

Epoxy樹脂 碍子 및 부싱의 技術現況

金 東 郁* · 權 赫 三**

(*金星電線 先任研究員, **主任研究員)

1. 序 論

에폭시樹脂는 우수한 電氣絶緣 性能 및 機械的 性能 때문에 오래전 부터 電氣絶緣 分野의 材料로서 널리 사용되어지고 있다. 에폭시樹脂 材料를 送配 電用 및 電氣器機用 絶緣部品에 응용하는 연구는 유럽, 일본을 중심으로 1950년대에 시작되어 1960년 이후 屋內用 애자류를 실용화하였다. 옥내용 에폭시 애자 및 부싱류의 商品化는 매우 급속히 進歩하여 70년대 중반에는 132kV級 回路에 적용하게 되었으며, 그 응용의 폭이 점차 확대되어 현재에는 極超 高壓 電力器機用 애자 및 부싱류에까지 거의 모든 分野에 適用되고 있다.

또한 屋外用 에폭시 絶緣物도 초기에는 材料의 耐 候性이 문제가 되어 그 實用化가 다소 지연되었으나, 屋外用 에폭시樹脂의 開發과 함께 많은 實用化 研究가 進행되었다. 現在에는 送配電 分野의 商品化가 활발하게 이루어져 69kV級 發變電所用 애자 및 부싱류로 商品化되고 있으며 應用 範圍가 擴大되고 있다.

이렇게 넓은 분야에서 磁氣製 애자, 부싱이 에폭시樹脂 애자 및 부싱으로 대체되고, 또한 많은 新製 品 分野에 에폭시樹脂 제품이 적용되고 있는 이유는 에폭시樹脂 絶緣物의 생산비용이 磁氣製 絶緣物에 비하여 상대적으로 낮아지고 있는 점과 함께 1) 耐Arc性 등의 電氣的 特性이 우수하고 2) 耐衝擊性 등의 기계적 강도도 우수하며 3) 輕量으로 高性能의

제품을 만들 수 있다는 기능적인 장점이 탁월하기 때문이다.

국내에서도 屋內用 에폭시 수지 애자 및 부싱류가 전력기기의 절연용으로 활발히 實用化되고 있으며 그 活用的 範圍가 增加하는 추세를 나타내고 있다. 屋外用 애자 및 부싱 分野에 있어서는 아직 商品化에 이르지 않고 있으나 일부 분야에서의 開發이 進行되고 있어 곧 實用化 단계에 이를 展望이다.

本稿에서는 에폭시樹脂 絶緣碍子 및 부싱에 관련된 제반 특성과 관련 재료기술의 이해를 위해 그 技術現況과 展望에 대하여 記述하고자 한다.

2. 磁氣制 碍子, 부싱과 Epoxy 樹脂 碍子, 부싱의 比較

자기제 애자 및 부싱류는 送配電 分野에서 전통적으로 가장 널리 사용되어 왔으며 많은 장점을 가진 絶緣材料이다. 그러나 衝擊強度가 낮아 깨어지기 쉬우며 상대적으로 荷重이 무겁고, 제조 공정상 形象 設計에 한계가 있기 때문에 최근에는 많은 분야에서 에폭시樹脂 등 高分子 材料를 應用한 成形品으로 대체되고 있는 실정이다.

표 1은 磁氣製 絶緣物과 에폭시樹脂 絶緣物의 1/2 반적인 材料特性을 比較한 것이다. 에폭시樹脂 재료는 機械的 特性이 표 1에서 알 수 있는 바와 같이 磁氣材料에 비하여 우수하며, 제조시 金屬部品을 埋

표 1 에폭시 수지와 자기의 재료특성 비교

	屈曲強度 [Kg/ mm ²]	引張強度 [Kg/ mm ²]	壓縮強度 [Kg/ mm ²]	衝擊強度 [Kg cm/ cm ²]	熱變形溫度 [°C]	絶緣破壞電壓 [kV/mm]	誘電正接 20°C 800Hz [×10 ²]	誘電率 20°C 800Hz
硬化한 에폭시樹脂 (실리카 충전)	16	7.5	20	10-12	120	40	16	3.5-4
磁器 DIN40685형 110	6-10	3-5	45-55	1.6-2.2	-	30-35	7-12	6

