

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)

(5)

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

자. 氣體絶緣材料

電氣機器의 高壓化 輕量化를 目的으로 氣體絶緣材料의 研究는 繼續되었으며 高壓絶緣에 使用되는 Gas에 要求하는 主要한 特性은 다음과 같다.

- 絶緣耐力이 클것
- 液化溫度가 낮을것
- 不燃性일것
- 毒性이 없을것
- 共存材料와 熱的, 化學的으로 安定할것
- 熱傳導率이 클것
- 價格이 싸것

表21에는 氣體絶緣材料로 使用되는 各種 Gas의 特性 및 用途에 對하여 나타내었다. 또한

表22에는 各種 Gas의 物理的·化學的 特性을 나타내었다.

카. 液體絶緣材料

液體絶緣材料는 天然鑛油와 合成油로 分類되고 그 構成에 따라 KSC-2301에 7種으로 區分하였다. 表23은 그 種類와 用途를 나타내었다.

液體絶緣材料는 그 用途에 따라 使用되는 機器에 適合한 特性이 要求된다. 表24는 使用製品別 要求特性 및 使用 目的에 對하여 記述하였다.

또한 表25에 KSC-2301에 주어진 液體絶緣油의 保認 特性을 記述하였다.

〈丑-21〉 各種 氣體絶緣材料의 特性 및 用途

種 類	特 性	用 途
空氣	絶緣破壞強度 3KV/mm	空氣 condenser, 空冷乾式變壓器, 空氣遮斷器, 碍子
水素(H ₂)	熱傳導率이 좋고 可燃性, 爆發危險性	turbo發電機等的 冷却 Gas
窒素(N ₂)	化學的 熱的으로 安定한 不活性의 中性 Gas	大型變壓器等に 封入하여 絶緣油 酸化나 濕氣의 浸入 防止
6弗化硫黃(SF ₆)	消弧性과 絶緣耐力이 高	高電壓機器의 絶緣 및 消弧媒體 變壓器, 遮斷器, Gas絶緣變電所

Freon12 (CCl ₂ F ₂)	化學的 熱的 安定, 電氣特性良	冷凍機의 冷媒
C ₃ F ₈	不燃性, 無毒, 化學的 熱的 安定 絶緣耐力은 窒素의 2.2倍	高溫에 使用하는 乾式變壓器의 絶緣
C ₄ F ₈	絶緣耐力은 窒素의 2.8倍 不燃性, 無毒, 化學的 安定	Cable變壓器 遮斷器의 絶緣 및 冷媒
C ₄ F ₁₀	絶緣耐力은 窒素의 2~8倍 Corona開始電壓은 空氣의 4~6倍	C ₄ F ₈ 用途에 窒素와 混合하여 使用
C ₂ F ₆	가장 安定된 化合物 絶緣耐力은 窒素의 2~5倍	電氣의 陰性度가 높은 Gas와 混合하여 普通의 條件에서 使用
C ₂ Cl ₃ F ₃ CF ₄ C ₂ Cl ₂ F ₄ C ₂ ClF ₅ Halogen化 炭水素化合物	化學的, 熱的으로 安定	冷凍機用 冷媒

〈丑-22〉 各種氣體絶緣材料의 特性 (760mmHg)

名 稱	分子量	密度g/l (0°C)	沸 點 °C	融 點 °C	相對絶緣 耐力 (N ₂ =1)	備 考
空氣	29	1,293	—	—	—	—
水素(H ₂)	2	0.0899	-252.8	-259.1	0.65	—
窒素(N ₂)	28	1.251	-95.8	-209.9	1	—
六弗化硫黃(SF ₆)	146	6.10(25°C)	-63.8	-50.8	2.3	—
CCl ₂ F ₂	121	5.575(-1.1°C)	-29.8	-158	2.4	Freon-12
C ₂ Cl ₃ F ₃	187	1621	47.6	-35	2.6	Freon-113
C ₂ Cl ₂ F ₄	171	1534(-1.1°C)	3.5	-94	2.8	Freon-114
C ₂ ClF ₅	155	6.616(23.8°C)	-38.7	-106	2.8	Freon-115
CF ₄	88	3.877(-1.1°C)	-128	-184	1~1.25	Freon-14
C ₂ F ₆	138	6.703(25°C)	78.2	-101	—	—
C ₃ F ₈	188	—	-36.7	-160	2.2	—
C ₄ F ₈	200	9.48	-6.0	-41.4	2.8	—
C ₄ F ₁₀	238	—	-2.0	-80.0	2.9	—

