

インターナルファン型乾燥室における 試 験 結 果

Takeo OGURA, Shin TERAZAWA and Takuzō Tutumoto:
On the Experiments in the dry kiln of a internal fan type.

小	倉	武	夫*
寺	澤		眞**
筒	本	卓	造***

I 緒 言

従来の我国乾燥室はその大部分が自然換気式に属しているが、この型式は必然的に温度差を生じ、所謂乾燥むらを作るのみならず、乾燥に長時間を要するので、これらの欠陥を棧積法等の操作で補うの外途がなかつたのである。この型式を根本的に改良せんとしたのが強制換気式であるが、その一つの型式たるスタートバント式が、戦後始めて当場の示唆により試作されて以来、その結果にみるべきものがあつたので、漸く本型式が普及してきたのである。然し本式にも送風量の不足、風道を通ることによる風速の低下・熱損失等の主として経済的見地の欠陥をもつており、これを更に除くには送風装置を室内に設備し、空気流動による抵抗部位を除いた所謂インターナルファンの型式でなければならない。既にこれらに関する実験も多く試み、或程度の信念を持つていたのである。偶々名古屋市昭和区堀江町7の4名古屋木材株式会社床板工場において、本型式の乾燥室が当場の指示により設計され、昭和27年4月竣工をみた。この機会に本型式に対する詳細な測定を行うのみならず、僅か2回であるが実際に乾燥を実施することが出来たので、こゝにその結果のみを発表して御参考に供したい。

実験に当り絶大な御協力を得た名古屋木材株式会社社長加藤周太郎氏、大島三郎氏、工場の方々を始め、終始御援助を得た斎藤部長、並びに実験資料の整理に協力を得た小玉牧夫助手に謹みて謝意を表する。

II 乾燥室の構造

凡そ乾燥室内の空気を強制的に移動させる場合、その型式を問はず常に加熱装置と送風機との相互的關係位置が最も重要であり、インターナルファンタイプにおいてはこれを一組として乾燥室の上部又は下部に設備するのが原則である。

* 木材部・木材々料科長 ** 木材部・乾燥研究室長 *** 木材部・乾燥研究室員

併し名古屋木材株式会社では、自然換気式乾燥室において既に 20 有余年にわたり乾燥されてきた関係で、自然換気式に対する一種の愛着すてがたく、且電気事情不良の場合も考慮し、自然換気式としても操作出来るやうな強制換気式乾燥室設計の依頼をうけたのである。これらの両型式を兼用する事は設計上の根本思想に相いれないものがあり、更に現場の具体的な問題も加はり、設計に当つては苦心したが、設計図 (Fig. 1) の如き乾燥室の建設をみたのである。即ちその大きさは奥行 42 尺、幅 12 尺 (レール幅 6 尺)、地上高 10 尺、地下 3 尺で、外壁は煉瓦積み防火モルタル仕上げである。熱源としては地下に径 $1\frac{1}{4}$ 、長さ 36 尺のパイプ 10 本を 4 段に敷設し、吸気道排気筒は従来の自然換気式と異なる所がない。排気孔の位置には種々の問題を予想したが、床の高さ附近にのみ設けてみた。両側壁には径 1' のステーミング用パイプを各々 2 段おいた。送風用扇風機は乾燥室中央の上部に径 2' のボデザプロペラファンを 6 尺間隔に 6 ケおき、Fig. 2 に示したように特に送風機室を設けなかつた。これは材を丁度ファン隔壁の所迄棧積すれば不要であると考えたからである。尙これらのファンは単独運転とし、その各モーターは夫々天井におき、乾燥室扉の所に設けた切替スイッチによつて運転方向が変えられるようにしてある。尙床については両側に熱気の運動を妨げないようにし、単に点検のために辛じて歩ける程度の狭い板をおいたが、他の部分については強制換気の見

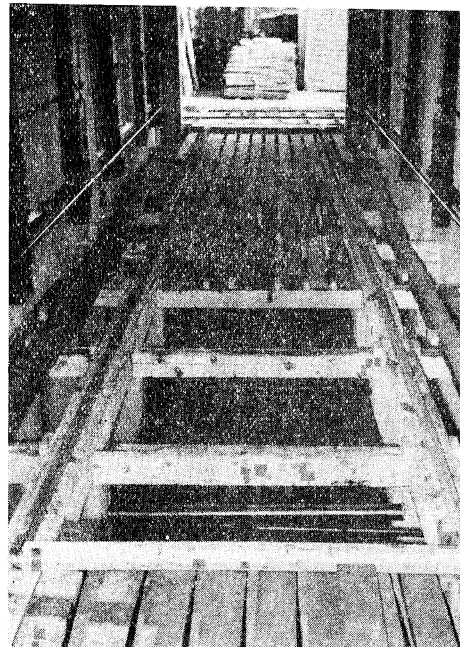
第 2 図 室内上部の構造

Fig. 2 The structure of the upper part in the kiln. The disc fans attached to the ceiling are shown.



