

電氣材料의 國產化 現況과 展望

(重電機의 絶緣材料를 中心으로)

(4)

辛大承 韓國電氣研究所 電氣開發部長
姜英植 韓國電氣研究所 電力研究室長

바. Epoxy 樹脂

Epoxy樹脂는 1分子中에 Epoxy基를 2個以上 가지고 있는 化合物로써 單獨으로 電氣絶緣材 用途로는 전혀 使用되지 않고 반드시

Epoxy基와 反應하는 다른 物質(硬化劑 또는 觸媒)을 使用하여 分子間的 架橋를 하여 不融 不溶의 熱硬化性 高分子의 狀態로 實用된다. Epoxy樹脂硬化物은 熱的 機械的 電氣的 및 化學的 特性에 있어서 最高로 좋은 balance를

〈표-13〉 Epoxy 樹脂의 絶緣物으로써의 重要한 用途

Epoxy 樹脂	注型用材料	固型樹脂注型方式	碍子, 變成器等의 大型注型
		液狀樹脂注型方式	碍子, 變成器, Switchgear部品, coil, condenser 抵抗器等部品
		粉體(無壓型)方式	半導體, Diode
	成形用材料	compression成形	Case, 抵抗器, 그外他部品, 碍子等注型成形
		Transfer成形	IC, 半導體, Diode
		Injection成形	case, Terminal等
	含浸用材料	液狀無溶劑型	回轉機의 coil含浸
		溶劑型	回轉機의 coil含浸
		semi-cured方式	preg sheet, 回轉機의 coil含浸
		粉體方式	coil end用, 小型 coil含浸
	塗料	Taping塗料	Condenser, 低抗器等의 被覆
		粉體塗料	回轉機 slot絶緣, condenser等의 部品の 被覆
	積層材料	乾式方式	銅張積層板
		濕式方式	switchgear用部品, circuit Breaker, Tube等
	接着	液狀	셀bond用
粉體		部品關係	

취하는 有機材料로서 應用分野가 電氣 絶緣材 뿐만 아니라 塗裝材 및 Lining材 (防蝕이 主目的), 建設資材 (接合材), 工業用 接着材, 治工具, 安定劑, 纖維加工劑 등으로 널리 使用되며 電氣 絶緣材로는 이中 約20% 程度이다.

表13에는 Epoxy樹脂의 絶緣物로서의 重要한 用途를 表14에는 Epoxy樹脂의 種類 및 用途를 表15에는 主要 硬化劑의 特性을 表16에는 各種 充填劑의 性質들에 對한 詳細한 記述을 하고 있다.

〈표-14〉 Epoxy樹脂의 種類 및 用途

種 類	用 途
BisphenolA의 Diglycidylether型 Epoxy樹脂 (DGEBA)	絶緣材로 使用
臭素化 Bisphenol A의 Diglycidylether型 (epicote DX-245, 1045-A-80)	難燃性이 要求되는 用途 (難燃 Grade의 印刷配線板 및 粉末成型材에 使用)
phenol novolak型 Epoxy樹脂	耐熱性, 耐藥品性, 含耐濕性, 高反應性을 目的으로 使用
olsocresol novolak型 Epoxy樹脂	Transfer粉末成型材로 使用
脂環族 Epoxy樹脂	低粘度, 耐熱性, 耐候性, 耐 Tracking性 등이 特別 要求되는 用途 FRP製品, 回轉機 coil用絶緣 Varnish가主, 屋外碍子
Glycidylester型 Epoxy樹脂	耐候性, 耐Tracking性이 좋으므로 屋外用途

〈표-15〉 主要 硬化劑의 特性

名稱 및 略稱	外觀	比重20°C	粘度CPS	融點°C	分子量
Diethylene triamine (DTA)	淡黃色液體	0.9542	5.6(25°C) 2.0(60°C)	-39	103
Triethylenetetramine (TTA)	淡黃色液體	0.9818	19.4(25°C)	-35	146
Tetraethylenepentamine (TPA)	淡褐色液體	0.9980	51.9(25°C) 9.81(60°C)	-30	189
N-Aminoethylpiperazine (N-AEP)	透明液體	0.9837	—	-17.6	129
Isophorondiamine (IPD)	淡色液體	0.924	18.2(25°C)	10	170
polyamid樹脂 Amine價300	淡褐色	0.99	9000~11000	—	1000~4000
K-61-B	褐色透用 液體	0.97	500~ 750(25°C)	—	—
Diaminophenylmethane (DDM or MDA)	淡褐色分末	1.05	—	75~85	198
BF ₃ -C ₂ H ₅ NH ₂	白色 淡黃色結晶	1.38	—	86~89	113
Diaminodiphenylsulfone (DDS)	淡褐色分末	1.33	—	170	284
Hexahydrophthalic anhydride (HHPA)	Glass狀 固體	1.18 (40°C)	23 (60°C)	35~36	154

