

単板乾燥に関する試験 (I)

横循環式乾燥機における送風方式, 単板送り方式, 熱効率について

筒 本 卓 造⁽¹⁾
佐 藤 庄 一⁽²⁾

I ま え が き

最近の単板乾燥機が、戦前から一部使用されていた熱板式乾燥機と異なる点は、空気加熱方式であつて乾燥機全体を十分に保温し、機内の加熱空気を強制的に循環していることと、単板の送り機構が著しく改善されたことである。したがつて、これらの乾燥機においては適切な送風方式や単板送り方式を採用すること、熱効率を高めることなどが重要な問題となつている。

さきに當場林産2号館に設備した単板乾燥機は、これらの点を究明するために特殊な設計がなされているが、この乾燥機を使用し、次のような事項について試験をおこなつたので結果をとりまとめて報告する。

1. 循環方向における乾燥むらの発生と送風方式のこれにおよぼす影響
2. 単板の送り方式が異なつた場合の乾燥速さおよび単板狂いの差異
3. 空転時および乾燥時の蒸気消費量と熱効率

試験をおこなうにあたり終始御指導を賜つた小倉木材部長、平井加工科長、寺沢乾燥研究室長に心から謝意を表す。なお、本試験に供した単板はすべて加工研究室に依頼して切削していただいたもので、中村加工研究室長に深謝する

II 乾 燥 機 の 構 造

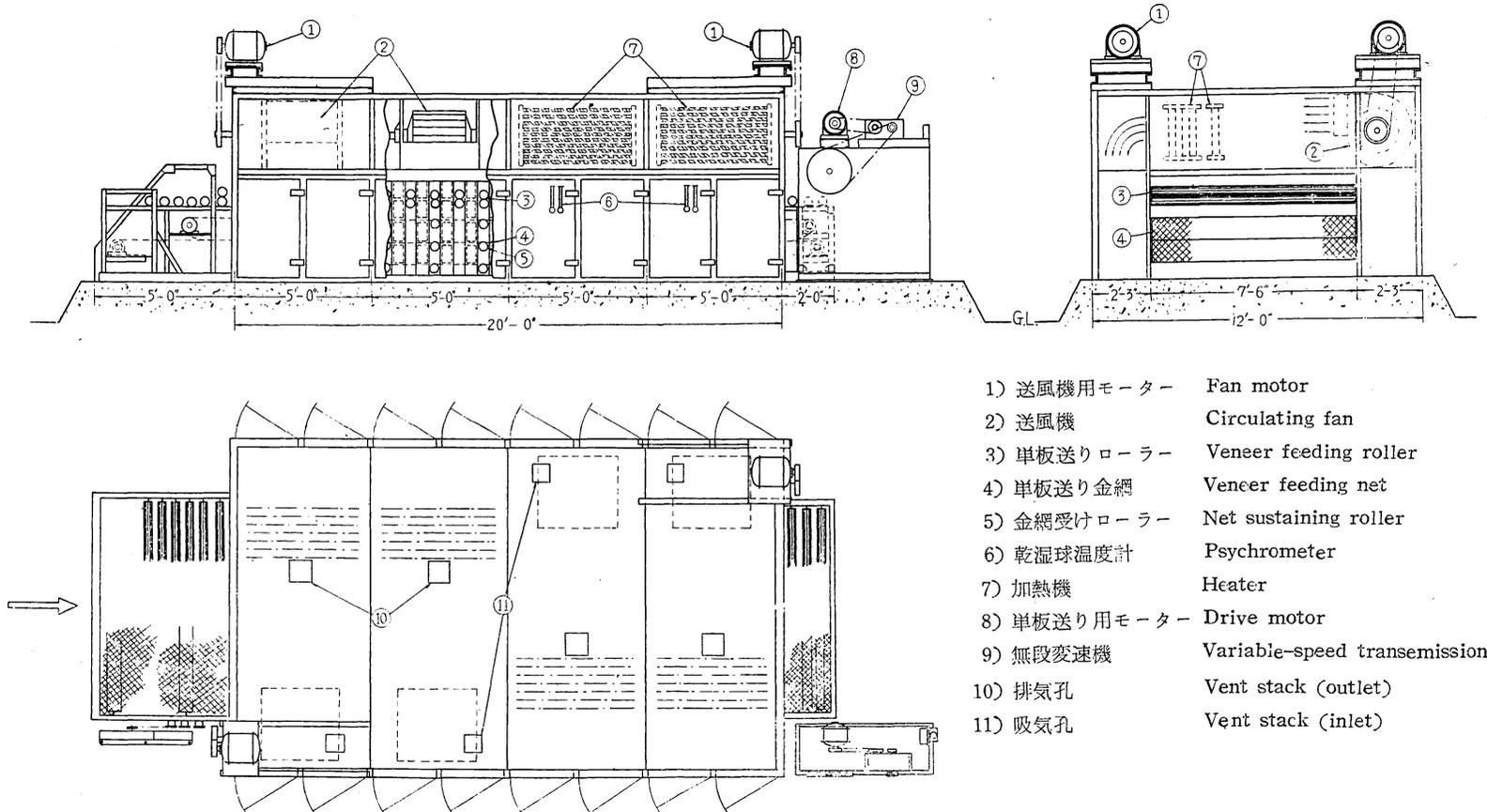
本機は Fig.1 に示すごとく4個のセクションよりなり、各セクションの上部に送風機、加熱機をおき、単板の送り方向と直角に加熱空気を循環さす横循環式乾燥機 (Crcss circulation type dryer) でドイツ Schilde 社の Roller dryer と類似した構造である。その主要寸法を示すと

全長	27'	(8.23m)	加熱部長	20'	(6.10m)
全巾	12'	(3.66m)	有効巾	7'6''	(2.29m)
高さ	6'	(1.83m)			

