

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・河崎弥生・小玉泰義
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つては、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木生産への移行が予想される。

他方、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、その乾燥方法、強度性能などについての試験を実施した。

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. 実験方法

1) ヒノキ平角の木取り

ヒノキ中径材から、横架材用製材品としての平角を木取りした。

丸太は径級が22cm、24cm、26cmのものを供試した。丸太の樹幹部位は二番玉より上部を用いた。

仕上げ寸法180×105mmを想定して、断面寸法は190×115mmとした。強度試験材3000mmと乾燥試験のための試片採取分を考慮して、

第1表 ヒノキ平角の乾燥スケジュール

Step	含水率範囲 (%)	低温 スケジュール		高温 スケジュール	
		乾球 温度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)	乾球 温度 (°C)	乾湿球 温度差 (°C)
1	生 ~ 35	40	1.5	60	1.5
2	35 ~ 30	40	2.5	60	2.5
3	30 ~ 28	45	2.5	65	2.5
4	28 ~ 26	50	3.0	70	3.0
5	26 ~ 24	50	4.0	70	4.0
6	24 ~ 22	55	5.0	75	5.0
7	22 ~ 20	60	7.0	80	7.0
8	20 ~ 18	60	10.0	80	10.0
9	18 ~	65	12.0	85	12.0
10	調 湿	65	5.0	85	4.0

長さは4000mmとした。

2) 乾燥試験

試験材は寸法が 190×115×3500mmで、心持ち、背割り無しとし、木口に銀ニスのコーティングを施した。

蒸気式乾燥により、第1表に示す低温と高温の2通りのスケジュール試験を行った。それぞれのスケジュール試験には試験材を10本ずつ供した。

3) 強度試験

未乾燥材と乾燥材について強度試験を実施した。すなわち、第1グループは未乾燥のままです法仕上げして曲げ破壊試験を行った。第2グループは平角で人工乾燥した後、仕上げ寸法に挽き直して曲げ破壊試験を行った。供試材は各グループ10本ずつとした。なお、供試材の寸法は未乾燥材、乾燥材とも 180×105×3000mm 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曲げ破壊試験は、スパン2700mm、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、本年度は、背割り無し材で、材色を損なわない乾燥方法を検討した。

①乾燥速度

第2表に乾燥条件別の乾燥速度を示す。ここでは、乾燥応力の挙動を考慮して乾湿球温度差の小さいスケジュールとしたため、全体として乾燥速度は小さくなっている。

第2表 乾燥条件別の平均乾燥速度

含水率範囲 (%)	乾燥速度 (%/hr)	
	低温 スケジュール	高温 スケジュール
40 ~ 30	0.072	0.071
30 ~ 25	0.024	0.036
25 ~ 20	0.021	0.044
20 ~ 15	0.022	0.046

第3表 乾燥条件別の所要日数

仕上げ含水率 (%)	所要日数 (日)	
	低温 スケジュール	高温 スケジュール
25	15 ± 1.0	13 ± 1.5
20	25 ± 1.5	18 ± 3.0
15	34 ± 1.5	22 ± 3.0

高温条件下では低温条件下の約2倍の乾燥速度が認められ、乾球温度域20℃の差が乾燥速度に与える影響の度合いを捉えることができた。

②断面寸法と乾燥速度

乾燥速度に対する断面寸法の影響を柱角を対照に比較してみると、幅広面の寸法効果がほぼ1乗で現れているように思われる。すなわち、厚さが同じで幅が異なる材の乾燥速度は、幅寸法の1乗に反比例すると考えられる。

なお、ここでの115×190mmの平角材は115mmの正角材に比べて、同様の乾燥条件下で、7割程度の乾燥速度を示した。

③乾燥日数

第3表に所定の含水率まで乾燥するのに要した日数を示す。

ヒノキといえども、“D15”材を生産するには相当の日数を必要とすることがわかる。

実用的には高温条件が望ましいと思われるが、材の変色を考慮すると問題が残る。

④欠点の発生状況

第4表に乾燥による割れ等の欠点の発生状況を示す。

割れは乾燥中期までほとんど発生しなかったが、最終的には大きな背割り状にまで進展した。

割れの程度は、乾燥条件間であまり差がなかった。

曲がりおよびねじれについては、ねじれがやや大きい方が、両者とも許容範囲内と思われる。

第4表 乾燥による欠点の発生状況

欠点の種類	低温 スケジュール	高温 スケジュール
材面割れ率* (%)	16.6	9.3
木口割れ率* (%)	17.2	21.0
最大曲がり矢高 (mm)	3.0	2.1
最大ねじれ矢高 (mm)	7.9	5.0

