

単板の熱板乾燥

野崎兼司 吉田弥明

1. まえがき

単板乾燥は、従来から熱風の縦循環、あるいは横循環方式、ジェット方式などのいわゆる熱風乾燥方式が多く採用されている。

単板の熱板乾燥は、主に厚物心板単板を対象に極く一部で用いられている。熱風乾燥方式では乾燥による単板の狂いが生じ易く、特に木口の波打ちは合板製造上の障害となることが多い。道産材を主体とする合板工場では、古くからこの解決策として、単板のリドライにホットプレスを使用し、その効果が認められている。

熱板乾燥は、熱板の接触による熱伝導のため、従来からの熱風乾燥方式に比べ乾燥時間が著しく短縮され、これらに関する報告¹⁾もある。

林産試験場で実施した実験室規模の試験結果²⁾でも、狂いの少ない単板を効率よく乾燥することができ、特に厚単板の乾燥には有効であることが認められた。しかしその反面熱風乾燥方式に比べ、巾方向の収縮は少ないが厚さ収縮が多く、また、乾燥条件によっては割れが生じ易い欠点もある。このようなことから本試験は、心板単板の実寸法による熱板乾燥を行い、乾燥条件と乾燥特性、熱板乾燥の熱効率、熱板乾燥単板の接着性について検討した。なお、この報告は第24回日本木材学会大会研究発表の詳細である。

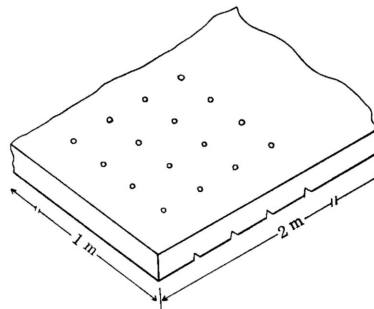
2. 試験

2.1 供試プレス及び有孔プレート

供試プレスは、熱板寸法106cm×200cm×5段の合板用ホットプレスを用い、低圧縮圧力の設定を容易にするため、油圧回路に改良を加えて用いた。

有孔プレートは、単板面中央部の蒸気の逃げを容易にし、板内の仕上り含水率のバラツキを少なくする目的で、プレスの熱板に取り付けるプレートで、厚さ3

mm×1m×2mのアルミ板に、5cm間隔で3.2mm径の穴をあけ、さらに熱板側の面にこれらの穴を結び端縁に通じる溝を切った。(第1図)



第1図 有孔プレート

2.2 供試単板

ラワンの同一原木から煮沸処理後、一般的な条件で切削したむき出し厚さ1.5、2.5及び4.5mm×巾195cm×長さ96cmの心板用ロータリー単板(全乾比重0.45)を、試験条件による材質差の影響を極力押えるよう、各条件にふりわけた。

2.3.1 試験条件

熱板乾燥における乾燥条件が一般的な乾燥特性、巾及び厚さ収縮率、板内含水率のバラツキ、乾燥単板の品質(狂い及び割れ)に及ぼす影響について検討するため、乾燥条件として熱板温度(120, 140, 160)圧縮圧力(0.5, 2.0, 3.5kg/cm²)、乾燥スケジュール(仕上り含水率10%を目標に連続乾燥及び呼吸乾燥)、有孔プレートの有無をとりあげ、第1表に示す組合せにより1条件6枚宛(2枚×3回)試験を行った。