単板の送り装置は単板をローラーの間にはさんで送る“ローラー式”と金網の間にはさんで送る“金網式”を各1段設備している。“ローラー送り”のピッチは10'、ローラー径は4'で、上段ローラーは中央部を切断してローラーのたわみによる送りの不円滑を防いでいる。金網は1本菱型鎖織で網目のピッチ3/4'、20'おきに2/8'の受けローラーがある。送り速度の変速はPIV無段変速機により、変速比は1:20で0~20ft/minの範囲で調節できる。

使用している送風機はNo.3ダブルサクシオン式リミットロードファン、加熱機は3/4'ガス管に鉄フィンをついたエロフィンユニットヒーター7列で、これらは第1、第2セクションでは単板送り込み口からみて左側に送風機、右側に加熱機、第3、第4セクションではその反対で、送風機は2台を1組にしてそれぞれ前

(1) (2) 木材部木材加工科乾燥研究室員



- 1) 送風機用モーター Fan motor
- 2) 送風機 Circulating fan
- 3) 単板送りローラー Veneer feeding roller
- 4) 単板送り金網 Veneer feeding net
- 5) 金網受けローラー Net sustaining roller
- 6) 乾湿球温度計 Psychrometer
- 7) 加熱機 Heater
- 8) 単板送り用モーター Drive motor
- 9) 無段変速機 Variable-speed transemission
- 10) 排気孔 Vent stack (outlet)
- 11) 吸気孔 Vent stack (inlet)

Fig.1 乾燥機の構造図
Structure of test veneer dryer

後の 10 HP モーターで駆動している。したがって、機内の送風方向は乾燥機の前後部で逆になっている。

この場合加熱空気は Schilde 型乾燥機と同様常に単板の面に沿って移動しているが、本機ではさらに特殊な送風方式として、単板に面する側に多数の小孔をもつた配気箱 (Fig.2) をいれて、単板の上下面か

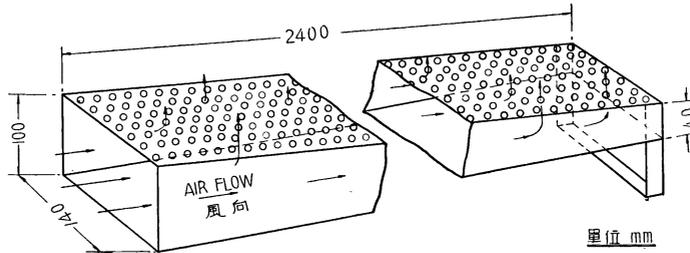


Fig.2 配気箱 Air blowing box

ら加熱空気を吹きつけたり、上面から吹きつけ、下面から吸いこむことができる構造になっている。調湿装置としては第1セクションに1' ガス管に小孔をあけたステーミングパイプをつけ、各セクションの上部には送風機の吸込側に吸気孔、吹出側に排気孔がある。これら加熱部分全体をかこっている壁体の構造はロックウール 2' 厚ボード入鉄製保温板を使用し、床面の基礎にはガスガラ、ロックウールをうめて地面への熱伝導を少なくしている。また各セクションの風上側壁面には水銀L型寒暖計を使用した乾湿球温度計をつけている。

ここで当乾燥機が試験装置として既存の乾燥機と特に異なっている点をあげれば

- i) ローラーの間に配気箱をいれ、単板への風のあてかたをかえることができる。
- ii) 単板の送り方式としてローラー送りと金網送りを併設している。
- iii) ローラーの軸承部に保持台をつけて任意のローラーをもちあげたまま使用できる。
- iv) 各セクションごとに Steam trap をつけ、それぞれセクション別に凝縮水を測定できるなどである。

III 送風方式と乾燥むら

単板の表面と平行方向に加熱空気を送って乾燥する場合、風上側ほど早く乾燥して送風方向で含水率むらを生ずることは実験室的にはすでに知られている¹⁾。このような含水率むらが乾燥機において生ずるとすれば、乾燥のおくれた部分が乾燥するまで乾燥時間を延長しなければならぬし、単板の仕上り程度にも好ましくない影響を与えると思われる。そこでこの含水率むらの発生状態を検討するために、まず送風方向における温度、風速をあらかじめはかつてその分布を求め、つづいて単板を実際に乾燥して乾燥経過中の含水率分布を求めた。次にこのような乾燥むらを防止する一つの方法としてローラーの間に配気箱を入れて単板への加熱空気の与え方をかえ、そのときの含水率分布を求めて、その効果を検討した。なお、ここでは乾燥機の各セクション位置を示すとき、単板送り込み側より第1～第4セクション ($S_1 \sim S_4$) としている。

(1) 温度・風速分布

a. 試験方法

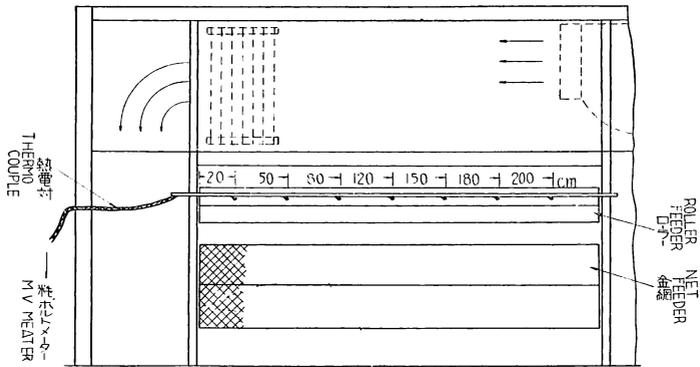


Fig.3 温度測定位置

Method and position for measurement of air temperature

温度の測定は第2セクション、ローラー送りの中央部に銅コンスタンタン熱電対を Fig.3のごとくとりつけ単板を連続的に送って乾燥している状態でおこなった。単板の面からの距離はできるだけ小さいことがその部分の乾燥状態を推測する上へのぞましいが、あまり小さいときは正確な保持がむずかしく、測定値が非常に変動するので 5 cm ときめた。風速の測定は熱線風速計²⁾を用い、測定位置は温度とまったく同様で風速計の白金線部を台にとりつけローラー上をすばらせておこなった(Fig.4)。これは乾燥中の測

