

初期含水率對木荷熱壓乾燥 效果之影響

熊如珍

摘 要

為探究降低初期含水率，再行熱壓乾燥，是否能避免熱壓乾燥材嚴重內部乾裂之發生，特採省產木荷，胸高直徑 50-60cm，鋸製成 3.0cm 與 1.5cm 厚板材，進行試驗。熱壓條件：熱板溫度 174°C，熱板壓力 3.5kgf/cm²，初期含水率分別為生材、30%、18%。

結果顯示：熱壓乾燥木荷板材，自含水率 81.65%(89.56%) 降至含水率 6.46%(7.34%)，僅費時 28(94)分鐘，板厚 1.5cm(3.0cm)。

降低初期含水率，可減低乾燥材內部乾裂程度，薄板乾燥效果又優於厚板者。1.5cm 厚木荷可自生材始即施以熱壓乾燥，僅發生輕微的內部乾裂及端裂；3.0cm 厚者則不宜自生材始行熱壓乾燥，否則將發生嚴重內部乾裂及端裂。

關鍵詞：初期含水率、熱壓乾燥、內部乾裂、端裂、乾燥速率。

熊如珍：1988、初期含水率對木荷熱壓乾燥效果之影響、林業試驗所研究報告季刊，3(1)：407-413。

The Effect of Initial Moisture Content on Press Drying of *Schima superba*

Ju-Chen Hsiung

[SUMMARY]

The objective of this study was to evaluate the effect of initial moisture contents on press drying of *Schima superba*. Press drying was at 174°C platen temperature and 3.5kgf/cm² platen pressure. The sample boards were at three different initial moisture content (green, 30%, and 18%). Boards were edged to the 5-15cm in width, surfaced to 3.0cm and 1.5cm in thickness, respec-

1988年1月送審

1988年2月通過

主審委員：唐讓雷
羅思湧

tively, and end trimmed to 80cm in length.

The results showed that the 1.5cm-thick material could be dried to 0.42-6.46 percent final moisture content in 13 to 28 minutes, depending on initial moisture content. The 3.0cm-thick material could be dried to about the same moisture content (0.01-7.34%) in 37 to 94 minutes. Severe internal checks and end checks occurred in the 3.0cm-thick material when pressdried directly from the green conditions. Predrying the boards to 18 percent M. C. before press-drying prevented all of the drying defects for both the 1.5cm and 3.0cm boards.

The 1.5cm-thick Schima superba boards were suited for many uses.

Key Word: Initial moisture content, press drying, internal check, end check, drying rate.

Hsiung, J. C. 1988. The Effect of Initial Moisture Content on Press Drying of Schima superba.

Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series, 3(1): 407-413.

一、前言

熱壓乾燥是一種快速乾燥的方法(馬子斌等, 1978; 熊如珍, 1984, 1986; 翟思湧, 1982), 適當的熱壓乾燥條件用於難乾燥樹種, 可降低翹曲、變形程度(馬子斌等, 1978; 翟思湧, 1982; Hittmeier, M. E. etc., 1968; Schmidt, J. 1967)。但自生材即實施熱壓乾燥, 技術上主要的問題, 在於易發生嚴重之內部乾裂、潰陷與蜂巢裂(Chen, P. Y. S. 1978; Simpson, W. T. 1982, 1984)等, 影響材質。

William Simpson 以 176°C, 3.5kgf/cm²之熱壓條件, 乾燥 2.5cm 厚紅橡木(red oak), 降低初期含水率至 30%, 可避免蜂巢裂之發生; 但乾燥 2.5cm 厚白橡木(white oak), 縱使降低初期含水率至 16%, 仍無法避免蜂巢裂發生。

本研究之目的, 乃針對木荷(係台灣重要經濟

樹種之一)以傳統密乾方式行乾燥處理時, 易發生嚴重內部乾裂之缺點, 探究降低初期含水率行熱壓乾燥以避免前述乾燥缺點之可行性, 並增加熱壓乾燥法之實用性。

二、材料及方法

(一)試驗材料

本試驗所用試材乃省產木荷(Schima superba), 採自南投縣, 胸高直徑 50-60cm, 鋸製成厚度 3.0cm(編號 S₁)與 1.5cm(編號 S₂)之板材; 試材長度 120cm, 寬度 5-15cm。每塊試材均依圖 1 鋸製樣板。