〈표-16〉 各種 充填材의 性質

充 填	比重	PH	粒子徑 (μ)	吸油量 (ml/100g)	熱傳導率 (cal/cm ² sec·°C·cm)	膨脹係數 (in/in °C × 10 ⁶)	耐熱溫度 (°C)
無水硅酸	2.1~2.4	4.0	0.01~0.04	200	0.0032	0.15~1.3	1,600 (融)
含水硅酸	1.95~2.2	4~9	0.01~0.05	130~180	—	—	—
炭酸 calcium(輕質)	2.53~2.59	9~9.2	1~5	42~45	—	—	—
炭酸 calcium(重質)	2.7	8.8~9.1	1~10	25~33	0.006	0.5~0.9	825(分)
Alumina	3.7~3.9	—	30~150	—	0.08	7.0	2,010(分)
Asbestos	2.42~2.57	10	1/8~ 1/2 in	—	—	—	—
炭酸 magnesium	2.8	—	100~325	—	—	—	350(分)
硅藻土	1.98~2.02	—	mesh	—	—	—	1,600 (融)
石英粉	2.6	—	20~300	—	0.0032	0.5	1,920 (融)
Hard Clay	2.4~2.6	4.8~5.5	0.5~2	37	—	—	—
Kaolin Clay	2.6	7.0	0.5~5	—	—	—	1,600 (融)
Chalk Clay	2.7	6.3	0.5~5	38	—	—	1,300 (融)
微粉 Talc	2.75	9.5	<2 μ 69% >5 μ 11%	31	0.15	7.1~9.2	1,480 (融)

사. 絶緣 Varnish

1) 用途에 의한 分類

絶緣 Varnish를 그 用途에 의해 分類하여 보면 表-17과 같다.

〈표-17〉 絶緣 Varnish의 用途에 의한 分類

分 類	用 途
coil含浸用 Varnish	Motor, Transformer의 coil에 含浸하여 硬化한, coil의 線間, 相間, 對地間의 絶緣의 強化(補助). 各種 絶緣物의 結着에 의한 機械的 電氣的 衝擊에 대한 保護, 水分 藥品에 對한 保護, 塵埃等의 保護用으로 使用.
끝손질用 Varnish	通常 coil含浸用 Varnish로 處理한 coil의 表面과 格外 機械表面에 塗布하여 coil및 機器의 化粧(外觀的 向上)과 coil含浸用 Varnish의 耐濕, 耐藥品, 機械的 保護目的의

分 類	用 途
	補助的 役割
Core用 Varnish	Core用 硅素鋼板에 塗布하여 鐵心의 過電流 防止가 主目的
布管用 Varnish	絶緣紙, cloth, sleeve等에 塗布하여 絶緣性, 機械的 強度를 높인 Varnish Paper, Varnish Cloth, Varnish sleeve等의 製造에 使用
Corona Shield用 Varnish	導電性, 半導電性 Varnish라고도 함. 高壓 coil의 表面에 塗布하여 coil 表面의 電位傾度를 緩和하여 Corona發生을 防止
電線用 Varnish	裸軟 鋼線에 塗布하고 加熱硬化하여 enamel線을 만드는데 使用

2) 組成的 分類와 特性

가) 溶劑系 Varnish

○天然樹脂系 Varnish ; 原料로 植物油, 動物樹脂等을 使用한 Varnish로 지금은 거의 合成樹脂系로 代替되고 있다.

○油性系 Varnish ; 乾性油, 半乾性油와 天然樹脂와 加熱反應시킨 것을 말하지만 耐熱性·速硬化性의 向上에 의해 現在는 天然樹脂 대신 油溶性 phenol이 使用되고 있다.

○Alkyd Varnish ; 酸과 Glycol 에 의해 polyester를 만들고 이것에 變性劑, 表面乾燥劑, 架橋劑를 添加하여 얻어진것. 이에 Melamine 變性 Alkyd 와 phenol 變性 Alkyd, Uretane變性 Alkyd가 있다.

○Epoxy Varnish ; Epoxy Varnish에는 2種類가 있는데 하나는 Epoxy樹脂와 架橋樹脂를 별도로 製造하여 놓고 하나로 混合한 二成分的인 Varnish이다. 다른 하나는 Epoxy樹脂를 化學적으로 다른 것과 原料를 反應시켜 Epoxy樹脂의 難點을 改良한 一成分的인 Varnish이다.

○Silicone Varnish ; H種以上の Varnish로 代表的인 것이고 Motor, Transformer에는 耐熱性이 있어 많이 使用되고 있다. 또한 coil含浸뿐만 아니라 布管, 注型材料, 끝마무리用 Varnish等 여러 部門에 利用되고 있다. 이 種類로는 silicone Varnish, Silicone Alkyd Varnish, 變性 Silicone Varnish 등이 있다.

○耐熱 Alkyd Varnish(imid變性) ; silicone의 缺點인 接着力 耐溶劑性 作業성을 없게한 Alkyd가 開發되어 利用하고 있다.

