

# 熱壓條件對杉木乾燥之影響

熊 如 珍

## 摘 要

本所蓮花池分所35年生杉木，平均直徑 24.3cm，比重0.367，初期含水率67.36%，鋸製為3cm厚板材，以 3.5/2、3.5 及 3.5×2 kgf/cm<sup>2</sup> 之熱板壓力，熱板溫度174°C，樣板中心溫度163°C為乾燥終點，對不同長度（40 及 120cm）、不同鋸製方式（象鋸或平鋸）之試材，行熱壓乾燥試驗。結果顯示：樣板中心溫度達 163°C，平均含水率應已在 6% 之關係，不適用於杉木之乾燥。熱壓乾燥時，熱板壓力增大，乾燥速率亦增加。製材方式影響乾燥材品質，象鋸板之乾燥缺點較輕微。

## 前 言

熱壓乾燥係一種快速乾燥的方法 (2, 3)，根據有關資料 (4, 11, 12, 13) 顯示：熱壓乾燥非常適用於乾燥闊葉樹心材之平切薄單板、旋切厚單板，用以層積為厚結構材料；亦適合於闊葉樹厚板之乾燥，充當壁板、地板之用。至於針葉樹材之熱壓條件及木材變異對乾燥速率，厚度收縮率及乾燥品質之影響，甚少人研究，試材厚度在1"以上者，則尚未見諸研究報告。

Peter, Chen (4) 曾對美國鵝掌楸 (Yellow poplar) 及美國山毛櫸 (American beech) 長度25公分之邊材進行研究，結果顯示：增加熱板溫度，減少乾燥時間；但增加熱板壓力，則否。增加板厚所增加乾燥時間之比例超過厚度者。增加溫度、壓力均引起較大之厚度收縮率。

Simpson (11, 13) 以象鋸代替平鋸之製材方式，行熱壓乾燥，能有效地抑制紅橡木 (Red oak) 心邊材及硬木槭 (Hard maple) 邊材之蜂巢裂。

本研究之目的，乃就 3 公分厚省產杉木行熱壓

乾燥，以探討不同試材長度、不同製材方式下，熱板壓力對乾燥速率、乾燥時間、厚度收縮率之影響。

## 材料及方法

### 試驗材料 (Drying Material)

本試驗所用試材乃採自本所蓮花池分所之35年生杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)。共取樣木兩株，伐倒後每隔 180cm 截取一段。每樣木各取相同高度 2 段，共得 4 段，平均直徑約 24.3cm。隨即運回本所，鋸製試材，其規格為 3cm 厚板材，分別為象鋸板 (徑面板)、平鋸板 (弦面板)，每塊試材均依圖 1 鋸製樣板：

圖 1 中，120cm 及 40cm 長之二段均為樣板，將兩側裁齊，再兩面鉋光，以備進行乾燥試驗。 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  為含水率試片 (moisture sections)  $a_1$ 、 $a_2$  用以測定 120cm 長樣板含水率之用， $a_2$ 、 $a_3$  用以測定 40cm 長樣板含水率之用。每一含水率試片鋸妥後，立即拂去木屑及鬆脫之木絲等，以電動天平稱其重量至 0.01gm，並記錄之，供測含水率之用。之後，於此試片之橫斷面上測定徑、弦向收

