

試驗簡報第004號
RESEARCH NOTE No.004

木材寬・厚度對生材層積膠合之影響

黃國雄 馬子斌

Effect of Width and Thickness of Wood on Green Wood Lamination

Gwo-Shyong Hwang Tze-Ping Ma

臺灣省林業試驗所

臺灣 臺北

中華民國七十五年一月

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, Republic of China

Jan. 1986

木材寬・厚度對生材層積膠合之影響

黃國雄 馬子斌

摘要

本試驗計畫之目的為探討省產人工造林木加工利用之新途徑，以柳杉造林木，直徑約 20~25cm，作為試材，將其鋸製成長度 80cm，厚度 1、2 及 3cm，寬度 2、4 及 6cm 之小幅板 (Lamina)，含水率 80~220%，供作膠合層積。膠合劑採用濕潤面用環氧樹脂，將小幅板以原有之厚度為準，膠合成寬度 24cm 之板材，另以寬度 6cm 之小幅板，膠合成寬厚均為 6cm 之正角材。膠合之後之板材與正角材置於實驗室內，氣乾一個月後，進行人工乾燥，使含水率降至 12% 左右，再進行測試。試驗內容包括，測定乾燥後板面之開膠率與常態膠合強度，煮沸返覆試驗及開膠率試驗。

試驗結果歸結如下：

1. 乾燥後板面之開膠率，在三種不同厚度之板材中，均以寬度 2cm 小幅板所膠合者為最小，而以寬度 6cm 者為最大，正角材中，以厚度 1cm 小幅板所膠合者為最小，而以厚度 3cm 者為最大。
2. 板材與正角之常態膠合強度，受不同寬度小幅板之影響不大。以寬度 6cm 小幅板材，其膠合強度較低。
3. 以寬度 6cm 小幅板所膠合之板材及厚度 2、3cm 所膠合之正角材，經煮沸返覆試驗，其膠合強度均顯著降低。
4. 開膠率試驗之結果，在板材中，以厚度 1cm、寬度 2cm 所膠合而成者，其開膠率最小，而以厚度 3cm、寬度 6cm 所膠合者最大。在角材中，以厚度 1cm 之小幅板者最小，而厚度 2、3cm 者較大且兩者之值非常接近。

一、前言

近年，隨著木材工業之發展，材質優良之大徑原木，日益減少，故一般人工造林木與速生樹種之利用，漸受矚目。惟上述之材多屬小徑原木，製材時僅能獲得品質較差之製品而降低利用價值，但若能將其加以膠合集成斷面較大之板材或角材，則可增加利用價值。傳統式的膠合集成加工須先將木材乾燥至低含水率範圍，這對材性尚未穩定且乾燥時易發生缺點之人工造林木，造成不利。因此在日本積極從事人工造林木利用之研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾中，有採用

最近開發的高含水率木材膠合劑⁽⁴⁾⁽⁵⁾，將未乾燥之生材先行膠合層積，再予加工利用，期使人工造林木之加工利用達到生產省力化到與合理化。

台灣之人工造林木以柳杉為主，年產主間伐材約 50,000m³，因係屬幼齡木，徑小、材質差，利用上受到頗多限制，但若以生材膠合集成之技術，在未乾燥之前，先行膠合集成較大之板材或角材，再予以各種加工利用，以增其利用價值。然而名取潤等在生材膠合集成加工之研究⁽⁶⁾中，曾提出集成材之斷面積愈大或者構成集成材之小幅板斷面尺寸愈大，則愈容易發生開膠現象。因此特進行本研究

