平成25年度 島根県中山間地域研究センター 研究フォーラム 一東部地区ー

異樹種3層パネル研究開発から工場生産へ

木材利周科

後藤崇志,福島 亮,八幡優子 渡邊春海,片岡寛嘉,中山茂生

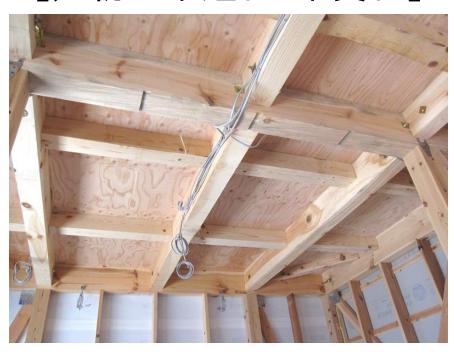
研究の背景

【森林資源の充実】



地域材の需要拡大が必要 中小径木の利用も課題

【建物の木造化・木質化】

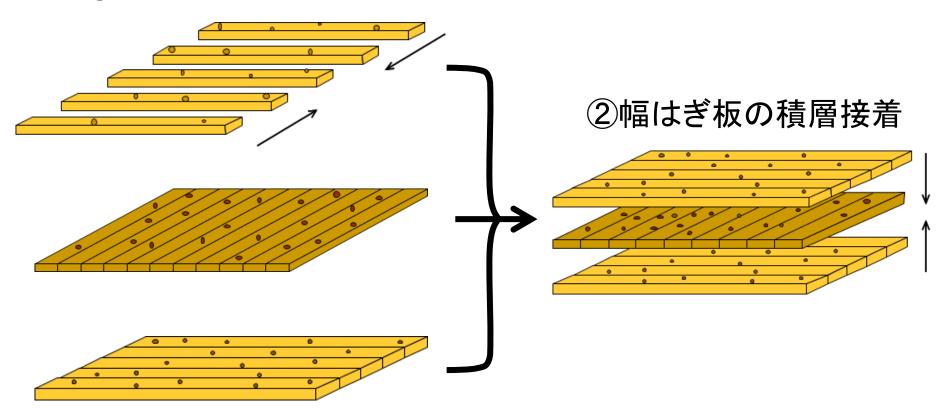


木造建築での施工の合理化 材料性能の明確化も課題

地域材が利用でき、厚く幅広の面材料3層パネルに着目

3層パネルとは

①ひき板の幅はぎ接着



- 製造方法(1)ひき板を幅方向に幅はぎ接着
 - ②3枚の幅はぎ板を木目を直交させて積層接着

<u>特 徴</u> 中小径木が利用でき,寸法安定性が高く,強度の異方性が小さい

3層パネルの試作品



研究の目的

- ・ 地域材の需要拡大
- ・木造建築での施工の合理化





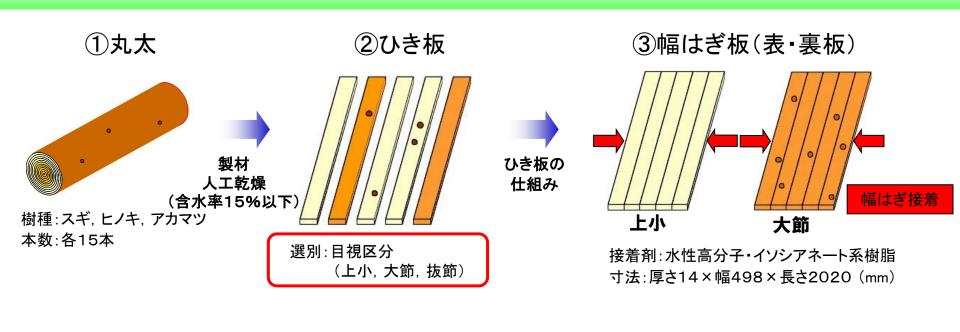


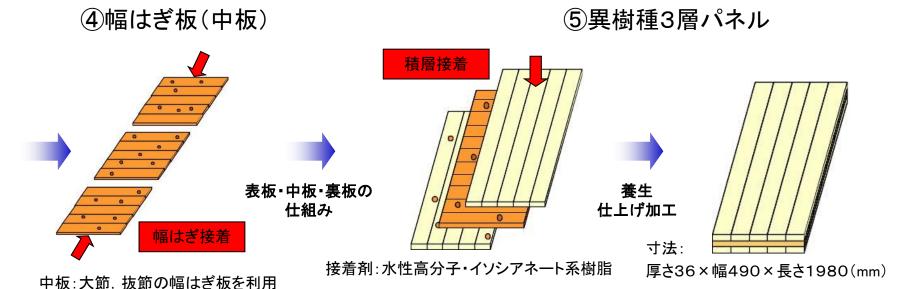
【研究目的】

- 異なる樹種を組み合わせる異樹種3層パネルを検討
 - •アカマツースギーアカマツ
 - ・ヒノキースギーヒノキ
- 中小規模事業体を想定した異樹種3層パネルの 製造技術の開発
- 異樹種3層パネルの性能評価試験(曲げ,接着)

2. 研究方法

異樹種3層パネルの製造





2. 研究方法 曲げ試験ー曲げヤング係数の測定ー



2. 研究方法

接着試験一接着状態の確認一



方 法: 水中浸せき, 沸騰水中浸せきによる促進劣化

(床用3層パネルのAQ認証基準(住木C))

試験片: 厚さ36×幅320×長さ75(mm)