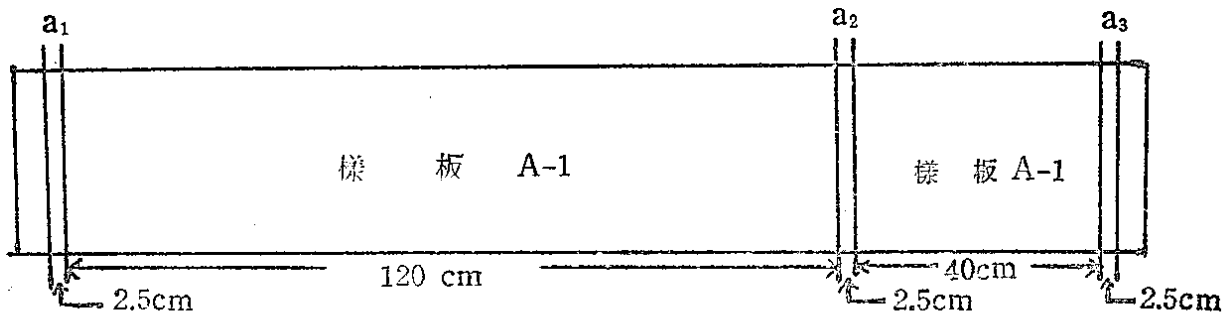


圖 1 樣板與含水率試片鋸切法

Fig. 1 Method of cutting samples and moisture sections

縮率測定線，以卡尺度量其線長至0.05mm，並記錄之，供測爐（全）乾收縮率之用。最後再以排水法測定試片生材體積至0.01cm<sup>3</sup>，並記錄之，供測比重之用。之後，將所有含水率試片置於自動調溫之電烘箱中，以103°±2°C之溫度烘至爐（絕）乾後，分別求出試材之含水率、比重、厚度、全（絕）乾收縮率。有關資料詳如表1。

**試驗方法 (Drying Method)**

**1. 熱壓乾燥條件 (Press dring conditions)**

一般熱壓乾燥條件 (3, 6, 8, 9, 10)，熱板溫度174°C，熱板壓力3.5kgf/cm<sup>2</sup>，本研究為探究熱板壓力對乾燥速率之影響，因此熱板壓力分別採用3.5/2 kgf/cm<sup>2</sup>、3.5 kgf/cm<sup>2</sup>、3.5×2kgf/cm<sup>2</sup>三種。另為探討試材鋸製方式對乾鋸缺點發生之影響，而將試材區分為徑面板（象

鋸板）、弦面板（平鋸板）。熱壓乾燥基準詳見表2。

**2. 劃定試材寬厚度測定線 (Marking measuring lines)**

於試材中央劃記測定基準線一條，供乾燥前後測定寬度及厚度收縮率之用。

**3. 鑽製溫度測定孔**

熱壓乾燥前，在每一樣板一側之中央部位，鑽一直徑0.35cm，深度4cm之小孔，供插放熱電偶 (Thermocouple)，測定熱壓時樣板中央溫度之用。

**4. 熱壓乾燥 (Press drying)**

將鑽好孔之樣板（供測熱壓時溫度升高情形），與其他試材數片（視板長、板寬）並排為一組，上下兩面分別依次鋪墊以：①75目銅網，②

表 1 試材特性

Table 1 Characteristics of material used in experiment

樹種 Species		① 材面 木理	平均厚度 Ave. thickness (cm)	平均生材 含水率 Ave. green M. C. (%)	平均比重 Ave. SP/GR (Wo/Vg)	平均絕乾收縮率 Ave. oven-dry shrinkage (%)			
普通名 Common name	學名 Scientific name					徑向 Tangential		徑向 Radial	
		Grain			邊材 Sapwood	心材 heartwood	邊材 Sapwood	心材 heartwood	
杉木 China fir	Cunning- hamia lanceolata	混合 Mixed	2.90±0.01	67.36±1.65	0.367±0.007	8.16±0.22	7.21±0.13	3.51±0.19	2.91±0.16

①指徑面板與弦面板而言。 Quartersawn or plainsawn lumber.

②比重以爐乾重量與生材體積而求出。 Based on O. D. Wt. & green volume.

③該值係標準誤差。 Value represents standard error.