厚さ収縮は、単板周辺部10点をマイクロメーターで乾燥前後の厚さを測定し、生単板厚さに対する百分率で示した(第2図)。

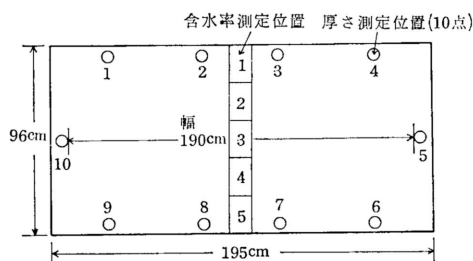
巾収縮は、生単板の中央部に繊維方向と直角に長さ

190cmの基準線を引き、乾燥後の基準線長さを測定し、生単板巾に対する百分率で示した(第2図)。

乾燥単板の板内含水率のバラツキは巾方向の中央部10cm巾を繊維方向に5等分し、オープンにより全乾にして含水率を求めた(第2図)。

第1表 熱板乾燥試験条件

単板厚さ mm	乾燥条件				
	温度 °C	圧縮圧 kg/cm ²	スケジュール 分×回	有孔 プレート	
4.5	160	0.5	1.5×3	両面	
		2.0	"		
		3.5	"		
	140	2.0	4.5×1 1.5×3 1.0×4	両面	
		2.0	1.5×3	片面	
		2.0	1.5×3	なし	
		2.0	6.0×1 2.0×3 1.0×6	両面	
	120	2.0	8.0×1 2 ² / ₈ ×3 1.0×8	両面	
	2.5	160	2.0	1.0×2	両面
		140	2.0	1.0×3	両面
120		2.0	1.0×4	両面	
1.5	160	2.0	0.5×1	両面	
	140	2.0	0.5×2	両面	
	120	2.0	0.5×4	両面	



第2図 厚さ、幅、板内含水率のバラツキ測定位置

単板含水率は、乾燥前後及び全乾時の重量を測定して含水率を求めた。

乾燥単板の品質判定：狂いについては、狂いのないもの、軽微な狂いで合板の製造上支障とならない程度のもので、大きな狂いの3段階に、肉眼観察により判定

し、また、割れについては、割れないもの、開口巾3mm以下と3mm以上の3段階とした。

熱板乾燥の乾燥熱効率の測定は、熱板温度160 圧縮圧2kg/cm²、熱板両面に有孔プレートを取り付け、4.5mm厚単板を1.5分×3回の乾燥スケジュールで75枚(5段×15回)乾燥し、乾燥前後の単板重量、及び全乾重量から単板含水率及び蒸発水分量を求め、消費蒸気量から熱効率を求めた。なお、消費蒸気量の測定は横河電機製、差圧式流量測定装置を用いた。

熱板乾燥単板の接着性は、熱板温度160, 140, 120, 圧縮圧2kg/cm²の条件で乾燥した単板と、これら熱板乾燥単板と比較のため、ロールドライヤーで乾燥(熱風温度140)した4.5mm厚、ラワン単板を心板に用い、表裏に、ロールドライヤーで乾燥したシナ0.9mm厚単板を用いて、6mm×30cm×30cmの合板を、尿素メラミン共縮合樹脂接着剤及びフェノール樹脂接着剤で各条件5枚宛製作し、JASに準じて接着力試験を行った。

第2表 接着条件

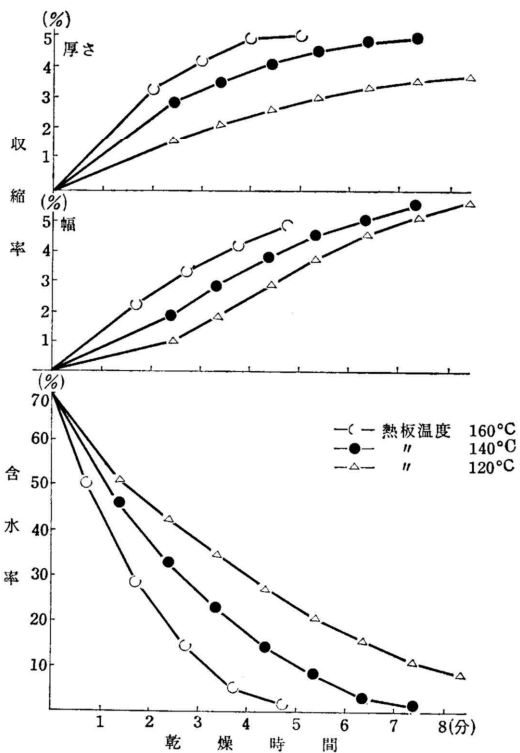
大日本インキHD-1002	100部	大日本インキTD-683	100部
小麦粉	20部	小麦粉	10部
H ₂ O	25部	塗布量	28~30g/(30×30)cm ²
硬化剤(NH ₄ Cl)	1部	冷圧	14kg/cm ² , 2時間
塗布量	28~30g/(30×30)cm ²	熱圧	135~140°C,
冷圧	14kg/cm ²	2時間	8kg/cm ² 6分
熱圧	110~115°C,		8kg/cm ² , 4分

