

カラマツ間伐材の乾燥に関する研究(3)

- とくに圧縮乾燥の適正条件について(1) -

大 山 幸 夫 奈 良 直 哉
米 田 昌 世 橋 本 博 和
千 葉 宗 昭

まえがき

既報¹⁾²⁾³⁾では丸太乾燥、圧縮乾燥などの方法を用いて、狂いの少ない乾燥材を得るための試験をおこなってきた。特に前報³⁾では、ねじれの抑制方法として旋回圧縮乾燥が有効であることを認めた。

本報ではねじれのほかにまがり、そりなどすべての狂いに対する効果をさらに確認するとともに旋回・曲げ圧縮乾燥の適正条件を検討するため以下に示す試験をおこなった。

1. 基礎試験では、乾燥過程における狂いの測定と狂いを抑制するのに必要な力を求める。
2. 生材の矯正乾燥試験では、実大材について種々の圧縮条件で人工乾燥をおこない、適正条件をみいだす。
3. 乾燥材の矯正処理では、狂いの大きな乾燥材を矯正圧縮し、高温高湿処理をおこない、適正条件をみいだす。

本号ではこのうち基礎試験と実大材の乾燥特性について報告する。

1. 基礎試験

1.1 試験方法

供試材は昭和47年10月下旬伐採した上富良野町産の21~24年生間伐木より木取った心持の正割(断面6×6cm)、心持および心去の板(2×10.5cm)を用いた。材長はいずれも1.2mで、供試本(枚)数は各5個ずつである。

乾燥装置はヒルデブランド社のHD75型乾燥機を使用した。乾燥は80~100 の高温で、1日12時間の間欠運転によりおこなった。乾燥過程の狂いおよび弾性係数の測定は、乾燥機からとり出した材の温度が室温

(約20)と平衡になってからおこなった。

狂いの測定は標点距離1mとし、角度計、スケール等を用い前報³⁾と同様な方法によった。

弾性係数を求めるための曲げ試験、ねじり試験は以下のようにしておこなった。

曲げ試験はスパンを1mとし、その中央部に1kgの分銅を順次のせ、たわみを1/100mm目盛のダイヤルゲージで読みとった。得られた数値を次式に代入してヤング係数(E)を求めた。

$$E = \frac{Pl^3}{4bh^3\delta} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、P:荷重(kg)、l:スパン(cm)、b:材巾(cm)、h:材厚(cm)、 δ :たわみ(cm)である。

ねじり試験は長さ方向の一端を台に固定し、他端にねじりモーメントをかけ、スパン1mの位置にセットした2個の角度計によりねじり角を求めた。ねじりモーメントは、正割の場合はアームの長さ50cm(板については20cm)に1kgの分銅を順次のせながら与えた。せん断弾性係数(G)は次式により求めた。

