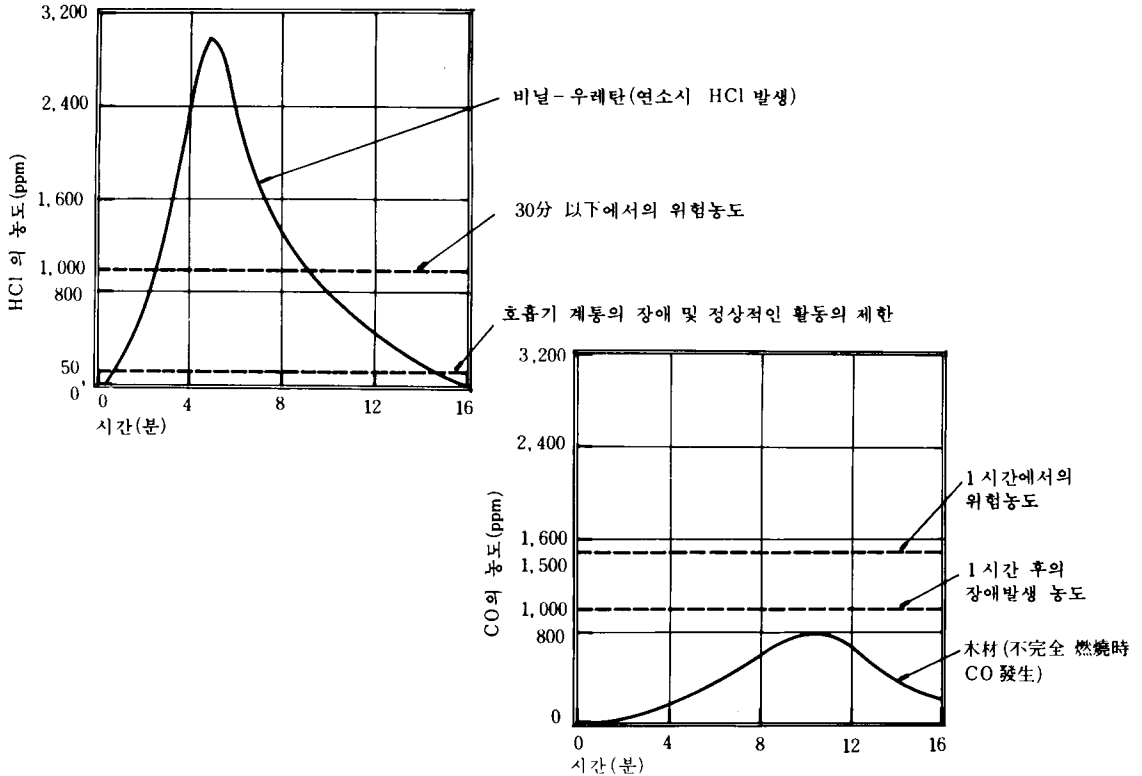


도가 높을경우에는 호흡기의 장애를 일으켜 질식사(窒息死)시킬 수 있다. 사람에게있어 알콜 섭취량과 심장 및 순환기계통의 결합은 有毒 가스의 被害를 擴大시킬 수 있다. 火災時 有毒 가스에 대한 身体的 反應에 대하여는 K. Sumi 와 Y. Tsuchiya 의 저서 《火災時의 有毒 가스와 증기》 및 Canadian Building Digest 를 참조할 것.



註 : PVC 등과 같은 보통의 플라스틱 燃焼時에도 HCl 이 發生한다. 燃焼物은 위험 농도에 이르는 많은 有毒 가스를 發生시키는데 예를 들어 가죽과 Wool이 燃焼時에는 H<sub>2</sub>S, 고무와 Wool이 燃焼時에는 HCN이 發生한다.

