

## 고분자 복합 재료 (Ⅱ)

### Polymer Composite Materials

張 廣 傅

#### 3. 界面 問題

##### 3.1. 概 要

複合材料는 이미 論한 바와 같이 異質, 異形의 材料를 複合化하여 單係로서는 얻을 수 없는 特性을 갖는 材料로 반드시 異種材料間의 接觸面이 存在한다. 牧島<sup>104</sup>는 界面效果로 Table에 나타낸 4 가지의 效果를 들고 界面에서 發生하는 現象은 각각의 素材特性에 包含되지 않는 것, 例를 들면 彈性, 力學損失, 強度, 摩耗性, 耐衝擊性, 耐熱性, 熱膨脹, 그리고 電氣傳導度등의一般的의 素材의 加成性으로는 期待할 수 없는 非線形效果가 主를 이루어 重要的役割을 하는 것이라고 하였다.

例를 들면 界面에서 破壞되어 균열이 中斷되는 效果나 應力集中이 界面에서 減少하는 效果가 있다. 또 GFRP가 많이 普及된 理由 중 하나가 뛰어난 表面處理劑가 開發된 때문이다.

Table. 異種材料의 接觸面에서 發生하는 效果

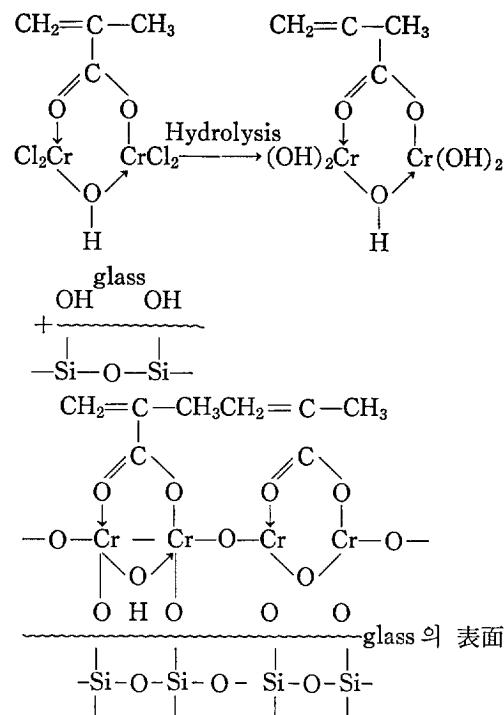
效果의 形態	現 象
分割效果	母材가 多領域으로 分割되어 생긴 效果: 치수效果, 分散效果, 中斷效果等으로 특히 力學的性質에 影響을 준다.
不連續效果	界面에서 생기는 物性의 不連續性 및 界面摩擦로 생기는 效果: 電氣抵抗, 誘電特性, 磁氣特性, 耐熱性, 치수安定性
散亂과吸收效果	光波, 音波, 热彈性波 등의 界面에 의한 散亂과吸收: 光透過性, 斷熱性, 防音性, 耐 shock 性, 耐熱 shock 性 등
誘起效果	界面에서 특히 誘發되는 strain, 内部効力 및 그에 의한 現象: 強한 彈性 낮은 热膨脹, 耐熱性 등

그러나 이들 界面效果는 界面에서의 結合狀態, 形態, 界面周圍의 構造, 그 部分의 物理, 化學的 性質에 左右되며, 界面問題는 兩材料의 一次 및 高次 構造, 形態, 狀態, 物理化學的, 電磁氣的 等의 諸性質, 兩材料間의 wetting 性, 吸着, 擴散, 相溶性 等의 热力學的問題, 化學反應性問題 등이 있으나 여기에서는 主로 表面構造와 表面活性, 그리고 wetting에 對한 一般的의 理論을 論하고, 몇 가지 實例를 듣다.