計劃，以探討不同寬、厚度生材對層積加工之影響，藉以瞭解生材層積加工之得失並提供給加工業界作為參考。

二、試驗材料

1. 試材

採柳杉造林木（約25年生），直徑 20~25cm，鋸製成長度80cm，厚度 1、2、3cm，寬度 2、4、6cm之小幅板，供作膠合。

2. 膠合劑

採用濕潤面膠合用之環氧樹脂，其固體含量為 100%，使用時主劑與硬化劑之比為4：1，於20°C 可使用時間為40~60分，硬化時間1~3日。

三、試驗方法與內容

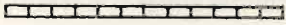
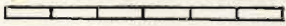










1. 膠合方法與條件

將上述所製得之小幅板，以原有厚度 1、2、3cm為準，橫向膠合成寬度 24cm之板材各 4支，如表 1 所示，另以寬度6cm之小幅板層積膠合成寬厚均為6cm之正角材各 4支，如表 1 所示。膠合條件採單面塗膠方式，塗膠量為300g/m²，加壓壓力為 8kg/cm²，加壓時間為 24小時。解壓後之板材與正角材置於實驗室內氣乾約一個月後，進行人工乾燥，使含水率降至12%左右，以供測試。

2. 膠合強度之測定方法

參照 JIK6852-1976，採用壓縮剪斷強度試驗法，試片之形狀、大小如圖 1 所示，因為各種板材

表 1 集成材之斷面形狀與製成支數

小幅板尺寸 (cm)	集 成 形 態	小幅板支數	製成支數
1×2×80		12	4
1×4×80		6	4
1×6×80		4	4
2×2×80		12	4
2×4×80		6	4
2×6×80		4	4
3×2×80		12	4
3×4×80		6	4
3×6×80		4	4
1×6×80		6	4
2×6×80		3	4
3×6×80		2	4

與角材膠合層之寬度不同，故所製得試片之寬度亦不同。試驗時萬能試驗機荷重速度為 1000kg/min，破壞後以目視測定之木破率。

3. 試驗內容

(1) 測定乾燥後板面開膠率

本項試驗乃將人工乾燥後之板材或正角材，量取板面上膠合層開膠之長度 (mm)，計算方式如下：

$$\text{板面開膠率} = \frac{\text{板面上開膠長度之和}}{\text{板面上膠合層之總長度}} \times 100\%$$

(2) 常態膠合強度試驗

將膠合後經人工乾燥之板材或正角材，取無開膠、無缺點之部分，製成膠合強度測定用試片 (如圖 1 所示)，直接測試，每個條件下之測試個數均為 8 個。

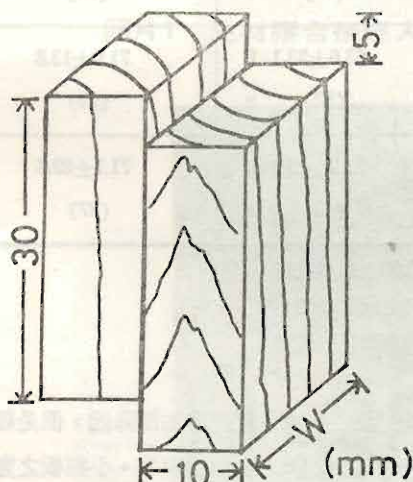


圖 1 測定膠合強度之試片

(1cm厚之板材w=10, 2cm厚之板材w=20, 3cm厚之板材與6cm之正角材w=25)

(3) 煮沸反覆試驗

本項試驗將如同上項所製取之試片煮沸 4 小時後，置於 60±3°C 之烘箱乾燥 20 小時，再度煮沸 4 小時後，以室溫之水沖冷 1 小時後，即進行膠合強度測定，測試個數亦為 8 個。