1/4" 車槽 (3/16"×1/16") 鑽孔 (1/8") 之通汽鋁板與③1.5mm 不銹鋼板後，裝於單層 (Single-opening) 熱壓機兩熱壓板之間。

將連結電熱測溫儀之熱電偶插入測溫孔內，並將孔口以石棉密封之。以 174°C 熱板溫度，啟動熱壓機開始乾燥，熱壓乾燥基準詳見表 2。注意電熱測溫儀，俟其指示樣板之中層溫度比熱壓板之溫度 174°C 低 11°C 時，即 163°C 時，樣板含水量應已在 6% 以下 (6, 7, 8)，此時停止乾燥，斷電鬆壓。稍俟樣板冷卻，依測定線測定其寬厚長度後，即以塑膠布嚴密包裝，以防回潮，供下述試驗分析之用。

5. 測定乾燥效果 (Evaluation of properties of press-dried wood)

(1) 最後含水率 (Final moisture content)

(2) 寬、厚度收縮率 (Shrinkage of width and thickness)

(3) 乾燥速率 (Drying rate)

(4) 乾燥品質 (Quality of dried wood)：測定乾燥缺點。

① 蜂巢裂 (Honeycomb)：樣板橫斷面上，

表 2 熱壓乾燥基準表

Table 2 Press drying schedules

處理 Treat- ment	熱板溫度 Platen tempe- rature (°C)	試材長度 Length of material (cm)	熱板壓力 Platen pressure (kgf/cm <sup>2</sup> )	材面木理 Grain
A	174	120	3.5/2	徑面板
B		120	3.5/2	弦面板
C		120	3.5	徑面板
D		120	3.5	弦面板
E		120	3.5×2	徑面板
A'		40	3.5/2	徑面板
B'		40	3.5/2	弦面板
C'		40	3.5	徑面板
D'		40	3.5	弦面板
E'		40	3.5×2	徑面板

每單位面積 (cm<sup>2</sup>) 之蜂巢裂長度 (cm)。

② 面裂 (Surface check)：樣板平面積內所發生乾裂，每單位面積 (cm<sup>2</sup>) 之長度 (cm)。

③ 端裂 (End check)：樣板兩端橫斷面積內所發生乾裂，每單位面積 (cm<sup>2</sup>) 之長度 (cm)。

④ 端部開裂 (End split)：樣板平面積內及兩端橫斷面積內所發生之開裂，每單位面積 (cm<sup>2</sup>) 之長度 (cm)。

(5) 測定機械性質 (Determining mechanical properties)

項目包括：靜力彎曲 (Static bending)、順紋壓力 (Compression parallel to grain)、順紋剪力 (Shear parallel to grain) 及硬度 (Brinell hardness)。

結果與討論

乾燥速率 (Drying Rate)

各處理之初期與最後含水率、乾燥速率等結果詳列於表 3。在 0.05 水準，各處理初期含水率之差異不顯著，但最後含水率之差異則顯著，其差異之鄧肯氏試驗結果詳如表 4、表 5。乾燥速率差異顯著，鄧肯氏試驗結果詳如表 6、表 7。

由表 2、表 3 及表 4 得知：當試材長度 120 公分時，C 與 D 處理 (熱板壓力 3.5 kgf/cm<sup>2</sup>) 及 E 處理 (熱板壓力 3.5×2 kgf/cm<sup>2</sup>) 之最後含水率無法降至 F. S. P. (纖維飽和點) 以下，A 與 B 處理熱板壓力減少至 3.5/2 kgf/cm<sup>2</sup>，則可降至 F. S. P. 以下。其原因，可能是木材之通透性不良，水份不易散失，熱壓時輸入木材之熱量超過木材中水份蒸發散失所消耗之熱，致使熱量累積，溫度升高，中心溫度迅速到達 163°C，而含水率仍高居不下，誤導熱乾燥終點提前到達。壓力越大越容易蓄積過熱蒸汽，中心溫度上升越快，C、D、E 三處理之最後含水率甚至高達 F. S. P. 以上。由表 2、表 3

表 3 熱壓乾燥結果(1)  
Table 3 Results of press drying(1)

