

県産材の高品質乾燥技術の開発(2)

ーカラマツ 7cm 厚平割材の乾燥特性と強度性能ー

吉田孝久, 今井信

カラマツの同一丸太から 4 本の心去り平割材を製材し, A=天然乾燥(ビニールハウス乾燥), B=70°C乾燥, C=90°C乾燥, D=110°C乾燥(高温セットのみ 110°C)を行い, 乾燥特性と強度性能について検討した。調湿処理を行わなかった人工乾燥(B, C, D)では, 高い温度により, 短時間で乾燥するほど仕上がり含水率のバラツキが大きくなり, これを無くすためには, 乾燥後の十分な養生期間が必要であること, または乾燥後の調湿処理が重要であることが示された。乾燥時間を長くした 90°Cと 110°Cの再乾燥試験では, 含水率を 15%以下に上げることができた。

曲げ試験では, どの乾燥方法であっても国交省告示に示された無等級材の基準強度 $26.7\text{N}/\text{mm}^2$ を上回っていた。しかし, 人工乾燥材は天然乾燥材に比べ, やや曲げ強さが低下する傾向がうかがわれた。ブロックせん断試験では, どの乾燥条件であっても, せん断強度の平均値は木材工業ハンドブック¹⁾に示されたカラマツ無欠点材のせん断強度 $8.0\text{N}/\text{mm}^2$ を上回っていた。

キーワード: カラマツ, 平割材, 乾燥温度, 曲げ強度, せん断強度

1 はじめに

現在, 針葉樹の心持ち柱材や桁材の乾燥は, 樹種を問わず高温セット処理を乾燥前処理として, 乾燥スケジュールに採用する方法が広く用いられている。一方で, 長時間の高温で乾燥することによる強度性能の低下を懸念する声も聞かれる。高温で乾燥することによる熟劣化は樹種的な特性があり, 例えば, せん断強度においてはスギ, カラマツ, ヒバ, トドマツが, 縦圧縮強度はトドマツが, 曲げ強度においてはカラマツが強度低下を示している²⁾。

なぜ熟劣化を起こすのか, なぜ樹種別に影響が違うのか, 理論的な解明が待たれるところではあるが, 現時点においては, 熟劣化を最小限に留め, より強度的に安全な乾燥スケジュールを提案していかなくてはならないと考える。

本研究では, カラマツ平割材の乾燥において, どの程度の乾燥温度や乾燥時間が適当であるのかを, 仕上がり含水率や狂い・割れ等の乾燥特性の視点からと, 曲げ, せん断等の強度性能の視点の両面から検討した。

なお, 本研究は国交課題「県産材の高品質乾燥技術の開発(平成 21~25 年)」により実施した。

2 試験の方法

2.1 供試材と乾燥方法

長野県産の 4m カラマツ丸太($\phi 22.0\sim 24.8\text{cm}$)を 20 本準備し, 動的ヤング係数を測定した。1本の丸太から

図-1の木取りにより 4体の平割材を製材し, 4グループ(A~D)各 20体の試験材を得た。

木取りは位置取りが偏らないよう, 末元を考慮し丸太毎に A, B, C, D をローテーションさせて採材した。

製材寸法は, $70\times 145\times 2000\text{mm}$ で各グループ(乾燥条件)の試験体数は 20 体とした。

乾燥条件は, 目標含水率を 15%とし, 条件 A=天然乾燥(ビニールハウス内で乾燥; 3 か月間)(写真-1), 条件 B=70°C乾燥, 条件 C=90°C乾燥, 条件 D=110°C乾燥(高温セットのみ 110°C後 90°C)とした(写真-2)。

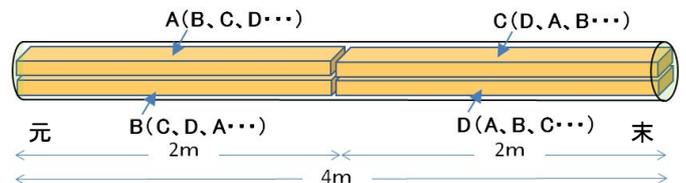


図-1 4条件の試験材の木取り
A: 天然乾燥用, B: 70°C乾燥用
C: 90°C乾燥用, D: 110°C乾燥用



写真-1 ビニールハウス内での天然乾燥・養生の様子(A)



写真-2 蒸気式乾燥 棧積みの様子(B, C, D)

乾燥前の寸法, 重量, 動的ヤング係数, 含水率計による含水率 (以下, 含水率計含水率) を測定した後に, 天然乾燥はビニールハウス内で行い, 人工乾燥は図-2に示す乾燥スケジュールで, 当センターの蒸気式高温乾燥機 (写真-2) により行った。乾燥終了後, 寸法, 重量, 含水率計含水率, 材面割れの測定を行い, その後, 全乾燥材をビニールハウス内で5か月間養生した (写真-1)。養生後に再度, 寸法, 重量, 含水率計含水率, 材面割れを測定し, さらに, ねじれ, カップの測定を行った。測定を終了した材は, 長さ 1200mm の曲げ強度試験材を採取し, この時, 全乾法による含水率 (以下, 全乾法含水率) 測定用試験片を切り出し含水率を測定した。

