

令和2年度 林業成長産業化総合対策補助金等

大径化した原木の利用拡大及び横架材・2×4部材等の製品・技術開発事業

大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証

－ 国産材 210 の住宅建築等への実用化・普及拡大に向けて －

報 告 書

令和3年3月

信州木材認証製品センター

《 目 次 》

はじめに	1
信州の大径カラマツの資源状況について	2
第1章 事業の概要	3
1 目 的	3
2 事業の内容	3
3 検討委員会の構成	3
4 組織図	4
5 事業スケジュール	5
6 検討委員会等の開催	5
第2章 「大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証」結果等	7
I 低コスト化に向けた検討	7
1 新たな乾燥スケジュールによる低コスト化の検討	7
2 各製造段階等における低コスト化の検討	38
II 信州カラマツ 210 材の施工性等の実証	41
III 信州カラマツ 210 利用のスパン表の検討	79
IV 新需要開発等の検討	81
1 カラマツたて継ぎ材 (FJ 材) の曲げ・引張性能評価試験	81
2 210 材製材及びたて継ぎ材 (FJ 材) の曲げクリープ性能	99
3 210 材、208 材及び集成材ラミナの機械等級区分機によるヤング係数区分	105
第3章 まとめ	107

(別冊 参考資料)

- ・ 信州カラマツ 210 利用のスパン表 ～国産材の横使いの普及に向けて～
(大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証委員会・スパン表WG 報告書)
- ・ 建築物に国産材を利用する4つの意義

はじめに

我が国の森林は、林業関係者の長きに渡る尽力により資源として着実に充実しており、今後増加が見込まれる大径材の利用が喫緊の課題となっている。

長野県においても、県内人工林の齢級構成は12・13齢級（56年生～65年生）がピークとなっており、全国と同様に大径材利用技術の開発が急務である。

この課題に対応するため、平成30年度に大径A材丸太の木取り方法、歩留まり、無垢梁桁材及び208材・210材の乾燥・強度特性等の試験及び検討、令和元年度には210縦継ぎ材の性能評価試験、210材の床パネルの実証等を実施した。その結果、長野県産カラマツ・スギ大径材から得られる210材については、無垢材・縦継ぎ材とも部材として十分な性能・品質を有することが確認され、床パネルの検証においてもツーバイフォー工法構造材として十分に使用できるとの見解が得られた。

この結果を踏まえ、本年度に林野庁の林業成長産業化総合対策補助金の採択を受け、「大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証」を実施した。主な事業内容としては、信州カラマツ210材の実用化に必要な①低コスト化に向けた検討②施工性の実証③実用化に必要なスパン表作成を進め、その内容等について専門家や事業者で構成する委員会において慎重に検討を重ねた。

本年度の主な結果は次のとおりである。

- ①「低コスト化に向けた検討」においては、原木流通、加工工程、副産物利用における低コスト化を検討した。特に加工工程の乾燥方法においてJAS規格の改正により追加された含水率15%を目標とした低コスト乾燥方法の成果を得た。
- ②「施工性の実証」では、実際の建築物の施工に使用する床パネル等の品質性能及び施工性を検証した。品質性能はSPF製品に比べ精度が格段に優れ、施工性についても釘の入りと噛み合わせが良く割れの発生も無く、施工者から施工性が極めて良いとの評価を得た。
- ③「実用化に必要なスパン表作成」では、社団法人日本ツーバイフォー建築協会が発行した「枠組壁工法建築物スパン表」を用いカラマツ材（JSⅢ）のスパン表を作成した。この中では、強度に優れているカラマツ材を使用するメリットも明らかにすることができた。

平成30年度から3ヶ年の取組により、長野県産カラマツ・スギ大径丸太のツーバイ材、集成材用ラミナ、無垢横架材利用に関し様々な結果が得られた。特にカラマツ210材については、性能、品質及び施工性において高い評価が得られ、使用した需要者側からは安定供給への強い期待が寄せられるなど、国産大径丸太の新需要として十分な可能性を感じている。

今後に向けては、信州カラマツ210材の幅広い利用に向け、ツーバイフォー工法による建築が増加している中大規模建築における施工性等の実証調査が望まれるところである。また、これまで単年度毎に実施してきた事業の技術開発や実証結果を総合的に検討・分析し、「信州カラマツ210材がSPF210材と同等以上であること」の整理・立論と、全体を俯瞰できる資料の作成や幅広い情報発信も望まれるところである。

最後に、今回の技術開発・実証の成果が国産大径丸太の利用拡大に貢献することを期待するとともに、本事業の実施にあたり全面的に御協力をいただいた委員各位、関係企業・研究機関及びアドバイザーの皆様、JAS材供給にあたり御協力いただいた北海道の皆様、スパン表作成にあたり御指導いただいた京都大学生存圏研究所をはじめとした皆様により感謝申し上げます。

令和3年3月

大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証検討委員会
委員長 春日 嘉広

信州のカラマツの資源状況について

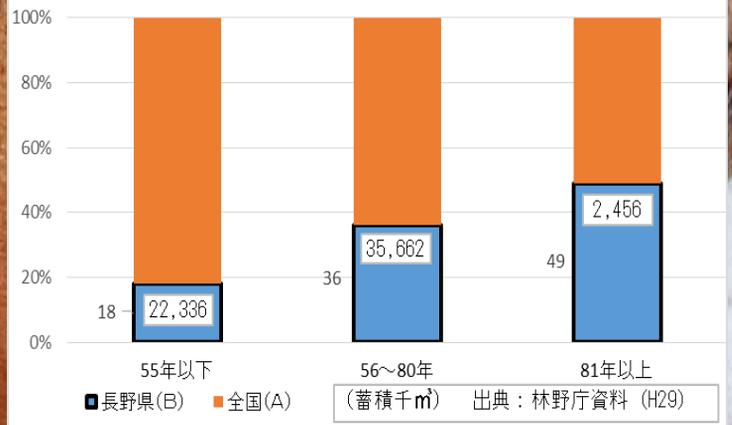
信州カラマツの特徴

- 人工林カラマツは、高齢になるほど木材の性質が安定化し、ねじれにくい成熟材の多い大径材になります。
- スギと比べ強度が優れており、心材部分は飴色できれいな木目をいかした無垢材として構造用等の建築材に使用されています。
- これまでの事業成果から、林齢が概ね56年生以上で直径が34センチ以上の大径材なら、210材をとることが可能です。こうした大木の資源量は、長野県が全国一位です。

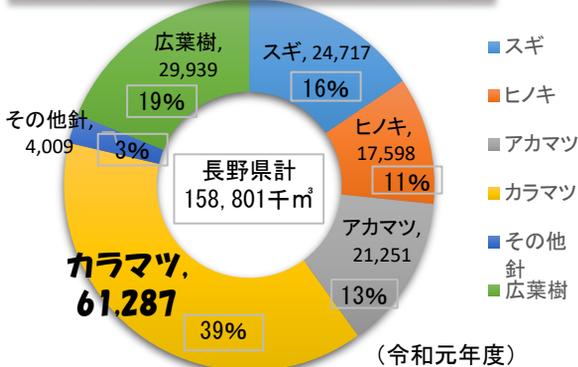
安定供給が長期的に可能な資源量

- 長野県内のカラマツの資源量は、立木の材積で6129万m³です。これを丸太に換算すると4291万m³になります。
- 一方、最近の年間の丸太生産量は26万m³ぐらいですから、単純計算で165年分のストックがあります。
- 林齢81年生以上の高齢級カラマツなら、立木で297万m³(丸太換算で208万m³)もストックがあります。育てていますので、枯渇することなく持続的に供給が可能です。

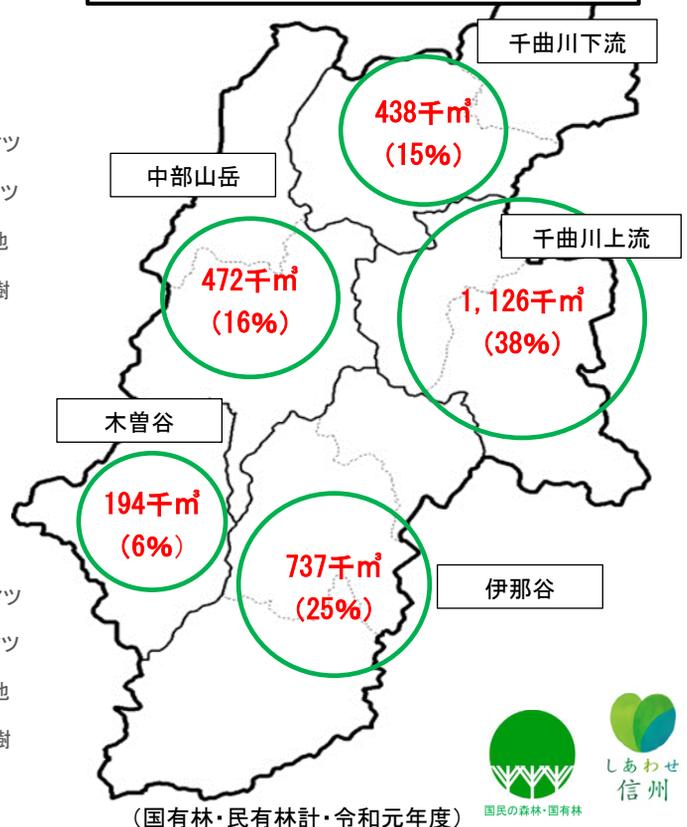
人工林カラマツ蓄積に占める長野県の割合(%)



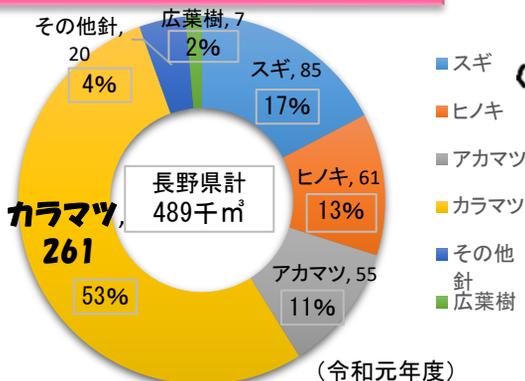
長野県の樹種別蓄積量



高齢級カラマツの資源量 (2,967千m³)



長野県産材の生産量



第1章 事業の概要

1 目的

平成30・令和元年度のこれまでの取組み成果から、長野県産のカラマツ大径材及びスギ大径材から得られる210部材については、無垢材、縦継ぎ材ともに、部材レベル及び床パネルレベルでの品質・性能に問題はなく十分担保できることが確認された。また、国内主要コンポーネント企業である三井ホームコンポーネント(株)及びウイング(株)の両社からは、「長野県産210材はカラマツ・スギとも製品上特に問題はなく、2×4構造材・床材として十分に使用できる」との見解もいただいております、国産大径丸太の新たな需要先として十分な可能性を持っていることが確認できた。

そこで、今までの成果を踏まえ、本年度はさらに実需に直結するための低コスト化に向けた検討や施工性の実証並びに実用化に必要な設計・建築業界に向けたスパン表等の検討を実施する。

2 事業の内容

- (1) 検討委員会・WG等の開催等
 - ・低コスト化に向けた検討、施工性等の実証、スパン表の検討、新需要開発等の検討
 - ・試験データ等成果の取りまとめ
- (2) 製品・技術の試験及び分析
 - ①低コスト化に向けた検討
 - ・新たな乾燥スケジュールによる低コスト化の検討
 - ・各製造段階等における低コスト化の検討等
 - ②信州カラマツ210材の施工性等の実証
 - ③スパン表の検討等
 - ④新需要開発等の検討等
- (3) 事業報告書の作成及び成果の普及

3 検討委員会等の構成

①検討委員会

区分	氏名	所属
委員長	春日 嘉 広	長野県林業総合センター 所長
委員	小林 保 経	小林木材(株) 専務取締役
	齋藤 健	齋藤木材工業(株) 代表取締役社長
	鈴木 吉 明	根羽村森林組合 専務理事
	勝野 智 明	(株)勝野木材 代表取締役社長
	青木 俊 治	(株)青木屋 代表取締役社長
	竹腰 博 毅	林友ハウス工業(株) 常務取締役
	芳川 幸 一	長野県森林組合連合会 副参事兼業務部長
	清野 明	(一社)日本ツーバイフォー建築協会 技術部会顧問
	高田 理 彦	三井ホームコンポーネント(株) 生産事業本部
橋本 幸	ウイング(株) 取締役東北支店長	
アドバイザー	宮澤 俊 輔	独立行政法人 農林漁業信用基金 総括理事
関係省庁	田ノ上 真 司	林野庁林政部 木材産業課 生産加工班 課長補佐
	藤森 智 久	林野庁林政部 木材産業課 生産加工班 係長
	松本 陽 子	林野庁林政部 木材産業課 木材製品技術室 木材製品調査班 木材専門官
	郷原 辰 実	林野庁中部森林管理局 森林整備部 資源活用課長
	永瀬 庄 栄	林野庁中部森林管理局 森林整備部 資源活用課企画官
	松尾 一 穂	長野県林務部 信州の木活用課 県産材利用推進室課長補佐
オブザーバー	白石 昭 夫	齋藤木材工業(株) 取締役ナガト工場長
	貴 船 達 也	齋藤木材工業(株) 建築部 木質構造開発課

事務局	今井 信	長野県林業総合センター 木材部長
	奥原 祐司	長野県林業総合センター 木材部 主任研究員
	吉田 孝久	長野県林業総合センター 木材部 研究員
	山口 健太	長野県林業総合センター 木材部 研究員
	柴田 直明	信州木材製品認証センター 検査員
	宮崎 正毅	信州木材製品認証センター 理事長 (瑞穂木材(株))
	小島 和夫	信州木材製品認証センター 専務理事
	松本 寿弘	信州木材製品認証センター 事務局長

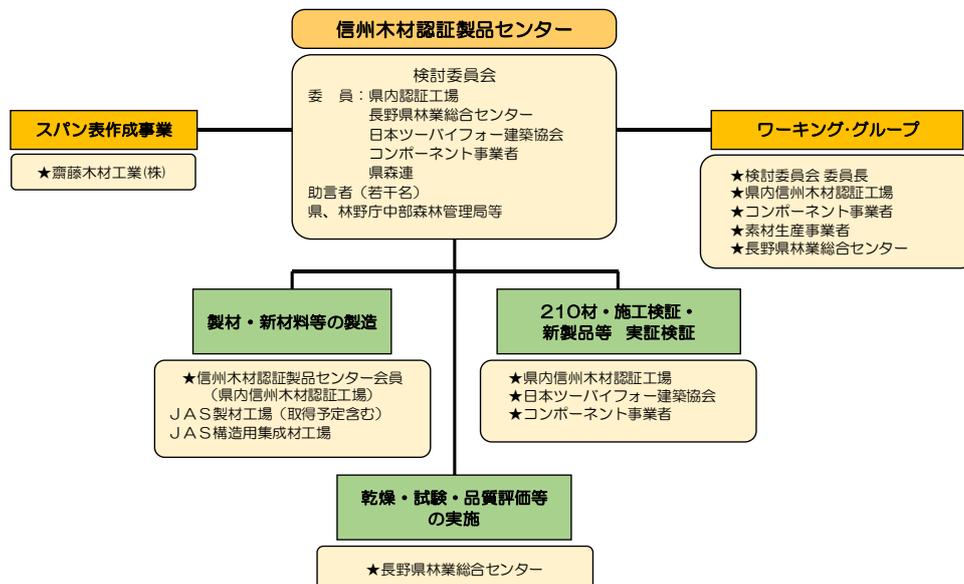
② スパン表検討ワーキング

区分	氏名	所属	備考
委員長	五十田 博	京大大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 教授	学識経験者
委員	齋藤 健	齋藤木材工業(株) 代表取締役社長	製材加工者
	北村 俊夫	(株)木質構造計画ラボ 代表取締役	設計者
	小松 弘昭	三井ホーム(株)技術研究所研究開発グループマネージャー	ツバイ関係施工業者
	竹腰 博毅	林友ハウス工業(株) 常務取締役	製材加工者
	宮崎 正毅	信州木材製品認証センター 理事長 (瑞穂木材(株))	製材加工者
	白石 昭夫	齋藤木材工業(株) 取締役ナガト工場長	製材加工者
アドバイザー	宮澤 俊輔	独立行政法人 農林漁業信用基金 総括理事	
	清野 明	(一社)日本ツーバイフォー建築協会 技術部会顧問	
事務局	貴船 達也	齋藤木材工業(株) 建築部 木質構造開発課 係長	
	今井 信	長野県林業総合センター 木材部長	
	柴田 直明	信州木材製品認証センター 検査員	
	小島 和夫	信州木材製品認証センター 専務理事	
	松本 寿弘	信州木材製品認証センター 事務局長	

外部ヒアリング

氏名	所属	備考
松田 久雄	(株)エム・スクアア 代表取締役	設計者
三原 栄一	(有)アトリエ エーワン 代表取締役	設計者

4 組織図



5 事業スケジュール

項目	6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月			備考								
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下									
【検討委員会・WG】																																							
1 検討委員会・WG																																		8/28-1/26・2/25委員会 8/30・2/16 WG					
2 スパン表WG																																		10/20・2/22・3/18 WG 12/28 外部ヒアリング					
【製品・技術の試験及び分析】																																							
3 丸太選定・測定・製材 (乾燥試験)																																		藤藤木材工業(株)					
4 試験実施・検証等 (乾燥試験)																																		長野県林業総合センター					
5 丸太準備(実証事業)																																		長さ2,500mm、4,000mm(珪珣木材(株)) 長さ4,000mm(小林木材(株))、(株)青木屋、 (株)湯野木材、(株)友の工業(株)					
6 製材(実証事業)																																		1回目:8月下旬~ 2回目:11月下旬~					
7 乾燥(実証事業)																																		オムニス林産(協)(北海道) 1回目:10/15~25、2回目:10/27~11/5、 3回目:12/14~19					
8 加工・目視等級区分格付 (実証事業)																																		オムニス林産(協)(北海道) 加工:10/27~11/9、12/21 格付:11/10~13、12/22~1/18					
9 現地調査(実証事業)																																		11/11オムニス林産(協)(北海道)へ2名参加					
10 出荷(実証事業)																																		12/24 ウィング(株)					
11 材料調査(評価)等(実証事業)																																		1/29 三井ホームコンポーネント(株)					
12 施工調査(評価)等(実証事業)																																		ウィング(株)					
13 構造見学会(実証事業)																																		2/15~16 仙台市 ウィング(株)、(株)クリエイト札文					
14 スパン表作成検討等																																		スパン表内容等検討、必要なデータ等収集・検討、データ解析等					
【事業報告書の作成及び成果の普及】																																							
15 報告書作成等																																							

6 検討委員会等の開催

(1) 検討委員会並びにWGを開催しそれぞれの立場から意見等いただいた。
主な内容は以下のとおり。

◇第1回製材WG

日時 令和2年 6月30日(火) 13:30~15:30
開催方法 長野市 長野県林業センター 5階503会議室
出席者 15名
主な内容
・実証検証事業の210材製材関係検討等について
(各製造・流通段階における低コスト化の検討等)



◇第1回検討委員会

日時 令和2年 8月28日(金)
開催方法 書面
出席者 23名
主な内容
・事業の概要について
・試験内容・実証検証等について

◇第2回検討委員会

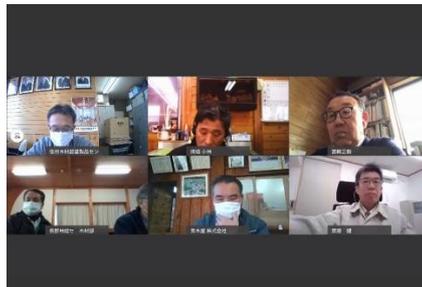
日時 令和3年 1月26日(火) 13:30~16:30
開催方法 WEB会議、長野県林業総合センター(塩尻市)
出席者 26名
主な内容
(1) 事業中間報告等について
①低コスト化に向けた検討
・乾燥による低コスト化の検討
・各製造・流通段階における低コスト化の検討等
②県産210材の施工性の実証
③スパン表の検討

(2) 今後について



◇第2回製材WG

日 時 令和3年 2月16日(火) 10:30~12:00
開催方法 WEB会議
出席者 7名
主な内容 ・210材における低コスト化の検討等、JAS 検討等



◇第3回検討委員会

日 時 令和3年 2月25日(木) 13:00~16:00
開催方法 WEB会議、長野県林業総合センター(塩尻市)
出席者 26名
主な内容 (1) 事業報告等について
①低コスト化に向けた検討
・乾燥による低コスト化の検討
・各製造・流通段階における低コスト化の検討等
②県産210材の施工性の実証
③スパン表の検討
(2) 今後について



(2) 現地調査等

◇210材格付等現地調査

日 時 令和2年11月11日(水) 13:30~17:00
場 所 オムニス林産協同組合((有)瀬上製材所)
北海道中川郡幕別町字千住42-6
参加者 2名
主な内容 乾燥、加工、JAS 等級格付け等について現地調査を行い確認した。

第2章 「大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証」結果等

I 低コスト化に向けた検討

1 新たな乾燥スケジュールによる低コスト化の検討

カラマツは、旋回木理に起因する乾燥時の「ねじれ」が問題となるため、H30・R元年度は、施工後の形質変化を考慮して、仕上がり含水率12%を目標に乾燥を実施した。その結果、試験体含水率は、概ね12%以下となった。一方、2020年6月の枠組壁工法構造用製材JASの規格改正により15%以下が追加された。そこで、本課題では、仕上がり目標平均含水率15%以下を目標とし、より低コストな乾燥方法・乾燥条件の構築に向けた検討を実施する。

1.1 試験方法

1.1.1 供試丸太

試験に供した大径材は、齋藤木材工業㈱が構造用集成材の原木として林材工場の土場に用意した長野県東信産カラマツ4m丸太、末口径32cmの樺積から20本を供試木とした。丸太の形質を表1-1に示す。

末口短径は、平均値で333mm、標準偏差は、11mm、最小315mm、最大364mmであった。末口年輪数は、平均値で末口52年、元口59年であった。

縦振動ヤング係数(E_{fr-log})は、平均値で12.5kN/mm²、標準偏差は、1.5kN/mm²、であった。縦振動ヤング係数区分の度数分布を図1-1に示す。

表1-1 カラマツ供試体の丸太形質（末口径32cm）

カラマツ 32cm	短径 (mm)		年輪数		末口	末口	心材率 (%)	細り (mm/m)	見かけの比重 (kg/m ³)	E _{fr-log} (kN/mm ²)
	末口	元口	末口	元口	平均年輪幅	心材径				
平均	333	369	52	59	3.27	283	85.0	4.9	791	12.5
標準偏差	11	25	6	5	0.44	17	3.7	2.6	87	1.5
変動係数	3.4	6.6	11.2	9.2	13.4	6.0	4.3	53.1	11.0	11.8
最小	315	340	41	49	2.73	260	79.7	1.2	598	8.8
最大	364	420	60	66	4.24	325	92.9	10.2	903	14.4
データ数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

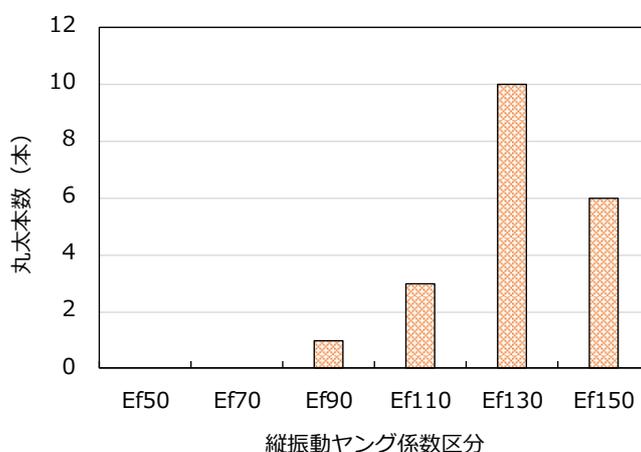


図1-1 縦振動ヤング係数区分の度数分布

1.1.2 試験体の作製及び乾燥スケジュール

末口径 32cm 丸太から 210 材、208 材及び高強度集成材ラミナを製材する木取りを図 2-2 に示す。製材寸法は、210 材：48×250×4,000mm、208 材：48×200×4,000mm、高強度集成材ラミナ 40×125×4,000mm とする。同一丸太から左右それぞれ 1 体ずつとするが、心を割る製材とはなっていない。

まず、20 本の供試丸太について、得られた縦振動ヤング係数の平均値と、変動係数がほぼ等しくなるように各 10 本、2 つのグループに分けて乾燥試験を実施した。

1 グループ 10 本については、左右 2 分割の片方を昨年度までと同様の中温乾燥スケジュール（以下、80℃中温と表記する）で乾燥し、左右 2 分割のもう一方を高温セット乾燥スケジュール（以下、高温セットと表記する）で乾燥する。

また、もう 1 グループ 10 本については、上記と同様に、左右 2 分割の片方を昨年度までと同様の 80℃中温乾燥で乾燥し、左右 2 分割のもう一方を 95℃中温乾燥スケジュール（以下、95℃中温と表記する）で乾燥する。

各乾燥スケジュールを表 1-2, 3, 4 に示す。

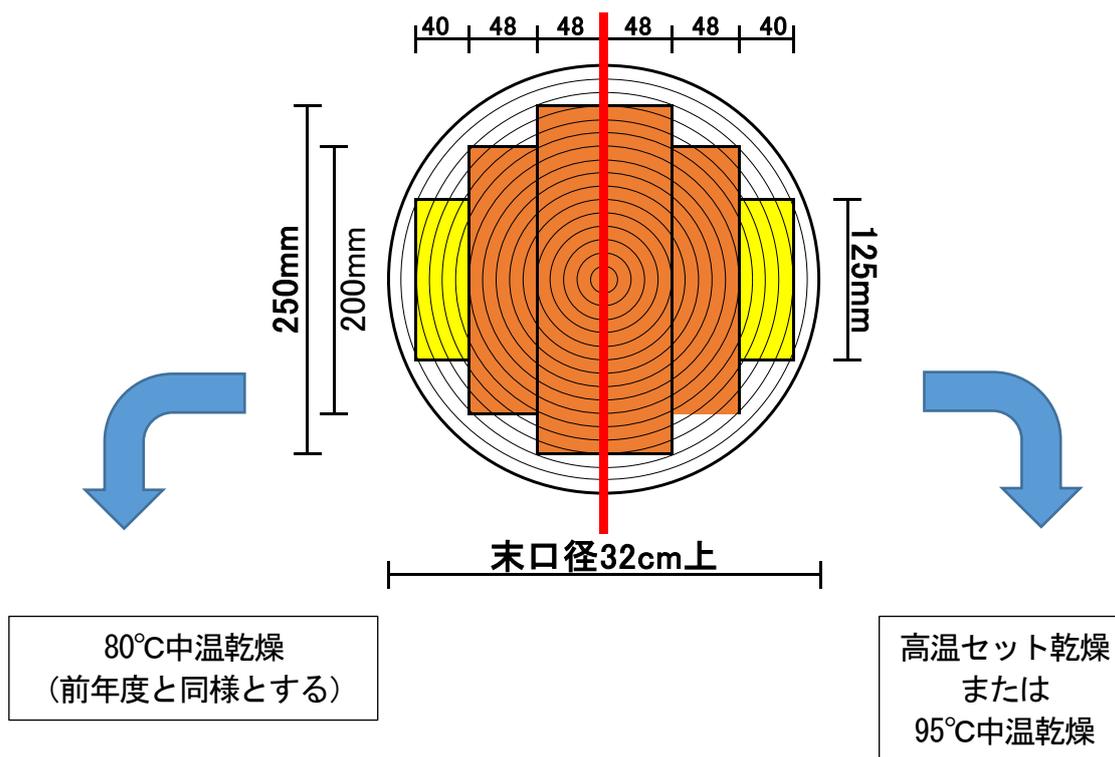


図 1-2 末口径 32cm 丸太の木取り図

表 1-2 80°C中温スケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理時間(h)		備考
			H30,R1	R2	
80	80	0	8	8	蒸煮処理
80	75	5	12	12	中温乾燥
80	70	10	12	12	
80	65	15	12	12	
80	60	20	12	12	
80	50	30	158	141	
0	0	0	2	0	クーリング
70	63	7	24	12	調湿(EMC:10.3%)
合計			240	209	時間
			10	8.71	日間

表 1-3 高温セットスケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理予定 時間 (h)	処理時間 (h)	備考
90	90	0	6	6	蒸煮処理
110	80	30	18	18	高温セット乾燥
80	50	30	72	47	中温乾燥
0	0	0	2	1	クーリング
70	65	5	12	12	調湿(EMC:12.1%)
合計			110	84	時間
			4.58	3.50	日間

表 1-4 95°C中温スケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理予定 時間 (h)	処理時間 (h)	備考
90	90	0	6	6	蒸煮処理
95	65	30	96	65	高温乾燥
0	0	0	1	1	クーリング
70	65	5	12	12	調湿(EMC:12.1%)
合計			115	84	時間
			4.79	3.50	日間

1.1.3 曲げ試験の方法

210材曲げ試験条件を図1-3に示し、208材のそれを図1-4に示した。曲げ試験は、実大材曲げ試験機UH-1000Kna（島津製作所）を用いて、210材は、支点間距離3,760mm（梁せいの16倍）、荷重点間距離1,253mmの3等分点4点荷重方式、208材は、支点間距離3,864mm（梁せいの21倍）、荷重点間距離1,288mmの3等分点4点荷重方式で行った。荷重速度はどちらも、10mm/minで実施し、荷重を加え始めてから試験体が破壊するまでの時間は1分以上となるように行った。荷重点および支点の幅はともに200mmであり、曲げ荷重時の試験体の横座屈を防止する目的でラテラルサポート（横座屈防止治具）4基を設置した。曲げ試験の実施状況を写真2-1に示した。

たわみの計測は、中央部において、全スパンのたわみ（写真1-2）と、曲げモーメントが一定になる荷重点間で、600mmのヨークを用いてたわみ（写真1-3）を測定した。最大荷重 F_{ult} から曲げ強さ (F_b) を求め、また、荷重と全スパンのたわみから「見かけの曲げヤング係数 (E_m) 」を、荷重と曲げモーメント一定区間に設置したヨークのたわみから「真の曲げヤング係数 (E_b) 」を算出した。また、縦振動法によるヤング係数を測定した。

