

令和四年度
県産材ななめ板張り床の試験研究
事業報告書

岐阜県産直住宅協会

目次

1. はじめに	.....	1
2. 水平構面の面内せん断試験	.....	2
2. 1 仕様の検討		
2. 2 水平構面の面内せん断試験		
3. 確認審査機関へのヒアリング	.....	9
3. 1 本事業によって得られた床倍率の確認申請上の位置づけ		
3. 2 確認審査機関へのヒアリング		
4. 今後の課題	.....	12
5. まとめ	.....	17

別紙資料

別紙1：『試験成績証明書』

『試験報告書』

岐阜県産直住宅協会 岐阜県産直住宅協会 ななめ板張り床水平構面の面内せん断試験 試験報告書 2022年12月

別紙2：『ヒアリング議事録』

確認申請機関ヒアリング議事録（7社）

1. はじめに

【本事業の目的】

ロシアのウクライナ侵攻に伴う経済措置により、構造用合板（厚物合板）の価格高騰、入手困難な状況が続き、産直住宅に多大な影響を及ぼしている。そこで、現在、床組の主流となっている根太レス工法（床下地板として厚物合板を使用）の代替となる新たな工法（スギ斜め板張り）の開発に取り組む。

【本事業の技術的な特徴と期待される具体的な効果】

厚 30mm のスギ製材板は、建築で用いられる一般的な床板部材として流通しており、入手が容易でかつ価格も抑えることができる。

外国産材の構造用合板を使用することなく、岐阜県産材でありかつ合法性を証明する『ぎふ証明材』を使用し、かつ JAS 材または同等品を使用することで 100%岐阜県産材の建材を利用した住宅として提案することができる。

比較的簡易な技術で製材・加工ができるため、それぞれを供給・製作・輸送する業者も県内業者ですべてまかなうことができる。

2. 水平構面の面内せん断試験

2.1 仕様の検討

岐阜産直住宅協会の会員の意見を反映し、厚 30mm の杉板を横架材に対して斜めに張り付けた『ななめ板張り床』を採用する。下記にその仕様を元に作成した試験体図を示す。