試験数: 各条件8体

【浸せきはく離試験】



- ①水中浸せき(24時間)
- ②乾燥(70°C)
- ③接着層はく離の判定

【煮沸はく離試験】



- ①沸騰水中浸せき(4時間)
- ②水中浸せき(1時間)
- ③乾燥(70℃)
- ④接着層はく離の判定

3. 研究結果

異樹種3層パネル製造工程の体系化

1. 製 材

2. 人工乾燥

3. 幅はぎ接着







4. 仕組み

5. 積層接着

6. 仕上げ加工





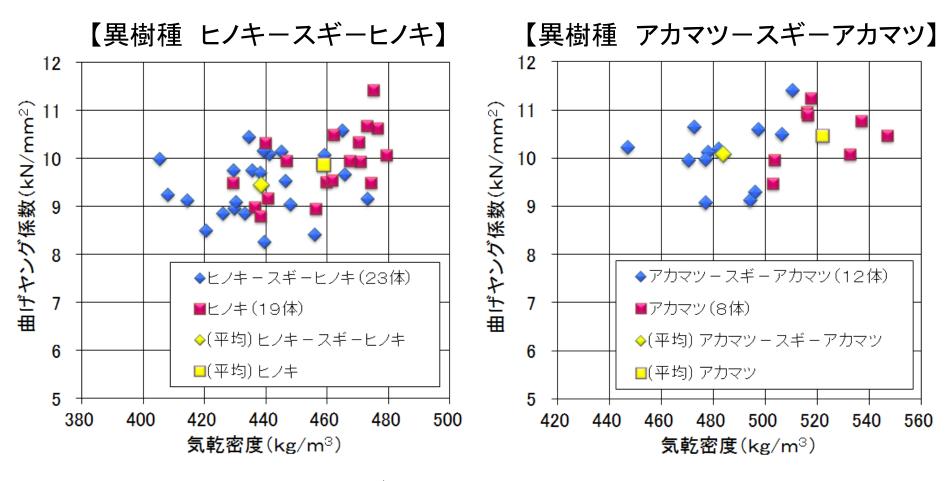


3. 研究結果 中小規模での異樹種3層パネル製造



●生産量に課題は残るが、中小規模だから異樹種の組み合わせが可能

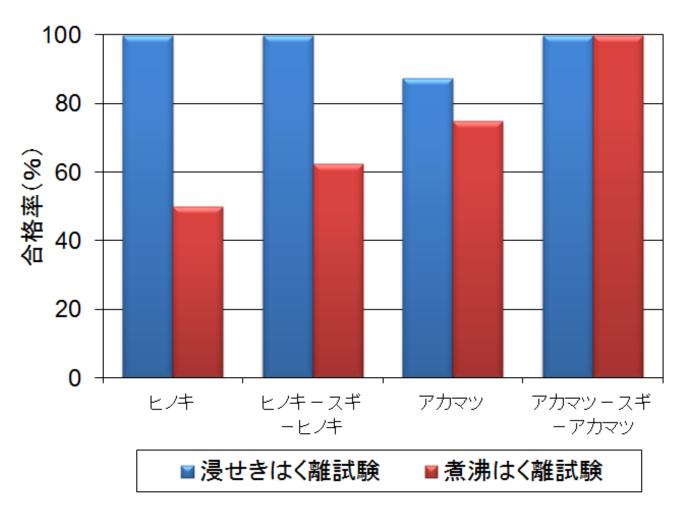
異樹種3層パネルの曲げ性能



- ●異樹種3層パネルの曲げ性能
 - 気乾密度が小さく軽量化が図られた
 - ・曲げヤング係数は単一樹種3層パネルと等しく比強度が向上

3. 研究結果

異樹種3層パネルの接着性能



- ●異樹種3層パネルの接着性能
 - ・接着層のはく離発生が少なくなり、接着性能が向上
 - ・材質特性, 適切な接着作業などの配慮を要する

異樹種3層パネルの利用例

【家具•造作材】



- *家具部材
- テーブルトップ
- ・階段踏み板・棚板

【構造の部材】



- ・床(天井と上階床を兼ねる)
- 屋根下地(下室天井を兼ねる)

異樹種3層パネル 工場生産の開始 4. 成果の活用

造:有限会社 日高林産

(邑智郡邑南町)

売:株式会社 出雲木材市場 販

(出雲市上塩冶町)

商品名: ECO 3 PANEL









ECO 3 PANEL 既製品サイズ(H2500×W450×D35mm)

国産材の主流は、樹齢30~60年の杉や桧です。成長を促す作業時に出る間伐材の有効利用か ら生まれた新製品です。桧の板材2枚に杉板材をサンドした無垢材の三層パネルには、ほのかな 木の香りと木材の持つ調湿機能を持っています。また、三層にすることで無垢材のもつ歪み、反り を軽減しています。

