

(資料)

小幅板および幅はぎ板を用いた床組のせん断耐力の評価

中嶋 康

Shear performance evaluation of a floor comprised of strip lumber and
edge jointed lumber

Yasushi NAKASHIMA

要旨

小幅板および幅はぎ板の床組への利用適性の評価を目的として、アカマツ、スギ小幅板および幅はぎ板を用いた床組の面内せん断試験を行い、それぞれのせん断耐力の特徴を検討した。その結果、小幅板を用いた床組は大変形でも破壊せずに耐力が回復すること、また、幅はぎ板を用いた床組はせん断耐力が留め付け釘の間隔に影響されることが示された。さらに、小幅板を用いた床組の床倍率は幅 180mm 以上の板材を用いた床組と同程度であり、幅はぎ板を用いた床組の床倍率は構造用合板または構造用パネルを用いた床組と同程度であることが示された。

キーワード：床組、アカマツ、スギ、小幅板、幅はぎ板

目次

1 はじめに.....	10	3 結果と考察	
2 実験方法		3.1 破壊形態.....	12
2.1 梁桁材と根太材.....	10	3.2 荷重-変形角曲線の比較.....	13
2.2 小幅板および幅はぎ板.....	10	3.3 せん断耐力の比較.....	13
2.3 留め付け方法と試験体数.....	11	3.4 床倍率の評価.....	14
2.4 面内せん断試験方法.....	11	4 おわりに.....	14
2.5 せん断耐力の解析方法.....	12	引用文献.....	15

1 はじめに

現在、国策として地域材の公共施設および住宅部材への活用を推進するための支援が展開されている³⁾。その中において、木造住宅の床組の材料として、一般的に使用される合板の替わりに、板材を使用する工法は、木目を意匠的に現すことが可能で、審美性が向上することから、地域材による家づくりの象徴として活用されてきている。

一方、木造住宅の床組は、水平荷重に対する耐力性能が要求されるため、財団法人日本住宅・木材技術センター(以下「住木センター」という)では床組に使われる材料別の床倍率を公表しており、その中で板材を用いた床組の床倍率も設定されている²⁾。

しかし、住木センターが公表している床組の板材の仕様は、樹種はスギで、かつ寸法は幅 180mm 以上、厚さ 12mm 以上とされており、実際の現場で幅 180mm 以上の板材は、通常の寸法と比較して幅広で調達が困難であり、利用が難しいとされている。このため、地域材で住宅を建築する設計・施工現場からは、入手が比較的容易な幅 100mm 程度の小幅板、または小幅板の厚さ面を接着加工して幅を 910mm とした幅はぎ板を用いた床組のせん断耐力の評価が求められている。

そこで本研究は、小幅板および幅はぎ板の床組への利用適性の評価を目的として、アカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)・スギ (*Cryptomeria japonica* D.Don) 小幅板および幅はぎ板を用いた床組の面内せん断試験を行い、それぞれのせん断耐力の特徴について検討し、さらに床組別の床倍率を算出し、住木センターが作成した既存の床倍率一覧表と比較し、評価した。

2 実験方法

2.1 梁桁材と根太材

写真-1に床組の試験体で使用した梁桁材と根太材を示す。床組の軸組部材は、アカマツ平角材(120×150mm、含水率 15%以下)とし、梁と桁の仕口はプレカット加工による腰掛蝶継ぎとした。また、面内せん断試験は柱脚固定方式で行うこととし、四隅をホールダウン金物(S-HD25)で固定し、M16 ボルトで直交する梁に緊結した。

写真-2に板材を軸組部材に固定させるための根太を示す。根太はアカマツ平割材(45×105mm、含水率 15%以下)とし、根太間隔は 303mm とした。実際に県内で板材を用いた床組を施工している工務店からの聞き取りにより、梁に架けるための加工形態は半欠きとし、N90 釘を脳天打ちとした。