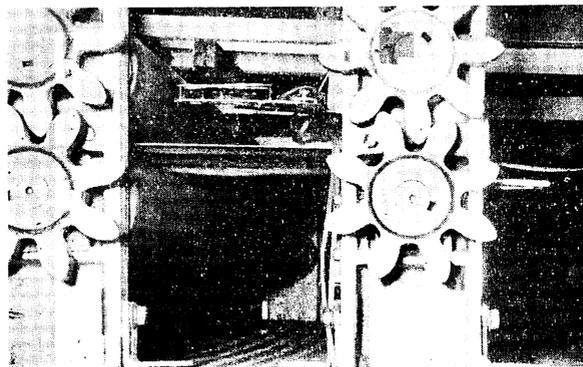


Fig.4 風速計白金線部のおき方

Equipment and position for measurement of air velocity

定が困難なため常温で単板を乾燥機全体に送りこみ、送りを停止した状態で測定した。

b. 試験結果

試験の結果は Fig.5 のとおりである。温度分布についてみれば、風上側が最も高く、風方向でしだいに温度が低下し、最大温度差は約 20°C である。このような温度低下は循環方式から当然の結果と思われ、木材乾燥室での傾向³⁾とよく一致している。風速は 2~4 m/sec で温度と反対に風下側ほど大きくなっている。基礎的な実験の結果によれば、ここで求められたように風速が 2 m/sec 以上であれば乾燥速度にそれほど大きな影響を与えないが、温度が 130°C から 115°C に低下すれば乾燥速度はかなり小さくなることが知られている。このことから当乾燥機では送風方向において乾燥速度が異なり、風下側ほど乾燥が

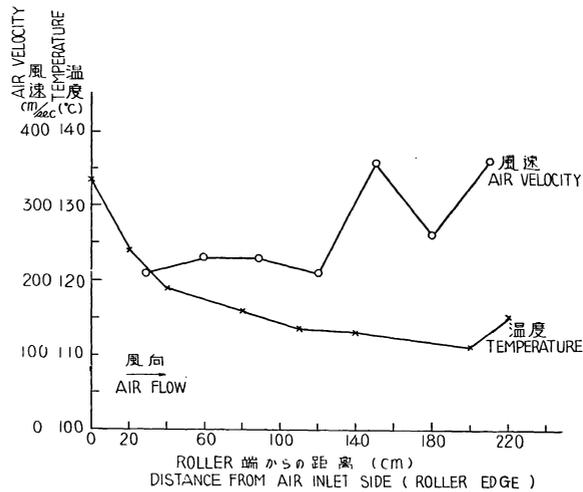


Fig. 5 送風方向における温度・風速分布
Distribution of air temperature and air velocity in circulating direction (transverse direction)

おくれることが推測される。

(2) 乾燥経過中における含水率の分布

a. 試験方法

供試単板はブナ材(秋田営林局矢島営林署管内産)のロータリー単板で厚さ 1mm, 巾3.3尺 (100 cm), 長さ 3.1 尺(90 cm), 辺材部のみを選んだ。試験条件は, i) 全部のセクションを送風し, 乾燥時間は3.3分, 4分, 5分 (T_1, T_2, T_3), ii) 後部2セクションのみを送風し乾燥時間は5分 (T_4), iii) 配気箱をローラーの間にいれ, 全部のセクションを送風し, 上面から吹きつけ下面より吸う。乾燥時間 3.3分, 4分, 5分 (T_5, T_6, T_7), iv) 配気箱をいれ, 全部のセクションを送風し, 両面より吹きつける。乾燥時間は iii)と同じ (T_8, T_9, T_{10})。使用した配気箱は, iii)では単板の上側は孔径 7.5m/m, ピッチ 18m/m, 下側は孔径 3.5m/m, ピッチ 13m/m。iv)では単板の上下とも孔径 7.5m/m, ピッチ 18m/mのもので, iii)の場合下側の吸込側に孔径の小さいものを使用したのは, 単板のつまるのを危ぶんだためである。乾燥温度は各セクションとも 120~130°C, ダンパーは全閉とし単板を2枚ずつならべて送り, 乾燥した単板

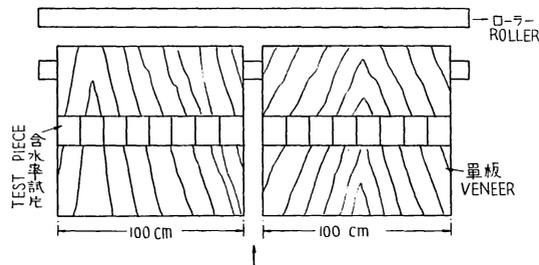


Fig. 6 含水率測定位置
Cutting of test pieces for measurement of moisture content

はFig.6のごとく切りとつて全乾法で含水率を求め、同じ位置について10枚を平均した。なお、供試単板の初期含水率は約87% (75~98%)である。

b. 試験結果

試験した条件を Table 1 にまとめ、それらの結果を Fig.7~10 に示している。

Table 1. 乾燥条件 (送風方式の試験)
Drying conditions (Tests of air supplying method)

試験番号 No. of Tests	送風セクション Circulating section	送風方式 Air supplying method	温 度 Temperature				送り速度 Feeding speed	乾燥時間 Drying time
			S ₁	S ₂	S ₃	S ₄		
			°C	°C	°C	°C	ft/min	min
T ₁	S ₁ ~S ₄	単板に平行	126	126	133	122	6	3.3
T ₂	"	Parallel to	129	132	136	122	5	4.0
T ₃	"	The veneer	131	132	139	126	4	5.0
T ₄	S ₃ ~S ₄	surface	—	—	133	121	4	5.0
T ₅	S ₁ ~S ₄	上面吹きつけ	124	126	130	124	6	3.3
T ₆	"	下面吸いこみ	124	123	131	124	5	4.0
T ₇	"	Blow from upper side and sucked from under side	123	128	130	121	4	5.5
T ₈	S ₁ ~S ₄	上下面吹つけ	127	134	133	122	6	3.3
T ₉	"	Blown from	—	—	—	—	5	4.0
T ₁₀	"	both sides	—	—	—	—	4	5.0