美しい艶のある桧の木肌は、室内の間仕切、パーテーション、クローゼットなどの建具として利 用できます。



〒693-0022 島根県出雲市上塩冶町890-1 TEL 0853-21-1855(代) FAX 0853-22-3602 【製品課】FAX 0853-22-3664

GOD WOOD GOOD

4. 成果の活用 ECO 3 PANEL の特徴

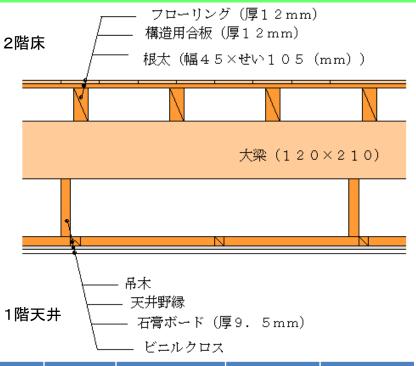




- ・樹種構成 ヒノキースギーヒノキ
- •用 途 造作材, 家具用材
- 寸 法 厚さ35mm×幅450mm×長さ2500mm(一般住宅の室内高さに対応)
- •重 量 19kg(異樹種の構成で800g~1kg軽量化)
- ・接着性能 造作用集成材のJAS同等(ノンホルムアルデヒド系接着剤)
- ·価格 18,000円/枚(≒m²単価)

4. 成果の活用 ECO 3 PANEL と一般製品との比較

標準的仕様での建築コスト比較(2階床と1階天井)



2階床	- ECO 3 PANEL (厚35mm)
•	大梁(120×210)
1階天井	

部位	区分	材料	材料費 (円/m²)	工事費 (円/m²)
2階 床	下地材	根太(ツガ)	1, 900	2, 200
		構造用合板	840	
	仕上材	フローリング	7, 590	2, 200
1階 天井	下地材	石膏ボード	270	2, 600
		天井野縁	870	
	仕上材	ビニルクロス	1, 150	
建築コスト		19, 620		

部位	区分	材料	材料費 (円/m²)	工事費 (円/m²)
2階床	仕上材	ECO 3 PANEL	18, 000	1, 700
建築コスト			19, 700	

露し梁の表面研磨は800~1,000円/m

参考資料

建築知識2012年6月号, 2005年3月号 (株式会社 エクスナレッジ)

4. 成果の活用 ECO 3 PANEL の構造利用イメージ



鳥取県での3層パネル利用事例 (写真提供:川上敬介氏(鳥取林試))