표 2 에폭시樹脂 碍子, 부싱과 磁器 碍子, 부싱의 比較

項 目	에폭시 樹脂 碍子, 부싱	磁器 碍子, 부싱	比較 內 容
電氣的 特性	◎	◎	耐電壓, 閃絡特性 등은 에폭시 碍子, 부싱과 磁器製 碍子, 부싱이 거의 비슷한 수준의 좋은 特性을 가짐
機械的 特性	◎	×	引張強度, 屈曲強度, 衝擊強度 등에서 에폭시 애자, 부싱이 優秀한 特性을 나타낸다. 단지 壓縮強度 면에서 磁器製가 우수한 特性을 가지나 實用上 큰 문제가 아님
耐아-크性	○	×	磁器製 碍子類는 地絡 아-크 발생시 갓이 破損되어 飛散하나, 에폭시樹脂 애자류는 表面이 다소 炭化되는 정도이고 파손되지는 않는다.
耐트래킹性	○	◎	에폭시수지 애자, 부싱은 樹脂 및 충전제의 선택에 따라 트래킹 特性이 다르다.
汚損 特性	◎	○	에폭시애자, 부싱은 污損을 除去할 수 있고, 갓의 形象을 자유롭게 변형할 수 있어 우수한 汚損特性을 갖는 製品化 可能
冷熱 特性	◎	◎	冷熱, 熱衝擊 特性은 큰 差異가 없다
耐候性	○	◎	에폭시애자, 부싱류의 屋外 使用 實績으로 耐候性的 安定화가 確因되고 있으며, 오히려 磁器 製品에서 나타나는 接着部의 劣化가 없다는 장점을 나타낸다.
值數 및 重量	◎	×	에폭시 수지 애자, 부싱류는 인서트, 도체 등을 埋入하여 제작하므로 機械的으로 안정하다. 따라서 小形化, 輕量化에 특히 우수한 장점을 갖는다.
製造 工程	◎	×	에폭시 애자, 부싱은 用途, 크기 및 形象에 따라 여러가지 製造 工程을 응용할 수 있도록 多樣한 技術이 開發되어 있음
價格	◎	◎	과거엔 數量 및 材料費 등의 문제로 자기제가 다소 유리하였으나, 에폭시애자, 부싱 및 기타 고분자 애자, 부싱류의 다양한 개발로 製品에 따라 優劣이 다르나 대체적으로 對等히 競爭되는 수준이다.

◎ : 優秀 ○ : 普通 × : 不良

입할 수 있고 成形性이 우수하여 부품의 小形化가 가능하다. 치수는 일반적으로 길이방향으로 20% 정도 줄일 수가 있으며, 각부분의 경은 30%가량으로 축소가 가능하며 重量이 磁氣製 碍子類에 비하여 1/4 수준으로 가벼워지는 長點을 갖는다. 또한 形象設計가 자유로와 각부분의 漏泄거리를 조절하여 耐汚損性能을 대폭 개선할 수가 있다. 磁氣製 碍子類의 경우 대전류의 아크 발생시 열에 의한 破壞가 일어나는데 비하여 에폭시수지 애자의 경우 내아크 성능이 우수하여 표면에 카본층이 생기는 정도이고 이를 제거한 후 正常的인 閃絡特性을 갖는 등의 長點이 있다.

표 2에는 磁器製 碍子, 부싱과 에폭시樹脂 碍子 및 부싱의 部品特性을 比較하여 정리하였다.

3. Epoxy樹脂 碍子 및 부싱의 製造技術

에폭시樹脂 絶緣物은 材料의 우수한 電氣, 機械的 특성과 함께 높은 成形性과 다양한 成形技術의 발전에 의하여 實用化가 가속되었다. 제조공정의 자동화 등을 통한 제조기술의 진보와 공정에 맞추어 개발된 새로운 樹脂材料에 의하여 생산성이 극대화되어 經濟性의 측면에서도 磁器製 部品과 경쟁할 수 있게 된 것이다. 이하에 에폭시애자 및 부싱류에 대한 代表的인 製造 방법을 간략히 소개한다.