圖 1 中, 80cm 長之一段為樣板, 兩側裁齊, 再兩面鉋光, 以備進行熱壓乾燥試驗。a₁、a₂ 為含水率試片(moisture sections)用以測定樣板含水率之用。

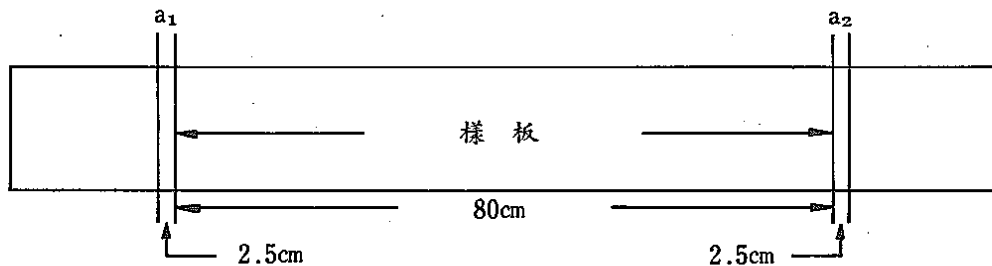


圖1. 樣板與含水率試片鋸切法

Figure 1. Method of cutting samples and moisture sections.

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劃定徑、弦向收縮率測定線，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，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。

表 1. 試材特性

Table 1. Characteristics of material used in experiment

樹種 普通名 Common name	Species 學名 Scientific name	平均厚度	平均生材含水率	平均比重	平均絕乾收縮率	
		Ave. Thickness (cm)	Ave. Green M. C. (%)	Ave. SP/GR (W ₀ /V _G)	Ave. oven-dry shrinkage (%)	
					弦向 Tangential	徑向 Radial
木荷	Schima superba	S ₁ :2.96 (0.23) S ₂ :1.50 (0.01)	96.22 (5.39)	0.523 (0.006)	8.18 (1.32)	6.10 (0.39)

(1)括號內數值為標準誤。

Value in parenthesis represents standard error.

(二)試驗方法

1. 熱壓乾燥條件

一般熱壓乾燥條件，熱板溫度 174°C，熱板壓力 3.5kgf/cm²，本研究沿習用之。為探究初期含水率對熱壓乾燥效果之影響，而將編號 S₁ 厚度 3.0cm 試材分為 3 組，1 組(編號 I₁)自生材始即實施熱壓乾燥，作為對照組；另外 2 組，分別氣乾至含水率

30%(編號 I₂)、18%(編號 I₃)始實施熱壓乾燥。

此外，編號 S₂ 厚度 1.5cm 試材則分為 2 組，1 組自生材始(編號 I₁)，另一組氣乾至含水率 18%(編號 I₃)始實施熱壓乾燥，以便與編號 S₁ 厚度 3.0cm 試材之 I₁、I₃ 基準，分別在相同初期含水率之標準下，比較不同試材厚度對熱壓乾燥效果之影響。

熱壓乾燥基準詳見表 2。

表 2. 木荷熱壓乾燥基準

Table 2. Press drying schedules of Schima superba

處 理	熱 板 溫 度	熱 板 壓 力	試 材 厚 度	初 期 含 水 率
Treatment	Platen temperature (°C)	Platen pressure (kgf/cm ²)	Thickness of material (cm)	Initial M. C. (%)
S ₁ I ₁	174	3.5	S ₁ : 3.0	I ₁ : 生材
S ₁ I ₂	174	3.5	S ₁ : 3.0	I ₂ : 30
S ₁ I ₃	174	3.5	S ₁ : 3.0	I ₃ : 18
S ₂ I ₁	174	3.5	S ₂ : 1.5	I ₁ : 生材
S ₂ I ₃	174	3.5	S ₂ : 1.5	I ₃ : 18

2. 劃定試材寬厚度測定線

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

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(視板寬)並排為一組，上下兩面分別依次鋪墊以：①75 目銅網，②1/4"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，即 163°C 時，樣板含水率應已降至 6% 左右，此時停止乾燥，斷電鬆壓。稍俟樣板冷

