

# トドマツ心持正角の人工乾燥による 損傷防止

奈良直哉 千葉宗昭  
大山幸夫

## まえがき

本道における針葉樹材の人工造林は、カラマツが大半を占めているが、トドマツの人工造林も道有林が中心となり積極的に行われている。従って、近い将来にはカラマツ同様に間伐木の生産は増加してくるものと思われるが、これら間伐木は小径木であることから、未成熟材が多く含まれるため材質の低下が懸念されていた。このようなことから、トドマツ造林木の材質試験も行われ住宅用構造材としての強度性能は有しているとの報告<sup>1)</sup>もされている。しかし、これら間伐木からの製品利用の観点からはまだ多くの問題が残されており、その一つに乾燥工程における損傷発生の問題がある。すなわち、これら小径木から製材される製品は、心持ち、心掛かり材が多く含まれることから、乾燥により発生する損傷は著しいものがある。このようなことから、トドマツ心持正角（長さ1.2m材）により乾燥試験<sup>2,3)</sup>を実施してきたが、その結果、乾燥により発生するねじれ、曲がりは圧縮乾燥、割れの発生防止には適正な乾燥スケジュール、又はPEG（ポリエチレングリコール）処理による方法が極めて有効であることが分かったので、本試験はトドマツ小径木から採取した実大の供試材により実用試験を実施した。

## 1. 試験方法

試験には北海道雄武林務署管内の造林地から伐採した約42年生のトドマツ原木9本を用い、それぞれ番玉まで採材し供試材とした。供試材は第1表に示すように径級、曲がり、年輪数等の測定を行った後、心持正角（10.5cm×10.5cm×3.65m）を採材して供試材とした。供試材の心持正角は第2表に示す試験条件別

第1表 供試材

原木 玉番	原木本数 (本)	末口最小径 (cm)		元口最小径 (cm)		曲がり (mm)	
		平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
I	9	19	17~21	24	21~26	22	8~43
II	9	16	15~17	19	17~21	18	7~43
III	9	12	11~13	16	15~16	16	10~23

注) 曲がりは測定長3.65mにおける最大矢高

第2表 試験条件

No.	乾燥スケジュール	供試材 本数 (本)	PEG 処理条件			
			重合度 (丹)	濃度 (%)	浸漬温度 (°C)	浸漬日数 (日)
1	高温高湿 (H, H)	9	—	—	—	—
2	高温低湿 (H, L)	9	1000	60	90	3
3	高温低湿 (H, L)	9	1000	60	20	10

注 1) 仕上がり含水率は10%。  
2) No. 1の条件は無処理。

に区分したが、各条件には同一立木からの供試材が重複して含まれないように配分した。各条件別に区分された供試材はそれぞれの乾燥スケジュールごとに巡回圧縮による積みを行った後、連続運転により乾燥試験を実施した。圧縮圧力は供試材1本当たり1000kgとし、各積木にかかる圧力を10kg/cm<sup>2</sup>以下になるよう積木本数を調整した。また、試験装置は、材積約2m<sup>3</sup>入りの蒸気、電熱併用の乾燥室を用いた。

乾燥経過中及び終了後、各供試材は常法により含水率経過、収縮率、PEGの浸潤量及び損傷（ねじれ、曲がり、割れ）等の測定を行ったが、ねじれ、曲がりについての測定長は3.6mとし、ねじれは角度計、曲がりはスケールにより最大矢高を測定した。また、割れは木口割れ（木口より発生した表面割れ）と表面割れとに分けてテーパゲージ、スケールにより割れ幅及び長さを測定した。

なお、PEGの浸潤量は、供試材の繊維方向14ヵ所（木口から中央部まで）と繊維方向中央部の半径方向からそれぞれ試験片を採取して、全試験片を60～80の熱水にて毎日一回抽出を6日間繰り返したのち、試験片を全乾にしてその重量差からPEGの固形分を算出した。