第 3 図 室内下部の構造

Fig. 3 The structure beneath the floor. The heating coils beneath the floor and the chimneys of moist air at the both walls are shown.



地からは完全に床板で被うべきであらうが、従来の強制換気式による経験から、上昇熱気も出来る限り利用するのが得策であると考え、Fig. 3 に示した程度の隙間を設けて、単に自然換気式だけでも実施出来る如くしたものである。

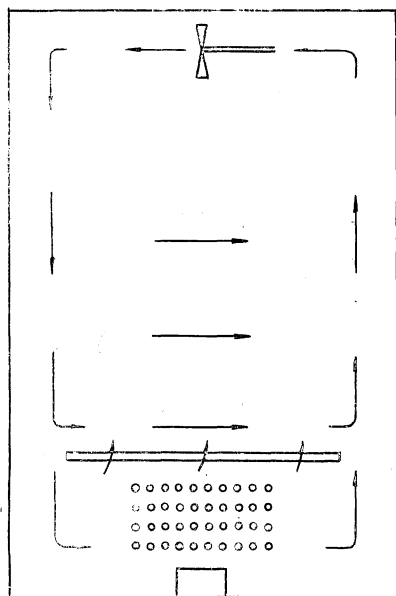
Ⅲ 予 備 試 験

乾燥試験を行うに先だつて乾燥室内の風速分布、ステイミングによる温度上昇経過等を予め測定しておいた。

1 棧積材のない時の風速分布

この場合の風速分布は個々のファンの性能・梁・根太等の影響をうけ、位置により極めて不規則で数的に示すことは困難であつたが、吹下し側の風速は約 50~250 cm/s、吸上げ側は約 50~150 cm/s、水平方向は約 25~50 cm/s、床より吹上げる風速は約 40~80 cm/s であつて、室内空気は Fig. 4 の如く循環されているものと推定される。

第4図 室内空気の循環状態
Fig. 4 State of air circulation in the kiln without charge.



2 棧積材ある時の風速分布

棧積法によつて風速が影響をうけるものと考えられるので、二種の棧積した材即ち横方向に板と板との間隔をあけて棧積したもの (p_1 棧積)、及び間隔を全然あけずに棧積したもの (p_2 棧積) とをいれて測定した。その結果は Table 1 の如くである。

従来インターナルファンタイプの乾燥室において、棧積内の風速が果して均一でありうるか疑問であつたが、最近小型乾燥室で別途に実験した結果、これの可能であることをたしかめた。併しこの場合の測定結果 (Table 1) をみると、棧積材中の風速が完全に均一であるとはいえないが、大体 60 cm/s の風速があるものとみとめられた。しかし棧積法によつては明かな差がないようであつた。

3 ステイミングによる温度上昇経過

ステイミングによる室内温度の上昇を熱電対によつて測定した結果は Table 2 の通りである。即ち 40~50 分程度で温度は大體平衡に達し、しかもその温度は高くても 67°C であつた (Boiler 圧力 47 lb/㎡)。この程度では生材に効果的なステイミングを望む事は出来ないが、これ程大きな部屋ではこれ以上の温度上昇を期待する事は実際問題として困難であらう。

第 1 表 材間を通過する風速 (常温)

Table 1 The air velocities through the spaces between the boards (room temperature).

段 数 Number of layer	P ₁ 棧 積 法 P ₁ -Piling methode			P ₂ 棧 積 法 P ₂ -Piling methode		
	吹出側 Entering side	中央部 Center	吸込側 Leaving side	吹出側 Entering side	中央部 Center	吸込側 Leaving side
	cm/s	cm/s	cm/s	cm/s	cm/s	cm/s
55	80	25	30	20	30	45
45	25	25	20	—	30	55
35	60	55	45	25	20	40
25	60	60	55	60	60	30
15	95	60	60	80	60	55
5	20	65	60	70	70	95
1	25	35	30	25	45	60

第 2 表 ステイーシングによる温度の上昇

Table 2 The rising progression of the temperature by steaming.

