

接着技術(I)

崔 在 煥

1. 接着劑의 選擇方法

오늘날 接着劑는 機能性 工業材料로서 建築, 土木, 船舶, 航空機, 宇宙, 鐵道車輛, 自動車, 重電, 電子, 家電, 家具, 木工, 包裝, 纖維, 醫療 등의 모든 產業에 導入되고, 또한 家庭用品에도 浸透하고 있다.

接着劑는 種類가 많으며 상당數의 接着劑 生産業體가 各各 獨自의 製造한 製品을 市販하고 있으므로 그 製品의 數는 상당하다. 이들 中에서 보다 適切한 接着劑를 選擇한다는 것은 대단히 어려운 일이다. 그리고 現在에 많은 量의 接着劑가 使用되어지고 있다는 사실은 적어도 어떠한 方法으로든 接着劑를 選擇하고 있다 할 수 있다.

그러면 우선 接着하려고 하는 物件 즉 被接着材가 存在한다. 그 모양이나 表面의 狀態와 接着할 것(接着物)의 使用目的이나 用途·使用條件等, 接着劑에 要求되는 條件은 무엇이며, 어떤 接着方法·作業方法을 取할 것인가, 어떤 管理나 評價基準을 들 것인가, 價格은 어떠한가, 等等의 모든 條件을 接着劑 選擇에 우선으로 整理해야 한다. 그리고 이런 條件들을 基本으로 하여 市場에서 몇 가지 接着劑를 選擇하여 實驗에 依한 評價를 實施한다. 경우에 따라서는 實物試驗을 하기도 한다. 그 結果를 基礎로 하여 適切한 接着劑를 選擇하여, 實用化 實驗을 통

해 適用할 수 있다.

1.1. 接着의 長點과 短點

接着에는 어떤 長點이 있으며 또한 短點은 무엇인가? (表 1-1)

表 1-1. 接着의 長點과 短點

• 長 點	短 點
<ul style="list-style-type: none"> • 應力の 集中을 分散 緩和 시킬 수 있다. • 複雜한 形狀의 部位도 接着이 可能 • 異種材料의 接着도 可能 • 輕量化 設計 可能 	<ul style="list-style-type: none"> • 接着劑의 選定이 어렵다. • 接着面이 淸潔해야만 한다
<ul style="list-style-type: none"> • 氣密性, 閉密性의 維持가 可能 • 作業 工程數의 節減 • 作業 工程의 合理化 	<ul style="list-style-type: none"> • 表面處理에 時間이 걸린다 • 加熱硬化型이므로 特別한 裝置가 必要하다. • 作業에 어려움이 있다
<ul style="list-style-type: none"> • 作業의 高速化 • 作業效率이 向上 • 生産性 向上 • 原價의 節減 • 省人化 • 省力化 • 마무리 作業이 깨끗하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 硬化時間이 걸린다 • 計量이나 混合作業에 時間이 걸린다. • 接着部位를 떼어 내는 것이 困難하다 • 耐熱性에 限界가 있다. • 接着強度가 一定하지 않다 • 接着耐久性이 不安全하다 • 接着信賴性이 없다 • 接着의 評價가 어렵다

1.1.1 長 點

接着에서 가장 큰 長點은 接着劑의 彈性率에도 依 하지만 接着面 全體에 應力을 分散, 緩和시킬 수 있다는 것이다.

이것은 接着이 面과 面의 接合이므로 볼트조임이나 溶接과 같이 局部的 集中應力을 받지 않기 때문이다. 이런 理由로 應力의 傳達, 分配, 吸收가 可能하고, 接合部分의 耐疲勞性과 耐久性이 向上된다.

異種材料의 接合이 可能한 것도 큰 長點이다. 溶接하기 어려운 異種金屬의 接合도 可能, 異種플라스틱이나 金屬, 플라스틱, 고무, 木材, 유리, 石材, 纖維等의 材料를 接合할 수 있다. 경우에 따라서는 金屬의 代替品으로써 플라스틱을 應用하는 것도 可能하며 輕量化 設計도 可能하게 한다.

또한 組立라인에서의 接合工程, 接着시스템을 導入함으로써 作業工程 數가 줄어들며, 벗치시스템이 連續시스템이 되어 作業工程의 合理化가 되며, 혹은 作業이 高速化 될 수 있어 作業效率이 向上되고 原價節減을 내다 볼 수 있다. 또한 接合物 表面은 볼트나 리벳조임의 突起部分, 溶接의 흔적이나 상처 등이 없이 깨끗하게 마무리 될 수 있다.

1.1.2. 短 點

우선 接着劑 選擇의 어려움을 들 수 있으며, 接着劑 選擇을 위한 모든 條件을 얼마나 明確하게 整理해 놓을 수 있는지, 接着한 物件의 檢査方法이나 適切한 評價方法, 評價基準을 어떻게 定할 것인지, 등은 實在 어려운 問題이다.

接着을 하기 전에 接着面을 깨끗하게(먼지, 油脂分, 녹, 水分 등을 除去)하고, 表面處理를 確實하게 해 놓지 않으면 接着이 一定하게 되지 않는다. 加熱硬化型 接着劑나 熱活性型 接着劑 등은 加熱裝置가 必要하다.

또한 시아노아크릴레이트와 같이 短時間에 接着이 可能한 것도 있지만, 대체로 數時間 내지 數十時間의 初期養生時間 즉, 養生時間과 養生場所를 必要로 한다.

多成分 混合接着劑는 計量이나 混合規定대로 하지 않으면 均一하지 않고 接着強度도 一定하지 않게 되며, 또한 使用可能 時間에도 制約이 있는 등, 作

業에 時間이 걸린다.

한번 붙인 後, 그 部分을 떼어 내는데 困難한 것도 短點의 하나이다.

또한 대개의 接着劑가 有機高分子 材料를 主成分으로 하여 이루어져 있기 때문에 耐熱限界가 있으며, 靜的 혹은 動的疲勞, 溫濕度, 빛에 依한 疲勞, 물에 依한 疲勞等에 依해 發生한 劣化나 老化 때문에 接合部分이 떨어질 수도 있으며, 接着耐久性이나 接合의 程度等이 不安定하다는 點, 더우기 이것들의 接着物에 대해서 實用的으로 接着力을 評價할 만한 適切한 方法이 不足하다는 點 등을 들 수 있다.

1.2. 接着劑 選 定의 체크리스트

“① 어떤 疲接着材를, ② 어떠한 目的으로, ③ 어떤 作業方法으로, ④ 어떤 性能을 갖는 接着物을 만들며, ⑤ 어떠한 管理나 評價로” 등의 具體的 接着劑 選定을 위해 체크 리스트를 表 1-2에 나타냈고 接着劑와 被接着材와의 接着適應性을 接着劑 選定 早見表(表 1-3)에 整理했다.

