

乾燥による割れの防止試験 (2)

- カラマツ心持正角の適正乾燥スケジュール -

大 山 幸 夫 奈 良 直 哉
米 田 昌 世 橋 本 博 和
千 葉 宗 昭 菅 野 新 六

1. はじめに

針葉樹小径木の用途拡大をはかるためには、心持正角を有効に利用する必要がある。しかし、心持正角は断面が大きく、また、接線方向・半径方向の収縮異方向性が関与するため乾燥経過中に大きな応力が発生し表面割れが生じ易いのは当然とされている。前報¹⁾ではエゾマツ、トドマツ、カラマツの心持正角にPEG処理を行い割れの防止効果を検討した。

本試験は無処理のカラマツ心持正角を用い、従来の低温高湿の乾燥スケジュールに対して高温高湿のスケジュールを適用し、乾燥過程での木材の粘弾性的な性質により割れを最小に抑えることを目的として行った。

なお、本報告の概要は第25回日本木材学会大会において発表した。

2. 試験方法

供試材は第1表に示す樹令20年と28年のカラマツを使用した。原木は入手先が異なり、しかも表に示すように比重に差が認められたので、カラマツの平均的なもの²⁾と思われるグループには、これより低比重のグループにはの記号を付した。試験にはこれらの原木から木取った断面10.5×10.5cm、材長110cmの心持正角を用いた。

乾燥スケジュールは第2表に示すように高温高湿のスケジュールに主眼を置いた。No.1, No.2は従来から標準とされている低温高湿のスケジュール, No.

3~No.5は比較的高温高湿のスケジュール, No.6以降は高温高湿のスケジュールである。このうちNo.6~No.9は調湿処理の影響をみるために行った。また、No.5は材積約11m³入りの大型乾燥室を使用し、1日8時間の間欠運転を行ったが、他はすべて材積約2m³入りの蒸気・電熱併用の乾燥室を用い、連続運転を行った。仕上り含水率は10%を目標とし(No.10は6%), 狂いを抑える意味から圧縮乾燥を行った。供試材は1条件10本である。なお、乾燥経過中の収縮率、水分傾斜、応力及び割れは常法により測定した。

第1表 供試カラマツの概要

記号	樹令 (年)	気乾比重		平均年輪巾(mm)		備 考
		辺材部	心材部	辺材部	心材部	
I	20	0.52 (0.46~0.65)	0.45 (0.37~0.53)	3.4 (3.2~3.5)	5.2 (2.0~10.0)	上川管内産
II	20	0.46 (0.40~0.54)	0.42 (0.35~0.46)	4.3 (2.5~5.0)	6.3 (4.4~9.5)	十勝管内産
III	28	0.46 (0.40~0.52)	0.43 (0.38~0.49)	4.1 (2.7~5.4)	5.7 (4.4~8.3)	十勝管内産

注) 原木(材長3.65m)の末口径は12~20cm, 比重測定時の含水率は約10%。

第2表 乾燥条件

スケジュール No.	乾球温度 T(°C)	乾湿球 温度差 ΔT(°C)	調 湿 処 理		
			T(°C)	ΔT(°C)	(時 間)
1	45 ~ 70	3 ~ 25	75	6	24
2	〃	5 ~ 30	〃	〃	〃
3	80~100	3 ~ 25	90	5	24
4	〃	5 ~ 30	〃	〃	〃
5 ^{a)}	〃	3 ~ 35	90	5	8
6	95~100	3 ~ 25	90	5	24
7	〃	〃	〃	〃	4
8	〃	〃	〃	〃	1
9	〃	〃	なし	なし	0
10 ^{b)}	〃	〃	90	5	24
11	〃	3 ~ 40	〃	〃	〃

a) 1日8時間の間欠運転。
b) 仕上り含水率は6%。

3. 試験結果と考察

(1) 含水率経過

スケジュール別に代表的な例を第1図に示した。乾燥日数はNo.1の低温高湿スケジュールで12~14日、No.3の比較的高温高湿のスケジュールで約8日、No.6の高温高湿スケジュールで6~7日を要した。この他、No.5の間欠運転の場合は約14日、No.10(仕上り含水率6%)は約10日、No.11(比較的低湿度)は約6日で所定の仕上り含水率に達した。

