

黏！黏！黏！接着劑黏着強度之探討

高小組應用科學科第二名

台北縣板橋國民小學

作者：呂聖清、柯鈞琳
高政雍

指導教師：林進財

一、研究動機

「噹！噹！噹……」上課的鐘聲響起後，大家不約而同跑回教室，並且，拿出上週未完成的飛機模型。

「我的機翼掉了！」

「我的機尾不見了！」

你一句，我一言，頓時，教室內鬧哄哄的；原來上週用膠水黏好的模型，有的已四分五裂，又得重新著手去作了。

回到家中，我想了又想，爲什麼會掉呢？是方法錯誤？是材料問題？此些引起我對接著劑黏著強度的研究，產生莫大的興趣；於是，便約同二位同學協助，並請老師指導，開始著手加以探討。

二、研究目的

- (一)爲探討被接著材料表面孔隙大小、粗滑程度、濕度大小、紋理方向，對於黏著強度的影響。
- (二)爲探討接著劑塗抹位置分佈情形之不同，對於黏著強度的影響。
- (三)爲探討被接著材料相互黏貼後，其抗溫性、抗水性、抗藥性、抗候性的強度如何？

三、研究器材

(一)被接著材料：

將厚 0.6 公分的夾板鋸成長 6 公分、寬 2.5 公分的方型木塊 1200

塊左右。

(二)接著劑：

- 1 南寶強力膠
- 2 南寶白色樹脂

(三)黏著強度測定器：

利用不銹鋼鋼管自行研究製作。

(四)其他材料：

- 1 鋼管、電鑽、鑽頭、鐵絲、鋼鋸、鐵釘、鋸子、針、螺絲、螺帽、鉛球、冰箱、電鍋、砂紙、貼紙、塑膠袋、水桶、砂土。
- 2 彈簧秤、體重計、溫度計、小蘇打、醋酸、食鹽、燈泡。

四、研究方法

(一)試片製作方法：

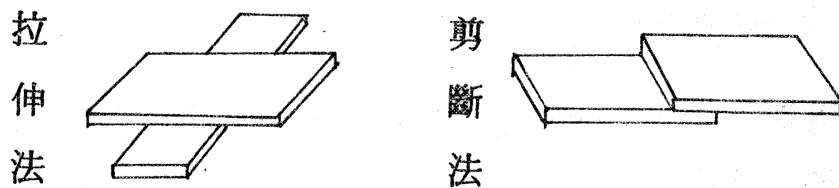
- 1 接著劑塗抹位置：
依右圖利用自製畫框器畫。



- 2 塗抹方法：

強力膠要二片塗抹，並且為避免黏貼時，上膠位置無法吻合，故其中一片範圍要加大。白色樹脂只要塗抹其中一片。

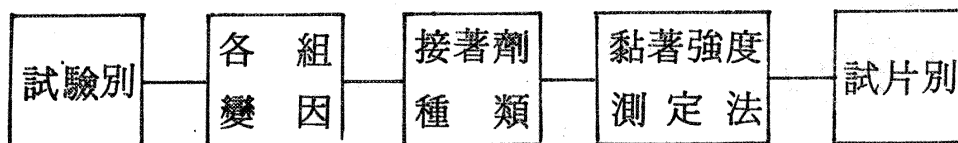
- 3 按照接著劑使用說明，並利用自製的黏貼固定器，依下圖相互黏貼。



- 4 依上法，每組製作三片，並加以編號。

(二)試片編號方法：

試片作好後，按下列順序，用阿拉伯數字在二面編寫號碼。



ㄅ.試驗別：1～9

ㄆ.各組變因：1～4 或 1～5

□.接著劑：1—強力膠 2—白色樹脂

○.測定法：1—拉伸法 2—剪斷法

△.試片別：1~3片

③測定黏著強度方法：測量承受重量之大小

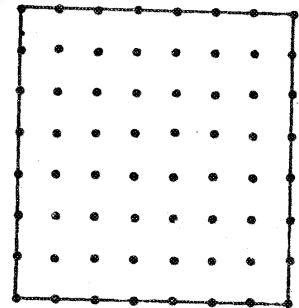
- 1 先將黏著強度測定器上端吊掛在橫桿上，再放入試片；然後，下端掛住水桶，徐徐倒入砂土或鉛球，至試片分離成二片爲止
- 2 將水桶連同砂土、鉛球吊在彈簧秤上秤其重量，如超過 10 公斤，則改在體重計上秤。
- 3 將秤得之重量，紀錄在表上，並加以統計比較。但是，超過 25 公斤者，一概以「25 公斤以上」紀錄，但其平均值須加“十”註明。

