

平成 21 年度林野庁補助事業 2×4住宅部材の開発事業

「国産材をもちいたランバー材、  
フィンガージョイント材の開発」  
事業成果報告書

平成 23 年 2 月 28 日

全国木材協同組合連合会  
北米産業株式会社

平成 22 年度林野庁補助事業  
2 × 4 住宅部材の開発事業

## 事業成果報告書

国産材をもちいたランバー材、フィンガージョイント材の開発

平成 23 年 2 月

北米産業株式会社

# 【目 次】

## 第Ⅰ章 事業の概要

### Ⅰ－１ 事業の目的

### Ⅰ－２ 事業の内容等

- (１) 事業の内容
- (２) これまでの取組
- (３) 事業実施体制、実施経過

## 第Ⅱ章 調査結果報告

### Ⅱ－１ 事業の実施結果

- (１) 素材面の検討
- (２) 加工（木取り）面の検討
- (３) 強度試験及びデータ整備
- (４) 流通・販売面の検討

### Ⅱ－２ 事業の成果と今後の課題

- (１) 事業の成果
- (２) これからの課題

### Ⅱ－３ まとめ

## 【巻末資料】

### 1. 添付資料

- ・平成23年3月4日成果報告会配布資料
- ・2×4国産材開発部材試験計画書

### 2. 事業実施風景（状況写真）

# 第 I 章 事業の概要

## 1 事業の目的

地産地消の考え方から愛媛県産材の住宅を求めるユーザーが増加している。このため S P F にかわる愛媛県産スギ・ヒノキ材 2 × 4 工法用住宅部材の開発を目的とする。加えて、地産地消による木材利用体制を構築し、地域の森林整備推進（ひいては雇用の場の創出）はもとより、対策が急務となっている地球温暖化ガス削減等環境保全に貢献することも目的とする。

## 2 事業の内容等

### (1) 事業の内容

事業開始にあたっては、開発委員会を設置し、事業運営全般に関して意思決定を行った。

事業の実施に当たっては、まず、久万広域森林組合と北米産業株式会社（以下、弊社）が共同で、試験体を製作した。試験に供する試験体数は 770 体とし、愛媛県産スギ・ヒノキのランバー材、FJ 材を製作することとした。

試験体制作時に、原木の強度等基礎データを久万広域森林組合および愛媛大学農学部と弊社で収集した。試験体作成後は、試験体の目視等級区分検査を弊社で行った後、愛媛県農林水産研究所林業研究センターにて、強度試験を行った。

最終的には、各工程で得られたデータを整理し、委員会の学識経験者の指導の元、報告書を作成した。

なお、開発した製品を一般流通させるためには JAS 認定をとる必要があるため（製材品については木材協会、たて継ぎ材については合板協会）JAS 認定工場認定の取得を事業と並行し目指した。

加えて、事業を通じ十分強度のある商品を開発し、弊社で製作する 2X4 パネルを付加価値のある商品とし、2X4 住宅取扱工務店、および大手 2X4 取扱業者への販売を行うことを検討した。当初の販売目標は製材品およびたて継ぎ材あわせて約 1 万 m<sup>3</sup>とし、最終的には 2 万 m<sup>3</sup>の安定生産及び販売を目指すこととした。

### (2) これまでの取組み

愛媛県内森林組合を中心に訪問をし、当社が購入できる原木量のヒアリング調査を行った。当社の取引先からは国産材を利用した 2X4 パネルの作成はできないのかとの問い合わせも多く、市場として十分に需要があることは明確であるため、調査を継続し、原木購入及び販路の開拓を目指した。また、J A S 認定工場取得のための研究を継続しており、認定を早期に受けることでより確実な生産・販売体制構築を目指している。

### (3) 事業実施体制、実施経過

#### ①実施体制

事業推進にあたり「2×4住宅部材開発委員会」を設置した。

開発委員会は、林 和男愛媛大学農学部教授を会長とし、杉森 正敏愛媛大農学部准教授（副会長）、飯島 泰男秋田県立大学教授（顧問）、梶原 康太郎株式会社鶴崎商事技術顧問（顧問）、藤田 誠愛媛県農林水産研究所林業研究センター主任研究員、鈴木 洋一久万広域森林組合事業部長、大野 智則久万広域森林組合技術担当者、本藤 幹雄株式会社愛媛地域総合研究所特別研究員、北米産業株式会社代表取締役会長 森田光明で構成・設置した。

事務局は、北米産業株式会社代表取締役 水崎 佐俊と専務 中島 洋子が務め、経理責任者を先述の中島 洋子とし、事業における経理一切を取り仕切った。（別添、委員名簿参照）

事業は、委員会の決定事項の元、北米産業株式会社、久万広域森林組合、愛媛県林業技術センター、愛媛大学農学部の密接なる連携により実施された。

具体的には、試験計画を委員会にて作成し、これに従い久万広域森林組合が中心となり試験体製造を行った。試験体作成時には、原木のデータ採取を関係機関合同で行った。

次いで、試験体の品質検査を弊社で行い、以後、強度試験を愛媛県林業研究センターと愛媛大学農学部が連携して行った。報告書の作成は、各試験結果を弊社でとりまとめ、飯島 泰男秋田県立大学教授を中心に委員を構成する学識経験者により結果分析を行う。マニュアル化に関しては、委員会指導の元、弊社が執り行った。

2×4住宅部材開発事業 開発委員会名簿			
委員	林 和男	愛媛大学農学部教授	会長
	杉森 正敏	愛媛大学農学部准教授	副会長
	飯島 泰男	秋田県立大学木材高度加工研究所教授	顧問
	梶原康太郎	株式会社鶴崎商事技術顧問	顧問
	藤田 誠	愛媛県林業研究センター主任研究員	
	鈴木 洋一	久万広域森林組合事業部長	
	大野 智則	久万広域森林組合	
	本藤 幹雄	株式会社愛媛地域総合研究所特別研究員	
	森田 光明	北米産業株式会社会長	事務局長
事務局	水崎 佐俊	北米産業株式会社社長	技術担当
	中島 洋子	北米産業株式会社専務	経理統括
	ほか1名	北米産業株式会社社員	事務担当

## ②実施経過

### A) 委員会の開催

事業を円滑に実施するために「2×4住宅部材開発委員会」を設立し、3回開催した。委員会開催日と内容は以下の通りである。

#### 【第1回委員会】

日 時：平成22年10月2日(土) 15:30～18:30

場 所：愛媛大学農学部小会議室

参加者：委員会委員、北米産業株式会社(事務局)

1. 開会

2. 議事

イ) 委員の選任

ロ) 会長、副会長、顧問の選出

ハ) 事業趣旨説明

ニ) 試験設計について

- ・ 試験内容の確認
- ・ 関係者の役割分担確認 (試験体作成、強度試験等の担当を決定)
- ・ 試験スケジュールの策定 (1月末日までに調査・試験を終了を確認)
- ・ 試験計画書の策定と内容確認 (逐次、変更があることを了承)

ホ) その他

- ・ 次回委員会の開催日(平成22年12月6日)の決定
- ・ 平成22年12月7日に久万高原町において試験体現地調査ならびに、試験方法に関する講習会の開催を決定。

#### 【第2回委員会】

日 時：平成22年12月6日(月) 15:30～18:30

場 所：愛媛大学農学部小会議室

参加者：委員会委員、北米産業株式会社(事務局)

森林総合研究所 宮武 敦 氏(オブザーバー)

議 事

1. 開会

2. 議事

3. 試験の進捗状況報告について

イ) 試験計画の見直しについて

- 木取りに関する調査が完了報告
- 乾燥工程に関する報告 (試験体は、乾燥率15%で乾燥)
- FJ材の材料基準強度測定について、解析方法を協議。

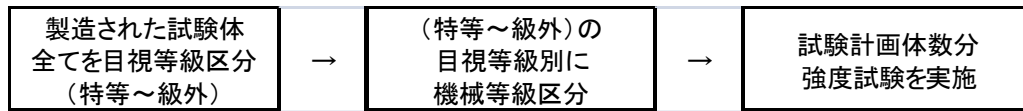
ロ) 試験報告書のとりまとめ方針について

→作成した全ての試験体を目視等級区分および機械等級区にかけ、今後、北米産業が使用時に主力となる等級を決定することとした。

ハ) 今後の事業方針（製品開発の方向性含む）について

→今後の事業方針として、以下が決定された。

（事業の流れ）



- ✓ 試験・調査に関して、以下のことを追加で行うことで合意。
  - ・目視等級区分結果と強度試験の整合性調査
  - ・目視等級区分とヤング係数の対照表を作成（今後の使用品質を決定）
  - ・製材歩留まりおよび製品単価（製造コスト）の算定
  - ・スギ、ヒノキと SPF の強度比較

ニ) その他

- ・12月7日の現地調査について
  - 委員会翌日の12月7日に試験体調査方法の講習会および現地調査を開催することで合意。
- ・今後の事業スケジュールについて
  - 第3回委員会を平成23年1月31日(月)に開催することで合意

### 【第3回委員会】

日 時：平成23年1月31日(月) 10:00～12:30

場 所：愛媛大学農学部小会議室

参加者：委員会委員、北米産業株式会社(事務局)、  
瓜守材木店代表取締役 實田 貴史氏(オブザーバー)

議 事

1. 開会
2. 議事
  - ① 原木調査結果報告
    - ・製材歩留まりの報告(スギ：36%、ヒノキ：33%)
    - ・現状では、製品価格が高くなることも確認
    - ・今後の木取りについての検討
  - ② JAS 検査結果報告
    - ・等級区分な要報告
    - ・特級・1級の頻度が高いことを確認(使用方法の検討)
    - ・機械等級区分と目視等級区分の比較を検討
  - ③ 強度試験中間報告

- ・強度的に SPF と遜色のない強度があることを報告
- ・スギの強度はばらつきが大きいことを確認
- ・ヒノキは SPF と同じ用途で使えることを確認

④ 今後の戦略について

- ・小径木から製造した 2×4 材は、大径木に比較して強度が落ちる
- ・今後の 2×4 含む板材は、今後進む原木の大径化を利用すべき
- ・木取りを工夫し、2×4、2×6 だけでなく、2×8、2×10 など併せて製材することで製材効率を上げ、製品価格を抑え込むべき
- ・2×4 建築は、1 件当たり平均 12m<sup>3</sup> の製材品を使用
- ・合板込みなら 24～25m<sup>3</sup> の木材利用になる
- ・国産材をこの建築に使うに、建築にとって魅力的な商品開発が必要
- ・そのためには、インチを基準としている現状を改め、「c m」で新規格を作る等、国産製材の入り込める余地を拡大する必要がある

⑤ 報告会について

3 月 4 日の報告会の告知と発表に係る役割分担決定

⑥ 報告書作成について

最終報告書作成に向けた委員の役割分担確認

以上、委員会は、計 3 回実施。

※この他に、委員間でインターネットを使って情報を逐次交換した。

B) 現地調査の実施

事業後に 2×4 住宅部材を製造するための原木確保に向けた市場調査を実施した。調査場所・日時は以下の通りである。

あ. 久万広域森林組合原木市場

① 日 時：平成 22 年 8 月 2 日

② 調査内容および結果

- ・年間原木取扱量：72,000m<sup>3</sup>(スギ：42,000m<sup>3</sup>、ヒノキ：3,000m<sup>3</sup>)
- ・市況状況：平均単価(スギ)12,000 円/m<sup>3</sup>、(ヒノキ)23,000 円/m<sup>3</sup>
- ・原木(1 万 m<sup>3</sup>)確保の見通し

原木の集積は、年間を通して安定している。このため、顧客も安定しており、材価が他地域と比較して高値で推移する傾向にある。久万高原町内では、年間概ね 15 万 m<sup>3</sup> の原木流通があるが、市売りで原木を確保することは、材価の乱高下を引き起こしかねないことから、リスクが高すぎる。

1 万 m<sup>3</sup> を安定して確保するためには、協定取引など山側および原木販売者(市場)と、確実な購入を行うことを前提とした契約を結ぶ必要がある。



い. 八幡浜官材大洲共販所

①日 時：平成 22 年 8 月 3 日～4 日

②調査内容および結果

- ・年間製品取扱量：60,000m<sup>3</sup>(予定：ヒノキのみ)
- ・市況状況：平均単価 75,000 円/m<sup>3</sup>
- ・連携の可能性

愛媛県南部(南予)方面は、ヒノキが多く、ヒノキの素材生産量は現在日本第 1 位である。このため、南予地域の製材工場 5 社が中心となり、原木の集荷、製品販売を集約化する形で「八幡浜官材協同組合」を立ち上げ、その中心施設を愛媛県大洲市に建設した。本工場は、立ち上がり間もなく、本格稼働は平成 24 年～とされているが、それに先立ち、今後の事業戦略としてヒノキ 2×4 製材品の加工連携が可能か打診した。結果としては、現在は目標数量の原木を安定的に確保するための流通経路づくりを行っているところであり、総苦闘は難しいとの回答であった。しかし、国産材の 2×4 部材への活用は、ヒノキの利用拡大にもつながることから、数年後の事業展開によっては、連携を行えるという含みも残した。なお、南予地域のほかの原木市場および製材工場も調査を行ったが、現在は原木(ヒノキ)の量が需要に比べて少なく、各所ともその確保に苦勞をしていた。よって、南予地域との連携を確実なものとするためには、まず原木の生産量を増加するよう何らかの支援等を行うことが必要であることが分かった。

う. 仁淀川森林組合

①日 時：平成 22 年 8 月 9 日～10 日

②調査内容および結果

- ・年間原木取扱量：72,000m<sup>3</sup>(スギ：12,000 m<sup>3</sup>、ヒノキ：5,000m<sup>3</sup>)
- ・市況状況：平均単価(スギ)10,000 円/m<sup>3</sup>、(ヒノキ)21,000 円/m<sup>3</sup>
- ・原木(1 万 m<sup>3</sup>)確保の見通し

高知県仁淀川町、越智町、佐川町の 3 町を管区に有する当森林組合は、近年広域合併で誕生した。このため、組合の原木生産の主流は公有林がほとんどであり、販売先も限定的であった。しかし、近年から高知県が提唱する集約化施業「森の工場」に参画を始め、民有林施業にも乗り出し、徐々に原木生産量を挙げている。加えて、久万広域森林組合により民有林の集約化技術の指導を受け、共同で県境付近の施業地集約化を実施する等、今後の原木生産量は増加が見込まれる(5 年以内に 3 万 m<sup>3</sup>/年の生産向上を計画)。

また、当地域には森林組合とは別に池川木材(5,000m<sup>3</sup>/年)、ソニア施業班(2,000m<sup>3</sup>/年)等も存在しており、地域の生産量は少なく見積もっても 50,000m<sup>3</sup>/年は見込まれる。そして、これらの原木の大半は、遠