グループの20年生と28年生を比較すると、20年生は原木の径が小さいために辺材部を多く含み

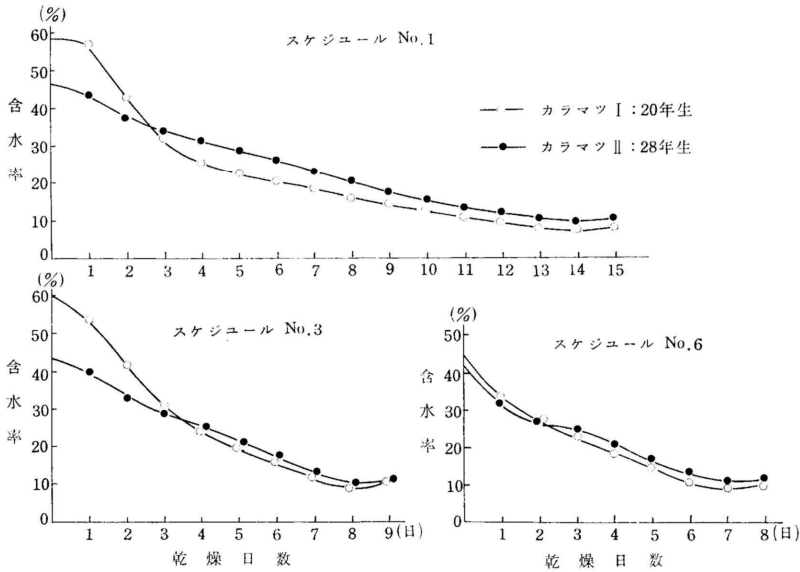
初期含水率が高い。しかし、乾燥の速度が速く最終的には28年生より先に所定の含水率に達している。

(2) 収縮経過

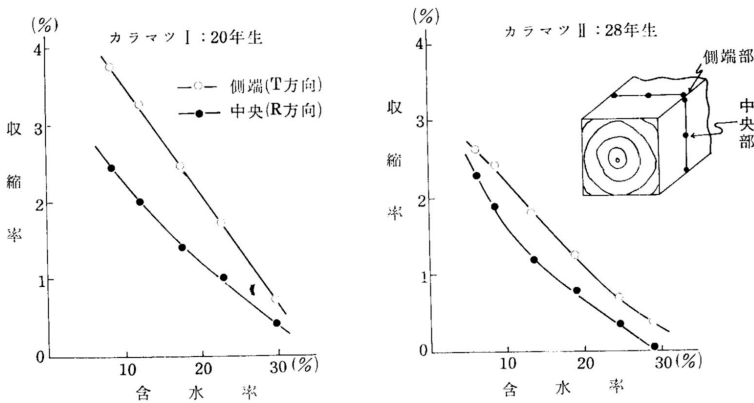
20年生及び28年生からの心持正角の収縮経過を第2図に示した。20年生は辺材部を含み、接線方向の収縮率が大きい。しかし、予備試験で行ったJIS型の小試験片による値(全乾で $t = 6.6 \sim 10.0$ %)に比べるとかなり小さい。これは断面の大きな材が乾燥する時、最初に表面が縮まろうとするが内部が高含水率のために縮まらず、表面が伸びのセットをおこし、正常の収縮を示さないことに起因する。特に28年生の収縮率が小さいのは20年生に比べて接線方向の引張りクリープが大きく、セットされ易いためと思われる。