處 理 Treatment	乾燥時間 Drying time (min.)	初期含水率 Initial M. C. (%)	最後含水率 Final M. C. (%)	乾 燥 速 率 Drying rate ( $\Delta$ M.C./ $\Delta$ tmin.)
A	49	66.21 $\pm$ 2.15①	21.59 $\pm$ 1.05	0.92 $\pm$ 0.04
B	46	64.76 $\pm$ 4.24	22.29 $\pm$ 1.20	0.91 $\pm$ 0.07
C	21	72.58 $\pm$ 6.85	37.03 $\pm$ 3.71	1.67 $\pm$ 0.16
D	21	77.33 $\pm$ 9.65	42.22 $\pm$ 4.28	1.65 $\pm$ 0.27
E	11	59.84 $\pm$ 3.63	36.98 $\pm$ 1.85	2.08 $\pm$ 0.24
A'	26	64.66 $\pm$ 2.84	26.06 $\pm$ 1.26	1.49 $\pm$ 0.08
B'	26	60.70 $\pm$ 2.25	27.96 $\pm$ 0.45	1.27 $\pm$ 0.08
C'	34	70.78 $\pm$ 3.22	25.27 $\pm$ 2.42	1.34 $\pm$ 0.05
D'	34	70.96 $\pm$ 4.88	23.97 $\pm$ 1.63	1.38 $\pm$ 0.12
E'	29	71.16 $\pm$ 1.10	21.45 $\pm$ 0.38	1.72 $\pm$ 0.05

①該值係標準誤差。 Value represents standard error.

表 4 120cm 長試材最後含水率差異之鄧肯氏試驗結果  
Table 4 Results of Duncan test on the difference of final M. C. for 120 cm of material in length

處 理 Treatment	D	C	E	B	A
平均值 Mean	42.22	37.03	36.98	22.29	21.59
顯著性 Significance	—————			—————	

表 5 40cm 長試材最後含水率差異之鄧肯氏試驗結果  
Table 5 Results of Duncan test on the difference of final M. C. for 40 cm of material in length

處 理 Treatment	B'	A'	C'	D'	E'
平均值 Mean	27.96	26.06	25.27	23.97	21.45
顯著性 Significance	—————				

表 6 120cm 長試材乾燥速率差異之鄧肯氏試驗結果  
Table 6 Results of Duncan test on the difference of drying rate for 120 cm of material in length

處 理 Treatment	E	C	D	A	B
平均值 Mean	2.08	1.67	1.66	0.92	0.91
顯著性 Significance	—————			—————	

表 7 40cm 長試材乾燥速率差異之鄧肯氏試驗結果  
Table 7 Results of Duncan test on the difference of drying rate for 40 cm of material in length

處理 Treatment	E'	A'	D'	C'	B'
平均值 Mean	1.72	1.49	1.38	1.34	1.27
顯著性 Significance					

及表 5 得知：當試材長度 40 公分時，各處理之最後含水率均低於 F. S. P.，但仍高於 6%，顯示試材仍受通透性不良之影響，但由於可由兩端直接逸失水份之比例提高，受影響程度減輕。

前人研究多以樣板之中心溫度達 163°C 為熱壓乾燥之終點，而認定其時樣板之平均含水率應已在 6% 以下。但觀諸馬子斌等(2)曾對黑檀、紫檀、黃檀、黑板樹、鐵杉、杞杜等厚度 1.4 公分之試材進行研究，樣板中心溫度達 163°C 時，最後含水率：黑檀、紫檀、黑板樹均低於 6%，杞杜 7.02%，黃檀 10.98%，而針葉樹鐵杉為 13.50%。筆者(3)曾以相同條件乾燥 2cm 厚大葉桃花心木、柳杉、杉木，最後含水率：大葉桃花心木可降至 6% 以下，柳杉 10.11%，杉木則 18.50%。本試驗 3cm 厚杉木，亦以同一條件乾燥，最後含水率高於 20%。綜合以上結果顯示：前人研究所得樣板中心溫度與最後含水率關係之試驗數據，用之於闊葉樹材，堪稱允當；至於針葉樹材，熱壓乾燥終點之控制條件顯然與闊葉樹材者迥然不同，亟待重新探討。