表 1-2. 接着劑 選 定의 체크리스트

1. 被接着材	① 被接着材의 種類(商品, 材質의 具體的인 特性說明) ② 形狀, 두께 ③ 表面의 狀態 ④ 表面處理法
2. 使用目的	① 完成品의 特性 接着部位의 特性 ② 接着, 充填, 코팅 ③ 現在狀態와 問題點
3. 使用條件	① 接着物의 使用條件 ② 接着劑의 要求條件 (接着部位에 미치는 引張力, 剪斷, 壓縮, 뒤틀림, 衝擊, 振動, 屈曲 등의 外部應力, 빛, 오존, 熱, 水分, 濕度 등의 環境條件, 酸, 알카리, 油, 가스 등의 使用用途에 對한 使用條件과 使用年數, 各各의 條件間에 對한 重要度 優先順位)
4. 作業條件	① 라인(手作業, 機械作業, 連結作業, 斷續作業) ② 塗布裝置, 接着裝置

5. 評價條件	③ 塗布條件(塗布量, 塗布面積, 全面塗布, 部分塗布)
	④ 接合條件(上溫接着 혹은 加熱接着, 作業環境)
	⑤ 壓着條件(加壓力, 加壓時間)
	⑥ 養生條件(養生溫度, 養生時間)
	① 評價方法(試驗方法)
	② 評價基準(基準值, 規格值)
6. 其他	① 價格
	② 色
	③ 貯藏安定性
	④ 安全衛生(惡臭, 毒性, 引火性 等)

체크 리스트와 早見表 및 後述의 接着劑 性質表(表 1-6)에서 適切한 接着群을 根本으로 하고, 接着劑 生産業體의 노하우에 依해 市販되는 接着劑를 選擇하겠지만, 이 作業은 獨自으로도 좋지만 生産業體를 活用하는 것이 適切한 接着劑를 고르는데 보다 効果인 方法이 될 수 있다.

1. 3. 接着劑 選擇의 포인트

1. 3. 1 被接着材

金屬, 플라스틱, 고무, 木材, 石材, 유리, 纖維 等의 接着對象이 되는 材料는 그 材質을 明確하게 해 두는 것이 좋다. 金屬, 플라스틱, 고무라 해도 그 各 各의 種類가 多樣하게 있어 그 具體的인 特性을 明確하게 해 두는 것이 必要하다. 또 業體名이나 商品名, 그 材料의 規格이 있으면 그것을 整理하고, 材料의 化學的 性質이나 物理的 性質, 크기, 두께, 形狀, 表面의 狀態, 柔軟性, 有孔性, 表面處理에 對해 整理해야 한다.

1. 3. 2 使用目的

接着劑를 使用하는 目的을 생각해보면 (1) 接着, (2) 充填, (3) 被履(코팅), (4) (1)부터 (3)의 複合으로 크게 大別할 수 있지만 그 區分을 明確하게 해 둘 必要가 있다.

(1) 接着에서의 「接着」은 接着劑를 媒介로 하여 化學的, 物理的 힘을 加하여 두개의 面이 結合

하는 狀態를 말하며, 一般的으로 面을 붙이는 接合構造의 結合으로 接着劑 使用目的이 거의 여기에 속하며 接着層은 얇을 수록 좋으며 接着力도 높아진다.

- (2) 充填은 建築의 接합等의 凹 部分, 鋼板의 連結 部分을 채워 줄 使用目的은 물론 있지만, 木材, 石材, 發泡플라스틱, 發泡고무, 等과 같은 多孔性 材料의 接着, 表面의 構造가 좋지 않은 요철이 진 材料의 接着, 콘크리트의 表面과 같이 거칠은 材料의 接着接合 部分을 계속 채워 줌으로써 氣密性, 閉密性을 높이려 하는 接着 等を 目的으로 한 接着이다.
- (3) 被履(코팅)은 材料를 外部로부터 保護하기 위한 保護코팅이나 植毛와 같이 코팅 面에 部分的 接着을 行하는 경우이다.
- (4) 그리고 (1)~(3)을 複合系이다.

이와 같은 使用目的은 被接着物을 明確하게 해 놓는 것 다음으로 重要하다.

1. 3. 3 使用條件

接着接合 部分에는 어떤 外部應力이 作用하는지, 또는 어떤 環境條件에 좌우되는 것인지, 使用年數는 얼마인지 等의 使用條件을 밝혀 놓는 것은 接着劑 選定에 있어서 또한 重要的 點이다.

a. 外部應力 : 接着接合 部分에 作用하는 外部應力은 接着物의 形狀이나 接合部分의 形狀에 依해 달라지지만 ① 引張, ② 剪斷, ③ 剝離, ④ 破裂, ⑤ 屈曲, ⑥ 壓縮, ⑦ 뒤틀림 等이 있다. 이런 外的인 힘은 單純히 하나로 作用되기 보다 두개 以上이 複合되어서 接着에 影響을 미친다.(圖1-1), (表1-4)

b. 環境條件 : 接着接合部의 環境條件은 接着物이 使用되는 用途에 따라 다르게 나타난다. 즉 溫度, 濕度, 빛, 오존, 가스, 알카리, 溶劑, 油 等이 있으며 이러한 條件들이 둘 以上 複合的으로 作用하는 경우가 많다.