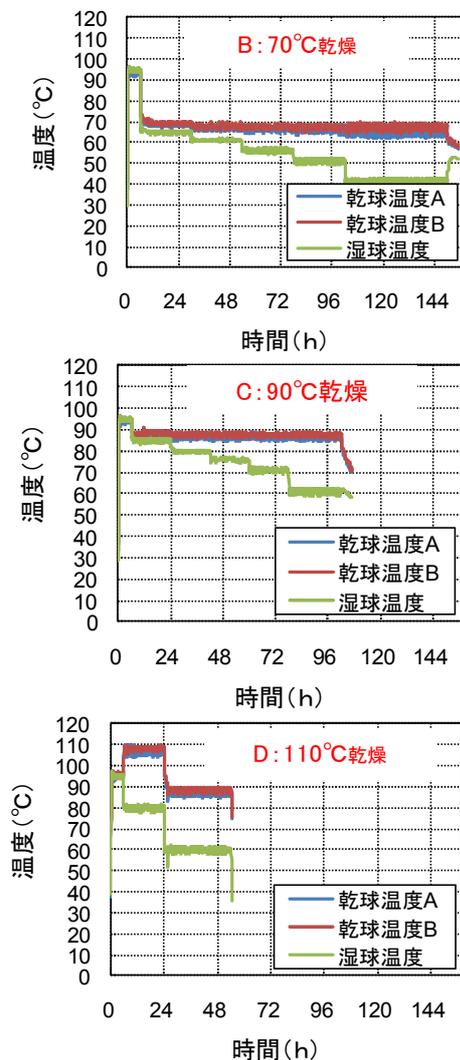


図-2 7cm 平割材の乾燥スケジュール (記録表)

2.2 強度試験

2.2.1 曲げ試験

乾燥・養生を終了した材は, 曲げ試験を行うためモルダーにより断面 60×120mm に仕上げた。曲げ試験条件は, 下部スパン 1080mm, 上部スパン 360mm の3等分点4点荷重方式により, 全試験体を木裏加重とし, 載

荷速度は 10mm/min で実施した (写真-3)。また, 変位計は試験材上部中央位置に設置した。

2.2.2 セン断試験

乾燥条件別に曲げ試験の非破壊部からせん断試験体を作製した。せん断試験体は, 図-3のとおり繊維方向に40mm のブロックを切り出し, そこから二つのブロックせん断試験体 (Aブロック, Bブロック) を作製した。図中の①と②及び③と④は一つの試験体ブロックとし, ①②③④のそれぞれの部分でせん断試験を実施した。

Aブロックは, せん断面が板目の試験体であり, 髓に近い部分①と髓から遠い部分②とした。また, Bブロックは, せん断面が柎目あるいは追柎の試験体であり, 髓に比較的近い部分③と髓から最も遠い部分④とした。

ブロックせん断試験の様子を写真-4に示す。載荷速度は 1mm/min で実施した。

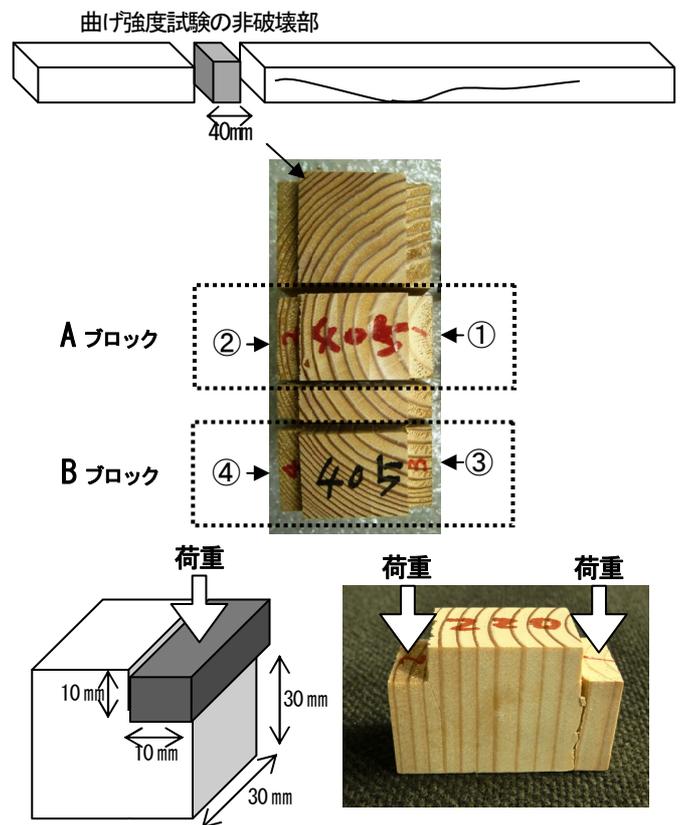


図-3 ブロックせん断試験体の作製



写真-3 曲げ試験の様子

写真-4 ブロックせん断試験の様子

3 結果と考察

3.1 乾燥試験

乾燥条件別の形質変化を表-1 に示した。

3.1.1 仕上がり含水率

乾燥前の初期含水率は、乾燥方法別に差は無く、平均で 41%程度であった。乾燥方法別の最小値～最大値は、天然乾燥が 36～48%、70℃乾燥が 38～56%、90℃乾燥が 35～50%、110℃乾燥が 35～55%の範囲であった。

乾燥方法別に乾燥後と 5 か月養生後の全乾法含水率の平均値を図-4 に示した。

乾燥後の全乾法含水率の平均は、ビニールハウス内での天然乾燥(3か月後)が 14.1%、70℃乾燥が 17.1%、90℃乾燥が 16.6%、110℃乾燥が 20.2%であった。

