

## 地域産針葉樹中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発（I）

### － 構造用材の製造技術とその品質評価 －

見尾貞治・小玉泰義・河崎弥生

金田利之・岡田和久

#### 1. はじめに

戦後の拡大造林により国産針葉樹資源は増大してきている。他方、これからの山林経営にあっては、労務の減少、経営諸経費の増大等により択伐方式による長伐期中大径材生産への移行が予想される。

ところで、本県の木材工業は国産針葉樹材とくにヒノキ、スギ、マツを利用した在来工法の住宅用製材が主流である。ヒノキ、スギは柱等の縦軸材に、マツは平角、たいこ材等で梁桁等の横架材として利用されてきた。近年、横架材用のマツの不足が懸念されるようになり、その代替材の開発が求められている。

そこで、中径材の利用開発と相まって、ヒノキの横架材への利用を検討する。本年度は、ヒノキ中径材から平角を木取り、背割りを入れた場合の乾燥方法、強度性能などについて試験を実施した。

なお、本研究は平成5年度～9年度林野庁大型プロジェクト研究の課題である。

#### 2. 方法

##### 1) ヒノキ平角の木取り

ヒノキ中径材から横架材用製材品を想定して、心持ちの平角を木取りした。断面寸法は、仕上げ寸法180×105mmを想定して、190×115mmとした。長さは、強度試験材 3,000mmに乾燥試験のための試片採取分を加えて、4,000mmとした。供した丸太は、径級 22～30cmで、30本である。丸太の樹幹部位は2番玉より上部であった。

##### 2) 乾燥試験

昨年度の無背割り材の乾燥試験に対して、本年度は背割りを入れた材の乾燥試験を実施した。

###### ① 供試材

試験材は寸法190×115×3,500mmとし、心持ちで、短辺面（115mm幅の材面）に背割りを持つ。木口には銀ニスのコーティングを施した。

###### ② 乾燥条件

蒸気式乾燥法により第1表に示すスケジュール試験を行った。このスケジュール設定に当たっては、乾燥による材の変色を許容範囲におさえ、かつ乾燥速度を速くすることを目指した。

第1表 ヒノキ平角（背割り材）の人工乾燥スケジュール

乾燥範囲 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	平衡含水率 (%)
～30	60.0	3.0	15.0
30～26	60.0	5.0	12.5
26～22	65.0	8.0	9.7
22～18	70.0	11.0	8.0
18～	70.0	15.0	6.2
調 湿	60.0	5.0	13.0

### 3) 強度試験

未乾燥材と乾燥材、乾燥条件の違い（高温乾燥と低温乾燥）の比較に主眼をおいた。また、背割りを施した未乾燥材についても試験した。供試材は各グループ10本程度とした。平角の寸法は未乾燥材、乾燥材とも180×105×3,000mmとした。

試験は次の手順で行った。

- ①縦振動音を利用する打撃法により、非破壊で丸太時のヤング係数を測定した。
- ②同様に、平角について未乾燥時と人工乾燥後のヤング係数を測定した。
- ③平角の曲げ破壊試験を行った。試験は、試験材の背割りの入った短辺面を圧縮側にして、スパン2,700mm、3等分点4点荷重方式により、ひずみ速度6mm/minで行った。

## 3. 結果と考察

### 1) ヒノキ平角の乾燥

ヒノキ材の美観性を活かすことから、心持ち平角材を見えがかり部材として利用する場合を想定した。したがって、乾燥による材面への割れの発生を防ぐために、背割りを入れた。さらに、材色を損なわないことも考慮して乾燥方法を検討した。

#### ①乾燥状態と乾燥速度

乾燥仕上がりの含水率は平均15%で、標準偏差0.75、変動係数5%となり、乾燥状態は良好であると思われる。この結果に基づいて、JASに定められている乾燥材に仕上げるのに要する乾燥時間を算出した。その結果を第2表に示す。ここで、乾燥時間だけに限ってみると、経済的許容範囲内におさまっていると思われる。

第2表 JASに定める乾燥材に仕上げるのに要する乾燥時間 (hr)

乾燥区分	全 乾 法			水 分 計		
	最低	平均	最高	最低	平均	最高
D 2 5	70	80	89	72	83	97
D 2 0	130	137	147	120	131	142
D 1 5	200	212	238	183	198	228