耐熱性, 耐寒性, 耐濕性, 耐水性, 耐候性, 耐藥品性, 耐熱劣化性, 冷熱繰返性(高溫에서 低溫 혹은 低溫에서 高溫으로 急激한 溫度差에 의해서 받는

表 1-3. 接着劑 選定早見表¹⁾

被接着材A \ 被接着材B	金屬	木材·하드보드	중이	피혁	콘크리트	鹽化비닐	페놀·멜라민	ABS·FRP	아폴리카보네이트	폴리에스테르	우레탄系	스틸렌系	폴리에틸렌系	폴리프로필렌系	合成고무	天然고무
天然고무	18, 19, 25, 28, 29	18, 19, 25	2, 18, 19, 25	18, 19, 25	18, 19, 25	18, 25, 28	19, 25, 28	19, 25, 38	25, 28	2, 28	18, 19, 25	18, 25	25	25	18, 19, 25, 28, 29	18, 19, 25, 28, 29
合成고무	19, 20, 21, 25, 28, 29	19, 20, 21, 25	2, 19, 20, 21, 23, 25	19, 21, 25	19, 23, 22, 25	18, 20, 25, 28	19, 20, 25, 28	19, 20, 28, 28	25, 28	2, 10, 28	19, 25	23, 24, 25	10, 25	10, 25	19, 20, 21, 25, 28, 29	
폴리프로필렌系	2, 25	2, 3, 5, 25	2, 3, 25	2, 3, 25	2, 3, 25	2, 25	2, 25	2, 10, 25	2, 25	2, 25	2, 25	2, 25	2, 25	2, 25		
폴리에틸렌系	2, 25	2, 3, 5, 25	2, 3, 25	2, 3, 25	2, 3, 2	2, 25	2, 25	2, 10, 11, 25	2, 25	2, 3	2, 25	2, 25	2, 25			
스틸렌系		2, 5, 23, 24, 26	2, 5, 23, 24, 26	2, 5, 24, 26	2, 24, 26	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3	2, 3	2, 23, 24, 26	2, 23, 24, 26				
우레탄系	10, 11, 16, 19, 21, 25	5, 11, 19, 21, 25, 26	5, 11, 19, 21, 25, 26	11, 19, 21, 26, 26 5	5, 11, 19, 21, 25, 26	11, 18, 20, 21, 25	11, 19, 21, 25	11, 19, 21, 25	11, 19, 21, 25	10, 11, 2, 25, 26	5, 11, 19, 21, 25, 26					
폴리에스테르	2, 10, 25, 28	2, 10, 25	2, 10, 25	2, 10, 25	2, 10, 25	2, 10, 25, 28	2, 10, 25, 28	2, 10, 25, 28	2, 10, 25, 28	2, 10, 25, 28						
아크릴·폴리카보네이트	2, 16, 25, 28	2, 25	2, 25	2, 25	2, 25	2, 25, 28	25, 28	25, 28	25, 28							
ABS·FRP	7, 11, 16, 19, 20, 28, 29	5, 6, 11, 19, 16, 20, 25	2, 5, 11, 19, 25	2, 5, 11, 19, 25	2, 5, 16, 19, 25	2, 5, 20, 28	2, 5, 16, 19, 28, 29	2, 20, 16, 28, 29							22 SBR	
페놀·멜라민	7, 11, 16, 19, 28, 29, 35	6, 11, 16, 19, 25	2, 6, 19, 25	2, 6, 19, 25	16, 25	6, 11, 20, 28	6, 16, 28								23 再生고무	
鹽化비닐	2, 10, 11, 20, 21	2, 5, 11, 20, 25	2, 3, 10, 11	2, 3, 10, 11, 25	4, 5, 16, 25	2, 4, 10, 11									24 부틸고무	
콘크리트	16, 25	16, 25, 26	2, 3, 19, 22, 24, 25	2, 3, 19, 25	16, 18										25 SBS·SIS	
피혁	10, 11, 19, 25	10, 11, 18, 19, 25	2, 3, 11, 19, 25	10, 11, 18, 19, 25											4 醋酸비닐·鹽化비닐樹脂	
중이	2, 3, 10, 19	2, 3, 10, 18, 19	1, 2, 3, 5, 9, 18												5 에틸렌·醋酸비닐樹脂	
木材·하드보드	16, 19, 25	12~15, 19, 15, 26, 27													6 에틸렌·아크릴樹脂	
金屬	7, 16, 17, 28~36														7 폴리아미드樹脂	

11 폴리우레탄樹脂	26 水性비닐우레탄
12 유리아樹脂	27 α-올레핀
13 멜라닌樹脂	28 시아노아크릴레이트
14 페놀樹脂	29 變性아크릴樹脂(SGA)
15 페조시놀樹脂	30 " " (마이크로겔솔)
16 에폭시樹脂	31 " " (嫌氣性)
17 폴리이미드樹脂	32 " " (濕氣硬化型)
18 천연고무	33 " " (EB, UV硬化型)
19 클로로프렌고무	34 에폭시·페놀
20 니트릴고무	35 부틸알·페놀
21 우레탄고무	36 니트릴·페놀

1 醋酸비닐樹脂	8 폴리비닐아세틸樹脂	19 클로로프렌고무	34 에폭시·페놀
2 아크릴樹脂	9 폴리비닐알코올	20 니트릴고무	35 부틸알·페놀
3 醋酸비닐·아크릴樹脂	10 폴리에스테르樹脂	21 우레탄고무	36 니트릴·페놀

接着劑 (主成分別)

熱衝擊), 乾濕繰返性 等 實用上의 環境特性을 要求條件으로 考慮하여 接着劑를 選定한다. 高溫에서 接着劑의 接着强度를 一般的으로 耐熱性이라고 하지만, 耐熱性的 接着强度가 常態 接着强度의 1/3이 되는 溫度라고 생각하면 彈性系(elastomer) 接着劑: 60~80°C, 비닐系接着劑: 60~120°C, 에폭시계 接着劑: 80~120°C, 페놀系接着劑: 200~

400°C이다. (圖1-2)

대개의 接着劑가 有機高分子材料를 主成分으로 하고 있기 때문에 耐熱에 限界가 있으며, 接着接合部分을 高溫에 張時間 放置해 놓으면 熱分解가 되어 使用이 힘들어지게 된다(熱劣化).

接合部分의 加熱·冷却의 反復, 高溫에서 低溫으로의 急激한 溫度差로 인하여 받는 熱衝擊에 의해,

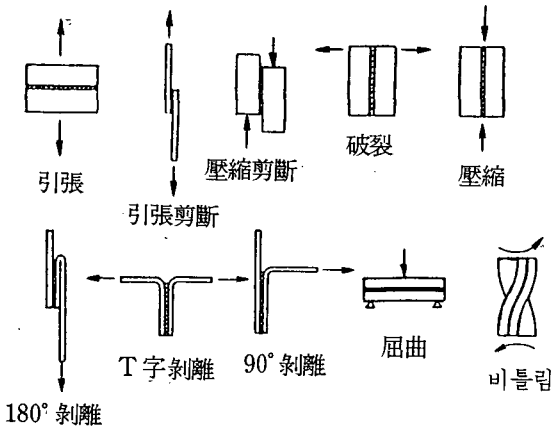


圖 1-1. 外力의 種類

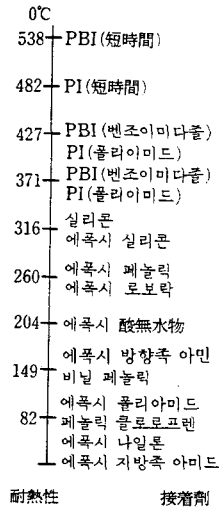


圖 1-2. 接着劑와 耐熱性

表 1-4. 外力의 크기와 接着劑의 選定例²⁾

用 途	接 着 劑	
	一般의인 것	柔軟性이 있는 것
· 構造用 恒久的인 接合과 高強度維持를 必要로 하는 構造接着 (航空機 外板, 브레이크 라이닝 등)	熱硬化性樹脂系	에폭시-나일론 에폭시-폴리숄과이드系 페놀릭 니트릴 고무系 페놀릭 부티랄系
· 非構造用 永續性 接合을 保證하지 않은 低強度의 非構造 部分의 接着	熱加塑性樹脂系 고무系	고무系

被接着材의 熱膨脹系數와 接着劑의 熱膨脹系數의 差에 의해 內部應力이 發生하여 接着接合 部分이 破壞되는 일이 많다.