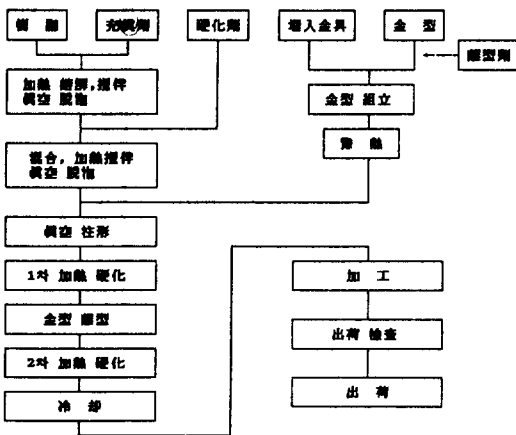


그림 1 에폭시 주형법의 제조과정

3.1 注形法

가장 전형적인 成形方法으로 널리 사용되고 있으며 製造의 기본순서는 그림1과 같다. 이 방법은 金型 내부에 金屬部品을 埋入하고 액상으로 녹인 樹脂를 부어 硬化하는 기본적인 개념의 공정이다. 이 방법은 1)比較的 간단한 구조의 金型을 使用하며 다종소량의 생산이 용이하고 2)大型의 복잡한 형상을 갖는 製品의 成形이 용이하며, 3)高品質, 高信賴性 제품을 製造할 수 있다는 長點을 가지고 있으나, 주형 후 硬化시간이 20시간 이상 40 시간정도로 매우 길므로 生産性이 낮아 經濟性이 가장 큰 문제가 된다.

그러나 超高壓케이블 接續材나 GIS등 전력기기용 절연물과 같이 高電界 하에 사용되어 매우 높은 信賴度를 요하는 제품 및 大型, 精密部品에는 필수적인 製造技術이다.

3.2 加壓 Gel化 注形法

이 방법은 통상 注形法의 생산성을 높여 경제성을 개선한 에폭시樹脂 부품의 成形技術로서 樹脂를 가압한다는 것을 제외하고는 통상의 주형 방법과 유사한 製造 순서를 갖는다. 이 방법은 대표적인 에폭시樹脂 메이커인 스위스의 CIBA GEIGY사가 개발한 것으로서 높은 反應性을 갖는 樹脂와 높은 金型溫度 및 加壓을 통하여 주형물을 단시간(2-45분)에 固化하여 제품을 얻을 수 있는 製造기술이다. 가압Gel화 注形法의 長點을 요약하면 1)製造시간이 짧아 經濟性 있는 大量生産이 가능하고 2)周圍 條件의 影響을 적게 받으며 이물 관리를 할 수 있으며 3)高品質의 信賴性 있는 製品의 製造가 가능하다는 것이다.

이 製造 기술은 生産性의 向上과 함께 상당히 높은 信賴性을 갖는 제품을 製造할 수 있어 현재 23 kV급의 각종 전력기기 絶緣 構造物 및 碍子, 부싱류의 生産에 이용되고 있다. 또한 設備의 自動化 및 工程技術에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있어 向後 應用範圍가 가장 크게 擴大될 것으로 展望된다.

3.3 에폭시樹脂 분말 成形技術

에폭시樹脂 粉末을 이용한 成形方法에는 壓縮成形法, Transfer 成形法, Injection 成形法 및 壓力을

가하지 않고 成形하는 용융법 등이 있다. 이중 電氣用 磚子 및 부싱류의 製造에는 주로 壓縮成形법 및 Transfer成形法이 사용된다. 이 방법은 B-stage화한 粉末材料를 가열, 가압하여 成形하는 방법으로 통상의 注形法과 비교하여 1)生産性이 매우 좋으며 價格이 低廉하다 2)設備費가 저렴하다는 장점을 갖지만 살두께가 두꺼운 제품의 성형에 취약하여 大型成形品の 생산에는 적용이 困難하다. 粉末 成形技術은 주로 수요가 많으며 저렴한 가격이 요구되는 3.3 kV, 6.6kV 급의 小形 屋內用 磚子類의 생산에 가장 적당한 방법으로 많이 사용되고 있다.

4. 屋外用 Epoxy 磚子 및 부싱

屋外用 에폭시 애자 및 부싱의 實用化는 에폭시 樹脂가 갖는 耐候性 問題 때문에 屋內用에 비하여 다소 뒤늦게 이루어졌다. 에폭시樹脂 절연물이 본격적으로 응용되기 시작한 것은 1960년대 초 環狀脂肪族 에폭시 樹脂(Cycloaliphatic Epoxy Resin)가 개

발되면서 부터이다. 환상지방족에폭시 樹脂는 이중 결합을 갖지 않고 안정한 환상의 분자구조를 갖는 材料로서 내자외선성과 내후성이 우수한 특성을 나타낸다.

