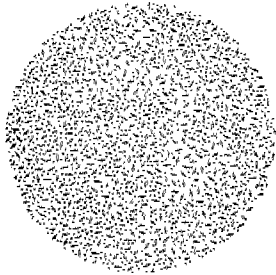


難燃・無公害 케이블

Flame-Retardant,
Non-Halogen Cable



李 鍾 國

金星電線(株) 製品設計室長

1. 序 論

石油化學 製品의 汎用化는 우리에게 큰 惠澤을 준 반면, 火災時 有害Gas의 發生으로 事故가 커지고 人命被害가 많은 災害로 될 可能性이 많다.

電線의 경우도 例外는 아니어서, 고무 Plastic 等의 絶緣材料가 主로 使用되고 있으나 이들 材料는 漏電, 短絡 또는 過負荷 等에 의해서 그 自体가 發火할 危險性이 있기 때문에 일찍부터 電線의 難燃化가 이루어져 왔다.

그러나 이들 材料는 PVC, Chloroprene Rubber 等 Halogen系 材料로서 燃燒時 염화수소(HCl)나 염소계 化合物 等의 有害 Gas를 發生시킨다. Halogen系 Gas는 人体에 해를 올 뿐만 아니라 配電盤의 金屬을 부식시키는 等 2次 災害를 일으킨다. 또한 火災時 發生한 濃은 煙氣로 인해 外部로의 通路가 차단되어 建物內에 있던 사람들이 窒息死하게 되고 視界가 나빠져서 消火活動도 어렵게 된다.

여기서 몇가지 火災의 例를 들어보면 1983年 8月 日本 나고야市 地下鐵 變電室에서 火災가 發生하였는데 불길의 電線Group의 被覆物質에 옮겨붙어 多量の 검은 煙氣 및 有害Gas가 發生하였다. 이로 인해 地下鐵內에 있던 乘客들이 일시에 大피하느라 大 혼잡이 야기되었으며 火災鎮壓 要員 2名이 死亡하였다.

또한 1984年 11月 東京市內의 세다가야 電話局內 地下 通信케이블 通路에서 일어난 火災로 21萬 回線의 電話가 不通 또는 通信障害를 일으키는 바람에 社會 各 分野에서 大혼란이 일어났다.

실제 地下洞道 케이블의 소실길이는 불과 164m 밖에 되지 않았으나 電話線 被覆 Plastic의 毒性 Gas와 煙氣로 인하여 1m를 消火하는데 무려 1時間이나 걸렸다고 한다.

그러기 때문에 最近에는 難燃性이면서 燃燒時 煙氣 有毒Gas의 發生量이 적은 低煙害 材料의 開發, 그래서 最終적으로는 Halogen系의 Gas가 전혀 發生하지 않는 材料의 開發이 要望되고 있다.

이러한 要求에 對應하여 여기서는 從來의 難燃케이블의 對替로서 새롭게 開發된 難燃・無公害 케이블에 대해서 紹介한다.

2. 難燃・無公害 케이블의

世界的 動向

難燃·無公害 케이블의 實用化는 Europe 各國을 中心으로 進行되어 埋設·地下鐵·船舶·原子力 發電所 등에서 採用되고 있으며 今後 需要는 계속 늘어날 것으로 豫想된다.

Italy에서는 1969年 Italy의 火力發電所에서 大火災가 發生하여 커다란 損害를 본 電力會社는 케이블의 難燃化를 指示하여 PVC外被의 難燃 케이블이 採用되기에 이르렀다. 또한 같은 時期에 Milano市 地下鐵에서 Tunnel內 케이블의 火災가 發生하여 煙氣에 쌓인 사람들이 恐怖로 事故를 일으키게 되어 케이블 메이커에서는 發煙量 및 有毒Gas의 發生을 억제한 難燃·無公害 케이블을 開發. 地下鐵 關係에서 採用하게 되었다.

