture condensation, rain and lightning overvoltages.

In this paper introduce to FRP technology of the power distribution single pole. FRP pole has been used very much as high strength material for insulators because of its high strength and good insulation properties. In addition, FRP pole was made by filament winding method.

In a filament winding process, a band of continuous resin-impregnated rovings or monofilaments is wrapped around a rotating mandrel and cured to produce axisymmetric hollow parts.

Key Words(중요용어) : FRP, Pole, Distribution, Filament winding, mandrel, axisymmetric

1. 서 론

산업의 고도화 및 다양화로 인한 전력수요의 급증으로 절연성능에 대한 새로운 관심과 더불어 기존 재료들보다 절연특성이 우수한 고분자 복합체를 개발하기 위한 연구가 진행되고 있다. 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·통신 케이블 및 전자 장비(device) 등 각종 전기 절연분야에서 사용이 급증하고 있으며, 첨단 우주항공 산업분야에 이르기까지 그 응용분야를 급격하게 확대하고 있다²⁾.

최근 철근 콘크리트주보다 무게가 가볍고 내구성

및 강도가 우수한 FRP(섬유강화 복합재료)가 지지물로 개발되어 미국, 호주, 캐나다 등에서 송배전용으로 사용이 확대되어 가고 있다.

FRP 지지물은 기계적 강도 및 절연성능이 우수하여 성형조건을 충족시킬 수 있는 성형설비인 필라멘트 와인딩(Filament winding)⁴⁾을 사용한다면 국산화된 우수한 FRP 지지물을 생산하여 전력배분의 효율성을 극대화할 것으로 사료된다³⁾.

2. 기존 지지물의 성능평가

2.1 철근 콘크리트주

콘크리트의 압축강도는 자연석처럼 높아서 기둥과 아치처럼 압축을 주로 받는 부재에 적합하다. 반면에, 자연석과는 달리 콘크리트는 압축강도에 비해 인장강도가 상대적으로 작은 재료이다. 강도를 보강하기 위해 높은 인장강도의 철근을 사용하여 콘크리트의 하중부담 능력을 증가시킨다⁵⁾. 철근 콘크리트(reinforced concrete)⁶⁾라 알려진 두 재료의 결합

* 한국전기연구소 신소재응용그룹
(창원시 성주동 한국전기연구소, Fax: 0551-280-1606
E-mail : delta3@hanmail.net)

은 많은 이점을 갖게 된다. 높은 인장강도 및 연성이 큰 철근의 결합으로 인해 건물, 교량, 댐, 탱크, 수조 그리고 기타 구조물의 시공에서 철근 콘크리트는 거의 제한 없이 사용이 가능해졌다.

콘크리트주는 절연성이 비교적 양호하며 강도가 우수한 특징은 있으나 무게가 무겁고 수송 및 설치비가 다른 것보다 비싼 편이며, 염해에 약한 단점이 있다.

2.2 목주

목주는 수십년간 배전용 지지물로 폭넓게 사용되어 왔다²⁾. 설치가 간단하고 콘크리트 주보다 경량이라는 이점과 전주의 형상이 일정하다는 장점은 있으나 장기적인 수명성의 문제점과 화재의 위험이 항상 문제점으로 지적되고 있다.

2.3 철주 및 강관주

강관주는 내구성이 비교적 우수하고, 도시의 미관상 우수하여 고가선로 및 교량 위에 건설이 적합하다. 비교적 뇌해가 많은 지역이나 염해지역에서는 설치를 배재하는 약점이 있으며, 부식의 우려 때문에 방청 도료를 자주하여야 하는 단점과 감전의 우려가 많다

3. 기존 지지물과 FRP 지지물의 상호비교

두 종류 이상의 소재를 복합화함으로써 개선될 수 있는 성능에는 강도, 탄성율, 내식성, 피로특성, 충격특성, 흡음성 및 절연성 등 여러 가지가 있으나, 이 중에서 특히 신소재로서의 복합재료가 갖는 가장 중요한 특성은 경량화에 의한 우수한 비강도와 비탄성율, 절연성이다⁷⁾.

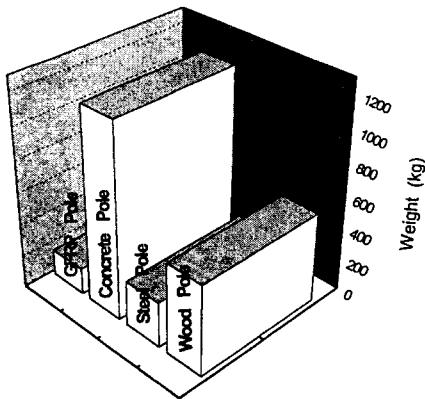


그림 1. 4종류의 지지물의 Weight 비교

표 1. 타 지지물과 FRP 지지물의 재료특성 비교

재료특성	FRP 지지물	기타 지지물
중량	50% 이상 감소.	무거움.
강도	우수함.	낮음.
내구성	반영구적.	염해 및 부식의 우려.
전기절연성	우수.	철주 및 강관전주는 감전사고의 위험.
경제성	수송비, 시공비가 저렴 (경량).	운반, 시공비, 유지비가 많이 듦.