4.1 環狀脂肪族 에폭시 樹脂

여기서 논하는 것은 범용화 되어있는 형태로서 사이클로헥산環의 二重結合을 酸化시켜 에폭시화 한 형태의 에폭시 樹脂이다. 合成은 부타디엔, 클로톤 알데히드 등을 원료로하여, 대응하는 dien化合物을 합성하고 過酢酸으로 酸化하는 과정을 거쳐 이루어진다. 實用化한 대표적인 環狀脂肪族 에폭시 樹脂를 표 3에 나타내었다.

未硬化 樹脂의 성질은 표 3과 같다. CY175를 제외하고는 저점도이어서 취급이 용이하고 충전제를 대량으로 충전하는 것이 가능하다.

環狀脂肪族 에폭시 樹脂는 일반적으로 범용의 Bisphenol A형 에폭시 樹脂와는 다른 反應性을 가지

표 3. 대표적인 환상지방족 에폭시 수지의 예

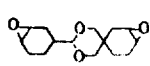
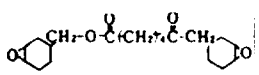
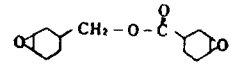
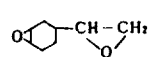
構造	에폭시 當量 gr/molepoxy	粘度 25°C cp	商 品 名	
			CIBA-GEIGY	U.C.C.
 Alicyclic diepoxy acetal	133-154	125,000-200,000	CY175	ERL4234
 Alicyclic diepoxy adipate	190-210	550-750	CY177	ERL4299
 Alicyclic diepoxy Carboxylate	131-143	350-450	CY179	ERL4221
 Vinyl cyclohexene dioxide	70-74	15	—	ERL420

표 4 환상지방족 수지 재료와 비스페놀A형 수지재료의 특성 비교예

試驗項目	關聯規格	單位	Cycloaliphatic樹脂 CY225 HY925 + filler	Bisphenol A形樹脂 Araldite B46 HT903 + filler
Tensile strength				
Max. tensile strength	ISO/R517	N/mm ²	70-80	80-100
elongation at break	ISO/R517	%	1-1.5	1-1.4
Compressive strength				
Max. compressive strength	ISO/R604	N/mm ²	140-150	180-200
compression	ISO/R604	%	6-7	
Flexural strength				
max. bending stress	ISO/R178	N/mm ²	110-130	130-150
Surface strain	ISO/R178	%	1.2-1.7	1.8
Impact strength	ISO/R179	kJ/m ²	7-10	14-19
Elastic modulus in tension	DIN53457	N/mm ²	10,200	14,000
Specific gravity			1.6-1.7	1.6-1.7
Electrical strength, 2mm plaque 20sec. value 23°C/50Hz	IEC243	kV/mm	18-20	23-25
Arc Resistance	ASTMD495	sec	182-186	186-192
Tracking Resistance	IEC112	V	500	400

는데 酸無水物과는 잘 반응하지만 아민류와의 반응은 잘 진행되지 않아 거의 모든 경우에 硬化劑로는 酸無水物이 이용된다. 대부분의 酸無水物과 硬化反應이 일어나며 促進劑의 경우도 3급 아민 등 일반적으로 酸無水物용의 促進劑로 사용되는 것은 대부분 사용이 가능하다.

일반적으로 環狀脂肪族 에폭시樹脂는 다음과 같은 特長을 갖는다.

- 1) 글리시딜(Glycidyl)형 에폭시樹脂와 같이 合成 中에 수산화나트륨을 사용하지 않으므로 이온성 불순물이 적다.
- 2) 二重結合을 갖지 않으므로 耐紫外線성과 耐候성이 우수하다.
- 3) 耐熱성이 우수하다.
- 4) 耐트래킹성과 耐아크성 등의 電氣的 특성이 우수하다.

반면에 反應熱이 크고 硬化物이 다소 약하다는 결점을 가지고 있어 충전제의 양의 적절한 선정, 反應성이 낮은 硬化劑 및 促進劑의 선택 등 硬化條件의 最適化를 통하여 응용하여야 한다. <표 4>에는 절연 물에 사용되고 있는 CIBA-GEIGY사의 대표적인 Bisphenol A형 에폭시樹脂와 Cycloaliphatic 에폭시樹脂의 특성을 비교하여 정리한 것이다.