$$G = \frac{Tl}{k bh^3\theta} \dots \dots \dots (2)$$

ここで、T:トルク(kg・cm)、l:スパン(cm)、k:断面の形状による係数、b:材巾(cm)、h:材厚(cm)、 θ :ねじり角(ラジアン)である。

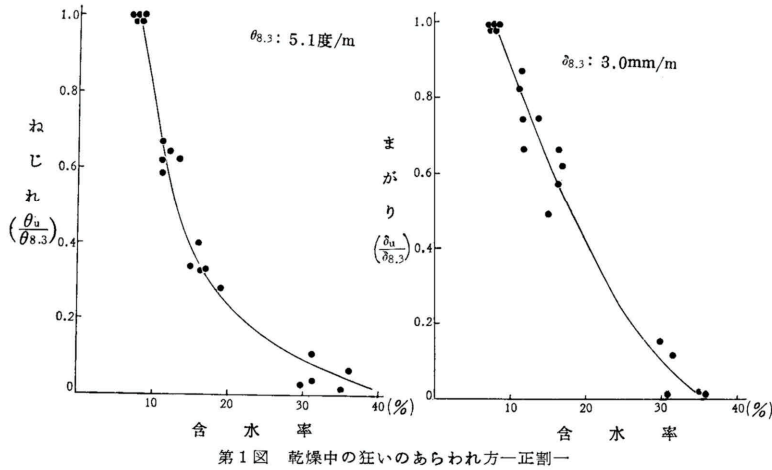
なお、含水率はすべての測定が終了後、全乾にして算出した。

1.2 試験結果と考察

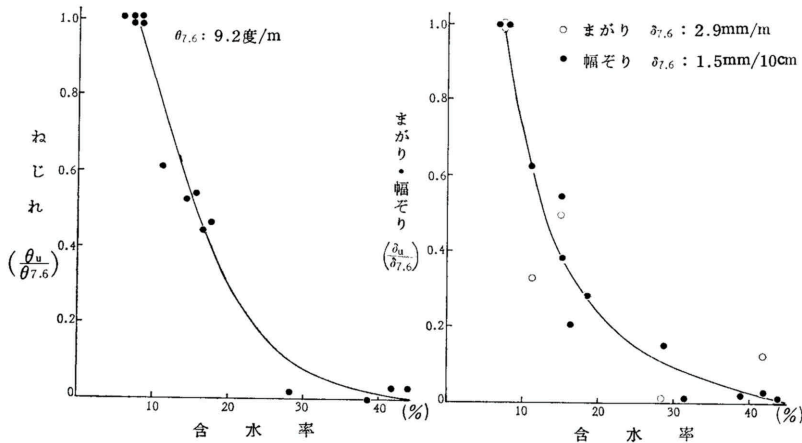
1.2.1 乾燥による狂いのあらわれ方

正割、板の乾燥過程での狂いのあらわれ方を第1図、第2図に示した。縦軸は乾燥仕上り時(含水率約8%)の狂いを基準(1.0)にした比率を表わし、

$\delta_{8.3}$ 、 $\theta_{8.3}$ はそれぞれ含水率8.3%のときのねじれ、ま



第1図 乾燥中の狂いのあらわれ方—正割—



第2図 乾燥中の狂いのあらわれ方—板—

がりを表わしている。

両材種ともに狂いは含水率20%附近までは比較的ゆるやかであるが、それ以下になると急激に進む傾向が認められた。

従来のクリアーな小試験片でおこなわれている「弾性係数と含水率の関係」と直接比較することはできないが、ほぼ一般的な値と思われる。

1.2.3 狂いを抑制するのに必要な力

1.2.2 弾性係数と含水率の関係

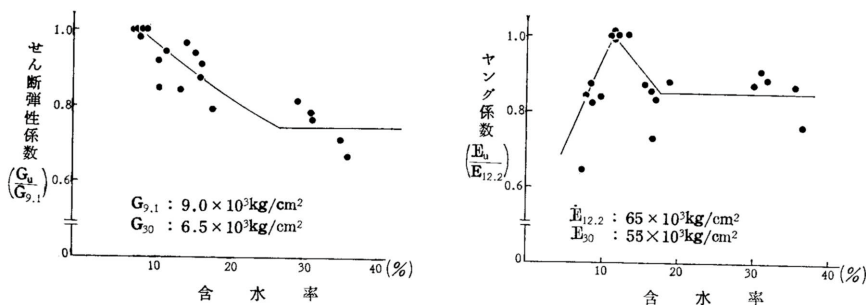
正割、板の弾性係数(E_G)と含水率の関係を第3図、第4図に示した。縦軸は弾性係数が最大の時点を基準にした比率を表わし、E₃₀、G₃₀はそれぞれ含水率30%のときのヤング係数、せん断弾性係数を表わす。

正割のヤング係数が乾燥仕上り時に低かったのは、含水率の低下につれて材の割れが進行したためと思われる。

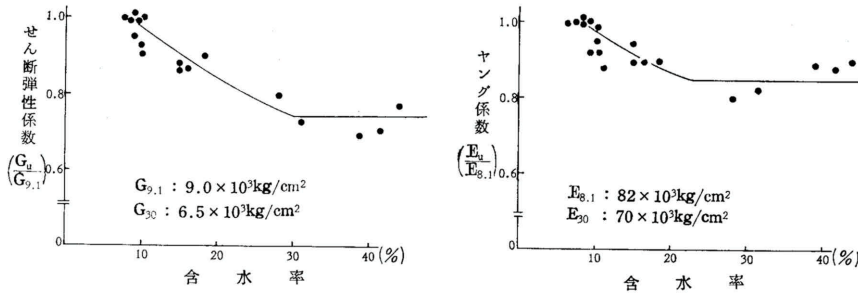
正割、板ともに弾性係数が最大を示す乾燥仕上り時と含水率30%時との比率はヤング係数が0.85せん断弾性係数が0.75であった。この数値は第5図に示した様に乾燥過程での水分傾斜の大きな材についての結果なので、従来のクリアーな小試験片でおこなわれている