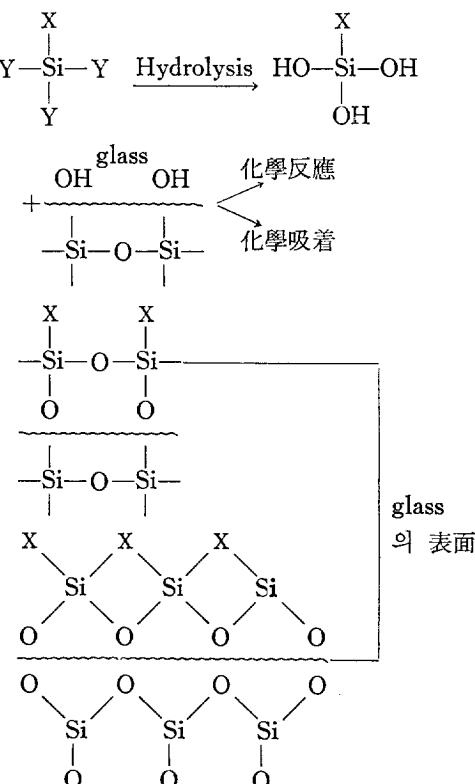
#### 3.2. 表面構造와 表面活性<sup>105~115</sup>

一般的으로 物資의 表面 構造는 bulk 狀態나 内部 狀態와는 달리 매우 活性이 크다. 따라서 表面에는 各種 gas, 水蒸氣, 不純物이 容易하게 吸着되어 接着强度의 크기를 決定하는 重要한 因子가 된다. 그러나 表面의 正確한 測定이 困難하므로 이들 因子와 接着强度에 關한 理論은 매우 矜다. 高分子의 경우 表面層은 各種 添加劑와 그 밖의 物資의 高濃度層을 形成하므로 表面은 bulk 狀態와는 달리, 어떤 物資에 高分子를 接着시킨 경우 表面層은 아주 큰 障碍가 된다.

例로서 glass의 表面을 깨끗이 하면 表面 energy가 높아 高分子에 잘 wetting<sup>116</sup>된다. 따라서, 高分子와의 接着은 良好한 편이나 濕潤狀態에 있어서 현저하게 저하하며, 耐久性도 충분치 못하다. 原因으로서는 界面에 물이 浸入한 때문이라 여겨지며, 이는 glass fiber의 表面을 表面處理劑로서 處理함으로써 비 약적으로 改善된다. 最近 各種 表面處理劑에 對한 문헌도 많고 그 反應機構에 關한 것도 많이 발표되어 있으니 참조바란다. 그 중에서도 代表的인 chrome<sup>117</sup>系와 silane<sup>118</sup>系의 反應 기구에 대하여 簡介 보면



A) Methacrylate Chromic Chloride



X : vinyl 基, amine 等 resin 과結合하는 基  
Y : chloride, ester group 等

## B) Silane 系

### 3.3 表面構造와 Wetting 性

#### 3.3.1. 열역학적 평형론

Zisman<sup>107~109</sup>은 各種 液體에 依한 接觸角의 測定으로부터 高分子 wetting 的 臨界表面張力( $r_c$ )를 求하였다. Sharpe-Schonhorn<sup>119</sup>이 接着系의 破壞強度에 이  $r_c$ 를 利用한 以來 接着系의 破壞強度를  $r_c$ 만으로 說明하는 報告가 많으나 一般的으로 正確하지 않다.