却，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

(1)最後含水率

(2)寬、厚度收縮率

(3)乾燥速率

(4)乾燥品質：測定乾燥缺點。

①內部乾裂：樣板中央橫斷面上，每單位面積 (cm²) 之乾裂長度 (cm)。

②面裂：樣板平面積內所發生乾裂，每單位面積 (cm²) 之長度 (cm)。

③端裂：樣板兩端橫斷面積內所發生乾裂，每單位面積 (cm²) 之長度 (cm)。

④端部開裂：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 (cm²) 之長度 (cm)。

三、結果與討論

(一)乾燥速率

各處理之初期與最後含水率、乾燥速率等結果詳列於表 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 (Δ M.C.% / Δ tmin.)
S ₁ I ₁	94	89.56(4.85) ⁽¹⁾	7.34(1.96)	0.82(0.02)
S ₁ I ₂	79	30.92(1.83)	0.01(0.01)	0.42(0.03)
S ₁ I ₃	37	18.24(1.03)	0.09(0.08)	0.49(0.03)
S ₂ I ₁	28	81.65(3.31)	6.46(3.40)	2.69(0.08)
S ₂ I ₃	13	18.72(1.06)	0.42(0.30)	1.41(0.07)

(1)括弧內數值係標準誤差。 Figures on the parenthesis represent standard error.

由表 2、表 3 得知，熱壓乾燥木荷板材，3.0cm 厚試材，費時 94 分鐘可將含水率自 89.56% 降低至 7.34%；1.5cm 厚者，僅費時 28 分鐘即可將含水率自 81.65% 降到 6.46%。

前人研究(Lutz, J. F., etc. 1974; Lutz, J. F. 1974; Hittmeier, M. E. etc. 1968)指出：當樣板之中層溫度到達 163°C (低於熱板溫度 11°C) 時，樣板含水率應已降至 6% 左右。由表 3 可看出，本研究

各處理採相同熱壓條件，最後含水率為 0.01-7.34%，與前人研究結果近似。

在 0.05 水準，各處理最後含水率之差異不顯著，但是初期含水率及乾燥速率之差異均顯著，二者之鄧肯氏試驗結果詳如表 4、表 5。

由表 4 可看出，木荷板材實施熱壓乾燥時，試材初期含水率不論是生材(I₁)或 18%(I₃)，3.0cm 厚與 1.5cm 厚二者之差異均不顯著。而同一厚度下，各階段之初期含水率差異則均顯著。

表 4. 初期含水率差異之鄧肯氏試驗結果

Table 4. Results of Duncan test on the difference of initial moisture content.

處理 Treatment	S ₁ I ₁	S ₂ I ₁	S ₁ I ₂	S ₂ I ₃	S ₁ I ₃
平均值 Mean	89.56	81.65	30.92	18.72	18.24
顯著性 Significance	_____		_____		

表 5. 乾燥速率差異之鄧肯氏試驗結果

Table 5. Results of Duncan test on the difference of drying rate.

處理 Treatment	S ₂ I ₁	S ₂ I ₃	S ₁ I ₁	S ₁ I ₃	S ₁ I ₂
平均值 Mean	2.69	1.41	0.82	0.49	0.42
顯著性 Significance	_____				

由表 5 得知，厚度 3.0cm 試材(編號 S₁ 者)，乾燥速率：I₁ 最大；I₃(初期含水率 18%)略大於 I₂(初期含水率 30%)，但差異不顯著。厚度 1.5cm 試材(編號 S₂ 者)，乾燥速率：I₁(自生材始) > I₃(初期含水率)，且差異顯著。此試驗結果顯示：初期含水率高於纖維飽和點[所有木材大概均在 25~35%，平均為 28% 或 30%(王松永，丁昭義，1984)]之處理其乾燥速率遠大於在纖維飽和點以下者；而且纖維飽和點以下之乾燥速率趨於一致。此乃編號 I₂、I₃ 之試材，在乾燥時所喪失之水分為纖維飽和點(F. S. P.)以下之結合水；而編號 I₁ 之試材，喪失之水分大部份為纖維飽和點以上之自由水，少部分為結合水之故。

由表 2、表 3、表 4、表 5 綜觀之，3.0cm 與 1.5cm 厚之木荷板材，自不同初期含水率階段實施熱壓乾燥，各處理最後含水率(差異不顯著)均可降至同一水平；其乾燥速率與厚度成負相關，即減少試材厚度，乾燥速率增大。編號 S₂ 之試材厚度

1.5cm 其乾燥速率約為編號 S₁ 試材厚度 3.0cm 者之 3 倍(乾燥速率：S₂I₁/S₁I₁=3.3，S₂I₃/S₁I₃=2.9)。此試驗結果與一般傳統窯乾時，乾燥速率與厚度平方成反比之趨勢相符合。

表 6. 熱壓乾燥結果(2)

Table 6. Results of press drying. (2)

處理 Treatment	平均收縮率 Average shrinkage (%)	
	寬度 Width	厚度 Thickness
S ₁ I ₁	2.37(0.55) ⁽¹⁾	12.40(1.23)
S ₁ I ₂	2.64(0.58)	7.31(0.54)
S ₁ I ₃	2.94(0.14)	5.43(0.71)
S ₂ I ₁	3.20(0.59)	14.60(0.82)
S ₂ I ₃	3.23(0.25)	5.93(0.59)

(1) 弧內數值係標準誤差。

Figures on the parenthesis represent standard error.