(注) 割れ率は材長に対する割れ長さの割合で表す。

⑤変色の状況

第5表には乾燥前後の材表面の色についての測定値を、第6表にはその測定値から算出された値で乾燥による変色の程度を示す。

変色の程度を色差 (ΔE^*) で比較すると、心材では乾燥条件間で大きな差はないが、辺材では高温条件下での場合に大きな変色が生じている。ここでの変色には明度の低下が大きく効いている。ただ、明度については、プレーナーがけ等で材表面を1mm程度削除すれば問題ないことを既に確かめている。したがって、色相として認識される a^* と b^* についてみると、心材、辺材ともに低温条件下よりも高温条件下の方が変化が大きい。この時の変色の方向は黄色化となっている。

第5表 乾燥の前後における材表面の色 (L*a*b* 表色系)

測定部位	測定項目	低温スケジュール		高温スケジュール	
		前	後	前	後
心材	L*	81.45	73.40	81.47	75.46
	a*	5.32	7.39	5.36	6.26
	b*	24.39	25.65	24.53	28.75
辺材	L*	81.21	77.84	79.39	69.84
	a*	3.43	3.89	3.50	7.84
	b*	24.26	25.31	19.00	29.41

第6表 乾燥による材表面の変色 (L*a*b* 表色系における差)

2) ヒノキ平角の強度性能

①ヤング係数

未乾燥試験材 (第1グループ) の丸太および平角の非破壊試験と平角の曲げ破壊試験で得たヤング係数を第1図に示す。また、乾燥試験材 (第2グループ) の丸太および人工乾燥前後の平角の非破壊試験と人工乾燥した平角の曲げ破壊試験

測定部位	測定項目	乾燥スケジュール	
		低温	高温
心材	ΔL^*	- 8.05	- 6.01
	Δa^*	+ 2.07	+ 0.90
	Δb^*	+ 1.26	+ 4.22
	ΔE^*	8.41	7.40
辺材	ΔL^*	- 3.37	- 9.55
	Δa^*	+ 0.46	+ 4.34
	Δb^*	+ 1.05	+10.41
	ΔE^*	3.56	14.78

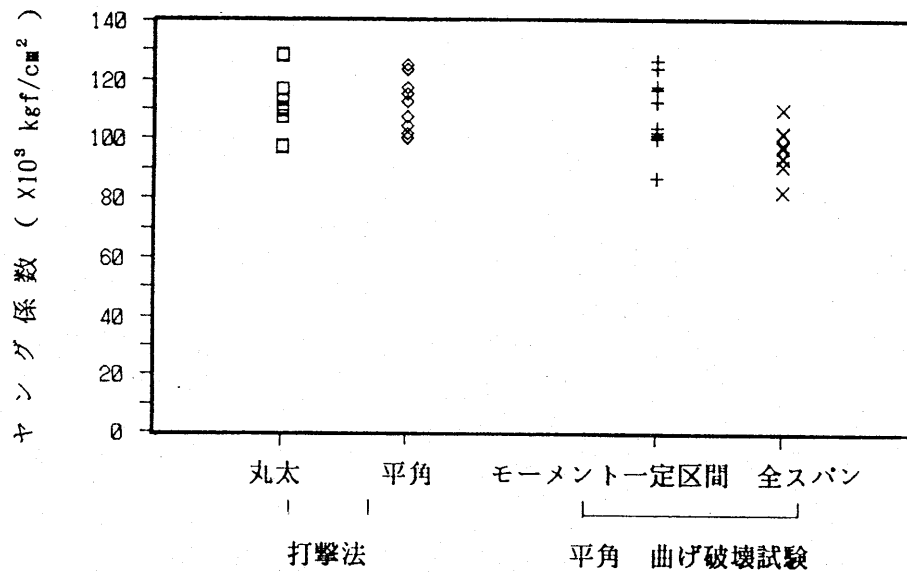
で得たヤング係数を第2図に示す。

第1図、第2図ともに、丸太のヤング係数と平角のヤング係数は近い値を示している。第2図から、平角のヤング係数は乾燥により上昇することが認められる。なお、このときの試験材の平均含水率は、乾燥前が45%、乾燥後が15%であった。

