

森林総合研究所
交付金プロジェクト研究 成果集 17

国産材利用のための
地域と共同した加工技術の開発
及び強度データベースの構築

独立行政法人 森林総合研究所
2007.12

序 文

戦後の拡大人工造林計画で植えられたスギ等の地域産材は主伐期に入っている。しかし、品質が安定し価格の安い外材に押されて、現状では、国産材需給量は低迷している。そのため、「地域では地域産材の利用を」という地域からの発想を基とした技術開発シーズが高まってきている。近年、公立林業試験研究機関においては、関係研究員の配置とともに高度な研究施設・設備が整備され、研究開発を行う際、地元の工務店などと協力できる体制も徐々に進んできている。また、開発した技術を実際に活用するには、JAS 規格や建築基準法に基づく評価が求められる。

このような状況を踏まえ、地域の研究シーズを基に、公立試験研究機関と独立行政法人森林総合研究所が共同して技術開発を行うことを目的として、本プロジェクト「国産材利用のための地域と共同した加工技術の開発及び強度データベースの構築」を実施した。研究期間は平成 14 ～ 18 年度の 5 ヶ年であり、主な研究成果は以下の通りである。

1. 異樹種複合集成材の接合強度は、スギ単独集成材の場合より高かった。
2. 地方の伝統的民家の工法の最大の問題点である床の遮音性については、遮音材を挟み込む二重張り等により軽量・重量衝撃音遮断性が向上した。
3. 標準的な合板張りよりも強度が高く粘りのある耐力壁と床構面を、製材によって開発した。
4. 木材内装においてプラズマ処理とアクリル系ポリマーで防汚性に効果があった。また、自然塗料の中には優れた耐候性を持つものがあった。
5. 公立試験研究機関と独立行政法人森林総合研究所が所有する強度データを統合した、地域産材の製材強度データベースシステムを構築した。

得られた研究成果は、学会等を通して公表し、既にいくつかは実用化されている。ここに本書を刊行することによって、広く関係者の参考に供する次第である。

本プロジェクトにおいて、東京農工大学名誉教授の伏谷賢美氏には、外部評価委員としての確なご指摘、また、丁寧なご指導を賜った。深く感謝の意を表するとともに、厚くお礼申し上げる。

平成 19 年 12 月

独立行政法人 森林総合研究所
理事長 鈴木 和夫

研究課題：国産材利用のための地域と共同した加工技術の開発及び強度データベースの構築

目 次

研究の要約.....	1
第1章 国産材利用のための加工技術の開発.....	8
1. 地域産材を活用した異樹種構成集成材の接合強度性能の評価.....	8
2. スギ中目材の活用による床衝撃音遮断性能に優れた木床の開発.....	16
3. 地域産材を活用した新しい耐力壁・水平構面の開発及評価.....	23
4. 木材表面の化学改質及び塗装技術の高度化.....	31
第2章 強度データベース構築.....	41
1. 国産材の構造用製材の強度データベース構築.....	41

研究の要約

I 研究年次及び予算区分

平成14～18年度（5カ年）

運営交付金（交付金プロジェクトI）

II 主任研究者

主査：構造利用研究領域長 神谷文夫（平成14～17年度）

構造利用研究領域長 林 知行（平成18年度）

III 研究場所

森林総合研究所 本所

IV 研究目的

蓄積の増大している国産材の需要拡大を図ることは、日本の森林の持続的管理・経営に欠かすことが出来ない重要な課題である。このため、国のみならず、県レベルでも地域の木材を市場に出すために林産関係の研究部門を創設・拡充し、施設の充実を図っている。しかしながら、これらを効率的に運用し成果をあげて行くには、国と地域の連携を一段と深めながら技術開発を推進する必要がある、長年の経験とノウハウを持つ森林総合研究所の支援が求められている。ここでは、地域産材の需要拡大に対する視点が明らかになった地域と森林総研が共同して、建築用材としての利用や新用途開発に資する各種技術資料の整備、木質材料に付加価値を付与する技術等国産材利用のための加工技術の開発、さらに構造用製材品の強度データベースの構築を行う。

V 研究方法

第1章 国産材利用のための加工技術の開発

1. 地域産材を活用した異樹種構成集成材の接合強度性能の評価

カラマツ、アカマツ、スギ等のラミナから構成される異樹種複合集成材を梁とする柱梁接合部（柱はスギ製材）の加力試験と面圧試験を行い、異樹種複合集成材の接合部の強度的性能を評価した。また、アカマツ・スギ複合集成材を主材とするドリフトピン接合部の加力試験を行った。さらに、最外層にカラマツLVLを配置したスギ集成材を梁、スギ集成材を柱とし、金物工法用金物を用いて施工した柱梁接合部の加力試験を行い、接合強度を評価した。

2. スギ中目材の活用による床衝撃音遮断性能に優れた木床の開発

遮音材を利用して、民家型住宅のモデル床の遮音性能の向上を試みた。試作・評価した床は、30mm厚スギ単層フローリング（表裏面熱圧による圧密加工、および本実加工）を軸材にビス留めし、天井なしの化粧表しとしたもの、30mm厚スギ単層フローリングを1層、2層（フローリング同士が直交）、および遮音材を2層の30mm厚スギ単層フローリングで挟み積層したもの、仕上げ側に15mm厚スギ単層フローリングを用いたもの、衝撃緩衝性下地材として試作スギ樹皮ボード（厚さ30mm, 40mm）を敷き、仕上げのフローリングの代わりに15mm厚合板（90cmx90cm）

を用いたもの等である。これらの仕様のモデル床について、建築音響計測システム(B&K, PULSE 3560C)によって、JIS A 1418-1:2000あるいは同1418-2:2000に準拠し、軽量あるいは重量床衝撃音レベルを測定した。

3. 地域産材を活用した新しい耐力壁・水平構面の開発及評価

岩手県林業技術センター及び(有)西建築設計と共同で、岩手県産スギ製材を多用した落とし込み板壁耐力壁の開発を行った。開発した落とし込み板壁は、受材をビス留めした柱及び横架材間に壁材を落とし込み、壁材を受材にビス留めしたものである。壁材は、凹型に加工されたスギ製材を雇い実はぎ(雇い実はスギ製材)として横に積み上げて出来ており、スギ製材はそれらを貫通する通し材にビス留めされている。

広島県立林業技術センターと共同で、広島県産スギ乾燥材(厚さ12mm、幅105mm、本実付き)を幅方向に並べたものを、厚さ方向にヒノキの蟻雇い実を用いて接合したパネル(スギ板2層パネル)を開発した。スギ板2層パネルを、幅19mm厚さ3mmのフラットバーを押えにして四周を梁に釘N75により留めつけた床の面内せん断試験をタイロッド式にて行い、その強度性能を評価した。スギ圧密パネル床及びスギ圧密材の代わりにスギ単板を接着したパネル床の面内せん断試験を行った。側材にスギ圧密板、構造用合板、スギ製材を用い、主材にスギ製材用いた釘接合部の一面せん断試験を行った。

4. 木材表面の化学改質及び塗装技術の高度化

表面の防汚性付与に関して、塗装木材表面に、室内外のほこりを想定してカーボンブラック(CB)の付着試験を行い、汚れにくい表面特性を検討した。また、プラズマ処理による低汚染性表面の調製を行った。

自然系塗料を塗装した木材の評価については、屋外暴露試験等を行い、塗膜の変色、撥水性等により耐候性能を評価するとともに、VOC測定を行った。

第2章 強度データベース構築

1. 国産材の構造用製材の強度データベース構築

これまでの製材品の曲げ・縦圧縮・縦引張り強度に関するデータフォーマットを改良するとともに、製材品のせん断・めり込み強度や丸太・たいこ材・円柱材の曲げ強度を追加した。従来の強度データベースの問題点を解決し、データの管理や基本統計値の出力が容易なデータ管理システムをもつ専用アプリケーションソフトを開発し、改良を行うとともに関係試験研究機関とのネットワーク化を可能にした。

VI 研究成果

第1章 国産材利用のための加工技術の開発

1. 地域産材を活用した異樹種構成集成材の接合強度性能の評価

カラマツ・スギ複合集成材を梁材に用いた接合部の剛性は、スギ、カラマツと同様であった。接合具から3層目までをMOEの高いカラマツで構成することにより面圧降伏応力の増加がはかれることが明らかとなった。

アカマツ・スギ複合集成材を主材とし、複数本の接合具を有する接合部については、現行の設計式で求められる降伏耐力は実測値よりもかなり低い値となり、異樹種集成材に特化したパラメータの導入や評価手法の改良が必要である。

カラマツLVL・スギ複合集成材を梁とする実大柱梁接合部について、最大耐力は、LVLの樹種および接合金物の種類に関わらずほぼ同じ値となった。

2. スギ中目材の活用による床衝撃音遮断性能に優れた木床の開発

遮音材を挟み込んでスギ単層フローリングを二重張りすることにより、床の高剛性化と質量付加が図られ、軽量および重量床衝撃音レベルを抑えることができた。ただし、遮音材を8mm以上に厚くしても重量床衝撃音レベルの低減効果が少ないことがわかった。

梁間隔が1820mmの場合、ゴムボール衝撃では63Hz帯域における遮音材の質量付加効果を検出しにくいことがわかった。

リフォームを想定して、仕上げ側のスギ単層フローリングの厚さを30mmから15mmに換えても、スギ単層フローリングと遮音材を積層複合化することによって、軽量および重量床衝撃音レベルの低減効果が得られた。

試作スギ樹皮ボードは、500Hz以上のオクターブ帯域で11～13dBの軽量床衝撃音レベル低減効果があることがわかった。

3. 地域産材を活用した新しい耐力壁・水平構面の開発及評価

開発した落とし込み板壁は、長さ1820mmのものでは通し材の本数や留め付けビスの本数に応じて壁倍率1.2～4.5の耐力壁となった。開発した落とし込み板壁に合板をはめ込みビス留めしたものの壁倍率は4.1、スギ圧密板をはめ込みビス留めしたものの壁倍率は3.9となり、板壁のみの倍率1.9の2倍以上の数値を示した。構造用合板やスギ圧密板をはめ込みビス留めすることにより、初期剛性を大幅に向上させることが可能である。開発した落とし込み板壁を振動台実験に供し、JMA神戸波の原波を作用させても試験体には大きな損傷が認められず、開発した板壁は高い耐震性能を有することがわかった。

スギ板2層パネルを張った床（パネル床）と構造用合板を張った床（合板床）の面内せん断試験結果を比較すると、終局耐力はパネル床14.5kN、合板床16.7kNで、パネル床は合板床の87%であったが、真のせん断変形角が1/150rad時の耐力はパネル床6.8kN、合板床10.9kNで、パネル床は合板床の62%であった。床倍率を求めるとパネル床は1.9、合板床は2.9であり、パネル床の床倍率を高めるには初期剛性を向上させる工夫が必要である。

スギ圧密パネル床及びスギ圧密材の代わりにスギ単板を接着したパネル床の荷重 - 真のせん断変形角関係は類似しており、床倍率はスギ圧密パネル床2.75、スギ単板を接着した床2.67で、ほぼ同じであった。

側材にスギ圧密板、構造用合板、スギ製材を用い、主材にスギ製材を用いた釘接合部の一面せん断耐力は、どの試験体も降伏耐力で決まり、大きい方から圧密2枚積層材、構造用合板、圧密4枚積層材、スギ板2枚積層材、スギ1枚板、圧密1枚板の順となった。圧密2枚積層板は構造用合板とほぼ同等の短期基準せん断耐力を示した。

4. 木材表面の化学改質及び塗装技術の高度化

高い洗浄性能と防汚性は、表面が被覆されて汚染物質が内部に浸透せず、表面が親水性であることによって達成されることを明らかにした。表面の被覆法として、親水性塗膜による被覆だけでなく、プラズマ前処理を経てアクリル系ポリマーによる両性両親媒性共重合処理を施した表面も、防汚性に効果的であることを見出した。

自然系塗料を塗装した木材は、屋外曝露試験の結果、屋外仕様自然系塗料の中に、一般に屋

外で用いられている保護塗料に匹敵する性能を持つものがあった。一方、自然塗料の中に、アルデヒド類、VOC放散の比較的大きなものがあったが、これらの放散は1週間以上の養生により大きく低下することから、自然塗料を塗布する際にVOC放散に配慮するとともに、塗布後養生を行う工夫が求められる。

第2章 強度データベース構築

1. 国産材の構造用製材の強度データベース構築

現行のISO規格案及び当研究所で得られた試験結果を基に、めり込み強度、せん断強度、丸太・たいこ材の曲げ強度データフォーマットを作成した。

ファイルメーカーProをベースとするデータインポートシステム・データ管理システムを開発し、改良を行った。その結果、指定した方法以外で作成されたデータファイルもインポートできるようになった。データ管理システムのネットワーク化を検討し、サーバ機に登録した複数の端末機から同時にデータを管理すること、データ管理システムがクラッシュした際に復旧することを可能とした。データインポートおよび検索機能の基本操作部分は、ファイルメーカーProをインストールしていないWindows98およびWindowsXPでも動作するようにした。簡易型データ管理システムで作成したデータファイルと現行のデータ管理システムとでデータの受渡も可能で、レコードIDによって整合性を保持しながら、データインポート作業を大幅に省略することができた。

VII 今後の問題点

異樹種集成材接合部の長期荷重によるクリープ性能については未検討であり、今後の重要課題である。

スギ単層フローリングにスギ樹皮ボードや遮音材を積層複合化するだけでは、床剛性を高めるのに限界があるので、引続きスギの合板やMDFなどの面材を重ね張りした高剛性下地材を利用した国産材有効利用型高遮音性床構造を開発する予定である。

開発した落とし込み板倉壁の柱 - 横架材接合部は、壁の耐力に見合った性能を有することが求められるため、落とし込み板倉壁にふさわしい柱 - 横架材接合部を開発する必要がある。開発した落とし込み板倉壁の耐力及び変形性能を計算によって求めることが可能な理論の構築も今後の課題である。

木材表面の防汚性研究については、実際の使用を想定して福祉用具等に適用した研究の推進が必要である。また、自然塗料を塗布する際にVOC放散に配慮するとともに、塗布後養生を行うことが重要である。

強度データベースを充実し利用していくために、関係協力機関との密な連携を図るとともに、データベースの運営方法を考えていく必要がある。

VIII 研究発表

- 1 Tomoyuki Hayashi、Masahiko Karube、Kouji Harada、Toshihiro Mori、Tomonori Ohno、Kohei Kamatsu、Yasuo Iijima : Shear tests of timber joints composed of sugi composite glulam beams using newly developed steel connectors, Journal of Wood Science, 48(6), 484-490, 2002. 06

- 2 Yasushi Nakashima、Masaki Harada、Tomoyuki Hayashi、Masahiko Karube、Tadashi Higashino : Shear tests of double shear plate connector joints in Sugi-Japanese Larch composite glulam beams, Journal of Wood Science, 52(1), 44-50, 2006.02
- 3 原田真樹、大西裕二、軽部正彦、林知行、宮武敦、平松靖、鈴木寿幸 : スギ・カラマツおよびスギ・アカマツ異樹種複合集成材に対するドリフトピンのめり込み試験, 日本木材学会大会研究発表要旨集、56、2006.08
- 4 原田真樹、宇京斉一郎、軽部正彦、林知行 : スギ・アカマツ異樹種複合集成材を主材とする鋼板挿入式ドリフトピン接合部の強度試験, 日本建築学会大会講演梗概集、C-1 (構造Ⅲ), 63-64、2006.09
- 5 原田真樹、宇京斉一郎、軽部正彦、林知行 : スギ・アカマツ異樹種複合集成材を用いた鋼板挿入式ドリフトピン接合部の2面せん断試験, 日本木材加工技術協会年次大会講演要旨集、24、37-38、2006.10
- 6 末吉修三、森川岳、吉永亨、中岡正典 : 民家型工法モデル床の床衝撃音遮断性能ー厚密スグフローリングと遮音材の複合化ー、第54回日本木材学会大会研究発表要旨集、555 2004.8
- 7 末吉修三、森川岳 : 木質構造の床衝撃音の音質評価(I)ー重量床衝撃音のラウドネスー 第55回日本木材学会大会研究発表要旨集、2005.3
- 8 末吉修三、吉永亨、中岡正典 : 民家型工法モデル床の床衝撃音遮断性能ースギ樹皮ボードの軽量衝撃緩衝性ー、日本木材学会大会研究発表要旨集 (CD-ROM) 56:H09-1045、2006.8
- 9 石井利典、吉村秀幸、藤田和彦、五島千津子、杉本健一 : スギ薄板材を組み合わせた床パネルの強度評価 日本木材学会中国・四国支部第15回研究発表会要旨集、18-19 2003
- 10 東野正、大橋一雄、杉本健一、西秀志 : 落とし込み板壁構法耐力壁のせん断性能、日本木材学会大会研究発表要旨集、54、231、2004
- 11 東野正、大橋一雄、杉本健一、西秀志 : 落とし込み板壁構法耐力壁のせん断性能、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、35-436、2004
- 12 藤田和彦、石井利典、吉村秀幸、五島千津子、杉本健一、青井秀樹 : スギ厚板組立パネルを金物接合した水平構面の強度性能、日本木材学会大会研究発表要旨集、54、199、2004
- 13 東野正、大橋一雄、杉本健一、西秀志 落とし込み板壁構法耐力壁のせん断性能 (Ⅱ) 日本木材学会大会研究発表要旨集、55、94、2005.3
- 14 東野正、大橋一雄、杉本健一、西秀志 : 落とし込み板壁構法耐力壁のせん断性能 (その2) 日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、341-342、2005.9
- 15 築山健一、藤田和彦、杉本健一、青木謙治、青井秀樹 : スギ圧密合板を側材に用いた釘接合における一面せん断性能、日本木材学会大会研究発表要旨集、56、111、2006.8
- 16 東野正、大橋一雄、杉本健一、青木謙治、青井秀樹、西秀志 : 落とし込み板壁構法耐力壁の開発 (1) 静的加力による性能、日本木材加工技術協会年次大会 (旭川) 講演要旨集、25、71-72、2007.9
- 17 青木謙治、杉本健一、東野正、大橋一雄、西秀志 : 落とし込み板壁構法耐力壁の開発 (2) 水平振動台による動的性能の検証、日本木材加工技術協会年次大会 (旭川) 講演要旨集、25、73-74、2007.9
- 18 木口実、片岡厚 : 低環境負荷型天然物系塗料 (II) -自然塗料-、木材工業、56(7)312-316、

