

# パネルボード，エンボスボード製造試験（2）

## - 乾燥試験 -

大山幸夫\*  
橋本博和\*  
千葉宗昭\*  
菅野弘一\*\*

奈良直哉\*  
米田昌世\*  
小杉隆至\*\*

### 1. はじめに

カラマツ小，中径木からパネルボード，集成材ラミナなどの比較的薄物材を木取って乾燥する場合，損傷として問題になるのは狂いであって，割れの発生は非常に少ないことを確認している。また，乾燥による割れはもとより狂いに対しても乾燥スケジュールの影響は少ないので，高温低湿スケジュールによって乾燥速度を速めることができる。

乾燥による板材の狂いは，ねじれ，まがり，弓そり，幅そりなどに分けられるが，これらの狂いを抑制するためには圧縮乾燥が最も効果的であることが解っている。この圧縮乾燥のうち，平らに圧縮しながら乾燥する平面圧縮乾燥よりも坂材の狂い方向と逆方向に捻ったり，曲げたりしながら圧縮乾燥する巡回圧縮乾燥（矯正圧縮乾燥とも言う），また，乾燥して狂った板材は，狂い方向と逆方向に変位を与えながら調湿処理を行う巡回圧縮処理（矯正圧縮処理とも言う）が有効である。

本試験では，カラマツ中径木からパネルボード及びエンボスボードを量産する場合，製材，乾燥，加工の各工程において技術的，経済的な問題点を解決するための一連の試験の一部として実施したもので，乾燥工程では，圧縮しないで乾燥する非圧縮乾燥とねじれを主体に矯正する巡回圧縮乾燥とを比較し，各試験項目について全数調査を行った。

取り上げた研究項目としては，天然乾燥による含水率の低下，低湿スケジュールによる乾燥速度，切削加工に影響を与える水分傾斜，歪量，乾燥むらの測定，

並びに巡回圧縮乾燥による加工歩止りと経済性について推定した。

### 2. 試験方法

昭和48年6月中旬，カラマツ中径木（美瑛産）径級18～26cm，材長3.65mのものから厚さ18mm，幅12cmと14cmの心去り板を木取り，各乾燥条件別に浅積して8日間天然乾燥ののち，蒸気式IF型乾燥室（収容材積11m<sup>3</sup>）によって人工乾燥を行った。なお，供試材は材長3.65m，1,002枚である。

乾燥条件は狂いを抑制するための圧縮乾燥に非圧縮乾燥を対比させ，それぞれ乾燥スケジュールAとBを設定し4条件で試験を行った。このうち非圧縮乾燥は，積積上に重錘を載せて平均0.1kg/cm<sup>2</sup>（桧木11本並べ）として，巡回圧縮乾燥は3.5度/3.5m Z巡回しながら圧縮（3.7kg/cm<sup>2</sup>・桧木11本並べ）した。また，スケジュールAは比較的高温低湿乾燥（80～90℃，温度差8～27℃），スケジュールBは比較的高温高湿乾燥（80～90℃，温度差4～18℃）である。人工乾燥終了後，90℃，温度差3～5℃にて4時間調湿処理を行った。仕上り含水率はスケジュールAによる8%とスケジュールBによる15%を目標とした。

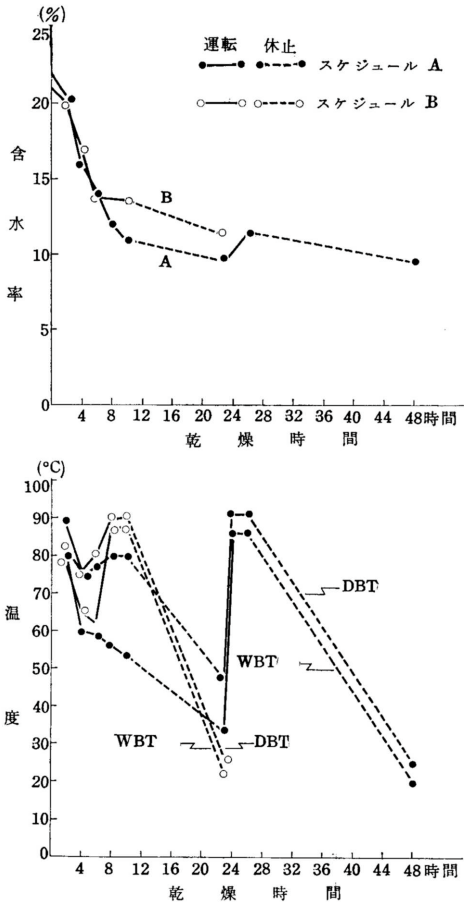
含水率測定用試験材について，収縮率，水分傾斜，歪量を測定し，供試材は乾燥むらを見るため積積の上，中，下の各段より11枚ずつ抽出し，電気抵抗式水分計を用いて板1枚につき両端と中央の3ヵ所の含水率を測定したのち，常法により，ねじれ，弓そり，まがり，幅そりを全数調査した。