또한 接着部位가 低溫으로 有持될 때는 耐寒性이 要求된다. 熱硬化性 樹脂系 接着劑는 架橋構造를 갖고 있기 때문에 低溫時 物理的 狀態變化는 比較的 적지만, 熱可塑性 樹脂系 接着劑나 彈性系 接着劑는 甚한 狀態變化를 일으켜 二次轉移溫度가 되면 고무의 彈性을 잃어 遊離되어 弱하게 된다. (表1-5)

接着劑와 被接着材 間의 一般의인 接着은 水素結合, Van der Waals' 힘이라고 불리는 二次結合에 의해 支配되는 경우가 많다. 이 接着界面에 水分子 運動이 活潑한 水蒸氣 狀態의 水分子가 쉽게 스며 들어 가므로써 接着力의 低下 혹은 接合部分의 破壞를 가져 온다.

表 1-5. 彈性體와 熱加塑性 樹脂의 二次 轉移溫度²⁾

고무 또는 樹脂	Tg(°C)
天然 고무	-73 ~ -75
폴리부타디엔	-85 ~ -88
SBR(스틸렌 25%)	-57
SBR(스틸렌 75%)	18
하이팔론	-34
클로로프렌 고무	-50
니트릴 고무	-10 ~ -55
부틸 고무	-74
폴리이소부틸렌	-80.5 ~ -65
폴리에틸렌	-68
폴리鹽化 비닐	82
폴리스틸렌	100
폴리醋酸 비닐	29
폴리아크릴酸 에틸	-22
폴리아크릴酸 메틸	-9
폴리아크릴酸	106

그 외에 빛, 물, 오존, 가스, 먼지 등의 影響과 時間으로 支配되는 耐候性, 溶劑나 酸, 알카리에 對한 耐藥品性 等이다.

1.3.4 作業條件

接着劑를 어떤 方法으로 칠 할 것인가, 被接着材의 材質, 形狀, 表面狀態, 接合部分의 크기, 形狀,

接着劑의 種類等에 依해 달라지겠지만, 手作業으로 할 것인지, 機械作業으로 할 것인지를 決定해야 한다. 最近에는 作業의 能率化, 塗布 面의 均一性 等 때문에 機械作業이 比較的 많이 使用되고 있다. 또한 部分的으로 칠 할 것인지, 全面에 칠 할 것인지, 量은 어느 程度 할 것인지 等を 圖1-3.에 整理했다. 常溫에서 接着할 것인지, 加熱이나 特別한 裝置

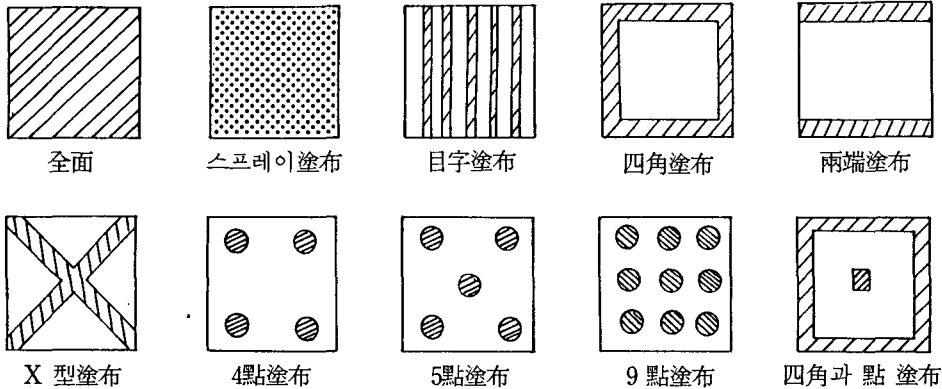


圖 1-3. 塗布의 狀態³⁾

(高周波加熱, 紫外線照射, 電子線照射等)를 使用할 것인지, 또는 接着劑 塗布後 곧바로 붙일 것인지 (濕潤接着, 冷却固化接着, 反應接着), 塗布面을 乾燥시킨 後 붙일 것인지 (再活性接着, 減壓接着)를 決定해야 한다. 接着劑가 接着強度를 나타내기 위해서는 溶劑의 揮發, 冷却固化, 化學反應 等이 모두 關係되지만 항상 溫度, 壓力, 時間이 作業의 重要한 要因이 된다. 加壓의 目的은 接着面을 均一하게 하는 것이지만 被接着材의 種類, 크기, 形態, 接着劑의 種類를 基本으로 하여 加壓條件(加壓力, 加壓時間)을 結定한다. 一般的으로 壓力이 너무 낮으면 接着層이 두껍고, 壓力이 너무 높으며 接着劑가 흘러나와 部分的으로 欠膠部分을 形成하며 또한 接着強度가 低下된다.

接着物은 接着後 곧바로 使用하지 못하고 어느 程度 時間이 지난 後 使用하여야 한다. 그 사이는 外部의 힘이 받지 않도록 잘 놓아 두어야 한다. 이와 같은 操作을 養生이라고 한다. 一般的으로 被接着材

의 種類, 接着劑의 種類, 塗布量, 作業環境 等에 依해 數 時間에서 數日을 要하게 된다.

加熱은 熱硬化型 接着劑를 硬化시키기 위해 (反應接着) 또는 常溫에서 接着作業에 適用함으로써 接着劑 溶劑의 乾燥나 反應接着의 硬化를 促進시키는 役활을 하며, 또는 溫度나 濕度の 影響을 輕減시키고 接着強度의 耐熱性을 向上시키는 等, 作業時間의 短縮이나 品質管理에 有效한 手段이 된다.

1.3.5 評價條件

被接着材의 種類, 接着劑의 種類, 接着物의 用途, 使用條件等을 基本으로 適切한 評價方法을 設定해야 한다. 國內外에 걸쳐 接着에 關한 各種 試驗方法 (KS, ASTM, DIN, MIL, ISO 法 等)이 制定되어 있지만, 各各의 用途別로 實用的으로 適合한 試驗方法을 뽑아 試驗結果를 어떻게 評價할 것인가, 基準值(規格值)를 어떻게 決定할 것인가, 現在狀態에서는 試驗과 實用的 關係가 充分하게 解明되

어 있지 않은 부분이 많으므로 매우 어려운 문제이다. 따라서 一般的으로는 制定되어진 各種 試驗方法을 토대로 하여 評價基準을 個別的으로 定하는 경우가 많다.

1.3.6 其他

上述한 다섯가지 條件 以外에 價格, 色, 安全衛生(냄새, 毒性, 引火性等) 등에 對한 考慮도 接着劑 選定을 위한 條件으로 整理해야 한다.