注、単板含水率、シナ6~7%、ラワン4.5~6% (KETT, M-8S型)

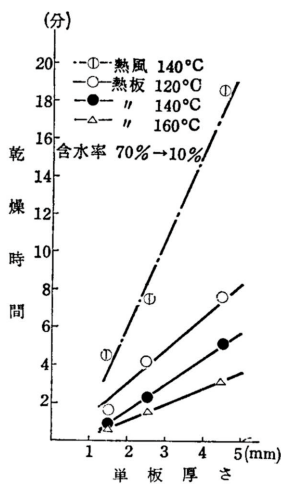
3. 結果と考察

第3図に4.5mm厚単板の各温度における乾燥経過を示した。熱板乾燥の乾燥経過は熱風乾燥の場合とほぼ同様のカーブを画き、熱板温度の上昇によって乾燥時間は著しく短縮される。第4図に乾燥経過曲線から求めた各温度の含水率、70%から10%に乾燥する所要時間を示した。これによると乾燥時間は、従来からの熱風乾燥に比べて数分の1に短縮され、熱板の接触加熱方式が空気加熱方式に比べて、有利であることを示している。また、第5図に単板厚さと乾燥時間の関係を示した。

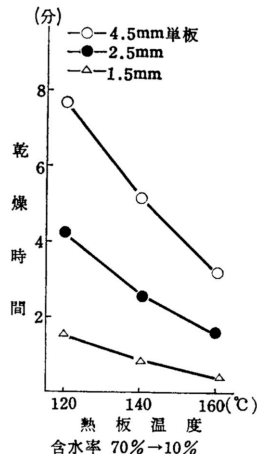
単板の熱板乾燥



第3図 4.5mm厚単板の乾燥特性



第4図 熱板温度と乾燥時間

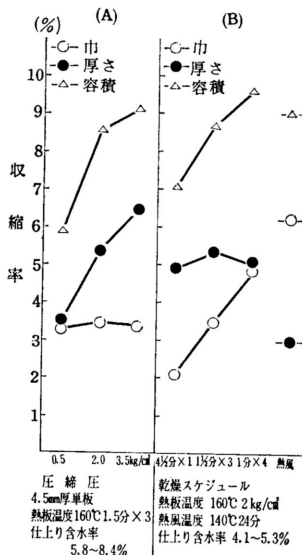


第5図 単板厚さと乾燥時間

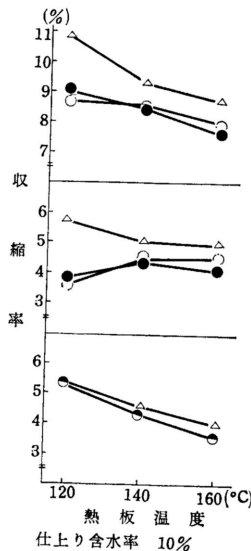
これは、1.5mm厚単板で30秒毎、2.5及び4.5mm厚単板では1分毎に呼吸したため、乾燥時間中の呼吸回数
の差が大きく影響しているものと考えられる。

乾燥条件と板内含水率のパラツキとの関係を第8図 (A), (B), (C) に示した。圧縮圧の影響では2.0kg / cm²の場合が最もパラツキが少なく、次いで0.5kg / cm²、3.5kg / cm²の順となり、平均含水率では0.5kg / cm²の場合が、他の2条件に比べて高い値を示しているが、これは単板面の平滑度から考え、低圧の場合、熱板との接触面積の低下が主な原因と考えられ