由表 2、表 3 及表 6 得知：當試材長度 120 公分時，乾燥速率以 E 處理（熱板壓力 3.5×2kgf/cm<sup>2</sup>）最快，C 與 D 處理（熱板壓力 3.5kgf/cm<sup>2</sup>）次之，A 與 B 處理（熱板壓力 3.5/2kgf/cm<sup>2</sup>）最慢。最後含水率 A 與 B 處理降至 F. S. P. 以下，C、D 與 E 處理均在 F. S. P. 以上，各處理最後含水率未達同一標準，雖無法論斷各處理間熱板壓力與乾燥速率之實質關係，但依據最後含水率同高於 F. S. P. 差異不顯著之 C、D 與 E 處理，仍可看出熱板壓力大（E 處理）之乾燥速率有較大之趨

勢。當試材長度 40cm 時，各處理最後含水率均低於 F. S. P.，熱板壓力最大之 E 處理，其乾燥速率最快與其他四處理差異顯著，E 處理之最後含水率且最低，此足顯示：熱板壓力對乾燥速率深具影響，且呈正相關。以上僅為現階段最後含水率高於 20% 所獲致之結果。

由表 2、表 3、表 4、表 5、表 6、及表 7 得知：試材鋸製方式，即象鋸板或平鋸板，對最後含水率、乾燥速率，均無顯著性的影響。

收縮率 (Shrinkage)

弦面板之寬為弦向，厚為徑向；徑面板之寬為徑向，厚為弦向。由表 8 得知：不論象鋸板（徑面板）或平鋸板（弦面板），熱壓乾燥材之厚度收縮

表 8 熱壓乾燥結果(2)  
Table 8 Results of press drying(2)

處理 Treatment	平均收縮率 Average shrinkage (%)	
	寬度 Width	厚度 Thickness
A	1.04±0.24①	5.15±0.84①
B	0.62±0.20	3.29±0.60
C	0.37±0.15	3.07±0.33
D	-1.44±0.33	2.21±0.44
E	0.17±0.14	2.80±0.13
A'	0.42±0.09	1.85±0.59
B'	0.02±0.13	1.30±0.38
C'	0.86±0.12	2.58±0.55
D'	0.01±0.23	3.28±0.40
E'	0.79±0.08	2.20±0.34

①該值係標準誤差。

Value represents standard error.

率，均較寬度者為高，顯示出熱壓乾燥在寬度方面之穩定性，一如前人研究 (2, 6, 8)。

長度 40cm 之試材，其厚度收縮率差異不顯著；但寬度差異顯著，鄧肯氏試驗結果詳如表 9。由表 2、表 8 及表 9 看出，處理 A', C', E' 均為徑面板，寬度收縮率差異不顯著；處理 B', D' 均為弦面板，其寬度收縮率差異亦不顯著。此結果顯示：寬度收縮率之差異不受熱板壓力變異影響，而乃製材方式的影響。

長度 120cm 之試材，其寬、厚度差異均顯著，鄧肯氏試驗結果如表 10、表 11。由表 3、表 8 及表 10、表 11 得知：隨含水率之降低，寬厚度收縮率均呈增大趨勢，符合含水率變化與收縮率的關係(1)。未能顯示出熱板壓力對乾燥材收縮率之影響，如 chen(5) 所作試驗結果：提高熱板壓力，引起較大

之厚度收縮率。其原因，可能未達預定乾燥目標 (M. C. 6%) 所致，故以上結果，僅能概括表示熱壓乾燥時，乾燥前期試材收縮情形。

乾燥品質 (Quality of Dried Wood)