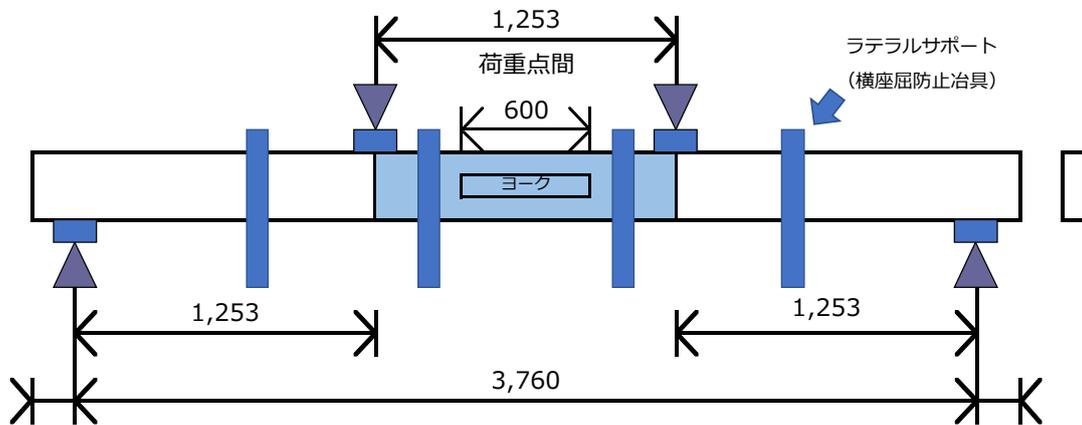


図1-3 210材の曲げ試験条件

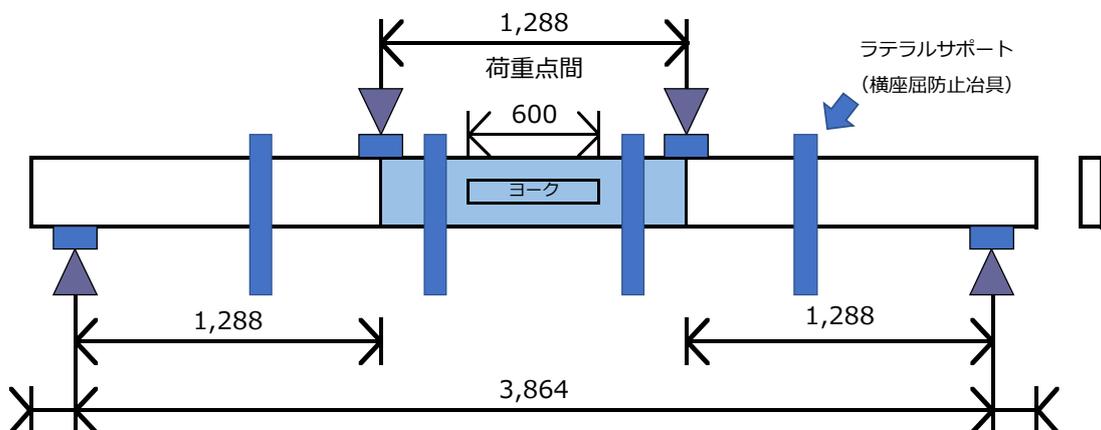


図1-4 208材の曲げ試験条件



写真 1-1 曲げ強度試験の実施状況



写真 1-2 全スパンのたわみの測定

$$F_b = \frac{aF_{ult}}{2Z}$$

ここで、

- F_b : 曲げ強さ (N/mm²)
- a : 支点から荷重点までの距離
- F_{ult} : 最大荷重
- Z : 断面係数 ((幅×高さ²)/6)

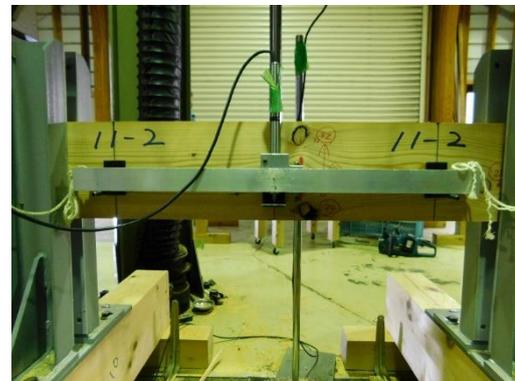


写真 1-3 荷重点間内のたわみの測定

$$E_m = \frac{a(3L^2 - 4a^2)(F_2 - F_1)}{48I(w_2 - w_1)}$$

ここで、

- E_m : せん断変形の影響を含んだ曲げヤング係数 (kN/mm²)
- a : 支点から荷重点までの距離
- L : 試験スパン
- $F_2 - F_1$: 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分。
 F_1 は F_{ult} (最大荷重) の約10%、 F_2 は約40%とする。
- I : 断面 2 次モーメント ((幅×高さ³)/12)
- $w_2 - w_1$: $F_2 - F_1$ に対応する変形の増分。

$$E_b = \frac{al^2(F_2 - F_1)}{16I(w_2 - w_1)}$$

ここで、

- E_b : せん断変形の影響を含まない曲げヤング係数 (kN/mm²)
- a : 支点から荷重点までの距離
- l : 荷重点間内の変位量測定区間の長さ
- $F_2 - F_1$: 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分。
 F_1 は F_{ult} (最大荷重) の約10%、 F_2 は約40%とする。
- I : 断面 2 次モーメント ((幅×高さ³)/12)
- $w_2 - w_1$: $F_2 - F_1$ に対応する変形の増分。

1.2 試験結果

80℃中温乾燥と、高温セット乾燥及び95℃中温乾燥について、仕上がり含水率（全乾法含水率）、乾燥後の形質変化、曲げ剛性及び強さについて比較検討した。

1.2.1 全乾法含水率

含水率試験片は、曲げ試験終了後、4m 試験体の長さ方向の両端部から約 50cm 内側から各 1 個切り出しその平均値とした。なお、乾燥終了後約 4 か月経過していた。

210 材の全乾法含水率と全乾密度を表 1-5 に示す。また、208 材のそれを表 1-6 に示す。次に、各乾燥材の順位化した全乾法含水率について、210 材を図 1-5 に 208 材を図 1-6 に示す。また、同一の丸太から製材した 210 材について、80℃中温乾燥材の含水率を横軸に、高温セット乾燥材及び95℃中温乾燥材を縦軸として図 1-7 に示し、同様に全乾密度を図 1-8 に示す。また、208 材のそれを図 1-9 及び図 1-10 に示す。

表 1-5 210 材の全乾法含水率と全乾密度

210材	80℃中温		高温セット		95℃中温	
	含水率 (%)	全乾密度(g/cm ³)	含水率 (%)	全乾密度(g/cm ³)	含水率 (%)	全乾密度(g/cm ³)
平均	10.6	0.50	15.2	0.50	13.3	0.48
標準偏差	0.8	0.04	0.8	0.04	1.0	0.03
変動係数 (%)	7.9	7.4	5.1	7.2	7.3	6.8
最小	9.2	0.44	14.0	0.44	12.1	0.44
最大	12.1	0.56	16.1	0.55	14.5	0.54
データ数	17	14	10	9	10	9

表 1-6 208 材の全乾法含水率と全乾密度

208材	80℃中温		高温セット		95℃中温	
	含水率 (%)	全乾密度(g/cm ³)	含水率 (%)	全乾密度(g/cm ³)	含水率 (%)	全乾密度(g/cm ³)
平均	11.1	0.54	14.5	0.53	13.2	0.51
標準偏差	0.6	0.05	0.7	0.04	0.9	0.04
変動係数 (%)	5.5	8.9	4.9	7.1	7.2	7.9
最小	10.2	0.48	13.3	0.47	11.7	0.46
最大	12.5	0.64	15.4	0.59	14.5	0.57
データ数	17	17	10	10	10	10

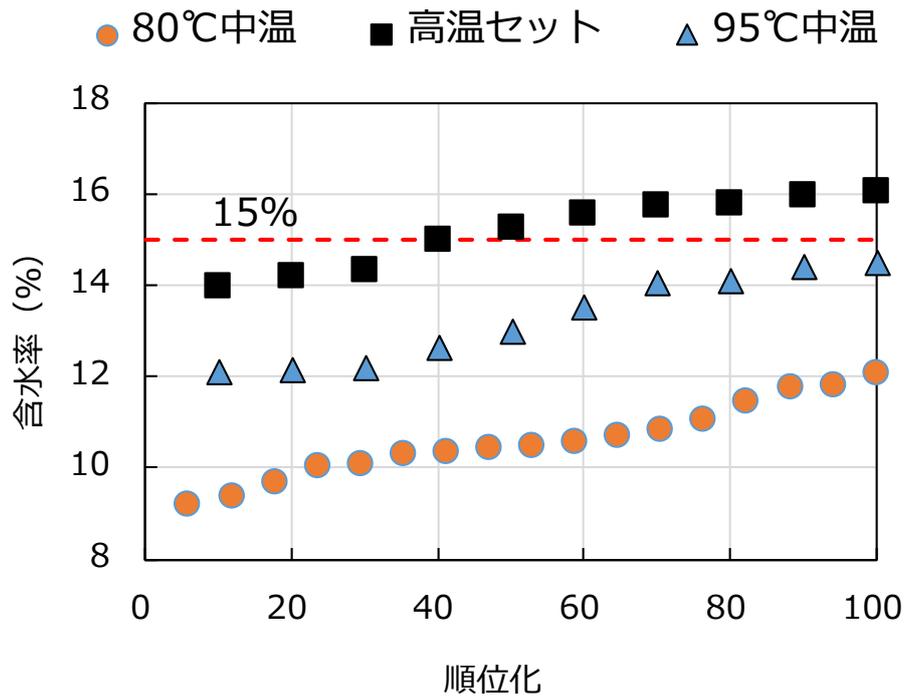


図 1-5 同一丸太から製材した 210 材の全乾法含水率の順位化

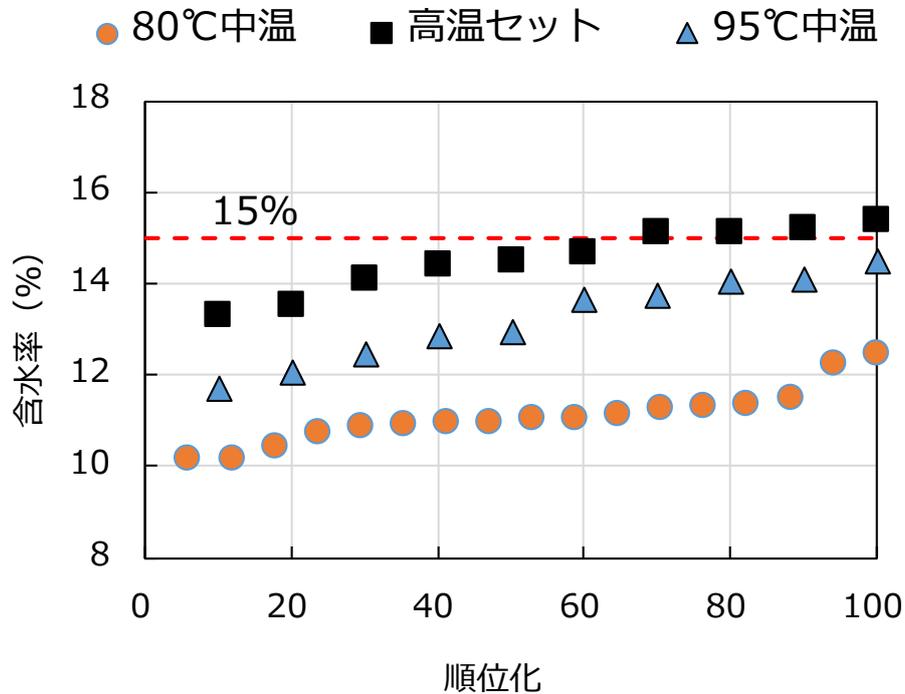


図 1-6 同一丸太から製材した 208 材の全乾法含水率の順位化

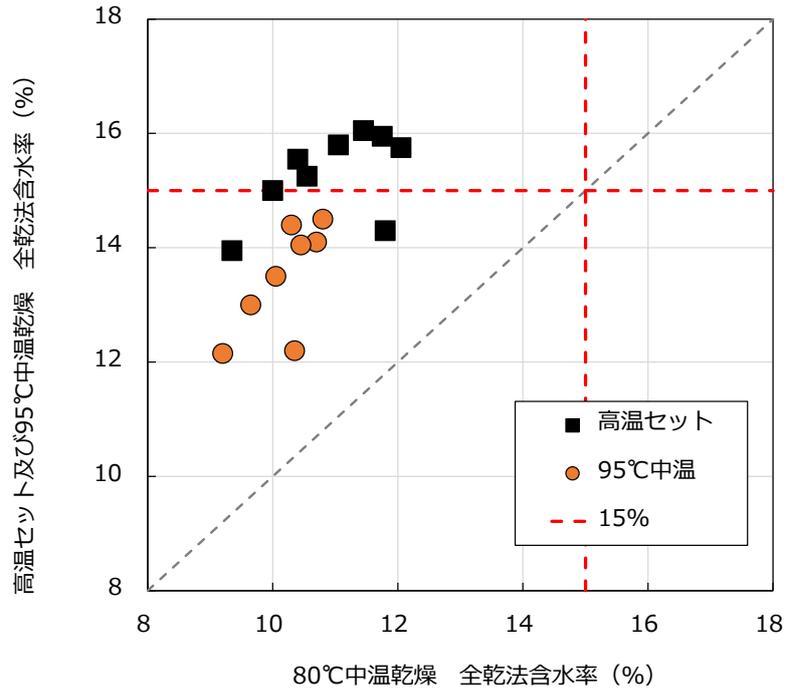


図 1-7 同一丸太から製材した 210 材の全乾法含水率

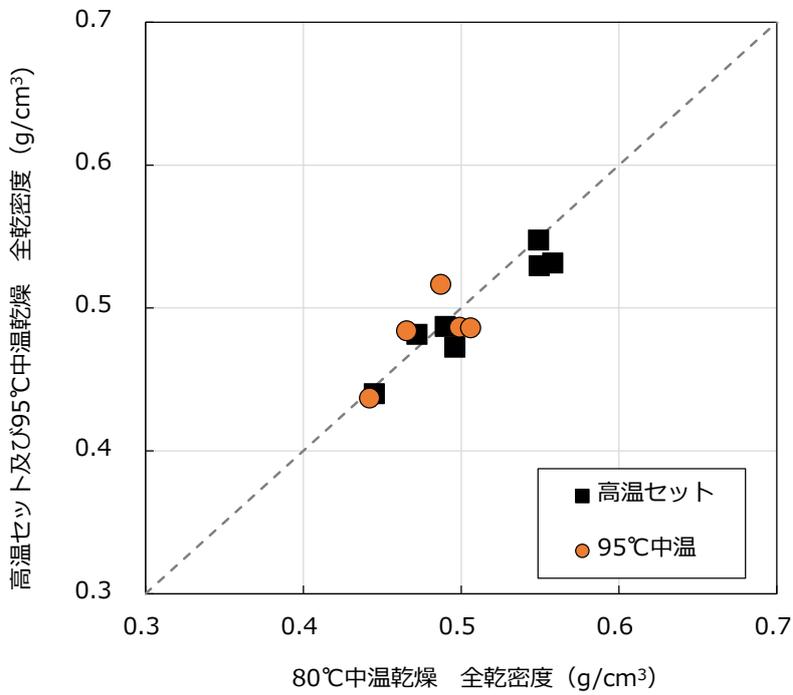


図 1-8 同一丸太から製材した 210 材の全乾密度

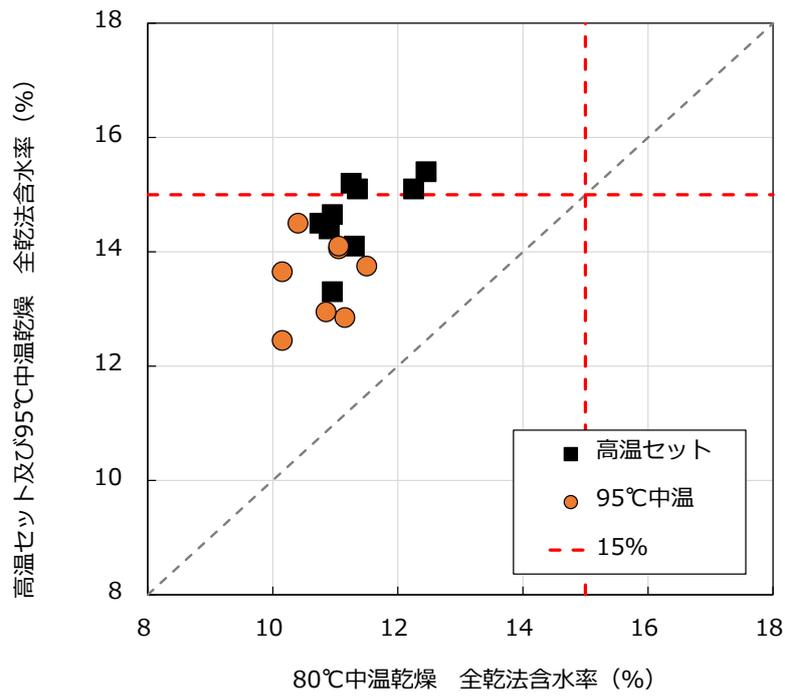


図 1-9 同一丸太から製材した 208 材の全乾法含水率

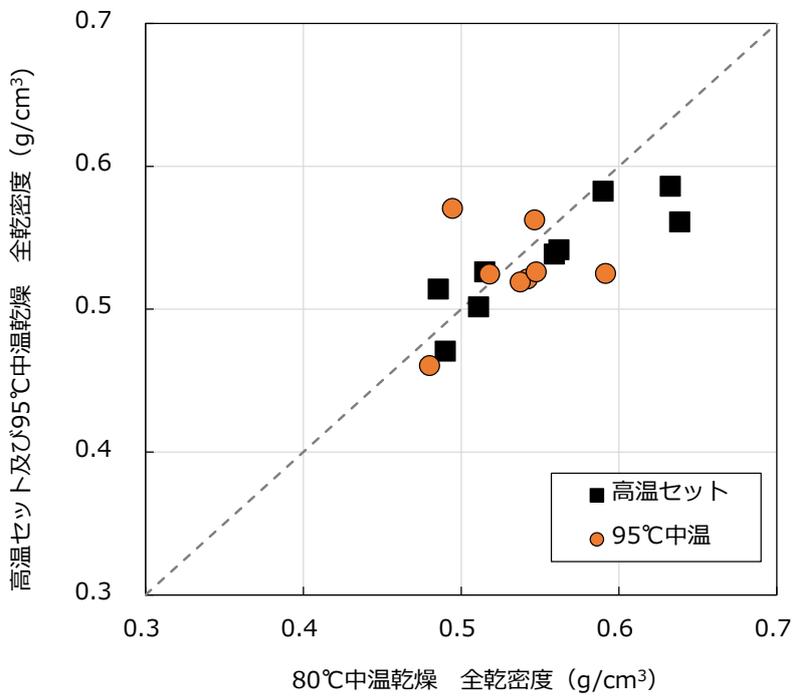


図 1-10 同一丸太から製材した 208 材の全乾密度

1.2.2 乾燥後の形質変化

210材の乾燥後（モルダー後）のそり、曲がり、ねじれの測定値を表1-7に示す。次に、同一の丸太から製材した210材について、80℃中温乾燥材の反りを横軸に、高温セット乾燥材及び95℃中温乾燥材を縦軸として図1-11に示し、同様に曲がりを図1-12に、ねじれを図1-13に示す。

表1-7 210材の乾燥後（製品時）の形質変化

210材	反り(mm/4m)			曲がり(mm/4m)			ねじれ(mm/4m)		
	80℃中温	高温セット	95℃中温	80℃中温	高温セット	95℃中温	80℃中温	高温セット	95℃中温
平均	9.3	6.9	11.8	1.2	1.4	2.7	8.5	8.9	14.6
標準偏差	4.6	4.0	6.6	1.5	1.3	2.2	4.9	6.7	6.0
変動係数 (%)	49.2	57.3	55.8	123.8	90.4	80.1	57.2	75.0	41.1
最小	3	3	3	0	0	1	0	0	3
最大	18	14	25	5	4	8	19	21	22
データ数	16	10	10	16	10	10	16	10	10

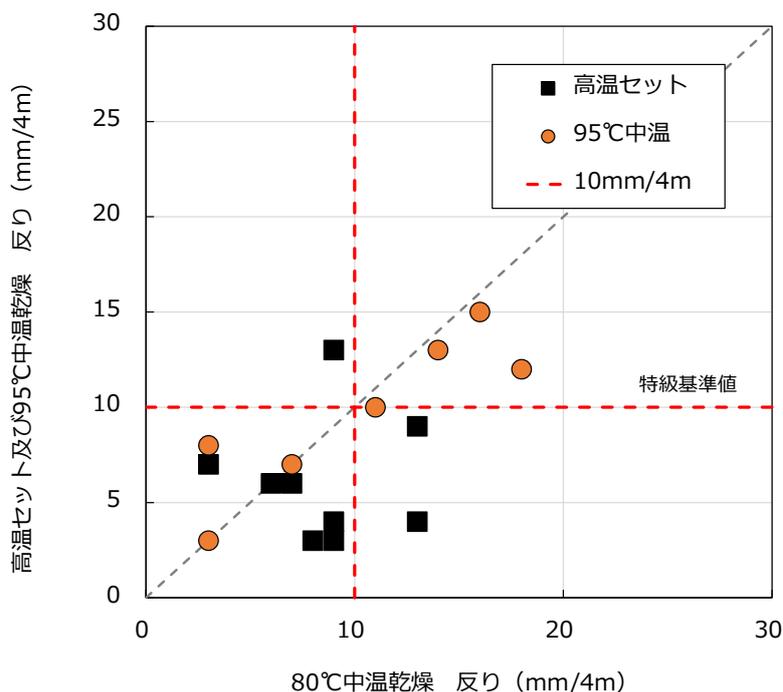


図1-11 同一丸太から製材した210材の反り

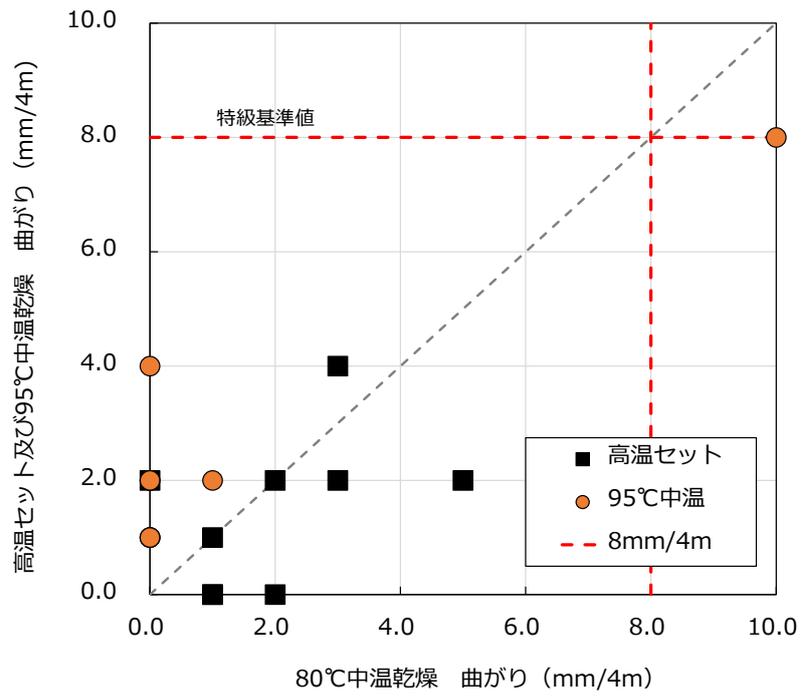


図 1-12 同一丸太から製材した 210 材の曲がり

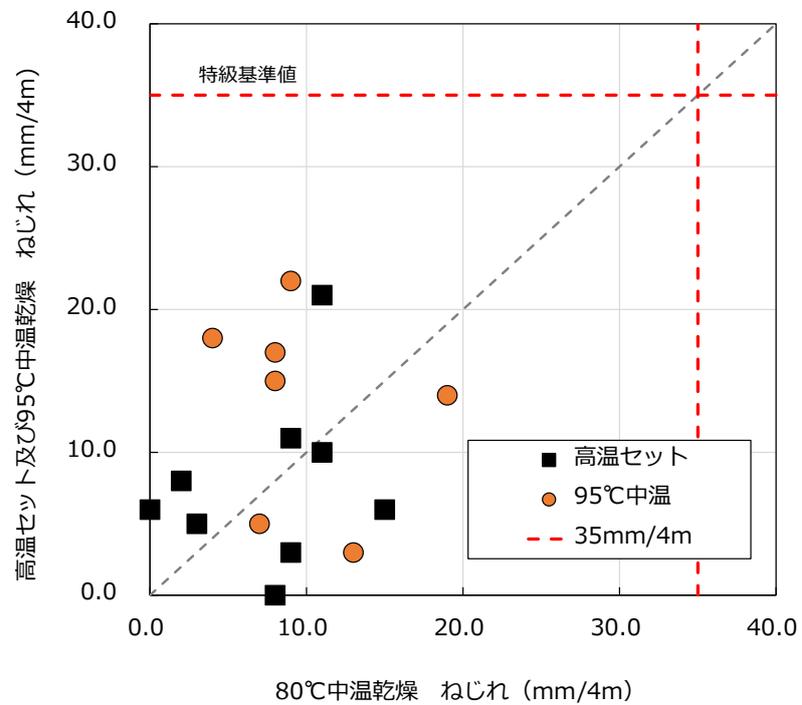


図 1-13 同一丸太から製材した 210 材のねじれ

208材の乾燥後（製品時）のそり、曲がり、ねじれの測定値を表1-8に示す。次に、同一の丸太から製材した208材について、80℃中温乾燥材の反りを横軸に、高温セット乾燥材及び95℃中温乾燥材を縦軸として図1-14に示し、同様に曲がりを図1-15に、ねじれを図1-16に示す。

表1-8 208材の乾燥後（製品時）の形質変化

208材	反り(mm/4m)			曲がり(mm/4m)			ねじれ(mm/4m)		
	80℃中温	高温セット	95℃中温	80℃中温乾燥	高温セット	95℃中温乾燥	80℃中温乾燥	高温セット	95℃中温乾燥
平均	5.6	7.2	7.5	2.9	1.6	3.1	2.5	0.2	1.2
標準偏差	6.4	4.5	5.3	3.4	2.0	2.8	4.2	0.6	2.1
変動係数(%)	113.6	63.1	70.9	117.6	122.2	89.3	168.2	316.2	179.2
最小	0	2	0	0	0	0	0	0	0
最大	25	16	15	11	6	9	15	2	6
データ数	17	10	10	17	10	10	17	10	10

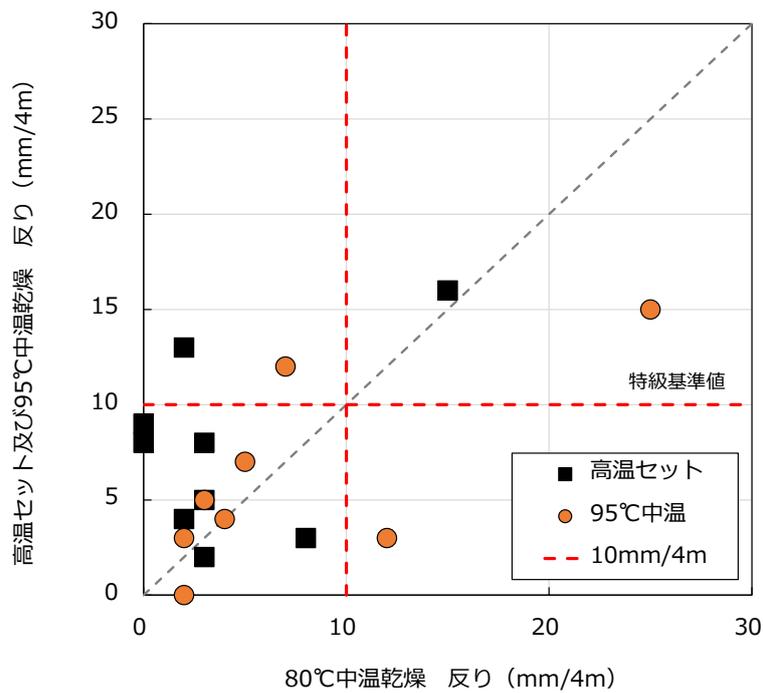


図1-14 同一丸太から製材した208材の反り

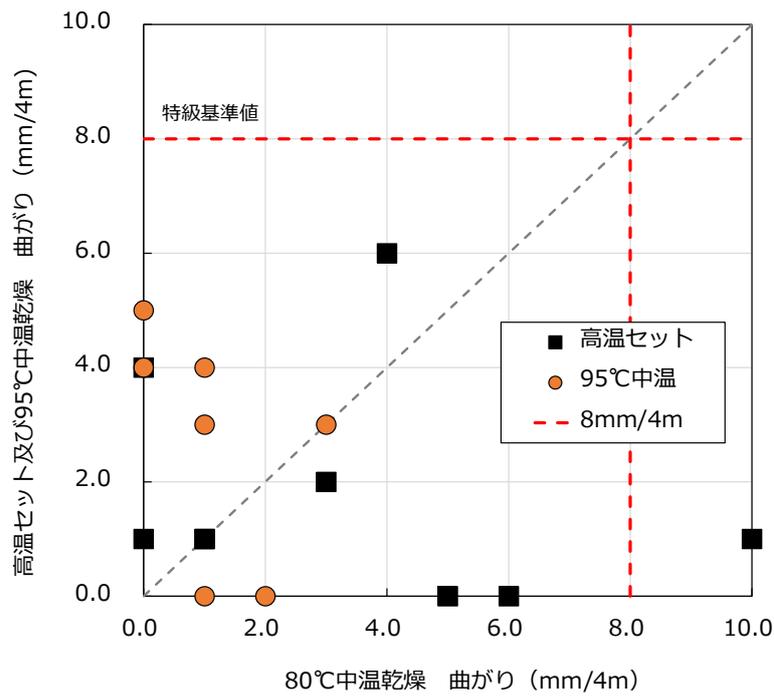


図 1-15 同一丸太から製材した 208 材の曲がり

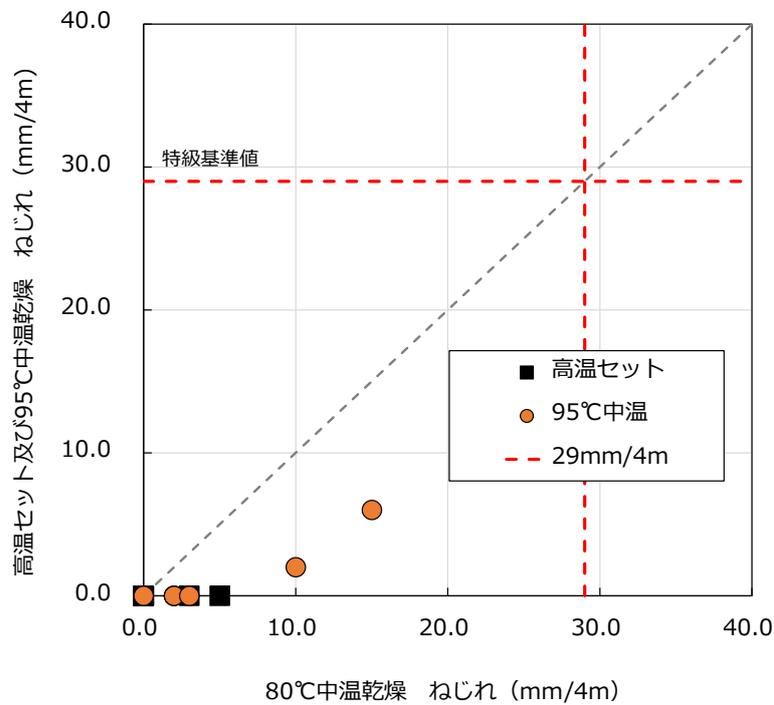


図 1-16 同一丸太から製材した 208 材のねじれ

1.2.3 乾燥材の曲げ剛性及び曲げ強さ

曲げ試験から得られた見かけのヤング係数 (kN/mm²) (以下、MOE と表記する) 及び曲げ強さ (N/mm²) (以下、MOR と表記する) について、210 材の結果を表 1-9 に示し、208 材の結果を表 1-10 に示す。

次に、210 材の順位化した MOE を図 1-17 の上段に示し、MOR を中断に、乾燥前の縦振動ヤング係数 (kN/mm²) (以下、Efr と表記する) を下段に示した。また、208 材のそれを図 1-18 に示した。また、得られた MOE と MOR の関係について、210 材を図 1-19 に示し、208 材を図 1-20 に示した。

また、210 材の各試験体の破壊の状況を写真 1-4~1-9 に示し、208 材のそれを写真 1-10~1-16 に示す。

表 1-9 210 材の MOE と MOR

210材	80℃中温		高温セット		95℃中温	
	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)
平均	13.16	44.9	11.72	39.0	11.44	35.3
標準偏差	2.0	19.9	1.7	11.4	1.7	13.5
変動係数 (%)	15.4	44.4	14.3	29.3	14.9	38.2
最小	9.7	13.17	8.3	13.03	8.8	22.10
最大	16.6	77.37	13.4	52.56	14.1	58.94
データ数	16	16	10	10	10	10