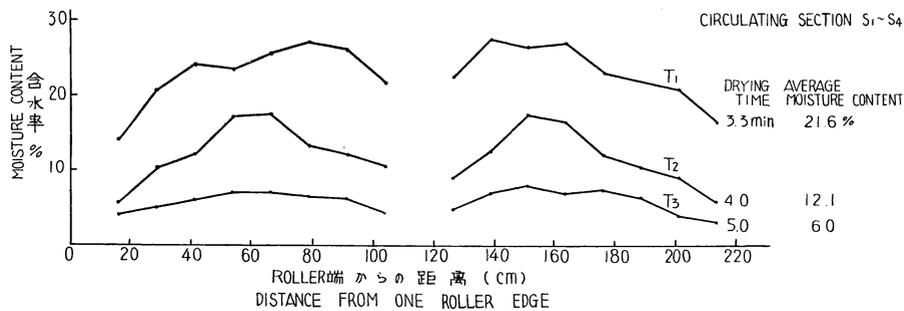


Fig.7 乾燥後の含水率分布 (I)
Distribution of final moisture content (I)
(Air movement parallel to veneer face)

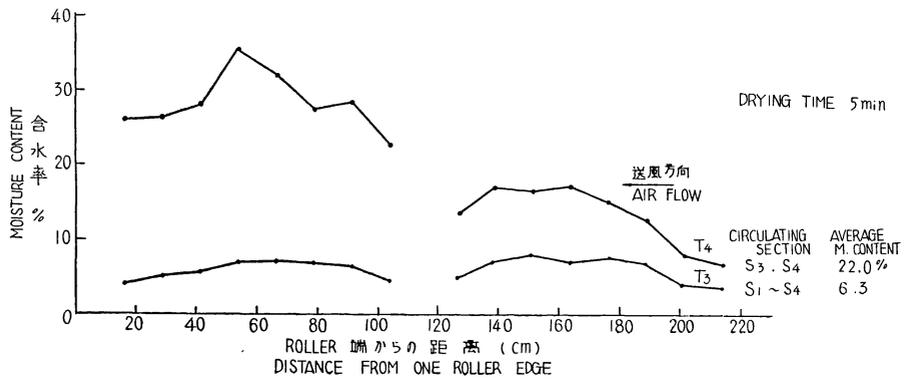


Fig. 8 乾燥後の含水率分布 (II)
Distribution of final moisture content (II)
(Air movement parallel to veneer face)

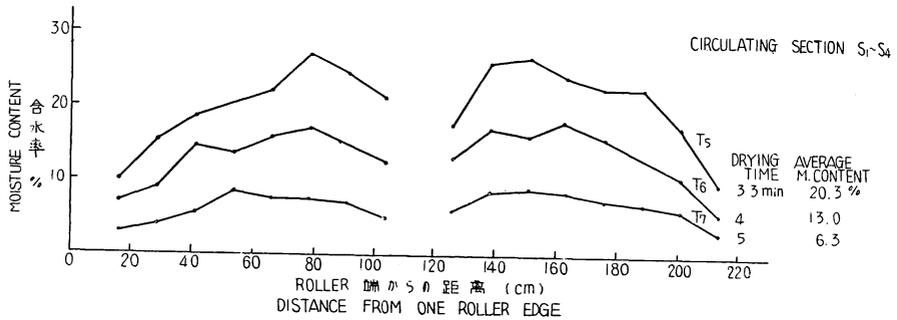


Fig. 9 乾燥後の含水率分布 (III)
Distribution of final moisture content (III)
(Hot air is blown from upper side and sucked from under side)

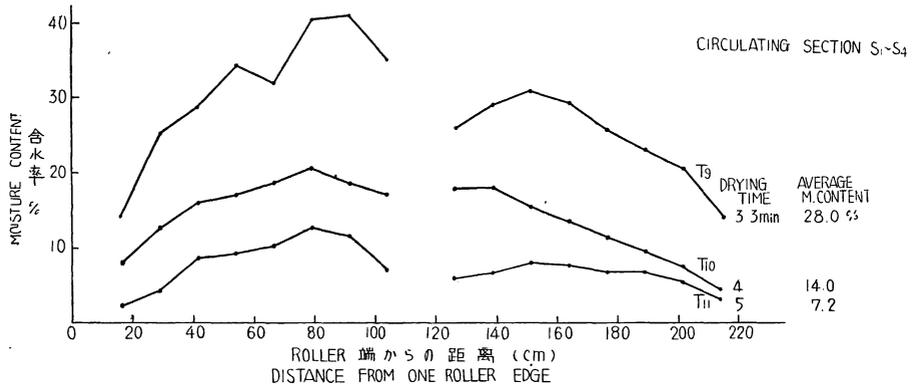


Fig. 10 乾燥後の含水率分布 (IV)
Distribution of final moisture content (IV)
(Hot air is blown from both sides)

Fig.7 は正常な状態で全部のセクションを送風したときの結果であるが、いずれも単板の中央部の含水率が高く、左右対称の山型の分布となつている。また位置による含水率差は乾燥時間が短くて平均含水率が高いときほど大きく、平均含水率が低くなるにつれて小さくなつている。Fig.8 は乾燥機の後部のみを送風したときの結果で、風下側にいくにつれて含水率が著しく高くなつている。次に Fig.9 はローラーの間に配気箱をいれ単板の上面から加熱空気をふきつけ、下面から吸いこんだ場合の結果であるが、これを Fig.7 と比較すると同一乾燥時間後の平均含水率はほぼ同じで、含水率分布も類似しており、明らかな差異はみとめられない。さらに単板の両面から吹きつけた場合 (Fig.10) をみると、同一乾燥時間後の平均含水率、含水率差とも Fig.7 より著しく大きくなつている。