2001. 7

- 19 大隅豊康、鈴木雅洋、大越誠、鎌田賢一：低質材の塗装による高付加価値化、塗装工学、36(3)P. 91-105、2001. 3
- 20 木口実、片岡厚：低環境負荷型天然物系塗料（II）-自然塗料-、木材工業、56、312-316、2001. 07
- 21 片岡厚、木口実、大越誠：エクステリア木材の表面劣化と保護塗装、塗装工学、37(9)305-315、2002. 9
- 22 大越誠、寺門秀人：塗料への微粒子酸化チタン及びP E G M A添加による透明塗装木材の耐候性向上、塗装工学、37(10)340-349、2002. 10
- 23 長谷川良一、村田明宏、松井宏昭：木材表面の耐汚染性（IV）-塗装表面へのプラズマ処理-、第54回木材学会大会要旨、277、2004. 8
- 24 大越誠、井上明生：小型チャンバー法による複合フローリングからのアルデヒド類、V O C放散測定、木材工業、59(9)405-409、2004. 9
- 25 大越誠、井上明生：Measurements of Aldehydes and VOCs Emission from the Composite Wood Flooring by the Glass Desiccator and Small Chamber Methods、Proceedings of the 3rd International Symposium on Surfacing and Finishing of Wood(in Kyoto)、313-317、2004. 11
- 26 長谷川良一、村田明宏、松井宏昭：木材表面の汚れ防止技術の開発、平成16年度岐阜県生活技術研究所研究成果発表会、2005. 2
- 27 大越誠、井上明生：塗装木質建材から放散されるアルデヒド類及びV O Cの由来、塗装工学、40(10)P. 362-374、2005. 10
- 28 大越誠：4. 木質複合フローリング、木材工業、60(11)P. 566-568、2005. 11
- 29 松井宏昭、長谷川良一：木材表面の汚れと汚染の防止、日本福祉工学会第8回学術講演会講演論文集、p69-70、2005. 11
- 30 松井宏昭、若松かやの、増澤高志：パーテーションの利用調査-岡山県ぐるぐるめろん島を利用する自閉症児-、日本福祉工学会第9回学術講演会講演論文集、p71-72、2006. 11
- 31 松井宏昭：木製福祉用具、森林と木材を活かす大事典、(株)産業調査会、
- 32 大越誠：自然系塗料を塗装した木材からのアルデヒド類、VOC放散、木材工業、61(12)P. 584-589、2006. 12
- 33 強度性能研究会：「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集<6>、2002. 5
- 34 加藤英雄：製材品の強度性能に関するデータベースの紹介、木材工業、57(6)、266-269、2002. 6
- 35 長尾博文：構造用材料および設計用特性値・設計資料（所収）、木質構造設計規準・同解説-許容応力度・許容耐力設計法-、(社)日本建築学会、2002. 10
- 36 長尾博文：構造用材料および設計用特性値・設計資料（所収）、木質構造限界状態設計指針（案）・同解説、(社)日本建築学会、2003. 10
- 37 強度性能研究会：「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集 <7>、2005. 3
- 38 井道裕史、長尾博文、加藤英雄：試験方法の違いによる製材品のせん断強度の評価、木材学会誌、52(5)、293-302、2006. 10

39 長尾博文：強度データベースの整備、木材工業、61(11)、513-515、2006.11

IX 研究担当者

第1章

原田真樹、軽部正彦、末吉修三、森川岳、恒次祐子、三井信宏、青井秀樹、杉本健一、青木謙治、大越誠、松井宏昭、片岡厚、中岡正典（徳島県立工業技術センター）、網田克明、大畑優作（徳島県農林水産総合技術センター森林林業研究所）、吉永亨（徳島県農林水産総合技術センター森林林業研究所）、東野正（岩手県林業技術センター）、藤田和彦（広島県立林業技術センター）、長谷川良一（岐阜県生活科学研究所）、熊澤幸一（鳥取県林業試験場）、林知行、神谷文夫、

第2章

長尾博文、加藤英雄、井道裕史

第1章 国産材利用のための加工技術の開発

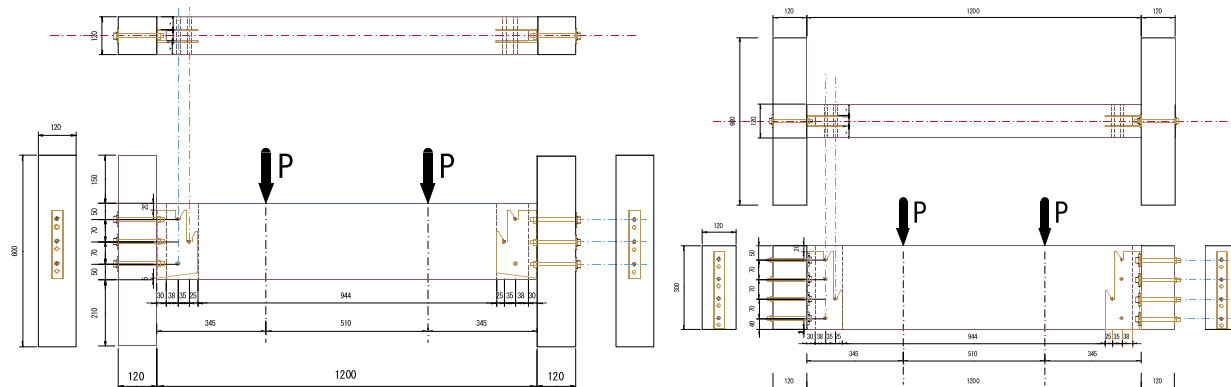
1. 地域産材を活用した異樹種構成集成材の接合強度性能の評価

ア 研究目的

現在蓄積を増しつつあるスギ材の需要拡大、およびその他の地域産材の新たな利用方法の開発を目的として、外層にカラマツ、アカマツ、あるいはそのLVLなどを内層にスギを用いた複合集成材が考えられている¹⁾。本研究ではこれを用いた架構における接合部の耐力評価を行ない、製品が市販できるようなデータの蓄積を行なう。

イ 研究方法

スギ集成材、カラマツ集成材、スギ・カラマツ複合集成材の梁を、スギ集成材の柱に接合した3種類の柱－梁接合部について実大せん断試験を行った（図1-1-1左）。同様に、同じ種類の梁にカラマツ集成材の桁材を接合した3種類の梁－桁接合部についても、実大せん断試験を行った（図1-1-1右）。いずれの接合部についても、構造用金物にはクレテック金物を用いた。繰り返し数は各条件につき3体とした。試験においては、荷重、梁の中央変位、柱と梁および梁と梁の



相対変位を測定した²⁾。

図1-1-1 柱－梁接合部および梁－桁接合部の概要

左：柱－梁接合部（梁せい240mmの場合）、右：梁－桁接合部（梁せい300mmの場合）

カラマツ・スギおよびアカマツ・スギ複合集成材を用いて面圧試験（図1-1-2）を行い、降伏応力、初期剛性および降伏応力時変形量を算出した³⁾。

スギおよびカラマツもしくはアカマツラミナについて、打撃法によりMOEを測定し、カラマツとスギの構成比を0:4、1:3、2:2、3:1、4:0とする4層の集成材を作成した。このとき、カラマツあるいはアカマツとスギのMOEの差が大きいグループと、両者の差が小さいグループとを作成した（図1-1-3、表1-1-1）。

次に、作成した集成材から直方体のブロック（長さ105 mm×幅105 mm×積層方向厚さ120 mm）を切り出し、上面に試験用ドリフトピンと同径の半円形の溝を加工した。この溝にセットした試験用ドリフトピン（直径12 mm）を、ピンの軸方向に対して直交、積層方向に対して平行方向に

圧入することにより、面圧試験を行った。試験においては、荷重、ドリフトピンの絶対変位、試験体の圧縮変形量を測定し、ドリフトピンの変位から試験体の圧縮変形量を引いたものをめり込み変形量とした。また、荷重をドリフトピンのめり込み投影面積で除して面圧応力とした。なお、面圧試験では、負荷とともに荷重が増加し続け、明確な最大荷重が認められないことが多い。そこで、オフセット法（ASTM D5764-97a）により降伏応力の推定値を求めた。具体的には、最大荷重の10%と40%に対応する曲線上の2点を結ぶ直線をドリフトピンの直径（12mm）の5%（=0.6mm）だけX軸正方向に平行移動させ、その直線と曲線との交点の応力を降伏荷重とし、初期の直線の傾きを初期剛性とした。曲線の解析には荷重変形曲線の特徴点抽出自動化ツール（PickPoint）を用いた。解析後、降伏荷重および初期剛性をドリフトピン直径と試験体幅の積で除して応力の単位とした。

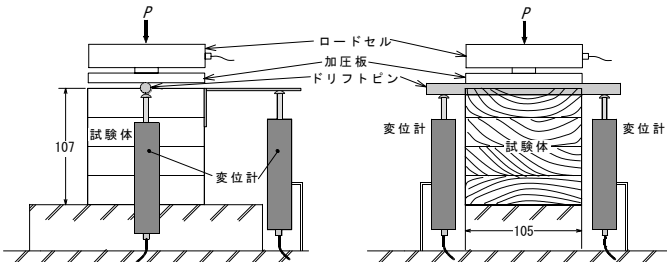


図1-1-2 集成材の面圧試験方法

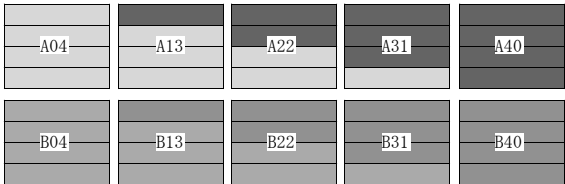


図1-1-3 カラマツ・スギ面圧試験体の構成

（注）□がラミナを表す。濃色：カラマツラミナ、薄色：スギラミナ、濃淡の違い：MOEの差

表1-1-1 アカマツ・スギ面圧試験体各ラミナのMOE

Aグループ					Bグループ				
集成材記号	層構成	MOE [GPa]	集成材 MOE 平均		層構成	MOE [GPa]	集成材 MOE 平均	MOE [GPa]	集成材 MOE 平均
SSSS	S	10.5	10.2						
	S	10.2							
	S	10.1							
	S	10.0							
SSSA	S	8.33	7.91		S	6.29	7.9		
	S	7.89			S	5.77			
	S	7.80			S	5.53			
	A	7.61			A	14.2			
SSAA	S	8.54	8.44		S	6.97	9.7	12.6	
	S	8.39			S	6.33		11.1	
	A	8.64			A	13.6		7.09	
	A	8.17			A	12.0		6.73	9.4
SAAA	S	9.45	9.24		S	7.68	10.3		
	A	9.45			A	11.4			
	A	9.10			A	11.2			
	A	8.97			A	10.8			
AAAA	A	10.7	9.81						
	A	9.90							
	A	9.74							
	A	8.85							
Aグループ平均			9.12						

（注）層構成：各層におけるラミナの樹種（S：スギ、A：アカマツ）、集成材の平均MOE：集成材を構成する4枚のラミナのMOE平均値

打撃法によりMOEを測定したアカマツおよびスギラミナを用いて4層構成の集成材を作製した。このとき、スギとアカマツの構成比を4：0、3：1、2：2、1：3、0：4の5種類に変化させた。また、各ラミナのMOEに関して、樹種によって差をつけた場合（Aグループ）と樹種によらずほぼ等

しくした場合（Bグループ）とを設定した。次に、作製した集成材（幅109×せい121×長さ3000、単位：mm）を、105×120×500（mm）に調整し、鋼板添え板式ドリフトピン接合部を作成した。ここで、打ち込むドリフトピンの数は1本～3本とし、また、加力方向を繊維平行方向および直交方向の2種類に設定した（図1-1-4）。各設定条件に対して6体の試験体を作製した。作製後の試験体を恒温恒湿室において含水率調整した後、加工したスリットに鋼板（厚さ9mm）を挿入し、集成材側面からドリフトピン（直径6mm）を打ち込んで固定した。繊維平行方向加力試験体については引張荷重、繊維直交方向加力試験体については中央集中荷重3点曲げ荷重を与えた。試験においては、治具に取り付けたロードセルで荷重を測定した。また、挿入鋼板と集成材との相対変位をひずみゲージ変位計により測定し、ドリフトピンの集成材へのめり込み変形量を測定した。試験により得られた荷重－めり込み変形量曲線から、枠組壁工法建築物構造計算指針（以下、指針）の方法により接合部の試験許容応力（降伏荷重に相当）を求めた。曲線の解析には荷重変形曲線の特徴点抽出自動化ツール（PickPoint）を用いた^{4), 5)}。

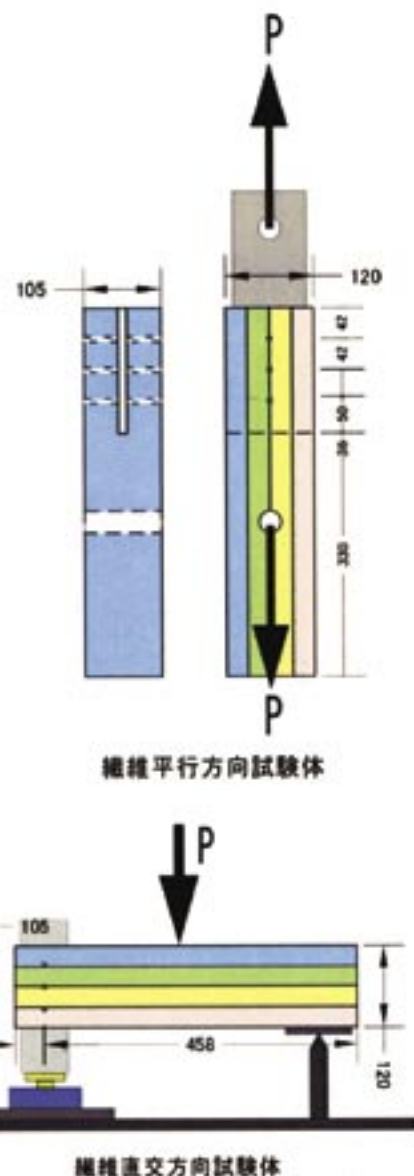


図1-1-4 接合部試験体の形状および試験方法

最外層にカラマツLVLを配置したスギ集成材を梁（長さ1200mm×幅120mm×せい240mm）、スギ集成材を柱（長さ900mm×120mm×120mm）とし、金物工法用金物を用いて施工した柱梁接合部の加力試験を行い、梁材の構造用材料としての性能を検証した。なお、荷重変形曲線から強度特性値を求める方法は枠組壁工法計算指針に準拠し、PickPointを用いて算出した（図1-1-5）。試験体のパラメータは、LVLの樹種（国産カラマツ、

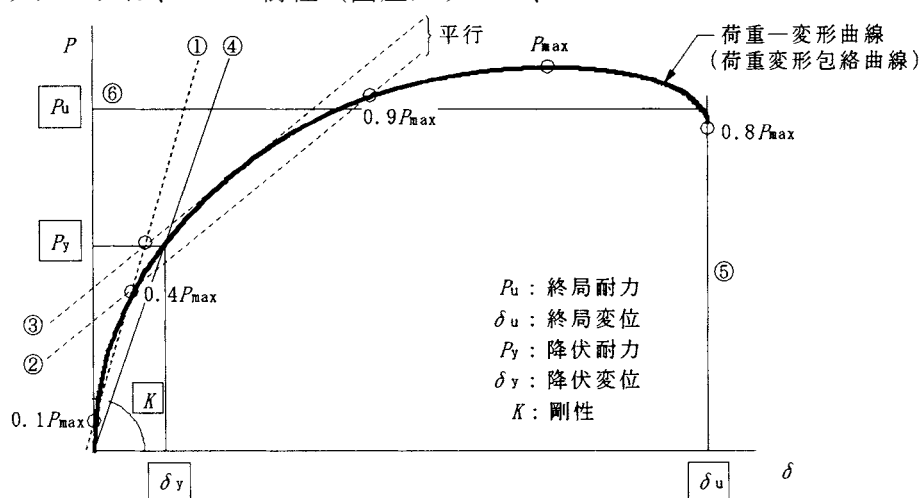


図1-1-5 接合部の強度特性値算定方法

ダフリカカラマツ)、接合金物 (Zマーク梁受け金物、クレテック金物) であり、各条件における試験体数を6体とした⁶⁾。

ウエ 結果および考察

カラマツ・スギ複合集成材を梁材に用いた接合部の剛性は、スギ、カラマツと同様であった。一方、最大耐力および最大耐力に達するまでの吸収エネルギーは、スギ集成材を用いた接合部よりも高く、カラマツ集成材と同等であった (図1-1-6) ²⁾。

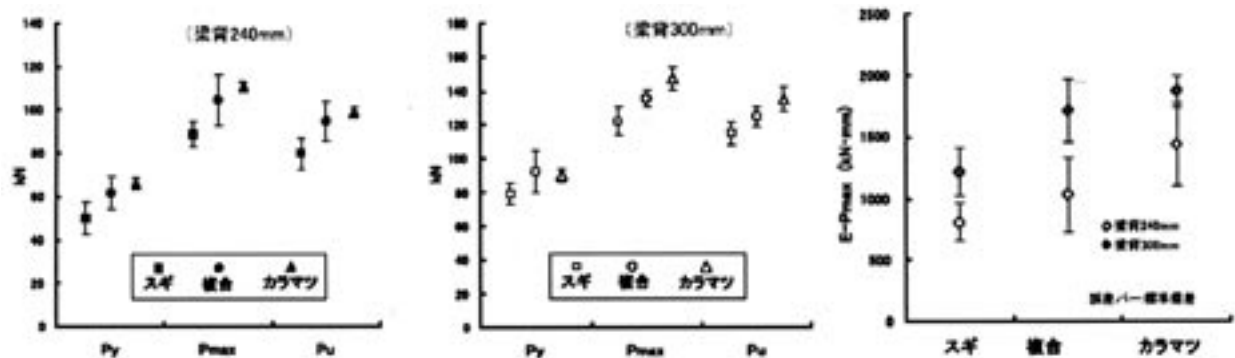


図1-1-6 カラマツ・スギ複合集成材を用いた柱梁接合部の荷強度特性値

註) Py : 降伏荷重、Pmax : 最大荷重、Pu : 終局荷重

また、同種の集成材の面圧試験を行った結果、接合具から3層目までをMOEの高いカラマツで構成することにより面圧降伏応力の増加がはかれることが明らかとなった (図1-1-7) ³⁾。