FRP 지지물은 경량이며, 설치가 쉽고 염해에 대한 성능이 우수한 재료로서 그림 1은 4종류(콘크리트주, 강관주, 목주 그리고 FRP 지지물)의 중량을 상호비교한 것으로 그림에서 보는바와 같이 FRP 지지물이 다른 지지물보다 매우 경량임을 알 수 있다.

표 1에서는 타 지지물과의 재료특성을 비교한 것으로 FRP가 매우 우수하다는 것을 알 수 있다. 표 2는 배전용 지지물의 3년간의 건주된 상황을 나타내고 있다.

표 2. 배전용 지지물 자료

년도	지지물철탑(기)					계
	철탑	철주	콘크리트주	목주	강관주	
1996	1,382	2,022	5,529,411	2,290	47,244	5,582,349
1997	1,343	2,108	5,767,283	3,304	53,395	5,827,349
1998	1,358	1,249	5,968,221	1,803	57,876	6,031,080

4. FRP 지지물 국내외 기술현황

FRP 지지물의 기술은 미국의 Shakespeare, Powertrusion, Glassform 등에서 개발을 하고 설치를 하고 있으며, Shakespeare사에서는 4축 Filament winding을 사용하여 성형성과 강도가 더욱 우수한 지지물을 개발시판하고 있는 실정이다. 호주 및 캐나다에서도 몇몇 회사에서 가로등주를 FRP로 개발하여 사용하고 있다고 보고되고 있다.

국내에서는 오음(주)에서 가로등에 사용할 지지물을 개발하였으며, 오리엔탈(주)은 미국의 Shakespeare와 제휴하여 배전용 지지물을 개발하고 있는 것으로 사료된다.

향후 FRP 지지물의 우수한 특성을 더욱 개발하고 품질의 향상에 기여한다면 더욱 많은 곳에서 사용의 가치가 있다고 보여진다.

5. 필라멘트 와인딩(Filament winding) 기술

필라멘트 와인딩은 열경화성 수지를 함침시킨 strand, tow 등의 연속섬유를 소정의 형태(pattern)에 따라 맨드릴로 감는 것에 의해 요구하는 적층구조를 형성시키는 성형방법이다. 와인딩 장치상에서 액상수지를 섬유다발에 함침시키면서 와인딩을 행하는 방식(wet winding), 및 별도의 공정에서 제조된 프리프레그 테이프를 사용하여 와인딩을 행하는 방식(prepreg winding)이 있다. 맨드릴상으로 형성된 적층체를 실온 또는 가열 경화시켜 성형품이 얻어진다. 주된 성형품에는 고압 pipe, 압력용기, 로켓 모터의 케이싱 등이 있다⁸⁾.

그림 2은 필라멘트 와인딩이 되어 있는 맨드릴을 나타내고 있으며, 그림 3은 공정에 의해 성형된 성형품을 나타낸 것이다.

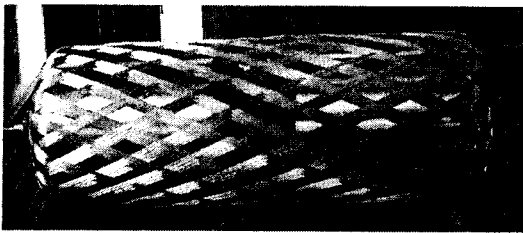


그림 2. Filament winding용 Mandrel



그림 3. Filament winding에 의해 만든 FRP Pole

6. 결 론

재료 및 성형공정 비용의 절감과 대량생산성이 향상된다고 생각한다면 기존의 지지물의 문제점인 환경적인 문제, 경량화, 경비절감, 수송의 효율화를 뒤받침할 수 있는 FRP 지지물의 사용에 따른 투자의 가치가 있으며, 새로운 복합재료에 대한 응용을 확대하기 위하여 성형기술, 설계기술, 재료의 시험 평가, 품질관리 기술의 개발이 병행되어야 한다.

참고 문헌

- [1]. 문창권, "복합재료", 형설출판사, pp67-74, 1999.
- [2]. 임경범 외 7명, "환경 인자에 따른 FRP의 표면 열화 특성에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp1627-1629, 1999. 7.
- [3]. 박효열, 강동필, 한동희, 표현동, "전기절연용 FRP의 강도특성", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp1572-1574, 1999. 7.
- [4]. D. Polyzois, S. Ibrahim, I. Raftoyiannis, "Failure modes of fiber reinforced plastic tapered poles under lateral loading", pp411-412.
- [5]. 鐵道電化協會, "콘크리트ポール 핸드ブック", 新英印刷社, 1958.7.
- [6]. S. A. Sokolovsky and V. G. Santotsky, "Environmental Impact on the Insulation of 10kV Distribution Power Lines", IEEE, pp56-59, 1998.
- [7]. 김병선, 이상관, "첨단 복합재료의 성형공법", 기계와 재료, 3권, 1호, 1991.
- [8]. P. K. Mallick, "Fiber-Reinforced Composites", Marcel Dekker, pp351-361