方の原木市場に出荷されているのが現状である。

更に、仁淀川森林組合は年間 12,000m<sup>3</sup> の原木消費を行う製材工場を有しており、柱から横架材まで住宅部材の全てを加工する能力を有している。加えて、発注者のニーズに合わせた請負製材も行うことが可能とのことであった。このため、仁淀川森林組合管内各社の原木生産を支援し原木量を確保し、その加工の一部を仁淀川森林組合と連携することで、国産材 2×4 住宅部材の安定供給体制を行うことができる可能性が示唆された。

### C) 講習会の開催

「本事業の調査・試験技術全般にかかる講習会」の開催

日時：平成 22 年 12 月 7 日 9：30～17：00

場所：久万広域森林組合父野川工場・愛媛県林業研究センター

講師：秋田県立大学教授 飯島 泰男 氏

愛媛大学農学部准教授 杉森 正敏 氏

講義内容：

- ①原木調査の方法に関して
- ②試験体の作成に関する注意事項
- ③試験体の JAS 検査方法ならびに留意事項
- ④機械等級区分試験における注意事項
- ⑤強度試験における留意事項および技術的指導
- ⑥データ取りまとめの方法と収集時の留意事項

### D) 原木調査の実施

日時：平成 22 年 10 月 18 日～20 日

場所：久万広域森林組合

調査者：久万広域森林組合、北米産業株式会社

調査内容：

#### 1. 原木基礎調査

(原木番号、樹種、末口径、元口径、長さ、年輪、重量、材積を測定)

#### 2. 原木強度調査

(縦振動によるヤング係数測定)

### E) 試験体の作成

日時：平成 22 年 11 月 4 日～6 日(檜製材)、11 月 8 日～10 日(杉製材)

乾燥：平成 22 年 11 月 11 日～12 月 4 日

場所：久万広域森林組合

調査者：久万広域森林組合、愛媛県林業研究センター、北米産業株式会社

調査内容：

1. 木取り設計
2. 部位毎に試験体ナンバー記入
3. 乾燥率調査

**F) JAS 等級区分の実施**

日時：平成 12 月 7 日～12 月 11 日

場所：愛媛県林業研究センター

調査者：北米産業株式会社

調査内容：目視等級区分試験

**G) 強度試験計画の実施**

日時：平成 22 年 12 月 15 日～平成 23 年 1 月 31 日

場所：愛媛県林業研究センター

調査者：愛媛県林業研究センター

## 第Ⅱ章 調査結果報告

### Ⅱ－１． 事業の実施結果

#### (1) 素材面の検討

供試したヒノキ材は末口径 24~29cm、公称長さ 3m 材、計 40 本、スギ材は末口径 30~42cm、公称長さ 4m 材、80 本である。年輪数はいずれの樹種も 35~80 であった。

供試材の寸法等の調査の際、縦振動によるヤング係数（以下、Ef と表記）を測定した。ヒノキは 10~13kN/mm<sup>2</sup>、スギは 5~10kN/mm<sup>2</sup> 程度で、いずれも全国平均に近い値といえる（図 3.1 参照）。

その他の測定項目を表 3.1 に一覧する。なお、供試材の材積は JAS による材積計算法（末口 2 乗法）ではなく、各材の長さ方向中央部の周囲長の測定結果に基づき、これに実際の長さに乗じた値を用いた。表 3.1 の総材積は、この値の総和であり、以下、歩留まり計算および縦振動法測定においても、材積は本方法にしたがった値を用いた。

表 3.1 供試原木の概要

	供試本数	総材積 (m <sup>3</sup> )	末口径 (cm)	年輪数	平均年輪幅 (mm)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	Ef (kN/mm <sup>2</sup> )
ヒノキ	3m 材 40 本	7.84	26.2 (24~29)	48.8 (38~74)	2.72 (1.8~3.6)	737 (635~884)	10.69 (8.98~13.37)
スギ	4m 材 80 本	36.54	34.1 (30~42)	51.8 (35~81)	3.40 (2.4~5.1)	697 (542~877)	7.68 (5.03~10.65)

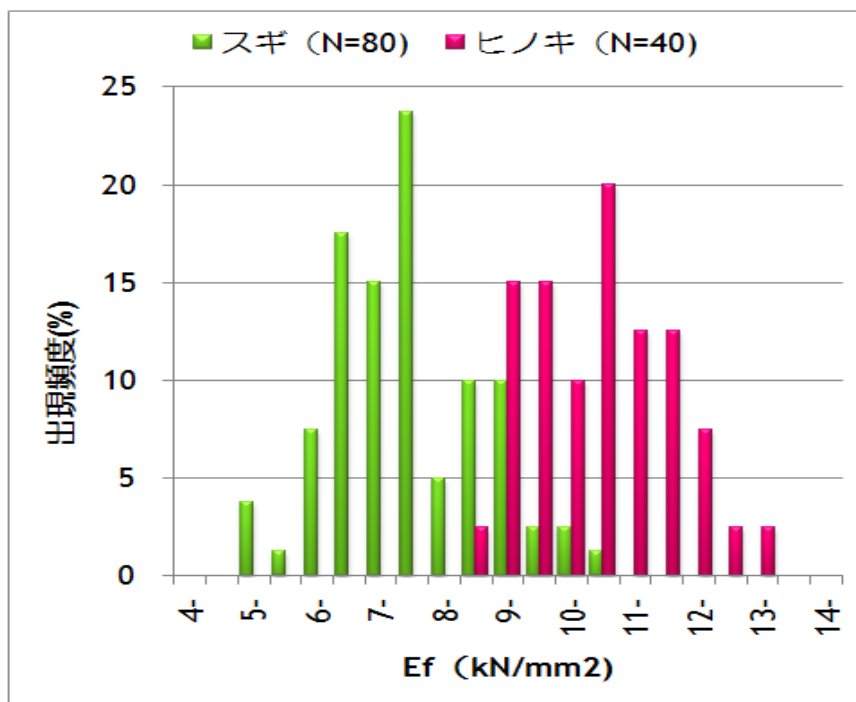


図 3.1 Ef の出現頻度分布

(2) 加工（木取り）面の検討

1) 供試材料の製材

ヒノキ材はすべて 204 材、スギは 204 および 206 材を採材した。

各供試原木について、採材の状況を図 3.1~3.2 のように記録し、強度試験等の供試資料の出所が明らかになるように注意した。

原木番号:	1	木取り図	番号	45×105 (2×4)	45×155 (2×6)
樹種	桧		1 - 1	○	
末口径 cm	29		1 - 2	○	
元口径 cm	30		1 - 3	○	
長さ m	3.13		1 - 4	○	
年輪	49		1 - 5	○	
重量 kg	143.8		1 - B	○	
FFT HZ	650		1 - C	○	

図 3.1 ヒノキ材の木取り記録例

原木番号:	1	木取り図	板番号	45×105 (2×4用)	45×155 (2×6用)
樹種	杉		1 - 1	○	
末口径 cm	38		1 - 2	○	
元口径 cm	43		1 - 3	○	
長さ m	4.09		1 - 4	○	
年輪	47		1 - 5	○	
重量 kg	391.2		1 - 6	○	
FFT HZ	390		1 - 7	○	
			1 - B1 - 1		○
			1 - B1 - 2		○
			1 - B2 - 1	○	
			1 - B2 - 2		○
			1 - B3	○	
			1 - C1 - 1		○
			1 - C1 - 2		○
		1 - C2 - 1		○	
		2×4用 9 枚	1 - C2 - 2		
		2×6用 6 枚	1 - C3		

図 3.2 スギ材の木取り記録例

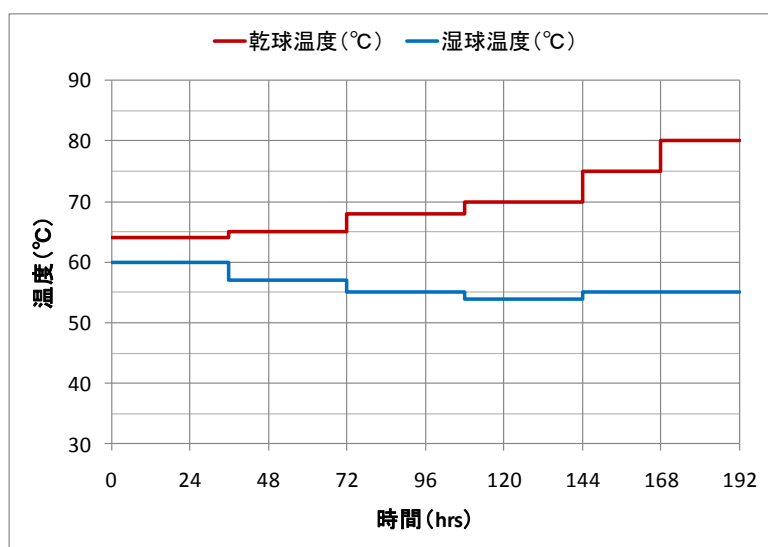
採材時寸法は 204 材 45×105mm、206 材は 45×155mm である。製材本数とこの時点での歩留まりの計算結果を表 3.2 に示す。

表 3.2 製材本数と歩留まり

	総材積 (m <sup>3</sup> )	204 用材 (45×105)	206 用材 (45×155)	製材歩留まり (%)
ヒノキ	7.84	266 枚 (3.933m <sup>3</sup> )	—	50.2
スギ	36.54	351 枚 (6.907m <sup>3</sup> )	481 枚 (13.990m <sup>3</sup> )	57.2

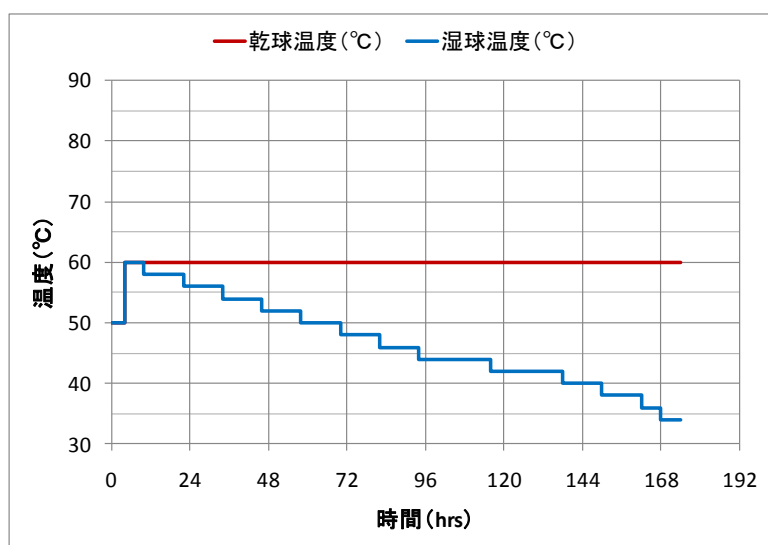
## 2) 乾燥

採材された上記の材料を仕上がり目標含水率 10%として、人工乾燥を行った。各乾燥スケジュールを図 3.3～4 に示す。



乾球温度	湿球温度	時間
64	60	36
65	57	36
68	55	36
70	54	36
75	55	24
80	55	24

図 3.3 ヒノキの乾燥スケジュール



乾球温度	湿球温度	時間
50	50	4
60	60	6
60	58	12
60	56	12
60	54	12
60	52	12
60	50	12
60	48	12
60	46	12
60	44	22
60	42	22
60	40	12
60	38	12
60	36	6
60	34	6

図 3.4 スギの乾燥スケジュール

### 3) 乾燥材の仕上げ

乾燥製材のうち、FJ加工なし（以下、「通し材」）の204材は38×89×2,336mm、206材は38×140×4,000mmに仕上げた。

含水率は曲げ試験時の測定結果ではヒノキ204平均9.1（7.3～13.0）%、スギ204平均9.1（7～15.7）%、206平均10.3（7.1～20.4）%であった。

この時点で、各ロットからヒノキ204を140本、スギ204を250本、および206を216本、ランダムにサンプリングし、試験体全長に対して現場のグレーダーによる目視等級区分を行った。

結果を表3.3に示す。等級別出現比率は表のとおりであり、スタッド以外にも適用可能なSS（特級）、No.1（1級）、No.2（2級）の総和は、80～90%である。

また、本表でEf-log、Efはそれぞれ原木、製材の縦振動法によるヤング係数、MGEは機械等級区分機（飯田工業MGFE251）による曲げ平均ヤング係数であるが、目視等級とは全く関係が見られない。

表 3.3 等級別出現率と各種ヤング係数(単位:kN/mm<sup>2</sup>)

材種	等級	N (比率、%)	Ef-log		Ef		MGE	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ヒノキ 204	Total	140	10.85	1.13	12.67	1.50	12.46	1.50
	SS	54 (38.6)	10.86	1.17	12.65	1.44	12.50	1.48
	No.1	46 (32.9)	10.72	1.12	12.16	1.39	11.99	1.33
	No.2	26 (18.6)	10.81	1.09	11.61	1.42	11.52	1.48
	No.3	13 ( 9.3)	10.52	1.15	14.83	1.55	12.49	1.26
	N.G.	1 ( 0.7)	10.71	-	11.57	-	10.71	-
スギ 204	Total	250	7.51	1.12	8.49	1.39	8.54	1.38
	SS	73 (29.2)	7.38	1.34	8.81	1.56	8.69	1.65
	No.1	74 (29.6)	7.49	1.06	8.55	1.28	8.57	1.34
	No.2	57 (22.8)	7.69	1.18	8.25	1.57	8.39	1.46
	No.3	40 (16.0)	7.61	0.91	8.24	1.40	8.47	1.55
	N.G.	6 ( 2.4)	6.89	0.55	7.71	1.19	8.12	1.32
スギ 206	Total	216	7.74	1.06	7.92	1.41	8.41	1.35
	SS	97 (44.9)	7.62	0.97	8.23	1.21	8.59	1.24
	No.1	62 (28.7)	7.81	1.05	7.99	1.24	8.56	1.22
	No.2	28 (13.0)	7.62	1.22	7.03	1.97	8.73	1.43
	No.3	17 ( 7.9)	7.69	1.17	7.15	1.25	7.69	1.39
	N.G.	12 ( 5.6)	7.44	1.16	6.31	1.03	6.70	1.24

#### 4) FJ 材製造および試験材料数量と歩留まり

各製材から FJ 加工用短材を採材し、FJ 材を製造した。用いた機械は太平製作所製フィンガージョインター（垂直型、C64-KD）で、フィンガー部の形状は図 3.5 に示す。