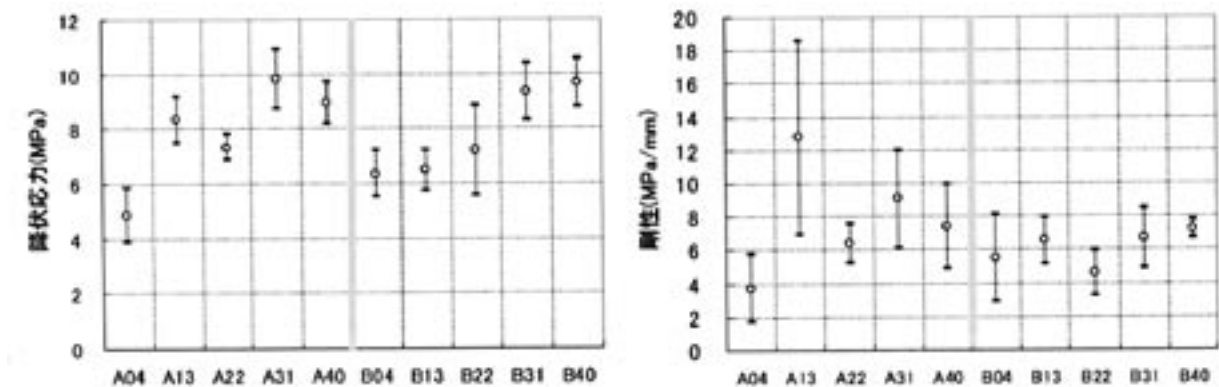


図1-1-7 降伏応力および剛性におよぼすラミナ構成の影響

註) A : カラマツ・スギのMOE差を大としたグループ、B: カラマツ・スギのMOE差小、04~40 : カラマツ・スギの構成比

アカマツ・スギ複合集成材の面圧性能について、降伏応力は、アカマツによる複合効果が顕著であったが、アカマツの割合が増加すると減少する傾向を示した (図1-1-8)。初期剛性についてはアカマツによる複合効果は明確ではなかった。異樹種複合集成材の降伏応力とラミナの気乾密度との関係は、集成材を構成するラミナのMOEが等しい場合と異なる場合とで傾向が異なり、前者については接合具が接するラミナの気乾密度、後者については2層目までの平均密度との相関がそれぞれ強かった (図1-1-9) ³⁾。

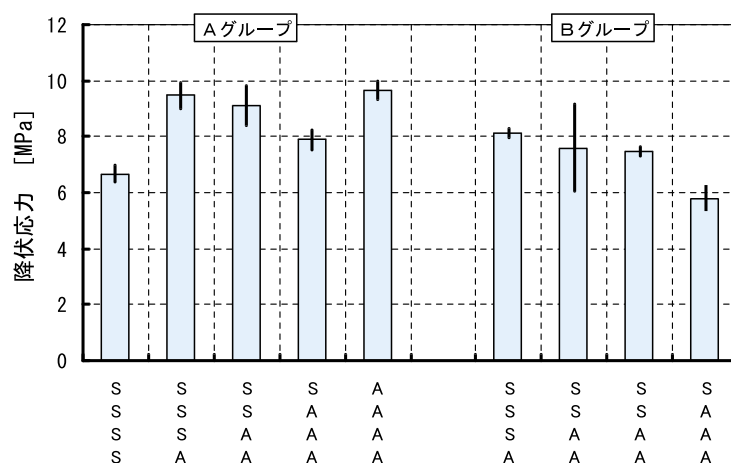


図1-1-8 アカマツ・スギ複合集成材の面圧試験結果

註) A・Bグループ、SSSS～AAAA：表1-1-1参照

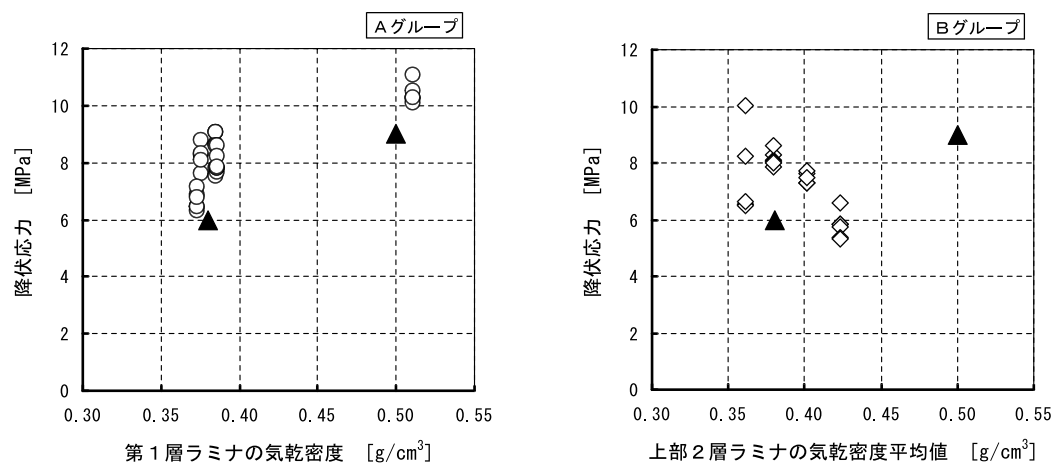


図1-1-9 降伏応力と第1層ラミナの気乾密度（左）および上部2層ラミナの密度平均値（右）との関係

註) A・Bグループ：各ラミナについて樹種間のMOE差の大小、▲：現行設計規準におけるスギおよびアカマツの支圧強度

アカマツ・スギ複合集成材を主材とし、複数本の接合具を有する接合部については、現行の設計式で求められる降伏耐力は実測値よりも低い値となった。この原因が、異樹種集成材にあるのか推定した支圧強度が低かったことに起因するかはさらに検討を要するが、異樹種集成材に特化したパラメータの導入や評価手法の改良の必要性を見出すことはできた（図1-1-10）^{4), 5)}。設計パラメータの確立は今後の課題である。

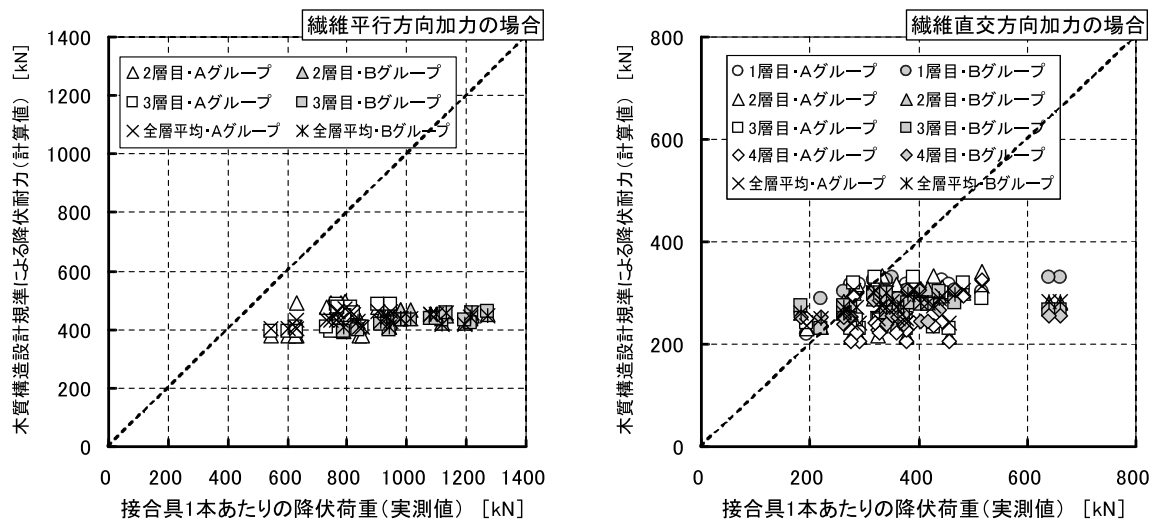


図1-1-10 木質構造設計規準による降伏荷重の計算値と実測値との比較

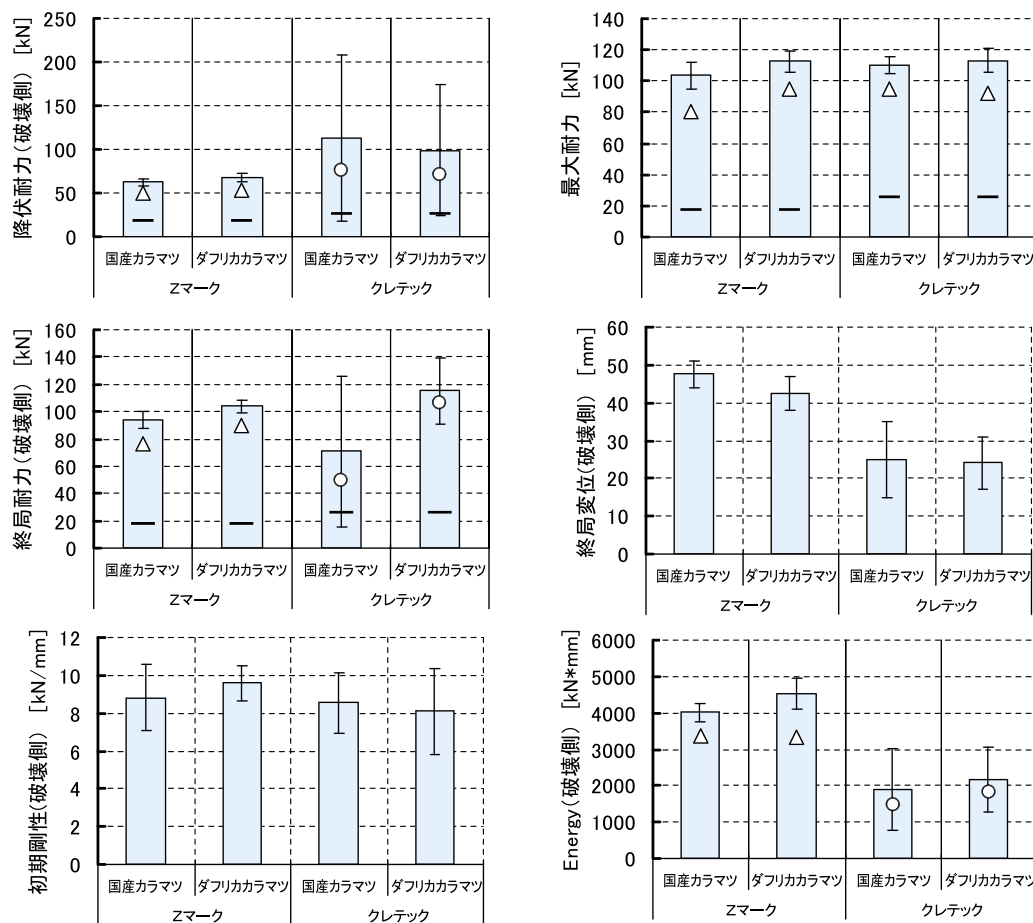


図1-1-11 カラマツLVL・スギ複合集成材を用いた柱梁接合部の強度特性値

注) 棒グラフ：平均値 (6体分)、縦棒：標準偏差、—：梁受け金物に定められた長期許容せん断耐力、

△：信頼水準75%の95%下側許容限界値、○：信頼水準75%の50%下側許容限界値

カラマツLVL・スギ複合集成材を梁とする実大柱梁接合部について、最大耐力は、LVLの樹種および接合金物の種類に関わらずほぼ同じ値となった。降伏耐力は、クレテック金物が若干大きくなったが、ばらつきも大きくなった。一方、終局変位は、Zマーク梁受け金物がクレテック金物の約2倍となり、ねばりを有する接合部であることが分かった（図1-1-11）。なお、今回用いた梁受け金物の長期許容せん断耐力は、Z梁受けが8.6kN、クレテックが12.8kNであり、得られた降伏耐力（4体の平均値）は、この値の約3.2倍～5.2倍であった。また、同様のクレテック金物およびスギ・カラマツ複合集成材を梁を用いた柱梁接合部の最大耐力は101.4kNであり、今回得られた値（国産カラマツ：107.8kN、ダフリカカラマツ：110.8kN）は、外層にカラマツラミナを配置したスギ集成材の梁の性能²⁾ とほぼ同等であった⁶⁾。

オ 今後の問題点

任意の積層構成をもつ集成材を主材とする接合部の設計式を誘導することが出来なかった。

異樹種集成材の長期使用におけるクリープ性能や耐久性能についての検討を行うことが出来なかった。実際の使用においては重要な性能であり、改めて検討する必要があると考えている。

カ 要約

内層にスギ、外層にカラマツ、アカマツ、カラマツLVLを用いた異樹種複合集成材を部材とする接合部の性能を評価するために、上記集成材の面圧試験および柱梁接合部、鋼板挿入式ドリフトピン接合部のせん断試験を実施した。その結果、外層にMOEの高いラミナを配置した集成材を梁とする接合部は、スギ集成材を梁とした接合部よりも高い性能を発揮した。また、異樹種ラミナを配置することにより、よりMOEの低いスギラミナを内層に用いても同等の性能を発揮できることが明らかとなった。本研究の成果は、スギ材の需要拡大、およびその他の地域産材の新たな利用方法の開発につながる。

キ 引用文献

- 1 Tomoyuki Hayashi、Masahiko Karube、Kouji Harada、Toshihiro Mori、Tomonori Ohno、Kohei Kamatsu、Yasuo Iijima：Shear tests of timber joints composed of sugi composite glulam beams using newly developed steel connectors, Journal of Wood Science, 48(6), 484-490(2002.06)
- 2 Yasushi Nakashima、Masaki Harada、Tomoyuki Hayashi、Masahiko Karube、Tadashi Higashino： Shear tests of double shear plate connector joints in Sugi-Japanese Larch composite glulam beams, Journal of Wood Science, 52(1), 44-50(2006.02)
- 3 原田真樹、大西裕二、軽部正彦、林知行、宮武敦、平松靖、鈴木寿幸：スギ・カラマツおよびスギ・アカマツ異樹種複合集成材に対するドリフトピンのめり込み試験，日本木材学会大会研究発表要旨集 56(2006.08)
- 4 原田真樹、宇京斉一郎、軽部正彦、林知行：スギ・アカマツ異樹種複合集成材を主材とする鋼板挿入式ドリフトピン接合部の強度試験，日本建築学会大会講演梗概集，C-1（構造Ⅲ），63-64(2006.09)
- 5 原田真樹、宇京斉一郎、軽部正彦、林知行：スギ・アカマツ異樹種複合集成材を用いた鋼板挿入式ドリフトピン接合部の2面せん断試験，日本木材加工技術協会年次大会講演要旨集，24，

37-38 (2006. 10)

6 原田真樹、軽部正彦、宇京斉一郎、林知行：スギ・カラマツLVL複合集成材を梁とする柱梁接合部のせん断試験，日本建築学会大会講演梗概集，C-1（構造Ⅲ），125-126 (2007. 09)

（原田真樹）

2. スギ中目材の活用による床衝撃音遮断性能に優れた木床の開発

ア 研究目的

各地でスギ等の国産材の需要開拓の取り組みが進んでいる中で、徳島県では県産のスギ材の需要を開拓するため、スギ中目材を活用した民家型工法住宅の普及が図られている。民家型工法住宅は、スギの梁とフローリングからなる床構造で、天井を設置せず、いわゆる化粧表しで二階の梁とフローリングを下室から見る事ができる。視覚的に優れた床構造ではあるが、空気伝搬音と固体伝搬音のいずれに関しても遮音性能は決して高いとは言えない。とくに、固体伝搬音の一種である床衝撃音は音響エネルギーも大きく、民家型工法住宅の居住者からのクレームにも床衝撃音の大きさが上げられている。

本研究では、徳島県産スギ中目材等の国産材を活用した木床に、遮音材と衝撃緩衝材を複合化することによって、床に加えられた衝撃エネルギーを効率よく遮断し、固体伝搬音と空気伝搬音を抑えて、床衝撃音レベル全体を低減する。とりわけ、不快感を誘発しやすい高音域の周波数成分の床衝撃音レベルを遮音性と衝撃緩衝性の複合効果によって抑える。これらの機能を総合的に発揮させ、床衝撃音による不快感の少ない木床を開発する。

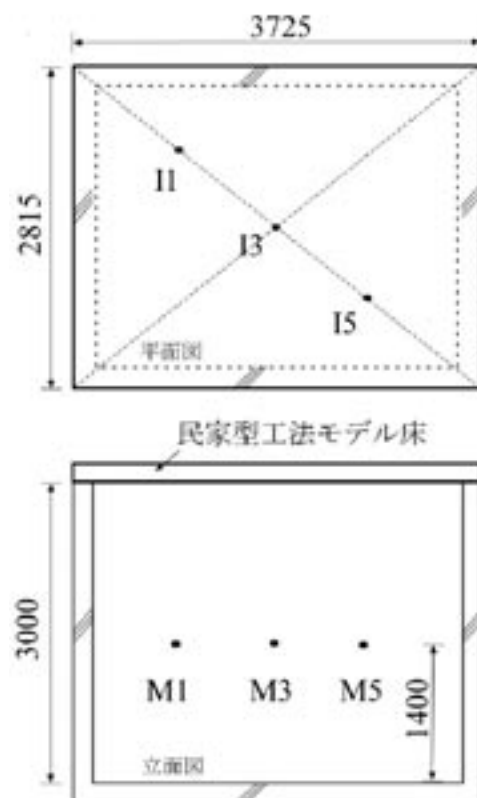
イ 研究方法

(ア) 民家型工法モデル床の仕様

図1-2-1に示すように、鉄筋コンクリート構造の上面の開口部に民家型工法モデル床を設置した。軸材(105X240mm、プレカットベイマツ KD)を2階の開口部(3725 x 2815mm)の周囲ならびに長手方向に910mm あるいは 1820mm の間隔で2本施工した。梁間隔910mm と 1820mm は、それぞれ和室などの比較的小さな部屋あるいは居間などの大きな部屋の二階床構造を想定したものである。梁間隔910mmの軸組例を図1-2-2に示す。本実加工したスギフローリング(製品寸法:幅 190mm、厚さ 30mm、長さ 4000mm、表面は熱圧による圧密加工)を軸材にビス留めし、天井なしの化粧表しとした。

梁間隔が 910mm あるいは 1820mm の軸組について、各々、スギフローリングを1層、2層(直交)、および遮音材(アスファルト系、厚さ 4mm,8mm,12mm の3種類、密度 3g/cm³)を2層のフローリングで挟んで積層したものを 5 種類、合計で 10 種類のモデル床を供試した。