異樹種3層パネル 研究から生産へ

- 1. 異樹種3層パネルの特徴
 - ・製造歩止まりが高い
 - •曲げ,接着性能が向上





- 2. 工場生産の開始
 - ・間仕切り壁等への利用
 - ・施工による材料コスト吸収





- 3. 今後の課題
 - ・造作用途での品質管理
 - ・製造工程の改善(大量生産)
 - •新用途の検討





参考資料

異樹種3層パネルの製造コスト分析

工程	単価(万円/m³)	備考
原料丸太	1	積込料,送料等含む
製材	3	
人工乾燥	1	燃料代等含む
幅はぎ接着	2	消耗品含む
モルダー加工	1. 5	
積層接着	3	消耗品含む
仕上げ加工	3. 75	
運 賃	0. 2	
設計価格	45	1枚当たり18,000円

設定単価は各種の経費を含む

直交集成板 CLT-Cross Laminated Timber-



CLTを利用した中高層建築技術の開発が進展中 CLTのJASは原案通り承認済み(平成25年9月4日) 地域材には含水率、寸法、強度、量が求められる

|交集成板(CLT)のトピックス

2012年(平成24年)3月31日 土曜日

刊 木 材 新 聞

規格化に向け活動本格化

2013年(平成25年)9月6日 金曜日

日刊 木 材 新 聞

July

mun 別の JAS制定

を行

疑が行われ

との指摘もあった。

日本ツー

パイフォ

建築協会の委員からは

「日本建築学会の発表

化粧ばり構造用合板を追

日本国内では構

者、建築側の期待は高者、建築側の期待は高

は小角材を幅方向に並 〒は挽き板また が高い。 これを利用し どを得なくても可能になる見通し、 た建物は耐震性が高

贈接着したもの。 耐火性・寸法安定性 るか接着したもの 〇年代に欧州で開発 互いに直交させ積 断熱性·遮音性 間の万立方が以上で、 ると見られている。 欧州では生産量が年 工期短縮につなが 学校等で使用され 集合住

れている。 て耐力壁などに利用さ 大臣の個別認定を受け 内装材のほか国土交通 床板やスロー 交集成板が製造され の間伐材を利用した直 ている。日本では、

プ材等の 杉

種類、曲げ性能、ホル 質、材面の品質、構成の 度、含水率、ラミナの品 て制定され、接着の程 に質する標準規格とし 築質材の業者間の取引 CLTのJASは確 材料等と

農林物資規格調查会

法関連告示の整備も期待され、CLTによる木造建築物が日本でも特別な認定な として告示化したいという。 合板JASの改定について原案ごおり承認され、CLTのJAS化が実施される ことになった。内閣法制局の文面の確認などを行い、できるだけ速やかにJAS 農林物質規格調查会(阿久澤良遊会長)が4日、農林水産省会議室で開催され 林芳正農林水産大臣から諮問のあったCLT(直交集成板)のJAO創定 CLTのJASが制定されることで、今後建築基準

原案作成委員会は3

規定方法を規定す

った アカネト がなく、高温多程の多 造用としての使用実績

定、パブリックコメン るようにしてはどうか 目別日、4月竹日の2 り、国館材をたくさん 山県の調査結果もあ 低下は少ないとの和歌 朽がない 被害材でも、著しい の委員からは、スギノ 員と公務による消費者 ラカミキリ ものは強度の

材については、 ネトラカミキ 早期に規格制定を

CLTのサンプルを前に規格制定について議論した めてほしいという提案 機脂接着剤の利用を認 れているポリウレタン た。欧州で広く使用さ

め、今後の課題とした 件下では知見がないた と委員から説明があ

75C 株式会社 ティ・エス・シー

〒292-0838 千葉原木更津市撤退2-1-53 TEL/0438-37-0206 FAX/0438-37-2349 ホームページ http://www.syusel-tsc.com