(3) 水分傾斜と応力

乾燥経過中の水分傾斜と応力の一例を第3図に示した。水分傾斜は断面が大きいために乾燥末期では表層と中心で6~11%程度あるが、調湿処理により2~3%に減少する。応力(歪量)は、乾燥初期には材の生長応力に乾燥による表層の引張り、中心の圧縮応力が加わって“M”字型となり、乾燥末期は応力が転換して“W”字型となる。これは心持角に独特なパターンと思われる。したがって割れが発生し易いのは乾燥初期は表層、末期は表層と中心との中間部である。

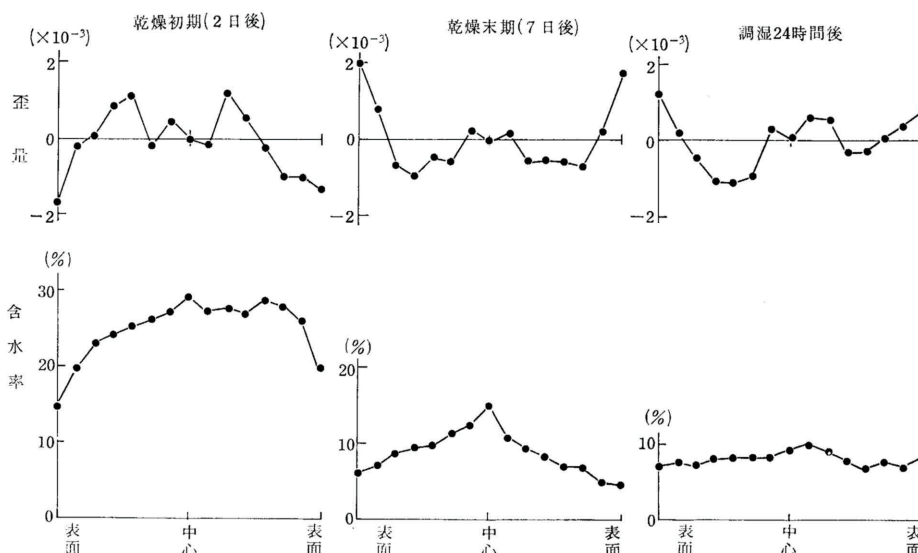


第1図 スケジュール別の乾燥経過



第2図 心持正角の収縮経過 (スケジュール No.3)

乾燥による割れの防止試験 (2)



第3図 乾燥過程における水分の傾斜と歪量 (スケジュールNo.6)

第3表 表面割れ

スケジュール No.	原木の 記号	原木の 樹令 (年)	割れ本数 (本)	割れ面積 (cm ²)	無欠点材率 (%)
1	I	20	2.1(3.0)	28.3(39.3)	20(0)
	II	20	2.6(3.4)	28.2(33.9)	10(0)
	III	28	2.3(2.3)	12.5(12.5)	20(20)
2	I	20	5.5(6.5)	23.8(36.4)	10(10)
	II	28	2.4(2.8)	19.5(31.6)	20(0)
3	I	20	1.6(3.4)	7.1(15.3)	20(0)
	II	20	1.1(1.7)	0.6(0.9)	30(10)
	III	28	0.9(1.3)	1.4(1.8)	30(10)
4	I	20	1.8(3.0)	8.8(11.6)	40(10)
	II	20	2.0(3.3)	7.5(9.7)	10(10)
	III	28	2.0(2.9)	0.8(1.6)	50(10)
5a)	I	20	11.0(12.4)	30.4(36.2)	0(0)
	II	28	6.6(7.6)	13.5(24.6)	0(0)
6	I	20	0.8(1.1)	3.7(5.4)	60(50)
	II	20	0.8(1.0)	1.3(1.3)	30(20)
	III	28	0.3(0.6)	0.1(0.1)	70(50)
7	I	20	3.1(3.4)	6.4(6.5)	30(10)
	II	28	0(0.2)	0(0.1)	100(80)
8	I	20	3.1(3.8)	5.2(5.8)	0(0)
	II	28	1.2(1.5)	0.4(0.5)	50(30)
9	I	20	4.4(5.3)	7.0(14.5)	0(0)
	II	28	2.0(2.5)	1.5(1.8)	10(0)
10b)	I	20	1.8(2.2)	1.1(2.0)	30(30)
	II	28	0.4(0.6)	0.1(0.2)	70(60)
11	I	20	1.5(2.6)	4.6(8.2)	50(20)
	II	28	0.6(1.0)	0.2(0.9)	60(30)