また、梁間隔 1820mm の軸組について、リフォームを想定して、仕上げ側に上記以外のスギフローリング(製品寸法:幅 150mm、厚さ 15mm、長さ 4000mm、



単位: mm

図1-2-1 コンクリート構造に設置した民家型工法モデル床の模式図

I1-I5:加振点、M1-M5:受音点

表裏面熱圧による圧密加工、および本実加工）を用いた。スギフローリングを1層と2層（直交）、および上述の遮音材を2層のフローリングで挟み積層したものを含め、合計5種類のモデル床を供試した。

以上のように、民家型工法モデル床は、スギフローリング、遮音材、およびスギフローリングからなる単純な3層構造で、上下面から見て通常の民家型工法住宅の床と同様の外観とした。

さらに、衝撃緩衝性下地材の効果を検証するため、以下の実験を行った。梁間隔1820mmの軸組について、スギフローリング（製品寸法：幅 150mm、厚さ 15mm、長さ 4000mm、表裏面熱圧による圧密加工、および本実加工）を軸材にビス留めし、天井なしの化粧表しとした。スギフローリングの上全面に遮音材（製品寸法：455 x 910mm、厚さ12mm、密度3g/cm³）を敷き詰め、衝撃緩衝性下地材として試作スギ樹皮ボード（厚さ20mmと40mm、徳島県森林林業研究所製）を敷いた。仕上げのフローリングの代わりに、15mm厚合板（90cmx90cm）を用いた。

（イ）床衝撃音の測定

上述の仕様のモデル床について、建築音響計測システム(B&K, PULSE 3560C)によって、JISに準拠し、軽量あるいは重量床衝撃音レベルを測定した。衝撃源には、JIS A 1418-1:2000に規定されているタッピングマシン、ならびにJIS A 1418-2:2000に規定されている衝撃力特性（1）のタイヤ（重量7.3kg、落下高さ85cm）と衝撃力特性（2）のゴムボール（重量2.5kg、落下高さ1m）を用いた。

なお、試作スギ樹皮ボードを用いた試験体については、タッピングマシンで加振し、軽量衝撃音遮断性能を調べた。

ウ 結果

（ア）梁間隔 910mm の軸組について

図3に示すように、軽量床衝撃音の卓越周波数帯域である 500Hz 帯域に注目して、スギフローリング 1 層と比較すると、スギフローリングの二重張りで 5dB、遮音材を積層して 10dB ～ 15dB の軽量床衝撃音レベルの低減効果が認められた。

重量床衝撃音については、タイヤ衝撃の場合、図4に示すように、重量床衝撃音の卓越周波数帯域である63Hz帯域に注目すると、スギフローリング 1 層と比較して、スギフローリングの二重張りで5dB、遮音材を挟んで積層して6～7dB、それぞれ床衝撃音レベルは低下した。ゴムボール衝撃の場合、図5に示すように、同じく63Hz帯域に注目すると、スギフローリング 1 層と比較して、スギフローリングの二重張りで4dB、遮音材を挟んで積層して8～10dBの床衝撃音レベル低減効果が認められた。

（イ）梁間隔 1820mm の軸組について

図6に示すように、軽量床衝撃音の卓越周波数帯域は、梁間隔を 910mm から 1820mm に変更したことによって、500Hz 帯域から 125Hz ないしは 250Hz 帯域に移動した。スギフローリング 1 層と比較すると、スギフローリングの二重張りで約 5dB、遮音材を挟んで積層して 9dB ～



単位：mm

図 1-2-2 民家型工法モデル床の軸組構造（梁間隔 910mm）

16dB の床衝撃音レベルの低減効果が得られた。

重量床衝撃音については、タイヤ衝撃の場合、図 7 に示すように、重量床衝撃音の卓越周波数帯域である 63Hz 帯域に注目すると、スギフローリング 1 層と比較して、スギフローリングの二重張りで 2dB、遮音材を挟んで積層して 4～9dB、それぞれ床衝撃音レベルは低下した。ゴムボール衝撃の場合、図 8 に示すように、同じく 63Hz 帯域に注目すると、スギフローリングの二重張りで 6dB、遮音材を積層して 11～12dB の床衝撃音レベル低減効果が認められた。

(ウ) リフォームを想定した床仕様について

梁間隔 1820mm の軸組で、リフォームを想定して、仕上げ側のスギフローリングの厚さを 30mm から 15mm にかえた。軽量床衝撃音については、図 9 に示すように、卓越周波数帯域である 500Hz 帯域でスギフローリング 1 層と比較すると、スギフローリングの二重張りで 4dB、スギフローリングで遮音材を挟んで積層して 8～16dB の床衝撃音レベル低減効果が得られた。

重量床衝撃音については、タイヤ衝撃の場合、図 10 に示すように、重量床衝撃音の卓越周波数帯域である 63Hz 帯域に注目すると、スギフローリングの二重張りでは 1dB とわずかな低減効果であったが、スギフローリングで遮音材を挟んで積層して 4～7dB の床衝撃音レベル低減効果が認められた。ゴムボール衝撃の場合、図 11 に示すように、同じく 63Hz 帯域に注目すると、スギフローリングの二重張りではマイナス 6dB と低減効果が得られなかったが、スギフローリングで遮音材を挟んで積層して 3～9dB の床衝撃音レベル低減効果が認められた。

(エ) 試作スギ樹皮ボードの軽量衝撃緩衝性について

図 12 に示すように、試作スギ樹皮ボードの衝撃緩衝性下地材としての性能を検討した結果、500Hz 以上のオクターブ帯域で 10dB 前後の軽量床衝撃音低減効果があることがわかった。

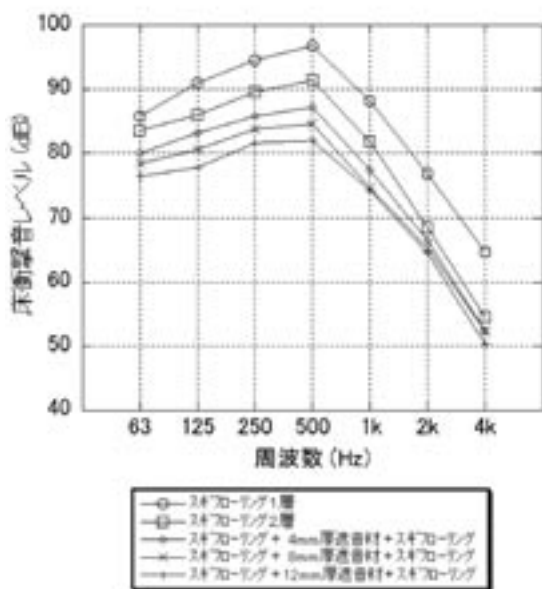


図1-2-3 軽量床衝撃音
(梁間隔 910mm)

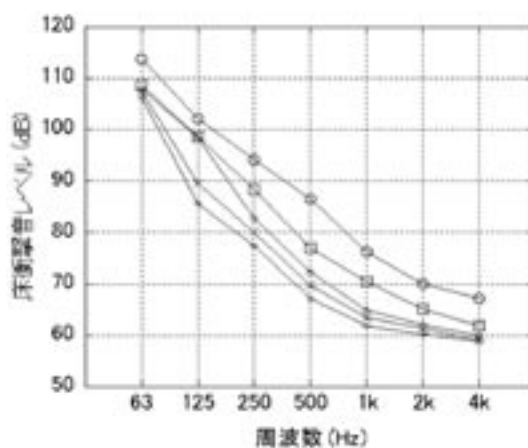


図1-2-4 重量床衝撃音
(タイヤ衝撃、梁間隔 910mm)
凡例は図1-2-3と同じ。

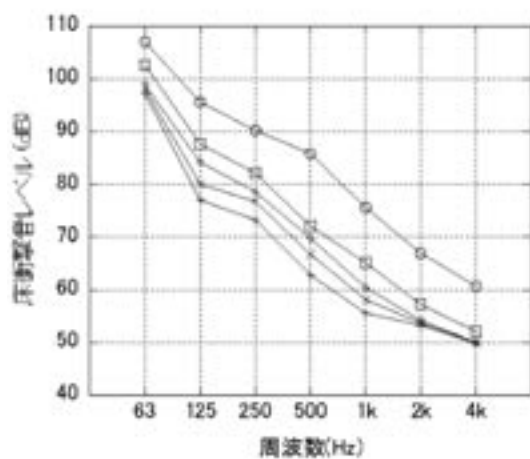


図1-2-5 重量床衝撃音
(ゴムボール衝撃、梁間隔 910mm)
凡例は図1-2-3と同じ。

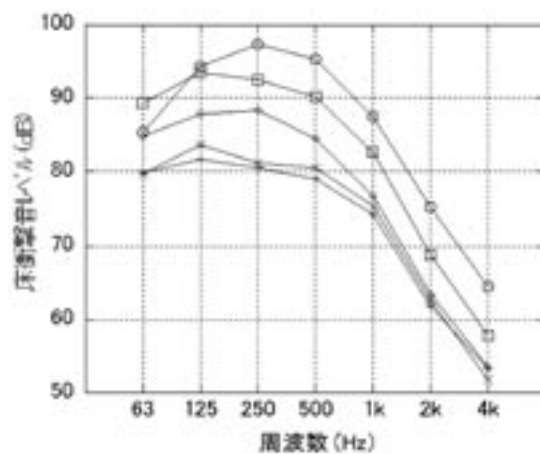


図1-2-6 軽量床衝撃音
(梁間隔 1820mm)
凡例は図1-3と同じ。

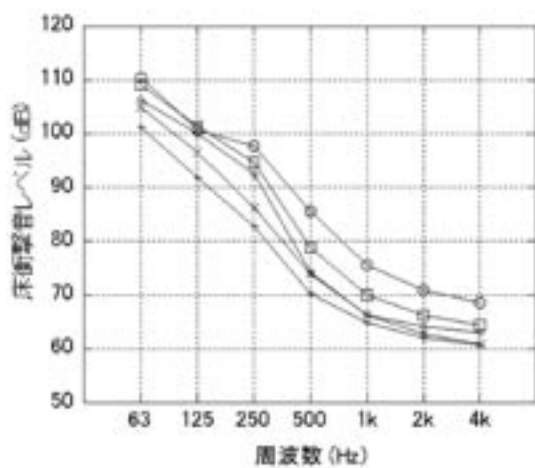


図1-2-7 重量床衝撃音
(タイヤ衝撃、梁間隔 1820mm)
凡例は図1-2-3と同じ。

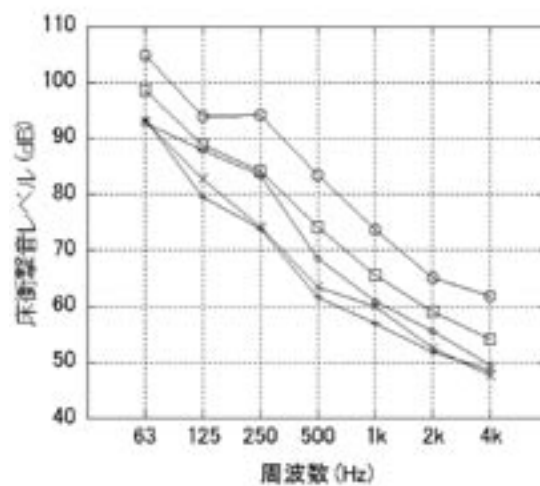


図1-2-8 重量床衝撃音
(ゴムボール衝撃、梁間隔 1820mm)
凡例は図1-2-3と同じ。

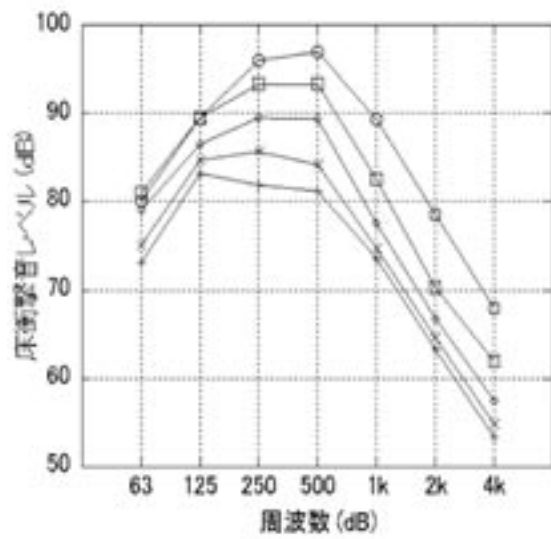


図1-2-9 軽量床衝撃音
(リフォーム、梁間隔 1820mm)
凡例は図1-2-3と同じ。

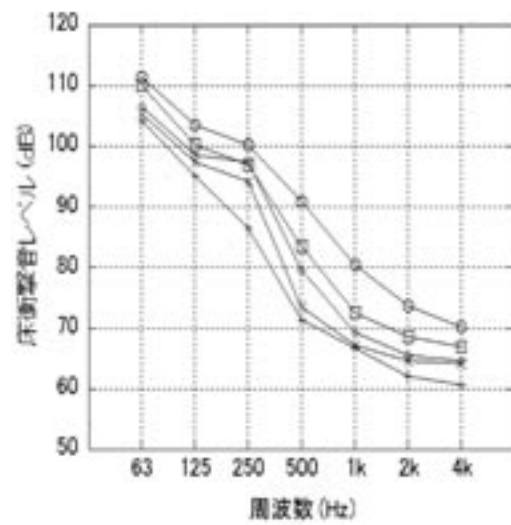


図1-2-10 重量床衝撃音
(リフォーム、タイヤ衝撃、梁間隔 1820mm)
凡例は図1-2-3と同じ。

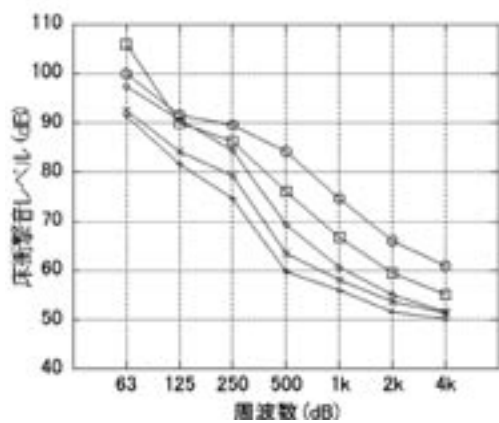


図1-2-11 重量床衝撃音
(リフォーム、ゴムボール衝撃、梁間隔
1820mm) 凡例は図1-2-3と同じ。

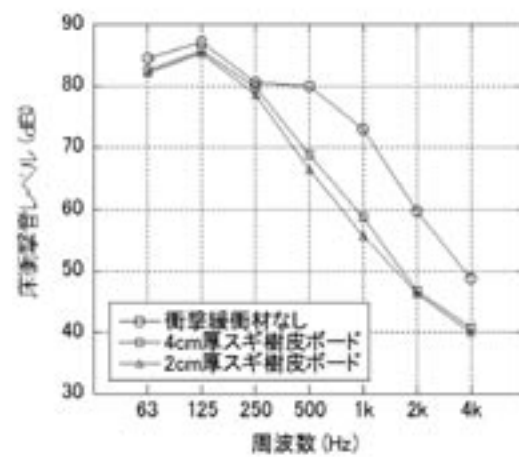


図1-2-12 軽量床衝撃音
(スギ樹皮ボード、梁間隔 1820mm)

エ 考察

(ア) 梁間隔 910mm の軸組について

軽量床衝撃音遮断性能については、スギフローリングの二重張りによってL等級で1段階、遮音材の質量付加によってL等級で2～3段階の改善効果がそれぞれ得られた。

重量床衝撃音遮断性能については、スギフローリングの二重張りによってL等級で1段階、遮音材の質量付加によってL等級で1段階（タイヤ衝撃）ないしは2段階（ゴムボール衝撃）の改善効果をそれぞれ確認することができた。すなわち、床の高剛性化だけではなく、遮音材の質量付加にも重量床衝撃音レベル低減効果があることがわかった。

(イ) 梁間隔 1820mm の軸組について

軽量床衝撃音遮断性能については、梁間隔 910mm とほぼ同様の傾向を示したが、遮音材を8mm以上に厚くしても床衝撃音レベルの低減効果が少ないことがわかった。

重量床衝撃音レベルは、スギフローリングの二重張りによる床の高剛性化だけではなく、遮音材の質量付加にも床衝撃音レベル低減効果があった。ただし、遮音材の厚さが4mmから12mmの範囲では、ゴムボールの衝撃によって63Hz帯域における遮音材の質量付加効果を検出することはできなかった。これらの結果から、木質構造によっては、ゴムボールを用いると63Hz帯域における遮音材の質量付加による床衝撃音レベル低減効果を評価しにくいという問題点があることがわかった。

(ウ) リフォームを想定した床仕様について

リフォームを想定して、仕上げ側のスギフローリングの厚さを30mmから15mmに薄くしても、軽量および重量床衝撃音いずれにおいても、スギフローリングで遮音材を挟んで積層することによって、床衝撃音レベルの低減効果が得られた。ただし、スギフローリングの二重張りだけでは、床の高剛性化を図ることができず、重量床衝撃音レベルを低減させることはできなかった。15mm厚のスギフローリング自体の剛性が低く、床剛性への寄与は期待できない。しかし、遮音材との積層複合化によって、床の剛性が高められると同時に、質量も付加されることから、床衝撃音レベルの低減効果が発揮されるものと推察される。

(エ) 試作スギ樹皮ボードの軽量衝撃緩衝性について

500Hz帯域以上の軽量床衝撃音レベルの低下は、スギ樹皮ボードの軽量衝撃に対する緩衝効果によって、衝撃時間が長くなり、最大衝撃力が減少したため、床衝撃音レベルが全体に低下すると同時に、最大値が低周波数側にシフトしたことによると考えられる。また、63Hzから250Hzのオクターブ帯域では、タッピングマシンの衝撃による軸材および軸材にビス留めされたスギフローリングの振動が、衝撃緩衝材の影響をほとんど受けない状態で、床衝撃音レベルの決定因子となっているため、床衝撃音レベルが大きく変化しなかったと考えられる。

オ 今後の問題点

民家型工法モデル床の剛性を高め、質量を増すことは、基本的な遮音対策として有効であることが確かめられた。今後、環境への負荷などを考慮して、既製の遮音材を単純に導入するのではなく、できる限り身近な天然材料を利用して遮音対策を立てることが必要になってくるであろう。

