

スギ心去り構造用製材等の品質に関する研究

- 心去り正角材の曲がり抑制 (第2報) -

令和4年度～令和7年度

木材チーム 古曳 博也

1. 目 的

大分県では10 齢級以上のスギ人工林面積が約7割を占めており、大径材の搬出量は増加傾向にある。林業研究部では、大径材から複数本製材される心去り正角材の利用を促進することを目的に、令和元年度から、製材位置ごとの材質や強度等の状況把握試験を行ってきた^{1)～3)}。令和4年度からは、品質基準等⁴⁾に適合した製材品を生産するために、製材直後に発生する長さ方向の曲がり、人工乾燥時に矯正し抑制する課題に取り組んでいる。令和4年度は、供試材を水平に配置した場合の矯正について報告した⁵⁾。今回は、供試材の木口面を斜方形に配置（以下、斜方形と記す）した場合の矯正について報告する。

2. 試験方法

1) 供試材

1本の大径材から断面寸法103mm 角、長さ4mの正角材9本を製材した製材品（以下、9丁取り正角材と記す）27本（丸太3本分）を、大分県日田市の製材所より調達した。図-1に9丁取り正角材の模式図を示す。乾燥前に、寸法、重量、含水率、材長方向に沿う内曲面の最大矢高（以下、曲がりと記す）及び縦振動ヤング係数（以下、 E_{tr} と記す）を測定した。含水率測定は、高周波容量式木材水分計（HM-520、株式会社ケツト科学研究所）を、縦振動周波数の測定は、FFTシグナルアナライザー（SA-77、リオン株式会社）を用いた。

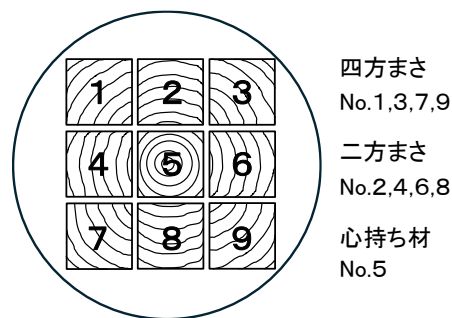


図-1 9丁取り正角材の模式図

2) 9丁取り正角材の曲がり抑制試験

人工乾燥時に、供試材を水平に配置した場合または供試材を斜方形に配置した場合の2種の曲がり抑制試験を実施した。供試材の配置条件及び本数を表-1に、配置の模式図を図-2に示す。

表-1 供試材の配置条件及び本数

配置位置	供試材の 配置方法	加力方向	供試材本数			ダミー材※
			心去り		心持ち	
			四方まさ (本)	二方まさ (本)		
6 段目 5 段目 4 段目 3 段目	斜方形	4 面	6	6	2	－
2 段目 1 段目	水平	垂直	3	3	0	1
		水平＋垂直	3	3	1	－

※ 配置を揃えるため、2 段目には同寸法のダミーを1本配置した

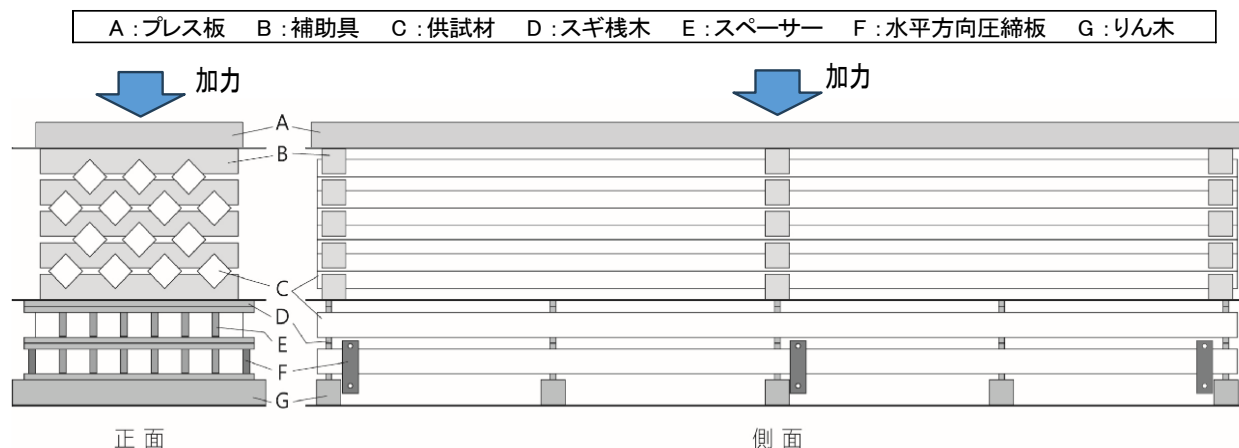


図-2 供試材配置の模式図

(1) 曲がり抑制試験の乾燥スケジュール

乾燥には、多機能木材乾燥機（商品名ハイブリッドドライヤー、HTDM-182248-8 型、株式会社ヤスジマ）を用いた。表-2 に乾燥スケジュールを示す。乾燥終了後に再び、寸法、重量、含水率、曲がり及び E_{tr} を測定し乾燥前後の変化を調べた。