2. 試験結果と考察

2.1 含水率経過

No. 1（無処理材）とNo. 2, No. 3（処理材）における乾燥スケジュール別の含水率経過を第1図に示した。木取り時の初期含水率は両者

ほぼ同程度であったが、処理材はPEG水溶液に浸漬中PEGと木材中の水分が置換されることにより脱水され、乾燥開始時の含水率は処理材が12%程度低い値を示している。含水率8%までの乾燥日数はNo. 1の条件が約4.5日間、No. 2, No. 3の条件は約3.5日間であった。この乾燥日数は一般的なトドマツ正角としては若干短かいようであるが、これは乾燥開始時の含水率が低いためとも考えられる。

2.2 狂い

乾燥により発生したねじれ、曲がりを第3表に示した。No. 1の条件におけるねじれは 番玉が最も小さ

第3表 狂い

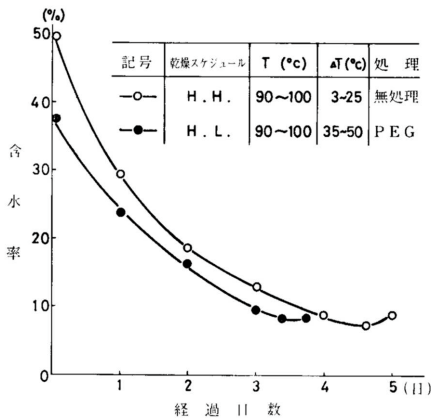
No.	原木 玉番	ねじれ (度)		曲がり (mm)			
				一 面		二 面	
		平均1)	範囲2)	平均1)	範囲2)	平均1)	範囲2)
1	I	1.1	0.3~2.7	3.7	-7.5~2.0	2.0	-4.0~2.0
	II	4.5	3.4~7.1	1.0	-0.5~1.5	4.0	-2.0~6.0
	III	3.5	1.5~7.2	1.3	0~2.0	0.8	-0.5~2.0
	平均	3.1	0.5~7.2	2.0	-7.5~2.0	2.3	-4.0~6.0
2	I	2.0	1.3~3.2	2.7	-2.0~5.0	3.0	2.0~4.5
	II	1.6	0.2~2.4	1.7	-1.5~2.5	2.0	-2.0~2.5
	III	1.0	0.5~1.6	2.3	2.0~3.0	1.5	-2.0~2.0
	平均	1.5	0.2~3.2	2.2	-2.0~5.0	2.2	-2.0~4.5
3	I	1.9	0.7~3.9	5.0	-11.5~2.5	3.7	1.5~5.0
	II	0.7	0.1~1.0	1.2	-1.0~2.0	2.3	-5.5~0.5
	III	1.4	0.1~3.2	1.2	-1.5~0.5	1.5	-1.5~2.0
	平均	1.4	0.1~3.9	2.4	-11.5~2.5	2.5	-5.5~5.0

注1) 絶対値の和の平均, 2) 負号 (-) は旋回 (ねじれ) または測定材面が凹 (曲がり)。

く、次いで 番玉, 番玉の順となり、No.1における ~ 番玉の平均ねじれ量は3.1度であったが、No.2, No.3 の条件は両者ほぼ同程度の値を示し、それぞれの ~ 番玉の平均ねじれ量は約1.5度とNo.1の1/2程度であった。しかし、曲がりは各条件とも同様な値を示し、平均曲がり量はいずれの条件も2.3mm前後であった。

2.3 割れ

乾燥により発生した割れを第4表に示した。供試材1本当りに発生した割れは、No. 1の条件が最も大きく、次にNo.2, No.3の順となったが、No.2, No.3の条件における割れ長さの差は僅少であった。木口、表面割れの平均割れ長さは、No.1の条件が約3,250mm, No.2約590mm, No.3約470mmとNo.2 No.3の条件はNo.1の1/5程度であった。また、No. 1の条件における玉番別の割れ発生は、 番玉からの供試材が最も大きい値を示したのに対し、No.2, No.3の条件は 番玉からの供試材が最も小さい値を示した。このような傾向を示した原因はNo.1の条件においては明らかでなかったが、No.2, No.3の条件はPEGの浸潤量からきた影響と考えられる。すなわち、 番玉からの供試材には比較的辺材部が多く含まれるが、この辺材部にはPEGの浸潤が容易に行わ