價格은 單純히 單價만으로 定義하는 것이 아니라, 接着에 의해 超來되어지는 材料의 節減, 作業工程數의 節減, 作業의 高速化, 作業效率의 向上, 接着物의 機能性 向上等 總括的인 見地에서 評價한 價格이라고 해야 할 것이다.

또한 接着接合部分에서 새어 나온 接着劑나 接着層의 着色이 接着物의 外觀上 좋지 않을 경우에는 色에 對한 制約을 나타내야 한다.

1.4. 接着劑의 性質

接着劑는 “物體의 表面에 附着되어 物體를 結合시킬 수 있는 物質”(ASTM D-907)이라고 되어 있다. 그 接着劑를 構成하고 있는 成分(主成分別)을 보면 樹脂系, 고무系, 混合系(樹脂系와 고무系의 混合)로 크게 區別하며, 樹脂系는 熱可塑性과 熱硬化性으로 分離된다.

接着劑의 性質은 表1-6에, 接着劑의 分類는 表1-7에 나타냈다. 이들 性質을 理解해 두는 것도 接着劑 選定에 重要하다.

1.5. 被接着材의 性質

接着對象이 되는 材料는 金屬, 플라스틱, 고무, 木材, 유리, 石材, 纖維等 種類가 많고 接着劑 選定에 우선하여 이들 材料의 性質을 잘 理解해 두는 것이 重要하다.

1.5.1 金屬

金屬은 一般的으로 그것을 構成하고 있는 金屬原子가 充填된 立方體, 六方體 등의 結晶構造를 갖고

있으며, 그 表面의 金屬原子는 한쪽은 內部の 原子와 結合하고 있지만 다른 한쪽 즉 結合에 關與하고 있지 않은 부분은 높은 에너지가 存在하며, 極성이 높은 狀態에 있으므로 大氣中의 H_2 , O_2 , N_2 , CO_2 등의 가스나 水分, 油脂分 등을 吸着하여 汚染·吸着層을 形成하며 그 밑에 酸化皮膜層이 存在하고 있다. (圖1-4)

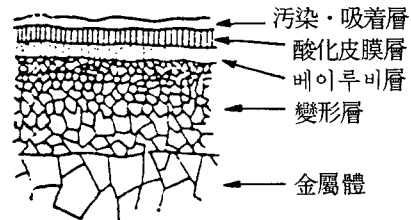


圖1-4. 金屬의 表面⁵⁾

純粹한 金屬보다도 酸化皮膜쪽이 더 活性的인 것은 各種 가스의 金屬 혹은 金屬酸化物에 對한 化學 吸着熱로 CO_2 가스와 Cu와 그리고 Cu_2O 를 比較해봐도 알 수 있다(表1-8). 또한 鐵을 例로 들면 表面에 FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 등의 酸化皮膜을 確認할 수 있지만, 이와같은 酸化皮膜은 自然發生的인 “녹”인 경우가 많다. (圖1-5)

또한 金屬은 構造材料로서의 用途가 많으므로 그 接着接合部分이 耐熱性, 耐藥品性, 耐衝擊性 등의 많은 條件을 要하는데, 이때의 問題點도 金屬과 接着劑의 熱膨脹率의 差로 인해 接着界面 및 接着層에 內部應力이 發生하여 接着強度가 低下하는 것이다. 金屬과 같이 彈性率이 높은 材料는 剛性을 要하며 同時에 接着層 內부에 發生하는 內部應力에 견디어내는 強靱성을 갖는 에폭시-나일론系, 니트릴-페놀系, 브티랄-페놀系, 폴리에미드, 變性아크릴 등의 接着劑가 使用된다.

1.5.2 플라스틱

플라스틱은 넓은 意味로는 合成纖維, 合成고무를 包含하고 있지만 通常的으로는 熱可塑性 플라스틱, 熱硬化性 플라스틱을 가르킨다. 플라스틱 製品에는 필름, 파이프, 成型品, 注型品, 積層品 등이