カ 要約

スギ等の国産材を軸材と面材に使った民家型工法住宅の普及が図られているが、居住者か

らのクレームで遮音性の低さが指摘されている。特に、音響エネルギーの大きな床衝撃音を抑えることが課題となっている。そこで、実大の民家型工法モデル床を供試し、床衝撃音遮断性能を向上させる対策として、スギフローリングと遮音材等を積層複合化し、床の剛性を高め質量を付加する対策を講じた。その結果、L等級で最大3段階まで改善できるだけの軽量および重量床衝撃音レベルの低減効果を実証することができた。

キ 引用文献

- 1) 末吉修三、森川 岳、吉永 亨、中岡正典：民家型工法モデル床の床衝撃音遮断性能－厚密スギフローリングと遮音材の複合化－、第54回日本木材学会大会研究発表要旨集、555 (2004)
- 2) 末吉修三、森川 岳：木質構造の床衝撃音の音質評価(I)－重量床衝撃音のラウドネス－、第55回日本木材学会大会研究発表要旨集、(2005)
- 3) 末吉修三、吉永亨、中岡正典：民家型工法モデル床の床衝撃音遮断性能－スギ樹皮ボードの軽量衝撃緩衝性－、第56回日本木材学会大会研究発表要旨集 (CD-ROM) 56:H09-1045 (2006)
- 4) Sueyoshi S: Psychoacoustical evaluation of floor impact sounds from wood framed structures, J. Wood Science, (2007) 投稿中

(末吉修三)

3. 地域産材を活用した新しい耐力壁・水平構面の開発及び評価

ア 研究目的

県の試験研究機関と森林総研とが連携して地域産材を利用した新しい耐力壁・水平構面を開発し、それらの実大加力実験を行い、その性能を評価することを目的とする。

イ 研究方法

(1) 岩手県産スギ製材を多用した落とし込み板壁耐力壁の開発

岩手県林業技術センター及び(有)西建築設計と共同で、岩手県産スギ製材を多用した落とし込み板壁耐力壁の開発を行った。開発した落とし込み板壁は、受材をビス留めした柱及び横架材間に壁材を落とし込み、壁材を受材にビス留めしたものである。壁材は、凹型に加工されたスギ製材を雇い実はぎ(雇い実はスギ製材)して横に積み上げて出来ており、スギ製材はそれらを貫通する通し材にビス留めされている。開発した落とし込み板壁の一例を図1-3-1に示す。通し材の本数、スギ製材の受材及び通し材への留め付け方を変えた試験体を製作し、それらの面内せん断試験を実施して性能を評価した。通し材には当初、アカマツを使用したが高耐久力が得られなかったため、後の試験体ではクリを使用した。通し材にクリを使用した試験体の仕様の一覧を表1-3-1に示す。試験体数は1種類につき3体とした。面内せん断試験は建築基準法施行令第46条第4項表1の(八)に基づく木造軸組耐力壁の試験法、評価法に準拠して実施した¹⁾。

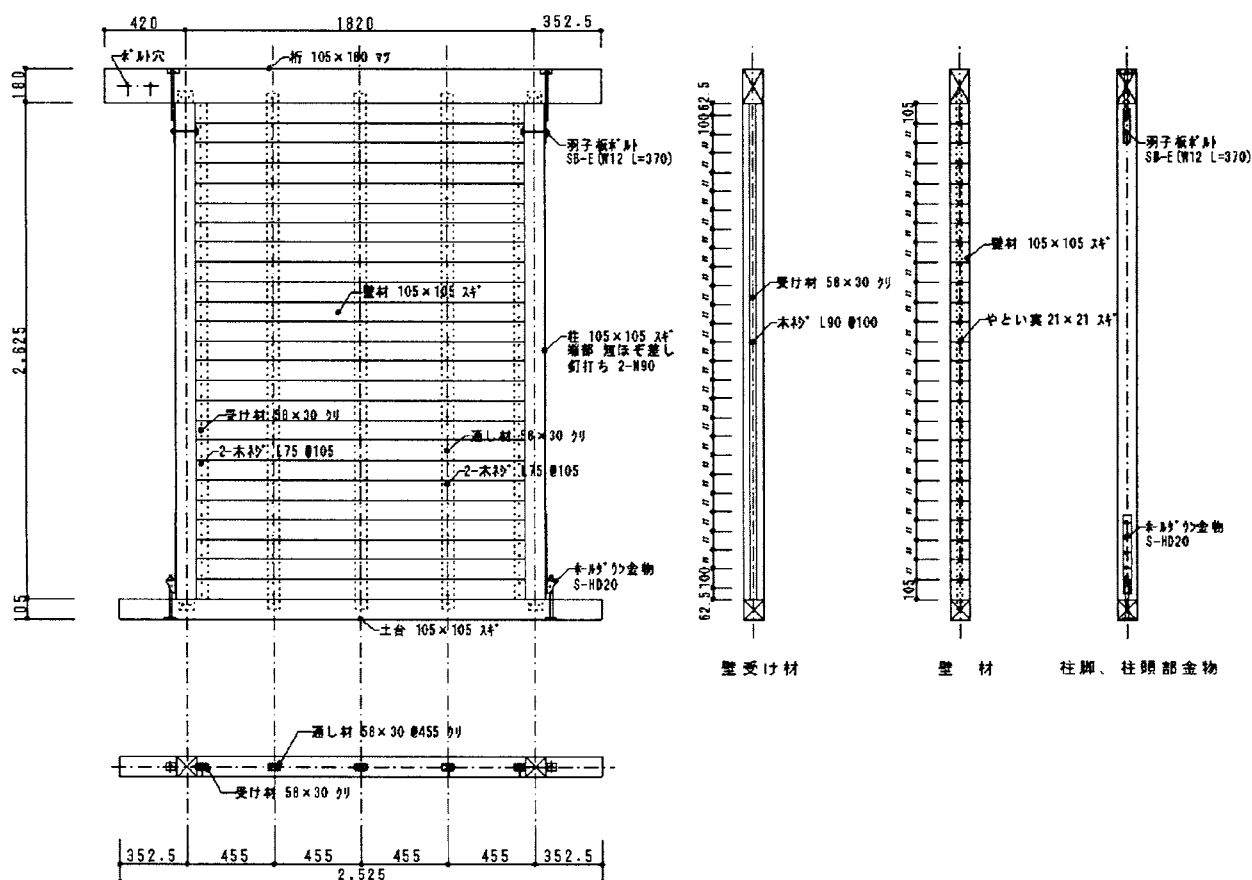


図 1-3-1 開発した落とし込み板壁の例

表 1-3-1 落とし込み板壁試験体の仕様一覧

試験体名	壁厚 (mm)	壁長さ (mm)	通し材 の樹種	通し材 の本数	留め付けビス本数		試験方法
					通し材と受材	スギ製材と通し材	
2P-3-3	105	1820	クリ	3	2	2(中央の通し材のみ)	柱脚固定式
2P-3-5	105	1820	クリ	3	2	2	柱脚固定式
2P-2-1	105	1820	クリ	2	1	1	タイロッド式
2P-2-2	105	1820	クリ	2	2	2	タイロッド式
1P-1-2	105	910	クリ	1	2	2	柱脚固定式
2P-1-2	105	1820	クリ	1	2	2	柱脚固定式
2P-3-N	75	1820	クリ	3	2	2	柱脚固定式
2P-3-P	75	1820	クリ	3	2	2	柱脚固定式
2P-3-C	75	1820	クリ	3	2	2	柱脚固定式

2P-3-P及び2P-3-Cは、壁厚75mmの板壁の壁面上、柱と横架材に囲まれる部分に面材（2P-3-Pは構造用合板9mm厚、2P-3-Cはスギ圧密板9mm厚）をはめ込んでビス留め（ビスの径3.8mm、長さ32mm、外周150mm間隔、内部200mm間隔）したもので、2P-3-Nは面材がはめ込まれていないタイプである（写真1-3-1参照）。



写真 1-3-1 試験体 2P-3-N、2P-3-P、2P-3-C（左より）

2P-3-P は実験終了時の写真（合板が面外に座屈）

面内せん断試験に加えて、表1-3-2に示した試験体の振動台実験を行った。振動台実験の様子を写真1-3-2に示す。耐力壁に作用する慣性力の大きさを決める質量は、面内せん断試験により求めた壁倍率に1.96kN/mを乗じた値をその試験体の短期基準せん断耐力とし、この値を標準せん断力係数 $C_0=0.2$ で割った数値を基準とした。以上により求めた質量は、D2P-3については6916kg、D2P-3Tについては1092kg、D2P-2については3276kg、D1P-1については3003kgとなるが、使用した試験装置ではこの数値と全く同じ質量を付加することはできないので、この数値にもっとも近い質量を設定し、D2P-3は6752kg、D2P-3Tは2110kg、2P-2、1P-1はそれぞれ3050kgとした。加振波は1995年の兵庫県南部地震時に神戸海洋気象台にて観測された実地震波のNS成分（以下、JMA 神戸波）とした。試験体数は各仕様3体（D2P-3Tについては2体）である。1体目については

表 1-3-2 振動台実験に供した落とし込み板壁試験体一覧

試験体名	壁厚 (mm)	壁長さ (mm)	通し材 の樹種	通し材 の本数	留め付けビス本数		付加質量 (kg)
					通し材と受材	スギ製材と通し材	
Dyn-2P-3	105	1820	クリ	3	2	2	6752
Dyn-2P-3T	60	1820	クリ	3	2	2	2110
Dyn-2P-2	105	1820	クリ	2	2	2	3050
Dyn1P-1	105	910	クリ	1	2	2	3050



写真 1-3-2 振動台実験の様子

伝達関数を求めるための微小加振を行った後、JMA神戸波の原波に対して50%～125%の加振を行い、2,3体目の地震の入力レベルを決定した。2,3体目にはJMA神戸波の原波（100%）を入力し、その応答性状を調べた。

（2）広島県産スギ・ヒノキを活用した床の開発及び広島県産スギ圧密材の構造部材としての用途開発
広島県立林業技術センターと共同で、図1-3-2に示すような広島県産スギ乾燥材（厚さ12mm、幅105mm、本実付き）を幅方向に並べたものを、厚さ方向にヒノキの蟻食い実を用いて接合したパネル（スギ板2層パネルと称する）を開発した。スギ板2層パネルを、

幅19mm厚さ3mmのフラットバーを押えにして四周を梁に釘N75により留めつけた床の面内せん断試験をタイロッド式にて行い、その強度性能を評価した。試験体の形状を図1-3-3に示す。

スギ圧密板3mm厚、スギ製材15mm厚、スギ製材10mm厚を互いに繊維方向が直交するように接

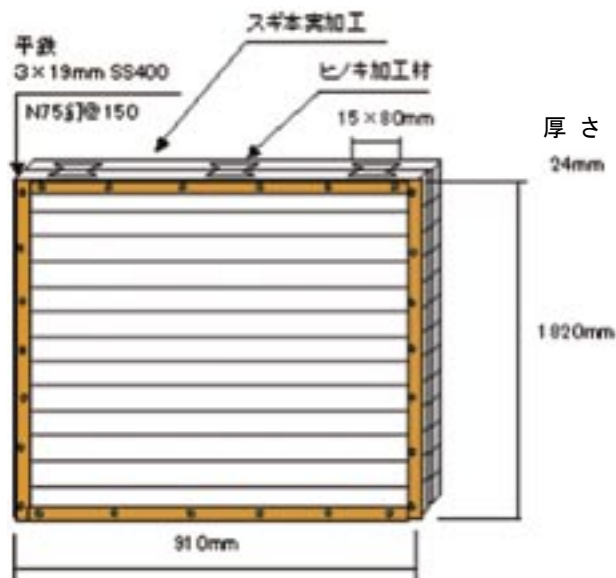


図 1-3-2 スギ板 2 層パネル

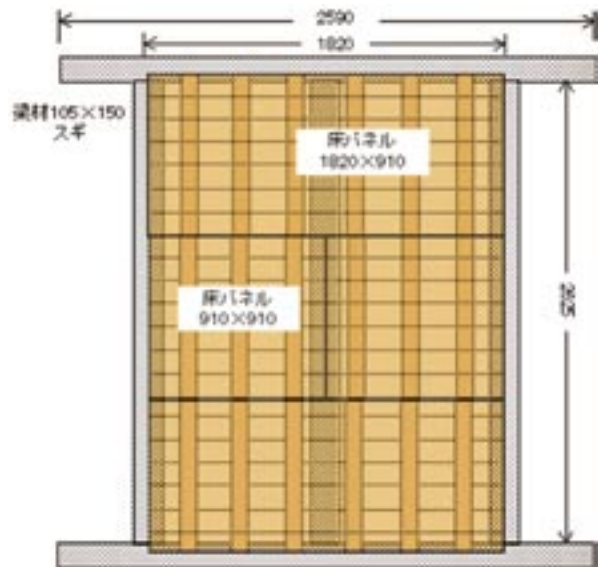


図 1-3-3 床試験体の形状

着した面材（スギ圧密パネルと称する）を釘N90、150mm間隔で梁・桁に留めつけた床組の面内せん断実験をタイロッド式にて実施し、その性能を評価した。また、スギ圧密板の代わりにスギ単板3mm厚を用いた面材をスギ圧密パネルと同様に、梁・桁に留めつけた床組の面内せん断実験も併せて行い、両者の性能を比較した。試験の様子を写真1-3-3に示す。スギ圧密板は、圧密する前の厚さの半分の厚さになるまで圧縮したものである。

面材となるスギ圧密板と軸組材のスギ製材間の釘接合部の性能を明らかにするために、広島県産スギを用いた圧密板を側材としスギ製材を主材とする釘接合部の一面せん断試験を行った。また、構造用合板やスギ製材を側材としスギ製材を主材とする釘接合部の一面せん断試験も併せて行い、両者の性能を比較した。釘接合部一面せん断試験体の形状を図1-3-4に、試験体一覧を表1-3-3に示す。試験は1種類につき7体実施した。



写真 1-3-3 スギ圧密パネルを張った床の面内せん断試験の様子

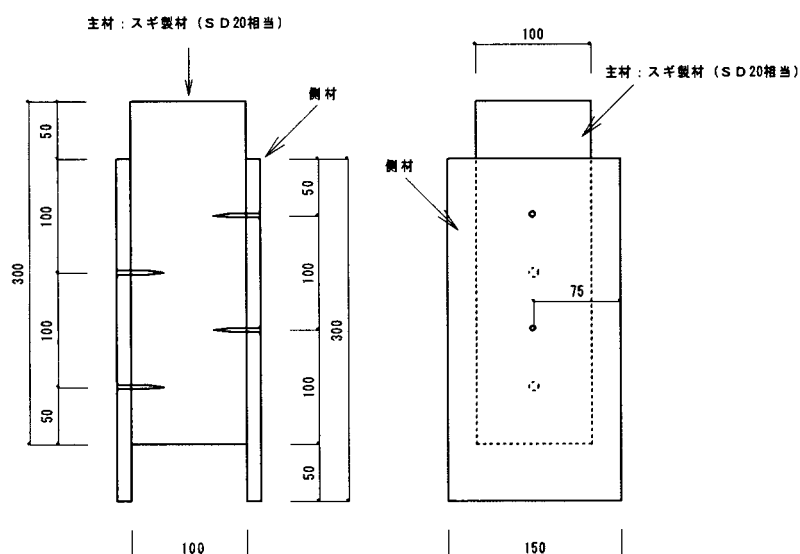


図 1-3-4 釘接合部一面せん断試験体の形状

表 1-3-3 釘接合部一面せん断試験体一覧

側材の種類	厚さ(mm)
スギ圧密材1枚板	12
スギ圧密材(6mm厚)2枚積層接着板	12
スギ圧密材(3mm厚)4枚積層接着板	12
構造用合板(5ply、ラージ-スギ複合)	12
スギ製材1枚板	12
スギ製材2枚積層接着板	12

※積層接着板を構成する板材の繊維方向は互いに直交する

ように接着されている。

ウエ 結果と考察

(1) 岩手県産スギ製材を多用した落とし込み板壁耐力壁の開発

図1-3-5に面内せん断試験時の荷重－せん断変形角関係を示す。また、表1-3-4に $\alpha=1$ として求めた壁倍率を示す。1種類につき3体の試験を実施しているが、特定せん断変形角（みかけのせん断変形角1/120radまたは真のせん断変形角1/150rad）時の荷重のばらつきが大きかった。この原因としては、通し材とスギ製材とのクリアランスのばらつきが大きかったためと考えられる。壁長さ1820mmの試験体では、通し材の本数や留め付けビス本数に応じて壁倍率が1.2～4.5の値を示した。落とし込み板壁に合板をはめ込んだものの壁倍率は4.1、スギ圧密板をはめ込んだものの壁倍率は3.9となり、板壁のみの倍率1.9の2倍以上の数値を示した。試験体は柱脚元のホールダウン金物の破損や柱の割裂、引張で破壊しており、柱－横架材接合部の先行破壊や柱自体の損傷を生じさせない工夫が必要である。