1.2.1, 1.2.2の結果から狂いを抑制するのに必要な力を計算により求めることができる。

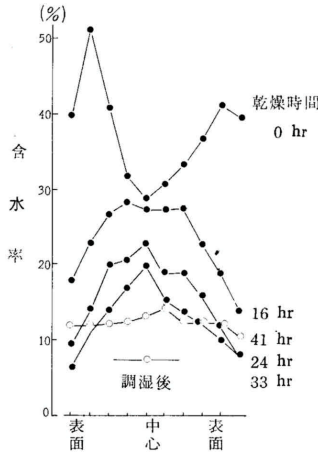
正割の場合、乾燥仕上り時では前記の(1), (2)



第3図 弾性係数と含水率の関係 - 正割 -



第4図 弾性係数と含水率の関係 - 板 -



第5図 乾燥中の水分傾斜 - 正割 -

安全を見込んだ最大値と言えよう。

なお、ねじれ、まがりの量がそれぞれ材長に比例、材長の二乗に比例すると仮定した場合、狂いを抑制するのに要する力は前記の(1),(2)式よりまがりについては材長に反比例し、ねじれについては一定である。

2. 生材の矯正乾燥試験

2.1 試験方法

供試材は第1表に示す径級の、番玉から木取った材長3.7mの心持の正角、平割り、正割および心持、心去の板を用いた。正角木取り部分の平均年輪幅は6.4mm、気乾比重は0.43(含水率約11%)である。

乾燥の条件は普通(重錘)、平面圧縮、旋回・曲げ圧縮の3とおりである。旋回・曲げ圧縮の変形量は平面圧縮乾燥材の狂いをもとに決定した。板については幅ぞりを抑制するため、所定の曲率にわん曲させた帯鉄を栈木として用い、木表が凸となる様に圧縮した。

圧縮乾燥の場合の力は、栈木にかかる圧力が8~10 kg/cm²となる様に調整した。圧縮の箇所は5ヶ所である。

圧縮の解除は前報³⁾の結果および実用性を考慮して乾燥終了後1日たってからおこなった。

普通乾燥の場合、栈木にかかる圧力がほぼ0.1kg/cm²

式に $l = 100\text{cm}$, $b = h = 6\text{cm}$, $\theta = 0.3\text{cm}$, $E = 65 \times 10^3\text{kg/cm}^2$, $\theta = 0.089\text{ラジアン}$ (5.1度), $k = 0.141$, $G = 9.0 \times 10^3\text{kg/cm}^2$ を代入すると $P = 101\text{kg}$, $T = 1460\text{kg} \cdot \text{cm}$ を得る。

したがって、正割(長さ1m)1本の乾燥によるまがりを平面的に抑制するには材の中央に101kgの荷重が必要である。ねじれについては材端に1460kg・cmのトルクすなわち荷重になおすと $W = T/6 = 245\text{kg}$ となり、材の両端に245kgづつ計490kgが必要となる。板の場合も同様の計算により $P = 8\text{kg}$, $W = 70\text{kg}$ を得た。

しかし、実際に乾燥中の材は高温で非平衡の状態にあるので、これより小さな荷重で抑制可能と思われる。したがって、ここで求めた値は

第1表 木取り材種と原木径級

木取り材種	寸法 厚さ×幅(cm)	原木 玉番	供試 本数	末口径(cm)		元口径(cm)	
				平均	範囲	平均	範囲
正角	10.5×10.5	I	100	14	13~20	20	15~27
平割	5.5×10.5	I	100	13	10~14	17	13~21
正割	6×6	I	40	9	8~10	13	11~15
		II	80	9	7~10	13	11~15
板	2×10.5	I	40	11	10~12	15	13~19
		II	80	11	9~12	15	13~17