### 3. 試験結果と考察

#### 3.1 含水率経過

製材直後の平均含水率は37~47%であったが、6月中旬における8日間の天然乾燥によって21~22%まで低下した。

この天然乾燥材を人工乾燥したときの含水率経過を第1図に示した。



第1図 乾燥スケジュールと含水率経過

スケジュールAにより試験材が11%まで乾燥する要した時間は10時間であるが、この棧積材を乾燥室内に13時間放置することによって9.5%に低下した。

スケジュールBにより14%まで乾燥するに要した時間は6時間であるが、さらに調湿操作を4時間行ったのち乾燥室の大扉を開放し

て13時間放冷した結果、目標とした15%の仕上り含水率を大幅に下廻って約11%に仕上がった。従って、厚さ18mm程度のカラマツ薄板を比較的高い目標含水率に仕上げるためには、それよりも2~3%高い含水率に仕上げてから放冷する必要がある。

本試験の乾燥スケジュールの目標は、低湿スケジュールにより、乾燥速度を速めて経済性を得ることである。その乾燥操作は、先ず材温を急速に上昇させるため、ダンパーを閉じてスチーミングを約1時間行い、所定の温度に達したのちダンパーを全開にして湿球バルブを閉じたまま乾燥した。その結果、乾燥初期における湿度が低下しにくく、また、乾燥末期に湿度が低下してくると温度が約80よりも上昇しなかった。これは材の温度を急速に上げるため、スチーミングして室内を高湿にしたことと、一般の蒸気式IF型乾燥室では、高温低湿スケジュール向けとしての排気と加熱能力が低いためであると考えられる。

#### 3.2 水分傾斜と歪量

カラマツ心去り板をスケジュールBにより乾燥後、調湿処理したときの水分傾斜は10.5~12.5%、歪量は $0.8 \sim -0.5 \times 10^{-3} \text{mm/mm}$ で、生材からの人工乾燥と比べて水分傾斜、歪量とも少ないようである。

#### 3.3 収縮率

第1表に生材から仕上りまでの収縮率を示した。

厚さ収縮率は、板幅の両端における収縮が中央部よりも2~3倍大きい。また、厚さの中央における板幅の収縮率は平均3.8%であった。

#### 3.4 乾燥による狂いとその方向

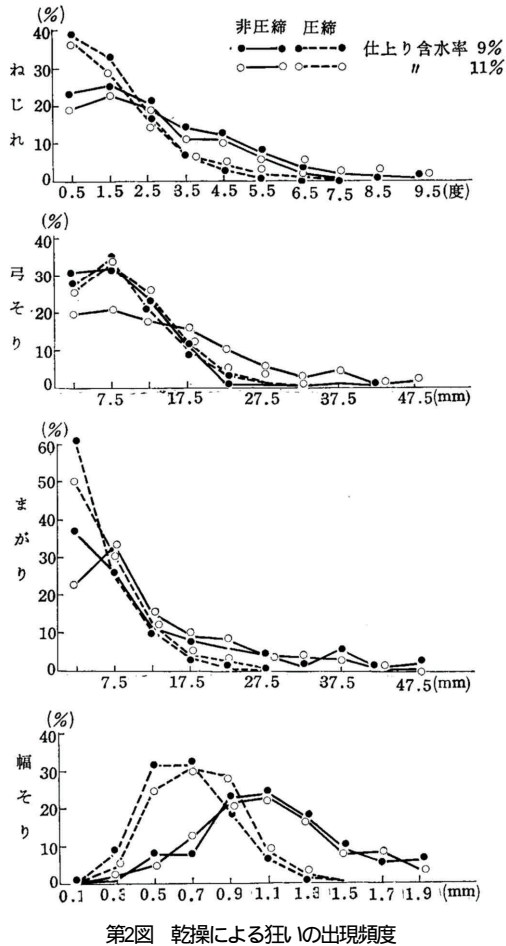
カラマツ心去り板の仕上り含水率、圧縮の各条件別について、ねじれ、弓そり、まがり、幅そりの平均値と範囲を第2表に示した。また、各狂いのランク別の分布を枚数比率で示したものが第2図である。

第1表 カラマツ心去板の収縮率(%)

平均含水率 (%)		厚さ				幅	
		端		中央		中	央
初期	仕上り	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
54.3	10.6	2.8	1.5~4.7	1.0	0.5~2.1	3.8	2.9~4.6