また消費者団体の委

楽さおりJASを制定問を広げたいとし、原制を広げたいとし、原 があった。スギノアカ することになった。 規格を の被害

され、 大型建築物への採用が 欧州市場を中心に中・ れていることで近年、 熱・耐火や耐震性に優 1990年代に開発 寸法安定性、 断

日本CLT協会

いる が整備され、 拡大している。 ンへの投資が相次い 昨年末にCLTの規格 また、 北米市場では 製造ライ 7

社長 木幸久氏 븅 島指一郎氏(路建工業 日本CI_T 協会設立総 同協会の会長には中 理事に中西康夫 副会長に佐々 (山佐木材社 て向け、
 「日本を代表 氏(微レングス代表理」らに、 会長は協会の本格始動 事)が就任した。 中島 を持ったもの、 開拓し、新しい素材感 に非住宅分野で需要を もに建築分野を引っ張

名実と

国内にはなく、標道材としての利用が難しい。同協会では、CLTのJAS規格化を進

の3団体。CLTは現在、構造用材料として法的な位置付けが

山佐木材(應児島県肝風郡)、

(組)

げを図っていくとしている(一面に関連記事)

CLTG

特

めることで現実的な利用を可能にし、ころした需要を促すことで、

ングス(鳥取県西伯郡)

た。設立メンバーは、銘建工業(関山県真底市)、

五丁)の国内での普及に向け、規格化を進めるととなどを目的に今年1月19日に発足し 活動を始めることを表明した。 同協会は、 クロス・ラミネーティッド・ティンバー (C 日本CLT協会(中島浩一郎会長)は翌日、協会発足後初となる総会を開き、正式に

写真左から中西理事。 中島会長、佐々木副会 長、手前製品はCLT 意団体だが、 大 に、白本 協会の名称 現在は任 将

を目指し力を付 来的には法人化 意を語った。 けていく」と決 佐々木副会長は、 5 るものとして、木材産 \bar{c} 上上では、

州と比べ十数年の後れ を取ってしまって 既に欧

この後れをせめて

も使用される 製品

構法を表す言葉として 層接着したもの。 繊維方向に直交させ だけでなく パネ

木材需要全体の底上 理事は「CLTを含め きたい」とした。 数年間までに縮めて 木材の需要拡大を目指 たパネル材で、 していきたい」と語っ CLTは、ラミナを 改めて 中西

いる

国内での3層パネル製造動向

●平成9~11年度 林野庁補助事業 住宅資材性能規定化対策事業

スギ中径材からの根太レス材開発

- →(社)全国木工機械工業会 中部機械製造(株)
- ●優良木質建材等認証(AQ認証) 床用3層パネル取得事業体 (平成24年4月1日現在)
 - ・(株)山城もくもく(徳島県)
 - ・丸天星工業(株)(静岡県)
 - (協)レングス(鳥取県)
- ●生産動向(1事業体での事例)

生産量:平成18年4月 2000枚/月

平成24年4月 4500枚/月

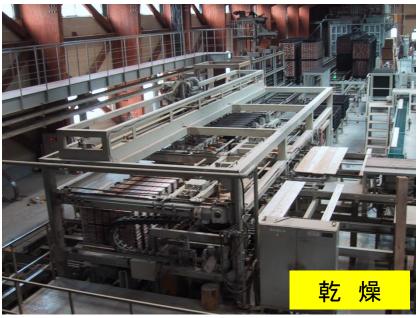
出荷先:近畿. 中京. 関東の個人住宅

主力製品:片面化粧(約5割)



スギ3層パネル(ノパネル)製造工場









工場生産までの道のり

①市場動向調査



- ・県内外の商談会にてヒアリング
- ・製品の用途と仕様を検討

②製造工程の計画



- ・機械設備に応じた寸法
- ・用途に応じた接着条件

③試作試験



- 寸法. 含水率の確認
- 接着工程の確認

4性能評価試験



- •接着性能試験
- ⑤工場生産&品質管理







ECO 3 PANEL の利用提案

神々の国しまねの木 展示・商談会 (平成25年7月12日, 大阪)





