

建築物內 化工品の 防火對策

宋 石 圭

〈漢陽大學校 工科學 教授〉

I 序 言

人口의 都市集中化에 依한 建物의 高層化 및 密集化 地下街의 增加 및 構造物內에서의 可燃性 物質의 使用 增加等 都市構造의 急激한 變化和 生活環境의 變化는 火災要因을 增加시켰으며 또한 火災 一件當의 被害도 大型化 시켰다 最近 百貨店이나 Hotel 또는 旅館等の 火災는 많은 人命의 희생과 財産上의 被害를 주기 때문에 防火對策은 크나큰 社會問題로 顯되고 있다

先述圖에 있어서는 이미 纖維製品을 비롯하여 여러 가지의 可燃性 製品에 對하여 防火規制가 實施되고 있는 것이다 建物火災의 原因으로서 커튼, 장막 등의 室內裝飾物이 着火物이 되어 火焰을 傳播시키기 때문에 消防法에 있어서도 커튼類에 對하여 可燃性이 規制되고 있다

美國에 있어서는 可燃性 織物法이 改定된 以來各種 纖維製品의 可燃性에 關한 法的規制가 擴大되어 가고 있으며, 특히 幼兒用寢衣類는 50回の 洗濯後에도 防焰性이 維持될 수 있는 耐久性이 要求되고 있다 이와같이 各國에 있어서는 纖維製品의 可燃性이 크게 問題視되고 있으며 이에 따른 難燃性纖維나 加工方法의 研究開發이 큰 關心事가 되고 있다

各國마다 消費者 人命保護施策은 오늘날에는 世界的인 潮流가 되어 가고 있기 때문에 纖維製品이라 하여 例外일 수는 없으며, 모든 工產品은 消費者의 安全性

을 無視하고서는 그 存在가 許容되기 않는 方向으로 움직이고 있다

可燃性 材料와 關連하여 防火 火災에 對한 前記條件에 對하여 생각하여 본다면 다음 세가지 點에서 일거하여 볼 수 있다

첫째 建物自體 및 內裝材의 難燃化 및 不燃化 둘째 建物內에 散在하고 있는 着火源의 安全對策 셋째 建物內에 制限으로 搬入해 놓은 可燃性 製品을 中心으로 한 可燃性 物質의 難燃化

以上の 세가지 要件이 滿足스럽게 解決되지 않는 限 불의 災禍로부터 安스럽게 벗어나기는 어려운 것이다

可燃性 高分子材料에 關한 對策은 세제項에 關聯되는 것으로서, 高分子材料製品의 難燃化를 必要로 하는 경우엔 본다면 다음에 열거하는 場所에 使用되는 製品들이다

- ① 一時에 多數人이 被災되는 경우(극장 百貨店等과 같이 不特足 多數人이 모이는 場所)
- ② 地理的 空間적으로 사람의 行動이 抑制되는 경우(高層建物, 地下街等)
- ③ 緊急停止, 避難이 不可能한 경우(高速車, 船舶, 航空機)
- ④ 사람의 昏古에 依한 即刻의인 判斷 行動이 不可能한 경우(病者 兒童, 老人, 就寢時等)

1953年 美國은 可燃性 織物法을 制定하였으며 이것이 導火線이 되어서 世界的으로 纖維의 難燃規制가 널리 採擇되었으며 이에 따라서 難燃化 技術도 急速하게

發展하였는데 現在로서는 美國에서의 規制가 第一업격 관련 아니라 難燃化加工技術面에 있어서도 第一 앞서고 있다

오늘 이 자리에서 言及하고자하는 內容은 防火規制 內容, 纖維를 中心으로 하여, 燃焼性和 難燃化 技術方面에 대하여 소개 하고자 한다

II 纖維製品の 防火規制 背景

近年에 와서 纖維 프라스틱 등의 高分子材料는 衣料, 室内裝飾 建材, 電氣用品, 自動車, 船舶, 航空機等 우리生活 各分野에 걸쳐서 널리 利用되어 社會 産業의 發展에 크게 貢獻하고 있으나 이들 材料들이 燃焼性이크다는 點은 大災事故의 觀點에서 많은 關心을 일으키고 있다 燃焼性으로 인한 火災時의 被害는 序言에서도 言及한 바와 같이 漸次大型化되고 있기 때문에 有機高分子材料의 難燃化 問題는 漸次 關心이 높아져가고 있을 뿐 아니라 學界를 비롯하여 關係機關 및 業界 등에서 많은 研究가 행하여지고 있으며 防火化意識의 向上啓蒙 運動도 活潑하게 행하여지고 있는 實情이다 그러나 防火加工技術은 實際적으로 어렵고 一般消費者의 認識度도 낮을 뿐 아니라 關連産業界에 있어서도 附加價值 折算性 및 實際的 効用 등에 關하여 많은 疑問을 가지고 있는 實情이다

그러나 前述한 可燃性材料가 火災發生과 어떤 相關性을 가지고 있는지를 살펴본다면 規制의 必要性을 認定하지 않을 수 없는 것이다

最近의 火災統計에 依하면 防火可能한 着火物(예를 들면 커튼 衣類 合板, 종이 등)로부터의 出火件數는 全體火災件數의 30% 이상을 차지하고 있음을 볼때 그 比重이 아주 무겁다고 하지 않을 수 없다

1 建築物 火災의 特徵

最近의 建築物은 高層化 大規模化의 傾向일뿐 아니라 工業化學의 進歩에 따라서 建築物에 使用되고 있는 建築材料나 內裝材 및 其他物品은 合成高分子材料를 素材로 한 合成纖維 또는 프라스틱을 主體로 하는 工業製品인 可燃性物質이 多量 使用되고 있는데 이러한 可燃性物質에 일단 着火되면 急激하게 燃焼되며 또한 可燃物質의 熱分解에 依하여 많은 煙氣가 發生하여 階級

이나 通氣口를 통하여 建築物 全體에 擴散되기 때문에 이 煙氣로 因하여 初期避難이 困難할뿐 아니라 救助活動이나 消火作業이 一層 困難하게 되어 많은 犧牲者가 나오게 된다 또한 建築物 火災의 延燒는 內裝材物品으로 부터 벽天井의 內裝材料에 着火되고 煙氣의 擴散과 마찬가지로 階級 通氣口等を 통하여 上層으로 계속 번져가는 경향이 많다

따라서 火災로 부터 人命을 지키는 手段으로서의 出火原因이 되는 「火氣」의 取扱에 注意하여야 할뿐 아니라 建築物의 構造規制, 防火規制는 勿論 出火場所가 되는 居室이나 延燒回路가 되는 階段 廊下 部分의 內裝材物品을 難燃化하고 벽이나 天井等を 不燃化시켜야 하며 室内의 可燃性物品의 使用量을 輕減시켜 燃焼擴大를 阻止시켜야 한다

一般적으로 有機材料의 경우에 難燃處理하게 되면 炭化가 促進되거나 空氣와의 接觸이 遮斷되어 火災傳播을 늦추는 効果가 나타나는데 火災發生時에는 酸化燃焼에 依하여 火災가 傳播되기 때문에 發火初期에는 効果가 큰 것이다

家屋이나 빌딩의 構造는 密閉化되어 있어서 火災發生時에는 酸化燃焼에 依하여 傳播되거나 人員供給이 不充分하게 되면 過熱室에 依한 還元燃焼가 되어 有機物 難燃處理劑 등의 分解에 依한 可燃性 有害가스가 多量 發生하여 사람을 窒死시키게 되고 또한 이 過熱分解가스가 酸과 接觸하게 되면 爆發적으로 燃焼하는 過程을 반복하면서 燃焼되기 때문에 火災時의 安全性을 完全하게 期하기 爲해서는 不燃 無煙 無가스인 材料를 使用하는 見解가 없다고 하겠으나 이러한 材質은 없기 때문에 代替策으로 難燃性材料의 使用이 권장되어지며, 建築法, 消防法等에서도 內裝材料에 對한 規制를 加하는 背景을 알 수 있다

2 火災로 因한 人命의 被害

防火規制와 關하여 火災로 因한 被害內容을 몇가지 資料에서 살펴 보겠다 1971年度의 統計에 依하면, 美國에서 1년에 發生하는 火災件數는 270萬件으로 火災에 依한 死亡者數는 11,850名 負傷者數는 30萬名以上에 達하고 있다고 報告되고 있다 Department of Health, Education and Welfare의 1971年度 報告에 依하면 最近 年間 3,00名 以上이 衣類의 着火에 依하여 死

고하며, 15萬名以上이 衣類의 着火에 의하여 火傷을 입는다고 하는바 前記의 死亡者 11,850名에 對한 3,000名은 결코 적은 數라고는 볼 수 없다

日本の 消防白書에 依하면 1973年度의 日本에서의 火災件數는 73,072件으로 死亡者는 1,870名, 負傷者는 9,789名이라고 發表되고 있는데 死亡者는 建築物 火災에 依한 경우가 大部分을 占하고 있으며 建物火災에 있어 專用住宅火災에 의한 경우가 過半數以上을 占하고 있음을 볼 수 있다 또한 61歲以上の 高令者의 死亡率이 全體의 35%를 占하고 있음을 볼때 老人 또는 高令者의 火災로 부터의 救濟가 보다 必要하다고 하겠다

美國의 경우는 死亡者의 1/4이 10歲以下의 어린이라고 報告되고 있다 火災로 부터 희생율이 가장 높은 연령층으로는 10歲以下의 어린이와 60歲以上の 老人層을 統計資料에서 엿 볼 수 있다

火災의 原因을 보면 美國의 경우에는 담배불, 부엌에서의 火氣의 失火, 어린이들의 불장난 등이 大部分으로 나타나 있으며, 日本에 있어서도 火災原因의 83%가 火氣의 取扱不注意에 依하는데 그 가운데서도 담배불에 依한 경우가 15.4%, 부엌 아궁이에서의 失火가 11.3%, 어린이들의 불놀이가 10.3%라고 報告되어 있다

3 規制措置의 台頭

火災發生件數의 約 30% 以上이 커튼, 장막, 칸막이 材料 등이 着火物이 되거나 火災擴大의 媒體가 되고 있으며, 火災로 因한 人事事故의 大部分이 燒死以前에 煙氣나 發生가스에 依하여 窒死한다는 點에서 建築材 內裝材를 不燃材料 또는 難燃材料를 使用하여야 한다는 要望이 높아지고 있다