表 1-10 208 材の MOE と MOR

208材	80℃中温		高温セット		95℃中温	
	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)	MOE (kN/mm ²)	MOR (N/mm ²)
平均	14.40	56.2	13.22	52.5	12.62	40.9
標準偏差	2.3	17.6	1.9	13.5	1.8	15.1
変動係数 (%)	16.0	31.3	14.7	25.6	14.5	37.0
最小	9.9	23.01	9.0	24.14	9.8	21.12
最大	18.5	83.97	15.3	69.54	15.7	75.69
データ数	17	17	10	10	10	10

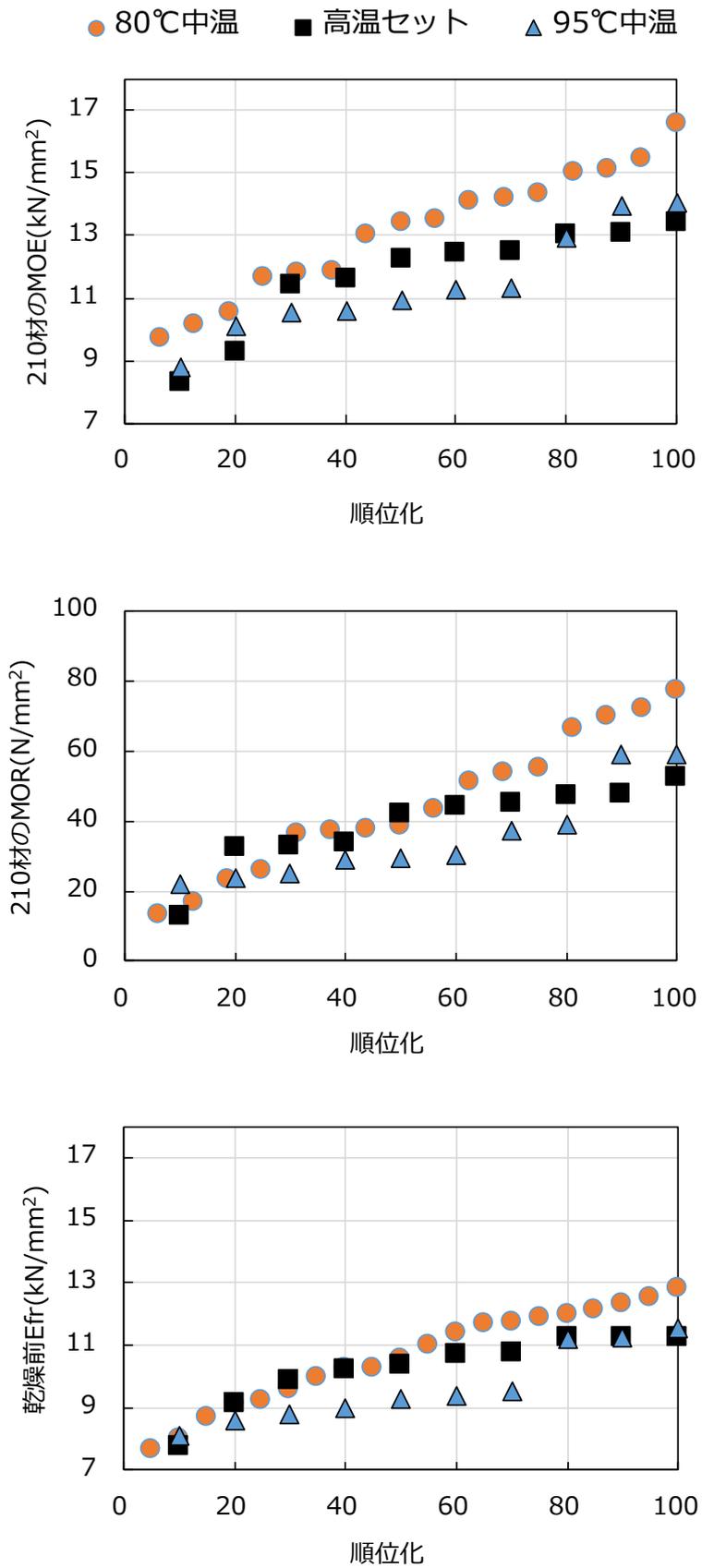


図1-17 210材のMOE(上)、MOR(中)、乾燥前Efr(下)の順位化

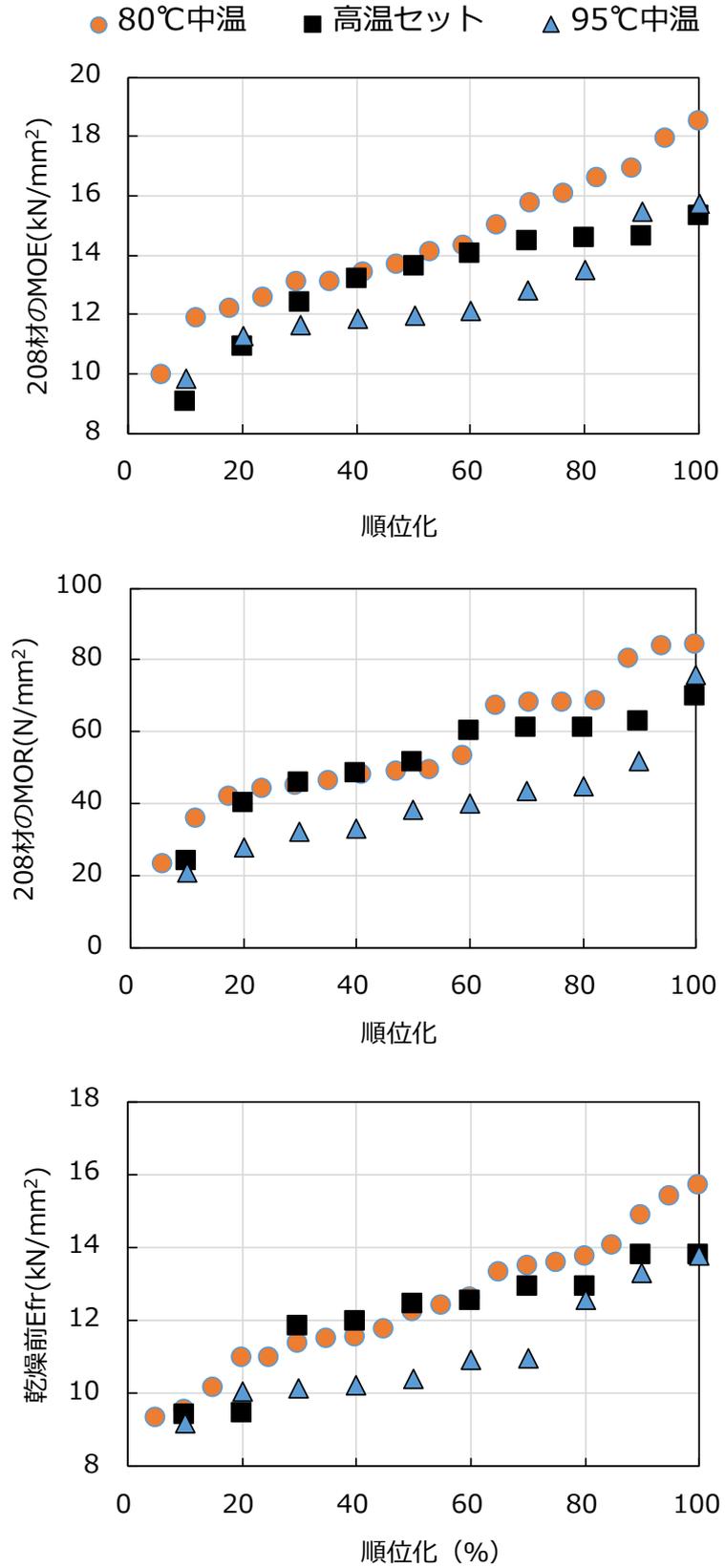


図1-18 208材のMOE (上)、MOR (中)、乾燥前Efr (下)の順位化

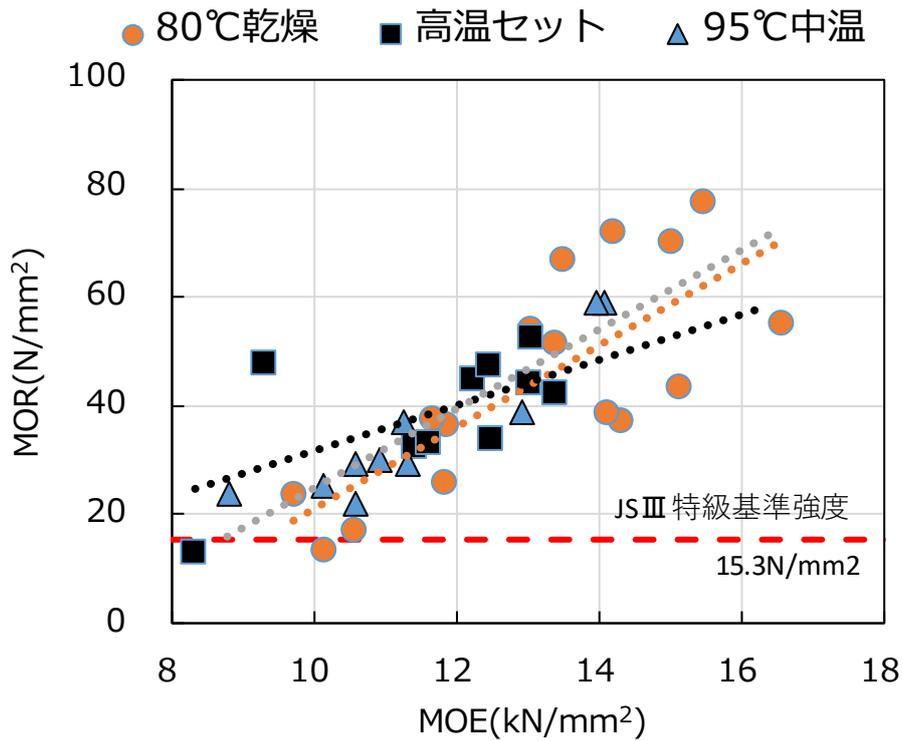


図1-19 210材のMOEとMORの関係と基準強度

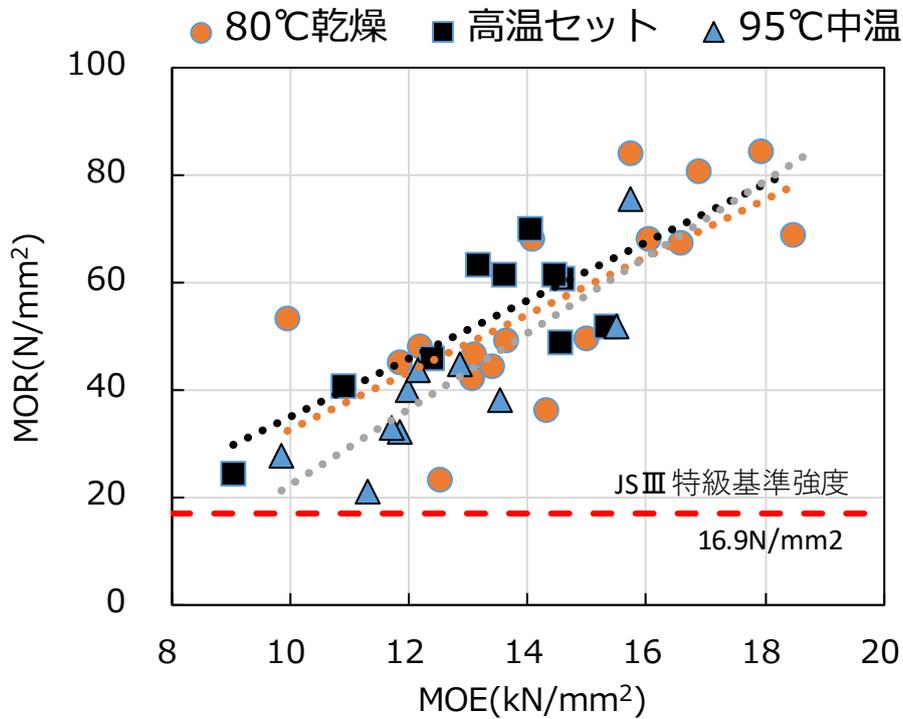


図1-20 208材のMOEとMORの関係と基準強度

1.3 まとめ

2020年6月の枠組壁工法構造用製材JASの規格改正により15%以下が追加された。そこで、仕上がり含水率15%を目標とし、より低コストな乾燥スケジュールを検討した。

H30及びR1に実施した80℃中温乾燥と、高温セット乾燥及び95℃中温乾燥について、仕上がり含水率(全乾法含水率)、乾燥後の形質変化、曲げ剛性及び強さについて比較検討した。その結果、以下の結果を得た。

(1) 仕上がり含水率(全乾法含水率)は

○210材では

80℃中温乾燥は、平均値で10.6%(最小:9.2%、最大:12.1%)に仕上がった。

高温セット乾燥は、平均値で15.2%(最小:14.0%、最大:16.1%)に仕上がった。

95℃中温乾燥は、平均値で13.3%(最小:12.1%、最大:14.5%)に仕上がった。

○208材では、

80℃中温乾燥は、平均値で11.1%(最小:10.2%、最大:12.5%)に仕上がった。

高温セット乾燥は、平均値で14.5%(最小:13.3%、最大:15.4%)に仕上がった。

95℃中温乾燥は、平均値で13.2%(最小:11.7%、最大:14.5%)に仕上がった。

○210材、208材とも、80℃中温乾燥<95℃中温乾燥<高温セットとなり、高温セット乾燥では、15%を超える試験体が多数確認された。

(2) 乾燥後の形質変化は、210材、208材とも、乾燥方法による違いよりも、同一丸太から製材された材が同様の変化をする傾向が確認された。

(3) 曲げ剛性及び曲げ強さについては、210材、208材とも、乾燥前のEfr分布と乾燥後のMOE及びMORの分布は同様の傾向を示し、乾燥方法による違いは確認できなかった。また、いずれの乾燥スケジュールにおいてもJSⅢ(カラマツ)甲種特級の基準強度を上回った。

以上の結果から、

仕上がり含水率15%以下を目標とした場合、H30及びR1で実施した80℃中温乾燥よりも短時間な乾燥スケジュールとして、表2-11に示す95℃中温乾燥スケジュールによる乾燥が可能と思われる。

表 1-11 95℃中温乾燥スケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理時間 (h)	備考
	90	0	6	蒸煮処理
95	65	30	77	高温乾燥
0	0	0	1	クーリング
70	65	5	12	調湿(EMC:12.1%)
合計			96	時間
			4	日間