以上の結果から次のことがいえる。

(i) 横循環式乾燥機においては、温度、風速分布から予想されたように循環方向で相当乾燥むらを生じ、乾燥機前後部で循環方向がかつているため中央部の乾燥がおくれる結果になつている。

(ii) このような含水率差は乾燥時間をある程度長くして、平均含水率を低くすることによつて少なくすることができる。

(iii) これらの乾燥むらは、送風方向における温度低下によつて生じ、単板と平行方向に送風するかぎりさけることのできないものと思われる。したがつて、これの対策としては、単板の全面に風上側と同じ加熱空気を与えてやるのが考えられるが、単板に接する面に孔をあけた配気箱をいれて送風する方法では、その効果を期待できないようである。ただ配気箱をいれたときの結果はすでに設備された送风量、配気箱の構造等特定の組合せについての試験であつて、これらに変化したときは当然圧損失が異なるものと考えられ乾燥むらを防止するための他の送風方式とともに今後さらに検討していく必要がある。

IV 単板の送り方式と乾燥の速さ、狂い

単板乾燥機の送り方式にはローラーによるものと金網によるものがあり、一般にローラー乾燥機は厚板乾燥用、金網乾燥機は薄板乾燥用として使用されている。しかしながら、その区分は明らかでなく、1mm あるいはそれ以上の単板の乾燥に金網式を使用している例も少なくない。これら 2つの方法を単板の仕上り含水率、狂いの面から比較するために次のような試験をおこなつた。

(1) 乾燥の速さ

a. 試験方法

供試材はブナ材(前橋営林局月夜野営林(習管内産)のロータリー単板辺材で、厚さ 1mm、巾 70 cm、長さ 94 cm、ロータリーカットした後約 1 カ月浸水したものである。これら単板をローラーと金網で同時に送つて乾燥し、両者の仕上り含水率を比較した。乾燥温度は 120~130°C、ダンパーは全閉、送り時間は 4 分、6 分で両段とも単板を 3 枚ずつならべて送つた。含水率は乾燥前後にそのままの大ききで重量をはかつて求め、1 枚の単板の位置による含水率差は考慮していない。

b. 試験結果

試験の結果を Fig. 11, 12 に示している。Fig.11 はローラー送りと金網送り両段の左側 (1)、中央 (2)、右側 (3)の各位置について 3 枚を平均したものであり、Fig.12 はこれらの含水率をローラー送りと金網送りにわけてさらに平均し、初期含水率が等しくなるように補正して求めた乾燥経過曲線である。これらをみるとローラー送りの方がいくぶん乾燥が早くなつているが、その差は顕著でなく実用的には

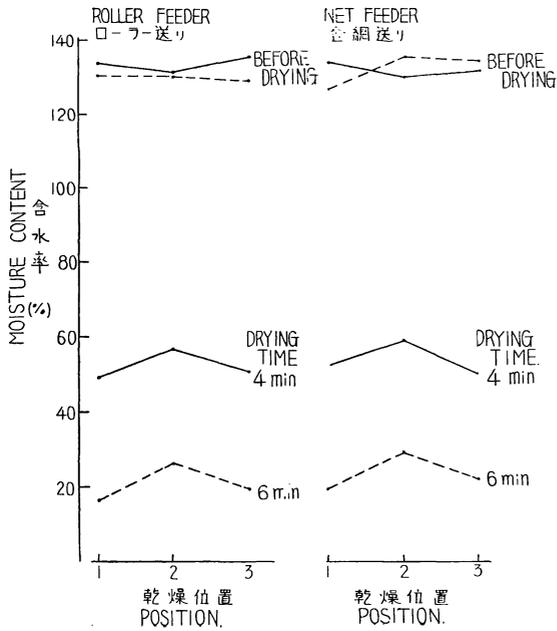


Fig. 11 ローラー送りと金網送りの単板含水率 (I)
Moisture losses of veneer sheets
dried with Roller or Net feeding