2.2 小幅板および幅はぎ板

写真-3に面材料として使用した小幅板を示す。小幅板の樹種はアカマツとスギとし、幅 105mm、長さは 2730mm、厚さは 15mm とした。一体の床組で、17 枚の小幅板を使用し、試験体数は 1 樹種あたり 3 体とした。

写真-4に面材料として使用した幅はぎ板を示す。幅はぎ板の材料は、幅 105mm のアカマツおよびスギ小幅板とし、水性ビニルウレタン系接着剤を厚さ面に塗布後、高周波プレスにより両側圧縮、加熱し接着した。接着時の圧縮は 10kg/cm²、プレス時間は約 10 分とした。幅はぎ板の寸法は幅 910mm、長さは 2730mm、厚さは 15mm で、一体の床組で 2 枚の小幅板を使用した。

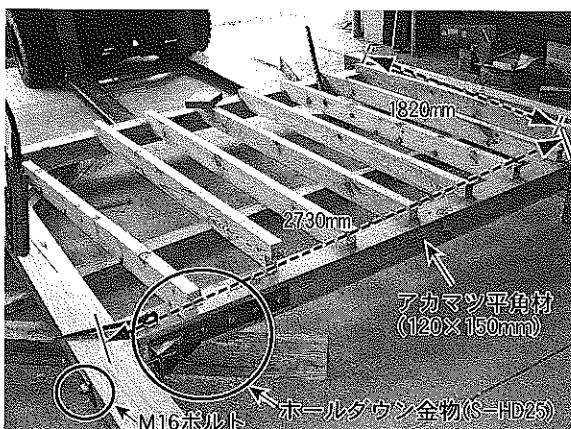


写真-1 面内せん断試験で使用する軸組部材

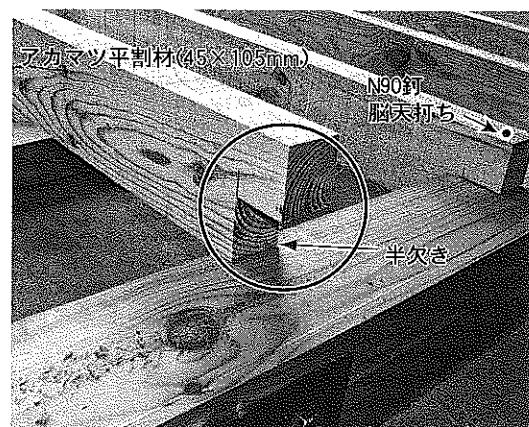
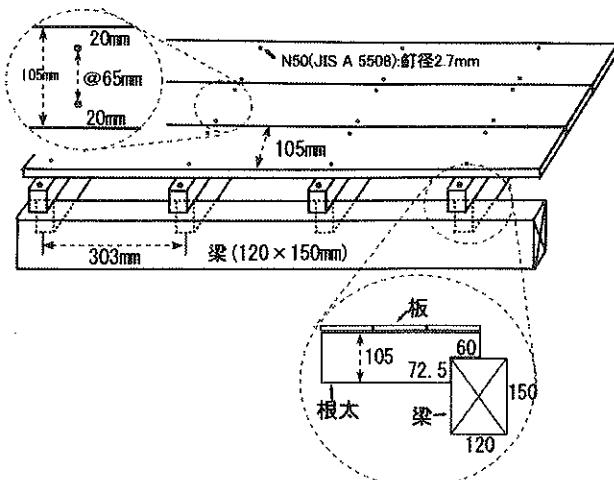


写真-2 板材を軸組部材に固定させるための根太



図一1 留め付け釘の間隔と根太掛け方法

2.3 留め付け方法と試験体数

図一1に根太への小幅板および幅はぎ板の留め付け方法を示す。留め付けに使用する釘はN50とし、板面への脳天打ちとした。現場の聞き取りから、小幅板の留め付け釘の間隔は65mmとし、1体の床組に340本の釘を用いた。