測定位置 Point of measurement.	Time (min)											
	0	3	5	10	15	20	25	30	35	40	45	分 min. 50
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	20.0	49.5	49.5	54.0	56.5	57.0	59.5	60.0	64.0	65.0	66.5	67.0
2	20.0	45.0	46.0	50.0	52.0	54.0	58.0	58.5	62.0	65.0	65.0	66.0
3	20.0	22.0	23.0	34.0	37.0	38.0	37.0	39.0	51.0	52.0	51.0	52.0

(註) 1. 上部 2. 中央 3. 下部 (床)

Remarks 1: upper 2: middle 3: lower (floor)

Ⅳ 生 材 の 乾 燥 試 験

アサダ及びナラの生材を床板原板に製材直後、上述の乾燥室で乾燥した経過と結果とは次の如くである。

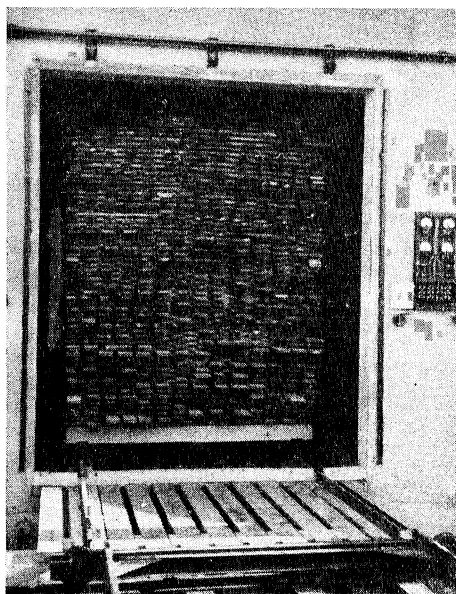
1 棧 積 法

人工乾燥特に自然換気式乾燥室では、棧積法が乾燥結果に著しい影響を与える事は周知の事実である。棧積は一般に熱気とその間を均等によく流動するように、適当の間隔をあけて棧積されているのが普通である。強制換気式乾燥室は自然換気式乾燥室と異なり、横方向に均等な風を送つて乾燥を促進させる型式であるから、これら板の間隔をあける必要はない筈であるが、従来の型式例えばスタートバンド式では板の間隔を相当あけなければ均等な乾燥は望めなかつた。これは棧積間における横方向の風速がすくなくて、どうしても上昇熱気にたよらざるをえないからである。

しかし本乾燥室で予備的に測定した棧積中の風速は約 60 cm/s で、従来のスタートバンド式より相当大きく、上昇気流の助けがなくても棧積内部迄均一な乾燥が行はれるのではないか

と思はれる。そこで板と板との間隔をあけて棧積したもの (p_1 棧積法) と、 間隔を全くあけ

第5図 室内に棧積されたアサダ生材 (P_1 棧積法)
Fig. 5 How the green Asada boards are piled
in the kiln (P_1 -piling method)



ずに棧積したもの (p_2 棧積法) との二種の棧積法について乾燥試験を行つた。即ち乾燥した3ヶの棧積の中、表入口側のアサダ (台車 A) 及び裏入口側のナラ (台車 C) は p_1 棧積とし、中央部のナラ (台車 B) は p_2 棧積とした。この乾燥試験における p_1 棧積は棧木厚 0.7 寸、板厚 0.7 寸、板幅 3.5 寸、段数 60、板間隔 0.7~1.5 寸、一段の列数 14 (Fig. 5) であり、 p_2 棧積の一段の列数は 19 である。尙台車 C のナラ材には乾燥中の狂いを防ぐ為に Fig. 6 示す如き締具を使用してみた。

2 乾燥経過

4月23日8時から29日9時迄の6日間ナラ及びアサダ生材の乾燥試験を行つた。各棧積の両側には乾湿球温度計をお

き、1~3時間毎に室内温湿度を測定し、同時に棧積中に挿入してある試験材の重量を毎日ばかりで含水率を求めた。これらの結果を Fig. 7 に示した。

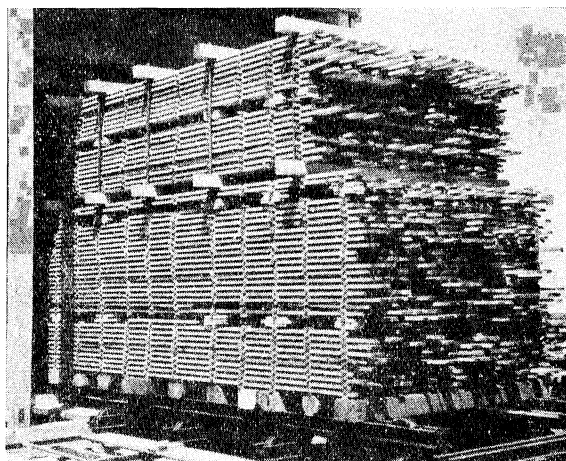
a) 温湿度の分布状態

室内の入口側と反対側との温湿度差も Fig. 8 に示したが、台車 B について断面方向の温度分布の一例を Fig. 8 に示した。

Fig. 9 をみると、①の位置以外は吸込側の方が吹出側より温度が著しく高く、又上下方向の温度差は吸込側では若干あるが、吹出側では殆んどない。こ

れらはファンによつて送られた吹出側の空気が、棧積中に入ると同時に、一部は下部のヒーターを通つて加熱され、その加熱された空気が吸込側の空間を上昇する途中、棧積中で熱をうば

第6図 ナラ生材の乾燥に使用した締具
Fig. 6 Metal rods to prevent the green Nara from bowing
during their drying.