人工乾燥材の仕上がり含水率は天然乾燥材に比べて高く、天然乾燥の含水率と同程度とするには、さらに 1～2 日程度の乾燥時間の延長が必要であった。

全乾密度と乾燥後の仕上がり含水率との関係を見ると(図-5)、両者には天然乾燥、人工乾燥それぞれで相関が見られ、全乾密度の高い材は乾燥が遅い傾向にあった。このため、乾燥時間が天然乾燥より短い人工乾燥では、全乾密度による乾燥速度の差が的確に仕上がり含水率に反映し、バラツキが大きくなったと思われる。

乾燥後の含水率のバラツキを変動係数でみると(図-6)、天然乾燥材は3か月間の乾燥で含水率のバラツキは初期含水率のバラツキに比べて低下し、その後の2か月間でさらに低下した。これに対し人工乾燥3条件の乾燥材では、高い温度で乾燥するほど(短時間で乾燥するほど)乾燥後の含水率のバラツキが大きくなった。

実際の乾燥材生産の中ではこのバラツキを少なくするため、通常は乾燥機内で調湿処理を行い含水率の均一化(イコーライジング)を図るが、今回の試験では5か月間の養生期間をおくことで調湿処理の代用とした。その結果、養生5か月後には乾燥後のバラツキは低下した。しかし、天然乾燥までの含水率の均一化は図れなかった。これらの結果より、調湿処理を行わない人工乾燥では仕上がり含水率にバラツキが大きく生じ、これを解消するには十分な乾燥と十分な養生期間が必要であることが確認できた。

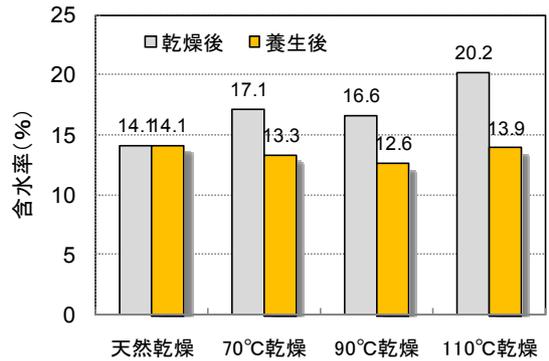


図-4 乾燥方法別の仕上がり含水率(全乾法)

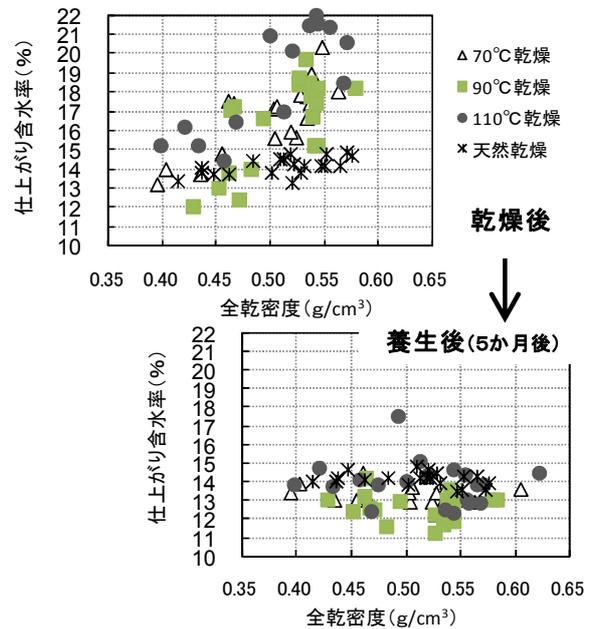


図-5 全乾密度と乾燥後含水率の関係

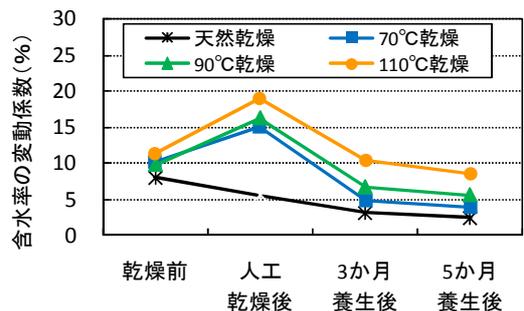


図-6 含水率のバラツキ(変動係数)の変化

表-1 各乾燥における形質変化(平均値)

	乾燥前					乾燥後(天然乾燥は3か月)					養生後(天然乾燥は引き続き2か月間の養生、人工乾燥は5か月間の養生)						
	初期含水率 (%)	含水率 (%)	乾燥月or日数	幅収縮率 (%)	厚収縮率 (%)	含水率 (%)	幅収縮率 (%)	厚収縮率 (%)	ねじれ (mm/2m)	幅ぞり (mm/12cm)	全乾密度 (g/cm³)	材面割れの試験材					
天然乾燥	40.8	14.1	3か月	3.21	3.48	14.1	3.24	3.57	7.1	1.07	0.510	6本					
70℃乾燥	41.6	17.1	6.3日	2.27	3.16	13.3	3.28	3.81	7.3	0.94	0.504	7本					
90℃乾燥	41.8	16.6	4.3日	2.47	2.91	12.6	3.43	3.96	7.0	1.01	0.513	3本					
110℃乾燥	42.5	20.2	2.3日	1.86	2.18	13.9	2.90	3.37	5.1	0.69	0.515	0本					