(注) 全乾法；全乾法で含水率を測定した場合  
水分計；水分計（デルター5）で含水率を測定した場合

②寸法変化

含水率15%まで乾燥したときに生じた4材面の寸法変化を第3表に示す。乾燥による断面形状の変化はかなり大きいこと

がわかる。

第3表 乾燥に伴う4材面の寸法変化（収縮率：%）

③割れ

材面割れも木口割れも皆無

であった。

④狂いなどの発生状況

乾燥前後の試験材の狂いなどをその状況を第4表に示す。

乾燥による極端に大きな欠点の発生は観察されなかった。

		材 面			
		A	B	C	D
最 高 平 均 最 低	最 高	3.25	3.13	-7.53	2.61
	平 均	2.62	2.10	-5.09	1.86
	最 低	2.04	1.47	-1.12	1.40
標準偏差 変動係数	標準偏差	0.30	0.49	1.82	0.37
	変動係数	11.33	23.27	35.79	19.73

(注) A、C面は短辺面で、C面に背割りがある。  
B、D面は長辺面である。

第4表 乾燥前後の狂いなどの状況（単位：mm）

		曲 が り		ね じ れ		幅 そ り			背割り幅
		短辺面	長辺面	短辺面	長辺面	短辺面	短辺面	長辺面	
乾 燥 前	最 高	1.25	2.25	1.75	2.25	0	0	0	5.0
	平 均	0.57	1.17	0.96	1.53	0	0	0	5.0
	最 低	0.15	0.25	0.50	0.50	0	0	0	5.0
	標準偏差	0.31	0.61	0.51	0.81	0	0	0	0
	変動係数	55.5	51.8	53.1	52.9	0	0	0	0
乾 燥 後	最 高	2.25	3.50	7.25	13.5	0.70	-3.00	2.80	20.5
	平 均	1.17	1.10	3.03	5.21	0.43	-2.25	1.36	14.8
	最 低	0.50	0.50	1.00	2.00	0.10	-1.00	1.00	10.3
	標準偏差	0.61	0.98	2.24	3.59	0.27	0.56	0.73	2.68
	変動係数	51.8	88.4	74.1	68.9	64.5	24.8	53.7	18.2

(注) 狂いは、最大矢高を示す。

## ⑥変色

乾燥による変色量を第5表に示す。辺材においてやや大きな変色が観察されたが、1~2mm程度のプレーナーがけにより十分に許容範囲内におさまることを確認した。つまり、仕上げ寸法に挽き直すことを考慮すれば全く問題ないと思われる。

第5表 乾燥による変色量

部 位	時 期	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
心 材	乾燥期間	-1.19	-0.94	+1.92	2.24
	調湿期間	+0.02	+0.01	+0.27	0.27
辺 材	乾燥期間	-3.70	+0.44	+5.71	6.82
	調湿期間	+0.02	-0.15	+0.34	0.37

## 2) ヒノキ平角の強度性能

### ①強度性能の評価

曲げ破壊試験の結果は第1図に示す。

ところで、構造用製材に必要な強度の目安として、建築基準法施行令第95条に定められている材料強度がある。ヒノキ材の曲げ試験の場合の材料強度は $270\text{kgf/cm}^2$ と定められている。

ここでは、試験結果より試験材の処理別にそれぞれのグループについて統計的下限値を求めた。乾燥材では、低温乾燥（乾球温度域 $40\sim 65^\circ\text{C}$ の比較的穏やかな条件で乾燥）したグループの下限値が $326\text{kgf/cm}^2$ に対して、高温乾燥（乾燥時間の短縮をめざして、乾球温度域 $60\sim 85^\circ\text{C}$ の厳しい条件で乾燥）したグループは $307\text{kgf/cm}^2$ であった。未乾燥材では、背割りの無いものが $366\text{kgf/cm}^2$ 、背割りを入れたものが $268\text{kgf/cm}^2$ であった。背割りを入れた未乾燥材が上述の材料強度を少し下回る結果を示したが、他のグループは材料強度を満たしていた。

### ②強度におよぼす乾燥条件の影響

2つの条件で乾燥したそれぞれのグループ間で、ヤング係数あるいは節径比など試験材の品質が同じではないので、単純に破壊係数を比較することはできない。そこで、乾燥の前後におけるヤング係数など強度指標の変化を比較することで、乾燥条件の影響をみた。