第3表 材間を通過する風速
Table 3 The air velocities through the spaces between the boards.

段数 Number of layer	台車 A (P ₁) Truck A (P ₁)	台車 B (P ₂) Truck B (P ₂)
	cm/s	cm/s
60	50~140	50
55	50	25
50	10~15	50
45	80	30
40	50	44
35	50~80	65
30	65	85
25	50	95
20	65	—
15	50~65	—
10	85	95
5	95	65~80
1	95~110	35

風速の算定が困難で明確な風速を示すことは出来ないが、従来のスタートバント式のものより風速がかなり増大しているとは言えるようである。

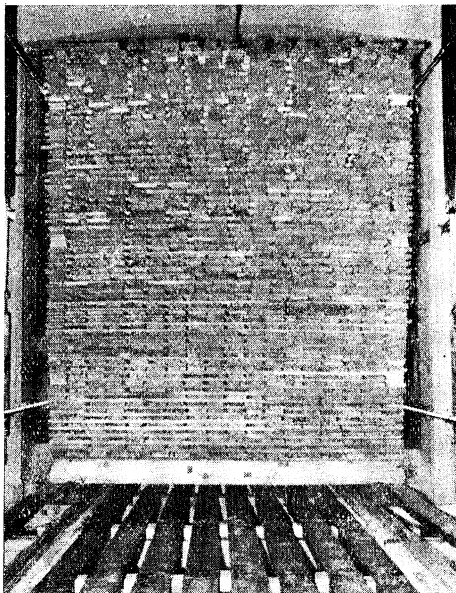
3 乾燥結果

a) 乾燥むら

乾燥終了後、各台車から Fig. 9 に示す位置の乾燥材を取りだし、含水率を求めて乾燥むらを検討してみた。含水率は乾燥材の2或は3ヶ所から試験片を切りとり、絶乾法で求め算術平均したもので、その結果を Table 4 に示した。尙乾燥終了後のアサダ及びナラの

Table 4 をみると、台車 A, B (アサダ) では垂直方向の乾燥むらは殆んどなく、水平方向においても左右の明かな相異はみとめられないが、中央部が幾分お

第10図 乾燥終了後のアサダ材 (P₂ 棧積)
Fig. 10 Asada boards (P₂-piling) at final condition.



第4表 乾燥材の含水率
Table 4 Final moisture contents of test boards.

測定位置 Point of measure- ment.	台車 A (P ₁) Truck A (P ₁)	台車 B (P ₂) Truck B (P ₂)	台車 C (P ₁) Truck C (P ₁)
1 a	8.1%	7.3%	10.5%
b	17.8	11.2	11.3
c	9.6	10.0	7.8
2 a	9.5	9.2	13.3
b	16.9	9.6	13.1
c	9.2	9.0	11.8
3 a	7.1	7.7	12.8
a'	—	7.3	23.0
b	15.3	10.0	22.6
b'	—	10.2	18.4
c	12.1	6.7	21.6
4 a	11.0	6.3	23.6
b	10.6	8.5	16.5
c	6.3	7.3	13.7
5 a	8.0	5.1	12.8
b	12.0	13.5	18.0
c	5.1	6.3	6.7

くれているように思われる。棧積法 p₁ p₂ に関しては初期含水率が不明であるため、いずれがすぐれているかを定めることは出来ないが、すくなくとも p₂ 棧積としたため乾燥がおくれ、不均一になつたとは考えられない。台車 C (ナラ) は位置による含水率に非常な差があつたため、何らの傾向も見出すことが出来なかつた。

b) 乾燥による欠点

乾燥による欠点の程度を数的に示すことは極めて困難で、主観的観察によるの外はない。当工場では、今迄含水率 25% 前後迄予め天然乾燥した材を自然換気式乾燥室で仕上乾燥していたため、この結果と比較すべき例がなかつたけれども、アサダの乾燥結果は従来のものと殆んどかわらず、ナラ材は曲り、反りが幾分多いように思われた。乾燥歩止りは作業の都合で調べることが出来なかつたが、この乾燥材を製品とする場合の横切り見込み歩止りを現場の従事者に調べてもらったので、その結果を Table 5 に示した。

第 11 図 乾燥終了後のナラ材 (P₁ 棧積)

Fig. 11 Nara boards (P₁-piling) at final condition.