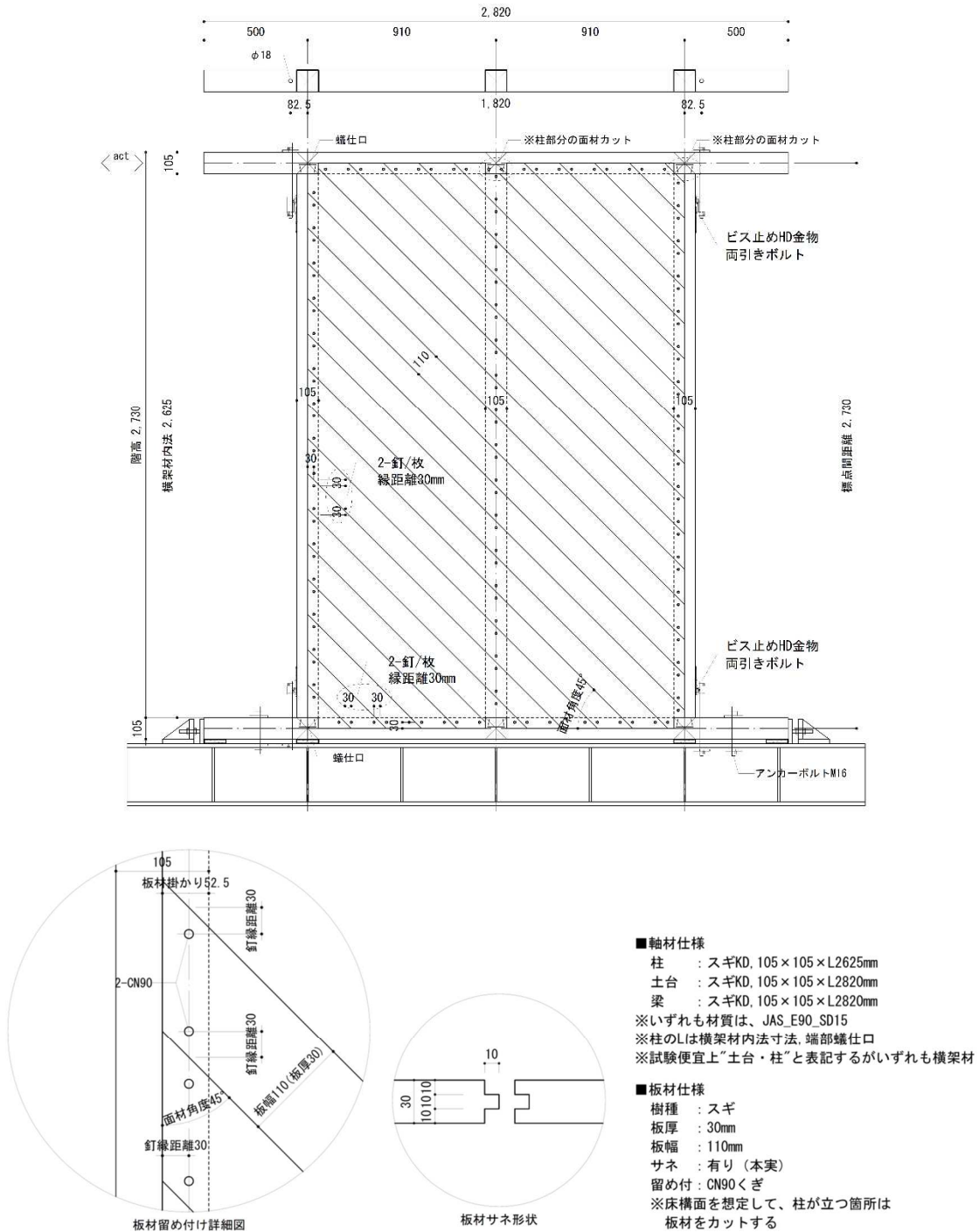


図 2.1 試験体図

2.2 水平構面の面内せん断試験の結果

2022年12月、岐阜県立森林文化アカデミーにおいて、水平構面の面内せん断試験をおこなった。詳細は《岐阜県産直住宅協会 岐阜県産直住宅協会 ななめ板張り床水平構面の面内せん断試験 試験報告書 2022年12月》に記載する。以下に結果の抜粋を示す。

■実験床倍率

本事業では、同一仕様で3体の試験を行ったため、同一仕様3体ばらつきを評価した実験床倍率一覧を示す。なお実験床倍率には、耐力に影響を及ぼす係数 α は掛かっていない。

表 2.2.1 ばらつき評価実験床倍率一覧

試験体記号	N-1	N-2	N-3
試験実施日時	2022年11月24日	2022年11月24日	2022年11月24日
通しNo	No1	No2	No3
最大耐力 Pmax [kN]※1/15radまで	20.299	21.714	20.957
最大荷重時変形角 δ_{pmax} [10^{-3} rad]	66.667	66.667	65.918
降伏変形角 δ_y [10^{-3} rad]	15.984	14.331	15.798
終局耐力 Pu [kN]	17.500	19.144	18.010
終局変形角 δ_u [10^{-3} rad]	66.667	66.667	65.918
降伏点変形角 δ_v [10^{-3} rad]	23.894	22.474	25.068
剛性 K [kN/ 10^{-3} rad]	0.732	0.852	0.718
塑性率 μ	2.790	2.966	2.630
構造特性係数 Ds	0.467	0.450	0.485
①2/3Pmax [kN]	13.533	14.476	13.971
②降伏耐力 Py [kN]	11.707	12.207	11.350
③みかけ $P_{1/120rad}$	8.072	8.926	8.135
④Pu(0.2/Ds) [kN]	7.490	8.504	7.434
実床長 [m]	1.82	1.82	1.82
決定因子	Pu(0.2/Ds)	Pu(0.2/Ds)	Pu(0.2/Ds)
短期基準せん断耐力 PO[kN]	7.49	8.50	7.43
短期基準せん断耐力 [kN/m]	4.11	4.67	4.08
実験床倍率	2.09	2.38	2.08

3体バラつき評価	平均値	標本標準偏差	k	ばらつき係数	50%下限値	実験床倍率
①2/3Pmax [kN]	13.99	0.47	0.471	0.98	13.713	3.84
②降伏耐力 Py [kN]	11.75	0.43	0.471	0.98	11.519	3.22
③みかけ $P_{1/120rad}$	8.38	0.48	0.471	0.97	8.126	2.27
④Pu(0.2/Ds) [kN]	7.81	0.60	0.471	0.96	7.496	2.10
実験床倍率	2.10倍					
短期基準せん断耐力 [kN/m]	4.12					
決定因子	Pu(0.2/Ds)					