〈丑-23〉 液体絶緣材料의 種類와 用途

종 류	주 성 분	적 용(용 도)	
1종	광 유	주로 유입콘덴서, 유입케이플등에 사용되는 것	
		주로 유입변압기, 유입차단기등에 사용되는 것	
		주로 심히 추운곳 이외의 장소에서 사용되는 유입변압기, 유입차단기등에 사용되는 것	
		주로 고전압대용량 유입변압기에 사용되는 것	
2종	알 킬 벤 젠	분기쇄형으로 저점도의 것	주로 유입케이플유입콘덴서등에 사용되는 것
		분기쇄형으로 고점도의 것	
		직쇄형으로 저점도의 것	
		직쇄형으로 고점도의 것	

종 류	주 성 분	적 용(용 도)		
3종	1호	폴 리 부 덴	저점도의 것	주로 유입콘덴서등에 사용되는 것
	2호		중점도의 것	
	3호		고점도의 것	
4종	1호	알킬나프탈렌	저점도의 것	주로 유입콘덴서 등에 사용되는 것
	2호		고점도의 것	
5 종	알킬디페닐에탄	주로 유입콘덴서등에 사용되는 것		
6 종	실 리 콘 유	주로 유입변압기등에 사용되는 것		
7종	1호	광유, 알킬벤젠	주로 유입콘덴서, 유입케이ابل등에 사용되는 것	
	2호		주로 일반유입변압기, 유입차단기등에 사용되는 것	
	3호		주로 심히 추운 곳 이외의 장소에서 사용되는 유입변압기, 유입차단기등에 사용되는 것	
	4호		주로 고전압대용량 유입변압기에 사용되는 것	

주(1) 7종 절연유는 1종절연유와 2종절연유의 혼합유이고 혼합한 절연유 성분은 9(2)에 의해 표시한다. 혼합비율은 인수하는 당사자 간의 협정에 의한다.

〈표-24〉 各種 液体絶緣材料의 要求特性 및 目的

種 類	要 求 特 性	日 的
變壓器油	絶緣耐力-大, 粘度-低, 引火點-高, 凝固點-低 다른 構成材料를 侵蝕하지 않을것 電氣的, 化學的으로 安定할것 蒸發減量-小 水分, 纖維質 二外 雜物을 含有하지 않을것	變壓器에 넣어 coil 및 鐵心의 絶緣, 發生하는 熱을 對流에 의해 放散시키기 위해 使用
開閉器油	消弧作用-大, 引火點-高 化學的 安定으로 Arc에 의해 생기는 分解 Gas 및 炭素가少 最低使用 溫度에서 凝固하지 않을것 電極의 損耗 및 油의 分解에 의해 생기는 粒子를 빨리 沈降시킬것	開閉器에 넣어 電流遮斷에 의한 Arc를 消弧하고 Arc에 의해 加熱된 開閉器의 接點部分을 冷却하기 위해 使用
含浸 cable油	熱膨脹係數-小, 誘電正接-小, 絶緣耐力-大 加熱에 의해 電氣的 劣化가 일어나지 않을것 粘着性이 豊富할것. 熱傳導度-大 誘電率이 絶緣紙誘電率과 大差가 없을것 心線 및 絶緣紙를 侵蝕하는 物質 卽 無機酸 Alkali, 硫黃化合物을 含有하지 않을것 Corona放電에 의해 Gas 및 Wax를 生成하기 어려울것	送配電用 solid cable의 心線을 絶緣하기 위해 絶緣紙에 含浸하여 使用. 主로 silicone 油, polybuten
油入cable油 (OF cable油)	絶緣耐力-大, 誘電正接-小 使用溫度에서 比較的 粘度가 低 不純物 및 溶解 Gas를 完全히 除去하여 있는것 高電界에 의해 Gas가 發生하지 않을것	高電壓送電에 使用되고 있는 것으로써 心線의 中空部分 및 心線의 外則絶緣紙의 部分을 油가 自由로 流動하여 cable을 絶緣하는 同時에 電流에 의해 發生한 熱을 除去하는것
Condenser油	絶緣耐力-大, 誘電率-大, 誘電正接-小 溫度變化-小 硫黃化合物, 酸, Alkali와 같은 電極金屬을 侵蝕하는 物質을 含有하지 않을것	油入 condenser의 誘電媒體와 同時에 電極의 絶緣에 發生하는 熱을 放散하는 役割