急速하게 發展하여가는 都市文明下에 있어서 生活樣式의 密閉化, 不特定多數의 過密化, 冷暖房 設備器具의 大型化, 內燃機關의 普及 등에 依하여 不意의 火災事故發生의 確率이 높아져가고 있기 때문에 文明先進國은 一般消費者의 安全保護의 目的으로 防火規制를 實施하게 되었으며 이에 따라서 建築材料 內裝材料를 비롯하여 包裝材料 運搬容器에 이르기 까지 防火立法化를 하게 되었다

또한 衣類分野에 있어서도 品質表示, 特殊服에 對한 法規制를 비롯하여 어린이 옷에 있어서도 一部 國家에서는 法的規制를 하게 이르렀다

消費者의 安全保護에 關한 以上과 같은 防火規制 指向은 「衣와 住」에 對하여 잘 타지 않게, 煙氣나 가스가 보다 적게, 더 나가서 타지 않아야 한다는 크나큰 社會的 要求에 依하여 이루어 졌다고 볼 수 있으며, 이러한 動向은 漸次 消費者의 關心이 높아지고 또한 消費者保護의 觀點에서 要求度가 높아진다면 規制對象과 內容은 더욱 擴大 엄격화 되어지리라 豫見되는 것이다

Ⅲ 各國의 防火規制內容과 動向

防火規制 內容은 國家마다 規制對象品目과 基準이 一定하지 않을뿐 아니라 採擇되고 있는 試驗方法도 서로 相異하다 防火規制에 있어서 制度面에서 볼때 美國이 第一 앞서있을뿐 아니라 엄격한 面에서도 앞서 있으며 處理技術이나 研究面에 있어서도 第一앞서 있는 實情이다 防火規制를 實施하고 있는 國家의 規制內容을 살펴보면 다음과 같다

1 美國

美國에 있어서 可燃性 織物에 對한 規制는 Flammable Fabric Act가 1953년에 制定되어 이에 의거하여 一般衣類品 織物物에 對하여 cs-191-53으로 可燃性 試驗基準이 制定되므로서 始作되었다 그後 1967年度에 適用範圍를 擴大하는 改正案이 提出되어 改正되었다 이 改正에 依하여 衣料品에 限定되었던 適用範圍는 室內裝飾品을 包含하여 衣料品이나 室內裝飾品의 關連材料에 까지 擴大되었고 어린이用 衣料, 특히 잠옷類에 對하여서도 基準이 엄격하게 設定되었다

1973年 7月부터 施行하고 있는 規制內容은 DOC-FF-3-71에 依하여 50回 洗濯後에 防火性を 試驗하게 되어 있으며 對象品도 0~6X까지 었던 것이 7X~14X까지 擴大되었다

現在 規制對象品으로서는 織物, 衣料, Interia, Carpet, Rug, Mattress, Childrens Sleep Wear, Blanket, 완구, 커튼 등으로 되어 있으며 其他 航空機, 船舶 自動車 등에 使用되는 內裝材料에 對하여서도 別途規程에 依하여 엄격하게 規制되고 있다

2 英國

英國에 있어서는 消費者 保護法이 1961년에 制定되

어 1664年 10월부터 13歲以下의 어린이 잠옷 및 老人 환자의 잠옷에 對하여 規制하고 있으며 規格으로는 BS 3121 및 BS 2963이 制定되어 있다 試驗은 洗濯을 11회한 다음에 垂直試驗하도록 되어 있으나 溶融纖維製品에 對하여서는 45度下側接炎法에 依하여 試驗하도록 規定하고 있다

3 카나다

캐나다에서는 1969年에 Hagandous Product Act가 制定되어 이에 依하여 規制되고 있는데 全纖維製品은 美國可燃性織物法의 一般 衣類와 同一하게 規制되어 實施하고 있다 그後 1971年에 어린이 잠옷 가운데 追加되었고 寢具에 使用되는 纖維製品도 包含되고 있다 試驗方法은 ASTM D 1230-61에 依하고 있으며 燃焼速度가 最少 7秒以下가 되어야 한다고 規定되어 있다

4 호주

호주에 있어서는 1972年에 自主적으로 難燃 Label을 表示하도록 되어 있으며 着火性 燃焼速度, 表面燃焼 및 melt性等を 表示하도록 되어 있다 호주는 英國의 어린이 잠옷 規制영향을 받아 英國規準을 準用하고 있다

5 불란서

1957年 12月 法令 第 9號에 依하여 火災에 關係되는 構造材料의 分類를 規定하였고 1963年 2月 法令第6361號로 電燈선 cable의 試驗方法을 規定하였으며 1965年 月 法令第23號로 建築關係를 規制하였는데 試驗方法

으로서는 알코올燄, 輻射熱法等을 採用하고 있다

6 스위스

美國의 例와 併行하여 極히 易燃材料를 使用한 衣料의 製造를 禁止하기 爲하여 1967年 1月 SNV Recommendation 98896이 制定되고 美國의 CS-191을 準用하여 一般衣料의 물에 對한 被害를 最低限으로 하고 있다

7 스웨덴

纖維製品에 關하여 性能表示를 實施하고 그 中에서도 可燃性 表示가 規制되고 있다 可燃性의 程度에 따라서 高, 中, 低의 區分 表示方法이 採用되고 있으며 試驗方法은 英國基準을 準用하고 있다

8 日本

日本에 있어서는 커텐, carpet等の 規制에 이어 여러 가지 規制方案이 檢討되고 있으나 아직까지는 衣料分野에 對하여서는 具體的인 法的規制가 되어 있지 않다 日本에 있어서는 建築法, 消防法, 家庭用品 品質表示法 其他 關係法令 및 規則에 依하여 規制가 實施되고 있다

以上에서 代表的인 몇 個國의 防火規制內容을 간단하게 살펴 보았다 各國마다 規制內容과 程度에 많은 差異點이 있음을 엿 볼 수 있는데 그 理由는 各國의 社會的 輿件과 消費者의 要求等에 依한 結果라고 見料되며 앞으로는 더욱 強化되는 方向으로 움직일 것이 豫測되는 것이다

이상의 규제내용을 總括하여 보면 표 3-1과 같다

表 3-1 各國의 纖維製品防火規制의 動向

國名	對 象 品	發 効 또 는 告 示	施行日	規 格	試 驗 方 法
미 국	일반의류	가연성지물법 (1963 1967개정)	1954	CS-191	45도 상측 接炎
	카펫 rug	시험기준의 고시 (1970)	1971 5	DOC FF-1-70 FF-2-70	수평법
	아동잠옷	시험기준의 고시 (171) 1973 7 28까지유예기간	1973 7 29	DOC FF 3-70	수직 3초接炎(50회洗濯)
	메트레스	시험기준의 고시 (1972)	1973 5 31	DOC FF 4-72	담배 法
	毛 布	검토 中			
	아동복	〃			
	紳士셔츠	〃			
	가구, 실내장식품	〃			
카텐	각주, 市法으로 규제			카리푸리아法, 보스톤法 수직接炎	

	자동차용품	FHA시험기준의 고시 (1971)	1972 9 1	MVSS 302	수경측면 15조접염	
	항공기용품	FAA시험기준의 고시 (1961)	1961 9	FSSR 453	수경 및 수직접염	
	선박용품	Coast guard (1969)				
	원구	업체독자 기준	1969 2 9	Mattel社法	수경측면 5조접염	
캐나다	일반의료 아동잠옷	위험물 취급法 (1970)	1970 3 1971 11		미국 CS 191과 동	
영국	아동 및 노인침의	소비자 보호법 (1961)	1964 10 1	BS 3121 BS 2963	수직 (洗濯11回) 및 45	
	항공기용품	시험기준발표 (1956)	1956	ARB	도하측접염	
오스트 라리아	아동잠옷	시험기준발표 (1969)	1969	SAA 1340	영국기준과 동	
스위스	일반의료	시험기준발표 (1964)	1964		미국 CS 191과 동	
스웨덴	일반의료	法規制			영국시험法으로	
불란서	建材用品	내무성 政令 (1957)	1959	법령 59191	燃院竈法 輻射熱法	
일본	차량용품	ORE 시험기준 (1968)		OREB 68 IPP 21E	수직하측접염	
일본	카 텐	소방법개정 (1968 6) 그후추가개정	1969 4 1	방염성능기준 (政令)	JISL 1091A法 D法 45도하측접염	
	카 페 트	동경도조형 (1972 6 15)	1972 7 1	동경소방정고시제12호	JIS L 1091 B法 45도법	
	벽 裝 材	건축기준법개정 (1971 1 1)	1971 8 25	건설성고시3415호	연발열량	
	선박(carfree)용품	선박국 통달 (1971 12)	1972 4 1		JIS L 1091 A法, B法, D法	
	차량용품	철도감독국통달 (1969 5)	1969 5	운수성 연소시험	45도하측 알콘 접염	
	항공기용품	항공국내공심사요령 (1969 3 7 개정)	1969 3 7	TCL-1003-69통달	미국 FSSR 453과 동	
	자동차용품	JIS 안 검토중				
	消費者	難燃表示	가정용품품질표시법 1972 8 24	1972 9 1		JISL 691A法, D法, B法,
	保護會	防火製品	섬유제품안전대책회의 (通産省)			방염제품이 인제에 미치는 영향
	議	防火劑	가정용품 안전문제조사회 (厚生省)			방염기공제의 약물 劇毒의 검토
	建材用品	연소시험 검토중 (건설성)			연소시의 연 gas의 독성검토	
	玩 具	시험기준검토 중 (plastic 검사협회)				

9 今後の 動向

海外の 狀況은 美國의 可燃性 織物法의 動向을 알아야 그 方向을 把握할 수 있는데, 그 理由는 美國이 可燃性織物에 關하여 關心이 第一 높을뿐 아니라 技術面에 있어서도 第一 앞서 있기 때문이다

現在 美國에 있어서는 漸次 規制對象品目を 擴大하기 爲한 檢討가 具體化되어 가고 있으며, 防火加工技術이 向上됨에 따라서 品目擴大는 明確한 事實이라고 豫測되는 것이다

從來의 諸般規制는 主로 炭化長이나 燃焼速度 분꽃의 規制에 重點이 두어졌으나 實際의 火災時에 있어서是有毒가스 煙氣等이 大量 發生하여 人事事故의 原因이 되기 때문에 今後의 規制方向은 이러한 問題點에 對한 規制로 轉換되어 가리라고 본다

따라서 이러한 點은 滿足시킬수 있는 新素材뿐만 아니라 新加工技術의 開發이 뒤따라야 하며 既히 開發된 難燃素材 가운데서 防火性 防煙性이 우수한 有毒가스가 적은 難燃素材를 使用하여 製品化하는 것이 必要하다고 하겠다

