

폴리머 절연완철 개발

Development of Polymer Crossarms

조호령, 이철호, 조영신*, 김상욱*

(H. R. Cho, C. H. Lee, Y. S. Cho, S. W. Kim)

Abstract

This paper reports the developing and manufacturing process of polymeric crossarms in place of conventional crossarms made of steel used for overhead lines. The use of insulated crossarms has been mandatory in order to achieve the required line compaction in the pole. The developed polymer crossarm is characterised by significantly less weight, easier handling, much longer insulation length which leading to reduce the flashover outage from bird nest.

Key Words(중요용어) : Polymer Crossarms, FRP

1. 서론

가공 배전선로의 완철은 전주에 애자 등의 각종 전력기기를 부착하고 지지하는 중요기능을 수행하는 자재로서 기존에는 철재 완철에 아연도금을 한 제품이 사용되고 있다. 그러나 기존 철재 완철은 도전성 재질로서 이에 부착되는 각종 절연물의 절연거리를 크게 해주어야 하는 단점을 가지고 있으며 까치 등의 조류 등지로 인한 섬락 사고가 빈번히 발생하고 있는 실정이다. 이러한 조류 등지로 인한 정전 사고는 배전 선로의 가장 큰 문제점 중 하나로서 지금까지 다양한 아이디어와 여러 제품들이 소개되었으나

큰 효과를 보지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 전주용 완철을 폴리머로 제조함으로써 전주의 절연 성능을 획기적으로 증대하고 가벼운 무게로 설치하기 쉽게 하였으며, 기존의 어둡고 획일적인 형상을 벗어나는 환경 친화적인 폴리머 전주를 개발하였다.

2. 본론

2.1 형상설계

제품은 기존 전주에 부착되어 있는 철재 완철과 호환성을 갖게 하기 위하여 동일한 치수를 갖도록 설계하였다. 다만, 외부는 사각바의 형태를, 내부는 원형의 형태를 취하여 단면적을 크게 함으로서 기계적 강도를 보강하였으며 제품의 외부 치수는 75(W) x 75(H) x 8.5(T) x 1800(L) mm를 기본으로 하였다. 계속하여 연속적으로 생산되는 인발 제품이므로 길이는 적당한 크기로 잘라서 정할 수 있는 특징이

평일산업주식회사 기술연구소
(경기도 안양시 관양2동 1475-10,
Tel : 031-420-6671
Fax : 031-420-8400
E-mail : chlqmsdl@hanmail.net)

* 서울시립대 화학공학과

있다. 요구되는 기계적 특성은 한국전력공사의 구매 사양서를 기준으로 하였다 [1]. 가장 중요하게 고려한 특성은 내하중 시험 시의 처짐량과 휨량 및 굴곡강도 특성이었다. 시험조건에 따른 변형 및 굴곡강도를 검토한 결과 다음 그림 1과 같이 단면 형상 및 제품 치수를 결정하였다.

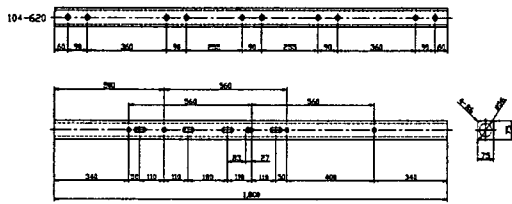


그림 1. 폴리머 절연완철 제작도면

2.2 인발용 FRP 재료의 선정

FRP(Fiber Reinforced Plastics) 인발용 수지는 열경화성 수지를 사용하며 일반적으로 불포화 폴리에스테르 수지를 사용하며 내식성이 요구되는 제품은 비닐에스테르 수지를 사용한다 [2]. 본 연구에서는 내후성이 뛰어나며 강도특성이 우수한 비닐에스테르 수지를 선택하여 시제품을 생산하였다. 비닐에스테르 수지에 첨가제, 난연제, 자외선 차단제, 경화제, 촉진제 등을 적용하여 배합하여 사용하였다.

인발 제품에 적용되는 보강재는 일반적으로 유리섬유로 제조된 continuous mat, direct roving, roving cloth, fabric을 적용한다. Continuous mat는 인발 제품의 표면 및 중간 보강재로 적용되어지며 길이방향의 강도가 우수하고 인발 직각방향으로의 강도를 보강하는 목적 및 표면품질 특성을 개선하는 목적으로 가장 많이 적용된다. Direct roving은 인발 공정에서 가장 많이 적용되는 보강재로서 길이방향의 강도특성에 결정적인 영향을 주게되며, continuous mat와 또는 roving cloth, fabric 보강재로 적용된다. Roving cloth는 인발 제품의 층간 층간 접착특성 개선 및 충전 효과를 주는 중간 보강재로 적용되며 인발 직각방향의 강도를 보강하는 효과가 있으며 표면부분에 적용 경우는 표면 품질특성이 나빠지는 단점이 있다. 최근에는 fabric 보강재로 제품의 요구 특성에 따라 방향성을 가지는 stitch mat가 개발되어

인발 보강재로 적용되어 인발 직각방향의 강도 특성을 우수하게 향상시킬 수 있다 [3]. 본 연구에서는 continuous mat를 주로 사용하였고 stitch mat와 roving cloth를 일부 사용하여 기계적 강도의 최적화를 구현하였다.