(4) 開膠試驗

本項試驗亦將經人工乾燥後之板材或正角材，取無開膠之部分，依原有斷面之尺寸，鋸取長度

7.5cm，供作試片，試驗方法乃將試片浸於 100°C 之沸水沖 5 小時後，置於 60°C 之烘箱中乾燥 20 小時，只量取試片兩斷面之開膠長度 (3mm 以下者不計)，開膠率之計算式如下：

$$\text{開膠率} = \frac{\text{兩斷面開膠長度之和}}{\text{兩斷面膠合層之總長}} \times 100\%$$

四、結果與討論

1. 乾燥後板面上之開膠率

生材膠合後因乾燥所引起木材收縮之方向、大小不一致，造成板材橫斷面呈現波浪形，如照片 1 所示，筆者於台灣杉小徑木高含水率材之層積膠合試驗報告⁽⁷⁾中，亦曾提出相同之結果。收縮厲害者在板面上會發生開膠現象，如照片 2、3 所示。亦有在板面上無開膠之發生，但由於內部嚴重收縮，而使得內部膠合層產生開膠現象，如照片 4 所示。

板面開膠率之測定結果如表 2 所示。在 24cm 寬之板材中，小幅板厚度在 1cm 時，由寬度 2cm 小幅板所膠合之板面開膠率僅 1.93%，寬度 4cm 者為 5.63%，與 2cm 者差異不大，寬度增至 6cm 時，其板面開膠率則顯著增大為 20.94%。小幅板厚度為 2cm 時，寬度 2cm 與 4cm 間板面開膠率之差異增大，而寬度 4cm 與 6cm 間之差異則減小。小幅板厚度為 3cm 之板面開膠率，與厚度 2cm 之試驗結果相近。在寬度為 2cm 與 4cm 之小幅板中，其板面開膠率，具有隨厚度增加而增大之趨勢，然而寬度 6cm 之板面開膠率，則不隨厚度增加而增大。

表 2 人工乾燥後板面膠合層之開膠率

(單位：%)

小幅板之厚度 (cm)	24cm 寬之板材			6cm 之正角材
	小幅板之寬度 (cm)			小幅板之寬度 (cm)
	2	4	6	6
1	1.93	5.63	20.94	9.25
2	2.98	15.25	18.17	29.69
3	7.56	14.13	15.63	29.84

6cm之正角材中，以厚度1cm之小幅板所膠合之板面開膠率最小為 9.25%，而以厚度2、3cm之小幅板所膠合之板面開膠率較大，兩者均約為30%。

2. 常態膠合強膠試驗

表 3 為常態膠合強度試驗之結果。在 24cm 寬之板材中，經變方分析之結果，得知由厚度2cm之小幅板所膠合者，其常態膠合強度在0.05之水準下

，差異顯著。小幅板厚度為 1cm與 3cm時，由寬度 6cm所膠合之常態膠合強度，較由寬度 2cm與 4cm者為低，但是在0.05之水準下，差異不顯著。同時小幅板之寬度分別在2、4、6cm時，其常態膠合強度均不受厚度之增加而影響。

6cm之正角材中，由厚度 2、3cm之小幅板所膠合之常態膠合強度較厚度1cm者為低，但經變方分析之結果，在0.05之水準下，差異不顯著。

表 3 常態膠合強度之試驗結果 (單位: kg/cm²)

小幅板之厚度 (cm)	24cm 寬 之 板 材			6cm之正角材
	小 幅 板 之 寬 度 (cm)			小幅板之寬度 (cm)
	2	4	6	6
1	86.2±8.8 A	90.5±15.3 A	76.5±18.8 A	81.1±7.6
	(95) a	(83) a	(70) a	(56) a
2	93.8±15.1 A	73.7±19.5 A B	63.6±23.1 B	71.0±13.8
	(83) a	(51) a	(52) a	(55) a
3	88.9±13.4 A	88.9±15.2 A	73.2±15.5 A	71.7±29.6
	(76) a	(80) a	(49) a	(37) a

表內註有相同英文字母者，為經鄧肯氏檢定差異在 0.05 水準不顯著
英文字母大寫者，表示小幅板之厚度相同而寬度不同之檢定結果
英文字母小寫者，表示小幅板之寬度相同而厚度不同之檢定結果
括號內之數字表示平均木破率 (%)