第2表 カラマツ心去板の乾燥による狂い

仕上り含水率 (%)	圧縮	測定枚数	ねじれ (度)		弓そり (mm)		まがり (mm)		幅そり (mm/10cm)	
			平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
9	非圧縮	163	2.4	0.1~9.1	8.3	0~41	11.0	0~57	1.11	0.20~2.18
	旋回圧縮	344	1.5	0~5.7	9.2	0~41	5.0	0~30	0.68	0.11~1.58
11	非圧縮	159	2.8	0.1~9.5	14.3	0~50	11.6	0~76	1.09	0.29~1.87
	旋回圧縮	336	1.8	0~9.1	10.4	0~60	6.2	0~43	0.73	0.03~1.25



第2図 乾燥による狂いの出現頻度

一般に、ねじれはS(左)旋回とZ(右)旋回、弓そりと幅そりは木表に対して凸と凹で表されるが、第3表には各条件毎の測定枚数のうち、ねじれはZ旋回、弓そりと幅そりは木表がそれぞれ凸と凹になった枚数比率を示した。

先ず第2表についてみると、一般に仕上り含水率が

第3表 狂い方向の枚数比率 (%)

圧縮の有無	仕上り含水率 (%)	測定枚数	ねじれ (Z旋回)			弓そり (木表凸)		幅そり (木表凹)	
			比率 (%)	比率 (%)	比率 (%)	比率 (%)	比率 (%)	比率 (%)	
非圧縮	9	163	11.0	76.7	97.1				
	11	159	11.9	79.2	97.9				
旋回圧縮	9	344	70.6	75.9	96.1				
	11	336	52.2	83.3	95.3				

低いほど収縮率が増大するから狂いも大きくなるが、本試験では乾燥スケジュールによる仕上り含水率の差が2%と少ないため、全般的にみて狂いの差は明らかでない。

これらの狂いを抑制するための旋回圧縮乾燥と非圧縮乾燥とを平均値で比較すると、全般に弓そりの抑制効果は少ないが、ねじれは非圧縮乾燥の2.4~2.8度に対し1.5~1.8度、まがりは11.0~11.6mmに対し5.0~6.2mm、幅そりは1.09~1.11mmに対し0.68~0.73mmにそれぞれ減少した。この平均値は1条件当り159~344枚の全数調査によるもので、各狂いのバラツキを加味してもかなり信頼性の高い数値であると考えられる。

第2図に示したカラマツ板材の狂いの出現頻度についてみると、ねじれ0.9度以下、弓そりとまがり4mm以下、幅そり1mm以下の狂いの少ない板材は、旋回圧縮乾燥によって2倍近くに増加し、特に幅そり1mm以下の板材は非圧縮乾燥の約40%に対し約90%の枚数比率を示した。

第3表に示すカラマツ心去り板の乾燥による狂い方向を枚数比率でみると、ねじれ方向では非圧縮乾燥によってZ旋回する板材は僅か11~12%であってほとんどの板材はS旋回したのに対し、材長1m当り1度のZ旋回しながら乾燥した旋回圧縮乾燥では50~70%が

Z旋回した。この場合、S旋回とZ旋回との枚数比率が50%ずつになるように矯正するのが適正旋回量であるとすれば、本試験では僅かにZ旋回し過ぎたことになるが、圧縮しないときのねじれ方向の枚数比率からみて旋回圧縮乾燥の限界値に近いと考えられる。

弓そり方向は76~83%の板材の木表が凸になるので、予め木表が凹になるように曲げながら乾燥すれば、弓そりは小さくなること解っているが、その抑制効果はねじれの場合よりも少ない。なお、厚さ20mm程度の板材では、本試験程度のねじれと弓そりが加工歩止り及び施工時に与える影響は少ないと考えられる。板材の狂いのうち、製品の長さ歩止りを減少させるまがりや幅そりのうち、まがりは方向性が一定しないので予め逆方向に曲げながら乾燥することはできない。

一方、幅そり方向は95~98%の高率で心去り板の木表が凹になるから、本試験による旋回圧縮乾燥よりも幅そりを小さくするためには、予め木表が凸になるようなアーチ型の台木と棧木を用いて積積して圧縮しながら乾燥すれば、ほとんど幅そりを除くことができる。