Simpson (11, 13) 之研究，蜂巢裂是熱壓乾燥缺點中最易發生者之一，如果以象鋸代替平鋸之製材方式，行熱壓乾燥，能有效抑制紅橡木心邊材及硬木槭邊材之蜂巢裂。壓力增大可減少蜂巢裂，但使面裂發生。表 12 詳列本試驗 40cm 長試材所發生之乾燥缺點。其中蜂巢裂，不論徑面板 (處理 A', C', E') 或弦面板 (B', D')，均隨壓力之增大 (熱板壓力：處理 A', B' 為 3.5/2kgf/cm<sup>2</sup>，處理 C', D' 為 3.5kgf/cm<sup>2</sup>，處理 E 為 3.5 × 2 kgf/cm<sup>2</sup>) 而減少，結果與 Simpson(11) 一致。面裂在徑面板，除處理 A' 5 塊樣板中僅有 1 塊輕微

表 9 40cm 長試材寬度收縮率差異之鄧肯氏試驗結果

Table 9 Results of Duncan test on the difference of width shrinkage for 40 cm of material in length

處理 Treatment	C'	E'	A'	B'	D'
平均值 Mean	0.86	0.79	0.42	0.02	0.00
顯著性 Significance	_____			_____	

表 10 120cm 長試材寬度收縮率差異之鄧肯氏試驗結果

Table 10 Results of Duncan test on the difference of width shrinkage for 120 cm of material in length

處理 Treatment	A	B	C	E	D
平均值 Mean	1.04	0.62	0.37	0.17	-1.44
顯著性 Significance	_____				

表 11 120cm 長試材厚度收縮率差異之鄧肯氏試驗結果

Table 11 Results of Duncan test on the difference of thickness shrinkage for 120 cm of material in length

處理 Treatment	A	B	C	E	D
平均值 Mean	5.15	3.29	3.07	2.80	2.21
顯著性 Significance	_____				

表12 熱壓乾燥結果(3)  
Table 12 Results of press drying

處理 Treatment	乾燥缺點 Drying defects (cm/cm <sup>2</sup> )			
	蜂巢裂 Honeycomb	面裂 Surface check	端裂 End check	端部開裂 End split
A'	0.35±0.08①	0.006±0.006	0	0
B'	0.23±0.04	0.024±0.005	0.045±0.014	0.003±0.003
C'	0.32±0.06	0	0.045±0.024	0
D'	0.17±0.06	0.038±0.011	0.029±0.006	0.017±0.011
E'	0.25±0.05	0	0	0

①該值係標準誤差。 Value represents standard error.

面裂外，餘則未發生；在弦面板，處理 D' 壓力較大，面裂較壓力小之處理 B' 嚴重，此亦與 Simpson(1) 之研究一致。端裂與端部開裂，各處理均極輕微。由表12可看出，大致說來屬弦面板之處理 B' 與 D'，乾燥缺點較多。

由於最後含水率均在20%以上，收縮率尚不及全乾收縮率 1/3，至於由20%之含水率欲降至實用階段之最後含水率 6~12%，其間將發生如何之乾燥缺點，非本試驗所能預見，故此僅能在乾燥終點受誤導提前到達之情況下，就乾燥前期所發生之各項乾燥缺點加以討論。

相同熱壓條件乾燥 40cm 長及 120cm 長試材，對 40cm 長試材而言，屬較激烈乾燥基準，其乾燥缺點應較嚴重，故本試驗所發生之乾燥缺點以 40cm 長試材為代表。120cm 長試材，則用以測定下述各項機械性質，由於板厚3cm，測定靜力彎曲所需試材長度超過40cm，故40cm長試材不予測定機械性質。

#### 機械性質 (Mechanical properties)

有關熱壓乾燥之研究中，對於熱壓材機械性質之探討甚少，除了 Hittmeier(8) 及馬子斌等(2)作過韌性 (Toughness)、硬度 (Hardness)、耐磨性 (Abrasion) 等性質外，筆者曾對 2 公分厚大葉桃花心木、柳杉、杉木(3)進行靜力彎曲性質之