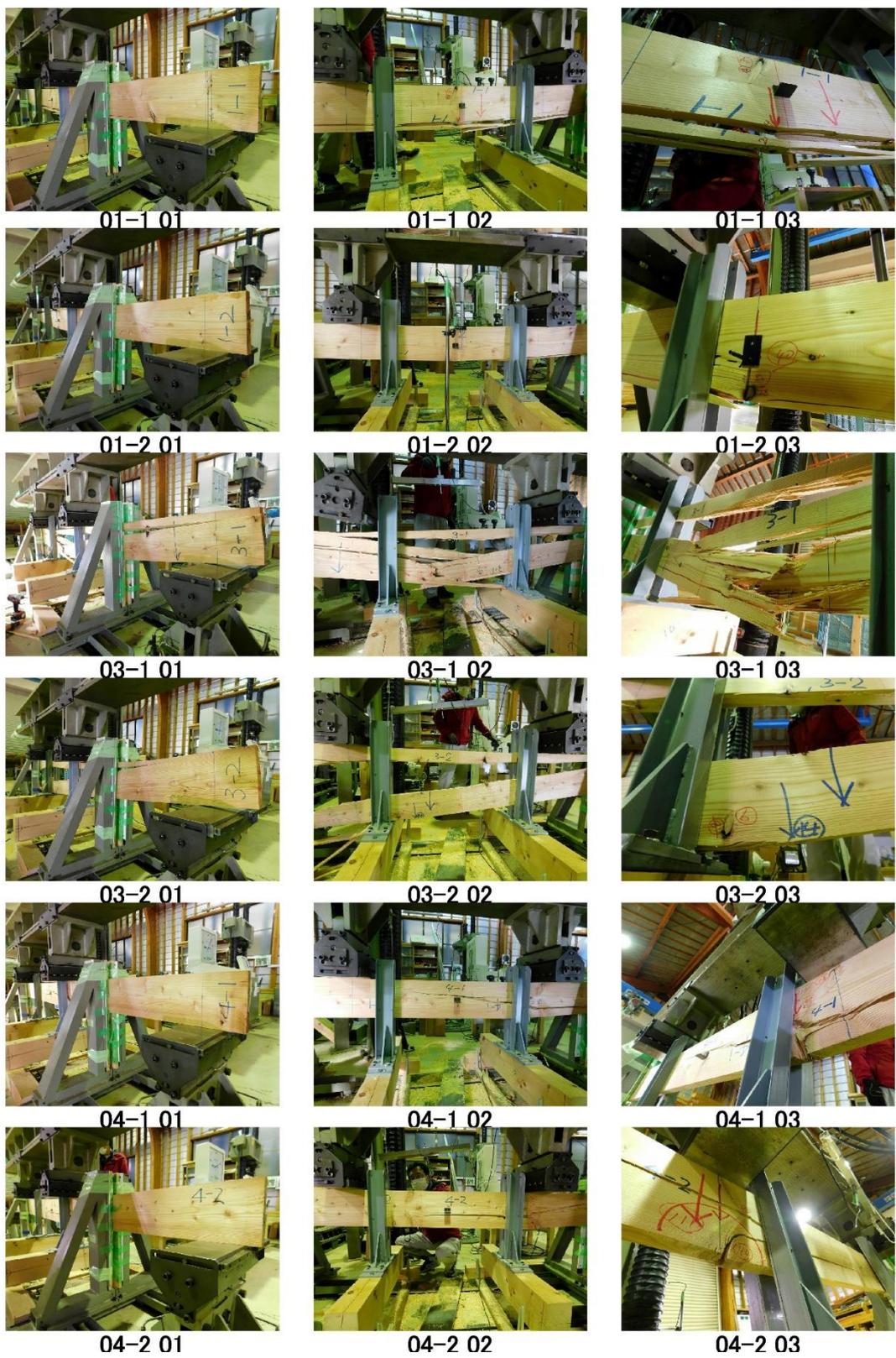


写真 1-4 210 材の曲げ強度試験-1

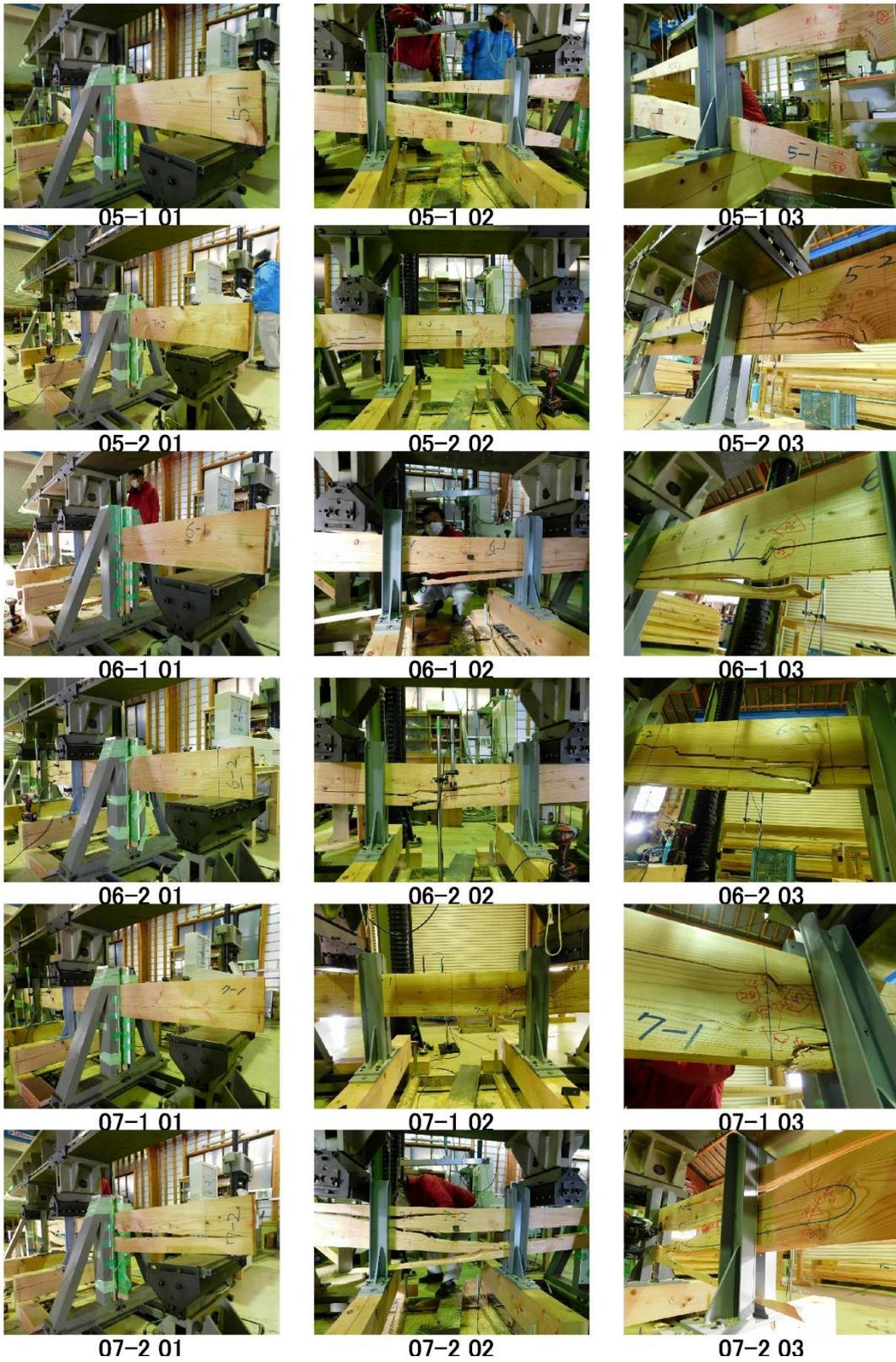


写真 1-5 210 材の曲げ強度試験-2

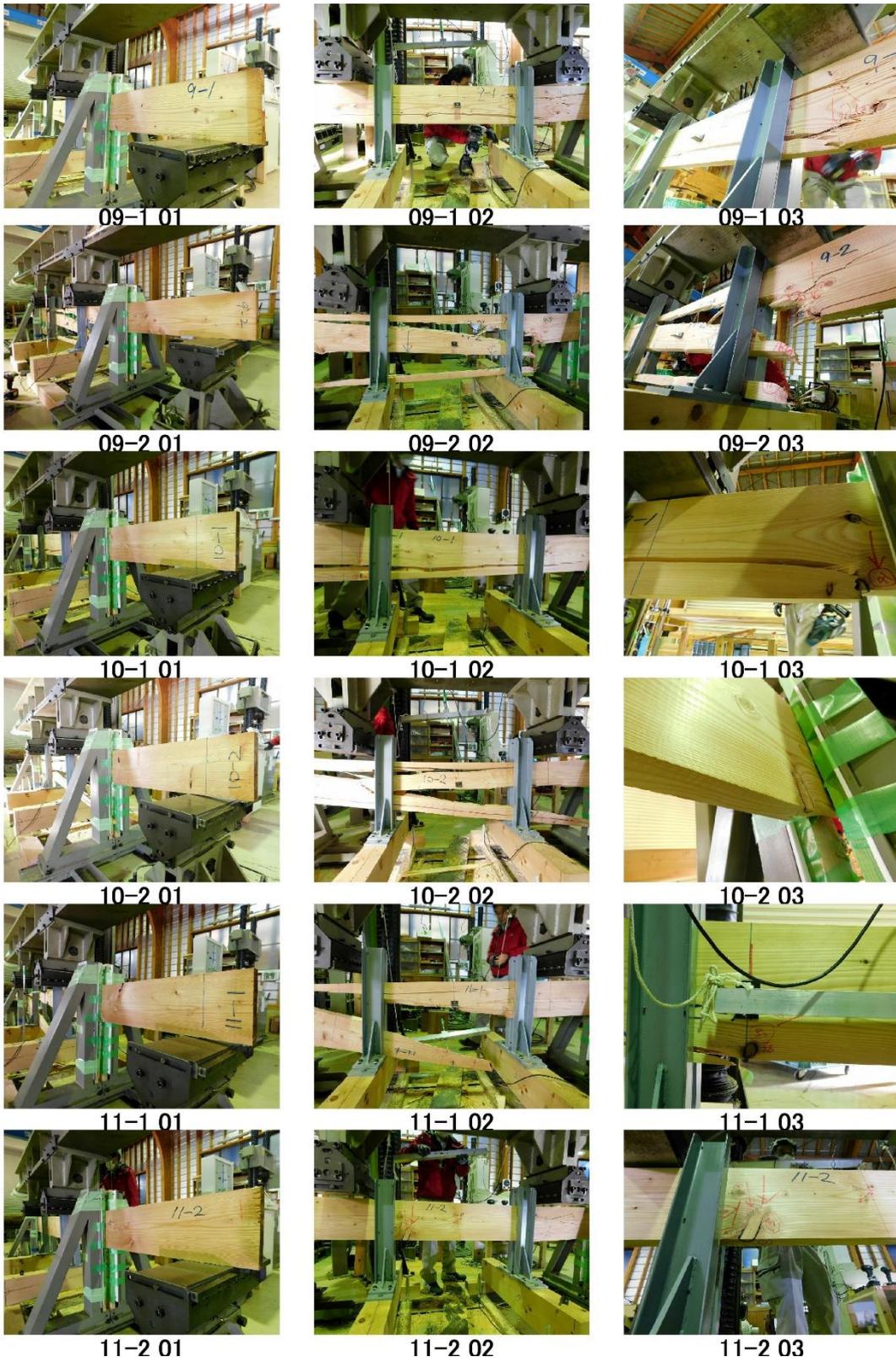


写真 1-6 210 材の曲げ強度試験-3



写真 1-7 210 材の曲げ強度試験-4

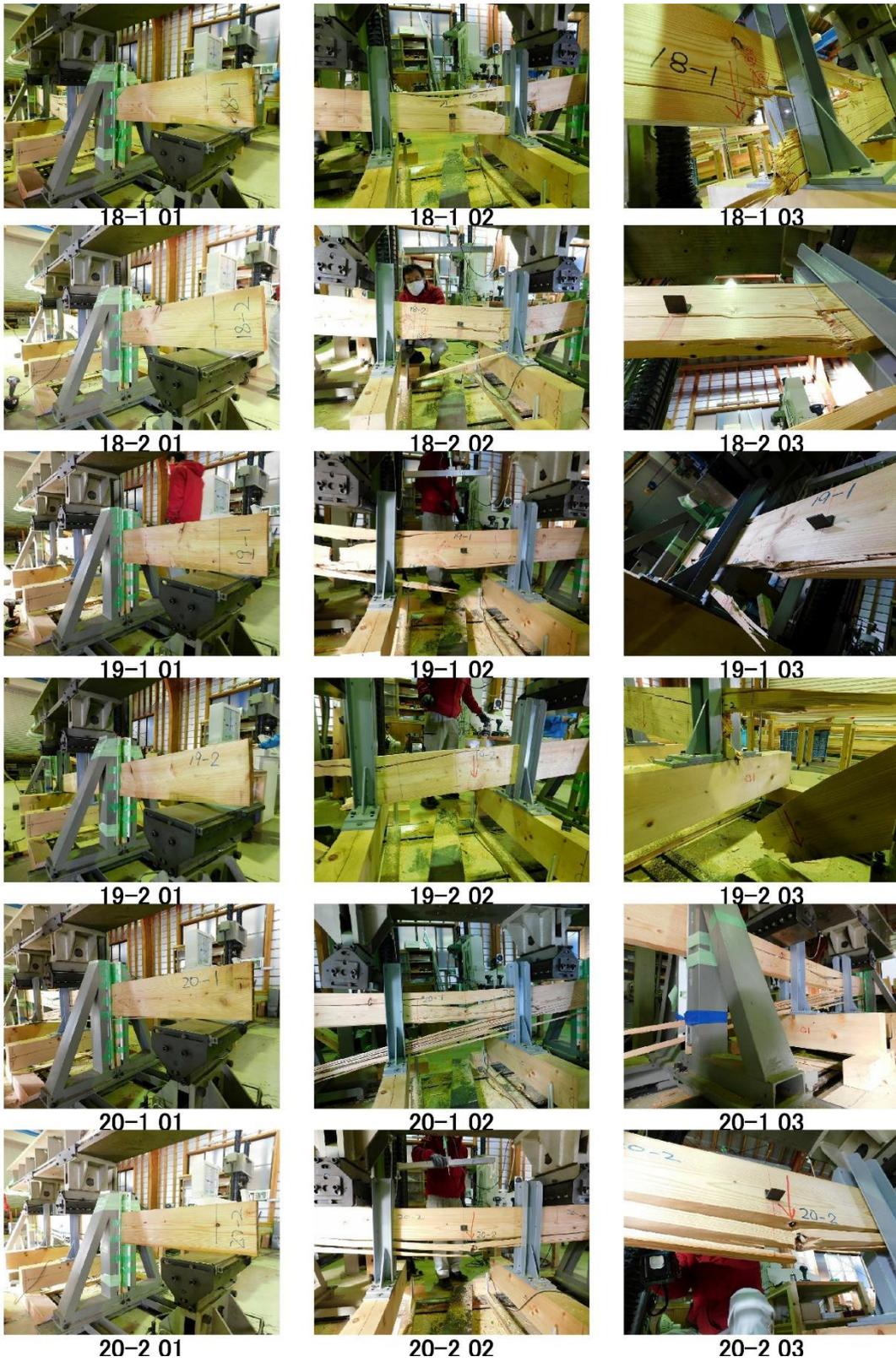


写真 1-8 210 材の曲げ強度試験-5



写真 1-9 210 材の曲げ強度試験-6



写真 1-10 208 材の曲げ強度試験-1

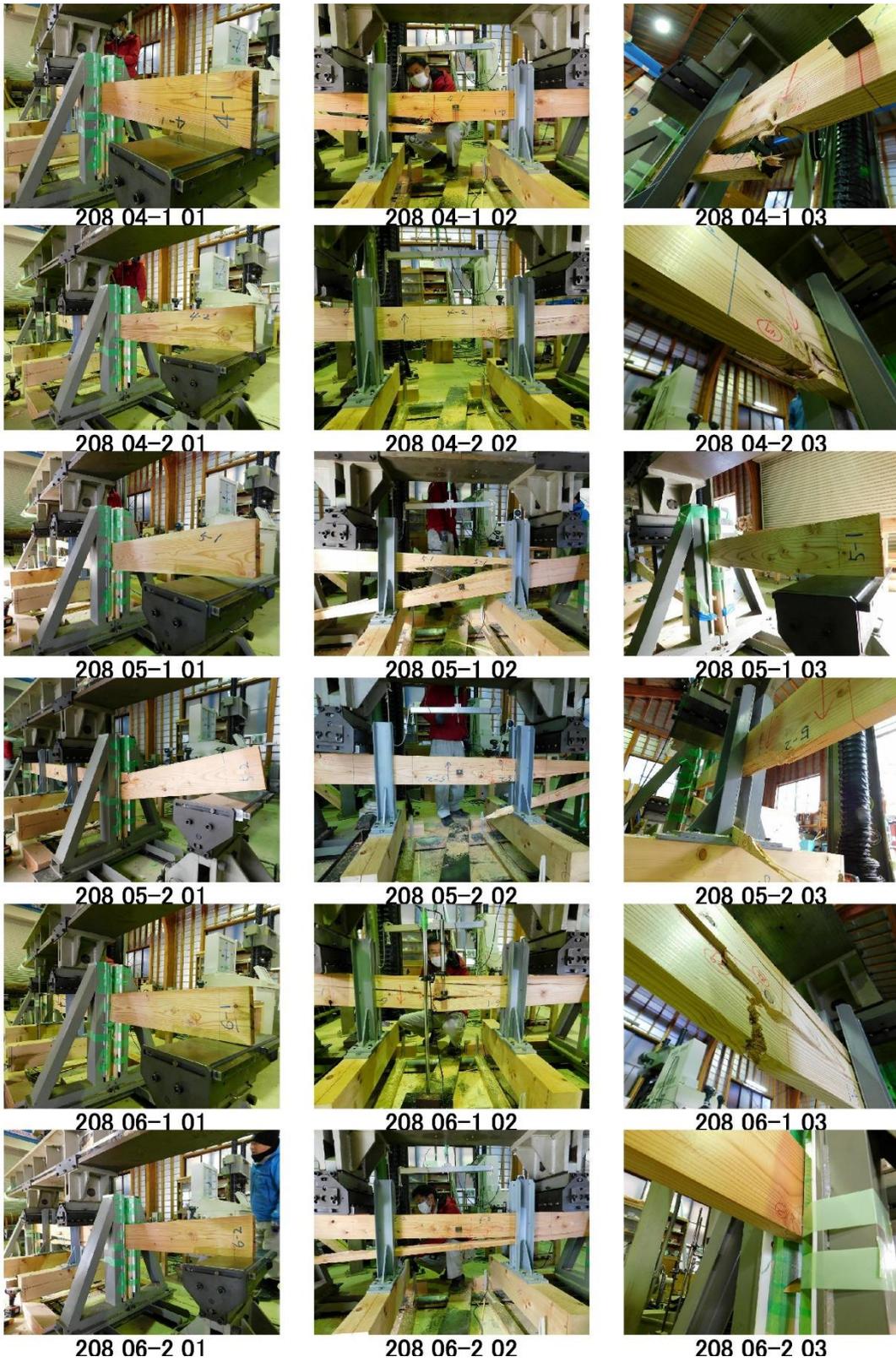


写真 1-11 208 材の曲げ強度試験-2

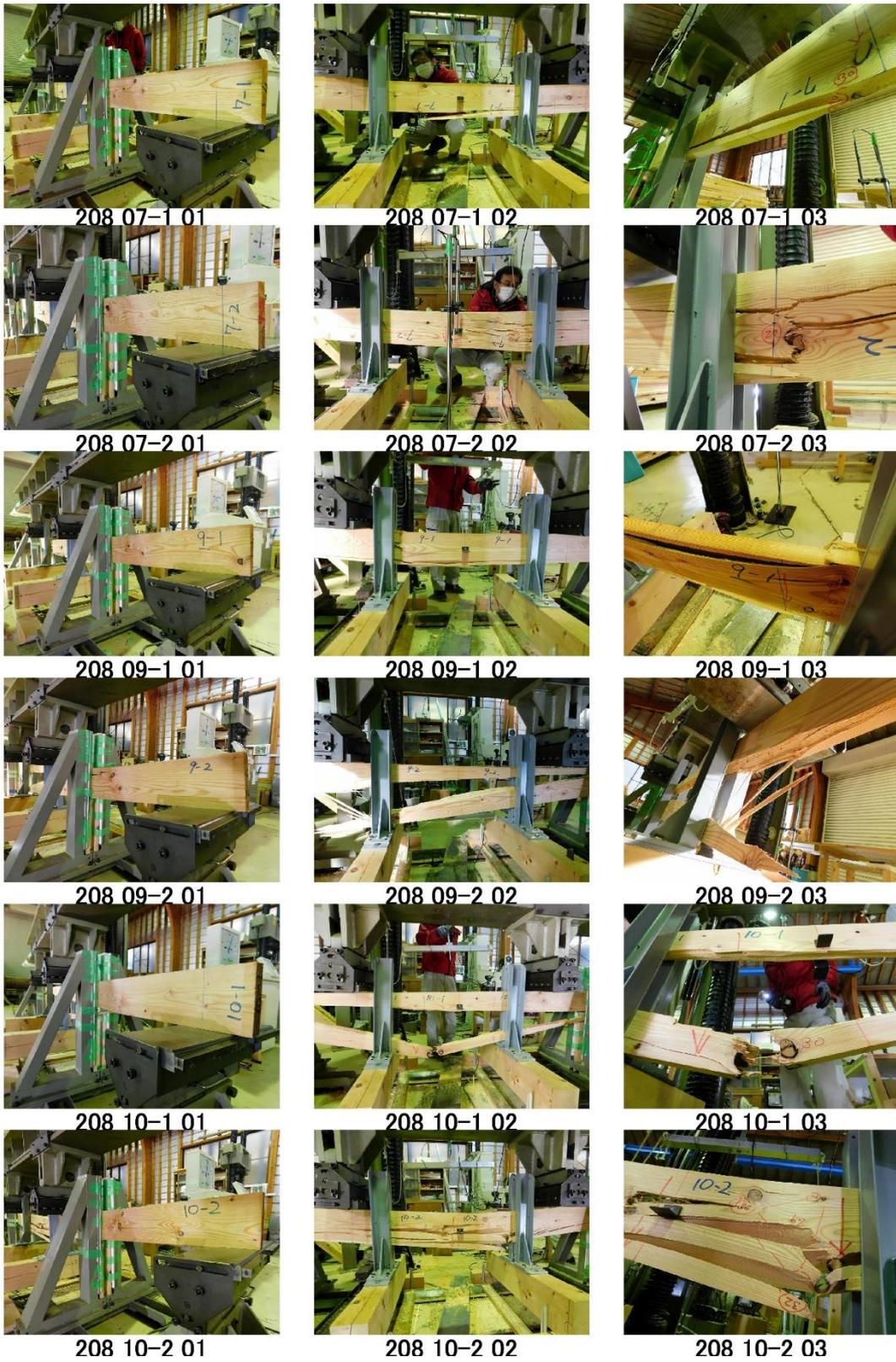


写真 1-12 208 材の曲げ強度試験-3



208 11-1 01



208 11-1 02



208 11-1 03



208 11-2 01



208 11-2 02



208 11-2 03



208 12-1 01



208 12-1 02



208 12-1 03



208 12-2 01



208 12-2 02



208 12-2 03



208 13-1 01



208 13-1 02



208 13-1 03



208 13-2 01



208 13-2 02



208 13-2 03

写真 1-13 208 材の曲げ強度試験-4

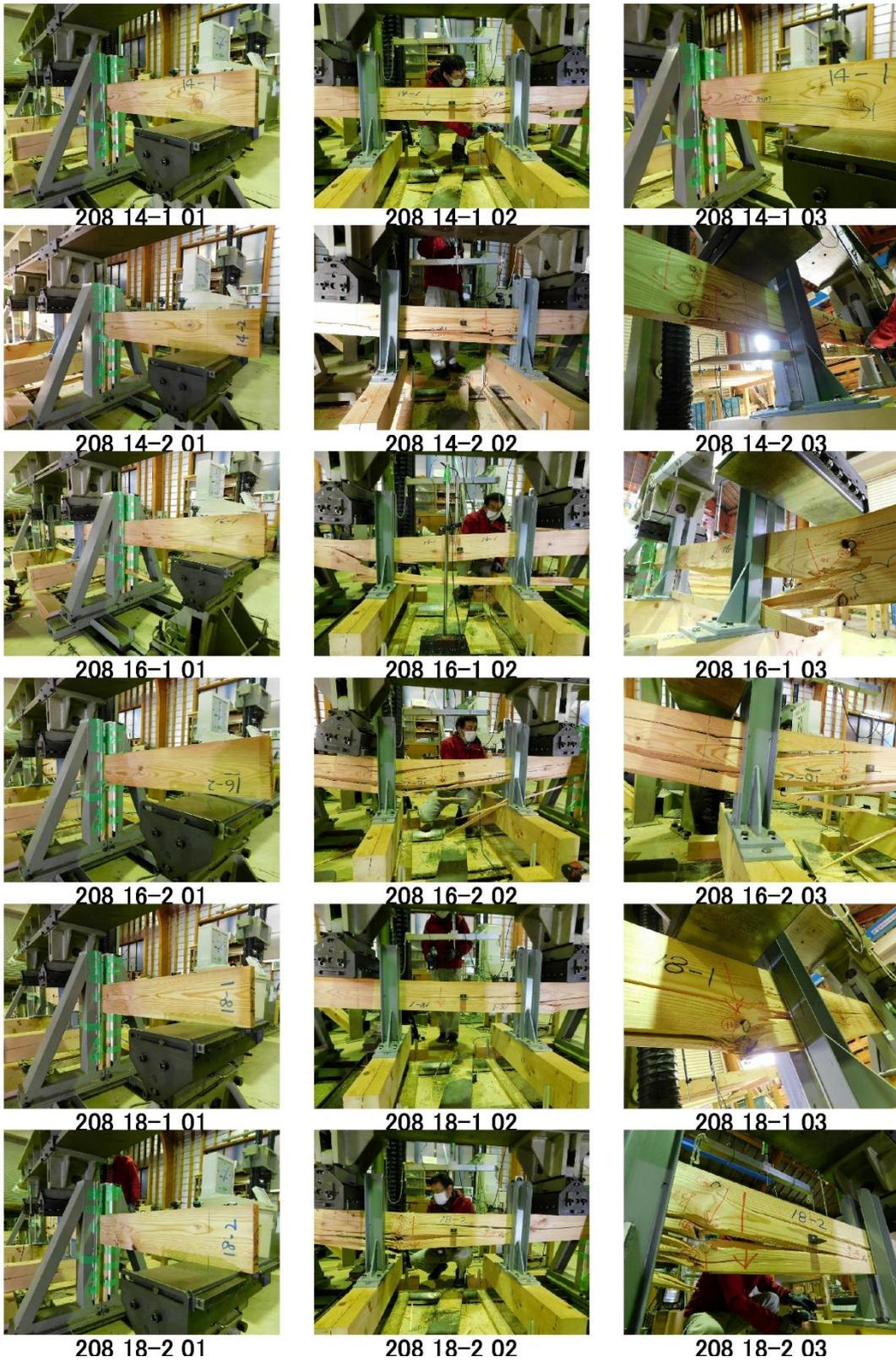


写真 1-14 208 材の曲げ強度試験-5



208 19-1 01



208 19-1 02



208 19-1 03



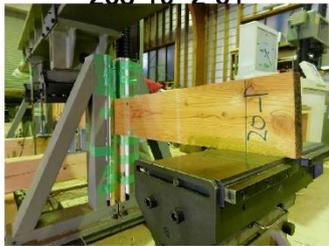
208 19-2 01



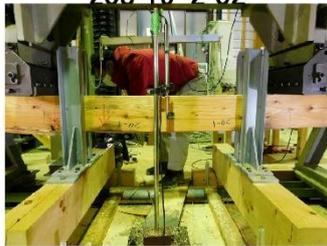
208 19-2 02



208 19-2 03



208 20-1 01



208 20-1 02



208 20-1 03



208 20-2 01



208 20-2 02



208 20-2 03

写真 1-15 208 材の曲げ強度試験-6



208 08-2 01



208 08-2 02



208 08-2 03



208 15-2 01



208 15-2 02



208 15-2 03



208 17-2 01



208 17-2 02



208 17-2 03

写真 1-16 208 材の曲げ強度試験-7

2 各製造段階等における低コスト化の検討

2.1 はじめに

長野県産カラマツ 210 材の需要拡大に向け、原木生産、製材、乾燥、仕上げ（縦継ぎを含む）、部材等格付け、流通の各段階において、国産材 210 事業化の意識の高い供給者（製材側）及び需要者（コンポーネント、建築側）を対象として、低コスト化の余地がないかを検討した。

2.2 現状での各製造・流通段階におけるコストの試算

長野県内で国産材 210 事業化に強い関心を持つ木材業者らを念頭に置き、それらの工場が現状の工場設備のままで製造（長野県内フル対応）する場合のコスト計算について、県内企業等からの聞き取りを基にした試算例を表 2-1 に示す。

ここでは、集める原木の対象が実際には末口径 34~40cm 程度になってしまうことや、安全を見て 210 用の製材寸法を割り増しすることなどが加味されている。

県内の木材業者の多くは、地域の多種多様なニーズに対応するため、多品種・少量・受注生産体制を取っている。そのため、個々の製品単価で比較すると若干割高になるが、やむを得ないものと思われる。

表 2-1 末口径 34~40cm のカラマツ丸太からのコスト試算例

		寸法 (mm)			数量	材積 (m ³)	単価 (円/m ³)	金額 (円)	備考
		長さ	厚	幅					
支出	原木	4,000	340	400	1	0.5440	18,000	9,792	※1
	製材	4,000	48	250	4	0.1920	8,000	1,536	※2
	乾燥	4,000	48	250	4	0.1920	8,000	1,536	※3
	仕上	4,000	38	235	4	0.1428	8,000	1,142	※4
	格付					0.1428	10,000	1,428	※5
収入	うけ販売	4,000	40	125	4	0.0800	-37,000	-2,960	※6
	チップ・おが粉					一式		-500	※7
小計								11,974	
利益								1,197	※8
2x10JAS材出荷額		4,000	38	235	4	0.1428	92,237	13,171	※9

※1 単価内訳：原木+はい積料+運賃（工場着）

原木は末口径 34~40cm 程度で集めるので、モデル的に厚 340 mm、幅 400 mm を設定

※2 原価計上

※3 原価計上

※4 原価計上

※5 JAS 格付料を 1 万円/m³

※6 工場着 37 千円/m³ で、粗挽 G 材を販売

※7 工場残材チップ・オガ粉一式を 500 円で販売

※8 利益率 10%

※9 長野県内製材・乾燥・格付品工場出荷額

2.3 低コスト化に向けた検討

上述の表 2-1 を基に、仮にこの「2x10JAS 材出荷額」を 7 万円/m³程度に下げるとした場合について、どのような取組みが考えられるかを検討した。

(1) 原木

原木単価を引き下げるには、山元から工場への直送が考えられる。川上側によると、「長野県内におけるカラマツ大径材の皆伐現場は限られているので、月ごとにコンスタントな納材は難しい。年単位で一定量を納めればよいのなら、直送により、さらなる低コスト化は可能かと思われる」とのことであった。

(2) 製材、乾燥、格付

製材については、コンスタントな月単位等での大ロット数による受注と、乾燥機の容量に合わせ、210 材のみで満杯になるよう、乾燥直前の製材工程等と十分な調整を図れば、さらなる効率的な低コスト化が可能になると考える。

乾燥については、2020 年 6 月の枠組壁工法構造用製材 J A S の規格改正により 15%以下が追加された。そこで、仕上がり含水率 15%を目標とし、より低コストな乾燥スケジュールを検討した。

本年度は、H30・R 元年度に実施した 80℃中温乾燥（表 2-2）と、高温セット乾燥及び 95℃中温乾燥について、仕上がり含水率（全乾法含水率）、乾燥後の形質変化、曲げ剛性及び強さについて比較検討した。その結果、表 2-3 に示す 95℃中温乾燥スケジュールにより、短時間での乾燥が可能と思われた。

表 2-2 80℃中温乾燥スケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理時間 (h)	備考
	80	0	8	蒸煮処理
80	75	5	12	中温乾燥
80	70	10	12	
80	65	15	12	
80	60	20	12	
80	50	30	158	
0	0	0	2	クーリング
70	63	7	24	調湿(EMC:10.3%)
合計			240	時間
			10	日間

表 2-3 95℃中温乾燥スケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理時間 (h)	備考
	90	0	6	蒸煮処理
95	65	30	77	高温乾燥
0	0	0	1	クーリング
70	65	5	12	調湿(EMC:12.1%)
合計			96	時間
			4	日間

上述において、95℃中温乾燥スケジュール等を用いれば、材質への影響はなしで、乾燥日数をほぼ半減できることが判明した。乾球温度を上げるために1日当たりの燃料代は若干高くなるが、乾燥日数がほぼ半減されるので、トータルではかなりの低コスト化が期待できる。

格付においても、1日単位で効率的な格付ができるように製品の量を調整することにより、低コスト化を図り得る。

以上については、川下側との十分な連携・調整も必須となる。

(3) ラミナ等の副産物の販売

本事業においては、丸太の最外層から構造用集成材のラミナを採取した。これらは高強度ラミナ等として、高付加価値化が図れるものと期待される。通常のカラマツラミナと比較して確実に高強度であることが判明すれば、表 2-1 のラミナ単価よりもさらに高額で販売できるものと思われる。

また、これらのラミナの中には、無節またはそれに近い材もある程度含まれる。それらは、家具用材をはじめとする別用途でも、高付加価値化が図れるものと期待される。

さらに、格外品等をデッキ用材等へ展開することで、歩留まりをあげれば、低コスト化を図れると考える。

以上、ラミナ等の副産物の販売においても、今後、さらなる販路の検討を加えることにより、210材の低コスト化を推進できるものとする。

II 信州カラマツ 210 材の施工性等の実証

1 はじめに

昨年度はコンポーネント企業において信州カラマツ 210 材を用いた床パネルを試作し、その施工性や経時変化等を検討し、十分に使用可能なことを実証した。そこで、本年度はさらに一步前進させ、ウィング(株)及び三井ホームコンポーネント(株)の協力を得て、信州カラマツ 210 材等を用いた実証建築を行う際の①床パネル製作前受け入れ、②パネル製作、③施工性等を検証した。

本報では、まず、納品した信州カラマツ 210 材等の製材・乾燥・仕上・格付の結果を記す。次いで、施工業者等へのアンケート結果を基に、信州カラマツ 210 材等の施工性と将来性について評価する。

2 実証事業の概要

本年度の実証検証では、実際の建築で使われる床パネルの実証とその施工性等を検証する関係上、JAS製品として取り扱う必要がある。

カラマツ材の枠組壁工法構造用製材のJAS工場は県内に無く、唯一北海道において枠組壁工法構造用製材のカラマツJAS格付のできる工場があり、北海道のJAS工場と協力しながらでJAS製品にした。

また、北海道のJAS工場は、長さ5m、6mは対応できないため、今回の事業については4m材(最大4.3m)による製品での検証となる。



3 実証事業用 210 材等の製造と格付け結果

(1) 製材

本事業では、表-1 に示す材を作製した (第 1 回 : 11 月、第 2 回 : 1 月)。

表-1 本事業で作製した部材

材種	製材寸法(mm)	製品寸法(mm)	数量(枚)	備考
210 材	4,000×48×250	4,000×38×235	381	第 1 回(241 枚)、第 2 回(140 枚)
		3,800×38×235	631	全数 第 1 回
	2,400×48×250	2,400×38×235	260	全数 第 1 回
208 材	4,000×48×200	4,000×38×184	12	全数 第 1 回

これらの製材は、信州木材認証製品センターの認証工場で行った。

製材の対象は、末口径 32~42cm のカラマツ 4 m 丸太であった。

基本的な 210 材の木取りを、図-1 に示す。

これらの図では、210 材を緑色で、追加で製材するラミナ (製材断面寸法 40×125 mm) を黄色で、追加の厚板 (製材断面寸法 50×205 mm) を灰色で表示した。

また、製材の様子を写真-1 に示す。

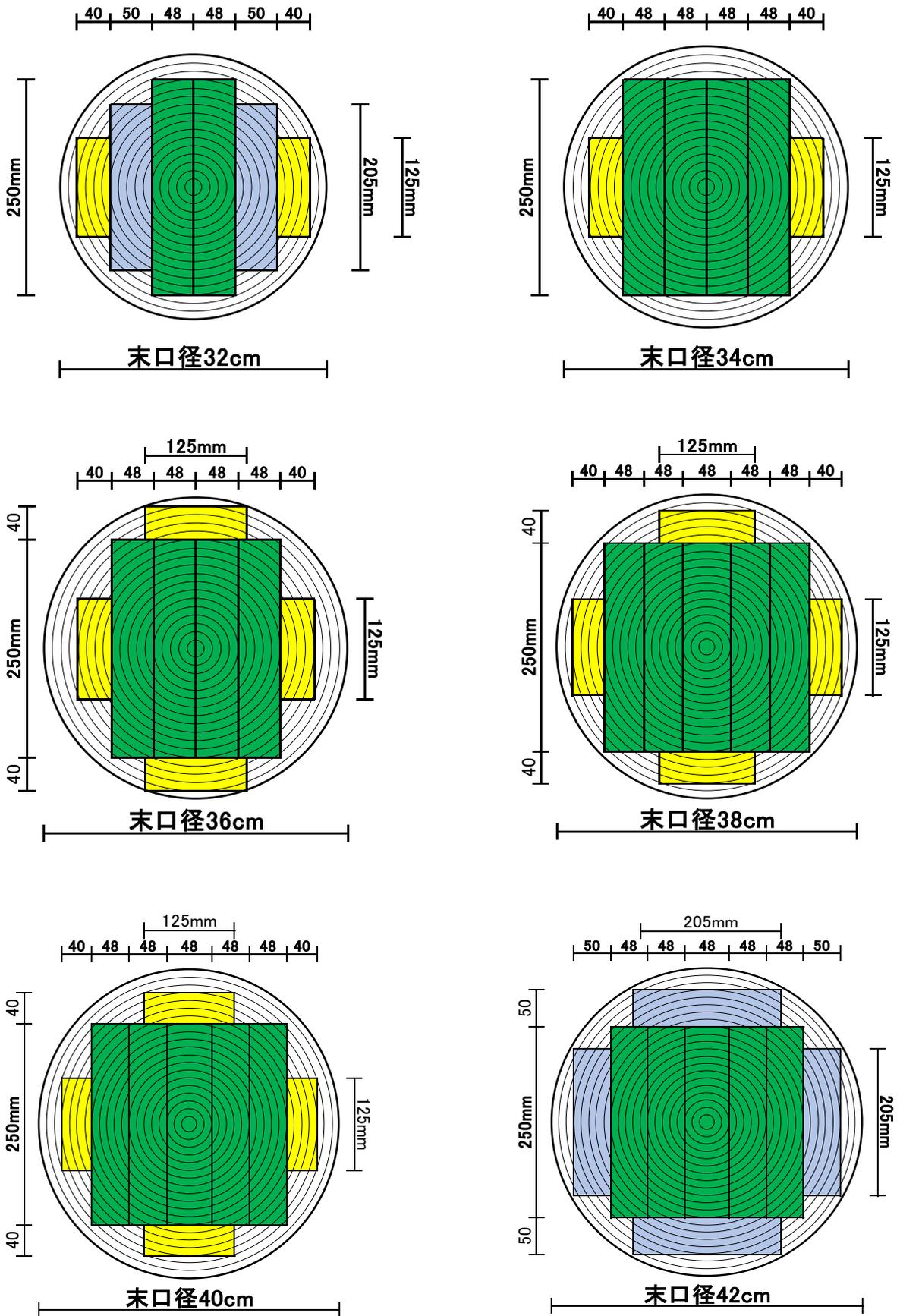


図-1 カラマツ丸太からの210材の基本的な木取り方法



写真-1 カラマツ 210 材の製材の様子

(2) 乾燥

長野県内で製材した 210 材等は、無選別のまま全数をトラックで北海道のオムニス林産協同組合へ搬送し、同組合で人工乾燥を行った。

蒸気式人工乾燥機を用いた乾燥スケジュールを、表-2 に示す。本スケジュールは、前年度までの関連事業内において、長野県林業総合センターが確立したものである。

表-2 カラマツ 210 材等の人工乾燥スケジュール

乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	温度差 (°C)	処理時間 (h)	備考
80	80	0	8	蒸煮処理
80	75	5	12	中温乾燥
80	70	10	12	
80	65	15	12	
80	60	20	12	
80	50	30	158	
0	0	0	2	クーリング
70	63	7	24	調湿(EMC:10.3%)
合計			240	時間
			10	日間

トラック輸送と人工乾燥の様子を写真-2 に示す。



写真-2 カラマツ 210 材等のトラック輸送と人工乾燥の様子

(3) 格付

最初に、第1回の製材で作製した210材等の格付作業とその結果について記す。

日 時 2020年11月10日(火)～11月12日(木)

2020年12月22日(火)～2021年1月18日(月)「一時中断期間あり」

場 所 オムニス林産協同組合((有)瀬上製材所、北海道中川郡幕別町字千住42-6)

実施者 瀬上理事・吉田氏(オムニス林産協同組合)

協力者 井川氏(北海道林産物検査会)

大橋氏・平館氏・中川氏・加藤氏(北海道立総合研究機構林産試験場)

◆格付作業の概要

- ・「枠組壁工法構造用製材の日本農林規格」に基づき、目視によりカラマツ210材の等級判定を行った。等級の判定は、北海道林産物検査会の指導のもと、オムニス林産協同組合の有資格者が実施した。等級を決定づける要因や曲がり・反り等の計測については、北海道立総合研究機構林産試験場の協力のもと、直定規・スケールを用いて行った。
- ・210材は長さ4000mmと2400mmの2種類であったが、4000mmでは長さ切れしているものが多かったため、3800mmとして等級判定を行った。



図1 格付け作業の様子

◆格付作業の結果

格付作業により、等級の判定結果と曲がり等の計測結果を表1～表6および図2に示す。

【210材（長さ3800mm）】

表1に示すように、甲種特級が54%と半数を超えた。

甲種1・2級に判定された要因では、「割れ」が最も多かったが、「貫通割れ」はわずかで、そのほとんどは「その他の割れ」であった。カラマツ特有の旋回木理による斜め方向に走る割れもあったが、多くは木表側に長さ方向に点在する表面割れであった。JASでは表面割れは長さの合計で判定することになっており、割れの深さや幅については規定されておらず、微細な割れもカウントした。

次に多かったのは「節および穴」であり、「穴」によって2級と判定されたものが多かった。「穴」は特定長さの範囲内にある穴径を合計することになっており、長さ方向に連続的に穴が点在するものが該当した。

次に多かったのは「削り残し」であり、主に乾燥後のねじれが大きいものがモルダー切削でムラ取りされずに削り残しとなったが、両端部の部分的な出現が多かった。

甲種3級に判定されたものにおいては、甲種1・2級と同様に「割れ」が最も多かったが、「腐れ」や「曲がり・反り・ねじれ」も増えた。「曲がり・反り・ねじれ」においては「反り（甲種2級の規定値=3.6-4.2mで11mm以下）」が多く、表2の測定結果を見ても、甲種3級では反りの測定値が上位等級より大きくなっている。なお、ねじれが顕著なものも樹心に近い材では見られたが、甲種2級の規定値（3.6-4.2mで48mm以下）を超えるものは少なかった。また、施工上の支障となりやすい曲がりについても甲種2級の規定値（0.5%以下=4mで20mm）を超えるものはなかった。

格外に判定されたものにおいては、「寸法切れ」が最も多かった。乾燥後の時点で曲がりの大きなものがモルダー切削で幅方向に十分切削されず、幅235mmを大きく下回ったためであり、両端部の厚さ面に発生していた。

【210材（長さ2400mm）】

表3に示すように、甲種特級が64%となり、長さ3800mmよりも出現割合が増えた。

甲種1・2級に判定された要因では、「削り残し」が最も多く、長さ3800mmに比べて短尺のために、ねじれを矯正するためには大きな力が必要となり、モルダー切削時にねじれが矯正されずに未切削が増えたと思われる。

次に多かったのは、「割れ」であり、長さ3800mmと同様に、主に表面割れであった。

甲種3級に判定されたものにおいては、「割れ」が最も多かった。

格外に判定されたものにおいては、「寸法切れ」が最も多かった。

【208材（長さ4000mm）】

表5に示すように、甲種特級が12本中9本となった。

表1 210材（長さ3800mm・計874本）の格付け結果と決定要因（第1回）

格付け結果（本数）	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計874本	472	93	100	117	92
節	0	12	4	2	0
穴	0	11	24	2	0
腐れ（虫食い・入皮を含む）	0	4	7	12	15
丸身（欠けを含む）	0	0	3	2	3
割れ	0	45	40	76	18
削り残し	0	14	7	5	3
曲がり・反り・ねじれ	0	0	7	13	2
その他の欠点（ヤニ）	0	7	8	5	3
寸法切れ	0	0	0	0	48
格付け結果（％）	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
100%	54%	11%	11%	13%	11%
節	0%	13%	4%	2%	0%
穴	0%	12%	24%	2%	0%
腐れ（虫食い・入皮を含む）	0%	4%	7%	10%	16%
丸身（欠けを含む）	0%	0%	3%	2%	3%
割れ	0%	48%	40%	65%	20%
削り残し	0%	15%	7%	4%	3%
曲がり・反り・ねじれ	0%	0%	7%	11%	2%
その他の欠点（ヤニ）	0%	8%	8%	4%	3%
寸法切れ	0%	0%	0%	0%	52%

表2 210材（長さ3800mm）の曲がり・反り・ねじれの測定結果（第1回）

曲がり	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計826本	471	91	94	104	66
最大値	7	5	10	9	23
平均値	1	1	2	1	3
最小値	0	0	0	0	0
反り	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計842本	471	93	99	109	70
最大値	10	10	11	19	33
平均値	1	1	2	4	3
最小値	0	0	0	0	0
ねじれ	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計860本	472	93	100	116	79
最大値	30	27	42	38	43
平均値	6	9	9	13	12
最小値	0	0	0	0	0

※変形が大きなもの、測定困難な項目があったため、測定数量が実本数より少ない

表3 210材（長さ2400mm）の格付け結果と決定要因（第1回）

格付け結果（本数）	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計260本	167	28	23	21	21
節	0	1	0	0	0
穴	0	0	1	0	0
腐れ（虫食い・入皮を含む）	0	1	0	0	0
丸身（欠けを含む）	0	0	1	0	0
割れ	0	6	6	14	0
削り残し	0	20	13	1	7
曲がり・反り・ねじれ	0	0	2	6	0
その他の欠点（ヤニ）	0	0	0	0	0
寸法切れ	0	0	0	0	14
格付け結果（%）	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
100%	64%	11%	9%	8%	8%
節	0%	4%	0%	0%	0%
穴	0%	0%	4%	0%	0%
腐れ（虫食い・入皮を含む）	0%	4%	0%	0%	0%
丸身（欠けを含む）	0%	0%	4%	0%	0%
割れ	0%	21%	26%	67%	0%
削り残し	0%	71%	57%	5%	33%
曲がり・反り・ねじれ	0%	0%	9%	29%	0%
その他の欠点（ヤニ）	0%	0%	0%	0%	0%
寸法切れ	0%	0%	0%	0%	67%

表4 210材（長さ2400mm）の曲がり・反り・ねじれの測定結果（第1回）

曲がり	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計249本	167	28	23	21	10
最大値	4	4	6	4	4
平均値	1	1	1	1	1
最小値	0	0	0	0	0
反り	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計251本	167	28	23	21	12
最大値	10	10	11	17	10
平均値	3	3	3	6	3
最小値	0	0	0	0	0
ねじれ	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計251本	167	28	23	21	12
最大値	19	23	26	24	27
平均値	6	11	10	12	18
最小値	0	0	0	0	6

※変形が大きなもの、測定困難な項目があったため、測定数量が実本数より少ない

表5 208材（長さ4000mm）の格付け結果と決定要因（第1回）

格付け結果（本数）	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計12本	9	1	1	1	0
節	0	0	1	0	0
穴	0	0	0	0	0
腐れ（虫食い・入皮を含む）	0	0	0	0	0
丸身（欠けを含む）	0	0	0	0	0
割れ	0	0	0	0	0
削り残し	0	0	0	0	0
曲がり・反り・ねじれ	0	0	0	1	0
その他の欠点（ヤニ）	0	1	0	0	0
寸法切れ	0	0	0	0	0

※本数が少ないため、出現割合の表示は省略

表6 208材（長さ4000mm）の曲がり・反り・ねじれの測定結果（第1回）

曲がり	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計12本	9	1	1	1	0
最大値	4				
平均値	1				
最小値	0				
反り	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計12本	9	1	1	1	0
最大値	4				
平均値	2				
最小値	0				
ねじれ	甲種特級	甲種1級	甲種2級	甲種3級	格外
計12本	9	1	1	1	0
最大値	15				
平均値	5				
最小値	0				