五、研究過程與結果

試驗一：木材表面孔隙大小，對於黏著強度的影響

④方法：

- 1 利用針和長短不同的鐵釘，在木片表面上膠部位刺成大小不同的孔隙。如右圖。
- 2 依方法製作試片，經 72 小時後，再分別測定其黏著強度，並加以紀錄比較。



⑤結果：(如表一)

⑥發現：

- 1 強力膠組，孔隙越大，黏著強度越差；反之，則越好。
- 2 白色樹脂組，孔隙越大，黏著強度越好；反之，則越差。

試驗二：木材表面粗滑之不同，對於黏著強度的影響

④方法：

- 1 利用不同粗細的砂紙，分別在木片表面摩擦 10 次。
- 2 依方法製作試片經 72 小時後再測定黏著強度，並加以紀錄。

⑤結果：(如表二)

表一

單位：公斤

承受重量 接著劑	孔 隙 大 小	最 小 (針)			次 小 (6 分 釘)			次 大 (吋 2 釘)			最 大 (2 吋 半 釘)		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	3.0	4.5	4.0	2.75	2.75	2.75	2.25	2.75	2.5	2.0	1.0	2.25
		3.83 (1)			2.75 (2)			2.50 (3)			1.75 (4)		
	剪 斷 法	10.0	10.0	9.5	7.0	7.0	7.0	12.0	7.0	10.0	4.75	5.0	5.5
		9.83 (1)			7.00 (3)			9.67(2)			5.08 (4)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	18.0	18.5	18.0	18.0	19.5	19.0	19.5	20.5	19.0	21.5	18.5	21.0
		18.13 (4)			18.83 (3)			19.67 (2)			20.33 (1)		
	剪 斷 法	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
		25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)		

表二

單位：公斤

承受重量 接著劑	粗 滑 程 度	最 滑 (0 號 砂 紙)			次 滑 (1 號 砂 紙)			次 粗 (1½ 號 砂 紙)			最 粗 (2 號 砂 紙)			未 用 砂 紙		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	5.75	5.5	4.5	4.75	5.5	4.5	3.0	4.5	3.75	3.0	3.5	3.0	6.0	5.0	4.75
		5.25 (1)			4.92 (3)			3.75 (4)			3.17 (5)			5.25 (1)		
	剪 斷 法	9.25	10.5	9.25	8.25	9.0	9.0	8.5	8.5	6.0	5.0	5.25	4.75	7.0	7.0	7.5
		9.67 (1)			8.75 (2)			7.67 (3)			5.00 (5)			7.16 (4)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	20.0	23.0	21.5	20.5	22.0	18.0	16.0	20.0	19.5	13.5	14.0	20.0	17.5	19.0	18.5
		21.5 (1)			20.17 (2)			18.50 (3)			15.83 (5)			18.30 (4)		
	剪 斷 法	25.0	25.0	25.0	25.0	22.0	25.0	25.0	25.0	23.0	25.0	25.0	23.0	22.0	20.5	21.0
		25.00 ⁺ (1)			24.00 ⁺ (4)			24.33 ⁺ (2)			24.33 ⁺ (2)			21.20 ⁺ (5)		