探討。今續作 3 公分厚杉木之靜力彎曲試驗外並測定順紋壓力、順紋剪力、硬度等。其結果詳如表13。

表13中所列各項機械性質，換算至含水率12%時，均以 28% 為其 F. S. P. (1)。由表 13 中可看出換算至含水率12%時各項機械性質中，順紋壓力各處理均高於杉木應有強度 (509±25kgf/cm<sup>2</sup>)(1)，B、C、D 與 E 四處理且高得離譜；順紋剪力五處理均高於杉木平均強度 (115±23kgf/cm<sup>2</sup>)(1)；硬度則無可供比較之資料（一般僅做橫斷面之硬度）；靜力彎曲試驗中，各處理彈性係數均低於杉木平均數值 108300±11900kgf/cm<sup>2</sup>(1)，破壞係數僅 E 處理高於平均強度 872±61kgf/cm<sup>2</sup>。

#### 結 論

1. 熱壓乾燥3cm厚杉木，熱板壓力與乾燥速率之關係，成正相關。
2. 製材方式（平鋸或象鋸）影響熱壓乾燥材品質，象鋸板於乾燥初期收縮所引起之乾燥缺點較輕微。
3. 針葉樹材熱壓乾燥終點之中心溫度控制標準，不宜採用前人研究所得 163°C，宜另行訂立研究計畫作進一步探討。

表13 3cm 厚杉木機械性質之比較  
Table 13 Comparisons of mechanical properties for 3cm China fir in thickness

處理 Treatment	靜力彎曲			順紋壓力			順紋剪力			硬度				
	含水率 M. C. (%)	彈性界限之 纖維應力 Fiber stress at elastic limit (kgf/cm <sup>2</sup> )	破斷係數 Modulus of rupture (kgf/cm <sup>2</sup> )	彈性係數 Modulus of elasticity (kgf/cm <sup>2</sup> )	順紋壓力 Compression parallel to grain		順紋剪力 Shear parallel to grain		硬度 Brinell hardness					
					含水率 M. C. (%)	強度 strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	含水率 M. C. (%)	強度 Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	徑面 Tangential surface 含水率 M. C. (%)	徑面 Radial surface 強度 Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )	徑面 Tangential surface 含水率 M. C. (%)	徑面 Radial surface 強度 Strength (kgf/cm <sup>2</sup> )		
A	17.21	313.1 (18.3)①	553.1 (41.3)	75890 (3770)	21.41	324.9 (15.3)	22.40	83.8 (3.2)	22.59	68.1 (9.1)	21.25	0.96 (0.06)	21.93	0.90 (0.05)
	12.00	432.2 (24.8)	706.7 (55.7)	85060 (4360)	12.00	797.2 (85.6)	12.00	119.7 (5.2)	12.00	98.3 (12.1)	12.00	1.25 (0.09)	12.00	1.20 (0.08)
B	20.60	210.5 (26.7)	446.7 (76.7)	62280 (10310)	24.32	316.8 (37.2)	23.82	80.2 (7.0)	24.48	65.4 (4.7)	22.62	1.00 (0.15)	21.96	0.80 (0.10)
	12.00	394.9 (56.1)	676.2 (89.2)	74230 (10650)	12.00	1994.0 (853.8)	12.00	123.6 (8.8)	12.00	105.3 (10.1)	12.00	1.38 (0.24)	12.00	1.08 (0.14)
C	34.90	159.0 (16.2)	288.8 (48.6)	47090 (6000)	39.74	197.7 (26.3)	39.63	68.0 (2.8)	37.72	46.1 (6.0)	37.58	0.77 (0.09)	36.48	0.76 (0.14)
	12.00	724.4 (103.2)	768.1 (113.8)	68220 (8240)	12.00	4941.5 (657.3)	12.00	126.6 (4.1)	12.00	87.4 (11.3)	12.00	1.27 (0.15)	12.00	1.25 (0.22)
D	41.84	155.9 (16.2)	312.9 (48.1)	48000 (7040)	42.66	242.7 (18.9)	40.43	65.8 (3.1)	40.25	46.5 (2.6)	43.20	0.75 (0.05)	41.23	0.78 (0.05)
	12.00	699.9 (95.1)	818.7 (141.3)	68940 (10350)	12.00	4959.9 (835.8)	12.00	123.2 (7.5)	12.00	86.5 (4.7)	12.00	1.24 (0.07)	12.00	1.28 (0.08)
E	34.26	227.0 ( 8.4)	440.0 (22.5)	64400 (2510)	37.54	262.9 (14.1)	32.51	77.1 (2.4)	33.89	70.1 (2.7)	34.78	0.83 (0.05)	39.19	0.94 (0.03)
	12.00	1124.2 (49.3)	1215.9 (68.7)	94530 (3860)	12.00	6685.8 (440.8)	12.00	148.3 (4.6)	12.00	134.8 (5.3)	12.00	1.38 (0.08)	12.00	1.50 (0.05)