### 3.5 長さ歩止りの試算

本試験では各試験条件によって一定厚(18mm)の挽材から一定厚(15mm)の製品を得ることを目的として実施したので、圧縮乾燥によって狂いが抑制されても実際に長さ歩止りの向上として出てこない。そこで、旋回圧縮乾燥すればどこまで挽材厚を下げれるかを推定すると同時に、長さ歩止りの場合、加工工程で除かれる欠点は狂いのほかに節、丸味などが含まれるが、狂いのみが長さ歩止りにどの程度の影響を与えるか、収縮率とまがりの最大値から、また厚さ歩止りは幅そりの最大値から推定してみた。

第4表の長さ歩止りにしてみると、材長3.65mを切断しないでそのまま製品にし得る枚数比率は、非圧縮乾燥の40%に対し旋回圧縮乾燥では64%に増加する。また、1/3に切断される枚数比率は、非圧縮乾燥が12%含まれるのに対し、旋回圧縮乾燥ではほとんどなくなるようである。

第4表 長さ歩止り(枚数比率)の試算例

材	長	非圧縮乾燥	旋回圧縮乾燥
3.6m	(切断しない)	40(%)	64(%)
1.8m	(1/2に切断)	48	35
1.2m	(1/3に切断)	12	1

注 収縮率4%、加工代はさね6mm+削り代2mm=8mmとすると、切断しないものについては  
 収縮 許容しうる曲り 加工代  
 5.6mm 6.4mm 8mm  
 140mm原板 134.4mm 128mm 120mm製品  
 4.8mm 7.2mm 8mm  
 120mm原板 115.2mm 108mm 100mm製品  
 となり、1/2に切断するものは、許容しうる曲り12.8mmおよび14.4mm、1/3に切断するものは、19.4mmおよび21.6mmとする。

第5表 厚さ歩止り(枚数比率)の試算例

原板厚さ	非圧縮乾燥	旋回圧縮乾燥
18mm	63(%)	98(%)

注 収縮率5%とすると  
 収縮 むら取り 許容しうる巾そり  
 0.9mm 1mm 1.1mm  
 18mm原板 17.1mm 16.1mm 15mm製品

また、第5表に厚さ歩止りの試算結果を示した。原板の厚さ18mmから15mmの製品が得られる枚数比率は、非圧縮乾燥の63%に対し、旋回圧縮乾燥では98%に達する。従って、厚さ15mmの製品を得るためには、旋回圧縮乾燥では18mmで良いが、非圧縮乾燥では19~20mm必要である。

### 3.6 乾燥むら

一般に積積材全体の含水率を数枚の試験材で推定しているが、樹種、材種、初期含水率、乾燥時期及び乾燥室の部位によって積積材に乾燥むらを生じ、加工工程並びに施工後にトラブルの原因になることが多いので、本試験のスケジュールAとBによる積積材各部分の含水率を測定した結果、全般に両乾燥法とも乾燥むらは小さかった。スケジュールAにより約9%に仕上げた積積材の下段は上、中段に比べて1%程度高い含水率を示したが、各段の幅方向の乾燥むらは非常に小さい。また、スケジュールBにより約11%に仕上げた積積材は、下段の幅方向中央部にやや高い部分があるほかは、スケジュールAと同様に乾燥むらは小さいようである。

これは天然乾燥によって初期含水率を20%近くまで下げたためと考えられるが、今後、冬期間に生材を人工乾燥したときの乾燥むらを検討する必要がある。

#### 4. まとめ

(1) カラマツに限らず、厚さ20mm前後の針葉樹原板は、天然乾燥により急速な含水率低下をきたすので、特に夏季においては短期間でも天然乾燥を行って乾燥むらを小さくすると同時に、乾燥経費の節減を図る必要がある。

(2) 一般に針葉樹原板の乾燥時間は8~24時間と短時間であるため、できるだけ材温を急上昇させると同時に、低湿スケジュールにおいても所定の温度を保持できる乾燥室が必要である。

(3) カラマツ乾燥板材の水分傾斜と歪量が小さかったため、切削加工に与える影響も少ないと考えられる。

(4) 乾燥むらは、スケジュールA、Bとも少ないが、仕上り含水率が高くなると乾燥むらも大きくなるので十分な調湿処理が必要である。

(5) 巡回圧縮乾燥は、非圧縮乾燥と比較して弓そりの抑圧効果は少ないが、ねじれ、まがり、幅そりとも約1/2に減少した。

(6) 長さ歩止りと厚さ歩止りを収縮率、まがり、幅そりの最大値から試算した結果、長さ歩止りでは切断しないでそのまま製品とし得る枚数比率は、非圧縮乾燥が40%であるのに対し、巡回圧縮乾燥では64%に達した。また、厚さ歩止りでは非圧縮乾燥の63%に対し巡回圧縮乾燥は約98%と推定される。

- \*木材部 乾燥科 -

- \*\*試験部 経営科 -

(原稿受理 50.2.18)