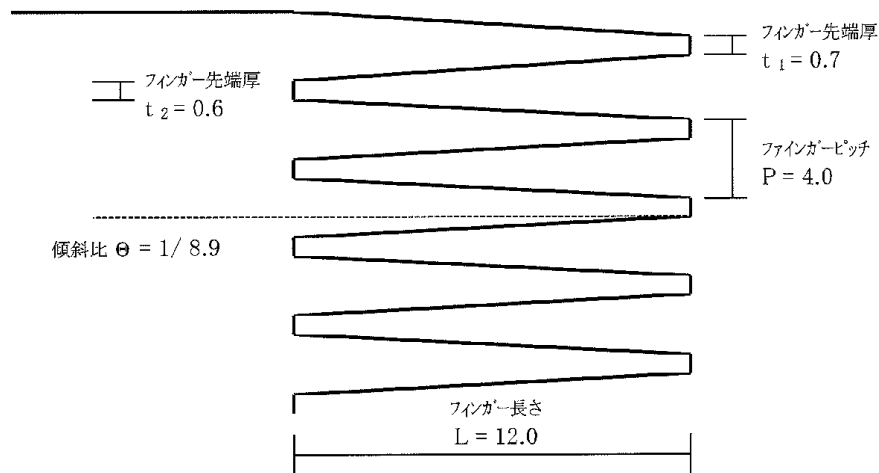


図 3.5 フィンガー部の諸元

また、フィンガーコンポーザ（C71-E）のラム径は 100mm で、接合圧縮圧力基準はスギ 0.98N/mm<sup>2</sup>、ヒノキ 1.18N/mm<sup>2</sup>とした。

使用した接着剤は株式会社オーシカ製水性高分子イソシアネート系接着剤 PI ボンド 4000 である。

以上の全工程を経て生産された試験材の数量と歩留まりを表 3.3 に示す。歩留まりは表 3.2 に示した製材に対しては 63.0～65.7%、対原木では 32.9～36.0%となった。

表 3.3 試験材数量と歩留まり

樹種	ヒノキ	スギ	
寸法	204	204	206
	38×89×2.336	38×89×2.336	38×140×4.000
通し	140 枚 (1.106 m <sup>3</sup> )	250 枚 (1.975 m <sup>3</sup> )	216 枚 (4.596 m <sup>3</sup> )
FJ	187 枚 (1.477 m <sup>3</sup> )	292 枚 (2.307 m <sup>3</sup> )	201 枚 (4.277 m <sup>3</sup> )
合計	327 枚 (2.583 m <sup>3</sup> )	542 枚 (4.282 m <sup>3</sup> )	417 枚 (8.874 m <sup>3</sup> )
歩留まり(対製材)	65.7%	63.0%	
歩留まり(対原木)	32.9%	36.0%	



### (3) 強度試験及びデータ整備

#### ① 試験体

強度試験項目と試験体数を表 3.4 に一覧する。

表 3.4 強度試験項目と試験体数

項目		ヒノキ 204		スギ 204		スギ 206	
		通し	FJ	通し	FJ	通し	FJ
曲げ	エッジワイズ	35	35	35	35	35	35
	フラットワイズ	35	35	35	35	35	35
引張		35	35	35	35	35	35
圧縮		35	35	35	35	-	-

#### ② 曲げ

##### 1) 試験方法

曲げ試験はスパン  $L$  をせい  $h$  の 21 倍とした 3 等分点 4 点荷重法である。したがって、エッジワイズ荷重の場合、204 材では、 $L=1869\text{mm}$ 、荷重点間( $S$ )= $623\text{mm}$ 、206 材では、 $L=2940\text{mm}$ 、 $S=980\text{mm}$ 、フラットワイズ荷重の場合、 $L=798\text{mm}$ 、 $S=266\text{mm}$  となる。通し材においては等級を決定する節の位置の配置は無作為（すなわち、最弱部が引張側になるように、意識的に配置しない）とした。FJ 材についても FJ 部が荷重点間に複数含まれることがあったが、これも無作為に配置した。

試験結果から、JAS に基づいて曲げヤング係数 (MOE) と曲げ強さ (MOR) を求めた。

以下の 2)、3)の各図における  $k_e$  とは材の等級決定の主要因となった材縁部の最大節径値、また図 3.6~9 の「Hem-Tam」等は JAS の各樹種群に対応した曲げの基準強度 (平成 12 年建設省告示第 1452 号) を示している。なお、フラットワイズ荷重に対応した基準強度値が示されていないため、図 3.18~21 に関しては、同告示の「四-表 2」の係数値を対数近似させ、204 材の基準強度の 1.28 倍した値を用いた。