㊦發現：

- 1 用砂紙磨過，會增加其黏著性；但是，使用 2 號砂紙磨擦時，造成材面太粗糙，反而會使黏著性降低。
- 2 用 0 號砂紙磨擦材面，其黏著強度最好。

試驗三：木材本身濕度大小，對於黏著強度的影響

㊦方法：

- 1 將木片浸泡在清水中，經 30 分鐘後，撈起擦乾。
- 2 按下列時間分組，並依方法製作好試片，經 72 小時後，再分別測定其黏著強度，並加以紀錄比較。

第一組：浸泡後撈起擦乾，立即上膠。

第二組：陰乾 2 小時後上膠 第三組：陰乾 4 小時後上膠

第四組：陰乾 6 小時後上膠 第五組：陰乾 8 小時後上膠

㊦結果：（如表三）

表三

單位：公斤

承受 接 著 劑	濕度 大 小 測 量 法	最 大			次 大			次 小			最 小			不 浸 水		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	2.25	2.5	2.5	3.25	5.5	5.5	6.0	5.0	6.0	6.5	5.0	5.25	6.0	4.75	4.25
		2.42 (5)			4.75 (4)			5.33 (2)			5.58 (1)			5.00 (3)		
	剪 斷 法	4.75	4.25	4.0	6.25	6.5	6.0	6.0	6.75	6.5	7.25	6.25	6.5	7.0	7.0	7.5
		4.33 (5)			6.25 (4)			6.42 (3)			6.67 (2)			7.16 (1)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	11.5	10.0	12.0	24.0	25.0 以上	25.0 以上	20.5	22.0	24.5	21.5	22.0	24.5	17.5	19.0	18.5
		11.17(5)			24.67 ⁺ (1)			22.33(3)			22.67 (2)			18.33 (4)		
	剪 斷 法	15.5	16.0	17.5	25.0 以上	25.0 以上	25.0 以上	23.0	25.0 以上	23.5	23.0	22.0	25.0 以上	20.5	22.0	22.0
		16.33(5)			25.00 (1)			23.83 ⁺ (2)			23.33 ⁺ (3)			21.50 (4)		

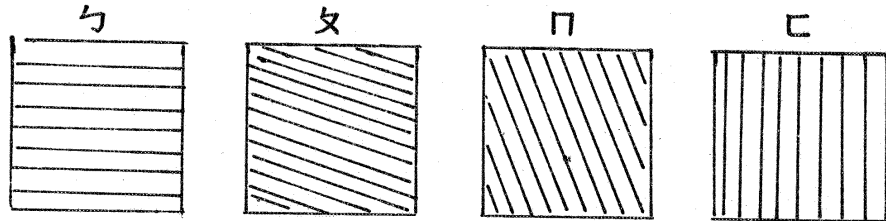
(三)發現：

- 1 使用強力膠時，木材濕度越小，黏著性越好。
- 2 使用白色樹脂時，適當的濕度可以增加其黏著性。

試驗四：木材表面相對紋理之不同，對於黏著強度的影響

(一)方法：

- 1 利用鐵釘在上膠位置上刻劃出下圖ㄅ、ㄆ、ㄇ、ㄏ四種紋理。



- 2 利用二片組合成紋理角度不同試片

組合 測定法 \ 角度	0°	30°	60°	90°
拉 伸 法	ㄅ+ㄏ	ㄅ+ㄇ	ㄅ+ㄆ	ㄅ+ㄅ
剪 斷 法	ㄅ+ㄅ	ㄅ+ㄆ	ㄅ+ㄇ	ㄅ+ㄏ

- 3 依方法製作試片經 72 小時後再測定黏著強度，並加以紀錄。

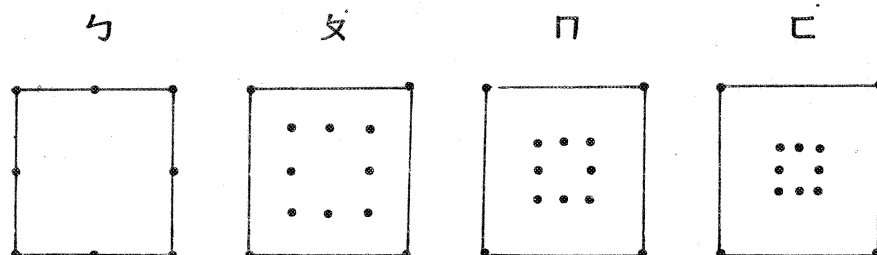
(二)結果：(如表四)