5. 에폭시樹脂 碍子 및 부싱의 試驗法

애자 및 부싱은 電氣器機 등에 있어서 絶緣性能을 좌우하는 중요한 기능을 갖기 때문에 불량품이 실제 線路 및 器機에 포설되어 사용될 경우에 파급되는 피해는 매우 심각하다. 따라서 시험을 통하여 제품의 성능을 관정한다는 개념 이전에 製造工程의 安定化를 통해 製品性能의 確保 및 品質의 均一化가 이

루어져야 한다는 점을 먼저 강조하고자 한다.

에폭시樹脂 罫子 및 부상에 요구되는 품질을 평가하기 위한 試驗技術은 미국, 일본 및 유럽 등지에서 여러가지로 規格化되어 있고, 제품의 다양화에 따라 시험기술이 개발되고 있다. 이하에 에폭시樹脂 절연물의 部品 性能評價에 適用되는 일반적인 試驗法과 에폭시 애자, 부상류의 耐候性을 評價하는 試驗技術에 대하여 기술한다.

5.1 部品の一般試驗法

전력기기에 사용되는 에폭시樹脂 罫子 및 부상에 일반적으로 적용되는 시험항목은 표 5와 같다. 표에 나타난 여러가지 시험항목중 제품의 용도에 따라 해당되는 특성시험을 행한다.

外觀檢査는 樹脂애자 표면에 유해한 돌기나 흠, 龜裂 등의 缺陷이 없는가를 육안 혹은 손 등을 사용하여 확인하는 가장 基本的인 檢査 項目이다. 여기에서 檢出되지 않는 内部的 缺陷은 商用周耐電壓 혹은 部分放電 試驗과 같은 電氣的 試驗法을 사용하며, X-Ray, 초음파 탐상 등 非破壞 試驗技術을 적용하기도 한다. 차단기용 부상과 같이 사용중 壓力이 가해지는 부품에 대해서는 最大使用壓力 이상의 압력을 가하여 압력시험을 하게 된다. 密封形 단자 절연물, GIS, GIL용 Spacer 등 氣密構造가 요구되는 제품은 가스濃度測定法이나 Helium Leak

Detector 등을 이용하여 시험한다. 제품의 개발시에는 통상 일정한 시험項目 및 順序를 결정하여 形式 試驗을 행하여 사용자와 공급자 간에 제품의 성능을 확인하게 된다. 에폭시樹脂 애자 및 부상의 形式 試驗은 일반적으로 표 5와 같으며 주요 내용을 다음에 기술한다.

- 1) 部分放電 試驗: 부상에 요구되는 특성을 충분히 만족하는가를 검증하기 위하여 통상 내전압 시험을 실시한 이후에 실시하는 것이 일반적이다. 그러나 형식시험과 같이 동일한 시료에 대하여 여러가지 시험을 하는 경우에는 냉열시험 이후에 실시하며, 내하중시험 전후의 특성을 시험하여 실사용 중의 열적, 기계적 응력 이후의 성능에 이상이 없는 가를 확인한다. 시험은 별도로 규정된 전압을 인가하여 해당전압에서의 허용 전하량 레벨 이하가 되는가를 확인하는 것으로 수행한다.
- 2) 冷熱試驗: 에폭시수지 애자 및 애관에 열적 스트레스를 주어 매입금속부와의 접합 상태와 재료의 특성 변화 및 구조적 결함의 발생 유무를 조사하는 것이다. 열적 스트레스를 가한후 외관검사 및 전기적, 기계적 시험을 실시하여 성능을 확인한다. 통상 그림 2와 같은 온도 사이클을 제품에 3회 정도 가하여 시험을 실시한다. 그림에서 T1 및 T2는 제품의 사용 조건에 따라 최저주위온도 및 최고사용온도로 하고 t1, t2는 T1, T2에서의 온도유지 시간으로서 사용 수지의 종류, 배합비, 제품의 형상 치수 및 적용하는 기기의 사용 상태에 따라 정하여진다. 온도 T1, T2 간의 가열 및 냉각에 요하