※本数が少ない甲種1級以下の統計値は省略

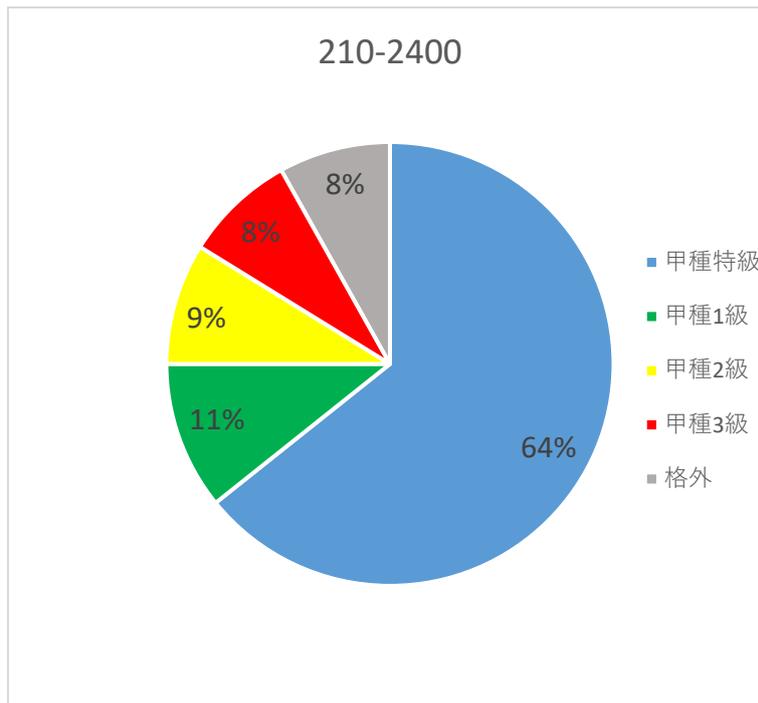
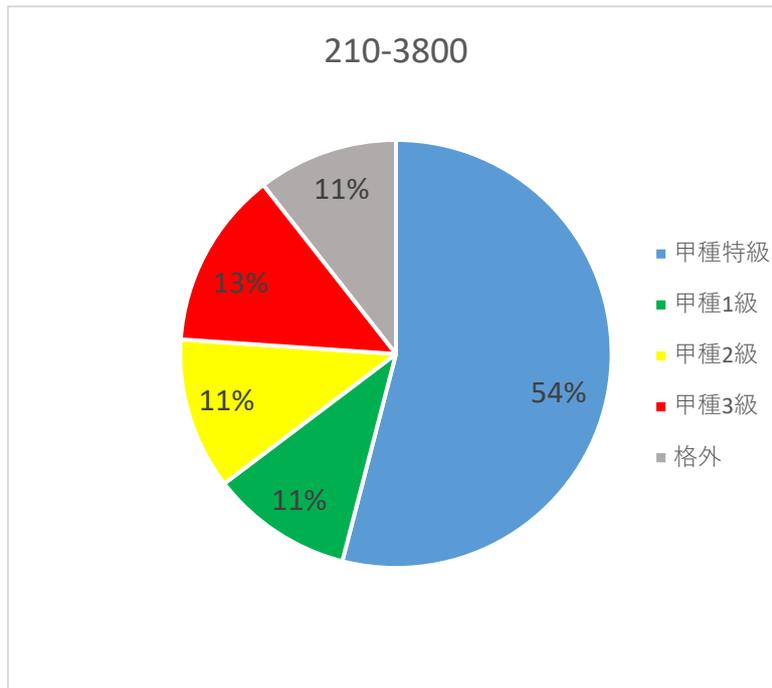


図2 210材の格付け結果（等級の出現割合）

次に、第1回と第2回の製材で作製した210材等の格付結果について、最終的な集計結果を表7に記す。

表7 210・208材の格付結果(最終版)

納材	材種	仕上げ寸法(mm)			特級	1級	2級	小計	3級	格外	合計
第1回	210	4,000	235	38	241	0	0	241	0	0	241
		3,800	235	38	232	99	105	436	106	89	631
		2,400	235	38	167	28	23	218	21	21	260
	208	4,000	184	38	9	1	1	11	1	0	12
第2回	210	4,000	235	38	109	11	13	133	0	7	140
合計	210	4,000	235	38	350	11	13	374	0	7	381
		3,800	235	38	232	99	105	436	106	89	631
		2,400	235	38	167	28	23	218	21	21	260
	208	4,000	184	38	9	1	1	11	1	0	12

今回の格付結果を見ると、1回目の納材時に210材の「格外」判定が多かった。そして、その内訳を見ると、「寸法切れ」が多かった。

本年度は製材後に大型トラックで長野県から北海道まで輸送する必要があったため、トラックに効率よく積載できるよう、通常よりも製材寸法を製品寸法に近づけていた。このことが上記の要因の一つであったと考えられる。

従って、長野県内で210材等を製造できるようになれば、「格外」判定は削減できるものと思われる。

最後に、表7に記載した210材等の納品先を表8に示す。表中の2社において、実際の建造物への実証検証が行われた。

表8 210・208材の納品数(最終版)

納品先	材種	仕上げ寸法(mm)			特級	1級	2級	小計	3級	格外	合計
ウイング(株)	210	4,000	235	38	108	0	0	108	0	0	108
		3,800	235	38	0	0	0	0	106	89	195
	208	4,000	184	38	9	1	1	11	1	0	12
三井ホーム コンポーネン ト(株)	210	4,000	235	38	242	11	13	266	0	7	273
		3,800	235	38	232	99	105	436	0	0	436
		2,400	235	38	167	28	23	218	21	21	260

[参考資料]

210 材格付等現地視察報告

日時 2020年11月11日(水) 10時30分から12時30分

場所 オムニス林産協同組合((有)瀨上製材所)

北海道中川郡幕別町字千住42-6

参加者 瀨上代表理事(オムニス林産協同組合)

瀨上理事(オムニス林産協同組合)

大橋研究主幹(北海道立総合研究機構林産試験場)

宮澤総括理事(農林漁業信用基金)

橋本取締役東北支店長(ウイング(株))

記)清野技術部会顧問((一社)日本ツーバイフォー建築協会)

◆調査先の概要



写真1 オムニス林産協同組合及び有限会社瀨上製材所の事務所

(役割分担)

- ・人工乾燥、修正挽き、JAS品等級格付け:オムニス林産協同組合(JAS認定工場)
- ・製品の売買:有限会社瀨上製材所(同協同組合構成員)



写真2 使用された人工乾燥施設



写真3 使用されたプレーナー(メンテナンス中)



写真4 目視による選別格付け、データ入力（全景）



写真5 同近景

◆調査結果

令和2年度信州カラマツ実証事業における三井ホームコンポーネント㈱ならびにウイング㈱の施工物件に使用する製材については、等級・品質・納期について問題ないことを確認した。

1. 乾燥工程

- ・信州木材認証製品センターの指示にしたがい、10日間の行程で実施した。
- ・含水率は平均で12%、概ね15%を下回っている。やや過乾燥気味となっており、乾燥工程にさらなる検討の余地あり。



写真6・7 人乾後、プレーナー前の材の木口面
(一部にねじれや幅ぞりも見受けられるが、概ね良好な状態)

2. 格付け

- ・目視により、カラマツ 210 材の等級を判定。北林検の指導を得ながらオムニス林産協同組合の有資格者にて実施した。
- ・JAS マークの表示に当たり、2 等級以上のものは、2 等級の表示を行う。なお、特級相当と 1 級相当のものは印字の位置を変えることにより、区別することとした。



←材の上部に印字のあるものは 2 級品

←材の中央部に印字のあるものは 1 級相当品

←材の下部に印字のあるものは特級相当品



写真 8 JAS2 級表示（分切れ材対策として 3800mm 版を別途準備）



写真 9 JAS 格付けと分別

- （写真手前右：特級相当 4m・JAS スタンプ押印済）
- （ 〃 中央：特級相当 4m・JAS スタンプ押印前）
- （ 〃 左：特級 3.8m（分切材の再利用）・JAS スタンプ準備中）
（写真中央左：これから格付けを行う材）
- （写真奥左：1 級相当 4m・JAS スタンプ押印済）

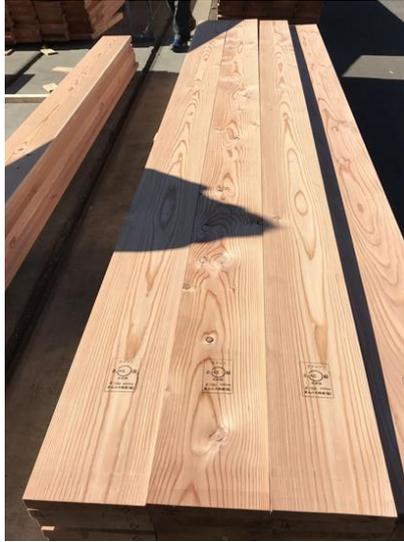


写真 10 特級相当品の印字（材下部に印字）



写真 11 一級相当品の印字（材中央に印字）

（格付けに従事した者の所見）

- ・材が重い
- ・北海道材より目が詰まっている
- ・カビの発生が顕著である
- ・ねじれ、反りは JAS 規格内に入っているものが多い。
- ・長さ、幅方向の分切れ品が少ない（粗挽き材納品時から散見）



写真 12 長さ方向の分切れが散見される



写真 13 ねじれの大きいものがまれにある



写真 14 木口割れは少ない



写真 15 ヤニの出現している
ものがまれにある



写真 16 丸身がでているものがまれにある

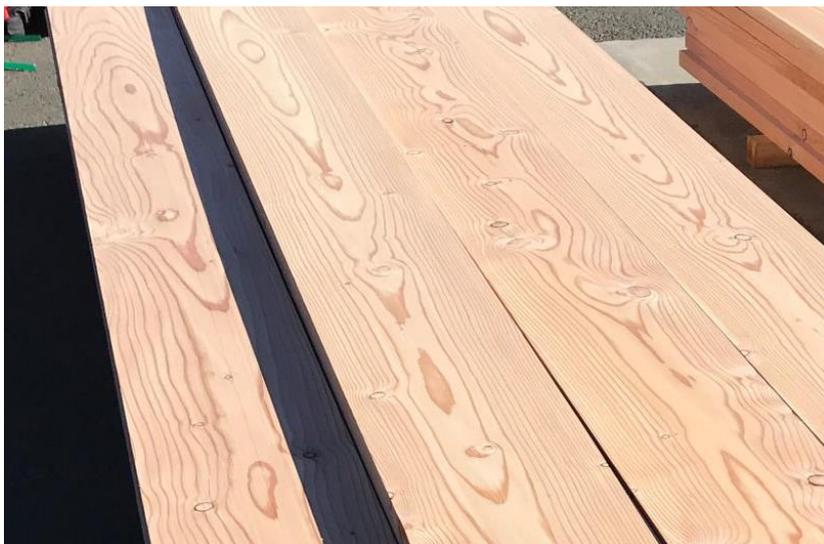


写真 17 材面が銘木と見まごうものも存在した



写真 18 特に上質なものの材面

(格付け結果)

	特級	1 級	2 級	3 級	格外
210 (4m、3.8m)	54%	11%	11%	13%	11%
210 (2.3m)	64%	11%	9%	8%	8%
208 (4m)	75%	8%	8%	8%	0%

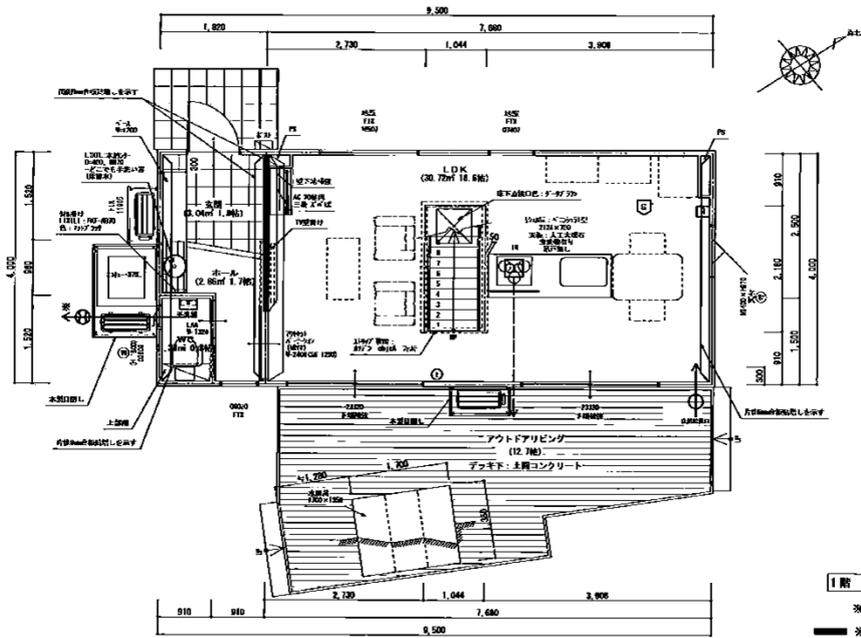
◆3 級品及び格外品の使用

- ・カラマツ製材品のコスト低減に向け、3 級品及び格外品の使用について意見交換した。
- ・オムニスでは、ウッドデッキ材への利用、幅割して巾木等の造作材への利用などの実績あり。長野県では外壁パネル材への利用実績あり。
- ・三井ホームコンポーネント並びにウイングにても検討をお願いしていく。

あわせて、工場見学ならびに道内のカラマツ等の生産状況について説明を受けた。

(略)

以上



1階平面図 S:1/50

※付帯: LIXIL

※耐力壁 (内部) を示す

階	面積 (㎡)
1階	38.00 (11.49)
2階	38.00 (11.49)
延床面積	76.00 (22.98)
建築面積	38.00 (11.49)

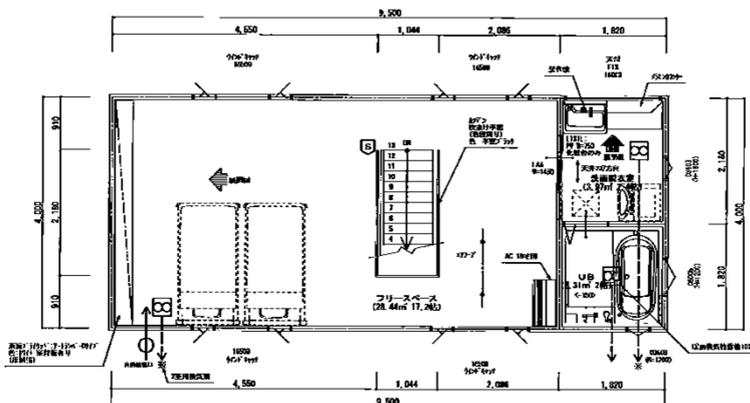
- 凡例
- 標準100φ (V-BPHD-6A)
 - 天井 (V-BPHD-6A)
 - 標準100φ
- 付帯設備
- ・換気扇の標準仕様品の対応とする。
 - ・自然採光の確保を目的とする。
- 付帯設備
- ・住宅用電気設備標準仕様品を標準とする【標準品】
 - ・標準品以外の
 - ・標準品以外の
 - ・標準品以外の

設備チェック

設備名	仕様	標準	OK
換気扇	T-100L	T219	OK
床	3.0x3.0x10mm	E200	OK
天井	900	E200	OK

- 【換気設備に関する説明】
- ・換気扇は、換気扇メーカーが指定する機種とする
 - ・換気扇の標準仕様品を標準とする
 - ・換気扇の標準仕様品を標準とする

平面図 太白区太白三丁目第10番1B区画 2021/02/04 株式会社 UNITE ユニテハウス GDL Architecture 株式会社 03-431-5178 03-431-5179 03-431-5180



2階平面図 S:1/50

※付帯: LIXIL

※耐力壁 (内部) を示す

階	面積 (㎡)
1階	38.00 (11.49)
2階	38.00 (11.49)
延床面積	76.00 (22.98)
建築面積	38.00 (11.49)

- 凡例
- 標準100φ (V-BPHD-6A)
 - 天井 (V-BPHD-6A)
 - 標準100φ
- 付帯設備
- ・換気扇の標準仕様品の対応とする。
 - ・自然採光の確保を目的とする。
- 付帯設備
- ・住宅用電気設備標準仕様品を標準とする【標準品】
 - ・標準品以外の
 - ・標準品以外の
 - ・標準品以外の

設備チェック

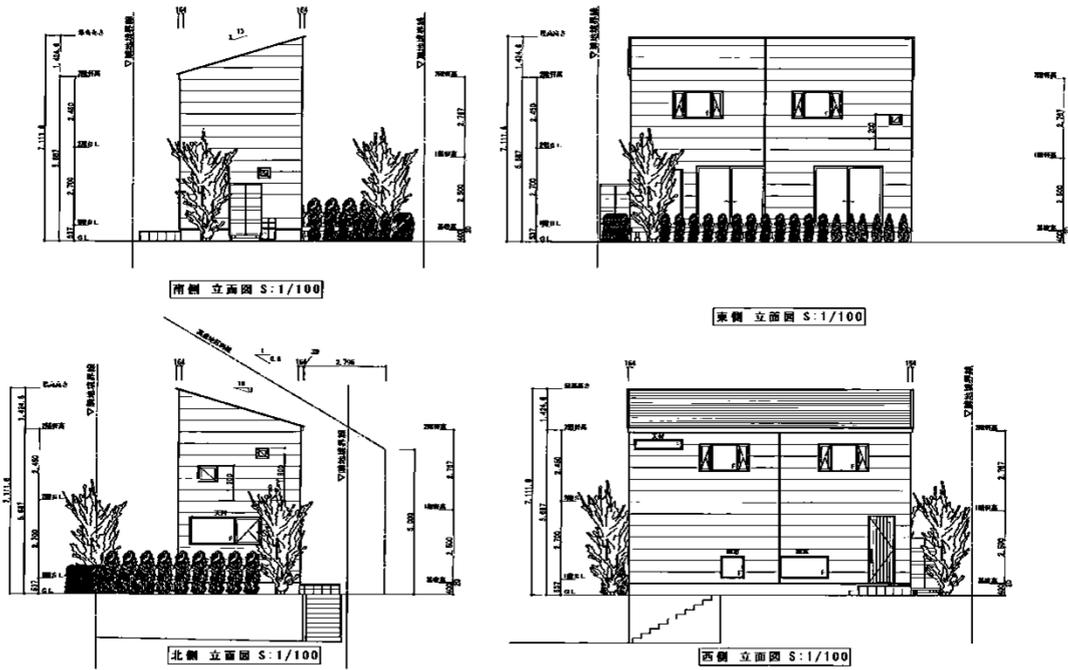
設備名	仕様	標準	OK
換気扇	T-100L	T219	OK
床	3.0x3.0x10mm	E200	OK
天井	900	E200	OK

- 【換気設備に関する説明】
- ・換気扇は、換気扇メーカーが指定する機種とする
 - ・換気扇の標準仕様品を標準とする
 - ・換気扇の標準仕様品を標準とする

平面図 太白区太白三丁目第10番1B区画 2021/02/04 株式会社 UNITE ユニテハウス GDL Architecture 株式会社 03-431-5178 03-431-5179 03-431-5180

※外壁：SF-ビレット(横貼り)

※鋼板巻の継ぎ目が出ないように注意



立立面 本白区文白三丁目移築式展示場 敷地No. 2009-002 2021/02/04 建築士: 磯崎 設計: 磯崎 建築: 磯崎

UNITE ユニテハウス

GDL Architects (株) 4-10-7 980-2013 (409) 西宮区2-7-20 TEL: 029-424-5276 FAX: 029-421-0992 一般建築士事務所 山形県建築士会 (101) 第296号 一般社団法人 山形県建築士会 山形県 0242-21-1789(1) 0242-21-1789(2) 0242-21-1789(3) 0242-21-1789(4)

※ガラスを必ず

外観



パースマン/アーカイブス提供。建築士会館にて公開しております。

内観



パースマン/アーカイブス提供。建築士会館にて公開しております。

同社からの報告書「信州カラマツ 210材 施工性の実証（報告）」を以降に示す。

信州カラマツ210材 施工性の実証（報告）

コンポーネント会社におけるヒアリング（パネル製作）

コンポーネント：ウイング(株)東北支店

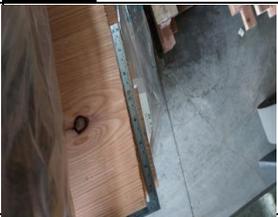
1-1 荷受け

外観について	重さについて	硬さについて	その他
節・割（表面・木口）少なく、綺麗な材面=対SPF比	SPF210-14比でカラマツ重 い。D-firよりは 作業性良	固いが、ネイラーでの 釘打ちは特に支障なし	対SPF比、面取りがされてないが、作業性に問題無し
(写真)			
			

1-2 材料検査

含水率	採用歩留		その他
5~6:5本・7~8:25本・ 9~11:14本	48枚使用（床）	規格外材の芯を持つ材 はそこからの割れが目 立つ	39×235 精度良し
(写真)			

1-3 枠組み（反り、狂い等）

反り (etc,%)	曲がり (etc,%)	ねじれ (etc,%)	その他
今回はほぼ無し	今回はほぼ無し	44本中2本 = 0.45%	定尺の切り口が斜めすぎ。 片方を捨切（ギリギリカッ ト）すると材長が不足（直 角が出ない）
特級	特級	特級 切口斜め	
(写真)			

1-5 釘打ち

空気圧等			その他
壁合板ネイラ空気圧2.2 k g。STP 時より軽めにしてめり込みを防いだ。			
床 ~2.5 k g の範囲内で手元調節し、めり込みを防いだ。			
(写真)			

1-6 パネル保管

通常物件のパネル保管時よりもきつめの養生にて保管。			
方法は変わらず。特筆すべき事無し。			
タイムリーに出荷したので、保管時間はほぼ無し。			
(写真)			

1-8 職員の感想、所見

松材は重い。が210サイズなので、LSLを作業するよりはカットしやすい。
定尺松材の材長がまばらで、今回の物件の4013mmカット材は、ギリギリ取れた感じ。50mm位は捨て切り分が欲しいところ。
床パネル製作でも、重いという声が上がっている。材は固いものの、ネイラの圧力を調節せずに釘が打てている。材幅、材厚がSPFよりも良かったので、パネル製作がしやすかったようだ。(特級選別材を使用)
面取りがされていない事がかえって隙間なく納まり、綺麗に見える。
屋根の加工では、丸鋸作業中に材が締まり、鋸刃がかんで止まってしまうことが多発した。

1-9 総合評価

※カラマツとSPFを比較した場合

1 重量が重い、固い ※比重の重さを欠点ではなく、優位性と出来る策を考案中。
2 材が加工時に締まる。カット時の鋸にはマイナス要因。釘打ちにはプラス要因。
3 芯を持つ材は、ねじれ、割れが顕著だが、総合的にSPFよりは撥ねは少ない。

信州カラマツ210材 施工性の実証（報告）

施工会社におけるヒアリング

施工会社：ウイング(株)東北支店 ： EARLYBUILD

1-1 荷受け

外観について	重さについて	硬さについて	その他
SPFに比べ赤みが有り 木目が綺麗	SPF比べ重さを感じる。材の角 が有るのも要因か	硬いが意外と割れにくい。忍び 打ちをしても割れにくい。	特筆して材の曲がり反り少ない
(写真) 			

1-4 合板張り（反り、狂い等）

反り			その他
工場にて選別の上作成されているのも有るかもしれないが、無垢材としてこの精度は他の材では見たことが無い。			小屋組全景写真
(写真) 			

1-5 釘打ち

空気圧等			その他
SPFと同じ空気圧で釘打ち。ごくわずかに釘の刺さりが悪くないためハンマーで軽く釘め	床全景写真	垂木写真	カラマツ210を用いてログハウスを製作
(写真) 			

1-6 職員の感想、所見

- ・ 何より特筆すべきは、材の精度。曲がり反りねじれが少なく施工性が良い。住宅全体の精度UP
- ・ 硬さはSPFと比べて硬いが、以外にも割れにくい。割れにくさはSPF>カラマツ>杉
- ・ カラマツの木目が美しい。仕上材としての活用も有り。
- ・ 釘打ちは若干、ばらつきはあるものの総じて打ち易いし、釘が締まる。

1-7 総合評価

※カラマツとSPFを比較した場合

- ・ SPFと比べて精度は抜群。住宅全体の精度UPも期待できる。
→ アフター軽減が期待できる。
- ・ 製材精度が良い為、現場での施工性も良い。
- ・ 木目がほとんど見えないSPFと比べて綺麗な木目。あらわしで使うなど仕上としての期待もできる。
- ・ スギより割れにくいですがSPFよりはわずかに割れやすい。
- ・ 硬いが割れにくいのは木の粘りがあるためか。

1-8 見学会での反応

- ・ **木目の綺麗さを多くの方から賞賛をいただいた。**
- ・ **カラマツの210材を初めて生で見た方がほとんど。皆、感動していた。**
- ・ 是非構造に使用してみたいが**価格はどうか？**供給量はどうか？
- ・ 材料の精度や硬さJAS取得かどうか。→JSⅢ特級である事を優位性として活かすとメリ込みや
スパン等で優位性が出る。
- ・ 210ログハウスは非常に良い、一般販売するのか、価格はどうか等。
- ・ 動画配信も非常にカラマツの良さ、使用用途の汎用性等、わかりやすかったと高評価。

100%国産材の家

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



林野庁補助事業

大径木活用による横架材・2×4部材等の製品・技術開発事業

W ウイング株式会社

枠組壁工法に新しい風を

～ツーバイフォー合理化への模索～



ツーバイフォー住宅
2×4
おかげさまで
300万戸

令和2年度補助事業

「大径A材丸太の社会実装に向けた
新需要技術開発・実証検証」

+

「剛性床構面 実証(UnionFrame)」

枠組壁工法の
新規技術開発について



W ウイング株式会社

大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証検討委員会名簿
(順不同・敬称略)

役職名	氏名	所属
委員長	春日 嘉 広	長野県林業総合センター 所長
委員	小林 保 経	小林木材(株) 専務取締役
委員	齋藤 健	齋藤木材工業(株) 代表取締役社長
委員	鈴木 吉 明	根羽村森林組合 専務理事
委員	勝野 智 明	(株)勝野木材 代表取締役社長
委員	青木 俊 治	(株)青木屋 代表取締役社長
委員	竹腰 博 毅	林友ハウス工業(株) 常務取締役
委員	芳川 幸 一	長野県森林組合連合会 副専務業務部長
委員	清野 明	(一社)日本ツーバイフォー建築協会技術部会長
委員	高田 理 彦	三井ホームコンポーネント(株)木構造研究所所長
委員	橋本 寧	ウイング(株) 取締役 東北支店長
アドバイザー	宮澤 俊 輔	独立行政法人 農林漁業信用基金総括理事
関係省庁	林野庁林政部	木材産業課
	林野庁中部森林管理局	森林整備部 資源活用課
	長野県林務部	信州の木活用課 県産材利用推進室
事務局	今井 信	長野県林業総合センター 木材部
	奥原 祐 司	長野県林業総合センター 木材部
	吉田 孝 久	長野県林業総合センター 木材部
	山口 健 太	長野県林業総合センター 木材部
	柴田 直 明	信州木材製品認証センター 検査員
	宮崎 正 毅	信州木材製品認証センター 理事長
	小島 和 夫	信州木材製品認証センター 専務理事
	松本 寿 弘	信州木材製品認証センター 事務局長

構造材100%国産材の家 ネットワーク

～林野庁補助事業～

事業主	㈱クリエイト礼文
企画・加工	ウイング㈱ 東北支店
林野庁技術開発支援事業	大径A材丸太の新需要創出に向けた技術開発・実証 枠組壁工法新規技術開発(UnionFrame)
設計	㈱Studio Kanke ㈱D-FORP
施工	EARLY BUILD 東京大学大学院農学生命科学研究科 セイホク㈱技師長 北海道立総合研究機構 林産試験場 信州木材製品認証センター 長野県林業総合センター 協和木材株式会社
国産材	瀬上製材所 オムニス林産協同組合 宮城県水産林政部 林業振興課 宮城県林業技術総合センター おきたま木材乾燥センター
合板	石巻合板工業㈱ 丸玉木材㈱
集材材	㈱キーテック
土台	㈱ゼイエンス
空間プロデュース	ファクトリーギア㈱
家具	㈱クラスコファニチャー
金物	㈱カナイ

構造材100%国産材のツーバイフォー住宅

土台2月8日 **建方：2月10日（1日上棟）**

材料構成

土台：ヒノキ（ザイエンス株）
縦柱：杉（協和木材株）
床・小屋：カラマツ（信州木材認証製品センター）
合板：（丸玉木材株・石巻合板工業株）
LVL：カラマツ（キーテック株）

100%国産材の家 施工写真 ～壁～



壁柱：**八溝杉** 協和木材

床・野地合板
石巻合板工業

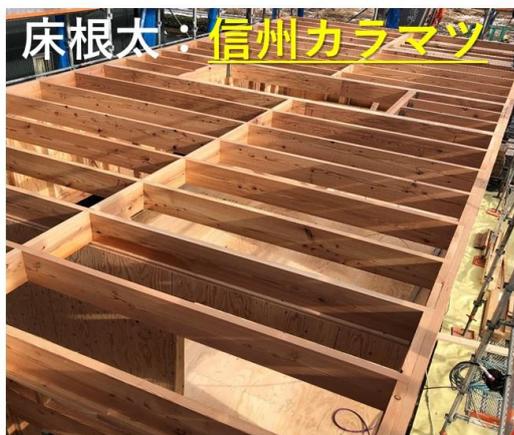
壁合板
丸玉木材



キーテック
カラマツ

W ウイング株式会社

100%国産材の家 施工写真 ～床～



床根太：**信州カラマツ**



通り・木目



素晴らしい！

100%国産材の家 施工写真 ～天井・小屋～



垂木：信州カラマツ

天井根太：八溝杉
協和木材

W ウイング株式会社



100%国産材の家 見学会

2021年2月15日・16日



1F：意義・概略説明

建築物に国産材を利用する意義

(環境への意識の高まり・必然性)
SDGs・脱炭素→世界的な環境への意識向上。
SDGs→企業姿勢、ポリシーとして必須。

本案件)

【大径木の利用拡大及び構築材・2×4部材等の製品・技術開発
事業】2つの開発事業に携わる。

- ① 長野県産のカラマツ大径材国産材の2×10JAS製材社会実装
- ② 住居構造(UnionFrame)事業 ※406材の活用

II. 国産材を使用する4つの意義

- 【意義その1 国内の雇用維持】
- 【意義その2 地球温暖化の防止や災害に強い国土づくり】
- 【意義その3 都市と山村の助け合い】
- 【意義その4 木材加工や建築の技術発展】

W ウイング株式会社

100%国産材の家 見学会

2F：五感で日本の森林を感じる家
～説明～



W ウイング株式会社

100%国産材の家 見学会

1F：UnionFrame



剛性床構造
～説明～

Union Frame

2019年度林野庁
横架材・2×4部材等の製品・技術開発補助事業

ウッドデザイン賞受賞
JAPAN WOOD DESIGN
AWARD 2020

令和元年度 林野庁補助事業
枠組壁工法の
新規技術開発について



Union Frameは ツーバイフォー工法です
ツーバイフォー工法(枠組壁工法)の進化の点とは？

耐震・耐火性能	中規模 構造	施工性・耐久性能
---------	--------	----------

Union Frameの特徴

従来の2x4工法との比較

<ul style="list-style-type: none"> 国産材の活用によるコスト削減 現場での施工性向上 シフトによる作業効率向上 シフトによる作業効率向上 	<ul style="list-style-type: none"> 床内配管が簡単 天井・壁の施工が簡単 現場でのメンテナンス 現場でのメンテナンス
---	---