(三)發現：

- 1 相對紋理角度越大時，其黏著強度越大；相對紋理角度越小，黏著強度越小。
 - 2 相對紋理角度呈直角時，黏性最好；呈水平時，黏性最差。
- 試驗五：接著劑塗抹位置的分佈情形，對於黏著強度的影響

(一)方法：

- 1 利用滴瓶裝入接著劑，並依下圖位置，分別在試片上點 8 滴。



表四

單位：公斤

承受重量 接著劑	角度大小 測量法	0°			30°			60°			90°		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強力膠	拉伸法	1.5	2.0	2.5	2.5	1.75	1.5	1.75	2.0	2.5	2.0	3.0	2.5
		2.00 (3)			1.97 (4)			2.08 (2)			2.50 (1)		
	剪斷法	5.5	6.75	4.5	4.0	6.5	3.5	8.0	8.0	9.5	10.0	10.0	10.0
		5.58 (3)			4.67 (4)			8.50 (2)			10.00 (1)		
白色樹脂	拉伸法	16.5	17.5	16.0	18.5	19.0	18.0	22.0	21.5	20.5	21.0	21.5	22.5
		16.67 (4)			18.50 (3)			21.33 (2)			21.67 (1)		
	剪斷法	20.5	21.5	15.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
		21.17 (4)			25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)		

表五

單位：公斤

承受重量 接著劑	組別 測量法	ㄅ			ㄆ			ㄇ			ㄈ		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強力膠	拉伸法	2.75	2.5	2.5	3.5	3.5	2.0	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.25
		2.58 (4)			3.00 (2)			2.67 (3)			3.08 (1)		
	剪斷法	3.25	3.0	3.5	3.75	3.5	3.25	3.0	3.5	3.75	3.5	4.5	4.25
		3.25 (4)			3.50 (2)			3.42 (3)			4.08 (1)		
白色樹脂	拉伸法	16.0	13.0	15.0	18.0	15.0	17.0	22.0	24.5	23.0	23.0	20.5	22.0
		14.67 (4)			16.67 (3)			23.17 (1)			21.83 (2)		
	剪斷法	23.0	21.0	22.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
		22.00 (4)			25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)			25.00 ⁺ (1)		

2 依方法製作試片經 72 小時後再測定黏著強度，並加以紀錄。

(二)結果：(如表五)

(三)發現：

1 接著劑塗抹位置越分散，黏著強度越差。

2 接著劑塗抹位置越集中，黏著強度越好。

試驗六：不同的溫度變依，對於黏著強度的影響

(一)方法：

1 依方法製作好試片，分別放置在冰箱內的冷凍室(-5°C)、冷藏室(5°C)、常溫下(21°C)、溫室內(利用鐵盒內裝 40 W 燈泡一盞，溫度維持在 65°C)，經 72 小時後，測定其黏著強度。

2 將一組試片，每 12 小時反覆放入冷凍室和溫室內，經 72 小時後，再行測定。

(二)結果：(如表六)

(三)發現：

1 強力膠受到溫度的變化，都會破壞其黏著性。

2 白色樹脂在低溫中黏性較差，加溫後，反而增加其黏著性。

3 使用任何一種接著劑，都不宜受到冷熱反覆衝擊。

試驗七：浸泡在不同溫度的水中，對於黏著強度的影響

(一)方法：

1 依方法製作好試片，經 24 小時後再分別浸在不同溫度的水中。

2 經 12 小時後撈起擦乾，再測定其黏著強度，並加以紀錄。

3 其中一組未浸泡，直接放在室內。

熱水中：放入電鍋中保溫(水溫約 85°C)。

註：

冷水中：浸入水中，再放入冷藏室(水溫約 5°C)

(二)結果：(如表七)