##### 2) エッジワイズ試験の結果

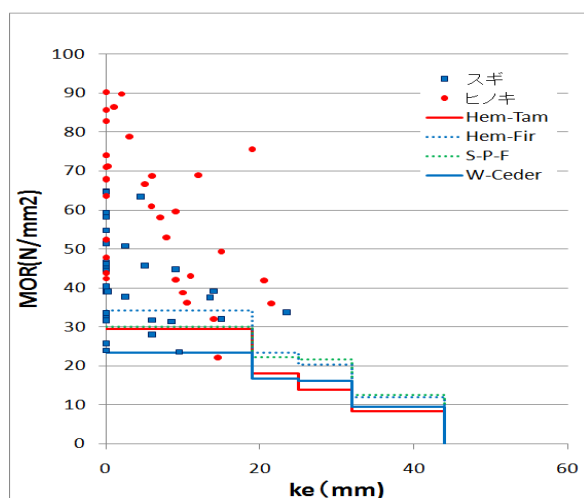


図 3.6 204 通し材の  $k_e$  値と MOR の関係

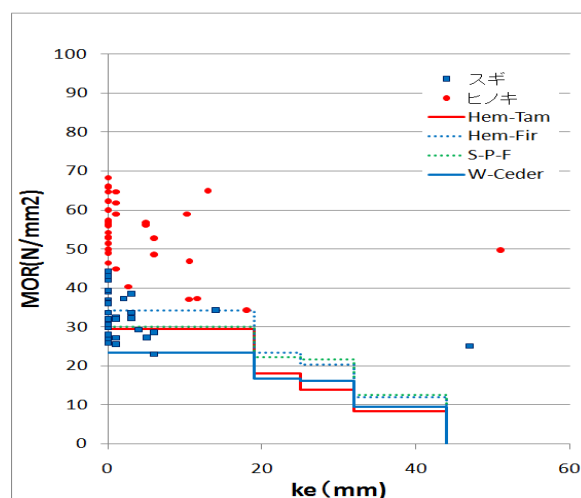


図 3.7 204FJ 材の  $k_e$  値と MOR の関係

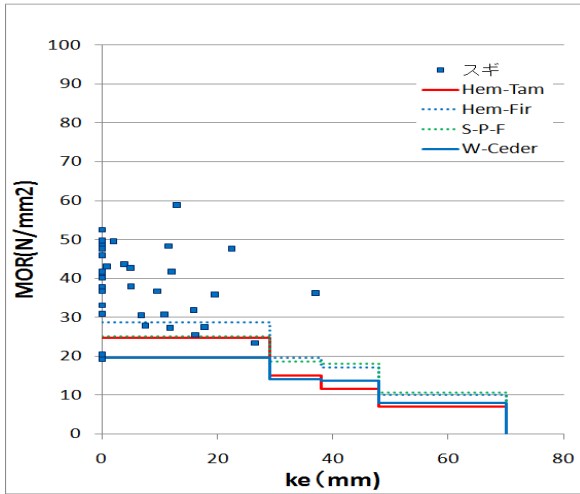


図 3.8 206 通し材の ke 値と MOR の関係

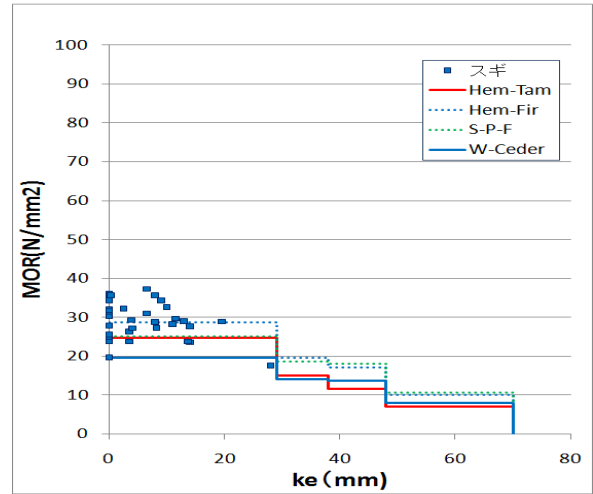


図 3.9 206FJ 材の ke 値と MOR の関係

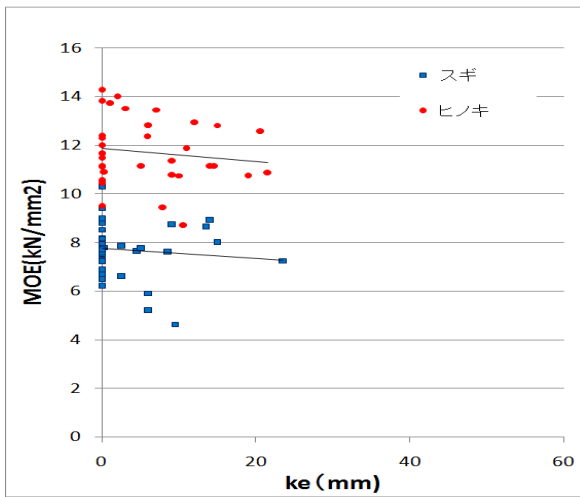


図 3.10 204 通し材の ke 値と MOE の関係

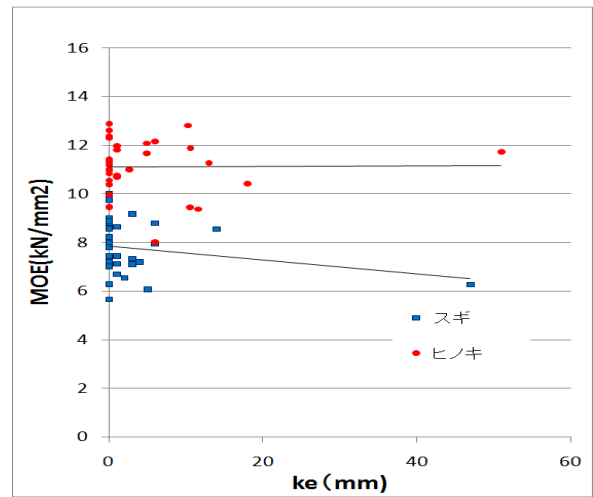


図 3.11 204FJ 材の ke 値と MOE の関係

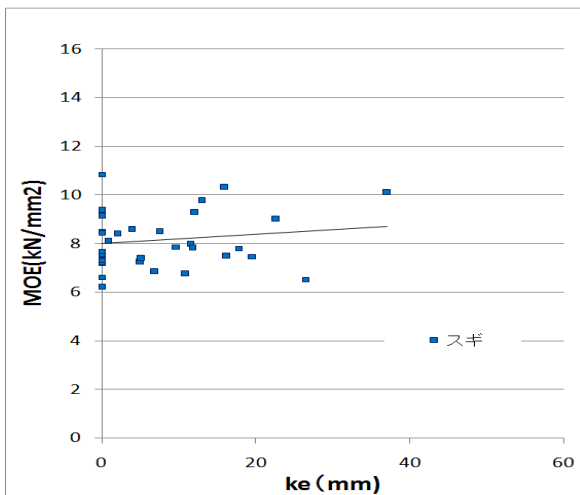


図 3.12 206 通し材の ke 値と MOE の関係

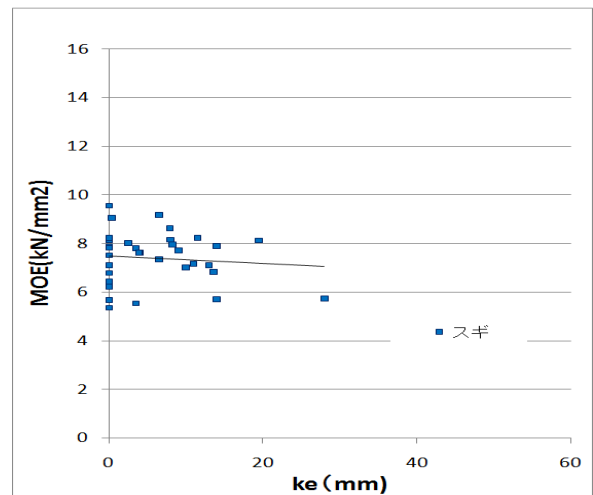


図 3.13 206FJ 材の ke 値と MOE の関係

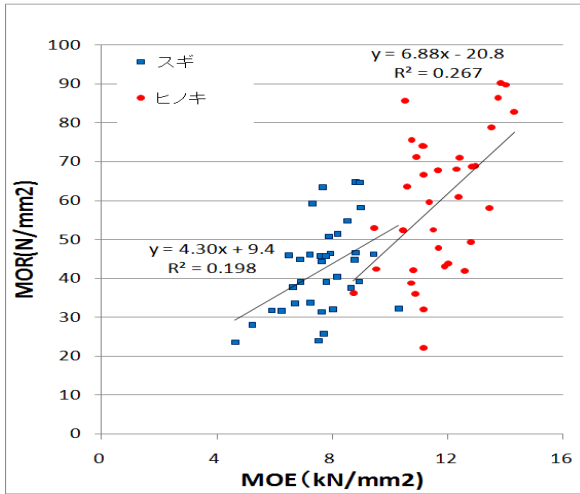


図 3.14 204 通し材の MOE と MOR の関係

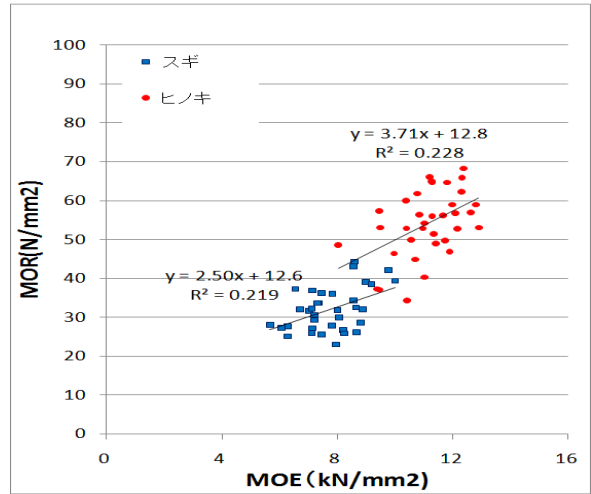


図 3.15 204FJ 材の MOE と MOR の関係

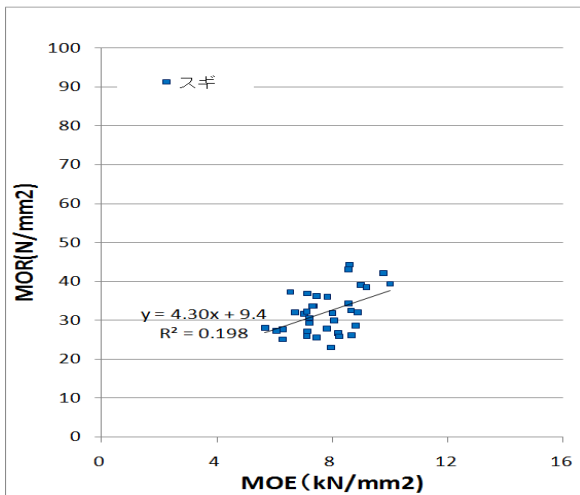


図 3.16 206 通し材の MOE と MOR の関係

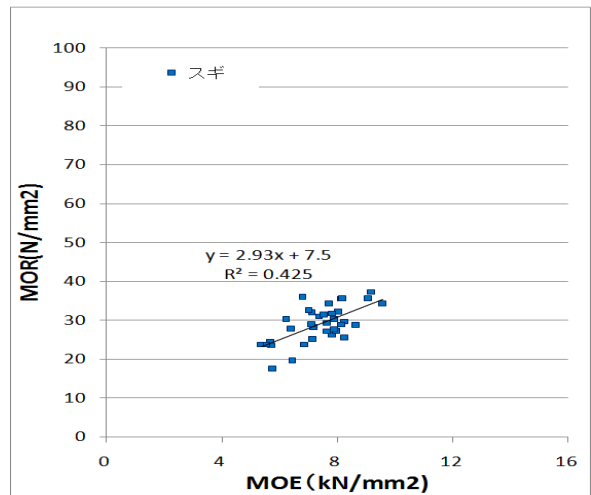


図 3.17 206FJ 材の MOE と MOR の関係

3)フラットワイズ曲げ試験の結果

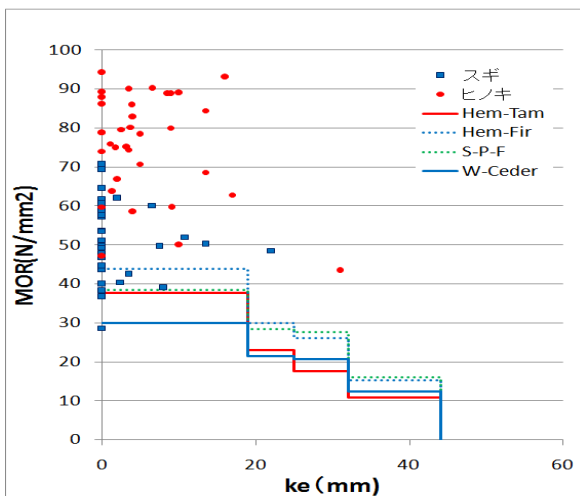


図 3.18 204 通し材の ke 値と MOR の関係

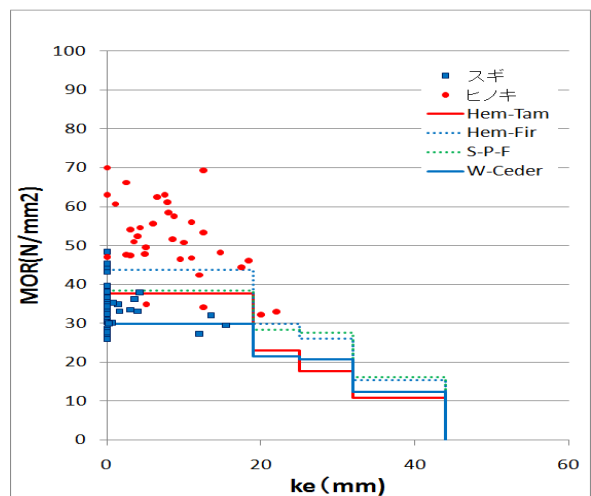


図 3.19 204FJ 材の ke 値と MOR の関係

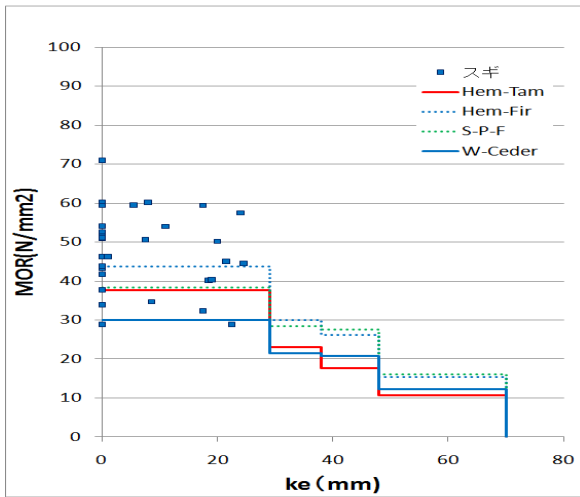


図 3.20 206 通し材の ke 値と MOR の関係

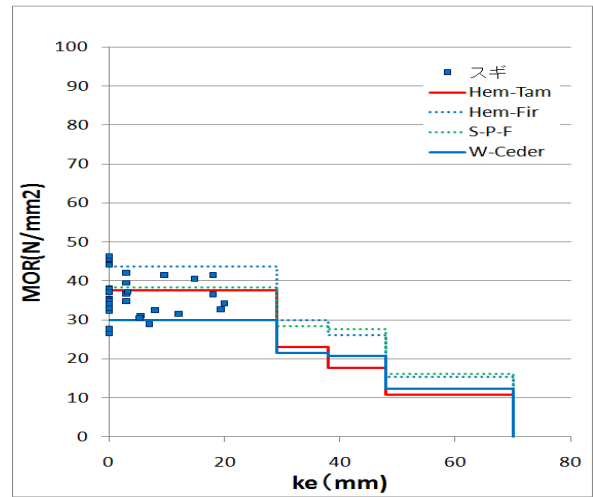


図 3.21 206FJ 材の ke 値と MOR の関係

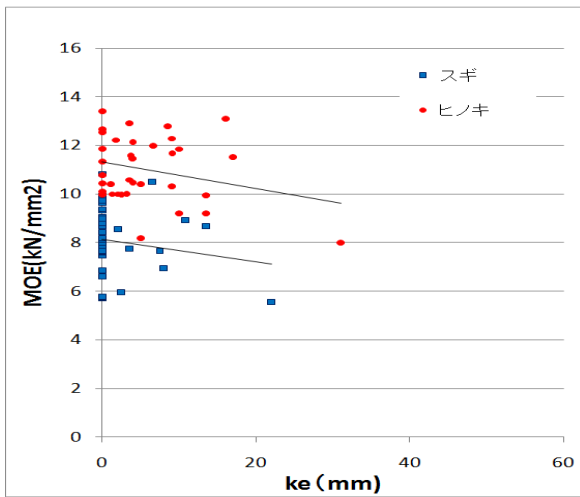


図 3.22 204 通し材の ke 値と MOE の関係

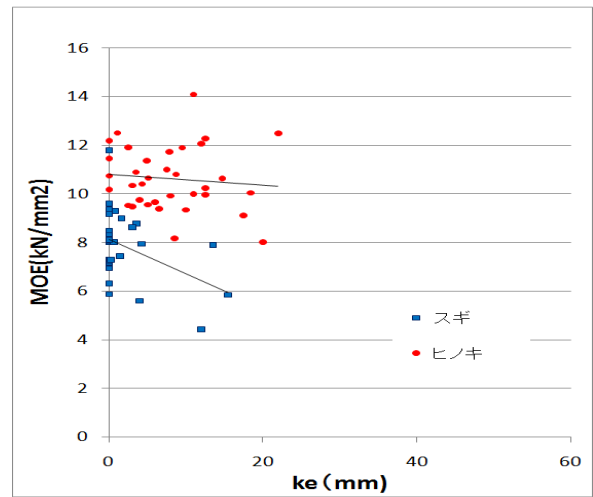


図 3.23 204FJ 材の ke 値と MOE の関係

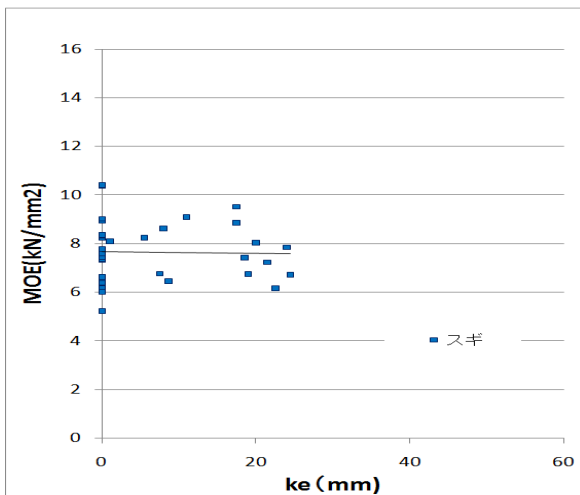


図 3.24 206 通し材の ke 値と MOE の関係

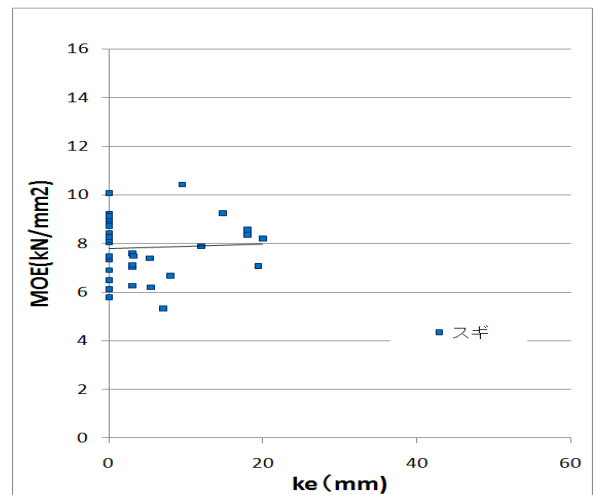


図 3.25 206FJ 材の ke 値と MOE の関係

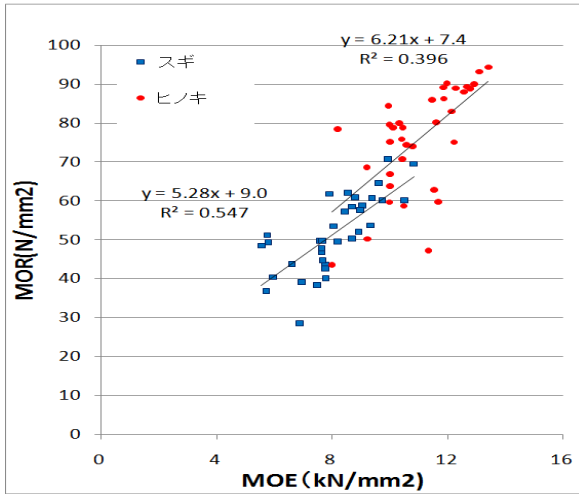


図 3.26 204 通し材の MOE と MOR の関係

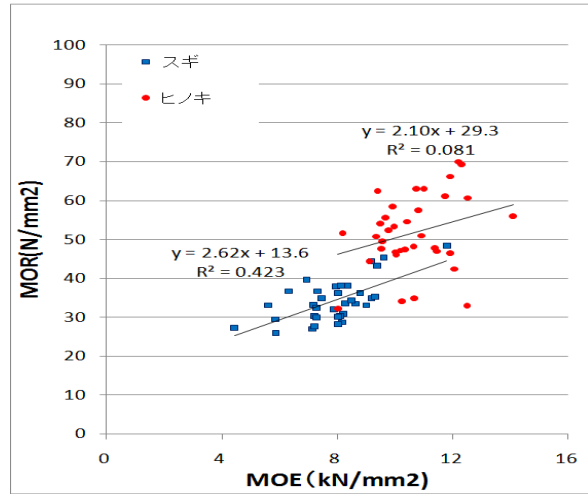


図 3.27 204FJ 材の MOE と MOR の関係

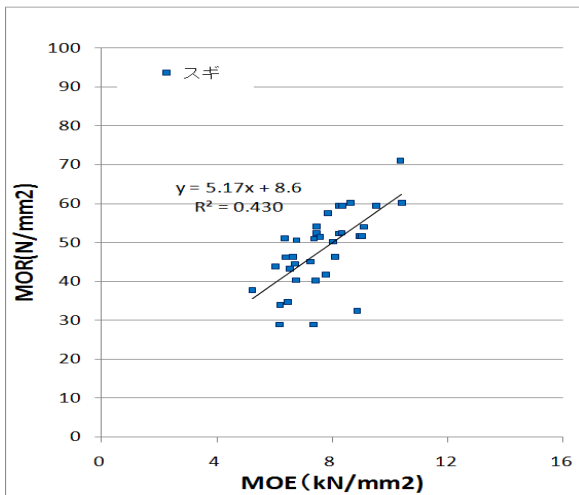


図 3.28 206 通し材の MOE と MOR の関係

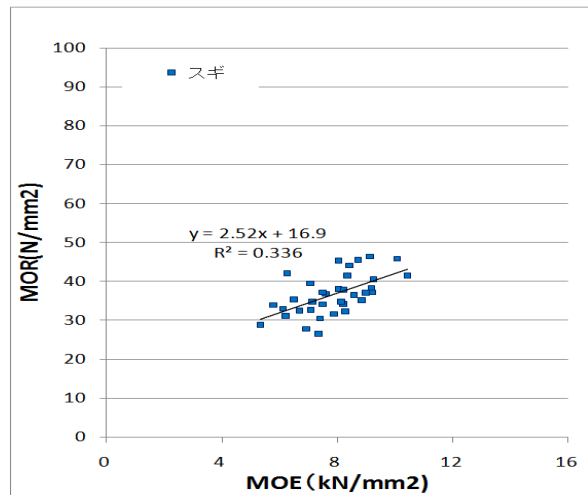


図 3.29 206FJ 材の MOE と MOR の関係

#### 4) 曲げ試験結果の概要

破壊形態を一括して表 3.5 に示す。FJ 材では大部分が FJ 部の破壊が起因になっている。

曲げ試験に用いた材の等級区分は曲げ載荷点間に存在する欠点によって決定したため、大部分が「特級」と判定された。そこで、特級材のみについて実験結果をとりまとめ、表 3.6 に一覧する。ここで基準値としてヒノキは Hem-Tam 級、スギは W-Cedar 級の値を掲載した。なお、フラットワイズ荷重に対応した基準強度値は先述のとおり、204 材の基準強度の 1.28 倍した値を用いている。