■ 試験データグラフまとめ

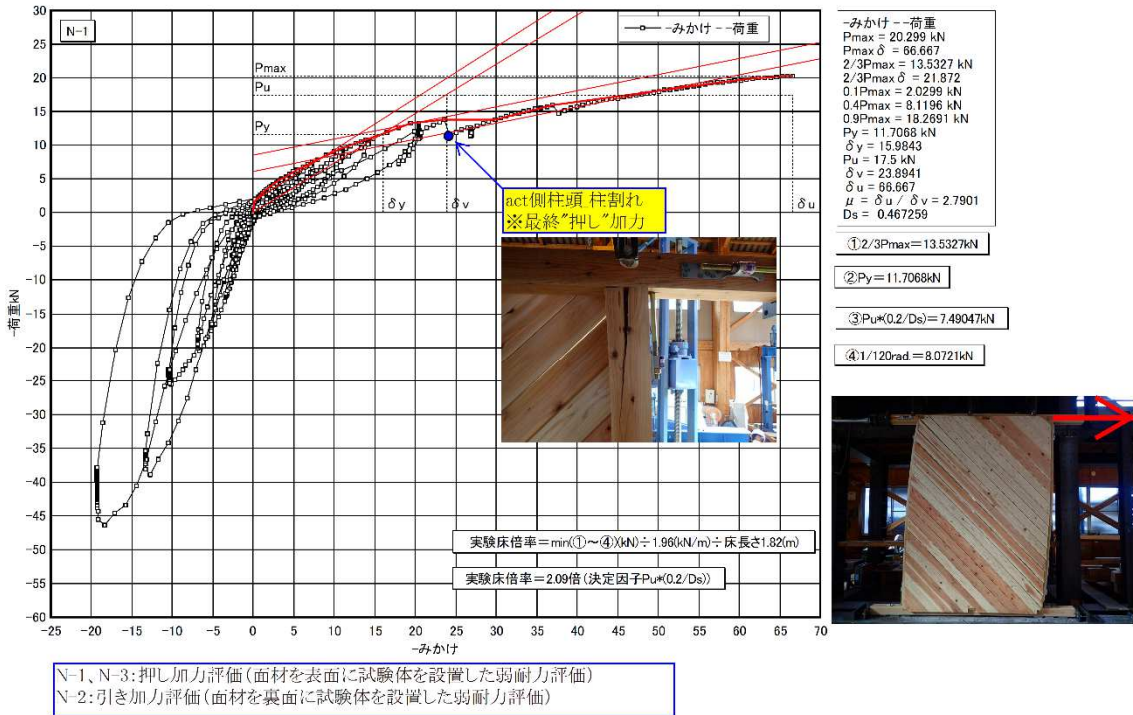


図 2.2.1 N-1 試験データグラフ

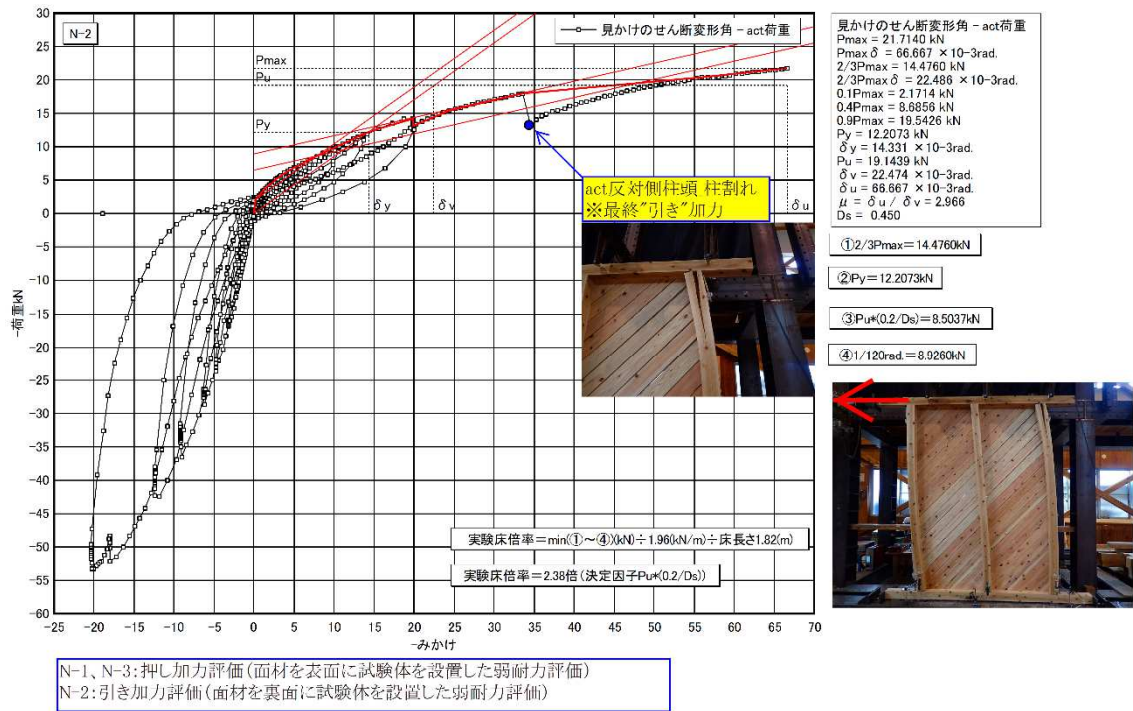


図 2.2.2 N-2 試験データグラフ

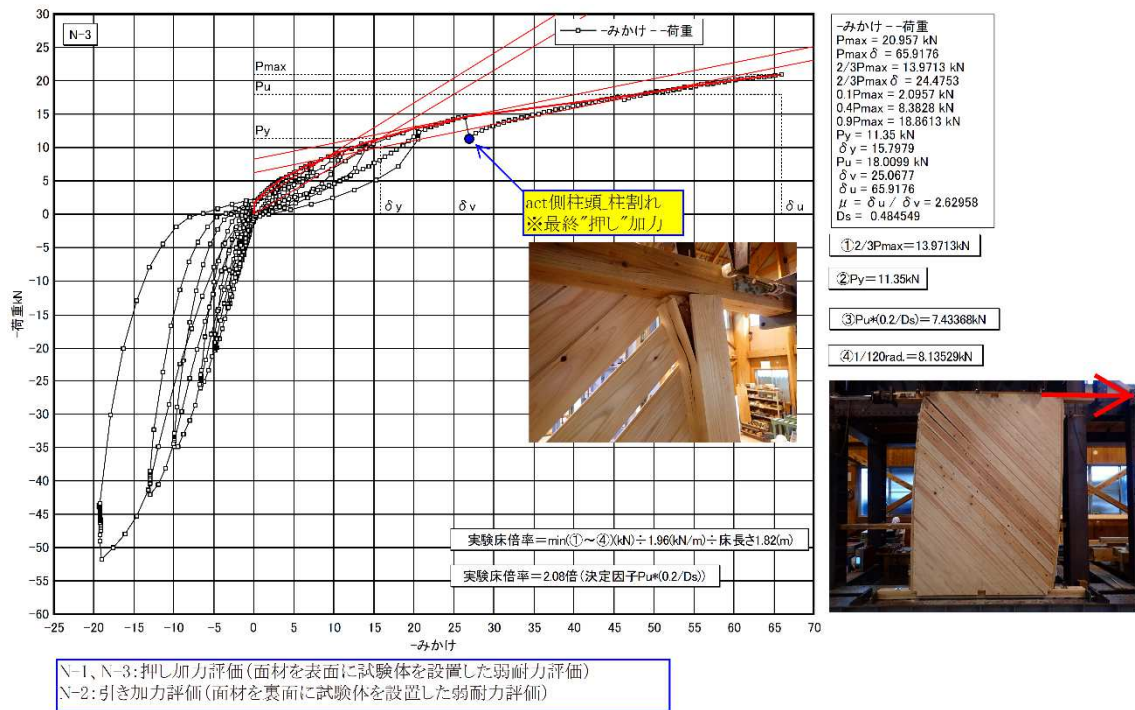


図 2.2.3 N-3 試験データグラフ

■破壊概要

各試験体の主な破壊モードは、いずれの仕様とも同様の傾向を示し、

- ・最終加力の途中で、柱脚引張側となる柱の上端部の割れが確認された。
- ・最終加力時に、柱-柱に留めつけられた板材に板材間の隙間、ズレが確認された。(柱-土台や柱-桁に留めつけられた板材には変化は見られなかった)
- ・最終加力時に、板材留め付け釘のめり込み (小) が確認されたが、パンチングや引き抜けは確認できなかった。一部、杉板の端部割れが確認された。