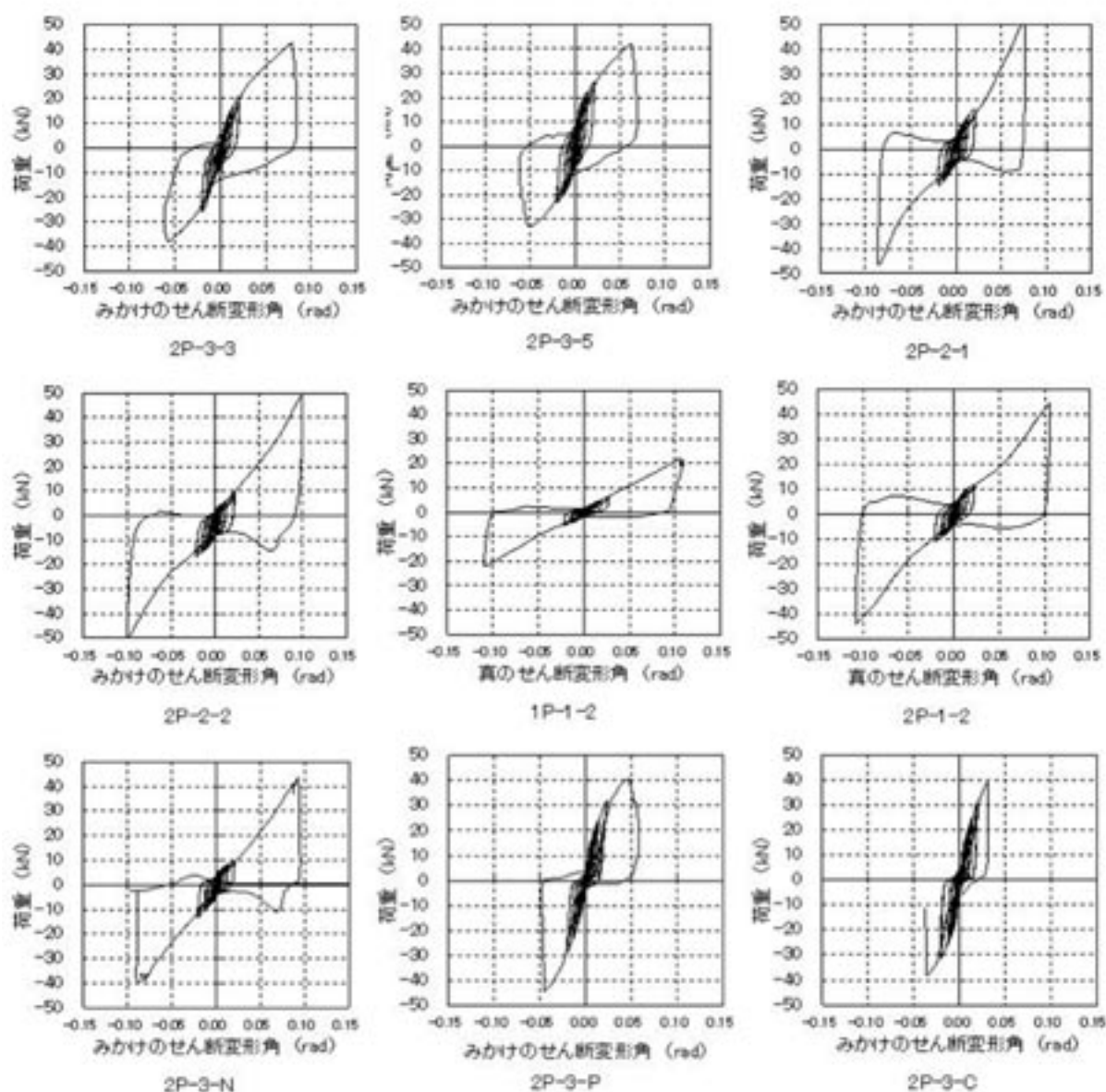


図 1-3-5 落とし込み板壁試験体の荷重・せん断変形角関係

表 1-3-4 落とし込み板壁試験体の壁倍率

試験体名	壁厚 (mm)	壁長さ (mm)	通し材 の樹種	通し材 の本数	留め付けビス本数		試験方法	壁倍率 決定因子	壁倍率 ($\alpha=1$)
					通し材と受材	スギ製材と通し材			
2P-3-3	105	1820	クリ	3	2	2(中央の通し材のみ)	柱脚固定式	1/120rad	3.8
2P-3-5	105	1820	クリ	3	2		2 柱脚固定式	$P_u \cdot (0.2\sqrt{2\mu-1})$	4.5
2P-2-1	105	1820	クリ	2	1		1 タイロッド式	1/150rad	2.2
2P-2-2	105	1820	クリ	2	2		1 タイロッド式	1/150rad	1.2
1P-1-2	105	910	クリ	1	2		2 柱脚固定式	$P_u \cdot (0.2\sqrt{2\mu-1})$	3.0
2P-1-2	105	1820	クリ	1	2		2 柱脚固定式	1/120rad	1.3
2P-3-N	75	1820	クリ	3	2		2 柱脚固定式	1/120rad	1.9
2P-3-P	75	1820	クリ	3	2		2 柱脚固定式	$P_u \cdot (0.2\sqrt{2\mu-1})$	4.1
2P-3-C	75	1820	クリ	3	2		2 柱脚固定式	$P_u \cdot (0.2\sqrt{2\mu-1})$	3.9

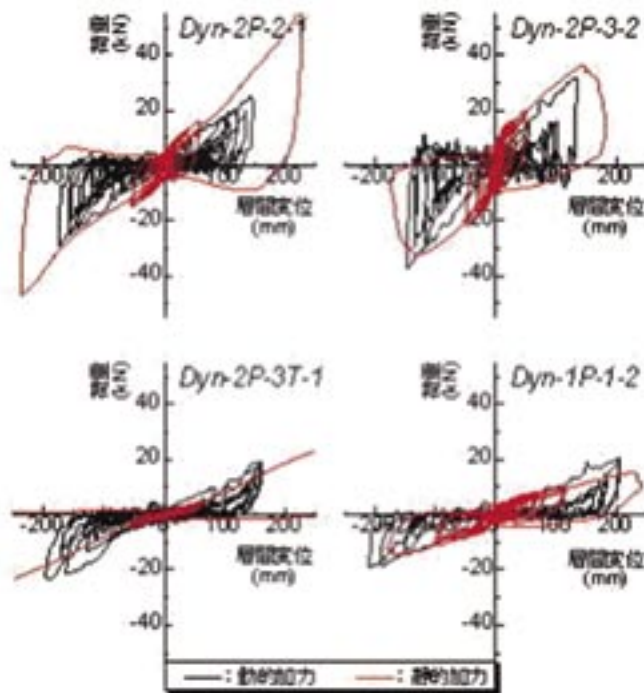


図 1-3-6 振動台実験結果と面内せん断実験結果との比較の例

板床16.7kNで、パネル床は合板床の87%であったが、真のせん断変形角が1/150rad時の荷重はパネル床6.8kN、合板床10.9kNで、パネル床は合板床の62%であった。床倍率を求めるとパネル床は1.9、合板床は2.9であり、パネル床の床倍率を高めるには初期剛性を向上させる工夫が必要である。

図1-3-8にスギ圧密パネル床の荷重 - 真のせん断変形角関係の例を、図1-3-9にスギ圧密材の代わりにスギ単板を接着したパネル床の荷重 - 真のせん断変形角関係の例を示す。両者の荷重 - 真のせん断変形角関係は類似しており、床倍率はスギ圧密パネル床2.75、スギ単板を接着した床2.67で、

図1-3-6に振動台実験結果と面内せん断実験結果とを比較した例を示す。振動台実験により得られた荷重 - 層間変位関係と面内せん断試験により得られた荷重 - 層間変位関係とは類似していた。JMA神戸波の原波を作用させても試験体には大きな損傷が認められず、開発した板壁は高い耐震性能を有することがわかった。

(2) 広島県産スギ・ヒノキを活用した床の開発及び広島県産スギ圧密材の構造部材としての用途開発

図1-3-7にスギ板2層パネルを張った床（以下、パネル床と称す）と構造用合板（ラーチ24mm厚、構造用合板JAS2級）を張った床（以下、合板床と称す）の荷重 - 変形角関係（包絡線）の比較を示す。終局耐力はパネル床14.5kN、合

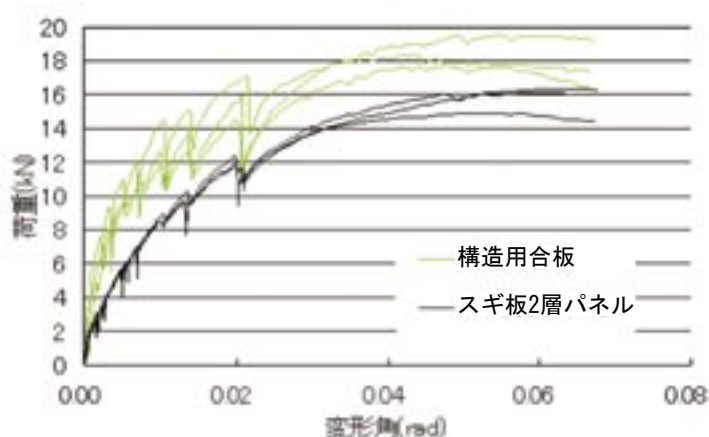


図 1-3-7 スギ板 2 層パネルを張った床と構造用合板を張った床の荷重 - 変形角関係（包絡線）の比較

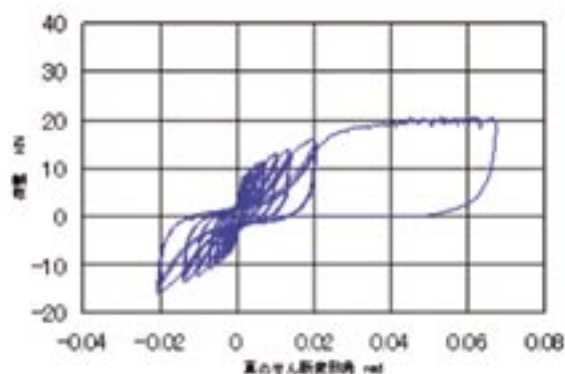


図 1-3-8 スギ圧密パネル床の荷重 - 真のせん断変形角関係の例

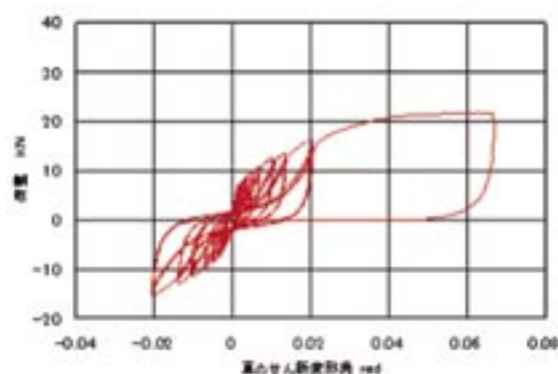


図 1-3-9 スギ圧密材の代わりにスギ単板を接着したパネル床の荷重 - 真のせん断変形角関係の例

ほぼ同じであった。

表1-3-5に、側材にスギ圧密板、構造用合板、スギ製材を用い、主材にスギ製材用いた釘接合部の一面せん断試験結果を示す。圧密積層材の破壊性状は釘の引き抜けであった。短期基準せん断耐力は、どの試験体も降伏耐力で決まり、大きい方から圧密2枚積層材、構造用合板、圧密4枚積層材、スギ板2枚積層材、スギ1枚板、圧密1枚板の順となった。圧密1枚板は割れが発生した試験体もあり、降伏耐力等が低かった。

表 1-3-5 釘接合部一面せん断試験結果

側材の種類	主材密度 (kg/m ³)	側材密度 (kg/m ³)	最大荷重 (kN)	最大荷重時変位 (mm)	降伏耐力 P_y (kN)	初期剛性 K (kN/mm)	短期基準せん断耐力 (kN)
スギ圧密材1枚板	434	731	1.15	11.21	0.63	1.18	0.39
スギ圧密材(6mm厚)2枚積層接着板	430	652	1.31	10.84	0.75	1.41	0.61
スギ圧密材(3mm厚)4枚積層接着板	428	659	1.26	14.68	0.7	1.17	0.49
構造用合板(5ply、ラージ-スギ複合)	425	664	1.36	12.44	0.78	1.90	0.55
スギ製材1枚板	423	324	1.00	15.62	0.52	0.47	0.40
スギ製材2枚積層接着板	420	381	1.09	14.19	0.57	0.37	0.49

※短期基準せん断耐力以外は平均値

オ 今後の問題点

開発した落とし込み板壁の柱 - 横架材接合部は、壁の耐力に見合った性能を有することが求められる。既存の柱 - 横架材接合部を落とし込み板壁へ適応することを検討する他、落とし込み板壁にふさわしい柱 - 横架材接合部の開発が望まれる。開発した落とし込み板壁の耐力及び変形性能を計算によって求めることが可能な理論の構築が必要である。

カ 要約

岩手県林業技術センター及び（有）西建築設計と共同で、岩手県産スギ製材を多用した落とし込み板壁耐力壁の開発を行った。開発した落とし込み板壁は、受材をビス留めした柱及び横架材間に壁材を落とし込み、壁材を受材にビス留めしたものである。壁材は、凹型に加工されたスギ製材を雇い実はぎ（雇い実はスギ製材）して横に積み上げて出来ており、スギ製材はそれらを貫通する通し材にビス留めされている。長さ1820mmの壁では、通し材の本数や留め付けビスの本数に応じて壁倍率1.2～4.5の耐力壁となった。開発した落とし込み板壁に合板をはめ込みビス留めしたものの壁倍率は4.1、スギ圧密板をはめ込みビス留めしたものの壁倍率は3.9となり、板壁のみの倍率1.9の2倍以上の数値を示した。構造用合板やスギ圧密板をはめ込みビス留めすることにより、初期剛性を大幅に向上させることが可能である。開発した落とし込み板壁を振動台実験に供し、JMA神戸波の原波を作用させても試験体には大きな損傷が認められず、開発した板壁は高い耐震性能を有することがわかった。

広島県立林業技術センターと共同で、広島県産スギ乾燥材（厚さ12mm、幅105mm、本実付き）を幅方向に並べたものを、厚さ方向にヒノキの蟻雇い実を用いて接合したパネル（スギ板2層パネル）を開発した。スギ板2層パネルを、幅19mm厚さ3mmのフラットバーを押えにして四周を梁に釘N75により留めつけた床の面内せん断試験をタイロッド式にて行い、その強度性能を評価した。スギ板2層パネルを張った床（パネル床）と構造用合板を張った床（合板床）の面内せん断試験結果を比較すると、終局耐力はパネル床14.5kN、合板床16.7kNで、パネル床は合板床の87%であったが、真のせん断変形角が1/150rad時の耐力はパネル床6.8kN、合板床10.9kNで、パネル床は合板床の62%であった。床倍率を求めるとパネル床は1.9、合板床は2.9であり、パネル床の床倍率を高めるには初期剛性を向上させる工夫が必要である。

スギ圧密パネル床及びスギ圧密材の代わりにスギ単板を接着したパネル床の面内せん断試験を行った。両者の荷重 - 真のせん断変形角関係は類似しており、床倍率はスギ圧密パネル床2.75、スギ単板を接着した床2.67で、ほぼ同じであった。

側材にスギ圧密板、構造用合板、スギ製材を用い、主材にスギ製材を用いた釘接合部の一面せん断試験を行った。その結果、短期基準せん断耐力はどの試験体も降伏耐力で決まり、大きい方から圧密2枚積層材、構造用合板、圧密4枚積層材、スギ板2枚積層材、スギ1枚板、圧密1枚板の順となった。圧密2枚積層板は構造用合板とほぼ同等の短期基準せん断耐力を示した。

キ 引用文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター企画編集 (2004), “木造軸組工法住宅の許容応力度設計” 第3版, (財)日本住宅・木材技術センター, 133-137

(森林総合研究所構造利用研究領域 杉本健一、三井信宏、青井秀樹、青木謙治)

(岩手県林業技術センター 東野 正)

(広島県立林業技術センター 藤田和彦)

4. 木材表面の化学改質及び塗装技術の高度化

ア 研究目的

環境への配慮、高齢化社会の到来から、低環境負荷で、人に優しい材料である木材を住空間に多用しようという欲求が強まっている。また、国産材の新規用途開発による需要の増大が求められている。しかしながら、木材は屋内では水や埃、人の手垢などによるシミや汚れを生じ、屋外では雨、光（特に紫外線）、菌類、塵埃、大気汚染物質などにより割れ、変色、風化などの表面の劣化を生じるため、上記用途の開発のために、これらを防止する技術の開発が求められている。

木材表面を化学改質することにより表面の劣化の防止が可能であるが、環境に対する負荷の小さい方法でなければならない。森林総研が基礎的な開発・研究を行って成果を得てきた、塗装による表面改質及び天然物からできている自然塗料など低環境負荷型塗料の塗布により、木材表面に防汚性、撥水性、耐光性、耐候性を付与する技術について、県産材に適用する技術開発を岐阜県及び鳥取県の公設研究機関と共同して研究を行う。

イ 研究方法

表面の防汚性付与については、塗装木材表面に、室内外のほこりを想定してカーボンブラック（C B）の付着試験を行い、汚れにくい表面特性を検討するとともに、プラズマ処理による低汚染性表面を調製した。

自然系塗料を塗装した木材の評価については、屋外暴露試験等を行い、塗膜の変色、撥水性等により耐候性能を評価するとともに、V O Cを測定した。

（ア）表面の防汚性付与

a. 供試材：

スギ及びブナ材（寸法 W15×L40×T5 mm、柾目板、心材部、#240 サンドペーパー仕上げ）を用い、比較の木目が生かされるクリアな造膜もしくは非造膜タイプの塗料（エクステリア用、家具用）を施した。塗布量は仕様に準じ、刷毛塗りを行った。表面の性状は、面積抵抗率（500V の電圧印加 1 分）の測定、X P S による表面の元素分析、液滴法による水の接触角及び水の浸透時間を測定し、評価した（表 1-4-1）。

表 1-4-1 供試塗料の性質（スギ）

試験体	用途	塗装タイプ	O / C	接触角（°）
cont		無処理	0.19	107.2
S3	エクステリア	造膜	0.22	107.8
S4	エクステリア	非造膜	0.28	90.1
S5	エクステリア	造膜	0.26	91.1
S6	エクステリア	造膜	0.31	60.3
S7	エクステリア	造膜	0.28	102.3
S9	インテリア	非造膜	0.18	116.7
S10	インテリア	非造膜	0.24	103.6

b. プラズマ処理（コロナ放電）：

春日電気（株）製のプラズマシャワー PS-601C（AC10kv、60mA）を用いた。本装置は、開放型でベルトコンベアにより材表面に、約 1.2 秒処理を施した（図 1-4-1）。



図1-4-1 プラズマ処理による木材表面の親水化処理

c. 木材表面へのプラズマ前処理グラフト重合：

プラズマ処理を施し表面が活性化した無塗装のスギ材に、2-ヒドロキシエチルアクリル酸のグラフト化により親水性表面を調製した。

d. 汚染試験：

（a）疎水性汚染質としてカーボンプラック（CB：66nm、旭カーボン製）を用いた。10wt % イソプロピルアルコール水溶液に、CBを 0.3wt %を仕込み、ミックスローターを用い 30 ～ 35℃下で1分間振とうし、付着させた（Tsuji らの汚染法を改良）。