(二)收縮率

在 0.05 水準，各處理熱壓乾燥材之厚度收縮率，均較寬度者為高，且差異顯著，顯示出熱壓乾燥在寬度方面之穩定性，一如前人研究(馬子斌等，1978；熊如珍，1986；Lutz, J. F. etc. 1974；Hittmeier, M. E. etc. 1968)。

表 6 中各處理試材之寬度收縮率差異並不顯著

表 7. 厚度收縮率差異之鄧肯氏試驗結果

Table 7. Results of Duncan test on the difference of thickness shrinkage.

處 理 Treatment	S ₂ I ₁	S ₁ I ₁	S ₁ I ₂	S ₂ I ₃	S ₁ I ₃
平均值 Mean	14.60	12.40	7.31	5.93	5.43
顯著性 Significance	_____		_____		

由表 2、表 3、表 7 得知，試材 3.0cm 厚之厚度收縮率略小於 1.5cm 厚者，然差異不顯著。開始熱壓乾燥之初期含水率高者，其厚度收縮率亦大；且厚度收縮率，初期含水率高於纖維飽和點之處理與低於纖維飽和點者差異顯著。此結果顯示：熱壓乾燥試材厚度收縮率與初期含水率成正相關，符合含水率變化與收縮率之關係。

(三)乾燥品質

表 8. 熱壓乾燥結果(3)

Table 8. Results of press drying (3)

處 理 Treatment	乾 燥 缺 點 Drying defects (cm/cm ²)			
	內 部 乾 裂	面 裂	端 裂	端 部 開 裂
	Internal check	Surface check	End Check	End split
S ₁ I ₁	0.759(0.421)	0.019(0.017)	0.193(0.069)	0.017(0.017)
S ₁ I ₂	0.048(0.001)	0	0	0
S ₁ I ₃	0	0	0	0
S ₂ I ₁	0.014(0.007)	0	0.022(0.026)	0
S ₂ I ₃	0	0	0	0

綜合表 2、表 8、表 9、表 10 觀之，自生材始行熱壓乾燥，厚度 3.0cm 之試材(處理 S₁I₁)，內部乾裂、面裂、端裂及端部開裂全發生，且內部乾裂(蜂巢裂)及端裂嚴重。當初期含水率降至 30% 時(

此顯示：熱壓乾燥時，當最後含水率降至同一水平時，試材之寬度收縮率趨於定值，不受試材厚度或初期含水率之影響。此亦顯出熱壓乾燥木材，在寬度方面，不易發生變化。

各處理試材之厚度收縮率差異顯著，鄧肯氏試驗結果詳如表 7。

Simpson(1982, 1984)之研究，蜂巢裂是熱壓乾燥缺點中最易發生者之一，如果降低初期含水率至 30% 行熱壓乾燥，2.5cm 厚紅橡木，可避免蜂巢裂之發生；但是 2.5cm 厚白橡木則降低初期含水率至 16%，仍無法避免蜂巢裂發生。表 8 詳列本試驗熱壓試材所發生之乾燥缺點。其中面裂與端部開裂，各處理間差異不顯著；內部乾裂與端裂則差異顯著，鄧肯氏試驗結果詳如表 9、表 10。

處理 S₁I₂)，僅發生輕微內部乾裂；初期含水率再降至 18% 時，全無乾燥缺點。另一方面，自生材始行熱壓乾燥，但試材厚度減半至 1.5cm 者(處理 S₂I₁)，僅發生輕微的內部乾裂及端裂。此試驗結

果顯示：初期含水率影響熱壓乾燥材品質，降低初期含水率可改善熱壓乾燥材品質；試材厚度亦影響熱壓乾燥材品質，減少試材厚度可減少熱壓乾燥缺點。

表9. 內部乾裂差異之鄧肯氏試驗結果

Table 9. Results of Duncan test on the difference of internal check.