표 5 에폭시 수지 애자 및 부상의 시험항목

試驗 順序에 따른 試驗 項目	罫子類			부상類		
	수주시험		형식	수주시험		형식
	전수	샘플	시험	전수	샘플	시험
1. 外觀 및 構造檢査	○		○	○		○
2. 冷熱試驗		○	○		○	○
3. 部分放電試驗				○	○	○
4. 耐荷重試驗		○	○		○	○
5. 短時間 電流試驗			○			○
6. 部分放電試驗					○	○
7. 交流 耐電壓試驗		○	○	○		○
8. 雷임펄스 耐電壓試驗			○	○		○
9. 耐 아-크性試驗			○			○
10. 破壞荷重試驗		○			○	○
11. 漏洩試驗					○	○
12. 長期課電試驗			○			○

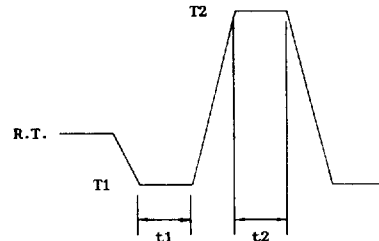


그림 2 온도 사이클

는 시간은 제품의 사용 조건을 감안하여 열적 충격이 일어나지 않는 범위 내에서 가능한 한 짧게 한다.

- 3) 단시간 전류 시험: 사고시의 온도상승 및 전자력에 의한 기계적 응력에 견디는 특성을 알아보기 위한 시험이다. 지지애자 혹은 부싱을 사용상태로 취부하여 놓고, 소정의 정격 전류를 통전하여 각부의 이상 발생을 확인하며, 전류는 통상 최초 주파에 있어서 정격치(실효치) 2.5배의 파고치로 한다.
- 4) 내 아-크성 시험: 아-크 발생용 휴즈를 지지애자 혹은 부싱의 표면에 장착하여 소정의 전류를 별도로 규정된 사이클 동안 연속 통전한다. 시험후 지지 애자 혹은 부싱의 표면을 닦아내고 건조한 후 상규 대지전압을 인가할 때 이에 견디는가르 확인한다.

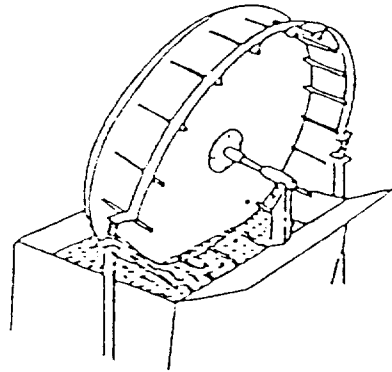


그림 3 Merry-go-round test equipment

-Merry-go-round testing: 그림 3과 같이 수직으로 15° 기울게 설치된 원형판에 시료를 축방향으로 설치하고 분당 3회 회전하도록 한다. 원형판이 회전하는 시간의 30% 동안 염수에 잠기도록 하며 50%의 시간동안 AC전압을 인가하여 절연파괴가 일어나는 시간을 측정한다. 염수 표면 위에 있는 동안에는 자외선을 조사하여 내외외선성이 평가되도록 한다.

-Weather-O-Meter test: 옥외용 애자의 材料가 일광 및 강우 등에 견디는 특성을 평가하는 방법이다. 시료와 450mm 거리에서 6kW의 고압 Xenon 램프로 표면에 자외선을 조사하면서 18분 동안은 탈이온수를 분무하고 102분 동안은 40°C 이상으로 예열하는 2시간 단위의 시험을 반복하면서 표면을 전자현미경 등으로 관찰하여 열화 유무를 조사하는 것이다.

단시간 시험은 材料 및 部品の 長期的인 特性을 대략적으로 豫測할 수 있는 근거를 제시하기는 하지만 실제 포설시의 壽命을 예측하기에는 어려운 점이 있다. 이는 실포설시 장소에 따라 劣化要因의 強度 및 汚染의 程度가 다르고 산업의 발달에 따라 열화 요인 및 그 강도가 변화하기 때문이다.

최근에는 제품개발 履歷이 길어짐에 따라 단시간 시험의 특성과 장시간 시험 결과의 비교 분석을 통하여 장기신뢰성을 평가하는 연구 및 컴퓨터를 이용한 專門家 시스템의 응용 범위 확대를 통하여 試驗 및 壽命 豫測 技術이 크게 진보되고 있다.

