

## 化學裝置와 플라스틱 Lining

鄭 基 現\*

近年 다음과 같은 特徵 때문에 플라스틱은 Lining 材料로서 漸次 널리 利用되고 있다.

1. 化學적으로 安定하고 酸, 알칼리에 强하므로 化學工業의 Plant用 材料에 進出하고 있다.

2. 金屬合金, 例를 들면 Stainless steel 보다 施工費를 包含하여 價格이 低廉하고 內張加工은 簡單하고 基板金屬은 安價인 것을 使用할 수 있다.

3. 耐熱性은 問題點으로 되고 있으나 熱傳率이 낮음으로 保溫의 役割도 할 수 있다.

4. Lining 用의 樹脂의 種類가 많으므로 有利한 條件을 求하여 自由로 使用할 수 있다.

한편 化學裝置의 材料面에서 생각하면 最近 急速히 發展한 高分子 材料의 活用으로 말미암아 그 面目을一新하여 高分子 材料는 金屬 材料, 非金屬 材料의 代替品이 아닌 必要不可缺의 材料로서 널리 應用되고 있다. 化學裝置는 各種 材料의 結合으로 構成되어 있다는 생각 下에서 各種 材料中 代表的인 鐵, 磁器, 木材, 그리고 硬質鹽化 비닐樹脂(PVC)의 主要特性 比較를 表 1에 表示한다.

表 1. 鐵, 磁器, 木材, PVC의 特性 比較表

特性	材料	鐵	磁 器	木 材	PVC
耐 蝕 性		不良	良	强 酸 强 알칼리 不良	良
燃 燒 性		不燃性	不燃性	可燃性	難燃性
耐熱溫度 (°C)		300	200	150	60
比 重		7.84 (5.4)	2.40 (1.7)	0.50 (0.3)	1.45 (1)
引張彈性率 ( $\text{kg/cm}^2 \times 10^4$ )		210 (65.6)	70 (22.5)	10 (3.1)	3.2 (1)
引張強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )		4,100 (6.8)	50 (1/12)	800 (1.3)	600 (1)
引張強度比重 ( $\text{kg/cm}^2$ )		522 (1.2)	20.9 (1/20)	1,600 (3.8)	414 (1)
熱膨脹係數 ( $10^{-4}$ )		12 (1/6)	0.04 (1/1,750)	2 (1/35)	70 (1)
熱傳導率 ( $\text{cal/sec/cm}^2/^\circ\text{C/cm}$ )		1,250 (312)	26 (65)	1 (1/4)	4 (1)
加 工 性		可	困難	良	良

表 2. 高分子 材料의 工學的 特性(I)(熱可塑性 樹脂)

特 性	樹 脂	PVC(硬 質)	Polyethylene	弗 素	Polycarbonate
比 重		1.32~1.60	0.92~0.96	2.1~2.2	1.20
引張強度( $\text{kg/cm}^2$ )		350~690	120~350	100~200	560~670
伸 度(%)		2.0~15.0	20~120	100~200	600~100
引張彈性率( $\text{kg/cm}^2 \times 10^{-4}$ )		2.5~4.2	0.13~0.7	0.4~0.42	3.2
熱傳導率( $\times 10^{-4} \text{cal/sec/cm}^2/^\circ\text{C/cm}$ )		3~7	7~10	6	4.6
熱膨脹率( $10^{-5}/^\circ\text{C}$ )		5~19	10~20	10	6.5
耐熱溫度( $^\circ\text{C}$ )(接續)		-15~70	-70~100	-80~200	-140
强酸의 영향		無	無(除濃硝酸)	無	僅少
强알칼리의 영향		無	無	無	部分的
有機溶劑의 영향		케톤에 스텔에 可溶	50°C 以下 無	無	部分的
機械加工性		良	良	良	良
主 要 用 途		Lining, 管, 板 foam	管, film, 濾材 成型品	Lining, Packing	管, 板, film

앞으로 우리 나라에서도 化學裝置의 國產化가 豫見되므로 이 機會에 이와 關聯性이 있는 플라스틱 Lining

\*仁荷工大 化工科 教授

技術에 對하여 紹介코자 한다.

플라스틱 Lining 技術은 다음 3種으로 大別할 수 있다.