그 理由로서는 i) 热力學에서 取及하는 表面은 完全平面이나, 一般 材料의 表面은 무수한 凸凹에 의하여 變하여 表面의 geometry 效果가 加算된다<sup>120</sup>. ii) 热力學上의 wetting 은 平衡論의 取及이나 實際로는 液體가 固體 表面上에 퍼져 遷移하는 現象은 热力學的 wetting 外에 凸凹, 液體의 重力, 壓力, 時間, 液體粘度의 效果가 加算된 非平衡論의 問題이다. 이 때문에 Zisman 은 热力學的 wetting 과 接着을, 實際로는 wetting 과 接着에 適用되지 않는다고 報告하고 있다. iii) 一般的으로는 接着系의 破壞強度를 接着強度라 부르고 있는데 이는 事實과 다르다. 接着系가 破壞될 때, 完全한 界面에서 破壞가 일어나는 일은 거의 없다. 表面自由 energy(表面張力)로 破壞強度를 說明하기 위하여는 우선 破壞가 完全하게 界面에서 일어났음을 證明하여야 한다. iv) 完全한 界面破壞가 일어났다 하더라도 破壞強度는 接着強度와는 다르다. 왜냐하면, 破壞強度는 接着強度以外에도 材料의 力學的性質, 치수, 破壞條件(溫度, 時間) 등의 因子에 依存하기 때문이다.

热力學上의 wetting 性은 平衡狀態에서 固體表面은 完全하게 平滑하고, 液體가 重力과 粘度가 없으며 液體가 固體中에 浸透,擴散, 溶解하지 않는다는 假定下에서 成立한다.

Fig. 7에서와 같이 固體 表面上에서 液滴이 力學的 平衡을 유지할 때, Young의 式이 成立한다.

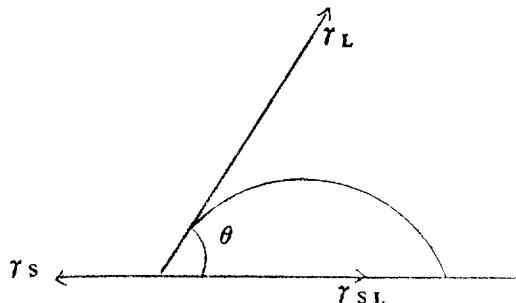


Figure 7. 固體表面上의 液滴斗接觸角

$$\gamma_{sv}^\circ - \gamma_{SL} = \gamma_{LV}^\circ \cos \Theta \quad \dots \dots \dots (46)$$

但,  $\gamma_{sv}^{\circ}$ 는 固體와 energy,  $\gamma_{LV}^{\circ}$ 는 液體와 饱和氣體와의 界面自由 energy, Dupre에 의하면, 液體와 固體의 可逆的인 接着이 행하여 질때, 행하여 진 일,  $W_A$ 는 다음式으로 나타내진다.

$$W_A = \gamma_s^\circ + \gamma_{LV}^\circ - \gamma_{SL} \quad \dots\dots\dots (47)$$

但,  $\gamma_s$ 는 固體-真空界面의 自由 energy  
따라서, 式 (46)과 (47)로부터

$$W_A = (\gamma_s - \gamma_{sv}) + \gamma_L V^{\circ} (1 + \cos \theta) \quad \dots (48)$$

여기에서, 固體 表面이 이미 飽和氣體의 吸着膜으로 coat 되어져 있을 때의 固體에 對한 液體의 接着의 可逆的인 일  $W_A$ 는 다음 式으로 表示된다.

$(\gamma_s^\circ - \gamma_{SV}^\circ)$ 는 固體를 饱和氣體中에 浸漬했을 때의 自由 energy의 減少를 나타내며, 이量은 恒常陽의 값이다. 따라서  $W_A$ 를 크게 하기 위하여는,  $(\gamma_s^\circ - \gamma_{SV}^\circ)$ 를 크게 할 것과  $\theta = 0$ 로 하여  $\gamma_{LV}$ 를 訂 수 있는限 크게 할 것이다.