V 天乾材の乾燥試験

第 5 表 乾燥材の歩止り

Table 5 Net yield of the dried boards.

	利 用 率 Effective rate	本 数 Number	歩 止 り Net yield
台車 A	100%	302	%
Truck A	80	299	
	50	189	
	0	5	80.4
台車 B	100	448	
Truck B	80	299	
	50	315	
	0	—	79.5
台車 C	100	214	
Truck C	80	313	
	50	219	
	0	41	76.8

生材と比較するために、2～3ヶ月天然乾燥したアサダ床板材を4ヶの台車につみ、乾燥を行つてみた。4ヶの棧積台車を表入口側からA, B, C, Dと名付け、台車A, Cはp₁棧積法、台車B, Dはp₂棧積法とした。

1 乾燥経過

生材の乾燥試験と、同様に室内の温湿度及び試験材の重量を一定時間毎に測定した。その結果のうち台車Bの右側における乾燥経過をFig 12に、台車B, Dにおける温湿度の分布をTable 6に示した。

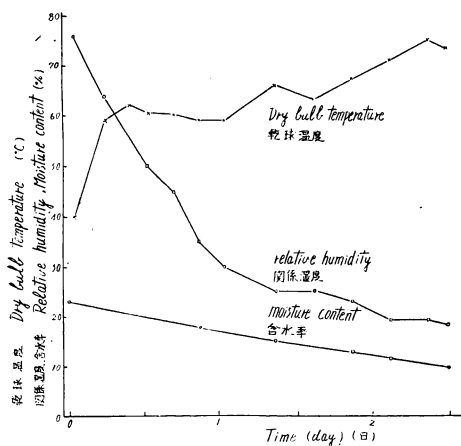
Table 6をみると、いずれの位置においても、吹出側より吸込側の方が温度は低く、湿度は高くなつており、この傾向は乾燥初期程顕著である。然しながら生材乾燥試験の温湿度分布の項でのべた如く、吸込側において棧積中を通過した空気は、ヒーターによつて加熱された空気と混合するため、棧積に乾湿球をかけて測定した温湿度がどの程度意味があるか疑問であるが、その時の測定結果をたゞ参考のためにかゝげたにすぎない。

2 乾燥結果

第12図 乾燥経過：台車の吹出側における温度、関係湿度、含水率

Fig. 12 The drying progressions:

Dry bulb temperature, relative humidity and moisture content of the boards at blowing out side of truck B.



台車 B, C, D について乾燥終了後の含水率を求め乾燥むらを検討した。測定位置及び方法は生材乾燥試験の場合と全く同様で、Fig. 9 の位置からとりだした乾燥材の含水率を Table 7 に示した。尚乾燥後のアサダ棧積を Fig. 13 に示しておいた。

Table 7 をみると、乾燥むらは極めて少くなく、位置或は棧積法による含水率差は殆んどみとめられない。然しながら天乾材であつたため初期含水率はいずれも 25% 前後であり、凡てが約 8% になる迄乾燥したので、均一であることも当然であろう。

第 6 表 室内の温度及湿度分布

Table 6 The distribution of temperature and relative humidity in the kiln.

測定位置 Point of measurement		前 期 Early period		中 期 Middle period		後 期 Final period	
		温 度 Temperature	関係湿度 Relative humidity	温 度 Temperature	関係湿度 Relative humidity	温 度 Temperature	関係湿度 Relative humidity
台車 B Truck B	1	°C 59.0	% 71	°C —	% —	°C —	% —
	2	59.0	67	60.0	45	71.0	30
	3	59.5	64	60.5	43	71.0	26
	4	54.0	85	—	—	67.0	—
	5	55.0	84	53.0	63	66.0	34
	6	54.0	86	56.0	57	72.0	32
台車 D Truck D	1	—	—	—	—	—	—
	2	57.5	75	55.0	52	65.0	30
	3	59.5	65	57.5	52	67.0	32
	4	54.0	93	—	—	—	—
	5	54.5	86	53.0	56	64.0	35
	6	55.0	87	53.0	66	67.0	40

註. 1, 2, 3 は吹出側の上, 中, 下部を示す

4, 5, 6 は吸込側の上, 中, 下部を示す

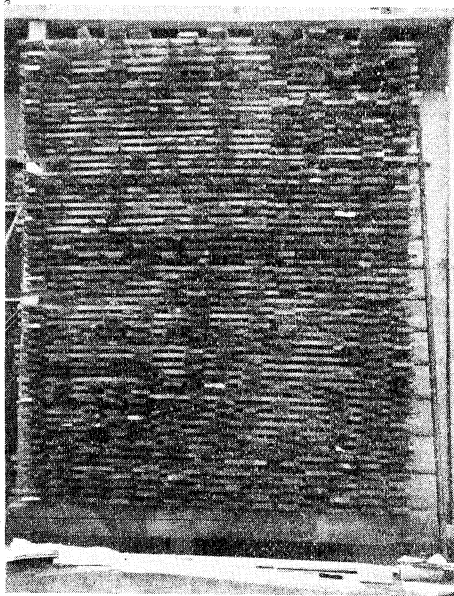
Remarks: 1, 2, 3 are shown the upper, middle, and lower part of entering side.