Ⅳ 難燃性의 要求度와 製品의 開發

纖維의 難燃化는 製品의 最終用途에 따라서 그 程度가 다르나 어느 程度의 難燃性이어야 그 製品이 火災時에 安全性이 保障되느냐 하는 基準은 明確히 設定하기가 不可能한 것이다

現在 各種規制의 內容에서 設定되고 있는 基準은 火災時에 安全性이 完全하게 保障되는 水準이 아니라 現在의 工業技術에 依하여 達成시킬수 있는 最高基準이 아닌가 생각되는 것이다 一般적으로 불에 纖維製品의 難燃性能의 要求度를 等級別分하여 使用하고자 하는 製品에 對하여서는 向後 그 難燃化 對策에 對하여 充分히 研究하여야 할 것이다

表 4-1 難燃성이 要求되는 纖維製品

用 途	對 象 物 品
衣 料 用	○ 特殊作業服 ○ 어린이 老人用服(잠옷포함)
室內裝飾用	○ 壁裝材 ○ 커튼類 ○ 의자 커버 ○ 카펫類 ○ 家具 및 玩具
寢 具 用	○ 이불 매트리스 ○ 毛布 시트 스프레드 ○ 시트 타올게트 ○ 各種 커버類
運輸機關用	○ 自動車, 車輛用品 ○ 航空機用品 ○ 船舶用品
資 材 用	○ 工事用 시트 텐트 ○ 其他(電線被覆)

몇가지 品目에 對하여 難燃化動向을 살펴보면 다음과 같다

1 어린이用 難燃性잠옷類의 開發條件

어린이用 잠옷類에 對한 防火性規制는 美國 英國을

비롯하여 캐나다 등의 先進國에서 規制되고 있으며, 다른 國家에서도 規制案이 檢討되고 있기 때문에 漸次擴大되리라 豫測되는데 그 가운데서도 美國의 規制內容이 第一 엄격한 것이다

DOC-FF-3-71의 基準에 合格한다고 하더라도 難燃性 잠옷類의 素材는 安全性面에서 보다 充分한 檢討가 앞서야 한다는 點이 지적되고 있는데 그 理由로서는 難燃處理가 後加工에 依하여 行하여지고 있으며 各種難燃劑를 使用하므로써 加工製品에 依한 피부상에 문제를 비롯하여 經口毒性等の 문제가 뒤 따르기 때문이다 이러한 問題는 特히 어린이들이 使用하는 衣類라는 面에서 더욱 重要性이 높아지고 있으며 安全性의 追求 및 認識을 爲한 留意가 要望되고 있다 여러가지 種類의 難燃性素材가 開發되고 있으며 이것에 使用한 藥劑가 오랜동안 皮膚에 接觸될 때에도 絶대 安全하냐하는 問題點에 對해서는 消費者立場에서 많은 疑問을 가지고 있는 것이다

理想의인 難燃衣料는 무엇이냐를 불에 素材條件으로 一般의으로 綿을 基礎로한 것으로서 과자마, 가운 등을 들수 있다 綿은 着用性面에서 불에 皮膚에 接觸되는 觸感이 좋고 吸濕性 耐汚穢性等の 機能性이 우수할 뿐 아니라 價格도 저렴하기 때문에 綿素材는 과자마를 비롯한 잠옷類에 있어서 使用量面에서 比重이 크며 難燃用 素材로서의 重要性이 認定되고 있다

現在 難燃加工法의 技術開發이 主로 纖維系 纖維 特히 綿纖維를 對象으로 하여 發展되고 있는 點도 이러한 理由에서 비롯되었다고 볼 수 있다

2 寢具類의 難燃化 動向

寢具類에 對하여서는 現在 法的으로 難燃性을 規制하고 있지는 않으나 難燃性基準을 設定하여 권장하고 있으며 基準合格品에 對하여서는 品質表示토록 하고있고 앞으로는 規制가 強化되리라 豫見되는 것이다

寢具類가 火災의 媒體가 되어 많은 斃死者를 내는 경우가 많으며 特히 高令者나 어린이들의 희생율이 많은데, 이는 身體가 不自由하거나 能力이 不足하여 불이 났을때 自力으로 消火할 수 없기 때문이다 따라서 人命安全의 觀點에서 老幼身體弱者를 收容하는 施設에 있어서는 積極的으로 難燃性寢具類의 使用을 권장하고 있는 것이다

寢具類는 커튼, 壁材, 카피트'와는 달리 直接 皮膚에 接觸되어야 하기 때문에 Sheet cover 等은 耐洗 濯性이 具備되어 있어야 하며 寢具로서는 保溫性 觸感 및 衛生的 持性 等의 機能은 充分하게 具備하여야 하고 부품성 彈性 回復性이 풍부한 솜이나 證진材를 使用하여야 한다

따라서 難燃性 寢具의 商品化에 있어서의 基本條件 으로서는

- ① 素材自體가 難燃일 것
- ② 皮膚 經口 毒性이 없을 것
- ③ 결감이나 안감에 使用하는 素材는 可及的 非熔融 性일 것
- ④ 煙氣나 '가스'의 發生이 적을 것
- ⑤ 寢具로서 觸感과 適合한 吸濕性을 具備하고 있을 것
- ⑥ 染色加工 等의 高次加工上에 問題點이 없을 것 等의 여러條件을 열거할 수 있으며 이러한 要求를 滿足시킬 수 있는 素材의 開發과 이의 活用에 依하여 難燃寢具의 開發 및 商品化가 이루어져야 한 것이다

寢具類 等의 防火性 試驗基準은 日本防火協會에서 檢討 作成한 寢具類의 防火性 試驗基準 이 代表的이라고 보며 完成品의 試驗方法으로서 담배불 挿入法은 採用하고 있다

담배불 挿入法은 美國에서는 '메트레스'의 試驗方法 으로서도 採用되고 있는데 이는 寢具의 引火는 잠자리 에서의 담배불이 큰 原因이 되기 때문이다 美國에서는 이 담배불法이 聯邦規格으로 採用되므로써 寢具類 에 대한 難燃化가 具體化되었고, 寢具類에는 특히 '메 트레스'에 "우레탄 포움"이 많이 使用되고 있는데 1975 年度까지 거의 難燃品으로 代替되었다

表 4-2는 美國에서는 "우레탄 포움"의 消費량을 比較한 것이다

3 "카피트"의 難燃化 動向

"카피트"에 對하여서는 美國에서는 DOC-FF-1-70 및 DOC-FF-2-70으로 規制가 實施되고 있으며 日本에 있 어서도 表 4-3과 같이 그 規制가 엄격과 되었다

이러한 規格에 合格하기 爲하여서는 어떤 적절한 方法에 依하여 加工을 하지 않으면 안되는데 이때 使用 하는 藥品은 人體에 有害한 것은 使用되지 못한다 美

表 4-2 難燃性 '우레탄 포움'의 消費量 (單位 1,000톤)

年度	1970	1972	1973	1975				
軟質포움	寢具 31, 家具 87, 敷物 12	寢具 2, 家具 1, 敷物 —	寢具 40, 家具 107, 敷物 —	寢具 2, 家具 125, 敷物 13	寢具 20, 家具 3, 敷物 —	寢具 26, 家具 72, 敷物 —	寢具 —, 家具 114, 敷物 18	寢具 55, 家具 49, 敷物 18
硬質포움	衣料用 27, 車輦用 81, 其他 14, 計 252	衣料用 2, 車輦用 4, 其他 —, 計 9	衣料用 16, 車輦用 83, 其他 15, 計 261	衣料用 2, 車輦用 48, 其他 1, 計 68	衣料用 16, 車輦用 —, 其他 16, 計 177	衣料用 2, 車輦用 140, 其他 1, 計 186	衣料用 22, 車輦用 —, 其他 20, 計 114	衣料用 5, 車輦用 170, 其他 3, 計 300
포움	器材用 24, 建築用 3, 工業用 —, 浮揚用 3, 車輛用 2, 其他 6, 計 38	器材用 1, 建築用 31, 工業用 5, 浮揚用 —, 車輛用 4, 其他 —, 計 56	器材用 27, 建築用 5, 工業用 —, 浮揚用 4, 車輛用 1, 其他 7, 計 44	器材用 2, 建築用 41, 工業用 —, 浮揚用 7, 車輛用 22, 其他 —, 計 72	器材用 30, 建築用 5, 工業用 —, 浮揚用 4, 車輛用 1, 其他 7, 計 47	器材用 2, 建築用 50, 工業用 8, 浮揚用 1, 車輛用 24, 其他 1, 計 86	器材用 35, 建築用 7, 工業用 —, 浮揚用 —, 車輛用 —, 其他 9, 計 51	器材用 4, 建築用 75, 工業用 10, 浮揚用 7, 車輛用 32, 其他 5, 計 133

國에 있어서는 APO 低化안지문等과 같은 防火劑는 使用이 禁止되고 있다

表 4-3 "카피트"의 難燃規制動向(日本)

對象品目	法令 및 規格	施行日	試驗方法
○ 一般 Carpet	家庭用品 品質 表示法(通産省)	1972 9 1	JIS-L 1091 B (45 메켄버너法)
○ 階段用 Carpet (特定建築物)	東京都火災豫防 條例	1972 7 1	JIS-L-1091 B 法
○ 航空機用 Capret	運輸省航空省客 査要領	1969 3 7	캐스버너接炎, 垂直 水平法
○ 카페리用 Carpet	運輸省船舶局長 通達	1973 7 10 改正	JIS-L-1091 B 法
○ 鐵道車輛 用 Carpet	運輸省鐵道監督 局通達	1969 5	運輸省法 (45 알 문)
〃	日本國有鐵道規 格	1968 12	JIS-Z-2150 (45 메켄버너) 運輸 省法 (45 알 문)
○ 自動車用 Carpet	自動車 메이커 規格	1972 9	MVSS 302에 準 據 水燃燃過度法

素材面에서 檢討하여 보면 '카피트'의 表面系 素材가 많은 경우에는 纖維自體의 自己消人性 때문에 合格이 되나 表面系 素材가 "나일론"等과 같이 熱熔融性 纖維로 構成되었을 경우에 pile系는 比較的 燃燒되기 어렵

우나 Tufted carpet 등의 경우와 같이 backing材를 Latex等으로 coating하게 되면 Latex가 燃炭되어 一般的으로 不合格이 되는 경우가 많다 따라서 水酸化 “알미늄 等を Latex에 넣어 難炭化하는 方法이 汎用되고 있다