3. 煮沸反覆試驗

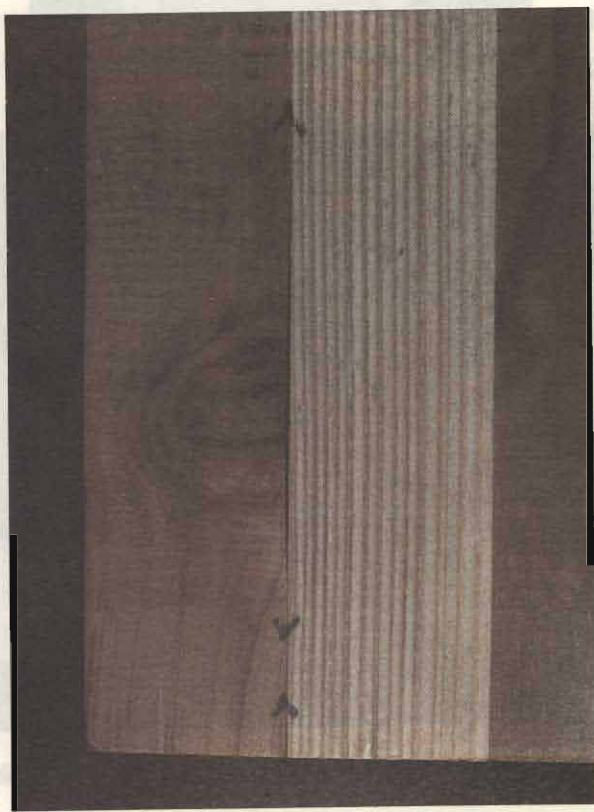
本項試驗之結果，如表 4 所示。在板材中，小幅板之厚度為1cm時，由寬度2cm所膠合而成者，其膠合強度為54kg/cm²且均木破率高達78%，顯示具有良好之耐久性能，而由寬度4cm與6cm所膠合之板材，其膠合強度與木破率降低，同時經變方分析之結果，在0.05之水準下差異顯著，顯示膠合強度持久性受寬度之影響顯著。在厚度2cm之小幅板中，其膠合強度在0.05之水準下，亦差異顯著，其中由寬度2cm與4cm所膠合之板材耐久性能相近，其結果與由厚度1cm、寬度4cm與6cm者之試驗結果相接近，但是由寬度6cm所膠合之耐久膠合強度則顯著降低。小幅板之厚度為3cm時，其持久性

膠合強度隨小幅板之寬度增加而降低，但是經變方分析，差異在0.05之水準不顯著。小幅板之寬度為 2cm與4cm時，其持久性膠合強度，因厚度之增加而減小，然而在0.05之水準下差異不顯著，小幅板寬度為6cm時，其持久性膠合強度在0.05水準下，則差異顯著。

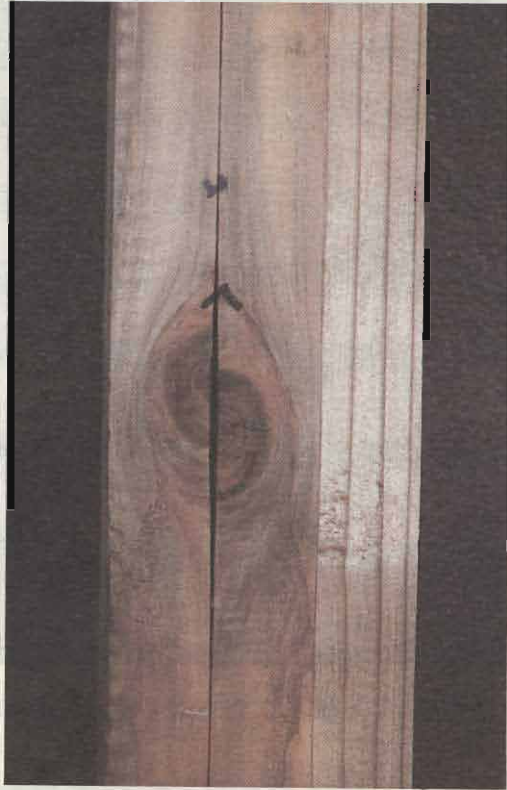
6cm正角材之持久性膠合強度，與同厚度小幅板所膠合之板材相比較，顯著降低，且平均木破率亦低，顯示耐久性能差，其原因可能是由於角材之膠合層面積（寬度）較大之故。同時正角材之持久性膠合強度亦隨厚度增加而降低，且在0.05之水準下，差異顯著。