（b）親水性汚染質として赤色の食用色素（102号）を用いた。材表面に 1wt %水溶液を 0.1g 滴下し、20℃、湿度 30 %下でゆっくりと表面に染料を乾固させた後、試験片をビーカー内に浸漬し水への再溶解を行い、色差測定、目視による汚染性の 5 段階評価及びマイクロ스코プによる観察を行い、付着残差を評価した。

e. 汚染性の評価：

（a）汚染試験前・後の試験片表面の色測定（日本電色SE-2000）により、CBは明度指数 L^* 、染料は、 a^* により評価した。

（b）表面の観察はマイクロ스코プ（キーエンス社VH-5900）を用い、深さ方向は木口断面を光学顕微鏡により観察した。

（イ）自然系塗料の性能

a. 供試材：

自然系塗料A、B、C及び比較のためにアルキド系塗料Dのいずれも黄色系及び茶色系を供試した（表 1-4-2）。塗装は、スギ心材の柃目板〔促進耐候試験用 R65×L140×T8mm、屋外暴露試験用 R100×L300×T12mm〕に、各社の屋外塗装仕様どおりに行った。

表 1-4-2 供試塗料の性質

塗料	樹脂	主溶剤	塗膜形状	防かび 剤	屋外塗装仕様
A	亜麻仁油	シトラー	半造膜型	なし	プライマー 1 回・着色上塗り 2 回・ クリアー 1 回
B	亜麻仁油	イソパラフィン	半造膜型	なし	プライマー 1 回・着色上塗り 2 回
C	亜麻仁油	ミネラルスピリ ット	含浸型	あり	プライマー 1 回・着色上塗り 1 回
D	アルキド	ミネラルスピリ ット	含浸型	あり	着色上塗り 2 回

b. 促進耐候試験：

JIS K5600 の促進耐候試験方法に基づき、キセノンランプウエザーメーター（アトラス社製）を用い、100 時間毎に色差（ ΔE^*_{ab} ）、撥水度の測定を行なった。試験は 1250 時間行なった。

c. 屋外暴露試験：

JIS K5600 の屋外暴露試験方法に基づき、つくば市内農林団地 7 号屋外暴露場の暴露架台（南面 45°）にて、平成 13 年 4 月から屋外暴露を行い、1、3、6、12、18 ヶ月後に色差（ ΔE^*_{ab} ）、撥水度、表面欠陥度（主に生物汚染）の測定を行った。

（ウ）自然系塗料から放散される VOC

a. 供試材：

スギ心材板目板(L165mm×T165mm×XR12mm)に、自然系塗料として油性塗料(溶剤系)5種類、油性塗料(水系)1種類、樹脂系塗料1種類、タンニン系塗料1種類、ワックス(溶剤系)3種類、ワックス(水系)2種類の計13種類を2回塗布した（下塗りとして約50g/m²塗布し、1日放置後に上塗りとして約50g/m²塗布）。塗料に使われている主要原料、その揮発分及び塗布量を表1-4-3&4に示した。主な溶剤として、天然系(オレンジ油、テレピン油、水)のほか、石油由来のもの(パラフィン系炭化水素、鉱物油)が使われているものがあつた。各塗料について、室温放置後、45℃で蒸発させて測定した揮発分量は、表1-4-4に示すように塗料によって異なり、38-95%であつた。

b. 小形チャンバー法によるアルデヒド類及びVOC放散量測定：

自然系塗料を塗装した木材からのアルデヒド類及びVOCの放散量測定を、小形チャンバー法(JISA1901:2003)により行つた（チャンバー温度:28±1℃、湿度:50±5%RH、換気回数:0.5回/h、試料負荷率:2.2m²/m³、試験体単位面積当たりの換気量Q/5):0.23m³/m²h)。ここで、Q:換気量(0.01m³/h)、S:材料表面積(0.0432m²)である。上塗り塗装した直後に試験体をチャンバー内に設置した。設置1日後にアルデヒド類捕集カートリッジ(LpDNPH)及びVOC捕集管(TenaxTA)にそれぞれ0.0032m³の空気を採取した。採取後、この試験体をチャンバーから取り出して、28±1℃、50±5%RHの恒温恒湿室内に6日間放置した後、再びチャンバー内に設置して1日後に、同様の空気採取を行つた。この後同様に13日間放置した後空気採取を行つた。ここでは、これらを1日後及び1、3週後の測定とした。各測定は、2回繰り返した。試験体設置の前にチャンバーのバックグラウンド濃度を毎回

測定した。アルデヒド類は溶媒脱着後高速液クロ分析、VOCは加熱脱着後GC/MS分析を行った。

2種類のアルデヒド類及び50種類のVOCと総揮発性有機化合物TVOC (C6-C16、トルエン換算)の採取量から、チャンバー内における各化学物質の気中濃度(-採取量/採取空気量、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)を算出した。塗料の揮発量及び塗布量による補正は行わず、得られた値を各塗料の気中濃度とした。

表1-4-3 供試自然系塗料の主要原料

塗料		油脂	樹脂	ワックス	主な溶剤
油性塗料 (溶剤系)	No.1	乾性油 半乾性油	有		オレンジ油
	No.2	〃		有	オレンジ油 パラフィン系炭化水素
	No.3	〃		有	鉱物油
	No.4	〃	有		パラフィン系炭化水素 テレピン油
	No.5	〃	有		パラフィン系炭化水素 テレピン油
油性塗料 (水系)	No.6	〃			水
樹脂系塗料	No.7		有		エタノール
タンニン系塗料	No.8				水
ワックス (溶剤系)	No.9	〃	有	有	オレンジ油
	No.10	〃		有	パラフィン系炭化水素
	No.11	〃		有	鉱物油
ワックス (水系)	No.12	〃		有	水
	No.13	〃		有	水

表1-4-4 供試自然系塗料の揮発分及び塗布量

塗料		揮発分		塗布量		
		下塗り (%)	上塗り (%)	下塗り (g/m^2)	上塗り (g/m^2)	計 (g/m^2)
油性塗料(溶剤系)	No.1	38.1	54.3	65.4	36.0	101.4
	No.2	—	49.4	55.2	36.3	91.5
	No.3	—	64.4	55.2	45.0	100.2
	No.4	—	60.4	36.5	37.2	73.6
	No.5	—	48.3	39.5	38.4	77.9
油性塗料(水系)	No.6	79.0	69.5	43.9	43.3	87.1
樹脂系塗料	No.7	—	70.3	41.8	38.8	80.5
タンニン系塗料	No.8	—	95.2	37.9	38.8	76.7
ワックス(溶剤系)	No.9	—	57.8	47.1	23.2	70.3
	No.10	—	88.5	40.5	24.2	64.6
	No.11	—	48.8	41.7	29.8	71.5
ワックス(水系)	No.12	—	73.7	40.0	27.8	67.9
	No.13	—	86.9	38.8	42.0	80.8

不揮発分測定：室温→45℃乾燥

ウ 結果及び考察

(ア) 表面の防汚性付与

C Bの直接付着による汚染試験で、表面の元素組成O/Cの値が小さいほど、また表面の面積抵抗率が大きいほど疎水性のC Bが付着しやすいことを明らかにした。

塗膜タイプや、エクステリア用、家具用の用途に関わらず、塗装により表面の元素組成比O/Cが大きくなり親水性が増加し、表面の面積抵抗率が大きくなった。

無塗装表面では、C Bの表面への付着に加え材内部までの侵入が認められたが、塗装表面では材内部への侵入は認められなかった。

非造膜タイプでは、塗膜表面の凹部への付着、造膜タイプでは塗膜表面への均一な付着が見られた。C Bの付着による汚染率は、表面の面積抵抗率が大きいほど大きかった (図 1-4-2)。

汚染率の一番小さかった塗装表面は、接触角が一番小さかった。表面が濡れやすくなったため、C B汚染試験後の水洗により容易に洗浄されたと考えられる。

以上から、C Bの付着は表面の化学的特性(親水性、帯電性)及び表面の凹凸などの物理的な因子が影響することが示唆された。そこで、簡便かつ環境に配慮した親水化手法として空気中プラズマ(コロナ放電)処理法を採用し、全ての供試材の表面にプラズマ処理を施し、検討を行った。

塗装材は、プラズマ処理によって表面の酸素量が増加(元素組成比O/Cの増加)し、水の接触角が60°程度まで小さくなり、材表面が親水化した。プラズマ処理により未処理面と比べてC Bが付着しにくく、かつ水による洗浄性が向上した。特に、プラズマ処理した一部の塗装材ではC Bの付着がほとんどなく、著しい耐汚染性能が付与された。塗装材では造膜・非造膜に関わらず、材内部にC Bの侵入が見られなかったが、無塗装材では表面の凹凸や導管に付着したC Bが洗浄されず、プラズマ処理後にかえって汚染率が高くなった(表 1-4-5、図 1-4-3&4)。

染料による汚染試験では、無塗装材はプラズマ処理の有無に関わらず内部に侵入した染料は洗浄されなかった。塗装材はプラズマ処理によって未処理面と比べて水による染料の洗浄性が向上し、耐汚染効果が認められた。

上記の結果から、高い洗浄性能と防汚性は、表面が被覆されて汚染物質が内部に浸透せず、表面が親水性であることによって達成されることが明らかになった。

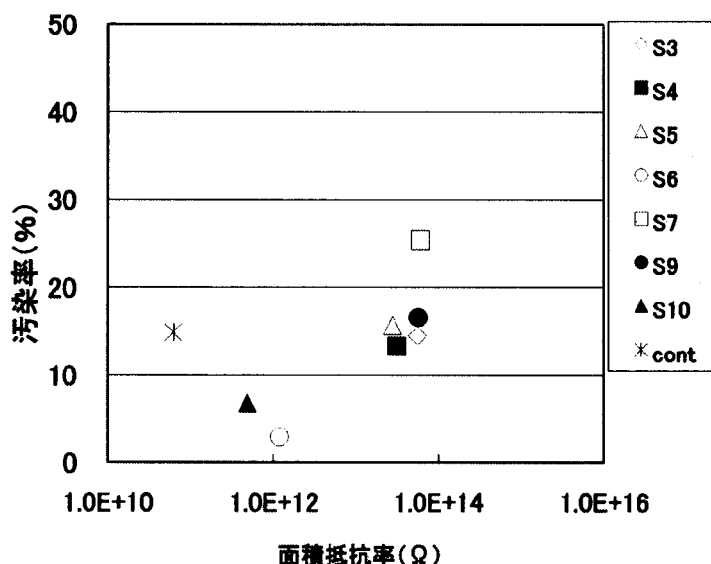


図 1-4-2 スギ材表面の面積抵抗率と汚染率
(白抜き造膜、塗りつぶし非造膜表面)

表 1-4-5 プラズマ処理表面・未処理表面の性状（ブナ材）

試験体	用途	塗装タイプ	O/C	接触角（°）	汚染率（%）
Cont		無塗装	53 → 64	32.5 → 0.0	8.8 → 11.8
B3	エクステリア	造膜	21 → 32	100.6 → 67.3	6.1 → 3.4
B4	エクステリア	非造膜	32 → 32	84.3 → 67.2	8.9 → 2.0
B5	エクステリア	造膜	26 → 36	94.4 → 60.6	8.0 → 2.4
B6	エクステリア	造膜	35 → 38	114.5 → 74.4	2.4 → 1.4
B7	エクステリア	造膜	32 → 36	93.6 → 65.9	13.4 → 0.6
B8	エクステリア	造膜	33 → 40	79.4 → 69.7	3.8 → 0.9
B10	インテリア	非造膜	29 → 39	62.0 → 63.3	0.9 → 0.0

注）未処理表面→プラズマ処理表面



図 1-4-3 スギ材塗装面（造膜）の汚染



図 1-4-4 スギ材無塗装面の汚染

表面に塗膜を被覆する方法に代わる処理法として、プラズマ処理のみの表面の耐久性について調べたところ、空気プラズマ処理のみでは屋外暴露では耐久性が認められなかったが、表面だけでなく、性能の持続性・安定性を考慮し表層に一定の厚みを持たせることを目的に、プラズマ前処理を経てアクリル系ポリマーによる両性両親媒性共重合処理を施した試験片については、一定の成果が得られることを見出した。

(イ) 自然系塗料の性能

黄色系の保護塗料では、促進耐候試験における色差は無塗装に比べ 2 分の 1 程度であった。自然系塗料では塗料の種類により色差は大きく異なり、保護塗料より小さいものもあった（図 1-4-5）。撥水度も同様の傾向であった。茶色系の保護塗料では、色差は無塗装に比べ、極めて小さかった。自然系塗料では、無塗装と同程度から 3 分の 1 程度のものまであったが、保護塗料より大きかった。撥水度の低下は、自然系塗料が保護塗料より小さかった。

一部黄色系の自然系塗料では、屋外曝露後の色差が保護塗料の 3 分の 2 程度であった（図 1-4-6）。この塗料の表面欠陥度は当初保護塗料より小さかったが、曝露後には保護塗料と同様になった。撥水度は曝露後にも保護塗料より大きかった。以上のように、屋外曝露試験の結果、屋外仕様自然系塗料の中に、一般に屋外で用いられている保護塗料に匹敵する性能を持つものがあった。

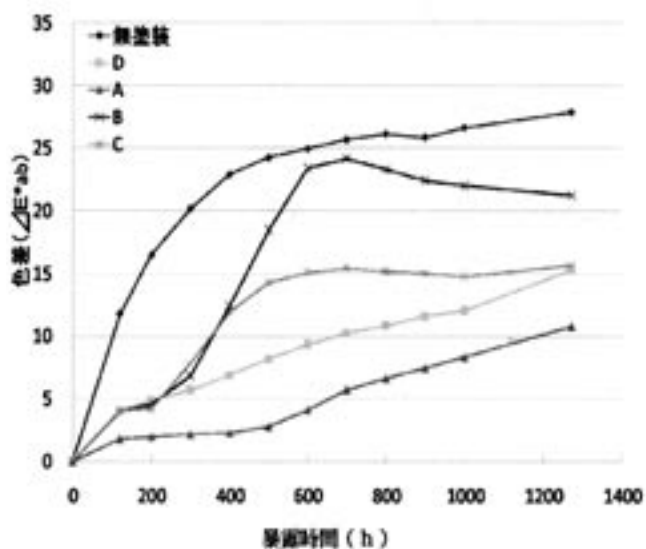


図 1-4-5 促進耐候試験による屋外用自然系塗料（黄色系）の色差の変化

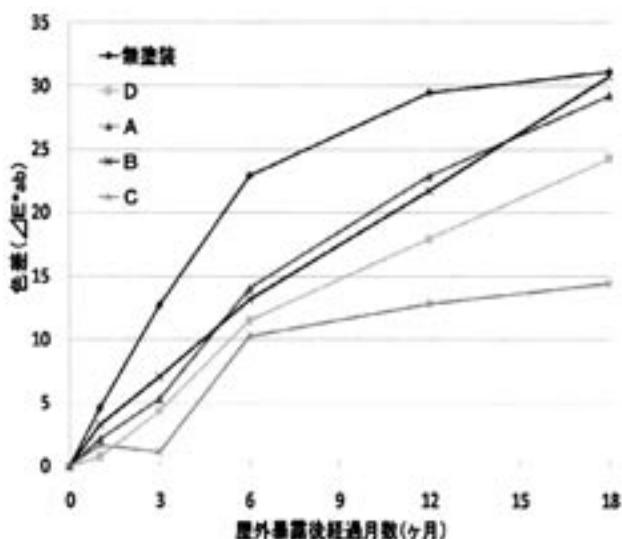


図 1-4-6 屋外用自然系塗料黄色系色差の変化

(ウ) 自然塗料から放散される VOC（表 1-4-6）

a. アルデヒド類放散

油性塗料（溶剤系、水系）及びワックス（溶剤系、水系）でホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのアルデヒド類の放散の比較的大きいものがあった。また、樹脂系塗料のアセトアルデヒド放散が大きかった。この塗料で使われている溶剤由来と考えられるエタノールの放散が特に大きかったことから、アセトアルデヒド放散にエタノールが関与していることが示唆される。

b. 厚生労働省が指針値を定めている VOC 放散

トルエン、キシレンをはじめとして厚生労働省が指針値を定めている VOC 放散は、供試したいずれの塗料、ワックスにおいても極めて小さかった。

c. TVOC放散

油性塗料（溶剤系）、タンニン系塗料、ワックス（溶剤系、水系）においてTVOC放散の大きいものがあった。特に、溶剤系油性塗料及びワックスに極めてTVOC放散の大きいものがあつた。これらの塗料、ワックスに使われている溶剤類由来であると考えられる。

d. 厚生労働省が指針値を定めていないVOC放散

油性塗料（溶剤系）及びワックス（溶剤系）にD-リモネン放散の比較的大きなものがあつた。これらには溶剤としてオレンジ油が使われていることから、オレンジ油由来と考えられる。供試したいずれの塗料、ワックスにおいても、合成樹脂系塗料で溶剤として一般的に使われている酢酸エチル、酢酸ブチル、メチルエチルケトンなどの放散は小さかつた。

石油由来の脂肪族炭化水素類の放散の比較的大きな油性塗料（溶剤系）及びワックス（溶剤系）があつた。これらの塗料、ワックスに使われていた溶剤由来と考えられる。

表 1-4-6 小形チャンバー法による油性自然塗料（溶剤系 No.1-5、水系 No.6）塗装木材から放散される化学物質の気中濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

化学物質	NO.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
ホルムアルデヒド(100)	305	174	88.0	146	35.2	265
	78.8	55.0	42.2	41.3	19.9	37.7
	30.9	27.7	13.2	24.0	8.6	0.0
アセトアルデヒド(48)	914	1054	209	909	343	789
	227	248	73.0	201	128	78.3
	133	154	33.9	93.8	70.3	28.8
トルエン(260)	3.8	0.6	1.0	2.1	2.7	0.4
	1.2	0.3	0.5	0.8	1.2	0.4
	0.9	1.9	0.4	0.4	1.1	0.1
キシレン(870)	0.4	1.4	15.2	0.6	0.4	0.0
	0.0	0.1	1.1	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0
TVOC(暫定 400)	14875	25547	126563	38750	15703	6594
	2748	6500	25219	9125	3580	602
	1134	3156	11344	5234	2216	151
ドデカン	20.2	32.2	3609	0.0	0.0	1.1
	3.1	0.0	1136	0.0	0.1	0.4
	1.2	0.0	756	0.0	0.0	0.0
D-リモネン	2867	109	0.0	798	84.2	0.0
	1234	16.2	0.0	142	4.9	0.0
	484	4.6	0.0	50.5	2.2	0.0

() : 厚労省指針値、 上段 : 1 日後、中段 : 1 週後、下段 : 3 週後、 $Q/S = 0.23\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$

エ 今後の問題点

表面を被覆し親水化することが木材表面の防汚性に効果的であることがわかったことから、研究の継続・発展によって福祉用具など表面の美粧性維持への適用が期待される。実際の使用を想定して内装材や福祉用具等に適用した研究の推進が必要である。