Rayon이나 “아크릴” 등의 경우에는 pile自體가 타서 大部分의 경우 不合格이 된다

用倉別에 따라 檢討하여 보면 航空機用 “카피트”의 경우가 規制가 가장 엄격하며 그 基準을 보면 “카피트”를 垂直으로 把持하고 12秒間 “가스 버너”로 接火시킨 다음 10秒 以內에 自己消火되는 것을 合格으로 하고 있기 때문에 pile 素材로서는 羊毛나 難炭性 纖維만이 使用 可能하며 바닥도 麻나 羊毛等을 使用하여 難炭 backing을 하여야 한다

鐵道用 車輻carpet의 경우에는 羊毛를 使用한다 하더라도 難炭加工을 하여야 合格할 수 있다

自動車用 carpet에 있어서는 水平燃炭速度를 規制하고 있으며, 一部에서는 flashing (pile의 잔털에 着火되어 불꽃이 빨리 번지는 現象)도 規制하고 있기 때문에 rayon pile의 경우에는 防炭加工을 해서 flashing이 일어나지 않도록 하여야 한다

V “프라스틱” 製品의 難炭化에 關한 最近의 動向

1 “프라스틱” 工業의 現況

世界的으로 볼때 第2次 世界大戰以後 急速하게 發展한 石油化學工業에 의거하여 合成樹脂産業은 飛躍的으로 伸長 發展하였다 生産製品의 多樣化 用倉의 多樣化에 따라 需要도 폭발的으로 增大되어 “프라스틱” 文化를 이룩하였던 것이다

이와 같이 “프라스틱”의 需要가 增大된 데에는 各方面에 있어서의 天然資源의 供給難 一例를 들면 木材資源의 不足을 해결하고 生活 및 産業材料로서 有用하게 活用할 수 있기 때문이었다

“프라스틱”은 今後 建材 構造材를 指向하는 以上 諸般物性이 用倉에 合致하는 것이 必要하게 되었고 이에 따라 “프라스틱”의 難炭化는 必要條件이 되었다

電氣部品 自動車 船舶 航空機 등에 있어서도 ‘프

라스틱”의 使用量은 年年 增加되는 傾向이며, 自動車나 船舶에 있어 物體를 “프라스틱”으로 製作하는데까지 이르게 되었다

以上과 같이 “프라스틱”은 現在 機械類 建築材料, 包裝材料 家具材料 玩具材料, 其他 器具材料로서 多樣하게 使用되고 있으며 그 需要量도 增加되고 있을뿐 아니라 物性의 改善에도 많은 進展이 이루어지고 있다

2 難炭化에 關한 最近의 動向

“프라스틱”은 탁월한 物理的 化學的性質 때문에 前述한바와 같이 各分野에서 多量 使用되고 있으나 그 大部分이 主로 炭素와 水素로 이루어진 有機化合物이기 때문에 若干의 例外를 除外하고는 可燃性임을 피할 수 없다 이 점이 構造材料로서의 物性上的 缺點이 되어 大量消費를 喚氣시킬 수 있는 建築分野에의 “프라스틱”의 用倉擴大를 防害하는 큰 要因이 되고 있다

또한 防火에 關連된 法規制가 強化됨에 따라서 “프라스틱”도 難炭化를 하지 않을 수 없게 되었다

1970년대부터 ‘프라스틱’은 難炭材料로 移行하게 되었고 構造材料로서 그 消費量은 鐵鋼을 능가하게 되었다

이러한 方面에서 앞서 있는 美國의 狀況을 보면 難炭化를 要하는 “프라스틱”으로서 “폴리에틸렌” “폴리스틸렌” “염화비닐” 등이 建築 電氣 家具 等 分野에서 伸長되고 있다 한다

美國에 있어서 用倉別 要難炭化 樹脂를 보면 表 5-1과 같다

表 5-1 難炭化가 要求되는 ‘프라스틱’

用 倉	種 類	用 倉	種 類
器 具 機械類	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 폴리스틸렌 ◦ ABS 樹脂 ◦ 페놀 樹脂 ◦ 우레탄 포음 	包 裝 關 係	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 폴리에틸렌 ◦ 폴리스틸렌 ◦ 염화비닐樹脂 (軟質) ◦ 폴리프로필렌
			<ul style="list-style-type: none"> ◦ 염화비닐 (軟質) ◦ 페놀 樹脂 ◦ 폴리에틸렌 ◦ 폴리스틸렌
建 築 關 係	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 염화비닐 (軟質) ◦ 페놀 樹脂 ◦ 폴리에틸렌 ◦ 폴리스틸렌 	家具類	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 酢酸비닐樹脂 ◦ 우레탄 포음 ◦ 페놀 樹脂 ◦ 폴리스틸렌
		玩具類	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 폴리스틸렌 ◦ 폴리에틸렌

用倉別로 보면 航空宇宙, 電氣 輸送關係 分野에서

는 모든 材料가 難燃化되며 建築, 船舶, pipe, tank 類에서는 적어도 1/3~1/2 程度가 難燃化 될 것으로 推測하고 있다

以上과 같이 ‘프라스틱’ 分野에서 難燃化製品이 增加되고 있는 것은 法規制의 強化와 保險料率低減의 經濟的 理由때문이라고 평가되고 있다 法規制를 보면 航空關係는 FAA 自動車는 MVSS 電氣關係는 NEMA, UL 等이 施行되고 있다

3 “프라스틱”의 應用分野

1) 建築材料 및 內裝材

1968년에는 880,000ton/年の “프라스틱”이 建材市場에서 消費되었다고 하며 1978年度에는 6,800,000 ton/年이 消費되었을 것으로 豫想하고 있는데 이러한 量은 ‘프라스틱’의 用途로서는 最大의 市場이라 하겠다

“프라스틱”의 建築材料로서의 用途는 斷熱材 及 板 材 等의 什屬部品에서 부터 導入되었으나 앞으로는 一般住宅 中高層 “빌딩” 等에서 그 使用量이 더욱 많아질 것으로 보고 있다 合成樹脂成形物인 合成木材는 天然木材에는 그 性質이 미치지 못하고 있으나 性能 價格面에서 競合할 수 있게 開發이 된다면 木材에의 代替가 急速하게 이루어질 것으로 보고 있다

美國에 있어서 “프라스틱”의 建築市場에서의 用途를 보면 表 5-2와 같다

表 5-2 美國에서의 建材로서의 프라스틱의 用途

樹 脂	用 途	樹 脂	用 途
鹽 化 비 닐	파이프 接續 材料, 床材, 側壁, 固定照明, 壁材	아 크 릴 폴리에스테르 페	材料 固定照明 壁材 合板接着, 斷
폴 리 에 틸 렌	파이프, 蒸氣 障壁	스틸 렌 포 옥	斷熱材 接着
폴 리 스틸 렌	排水管 固定 照明	우 레 탄 포 옥	斷熱材
ABS	파이프 接續 材料	鹽化비닐포옥 尿芽-메라민	斷熱材 木材接着

“이태리”에서는 全“프라스틱”消費量의 23%가 建築 關係市場에 나가며 독일에서는 30%가 이에 나가고 全유럽 平均으로 보면 25% 即 56億“파운드”가 이 市

場에 나간다고 한다(1970年度)

鹽化“비닐”은 窓材料, 配管, 床材, 壁初고 쓰이며 強化“프라스틱”은 大部分이 유리強化 “폴리에스테르” 인데 約 2億“파운드”가 유럽에서 쓰였다고 본다(1970 年度)

發泡“프라스틱”은 約 10億平方 피이트가 全유럽에서 使用되고 있으며 大部分은 “폴리스틸렌” 쥘인데 이는 美國이 “폴리우레탄 쥘인 것과 대조적이다 유럽에 있어서 建築市場에서의 “폴리스틸렌” 使用量은 約 1億 9 000萬“파운드”가 된다고 推定하고 있다

2) 自動車 部品資材

自動車産業의 急速한 伸長과 1臺當 “프라스틱” 使用 量의 增加는 이 分野에서의 “프라스틱”의 使用을 增大 시키고 있다

1967年度 기준 美國에서의 乘用車 1臺當의 重合體 使用量은 150kg였다고 한다

自動車の “프라스틱”을 使用하는 것은 “프라스틱”의 物性과 特性을 利用함과 同時에 車體重量的 輕量化에 크게 공헌하고 있다

美國에 있어서의 自動車用 “프라스틱”의 使用量은 約 20億“파운드”(1975年 推定)로 보고 있으며 ABS와 強化“프라스틱”의 使用은 더욱 增大될 것으로 보고 있다

3) 電氣機器

電氣産業에 있어서 “프라스틱”의 利用은 電線의 被 覆을 비롯하여 IC回路 “푸린트”回路의 基板, 各種部 品の “케이싱”, “하우징”을 비롯하여 家具用途에 가까운 家庭用電子機器의 “캐비닛”에 이르기 까지 廣範하 게 使用되고 있다

美國에 있어서 電氣關係에 使用되고 있는 “폴리에틸 렌”의 70~75%가 通信用 電線에, 2%가 電力用電線에 使用되고 있다

鹽化“비닐”은 電線關係에 2億2,500萬“파운드”가 使用되는데 그중 半以上이 建築用電線에 使用되고 20%가 通信用으로 使用되고 있다 其他 自動車에 10%, 日用品에 10%, 司鏡“코오드”에 5%가 使用되고 있다

Bell電話는 高密度“폴리에틸렌”을 年間 9,000萬~1億 “파운드” 使用하고 있다

4) 船舶, 航空機 車輛

① 航空機

超音速機가 一般化되고 있는 現在, 航空機에 使用되는 “프라스틱”의 燃燒性이나 發煙性에 對하여 主要한 問題가 提起되고 있다

現在商業用 “제트”機는 “프라스틱”으로 重裝備되어 있는데 例를 들면 “아크릴”樹脂의 窓, ABS의 “서비스 코오드” “비닐” 壁 “파넬” 등이다 많은 航空機事故에서 이것들의 燃燒性이 問題가 되었으며, 美國의 Federal Aviation Administration (FAA)은 燃燒性規制案을 作成하였다

美國에 있어서의 強化 ‘프라스틱’의 航空機分野에서의 使用量은 4,500萬 “파운드”로 알려져 있다

② 船舶

船舶에서의 “프라스틱”의 使用은 大型船舶의 內裝材로 부터 小型船舶의 全構造까지 미치고 있다 特別히 小型船舶의 “프라스틱”化는 尙성하며, 유리強化 ‘폴리에스테르’나 其他 各種의 “프라스틱 포뮬”이 使用되고 있다