ユニオン・フレームがウッドデザイン賞
仕様書完成で広がる可能性も

ウイング

「ユニオン・フレーム」は、木材の特性を活かした、高耐力・高耐火性能を兼ね備えた、新しい2×4工法です。従来の2×4工法よりも、180度の加工が可能で、構造の自由度が高くなり、設計の幅が広がります。また、現場での施工性も向上し、工期短縮にも貢献します。この新しい工法は、住宅だけでなく、商業施設や公共施設にも応用が期待されています。

W ウイング株式会社

100%国産材の家 見学会



アウトドア：ONIWAサウナ

報道：マスコミ



日刊木材新聞 2021年2月17日 掲載

林政ニュース 2月10日 掲載

地方のトピックニュース

●日本初！オール国産材ツーバイフォー住宅
長野県産カラマツ大径材で2x10材開発

ツーバイフォー工法（枠組壁工法）の構造材を100%国産材にした日本初の戸建て住宅が宮城県仙台市で建設されている。スギを主体部の構成材に使うだけでなく、カラマツを床根太など構造材に用いることで「オール国産材化」を実現した画期的な物件となっている。

100%国産材のツーバイフォー住宅を建設しているのは、山形・宮城両県を中心に仕建建設や不動産事業を行っている（株）タリネット（文）山形市で、ツーバイフォー工法の加工や調査などは（株）ウイング（東京都千代田区）の東北支店（仙台市）が担当している。

軽くて圧縮に強いスギを駆けて曲げ強いカラマツを活かす仙台市太白区内で建設中の2階建てツーバイフォー住宅では、たて枠や「1」枠材と「型枠」の部材に使用力が出ているスギの2x4材を使用し、床根太や床太など「一獲千金」の部材には長径産カラマツを加えた2x10材を初めて採用した。

本邦産と同等サイズの2x10材は、香川県建設試験センター（高松市）が事業主体となっている。2018年度から進めている技術開発事業「林産庁補助事業」の成果として生み出された。開発では、カラマツ大径材の新たな用途開発として、2x10材として製品化する課題を克服。国内のコンソーシアム業界を代表する三井ホームコンソーシアム（株）（東京都中央区）とウイングも検討委員に加わり、実用性の試験なども重ねてきた結果、品質・性能ともに問題ないとの結論を得た。

「五感で日本の誇りである森林を感じる家」

アロマや表しの木材等の工夫で、
森林を五感で感じてもらえる家創りをチャレンジする。

ひとが感じる古(古く)から続く感覚である視覚・聴覚・嗅覚・触覚・味覚。
私たちがつくるこの家は、住むほどに五感で感じる工夫を凝らしています。
視覚では、頑強で、安定感のある家である。
聴覚では、まるで森の中にいるような心地よい静けさ。
嗅覚では、ほのかに漂う木の香りでリラックス効果。
触覚では、直接、木肌に触れることができる心地よさ。
味覚では、自然の香りを存分に味わうハーブや実。
思い切り深呼吸をすると、日本の森深くに抱かれたような研ぎ澄まされる五感。
私たちは、そんな感覚を大切に、日本の森林から生まれた木材に、大切に命を吹き込んで参ります。

【国産スギと国産カラマツの強さで全国初】

軽くて圧縮に強い国産のスギと、硬くて曲げに強い国産のカラマツを組み合わせたオール国産材の枠組み施工法住宅を、一般的な物件で建築するのは全国初。

【4m材だけでプラン対応】

○カラマツ2x10を横架材として一般住宅に利用。国産材の丸太の一般的な流通寸法である長さが4mであることを考慮して、「プランから部材長を選定」するのではなく、「4m材だけで対応できる様にプランを工夫」。

【格付外材を無駄なく使用】

○JASの等級が3級のものやJAS格付外材を、住宅構造材としてはなく、生活空間も込めてプロデュースする事に活用(デッキ、木扉、別室ルーム等)。住宅+生活プロデュースによる、多様な部材使用を実現。

【2x4パネルで重さをカバー】

○カラマツの欠点である重さを「2x4パネル」として納品する事でカバーし、現場施工性を向上。

はじめに

林野庁の令和2年度補助事業である「大径化した原木の利用拡大及び機材・2x4部材等の製造・技術開発事業」を実施するために設けた「大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証委員会(以下「委員会」という)」(なお、委員は、長野県産のカラマツ大径材を原料とする国産材の2x10JAS製品品の社会実装に向けて、様々な取組を進めてきました。この取組は、平成30年度から開始したものであり、取組3年目に当たる令和2年度事業においては、カラマツ2x10製品品を更なるレベルで普及・向上に向け、更に建築の一部に実装に活用する取組を予定しています。この取組の一環として、委員会の構成員による普及活動も予定されているところですが、訴求対象となる全国各地の取組、建築等に携わっておられる方の中には、重宝材について詳しくない方も少なくないものと察されます。このため、委員会として構成員の普及活動を支援すべく、このたび「建築物に国産材を利用する4つの意義」として、基礎的な資料をとりまとめました。この資料を自ら選定される方々の国産材に対する理解が深まり、国産材利用の拡大にご協力いただけることを願っています。

大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証委員会

建築物に国産材を利用する4つの意義

【意義その1 国内の雇用維持】

コロナ禍で景気の低迷が続いています。こうした状況下での住宅建築においては、日本国内で育てられ加工された木材(国産材)を積極的に調達し使用することは、国内の関係企業の事業活動を従業員の方々の雇用を維持・継続していくことにつながります。また、為替や国際景気動向に左右されにくい、強い取引にもなります。

「建物に日本の木を使うと、十八の手間が省かれる」

漢字の木は、十に八と書きます。このため、木の日は十月八日と定められています。そして、小さな一粒の木の種が、苗木となり、時間をかけて大木になり、丸太に加工されて、木材製品、さらには住宅資材になり、最後に建物になって、人が住んだり、使ったりできるようになるまでには、十八の手間がかけられています。

手間は木を植えたり、育てたりする「森づくり」と、木材を加工したり建築現場で組み立てたりする「木づかい」の二つに大別できます。

～森づくり～

- 一人目 種子や種し株を採取する人
- 二人目 苗木を育てる人
- 三人目 苗圃から森へ苗木を運搬する人
- 四人目 地ごしらえや植え付けをする人
- 五人目 下刈やつる切りをする人
- 六人目 除伐や間伐をする人
- 七人目 主伐をして立木を丸太にする人
- 八人目 丸太の売買を仲介する人
- 九人目 丸太を加工する工場へ運搬する人

～木づかい～

- 十人目 丸太の皮をむく人
- 十一人目 柱や半杭などに加工をする人
- 十二人目 乾燥、かんながけや接ぎ、JAS格付けなどの仕上げをする人
- 十三人目 製材や合板など木材製品の売買を仲介する人
- 十四人目 木材製品を加工する工場へ運搬する人
- 十五人目 建物の設計をする人
- 十六人目 工具や機械で木材製品を加工し、住宅資材をつくる人
- 十七人目 住宅資材を建築現場へ運搬する人
- 十八人目 住宅資材を組み立てて建物を建てる人

【意義その2 地球温暖化の防止や災害に強い国づくり】

森に手入れをして木材を使用することを持続的に行うと、大気中の二酸化炭素が、合成により木の葉から幹に取り込まれ、さらに木材として資材に貯め込まれるので、大気中の二酸化炭素が減少し、地球温暖化の防止につながります。これは、パリ協定やSDGsでも認められている考え方です。

例えば、昨年12月25日に政府が公表した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の、4.重要分野における「実行計画」(9)食料・農林水産業の項において、「森林・木材による吸収や排出削減の効果を最大限発揮するため、利用期を迎え、高齢化に伴い吸収量が減少傾向にある人工林について、「伐って、使って、植える」という循環利用を確立し、木材利用を拡大する必要がある。」と記載されています。

一方、しっかりと手入れされた森林は、水が地中に根をしっかりと張り、土壌もふかふかになるので、土砂くずれや洪水などの自然災害が起きにくくなります。例えば、昨年12月1日に政府が公表した「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」の、「山地災害危険地区等における森林整備対策」の項において、「山地災害危険地区や重要なインフラ周辺等のうち特に緊要度の高いエリアを重点的に河川上流域等において、森林の防風・保水機能を発揮させる間伐等の森林整備等を行う。」と記載されています。

【意義その3 都市と山村の助け合い】

一般的に、都市はいろんなモノを消費するところであり、山村はそうしたモノを生産するところであり、国産材を山村で生産し、それを無駄づかいせずに適切に都市で消費することにより、資金が都市と山村を循環して、多くの人の暮らしが豊かになります。また、最終的な消費者にとっても「意義のある賢い消費」(ワイズスペンディング)を通じて、世の中をよくすることに貢献できます。

例えば、都市の建築物の資材として、山村地域で生産・加工された木材を輸入すれば、木材生産に携わった方々に資金が行き渡り、この資金は森林整備を次に行う経費へと生まれ変わります。山村地域の方々も、山奥で森林整備をしっかりと行うことにより、下流の都市住民の身元は、濁水や洪水の被害が起きにくくなるなどの恩恵(森林の公益的機能といえます)を受けることができます。

【意義その4 木材加工や建築の技術発展】

今回の建築においては、様々な技術的工夫をこらされています。その中からいくつか紹介します。

○国産材では品質、性能面で実用が難しいと考えられていた2x10のJAS製材品を、約3年間のプロジェクト(林野庁補助事業)を通じて試作・検証を行い、今般、長野県産の信州カラマツ大径材を原料として実現。

○信州カラマツの枠組壁工法構造用製材は、JASのJSIII(カラマツ)特級では基準強度係数が10.4KN/mm²とSPF甲種2級の9.6を上回ることを改めて確認。また、2018年枠組壁工法建築物構造設計指針(一社)日本ツープイオー建築協会の監査されている材中間部の部分圧縮(めりこみ)は、JSIII(カラマツ)は密度が大きく重い特性もあって、7.8N/mm²とSPFの6.0より約3割大。カラマツ2x10はJAS特級相当品が多数出現し(今般の補助事業では表示はJAS2級品)、SPFと同等以上の強度が期待されるので、今後信州カラマツのJAS製材品生産の実現を本格的に検討。

(2) 三井ホームコンポーネント(株)による取り組み

三井ホームコンポーネント(株)が関わる建築計画を表-2に示す。

表-2 三井ホームコンポーネント(株)が関わる建築計画

物件名	木造大規模中層マンション「(仮称)稲城プロジェクト」	
建築地	東京都稲城市	
竣工年月日(予定)	令和3年11月	
用途	共同住宅	
階数	地上5階建て(1階RC造、2階～5階木造枠組壁工法)	
建築面積(m ²)	875.44 m ²	
延べ床面積(m ²)	3,738.30 m ²	
延べ木材使用量(m ³)	663.82 m ³	
使用木材(樹種)	カラマツ・	
施工者	会社名	三井ホーム株式会社
	所在地	東京都新宿区
	連絡先	03-6311-5274 (三井ホーム株式会社 施設事業本部 施設建設事業部 施工グループ)

上記の建築について、同社は次のように記している。

国産材(カラマツ)による枠組壁工法用製材(2×10材)を本建物の床組みの一部として採用します。国産カラマツ材を枠組壁工法用製材(2×10材)の床根太として採用するのは、日本初の取り組みです。国産材の枠組壁工法用製材は、これまで2×4材や2×6材など小断面の生産に限定されてきました。日本の森林は、立木の大径化と利用促進が課題となっており、本規格材は新たな国産材の用途として今後の活用が期待されています。さらに三井不動産グループの保有林(北海道)で伐採適期を迎えた木材や間伐材を軒裏や内装材として活用する予定です。

以下、同社の「信州カラマツ 210 材の施工性の実証（報告）」を示す。
また、その後に同社の「受入検査結果」を添付する。

信州カラマツ 210 材の施工性の実証（報告）
コンポーネント会社におけるヒアリング
（パネル製作前受入検品および 1 か月経過後検品）

2021 年 3 月 15 日
三井ホームコンポーネント株式会社

1-1 荷受け

- ・ 外観
一部の材料に厚さの加工不良が見られたが、全体的な寸法精度は良かった。
1 か月後の検品でも寸法の変化はほとんどなかった。
- ・ 重さ
SPF に比べ重量があるので、これを考慮したバンドル入り数にする必要がある。
今回 44 本/pkg であったが、この本数が上限と思われる。
- ・ 硬さ
重く、硬いため、素手で扱うと手のひらを負傷する恐れがあるため、保護具は必須

1-2 材料検査

- ・ 含水率
おおむね基準値に収まっているものの材によるばらつきがあった。数本 20% 以上の高含水率のものがあり、それらの一部に表面カビが見られた。
1 ヶ月後測定の含水率は、高湿度天候の影響か 1 回目測定に比べ高めの傾向であった。
- ・ 採用歩留まり
パネル製作は未実施だが、納品後 1 ヶ月後の寸法計測結果から、高い歩留まりが期待できる。
- ・ その他
高含水率の材にカビ発生が見られた。
納品後 1 ヶ月後の材にねじれがみられた。

< 総評 >

カットしてから使用するものも一部発生するが、総合的には問題なく使用できる品質である。

#	右			中央			左			
	材端	200 mm		材端	200 mm		材端	200 mm		
	幅	厚さ	含水率	幅	厚さ	含水率	幅	厚さ	含水率	
1	235.0	37.27	8.0	236.0	38.48	9.0	235.0	38.44	8.0	
2	235.0	36.13	9.5	235.0	38.04	7.0	236.0	38.65	6.5	厚さの加工不良 (先端)
3	235.0	38.65	6.5	235.0	38.51	5.5	235.0	36.95	6.0	厚さの加工不良 (先端)
4	235.0	38.63	6.0	235.0	38.90	6.5	235.0	37.77	5.0	
5	235.0	38.78	7.0	235.0	38.45	8.0	235.0	38.53	7.0	
6	235.0	38.46	7.5	235.0	38.44	7.0	235.0	38.72	6.0	
7	235.0	37.05	5.5	235.0	38.33	6.5	234.0	38.45	7.0	厚さの加工不良 (先端)
8	236.0	38.51	5.0	235.0	38.07	5.0	235.0	38.24	6.5	
9	235.0	38.30	8.5	235.0	38.69	9.0	235.0	38.47	11.0	
10	235.0	38.45	5.5	235.0	38.18	4.5	235.0	37.85	4.5	
11	235.0	38.57	4.5	235.0	38.33	5.5	235.0	37.06	6.5	厚さの加工不良 (先端)
12	235.0	37.92	7.0	235.0	38.35	7.0	235.0	38.51	7.5	厚さの加工不良 (先端)
13	235.0	38.00	6.0	235.0	38.50	8.0	235.0	37.09	7.0	厚さの加工不良 (先端)
14	235.0	38.00	6.0	235.0	38.00	7.0	235.0	38.30	6.0	
15	235.0	38.50	5.5	235.0	37.10	7.0	235.0	38.10	5.5	
16	235.0	38.50	9.5	235.0	38.00	11.0	235.0	38.50	13.5	
17	234.0	37.51	18.0	234.0	37.67	23.5	235.0	38.42	20.5	※高含水率
18	235.0	37.97	12.5	235.0	37.94	11.0	235.0	38.48	9.5	
19	235.0	38.02	7.0	235.0	38.18	5.5	235.0	36.50	9.0	厚さの加工不良 (先端)
20	235.0	37.52	7.0	235.0	38.75	10.0	235.0	37.77	11.0	
平均	235.0	38.04	7.6	235.0	38.25	8.2	235.0	38.04	8.2	
最大値	236.0	38.78	18.0	236.0	38.90	23.5	236.0	38.72	20.5	
最小値	234.0	36.13	4.5	234.0	37.10	4.5	234.0	36.50	4.5	
標準偏差	0.316	0.648	3.002	0.316	0.395	3.957	0.316	0.635	3.582	



先端厚さ加工不良のものがあった
(側面から見たイメージ) # 2,3,19



(側面から見たイメージ) # 7,11,12,13



×部分が厚さ加工不良 (# 2)

#	右			中央			左		
	材端	200 mm		幅	厚さ	含水率	材端	200 mm	
幅	厚さ	含水率	幅				厚さ	含水率	
1	235.0	38.50	6.5	235.0	38.50	8.5	235.0	38.48	7.5
2	235.5	39.11	11.0	235.5	38.31	6.5	235.5	38.58	7.5
3	235.5	38.21	6.5	235.0	38.19	5.5	235.0	38.03	5.5
4	235.0	39.16	11.0	235.0	38.92	9.5	235.0	38.77	9.0
5	236.0	38.54	7.0	235.0	38.02	11.5	235.0	37.17	6.0
6	236.0	38.07	8.5	235.0	38.62	9.5	235.0	38.18	6.0
7	236.0	38.76	6.5	235.0	39.13	7.0	236.0	38.71	8.0
8	235.5	38.80	8.0	235.0	38.98	12.5	235.0	38.05	8.0
9	235.0	38.06	20.0	235.0	37.89	24.0	235.0	38.10	22.5
10	235.0	38.93	6.5	235.0	38.65	10.0	235.0	38.30	14.0
11	235.0	38.95	8.0	235.0	38.56	9.0	235.0	37.71	8.0
12	235.0	39.11	7.0	235.0	38.62	10.5	235.0	38.12	11.0
13	235.0	38.32	10.5	236.0	38.33	15.5	235.0	37.94	7.0
14	235.0	38.58	6.0	235.0	38.73	7.0	236.0	37.93	9.0
15	235.0	37.26	13.0	235.0	38.55	19.0	235.0	38.33	15.5
16	236.0	38.75	8.0	234.0	38.42	10.0	236.0	38.72	10.5
17	236.0	37.91	4.0	235.0	38.07	5.0	235.0	38.62	3.5
18	235.0	39.04	10.0	234.0	37.63	14.5	235.0	37.42	8.5
19	235.0	38.91	4.5	235.0	38.69	5.0	236.0	38.69	5.0
20	235.0	38.34	8.0	235.0	38.41	14.5	235.0	38.49	12.0
平均	235.3	38.57	8.5	235.0	38.46	10.7	235.2	38.22	9.2
最大値	236.0	39.16	20.0	236.0	39.13	24.0	236.0	38.77	22.5
最小値	235.0	37.26	4.0	234.0	37.63	5.0	235.0	37.17	3.5
標準偏差	0.426	0.478	3.430	0.402	0.363	4.745	0.402	0.431	4.196

※高含水率



木口に番号を記載



#9は高含水率であった



高含水率材にはカビが発生していた



#	右			中央			左		
	材端 200 mm						材端 200 mm		
	幅	厚さ	含水率	幅	厚さ	含水率	幅	厚さ	含水率
1	235.0	38.01	9.0	236.0	38.07	9.0	236.0	38.77	6.0
2	236.0	37.82	11.0	236.0	38.13	7.5	236.0	38.82	7.0
3	235.0	38.17	7.5	235.0	37.69	8.0	235.0	36.94	7.5
4	236.0	38.66	7.5	236.0	38.90	6.5	236.0	37.68	7.5
5	236.0	38.38	7.0	236.0	38.45	7.5	235.0	38.55	8.0
6	236.0	38.45	8.0	236.0	38.44	7.5	236.0	38.51	7.0
7	235.0	37.03	4.5	235.0	38.33	5.5	235.0	38.35	6.0
8	236.0	38.46	7.5	236.0	38.07	5.5	236.0	37.85	5.5
9	236.0	38.28	7.5	235.0	38.69	9.0	235.0	38.42	11.0
10	236.0	38.23	5.5	235.0	38.18	5.5	235.0	37.90	5.0
11	236.0	38.34	4.0	235.0	38.33	5.0	235.0	36.56	5.0
12	236.0	37.63	7.5	236.0	38.35	7.5	235.0	38.55	7.5
13	236.0	38.50	6.0	235.0	38.50	7.5	235.0	36.87	7.5
14	236.0	37.54	8.0	236.0	38.00	7.5	236.0	38.02	7.0
15	236.0	38.12	6.0	236.0	37.10	7.0	236.0	37.92	6.0
16	235.0	38.18	12.5	235.0	38.00	13.0	235.0	37.46	17.5
17	236.0	38.04	23.0	235.0	37.67	27.0	235.0	39.21	19.0
18	235.0	38.07	12.5	235.0	37.94	12.5	235.0	38.16	10.0
19	236.0	38.42	7.0	236.0	38.18	5.5	236.0	35.81	5.0
20	236.0	38.10	10.5	236.0	38.75	10.5	236.0	36.41	12.0
平均	235.8	38.12	8.6	235.6	38.19	8.7	235.5	37.84	8.4
最大値	236.0	38.66	23.0	236.0	38.90	27.0	236.0	39.21	19.0
最小値	235.0	37.03	4.0	235.0	37.10	5.0	235.0	35.81	5.0
標準偏差	0.433	0.373	4.002	0.497	0.402	4.705	0.497	0.884	3.788
前回平均	235.0	38.04	7.6	235.0	38.25	8.2	235.0	38.04	8.2
差異	0.8	0.08	1.0	0.6	-0.06	0.5	0.4	-0.20	0.2
変化率	0.3%	0.2%	13.2%	0.2%	-0.1%	6.7%	0.2%	-0.5%	2.1%

厚さの加工不良 (先端)
厚さの加工不良 (先端)
ねじれ
厚さの加工不良 (先端)
厚さの加工不良 (先端)
厚さの加工不良 (先端)
※高含水率
厚さの加工不良 (先端)
ねじれ



#4、19において、2月検査時には見られなかったねじれ（#19は28mm）が発生していた。
2月検査時に比べ、寸法の大きな変化は見られなかった。検査日の天候が雨であったこともあるが、含水率が前回に比べ高くなっていた。

#	右			中央			左		
	材端	200 mm		材端	200 mm		材端	200 mm	
	幅	厚さ	含水率	幅	厚さ	含水率	幅	厚さ	含水率
1	236.0	38.37	8.5	236.0	38.49	7.5	236.0	38.82	7.5
2	236.0	38.18	8.5	235.0	38.28	5.5	235.0	38.50	6.5
3	236.0	37.53	8.0	236.0	38.12	5.5	236.0	38.64	5.4
4	235.0	38.70	11.0	236.0	38.80	11.0	236.0	38.69	11.0
5	236.0	37.89	9.0	235.0	37.68	11.0	236.0	38.04	8.5
6	236.0	37.83	11.0	235.0	37.75	10.0	236.0	37.92	7.5
7	236.0	38.26	6.5	236.0	38.01	8.0	235.0	38.38	6.0
8	236.0	37.93	8.0	235.0	37.95	10.5	236.0	38.01	7.5
9	236.0	37.73	24.0	235.0	37.86	24.0	236.0	37.86	28.0
10	236.0	38.74	7.5	235.0	38.57	11.0	236.0	38.10	4.5
11	236.0	38.80	6.0	235.0	38.64	8.5	236.0	38.42	7.0
12	236.0	38.83	6.0	236.0	38.77	10.5	236.0	37.91	11.0
13	235.0	38.30	13.0	235.0	37.99	15.5	236.0	37.84	18.5
14	236.0	37.74	5.0	236.0	37.97	7.0	236.0	37.86	6.5
15	236.0	38.71	14.0	235.0	38.66	18.5	236.0	38.04	15.5
16	236.0	38.75	9.0	235.0	38.38	9.5	236.0	38.30	8.5
17	236.0	38.15	4.0	236.0	38.08	6.5	236.0	37.75	4.5
18	236.0	38.14	9.5	235.0	37.96	14.5	235.0	38.26	11.5
19	236.0	38.93	6.0	236.0	38.73	6.0	236.0	39.19	5.5
20	236.0	38.08	9.5	235.0	38.09	14.5	236.0	38.40	18.0
平均	235.9	38.28	9.2	235.4	38.24	10.8	235.9	38.25	9.9
最大値	236.0	38.93	24.0	236.0	38.80	24.0	236.0	39.19	28.0
最小値	235.0	37.53	4.0	235.0	37.68	5.5	235.0	37.75	4.5
標準偏差	0.300	0.419	4.199	0.490	0.352	4.592	0.357	0.374	5.785
前回平均	235.3	38.57	8.5	235.0	38.46	10.7	235.2	38.22	9.2
差異	0.6	-0.29	0.7	0.4	-0.22	0.0	0.6	0.03	0.7
変化率	0.2%	-0.7%	7.9%	0.2%	-0.6%	0.2%	0.3%	0.1%	8.1%

※高含水率

ねじれ



#19において、2月検査時には見られなかったねじれ（28mm）が発生していた。
2月検査時に比べ、寸法の大きな変化は見られなかった。検査日の天候が雨であったこともあるが、含水率が前回に比べ高くなっていた。

5 まとめ

第2章の「Ⅱ 信州カラマツ 210 材の施工性の実証」をまとめると、次のようになる。

- ・本年度は実際の建築に使用するので、JAS 製品であることが求められた。そこで、長野県内で製材したカラマツ 210・208 材を北海道の JAS 工場に輸送して、乾燥・仕上・格付を行った。
- ・長野県で製材したカラマツ 210 材等は、第1回輸送分が 1144 枚、第2回輸送分（追加分）が 140 枚であった。カラマツ 210 材等は製材後の選別をせず、全数を北海道の工場に納付した。その結果、「特級」と格付された比率は第1回輸送分が 57%、第2回輸送分が 78%であった。
- ・第1回輸送分では、「寸法切れ」で「格外」となったものがかなりあった。第1回輸送分を製材する際には、大型トラックに効率よく積載できるよう、製材寸法を通常よりも小さく設定した。このことが「寸法切れ」が多くなった一因であると考えられる。
- ・ウイング(株)は上記のカラマツ 210 材等の「特級」格付品を用いて、宮城県仙台市内に木造 2×4 構造の 2 階建て移動式展示住宅を建築した。この物件は、建築面積 38m²、延べ床面積 76 m²、延べ木材使用量 10.34m³（内、カラマツ 3.07m³）であった。
- ・ウイング(株)による評価と報告は、次のとおりであった。「SPF と比較して、カラマツ 210 材等の精度は抜群で、曲がり・反り・ねじれが少なく、施工性がよい。住宅全体の精度UPやアフターケアの軽減も期待できる」、「カラマツ材は重くて硬いが、スギよりも割れにくい。釘打ちは問題なく、釘の締まりがよい」、「カラマツ材は木目がきれいで、見学会でも多くの賞賛・感動を得た。現しで使うなど、仕上げとしての期待もできる」、「見学会では、カラマツ 210 材等を構造用にぜひ使用してみたいとの声が多く聞かれた」、「特級格付品以外を用いてログハウス等も製作して展示したが、評判がよかった」
- ・三井ホーム(株)は上記のカラマツ 210 材等の 2 級格付品以上を用いて、東京都稲城市内に木造大規模中層マンションを建築中である。この物件は地上 5 階建てで、1 階が RC 造、2 階～5 階が木造枠組壁工法、延べ床面積 3,747m²である。
- ・三井ホームコンポーネント(株)による信州カラマツ 210 材の受入れの評価と報告は、次のとおりであった。「受入検品および 1 か月経過後検品の結果を見ると、全体的な寸法精度は良好であり、高い歩留まりが期待できる」、「カットしてから使用するものも一部発生するが、総合的には問題なく使用できる品質である」

Ⅲ 信州カラマツ 210 利用のスパン表の検討

1 はじめに

H30・R元年度のこれまでの取組み成果から、長野県産のカラマツ大径材及びスギ大径材から得られる 210 部材について、無垢材、縦継ぎ材ともに、部材レベル及び床パネルレベルでの品質・性能に問題はなく十分担保できることが確認され、また、国内主要コンポーネント企業である三井ホームコンポーネント(株)及びウイング(株)の両社からは、「長野県産 210 材はカラマツ・スギとも製品上特に問題はなく、2×4 構造材・床材として十分に使用できる」との見解もいただき、国産大径丸太の新たな需要先として十分な可能性を持っていることが確認できた。

そこで、長野県産大径材から得られる 210 材等の良さを、設計・建築業界に適切に浸透させ、活用しやすくすることを目的として、床根太部材スパン表の作成を検討する。(知見を有する者へ依頼し実施)

2 スパン表検討事業の概要

スパン表作成検討にあたり、齋藤木材工業(株)へ依頼し事業担当責任者として実施する。ツーバイ材の構造計算等を行いスパン表を作成する。

3 スパン表作成の基本事項

(1) スパン表の対象

信州カラマツ材による「枠組壁工法構造用製材」を対象とする。

(2) 対象とする樹種、断面形状

信州カラマツ、208・210

(3) スパン表の適用範囲

上記木材を使用したツーバイ工法住宅及び非住宅

(4) スパン表を利用される方の想定

4号建築 例えば：①地域工務店、②首都圏等における工務店、設計士等

4 スパン表検討ワーキング

	氏名	所属	職名	区分	備考
委員	五十田 博	京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野	教授	学識経験者	
〃	齋藤 健	齋藤木材工業(株)	代表取締役社長	製材加工者	
〃	北村 俊夫	(株)木質構造計画ラボ	代表取締役	設計者	
〃	小松 弘昭	三井ホーム(株) 技術研究所 研究開発グループ	マネージャー	ツーバイ関係 施工業者	
〃	竹腰 博毅	林友ハウス工業(株)	常務取締役	製材加工者	
〃	宮崎 正毅	瑞穂木材(株)	代表取締役社長	製材加工者	
〃	白石 昭夫	齋藤木材工業(株)	取締役 ナガト工場長	製材加工者	
アドバイザー	宮澤 俊輔	(独)農林漁業信用基金	総括理事		
〃	清野 明	(一社)日本ツーバイフォー建築協会	技術部会顧問		

事務局	貴船 達也	齋藤木材工業(株)	係長	製材加工者	
〃	今井 信	長野県林業総合センター	木材部長		
〃	小島 和夫	信州木材認証製品センター	専務理事		
〃	松本 寿弘	信州木材認証製品センター	事務局長		
〃	柴田 直明	信州木材認証製品センター	検査員		

外部ヒアリング

氏名	所 属	職名	区分	備考
松田 久雄	(株) エム・スクエア	代表取締役	設計者	
三原 栄一	(有)アトリエ エーワン	代表取締役	設計者	

5. スケジュール

月	項目	内容	備考	
9月	上			
	中	打合せ等検討	スパン表に必要な内容等の検討	
	下			
10月	上		○スパン表に必要なデータ等収集、 内容等検討 ○データ解析及びスパン表策定等	
	中	検討ワーキング① (10/20)		
	下			
11月	上			
	中			
	下			
12月	上		外部有識者等とのヒアリング	
	中	外部ヒアリング (12/28)		
	下			
1月	上		データ解析及びスパン表策定等	
	中			
	下			
2月	上			中間報告等
	中			
	下	検討ワーキング②		
3月	上		スパン表取りまとめ 最終案報告・完了	
	中	検討ワーキング③ 最終案報告・完了		
	下			

6. 成果等

信州カラマツ 210 材スパン表については、別冊「信州カラマツ 210 利用のスパン表 ～国産材の横使いの普及に向けて～」でまとめた。

今年度はコロナ渦のため成果の普及啓発ができなかったが、社会実装に向けて本スパン表の周知・普及を進めていくことが重要と考える。

IV 新需要開発等の検討

1 カラマツたて継ぎ材 (FJ 材) の曲げ・引張性能評価試験

4m を超える 16 フィートなどの長尺材への対応としてフィンガージョイントによるたて継ぎ材 (以下、FJ 材と表記) がある。そこで、本課題では、同一のカラマツ 210 材から作製した FJ 材について、曲げ強度試験及び引張り試験を行い、JAS の甲種たて継ぎ材の曲げ及び引張り強度性能を確認する。

1.1 試験方法

1.1.1 供試丸太

試験に供した大径材は、齋藤木材工業㈱が構造用集成材の原木として林材工場の土場に用意した長野県東信産カラマツ 4m 丸太、末口径 34 cm の樅積から 10 本を供試木とした。丸太の形質を表 3-1 に示す。

末口短径は、平均値で 354mm、標準偏差は、8mm、最小 344mm、最大 365mm であった。末口年輪数は、平均値で末口 55 年、元口 60 年であった。

縦振動ヤング係数 (E_{fr-log}) は、平均値で 11.1kN/mm²、標準偏差は、1.2 kN/mm²、であった。縦振動ヤング係数区分の度数分布を図 3-1 に示す。