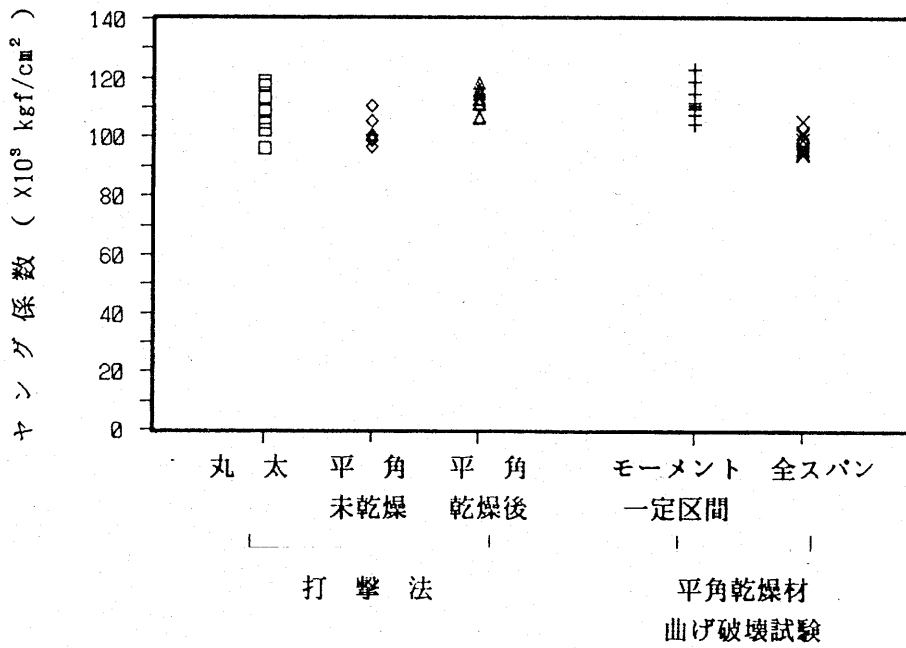
また、第1図、第2図とも曲げ破壊試験で得た全スパンに対するヤング係数はモーメント一定区間のそれに比べて低い値を示している。非破壊試験で得たヤング係数は曲げ破壊試験のモーメント一定区間のそれに近い値を示している。

②曲げ強さ

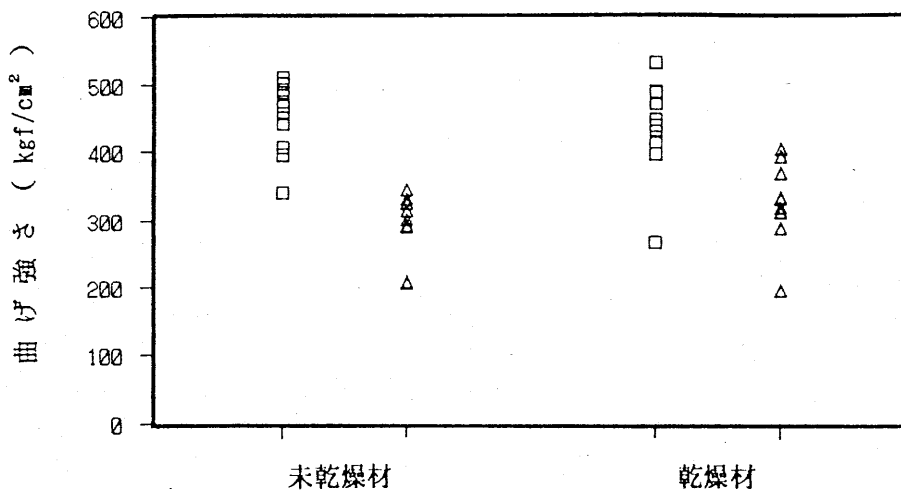
平角の未乾燥材 (第1グループ) および乾燥材 (第2グループ) の曲げ破壊試験の結果を第3図に示す。なお、ここでの試験材は「針葉樹の構造用製材のJAS」の目視等級区分で2級



第1図 未乾燥試験材のヤング係数



第2図 乾燥試験材のヤング係数



第3図 平角の曲げ強さ

□ : 曲げ強さ

△ : 比例限度

あるいは3級に相当するものであった。さらに、未乾燥材と乾燥材の平均含水率はそれぞれ30%、15%であった。

両者の曲げ強さは平均含水率の差に関わらず近似した値を示している。このことについては、グループ間で産地が異なることからそのまま比較することはできない。つまり、丸太のヤング係数で、未乾燥材試験用と乾燥材試験用が同等になるように仕分けしておいて比較すべきであった。

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、背割りを入れないで、その乾燥性および強度性能を検討した。

乾燥試験では、ヒノキ平角の乾燥速度等についていくつかの知見が得られた。しかし、割れの発生状況をみると、当初めざした背割り無し材の乾燥スケジュールの確立には至らなかった。したがって、今後は背割り無し材に拘わらないで、用途により背割りを入れる方向を考慮して、背割り材の乾燥条件の検討を進めたい。

さらに、強度試験では、乾燥材であることの効果を検討するため、丸太時のヤング係数で未乾燥材試験用と乾燥材試験用が同等になるように仕分けして性能の比較を行いたい。