※材面割れの内、髓割れが天然乾燥に2本、90℃乾燥に1本

3.1.2 収縮率

乾燥方法別による収縮率を図-7に示した。

養生5か月後の収縮率は、平均でほぼ3~4%であった。また、予想外に幅方向(広い面)は厚さ方向(狭い材面)よりも収縮率が小さかった。これは、試験に供した平割材の狭い面が、製材時の髓のズレにより厚さ方向に板目面が多く表れたことが原因したと思われる。

図-8に含水率と収縮率の関係を示した。本来、両者は繊維飽和点以下ではほぼ反比例の関係にあり、これをよく表していたのは木目がほぼ同様(板目)であった図-8の左上図の幅方向の収縮であった。

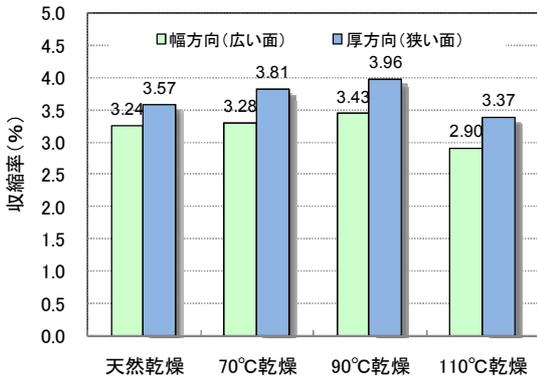


図-7 5か月養生後の収縮率 (平均値)

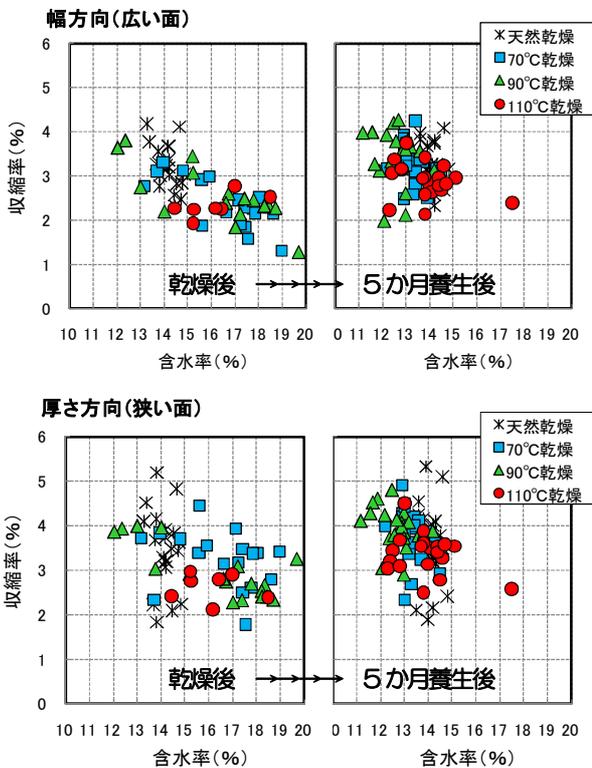


図-8 含水率と収縮率との関係
上2図：幅方向(広い面)での収縮率
下2図：厚方向(狭い面)での収縮率

3.1.3 材面割れ

乾燥による材面割れはどの乾燥方法においても発生は少なかった。天然乾燥では6体(うち2体は髓を含む割れ)、70°C乾燥では7体、90°C乾燥では3体(うち1体は髓を含む割れ)の材に材面割れが発生した。110°C乾燥では材面割れは発生せず、高温で乾燥するほど材面割れが少なくなる傾向がうかがわれた。

3.1.4 狂いと材色

表-2に5か月養生後のねじれとカップの発生量を示した。また、図-9にこれらの平均値を示した。ねじれ、カップともに個体間のバラツキは大きい、110°C乾燥は、ねじれ、カップともに他の乾燥よりもその発生量は少なかった。

木口側から見たねじれの様子を写真-5に、またモルダ一仕上げ後の材色の様子を写真-6に示した。モルダ一仕上げ後の乾燥方法別材色の違いは明確ではなかった。

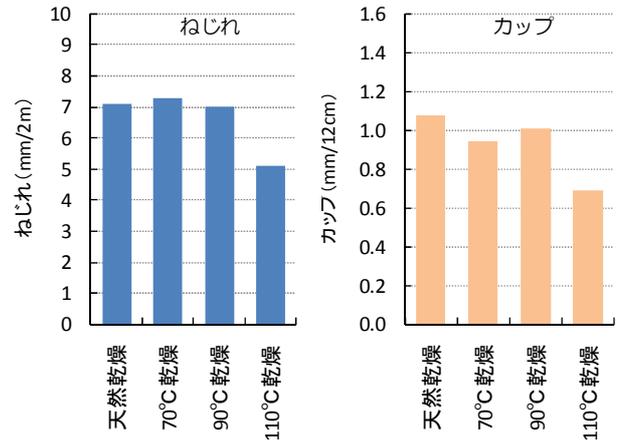


図-9 5か月養生後の狂い発生量 (平均値)

表-2 5か月養生後の狂い発生

		(ねじれmm/2m)、カップmm/12cm)			
		天然乾燥	70°C乾燥	90°C乾燥	110°C乾燥
ねじれ	平均値	7.1	7.3	7.0	5.1
	標準偏差	5.4	6.9	3.6	3.8
	最小値	0	0	0	0
	最大値	25	33	13	14
カップ	平均値	1.07	0.94	1.01	0.69
	標準偏差	0.36	0.26	0.27	0.27
	最小値	1.72	1.62	1.29	1.17
	最大値	0.47	0.56	0.06	0.31