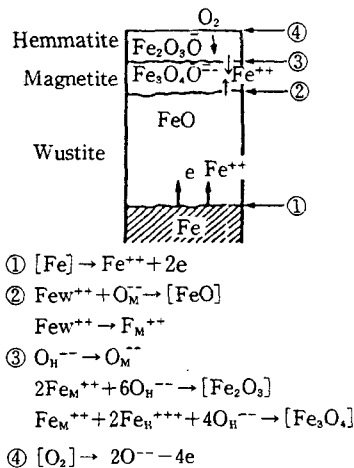
表 1-6. 接着劑의 性質表¹⁾

No.	接着劑(主成分別)	接着劑의타입	接着作業方法	耐水性	耐藥品性	耐寒性	耐熱性	耐衝擊性	耐候性
1	醋酸비닐樹脂	A·B	ㄴ	X-△	△	△	△	○-◎	△
2	아크릴樹脂	A·B·D	ㄱ·ㄴ·ㄹ·ㅁ·ㄴ·ㅅ	△	△	△-○	△	○-◎	○
3	醋酸비닐·아크릴樹脂	A·B	ㄴ·ㄹ	X-△	△	△	△	○	△-○
4	醋酸비닐·鹽化비닐樹脂	A·B	ㄴ	△	△	△	△	○	△-○
5	에틸렌·醋酸비닐樹脂	A·B·C·D	ㄴ·ㅁ·ㅅ	△	△	△	△	○	△-○
6	에틸렌·아크릴樹脂	C·D	ㅁ·ㅅ	△-○	△	△-○	△-○	○	△-○
7	폴리아미드樹脂	B·C·D	ㅁ·ㅅ·ㅇ	○	○	○	○	○	△-○
8	폴리비닐아세탈樹脂	B·D	ㅅ·ㅇ	○	○	○	○	○-◎	○
9	폴리비닐알코올	A·D	ㄴ·ㄷ	X-△	△	△-○	△-○	○	△-○
10	폴리에스테르樹脂	B·C·D·E	ㄴ·ㅁ·ㅂ·ㅅ·ㅇ	△-○	○	△-○	△-○	○	○
11	폴리우레탄樹脂	A·B·D·E	ㄴ·ㅁ·ㅅ·ㅇ·ㅈ	○	○	○	○	○	△-○
12	우레아樹脂	A·E	ㅁ·ㅇ	△	△	△	△	X-△	△
13	멜라민樹脂	A·E	ㅁ·ㅇ	○	△-○	△-○	△-○	△	△-○
14	페놀樹脂	A·B·E	ㅁ·ㅇ	○	○	△-○	○	△	○
15	레조시놀樹脂	A·B·E	ㅁ·ㅇ	○	○	○	○	△	○
16	에폭시樹脂	A·B·D·E	ㄴ·ㅁ·ㅅ·ㅇ·ㅈ	○	○-◎	○	○	△-○	○
17	폴리이미드樹脂	D	ㅇ	○	○-◎	○	◎	○	○
18	天然고무	A·B·D	ㄱ·ㄴ·ㄷ·ㄹ·ㅁ·ㅅ	△	△-○	△-○	△	○-◎	△-○
19	클로로프렌고무	A·B	ㄱ·ㄴ·ㄷ·ㅁ·ㅅ	△-○	△-○	△-○	△-○	○-◎	△-○
20	니트릴고무	A·B	ㄱ·ㄴ·ㄷ·ㅁ·ㅅ	△-○	○	△-○	○	○-◎	○
21	우레탄고무	B·E	ㅁ·ㅇ	△-○	○	△-○	○	○	△-○
22	SBR	A·B·D	ㄴ·ㄹ	△	△	△	△	○	△
23	再生고무	B·D	ㄴ·ㄹ	△	△	△	△	○	△-○
24	부틸고무	A·B	ㄴ·ㄹ	△	△	△	△	○	○
25	SBS, SIS	B·C	ㄹ·ㅂ	○	△	○	△	○-◎	△
26	水性비닐우레탄	E	ㄴ·ㅁ	○	△	○	△-○	○	△-○
27	α-올레핀	E	ㄴ·ㅁ	○	△	△-○	△-○	○	△-○
28	시아노아크릴레이트	E	ㅁ	△	△-○	△-○	△	△-○	△
29	變性아크릴樹脂(SGA)	E	ㅁ	△	△-○	△-○	△	○	△
30	" (마이크로캡슐)	E	ㅁ	○	△-○	○	△-○	○	△-○
31	" (嫌氣性)	E	ㅁ	○	△-○	○	△	△-○	○
32	" (濕氣硬化型)	E	ㅁ	○	△-○	○	△-○	△-○	△-○
33	" (EB, UV硬化型)	E	ㅅ	○	△-○	○	△-○	△-○	△-○
34	에폭시·페놀	B·D·E	ㅇ	○	△-◎	○	○-◎	△-○	○
35	부탈·페놀	B·D·E	ㅇ	○	△-◎	○	○-◎	○	○
36	니트릴·페놀	B·D·E	ㅇ	○	○-◎	○	○-◎	○	○

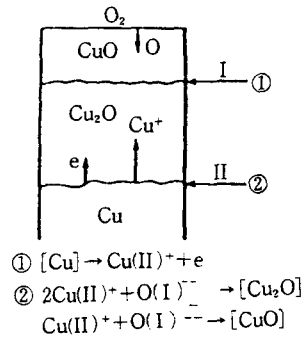
• 接着劑의 타입... A: 에멀전, 라텍스, 水性, B: 溶劑型, C: 熱溶融型, D: 테이프(tape), film型, E: 反應型
 • 接着作業方法... ㄱ: 接觸接着, ㄴ: 濕潤接着, ㄷ: 再濕接着, ㄹ: 減壓接着, ㅁ: 反應接着(常溫), ㅂ: 冷却固化接着, ㅅ: 熱活性接着, ㅇ: 反應接着(加熱), ㅈ: 特殊接着(高周波·超音波·紫外線·電子線)
 • 接着劑의 性質... ◎: 優, ○: 良, △: 可, X: 不可

表 1-7. 接着劑의 分類⁴⁾

組成에 따른 분류	無機系	ex. 硅酸소다, 시멘트, 세라믹類	
	有機系	天然高分子系	ex. 녹말, 아교, 카세인, 天然고무
合成高分子系		纖維素誘導體 熱可塑性樹脂系 熱硬化性樹脂系 合成 고무系	ex. 醋酸셀룰로오즈, CMC, HEC ex. 醋酸비닐, 鹽化비닐, 폴리아미드 ex. 에폭시, 페놀, 우레탄 ex. CR, NBR
性狀에 따른 분류	水溶液型 에멀전型, 라텍스型 溶劑型 無溶劑型 固形(블럭, 粉末) 테이프型	ex. 硅酸소다, 멜라닌 ex. 醋酸비닐, 아크릴, 合成고무 ex. 合成고무, 天然고무, 醋酸비닐 ex. 에폭시, 우레탄, 디아크릴레이트 ex. 에틸렌, 醋酸비닐共重合體, 카세인, 아교 ex. 아크릴, 天然고무, 에폭시	
硬化方法에 따른 분류	常溫硬化型	溶劑蒸發型	ex. 合成고무, 醋酸비닐, 아교
		觸媒混合型 混氣硬化型 非混合型(接觸硬化) 嫌氣性型	ex. 에폭시, 우레탄, 아크릴 ex. 시아노아크릴, 우레탄 ex. SGA(變性아크릴) ex. 嫌氣性(變性아크릴)
	加熱硬化型 熱熔融型 感壓型 再活性型 紫外線·電子線硬化型	ex. 에폭시, 페놀 ex. 에틸렌, 醋酸비닐共重合體 ex. 아크릴, 天然고무 ex. 合成고무, 아교 ex. 아크릴, 우레탄	



a) 鐵의 酸化物生成機構



b) 銅의 酸化物生成機構

圖 1-5. 鐵 또는 銅의 酸化物 生成機構⁵⁾

表 1-8. 各種가스의 金屬 혹은 金屬酸化물에 對한 化學吸着熱⁵⁾

가스 혹은 蒸氣	吸 着 熱 (kcal/mol)								
	金 屬					金屬酸化物			
	W	Ni	Fe	Cu	Au	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	Cu ₂ O	Zn
H ₂	45	31	32~88			72	30	42	
O ₂	155	130	75~98			37	24		
N ₂	95		40						
NH ₃	66	37	45						
C ₂ H ₂		67		19	21				
C ₂ H ₄	102	58	68	18	21				
CO		35	32	9	9	28	62	27	18
CO ₂						18	23		13

있으며, 材料自體의 種類에 따라 各各의 性質이나 接着性도 달라진다.

熱可塑性 플라스틱은 架橋結合은 없고 鎖狀分子가 간단하게 結合된 것으로 可融性, 可溶性이 있다. 또한 分子의 集合狀態로 無定形 플라스틱과 結晶性 플라스틱으로 分離된다. 無定形 플라스틱은 一般的으로 溶劑에 녹기 쉽고, 結晶性 플라스틱은 化學적으로 比較的 安定하므로 高溫일 때를 除外하고는 一般的으로 溶劑에도 녹지 않는다.

熱硬化性 플라스틱은 鎖狀分子 間의 架橋結合에 依해 三次元化된 網目構造를 하고 있으며, 化學적으로도 安定하므로 不融不溶이다.