都市部ではマンション等住宅の木質化に貢献できる可能性あり 木質化・・・床材、壁材等の直接触れる場所への木材利用

異樹種3層パネルの利用方法1

用途①



造作材

壁面(パーティション),作り付け棚,扉,階段踏み板などへの利用も可能。

家具用材

ミーティングデーブルなどへの利用も可能。 断面の色の変化が印象的。



異樹種3層パネルの利用方法2

用途②

構造材としての製造技術と性能評価



パネルの性能評価

接着性能,強度性能など異樹種3層パネル自体の特徴把握。







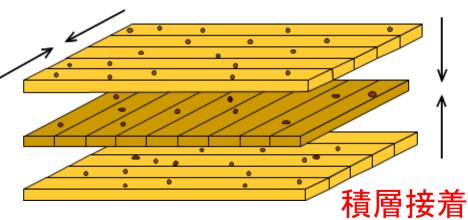
工法の性能評価と提案
耐力壁、水平溝面など工法(ユニット)の性能評価と提案。

3層パネルの特徴

幅はぎ&積層接着

- •中小径木が利用可能
- 寸法が長尺で幅広
- 接着剤はF☆☆☆☆(居室に無制限に使用可能)
- •厚く保温性と遮音性にも有利

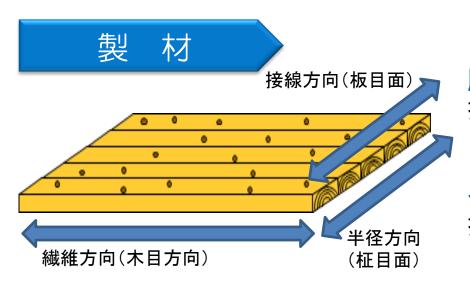
幅はぎ接着



木目直交での積層接着

- ・寸法安定性が高い
- 寸法変化や強度の異方性が少ない
- ・割裂しにくい

3層パネルの機能発現と異樹種複合



膨潤•収縮率

接線方向: 半径方向: 繊維方向=10:5:1

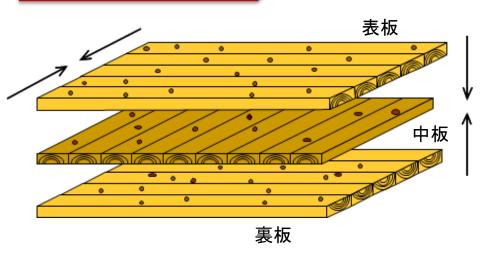
・・・ひき板(板目板)は乾燥が進むと木表側に凹む

ヤング係数

接線方向:半径方向:繊維方向=1:2:22

・・・長さ方向が最も強い

3層パネル



膨潤・収縮率と特徴

- ・表裏板と中板の繊維方向が直交し、寸法変化を互いに抑制し合う。
- ・断面が厚く保温性や遮音性に有利。

異樹種の複合化

- ・密度の低いスギを中板に使用
 - →接着性の改善(寸法変化に追随)
 - →比強度の向上(軽くなり強度はそのまま)

合板において発生する曲げ応力

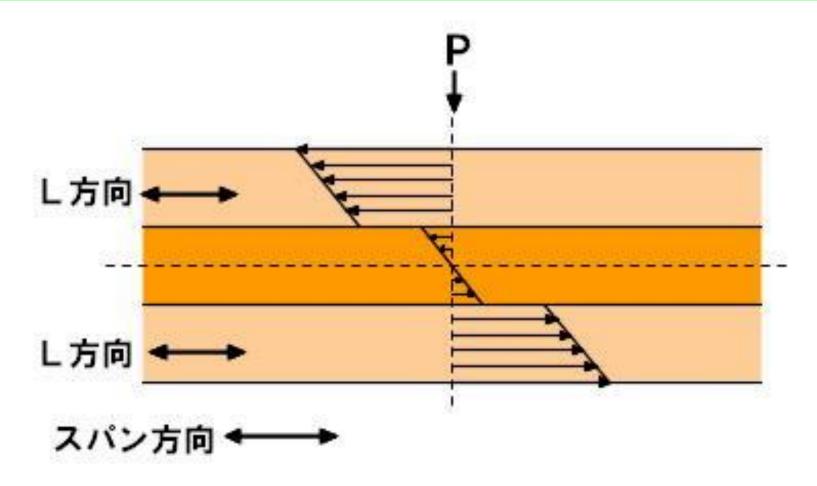


図 合板において発生する曲げ応力

文献:林 知行: "木の強さを活かすウッドエンジニアリング 入門", 学芸出版社, 京都, 2004, pp.160-161,

製造歩止まり(%)

樹 種	丸太	ひき板		#□1+ ★;+□*
		製材後	人工乾燥後	幅はぎ板*
スギ	100	59. 9	58. 0	33. 0
ヒノキ	100	66. 5	64. 4	34. 6
アカマツ	100	63. 8	57. 1	20. 9
平均	100	63. 3	60. 1	30. 5