表 3-1 カラマツ供試体の丸太形質 (末口径 34cm)

カラマツ (34cm)	短径 (mm)		年輪数		末口 平均年輪幅 (mm)	末口 心材径 (mm)	心材率 (%)	細り (mm/m)	見かけの比重 (kg/m ³)	E_{fr-log} (kN/mm ²)
	末口	元口	末口	元口						
平均	354	400	55	60	3.34	298	84.2	5.9	745	11.1
標準偏差	8	23	7	7	0.42	14	3.7	2.7	53	1.2
変動係数	2.1	5.8	12.1	11.6	12.5	4.8	4.4	44.9	7.2	11.0
最小	344	367	43	49	2.71	275	79.2	2.8	668	8.9
最大	365	436	64	72	4.10	320	89.0	11.0	823	13.0
データ数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

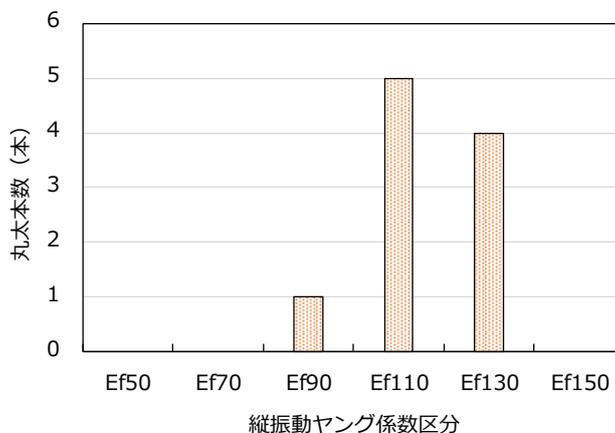
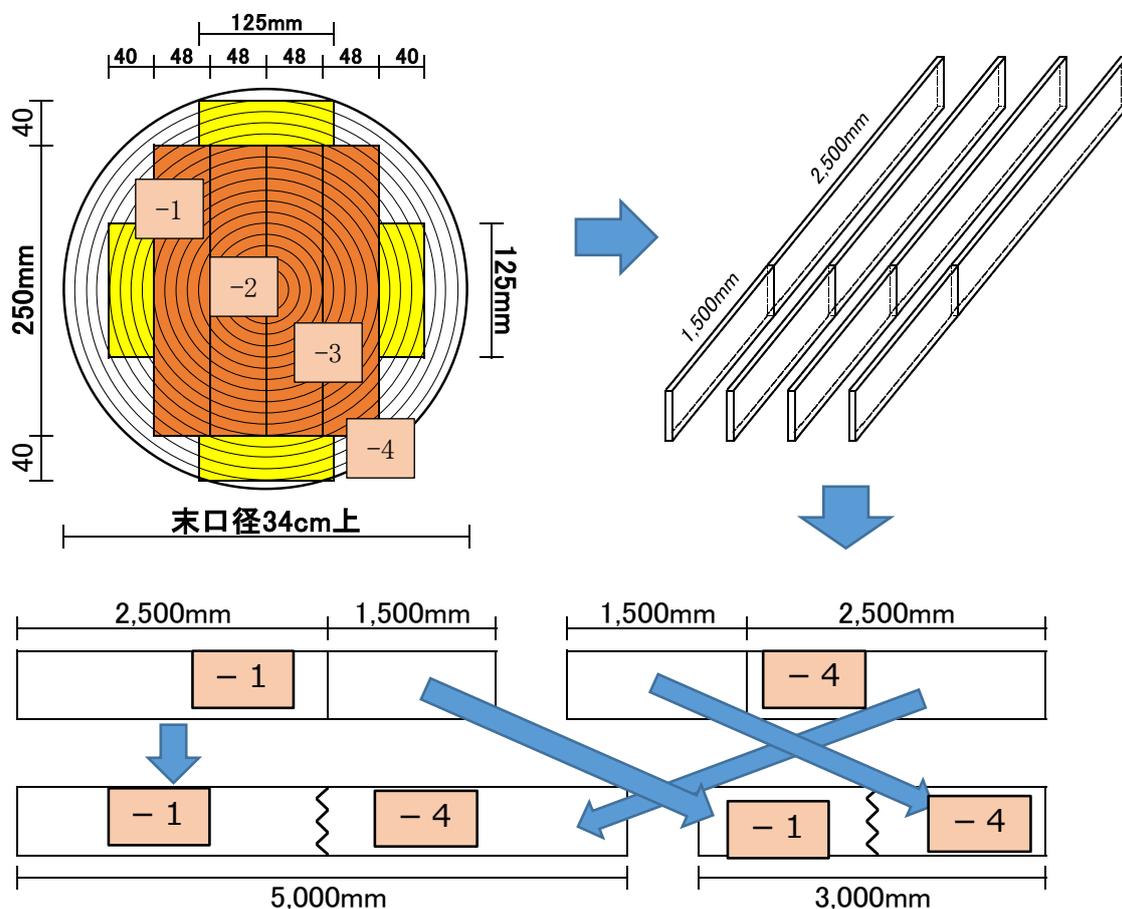


図 3-1 縦振動ヤング係数区分の度数分布

1.1.2 試験体の作製

末口径 34cm の丸太から 210 材 4 体及び高強度集成材ラミナ 4 体を製材する木取りを図 3-2 に示す。製材寸法は、210 材：48×250×4,000mm、高強度集成材ラミナ 40×125×4,000mm とする。製材には原木 No. と製材 No. を記入する。なお、髄を割る製材とはなっていない。

昨年度までと同様の 80℃中温乾燥スケジュール（表 2-2）で乾燥する。乾燥終了後、モルダーにて、寸法 41×245×4,000mm、に整形後、次に、4,000mm 材を長さ 2,500mm と 1,500mm に切断し、2,500mm 2 体、1,500mm 2 体をそれぞれたて継ぎ加工し、曲げ試験体長さ 5,000mm、引張り試験体長さ 3,000mm を作製する。この時、曲げ及び引張り試験体は、同一の 4m210m 材を組み合わせ、たて継ぎ材を作製する。なお、目視等級区分はたて継ぎ後に行い、機械等級区分機による評価は切断前の製材で実施する。各時の寸法を表 3-2 に示す。



※この時曲げ及び引張り試験体は、同一の 4m210m 材を組み合わせ、たて継ぎ材を作製するため、外と外（-1 と-4）内と内（-2 と-3）を組み合わせる。

図 3-2 末口径 34cm 丸太の木取り図及び
フィンガージョイントの曲げ及び引張り試験体作製図

表 3-2 寸法変化

210FJ材	はば (mm)	厚さ (mm)
製材寸法	250	48
FJ前 納品寸法 (モルダー仕上げ)	245	41
FJ後 仕上げ寸法 (モルダー仕上げ)	235	38

1.1.3 曲げ試験の方法

曲げ試験条件を図 3-3 に示した。曲げ試験は、実大材曲げ試験機 UH-1000Kna（島津製作所）を用いて、支点間距離 4,230mm（梁せいの 18 倍）、荷重点間距離 1,410mm の 3 等分点 4 点荷重方式、載荷速度は 10mm/min で実施し、荷重を加え始めてから試験体が破壊するまでの時間は 1 分以上となるように行った。荷重点および支点の幅はともに 200mm であり、曲げ載荷時の試験体の横座屈を防止する目的でラテラルサポート（横座屈防止治具）4 基を設置した。曲げ試験の実施状況を写真 3-1 に示した。なお、荷重点間の中央部に FJ 部を設置した。

たわみの計測は、中央部において、全スパンのたわみ（写真 3-2）と、ヨークを用いてモーメントが一定になる荷重点間で、600mm のたわみ（写真 3-3）を測定した。最大荷重 F_{ult} から曲げ強さ (F_b) を求め、また、荷重と全スパンのたわみから「見かけの曲げヤング係数 (E_m)」を、荷重と曲げモーメント一定区間に設置したヨークのたわみから「真の曲げヤング係数 (E_b)」を算出した。また、縦振動法によるヤング係数を測定した。

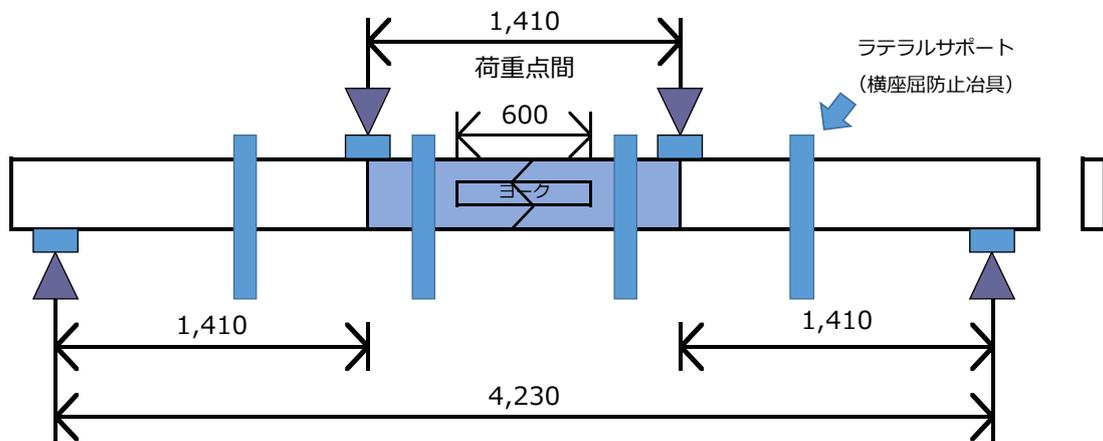


図 3-3 FJ 曲げ試験条件



写真 3-1 曲げ強度試験の実施状況

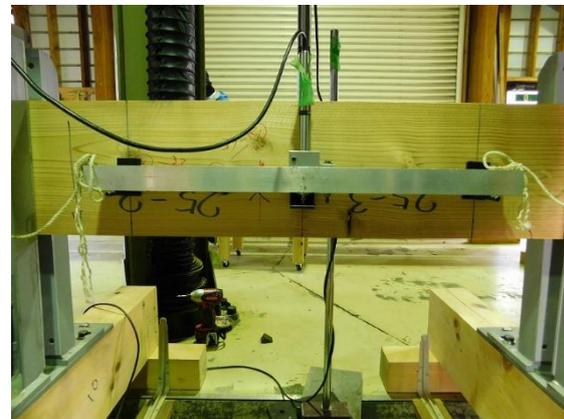


写真 3-2 全スパンのたわみの測定

写真 3-3 荷重点間内のたわみの測定

$$F_b = \frac{aF_{ult}}{2Z}$$

ここで、

- F_b : 曲げ強さ (N/mm^2)
- a : 支点から荷重点までの距離
- F_{ult} : 最大荷重
- Z : 断面係数 ($(幅 \times 高さ^2) / 6$)

$$E_m = \frac{a(3L^2 - 4a^2)(F_2 - F_1)}{48I(w_2 - w_1)}$$

ここで、

- E_m : せん断変形の影響を含んだ曲げヤング係数 (kN/mm^2)
- a : 支点から荷重点までの距離
- L : 試験スパン
- $F_2 - F_1$: 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分。
 F_1 は F_{ult} (最大荷重) の約10%、 F_2 は約40%とする。
- I : 断面2次モーメント ($(幅 \times 高さ^3) / 12$)
- $w_2 - w_1$: $F_2 - F_1$ に対応する変形の増分。

$$E_b = \frac{a\ell^2(F_2-F_1)}{16I(w_2-w_1)}$$

ここで、

- E_b : せん断変形の影響を含まない曲げヤング係数 (kN/mm²)
- a : 支点から荷重点までの距離
- ℓ : 荷重点間内の変位量測定区間の長さ
- F_2-F_1 : 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分。
 F_1 は F_{ult} (最大荷重) の約10%、 F_2 は約40%とする。
- I : 断面 2 次モーメント ((幅×高さ³)/12)
- w_2-w_1 : F_2-F_1 に対応する変形の増分。

1.1.4 引張り試験の方法

「甲種たて継ぎ材」の縦引張り試験の方法については、「枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格」に定められていないため、「集成材の日本農林規格」の長さ方向に接着したラミナの引張り試験の方法に準じて行った。

作製した 3m210FJ 材について、幅、厚さは 210 材のままとし、長さは、チャック間距離 600mm にクランプ部の 700mm×2 か所を加えた 2,000mm とし引張り試験体とした。なお、接着部分 (FJ) が試験体の中央部、材端から約 1m の位置にるように作製した (図 3-4)。荷重を加え始めてから試験体が破壊するまでの時間は 1 分以上となるように行った。

試験の実施状況を写真 3-4 に示す。

$$F_t = \frac{F_{ult}}{A}$$

ここで、

- F_t : 引張り強さ (N/mm²)
- F_{ult} : 最大荷重
- A : 断面積 ((幅×高さ)



写真 3-4 引張り試験の実施状況

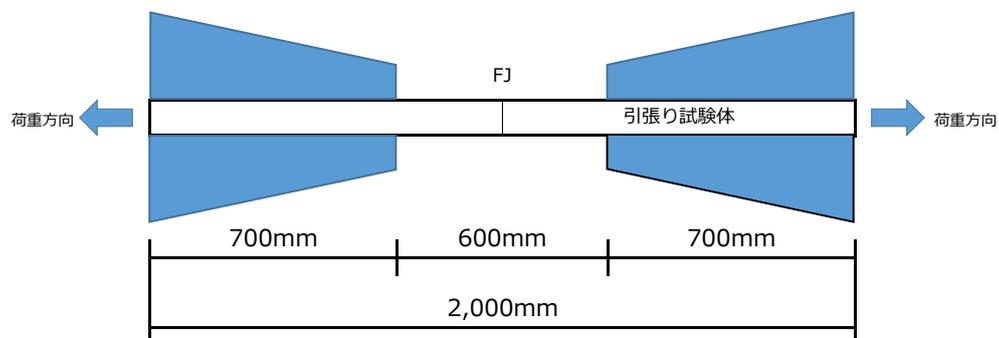


図 3-4 FJ 引張り試験方法

1.2 試験結果

カラマツ 210FJ 材 20 体の曲げ試験結果の概要を表 3-3 に示し、見かけの MOE と MOR の関係を図 3-5 に示した。また、各試験体の破壊の様子を写真 3-6～3-10 に示す。

全ての 210FJ 材について、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS の JSⅢ（カラマツ）甲種特級 210 材の告示第 1452 号の曲げ基準強度 15.3N/mm² (22.5×0.68) を上回った。

表 3-3 カラマツ 210FJ 材の曲げ試験結果の概要

210FJ材	Efr (kN/mm ²)	見かけの ヤング係数 (kN/mm ²)	真の ヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)	全乾法含水率 (%)	密度 (g/cm ³)
平均	12.24	12.20	12.92	35.8	9.9	0.476
標準偏差	1.57	1.32	2.16	8.4	0.5	0.024
変動係数	12.8	10.8	16.7	23.4	5.2	5.1
最小	14.58	14.43	17.60	47.9	11.0	0.526
最大	9.20	9.10	9.12	22.0	9.0	0.438
データ数	20	20	20	20	20	20

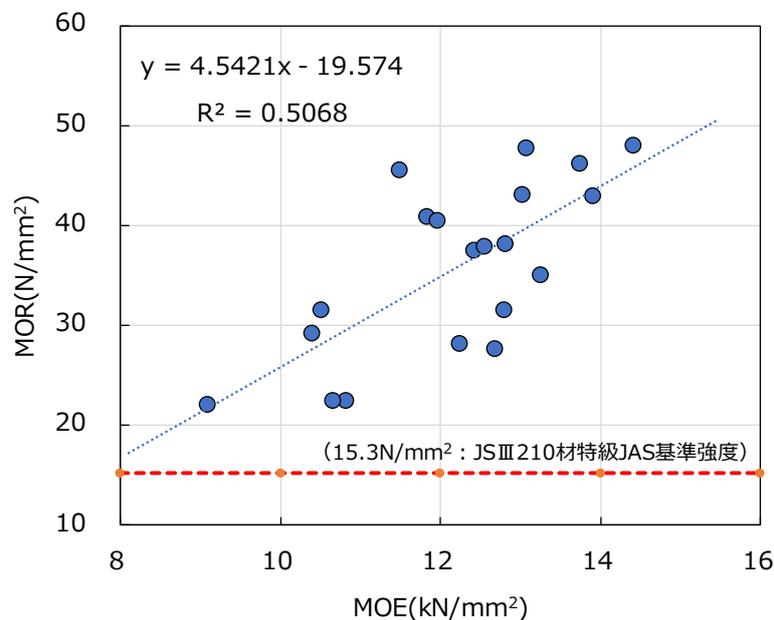


図 3-5 FJ 材の MOE と MOR の関係

次に、210FJ材 20体の引張り試験結果の概要を表 3-4 に示し、Efr と引張り強さの関係を図 3-6 に示した。また、各試験体の破壊の様子を写真 3-11～3-15 に示す。

あて材 1 体 (No. 22-2, 3) を除いた 210FJ 材について、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS の JSⅢ (カラマツ) 甲種特級 210 材の告示第 1452 号の引張り基準強度 11.5N/mm² (16.9×0.68) を上回った。

表 3-4 カラマツ 210FJ 材の引張り試験結果の概要

	Efr (kN/mm ²)	σ _t (N/mm ²)	含水率(%)		密度 (g/cm ³)
			含水率計	全乾法	
平均値	12.31	29.7	9.9	9.6	0.48
標準偏差	1.54	8.5	1.7	0.6	0.02
変動係数(%)	12.5	28.6	17.0	6.5	5.1
最大	14.84	46.5	13.3	11.4	0.55
最小	9.51	10.7	7.5	8.5	0.44
データ数	20	20	20	20	20

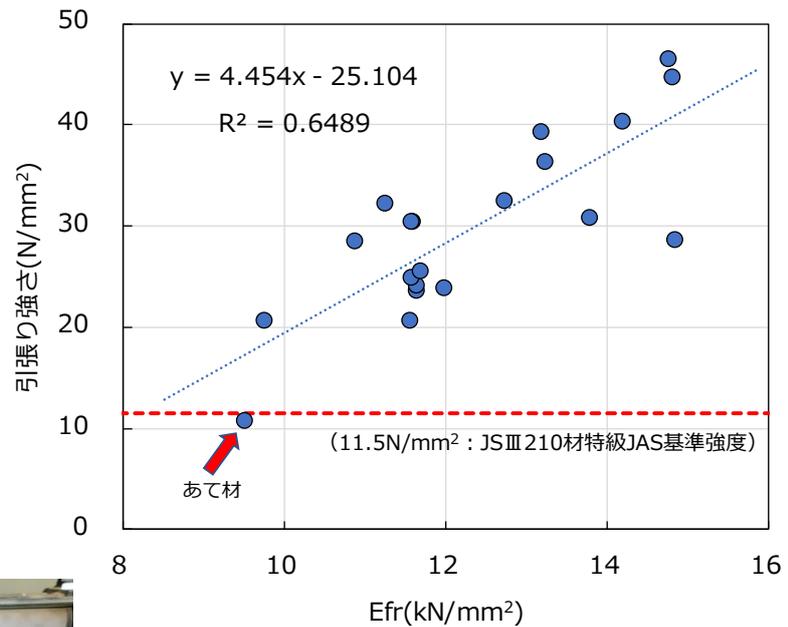


写真 3-5 あて材の引張り破壊の状況

図 3-6 FJ 材の Efr と引張り強さの関係

1.3 まとめ

mを超える16フィートなどの長尺材への対応としてFJ加工によるたて継ぎ材がある。そこで、本課題では、同一のカラマツ210材から作製したFJ材について、曲げ強度試験及び引張り試験を行い、JASの甲種たて継ぎ材の曲げ及び引張り強度性能を確認した。

その結果、以下の結果を得た。

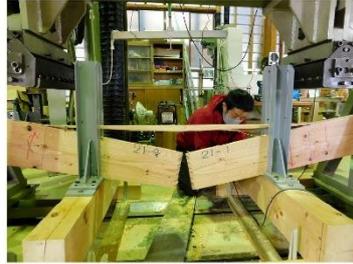
- (1) 試験に供した大径材は、斉藤木材工業㈱が構造用集成材の原木として林材工場の土場に用意した長野県東信産カラマツ4m丸太、末口径34cmの樅積から10本を供試木とした。丸太の形質は、末口短径は、平均値で354mm、標準偏差は、8mm、最小344mm、最大365mmであった。末口年輪数は、平均値で末口55年、元口60年であった。縦振動ヤング係数(Efr-log)は、平均値で11.1kN/mm²、標準偏差は、1.2kN/mm²、であった。
- (2) カラマツ210FJ材20体の曲げ試験の結果、平均値で、Efrは、12.24kN/mm²、見かけのMOEは、12.20kN/mm²、曲げ強さは35.8N/mm²となった。また、試験体の全乾法含水率は9.9%、全乾密度は0.48g/cm³であった。
- (3) 曲げ試験体20体全てにおいて、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材のJASのJSⅢ(カラマツ)甲種特級210材の告示第1452号の曲げ基準強度15.3N/mm²(22.5×0.68)を上回った。
- (4) カラマツ210FJ材20体の引張り試験結果、平均値で、Efrは、12.31kN/mm²、引張り強さは29.7N/mm²となった。また、試験体の全乾法含水率は9.6%、全乾密度は0.48g/cm³であった。
- (5) 引張り試験体20体中、あて材1体(No.22-2,3)を除いた210FJ材について、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材のJASのJSⅢ(カラマツ)甲種特級210材の告示第1452号の引張り基準強度11.5N/mm²(16.9×0.68)を上回った。

これらの結果を受けて、今後、以下を検討したい。

- ・カラマツ210FJ材において、曲げ破壊及び引張り破壊において、破壊に関係したと判断された節とFJとの関係
- ・カラマツ210FJ材の目視等級とTS(引張強さ)及びMOR(曲げ強さ)の関係
- ・MSR枠組材及びMSRたて継ぎ材としての等級区分による評価
- ・NLTへの利用



FJ 21-1,4 -1



FJ 21-1,4 -2



FJ 21-1,4 -3



FJ 21-2,3 -1



FJ 21-2,3 -2



FJ 21-2,3 -3



FJ 22-1,4 -1



FJ 22-1,4 -2



FJ 22-1,4 -3



FJ 22-2,3 -1



FJ 22-2,3 -2



FJ 22-2,3 -3

写真 3-6 210FJ 材の曲げ強度試験-1



FJ 23-1,4 -1



FJ 23-1,4 -2



FJ 23-1,4 -3



FJ 23-2,3 -1



FJ 23-2,3 -2



FJ 23-2,3 -3



FJ 24-1,4 -1



FJ 24-1,4 -2



FJ 24-1,4 -3



FJ 24-2,3 -1



FJ 24-2,3 -2



FJ 24-2,3 -3

写真 3-7 210FJ 材の曲げ強度試験-2



FJ 25-1,4 -1



FJ 25-1,4 -2



FJ 25-1,4 -3



FJ 25-2,3 -1



FJ 25-2,3 -2



FJ 25-2,3 -3



FJ 26-1,4 -1



FJ 26-1,4 -2



FJ 26-1,4 -3



FJ 26-2,3 -1



FJ 26-2,3 -2



FJ 26-2,3 -3

写真 3-8 210FJ 材の曲げ強度試験-3



FJ 27-1,4 -1



FJ 27-1,4 -2



FJ 27-1,4 -3



FJ 27-2,3 -1



FJ 27-2,3 -2



FJ 27-2,3 -3



FJ 28-1,4 -1



FJ 28-1,4 -2



FJ 28-1,4 -3



FJ 28-2,3 -1



FJ 28-2,3 -2



FJ 28-2,3 -3

写真 3-9 210FJ 材の曲げ強度試験-4



FJ 29-1,4 -1



FJ 29-1,4 -2



FJ 29-1,4 -3



FJ 29-2,3 -1



FJ 29-2,3 -2



FJ 29-2,3 -3



FJ 30-1,4 -1



FJ 30-1,4 -2



FJ 30-1,4 -3



FJ 30-2,3 -1

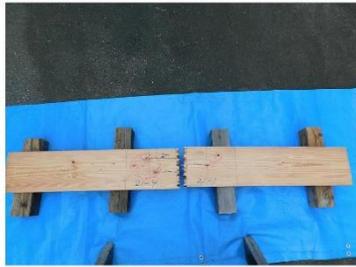


FJ 30-2,3 -2

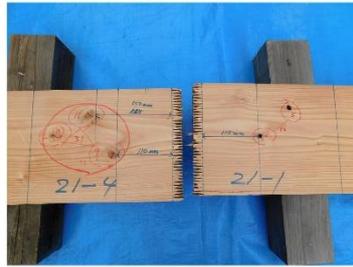


FJ 30-2,3 -3

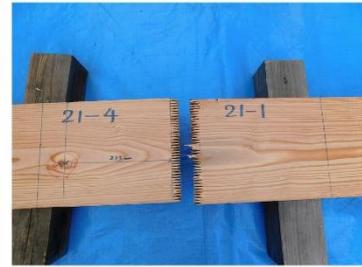
写真 3-10 210FJ 材の曲げ強度試験-5



21-1,4 01



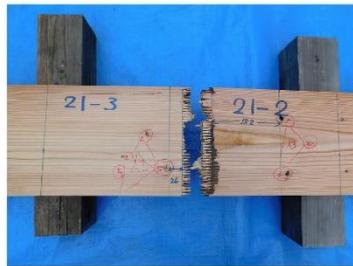
21-1,4 02



21-1,4 03



21-2,3 01



21-2,3 02



21-2,3 03



22-1,4 01



22-1,4 02



22-1,4 03



22-2,3 01



22-2,3 02



22-2,3 03

写真 3-11 210FJ 材の引張り試験-1



23-1,4 01



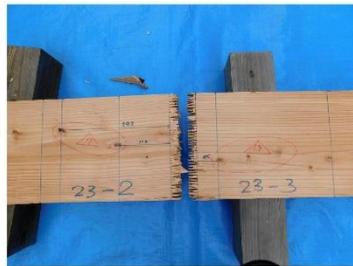
23-1,4 02



23-1,4 03



23-2,3 01



23-2,3 02



23-2,3 03



24-1,4 01



24-1,4 02



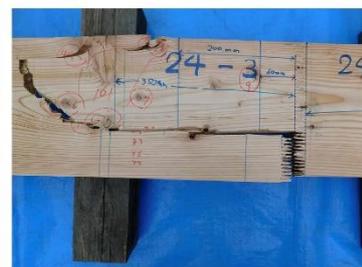
24-1,4 03



24-2,3 01



24-2,3 02



24-2,3 03

写真 3-12 210FJ 材の引張り試験-2



25-1,4 01



25-1,4 02



25-1,4 03



25-2,3 01



25-2,3 02



25-2,3 03



26-1,4 01



26-1,4 02



26-1,4 03



26-2,3 01



26-2,3 02



26-2,3 03

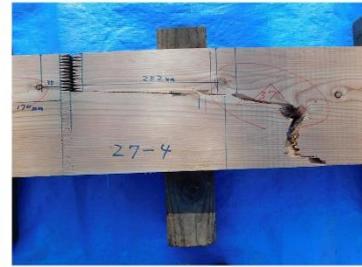
写真 3-13 210FJ 材の引張り試験-3



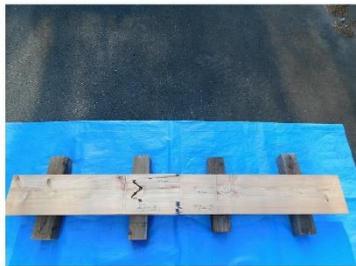
27-1,4 01



27-1,4 02



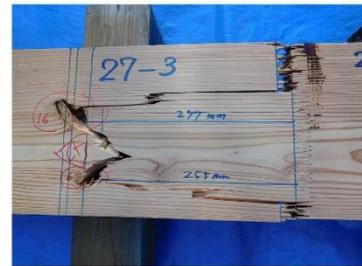
27-1,4 03



27-2,3 01



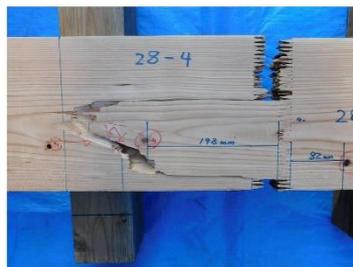
27-2,3 02



27-2,3 03



28-1,4 01



28-1,4 02



28-1,4 03



28-2,3 01

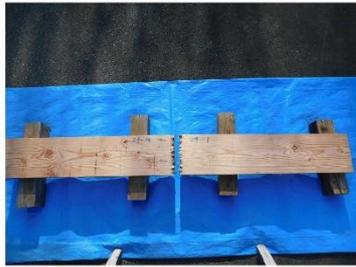


28-2,3 02

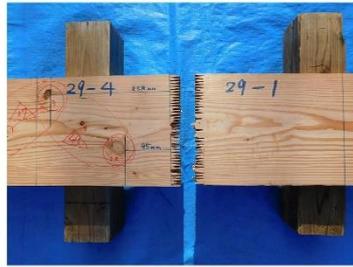


28-2,3 03

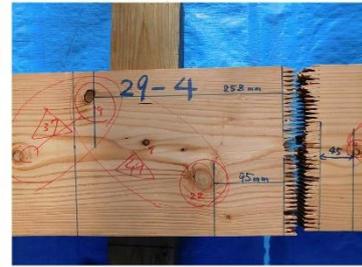
写真 3-14 210FJ 材の引張り試験-4



29-1,4 01



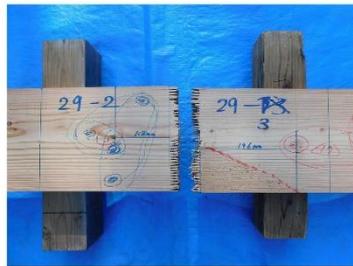
29-1,4 02



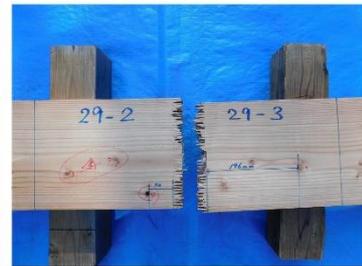
29-1,4 03



29-2,3 01



29-2,3 02



29-2,3 03



30-1,4 01



30-1,4 02



30-1,4 03



30-2,3 01



30-2,3 02



30-2,3 03

写真 3-15 210FJ 材の引張り試験-5

2 210 材製材及びたて継ぎ材（FJ 材）の曲げクリープ性能

木材には、一定の荷重をかけ続けると変形（たわみ）が増大していく性質（クリープ特性）がある。大径材から木取られる 210 材についても、長期間の荷重に対する性能を把握しておく必要がある。本課題においては、大径 A 材丸太から木取られた 210 材について、製材と FJ 材の違いによるクリープ変形を検討する。

2.1 試験方法

2.1.1 試験体

クリープ試験体は、前年度にカラマツ 5m 同一丸太から製材された 5m210 製材と 5m210FJ 材とした。5m 丸太からの 210 材の基本木取り方法と、5m210 製材と 5m210FJ 材の作製方法の概要を図 4-1 に示す。

80℃中温乾燥終了後、製材曲げ試験体は寸法 38×235×5,000mm、に整形し製材曲げ試験体とする。たて継ぎ曲げ試験体については、長さ方向中央部（約 2.5m）で一度切断し寸法 41×245×2,500mm、に整形後、切断部をフィンガージョイントによりたて継ぎ加工を行い寸法 38×235×5,000mm に整形し、たて継ぎ曲げ試験体とする。