## 2. FRP (Fiberglass Reinforced Plastics)

### 1. FRP란?

FRP란 天然 또는 化學的 合成에 의해 製造되는 有機高分子 物質을 좀 더 多樣하게 活用하기 위하여 유리 纖維를 使用 機械的 強度를 높이고 耐藥品性, 耐水性), 耐蝕性 및 絶緣性 등이 좋도록 開發生産한 複雜한 Plastic 材料로서 이를 유리 纖維 強化 Plastics (Fiber-glass Reinforced Plastics) 곧 FRP 라고 한다. FRP 에 주로 使用되는 原料는 不飽和 Polyester 樹脂와 強化材인 유리 纖維가 使用된다. FRP 는 第二次 世界大戰을 맞아 가볍고 強靱함을 活用 항공기 부품, 소형 선박 등, 軍需 目的으로 大量 使用되었으며 요즘은 成形加工法의 發達로 육조, 변기, 선박製作에 活用되거나 建築材料 및 항공, 우주, 軍事用 材料 등으로 널리 使用되고 있다.

## 2. FRP의 原料

FRP는 纖維를 強化材(補強材)로 하고 樹脂를 母體로 한 複合 Plastic이며 纖維는 유리 纖維, 樹脂는 熱硬化性 樹脂로서 不飽和 Polyester 樹脂를 主로 使用하는 경우가 많으며 用途에 따른 特性을 살리기 위하여 才3, 才4의 成分을 첨가하여 製造하기도 한다.

### 가. 樹脂

#### 1) 不飽和 Polyester 樹脂

不飽和 Polyester 樹脂와 유리 纖維의 積層品이 FRP의 가장 代表的인 것이며 이것은 比重에 대한 引長強度가 다른 構造體에 比하여 크고 듀랄류민을 凌駕하는 輕量 構造材라는 長點도 있지만 成形加工이 容易하고 耐藥品性, 耐水性, 耐寒性, 電氣的 物性이 우수하며 성능에 比하여 價格 또한 저렴하다. 그러나 一般用 不飽和 Polyester 유리 纖維 強化 Plastic은 火災에 견디는 힘은 약하지만 내열성 Polyester 樹脂를 使用할 경우 어느 정도까지 열에 견딜 수 있어 耐熱性面에서는 金屬보다 더 우수한 것으로 알려져 있다.

#### 2) Epoxy 樹脂

接着力이 크므로 유리 纖維와 樹脂간의 結合이 우수하며 때로는 Polyester 樹脂보다 10% 정도 증가된 強度를 얻을 수 있다. 耐藥品性이 좋고 특히 耐 Alkali性이 우수하다. 成形은 低壓 또는 壓力없이 成形할 수 있으나 형틀에서 떼어내기 어렵고 價格이 비싼 것이 결점이다.

#### 3) Phenol 樹脂

耐熱性이 우수하고 충격에 대한 耐性도 좋아 機械部品이나 항공기 재료, 電氣部品 등으로 使用된다.

#### 4) Melamin 樹脂

機械的 強度 및 耐水性 등에서는 Phenol 樹脂보다는 떨어지나 유리 纖維를 強化材로 한 製品은 不燃性이고 耐水性이 良好하여 內裝材, 裝飾材로 使用되며 電氣絶緣材料로도 使用된다.

#### 5) 기 타

電氣絶緣材料로 使用되는 Silicon 樹脂와 熱可塑性 樹脂인 Polystyrene 또는 Nylon 등이 유리 纖維를 強化材로 하여 使用되기도 한다.

### 나. 強化材(補強材)

#### 1) 유리 纖維

強化材의 大部分을 차지하고 있으며 그 特性은 化學的으로 耐久性이 크고 不燃性, 非吸水性이고 強度 또한 대단히 크다. 유리 纖維는 여러 형태로 強化材로써 使用되고 있으며 그 種類는 초프트 스트랜드, 초프트 스트랜드 매트, 로빙, 유리布 등이 있다.

#### 2) 合成纖維

유리 纖維가 表面에 使用될 수 없는 특수한 경우 合成纖維를 使用한다. 그 種類로는 비닐론, 테트론, 카네카론 등 各種 合成纖維 強化材가 使用되고 있으나 使用量은 주로 비닐론이 압도적으로 많으며 FRP의 多樣化에 따라 앞으로는 더욱 利用度가 높아질 것으로 생각된다. 또한 이들 합성섬유는 유리섬유와 並用하면 두 물질간의 弱점을 향상시킬 수 있는 유리한 점이 있다.