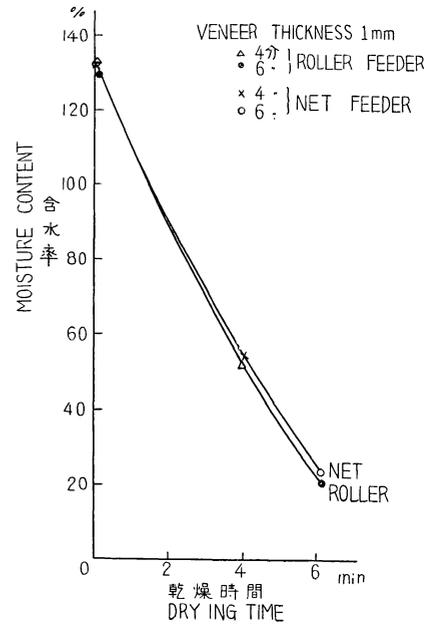


Fig. 12 ローラー送りと単板含水率 (II)
Drying curves for
Roller or Net feeding

ローラー送りの場合も金網送りの場合も乾燥の速さはほぼ同じであるということができよう。

(2) 乾燥単板の狂い

a. 試験方法

供試材はブナ材(秋田営林局矢島営林署管内産)のロータリー単板で、厚さ 1 mm、巾 70 cm、長さ

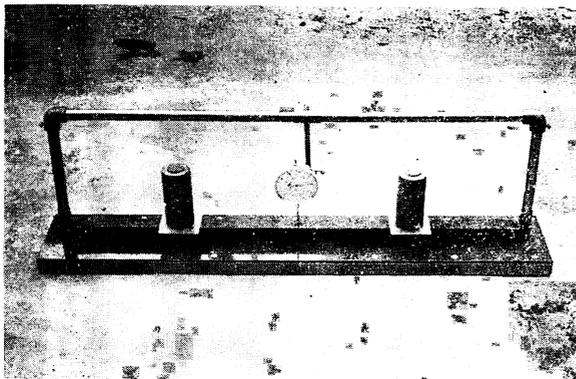


Fig. 13 狂い量測定装置
Instrument of used to measure
amount of warp

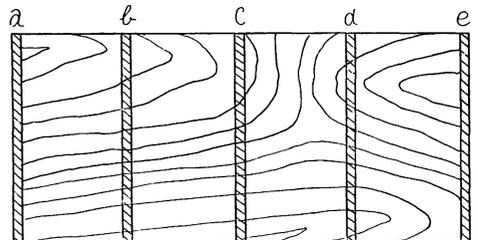


Fig. 14 単板の狂い量測定位置
Position to measure warp
of dried veneer

191cm 辺材のみを 3 本の原木から採取した。これら単板を 3 組にわけ、1 組の枚数 40 枚(それぞれの原木からとつた単板は各組に同一枚数をいれる)とし、2 組をローラー送り、1 組を金網送りで乾燥した。乾燥温度は 114~134°C、乾燥時間は仕上り含水率が 3~5% になるように調整し、8~9 分である。乾燥単板の狂いの測定は、上下に移動する巾 3cm の角材で単板をおさえ、一定荷重をおいたときの高さをはかつて狂い量とした (Fig. 13)⁹⁾。これらの測定はすべて乾燥後 1 日放置してからおこない、測定した位置は Fig. 14 のとおりである。このとき含水率は各組 3~5 枚の単板について乾燥前後に測定した。

なおローラー間隔の影響を検討するためにローラー間隔 10'' の場合のほかにも間隔を 20'' として乾燥したが、途中単板がつかまつて実験を中止せざるを得なかつた。

b. 試験結果

試験条件をまとめて Table 2 に示し、T₁ の狂い量測定結果の一部を Fig. 15 に、それぞれの組につい

Table 2. 乾燥条件と含水率
Drying conditions and moisture contents (Tests of veneer feeding method)

試験番号 No. of Test	送り方式 Veneer feeding method	温 度 Temperature				乾燥時間 Drying time min	含水率 Moistur content		
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄		乾燥前 Before drying	乾燥直後 After drying immediately	1 日後 One day after drying
		°C	°C	°C	°C		%	%	%
T ₁	Roller	114 (49)	128 (53)	131 (54)	122 (51)	8	114.2 100.5~135	3.8 (1.3~8.2)	—
T ₂	Roller	115 (52)	131 (55)	134 (59)	127 (56)	9	—	2.2 (1.0~3.6)	5.3 (4.4~6.11)
T ₃	Net	113 (48)	131 (51)	131 (58)	124 (54)	9	118.3 107.5~134	3.3 (0.8~4.3)	—

Table 3. 乾燥単板の狂い量 (ローラー送りと金網送り)
Warp of veneer sheets dried with Roller or Net feeding

試験番号 No. of Tests	重 荷 Weight		狂 い 量 Amount of warp						
	kg	g/cm ²	mm					Average of a, e	Average of b, c, d
			a	b	c	d	e		
T ₁	1	5	7.44	2.76	2.80	2.50	6.76	7.10	2.69
	2	10	6.58	2.14	2.33	2.09	4.39	5.19	2.19
	4	20	5.05	1.46	1.71	1.55	4.54	4.79	1.57
T ₂	1	5	7.56	2.33	2.74	2.53	7.02	7.28	2.50
	2	10	6.57	1.59	2.18	2.02	6.14	6.35	1.93
	4	20	4.94	1.33	1.57	1.47	4.56	4.75	1.46
T ₃	1	5	9.07	3.41	3.75	3.96	8.66	8.86	3.70
	2	10	8.40	2.88	3.74	3.45	7.81	8.10	3.35
	4	20	7.43	2.25	3.06	2.82	6.79	7.07	2.71

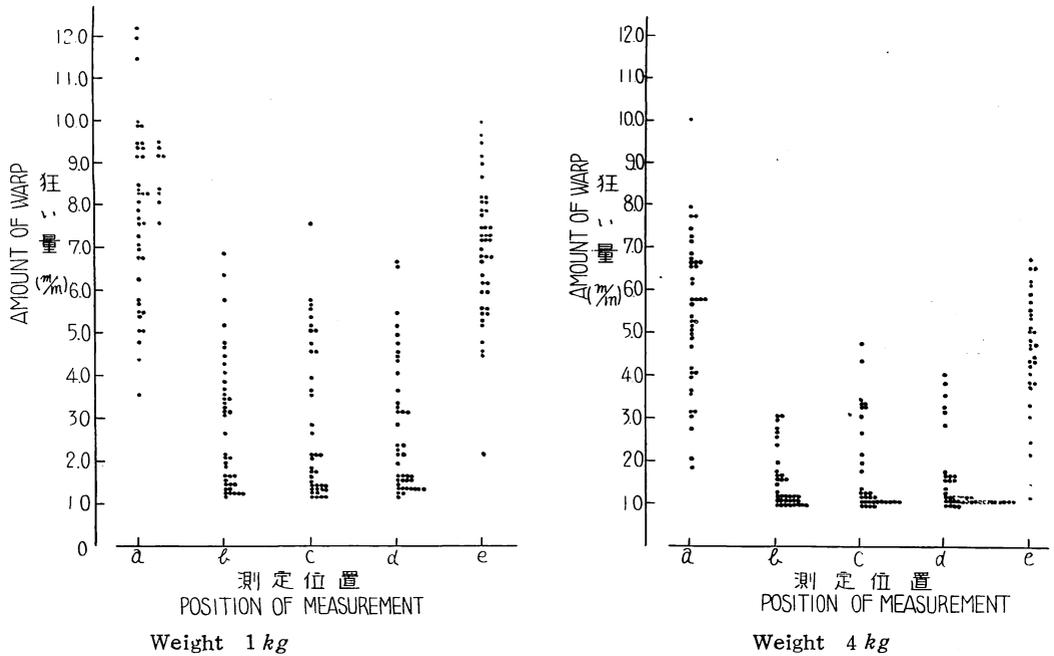


Fig.15 乾燥単板の狂い量

Warp of veneer sheets dried with Roller feeding (T_1)