初期擴張係數,  $S$ 는 다음 式에 依하여 定義  
된다.

$$S = \gamma_{w^o} - (\gamma_{SL} + \gamma_{LV^o}) \dots \dots \dots (50)$$

여기에서  $W_c$  는 液體의 可逆的인 凝集의 일이며, Dupr'e의 式을 液-液 界面에 適用하면

$W_c$  는 液體表面 張力의 2倍로 된다

液體가 固體 表面上에 퍼지기 위하여는

페이지 않게 하기 위하여서는

$$S \leq 0, \quad \gamma_{sv} \circ \leq \gamma_{SL} \circ, \quad W_A \leq W_\epsilon \dots \dots \dots \quad (54)$$

여기에서,  $\gamma_{SL}$ 은  $\gamma_{L^0}$ 에 比하여 無視할 수 있  
을 程度로 작으므로 式 (53)은 다음과 같이 나  
타낼 수 있다.

$$\gamma_{SV}^\circ > \gamma_{LV}^\circ \quad \dots \dots \dots \quad (55)$$

式 (55)는 液體의 表面張力이 固體의 그것보다 작을 때 젓는 것을 意味한다.

接觸角  $\theta$  는 固體表面上에 一分子層 以下の  
극히 微量의 不純物이 吸着하여도 變化하므로  
接觸角의 測定은 表面 汚染의 確認에 有用한 手  
段이 된다. 이 때문에 各種 表面 處理 効果의  
判定에도 가끔 利用된다. 그러나 表面處理의 경  
우에는 表面의 geometry 變化가 함께 따르므로,  
接觸角에는 geometry 變化와 固體表面의 自由  
energy 變化의 2개의 効果가 함께 作用하므로  
특히 注意하여야 한다.

### 3.3.2 濃度論

複合系의 接着에 있어서의 wetting 과 接着劑에 있어서의 wetting 은 實際로는 時間이 關係하고 있다. 液體가 固體 表面을 葉시고 퍼지기 위하여서는 固體表面上의 무수한 macro 및 micro 的의 空孔속으로 흘러 들어가 채워져야만 한다.

#### 4.複合材料의 製法

#### 4.1. FRP의 제작

#### 4.1.1. 製法의 分類

많은 製法中一般的이라고 생각되는 것을 크게  
分類하여 보면 다음과 같다.

1. Hand Lay up Method(HLUM)
  2. Spray up Method(SUM)
  3. Matched Metal Die Method(MMDM)
  4. Premix Method(PM)
  5. Vacuum Bag Method(VBM)

6. Filament Winding Method(FWM)
7. Continuous Pultrusion Method(CPM)
8. Continuous Panel Production Method(CPPM)

以上의 製法中 最近까지는 (1) 및 (2)의 全盛時代로 全世界 生產量의 60% 程度이다.

建材로서의 波板과 平板은 (8)에 依하여 生產되고 있다.

1970年 初半부터 開發되어 今後 期待되는 方法으로는

1. 大形 Preform Matched Metal Die Method
2. Sheet Molding Compound Method(SMC)
3. Bulk Molding Compound Method(BMC)
4. High Performance Filament Winding Method 등이 있다.

#### 4. 1. 2. 제 법

##### 1. Hand Lay up Method.

Hand lay up method에는 일반적으로 다음과 같은 공정이 있다. i) 적층형의 준비, ii) 磨型劑 도포 iii) gel coat 도포 iv) gel coat 층의 경화 v) 적층성형 vi) 경화 vii) 탈형, trim 및 後處理工程으로 原始의 할 수 있으나 i) 대형제품의 量產化함에 있어 설비투자가 싸며, 따라서 생산개시가 빠르며 design변경이 용이하다. ii) 원료 및 부자재의 진보에 따라 能率向上이 可能하다. iii) 作業員個人個人의 作業工程을 單純화하여 工期短縮도 가능하다. iv) 대규모의 설비투자를 필요로 하지 않는 등의 장점이 있으므로 快速, 경화조 등의 주택설비나 주정 등의 넓은 分量에 使用되고 있다.

특히 환경보존법 등 나날이 규제가 심해가는 이때에 i) 불포화 polyester를 사용하는 경우 발생하는 styrene(monone) 냄새 및 배기중의 styrene 농도 ii) GRP의 절단이나 sanding 등을 할 때의 소음이나 분진 iii) 배수중의 용제 iv) 불량품과 재단 잔품 v) 원료수지, 과산화물촉매 용제등의 관리보관등의 대책을 미리 충분하게 검토하여야 한다.