### 3) 特殊纖維

보다 가볍고 튼튼한 고성능 Plastic을 製造하기 위한 強化材로 개발되었으며 특히 탄성율을 金屬에 가깝도록 향상시킨 새로운 構造材도 있다. 特殊 유리纖維, 탄소纖維, 硼素纖維, 金屬纖維 기타 特殊한 材質의 纖維 등이 있으나 대부분 高價이므로 一般用으로는 使用하기 어렵다.

## 3. FRP의 成形 加工法

成形法은 매우 다채롭고 多樣하며 어떠한 크기로도 간단하게 成形할 수 있는 것이 FRP의 특징이다. 그 중 가장 많이 利用되는 成形法 몇 가지를 소개한다.

### 가. hand lay up法 (手積 積層法 - 手積法)

本型, 석고 등의 凸凹型 틀을 利用하여 틀 표면에 離形劑를 바르고 硬化劑를 配合한 樹脂를 일정한 모양으로 재단한 유리纖維에 含浸시켜 손으로 반복 積層시키며 고무 롤러로 脫泡, 硬化시키는 단순한 공정으로서 장치비도 적어 가장 많이 채용되고 있으며 多品種을 소량씩 생산하는데 적합한 방법이다.

### 나. Spray up 法

液用 Spray 장치와 로빙 커터를 조합한 기계를 이용, 樹脂를 분무하면서 로빙을 混入하여 含浸시킨다. 그 후의 作業은 手積法과 같이 脫泡 硬化하는 方法이다. 이 方法은 手積法에 비하여 노임이 적게 들고 원료의 손실도 적지만 安定된 製品을 얻으려면 作業者의 숙련이 요구된다.

### 다. Filament Winding 法

樹脂를 含浸한 로빙을 회전하고 있는 만드레일에 감아 硬化하는 方法으로 회전체 성형에 한정되어 있지만 FRP 中에서는 최고의 強度를 갖고 있으며 로켓의 모터 케이스, Tank, 파이프, 壓力瓶 등의 성형에 이용된다.

### 라. Matched Die 法

프레스와 금형을 사용하는 加熱 加壓式 成形法으로 加壓 成形時 빠져나오는 불필요한 부분을 잘라내는 펀치 오프(Pinch off) 방법을 금형 설계에 채택한 것이 특징이다.

펀치 오프 설계 제작된 금형으로 프리 폼 또는 매트와 경화재를 配合한 樹脂와 함께 加熱 加壓 成形하는 方法으로 成形物의 精密度, 品質 등이 좋고 大量生産이 용이하다.

### 마. Premix 法

樹脂와 充填劑, 強化材, 硬化劑, 離形劑 등을 혼합하여 砂狀으로 한 成形材料를 金型으로 加熱加壓 成形한다.

#### 바. 連續 積層法

주로 平板, 波板의 製造에 利用된다. 로빙 커터에서 로빙이 절단되어 벨트로 운반되어서 셀로판위 촉매가 들어있는 樹脂위에 均일하게 뿌려진다. 이어서 나일론사와 유리 섬유를 樹脂속에 넣고 또한 上部를 셀로판으로 덮어 加熱爐에서 硬化시킨다. 爐에서 나온 製品은 필요에 따라 適當한 길이로 절단 使用하는 方法이다.

### 4. FRP의 防火 性能

FRP 중에서 不飽和 Polyester 樹脂를 主原料로 하는 板狀 製品은 建築 材料로 많이 이용되고 있지만 불에 약한 결점이 있어 그대로 使用하기는 적합치 않으므로 이를 難연화하여 使用한다. 이 不飽和 Polyester 樹脂는 木材보다 연소속도가 약간 빠르기 때문에 이 원료에 難연화 物질을 混合하면 難燃性 製品의 製造가 가능하다.

難燃化 方法은 다음과 같은 것이 있다.

가. 鹵素, 窒素 등의 鹵素族 元素를 使用한다.