表-2 曲がり抑制試験の乾燥スケジュール

工 程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	処理時間 (h)
蒸煮	90	90	8
中温乾燥	90	60	168
降温	30	20	12

(2) 供試材を水平に配置した場合の矯正

図-2 の下部1段目と2段目に図示したとおり、令和4年度と同様な方法⁵⁾で供試材を配置し試験を実施した。曲がりの最も大きな面を下向きに供試材を置き、断面寸法 25 mm 正角、長さ 1,000 mm のスギ栈木を材長方向約 1 m 間隔に配置した。水平方向について、等間隔の隙間を設けるために断面寸法 30 mm 正角、長さ 85 mm のスギ角材（スペーサー）を両木口付近及び材長中央部の3か所の位置に挿入した。さらに1段目は、両側に圧縮板を当ててボルトで締め水平方向を圧縮した。垂直方向はプレス板で 18.4 kN 加力した。

(3) 供試材を斜方形に配置した場合の矯正

図-2 の下部から3～6段目に図示した方法で供試材を斜方形に配置し、試験を実施した。写真-1 に示すような断面寸法 105 mm 正角のヒノキ材を深さ 60 mm のV字形状に溝加工した曲がり矯正治具（以下、補助具と記す）を、両木口付近及び材長中央部の3か所の位置に配置し、曲がりの最も大きな面を下向きにして供試材を置いた。垂直方向はプレス板で 18.4 kN 加力した。



写真-1 補助具

3. 結果及び考察

1) 供試材の乾燥前後の含水率

乾燥前後の測定結果を表-3に示す。含水率の平均は、乾燥前が水平配置 57.9%、斜方形配置 69.4%で、乾燥後は水平配置 8.9%、斜方形配置 10.6%だった。全供試材の乾燥後の含水率は 8.5～17.4%を示しており、20%以下に乾燥していることが確認できた。

表-3 9丁取り正角材の乾燥前後の測定結果

供試材の配置方法		水 平							斜 方 形						
		幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E _{fr} (GPa)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	重量 (kg)	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	E _{fr} (GPa)
乾燥前	平均	103.15	103.23	4022	20.62	482	58.0	5.72	103.45	102.77	4022	24.76	578	69.4	5.86
	最大	104.67	104.59	4023	25.99	603	73.0	6.95	104.61	104.47	4023	34.11	785	97.9	6.43
	最小	100.93	101.35	4021	17.71	420	45.5	4.36	102.53	101.91	4021	18.81	446	51.8	4.82
	標準偏差	1.02	0.92	1	2.70	64	9.0	0.77	0.58	0.75	1	4.98	111	16.0	0.47
乾燥後	平均	98.87	99.84	4014	13.17	332	8.9	6.70	99.77	99.76	4018	15.07	376	10.6	6.40
	最大	100.47	102.35	4019	15.08	373	10.4	7.94	102.54	101.41	4021	18.28	438	17.4	7.45
	最小	97.27	97.58	4005	11.99	304	8.5	5.43	97.16	97.70	4013	13.17	336	8.6	4.86
	標準偏差	1.03	1.28	4	0.90	20	0.5	0.85	1.27	0.88	2	1.52	32	2.4	0.64

2) 9丁取り正角材の曲がり抑制

(1) 供試材を水平に配置した場合の矯正

乾燥前後の曲がりの変化を図-3に示す。図中の断面形状は、供試材配置時の年輪の状態を示しており、数値は4面の曲がりの平均値である。乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果を表-4に示す。垂直方向は、上からの加力により下側木表面の曲がりが大きく減少した。乾燥前に8mm超で2級相当であった曲がりは、乾燥後には8mm以下の1級相当に改善された。上側木裏面の曲がりは増す傾向を示したが、概ね1級相当に留まった。水平方向は、加力の有無に関わらず、側面の曲がりが増す傾向を示した。乾燥前にボルト締めをした1段目は、乾燥に伴う供試材の収縮により、乾燥後には圧縮板と供試材の間に隙間が生じたため、結果的にボルト締めをしていない2段目と同様な傾向を示した。一部では、乾燥前に8mm以下の1級相当であった曲がりが、乾燥後に8mm超の2級相当になったものも見られた。材全体の等級区分では、四方まさ及び二方まさとも1段目の水平方向及び垂直方向に加力した条件では、乾燥前に2級相当であった曲がりは、乾燥後には1級相当に改善される傾向が示された。これらのことから、全乾燥工程で垂直方向及び水平方向の加力が継続すれば、曲がり抑制がより確実なものになると期待される。