주원료인 glass fiber 와 unsaturated polyester의 maker가 用度, 目的에 맞는 재료를 준비하고 있으므로 그것을 잘 선택하는 것이 필요하다. 우

선 수지면에서 생각하면 i) 사용할 수지의 종류 즉, 硬質 type 韌性 type의 어느 것을 사용할 것인가, 또 연질 수지를 첨가할 필요가 있는가 하는 것을 생각한다. ii) 空氣硬化性 필요 여부, 필요하다면 wax type으로 지정이 없는가 iii) 수지 자체의 수축율은 iv) 程度 v) 열변형온도 등을 check 하여야 하며 특히 成形作業性에 관하여서는 vi) 축진제 사용유무 vii) gel化 시간 viii) curing time ix) 最高發熱온도 x) mat life 와 pot life xi) trim time xii) 脫型 time 등에 미리 적절한 정보가 있어야 한다. 둘째로 glass fiber의 check point로서 제품의 성능과의 관련에 있어서 i) 설계시의 요구강도, 강성을 만족하는 적층구조 ii) 一定폭의 재료를 사용하는 경우가 많으므로 연결부분 및 그밖의 부분에 좋지 않은 점은 없는가 등을 보고 glass fiber 自體에 대하여는 i) KS 및 maker 규격에서 정하여진 성능을 유지하고 있는가 ii) 수지와의 化學的 결합을 높이기 위하여 적당한 處理가 되어져 있는가 iii) 흡습에 대한 조치 vi) 사용하는 수지의 glass fiber에 대한 함침속도 등은 미리 충분하게 검토되어야 한다.

##### 2. Spray up

(2)와 같이 모든 것을 사람 손에 의하는 작업 공정에서는 생산성 向上의 限界와 숙련공의 확보라는 점에서 항상 제품성능 보장이 문제이 된다. 이러한 점을 보완한 것이 spray up 함으로써 그 원리는 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 촉매만을 첨가한 수지와 축진제만을 첨가한 수지를

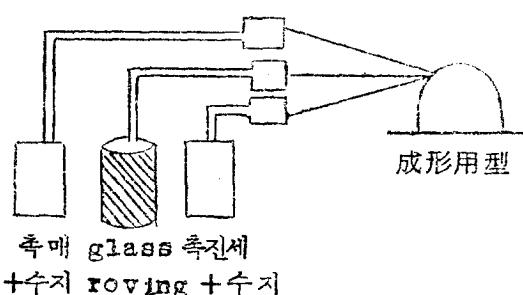


Figure 8.

각각 別個의 spray gun 으로 동시에 분무함과 함께 cutter에 의하여 절단된 glass fiber 도 型에 분무시키는 방법이다.

주원료의 선택은 (2)와 同一하다. 또한 spray up 法의 成形工程은 다음과 같다.

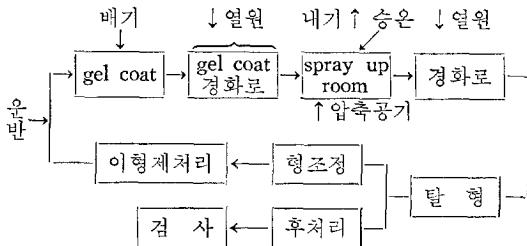


Figure 9.

### 3. Preform Matched Metal Die Method

장점으로 i) 기계성형에 의한 양산성 즉 전자 등 preformer 와 고능률 press 를 사용하면 생산 성은 현저하게 向上 ii) 제품의 균일성 iii) 직접작업 인원의 절감 등이 있으나 반면 i) 多額의 투자 필요 ii) 기회결정후, 성품생산 까지의 기간이 길다. iii) 설계 제작상의 문제 등의 단점이 있다.