플라스틱의 接着性은 極性和 結晶性에 依存된다. 分子中에 -OH, -Cl, -CN, -NH₂, -CO, -COOH, -CONH, -OCH₃ 等 極性基를 갖는 플라스틱은 一般的으로 極성이 크고, -H, -

*中尾計算, **化學便覽 p. 1248. 日本化學會. 그外는 Skeist. "Handbook of Adhes", p. 11. , SP(溶解變數)는 凝集에너지密度(CED)의 平方根이며, 相互分子間의 引力의 合으로 表示한다. CED는 物理적으로는 液體 1 cc를 蒸發시키는데 必要한 에너지量이다.

$$(SP)^2 = CED = \frac{\Delta E}{\Delta V} = \frac{\Delta H - RT}{V} = \frac{d(\Delta H - RT)}{M}$$

여기서, ΔE: 蒸發에너지(cal/cc), V: mole量(cc/mole), ΔH: 蒸氣潛熱(cal/mole), R: 氣體常數(1.987cal/mole), d: 密度(g/cc), M: 그램分子量, T: 絕對溫度(*K=237+t°C).

表 1-9. 폴리머의 極性和 SP⁶⁾

分類	結晶性	極 性	폴 리 머	SP	接 着 方 法				
					溶 融 接 着	溶 劑	極 性 接 着 劑		
熱可塑	結晶性	無極性 ↑ ↓ 極 性	테프론	6.2	○	×	×		
			폴리에틸렌	7.7	○	×	×		
			폴리프로필렌	8.0*	○	×	×		
			폴리옥시메틸렌	9.5**	○	×	○		
			폴리鹽化비닐	9.5~9.7	○	○	○		
			폴리카보네이트	9.7**	○	○	○		
			폴리에스테르	10.7	○	○	○		
			폴리鹽化비닐렌	12.2	○	○	○		
			나일론	12.7~13.6	○	○	○		
			폴리아크릴로니트릴	15.4	○	○	○		
			폴리비닐알코올	23.4**	○	○	○		
			無定形	無極性 ↑ ↓ 極 性	폴리스틸렌	8.6~9.7	○	○	○
					폴리에틸아크레이트	9.0~9.5	○	○	○
					폴리醋酸비닐	9.4	○	○	○
폴리(醋酸비닐-鹽酸비닐)	10.4	○			○	○			
에틸셀룰로오즈	10.3	○			○	○			
醋酸셀룰로오즈	10.9	○			○	○			
醋酸셀룰로오즈	10.6~11.5	×	○	○					
熱硬化	無定形	無極性 ↑ ↓ 極 性	실리콘	7.3	×	×	×		
			우레아멜라민	9.6~10.1	×	×	○		
			에폭시	9.7~10.9	×	×	○		
			페놀	11.5	×	×	○		
고 무	無定形	無極性 ↑ ↓ 極 性	실리콘	7.3					
			부틸고무	7.7					
			天然고무	7.9~8.3					
			SBR	8.1~8.5					
			이소부틸렌	8.0					
			부타디엔	8.6**					
			살파이드고무	9.0~9.4					
			클로로프렌고무	9.2					
			니트릴고무	9.4~9.5					

CH₂, -CH₃, -C₆H₅ 등의 非極性基를 多數 包含한 플라스틱은 極性이 작다. 接着性은 極性이 클수록 좋으며 極性이 작은 플라스틱의 接着은 表面處理에 依해 表面을 極性化시키야 한다. (表 1-9)

結晶性과 接着性에 對해서는 前術한 바와 같이 結晶性(結晶化度)이 낮은 無定形 플라스틱 일수록 可溶性이며, 溶劑接着도 可能하지만, 結晶性 플라스틱은 溶融接着이지만 接着劑에 依한 接着이 된다. (表 1-10)

表 1-10. 플라스틱의 性質⁷⁾

種 類	充填物	比 重	連續最高 使用溫度 (°C)	引張強度 (kgf/mm ²)	電氣抵抗率 (Ω·cm)	誘電率 (10°C)	吸水性 3mm 干 개의 試料 (24時間) (%)	加工性	耐熱性	耐酸性	耐알카리 性	溶 劑
아크릴로니트릴樹脂	無	1.01-1.10	~65	1.3-2.8	10 ¹⁴	3.5-4.5	0.2-0.3	優	천천히탄다	良	可	N, N-디메틸아미드
아세틸셀룰로오즈	無	1.24-1.34	~60	~6.0	10 ¹⁰ -10 ¹¹	3.5-7.0	1.9-6.5	優	천천히탄다 自己消火	良-可	可-不可	아세톤, 醋酸메틸 혹은 피리딘
鹽化비닐리덴樹脂	無	1.5-1.72	~50	2.8-5.6	10 ¹⁴ -10 ¹⁵	3-5.0	<0.1	優	自己消火	優	優	헥사메틸리릭酸 폴리아미드 (HMPA)
鹽化비닐樹脂	無	1.35-1.55	~80	4-8	10 ¹⁴ -10 ¹⁵	2.8-8.0	0.07-0.4	秀	自己消火	優	優	디옥산
나일론	無	1.1-1.14	~80	8.2	10 ¹³	3.6-4.0	0.5-2.0	秀	自己消化	可-不可	良好	90% 黃酸
니트로셀룰로오즈	無	1.35-1.40	—	1.3-1.5	10 ⁹	7.0	1.0-2.0	秀	引火하기 쉽다	良	不可	아세톤
폴리에틸렌 (高壓法)	無	0.92-0.93	~50	1.2-3.8	>10 ¹⁴	2.2-2.3	~0.01	優-良好	탄다	優	良好	데카린, 1-클로로나프탈렌
“ (低壓法)	無	0.94-0.97	~80	1.5-2.3	10 ¹⁴ -10 ¹⁵	2.3	~0.01	優-良好	탄다	優	良好	테트라린, p-크실렌
폴리카보네이트	無	1.2	~120	6.0-8.3	10 ¹⁵ -10 ¹⁶	3	<0.01	良好-可	갈타지않는다	良好	可	디클로로메탄, 클로로포름
폴리스틸렌	無	1.04-1.06	~60	4.5-6.5	>10 ¹⁴	2.4-2.6	0.03-0.05	良	천천히탄다	良好	良好	톨루엔, 1,2-디클로로에탄
폴리테트라플로로 에틸렌 (테프론)	無	2.1-2.33	~180	1.5-4.0	>10 ¹⁴	2.0	0.005	秀	不然		優	- 벤젠, 싸이크로헥산 혹은 테트라린
폴리프로필렌	無	0.90-0.91	~90	3-4	>10 ¹⁴	2.2-2.3	0.03	優-良好	탄다	優-良好	優	
폴리(메타 아크릴酸메틸)	無	1.17-1.20	~70	4-8	10 ¹³	5-6	0.3-0.5	良-秀	천천히탄다	良好	良好	아세톤, 벤젠
아닐린포름알데히드 樹脂	無	1.2-1.25	~70	4-7	10 ¹⁴ -10 ¹⁵	~4	~0.1	良好-可	着火가늑다	不可	可	-
에폭시樹脂	無	1.6-2.22	~130	20-46	10 ¹⁴	3-5	0.08-0.13	優	着火가늑다	良	可-不可	에틸메틸케톤
실리콘수지	석면	~1.8	~180	1.4-2.3	10 ¹³	—	0.07	良	不然	良	良	-
尿素·포름알데이드 樹脂	α-셀룰 로오즈	1.4-1.55	~80	1.4-5.6	10 ¹⁰ -10 ¹¹	6-9	0.4-0.8	良	着火가늑다	不可	可	-
페놀·포름알데히드 樹脂 (베크라이트)	無	1.25-1.5	~120	4.5-6.0	10 ¹⁰ -10 ¹¹	4-9	0.3-1.0	良	着火가늑다.	良好	可-不可	에탄올 페놀과 테트라클로로에탄 의 混合物 (1:1), 클로로페놀
폴리에스테르樹脂	유리纖維	1.38-1.39	~130	11-17	>10 ¹⁴	2.9-3.1	0.15-2.5	良	갈타지않는다	良好	良好	
멜라민·포름알데 히드樹脂	α-셀룰 로오즈	1.4-1.5	~120	4.9-7.0	10 ¹¹ -10 ¹⁴	7-9	0.1-0.6	良	대체로安定	良-可	良-可	-