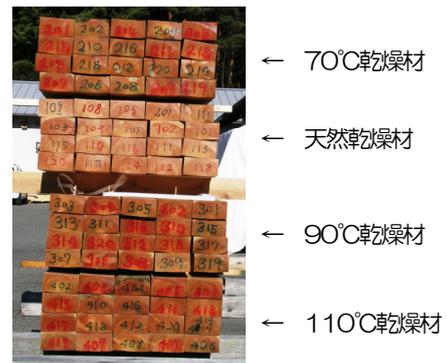


写真-5 5か月養生後の木口方向から見たねじれの様子



写真-6 乾燥方法別の材色の違い
(モルダーク仕上げ後の材色の違いは明確でない)

3.2 強度試験の結果

3.2.1 丸太と平割材の動的ヤング係数

供試丸太の動的ヤング係数の平均値は 10.73kN/mm²、(8.95kN/mm²～14.29kN/mm²)であった。

1本の丸太の動的ヤング係数とそこから製材された4本の平割材(図-1参照)の動的ヤング係数の平均値の関係を図-10に示した。両者には相関がみられ、丸太の動的ヤング係数を測定することで、そこから製材される材のヤング係数をある程度推測できることが示唆された。

平割材の乾燥前の動的ヤング係数は平均で、天然乾燥用が 10.60kN/mm²、70°C乾燥用が 10.46kN/mm²、90°C乾燥用が 10.91kN/mm²、110°C乾燥用が 10.96kN/mm²であった。

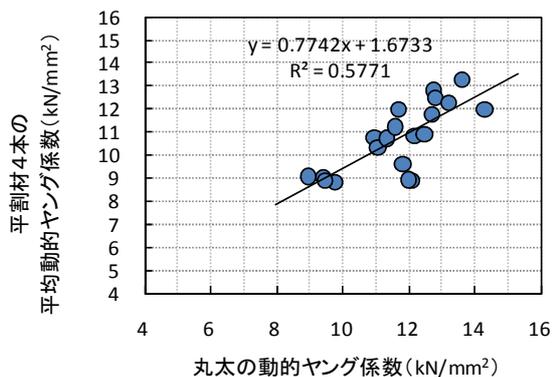


図-10 丸太の動的ヤング係数とそこから製材された4本の平割材の動的ヤング係数平均値の関係

3.2.2 曲げ強度試験

曲げ強度試験の結果を表-3と図-11に示した。

乾燥を終了した材の曲げヤング係数の平均は、天然乾燥が 12.18kN/mm²、70°C乾燥が 12.08kN/mm²、90°C乾燥が 12.50kN/mm²、110°C乾燥が 12.09kN/mm²であり、乾燥方法別に曲げヤング係数の差は無かった。

曲げ強さは、天然乾燥が 69.3N/mm²、70°C乾燥が

63.6N/mm²、90°C乾燥が 63.9N/mm²、110°C乾燥が 59.7N/mm²であり、試験材全てにおいて、カラマツ無等級材の基準強度 26.7 N/mm²を上回った。

各乾燥の多重比較では平均値に差は認められなかったが、個々の比較の結果、天然乾燥と 110°C乾燥との間には有意差が認められた(スチューデントの t 検定: p < 0.05)。

図-12に曲げヤング係数と曲げ強さの関係を示した。

図中に示した近似式における係数は、天然乾燥 > 70°C乾燥 > 90°C乾燥 > 110°C乾燥の順であり、乾燥温度が高くなるほど曲げ強さが低下する傾向がうかがわれた。

曲げ破壊は節からの破壊がほとんどであり、70°C乾燥で最も曲げ強さが低い材(図中の矢印)には、加重点間(中央 1/3 区間)の下部材縁に大きな節が存在していた(図中写真及び矢印)。

曲げ強度試験を実施した材の水分傾斜を調べた結果を図-13に示したが、大きな水分傾斜は無かった。

表-3 曲げ強度試験結果

曲げヤング係数 (kN/mm ²)				
	天然乾燥	70°C乾燥	90°C乾燥	110°C乾燥
平均値	12.18	12.09	12.50	12.09
標準偏差	1.66	1.54	1.88	1.74
最小値	9.31	9.68	9.72	9.76
最大値	14.75	14.79	15.81	15.08
試験体数	20	20	20	20
曲げ強さ (N/mm ²)				
	天然乾燥	70°C乾燥	90°C乾燥	110°C乾燥
平均値	69.3	63.6	63.9	59.7
標準偏差	15.9	11.7	14.2	13.6
最小値	42.9	41.8	39.2	33.8
最大値	96.0	82.8	84.9	79.3
試験体数	20	20	20	20