また下限値は分布全体を正規分布とみなす ASTM 法と下限値付近の分布を 2P ワイブルとみなす ISO 法の 2 つを選んで、それぞれ計算を行った。

結果から、特級に限っては、ヒノキは Hem-Tam 級、スギは W-Cedar 級の基準強度にほぼ該当するようである。

また、同一荷重条件下での通し材と FJ 材の確率密度分布の比較を図 3.30～35 に示す。この結果から FJ 材は通し材に比べて平均値は低いが、バラツキが減少するため、

下限値は同等、もしくは通し材を超えることもあることが分かる。

表 3.5 曲げ試験体の破壊形態と出現比率(%)

項目	ヒノキ 204				スギ 204				スギ 206			
	通し材		FJ 材		通し材		FJ 材		通し材		FJ 材	
破壊要因	節	その他	FJ	節	節	その他	FJ	節	節	その他	FJ	節
エッジワイズ	71.4	28.6	94.3	5.7	51.4	48.6	97.1	2.9	51.4	48.6	94.3	5.7
フラットワイズ	42.9	57.1	97.1	2.9	22.9	71.4	100.0	0.0	48.6	51.4	100.0	0.0

表 3.6 曲げ試験結果のまとめ

材種・等級・区分			N	実験値						基準値
				MOE		MOR		MOR 下限値		
				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	ASTM 法	ISO 法	
ヒノキ 204 特級	エッジ ワイズ	通し材	31	11.8	1.3	61.8	17.7	28.7	28.2	29.4
		FJ 材	33	11.2	1.1	54.7	8.3	39.2	34.9	
	フラッ トワイ ズ	通し材	33	11.1	1.3	77.2	12.4	54.2	46.7	37.6
		FJ 材	33	10.6	1.2	52.8	8.7	36.6	34.4	
スギ 204 特級	エッジ ワイズ	通し材	34	7.7	1.2	42.7	11.4	21.5	21.5	23.4
		FJ 材	34	7.8	1.0	32.3	5.5	22.0	24.3	
	フラッ トワイ ズ	通し材	33	8.1	1.3	51.8	10.0	33.2	33.8	30.0
		FJ 材	34	7.8	1.4	34.2	5.5	24.0	25.6	
スギ 206 特級	エッジ ワイズ	通し材	34	8.1	1.1	38.4	9.9	20.1	18.5	19.7
		FJ 材	35	7.4	1.1	29.1	4.7	20.4	19.4	
	フラッ トワイ ズ	通し材	35	7.6	1.2	48.1	9.7	30.2	26.7	30.0
		FJ 材	35	7.8	1.2	36.6	5.2	26.9	26.7	

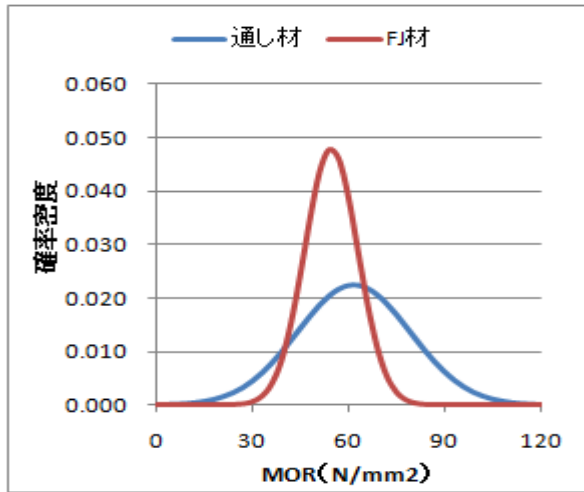


図 3.30 ヒノキ 204 エッジワイズ荷重

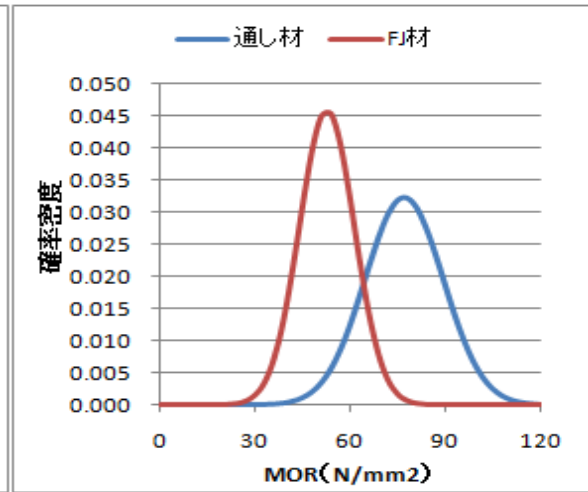


図 3.31 ヒノキ 204 フラットワイズ荷重

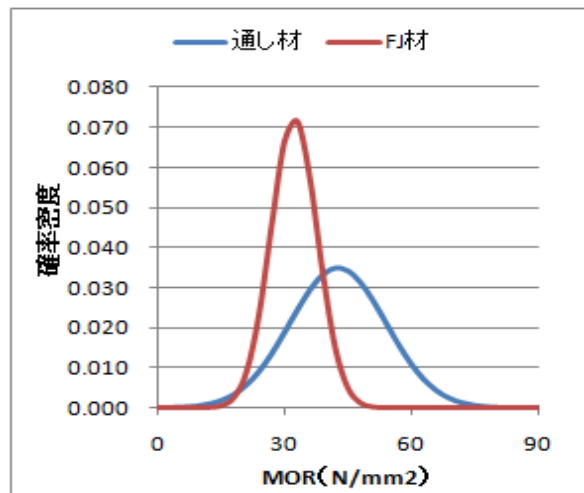


図 3.32 スギ 204 エッジワイズ荷重

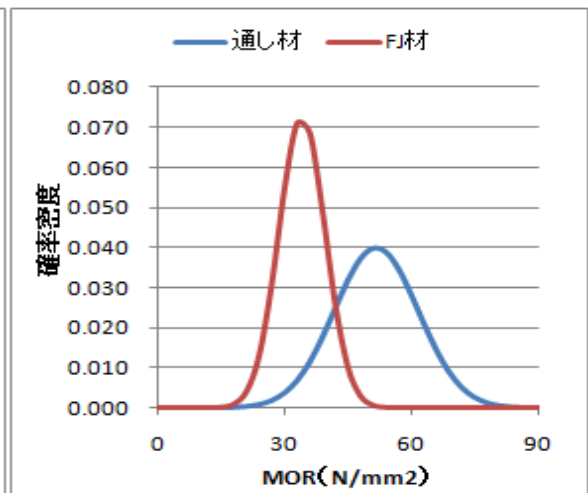


図 3.33 スギ 204 フラットワイズ荷重

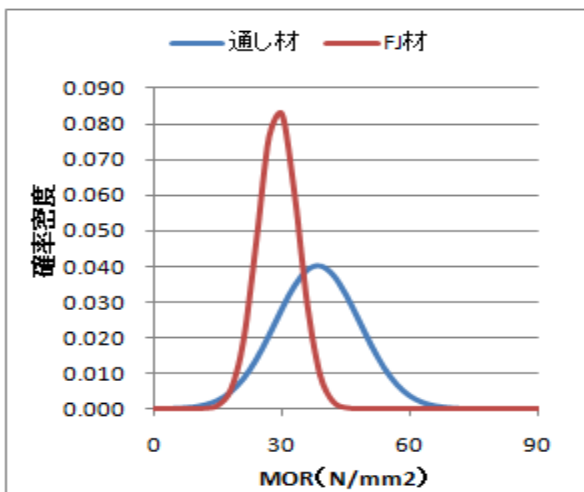


図 3.32 スギ 206 エッジワイズ荷重

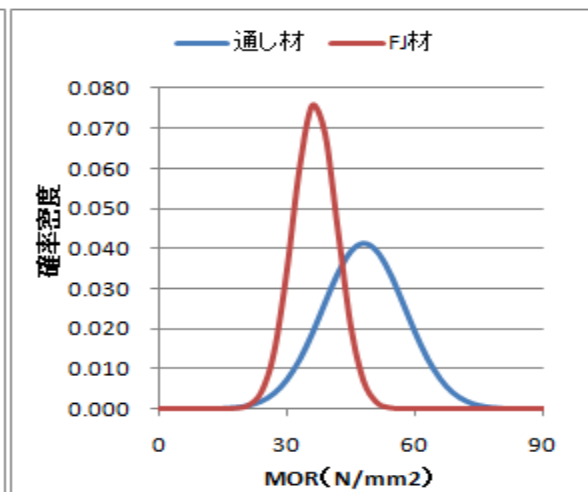


図 3.33 スギ 206 フラットワイズ荷重

### ③引張

試験はチャック間長を幅の9倍以上とし204材は1265mm、206材は1865mmとした。

試験結果から、JASに基づいて引張強さ(Ft)を求めた。破壊形態を一括して表3.7に示す。FJ材では大部分がFJ部の破壊が起因になっている。

引張試験に用いた材の等級区分はチャック間に存在する欠点によって決定したため、大部分が「特級」と判定された。そこで、特級材のみについて実験結果を取りまとめ、表3.8に一覧する。ここで基準値としてヒノキはHem-Tam級、スギはW-Cedar級の値を掲載した。結果から、特級に限っては、ヒノキはHem-Tam級、スギはW-Cedar級の基準強度を超えた値の設定が期待できるようである。

表 3.7 引張試験体の破壊形態と出現比率(%)

項目	ヒノキ 204				スギ 204				スギ 206			
	通し材		FJ材		通し材		FJ材		通し材		FJ材	
破壊要因	節	その他	FJ	節	節	その他	FJ	節	節	その他	FJ	節
比率	40.0	60.0	85.7	14.3	40.0	60.0	88.6	11.4	45.7	54.3	91.4	8.6

表 3.8 引張試験結果のまとめ

材種・等級・区分		N	実験値						基準値
			Ef		Ft		Ft 下限値		
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	ASTM法	ISO法	
ヒノキ 204 特級	通し材	30	11.8	1.2	35.0	7.3	21.3	19.6	13.8
	FJ材	33	12.1	1.2	28.3	4.0	21.0	19.6	
スギ 204 特級	通し材	30	8.5	1.5	25.4	6.6	13.1	16.3	14.4
	FJ材	30	7.9	1.2	17.5	2.2	13.4	13.5	
スギ 206 特級	通し材	30	8.9	1.4	26.2	5.3	16.2	17.3	12.1
	FJ材	30	7.9	1.2	17.5	2.2	13.4	13.5	

以下の各図における  $k_e$  とは材の等級決定の主要因となった材縁部の最大節径値、また図 3.34~37 の「Hem-Tam」等は JAS の各樹種群に対応した曲げの基準強度（平成 12 年建設省告示第 1452 号）を示している。

図 3.38~41 のヤング係数は縦振動法による Ef を用いて表示した。

また、同一荷重条件下での通し材と FJ 材の確率密度分布の比較を図 3.30~35 に示す。この結果から FJ 材は通し材に比べて平均値は低いが、バラツキが減少するため、下限値は同等、もしくは通し材を超えることもあることが分かる。