また、幅はぎ板の留め付け釘もN50とし、打ち込みの間隔は65mmと150mmの2種類とし、1体の床組にそれぞれの打ち込み間隔別に280本と130本の釘を用いた。

表一1に本実験で行った床組の仕様別の試験体数を示す。試験体数は、小幅板を用いた場合で繰り返し3体×2樹種の計6体とし、幅はぎ板を用いた場合で繰り返し3体×2樹種×2種類の留め付け方法で計12体とした。

表一1 板材の形状別、樹種別の試験体数

板材の形状	留め付け釘の間隔	樹種	
		スギ	アカマツ
小幅板	65mm	3	3
	65mm	3	3
幅はぎ板	150mm	3	3

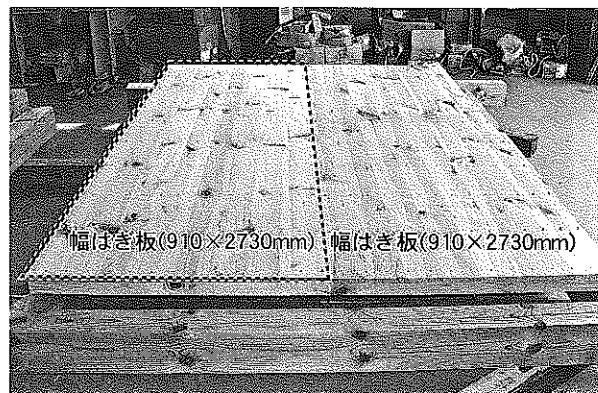
2.4 面内せん断試験方法

図一2に床組の面内せん断試験の加力方式を示す。加力装置は面内せん断試験機(JT トーシ製)を使用した。床組の面内せん断試験は住木センター発行「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 2008年版」に基づいて行った。

加力速度は1mm/secの正負交番繰り返しとし、見かけのせん断変形角が1/600ラジアン(以下「rad」という), 1/450 rad, 1/300 rad, 1/250 rad, 1/150 rad, 1/100 rad, 1/75 rad, 1/50 rad, 1/30 rad, 1/20 rad, 1/10 radの正負変形時で1回ずつ行った。試験は最大荷重到達後、最大荷重の80%に低下または、見かけのせん断変形角1/10radを最終変形角として行った。