代形에 필요한 설비로서는 i) Preforming machine ii) Press iii) 金型 iv) Mixer v) Homogenizer 및 Compressor 등이 필요하다.

### 4. Filament Windind Method.

이미 기술한 성형법은 모두 glass fiber 를 일정 길이로 절단 내지는 직물로 한 상태이므로, GRP 제품은 glass fiber 의 특성을 유효하게 살리지 못하고 있다, 따라서 연속 glass roving 을 수지로 굳혀 획기적인 비강도를 얻을 수가 있게 한 것이 EW 法이다. 이에 대한 자세한 것은 참고 문헌을 참조<sup>121, 122</sup>바란다.

원료로서의 수지는 i) 경화시에 수축이 작을 것 ii) 경화시의 발열이 낮을 것 iii) 온도변화에 따른 점도변화가 적을 것 iv) glass fiber 와 접착성이 좋을 것 v) 강도 탄성을 등의 값이 될 수 있으면 클것 등에 적합한 것을 선택하여야 하며 glass fiber 로서는 i) 함침속도가 빠른 것 (roving 速度 20~60m/nim) ii) 작업성이 좋을 것 등이 있다.

### 5. Sheet Molding Compound Method.

1965년의 미국 SPI, RP 부터에서 종래의 방 법과는 다른 성형법<sup>123</sup>이 보고되었다. 이는 flomat preimpregnated chepped strand mat 이라고 하는 것으로 flomat 란 안료, 불활성 총전재 등을 혼합한 불포화 polyester 를 함침시켜 prepreg 로 한 chopped strand mat 를 가르키는 것이다.

1966년에는 U. S. Rubber 사와 Bayer 사의 과거 7년간에 걸친 협동연구결과<sup>124, 125</sup>도 공표되어, i) 成形 Cycle 단축 ii) 자동화와 energy 절약 iii) 대량생산의 장점을 가진 성형법으로 크게 비약적인 발전을 이루고 있다.

성형에 필요한 설비로는 i) SMC 제조기 ii) Press iii) 金型 iv) 수지 및 총전재의 저장 Tank 및 Cyro v) 수지 Compound 조합장치 등이 있다.

### 6. Bulk Molding Compound Method.

불포화 polyester 에 축매 총전재 안료 및 glass fiber 를 배합하여 혼련한 成形재료를 premix 로 하여 glass fiber 의 chopped strand 를 10~20% 첨가한 것으로 내충격성, 내열성, 전기특성 등이 우수함으로 전기부품이나 공업용부품에 많이 이용되어 왔으나 i) GF 함량이 적으로 다른 비강화 plastic 과 비교할 때 충격강도 이외의 강화효과가 크지 않다. ii) 제품표면이 smooth 하지 않다. iii) 사출성형에 난점이 있다 등의 결점이 있어 이들의 개선이 요구된다.

## 4. 2 FRTP의 제법

FRTP 의 대표적인 glass fiber reinforced plastic 의 제법은 보통 다음의 4 가지 방법으로 분류된다. 각각 단점과 장점을 갖고 있으며, 成形方法에도 제야이 있다<sup>126</sup>.

### 1. Pre Compound Pellet Method.

成形에 앞서 GF 와 plastic 을 용융혼합하는 방법으로 장점유 type 과 단섬유 type 이 있다. 전자는 전선을 피복하는 것과 같이 glass roving 을 용융수지로 피복하여 일정길이(約 3 ~ 8 mm)로 절단하여 pellet화한 것으로 특징으로서는 섬유 장은 pellet 장과 같다. 후자는 분산 type 이라고 도 불리우며, GF(glass powder 또는 shopped strand)를 plastic 과 함께 압출기에서 용융혼합

하여 pellet 化한 것이다. 장점 유 type에 의한 成形品은 비교적 긴 섬유장을 갖기 때문에 力學的 성질이 우수한 반면, 表面에 미분산된 섬유 속이 노출하는 경향이 있다. 그리고 최근에는 단 섬유 type에 있어서도 접착성을 개량하여 상당히 강도가 향상되고 있다.