美國에 있어서 1970年度의 海洋用用途의 유리纖維의 使用量은 1億9,500萬 “파운드”에 達하며, ABS는 1,800萬 “파운드”가 使用되었다고 한다

5) 家具工業

美國에 있어서 家庭用 및 事務用에 使用된 “프라스틱”은 6億550萬 “파운드”에 達하였다고 본다 (1969年度) 또한 앞으로의 推定을 보면 1980年度에는 30億 “파운드”가 使用될 것으로 보고 있다

6) 其他

玩具에 있어서 ‘프라스틱’은 成熟期에 도달하였다고 보며, 今後 새로운 新素材의 使用이나 加工의 進歩가 이룩될 것으로 보고 있다 美國에 있어서 素材로는 “폴리에틸렌”과 “폴리스틸렌”이 大部分을 차지하고 있으며 玩具分野에서의 “프라스틱”의 使用量은 4億1,700萬 “파운드”에 達하고 있다 (1967年度)

VI 有機高分子 材料의 燃燒學動과 燃燒性

1 高分子의 燃燒過程

纖維의 燃燒性은 熱分解學動 燃燒에 依한 發熱性 收縮, 溶融性 등과 같은 纖維 固有의 性質을 비롯하여

重量, 組織, 密度 등과 같은 纖維 集合體의 狀態 또는 火源, 酸素의 供給狀態, 周圍의 溫度, 熱의 傳導性과 같은 外界 條件에 依하여 左右되기 때문에 各種 纖維의 燃燒機構를 밝혀 내고 燃燒性을 評價한다는 것은 그리 容易한 것은 아니다

纖維素系 纖維에 對하여서는 일찍 부터 研究가 始作되어 그 燃燒機構와 難燃化 理論이 明確하게 되었으며 最近에는 改良된 技術도 많이 갖아 볼 수 있으나 合成纖維나 “프라스틱”에 對하여서는 燃燒機構가 複雜하여 不明確한 點이 많을 뿐 아니라 難燃化의 理論的 根據도 결여되어 그리 進展되고 있지 못하다

高分子物質 特別히 纖維類는 容易하게 불이 붙는데 걸으므로 보기에는 固體가 그대로 燃燒하고 있는듯이 보이나 결코 그렇지는 않다 特別히 特殊한 경우를 除外하고는 一般적으로 모든 有機物質은 일단 氣體가 되고 이것이 空氣와 混合하여 爆發性(或은 燃燒性) 混合氣體가 되고 여기에 적당한 火源이 存在하거나 또는 混合氣體 그 自體가 發火溫度까지 加熱되므로서 비로서 燃燒하게 되는 것이다

氣體의 경우에는 混合條件만 갖으면 그대로 引火되지만 液體의 경우에는 燃燒前에 蒸發過程이 있어야 하며 固體인 경우에는 融解와 蒸發 또는 熱分解의 過程이 必로 必要한 것이다

纖維의 燃燒機構를 論함에 있어서는 固體의 燃燒機構 特別히 高分子物質의 燃燒機構를 살피어 보아야 할 것이다

高分子物質은 外部로 부터 熱(에너지)를 받으면 分解되어 生成된 「가스」가 空氣와 混合해서 爆發限界에 들어 갈 때 비로서 燃燒하게 된다 따라서 高分子物質의 燃燒은 氣相과 固相의 兩相이 共存하는 典型的인 不均一系의 燃燒로서 氣相만의 均一 燃燒에 比하여 훨씬 複雜한 樣相을 나타낸다

氣相에 있어서의 燃燒은 化學的인 現象이 重要하나 不均一系 燃燒에 있어서는 化學的 現象以外에도 物質의 形이나 配置, 空氣나 熱分解 生成物의 流動 및 擴散 또는 熱傳達等의 物理的인 要素도 主要한 役割을 하고 있다

燃燒의 形態를 보면 氣體의 경우에는 불꽃을 내는 것이 一般의이며 固體의 경우 木炭과 같은 表面燃燒를 하고 木材는 分解燃燒를 하며 液體의 경우에는 “알코

을"燈에서 볼 수 있는 바와 같이 蒸發燃燒를 하나 一般的으로 볼 때 有機高分子物質의 燃燒는 이들 現象 2 가지 以上이 同時に 일어난다고 볼 수 있다

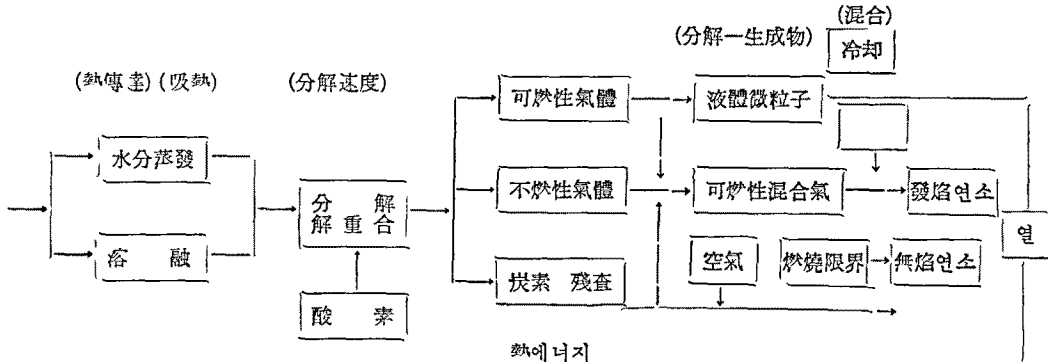


그림 6-1 高分子物質의 燃燒過程

2 高分子物質의 熱分解

高分子物質은 燃燒하기에 앞서 반드시 熱分解를 하며 또한 熱分解는 溫度에 密接한 關係가 있다

纖維素系 物質의 代表的인 木材에 關하여 보면 熱分解의 溫度依存性이 얼마나 複雜한가를 볼 수 있기 때문에 소개하겠다

第1領域(<200 C) 이 溫度에서는 不燃性가스가 發生한다 最初로 水蒸氣와 濃적정도의 二酸化炭素 蟻酸 酢酸 glyoxal 등이 나오며 吸着水의 脫水가 完了된다

第2領域(200~280°C) 이 溫度範圍에서도 第1領域에서와 마찬가지로 "가스"가 나오는데 水蒸氣와 一酸化炭素의 量은 될질 減少된다 生成物의 거의가 完全히 不燃性이다 이 過程에서의 反應은 吸熱이 많으며 一部는 一次發熱을 하나 發火는 하지 않는다

第3領域(280~500°C) 이 溫度에 達하면 發熱條件下에서 活發하게 熱分解가 일어나며 二次的으로 生成物間에서도 反應이 일어난다 主로 可燃性 生成物은 一酸化炭素 methane 水素, 酢酸, 蟻酸 aldehyde, hetone 등이며 煙粒子的 形으로 可燃性의 tan을 生成시킨다 따라서 "가스"에 引火되면 불꽃燃燒가 氣相에서 일어난다 그러나 만일 이때 發火되지 않으면 불꽃은 熱分解의 終了點 附近까지 일어나지 않을 것이나 炭化部의 灼熱(glow)이 일어난다

第4領域(>500 C) 主로 炭化物로 된 殘渣가 남는다 이것은 灼熱의 形으로 燃燒되어 消失된다 1000 C 以上이 되면 水素 및 一酸化炭素의 燃燒에 의하여 火災이 일어난다

以上에서 본 바와 같이 여러단계의 領域이 存在한다는 것은 Cellulose 物質의 燃燒 process의 複雜性을 입증하는 사실이라 하겠다 實際에 있어서는 여러가지의 溫度가 混存하고 있으며 또한 熱分解 生成物뿐 아니라 燃燒生成物도 生成되는데 이것을 圖示하여 보면 그림 6-2와 같다

合成 高分子物 即「프라스틱」이나 合成纖維에 있어서도 거의 비슷한 形態와 機構로 熱分解가 일어난다고 생각되고 있으며 溫度領域은 物質에 따라 cellulose系와는 다르다

合成 高分子物質이 cellulose系 物質과 다른 점은 加熱에 依하여 軟化 溶融한다는 점이며 이렇기 때문에 合成高分子物質을 室內에 使用한다는 것은 重油를 室內에 두는 것과 같다고 보는 意見도 있는 것이다

合成 高分子物質이 熱分解를 하게 되면 polyethylene과 같이 random하게 分解하는 것과 polymethyl methacrylate와 같이 解重합을 해서 元來의 monomer로 돌아가는 2가지 種類가 있다는 것은 잘 알려져 있는 事實이다

合成高分子物質은 構成分子 組成에 따라 差異가 있으나 一般的으로 加熱에 依하여 먼저 溶融 또는 半溶

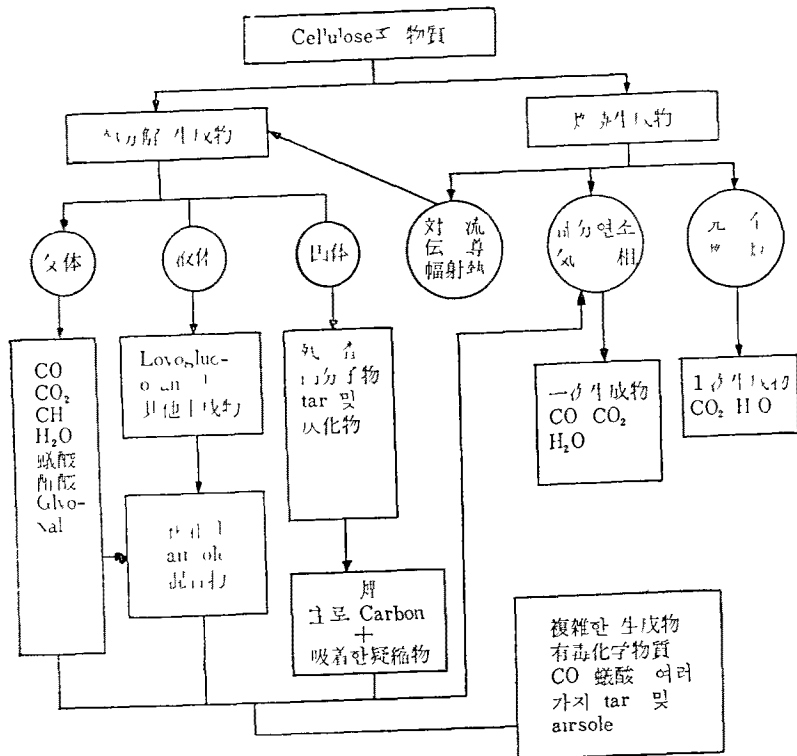


그림 6-2 Cellulose系物質의 熱分解 및 연소의 흐름

液 收縮된 다음 分解 가스 를 發生하고 이때의 可燃性 “가스”가 燃焼된다고 보나 아직까지로는 科學機構에 對한 理論의 根據는 不充分한 情形이다

合成高分子物質의 燃焼을 論하더라도 먼저 이 物質을 構成하고 있는 polymer分子의 運動에서 始作하여 最終的으로 이 物質을 構成하는 構造物 全體의 運動까지 考察할 必要가 있으며 또한 各段階에 있어서의 物理的 化學的 또는 熱的 變化를 추적하여야 하는바 이러한 事實의 內容을 考察함에 있어서는 「Luldo」氏의 考察이 理解하기 쉽기 때문에 그 內容의 一部를 소개하여 보겠다