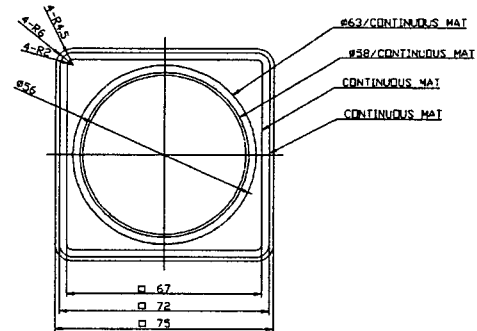


그림 2. 절연완철 보강재 배열도

2.3 폴리머 절연완철의 제조

인발 성형시의 수축율 등을 고려하여 금형을 설계, 제작하였으며 안내 가이드 조립하였다. Roving rack에 roving roll을 지정된 수량을 적재한 다음에 mat rack에 continuous mat, stitch mat, roving cloth를 지정위치에 배열하고, 1차 가이드 판을 통하여 수지통을 통과시킨 후 안내가이드를 순차적으로 통과시켜 준비하였다. 이렇게 준비된 유리섬유의 형태를 그림 3에, 보강재의 인발 상태를 그림 4에 각각 나타내었다.

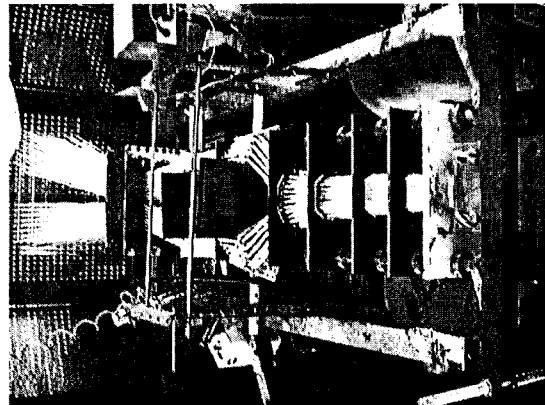


그림 3. 가이드에서의 roving 인출

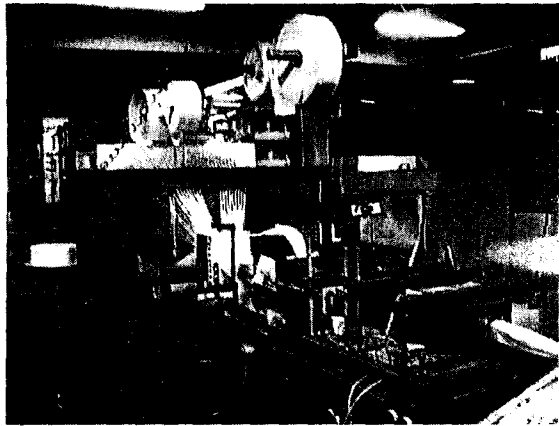


그림 4. 보강재의 인발 상태

위에서 언급된 수지와 배합제를 완전하게 혼합하여 수지를 수지통에 부어 넣고 보강재에 수지가 함침되도록 하였다. 금형 및 맨드릴 조절된 금형 온도로 예열이 되면 저속으로 인발 작업을 시작하였다. Puller까지 인발 제품이 나오면 표면 보강재 continuous mat를 투입하여 정상제품이 인발되도록 하였다. 이 때 제조 초기에는 편심, 경화상태 불량, 표면상태, 내부 균열 등의 발생하였으며 이는 금형의 온도, 인발 속도 등의 조절을 통하여 문제점을 해결하였다. 그림 5에 인발되어 나오는 제품의 사진을 나타내었다. 그 다음에 도면상의 길이로 인발품을 절단하여 인발 완료 제품을 얻었으며 이를 그림 6에 나타내었다.