表 3. 高分子 材料의 工學的 特性(II)(熱硬化性 樹脂)

特 性	樹 脂	Epoxy(基材없음)	Polyester (硝子布積屬品)	石炭酸(石棉基材)	尿素(섬유소基材)
比 重		1.11~1.23	1.6~1.8	1.55~2.0	1.46~1.52
引 張 强 度(kg/cm <sup>2</sup> )		864	2,000~2,500	300~500	400~900
伸 度(%)		22	0.5~5	0.2~0.5	0.5~1.0
引 張 彈 性 率(kg/cm <sup>2</sup> ×10 <sup>-4</sup> )		3.2	7~20	7.0~18.0	8.5~11.2
熱 傳 導 率(10 <sup>-4</sup> cal/sec/cm <sup>2</sup> /°C/cm)		—	2~3	8~16	7~10
熱 膨 脹 率(10 <sup>-5</sup> /°C)		6	1.5~3	1.5~3.5	2.5~4.5
耐 熱 溫 度(°C)(接續)		100	-80~150	~150	~80
强 酸 의 影 향		侵蝕됨	僅少	僅少	僅少
强 알칼리 의 影 향		無	僅少	僅少	僅少
有 機 溶 劑 의 影 향		無	無	部分的	無
機 械 加 工 性		良	良	良	良
主 要 用 途		Lining, 注型品	Lining, 容器, Pipe, 型材	機械部分品 成型品, foam	成型品

1. 플라스틱板에 의한 Lining
2. 液狀樹脂를 使用하는 Lining
3. 플라스틱粉末를 使用하는 Lining

### 플라스틱板에 의한 Lining

플라스틱板을 金屬 tank 에 붙여서 Lining 하는 方法으로, Lining 加工에서는 硬質板 PVC의 熱的 性質에 關한 知識의 把握과 適切한 設計, 熟練된 技術 등이 製品의 成否를 左右하게 된다. 이 方法은 다음과 같은 工程으로 施行한다.

#### a) 表面 處理

硬質 PVC 板 接着 Lining 뿐만 아니라 強化플라스틱(FRP) Lining 等에서도 行하여지는 것과 같이 接着面을 淸淨하게 處理하는 것이 接着强度를 向上시키는 첫째 條件이다. 이 方法으로서는 Sandbrust法이 가장 理想의이며 可及의 金屬의 光澤을 낼 때 까지 處理함을 原則으로 한다. 壁을 酸으로 洗滌하는 方法도 있으나 酸

洗滌後 물로 水洗하여 充分히 水分을 乾燥 除去시켜야 한다.

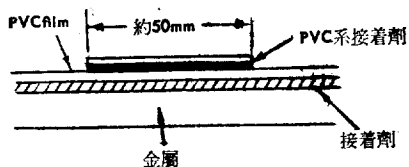
#### b) 金屬壁과 硬質 PVC板의 接着

金屬壁과 硬質 PVC板과의 接着에는 接着劑를 使用한다. 一般的으로 接着劑는 粘着力과 凝集力이 優秀해야 한다. PVC板接着 Lining 에서의 接着劑도 粘着力이 큰 NBR系 合成 고무를 主體로 한다. 이것에 凝集力을 附加하기 爲하여 熱硬化性 樹脂(例 石炭酸 樹脂)를 配合한 것이 많이 使用된다.

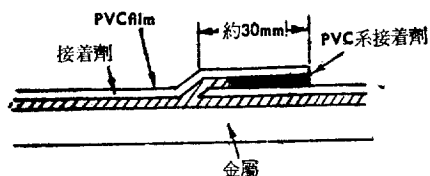
다음 基材 接着面의 裏面부터 順次 均一하게 加熱하여 接着面에서 約 130°C가 되게 한다. 이 溫度는 硬質板의 加工 溫度이며 또한 이 溫度에서 接着劑의 塗膜을 軟化하여 粘着性을 表示하기도 한다.

硬質 PVC板의 중첩 部分은 第1圖와 같이 PVC 接着劑를 使用하여 붙인다.

그리고 0.3~1mm 程度의 薄膜 film 을 金屬板 或은 木材 表面에 붙여 防蝕, 裝飾을 目的으로 하는 方法도 있다.



(a) 接續部 斷面



(b) 테프를 붙인 斷面

그림 1. PVC 板(film)에 의한 Lining 의 중첩

### 液狀樹脂를 使用하는 Lining

Polyester 樹脂나 Epoxy 樹脂를 使用하여 壁面の Lining 을 하는 方法이다.

Coating 과 Lining 의 一般의 概念으로서 Coating 은 0.1~0.3 mm, Lining 은 0.3~1 mm 의 皮膜의 두께로서 兩者를 區別하는 것이 普通이다.