同氏에 依하면 燃焼 및 火災傳播의 過程을 「micro」, 「macro」 및 「mass」의 단계로 可別되고 있으며 「macro scale」에서는 材料의 一定單位의 運動을 「mass scale」에서는 構造物 全體의 運動을 論하고 있는데 여기에서는 「mass scale」을 소개하겠다

mass scale의 燃焼過程

mass scale의 燃焼는 mass scale의 것이 大規模의 으로 또는 새롭게 複合된 型으로 일어난다고 보면 좋으며 이 경우 여러가지의 條件을 집과 같은 system으로 생각하면 좋을 것이다

① 第一段階 初期引火

火源이 必要하나 火源으로서는 煙草, 담배, 電氣 spark, 인접火災에 依한 引火 等を 열거할 수 있는데 이 段階에서 影響을 미치는 合成分子物質의 特性으로서는 分解溫度 分解運動, 引火性 表面의 露出度 物質의 存在量이 關係되고 있다

② 第二段階 火炎의 推進

初期引火에 依한 發熱은 이 system가운데 축적되어 system中の 材料의 溫度를 上昇시켜서 人災도 커진다 이 段階에서는 引火性 表面燃焼性 熱의 分布, 燃焼 表面露出度 物質의 存在量, 燃焼 “가스” 等이다

③ 第三段階 閃光 發火 (flash over)

system中の 可燃性 物質의 大部分이 거의 同時에 引

火溫度에 達하는 現象이다 이 段階에서는 可燃物은 거의 순간적으로 火災에 휩싸이게 된다 이 段階에서는 引火性, 表面燃焼性, 表面露出度 物質의 存在量 등이 影響을 미친다

④ 第4段階 火災

system中的 可燃物의 거의 全部가 燃焼한다 또한 그 影響은 system中的 全 材料에 미치며, 여기에서는 全 材料의 總熱量이 重要하다 이 때에는 物質의 存在量, 熱量 燃焼 가스 가 關係되고 있으며 表面燃焼性은 關係가 없다

⑤ 第5段階 延焼

system中的 全 可燃物의 燃焼熱에서 이 段階까지 오는데 要한 熱量을 賸 것이 인접 system의 初期 火源이 되는 것을 말한다 이 때에는 有機合成 高分子 物質의 耐火性 存在量, 熱量, 燃焼生成'가스'가 關係된다 以上の 說明은 前述한 Hilado氏의 論述을 引用한 것

인바 燃焼機構를 理解하는디 많은 參考가 되리라고 본다

合成高分子 物質의 熱分解의 原理은 보연 그림 6-3과 같다 여기에서 보연 微細構造 物質과는 相異한 點이 많이 있음을 알 수 있다

3 高分子의 發火

高分子 物質의 熱分解에 關하여서는 이미 살펴 보았다 熱分解의 다음 段階로 일어나는 것은 發火인데 發火에는 形式으로서 2가지 種類가 있다

그 하나는 火源이 있는 發火 또는 引火(piloted ignition)인데 이것은 高分子 物質의 表面근처에 火源을 놓고 加熱表面附近에 生成된 燻發限界內의 混合氣體에 引火시키는 것이고 또 하나의 形式은 燻發限界內의 混合氣體를 다른 火源의 도움없이 自發 燃焼시키는 것이다 이 兩者의 差異點은 前者의 경우는 加

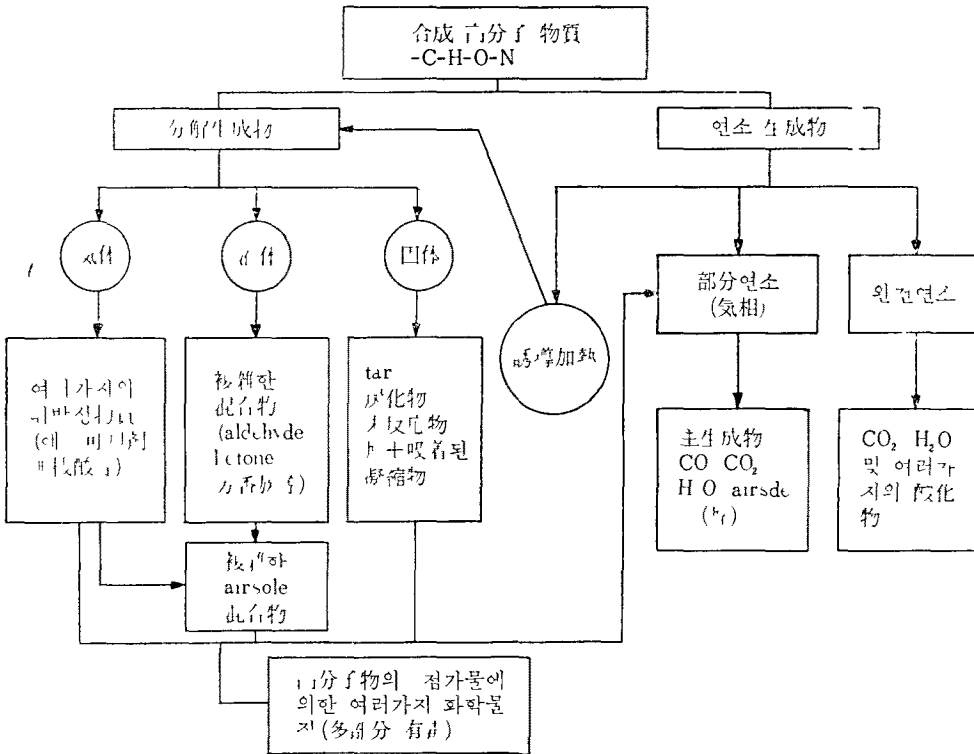


그림 6-3 合成高分子의 熱分解 및 연소의 흐름

킨 表面 근처에 爆發性 混合氣體를 만들어 주면 충분하나 後者의 경우에는 이 混合氣體를 發火溫度까지 昇溫시켜야 한다는 點이다

따라서 前者의 경우가 “에너지” 면에서 적은 것이다 發火에 영향을 미치는 因子는 크게 보면 外的인 것과 內的인 것이 있다

外的인 것은 氣相部分에, 內的인 것은 固相部分에 關係되고 있는데, 外的 因子로서는 高分子 物質의 熱源에 對한 露出面積, 露出의 均一性, 室內空氣의 露出 露出時間, 加熱速度, ‘가스’ 相의 組成과 空壓等을 열거할 수 있으며, 內的 因子로서는 高分子 物質의 表面의 熱吸收性, 昇溫溫度, 熱分解 特性, 熱收縮率, 比熱 密度 含水率, 두께, 均質性 等을 열거할 수 있다

合成 高分子의 發火에 關해서는 現象을 아주 單純化해서 研究하고 있으나 熱分解에 수반되는 吸熱 內部 生成 가스 의 對流, 炭化物의 斷熱效果等은 계입시켜 綜合的으로 檢討하여야 할 것이다

4 高分子의 火災 傳播

高分子 物質의 火災傳播는 發火에 의해서 生成된 火災으로 부터의 熱이 인접하는 未燃炭部分을 加熱시켜 發火시키는 過程을 반복하면서 일어나는 것이다

따라서 火災傳播는 自己의 化學反應에 의해서 發生하는 「에너지」에 의하여 일어난다는 點이 外部로 부터 自由로 「에너지」를 얻으므로써 일어나는 發火와 다르다

火災에 의하여 燃炭部分을 加熱시키는 形式으로서는 氣相과 固相을 통한 熱傳導와 氣相中の 對流 및 火災으로 부터의 輻射等을 들 수 있는데 이 가운데서 氣相의 熱傳導와 火災으로 부터의 輻射가 重要한 役割을 한다고 생각되고 있다

火災傳播速度는 火災溫度 固體의 分解溫度 및 露點 氣溫度 固體의 두께, 熱傳導 比熱 密度에 의하여 영향을 받는다

研究結果를 보면 水平火災 傳播速度는 試料가 얇을 경우에는 두께의 逆數와 溫度差의 一乘에 比例하며 두꺼울 경우에는 溫度差의 自乘에 比例한다고 한다

여러가지 研究結果를 綜合하여 보면 燃燒速度는 試料의 크기, 空氣의 壓力, 熱分解 生成物의 性質에 크

게 依存됨을 본 수 있으며 또한 燃燒速度는 化學反應이나 輻射效果보다는 주로 對流物 質의 移動에 의하여 크게 영향을 받음을 볼 수 있다

5 各種 材料의 熱的 特性

以上에서 有機高分子 物質의 燃燒機構에 關하여 簡略的인 면에서 살펴 보았다

여기에서는 各種 有機高分子 材料의 熱的 特性 및 燃燒性에 對하여 살펴 보고자 한다

各種材料의 燃燒學은 이미 살펴본 바와 같이 극히 複雜한 現象인 것이다

高分子 材料의 燃燒性은 材料의 構造條件, 高分子 物質의 組成, 含氣量 水分率 等이 燃燒性을 支配하는 因子이며 또한 加工條件도 크게 영향을 미친다

材料의 燃燒性을 評價할 때는 可燃性 易燃性 등으로 區分하고 있으며 이것들의 評價方法도 여러 가지 있으나 一般的으로 着火性(ease of ignition) 着火 過度(burning rate), 自己消火性 自己消火의 炭化 長 分解가스의 引人性, 燃燒을 지속하는데 必要한 最低 炭化 濃度 * 分解 舉功 引火溫度 및 時間 殘炭(after glow) 發火溫度 等은 測定하여 評價하고 있다