写真一3 面材料として用いた小幅板



写真一4 面材料として用いた幅はぎ板

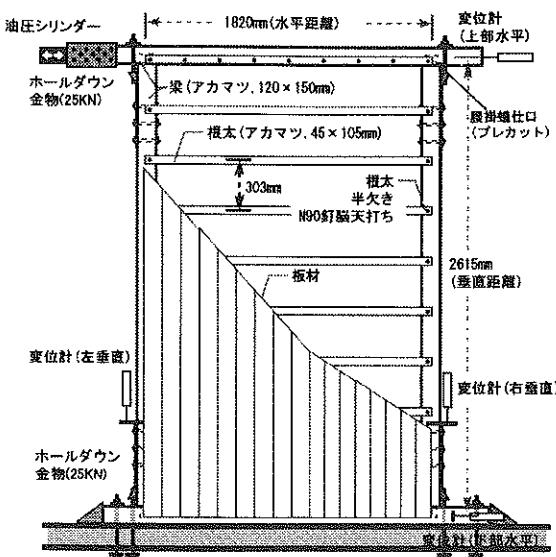


図-2 面内せん断試験方法

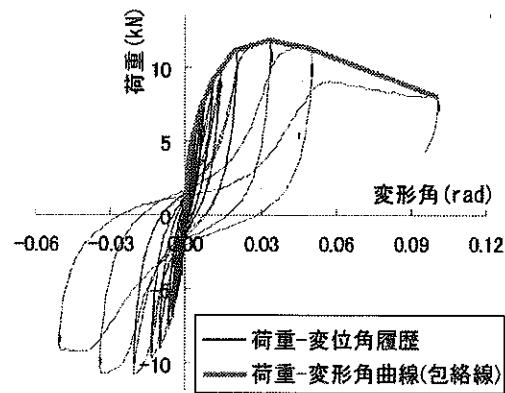


図-3 包絡線による荷重-変形角曲線の作成例

2.5 せん断耐力の解析方法

変形角、荷重データはデータロガー（株式会社東京測器製TDS301）を介してパソコンに収録し、得られたデータから、図-3に示すとおり包絡線による荷重-変形角曲線を作成した。さらに荷重-変形角曲線からは、特徴点抽出と完全弾塑性モデルの自動化ツール¹⁾により、降伏耐力(P_y)、降伏変位(δ_y)、終局耐力(P_u)、終局変位(δ_u)、初期剛性(K)、完全弾塑性モデルの降伏点変位(δ_v)および構造特性係数(D_s)を求めた。

また、 P_y 、 $0.2P_y/D_s$ 、 $2/3P_{max}$ 、見かけのせん断変形角 $1/120\text{rad}$ 時の耐力($P_{1/120}$)の平均値にばらつき係数を乗じた値の最小値を短期基準せん断耐力とし、得られた短期基準せん断耐力から床倍率を求めた。

3 結果と考察

3.1 破壊形態

写真-5に小幅板を用いた床組の試験終了時の破壊形態を示す。小幅板を用いた床組は、変形角が大きくなるにつれて、板相互のずれ量が大きくなつた。一方で、試験時の最大変形角である $1/10\text{rad}$ に到達しても、根太からの留め付け釘の引き抜けは発生しなかつた。

写真-6に幅はぎ板を用いた床組の試験終了時の破壊形態を示す。小幅板と同様に、幅はぎ板を用いた床組でも、幅はぎ板相互のずれは確認されたが、幅はぎした接着層の剥離は確認されなかつた。また、破壊形態は、外周の留め付け釘の根太からの引き抜けが見られ、変形角 $1/30\text{rad}$ から幅はぎ板の浮き上がりおよび引き抜けが発生する傾向を示した。さらに、留め付け釘の間隔を 65mm とした床組は、板の留め付け釘の引き抜けより先行して、根太の引き抜けで試験が終了した試験体も見られた。