나. 燐을 適量 含有시킨다.

다. 鹵素族 元素와 燐, 안티몬 등의 窒素族 元素를 並用한다.

라. 硼素, 알루미늄 등의 化合物을 비롯한 無機 充填劑 특히 水和한 充填劑를 多量 使用한다.

마. 含水 Polyester 樹脂를 利用한다.

여기서 “다”의 鹵素族 元素와 燐, 안티몬의 化合物을 並用하는 方法이 一般적으로 利用되고 있다.

### 5. 結 論

FRP의 長點만을 集약하면

가. 重量에 比하여 強度가 強한 材料이다.

나. 耐藥品性, 耐蝕性이 強하다.

다. 成形法이 간단하고 다양하여 소형에서 대형 成형품까지 自由로 만들 수가 있다.

이 外에도 FRP는 合成樹脂材料와 強化材 및 成形方法에 따라 여러가지 特성을 나타내고 있기 때문에 필요에 따라 원하는 特성을 갖는 제품을 다양하게 만들 수가 있으며 세계 여러 나라에서 계속하여 새롭고 우수한 제품이 開發, 生産되고 있으므로 우리 生活에 FRP가 使用되는 빈도는 더욱 증가될 것으로 추측된다.

强化 플라스틱의 性能表

性 質	포리에스텔 및 디아릴프타레이트				
	유 리 織 維		粒狀 및 퍼티狀 鑛物 基 材	石 綿 基 材	合 成 織 維 基 材
	豫 備 成 型	布 成 型			
成 型 性	優 良	手積法	優 良	優 良	優 良
成 型 湿 度 °F	170-290	150-250	280-330	280-320	280-320
成 型 壓 力 psi	50-1000	0-300	100-150	500-2000	500-2000
壓 縮 比	-	-	2.05-2.10	2.0-2.5	5
成 型 收 縮 率 in/in	0-0.02	0-0.02	0.04-0.010	0.04-0.07	0.05-0.09
比 重	1.35-2.0	1.50-2.1	1.80-2.25	1.65	1.24-1.31
比 容 積 in <sup>3</sup> /lb	13.9-20.5	13.2-18.5	5.4-12.3	16.8	22.3
抗 張 力 psi	15000-30000	30000-50000	3000-4000	4500	4500-6000
伸 度 %	0.5-5.0	0.5-2.0	-	-	-
抗張에 의한 彈性率 psi×10 <sup>6</sup>	8.0-20.0	15.0-45.0	5-25	-	-
耐 壓 力 psi	15000-30000	25000-50000	18000-25000	22500	20000-30000
抗 折 方 psi	15000-40000	40000-80000	7500-10000	8000	71100-10500
衝擊值 ft-lb, per in of notch ½×½ (아이조드)	5-30	5-30	0.30-0.35	0.45-0.50	0.55-4.5
韌 性 硬 度	M70-M20	M80-M120	-	M99	-
比 熱 cal/°C/gm	-	-	0.25	-	-
熱 膨 脹 10 <sup>-5</sup> /°C	2-5	1.5-3	3.5	-	-
耐 熱 温 度 (°F)	300-350	300-350	300-350	450	430
加 熱 歪 曲 温 度	-	-	350-425	315	240-290
體積固有抵抗 Ωcm 關係温度 50%	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup>	6.6×10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>14</sup>
耐 電 壓 ½"/mil 短時間法	350-500	350-500	350-450	380	365-400
" 段階上昇法	-	-	300-350	290	330-350
誘 電 率 60 사이클	3.8-6.0	4.1-5.5	6.0-7.5	-	3.8
" 10 <sup>3</sup> 사이클	4.0-6.0	4.2-6.0	5.1-6.2	5.2	3.7
" 10 <sup>6</sup> 사이클	3.5-5.5	4.0-5.5	4.6-5.5	4.4	3.6
力 率 60 사이클	0.01-0.04	0.01-0.04	0.02-0.06	-	0.026
" 10 <sup>3</sup> 사이클	0.01-0.05	0.01-0.06	0.02-0.03	0.11	0.020-0.03
" 10 <sup>6</sup> 사이클	0.01-0.03	0.01-0.03	0.015-0.04	0.06	0.01-0.016
耐 電 弧 性 sec	60-120	60-120	75-190	138	85-115
吸 水 量 24時間 ½" 두께 %	0.01-1.0	0.05-0.5	0.15-0.8	0.14	0.08-0.2
燃 燒 速 度	遲-自然性없음	遲-自然性없음	遲-自然性없음	自然性없음	自然性없음
日 光 的 影 響	약 간	약 간	無	無	無
弱 酸 的 影 響	약 간	약 간	無	無	無
強 酸 的 影 響	侵害됨	侵害됨	無	약 간	약 간
弱알칼리의影響	侵害됨	侵害됨	侵害됨	無	無
強알칼리의影響	侵害됨	侵害됨	分 解	약 간	약 간
有 機 溶 劑 的 影 響	약 간	약 간	無	無	無