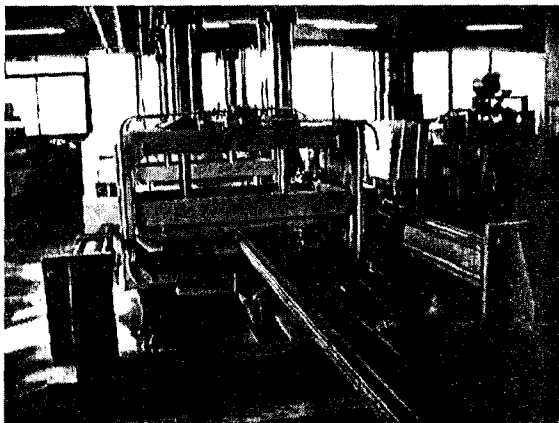


그림 5. 폴리머 절연 완철의 인발 상태

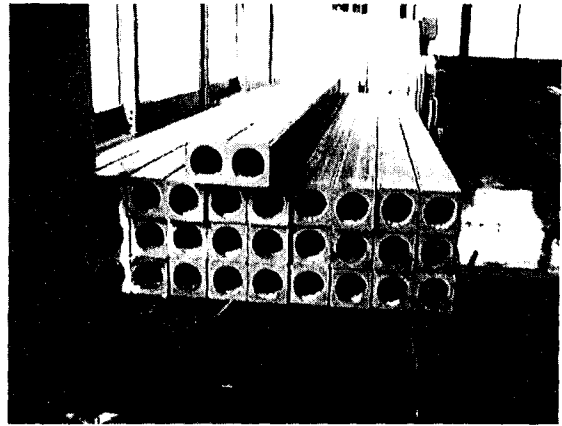


그림 6. 인발 완료 제품 상태

전주의 완철은 애자 등의 각종 지지물을 부착하기 위한 hole이 필요하며 그림 1의 도면을 기준으로 하여 인조 다이아몬드가 장착되어진 드릴을 사용하여 가공하여 완제품을 얻었다.

2.4 폴리머 절연 완철의 시험평가

폴리머 절연 완철은 기존 철재 완철과 동일한 기계적 특성을 가져야만 대체, 호환 사용이 가능하다. 평가 시험 항목과 기준은 국내 최대 수용가인 한국 전력공사의 구매시방서를 기본으로 하여 평가하였다. 본 연구로 제조된 폴리머 절연 완철에 대하여는 재질 특성과 완제품의 특성 두 부분으로 나누어 평가하였으며 재질 특성 평가 결과를 다음 표 1에 나타내었다.

표 1. 폴리머 절연 완철 재질 특성 결과

시험방법	기준치	시험결과	시험방법
인장강도	40 kg/mm ² 이상	49.7	KSM 3305
압축강도	38 kg/mm ² 이상	52.3	KSM 3305
굴곡강도	40 kg/mm ² 이상	71.3	KSM 3305
굴곡탄성율	1900 kg/mm ² 이상	2897	KSM 3305
흡수율	0.2% 이하	0.1 이하	KSM 3305
유리섬유 함량	55% 이상	69	KSF 2244

시험방법	기준치	시험결과	시험방법
내약품성	인장강도	32 kg/mm ² 이상	49.2 KSM 3305
	압축강도	30.4 kg/mm ² 이상	52.3 KSM 3305
	굴곡강도	32 kg/mm ² 이상	70.2 KSM 3305
난연성시험	V-0	V-0	UL 94
내전압시험	ac 30kV 1분간 견딜것	양호	KSC 2105
내트래킹 시험	분무횟수 101회, 누설전류 및 불꽃이 발생치 않을것	양호	KSC 3004
내아크성 시험	180 이상일 것	양호	KSM 3015
내열성시험	90±2℃에 2시간유지 후 흠,균열,변형 등 이상이 없을것	양호	절연완금 시험방법
내한성시험	90±2℃에 2시간유지후 흠,균열,변형 등 이상이 없을것	양호	절연완금 시험방법

표 2. 폴리머 절연 완철의 완제품 특성 평가 결과

시험방법	기준치	시험결과	시험방법
내하중 시험	1000 kg 인가시	1000 kg -	한전구매 시방서
	5mm 이하	4.3~4.6mm	
	1500 kg 인가시	1500 kg -	
인장내력 시험	8mm 이하	7.3~7.6mm	한전구매 시방서
	양측전선 고정점에 500 kg 인가	이상없음	

3. 결론

FRP 재료는 전기 절연특성이 탁월하며 우수한 내후성, 내약품성을 가지고 있으며 환경오염에 의한 산성비등에도 우수한 특성을 가지고 있다. 본 연구에서는 배전선로 전주 완철용 FRP 인발 컴파운드의 적정 배합비를 찾았으며, 제조 공법을 개발하였다. 폴리머(FRP) 완철 시제품 평가 결과, 재질 특성 및

완제품의 특성 평가 결과가 모두 우수하여 기존 철재 완철과 호환성이 있고 대체 가능하다는 것을 확인하였다. 본 연구를 통하여 개발된 폴리머 절연 완철은 무게로 인한 시공의 어려움, 도전성 재료로 조류등지에 의한 단락, 정전 사고, 염해로 인한 부식 등의 기존 완철의 문제점을 근본적으로 해결할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 한전의 가장 큰 골치거리 중의 하나인 조류 등지에 의한 섬락 및 단락으로 인한 정전사고를 방지하여 손실 비용을 최소화하고, 활선 작업 시 사고를 미연에 방지할 수 있을 것이다. 또한 완철을 절연함으로써 완철에 부착되는 절연물의 설계 개념을 대폭적으로 간소화할 수 있으며 색상의 자유로운 조정이 가능하여 적용 용도별로 구분이 가능하며, 도시 미관에도 미려한 효과를 가지고 있어 환경 친화적인 제품이 될 것으로 판단된다.

참고 문헌

- [1]. 한국전력 배전기자재 구매시방서, "FRP 절연완금 (시제품)".
- [2]. 김병선, 황병선, "섬유강화 복합재료의 가공," 고분자과학과 기술, 제10권, pp. 20-34, 1999.
- [3]. 조치룡, 김태욱, "복합재료의 오늘과 내일," 기계와 재료, 2(1), p. 117, 1990.