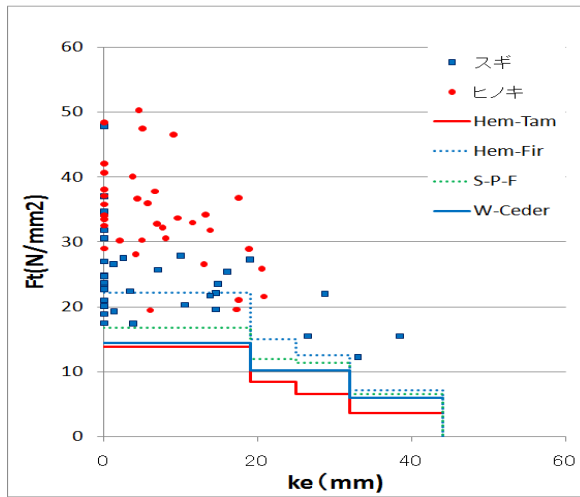


図 3.34 204 通し材の ke 値と Ft の関係

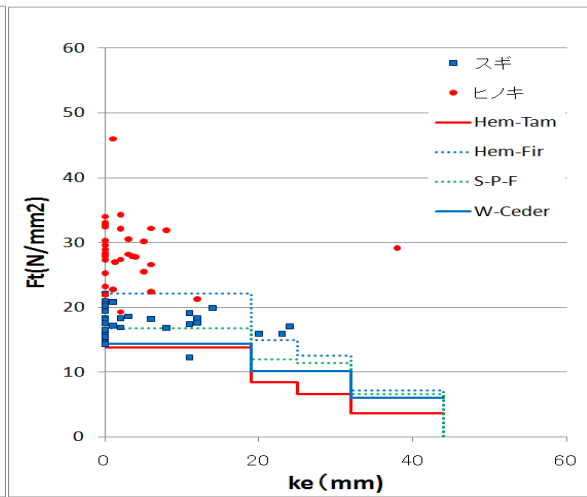


図 3.35 204FJ 材の ke 値と Ft の関係

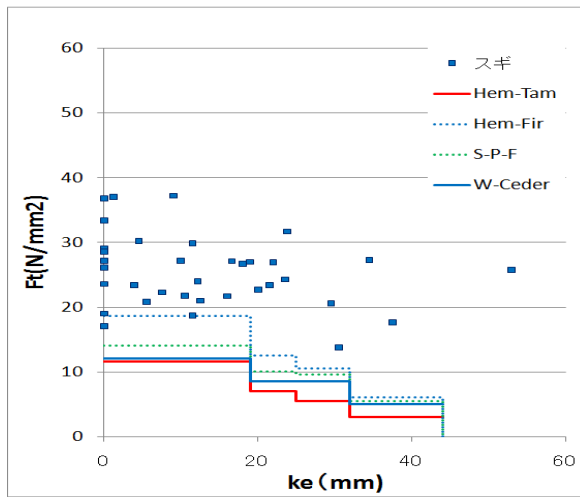


図 3.36 206 通し材の ke 値と Ft の関係

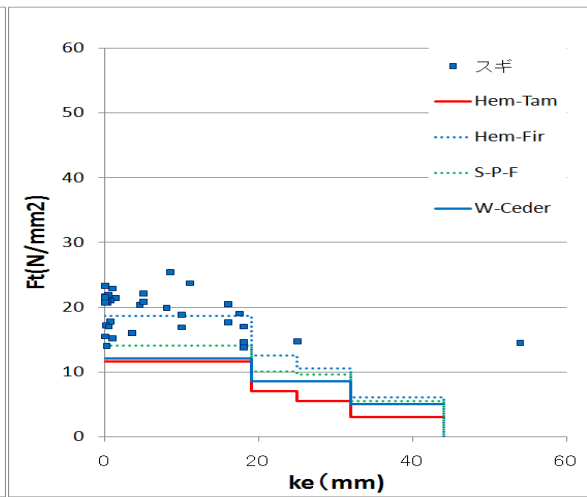


図 3.37 206FJ 材の ke 値と Ft の関係

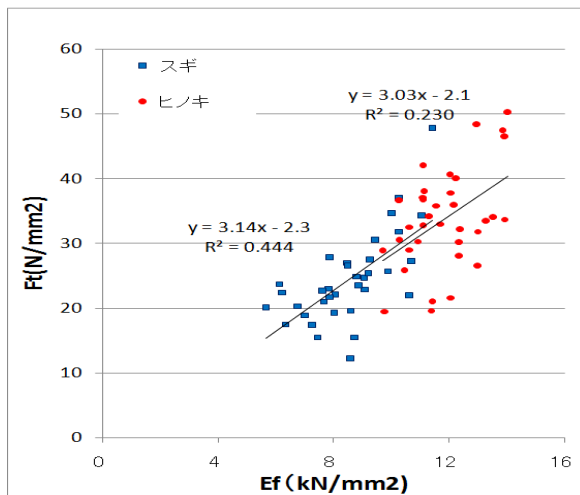


図 3.38 204 通し材の Ef と Ft の関係

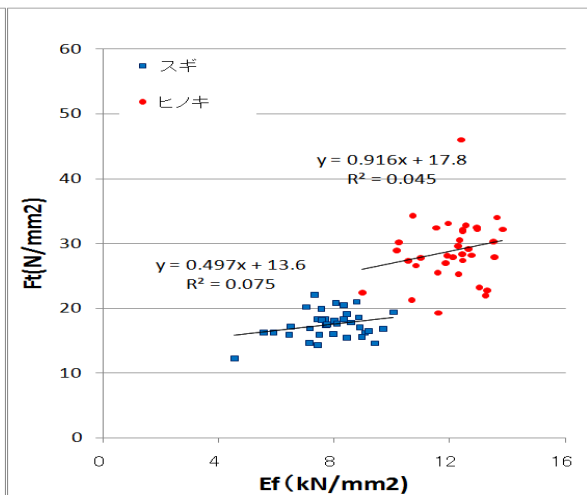


図 3.39 204FJ 材の Ef と Ft の関係

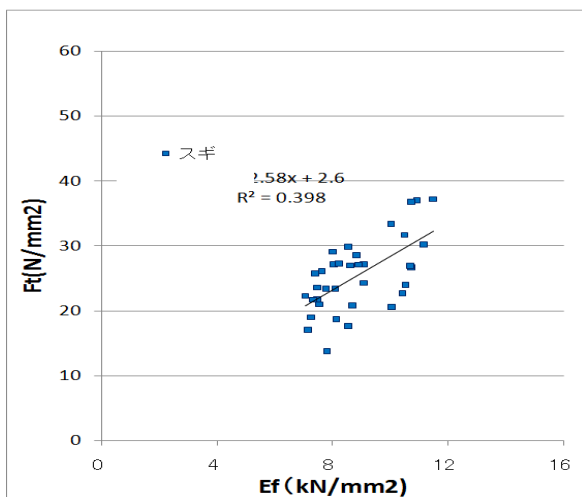


図 3.40 206 通し材の Ef と Ft の関係

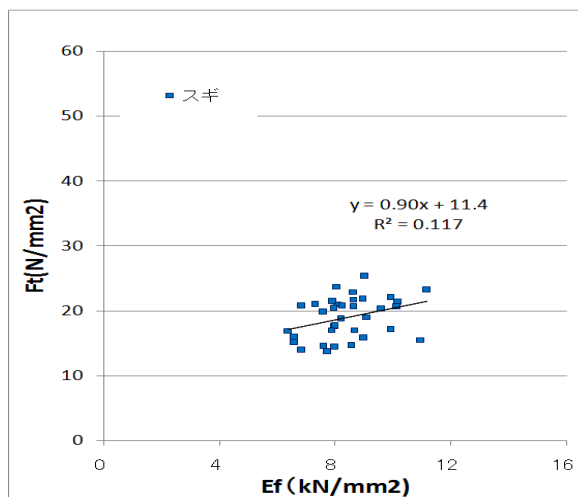


図 3.41 206FJ 材の Ef と Ft の関係

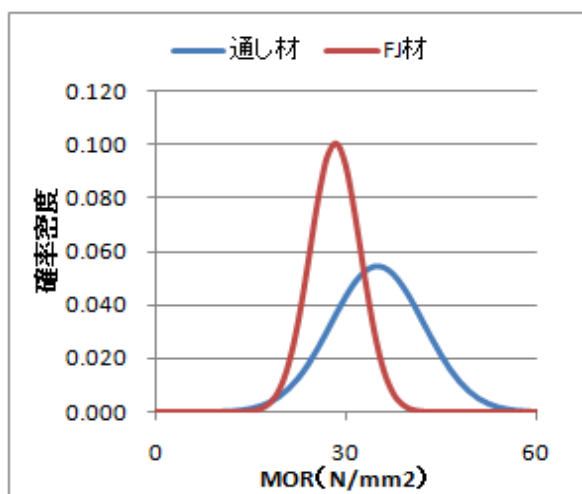


図 3.43 ヒノキ 204 引張

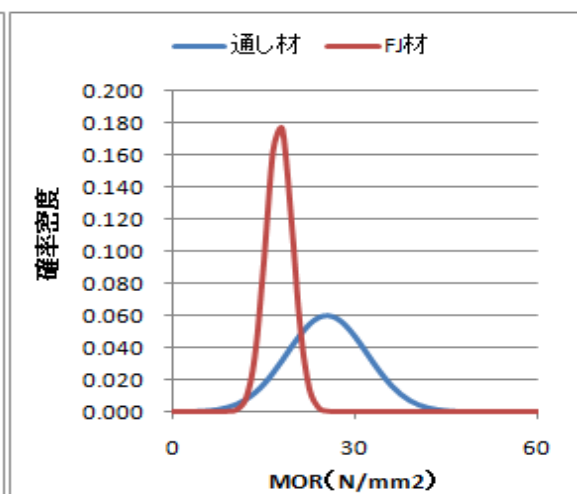


図 3.44 スギ 204 引張

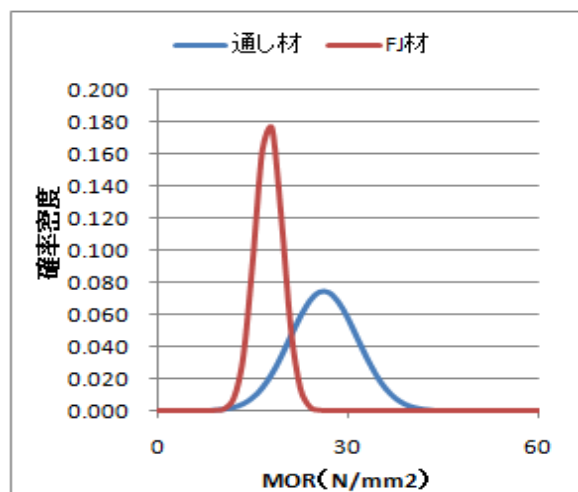


図 3.45 スギ 206 引張

#### ④圧縮

試験は加圧版間長を 250mm として行った。

試験結果から、JAS に基づいて圧縮 (Fc) を求めた。破壊形態を一括して表 3.9 に示す。FJ 材では大部分が FJ 部の破壊が起因になっている。

圧縮試験に用いた材の等級区分は加圧版間に存在する欠点によって決定したため、大部分が「特級」と判定された。そこで、特級材のみについて実験結果を取りまとめ、表 3.10 に一覧する。ここで基準値としてヒノキは Hem-Tam 級、スギは W-Cedar 級の値を掲載した。結果から、特級に限っては、ヒノキは Hem-Tam 級、スギは W-Cedar 級の基準強度を超えた値が期待できるようである。

表 3.9 圧縮試験体の破壊形態と出現比率(%)

項目	ヒノキ 204				スギ 204			
	通し材		FJ 材		通し材		FJ 材	
破壊要因	節	その他	FJ	節	節	その他	FJ	節
比率	60.0	40.0	88.6	11.4	25.7	74.3	100.0	0.0

表 3.10 圧縮試験結果のまとめ

材種・等級・区分		N	実験値						基準値
			MGE		Fc		Fc 下限値		
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	ASTM 法	ISO 法	
ヒノキ 204 特級	通し材	34	12.1	1.2	50.3	7.1	37.2	33.0	18.0
	FJ 材	34	11.4	1.1	43.2	6.0	32.1	26.9	
スギ 204 特級	通し材	35	8.4	1.5	39.3	6.6	27.0	23.2	15.0
	FJ 材	34	8.5	1.2	36.5	3.9	29.2	29.6	

以下の各図における  $k_e$  とは材の等級決定の主要因となった材縁部の最大節径値、また図 3.34~37 の「Hem-Tam」等は JAS の各樹種群に対応した曲げの基準強度（平成 12 年建設省告示第 1452 号）を示している。

図 3.48~49 のヤング係数は機械等級区分機による MGE を用いて表示した。

また、同一荷重条件下での通し材と FJ 材の確率密度分布の比較を図 3.50~51 に示す。この結果から FJ 材は通し材に比べて平均値は低いが、バラツキが減少するため、下限値は同等、もしくは通し材を超えることもあることが分かる。

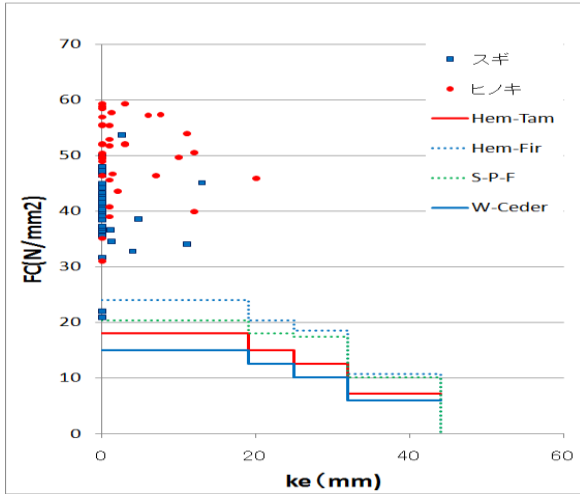


図 3.46 204 通し材の ke 値と Fc の関係

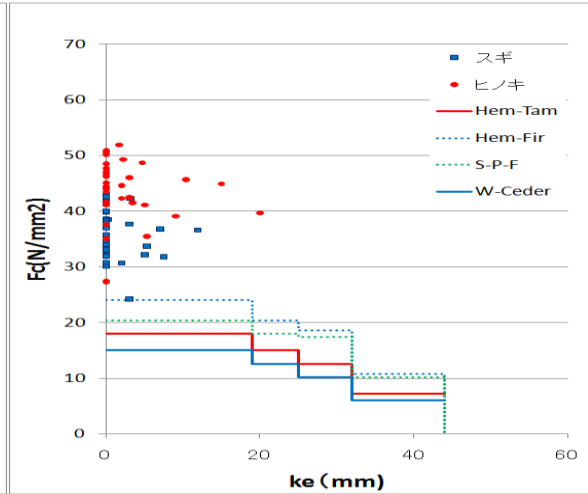


図 3.47 204FJ 材の ke 値と Fc の関係

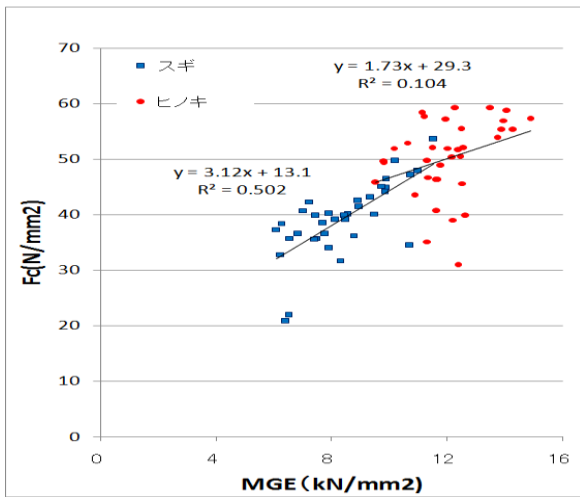


図 3.48 204 通し材の MGE と Fc の関係

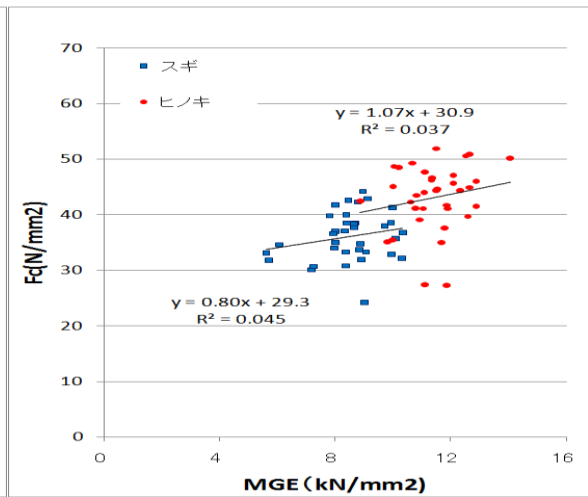


図 3.39 204FJ 材の MGE と Fc の関係

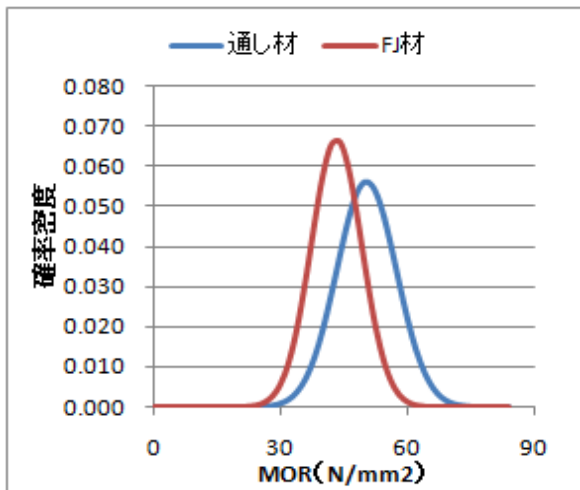


図 3.50 ヒノキ 204 圧縮

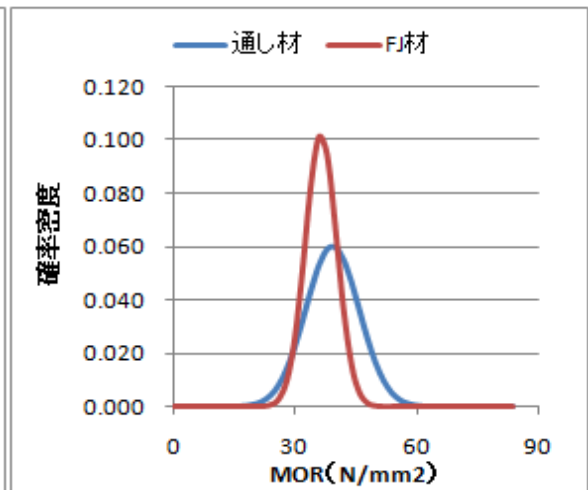


図 3.51 スギ 204 圧縮

⑤考察

本項冒頭に述べた試験体を用いて曲げ（エッジワイズ・フラットワイズ）、圧縮、引張の各試験を行った。

強度試験体の目視等級区分は、曲げでは荷重点間、引張ではチャック間、圧縮では加圧版間で行ったため、大半は特級材（Select Structural）として評価されたため、強度に関する結果の評価は、特級材に限定して取りまとめを行った。その結果の概要を表 3.11 に一覧する。ここで基準値としてヒノキは Hem-Tam 級、スギは W-Cedar 級の値を掲載した。