注: 材長3.7m

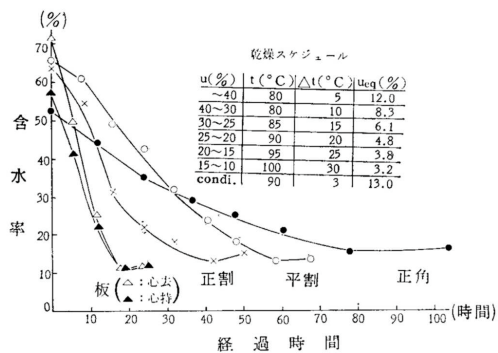
となる様に、棧積の上部に約200kgの重錘をのせた。

なお、棧木間隔は材長3.7mの棧積に対して、棧木を11本入れたので約37cmである。人工乾燥は蒸気式IF型乾燥室により連続運転でおこなった。乾燥の温度は乾燥時間の短縮を目的として初期80℃、末期100℃の比較的高温でおこなった。仕上り含水率は正角については15%、その他の材種は12%を目標とした。試験材本数は1条件につき20本(板については30枚)である。

2.2 試験結果と考察

2.2.1 含水率経過

乾燥スケジュールと含水率経過を第6図に示した。乾燥時間は正角で104時間(調湿時間24時間を含む)。



第6図 乾燥スケジュールと含水率経過

平割は68時間(調湿8時間)、正割は50時間(調湿8時間)、板は心持、心去ともに24時間(調湿・6時間)であった。

なお、板についておこなった高湿低湿スケジュール(乾球温度80~100℃、乾湿球温度差10~50℃)によると、損傷の点では従来のスケジュールのものと大差なく、乾燥時間は18時間(調湿6時間)に短縮した。

2.2.2 材種別の収縮率

乾燥仕上り時の収縮率を材種別に第2表に示した。

平割の厚さ収縮率は中央部が1.2%と小さく、側端部が4.5%と大きい。これは半径、接線方向の違いのほかに、次の2.2.3項で示す水分傾斜による収縮の差が影響しているものと思われる。他の材種について

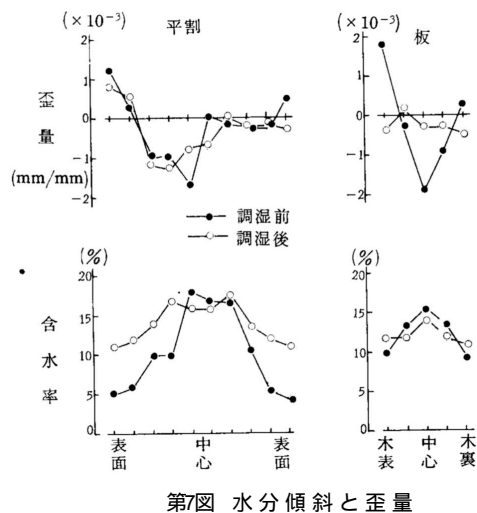
第2表 材種別の収縮率

材種	含水率(%)	収縮率(%)				
		初期	仕上り	厚さ・中央	厚さ・端巾・中央	
正角	心持	53.6	16.0	1.3	2.1	—
平割	〃	52.8	13.8	1.2	4.5	2.1
正割	〃	58.9	15.8	1.5	2.2	—
板	〃	60.2	12.2	2.4	4.9	2.4
板	心去	76.1	12.3	1.6	3.8	3.0

はほぼ一般的な数値と考えられる。

2.2.3 水分傾斜と歪量

調湿前後の水分傾斜と歪量の一例を第7図に示した。平割のように断面が大きくなると乾燥過程での水



第7図 水分傾斜と歪量

分傾斜がかなり大きくあらわれる。今回の調湿処理では水分傾斜、歪量ともにある程度小さくすることはできるがまだ不十分で、さらに処理の温度、時間について検討を要する。板の場合は顕著な効果が認められた。

次号には乾燥による割れ、狂いの損傷、圧縮乾燥の適正条件、乾燥材の矯正処理などについて報告する予定である。

文献

- 1) 大山幸夫, 河原田洋三, 米田昌世, 橋本博和, 千葉宗昭: 北林産試月報または木材の研究と普及, 6月号(1971)
- 2) 同上, 7月号(1971)
- 3) 同上, 9月号(1972)

- 木材部 乾燥科 -
(原稿受理 48.5.10)