#### 7. ヤング係数の変化

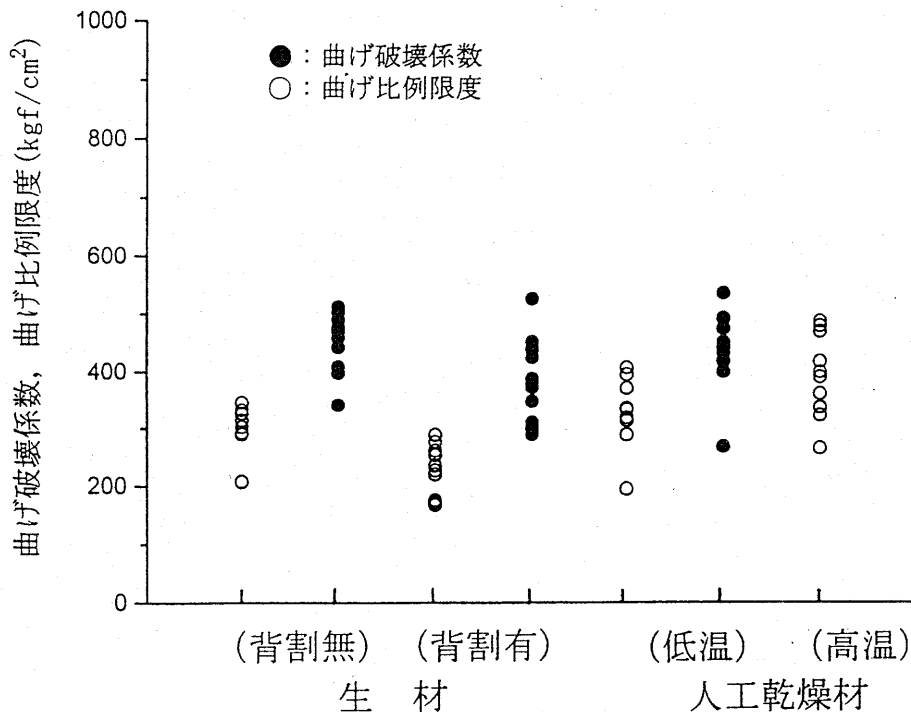
製材直後の平角のヤング係数と乾燥して修正挽きした後のヤング係数により、未乾燥材に対する乾燥材の比を求めた。低温乾燥した材の場合は1.10（標準偏差0.02）で、高温乾燥した材の場合は1.09（標準偏差は0.01）であった。つまり、2つの乾燥条件の違いは乾燥に伴うヤング係数の変化に影響するものではないと考えられる。

1. 曲げ破壊応力に占める塑性領域の変化

ここでは、試験データの数値から曲げ破壊応力に占める比例限度の割合を算出した。生材では、背割り入りの場合が0.63で、背割り無しの場合は0.64であった。乾燥材では、低温乾燥の場合が0.75で、高温乾燥の場合は0.80であった。生材と乾燥材で比較すると、乾燥材の場合の方が大きな値を示している。このことは、乾燥することで曲げ破壊応力全体に占める塑性領域が減少したことを示している。乾燥材について、乾燥条件の違いで比べると、高温乾燥の場合の方が熱の影響を多く受けているようであるが、ここで検討すべき実大材レベルの強度性能には問題ないと思われる。

③強度におよぼす背割りの影響

前述の生材の曲げ破壊応力に占める比例限度の割合では、背割りの有無による違いはほとんどないものとみなせる。また、平角の打撃法により測定したヤング係数と曲げ破壊試験で測定したモーメント一定区間のヤング係数の比についても背割りの有無による差は認められなかった。したがって、ここでは背割りの有無は曲げ強度に影響しないとみなす。



第1図 ヒノキ平角材の曲げ強度性能

#### 4. おわりに

今回は、ヒノキ中径材から心持ち平角を製材し、背割りを入れて、その乾燥性および強度性能を検討した。

乾燥試験では、背割り入りのヒノキ平角の乾燥条件として妥当な乾燥スケジュールが得られた。

強度試験では、平角材の曲げ強度に対する乾燥の効果および背割りの影響を検討した。乾燥することにより曲げ破壊応力に占める塑性領域の割合が幾分減少する程度で、ここでの乾燥条件の違いおよび背割りの有無の影響はほとんどないものとみなせる。ただ、試験体数が少ないので十分な結論は下せない。