表六

單位：公斤

承受 重量 測量 法	溫度	強 冷			弱 冷			常 溫			高 溫			冷熱反覆		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	3.25	2.5	4.25	2.75	5.75	2.5	5.5	6.25	5.25	2.0	3.0	3.5	1.0	0.5	0.5
		3.33 (3)			3.67 (2)			5.67 (1)			2.83 (4)			0.67 (5)		
	剪 斷 法	2.0	2.5	1.25	2.5	2.5	3.25	6.5	7.0	6.75	1.5	3.0	2.0	0.5	0.5	0.5
		1.92 (4)			2.75 (2)			6.75 (1)			2.17 (3)			0.50 (5)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	17.0	19.0	17.0	16.0	19.0	19.0	18.5	19.0	18.0	19.5	21.0	19.0	15.5	18.5	18.5
		17.67 (4)			18.00 (3)			18.50 (2)			19.83 (1)			17.50 (5)		
	剪 斷 法	21.5	22.0	22.0	25.0 以上	25.0 以上	25.0 以上	21.0	21.5	21.5	25.0 以上	25.0 以上	25.0 以上	20.0	19.5	16.0
		21.16 (4)			25.00 ⁺ (1)			21.33 (3)			25.00 ⁺ (1)			18.50 (5)		

表七

單位：公斤

承受 重量 測量 法	組 別	熱 水 中			常 溫 水 中			冷 水 中			不 浸 泡		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	分離	分離	分離	3.0	3.0	2.75	2.25	4.5	4.25	5.0	5.5	5.5
		0 (4)			2.92 (3)			3.67 (2)			5.33 (1)		
	剪 斷 法	分離	分離	分離	4.0	4.25	3.5	1.25	4.5	7.0	7.0	7.5	6.5
		0 (4)			3.92 (3)			4.25 (2)			7.00 (1)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	分離	分離	分離	2.5	2.0	2.5	2.25	2.5	2.5	19.0	17.0	17.5
		0 (4)			2.33 (3)			2.42 (2)			17.83 (1)		
	剪 斷 法	分離	分離	分離	1.0	1.5	2.25	5.0	4.25	5.0	21.5	22.5	20.5
		0 (4)			1.58 (3)			4.75 (2)			21.50 (1)		

㊦發現：

- 1 浸入熱水中，黏著力喪失，全部脫落分離。
- 2 浸入任何溫度的水中，黏著性明顯降低，根本無法承受重物的重量。

試驗八：浸泡在酸鹼溶液中，對於黏著強度的影響

㊦方法：

- 1 依方法製作好試片，經 24 小時後，浸在不同的酸鹼溶液中。
- 2 經 12 小時後撈出擦乾，再測定其黏著強度，並加以紀錄。

註：(1)酸性溶液：醋酸 (2)中性溶液：鹽水、清水
(3)鹼性溶液：小蘇打水

㊦結果：(如表八)

㊦發現：

- 1 浸入酸鹼溶液中，均會破壞其黏著性。
- 2 酸性溶液比鹼性、中性溶液破壞力強。

表八

單位：公斤

承受重量 接測著劑 測量法		醋 酸			鹽 水			清 水			小 蘇 打 水		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	1.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.75	2.5	2.5	3.5	2.5	2.5	2.75
		1.50 (4)			1.92 (3)			2.83 (1)			2.50 (2)		
	剪 斷 法	4.25	1.5	1.5	4.5	4.5	4.25	4.5	5.5	4.25	2.0	2.0	2.0
		2.42 (3)			4.42 (2)			4.75 (1)			2.00 (4)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	1.5	3.5	3.5	3.5	3.0	3.5	3.5	4.75	3.0	3.0	3.25	3.25
		2.83 (4)			3.33 (2)			3.75 (1)			3.17 (3)		
	剪 斷 法	2.0	2.5	1.5	4.0	3.25	3.75	4.25	3.75	3.5	3.75	3.5	3.0
		2.00 (4)			3.67 (2)			3.83 (1)			3.41 (3)		

試驗九：不同的環境中，對於黏著強度的影響

(一)方法：

- 1 依方法製作好試片，分別放置在室內和室外不同的環境中。
- 2 經七天後，再分別測定其黏著強度，並加以紀錄比較。

(二)結果：(如表九)