예를 들면 藥液貯藏 tank 의 內面과 같이 腐蝕 物質에 浸漬되어 있는 部分을 耐蝕性인 有機物質로 被覆 保護할 경우에는 皮膜의 두께는 0.3 mm 以上이 아니면 安全하다고 말할 수 없다.

그러나 不飽和 polyester 樹脂와 같은 合成高分子의 皮膜은 熱膨脹係數가 커서 皮膜을 두껍게 하면 溫度變化에 對한 母材(金屬, concrete 등)와의 膨脹係數의 差 때문에 剝離 或은 龜裂 現象을 일으키기 쉬우므로 그와 같은 現象을 防止하기 爲하여 樹脂에 粉末充填劑 등을 混合하여 樹脂 cement 로 하든가 或은 glass 纖維布, 合成纖維布를 充填하여 所謂 強化플라스틱(Fiber Reinforced Plastics)(以下 FRP 로 略함)으로 하여 Lining 을 해야 한다.

이 強化劑는 반드시 glass 纖維에 限한 것은 아니나 實用的으로 가장 널리 使用되고 있는 것은 glass 纖維와 polyester 및 epoxy 와 같은 熱硬化性 樹脂와의 組合이다.

이 Lining의 施行 方式에는 다음과 같은 3種類가 있다.

#### a. Sheet Lining

이 方法은 미리 所定의 두께로 成形 硬化시킨 FRP板을 一定한 size 로 切斷하여 容器 등에 붙이는 것으로 加工이 容易하다.

#### b. 樹脂의 Cement Lining

不飽和 Polyester 樹脂液에 對하여 2~3 倍量의 無機 粉末充填劑(예를 들면 磁器粉末, Silica 粉末)를 加한 樹脂 Cement 를 만들어 이것으로 壁면에 耐酸 tile 등을 붙이는 方法이며 酸洗槽, 電解槽 등의 Lining에 應用되고 있다.

#### C. FRP Lining

glass 纖維布(合成纖維를 使用할 때도 있음)에 不飽和 Polyester 樹脂를 含浸시켜, 壁면에 接着시켜 Lining 加工을 하는 方法으로서 FRP Lining 이라고 부르고 있으며 現在 널리 利用되고 있는 方法이다. Lining 用에 使用되는 不飽和 Polyester 樹脂를 高反應性, 低粘度(3~5 poise at 25°C)의 것이 適當하며 Styrene 의 量이 많으면 反應性이 크고 耐熱性도 좋아지나 收縮率이 커지고 또한 耐摩耗성은 低下하므로 30% 前後가 適當量이라

고 알려져 있다. 그리고 常溫硬化型의 것이 使用된다.

觸媒는 有機過酸化물을 主成分으로 한 것이며, 여러 種類의 것이 있으나 Lining에 使用하는 것은 常溫硬化型의 것이 좋다. methylethylketone peroxide 을 60%, dimethylphthalic acid 40%를 混合한 것이 實際로 良好한 結果를 얻고 있다고 한다. 促進劑로서는 Cobalt naphthenate 를 併用한다. 卽 常溫硬化性 Polyester 樹脂에 diemethylphthalic acid 에 溶解한 Methylethylketone peroxide 와 促進劑 Cobalt naphthenate 를 加한 것을 Lining 液으로 使用한다. Lining 에는 Pot life(硬化劑 添加後 樹脂液이 使用 可能한 狀態에 있는 時間)가 50~70分 程度가 가장 使用하기 쉽다.

그리고 Lining 加工은 다음과 같은 工程으로 施行한다. 基材가 金屬, 木材, Concrete 인가에 따라 各各 그 基材의 處理는 自然 달라질 것이나 鐵槽 등에 Lining 을 할 경우에는 우선 壁面을 Sandbrust 法 혹은 酸洗滌法으로 洗滌한다. 그러나 酸洗滌法은 鐵面의 吸着水分의 除去가 困難하며 특히 넓은 面積일 때에는 發錆이 速하여 좋은 方法이라고는 할 수 없다.

다음 常溫硬化型 Epoxy 樹脂 或은 Vinyl 系 Wash Primer(防錆塗料)를 壁면에 0.01~0.08 mm 두께로 塗布하여 完全히 硬化시킨다.

Primer 의 塗布 完全 硬化後, 미리 만들어 놓은 Lining 用 液狀樹脂와, 強化材(主로 Glass 纖維布)를 交代로 壁면에 塗布하여 중첩시켜 放置하면 樹脂는 硬化하여 Lining 工程은 끝나게 된다.