結果から、曲げの特級に限っては、ヒノキは Hem-Tam 級、スギは W-Cedar 級の基準強度にほぼ該当するようである。

また、引張と圧縮については試験時のチャック間長、または加圧版間長はいずれも技術指針に準拠しており、これらを超えた値の設定が期待で出来る。

また、同一荷重条件下での通し材と FJ 材の関係では FJ 材は通し材に比べて平均値は低い、バラツキが減少するため、下限値は同等、もしくは通し材を超えることもある。さらなる詳しい分析が必要である。

表 3.11 曲げ試験結果のまとめ

材種・等級・区分		曲げ			引張			圧縮			
		MOE 平均 値	MOR 下限値		基 準 値	Ft 下限値		基 準 値	Fc 下限値		基 準 値
			ASTM 法	ISO 法		ASTM 法	ISO 法		ASTM 法	ISO 法	
ヒノキ 204 特級	通し材	11.8	28.7	28.2	29.4	21.3	19.6	13.8	37.2	33.0	18.0
	FJ 材	11.2	39.2	34.9		21.0	19.6		32.1	26.9	
スギ 204 特級	通し材	7.7	21.5	21.5	23.4	13.1	16.3	14.4	27.0	23.2	15.0
	FJ 材	7.8	22.0	24.3		13.4	13.5		29.2	29.6	
スギ 206 特級	通し材	8.1	20.1	18.5	19.7	16.2	17.3	12.1	—	—	—
	FJ 材	7.4	20.4	19.4		13.4	13.5		—	—	

#### (4) 流通・販売面の検討

流通・販売を行うに当たり、現状での最大の問題点は「国産材が安定的に確保できない」ことである。この問題は、現在の日本林業において、最も重視される問題の一つである。まず、なによりも「量的安定」が必要となる。そして、この次に問題となるのが「価格の安定」である。

弊社のような中小規模の製材・プレカット工場において、原料の不安定な納入と価格の乱高下は死活問題である。これは全国的に見ても同じことと考える。しかし、国産材の利用促進が叫ばれるようになり、需要者側からも「国産材を使った住宅」に対する要望が高まっており、製品需要者(ハウズビルダー)からも、この声に呼応する形で国産材住宅部材の開発を行うよう要望が上がってきた。この声に応えるために、本事業を活用して「2×4 国産住宅部材の製品開発」を行うと同時に、近郊の原木出荷状況ならびに価格推移について調査を行い、次年度以降の対策を検討した。内容を以下に示す。

##### A. 「久万広域森林組合との連携による製品開発並びに販路開拓」

現在、久万高原町は久万広域森林組合および中予山岳流域林業活性化センターによる施業地集約化が進展しており、原木の増産体制が整っている。一方、原木市場の機能はこの増産体制に対応しきれておらず、近年では数回の出荷停止(市場土場の受け入れ不可能状態)が発生している。このため、地域では、本格的な協定取引実施を模索しており、交渉次第では原木の確保が可能となる。加えて、久万広域森林組合とは、本事業において共同で製品開発を行った経緯から、2×4 製品に関する知識・技術の共有も出来ており、今後一層連携を密にすることで、地域産材を用いた製品の開発・製造・販売が可能になると考える。当面は、製品販売量 5000m<sup>3</sup>(原木消費量：10,000m<sup>3</sup>/年)を目標とする。

##### B. 「川上から川下までが一体となった製品流通ならびに販路開拓」

市場調査の結果、仁淀川森林組合と久万広域森林組合が原木生産および流通で連携を模索していることが分かった。ただ、両者とも製材までは販路を有しているが、プレカット以降の流通経路を持たない。そこで、弊社がこの連携に参画し、原木生産の支援を行うと同時に、製材品の協定取引を行うことで、森林整備(原木生産)ー製材ープレカットー住宅供給といった「川上から川下まで」を1本につなぐことが可能となる。

これは、いわゆる「産直住宅」とは異なり、「安定供給に基づく木材加工・販売」の流通経路を開拓できること意味する。また、南予のヒノキ製材品が、これに加われれば、規模の拡大のみならず、新商品の開発にも多様性が発生する。国産材の利用推進に向けて、今後とも調査を続けると同時に、より具体的な連携に向けた取り組みを模索し、確実な国産材仕様住宅の流通・販売に繋げていきたい。

## II-2 事業の成果と今後の課題

### (1) 事業の成果

本事業の成果として、以下の事柄が挙げられる。

#### 1) 国産材強度について

スギ・ヒノキとも性能強度的に、予想以上であり、特にヒノキに関しては、SPF と遜色のない結果となった。これを受け、弊社では今後とも国産材 2×4 製品並びに住宅部材の開発を推進することとした。また、FJ 材は度の樹種も安定した強度を示したことから、汎用性が高く、今後の利用範囲の拡大が期待できる結果となった。

#### 2) 国産材により製造された製品の品質について

今夏の事業で製造した試験体の JAS 品質は、極めて良好であった。強度は先述の通りであるが、見た目を表す目視等級区分試験においても、級外を含めて低品質のものは殆どない結果となった。強度もさることながら、住宅販売においては、見た目も重要視される要素の一つである。2×4 工法では、建築用材は殆ど施主の目に触れることはないが、言い換えれば、国産材の美しさを魅せる設計・デザインを行うことで、より魅力的な製品開発が行えることが示唆された。また、本調査では、目視等級区分と機械等級区分の結果にかい離があることが示唆されたが、目視等級区分結果が良いという結果を踏まえれば、「見えるところで、強度を求められない個所」すなわち「床・内装」などに、強度の不足する上位等級材をと要することで、木材の利用率向上も行えることが考えられる。

#### 3) これからの森林の状態にあった製品の可能性

現在の日本の森林は、林齢 IX～X 齢級を中心として団塊化をしている。加えて、長引く材価低迷などから森林管理の遅れが目立ち、現在になってやっと径級が中目材(20～28cm)に到達している状態である。そして、森林管理費や更新費用の高騰もあり、かつてのような皆伐・更新を行える状況ではなく、全国的な施業方針は立木の「長伐期・大径化」をしようするようになってきた。これは、大径材が市場に多く出回ることを予見するものである。ただ、現在の木材市場では大径材は、柱ものと呼ばれる 18cm～22cm に比べて、非常に安価であり、山林所有者にとっては、頭の痛い問題である。

しかし、今回の事業の結果、大径材より制作した試験体の強度が、現在高値の 18cm～22cm と比較して高い傾向を示した。これは、今後多く産出されるであろう、大径材の新しい活用法の一端を開いたものと考えられる。また、今まで柱一辺倒であった国産材の建築材利用の新しい可能性を示したものといえる。

(2) これからの課題

本事業から得られた課題を以下に示す。

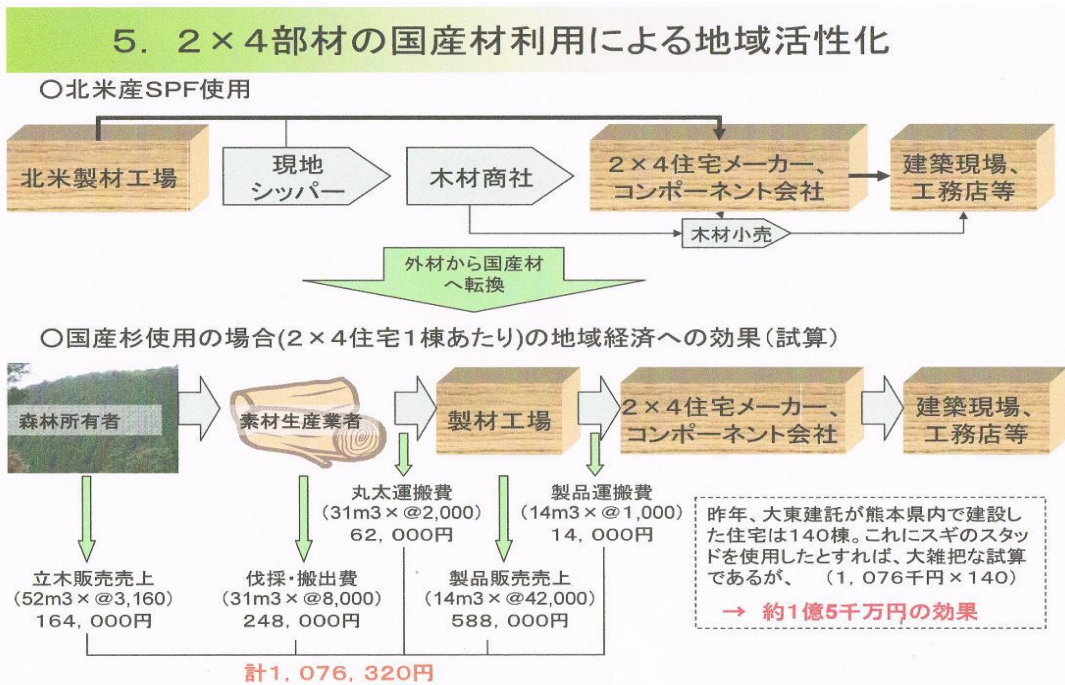
1) 製品単価の低減について

木材製品の流通において最も問題となるのは、製品コストである。

たとえば、2010年5月26日大東建託・松島木材センター・熊本県・九州森林管理局の連名で発表された「スギを活用した2x4建築への挑戦」によれば、試算ではあるが、

- 立木販売  $52\text{m}^3 \times \text{¥}3,160/\text{m}^3$
- 素材生産  $31\text{m}^3 \times \text{¥}10,000/\text{m}^3$  (伐採・搬出・運搬費)
- 製材工場  $14\text{m}^3 \times \text{¥}43,000/\text{m}^3$  (製材品売上+運搬費)

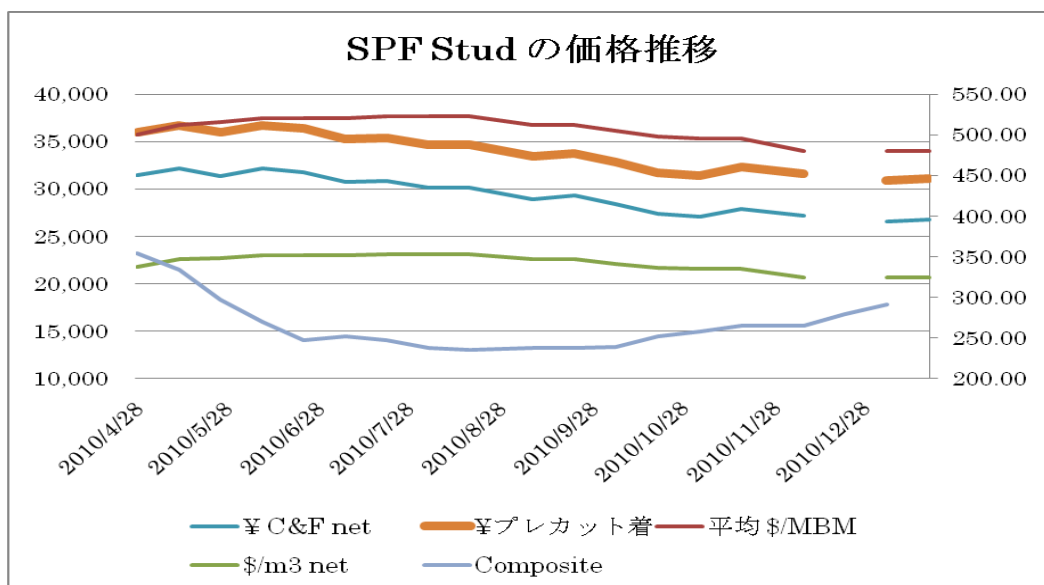
となっており、製材工場着の原木価格は $\text{¥}15,290/\text{m}^3$ 、(素材歩留まり 60%) 製材工場歩留まり 45%、製材・乾燥・プレナーコスト $\text{¥}9,000/\text{m}^3$ として試算している。



本事業で製作した試験体の製造工程から、2x4を専門で制作した場合の製品単価を試算した。この結果、建築用材として使用できる製品の価格は、概ねスギ7万円/m<sup>3</sup>、ヒノキ8万円/m<sup>3</sup>という結果となった。

一方、現在、北米産材などを使用した場合、2x4製品価格は円高の影響もあるが、概ね4万円/m<sup>3</sup>であるといわれている。ちなみに、カナダからのSPF Studの価格は昨年春先から夏場にかけて輸入\$価格は値上がりしたがその後値下がりし、US\$/¥の為替が円高に向かった事も重なり、結果的に¥36,000-37,000レベルから¥31,000位に値下がりした。(プレカット到着の概算価格) 輸入価格は夏以降値下がりし、低位のままである。現地ローカル価格は年末から値上がりに転じている (SPFの価格推移は下記のグラフの通り)。





以上のことを考えると、国産材製品の単価は高すぎるといわざるを得ない。この問題を解消するためには、木取りも含めた製品歩留まりの向上、大量生産体制の構築、大量受注先の開拓など製造から販売に至る広範な関係者が協力して、問題に当たる必要がある。

## 2) 木取りの工夫について

今回の試験では、最終歩留まりが 35%弱とあまり良くない結果となった。これは、試験体作成を 2×4 と 2×6 に限定したため、木取りのパターンに限界が生じたことに起因する。また、現在の原木市場における材長は 3m や 4m といった m で規定されるため、インチで材寸を指定する 2×4 工法の部材を製造するのには適していないことも一因である。

この、長さが 3m になったことは製材工場での採算に致命的である。そもそも、Stud を日本で製材する最大の問題点は長さであり、北米は住宅のモジュールが 8 フィートであり、合板等の面材も 4 x 8 フィートが標準で日本の 3 x 6 尺 (910x1820mm) ではない。Stud 長が 2,336mm という長さが日本の丸太造材では一般的でない点である。そのため北米は一般の原木造材も 8,12,16 フィート及びその倍数である 24,32,36' が標準で日本のメーターモジュールとは根本的に異なる。