丸太の材積を100%とし、各加工後の材積率を算出

* 幅はぎ板の寸法:厚さ14×幅498×長さ2020(mm)

集成材の一般的な製造歩止まり: 25%前後

「丸太の目視等級区分」と「ひき板の目視区分」

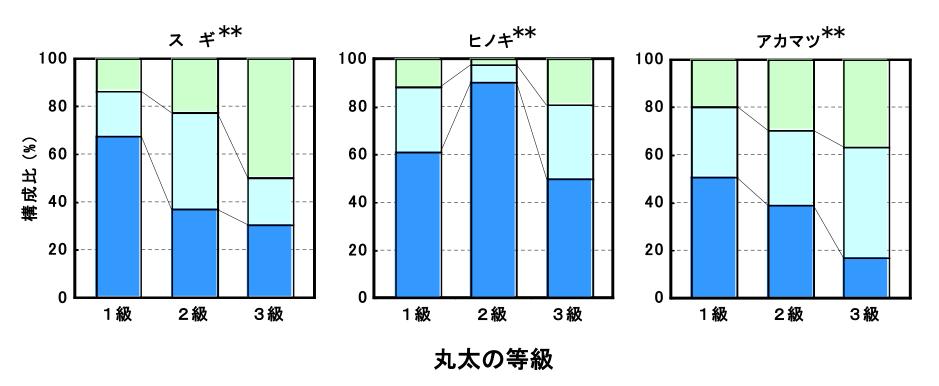


図 丸太の目視等級とそれより製材したひき板の目視区分との関係

注: ■:上小, ■:大節, ■, 抜節,

各丸太の等級別(1級, 2級, 3級)本数:スギ:8本, 5本, 2

ヒノキ:2本, 1本, 12本, アカマツ:4本, 6本, 5本,

**:危険率1%水準で出現率に差あり.

「丸太の $E_{\rm fr}$ 」と「幅はぎ板の ${ m MOE}$ 」

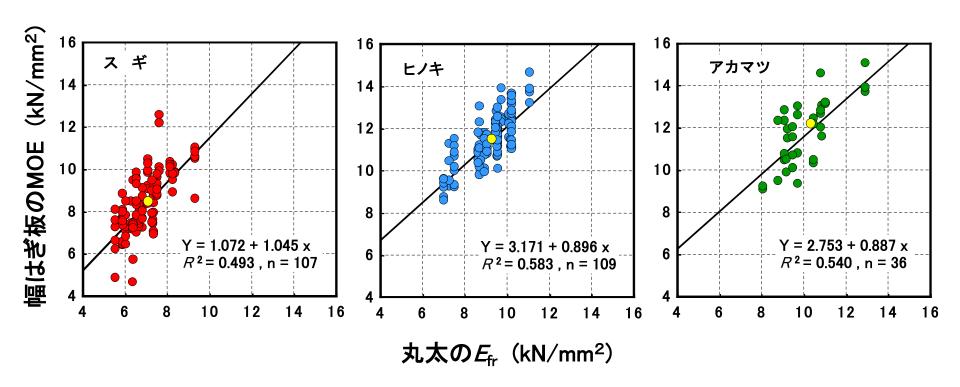


図 丸太の*E_{ir}*と幅はぎ板のMOEとの関係

注: 〇 は平均値を示す.