(표-25) 液体 絶緣 材料의 特性 (KSC-230)

종류	주 성분	비중 (15/4°C)	동 점 도			유 동 점 °C	인화점°C		연소성 mm/S	증발량%		비분산 (25°C)	반 응	전신가 mg KOH/g	부 식 성 유 황	산화안정성 120°C 75시간 스렛저 %	결산가 mg KOH/g	모름값 gBz ₂ /100g	수 분 ppm	절연과 괴진압 KV (2.5 mm)	유 전 계 정 % (60Hz) 80°C	비율 진동 (60Hz) (80°C)	체적 저항률 Ω·cm (80°C)
			(40°C)	(75°C)	(100°C)		개 방 식	밀 폐 식		98°C 5시간	150°C 2시간												
1종	1호	0.91 이하	13 이하	6 이하	-27.5이하	140 이상	mm/S	0.4 이하	110이상	0.02 이하	비 부 식 성	0.4 이하	0.6 이하	230이하 340이하	40이상	0.1 이하	2.50±0.05	5×10 ¹³ 이상	-	30이상	-	5×10 ¹³ 이상	
	2호																						
	3호																						
	4호																						
2종	1호	-	10미만	4 이하	-45이하	150이상	-	0.4 이하	125이상	0.02 이하	비 부 식 성	-	-	40이상	0.1 이하	2.50±0.05	5×10 ¹³ 이상	-	40이상	-	5×10 ¹³ 이상		
	2호																						
	3호																						
	4호																						
3종	1호	-	300이하	-	-20이하	130이상	-	-	-	0.02 이하	비 부 식 성	-	-	30이상	0.05 이하	2.50±0.05	5×10 ¹³ 이상	-	30이상	-	5×10 ¹³ 이상		
	2호																						
	3호																						
4종	1호	-	8 이하	3미만	-40이하	140 이상	-	-	200이상	0.02 이하	비 부 식 성	-	-	40이상	0.05 이하	2.50±0.05	5×10 ¹³ 이상	-	40이상	-	5×10 ¹³ 이상		
	2호																						
5종	1호	-	36이상 42이하	-	-50이하	300 이상	-	1.5이하	180이상	0.02 이하	비 부 식 성	-	-	50이상	0.1 이하	2.55±0.05	5×10 ¹³ 이상	-	50이상	-	5×10 ¹³ 이상		
	2호																						
7종	1호	0.91 이하	13 이하	6 이하	-27.5이하	140 이상	-	0.4 이하	110이상	0.02 이하	비 부 식 성	0.4 이하	0.6 이하	230이하 340이하	40이상	0.1 이하	2.50±0.05	5×10 ¹³ 이상	-	40이상	-	5×10 ¹³ 이상	
	2호																						
	3호																						
	4호																						

주(2) 탱크차의 경우 (3) 드럼의 경우

6. 重電機器別 使用絶縁材料의 種類

本 調査를 爲하여 曉星重工業(株)를 비롯한 重電機 Maker 130餘 業體와 金湖石油化學(株)等 絶縁物 Maker 10餘業體에 設問書를 發送하였으며 曉星重工業, 現代重電機等 重電機 Maker 8 業體와 韓洋化學等 絶縁物 Maker 7 業體를 訪問調査하였다. 以下 6 章, 7 章; 8 章에 記述한 것은 回轉機器類는 曉星, 現代, 大宇等 5 個業體의 Data를, 變壓器類는 曉星, 現代, 新韓, 利川等 13 個 業體의 Data를, 電線類는 大韓, 金星, 聯合等 6 個 業體의 Data를, 遮斷器, 開閉器類는 新榮, 金星計電等 19 個 業體의 Data를 參酌하여 作成하였으며 이 Data들은 1984 年度를 基準으로 하였다. 여기서 電子業界와 家電業界에서 使用하고 있는 小型電動機와 小型變壓器는 本 調査에서 除外되었으므로 Varnish, 絶縁 paper 등은 國內總使用量보다 多少 差異가 있다는 것을 밝혀둔다.