## 2. Concentrate Method

미리 GF를 다량으로 함유한 precompound pellet 을 成形직전에 素材 plastic과 혼합하여 요구에 맞는 成形品을 제작하는 方法으로 多量생산의 경우 경제적인 方法이다.

## 3. Direct Method.

Plastic과 GF를 成形기의 hopper에서 직접 혼합후 성형하는 方法이다. Pellet 화의 공정이 생략됨으로 열이력이 없어 열에 의한劣化度가 작은 것과 요구 성능에 맞게 조절 가능한 것이 장점이다. 그러나 plastic의 종류에 따라서는, 고도의 복합화 기술이 요구되는 것도 있어, GF 분말 비산 방지대책이나 혼합설비의 설치 등을 고려하면 상당한 양의 사용이 요구된다.

## 4. Mat 합침법

Mat 상태의 GF에 液狀化한 plastic을 합침시킨 후 고화하여 GRTP sheet를 제조하는 方法이다. Plastic을 液狀化하는 方法으로는 용융액화하는 방법이외에 monomer나 prepolymer를 유화 혹은 혼탁화하는 方法도 있다. 상기 (1), (2), (3)에 비하여 GF가 成形기 내부를 지나지 않으므로 섬유의 파손이 적어 역학적 성질이 양호한 것이 얻어진다.

상기 方法들은 GRTP를 中心으로 이용되고 있는 方法이나 다른 섬유강화재를 이용하는 경우에도 같은 方法을 사용할 수 있다. 粒子상태의 강화재를 사용하는 방법은 분산 type precompound pellet法이나 Direct法이 일반적이나 plastic에 따라서는 roller 혼련도 가능하다.

이들의 제조법과 함께 여러 가지 成形법이 시험되고 있다. 즉, 열가소성이라는 특징을 살려 押出成形, 압축성형, 左회전성형, blow 성형 등이 검토되고 있으나, 현재로서는 압도적으로 사출성형이 많다. 이 점에 관하여서는 비강화열가소성 수지의 발전이 사출성형 기술의 발전에 의

존하는 점이 큰 것과 동일하다. 사출성형 조건의 설정이나 금형설계에 관해서는 많은 보고가 있다.

이 이외 실제 성형 방법의 예는 참고 문헌을 참조하기 바란다.

## Reference

104. 牧島 象二, 複合材料及び複合物性開発との指導原理, 「複合材料の進歩に關するセミナー」, p. 21, 電氣化學協會電熱化學委員會, 1969.
105. J. J. Bikerman, The Science of Adhesive Joint, Academic Press, 1968.
106. 日本高分子學會編, 「接着—理論と應用」, 丸善, 1959.
- 107) Zisman, W. A., Contact Angle, Wettability and Adhesive, *Am. Chem. Soc.*, 1964.
108. Zisman, W. A., Influence of Constitution on Adhesion, *End. Eng. Chem.*, Vol. 55 No. 10, p. 18, 1963.
109. Zisman, W. A., Constitutional Effect on Adhesion and Adhesion, *Adhesion and Cohesion by P. Weiss (ed.)*, pp. 176~208, Elsevier, 1962.
110. Poppe, Wo, Interpretation of Adhesive Forces in Electroplated Polypropylene, *J. Adhesion*, Vol. 2, pp. 114~124, Apr, 1970.
111. Bartell, F. E., And J. W. Shepard, *J. Phys. Chem.* Vol. 57, p. 455, 1953.
112. Bikerman, J. J., *J. Phys. Colloid. Chem.*, Vol. 54, p. 653, 1950.
113. Griffith, A. A., *phil. Trans. Roy. Soc.*, Vol. A221, p. 163, 1920.
114. Skeist, I. (ed.), Hand Book of Adhesives, Reinhold, 1962.
115. G. Epstein, Adhesive Bonding of Metals, Reinhold, 1954.
116. Sterman, So, and J. G. Marsder, Bonding Organic Polymers to Glos by Silane Coupling Ugevts, Fundamental Aspects of