4, 5, 6 " " " of leaving side.

Ⅶ 考 察

さきにのべた如く、本乾燥室は強制換気式としての根本概念に背いて、自然換気式との兼用をねらつたのであるが、試験した僅か 2 回の結果からも、更にその後 2 ~ 3 ケ月間会社側で実

第 13 図 乾燥終了後のアサダ材 (P₂ 棧積)
Fig. 13 Asada boards (P₂-piling) at final condition.



第 7 表 乾燥材の含水率

Table 7 The final moisture contents of test boards.

測定位置 Point of measure- ment.	台車 B (P ₂) Truck B(P ₂)	台車 C (P ₁) Truck C(P ₁)	台車 D (P ₂) Truck D(P ₂)
	%	%	%
1 a	—	—	—
b	8.3	7.1	5.8
c	6.7	7.0	6.8
2 a	—	—	—
b	8.7	—	—
c	—	—	—
3 a	6.8	6.3	6.2
b	7.0	5.4	7.5
c	8.4	6.9	6.3
4 a	—	—	—
b	7.4	—	—
c	—	—	—
5 a	—	—	—
b	7.3	5.7	6.8
c	7.3	5.4	6.8

施された結果からも、当初に恐れた程の欠陥を生ずることもなく、概して好成績を収めることが出来た。従つてこのような型式の強制換気式乾燥室も、一つの特徴ある型式ということが出来るし、更に観念的には自然換気式乾燥室の一つの改良型式ともいうことが出来ると考えられる。然し強制換気式乾燥室を設計するに当つて、今後解決しなければならない問題は著しく山積していると思はれる。今こゝに本型式乾燥室で実際に操作してえた僅かの経験から、かゝる問題解決の参考ともなる点を取上げて、若干の考察を加えてみたい。

1 棧積法

前述の如く板と板との間隔をあけて棧積したもの (p₁ 棧積) と、間隔を全くあけずに棧積したもの (p₂ 棧積) とは乾燥の結果殆んど異なる所がなかつた。これは従来のスタートバントの様に、上昇気流による棧積内部の乾燥を考慮する必要のないことを意味している。従つて将来この乾燥室で乾燥する場合、p₂ 法で棧積して差支へなく、それによつて従来の 19/14 倍の材を乾燥することが出来るであろう。これは慥かに一つの進歩とみとめられよう。勿論工場側の企図するように昼間のみ強制循環をし、夜間は自然換気による場合は p₂ 法にしなければならないので、この利点は消失する。

2 風速及び風向

この乾燥室における棧積内風速は 60 cm/s 程度であるが、従来のスタートバント式ではこれより遙かに少く乾燥むらが生じていた。それは棧積内に吹込まれた加熱空気が、材間通過中水分の蒸発によつて熱をうばわれて温度が低下し、それによつて関係湿度が高くなつた

ためであろう。従つて必要風速は単位時間当りの蒸発量即ち樹種、初期含水率、板厚、棧積の板幅等によつて左右されるものである。本試験ではこの問題を検討するには至らなかつたが、風速と蒸発量及び温度低下との関係を数的に究明しておくことは、かゝる乾燥室設計に當つて極めて重要で、今後研究してみる予定である。又この乾燥試験においては乾燥中モーターの回転方向をかえて、一定時間毎に室内の風向をかえてみた。これは吹出側と吸込側との乾燥むらを防ぐためで、出来るだけ頻繁に行うのがのぞましい。然し実際に操作する場合、度々これを行うのは困難で、むらなく乾燥する為に必要な切換え時間の限界を知りうれば好都合であるが、これは風速によつても異なり、結論をうることは困難であろう。本試験では最初の10時間は1時間毎、以後3時間毎に風向をかえたが、棧積左右のむらはみられなかつた。乾燥時間を短縮するため過激なスケジュールによる場合、棧積の横幅が広い場合、その他乾燥による損傷をうけ易い樹種を乾燥する場合等には、作業上出来るだけ短時間に切換えた方がよいものと思はれる。