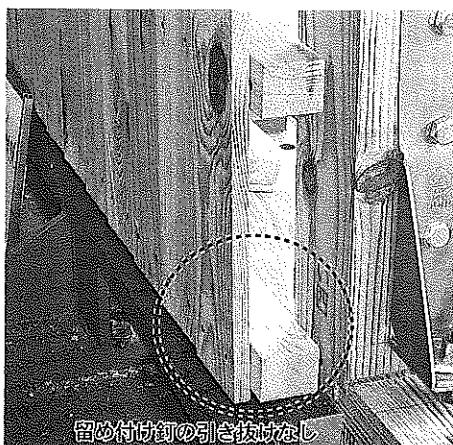


写真-5 小幅板を用いた床組の破壊形態

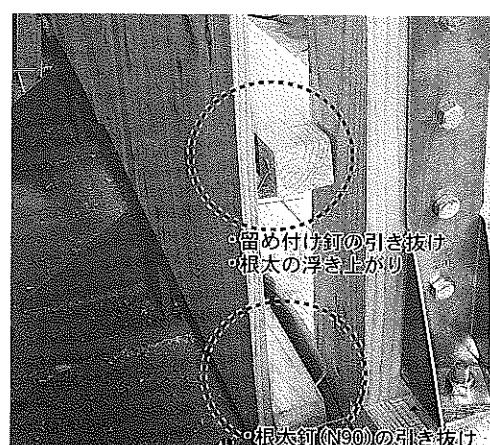


写真-6 幅はぎ板を用いた床組の破壊形態

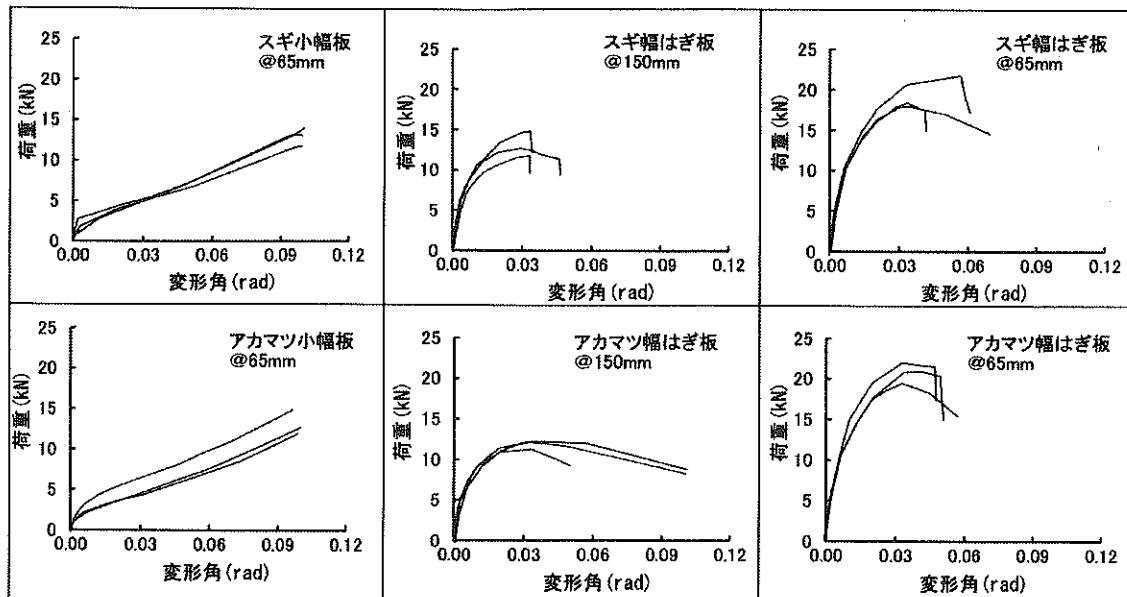


図-4 小幅板および幅はぎ板を用いた床組の樹種別の荷重-変形角曲線

@: 留め付け釘の間隔

3.2 荷重-変形角曲線の比較

図-4に全ての樹種別および試験条件別の荷重-変形角曲線を示す。小幅板を用いた床組の荷重-変形角曲線は、幅はぎ板を用いた床組と比較して、試験開始直後から曲線の立ち上がりが小さかった。一方で、小幅板を用いた床組は最終変形角である 1/10rad でも荷重の低下が見られず、大変形でも破壊せずに耐力を保持することが示された。

幅はぎ板を用いた床組は、留め付け釘の間隔で荷重-変形角曲線は異なり、釘の間隔を 65mm とした場合は、150mm と比較して最大荷重が大きくなることが示された。また、荷重-変形角曲線は、小幅板を用いた床組と幅はぎ板を用いた床組では明らかに異なる傾向が見られた一方

で、同じ床組の場合では、樹種間に明確な違いは見られなかった。

図-5に (δ_y, P_y) , (δ_v, P_u) および (δ_u, P_d) の平均値を結んで得られた完全弾塑性モデルによる変形角と荷重の関係を樹種別に示す。小幅板を用いた床組と比較して、幅はぎ板を用いた床組は、全ての変形角で荷重が大きくなつた。その一方で、小幅板を用いた床組は、幅はぎ板を用いた床組と比較して、最大耐力に到達するまでの変形角が大きいことが示された。