英國에서는 London 地下鐵의 케이블 火災를 계기로 염화수소의 發生量을 5mg/gr 以下로 하는 規制가 採用되고 있다. 그리고 船舶用 電線에서도 포클랜드 분쟁에서 전투함 内部의 火災에 의하여 많은 人命을 잃은 經驗으로부터 完全한 難燃·無公害 케이블을 仕樣化하게 되었다.

西獨·France·Swiss 等도 같은 傾向에 있는데 Europe 各國이 共同 出資하고 있는 歐洲 共同 原子核研究所(CERN)에서 使用되는 케이블은 모두 無公害性 低發煙性으로 規制하고 있다.

西獨에 있어서도 地下鐵外에 原子力 發電所 에서 難燃·無公害 케이블이 採用되고 있다. 難燃·無公害 케이블의 規格化는 Europe 各國 가운데에서도 가장 앞서 있다. 예를 들면 600/1000V用 電力 케이블의 無公害性 規格은 VDE0206이 있고, 材料 特性은 VDE0207에 準據하는 것으로 規定되어 있으며 이들 規格은 草案으로 되어 있으나 實際 運用上의 基準으로 되어 있다.

美國에서는 1978 IEEE의 WG(Working Group)의 報告에 의하여 發煙性의 規制는 時期尚早라는 見解가 一般的이고 케이블의 無公害化는 Europe 諸國에 비해 늦어지고 있다. 그러나 地下鐵 車輛用, 屋內 配線用 等에서는 個別로 發煙性의 規制가 行해져 불소系 樹脂 等이 케이블 被覆材料로서 使用되고 있다.

日本에 있어서도 日本電線工業會 規格(JCS) 第 366號(1979年)의 수직Tray燃燒試驗(VOT)의 規格

에 의해서 電線 케이블의 高難燃化가 껴혀져 왔다. 이들 케이블의 使用 場所는 주로 發電所·工場 等 比較的 發煙性이나 有毒Gas의 發生이 問題로 되지 않는 場所에서 使用되어 왔다. 한편 世界的인 케이블의 無公害化 추세와 1984年의 세타가야 케이블 화재의 영향으로 各 方面에서 無公害 케이블 採用의 움직임이 있다. 예를 들면 首都高速度交通 運營團에서는 地下鐵 車輛用 電線에 採用하고 있고, 一般 用途로서는 文部省 高 Energy 物理 研究所의 트리스탄 計劃 가운데서 建設中인 主 Ring 内部 配線에 無公害 케이블을 採用하고 있다.

3. 難燃·無公害 케이블의 特性 및 試驗 方法

難燃·無公害 케이블은 從來 케이블의 對替 로서 使用될 것을 고려하여 從來 케이블이 갖고 있는 電氣的·物理的 特性을 만족시키면서 다음의 追加的인 特性이 要求된다.

- 1) 耐燃燒性의 改善
- 2) Smoke Opacity의 減少
- 3) 有毒性 Gas의 減少
- 4) 腐蝕性의 最少化

이런 目標을 滿足시키는 解決策으로 Base Resin 이나 加소제에서 Halogen 材料를 減少시키고 EVA(Ethylene-Vinyl-Acetate), Halogen Free로 된 Resin을 使用하고 많은 量의 不活性 충전제를 使用하여야 한다. 그러면 上記의 追加的인 特性에 對해 項目別로 試驗方法 및 特性 要求值에 對해 알아보기로 한다.

1) 難燃性 試驗(Flame Retardancy)

케이블의 燃燒時 불길의 번짐(Fire Propagation) 정도를 보는 것으로서 試驗은 IEC332-1의 VFT(Vertical Flame Test), IEC332-3 및 IEEE 383의 VTFT(Vertical Tray Flame Test)를 한다. 표 1에 그 試驗方法 및 要求條件을 나타냈다.