て測定値を平均した結果を Table 3 に示す。Table 3 から一応次のようなことがいえる。i) ローラー送りで乾燥時間を 8 分、9 分とした場合平均含水率は 9 分の方がやや低くなっているけれども、狂い量はほとんど差が認められない。ii) しかしながら、金網送りの場合はローラー送りに比べて明らかに狂い量が増加している。iii) 単板の各位置の狂い量を比較するとどちらの送り方式の場合も単板両木口が中央部より大きい。

ここで、同じ厚さの単板を類似の温度条件で乾燥したときローラー送りの方が狂いが少ないことは、乾燥中のローラーの圧縮が単板の狂いの防止に役立つものと考えられる。

以上乾燥の早さと単板の狂いの面からローラー送りと金網送りを比較してきたが、このほか初期含水率の高い単板を金網送りしたとき、網目の形にかなり強く変色した部分がみられた。これらのことを総合したとき、ローラー送りと金網送りの乾燥機の使用区分は従来非常にまちまちであるけれども、金網送り方式はローラー送りの危険な薄単板の乾燥にかぎって使用し、合板表面用として現在使われている 0.7~1 mm 程度の単板に対してはローラー送りを採用する方が有利ではないかと思われる。なお前述のごとくローラーのピッチを 20" としたとき、単板がつかまって送れなかつたことはローラーピッチの限界がこれ以下であることを示すものであろう。

V 乾燥機の蒸気消費量と熱効率

乾燥機の蒸気消費量は同一乾燥能力のものであつても熱効率によつて異なり、できるだけ熱損失の少ないことが乾燥機の大きな要件である。これらの問題を検討する予備的な資料として前述の乾燥機の蒸気消

費量を測定し、この結果に基づいて熱損失量、熱効率を計算してみた。

(1) 蒸気消費量

蒸気消費量の測定は単板を送らずに一定温度（約130°C）を保っているとき、1mm厚のブナ単板をローラーと金網と両方で送って乾燥しているときについておこなった。後者は前述の送り方式に関する試験 T₁ にひきつづき同一試料を乾燥して測定したもので、乾燥条件、単板条件は Table 2 とほぼ同じである。蒸気消費量の測定方法は凝縮水を回収して一定時間ごとに重量をはかったが、さきに乾燥機の構造の項で述べたごとく、各セクションごとに Impulse steam trap をつけ、おのおのについて凝縮水をはかるうとしたが、蒸気が多く混入して正確にはかることができなかったため、やむをえず複水管を集めて Bucket steam trap をつけ、ここで全体の凝縮水を測定した。空転時の測定結果の一部を示したのが

Table 4. 空転時蒸気消費量
Steam consumption without veneer sheets feeding

経過時間 Time	温 度 Temperature				蒸 気 圧 Vapor presser	消 費 蒸 気 量 Steam consumption	
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄		kg	kg/h
min	°C	°C	°C	°C	kg/cm ²		
10	130	137	130	120	5.8		
15	131	137	131	120	5.7		
23	130	138	134	122	5.8		
30	126	140	135	122	5.9	70	140

Table 4 であり、乾燥時の蒸気消費量は約 297 kg/h であった。

(2) 乾燥機の熱効率

(a) 空転時の熱損失

空転状態で乾燥機が一定温度を保っているときの熱消費は壁体をとおつてにげる熱損失 (Q_A) と乾燥機各所のすき間から空気が出入することにもなる熱損失 (Q_B) との和と考えられる。これらの総熱消費量を蒸気消費量から求め、さらに壁体構造から Q_A を推定し、Q_B との割合を求めてみる。ここで必要な諸数値は次のとおりである。

乾燥機加熱部長さ：6.10 m, 巾：3.66 m, 高さ：1.83 m

機内温度：130°C, 外気温度：20°C, 蒸気圧力：5.8 kg/cm², 消費蒸気量 140 kg/h

加熱管内の蒸気が 100°C の凝縮水となるとすれば、蒸気圧 5.8 kg/cm² のときの蒸気供給熱量は約 600 kcal/kg であるから、この乾燥機の 1 h あたりの熱消費量は

$$600 \times 140 = 84000 \text{ (kcal/h)}$$

次に壁体からの熱損失量は次式から求められる

$$Q_A = UF (t_1 - t_2)$$

式中, U: 熱貫流係数 F: 表面積 t₁: 機内温度, t₂: 外気温度

ここで表面積は床面も同一構造とみなしたとき約 $80m^2$ である。また熱貫流係数は壁体構造 (2' 厚ロックウールボード) から $1.0\sim 2.0kcal/m^2h^{\circ}C$ とみなすことができ⁶⁾、床面も同様な値と考えられるので、これを $1.5kcal/m^2h^{\circ}C$ としたとき Q_A は

$$Q_A = 1.5 \times 80 (130 - 20) \doteq 13000 \text{ (kcal/h)}$$

したがって

$$Q_B = 84000 - 13000 = 71000 \text{ (kcal/h)}$$

両者を比較すると Q_B は Q_A の約 5.5 倍となつてゐる。このことからみると乾燥機の熱損失の大部分は空気の入出にともなう熱損失と考えなければならない。ちなみに上記 Q_B の熱損失に対応する交換空気量を略算すると $0.7kg/sec$ となる。一方全熱損失を壁体からの伝導熱損失とみなしたときの熱貫流係数を求めてみると約 $9.9kcal/m^2h^{\circ}C$ である。