1.5.3. 고무

고무는 상당한 彈性을 가지고 있으므로 耐摩耗性, 耐藥品性, 耐食性 등이 優秀한 材料이다.

고무製品은 用途에 따라 原料에 加硫劑, 充填劑, 軟化劑, 老化防止劑 등을 配合하여 加硫시킨다. 고무를 被接着材로 使用할 때에는 伸張, 反發彈性, 耐

熱性 등의 物理的 性質과 溶劑, 酸, 알카리 등의 化學的 性質은 用途에 따라 考慮하여 接着劑를 選擇할 必要가 있다. (圖 1-6)

1.5.4 木材

木材는 셀룰로오즈, 세미-셀룰로오즈, 리그닌을

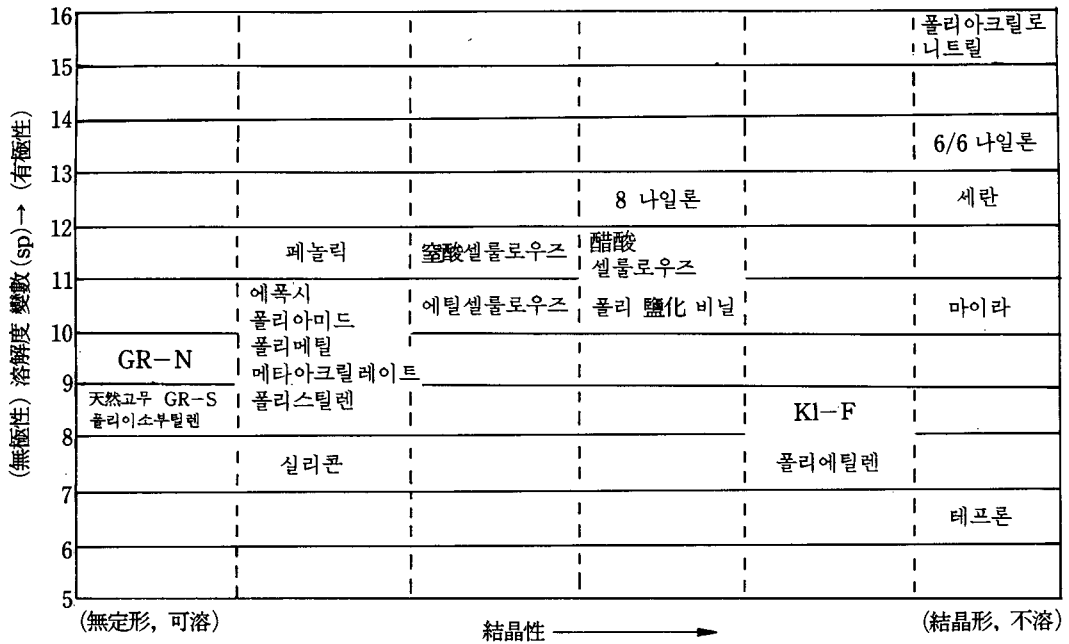


圖 1-6. 폴리머의 結晶性和 sp¹⁾

主成分(90~95%)으로 하여 油脂分, 樹脂分, 精油, 色素 등을 副成分으로 한 多孔性物質이다. 그 種類는 많고 이것을 硬材와 軟材로 區分하며 硬材는 有孔性이 낮고 氣乾比重이 0.6以上の 高比重 樹種이며, 軟材는 有孔性이 높고 氣乾比重이 0.6以下인 低比重 樹種이다.

木材의 接着性은 比重, 心材와 邊材, 纖維走向度(나이테方向), 含水率, 表面의 거친 程度 등의 性質의 影響을 받는다.

一般적으로 木材의 比重이 크게 됨에 따라 그 接着強度는 直線의 傾向을 나타내지만 木破率은 작아 진다.

心材와 邊材의 接着性의 差는 작지만 邊材는 一般의 所以로 心材보다 多孔質이므로 接着劑의 浸透가 잘 되므로 接着劑의 粘度로 因한 塗布量에 注意해야 한다.

木材의 纖維走向塗布와 接着性에는 큰 差異가 있으며, 나무눈의 方向을 여러 角度에서 맞추면 그 接着強度는 나무눈의 角度가 0°(平行)일 때 좀더 크

며, 90°(直角)일 때 가장 작다.

또한 木材는 吸濕性, 吸水性이 큰 材料이므로 높은 濕度에서 水分을 吸收하여 膨潤하며, 낮은 濕度에서는 水分을 방출하여 收縮한다. 따라서 接着前 혹은 接着 後의 木材는 膨潤이나 收縮에 依해 휘어지거나 뒤틀리며 接着부위가 集中應力을 받아 接着이 不良이 되기도 한다. 따라서 含水性 材料인 木材의 含水率 管理는 接着에 앞서 重要한 點이 된다. 接着을 하는데 適當한 含水率은 8~12%이며, 通常 針葉樹材는 5~12%, 闊葉樹材는 7~15%로 維持시키고 있다.

1.5.5 유리

유리는 Si-O 結合을 基本으로 한 綱目構造를 갖고 있으며 그 構造 內部에 알카리, 알카리土金屬類 등이 存在하며 安定化 된 것으로 소오다유리, 카리유리, 鉛유리, 石英유리 등 많은 種類가 있다.

(68page 에 계속)