(三)發現：

- 1 放在陽台上影響不大，和室內相差不多。
- 2 放在屋頂上和密封盒中，黏著強度稍差。

表九

單位：公斤

承受 接 著 劑	位 置 測 量 法	室 內			陽 台 上			屋 頂 上			密 封 盒 中		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
強 力 膠	拉 伸 法	6.25	4.5	5.75	4.5	7.0	4.25	3.5	4.25	4.5	5.5	2.0	3.0
		5.50 (1)			5.25 (2)			3.75 (3)			3.50 (4)		
	剪 斷 法	7.5	6.75	7.75	7.5	4.0	5.0	7.0	3.0	3.0	5.0	5.0	6.5
		7.33 (1)			5.50 (2)			4.33 (4)			5.50 (2)		
白 色 樹 脂	拉 伸 法	18.0	18.5	18.0	18.0	19.0	21.0	16.0	17.0	18.0	17.0	16.0	14.0
		18.17 (2)			19.33(1)			17.00 (3)			15.00 (4)		
	剪 斷 法	25.0 以上	22.0	20.5	18.0	25.0	25.0 以上	21.5	22.0	21.0	20.5	21.5	18.5
		22.50 ⁺ (2)			22.67 ⁺ (1)			21.50(3)			20.17 (4)		

六、討 論

- (一) 拉伸法因施力面積較大，所以，承受重量較小；剪斷法施力面積較小。所以，承受重量較大。
- (二) 黏著強度較強者，材面被剝離斷裂的面積較大；反之，較小。
- (三) 使用強力膠時，因材面孔隙太大，接觸面減少，黏著性降低。但是，白色樹脂具有填補功用，孔隙大者，黏著性反而增強，所以，材面孔隙太大時，宜使用白色樹脂。
- (四) 材面太滑或太粗時，都不適合黏貼；但如用 0 號砂紙磨擦過，其黏著性會增強。
- (五) 木材會因水分的吸收而收縮或膨脹，故接著時，如含水率不適正，會降低其黏著效果；但使用白色樹脂時，材面稍加濕潤，反可增強其黏著性。
- (六) 相對紋理角度就如同木材的纖維走向一樣，所以，材面纖維走向度相差越大時，其黏著性越好；反之，越差。其中，以直角 (90°) 最好，平角 (0°) 最差。
- (七) 上膠位置分散，黏著力分散，較易被剝離；反之，上膠位置集中，黏著力集中，黏性較強。
- (八) 強力膠受溫度的變化而降低其黏性。白色樹脂黏著後，如溫度提高，可加速硬化，增強黏著性；但低溫中或冷熱反覆衝擊下，都會降低其黏著性。
- (九) 使用接著劑黏貼後，浸在水中或酸鹼溶液中，均會破壞其黏著性，尤其在熱水中或酸性溶液中，更容易使其脫落。
- (十) 曝露在室外，受陽光、風雨等自然界的影響，會破壞其黏著性。
- (十一) 密封在鐵盒中，因與空氣隔離，會降低其黏著力。

七、結 論

- (一) 白色樹脂比強力膠較適合使用於木材黏貼。
- (二) 除了依據其承受重量的大小來測定其黏著強度外，尚可由被剝離斷裂的面積大小來判斷其黏著力強弱。

(三)最佳黏著法：

找纖維走向角度不同的材面，用0號砂紙作適當的磨擦，然後，用水沾濕，待表面略乾時，再使用白色樹脂在接著面均勻塗抹，並加以黏貼，放入溫室內，使其加速硬化，增強黏著性。

(四)防止脫落法：

1. 避免冷熱反覆衝擊。
2. 勿放置在低溫中。
3. 勿浸入水中，尤其在熱水中，會完全失去其黏著性。
4. 勿浸入酸鹼溶液中。
5. 勿放在室外曝露或密封於盒中與外界空氣隔絕。

八、參考資料

- (一)接著技術與接著劑應用 賴耿陽編譯 復文書局出版
(二)接著劑使用方法 南寶公司印行

評 語

用二種接著劑(一)南寶強力膠(二)南寶白色樹脂，使用於1200塊的木材黏貼，以拉伸法、剪斷法很細心逐步探尋其黏著強與弱，由其研究過程，充分顯示作者有相當創意及解決問題之能力，並應用科學方法逐步做實驗，但是於剪斷法測定器所加在木材的力不均，須要改進而可使用多種接著劑加以研究。