(b) 水分 $1kg$ 蒸発のために消費した熱量

乾燥した単板、乾燥時間は Table 2, T_1 のとおりで、必要な諸数値は

初期含水率 114%, 仕上り含水率 4%

乾燥時間 8分, 全乾容積重 $600kg/m^3$

この場合 1 時間当りの単板乾燥量を、送り速度から計算すると約 $146m^2/h$ ($1575ft^2/h$)、全乾時の重量約 $88kg$ となり、1 時間当りの蒸発水分量は約 $97kg$ と推定される。一方このときの蒸気消費量は $297kg/h$ であつたので、蒸気供給熱量を空転時の場合と同様 $600kcal/kg$ とすれば総消費熱量は

$$600 \times 297 \doteq 178000 \text{ (Kcal/h)}$$

したがって水分 $1kg$ 蒸発に消費した熱量は

$$178000 \div 97 \doteq 1800 \text{ (kcal/h)}$$

また蒸発水分 $1kg$ 当りの蒸気消費量は前述のことから約 $3.1kg$ となる。ここで純粹に蒸発のみに必要な熱量は、平均蒸発潜熱、平均分離熱をそれぞれ $560kcal/kg$ 、 $30kcal/kg$ とすれば約 $590kcal/kg$ であつて、上記消費熱量との比は 0.33 となり、これが試験条件時における乾燥機の熱効率とみなされるものであろう。

以上は機内の温度、蒸気消費量等が各セクションとも同じとみなし、また多くの不確実な仮定をふくんだ計算であつて、厳密にはこのような取り扱いは許されないが、これらの結果からみるとき乾燥機の熱効率は約 30% であつて決して良好な値とはいえない。このように熱効率の低いことは乾燥機の熱損失の大きいことを意味し、総熱損失量の約 4/5 が空気のリークによるものであることはすでにのべた。当乾燥機の場合一段が金網送り方式であるために乾燥機前後の遮蔽が特に困難であり、しかも乾燥機が短いためこの部分からの熱損失の影響が大きくなつてゐるのであろうが、一般の乾燥機においても類似のことが考えられる。このことから乾燥機製作の場合良好な保温材料を使用することはもちろん必要であるが、それ以上に乾燥機前後、扉、換気孔等の構造を気密にし、空気の入出を少なくすることが熱効率を高める上に重要なことであらう。

摘 要

循環式単板乾燥機を使用し乾燥機の構造に関連した 2, 3 の事項について試験をおこなつた。乾燥機

の構造は *Schilde* 型に類似しており、加熱部分 4 セクション、20 *ft*、有効巾 7 *ft* 6 *in* でローラー送りと金網送り各 1 段設備している。おこなった試験とその結果の概要は

i) 循環方向における含水率分布を乾燥時間をかえて測定したところ常に乾燥機中央部の仕上り含水率が高い傾向にあり、含水率差は平均含水率が高いほど大きかった。

ii) これらの含水率むらをすくなくする具体的な方法としてローラーの間に配気箱をいれて単板の上面から加熱空気を吹きつけ、下面から吸いこむ送風方式と単板の両面から加熱空気を吹きつける方式について試験をおこなったが、その効果は認められなかった。

iii) 2つの単板送り方式、すなわちローラー送りと金網送りについて乾燥の速さを比較した結果は顕著な差は認められず、狂いの点ではローラー送りの方がすぐれているように思われた。

iv) 乾燥機の熱効率は約30%であつて、空気のリークによる熱損失が非常に大きく、乾燥機としては良質な保温材料を用いると同時にできるだけ気密な構造にすることが重要である。

これらの試験をおこなった乾燥機は、長さ、巾等一般に合板工場において使用されている乾燥機の約半分であり、また送風方式、送り方式の試験等すべて特定の組合せについておこなったものである。したがつて得られた結果がある程度普遍性をかくことはさげられないが、乾燥機設計の資料として役だてば幸いである。

文 献

- 1) 筒本卓造：単板乾燥機における乾燥むらについて，木材工業，9，(1954) p. 465～469
- 2) 寺沢 真・筒本卓造：木材乾燥室に用いた熱線風速計，林試研報，97，(1957) p. 163～173
- 3) 寺沢 真：インターナルファン型乾燥室における試験結果，林試研報，82，(1955) p. 63～72
- 4) 筒本卓造：単板の乾燥速度について（未発表）
- 5) 筒本卓造：単板の乾燥における木口割れと波うちについて，木材学会誌，2，(1956) p. 20～23
- 6) 若杉松三郎：保温材料の理論及実際（丸善）(1935) p. 184
- 7) KEYLWERTH, R. • GAISER, H. und MEICHSNER, H. : Untersuchungen an einer Heissdampf trockenanlage, Holz als Roh und Werkstoff, 13, (1955) p. 5～20

Veneer Drying (I)

**Experiment on the air supplying, veneer feeding method
and thermal efficiency in the cross circulation type
veneer dryer**

Takuzō TSUTSUMOTO and Shōichi SATŌ

(Résumé)

The purpose of this paper is to report results on the investigation of the mechanical problems on the cross circulation type veneer dryer. The test dryer, an appliance 20 ft long and 7 1/2 ft wide, is equipped with a roller feeding device and a net feeding device (Fig. 1).

An outline of the investigation results obtained are as follows :

i) Moisture content distribution of veneer sheets in the air circulating direction (the transverse direction to the veneer feeding) has a tendency to be higher at the center part of the veneer dryer and a bigger difference of moisture gradient occurs in the case of higher average M.C. in veneer (Fig. 7) .

ii) The following methods were conducted to decrease the moisture gradient of veneer. A device for blowing hot air to veneer sheets from the upper side and sucking from the under side, and, in addition another device for blowing hot air from both sides were used. However, the effectiveness of such tests was not recognized (Fig. 9, 10) .

iii) The drying rate and the amount of warp were measured on the veneer sheets dried with Roller or Net feeding. There is no difference when using both feeding types on the drying rate (Fig. 12) , but the amount of warp of veneer dried with the Roller type is smaller than that of the Net type (Table 3) .

iv) Thermal efficiency of the test dryer is about 30% which seems to be comparatively low. This great heat loss is caused mainly by air leakage and it may be prevented by using a covering of good insulating material or by the preparation of an air tight structure. The latter is rather more effective as has been verified by this test.