環境と健康によいとして使われている自然塗料の中に、アルデヒド類、VOC放散の比較的大きなものがあつたが、これらの放散は1週間以上の養生により大きく低下することから、自然塗料を塗布する際にVOC放散に配慮するとともに、塗布後養生を行うことが重要である。今後も引き続きそれらのVOC放散に関する研究の推進が必要である。

オ 要約

木材表面の化学改質及び塗装技術の高度化に関して、表面の防汚性付与及び自然系塗料を塗装した木材の評価について研究を行い、当初予定した研究目標を達成したと考える。

前者については、高い洗浄性能と防汚性は、表面が被覆されて汚染物質が内部に浸透せず、表面が親水性であることによって達成されることを明らかにした。表面の被覆法として、親水性塗膜による被覆だけでなく、プラズマ前処理を経てアクリル系ポリマーによる両性両親媒性共重合処理を施した表面も、防汚性に効果的であることを明らかにした。

後者については、自然系塗料の屋外暴露における耐候性・劣化度を評価し、一般に屋外で用いられている保護塗料との性能比較を明らかにした。また、環境と健康によいとして使われている自然塗料の中に、アルデヒド類、VOC放散の比較的大きなものがあつたが、これらの放散は1週間以上の養生により大きく低下することから、自然塗料を塗布する際にVOC放散に配慮するとともに、塗布後養生を行うことが重要であることを明らかにし、安全で健康な使用方法に関する基礎データを構築することができた。

カ 引用文献

- 1) Tsuji et al.(1984)Sen-I Gakkaishi, 40(9), p.T350-358.
- 2) 木口実、片岡厚(2001)“低環境負荷型天然物系塗料(Ⅱ)-自然塗料-”、木材工業、56(7)312-316.
- 3) 大隅豊康、鈴木雅洋、大越誠、鎌田賢一(2001)“低質材の塗装による高付加価値化”、塗装工学、36(3)P.91-105.
- 4) 木口実、片岡厚(2001)“低環境負荷型天然物系塗料(Ⅱ)-自然塗料-”、木材工業、56、312-316.
- 5) 片岡厚、木口実、大越誠(2002)“エクステリア木材の表面劣化と保護塗装”、塗装工学、37(9)305-315.
- 6) 大越誠、寺門秀人(2002)“塗料への微粒子酸化チタン及びPEGMA添加による透明塗装木材の耐候性向上”、塗装工学、37(10)340-349.
- 7) 長谷川良一、村田明宏、松井宏昭(2004)“木材表面の耐汚染性(Ⅳ)ー塗装表面へのプラズマ処理ー”、第54回木材学会大会要旨、277.
- 8) 大越誠、井上明生(2004)“小型チャンバー法による複合フローリングからのアルデヒド類、VOC放散測定”、木材工業、59(9)405-409.

- 9) 大越誠、井上明生(2004) “Measurements of Aldehydes and V O C s Emission from the Composite Wood Flooring by the Glass Desiccator and Small Chamber Methods”、Pr O / C eedings of the 3rd International Symposium on Surfacing and Finishing of Wood(in Kyoto)、313-317.
- 10) 長谷川良一、村田明宏、松井宏昭(2005) “ 木材表面の汚れ防止技術の開発 ”、平成 16 年度岐阜県生活技術研究所研究成果発表会.
- 11) 大越誠、井上明生(2005) “ 塗装木質建材から放散されるアルデヒド類及びV O C の由来 ”、塗装工学、40(10)P.362-374.
- 12) 大越誠(2005) “ 木質複合フローリング ”、木材工業、60(11)P.566-568.
- 13) 松井宏昭、長谷川良一(2005) “ 木材表面の汚れと汚染の防止 ”、日本福祉工学会第 8 回学術講演会講演論文集、p69-70.
- 14) 大越誠(2006) “ 自然系塗料を塗装した木材からのアルデヒド類、V O C 放散 ”、木材工業、61(12)P.584-589.

(木材改質研究領域長 松井 宏昭)

第2章 強度データベースの構築

1. 国産材の構造用製材の強度データベースの構築

ア 研究目的

建築基準法の仕様規定から性能規定への移行および「住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)」の施行等に関連して、木質建築物の構造安全性に関する信頼性を向上させることを目的に、構造用製材の強度性能を明確化することが一層必要となっている。また、近年、橋、ガードレール、治山ダムなどの土木構造物への木材の利用促進が図られ、製材品とは異なる形状の木材(丸太、たいこ材、円柱材)についても強度データの提供が求められている。

本課題では、国産材による丸太等も含む構造用製材の強度データベースを構築することを目的とする。

イ 研究方法

(1) データフォーマットの追加

これまで各協力機関から強度データを収集するために利用していた、製材品の曲げ・縦圧縮・縦引張り強度に関するデータフォーマットを元に、製材品のせん断・めり込み強度や丸太・たいこ材・円柱材の曲げ強度に関するデータフォーマットを追加するための検討を行った。

(2) 専用アプリケーションソフトの開発

従来の強度データベースの問題点を解決し、データの管理や基本統計値の出力が容易なデータ管理システムをもつ専用アプリケーションソフトを開発した。

(3) データ管理システムのネットワーク化

本プロジェクトで開発したデータ管理システムのネットワーク化を検討するため、必要なハードウェアとソフトウェアについて検討した。その際、ハードウェアは、Power macG3およびG4の2機種とし、サーバおよび端末機としての処理能力の差を検討した。ソフトウェアは、サーバについては基本OSをMac OS X server、サーバソフトをファイルメーカーサーバとし、端末機については基本OSをMac OS 9およびX、端末ソフトはそれぞれ共通でファイルメーカーとした。

次に、データ管理システムをネットワーク化した際の使用環境および作業性を検討した。使用環境の検討は、ファイルメーカーサーバの技術仕様に示されている制限事項について行った。作業性の検討は、異なる基本OSによる操作性について行った。

(4) 簡易型データ管理システムの開発

ファイルメーカーProデベロッパー版Ver.6 (windows版) で作成した簡易型データ管理システムの動作確認と現行のデータ管理システムとの整合性について検討した。また、簡易型データ管理システムを用いて関係試験研究機関とネットワーク化する際に必要な手引きを作成した。

ウ 結果 エ 考察

(1) 製材品のめり込み強度性能について、現行のISO規格案及び森林総合研究所で得られためり込み試

験結果を参考に、データベースフォーマット（案）を作成し、協力機関からの意見を集約した後、項目として追加した。なお、めり込み強度特性値として従来のめり込み比例限度（C90-STSp1）に加えて、ISO案にしたがってめり込み強度（C90-STSu1tあるいはC90-STs20の小さい方の値）、めり込み降伏強さ（C90-STSy）およびめり込み剛性（C90-K）を採用した。

製材品のせん断試験はいす型方式と曲げ方式の2つの方式に分類できる。更に、曲げ方式については、3点曲げ、4点曲げ、5点曲げの3つの方法があり、いずれの方法にも長所と短所がある。これらを踏まえ、いす型方式と曲げ方式のせん断強度をデータ管理システムに追加する方法について検討した結果、せん断試験の項目は、いす型方式と曲げ方式とを一括して追加するのではなく、それぞれを区分して追加することとした。これは、いす型方式の場合、試験体の形状が他の試験とは異なるため、現行の項目を流用するとデータ管理が煩雑で間違いが生じる恐れがあったためである。一方、曲げ方式の場合、データ管理システムの曲げ試験に関する項目をほぼ流用できることから、荷重区分のコードで曲げとせん断を区分できるようにし、データ管理システムに追加できるようにした。

丸太、たいこ材及び円柱材の強度のうち、曲げ強度に関する項目についてフォーマット案を作成し、項目として追加した。また、丸太、たいこ材及び円柱材の曲げ強度に関するデータフォーマットは現行の製材品を対象とした供試体及び曲げ試験の大項目に含まれる項目でデータ管理システムに適応させるようにすることが、全体の負荷が小さいことが明らかになった。

（2）ERモデルを基本した専用アプリケーションソフトの基本設計を決定した上でシステム開発メカに発注し、データ管理システムに関わる試作ソフトを作成した。なお、データベースの基本ソフトはファイルメーカーProとし、データ管理システムの概念図を図2-1-1に示した。試作したデータ管理システムソフトを従来のシステムと比較した結果、試作ソフトでは従来システムに存在した多くの問題点が改善された。特に、リレーショナルデータベースソフトをベースとして作成されたため、それぞれの作業と項目を、個々にかつ相互に関連付けして、一元管理できるようになった。また、細項目の追加及び訂正作業では、これまで作業ごとに個別に

行わなければならなかったが、マスター編集部分の操作のみで作業が終了することが可能になった。さらに、解析用ファイルを作成するためのデータ抽出部分では、補正済みのデータを一括して管理することが可能になったため、必要な項目を選択する作業によって、容易にファイル出力をすることができた。したがって、データ集を作成するための項目設定条件部分では、選択する項目数は限定されているものの、すべて

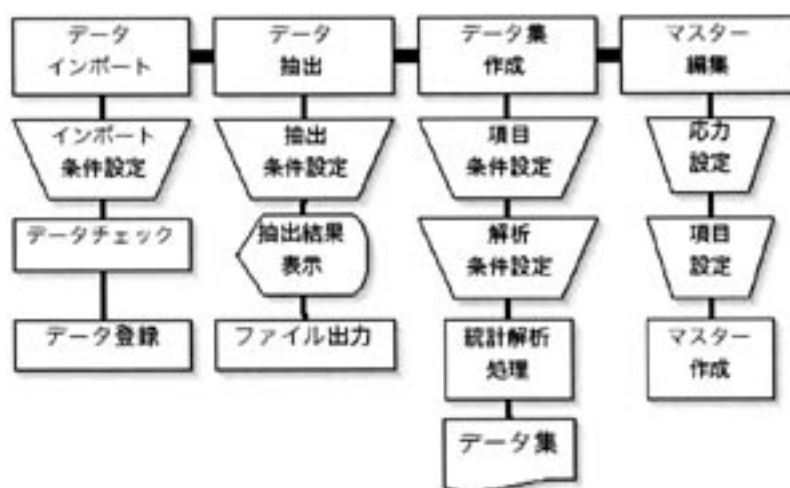
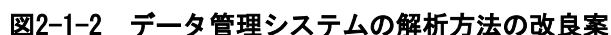
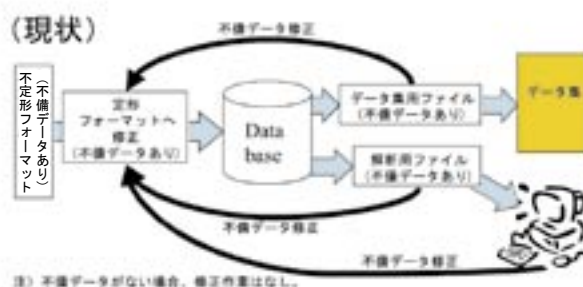


図2-1-1 データ管理システムの概念図

ただし、マスター編集部分では新しい応力を容易に設定できるようになったが、各特性値を補正するために必要な項目を関係づける作業に問題があった。また、試作ソフトの解析条件設定部分では、補正係数を算出する項目の関係が複雑なため、補正方法を変更する際、システムに多大な負荷が生じることが明らかになった。その原因として、インポートしたデータ部分と補正したデータ部分に対して、補正方法を直結させて、解析用データ部分を構成していたことが挙げられる。そこで、インポートしたデータ部分と補正したデータ部分を分離させるシステムについての改良案を



【改良前】
(当初イメージ)



（改善点の例）
不定形フォーマットの
インポートが可能

不備データの修正は
Database 内部で随時
実行可能

– 43 –

り、インターフェース、提出ファイルのフォーマット、既設項目の見直しについて行った。なお、インターフェースの見直しにあたっては、システム全体に関連するため、インポート部分のみではなく、検索部分や出力部分など全般にわたり行った。インターフェースの見直しでは、操作項目は細分化したものの統一性を持たせた基本レイアウトにしたことにより、システムの操作が容易になった。基本レイアウトは、現在作業している状態が直感的にわかるような配色とし、操作ミスが起こりにくくなるように配慮した。

さらに、データインポート作業のフローを変更した（図2-1-3）。提出ファイルのフォーマットの見直しでは、関係機関から得たアンケート結果を参考にして、提出ファイルの作成方法を変更し、提出ファイルのフォーマットに柔軟性を持たせるようにした。また、データをインポートする際、データに対してレコードIDを自動的に与えるようにした。その結果、指定した方法以外で作成されたデータファイルもインポートできるようになった。また、インポート作業終了直後に、インポートしたデータに不備データがあるかどうかを確認できるようにし、データ解析やデータ集作成に用いるファイルを作成する作業が改善できた。

（3）データ管理システムのネットワーク化に向けて、まずパワーマックG3およびG4の2機種を用いて処理能力の差を比較した結果、サーバおよび端末機としての処理能力は、処理速度の速いG4の方が処理時間は短かったが、格段の差異は認められなかった。この理由として、処理能力の差が単に処理速度の違いによって生じるのではなく、記録媒体の処理能力や通信速度などの総合的処理能力が関係すること、現行のデータ管理システムのレコード管理の計算式や条件式などを可能な限り簡素化し処理能力の負荷が小さいことが挙げられる。また、端末機に導入する基本OSの差は認められなかった。これらのことから、データ管理システムをネットワーク化するのに必要なハードウェアおよびソフトウェアは、現行のシステムファイルを動作させる必要最低条件で対応できると考えられる。

そこで、選択したハードウェアとソフトウェアの利用を基本とし、データ管理システムのネットワーク化を検討した結果、サーバ機に登録した複数の端末機から同時にデータ管理システムを操作することができた。また、登録端末機の基本OSが異なる場合においても、同様の結果であった。更に、ネットワーク化をするにあたり、データ管理システムのバックアップシステムを導入したことにより、データ管理システムがクラッシュした際の復旧作業が容易になった（図2-1-4）。

（4）簡易型データ管理システムの動作確認を行った結果、データインポートおよび検索機能の基本操作部分は、ファイルメーカーProをインストールしていないWindows98およびWindowsXPで問題なく動

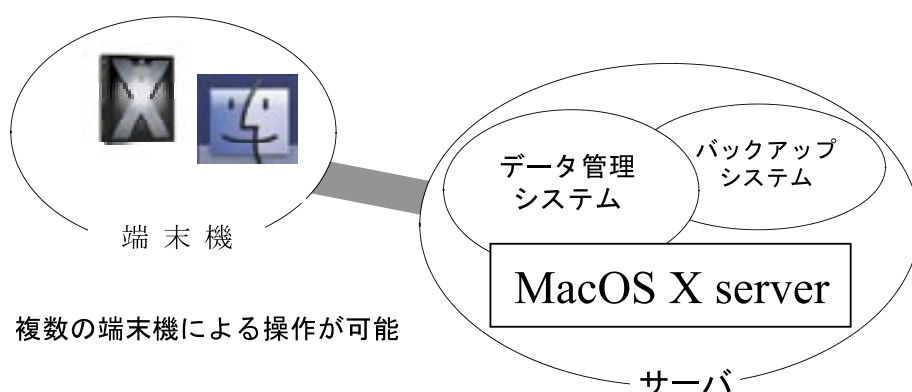


図2-1-4 ネットワーク化を想定したデータ管理システムの概念図

作した。簡易型データ管理システムで作成したデータファイルと現行のデータ管理システムとでデータの受渡の整合性を検討した結果、レコードIDによって整合性は保たれるとともに、データインポート作業を大幅に省略することができた。

本データベースは、プロジェクト継続中にも「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」や「木質構造設計規準・同解説」（日本建築学会）の改訂や「木質構造限界状態設計法指針（案）・同解説」の出版に活用されてきた。今後もこれらの規格・基準の設定において貴重な基礎データとして利用され、木質構造物の構造安全性の向上に貢献できる。

オ 今後の問題点

本プロジェクトによって製材品の強度を対象としたデータベースシステムが開発された。今後、データベースに収録される強度データを充実していくためには、関係協力機関である公立試験研究機関からの協力が不可欠である。そこで、今後も、関係協力機関との密な連携を推進しながら強度データを収集するとともに、本データベースの運営方法についても議論しながら発展させていく予定である。

カ 要約

木質構造物の構造安全性の向上、および土木構造物への木材の利用促進を目指して、本課題では構造用製材の強度データベースの構築することを目的とした。

その結果、製材品の曲げ・縦圧縮・縦引張り、めり込み・せん断強度、及び丸太・たいこ材・円柱材の曲げ強度を対象とした強度データベースを開発した。また、データインポート、データ抽出、データ集作成を基本としたデータ管理システムソフトを開発するとともに、そのネットワーク化を実現した。さらに、データベース協力機関が独自のデータベース作成を可能にした簡易型データ管理システムを開発した。

キ 引用文献

- 1) 木下 雄一郎：ファイルメーカーProによるシステム構築（2003）
- 2) 高岡幸生、向井領治：ファイルメーカーPro応用講座（2002）
- 3) 加藤英雄：木材工業、57(6)、266-269（2002）
- 4) 日本建築学会：木質構造限界状態設計指針（案）・同解説（2003）
- 5) 強度性能研究会：「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集〈7〉（2005）
- 6) 井道裕史、長尾博文、加藤英雄：木材学会誌、52(5)、293-302（2006）
- 7) 長尾博文：木材工業、61(11)、513-515（2006）
- 8) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説-許容応力度・許容耐力設計法-（2006）

（長尾博文、加藤英雄、井道裕史）

「交付金プロジェクト」は、平成１３年度に森林総合研究所が独立行政法人となるにあたり、これまで推進してきた農林水産技術会議によるプロジェクト研究（特別研究など）の一部、および森林総合研究所の経費による特別研究調査費（特定研究）を統合し、研究所の運営費交付金により運営する新たな行政ニーズへの対応、中期計画の推進、所の研究基盤高揚のためのプロジェクト研究として設立・運営するものである。

この冊子は、交付金プロジェクト研究の終了課題について、研究の成果を研究開発や、行政等の関係者に総合的且つ体系的に報告することにより、今後の研究と行政の連携協力に基づいた効率的施策推進等に資することを目的に、「森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集」として刊行するものである。

ISSN 1349-0605

森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果集 17
「国産材利用のための地域と共同した加工技術の開発及び
強度データベースの構築」

発行日 平成19年 12月 1日

編集・発行 独立行政法人 森林総合研究所

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

電話. 029-873-3211 (代表)

印刷所 茨城青写真製本株式会社