供試材	心去り材（四方まさ）				心去り材（二方まさ）			
	水平・垂直加力		垂直加力		水平・垂直加力		垂直加力	
	0 → 1		0 → 1		0 → 8		0 → 5	
乾燥前後 の 矢高	3 ↓ 4		2 ↓ 3	7 ↓ 10	3 ↓ 8		1 ↓ 1	2 ↓ 6
	9 → 4		10 → 8		14 → 1		9 → 6	

図-3 乾燥前後の曲がりの変化（乾燥前→乾燥後、単位：mm）

※網掛けは下面に位置する木表面を示す

表-4 乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果
(乾燥前→乾燥後、単位：本)

供試材	心去り材（四方まさ）				心去り材（二方まさ）				心持ち材	
	水平+垂直加力		垂直加力		水平+垂直加力		垂直加力		水平+垂直加力	
1級	1	2	1	0	0	2	1	0	0	0
2級	2	→ 1	2	→ 3	2	→ 0	2	→ 3	1	→ 0
等級外	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1

注) 材長4mにおいて、1級：矢高8mm以下、2級：矢高20mm以下、等級外：矢高20mm超に該当

(2) 供試材を斜方形に配置した場合の矯正

乾燥前後の曲がりの変化を図-4に示す。図中の断面形状は、供試材配置時の年輪の状態を示しており、数値は4面の曲がりの平均値である。四方まさ及び二方まさの心去り材で、乾燥前の曲がりが大きかった木表面は、乾燥後は曲がりが減少する傾向を示した。

乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果を表-5に示す。四方まさ及び二方まさとも乾燥前に2級相当であった供試材が乾燥後には1級相当に改善される傾向を示した。これらのことから、全乾燥工程で4面が加力されるこの方法は、供試材を水平に配置した(1)の方法に比べ曲がり抑制に効果があると思われた。

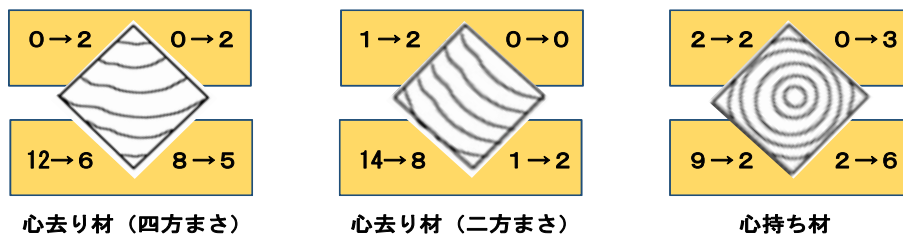


図-4 乾燥前後の曲がりの変化（乾燥前→乾燥後、単位：mm）

表-5 乾燥前後の曲がりを製材の日本農林規格に準じて等級区分した結果
(乾燥前→乾燥後、単位：本)

供試材	心去り材				心持ち材	
	四方まさ		二方まさ			
1 級	1	→ 5	0	→ 2	1	→ 2
2 級	5	→ 1	6	→ 4	1	→ 0

注) 材長4mにおいて、1級：矢高8mm以下、2級：矢高20mm以下に該当

4. まとめ

供試材を水平に配置した場合について、全乾燥工程で上から加力したため下面側の曲がりは矯正されたが、水平方向に加力した条件では、乾燥中に圧縮板と供試材の間に緩みが生じたため圧縮が十分でなく側面の曲がりは矯正できなかった。一方、供試材を斜方形に配置した場合は、全乾燥工程で4面が絶えず加力されるため、曲がりが抑制される傾向を示した。特に、曲がりが大きかった木表面は抑制効果が顕著であった。

水平配置及び斜方形配置ともに、全乾燥工程で4面の加力が継続して行えれば、曲がり抑制効果を高めることが期待できるので、さらに圧縮方法や補助具等の検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 古曳博也：令和元年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，24-29（令和2年）
- 2) 古曳博也：令和2年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，20-27（令和3年）
- 3) 古曳博也：令和3年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，22-27（令和4年）
- 4) 製材の日本農林規格(JAS 1083:2019)：平成19年8月29日農林水産省告示第1083号
- 5) 古曳博也：令和4年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，21-24（令和5年）