注) 供試材は1条件10本、()は製材機のカスガイ傷による割れを含む。a)、b)は第2表に同じ。

(4) 表面割れ

乾燥によって生じた平均の割れ本数、面積、無欠点材率をスケジュール毎に第3表に示した。この結果、割れの防止にはスケジュールNo.6以降の高温高湿スケジュールが低温高湿よりも良いことが認められる。これはNo.10(仕上り含水率6%)、No.11(比較的的低湿度)のきびしいスケジュールにおいても同様である。

間欠運転(No.5)は、連続運転に比較して割れが非常に大きい。一般に多量の材を間欠運転で乾燥すると、運転休止中は乾燥室内の温度は下がり湿度は上がるので、材に発生した応力等が緩和され損傷が生じずらいとされている³⁾。しかし、本試験のように少量の材を間欠運転で乾燥した場合、休止に伴って短時間ではあるが温度、湿度が急激に低下し、これが割れの発生原因となるものと思われる。

No.6~No.9の調湿処理の条件別では、明らかに長時間の方が良い。特に調湿処理を行わないNo.9の条件では、材を乾燥室から

出した時に音を発して細かい割れが生じた。これは材の表面が急冷されて縮まろうとするが、弾性係数も増加して(可塑性がなくなる)割れ易くなるためと思われる。したがって、このような割れの防止には、調湿処理を行って材表面に可塑性を与えることが必要である。

の20年生と の28年生との比較では、 の20年生の割れが大きい。これは比重との関係や第2図に示した収縮率の関係からも当然と考えられる。

実用的な割れの指標として無欠点材率を示したが、これによると の28年生からの心持正角は高温高湿スケジュールを適用し、十分に調湿処理を行えば10本中、6~10本はまったく割れが発生しないように乾燥することが出来る。また、割れが生じたとしても材1本あたりの割れ面積が0~0.2cm²と非常に小さい。

なお、内部割れについても一部の材について測定を行ったが、木口面からの割れが5cm程度中に入っているが、他の部分ではほとんど認められなかった。したがって内部割れについては実用上、問題ないものと思われる。

4. おわりに

カラマツ心持正角の適正乾燥スケジュールをみいだすための試験を行い、以下の結果を得た。

(1) 高比重材と低比重材の比較では明らかに高比重材に割れが大きい。

(2) 間欠運転によるものは休止中の温湿度の変化によって割れが発生し易い。特に本試験のように大型乾燥室を用い少量の材を乾燥する場合は割れが著しく大きくなる。

(3) 高温高湿スケジュールを適用することによって、従来の低温高湿スケジュールよりも乾燥日数を短縮し、さらに割れを防止することが出来た。

以上のようにカラマツ心持正角の乾燥スケジュールとしては、高温高湿のスケジュールを用い、乾燥過程での温度と水分変化による木材の粘弾性的な性質を利用し、材面に生ずる割れを防止するとともに、乾燥過程終了後は材の水分傾斜、応力をとり除くためにも、また、材を乾燥室から出した時に生ずる割れを抑える意味からも調湿処理を行うことが必要と考える。

なお、現在試験中であるが、高温高湿スケジュールで乾燥した材は、天然乾燥や従来の低温スケジュールで乾燥した材に比べてヤニの滲出が著しく少ないようである。

文 献

- 1) 大山幸夫ほか：本誌，12月号（1974）
- 2) 林業試験場編：木材工業ハンドブック，丸善
- 3) 西尾茂：木材工業，Vol.23，9月号（1968）

- 木材部 乾燥科 -
(原稿受理 50.8.15)