

흡습열화에 따른 옥외용 에폭시 복합체의 내트래킹성 변화에 관한 연구

A Study on the variations of tracking resistance of outdoor Epoxy composites due to moisture absorption aging

김탁용[○], 이덕진^{*}, 가출현^{**}, 김명호^{***}, 박창욱^{****}, 김재환^{*}
^{*} : 광운대학교, ^{**} : 신성전문대학,
^{***} : 경원전문대학, ^{****} : 카톨릭상지대학

T. Y. Kim[○], D. J. Lee^{*}, C. H. Ka^{**}, M. H. Kim^{***}, C. O. Park^{****}, J. H. Kim^{*}
^{*} Kwangwoon Univ., ^{**} Shin Sung College,
^{***} Kyungwon College, ^{****} Catholic Sang Ji College

Abstract

Epoxy resin has been used as matrix resin of advanced composites owing to ideally suitable properties and inherent physical and chemical properties for electrical and electronic insulation

In this paper, in order to evaluate the performance of epoxy composites for outdoor insulation, variations of tracking resistance were investigated on the moisture absorption aging condition. Also, IPN methods were introduced in order to improve performance for outdoor use.

As a result, it was confirmed that tracking resistance were degraded with boiling time. But, it was confirmed that specimen of IPN structure and KC-335 have the better tracking resistance properties than SIN structure by moisture absorption aging.

1. 서론

최근 기존의 자기재료에 비해 전기절연성, 경량성, 성형성, 안정성이 우수한 실외용 고분자 절연재료를 혼합시켜 많이 사용되어지고 있다.⁽¹⁾

그러나 고분자는 자기재료와 다르게 산성비, 자외선, 오존, 고온상황, 우천 및 결로와 같은 천후 열화인자에 의해 화학적인 열화를 받는다. 이들 화학적인 열화는 방수성의 저하를 초래하며, 표면이 오손되기 쉽고, 드라이밴드 아크가 연속적

으로 발생한다. 결과적으로 고분자 절연재료 특유의 표면절연파괴인 트래킹 파괴의 가능성을 증가시키게 된다. 이에 국제적으로 실외용 고분자 절연재료의 천후열화인자의 영향에 관해서 많이 연구되어지고 있으나 실외용 고분자 절연재료의 내트래킹성은 1.베이스폴리머의 화학구조, 2.무기충진제의 종류와 배합기술, 3.표면에 있어서 오손액의 누설형태와 방전움직임 등 많은 요소에 의존하거나, 서로 영향을 미치므로 내트래킹성과 천후열화인자의 관계에 관한 연구는 적다.⁽²⁾

이에 본 논문에서는 폴리머 강인화 방법 중 하나인 상호침입망목구조를 도입한 시편과 국내에서 제작되고 있는 옥외용 고분자 재료를 각각 비등흡수시킨 후 표면 방수성을 관찰하기 위해 중량변화를 측정했고, 내트래킹성은 ASTM D-2303에서 규정하고 있는 트래킹파괴시간에 의해 정량화하였다.

2. 실험방법

2-1. 시편제작

표 2-1. 시편의 구성 배합비 및 경화조건
Table 2-1. The composite ratio and curing condition of specimens

시편		E	EM	KC	
배합	모체수지	YD-128	100		
		YD-128+MA		100	
		KC-335		100	
비	경화제	PA	40	8	
		KC-335H		80	
	충진제	SiO ₂	0,100	0,100	0,100

본 연구에서 이용한 시편은 액상에폭시수지(비스페놀 A형)에 방향족 산무수물계 경화제인 Phthalic Anhydride(PA)를 첨가한 단일망목시편, 에폭시수지와 MA수지를 가열교반한 후 PA를 첨가 용해시킨 이중망목시편 및 KC-335수

지(국도화학)에 경화제로서 KC-335H(국도화학)를 가열교반하여 열압축기를 사용하여 시편을 제작하였다.

표2-1에서 시편의 구성 배합비 및 경화조건을 나타내었다.

2-2. 중량측정

시편의 크기를 130[mm]×50[mm]로 제작하여 50℃ 진공오븐에서 24시간 가열건조시킨 후 각각의 시편을 8시간 비등 흡수시켜 중량의 변화를 측정하였다.