3 スケジュール

従来スタートバント式乾燥室においても、自然換気式のスケジュールをそのまま使用していたようである。しかし送風量が割合に少く、従つて材間を通過する風速が少い間はこれでもよかつたのであろうが、材間風速が60 cm/s 程度にもなると、自ら異なつたスケジュールによる必要があるのではなからうか。一般に木材は乾燥中内部における水分の移動が困難なため、表面で蒸発しただけの水分が絶えず表面に移行してこないで水分傾斜を生じ、この程度がはげしくなると表面割れ、内部割れ等をおこすようになる。空気の温湿度が同じでも、更に風速が早い場合は木材表面の乾燥が激しくなつてくるので、割れ等の損傷をうけ易くなることは明らかである。従つて風速の大きい場合は必然的にスケジュールを自然換気式のものよりゆるくしなければならない。併し未だこの問題を解決していないので今後研究する予定であるが、強制換気式のスケジュールは自然換気式よりも幾分湿度を高く保つのが安全であろう。尙本試験ではナラを対象とし、含水率約35%迄は従来のスケジュールよりゆるく、それ以下では試験的に湿度を急激に低下さしてみた。

4 設計上の諸問題

将来このような型式の乾燥室を設計、建造するにあつて注意しなければならない点を次にあげておく。

a) 自然換気の状態でも使用出来るように、排気孔を下部(床より1.4尺の高さ)に設けたが、これでは強制換気の場合充分に排気されないのみならず、吸気孔より入つた空気は加熱されてすぐに排気される結果となり、熱効率の点から極めて損失が多い。従つて強制換気のために排気孔を上部に増設することが望ましい。

b) ファン、軸受、被覆部等を高温室内に取付けて連続使用している為、腐蝕したり破損す

る危険があるので、材料及びその取付けには特別に注意を要する。

c) モーターを屋根裏に取付けたので、ベルトの間隙より蒸気が漏出し易い。従つて被覆は完全にしておかねばならない。尤も外国のようにモーターの高湿湿度に耐えるのがありこれが室内に取付けられるようになれば、かかる心配はなくなるわけである。

いわゆるインターナルファンタイプのうち、送風機と加熱機を一組にして天井に設置した型式のものと比較して、長所としては

a) 停電或は作業の都合上ファンを回転する事が出来ないときでも、自然換気式として乾燥を行いうる。

b) 下部にヒーターがあるため、棧積下部の乾燥が不良となる恐れがない。

欠点としては、

a) ファンによつて送られた空気は、棧積内と同時に下部ヒーターのある空間を通るので、一定の棧積通過風速をうるためにはより大きなファンを必要とする。

b) 棧積通過後低温、高温となつた空気を直接排気することが出来ず、加熱管によつて熱せられた空気と混合したのち排気するので、熱効率を低下させる。

c) 地下工事を必要とするためパイプを天井に設置するよりも多額の費用を必要とする。等があげられよう。しかし前述したように、これにはインターナルファンタイプとして矛盾した設計上の問題が含まれているけれども、自然換気式と併用の出来る点において一つの型式ではなかろうかと考えている。

以上、従来吾国に見られなかつた考え方に基いた乾燥室を設計建設して、実際に操作した結果について記述してきた。尤も単に2回だけの結果から何等言及する事は出来ないが、その後会社において数ヶ月使用してきた結果も、この実験結果に寧ろ優るとも劣らないとの報告をえているので、上述の試験結果に充分の信頼度をもつことが出来るものと思つてゐる。

これから総合してみても、単なる乾燥時間の短縮ということは別問題としても、従来の強制換気式——スタートバント式——では未だ除くことの出来なかつた乾燥の不均衡については、風速が均等となり而も速くなつたため可成り良く改良されたものと認められる。この点は吾国乾燥室の特筆すべき進歩ではなかろうか。併し本乾燥室の普及には尙幾多の研究すべき問題があり、これらが漸次解決されるにつれて、少くともこの考え方による乾燥室を普及したく考えてゐる。

Ⅶ 摘 要

一般にインターナルファンタイプ乾燥室では、加熱機及び送風機を一組にして室内上部或は下部に設備するのが原則であるが、自然換気式だけでも操作出来るインターナルファン乾燥室を建設した。これは6ヶのボデザファンを上部に、スチームパイプを床下に設備したもので

ある (Fig. 3, 4)。この乾燥室でナラ及びアサダ床板原材を僅か2回であるが特に棧積法に留意して乾燥してみた結果、概して好成績を収めることが出来た。即ち棧積内風速は約 60cm/s で、板と板の間に間隙を全然あけずに棧積したもの (p_2) も、間隔をあけて棧積したもの (p_1) も、何れも乾燥結果は殆んどかわらず乾燥むらも生じなかつた。天乾材についても乾燥試験を行つたが、同様な結果を得た

参 考 文 献

- (1) 林業試験場：木材工業便覧 1952
- (2) W. Torgson: U. S. Dept. F. P. L. No. R1264, 1940.
- (3) F. Fessel: Holz als Roh-und Werkstoff. 4, 1951.
- (4) F. Kollmann: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoff. 1951.