3.3 せん断耐力の比較

図-6に小幅板を用いた床組と幅はぎ板を用いた床組のせん断耐力を項目別に示す。

スギ小幅板を用いた床組のせん断耐力は、アカマツ小

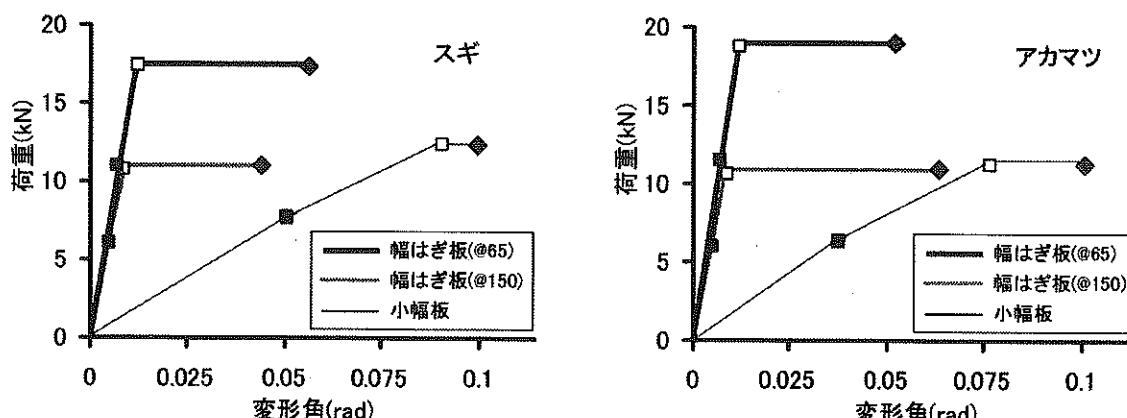


図-5 完全弾塑性モデルによる変形角と荷重の関係

■: δ_y, P_y □: δ_v, P_u ◆: δ_u, P_d @: 留め付け釘の間隔

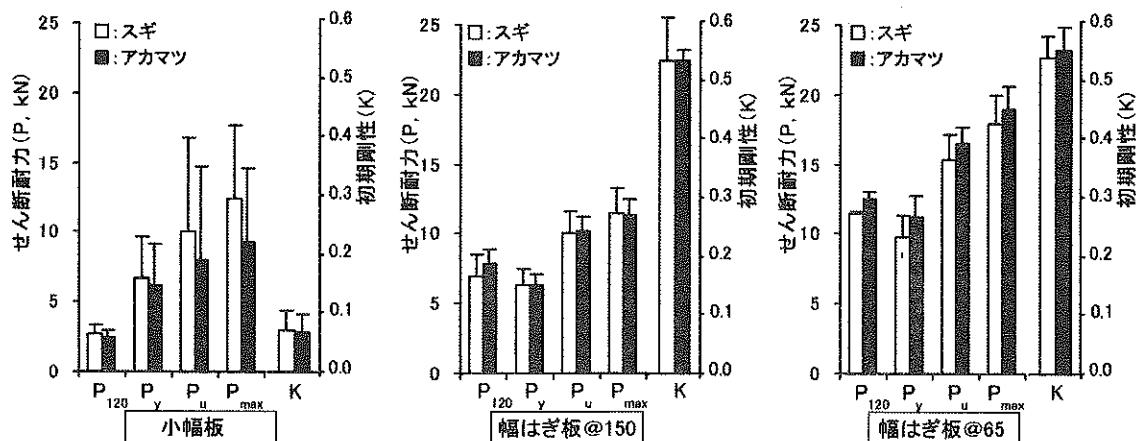


図-6 小幅板および幅はぎ板を用いた床組のせん断耐力の樹種別の比較
誤差バー:標準偏差 @:留め付け釘の間隔

幅板を用いた床組と比較して P_u , P_{max} が大きくなった。

しかし、小幅板を用いた床組はせん断耐力のバラツキが大きいため、使用する樹種が床組のせん断耐力に及ぼす影響については、今後も検討が必要と考えられる。一方で、幅はぎ板を用いた床組は、板の樹種でせん断耐力に明確な差は見られなかった。