2-3. 내트래킹성 측정

내트래킹 실험은 ASTM D-2303에서 규정한 시험법 및 시험조건에 따라 제작된 시험장비를 사용하였다. 이온교환수로 0.1[wt%]의 NH₄Cl과 0.02[wt%]의 비이온성계면활성제(TORITON X-100)을 포함한 오손액을 상부전극으로부터 하부전극으로 누수시켰으며, 인가전압은 주파수 60[Hz]인 교류전압 4.5[kV]로 일정하게 인가하여 트래킹파괴에 이르는 시간을 측정했다.⁽³⁾

3. 결과 및 검토

3-1. 중량변화

표 3-1은 시편을 8시간 비등흡수시킨 시편의 중량변화를 나타내었다.

표 3-1. 비등흡수시 중량변화
Table 3-1. The variation of weight of boiling absorption

시편 시간	E		EM		KC	
	0	100	0	100	0	100
미흡수	46.64	62.63	46.24	62.59	45.99	64.48
흡수	46.87	73.38	46.42	62.97	46.13	64.80
흡수율	0.5[%]	1.2[%]	0.4[%]	0.6[%]	0.3[%]	0.5[%]

E계열 시편의 경우 충진재함량의 증가로 흡수율이 크게 변화하였다. 이는 모체수지와

충진재사이의 계면의 증가때문이라고 생각되어진다. 그러나 옥외용으로 상용화되고 있는 KC계열시편과 EM계열시편의 흡수변동율은 매우 낮은 값을 나타내는데, 이는 IPN 구조의 도입으로 EM계열에서 모체수지와 충진재사이의 계면의 접착성을 향상시켰다고 생각되어진다.

3-2. 내트래킹성

그림 3-1은 비등흡수로 인한 트래킹 파괴시간을 나타내었다. E계열의 경우 비등흡수열화로 인하여 내트래킹성이 현저하게 저하하는 것을 확인할 수 있으나, EM계열이나 KC계열의 경우 흡수열화에 대하여 매우 안정한 값을 나타낸다. 또한 충진재의 첨가시 EM계열이나 KC계열은 매우 높은 내트래킹성을 나타낸다. 이는 모체수지와 충진재사이의 계면결합력이 향상되었음을 나타낸다고 생각되어진다.

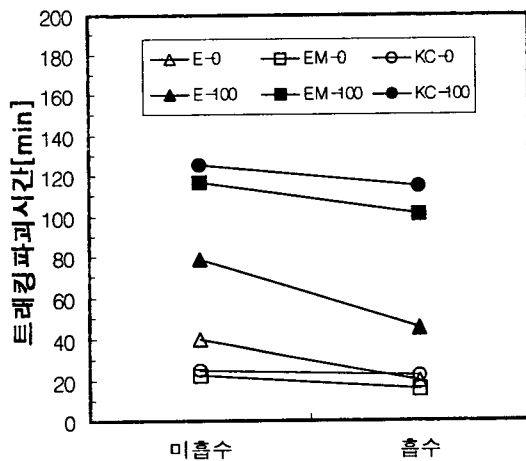


그림 3-1. 흡수열화에 따른 내트래킹성

Fig. 3-1. Tracking resistace due to moisture absorption aging condition

4. 결론

본 논문에서는 단일망목시편, 상호침입망목시편 및 상용화되고 있는 옥외용에폭시수

지를 이용하여 옥외흡수열화로 인한 내트래킹에 대하여 고찰하였다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 중량의 변화로부터 단일망목시편은 현저한 중량변화가 나타났다.
2. 충진재 첨가로 인하여 흡수열화변동율이 증가했다.
3. 흡수열화로 인하여 내트래킹성이 감소함을 확인할 수 있었다.
4. 상호침입망목시편 및 상용옥외용시편은 충진재 증가로 인하여 매우 높은 내트래킹성을 나타냄을 알 수 있었다.
5. 충진재를 첨가한 단일망목시편은 흡수열화에 대하여 내트래킹성이 급격히 저하함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- (1) Sri Sundar. et.al, "Polymer Insulating Materials and Insulators for High Voltage Outdoor Applications". Proc. of Conf. On Electrical Insulation of IEEE, pp.222~228, 1992
- (2) 吉村 昇外 2人, "紫外線が室外用高分子絶縁材料の耐トラッキング性に及ぼす影響", T.IEE Japan, Vol.117-A, No.3, pp.289~298., 1997.
- (3) "Annual Book of ASTM Standards", Sec.10, Vol.10.01, pp.501~510.1993.