2) Fire Resistance Test(C.I.F.T)

화염속에서도 오래동안 케이블의 機能을 유지할 수 있는 정도를 보는 것으로서, IEC 331에 따라서 試驗하며 표 2에 나타냈다.

<표-1>

	IEC 322-1	IEC 322-3	IEEE 383	
시험조건	시험온도	980℃	70,000±1600BTU/hr	815℃ (절리 380mm)
	시험시간	60+W/25 (초) W: 시료의 중량	Category A: 40분 " B: " " C: 20분	20분
요구조건	1. 화염세거후 바로꺼질것 2. 상부까지 타지않을것	1. 버너의 불은 끈후 케이블을 딱고 까 달게 타거나 불꽃 영향을 입은 부분 의 케이블 앞뒤에 서 측정할 길이 버너의 밑바닥에서 2.5m 이하인 것	1. 사다리의 전폐높이 까지 불이 진도하 거나 타는 케이블 은 불합격 2. 버너의 불을 끈후 꺼지는 케이블은 합격	

<표-2>

		IEC 331
시험조건	시험온도	750℃
	시험시간	3시간
요구조건	1. 시험중 3A Fuse에 견디거나 규정전압 이상에서 견딜 것.	

3) 煙氣 發生 試驗(Smoke Opacity)

火災時 發生되는 煙氣로 인한 視界의 減少로 피난이나 消火 活動을 阻害하는 煙氣의 發生 정도를 보는 것으로서 ASTM E662, ASTM D2843에 따라 試驗한다.

4) Halogen Acid Gas Emission Test

火災時 發生하는 Halogen Acid Gas로 인한 機器의 腐蝕과 人體의 有害 정도를 測定하는 것으로 I-EC754-1에 따라 試驗하며 표3에 나타낸 바와 같다.

5) Toxic Gas Test

燃焼時 人體에 有害한 有毒性 Gas의 發生을 測定하기 위한 方法으로 NES-713, UTE C20-454, UITP-E6, E7 등이 있다.

표4에 UTE C-20-454의 試驗方法을 나타내었다.

또한 燃焼時에 發生하는 煙氣의 有害性을 判定하는 方法으로 日本 建設省 告示 第1231號에 規程된 Gas 有害性 試驗이 있다. 이 試驗은 靑쥐를 이용하여 그 行動을 관찰함으로써 보다 직접적으로 燃焼時 發生하는 Gas의 有害性을 파악하는 것이다. 試驗結

<표-3>

		IEC 754-1
1. 시험조건	0.5~1g의 시료를 800℃에서 20분 가열 연소	
2. 요구조건	Acid gas Emission(%) : 수요선 요구치	

<표-4>

	NES 713	UTE C20-454
1. 시험조건	전기 Heater로 1.5-2g의 시료를 30분 가열 연소	전기 Heater로 1g시료를 30분간 가열 연소
2. 요구조건	Toxicity Index: 수요선 요구치	*UITP-E7에서는 5 이하로 규제

果 一般케이블은 약 7分後에 靑쥐가 行動을 정지한데 비하여 難燃·無公害 케이블로 試驗한 結果15分이 경과한 후에도 이상이 없었음을 알 수 있었다.

6) 腐蝕性 試驗(Corrosion Test)

Halogen이 포함된 電線이 탈 때는 염화수소(HCL)가 發生한다. PVC電線에 있어서는 PVC 1kg當 약 250g의 HCl이 高腐蝕性 Gas의 형태로 생겨난다. 불길 부근에 있는 쉽게 腐蝕할 수 있는 物質들은 실제 불에 접촉되지 않더라도 상처를 입게 된다.

腐蝕性 Gas의 量을 測定하기 위한 方法으로는 ASTM D2671, VDE 0472 Part 813, UTE C20-453 및 JCS C53號에 規程되어 있다. 표5에 UTE C20-453과 VDE0472 Part 813의 方法을 나타내었다.