5.2 屋外用 碍子 및 부싱의 材料試驗

屋外用 樹脂 절연물에 있어서는 앞에 기술한 일반적인 시험 외에 材料의 耐候性 측면에서의 評價를 실시하게 된다. 시험은 屋外の 劣化條件을 모의한 가속시험으로서 실시되는 短時間 試驗法과 실포설 상태의 축소형 시험장을 설치하여 실시하는 長時間 試驗의 두가지 형태로 나눌 수 있다.

단시간 시험법에서는 사용시의 가장 큰 문제점인 紫外線에 의한 材料의 劣化, 熱的劣化 및 鹽分의 表面 固着에 의한 劣化를 주로 평가한다. 이와 같은 시험법은 屋外用 碍子 및 부싱이 상품화된 이래 여러가지 형태로 개발되었고 가장 일반화된 방법은 표 6과 같다. 이 중 代表的인 試驗法을 개략적으로 소개하면 다음과 같다.

표 6 옥외용 Epoxy수지의 단시간 시험법

試驗項目	關聯規格(資料)
- "Merry-go-round" testing	CIGRE WG 15-06
- Weather-O-Meter test	
- High Voltage Tracking Resistance	
- High voltage arc resistance, and	
- Diffusion breakdown strength	DIN 57441, pART1
- Salt-fog test for insulation testing	CIGRE WG 15-06
- Salt-fog test for insulator	DIN 57441, Part3 IEC 36(Secretariat) 65

6. 結 論

이상에서 에폭시 樹脂 磚子 및 부싱에 대하여 개략적으로 기술하였으나 실제의 응용제품은 너무 廣範圍하여 상세히 소개하지 못하였다.

産業의 發達과 함께 電力의 사용은 급격히 증가하고 있고 이에 수반하여 大電力, 高電壓化한 電力器機類와 이에 따르는 絶緣物의 고기능화가 필연적으로 요구되는 趨勢에 있어 에폭시 樹脂 磚子 및 부싱 등 樹脂 絶緣物 分野는 지속적인 발달이 기대되는 분야의 하나이다.

그러나 國內의 關聯技術의 適用 範圍나 水準은 선진국에 비하여 미진한 상태에 있어 전력분야의 企業을 포함한 이 分野 技術者들의 持續的인 研究開發이 요구되며, 樹脂材料의 國産化率 제고 및 품질의 고급화가 절실한 실정이다. 또한 絶緣物의 상품화에 있어서도 범용기술 제품의 적용이나 선진국 제품의 모방 단계를 벗어나 自體的인 設計 및 工程技術의 確立을 통하여 높은 附加價値 創出이 필요하며 이러한 研究開發의 活性化에 따라 電力用 에폭시樹脂絶緣 分野의 技術進화를 기대할 수 있으리라고

본다.

참 고 문 헌

- [1] “新エポキシ樹脂” 榎内 弘 1985, 昭晃堂
- [2] “エポキシ樹脂 핸드ブック” 新保正樹 編著, 日刊工業新聞社, 1987
- [3] “配電用 エポキシ樹脂 がいしの屋外暴露試験” 横井良秀 外, 電氣評論, 1979, 8
- [4] “Reliability of GIS EHV Epoxy Insulators” J.M. Braun et. al., IEEE PES T&D Conference, 1991
- [5] “Electrical Aging Tests on Epoxy Insulators in GIS” IEEE Trans. on EI, Vol. EI-24, 1989
- [6] “New Laboratory Results about Erosion Resistance of Epoxy Casting System and their Significance for the Out-door Weathering Resistance” D. Baumann et. al., 3rd Int'l Symposium on High Voltage Engineering, Milan, 1979
- [7] “Water Diffusion testing og Epoxy Insulators” P. Mahonen et. al., Nord-IS 1984



김동욱(金東郁)

1961년 12월 11일생.
1984년 한양대학교 전기공학과 졸업
1983년 금성전선(주) 입사.
1992년 한양대학교 대학원 전기공학

과 졸업

현재 금성전선 구미연구소 선임연구원



권혁삼(權赫三)

1962년 3월 17일생
1985년 인하대학교 전기공학과 졸업
1987년 인하대학교 대학원 전기공학
과 졸업

1987년 금성전선(주) 입사

현재 금성전선 연구소 주임연구원