したがって製材工場に納材される原木が 3m の場合、製材工場では 65cm の端材処理が大問題となる。物理的にはフィンガージョイントも可能ではあるが採算的には合わないのが現状であろう。

## 3) 現状の基準の見直しについて

以上のように、やはり「インチ」を基準とした現行の工法は、「cm」に慣れた日本人にとって不便である。特に、専門に 2×4 を扱わない大工、工務店にとって「インチ」は非常に扱いにくいものとされる。今後、2×4 工法を普及し、国産材の利用を拡大するためには、インチを基準としている現状を改め、「cm」で新規格を作る等、国産製

材の入り込める余地を拡大する必要がある。また、そうすることで、在来工法の大工なども2×4工法の利用が簡易となり、より一層の普及効果も見込める。さらに、mやcmで採材を行っている現行の森林施業とも連動が可能となり、加えて多くの製材工場でも簡易に製品の製造が可能となるため、価格の安定も期待できる。

## II-3 まとめ

愛媛県産スギ・ヒノキ材2×4工法用住宅部材の開発を目的とした。加えて、地産地消による木材利用体制を構築し、地域の森林整備推進（ひいては雇用の場の創出）はもとより、対策が急務となっている地球温暖化ガス削減等環境保全に貢献することをも視野に入れ、事業を実施した。

本事業遂行に当たり、林 和男愛媛大学農学部教授を会長とし、杉森 正敏 愛媛大農学部准教授（副会長）、飯島 泰男 秋田県立大学教授（顧問）ら10名で構成する「2×4国産部材開発委員会」を設置した。

事業推進に当たっては、原木の強度等基礎データ、木取り調査を実施した。試験体作成後は、等級区分検査（JAS検査）を行った。強度試験は、愛媛県農林水産研究所林業研究センターに依頼し、試験体の種別に曲げ・引張・圧縮を測定した。

事業を通じ、十分強度のある商品を開発し、弊社で製作する2X4パネルを付加価値のある商品とし、2X4住宅取扱工務店、および大手2X4取扱業者への販売を目指した。

本項冒頭に述べた試験体を用いて曲げ（エッジワイズ・フラットワイズ）、圧縮、引張の各試験を行った。

各強度試験の結果から、曲げの特級に限っては、ヒノキはHem-Tam級、スギはW-Cedar級の基準強度にほぼ該当するなど、FJ材も含め、JAS品質上、問題は少ないことが分かった。

しかし製造コスト試算の結果、概ねスギ7万円/m<sup>3</sup>、ヒノキ8万円/m<sup>3</sup>という結果となった。北米産材は概ね4万円/m<sup>3</sup>以下あるといわれていたので、いわば「喧嘩にならない」くらいのレベルにある。その問題の一つが、最終歩留まりが低い（35%弱）ことであり、インチサイズを基本とする木取りパターン、住宅モジュールが8フィートであるための長さの異なりなどである。

したがって、今後、2×4工法を普及し、国産材の利用を拡大するためには、インチを基準としている現状を改め、「cm」で新規格を作る等、国産製材の入り込める余地を拡大する必要がある。また、そうすることで、在来工法の大工なども2×4工法の利用が簡易となり、より一層の普及効果も見込める。さらに、mやcmで採材を行っている現行の森林施業とも連動が可能となり、加えて多くの製材工場でも簡易に製品の製造が可能となるため、価格の安定も期待できる、と考える。

以上。

## 【卷末資料】

### 1. 添付資料

- ・平成23年3月4日成果報告会配布資料
- ・2×4国産材開発部材試験計画書

### 2. 事業実施風景（状況写真）

## 1. 添付資料

・平成23年3月4日「2×4住宅部材開発事業成果報告会配布資料」

### 【事業の概要】 国産材をもちいたランバー材、フィンガージョイント材の開発

北米産業株式会社

#### 1 事業の目的

地産地消の考え方から愛媛県産材の住宅を求めるユーザーが増加している。このためSPFにかわる愛媛県産スギ・ヒノキ材2×4工法用住宅部材の開発を目的とした。加えて、地産地消による木材利用体制を構築し、地域の森林整備推進（ひいては雇用の場の創出）はもとより、対策が急務となっている地球温暖化ガス削減等環境保全に貢献することを視野に入れ事業を実施した。

#### 2 事業の内容等

##### (1) 事業の内容

本事業遂行に当たり、「2×4国産部材開発委員会」を設置した。委員会は、林 和男 愛媛大学農学部教授を会長とし、杉森 正敏 愛媛大農学部准教授（副会長）、飯島 泰男 秋田県立大学教授（顧問）ら10名で構成した。

試験に当たっては、愛媛県産材を使用し、スギ・ヒノキのランバー材およびFJ材を製作した。制作にあたっては、原木の強度等基礎データを収集すると同時に、スギ・ヒノキともに異なる径級の原木を用意し、木取り調査を実施した。試験体作成後は、等級区分検査（JAS検査）を行った。強度試験は、愛媛県農林水産研究所林業研究センターに依頼し、試験体の種別に曲げ・引張・圧縮を測定した。

##### (2) 試験結果

#### 【強度試験内容】

区分	樹種	断面	強度試験	FJの有無	荷重方向	試験体数
1	スギ	2×4	曲げ	—	エッジワイズ	35体
2	スギ	2×4	曲げ	—	フラットワイズ	35体
3	スギ	2×6	曲げ	—	エッジワイズ	35体
4	スギ	2×6	曲げ	—	フラットワイズ	35体
5	スギ	2×4	引張	—	—	35体
6	スギ	2×6	引張	—	—	35体
7	スギ	2×4	曲げ	FJ	エッジワイズ	35体
8	スギ	2×4	曲げ	FJ	フラットワイズ	35体
9	スギ	2×6	曲げ	FJ	エッジワイズ	35体
10	スギ	2×6	曲げ	FJ	フラットワイズ	35体
11	スギ	2×4	引張	FJ	—	35体
12	スギ	2×6	引張	FJ	—	35体
13	ヒノキ	2×4	曲げ	—	エッジワイズ	35体
14	ヒノキ	2×4	曲げ	—	フラットワイズ	35体
15	ヒノキ	2×4	引張	—	—	35体
16	ヒノキ	2×4	曲げ	FJ	エッジワイズ	35体
17	ヒノキ	2×4	曲げ	FJ	フラットワイズ	35体
18	ヒノキ	2×4	引張	FJ	—	35体
19	スギ	2×4	圧縮	FJ	—	35体
20	ヒノキ	2×4	圧縮	FJ	—	35体
21	スギ	2×4	圧縮	—	—	35体
22	ヒノキ	2×4	圧縮	—	—	35体
TOTAL						770体

## 2 × 4 国産部材開発委員会 試験計画書

### 試験目的

スギ尺上原木とヒノキ中目原木を試験対象として、2 × 4 (38mm × 89mm × 2,336mm) と、2 × 6 (38mm × 140mm × 4,000mm?) を製材して以下の項目について明らかにするため、試験を行う。

- 製材して得られるスギ2 × 4、2 × 6部材、ヒノキ2 × 4部材の等級割合
- 各等級ごとの曲げ強度及びFJ材の曲げ強度
- 各等級ごとの引張強度及びFJ材の引張強度

### 試験体の製造

以下の試験体を製造する。

区分	樹種	断面	長さ	FJの有無	体数
1	スギ	2 × 4	2336	—	105
2	スギ	2 × 4	2336	FJ	105
3	スギ	2 × 6	4000	—	105
4	スギ	2 × 6	4000	FJ	105
5	ヒノキ	2 × 4	2336	—	105
6	ヒノキ	2 × 4	2336	FJ	105

### 試験体製造条件

試験原木： スギ原木末口径 尺上4m材 製材品用40本、FJ材用40本  
ヒノキ原木末口径 24cm上3m材 製材品用20本、FJ材用20本

製材方法： 駄ら挽き(45 × 105 × 3000mm)、(45 × 150 × 4000mm)

乾燥方法： 久万広域森林組合の父野川で行っているスケジュール

製材品は乾燥後、長さを2336mm、4000mmにカットし、グレーディングマシンでヤング係数を測定。

FJ材用は縦継した後、グレーディングでヤング係数測定。



## 試験費用

林業研究センター使用規則による分析等の依頼

曲げ試験・引張試験7,300円×630体=4,599,000円

圧縮試験7,300円×140体=1,022,000円

試験費用合計5,621,000円

## 事業推進項目

### ○原木および製造方法の調査・等級区分

項目	内容	実施機関	実施期間
原木の調査	使用原木について、別紙1の調査を行うとともに製造条件を記録する(別紙2,3)。また、試験体に番号を記載する。	久万広域森林組合父野川事業所	10月中旬～11月中旬
試験体の等級区分	試験体630体について、JAS規格に基づく等級分けをする(別紙4,5)。	北米産業	11月中

### ○強度試験

各強度試験	各種強度試験を行う。	林業研究センター	12月～1月中
-------	------------	----------	---------

## 事業報告

事業報告書作成	試験体の製造方法から強度試験結果、本事業のすべてに関する報告書を作成する。	久万広域森林組合・北米産業・飯島顧問	2月中
---------	---------------------------------------	--------------------	-----

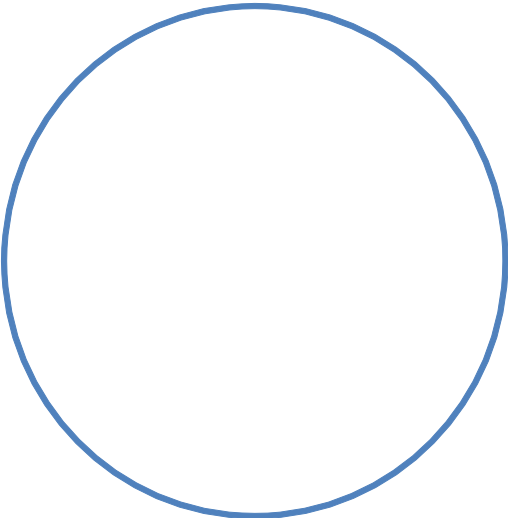
## 2×3部材試験スケジュール

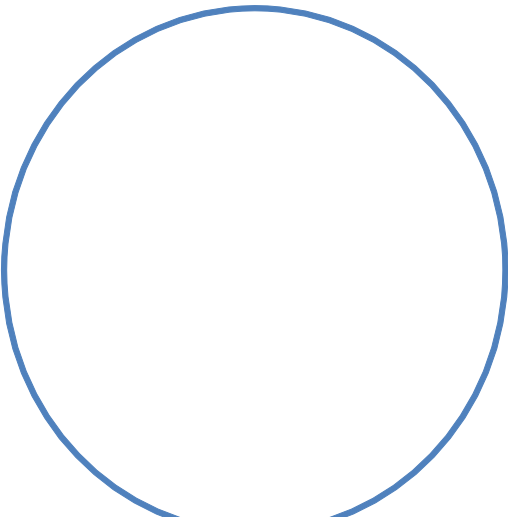
項目	9月	10月	11月	12月	1月	2月
試験委員会の開催		○		○		○
試験体の作成		○ →				
試験体の等級区分			○ →			
各強度試験				○ →		
報告書作成						○ →



1.原木丸太および製材木どりに関する測定項目とその方法

別紙1

原木番号:	木取り図	番号	製材寸法
樹種		○-1	
末口径 cm		○-2	
長さ m		○-3	
元口径 cm		○-4	
曲がり		○-5	
偏心距離			
FFT HZ			

原木番号:	木取り図	番号	製材寸法
樹種		○-1	
末口径 cm		○-2	
長さ m		○-3	
元口径 cm		○-4	
曲がり		○-5	
偏心距離			
FFT HZ			



FJ材製造条件

別紙4

フィンガー長	
フィンガーピッチ	
谷部幅	
接着剤の種類	

スギ2×4試験体 野帳

別紙5

試験体番号	幅(mm)	厚(mm)	長さ(mm)	重さ(g)	曲がり(%)	反り(%)	ねじれ	丸身	貫通割れ	繊維傾斜	JAS等級	ヤング係数(グレーディングによる)
O-1												
O-2												
O-3												
O-4												
O-5												
O-1												
O-2												
O-3												
O-4												
O-5												
O-1												
O-2												
O-3												
O-4												
O-5												
O-1												
O-2												
O-3												
O-4												
O-5												

← 試験体番号は原木番号と同じでなく、  
製造後、番号を振ってください。

## 2. 事業実施風景（試験風景）

### 原木調査 1



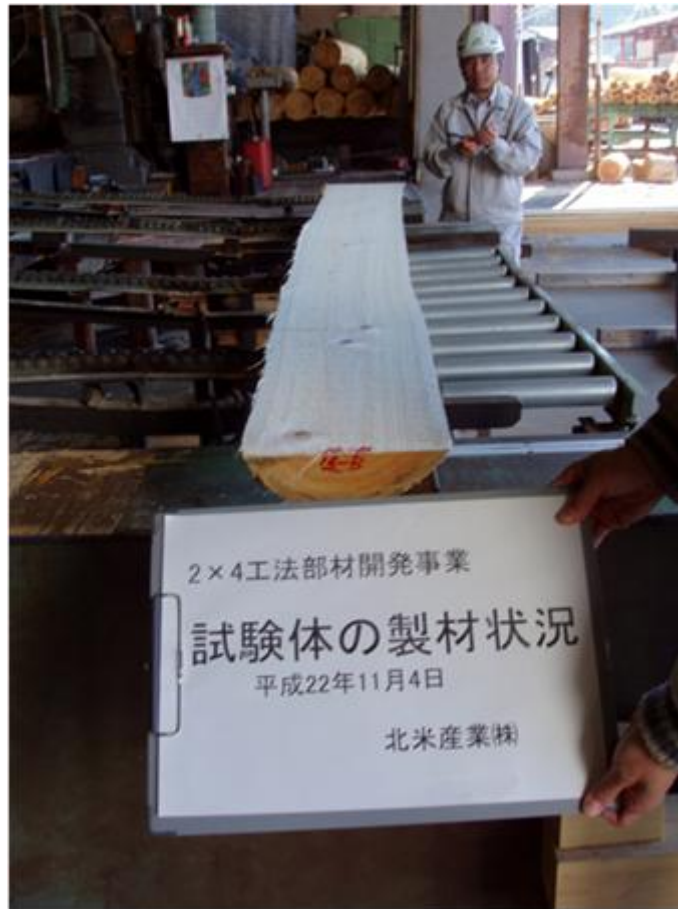
### 原木調査 2



### 試験体作成 1



## 試験体作成 2



完成した試験体（ナンバリング済み）



## 強度試験



## 強度試験



・ 委員会の開催

第1回委員会



第2回委員会



第3回委員会



・ 講習会の開催



木材強度試験に関する講義・実習



等級区分に関する実習



強度試験に関する実習