難燃·無公害 케이블의 경우 從來 PVC 케이블에 비해 金屬의 腐蝕性이 1/20~1/60로서 계전기동 金屬物質의 機能을 저하시키는 것을 防止하는데 有効한 것을 알 수 있다.

<표-5>

	UTE C20-453	VDE 0472-813
1. 시험조건	전기 Heater 55℃ - 2시간, 가열 연소	전기 Heater (750-800℃)로 30분가열 연소
2. 요구조건	$\frac{R_f - R_i}{R_i}$ (%) : 수요선 요구치 Ri: 시험전 Cu 저항값 Rf: 시험후 Cu 저항값	Acidity : PH > 3.5 Conductivity: 100us - cm이하

4. 難燃·無公害 케이블의 用途

難燃·無公害 케이블은 케이블의 難燃化·無公害化 추세에 따라 다음의 用途에 使用된다.

1) 一般 케이블의 對替

Building, Tunnel, 地下商街等에서는 케이블의 難燃性·低發煙性·無公害性 등의 特性이 要求되므로 從來에 使用되던 케이블의 對替用途로 使用된다.

2) 原子力用 케이블

原子力 發電所에서는 높은 安全性을 보증하기 위하여 設計基準 事故를 豫定한 規程이 정해져 있다. 重大事故인 火災와 冷却材 損失事故(LD, CA)에 遭遇해서 우수한 難燃性 및 耐環境性이 要求되고 있다.

3) 船舶用 케이블

1981年 改定 海上人命安全國際條約('81 SOLAS)에 의해서 케이블의 燃燒性이 規制되어 케이블의 高難燃化가 피해졌다.

또한 포클랜드 분쟁시 事故를 교훈으로 無公害化가 進行되고, 日本에서도 방위청 艦船에 使用하는 케이블에 대해서는 難燃·無公害 케이블을 使用하기 시작했다.

4) 車輛用 케이블

Europe 各國에서 地下鐵의 車輛用 電線을 中心으로 無公害, 難燃化가 進行되어 그 영향은 HongKong, Singapore 등에서 難燃無公害 케이블 仕樣으로 나타나고 있다.

5) 機器內 配線用 케이블

機器內 配線用 電線은 밀폐된 場所에 使用되는 特

殊電線이고 Coil 등의 發熱에 의해 内部溫度가 上昇하기 때문에 皮복재로 부터 金屬의 腐蝕性 物質이 發生하여 繼電氣 接點 등의 金屬部品을 腐蝕시켜 그 機能을 저하시키는 問題가 있어 無公害 케이블의 使用이 必要하다.

5. 結 論

難燃·無公害 케이블은 從來 케이블의 絶緣体나 취이즈体를 염소나 불소等 Halogen을 포함하지 않고 難燃化한 Non-Halogen 材料로 對替하여 構成한 케이블로서,

1) KSC3330에 따르는 制御用 케이블(CVV類) 등 從來 케이블의 電氣的·物理的 特性을 만족시키며 構造도 同一하여 對替使用이 可能하다. 또한 絶緣体的 耐熱溫度는 90℃로 架橋PE와 同一하므로 許容電流도 CV케이블과 同一하다.

2) 難燃性도 一般 難燃 케이블과 同等 以上으로 VTFT 試驗에 合格한다.

3) 燃燒時에 人体에 해로운 Halogen系 Gas를 發生치 않는다.

4) 熱劣化時에도 腐蝕性 Gas를 發生하지 않는다.

5) 燃燒時에 發生하는 煙氣量이 一般難燃 케이블에 比하여 훨씬 적다.

以上과 같은 特徵으로 火災時 燃燒防止 目的만이 아니고, 煙氣·腐蝕性 Gas Halogen系의 有害Gas에 의한 2次 피해를 防止하는데 有効하며, 火力·原子力 發電所나 대형 Plant·船舶·車輛·Tunnel內 配線事務所·Building內部 配線 等に 많이 使用될 것이다. *