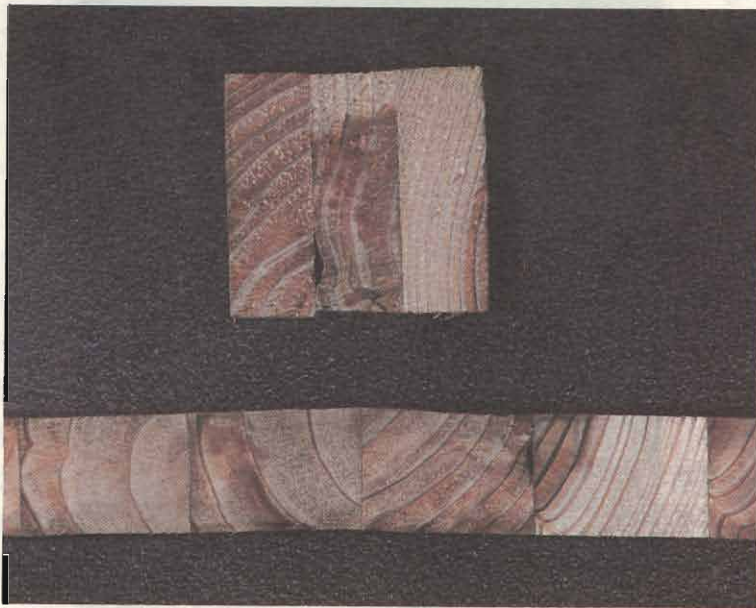
照片1 生材膠合後經人工乾燥之板材橫斷面呈波浪形



照片2 板材材面上之開膠現象



照片3 正角材材面上之開膠現象



照片4 板材與正角材內部膠合層之開膠現象

表 4 煮沸反覆試驗之結果

小幅板之厚度 (cm)	24cm 寬 之 板 材			6cm之正角材
	小 幅 板 之 寬 度 (cm)			小幅板之寬度 (cm)
	2	4	6	6
1	54.0±5.8 A (78) a	38.0±10.9 B (43) a	37.9±13.2 B (25) a	26.1±13.4 (14) a
2	38.6±18.0 A (34) a	37.6±9.7 A (31) a	21.2±13.5 B (5) a b	13.0±8.3 (5) b
3	36.0±17.8 A (36) a	28.9±17.4 A (29) b	18.9±14.4 A (14) b	12.6±5.4 (5) b

表內註有相同英文字母者，為經鄧肯氏檢定差異在0.05水準不顯著
 英文字母大寫者，表示小幅板之厚度相同而寬度不同檢定之結果
 英文字母小寫者，表示小幅板之寬度相同而厚度不同之檢定結果
 括號內之數字，表示平均木破率(%)

4. 開膠率試驗試驗

結果，如表 5 所示，由厚度1cm之小幅板所膠合之板材開膠率，均在 5% 以下，且幾乎不受小幅板寬度增加之影響，由厚度2cm所膠合之板材，其開膠率較厚度1cm者大，同時受寬度增加之影響不

大，而厚度3cm之板材中，其開膠率受小幅板寬度之增加而增大非常顯著，尤其寬度6cm之開膠率高達 56.07%。以一定之寬度來看，小幅板寬度分別為2、4、6cm時，三者之開膠率受厚度增加而增大之影響，亦非常顯著。