幅はぎ板を用いた床組では、留め付け釘の間隔を 150mm から 65mm にすることで P_{max} , P_y , P_u および $P_{1/120}$ で約 1.6 倍、初期剛性で約 1.2 倍のせん断耐力の増加が見られた。しかし、留め付け釘の間隔を 150mm から 65mm にすることで、釘の本数は 2 倍以上必要となるため、留め付け釘一本あたりのせん断耐力は低下することが示された。これは 3.1 の破壊形態で示したとおり、留め付け釘の間隔を 65mm とした場合、留め付け釘の引き抜けよりも先に根太の破壊が見られたことによると考えられる。したがって、根太の施工の仕様を半欠きから落とし込みにすることにより、留め付け釘の間隔を狭くすることによるせん断耐力の向上効果は大きくなると推測される。

3.4 床倍率の評価

図-7 に小幅板および幅はぎ板を用いた床構面の床倍率を樹種別に示す。小幅板を用いた床組の床倍率は、既存の 180mm の板材を用いた床組の床倍率(0.36)を下回ることはなかった³⁾。また、幅はぎ板を用いて留め付け釘の間隔を 150mm とした床組の床倍率は、既存の構造用合板またはパネルを用いた床組の床倍率(1.6)を下回ることはなかった³⁾。さらに、留め付け釘の間隔を 150mm から 65mm にすることで、床倍率は約 1.5 倍まで上昇することが示された。

4 おわりに

地域材を用いた製材品の床組への利用適性の評価を目的として、アカマツ・スギ小幅板および幅はぎ板を用いた床組の面内せん断試験を行い、小幅板および幅はぎ板による床組のせん断耐力の発現について検討し、さらにそれぞれ床倍率を算出し、住木センターが作成した既存

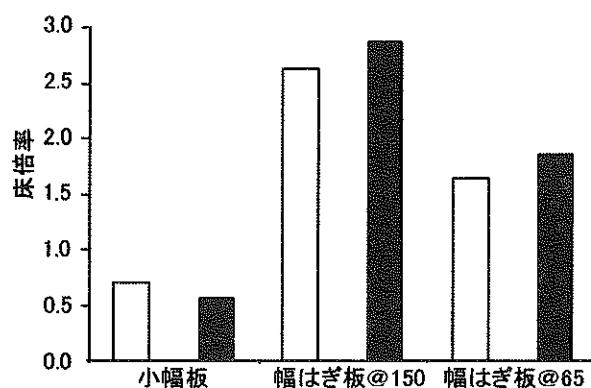


図-7 床組の床倍率の比較
@:留め付け釘の間隔

の床倍率一覧表と比較し、評価した。

その結果、小幅板を用いた床組は大変形でも破壊せずに耐力を保持すること、幅はぎ板を用いた床組はせん断耐力が留め付け釘の間隔に影響されることが示された。さらに、小幅板を用いた床組および幅はぎ板を用いた床組は、以下の特徴が示された。

① 幅 105mm、厚さ 15mm の小幅板を使用した床組

- ・ 床倍率は約 0.5 で、既存の床組の仕様に示されている幅 180mm の板材を用いた床組の床倍率と同程度。
- ・ 変形角 $1/10\text{rad}$ でも留め付け釘の根太からの引き抜け、荷重の低下が見られない。

② 幅 910mm、厚さ 15mm の幅はぎ板を使用した床組

- ・ 留め付け釘の間隔を 150mm とした床組の床倍率は約 1.6~1.8 で、既存の床組の仕様に示されている構造用合板または構造用パネルを用いた床組の床倍率と同程度。
- ・ 破壊は留め付け釘の根太からの引き抜けで、変形角 $1/30\text{rad}$ から発生する。
- ・ 留め付け釘の間隔を狭くすることで、せん断耐力が上昇するが、破壊形態は留め付け釘の引き抜けより先行して、根太の引き抜けが見られた。

引用文献

- 1) 軽部正彦・原田真樹・林知行(2001) 荷重変形曲線のモデル化とその問題点共有のための提案特徴点抽出の自動化ツールについて、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)： p215-216
- 2) 宮代博幸(2013)材利用ポイント事業の概要について木材情報 263(4) : 1-5.
- 3) 財団法人日本住宅・木材技術センター(2009)木造住宅のための住宅性能表示-表 13 : p163