處理 Treatment	S ₁ I ₁	S ₁ I ₂	S ₂ I ₁	S ₁ I ₃	S ₂ I ₃
平均值 Mean	0.759	0.048	0.014	0	0
顯著性 Significance					

表10. 端裂差異之鄧肯氏試驗結果

Table 10. Results of Duncan test on the difference of end check.

處理 Treatment	S ₁ I ₁	S ₂ I ₁	S ₁ I ₂	S ₁ I ₃	S ₂ I ₃
平均值 Mean	0.193	0.022	0	0	0
顯著性 Significance					

四、結論與建議

(一)熱壓乾燥木荷，降低木材初期含水率，可減低乾燥材內部乾裂之程度；即初期含水率與乾燥材內部乾裂呈正相關。

(二)熱壓乾燥木荷 3.0(1.5) cm厚板材，僅費時 94(28)min，可將含水率自 89.56%(81.65%)降至 7.34%(6.46%)；乾燥速率與試材厚度呈負相關。

(三)木荷板材厚度影響熱壓乾燥效果；薄板之乾燥效果優於厚板者。1.5cm 厚者可自生材即施行熱壓乾燥，而 3.0cm 厚者則不宜。

(四)熱壓乾燥處理，試材尺寸在寬度方面變化不大。

(五)熱壓乾燥自生材始受到板厚度之限制，其安全初期含水率隨試材厚度而不同，更隨樹種而異，宜進一步探討，俾增熱壓乾燥法之實用性。

引用文獻

王松永，丁昭義，1984。林產學、大學叢書 IV。(上册)。台灣商務印書館，台北。
馬子斌，翟思湧，熊如珍，王紹萊，王瀛生，1978。名貴木材熱壓乾燥之研究。林試所試驗報告，No.314。

熊如珍，1984。熱壓乾燥材之物理與機械性質。台灣大學碩士論文。
熊如珍，1986。熱壓條件對杉木乾燥之影響。林試所報告季刊 1(2): 45-54。
翟思湧，1982。木材乾燥的現況與展望。林產工業創刊號，79-84。
Chen, P. Y. S. 1978. Press-drying black walnut wood: continuous drying vs. step-drying. FPJ, 28(1): 23-25.
Lutz, J. F., H. Haberman, and H. Panzer, 1974. Press drying green, flat-sliced walnut veneer to reduce buckling and end waviness. FPJ, 24(5): 29-34.
Lutz, J. F. 1974. Drying veneer to a controlled final moisture content by hot pressing and steaming. FPJ, 227. FPL, Madison, Wis.
Hittmeier, M. E., G. L. Comstock, and R. A. Hann. 1968. Press drying nine species of wood. FPJ, 18(9): 91-96.
Schmidt, J. 1967. Press drying of beechwood. FPJ, 17(9): 107-113.
Simpson, W. T. 1982. Predrying before press-drying to reduce drying defects in hardwoods. FPJ, 32(11/12):

77-80.

Simpson, W. T. 1984. Maximum safe initial moisture content for press-drying oak lumber without honeycomb. *FPJ*, 34(5): 47-50.

本所研究人員在外界發表之論文

- | | | |
|---------|--|---------------------------------|
| 1988.1 | T. P. Lin, S. R. Spilatro, J. Preiss Subcellular localization and characterization of amylases in Arabidopsis leaf | Plant Physiology 86(1): 251-259 |
| 1988.1 | T.P. Lin, J. Preiss, Characterization of D-enzyme.(4--glucanotransferase) in Arabidopsis leaf | Plant Physiology 86(1): 260-265 |
| 1988, 1 | 谷雲川 木材與紙漿性質之關係 | 77年度台灣造紙用化學藥品技術研討會 |
| 1988, 2 | R. R. Coltman, D. R. Waterer, R. S. Huang A simple method for production of Glomus aggregatum inoculum using controlled-rerease fertilizer | Hort Science 23(1): 213-215 |
| 1988.2 | 蘇裕昌譯 界面化學與紙、紙漿工業 | 漿與紙8(8) |
| 1988.2 | 蘇裕昌 製漿法的現狀與課題 | 漿與紙8(9) |
| 1988.3 | 洪富文 幾個國家的林地分類系統 | 林地分級制度研討會(台大森林系) |
| 1988.3 | 潘富俊 銀合歡類雜交之研究 | 林學季刊21(1) |