第1図 含水率経過

第4表 割れ (供試材1本当たり)

No.	原木 木番	全乾比重	木口割れ			表面割れ			割れの発生 しない材面
			本数(本)	幅(mm)	長さ(mm)	本数(本)	幅(mm)	長さ(mm)	
1	I	0.34	1.0	3.9	1323	3.3	6.3	1475	1.0
		0.31 ~ 0.35	0 ~ 2.0	0 ~ 7.7	0 ~ 2960	3.0 ~ 4.0	5.1 ~ 8.7	1210 ~ 1610	1.0
	II	0.32	1.3	5.2	1223	3.0	7.3	1628	1.3
		0.32	1.0 ~ 2.0	3.1 ~ 6.2	530 ~ 1960	2.0 ~ 5.0	6.3 ~ 9.0	1865 ~ 2045	0 ~ 2.0
III	0.33	2.0	9.3	1266	6.3	13.2	2822	0.7	
	0.31 ~ 0.35	2.0	6.7 ~ 12.9	1150 ~ 1443	4.0 ~ 11.0	4.3 ~ 18.8	1075 ~ 3885	0 ~ 1.0	
平均	0.33	1.4	6.1	1271	4.2	8.9	1975	1.0	
	0.31 ~ 0.35	0 ~ 2.0	0 ~ 12.9	0 ~ 2960	2.0 ~ 11.0	4.3 ~ 18.8	1075 ~ 3885	0 ~ 2.0	
2	I	0.36	0.3	0.6	48	0	0	0	3.7
		0.35 ~ 0.38	0 ~ 1.0	0 ~ 1.9	0 ~ 145	0	0	0	3.0 ~ 4.0
	II	0.32	1.0	5.3	1225	0.3	1.1	403	3.0
		0.31 ~ 0.34	0 ~ 2.0	0 ~ 12.3	0 ~ 3160	0 ~ 1.0	0 ~ 3.2	0 ~ 1210	3.0
III	0.32	0	0	0	0.7	0.1	90	3.7	
	0.31 ~ 0.32	0	0	0	0 ~ 2.0	0 ~ 0.2	0 ~ 270	3.0 ~ 4.0	
平均	0.33	0.4	2.0	424	0.3	0.4	164	3.4	
	0.31 ~ 0.38	0 ~ 2.0	0 ~ 12.3	0 ~ 3160	0 ~ 2.0	0 ~ 3.2	0 ~ 1210	3.0 ~ 4.0	
3	I	0.35	0.7	1.7	610	1.0	0.3	80	2.7
		0.33 ~ 0.36	0 ~ 2.0	0 ~ 5.1	0 ~ 1830	0 ~ 2.0	0 ~ 0.7	0 ~ 190	2.0 ~ 3.0
	II	0.31	0	0	0	1.3	2.3	705	3.7
		0.30 ~ 0.33	0	0	0	0 ~ 4.0	0 ~ 7.0	0 ~ 2115	3.0 ~ 4.0
III	0.33	0	0	0	0	0	0	4.0	
	0.33 ~ 0.34	0	0	0	0	0	0	4.0	
平均	0.33	0.2	0.6	203	0.8	0.9	262	3.5	
	0.30 ~ 0.36	0 ~ 0.2	0 ~ 5.1	0 ~ 1830	0 ~ 4.0	0 ~ 7.0	0 ~ 2115	2.0 ~ 4.0	