- FRP Composites by R. T. Schwarty, Interscience, 1968.
117. E. I. Dupont Catalogue.
118. Dow Corning Catalogue.
119. Sharpe, L. H. and H. Schorn, Surface Energetics, Awosion, and Adherie Joints, Contact Angle, Wettability and Adhesion, *Am. Chem. Soc.*, p. 189, 1964.
120. Shatrin, E. G. and W. A. Zisman, *J. Am. Ceram. Soc.*, Vol. 50, p. 478, 1967.
121. D. V. Rosato, C. R. Grove, Jr., "Filament Winding", Intersueier Publ Isher, 1964.
122. 牧 廣, 島村留治, 田部 井清, 大石 新, 「ファイラメントワインディング」, 日刊工業新聞社, 1970.
123. N. Eastwood, SPI 20th ANTEC, Sec. 6-A, 1965.
124. R. Gruenwald, SPI 21st ANTEC, Sec. 10-D, 1966.
125. J. P. Walton, ibid Sec. 11-B, 1966
126. J. E. Houck, Modern. Plastics, Vol. 45, No. 11, 1968, p. 80
127. uk patent, 950656.
128. ibid, 1010043.
129. ibid, 1055395.
130. ibid, 1087859.

## 論文投稿 및 原稿執筆 内容

**폴리머學術ニュース** : 最近의 學術研究動向, 흥미있는 研究實驗結果, 폴리머托pic스, 內容은 高分子合成, 物性, 加工, 分析 等 高分子以外의 學術研究動向도 무방함. 外國의 最近 學術雜誌나 其他 資料로부터 要約, 拔萃, 題目은 알기쉽고 흥미있게, 本文은 專門家 以外의 會員들도 흥미있게 읽을 수 있도록 간결하게 쓸 것. 可能하면 最近 內容으로 하되 이미 발표한 것은 삼가하여 주시기 바랍.

매수 : 4枚前後(200字 원고지), 원칙적으로 제한 없음.

**폴리머技術ニュース** : 國内外의 最近의 폴리머 기술 뉴스, 새로 開發된 製品의 特性, 用途, 物性 等.

資料, 題目, 枚數는 폴리머學術ニュース参照.  
新聞圖書 : 最近 國內外에서 發刊된 폴리머 관련

## 學術 및 技術 圖書.

**資料 및 紹介** : 폴리머 등의 生產量, 消費量, 새로운 製品紹介, 最新分析機器, 加工機의 特徵, 用途, 其他 有用한 技術資料.

**提 言** : 高分子學界나 產業界에 대한 전의사항  
高分子科學과 工業의 將來展望, 會員들을 위한 조언, 產學協同方案, 將來의 研究方向. 枚數 : 6~7枚(200字 원고지)

**對話의 廣場** : 會員들의 學會에 대한 전설적인 전의사항. "폴리머"誌記事에 대한 意見, 會員들에게 알리고 싶은 現場에서의 체험 담. 枚數 : 3~4枚(200字 원고지) 程度

**總 說** : 高分子 科學과 工業에 關한 展望, 넓은範圍에서의 最近의 研究動向과 그에 대한 解說. 本人의 最近 研究와 관련된 國內外의 研究動向, 參考文獻을 必히 소개할것. 枚數 : 50~60枚(200字 원고지), 제한없음

**高分子講座** : 폴리머의 工業的 製法, 物性, 用途 最近의 研究動向, 앞으로의 展望 및 關係文獻을 中心으로 한 講座形式. 枚數 : 60~90枚(200字 원고지程度).