各種材料의 燃燒性을 比較하여 보면 表 6-1~6-7과 같다

表 6-1 燃燒性面에서 본 纖維의 分類

區 分	纖 維 種
不燃 纖維 (Fire-Proof fiber)	石棉 유리纖維 特殊金屬 纖維 等으로 代表되는 無機質 纖維
防焰 纖維(1) (flame-Proof fiber)	Phenol系(카이놀) 芳香族 Polyamide系(노멕스 코빅스) Polybenzimidazol系(PBI섬유) 弗素系(Teflon 纖維)
防焰 纖維(2) (flame Retardant) fiber	modacryl纖維 鹽化 vinyl纖維 Polocrol 纖維 鹽化 비나리덴系(羊毛)
可燃 纖維	Polyester Nylon 絹
易燃 纖維	木綿 Rayon acetate acrylic

表 6-2 各種 纖維의 燃燒特性

分類 品名	燃燒에 관한 一般特性			小火源의 경우				大火源의 경우						
	LOI 指數	自己消火性	加熱時 燃燒時의 形態變化	着火 速度	연소 速度	火焰의 크기	防火의 安定性	flash over 性	發煙 程度	火災의 크기	發生 熱量	毒性	연소 殘留物	防火의 安定性
天然 木 纖維	18.5	없음	軟化 溶融하지 않고 연소	아주 빠름	대	대	5	없음	小	대	小	小	白色 灰	3
天然 羊 毛	24.5	있음	軟化 溶融하면서 연소	빠름	中	대	3	있음	大	대	中	大	白色 灰	5
再生 纖維 Rayon	19.5	없음	木綿과 同一	아주 빠름	大	대	5	없음	小	中~大	小	大	白色 灰	3
合成 纖維 Nylon	22.5	없음	收縮 溶融하면서 연소	아주 빠름	中	中	4	있음	中	大	大	大	거의 없음	5
合成 纖維 polyester	22.0	〃	〃	〃	中	中	4	〃	中	中	大	大	거의 없음	4
合成 纖維 acryl	19.5	〃	〃	〃	大	大	5	〃	中	大	大	大	비상 大 狀物의 거음	5
合成 纖維 vinylon	19.5	〃	〃	〃	中	大	5	〃	中	中	大	中	거의 없음	4
防焰 難燃 纖維 modacryl	26.0	있음	收縮 溶融하면서 연소	늦다	中	中	2	〃	大	中	中	아주 小	塊 狀物의 거음	5
防焰 難燃 纖維 polycrol	28.0	〃	〃	〃	小	中	2	〃	中~大	大	中	아주 小	塊 狀物의 거음	12
防焰 難燃 纖維 Nomex	28.0	〃	vinylon과 同一	〃	小	小	2	(未)	中	中	(未)	(未)	塊 狀物의 거음	(未)
防焰 難燃 纖維 鹽化비닐 纖維	37.0	〃	modacryl과 同一	거의 없음	0	0	1	있음	小	中	小	小~中	塊 狀物의 거음	2
防焰 難燃 纖維 Kynol	34.0	〃	原形을 保持하면서 炭火	炭화된 部分 着火하지 않음	0	0	1	없음	거의 없음	거의 없음	小	極小	색 유	1
防焰 難燃 纖維 glass fiber	不燃	不燃	溶融만 함	거의 없음	0	0	1	〃	없음	없음	없음	一	一	1
防焰 加工 木 綿 各種 布	〃	있음	原形을 保持하면서 炭火	거의 없음	0	0	1	없음	大	大	小	中	炭화 物의 거음	3
防焰 加工 木 綿 各種 布 Nylon	〃	있음	收縮 溶融하면서 연소	〃	0	0	1	있음	大	大	中	아주 小	炭화 物의 거음	5

表 6-3 各種 纖維의 燃燒性

纖維	融點 (C)	열분해 開始溫度 (C)	600°C 加熱後 炭殘留物 (%)	分解 炭 引火點 (C)	LOI (%)
木 綿	—	341	2.0	361	18.0
Rayon	—	313	0.4	327	19.0
acetate	255	336	3.0	363	17.0
acryl	—	312	58.5	331	18.5
polyester	265	410	3.8	448	23.5
Nylon 6	215	416	1.5	459	22.0
絹	—	287	9.0	622	23.0
羊 毛	—	243	12.8	7650	24.0
modacryl	—	265	34.5	7650	27~29
polycrol	—	234	0.3	7650	28~33
열과 비닐	180~200	287	6.0	7650	37~40
열과 비닐	200~210	244	4.5	7650	42~50
防焰 加工 木 綿 各種 布	—	310	11.0	7650	30~35
유리 섬유	850-1150	—	799.0	—	100

表 6-4 各種 高分子材料의 引火 發火點

材 料	引火點 (C)	發火點 (C)
polyethylene	341	349
polytetrafluoroethylene	—	530
polyvinylchloride	391	454
polyvinylchloride-vinylacetate	320~340	435~557
polyvinylidene chloride	532	532
poly stylore	345~360	488~496
styrene acrylonitrile 共重合體	366	454
styrene-메타크릴酸에틸 共重合體	329	485
polymethyl methacrylate	280~300	450~462
硝酸 cellulose	141	141
酢酸 cellulose	305	475
ethyl cellulose	291	296
phenol수지 (유리 섬유 laminate)	520~540	571~580
melamine수지 ()	475~500	623~645
polyester ()	346~399	483~488
polyurethane (polyether 硬質 form)	310	416
silicon (유리 섬유 laminate)	490~527	550~564

表 6-5 各種 材料의 限界酸素濃度

材 料	nO ₂ /(no ₂ +nN ₂) × 100
polyethylene	17.4~17.5
polyethylene (50% Al ₂ O ₃ 充填)	19.6
polyethylene (60% Al ₂ O ₃ 3H ₂ O 充填)	30.2
polypropylene	17.4
polypropylene (ashertos 充填)	20.5
難燃 polypropylene	28.2
鹽素化 polyethylene	21.1
polytetrafluoroethylene	95
polyvinylchloride	45~49
polyvinylalcohol	22.5
poly 弗化 vinyl	22.6
polyvinylidene chloride (saran)	60
poly 弗化 vinylidene	43.7
polysytlene	18.1
polymethylmedacrylate	17.3
acetal homo polymer	15.0
acetal 共重合體	14.8~14.9
poly carbonate	26~28
poly phenylene oxide	28~29
鹽素化 poly ether	23.2
polyethylene oxide	15.0
epoxy (普通品)	19.8
epoxy (50% Al ₂ O ₃ 充填)	25.0
epoxy (60% Al ₂ O ₃ 3H ₂ O 充填)	40.8
cotton	18~18.5
Rayon	19~19.5
vinylon	19.5
acetate	18
polyester	20~22
nylon	22~22.5
acrylic	18~19.5
wool	24.5~25
dynel	27
polycral	28
nomex	28
kynol	34
Rhovyl	37
modacryl	27

表 6-6 各種 Polymer의 表面燃燒性(水平)

polymer	燃燒速度 (in/min)
polyethylene	0.3~1.2
poly prropy lone	0.7~1.6
poly buthy lone	1.1
poly tetra fluoro ethy lone	不燃性
弗素化 ethy lone propy lone	〃
poly chlor trifluoro ethy lone	〃
鹽素化 poly ethy lone	自己消火性
poly vinylch loride	〃
poly vinylidene chloride	〃
polystyrene	0.5~2.5
stylone acrylonitrile 共重合體	0.4~1.6
ABS	1.0~2.0
poly methyl methacry late	0.6~1.6
硝酸 cellulose	速燃
酢酸 cellulose	0.5~2.0
ethyl cellulose	1.1
acetal	0.5~1.1
poly carbonate	自己消火性
poly phenylene oxide	〃
poly sulfone	〃
鹽素化 polyether	〃
silicon	〃

VII 有機高分子材料의 難燃化

1 不燃燒의 要件

物質이 燃燒할 때는 그림 7-1에서 볼 수 있는 바와 같이 分解와 燃燒의 두 가지 化學變化가 熱의 feedback에 의하여 繼續된다 따라서 燃燒이 어렵게 되는 條件으로서는 Q₁이 可及的 커야하고, Q₂가 可及的 적 으며 T₁ 및 T₂가 可及的 높고 熱과 物質의 交換이 일 어나는 面積이 적어야 한다 또한 polymer 사슴의 主 體가 芳香族 또는 異節環狀系로서 水素原子가 적을 때 에는 炭化가 일어나기 쉬우며, 또한 發火後에 燃燒을 持續하는데 必要로 하는 最小酸素量도 主要한 要素가 된다

物質을 타지않도록 하는 方法은 여러 가지가 있다 即 燃燒條件을 파괴시키므로서 不燃化시키는데 이러한

表 6-7 各種 材料의 發煙性(NBS法)

材 料	두께 (in)	比光學密度 最 高 值		透視不能 時 間(分)	
		發炎	無炎	發炎	無炎
合板(船 舶 用)	0 25	62	285	5 4	2 7
合板(屋 外 用)	◇	112	287	4 7	4 6
合板(屋 內 用)	◇	96	350	5 3	3 4
polyethylene	◇	150	470	4 0	5 5
polypropylene 毛布	0 18	110	456	1 7	2 3
鹽素化 polyeth lene form	1 0	32	22	0 8	5 3
poly tetrafluoroethy lone	0 25	55	0	11 0	NR
polyvinylchloride	0 125	525	272	0 5	2 1
◇	0 25	535	470	0 6	2 1
◇	0 25	660	300	0 8	3 9
◇(充補材入)	0 25	530	490	0 5	1 6
vinyl布	0 026	198	261	0 3	1 4
modacryl布	0 024	79	54	0 5	0 5
polystyrene	0 25	660	372	1 3	7 3
◇	0 25	470	345	1 2	4 0
polysty lone form (難燃)	0 25	260	10	0 9	NR
ABS	0 046	660	71	0 6	4 8
a cryl resin	0 219	107	156	2 6	9 2
acryl resin(難燃)	0 25	480	380	1 8	3 8
poly acrylon itrile 毛布	0 3	159	319	0 6	1 5
nylon 毛布	0 3	269	320	1 8	2 8
poly carbonate	0 125	174	12	2 1	NR
phenoni Resin form	1 0	5	14	NR	NR
polyester(유리強化)	0 156	395	350	1 2	4 9
polyester(유리強化 難燃)	0 156	618	361	0 9	2 7
polyurethane(軟質 form)	0 5	20	156	0 5	0 5
polyurethane(硬質 form 難燃)	1 0	430	117	—	—
天夕 고무 form	0 75	660	236	0 1	0 9
羊 毛 生 地	0 024	16	60	7 3	1 2
羊 毛 毛 布	0 3	178	215	2 0	1 1