注) 上段は平均値, 下段は範囲。

れることから, このような結果を示したものと思われる。

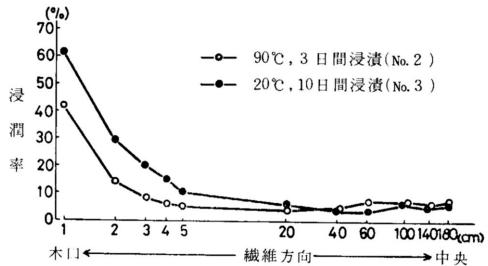
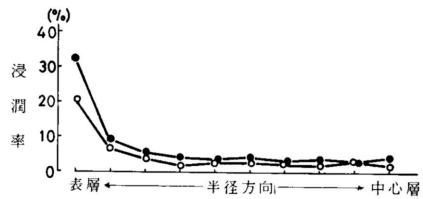
なお, 木口, 表面割れの全く発生しない材面は, No.1の条件が平均1材面なのに対し, No.2, No.3の条件は両者とも約3.5材面であり, PEG処理による割れ発生防止の効果は顕著に認められる。また, 処理条件の相違による影響はあまり認められず両者ほぼ同程度の割れ防止効果であった。

#### 2.4 収縮率

収縮率の測定は, 供試材の側端部(ほぼ接線方向)と中心部(ほぼ半径方向)のそれぞれ6カ所について測定したが, 仕上がり含水率の10%前後における収縮率は, No.1の条件で側端部約3.0%, 中心部約1.7% No.2 No.3の条件は両者とも側端部, 中心部同程度の約1.5%であった。

#### 2.5 PEGの浸潤量

No.2, No.3の処理材における供試材の繊維方向



第2図 PEGの浸潤率

と半径方向の浸潤量を第2図に示した。No.2の条件における繊維方向への平均浸潤率は約14%を示した

が、No.3の条件は約18%とNo.2の条件より4%程多い浸潤率であった。また、供試材の繊維方向中央部における半径方向の浸潤率もNo.3の条件が若干多く、平均でNo.2は約5%、No.3は約8%の浸潤率であった。この浸潤率と割れ発生防止の状態から適正浸潤量を推察すると、今回の条件ではNo.2の処理条件における浸潤量でほぼ十分と考えられる。

### 3.まとめ

以上の結果を要約すると、

- (1) 無処理材の乾燥日数は、比較的高温高湿スケジュールで乾燥することにより、従来の乾燥スケジュールを用いた場合の約1/2で仕上がったが、PEG処理を行い高温低湿スケジュールで乾燥した場合はさらに短縮され、従来の約1/3の乾燥日数に短縮された。
- (2) トドマツ心持正角の乾燥による狂いは、カラマツ心持正角とほぼ同様に未成熟材部の影響で大きなねじれ、曲がりが発生するが、巡回圧縮を行うことによりそのねじれ、曲がりは大幅に減少し、非圧縮乾燥の1/2程度の値となった。また、PEG処理材のねじれは特に小さくなる傾向を示した。しかし、曲りの大きさは両者間に差はなく全条件ともほぼ同程度の値を示した。
- (3) 割れの発生防止のため、比較的高温高湿のスケジュールで乾燥した結果、カラマツ心持正角と同様に

大きな抑制効果は認められたが完全に防止することはできなかった。しかし、PEG処理を行い高温低湿スケジュールで乾燥することによりほぼ完全に割れの発生を防止することができる。

(4) 割れの発生防止には、No.3の処理条件（濃度60%、浸漬温度20℃、浸漬期間10日間）がNo.2よりも若干良い結果を示したが、その差は小さく両者ほぼ同程度の防止効果であった。

(5) 処理材におけるPEGの浸潤長は木口から3～5cm、表層からは5mm以内であった。

(6) 処理材の収縮率は側端部、中心部とも小さく、無処理の中心部における収縮率とほぼ同程度であった。

(7) 供試材1本当りに浸潤したPEGの量は、No.2の条件で約700g、No.3の条件は約800gであった。

### 文献

- 1) 山本 宏ほか：本誌 4月号（1976）
- 2) 大山幸夫ほか：同上 12月号（1974）
- 3) 同上：トドマツ心持正角の予備試験  
（未発表，1975）

- 木材部 乾燥科 -  
（原稿受理 昭52・7・19）