○100% phenol樹脂 Varnish ; choke coil 即 螢光燈의 安定器에 쓰고 있다. 다른 것에 비해 耐水, 耐藥品性, 速乾性이 뛰어나다.

나) 無溶劑系 Varnish

不飽和 polyester Varnish ; 含浸 Varnish로 小型機器를 中心으로 많이 利用되고 있는 Varnish이다.

○Epoxy 無溶劑 Varnish ; 小型電動工具, 電裝品關係에 使用되고 또한 汎用 Motor, 變壓器에는 特히 耐藥品, 接着力增強이 必要할 때에만 끝손질用 Varnish로 使用되고 있다. 大型機器 即 直流 Motor와 發電機 特히 高壓

coil에 이 Varnish를 使用한다.

○Polybutadiene Varnish ; 高壓coil, 高周波 coil에는 溫度變化에 대해 電氣特性變化가 적은 것이 必要한데 이 目的으로 Wax를 使用해 왔다. 그것을 熱硬性樹脂로 바꾼 것이 Polybutadiene樹脂이다.

○Silicone無溶劑 Varnish ; 含浸用뿐만 아니라 布管用, mold用으로 많이 使用되고 있다.

아. FRP

FRP란 Fiber Reinforced Plastics의 略字로 主로 補強材인 Glass類 纖維와 合成樹脂를 組合한 複合材料로서 그 一般의 特性이 輕量 高強度 및 耐蝕性이 強하며, 여러 가지 成形法에 따라 小型에서 大型에 이르기까지 製造可能하여 構造材 및 여러 가지 工業用 製品에 使用되었다. 電氣機器用 絶緣材料로서는 絶緣耐壓이 높고 高強度 및 耐Arc性이 높아 Pipe形狀 및 Rod形狀의 製品에 많이 使用되어 OCB의 消弧室絶緣筒, Power Fuse의 絶緣筒等이 適用되었다. 그 製造 方法에 따라 Filament Winding法(FW法)에 의한 Pipe形 및 Rod形의 製品과 Voidless FRP(板狀)으로 生産되고 있다. 材料의 構成面에서 보면 電氣用 無Alkali Glass Roving, 各種의 Cloth와 Epoxy樹脂 配合體組合이 主流이지만 天然纖維와 合成纖維 基材의 製品도 있다. 結着用 樹脂에 있어서도 不飽和 Polyester樹脂, Silicone, Polyimid樹脂等 여러 種類의 樹脂가 使用되고 있다.

表-18에는 Voidless FRP製品의 特性과 用途에 對해 나타내고 있다.

자. Mica製品

Mica는 複雜한 硅酸Aluminium系の 鑛物로써 含有하는 成分에 따라 많은 種類가 있다. 그中 工業적으로 利用되고 있는 것은 Kali 雲母(Muscovite)와 Magnesia 雲母(Phlogopite) 2種類이다. Mica는 電氣絶緣性과 耐熱性이 뛰어난 것으로 오래전부터 電氣絶緣物로 使用되어오고 있다. 다음 表-19는 Mica의 特性 및 用途에 대해 記述하고 있다.

〈丑-18〉 Voidless FRP 製品의 特性 및 用途

樹脂	基 材	特 性	用 途
Epoxy	Glass Cloth	耐熱性, 耐arc性, 耐Tracking性, 加工性良, 高强度	slot 螺기, coild spacer
Epoxy	Roving cloth	超高强度, 耐熱性, 電氣特性良	coil spacer, 絶緣板, coil 널림용, ring 絶緣
Epoxy	Asbesto	耐磨耗性, 加工性良	Spacer
Polyester	Roving cloth	高强度, 人字形, 電氣特性良	絶緣板, 變壓器, 部品

〈丑-19〉 Mica 의 特性 및 用途

種 類	特 性	用 途
Kali 雲母 Magnecia 雲母	電氣絶緣性, 耐熱性良, 耐Corona性 最高	形造用, 整流子片用, 形拔用, 電熱用, Flexible

灼熱減量(%)	4.5	<1
使用溫度(°C)	550	700
劈開性	極히良好	良好
耐藥品性	良好	조금劣
体積抵抗率(Ω cm, 20°C)	$10^{14} \sim 10^{18}$	$10^{13} \sim 10^{15}$
比誘電率	6~8	5~6
誘電力率(%) (0.1~1 KHz)	0.01~0.5	0.5~5
絶緣破壞强度(KV/mm) (0.05~0.1mm)	90~120	80~100

〈丑-20〉 各種 Mica 의 重要 特性值

特性 \ 種類	Muscovite (kali Mica)	Magnecia Mica
比重	2.7~3.1	2.8~3.0
硬度(moss)	2.8~3.2	2.5~2.7
分解溫度(°C)	750	750

表-20에는 Muscovite Mica와 Magnecia Mica의 重要한 特性을 比較하였다.

〈다음호에 계속〉