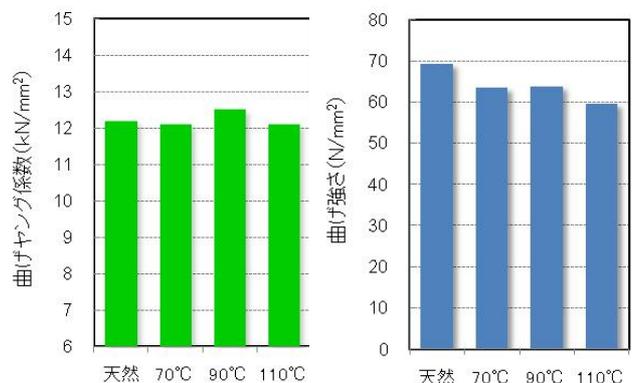


図-11 曲げ強度試験結果

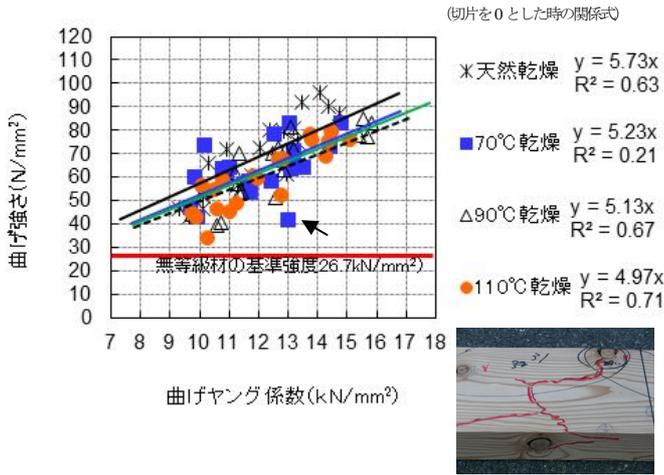


図-12 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

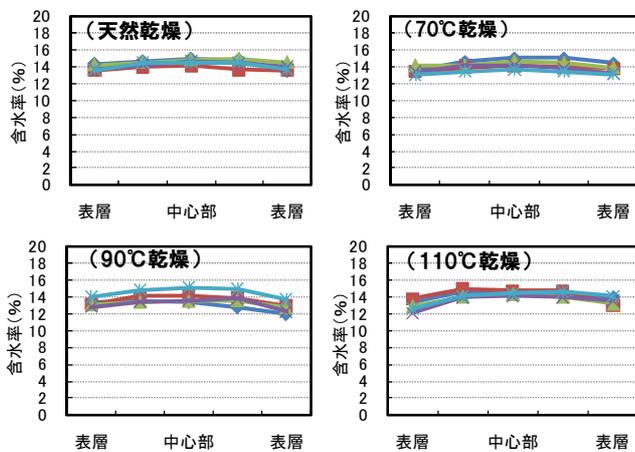


図-13 曲げ強度試験材の水分傾斜

3.2.3 ブロックせん断試験

試験の結果を表-4に示した。また、乾燥温度別のせん断強度を図-14に、板目面と柾目面のせん断強度の違いを図-15に示した。

どの乾燥条件であっても、せん断強度の平均値は木材工業ハンドブックに示されているカラマツ無欠点材のせん断強度 8.0N/mm²を上回っていた。

板目面と柾目面でのせん断強度の平均値を比較すると、柾目面は板目面よりも 15~25%ほど高いせん断強度を示した(図-14, 図-15)。

乾燥温度別に平均値を比較すると、特に柾目試験体で乾燥温度が高くなればややせん断強度が低下する傾向が見られるが、平均値の差の検定を行った結果では、天然乾燥材と 110°C乾燥材の間には有意な差は認められなかった(スチューデントの t 検定: $p > 0.05$)。

次に木表側と木裏側のせん断強度結果についてみると、同じ材において、木表側から採取したブロック②と木裏側から採取したブロック①(図-3参照)の試験結果では、木表側に比べて木裏側の方が強い傾向にあった。

この結果は、前述した柾目面が板目面より強かった結果から判断して、木裏側①、木表側②ともに板目面であるが、木裏側①は木表側②より柾目面に近い木取りとなったためと思われる。

木表側②より木裏側①が強かった試験体の数は、天然乾燥では 20 体中 16 体が、70°C乾燥では 20 体中 14 体が、90°C乾燥では 20 体中 18 体が、110°C乾燥では 20 体中 14 体であり、どの乾燥温度条件においても木表側より木裏側のブロックの方が平均して高い値を示した。

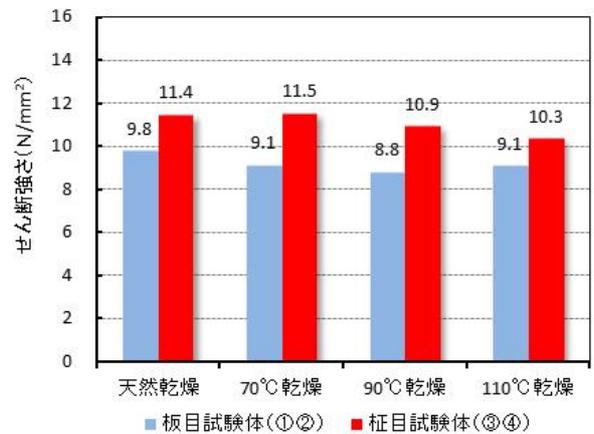


図-14 乾燥温度別せん断強度

表-4 せん断試験の結果

(N/mm²)

	天然乾燥				70°C乾燥				90°C乾燥				110°C乾燥			
	板目試験体		柾目試験体		板目試験体		柾目試験体		板目試験体		柾目試験体		板目試験体		柾目試験体	
	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
平均値	10.4	9.1	11.4	11.5	9.6	8.6	11.5	11.5	9.8	7.8	11.3	10.6	9.6	8.6	10.6	10.1
標準偏差	1.7	1.6	1.7	1.6	1.8	2.0	1.9	1.3	1.6	1.5	1.1	1.7	1.2	1.7	1.5	1.5
変動係数	16.3	17.6	14.9	13.9	18.8	23.3	16.5	11.3	16.3	19.2	9.7	16.0	12.5	19.8	14.2	14.9
最小値	7.8	6.4	7.8	9.0	5.4	5.2	9.0	8.9	6.3	5.3	9.2	6.7	7.8	5.4	8.2	8.4
最大値	15.1	13.1	14.2	13.8	13.0	13.3	14.7	13.9	12.4	11.2	13.0	12.7	13.2	11.7	13.9	13.7
試験体数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