表 5 開膠試驗之結果

(單位：%)

小幅板之厚度 (cm)	24cm 寬 之 板 材			6cm之正角材
	小 幅 板 之 寬 度 (cm)			小幅板之寬度 (cm)
	2	4	6	6
1	1.21	5.00	3.89	31.58
2	17.00	14.72	22.22	72.81
3	25.65	35.00	56.07	73.39

正角材之開膠率亦受厚度增加之影響，由厚度1cm之小幅板膠合而成者為 31.58%，而由 2cm與 3cm膠合而成者，均高達70%以上。

五 結論與建議

由本試驗之結果，得知生材層積加工後，其乾燥後板面開膠率，耐久性能及煮沸開膠率，受小幅

板寬厚度之影響，非常顯著。因此今後對生材層積加工。應考慮小幅板之斷面尺寸，儘量避免採用大尺寸為宜，以減少缺點之發生。然而是否可利用熱壓、高週波等之膠合工程，使膠合層在較短之時間內，充分硬化，而獲得良好之膠合品質並降低膠合缺點之發生，實待更進一步之探討。

六 参考文献

1. 名取潤・渡邊利一：高含水率カラマツ間伐材・樹梢材の集成化，第26回木材學會大會要旨，P. 3、1976

2. 倉田久敬・長原芳男：高含水率針葉樹材のミニフィンガー・ジョイント⁽²⁾北海道林産試験場月報，No. 306，P. 11，1977

3. 名取潤：間伐小径材の高度利用と生材接着，山梨縣林業試験場林試情報，No. 6，27～32，

1982

4. 住友ベークライト株式会社：濕潤木材用接着劑，木材工業Vol.30, No. 3, P. 35, 1975

5. 住友ベークライト株式会社：濕潤木材用接着劑，木材工業Vol.30, No. 7, P. 13～15, 1975

6. 名取潤：生材による集成加工，木材工業 Vol. 36, No. 4, P. 3～9, 1981

7. 黃國雄・唐讓雷：台灣杉小徑木高含水率材之層積膠合，林業試驗所試驗報告第420號，1984

(注：100%)
11.10
18.57
25.17



路林主...
 ...
 ...
 ...

Effect of Width and Thickness of Wood on Green Wood Lamination

Gwo-Shyong Hwang Tze-Ping Ma

Summary

The purpose of this experiment is to explore the new processing techniques of small logs harvested from artificial forest in Taiwan. We used Japanese cedar (*Cyptomeria japonica*) logs, 20-25cm in diameter and 80cm in length. They were first cut into boards of 1, 2 and 3cm in thickness and 2, 4 and 6cm in width (M.C. 80-220%). Then the boards were glued by epoxy resin to 24cm wide panel with original thickness and length. In addition, we also glued 6cm wide of edge-laminated panels to 6cm squares for the experiment. After seasoning for a month, the panels and squares were kiln-dried to 12% in M.C. We measured the delamination on the face of the panels and squares after kiln-drying, and carried out the normal bonding strength, boiling-water-resistance and delamination tests.

The results are summarized as follows:

1. After kiln-drying, the delamination on the face of the panels glued with 2cm wide lamina and the squares glued with 1cm thick lamina were the least, but the panels glued with 6cm wide lamina and the squares glued with 3cm thick lamina were the largest.

2. The normal bonding strength was almost not affected by the width and thickness of lamina.

3. In boiling-water-resistance test, the bonding strength are obviously decreased when the panels were glued with 6cm wide board and the squares glued with 2cm and 3cm thick lamina.

4. Delamination was the least when the panels were glued by 1cm thick and 2cm wide lamina, and the largest when the panels were glued by 3cm thick and 6cm wide lamina. Also, the delamination of squares was enlarged by the increase of the thickness of lamina.