方法은 可燃性 物質의 不燃化에 技術的으로 利用되고 있다

可燃性 物質의 不燃化 내지 難燃化에 利用되고 있는 方法을 보면 다음과 같다

① 機械的 方法으로서 難燃劑가 熱에 依하여 融解되

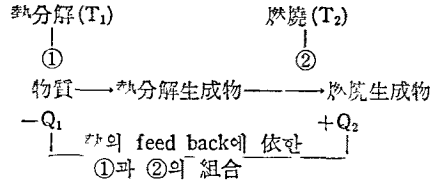


그림 7-1 燃焼의 model

어 一時的으로 物質의 表面을 空氣로 부터 遮斷시키는 方法

② 難燃劑가 分解되어 不燃性 “가스”를 發生시켜서 一時的으로 物質의 表面을 空氣로 부터 遮斷시키는 方法

③ 材料表面의 難燃劑가 接觸의 作用하여 炭化를 促進시키는 方法(예를 들면 酸性條件下의 磷酸化合物)

④ 難燃劑 또는 그 分解生成物이 反應을 일으키는 方法(예를 들면 Halogen 特別히 窒素가 燃焼反應에서 放出되는 OH基의 捕足)

⑤ 難燃劑가 例를 들면 Halogen化合物과 結合하여 相乘效果를 나타내는 경우(예를 들면 Sb₂O₃로부터 Sboc₁이 生成되어 徐步히 SbCl₃를 放出하여 吸熱效果에 依하여 分解速度를 낮추는 경우)

以上과 같은 燃焼阻止作用을 利用하여 材料의 難燃化目的을 達成시킬 수 있는데 어떤 方法을 利用하는 것이 效果的이나 하는 問題는 對象物質의 種類 用途 및 難燃化의 程度等은 考慮하여 選擇하여야 한다

2 難燃化 技術

1) 纖維의 難燃化加工

纖維製品을 難燃化하는 方法은 大別하여 보면 다음과 같다

가) 化學的 方法

① 後加工에 依한 難燃化

② 原綿의 改質에 依한 難燃化

나) 物理的 方法

③ 難燃 또는 不燃纖維과의 組合

④ 其他(施工 方法)

이와 같은 方法 가운데서 後加工에 依한 難燃化方法이 가장 널리 採用되고 있는 方法인데 그 理由로서는 加工法 自體가 比較的 容易하기 때문이다 그러나 後

加工법에 의하면 一般적으로 洗濯等に 對한 耐久性이 不足하며 製品의 強度低下, 觸感의 粗硬化, 粘着化, 染色物의 色變化 耐光堅牢度の 低下等 좋지 않은 現象이 發生하기 때문에 一部の 例를 除外하고서는 滿足스러운 結果를 얻기가 어려운 實情이다

可燃性 纖維에 難燃性纖維를 混紡하거나 交織編하는 方法에 있어서는 一般적으로 多量의 難燃性 纖維를 使用하여야 하기 때문에 纖維自體의 特性 損失하는 경우가 많아 좋지 않은 方法이라고 볼 수 있다

2) 合成纖維 및 프라스틱의 難燃化

合成纖維의 難燃化에 있어서는 各纖維마다 構成分子와 燃燒學動이 다르며 難燃化機構와 그 對策에 있어서도 不明確한 點이 많기 때문에 現在로서는 滿足스러운 解決을 보지 못하고 있다

合成纖維에 있어서 難燃化 技術의 進前을 阻害하고 있는 것은 合成纖維의 燃燒機構가 cellulose系 纖維와는 달리 加熱 火災에 依하여 溶融, 收縮 dripping, 發火燃焼(flash over)하기 때문에 難燃性的 評價가 어려우며 燃燒時間, 殘炭時間, 炭化距離 等은 測定하는 cellulose系 纖維에 적용하는 評價方法으로서는 適正한 評價가 不可能하다

合成纖維에 있어서는 改質에 依한 方法을 피하고 있다 改質에 依한 難燃化는 製造工程中에 있어서 여러 가지 問題 및 制約法으로 因하여 利用可能한 難燃劑는 後加工用의 것에 比하여 極이 限定되고 있다 그러나 여러가지 技術上의 問題를 극복하고 難燃纖維가 製造된다면 一般적으로 보아 加工工程이나 着用中 難燃性的 低下가 적으며 耐久性도 良好할 것이기 때문에 앞으로 많이 期待되고 있는 方法이라고 하겠다

改質의 方法에는 다음 2가지 方法이 고려되고 있다

㉔ 結合型 纖維製造時에 難燃성을 가진 monomer나 polymer를 結合시키는 方法으로서 纖維를 構成하고 있는 成分自體가 難燃性으로 된다

㉕ Blend型 纖維製造時에 難燃劑 또는 難燃性 polymer를 混合하는 것

이 가운데서 Blend型에 있어서는 添加混合하는 難燃劑는 耐久性을 考慮할 때 가능한 限 高分子化하는 것이 必要한데 그 理由로서는 難燃劑가 低分子인 경우에는 Blending 現象에 依한 表面特性의 變化에 依하여 物性が 저하되고 難燃劑의 脫落等이 問題가 되기 때문

이다

3) 難燃劑

纖維의 防炎加工의 歷史는 오래되었으며 15世紀에 粘土 漆喰 等に 依하여 극장의 天幕이 防炎加工되었고 16世紀에는 硫安, 磷安 硼砂 等を 利用한 防炎加工法이 英國에서 特許化 되었으며 科學的인 研究도 19世紀부터 始作되었다 그後 第一 二次 大戰을 겪으면서 이 方面의 研究가 本格化되었고 化學 특히 有機磷化學이 急速하게 進歩되어 各種의 化學物이 合成되기에 이르렀고 反應型의 防炎劑가 各種提伊되었다 한편 合成纖維, 「프라스틱」의 發展과 이의 防炎 難燃化的 研究도 이루어져서 舍 Halogen 有機磷化合物 等の 複雜한 構造의 防炎劑도 合成되기에 이르렀다

이와 같이여러가지의 防炎劑가 多種하게 合成製造되고 있는데 이러한 防炎劑가 특히 纖維加工劑로서 使用되기 위해서는 다음의 特長을 갖이고 있어야 한다

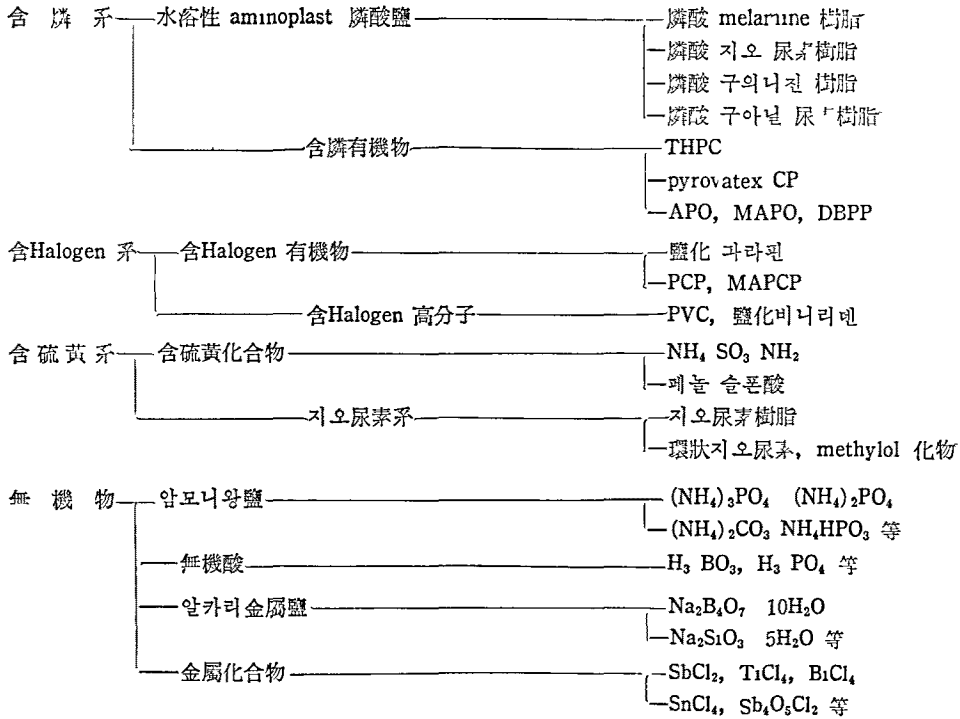
- ① 難燃 효과가 우수할 것
- ② 纖維의 物性低下가 없을 것
- ③ 毒性이 없을 것
- ④ 耐久性이 우수한 것
- ⑤ 實用性的 阻害가 없을 것
- ⑥ 觸感에 變化가 없을 것
- ⑦ 色相이나 견뢰도에 변화가 없을 것
- ⑧ 吸濕性이 있어야 하고 發粉現象이 없을 것
- ⑨ 加工時 發臭 毒性 廢液排水에 問題가 없을 것
- ⑩ 各種 加工劑와의 併用이 可能한 것
- ⑪ 安定性이 좋은 것
- ⑫ 安價일 것

一般적으로 纖維에 使用되고 있는 難燃劑는 表 7-1과 같다

「프라스틱」用 難燃劑는 反應型 難燃劑와 添加型 難燃劑가 使用되고 있는데 美國에 있어서는 添加型이 67%, 反應型 30%의 比率인데 앞으로는 反應型이 50% 程度가 될 것으로 豫想하고 있다

添加型 難燃劑로서는 ① 磷酸에스테르(Halogen을 포함하지 않은 것), ② 舍 Halogen 磷酸에스테르, ③ Halogen化合物 등이 使用되고 있으며 反應型 難燃劑에는 ① 비닐化合物, ② 酸基를 가지고 있는 것, ③ 水酸基를 가지고 있는 것 등이 使用되고 있다

表 7-1 難燃劑의 種類



VIII 結 言

有機高分子 材料에 對하여 防火對策에 關連되는 몇 가지 問題點을 살피 보았다

이 問題는 그 內容이 너무나 광범하고 問題自體가 複雜하기 때문에 本 seminar에서 짧은 時間內에 檢討 한다는 것은 무리였다고 생각되나 重要한 要點에 對하

여서는 大略 살피 보았다고 생각된다

有機材料에 對한 難燃化는 아직도 研究段階에 있으며 이 技術이 一般化될 정도로 開發된다면 火災防止에 크게 공헌되리라 기대되는 것이다

끝으로 有機材料에 對한 防火對策으로서는 難燃材料을 必要로 하는 用途에는 難燃性의 材料를 만드서 使用하는 것이 火災防止의 捷徑이라고 결론을 내리면서 글을 맺고자 한다 <끝>