乾燥条件と巾及び厚さ収縮の関係は、4.5mm厚単板の、熱板温度160℃、乾燥スケジュール1.5分×3回の一定条件で、圧縮圧を変化させた場合を第6図 (A) に示したが、巾収縮率は圧縮圧の影響をほとんど受けないが、厚さ収縮率は圧縮圧が高くなるにつれて増大する。また、熱板温度160℃、圧縮圧2kg / cm²の条件で乾燥スケジュールを変化させた場合を、第6図 (B) に示した。これによると厚さ収縮率はほぼ一定の値を示しているが、巾収縮率は連続乾燥の場合が最も少なく、呼吸回数が増すと収縮量も増大する。このことは、圧縮中に発生した収縮応力によって、呼吸時に収縮が行われるためと考えられる。乾燥経過曲線から求めた、仕上り含水率10%時の熱板温度と、巾及び厚さ収縮率を第7図に示した。厚さ収縮率では一定の傾向は認められないが、巾収縮は熱板温度が高くなるにつれて低下する傾向を示している。こ

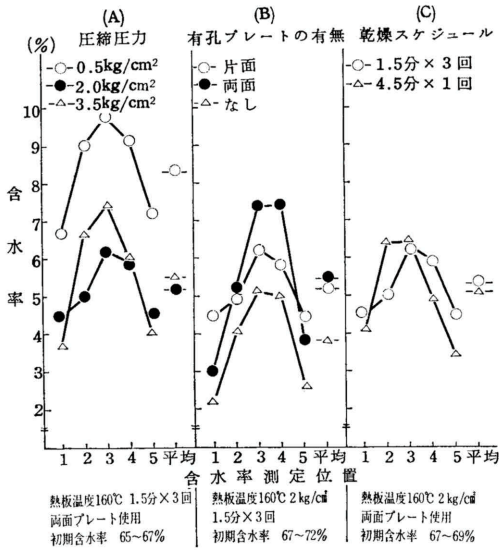


第6図 乾燥条件と収縮率



第7図 熱板温度と収縮率

単板の熱板乾燥



第8図 乾燥条件と板内含水率のバラツキ

る。有孔プレートの影響では、両面に使用した場合が最も良い値を示すが、平均含水率では、有孔プレート

第3表 熱板温度・乾燥スケジュールと仕上り含水率

熱板温度 °C	乾燥スケジュール 分×回	仕上り含水率	
		初期含水率 %	%
120	8×1	68	23
	2 ² / _a ×3	66	18
	1×8	73	8
140	6×1	71	12
	2×3	67	5
	1×6	67	4
160	4 ¹ / _a ×1	69	5
	1 ¹ / _a ×3	67	5
	1×4	71	4

注、4.5mm厚単板、圧縮圧 2kg/cm²
両面に有孔プレート使用

を使用しない場合より、やや高い値を示し、これはプレートによる熱伝導の低下によるものと考えられる。乾燥スケジュールの影響では、連続乾燥に比べ、呼吸乾燥の場合がやや良い値を示している。

乾燥スケジュールと仕上り含水率の関係を第3表に示した。乾燥時間の合計が同一の場合、熱板温度が

第4表 乾燥条件と乾燥単板の品質

単板厚さ mm	乾燥条件				仕上り 含水率 %	単板品質														
	温度 °C	圧力 kg/cm ²	スケジュール 分×回	有孔 プレート		狂			割れ											
						○	△	×	○	△	×									
4.5	160	0.5	1.5×3	両面	8.4	75	25	100	25	50	50									
		2.0			5.3							75	25	100	25	50	25			
		3.5			5.6													75	25	100
		140	2.0		4.5×1	両面	5.1	50	50	75	25	50	25							
					1.5×3		5.3							75	25	100	25	50		
			1.0×4		4.2		100	75	25	100	25									
	2.0		1.5×3	片面	5.5							100	25	25	50					
	2.0	1.5×3	なし	3.9	100	25	25	50												
	120	2.0	6.0×1	両面					13.4	100	100	100	25	75	25					
			2.0×3		4.5	100	100	25	75											
1.0×6			3.0		100											100	75	25		
2.5	160	2.0	1.0×2	両面		8.6	100	100	100	25	25	50								
					140	2.0							1.0×3	両面	7.7	100	100	25	25	50
															120					
1.5	160	2.0	0.5×1	両面	13.3	100	100	100	25	75	100									
					140							2.0	0.5×2	両面	2.6	100	100	25	75	100
															120					