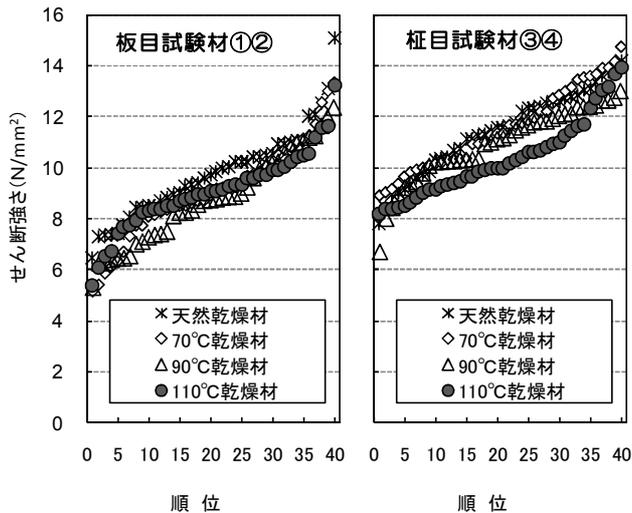


図-15 板目と柁目のせん断強度の順位化

表-5 再試験の乾燥スケジュール

110°C乾燥(再)			90°C乾燥(再)		
時間(h)	乾球温度(°C)	湿球温度(°C)	時間(h)	乾球温度(°C)	湿球温度(°C)
6	95	95	6	95	95
66	110	80	18	90	85
			18	90	80
			18	90	75
			24	90	70
			60	90	60
4日			6日		

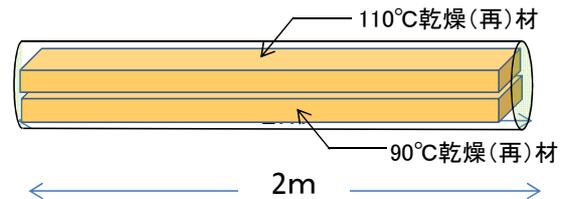


図-16 再試験用平割材の木取り

4 90°C乾燥と110°C乾燥の再試験

今回の試験において、110°C乾燥ではVI時間の蒸煮後、110°Cの高温セットが18時間、その後の90°C乾燥が30時間という乾燥スケジュールを採用したが、この乾燥スケジュールでは仕上がり含水率が平均で20.2%であり、目標含水率15%よりも高い仕上がりであった。また、90°C乾燥においてもその仕上がり含水率の平均は16.6%であり目標の15%に達しなかった。

このため、カラマツ平割材のさらなる適正な乾燥スケジュールを確立するための一資料とするため再試験を実施した。併せて曲げ強度試験も実施した。

4.1 再試験の方法

再試験として採用した乾燥スケジュールは、110°C乾燥(再)が、6時間の蒸煮後、110°Cの高温乾燥を66時間行ない、計4日間の乾燥とした。また、90°C乾燥(再)は、温湿度変化を前回の乾燥スケジュールと同様とし、末期の温湿度条件(乾球温度/湿球温度)90°C/70°Cを18時間から24時間に、90°C/60°Cを24時間から60時間にそれぞれ延長し計144時間=6日間の乾燥とした。

供試材はカラマツ2mの丸太を20本準備し、そこから髓を中心に左右2本の平割材(70×145×2000mm)

を製材し、一方を110°C乾燥(再)、もう一方を90°C乾燥(再)とした(図-16)。

4.2 乾燥試験の結果

乾燥した結果を表-6に示した。

110°C乾燥(再)の仕上がり含水率は平均値で11.1%、90°C乾燥(再)では12.3%となり、目標含水率15%を下回った。また、仕上がり含水率が低かったためかバラツキも小さかった。しかし、今回の仕上がり含水率についてさらに検討してみると、前回、乾燥速度に影響を及ぼした全乾密度に着目すると、前回の供試材が0.51g/cm³であったのと比較して今回は0.47g/cm³と低く、前回より今回の方が乾燥速度が速かったものと推測される。従って、前回と同じ程度の全乾密度の材であれば、今回の仕上がり含水率はこれよりもやや高かったのではないかと思われた。

今後、平割材に限らずカラマツの乾燥に当っては、乾燥する材の全乾密度に応じて乾燥時間を調整する必要があると思われる。

収縮率は、前回と同様に厚さ方向の収縮率は幅方向の収縮率よりも大きく3~4%の値であった。

表-6 再試験の乾燥結果

	90°C乾燥(再)						110°C乾燥(再)					
	乾燥前		乾燥後				乾燥前		乾燥後			
	初期含水率(%)	含水率(%)	幅収縮率(%)	厚さ収縮率(%)	幅ぞり(mm/12cm)	全乾密度(g/cm³)	初期含水率(%)	含水率(%)	幅収縮率(%)	厚さ収縮率(%)	幅ぞり(mm/12cm)	全乾密度(g/cm³)
平均値	39.9	12.3	3.52	4.43	0.86	0.477	39.7	11.1	3.46	3.87	0.90	0.471
標準偏差	3.9	1.8	0.62	0.74	0.44	0.032	4.1	3.1	0.76	0.70	0.63	0.046
最小値	34.6	9.2	2.32	2.98	0.03	0.420	32.1	6.5	2.04	2.62	0.07	0.420
最大値	48.9	16.3	4.67	5.51	1.63	0.539	47.9	19.5	4.90	4.90	2.06	0.554
試験体数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