Résumé

Before the War most of the drying kilns in Japan were of the natural ventilated type. This type was inadequate in that it was impossible to dry the boards evenly and quickly.

After the end of the War, Sturtevant's kiln, which is one of the external blower type kiln, that is, the air in the kiln is forced to circulate artificially through the duct, was built. This type of kiln eliminated the faults of the natural ventilated kilns. The results of the boards dried in this kiln were so excellent that this type of kiln has been built in many places.

But, even Sturtevant's kiln has yet such faults as heat loss, pressure loss at the ducts and at the delivery plate. In order to remove the above faults, we have adopted the internal fan type kiln. In fact, we have built this type of kiln at Nagoya. After building this kiln, we have experimented twice with it.

(1) Structure of the internal fan type kiln.

Generally, the fans and the heaters are placed together in the internal fan type kiln, but it does not matter whether they are placed attached to the ceiling or beneath the floor. In this kiln, six disc fans of 24" diameter are attached to the ceiling, and the heaters, which have 30 pipes (diameter of the pipe is 1½"), are placed beneath the floor, so, in that way we can work this kiln as the natural ventilated type kiln, too. The inlet duct of fresh air and the chimneys to let out the moist air are the same as in the case of the natural ventilated kiln. The construction of this kiln is shown in Fig. 1.

(2) Preliminary test.

Before drying the boards, we measured the air velocities in the kiln by means of the hot-wire anemometer made in our laboratory, and the progress of raising the temperature by steaming by means of thermocouples. The state of air circulation in the kiln without charge is shown in Fig. 4. The air velocities

through the spaces between the boards piled by p_1 -method and P_2 -method are shown in Table 1. The rising course of the temperature by steaming is shown in Table 2.

(3) Drying test of green lumber.

We dried the flooring boards of green lumber, which were piled on the trucks A (Asada: p_1 -method), B (Asada: P_2) and C (Nara: P_1). Our object was to ascertain whether the drying progress is affected according to the piling method. The drying progressions are shown in Fig. 7. One example of the temperature distribution of truck B is shown in Fig. 8. The air velocities through the spaces between the boards in piling on trucks A and B are shown in Table 3. The final moisture contents of the test boards, which are placed in the piling as shown in Fig. 9, are shown in Table 4. This table indicates that the boards of trucks A and B dried evenly, but those on truck C did not dry evenly. The piling method did not affect the drying process.

(4) Drying test of naturally seasoned lumber.

The drying progression of Asada flooring boards, which were seasoned naturally for about two or three months, is shown in Fig. 12. The distribution of the final moisture contents is shown in Table 7.

Observation:

(1) Piling method.

We could dry the boards in the case of piling them edge to edge as well as in the case of boards spaced a little apart. So, it seems possible to dry more boards by $5/14$ times of the charge, when using the edge to edge piled method as compared with the spaced piled method.

(2) Air velocity.

The air velocities through the spaces between boards must be faster than a certain speed, though we can not say exactly how fast the speed must be to dry all of the boards in the kiln evenly. The air velocity in the present experiment was about 60 cm/s in the case of being piled closely edge to edge, and piled apart. We reversed the direction of air current every one to three hours by changing the revolution of the motor belted to a fan. From the results described above, it is believed that all boards in a piling could be dried evenly. But, there are some problems yet to be solved as regards the velocity of the air current through the spaces between the boards in order to dry them evenly and in the shortest time.

(3) Drying schedule.

The atmospheric state on the board surface in a kiln differed exceedingly depending upon the type of kiln, that is, the surface conditions on the boards in a naturally ventilated kiln generally are more moist for a certain moisture content of boards than those in a forced ventilated kiln. The drying schedules shown in some literature up to the present time deal with those adapted for a naturally ventilated kiln only, so the drying schedules for the forced ventilated

kiln, which can dry the boards faster than the naturally ventilated kiln, should be moister than those of naturally ventilated kiln. This is a problem to be solved in future, too.

(4) Problems on design.

The vents of the chimney of this kiln are set at a position near the floor, and is most suitable for the naturally ventilated kiln, and are so designed as to dry the boards continuously even if the motor should stop. But, such position of vents seems to be not necessarily for the forced ventilated kiln only. So we believe it is better to set another vent at the upper part of the chimney. Moreover, the metal parts such as the fans, the bearings and the belt covers are placed in the kiln, so they are in danger of rusting because of the high temperature and humidity. Therefore, we think it is most necessary that these metal parts be made of strong non-rusting metallic material so as to resist such severe conditions as exist in the kiln.