①括弧內數值為標準誤差。 Figures on the parenthesis represent standard error.



參考文獻

- 1.王松永, 1983。商用木材。林產工業叢書 1, p. 29, p.32, p. 46-47, p.77。
- 2.馬子斌、翟思湧等, 1978。名貴木材熱壓乾燥之研究。林試所報告314號。
- 3.熊如珍, 1984。熱壓乾燥材之物理與機械性質。臺灣大學碩士論文。
- 4.Chen, P. Y. S. 1980. Press conditions affect drying rate and shrinkage of hardwood boards, *Forest Prod. J.* 30(7): 43-47.
- 5.G. A. Ziegler, W. K. Murphey and F. C. Beall. 1971. Operational variables in press drying eastern hemlock. *Forest Prod. J.* 21(10): 32-34.
- 6.John, F. Lutz, Hermann Habermann, and Harry R. Panzer. 1974. Press-drying green, flatsliced walnut veneer to reduce buckling and end waviness. *Forest Prod. J.* 24(5): 29-34.
- 7.John, F. Lutz. 1974. Drying Veneer to a controlled final moisture content by hot pressing and steaming. FPL 227. FPL, Madison, Wis.
- 8.M. E. Hittmeier, G. L. Comstock, and R.A. Hann. 1968. Press drying nine species of wood. *Forest Prod. J.* 18(9): 91-96.
- 9.Simpson, W. T. 1982. Predrying before press-drying to reduce drying defects in hardwoods. *Forest Prod. J.* 32(11/12): 77-80.
- 10.Simpson, W. T. 1984. Maximum safe initial moisture content for press-drying oak lumber without honeycomb. *Forest Prod. J.* 34(5): 47-50.
- 11.Simpson, W. T. 1984. Maintaining lumber quality in press drying manipulating sawing patterns. *Wood and Fiber Sci.* 16(3): 411-426.
- 12.Simpson, W.T. 1985. Process for rapid conversion of red oak logs to dry lumber. *Forest Prod. J.* 35(1). 51-56.
- 13.Simpson, W. T, 1985. Press drying quartersawn hard maple lumber. *Forest Prod. J.* 35(4): 31-32.

## The Effect of Press Conditions on Wood Drying of China Fir

J. C. Hsiung

### English Summary

The objective of this study was to evaluate the effect of press conditions on drying for 3 cm of China fir in thickness. Press drying was at 174°C platen temperature, at three (3.5/2, 3.5 and 3.5×2 kgf/cm<sup>2</sup>) platen pressure, and boards in two common sawing patterns (flat- and quartersawn). Boards were edged to the closet cm in width, surfaced to 3 cm in thickness, and end trimmed to 40 cm and 120 cm in length.

The material were tested to evaluate the effect of platen pressure on drying rate for different length, then the experiment was conducted in two parts. In the first part (40 cm in length), drying defects compared in press-dried quartersawn versus flatsawn lumber. The second part of the study (120 cm in length), determined the mechanical properties of press-dried material.

The results of this research are shown as follows:

1. Increasing platen pressure increased drying rate.
2. The drying defects of quartersawn press-dried lumber is slighter than flatsawn press-dried lumber.
3. The midthickness of the specimen in a temperature 163°C (platen temperature 174°C) indicated that the average moisture content of the specimens was below 6%. This condition was suited for hardwoods, but not for softwoods.