表 3. Primer 에 依한 FRP 의 接着 強度

Primer의 種類	FRP Lining	接着強度	接着剪斷強度
常溫 硬化性 Epoxy	glass纖維一層	60~70 kg/cm <sup>2</sup>	52~60 kg/cm <sup>2</sup>
Vinyl 系 Wash primer	glass纖維一層	40~50 kg/cm <sup>2</sup>	28~40 kg/cm <sup>2</sup>

(註) 常溫 硬化(25°C) 48時間後 測定

Polyester 樹脂는 硬化時 8~9% 收縮하며 이 收縮은 樹脂 自體로는 避할 수 없으므로 glass 纖維 기타의 充填劑를 가지고 收縮率을 減少시켜야 한다. 그것과 같이 樹脂의 厚塗를 避하고 急速히 硬化시키지 않고 殘留歪을 될 수 있는 限 glass 纖維에 吸收 緩和시키는 것이 重要하며 이것이 Lining 의 良否를 決定짓는 하나의 因子로 된다.

glass 纖維布와 樹脂量으로서 Lining 面의 性質이 左右된다고 하나, glass 積層板의 機械的 強度는 樹脂 50%, glass 纖維 50%의 比率에서 最高値를 表示한다.

Epoxy 樹脂에 依한 FRP Lining 加工도 施行되고 있

며 그 性質도 優秀하나 樹脂가 高價이므로 Lining의 施工單價가 高價이다. 이에 對한 說明은 略한다.

이와 같은 FRP Lining의 適用 分野는 藥液貯藏 tank, 電解槽, 廢液槽, Ammonia 洗滌塔, 化學纖維 工場의 排水路, 이온 交換塔, 化學工業 反應塔 等이다.

### 플라스틱 粉末을 使用하는 Lining

플라스틱 粉末을 利用한 Lining 或은 Coating 加工 方法은 比較的 새로운것으로, 그 方法은 多積多樣하지만 代表的인 것은 粉末 溶射法과 粉末流動 浸漬法의 두 가지이다.

粉末 溶射法의 原理는 豫熱한 基材(主로 金屬 材料)에 粉末 溶射器를 使用하여 半融解 狀態의 플라스틱 粉末을 吹付시키는 것이다.

粉末流動 浸漬法의 原理는 플라스틱 粉末을 空氣 或은 窒素와 같은 不活性 氣體로서 流動狀態로 하고 이 粉末流動層 속에 豫熱한 素材를 浸漬시키는 것으로서 獨逸에서 처음으로 工業化된 것이다.

其他 많은 加工方法이 있으나 以上 두 가지는 다른 加工 方法에 比하여 經濟的이며 能率的이므로 그 應用 範圍는 매우 넓다.

#### a. 粉末溶射法

Polyethylene, Nylon, 弗素 樹脂와 같은 熱可塑性 樹脂의 粉末을 壓縮空氣로부터 내어 水素, Acetylene, Propane gas와 같은 燃料 gas와 酸素를 燃焼시켜 만든 火炎과 混合하여 樹脂를 溶融시켜 壁面에 溶射 Lining을 하는 것으로 金屬粉末 溶射技術과 비슷하다.

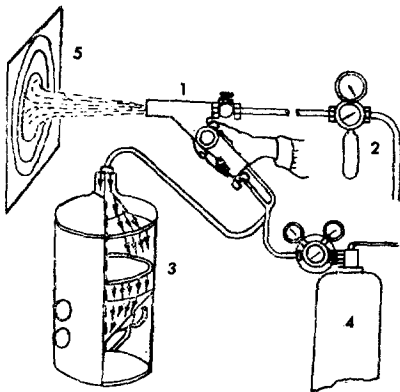


그림 2. 플라스틱 粉末 溶射裝置

1. 溶射器, 2. 空氣, 3. 粉末供給室,
4. 燃料供給器 5. 鐵板.

이 方法은 設備가 簡單하며 Lining 面의 편홀이 적고 Lining 面에 縫目이 없으며, 破損해도 修理가 簡單한

表 4. 溶射의 標準 作業(皮膜의 두께를 1mm로 했을 때)

粉末의 使用量	1kg/m <sup>2</sup>
溶射速度	1~1.5m <sup>3</sup> /hr
燃料가스 壓縮空氣	13m <sup>3</sup> /hr(3氣壓에서)
아세틸렌	1.2m <sup>3</sup> /hr(0.3~0.5氣壓에서)
酸素	5.8~8m <sup>3</sup> /hr(0.3~0.5 " )
石炭가스	2.8~3.5m <sup>3</sup> /hr

長點을 가지고 있다. 이 反面 Lining 技術이 熟練을 要하며 複雜한 形의 것은 Lining이 困難하고 精密度가 좋은 것은 施工하기 어려운 缺點이 있다.