4.3 曲げ強度試験の結果

乾燥の再試験を行った90℃乾燥材と110℃乾燥材の曲げ強度試験の結果を表-7と図-17に、曲げヤング係数と曲げ強さの関係を図-18に示した。

表-7 再乾燥材の曲げ強度試験の結果

曲げヤング係数 (kN/mm ²)		
	90℃乾燥	110℃乾燥
平均値	11.34	11.68
標準偏差	1.57	1.99
最小値	8.43	8.75
最大値	15.28	15.57
試験体数	20	20
曲げ強さ (N/mm ²)		
	90℃乾燥	110℃乾燥
平均値	63.0	59.2
標準偏差	12.2	13.0
最小値	39.3	35.1
最大値	89.7	79.4
試験体数	20	20

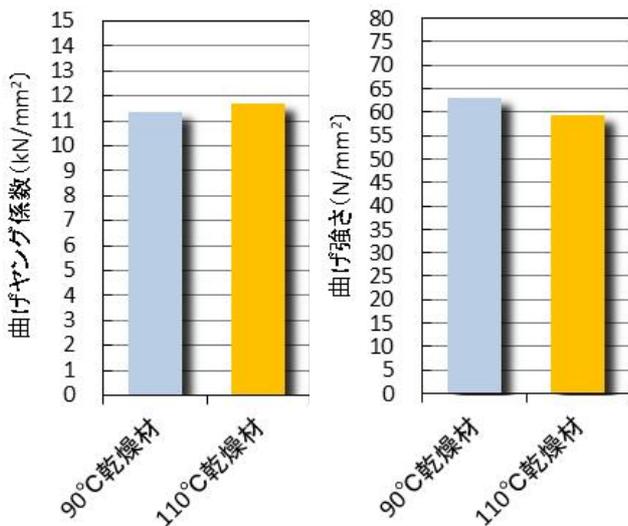


図-17 90℃乾燥材と110℃乾燥材の強度比較

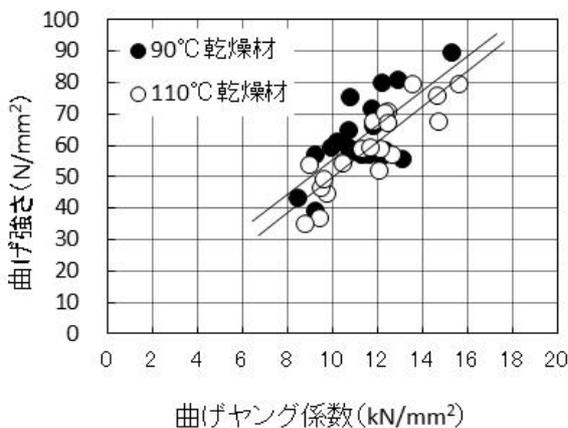


図-18 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

90℃乾燥材と110℃乾燥材に曲げヤング係数の差はなく、曲げ強さにおいても、平均値の差の検定を行った結果、有意な差は認められなかった(スチューデントのt検定: $p > 0.05$)。

4 まとめ

カラマツ平割材を天然乾燥、70℃乾燥、90℃乾燥、110℃乾燥により乾燥し、乾燥特性と強度特性を検討した。その結果、

- 1) 乾燥後の含水率の平均は、3か月間の天然乾燥が14.1%、6.25日間の70℃乾燥が17.1%、4.25日間の90℃乾燥が16.6%、2.25日間の110℃乾燥が20.2%であった。
- 2) 乾燥時間を延長した乾燥スケジュールで乾燥した結果は、5.25日間の90℃乾燥が12.3%、終始110℃乾燥を2.25日間実施した乾燥が11.1%であった。
- 3) 人工乾燥(70℃乾燥、90℃乾燥、110℃乾燥)では、乾燥後の含水率のバラツキが多く、高い温度により短時間で乾燥するほどバラツキが大きくなった。
- 4) 乾燥後5か月の養生でバラツキはかなり減少した。
- 5) 全乾密度の高い材は、乾き難い(乾燥速度が遅い)傾向にあった。
- 6) 曲げ試験では、どの乾燥方法であっても建築基準法に示された基準強度26.7N/mm²を上回っていた。
- 7) 人工乾燥材は天然乾燥材に比べ、やや曲げ強さが低下する傾向が見られた。
- 8) 天然乾燥材と110℃乾燥材との間には曲げ強さの平均値に差が認められた。
- 9) ブロックせん断試験では、どの乾燥条件であっても、せん断強さの平均値は木材工業ハンドブックに示されているカラマツ無欠点材のせん断強さ8.0N/mm²を上回っていた。
- 10) 柾目面のせん断強さは板目面のせん断強さよりも15~25%ほど高い値を示した。
- 11) 天然乾燥材と110℃乾燥材の間にはせん断強さの平均値に差は認められなかった。
- 12) 再試験では、カラマツ平割材の乾燥は90℃乾燥で6日間、110℃乾燥で4日間の乾燥により平均仕上がり含水率12%の乾燥が可能であった。

参考文献

- 1) 木材工業ハンドブック(改訂4版:丸善) P194-195
- 2) 石川県林業試験場 石川ウッドセンター「安全・安心な乾燥材生産・利用マニュアル」平成24年3月