페놀樹脂		멜라민樹脂		시리콘	에폭시樹脂
石棉基材	유리아纖維基材	石棉基材	유리아纖維基材	유리아纖維基材	유리아纖維基材
良-可	良	良	良	可	良
290-380	500-5000	280-340	280-340	300-350	
2000-6000	1000-5000	1000-7000	3000-6000	1000-5000	
2.0-14	6.1	2.1-2.5	-	6-9	
0.0005-0.0006	0.0004-0.001	0.005-0.007	0.001-0.003	0-0.005	
1.52-2.0	1.75-1.95	1.70-2.00	1.9-2.0	1.68-2.0	
18.2-13.8	15.8-14.1	16.3-13.8	14.4-13.8	16.5-13.8	
4000-9000	5000-10000	5500-7000	6000-10000	4000-5000	
0.18-0.50	0.2	0.30-0.45	-	-	
10-25	33	16	-	-	30
15000-35000	17000-26000	30000	26000-32000	9000-15000	31000-57000
7000-15000	10000-60000	9000-11000	15000-23000	9000-14000	49000-78000
0.27-3.5	10-50	0.28-0.40	8.0-12.0	3-15	
M95-M115	M95-M100	M110	-	M45	
0.28-0.32	-	-	-	1-3	
1.5-2.12	1.6	2.0-4.5	1.5	0.8	
350-400	350-450	250-400	300-400	>480	
290-350	>600	265	400	>500->900	
10 <sup>10</sup> -10 <sup>12</sup>	7×10 <sup>12</sup>	2.4×10 <sup>11</sup>	7.0×10 <sup>11</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>14</sup>	
100-350	140-370	350-400	250-300	185-200	
75-325	120-270	320	140	125-300	
10-75	7.1	6.4-10.2	-	4.0-5.0	
6-60	6.9	9.0	-	3.7-4.9	4.5-5.5
55.0-7.0	4.6-6.6	6.1-6.7	-	3.6-4.6	4.3-5.2
0.25-0.50	0.03	0.07-0.17	-	0.005-0.0065	-
0.25-0.50	0.02	0.07	-	0.005-0.0075	0.019-0.08
0.10-0.50	0.02	0.041-0.050	-	0.004-0.0065	0.016-0.022
閃絡	60	120-140	180	220-350	50-180
0.10-0.50	0.1-1.2	0.08-0.14	0.3-0.6	0.1	0.08-0.13
無	無	無	無	無 또는 낮음	崖
一般的으로暗色化	一般的으로暗色化	약간變色	약간	無 또는 약간	無
無 또는 약간	無 또는 약간	無 또는 약간	無	無 또는 약간	無
酸化性酸에分解 還元性酸 有機酸에 는 無		分 解	分 解	약간	물품에 따라 우수함
알칼리에의해 약간 또는 심함		극히 적게 侵害됨	無	無 또는 약간	無
耐알칼리樹脂가 사용되어있지않은 限 分解		약간 侵害	無 또는 약간	약간	약간
充填劑에 의함		無	無	물품에 따라 侵害됨	一般的으로 견뎌