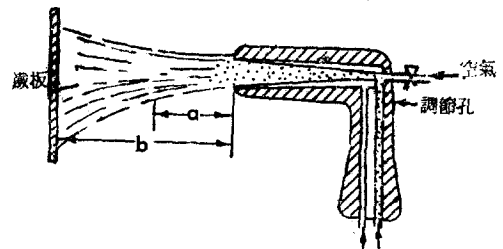


그림 3. 溶射器의 構造와 操作 方法

- (a) 理想的 火炎의 길이 約 20 mm
- (b) 溶射器와 鐵板과의 距離 約 40~60 mm

#### b. 粉末流動 浸漬法

素材의 表面 處理를 完全히 한다는 것은 前例와 같으며 表面 處理를 한 素材는 適當한 加熱 方法으로 所定의

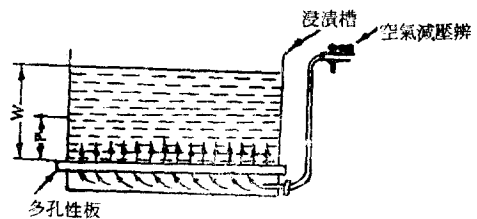


그림 4. 粉末流動 浸漬法에 依한 Lining

P: 粉末의 높이, W: 流動狀態의 높이

溫度로 豫熱하여 流動層에 浸漬한다. 流動 浸漬 裝置는 第4圖에 表示한 바와 같이 流動層을 形成하는 圓形 或은 角形의 容器 即 流動浴과 플라스틱 粉末을 流動狀態로 하는 通氣性 多孔板으로 構成되어 있다. 이 多孔板을 通하여 流動浴에 壓縮空氣를 보내면 粉末은 流動狀態로 되므로 이 속에 豫熱된 物體를 넣으면 그 表面에 樹脂粉末이 溶融하여 침적하여 Lining 된다.

이 方法에서 加熱溫度와 浸漬時間을 調節하면 皮膜의 두께는 自由로 加減되며, 複雜한 形狀의 것도 容易하게 할 수 있다.

이 方法은 密着이 좋고 直接 火炎과 接觸하지 아니하

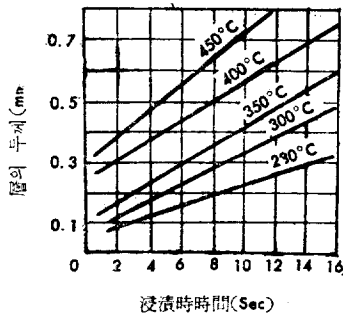


그림 5. 物體의 溫度를 280~450°C로 유지했을 때의 浸漬時間과 Coating 두께와의 關係

므로 樹脂의 變質이 적다는 長點이 있으나, 裝置의 크기에 制限이 있어, 大型 容器의 Lining이 不可能한 것이 唯一한 缺點이다.

以上과 같은 플라스틱 粉末을 使用하는 Lining 法에 쓰여지는 材料에는 鐵, 鑄鐵이 가장 많고, 其他 Stainless steel 알루미늄, 銅, 黃銅 等도 加工할 수 있다.

플라스틱 粉末의 Lining 法에 使用하는 材料는, 軟化 溫度와 分解溫度와의 差가 크고 溶融粘度가 適當하며 密着性이 좋고 微細하게 粉碎될 수 있는 것이 좋다.

(100~150 mesh) 그리고 플라스틱 粉末은 各各 그 特性을 가지고 있으므로 樹脂의 性質을 充分히 理解해야 한다. 또한 用途에 따라 適切히 選擇해야 한다. 現在 Lining 할 수 있는 플라스틱 材料는 다음과 같은 것이 있다. 卽 Polyethylene(高壓, 中壓, 低壓), Polyamide (Nylon), Polystyrene, 弗素 樹脂, Polymethylmethacrylate 樹脂 等이다.

Lining 하는 素材의 溫度는 플라스틱 材料의 溶融溫度로부터 보아 매우 높게 해야 한다. 加熱溫度는 樹脂에 따라 다르나 250~450°C 程度, 浸漬 時間은 2~15 秒 程度이다.

플라스틱 粉末에 依한 Lining 加工法은 現在 主로 工業用으로서 各種 耐酸容器, 化學機械 裝置의 防蝕 或은 各種 Pipe, Valve, Pump 等の 配管 材料의 防蝕 等に 널리 利用되고 있다.