注、表中の数値は、供試単板中の品質別の占める枚数比率(%)で示した。

第5表 接着力試験結果

乾燥条件	尿素メラミン共縮合樹脂				フェノール樹脂			
	常態 kg/cm ²	標準偏差	温冷水浸せき kg/cm ²	標準偏差	常態 kg/cm ²	標準偏差	煮沸繰返し kg/cm ²	標準偏差
熱板 120°C	16.4(13)	2.41	15.4(5)	3.37	18.5(38)	2.86	14.3(32)	3.82
熱板 140°C	16.6(37)	2.09	15.5(9)	3.10	18.3(43)	2.64	14.8(45)	3.55
熱板 160°C	15.8(29)	1.66	16.6(23)	2.62	17.2(32)	2.13	13.4(31)	3.66
熱風 140°C	16.1(33)	1.97	15.8(15)	3.42	17.7(46)	2.17	16.1(12)	3.83

注、()は木部破断率を示す。

160 では、乾燥スケジュールと、仕上り含水率の間に大きな差は認められないが、熱板温度が140、120 と低下するにつれて、呼吸回数が増加すると仕上り含水率が低くなる傾向にある。

乾燥条件が単板品質に及ぼす影響で、狂いについては熱板温度160、単板厚さ4.5mmの場合に、呼吸乾燥が連続乾燥に比べて良い結果を示しているが、他の条件については、仕上り含水率の差などから、明らかな傾向を見出すことができなかった。乾燥割れの発生率では、連続乾燥の場合が最も高く、呼吸回数が増加するにつれて低下する。熱板温度と割れの関係については、本試験では明らかな傾向を見出すことはできなかったが、単板厚さとの関係では、厚さが薄くなると割れが発生し易い(第4表)。

熱板乾燥における乾燥熱効率率は、生単板の平均含水率71.6%、平均仕上り含水率6.5%で、単板水分1kgを蒸発させるに必要な消費蒸気量は1.5kgであり、この値は、従来からの熱風乾燥方式の、2.0~3.0kgに比べるとかなり高い熱効率を示している。

熱板乾燥単板の接着性試験結果では、尿素メラミン共縮合樹脂接着剤の場合、常態、温冷水浸せき試験とも、乾燥方法、乾燥条件が接着力に及ぼす影響はほとんど認められず、フェノール樹脂接着剤での常態接着力では、乾燥方法、乾燥条件による接着力の差は認められなかったが、煮沸繰返し試験において、熱板乾燥単板がいずれも熱風乾燥単板に比べて、やや低い値を示した(第5表)。しかし、その反面木部破断率では、逆に高い値を示していることから、熱板乾燥単板は、乾燥による巾収縮が乾燥時の圧縮圧により抑止されているため、煮沸繰返し試験中に収縮応力が働き、裏割れなどが進行し、これらによって接着力値が低く

なり、逆に木部破断率が高くなったものと思われる。したがって、これらのことから、熱板乾燥単板がフェノール樹脂接着剤に対する接着性が特に低下するとは考えられない。

4. むすび

合板用ホットプレスを用い、実寸法による単板の熱板乾燥試験を行ない、次のような知見を得た。

- 1) 単板の熱板乾燥は、適正な乾燥条件を選べば狂い、割れの少ない単板を、従来の熱風乾燥に比べて能率よく乾燥することができ、特に厚物単板の乾燥に有効である。
- 2) 熱板乾燥は、熱板温度の上昇によって乾燥時間は著しく短縮される。
- 3) 熱板乾燥は、熱風乾燥に比べ巾収縮は小さいが厚さ収縮は大きい、しかし容積収縮では大差ない。
- 4) 有孔プレートは、板内含水率の均一化に有効である。
- 5) 呼吸乾燥は、乾燥速度の向上、乾燥割れの発生防止上有効である。
- 6) 熱板乾燥の乾燥熱効率は、従来からの熱風乾燥に比べ高い値を示す。
- 7) 熱板乾燥単板の接着性は、熱風乾燥単板の接着性に比べ、大きな差は認められない。

文献

- 1) 筒本卓造：第7回木材学会大会講演要旨(1958)
- 2) 吉田弥明ほか：日本木材学会北海道支部講演集(1971)

- 試験部 合板試験科 -
(原稿受理 49.11.28)