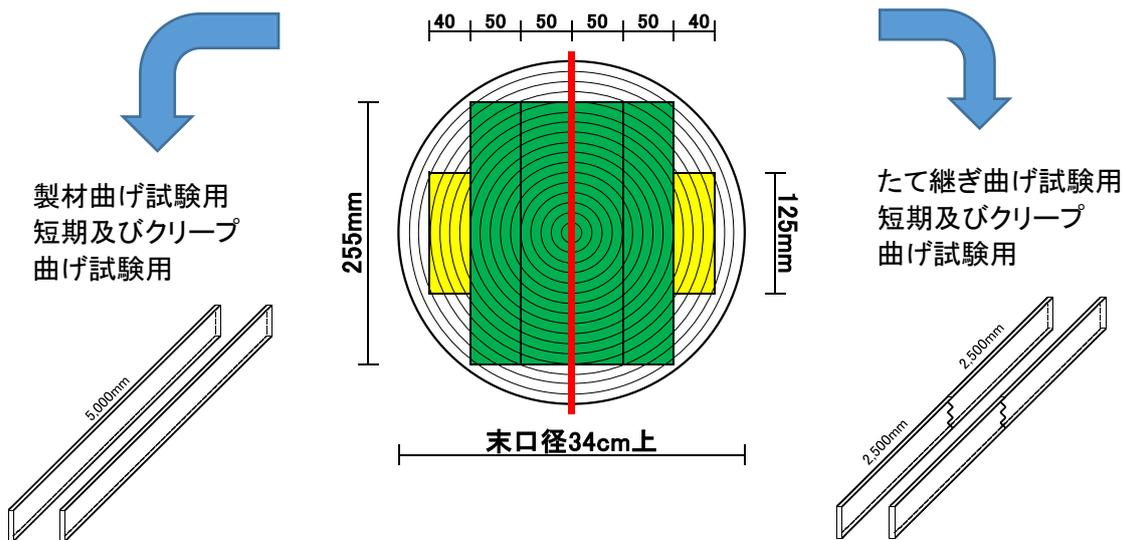


図 4-1 カラマツ 5m210 製材と 5m210FJ 材 クリープ試験体の作製方法

2.1.2 試験方法

試験方法及び解析方法は、建築基準法第 37 条に基づく指定建築材料の品質基準を定めるための測定方法が記載された平成 12 年度建設省告示第 1446 号及び「構造用木材の強度試験マニュアル」（(財) 日本住宅木材・技術センター）に基づいて行う。

荷重条件は、短期曲げ強度試験と同一としスパンを梁せいの 18 倍の 4,230mm の 3 等分点 4 点荷重法とする（図 4-2）。短期曲げ試験と同様に載荷時の試験体の横座屈を防止する目的でラテラルサポート（横座屈防止治具）2 基を設置した。載荷試験の実施状況を写真 4-1 に示した。同一丸太から製材された製材 1 体、FJ 材 1 体合計 2 体を 1 ペアとして 4 ペア（8 体）を設置した。なお、FJ 材については、荷重点間の中央部に FJ 部を設置した。設置に際しては、荷重点や支持点においてめり込み変位が生じないようにするため、支点及び荷重点の支持の長さは、200mm とした（写真 4-2）。

変位の測定は、変位計の数の制約より2つの方法で、それぞれ2ペア(4体)を測定した。一方2ペア(4体)については、試験体上部に変位計をセットし、中央の変位から2か所の支点における変位の平均値を差し引いた値を全たわみとした。もう一方の2ペア(4体)については、試験体中央部の中立軸の両側に変位計をセットし、その平均値を全たわみとした。(写真4-3)。計測は、データロガーにより、荷重を加え始めてから、1日(24時間(1,440分))は1分間隔で、その後は1時間間隔で自動測定、自動収集した。

試験環境は、自然環境下(温湿度無調整)で実施した(写真4-1)。

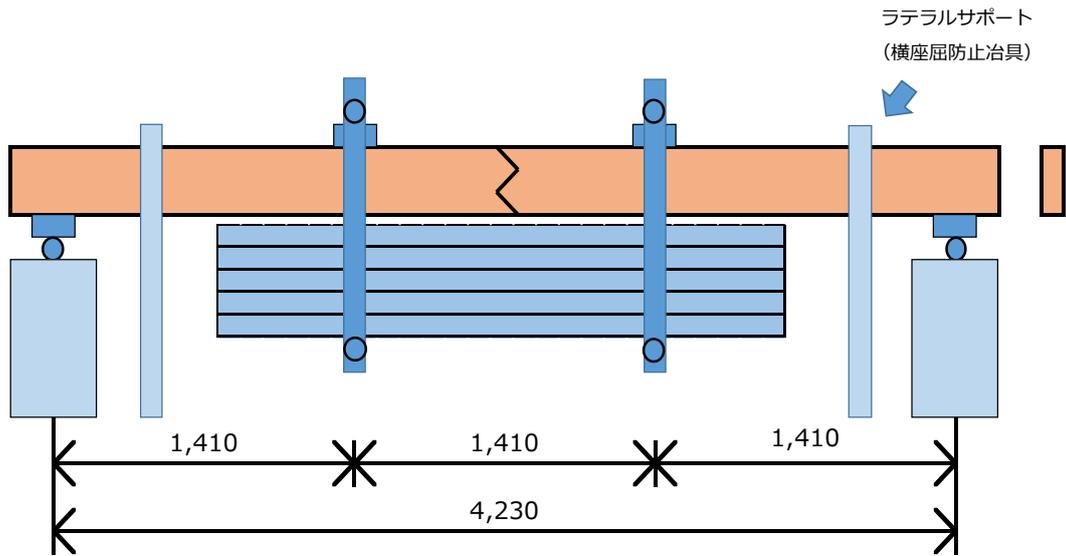


図 4-2 製材-FJクリープ試験の荷重条件



自然環境下



ラテラルサポートの設置

写真 4-1 試験体設置状況



支点



荷重点

写真 4-2 支点及び荷重点の支持の状況



試験体上部でのたわみの測定



試験体中立軸の両側のたわみの測定

写真 4-3 変位（たわみ）の測定状況

2.1.3 荷重レベル

荷重レベルは、平成 12 年建設省告示第 1446 号（木質複合軸材料等）や枠組壁工法建築物構造計算指針、「構造用木材の強度試験マニュアル」などにより二つの方法が考えられる。一つは、サイドマッチング試験体による短期曲げ強度試験を行いその平均値に相当する値に、長期基準許容応力度などの設定荷重レベルを乗じた値を負荷する方法。もう一方には、平成 12 年建設省告示第 1452 号に定められた基準強度に設定荷重レベルを乗じた値を負荷する方法が示されている。

図 4-3 に短期曲げ試験の結果を示す。特級以外を含めた全ての製材及びたて継ぎ材について、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS の JSⅢ（カラマツ）甲種特級 210 材の告示第 1452 号の曲げ基準強度 15.3N/mm^2 (22.5×0.68) を上回った。

その結果ここでは、短期曲げ強度試験の平均値と告示基準強度を考慮して、荷重レベルを決定した。

積載荷重等の概要を表 4-1 に示す。短期曲げ強度試験の平均値に長期基準許容応力度 ($1.1/3$) を乗じた荷重レベルは平均 8.27kN となった。また、平成 12 年度建設省告示第 1452 号に定められた基準強度に $1.1/3$ を乗じた値は平均 2.81kN となった。ここで、短期曲げ試験の破壊荷重の最小値が 8.02kN であったことから、荷重レベルを 6kN とした。

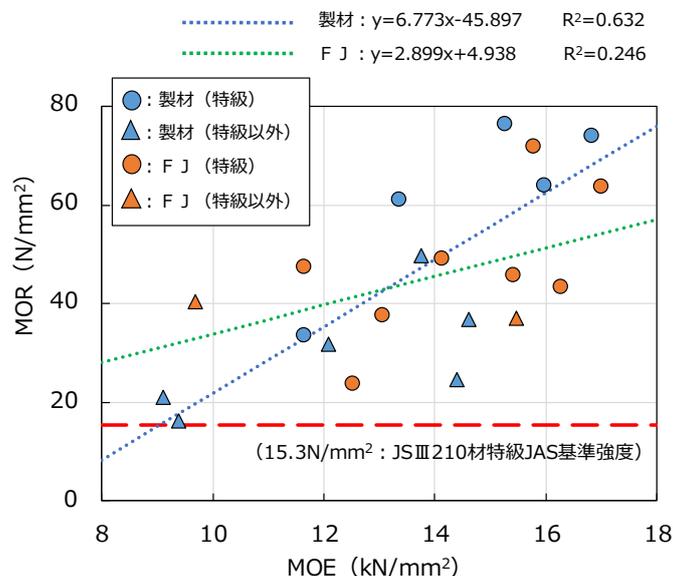


図 4-3 製材-FJ 材の短期曲げ試験結果 (基準強度及び MOE-MOR の関係)

表 4-1 試験体及び積載荷重レベル等の概要

試験体 No.	区分	Efr (kN/mm ²)	短期曲げ試験結果から				基準強度から				荷重レベル	
			短期曲げ試験平均強度 (N/mm ²)	想定破壊荷重 (kN)	積載荷重(kN) (想定荷重×1.1/3)		基準強度 (N/mm ²)	想定破壊荷重 (kN)	積載荷重(kN) (想定荷重×1.1/3)		積載荷重(kN)	
					(kN)	(kg)			(kN)	(kg)	(kN)	(kg)
12	1 製材	16.13	45.0	22.65	8.31	847	15.3	7.70	2.82	288	6.00	612
	6 FJ材	16.84	45.0	22.59	8.28	845	15.3	7.68	2.82	287	6.00	612
13	1 製材	12.71	45.0	22.57	8.27	844	15.3	7.67	2.81	287	6.00	612
	6 FJ材	12.58	45.0	22.49	8.25	841	15.3	7.65	2.80	286	6.00	612
16	2 製材	10.32	45.0	22.65	8.31	847	15.3	7.70	2.82	288	6.00	612
	4 FJ材	11.07	45.0	22.59	8.28	844	15.3	7.68	2.82	287	6.00	612
19	1 製材	17.52	45.0	22.38	8.21	837	15.3	7.61	2.79	285	6.00	612
	5 FJ材	18.15	45.0	22.57	8.27	844	15.3	7.67	2.81	287	6.00	612

2.1.4 解析方法

R2.11月からの約4か月の試験で得られた全たわみの変動から、相対クリープ変動を求め、クリープ調整係数等を求める。

解析は、建築基準法第37条に基づく指定建築材料の品質基準を定めるための測定方法が記載された平成12年度建設省告示第1446号1)及び枠組壁工法建築物構造計算指針による方法2)（以下、告示法という）と、構造用試験マニュアルによる方法3)（以下、パワー則という）を行った。また、既報の研究4,5,6,7,8)により、載荷後500分までのデータを除外し載荷後24時間以降のデータを対象とした解析等についても、両法について行った。

2.2 試験結果

相対クリープの予測では、測定開始からの全データを対象としたパワー則で求めた回帰式が良く適合していた。同一丸太から製材された210材と210FJ材の相対クリープの実測値($\delta t / \delta 1$)とパワー則による解析から得られた予測値を図4-4に示し、得られたクリープ調整係数を表4-2に示す。

製材、FJ材とも変形増大係数は2以下であった。

表4-2 クリープの調整係数

原木No.	12	13	16	19	平均値
-1(製材)	1.23	1.26	1.26	1.36	1.27
-2(FJ材)	1.22	1.33	1.23	1.43	1.30

1.3 まとめ

大径材から木取られる210材についても、長期間の荷重に対する性能を把握しておく必要がある。本課題においては、大径A材丸太から木取られた210材について、製材とFJ材の違いによるクリープ変形を検討した。その結果、

- (1) 同一丸太から製材された210材と210FJ材の相対クリープの実測値($\delta t / \delta 1$)に違いは確認できなかった。
- (2) 測定開始からの全データを対象としたパワー則で求めた予測値とよく適合していた。
- (3) クリープ調整係数の平均値は、製材、FJ材ともに2を下回っていた。
- (4) 継続試験による推移の確認が必要と思われた。

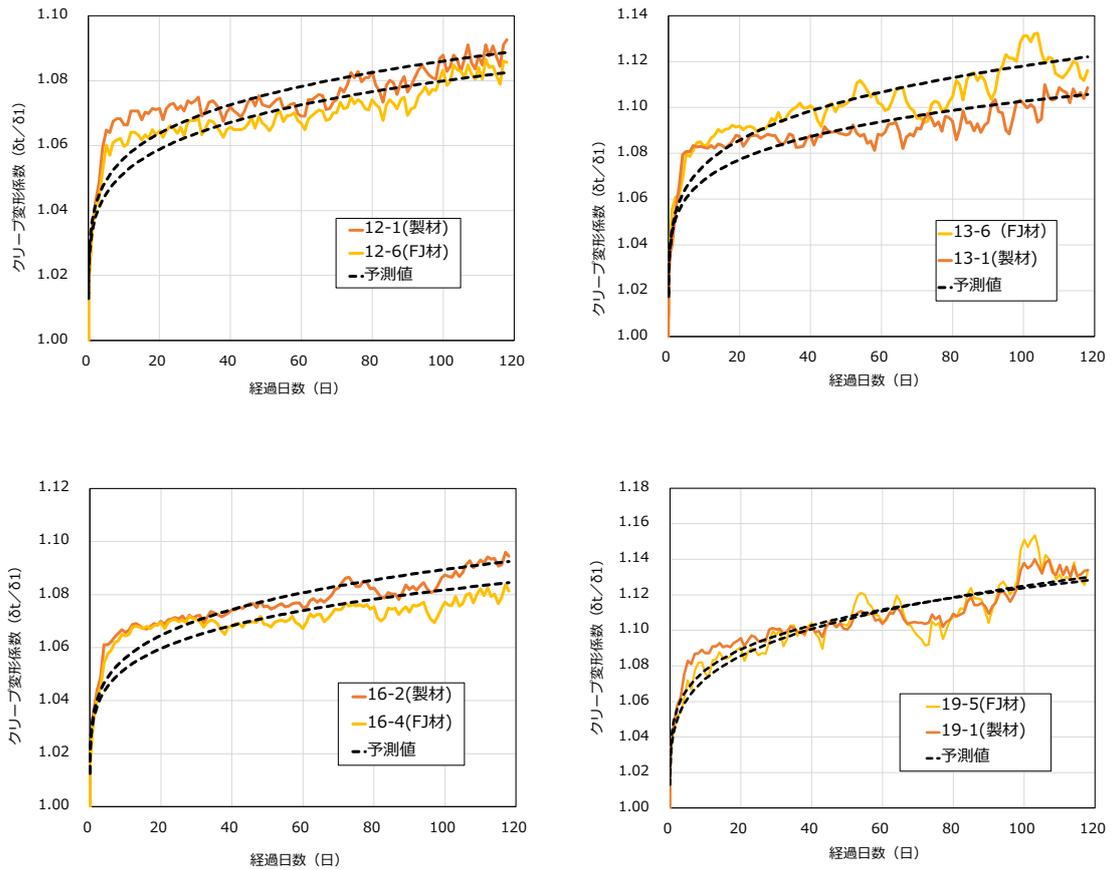


図 4-4 同一丸太から製材された 210 材と 210FJ 材の
相対クリープの実測値とパワー則による予測値の比較

引用・参考資料

- 1) 平成 12 年建設省告示第 1446 号、2) 一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会：：2018 年枠組壁工法建築物構造計算指針、232-233、(2018)、3) (財) 日本住宅木材・技術センター：構造用木材の強度試験マニュアル、49-58(平成 23 年 3 月)、4) 大橋義徳他 3 名：木材学会誌、54(4)、174-182(2008)、5) 荒武志朗他 5 名：日本木材学会大会研究発表要旨集、12:D14-04-1615、2018、6) 荒武志朗他 6 名：日本木材学会大会研究発表要旨集、D14-04-1545、2019、7) 松元明弘他 6 名：日本木材学会大会研究発表要旨集、D17-P1-10、2020、8) 荒武志朗他 2 名：木材工業、75(1)、16-22(2020)

3 210材、208材及び集成材ラミナの機械等級区分機によるヤング係数区分

本課題においては、大径丸太から製材した210材及び208材、その外周部から製材した集成材ラミナについて、機械等級区分機によるヤング係数を把握することを目的とした。

3.1 試験体

試験体は、「2 乾燥試験」及び「3 210FJ材性能試験」で作製した210材、208材及び集成材ラミナとした。末口径32cmの丸太20本からの木取りを図5-1に示し、末口径34cmの丸太10本からの木取りを図5-2に示す。末口径32cm丸太からは、210材2体、208材2体及び高強度集成材ラミナ2体を製材する木取りを基本とし、末口径34cmの丸太からは210材4体及び高強度集成材ラミナ4体を製材する木取りを基本とした。

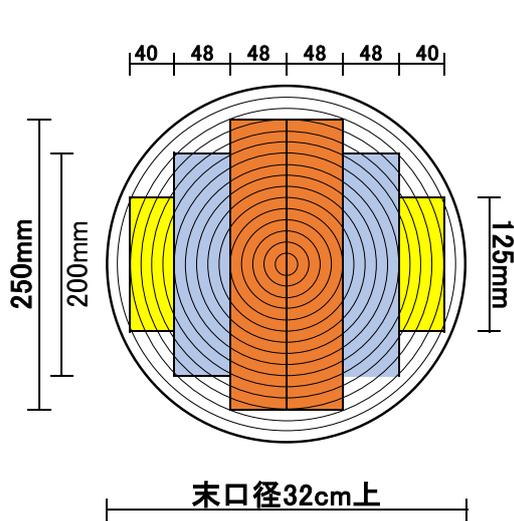


図5-1 末口径32cm丸太の木取り図

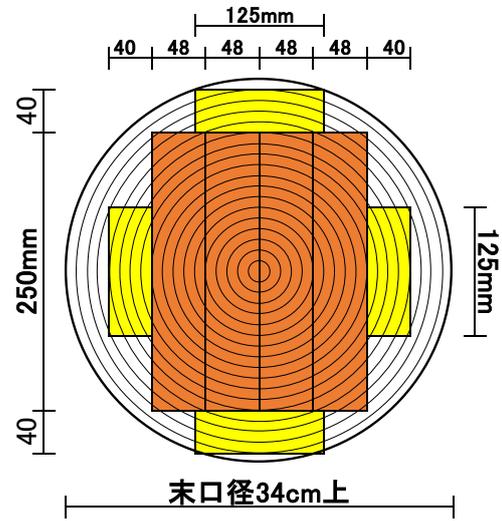


図5-2 末口径34cm丸太の木取り図

3.2 試験方法

機械等級区分機によるヤング係数の測定は、齋藤木材工業（株）において集成材ラミナ用の機械等級区分機により行った。機械等級区分機は、長さ方向に移動させながら56mm間隔で連続して曲げヤング係数を測定しており、長さ方向の平均ヤング係数で評価した。

製材、乾燥及びモルダー後に測定し、測定時の寸法は、210材は38×235×4,000mm、208材は38×184×4,000mm、ラミナは34×120×4,000mmであった。なお、210FJ材については、加工前の41×242×4,000mmで測定している。

3.3 試験結果

機械等級区分機によるヤング係数測定結果を表5-1に示し、またヤング係数区分別の頻度を図5-3に示した。

210材及び208材については、「2018年枠組壁工法建築物 構造計算指針」により示されるS-P-F2級及びJSⅢ(カラマツ)の基準弾性係数との比較を示し、ラミナについては、構造用集成材のJASによるラミナ区分L100との比較も表中に示す。

表 5-1 ヤング係数測定結果

樹種	カラマツ			
	材種	210材	208材	ラミナ
平均		12.46	13.58	12.27
標準偏差		1.79	1.51	1.42
変動係数(%)		14.38	11.13	11.59
最小		8.30	10.40	9.30
最大		16.00	16.70	16.70
データ数		76	37	74
S-P-F 2級(9.6kN/mm ²) 以上のデータ数と割合		72 (93%)	37 (100%)	
JSⅢ 特級(10.4kN/mm ²) 以上のデータ数と割合		65 (86%)	37 (100%)	
L100(10.0kN/mm ²) 以上のデータ数と割合				71 (96%)

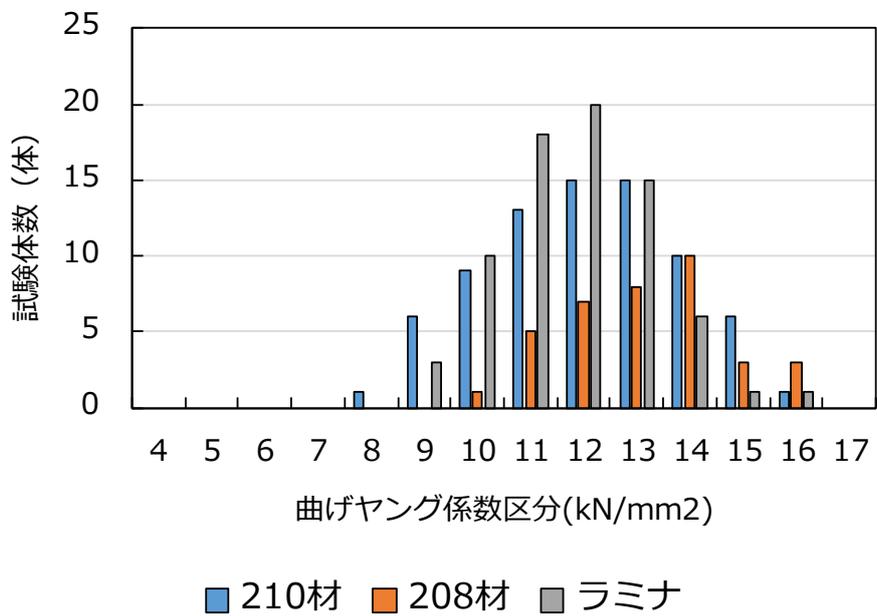


図 5-3 ヤング係数測定結果の度数分布

第3章 まとめ

長野県の森林は、全国の森林と同様、資源として着実に充実してきており、今後増加が見込まれる大径材の利用が喫緊の課題となっている。

この課題に対応するため、平成30年度に大径A材丸太の木取り方法、歩留まり、無垢梁桁材及び208材・210材の乾燥・強度特性等の試験及び検討、令和元年度には210縦継ぎ材の性能評価試験、210材の床パネルの実証等を実施した。その結果、長野県産カラマツ・スギ大径材から得られる210材については、無垢材・縦継ぎ材とも、大半が「特級」に格付できる性能・品質を有することが確認された。また、床パネルの検証においても、ツーバイフォー工法構造材として十分に使用できるとの見解が得られた。

そこで、本年度は信州カラマツ210材等の実用化に必要な①低コスト化に向けた検討、②施工性の実証、③実用化に必要なスパン表作成、④新需要開発等の検討を実施し、次の成果を得た。

I 低コスト化に向けた検討

1 新たな乾燥スケジュールによる低コスト化の検討

2020年6月の枠組壁工法構造用製材JASの規格改正により、含水率の規格に「15%以下」が追加された。そこで、仕上がり含水率15%を目標とし、より低コストな乾燥スケジュールを検討した。

その結果、新たに試みた「95℃中温乾燥スケジュール」及び「高温セット乾燥スケジュール」でも、従来からの「80℃中温乾燥スケジュール」と比較して、曲げ剛性、曲げ強さ、乾燥後の形質変化（曲がり・ねじれ等の発生）等において、乾燥方法による違いは認められなかった。

よって、「95℃中温乾燥スケジュール」等を用いれば、材質への影響はなしで、乾燥日数をほぼ半減できることが判明した。乾球温度を上げるために1日当たりの燃料代は若干高くなるが、乾燥日数がほぼ半減されるので、トータルではかなりの低コスト化が期待できる。

2 各製造段階等における低コスト化の検討

原木単価は、山元から工場へ直送すれば低コスト化が図れる。製材・乾燥・仕上・格付単価は、工場規模等に合わせて効率的な量をまとめて処理すれば、低コスト化が可能である。210材と同時に木取るラミナ等の副産物の販売も、高付加価値化を図れば、210材の低コスト化に繋がるものと期待される。

今回の検討によって、川上・川中・川下が連携して取り組めば、さらなる低コスト化の余地があることが確認された。

II 信州カラマツ210材の施工性等の実証

本年度は実際の建築に使用するので、JAS製品であることが求められた。そこで、長野県内で製材したカラマツ210・208材を北海道のJAS工場に輸送して、乾燥・仕上・格付を行った。

長野県で製材したカラマツ210材等は、第1回輸送分が1144枚、第2回輸送分（追加分）が140枚であった。カラマツ210材等は製材後の選別をせず、全数を北海道の工場に送付した。その結果、「特級」と格付された比率は第1回輸送分が57%、第2回輸送分が78%であった。第1回輸送分では、「寸法切れ」で「格外」となったもののがかなりあった。第1回輸送分を製材する際には、大型トラックに効率よく積載できるよう、製材寸法を通

常よりも小さく設定した。このことが「寸法切れ」が多くなった一因であると考えられる。

ウイング(株)は上記のカラマツ 210 材等の「特級」格付品を用いて、宮城県仙台市内に木造 2×4 構造の 2 階建て移動式展示住宅を建築した。この物件は、建築面積 38m²、延べ床面積 76m²、延べ木材使用量 10.34m³ (内、カラマツ 3.07m³) であった。

ウイング(株)による評価は、次のとおりであった。

- ・SPF と比較して、カラマツ 210 材等の精度は抜群で、曲がり・反り・ねじれが少なく、施工性がよい。住宅全体の精度UPやアフターケアの軽減も期待できる。
- ・カラマツ材は重くて硬いが、スギよりも割れにくい。釘打ちは問題なく、釘の締まりがよい。
- ・カラマツ材は木目がきれいで、見学会でも多くの賞賛・感動を得た。現しで使うなど、仕上げとしての期待もできる。
- ・見学会では、カラマツ 210 材等を構造用にぜひ使用してみたいとの声が多く聞かれた。
- ・特級格付品以外を用いてログハウス等も製作して展示したが、評判がよかった。

三井ホーム(株)は上記のカラマツ 210 材等の 2 級格付品以上を用いて、東京都稲城市内に木造大規模中層マンションを建築中である。この物件は地上 5 階建てで、1 階が RC 造、2 階～5 階が木造枠組壁工法、延べ床面積 3,747m² である。

三井ホームコンポーネント(株)による信州カラマツ 210 材の受入れの評価と報告は、次のとおりであった。

- ・受入検品および 1 か月経過後検品の結果を見ると、全体的な寸法精度は良好であり、高い歩留まりが期待できる。
- ・カットしてから使用するものも一部発生するが、総合的には問題なく使用できる品質である。

Ⅲ 信州カラマツ 210 利用のスパン表の検討

本スパン表は、設計者が長野県産カラマツを用いて簡易的に床根太、天井根太、はね出しバルコニーのスパンの検討をできるように作成した。2002 年に社団法人日本ツーバイフォー建築協会が発行した「枠組壁工法建築物スパン表」の内容を踏襲し、当時は許容応力度設定のなかったカラマツ材(JSⅢ)のスパン表とした。210 材の利用を検討することで、他の地域の国産ツーバイ材と競合することなく、大径化した長野県産カラマツを利用することができる。今回は歩留まりの良さを考慮し、JSⅢ特級、JSⅢ一級、JSⅢ二級の 3 つの等級でスパン表を作成した。また、積載荷重や固定荷重のパターンを増やし、非住宅建築物への利用も想定した。

長野県産カラマツ大径材から製造される 210 材の大半は、特級に格付される。

カラマツ特級の各種基準強度は、一般に流通している SPF 二級よりも若干高い。よって、カラマツ特級を用いれば、わずかではあるが、SPF 二級よりも長スパンでの利用が可能となる。使用条件によっては、SPF 二級なら 2 枚合せとするところを、カラマツ特級なら 1 枚で設計できる場合もある。

また、カラマツ特級のめりこみ基準強度は SPF 二級の 1.3 倍程度あるので、ツーバイフォー建築物が高層化する場合、上枠下枠材等への活用も期待される。

Ⅳ 新需要開発等の検討

1 カラマツたて継ぎ材(FJ材)の曲げ・引張性能評価試験

4 m を超える 16 フィートなどの長尺材への対応を想定し、カラマツ 210 材から作製したフィンガージョイントによるたて継ぎ材(以下、FJ 材と表記)について、曲げ試験及び

引張り試験を行った。

その結果、カラマツ 210FJ 材 20 体の曲げ試験では、全ての試験体の曲げ強さが、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS の JSⅢ（カラマツ）甲種特級 210 材の告示第 1452 号の曲げ基準強度 15.3 N/mm^2 (22.5×0.68) を上回った。

また、カラマツ 210FJ 材 20 体の引張り試験では、あて材 1 体を除いた 210FJ 材 19 体の引張り強さが、枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS の JSⅢ（カラマツ）甲種特級 210 材の告示第 1452 号の引張り基準強度 11.5 N/mm^2 (16.9×0.68) を上回った。

2 210 材製材及びたて継ぎ材（FJ 材）の曲げクリープ性能

カラマツ大径 A 材丸太 4 本から得られた 210 製材と 210FJ 材の 4 ペア（計 8 体）について、クリープ変形を 4 ヶ月にわたって測定した。

その結果、同一丸太から製材された 210 製材と 210FJ 材の相対クリープの実測値 (δ_t/δ_1) に違いは確認できなかった。また、測定開始からの全データを対象としたパワー則で求めた予測値とよく適合していた。クリープ調整係数の平均値は、製材、FJ 材ともに 1.3 程度であり、2 を大きく下回った。さらなる継続試験により、推移の確認が必要と思われる。

3 210 材、208 材及び集成材ラミナの機械等級区分機によるヤング係数区分

本年度事業でカラマツ大径丸太から製材した各種試験体（4 m 長）の内、210 材 76 体、208 材 37 体、集成材ラミナ 74 体を対象にして、集成材ラミナ用の機械等級区分機によってヤング係数を測定した。

その結果、210 材の 86%、208 材の 100% が「2018 年枠組壁工法建築物 構造計算指針」に示された JSⅢ（カラマツ）特級の基準弾性係数 (10.4 kN/mm^2) を満たしていた。

また、集成材ラミナの 96% が、構造用集成材の JAS によるラミナ区分 L100 (10.0 kN/mm^2) を超えていた。

おわりに

大径材を原木として国内で製造される信州カラマツ 210 材等は、新しい JAS 規格の含水率 15% 以下にも対応が可能であり、納品後の乾燥収縮・狂い等の少ない、寸法精度の高い製品を提供できる点もメリットとして挙げられる。

信州カラマツ 210 材等については、性能、品質及び施工性において高い評価が得られ、使用した需要者側からは安定供給への強い期待が寄せられるなど、国産大径丸太の新需要として十分な可能性を感じている。

長野県にはカラマツの蓄積が十分にあり、信州カラマツは長期にわたっての安定供給にも心配がない。

今後に向けては、信州カラマツ 210 材等の幅広い利用に向け、ツーバイフォー工法による建築が増加している中大規模建築における施工性等の更なる実証が望まれるところである。また、NLT 等新たな需要分野における信州カラマツの可能性の技術実証や性能評価を進めるとともに、これまで単年度毎に実施してきた事業の技術開発や実証結果を総合的に検討・分析し、「信州カラマツ 210 材が SPF210 材と同等以上であること」の整理・立論、全体を俯瞰できる資料の作成、幅広い情報発信・普及啓発に取り組んでいくことが、信州カラマツ 210 材の社会実装を確実なものとするために重要である。

最後に、本事業を採択・助成していただいた林野庁、本事業にご協力、ご参加いただいた多くの皆様に、心から感謝を申し上げる。

大径A材丸太の社会実装に向けた新需要技術開発・実証検証
— 国産材 210 の住宅建築等への実用化・普及拡大に向けて —

令和3年(2021年)3月 初版第1刷発行
編集・著作権者 事業主体：信州木材認証製品センター
〒380-8567 長野県長野市大字中御所字岡田 30-16

試験機関 長野県林業総合センター木材部
協力企業 オムニス林産協同組合（JAS格付等）
（有）瀬上製材所（JAS格付等）
地方独立行政法人北海道立総合研究機構 林産試験場（JAS格付等）
ウィング(株)（実証事業）
三井ホームコンポーネント(株)（実証事業）
齋藤木材工業(株)（スパン表事業）