가. 回轉機器類(發電機, 電動機等)

回轉機器類의 絶縁材料는 平角銅線에 Fiber, Glass, Polyester, Yarn 등을 입혀 Varnish 處理하고, shuttle coil을 묶는데 polyester Tape를 쓰고 pulled coil의 直線部 및 曲線部에는 生Mica Sheet, 集成 Mica Tape, polyester Tape, Glass Fiber Tape, Polyester Varnished Glass Tape 등을 쓴다. lead結線部分에는 Varnish Glass Tube를 쓰고 lead를 分離 固定시키기 위해 Micata plate를 使用한다. Coil End 部分에는 Epoxy Glass cloth, Slot cell에는 Amid系인 Nonex를 使用하고 Top Wedge로는 Epoxy Glass 積層板을 使用한다. 眞空含浸이 안되는 곳에는 Varnish가 含浸된 絶縁物인 Resin含有 集成 Mica sheet 와 Resin含有 集成 Mica Tape, Resin含有 Glass cloth Tape를 使用한다. 此外 卷線型 Rotor의 導體絶縁에는 polyester film을 主로 쓰고 小型電動機 slot cell에는 Nomex-Mylar-Nomex 등의 複合絶縁物을 많이 쓰고 小型電動機의 coil end 部分에는 polyester Yarn을 主로 쓰고 있다. 다음 表26은 回轉機器類에 있어서 國內에서 使用되고 있는 絶縁材料를 總括해서 나타내고 있다.

〈표-26〉 回轉機器에 使用되는 絶縁材의 種類

分 類	絶 縁 材 名		
纖維質材料	綿Tape Glass Fibre Tape tetron Tape polyester Tape	polyamide Tape Glass sleeve tetron sleeve Glass Cord	Fibre Glass Yarn polyester Yarn
布管絶縁材料	Varnished Glass Cloth Varnished polyester cloth Silicone Glass cloth and rubber silicone Glass Tape Varnished Glass Tape Varnished polyester tape		Varnished Glass Tube Varnished tetron Tube silicone Glass Tube Varnished paper
pregreg材料	semi-cured Epoxy Glass cloth polyester resin tape polyester tape(열수축성) polyglass banding tape		
絶縁 Varnish	finishing Varnish impregnation Varnish		
Film 및 Film加工 品 Film複合品	polyester film polyester film tape Mylar Glass		

分 類	絶 緣 材 名
	Mylar Dactron Nomex Mylar Nomex Kapton polyimid Film Mylar Paper 생 Mica Sheet Nomex
Epoxy 樹脂 및 Epoxy複合品	Epoxy bonding compound Epoxy樹脂 Epoxy Glass plate
Mica 및 Mica加工品	polyester Mica sheet silicone Mica plate 집성 Mylar Mica sheet Epoxy Mica plate Mica tape 집성 Mylar Mica tape 생 Mica sheet Mylar Glass Mica sheet

(다음호에 계속)

● 案 內 ●

제 5 회 에너지절약 기술세미나 개최

1. 일 시 : 1986. 6. 20 (금) 9 : 10 ~ 17 : 00
2. 장 소 : 전기협회강당 (서울 중구 수표동11-4)
3. 대 상 : 회원사 및 전국의 전력다소비업체 기술간부 (약 120명)
4. 과 목 및 시간

과 목	시간	강 사
○ 전력설비의 컴퓨터자동화로 전력절감	2	에이스 기술단 대표 윤갑구
○ 무정전 전원장치 및 정류기	1	이화전기(주) 기술영업부장 김종철
○ 고효율 전기기기 선택 및 운영 - D.C. 전동기 - 전격방지장치	1.5	동해중전기(주) 대표 박윤근
○ 전기사용합리화 개선사례 - 고효율전동기 설치 - 용접기에 전격방지장치 설치 - 피크타임서 부하조절	1	동일방직(주) 공무차장 이용래

5. 수 강 료 : 무료
6. 접수방법 : 신청서에 의하여 선착순 접수함
7. 접 수 처 : 대한전기협회 (100) 서울 중구 수표동11의 4 기술부