「ひき板の目視区分」と「幅はぎ板のMOE」

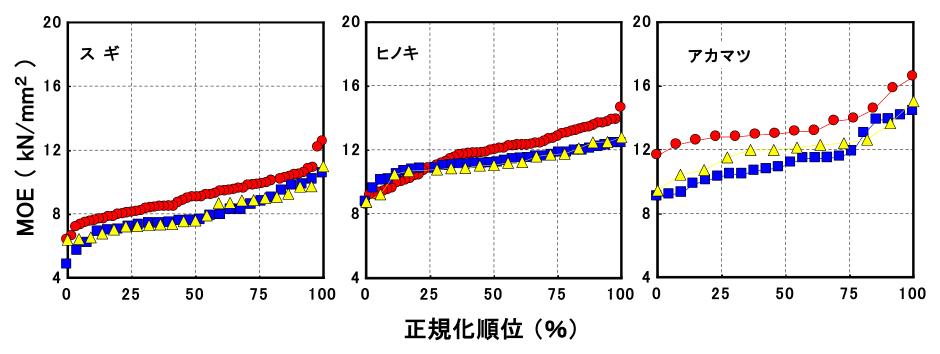
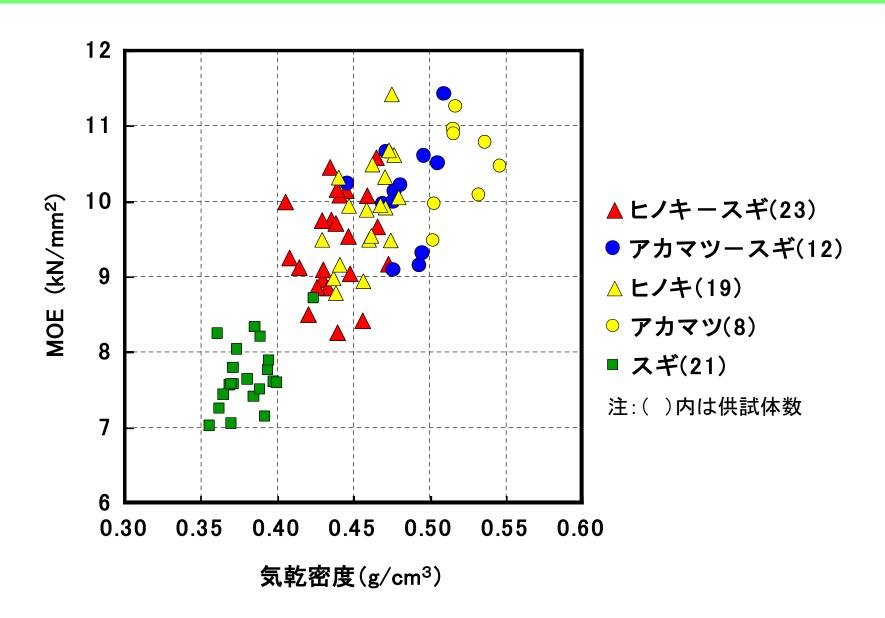


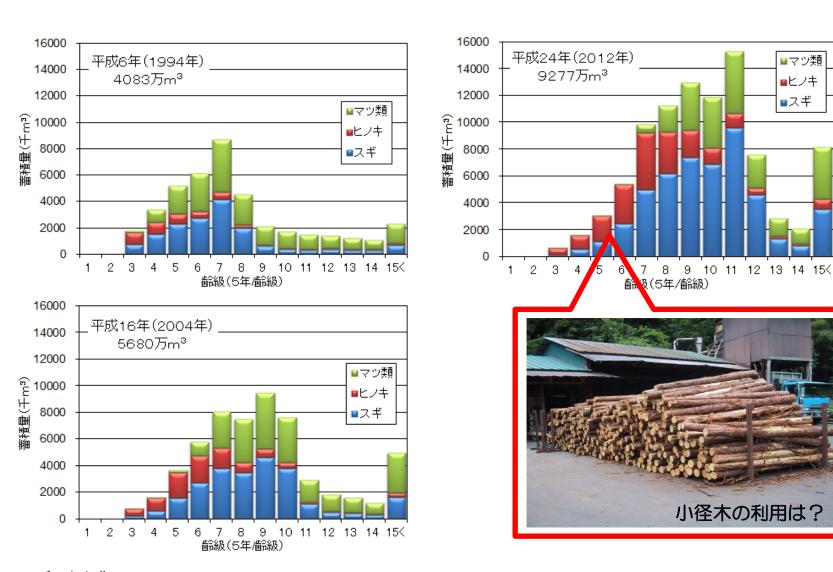
図 幅はぎ板の目視等級区分別でのMOEの比較

注:●:上小, ■:大節, △:抜節 幅はぎ板の上小, 大節, 抜節の各枚数は次のとおりス ギ:56枚, 26枚, 23枚, ヒノキ:58枚, 34枚, 19枚, アカマツ:14枚, 22枚, 12枚.

異樹種3層クロスパネルの気乾密度とMOE



島根県における針葉樹材の蓄積量推移



データ出典 島根県農林水産部森林整備課:森林資源関係資料等