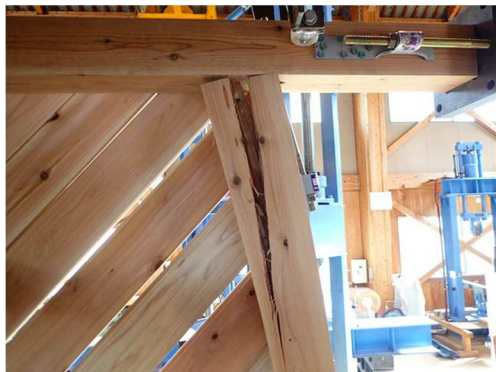


写真 2.2.1 柱の割れ (1/15rad 途中)



写真 2.2.2 中柱の割れ (1/15rad 時)



写真 2.2.3 板材間の隙間 (1/15rad 時)



写真 2.2.4 板材間のズレ (1/15rad 時)



写真 2.2.5 釘のめり込み(小) (1/15rad 時)



写真 2.2.6 板材の割れ (1/15rad 時)

■本試験での懸案事項①

上記の実験床倍率 2.1 倍の評価値について、本試験では最終加力 1/15rad に至るまでの変形途中で柱の割れが確認された。割れによる耐力の 8 割低下は見られなかったため、上記の評価値としたが、参考までに、柱割れが起きた時点までの変形で評価した参考値を記載する。



写真 2.2.7 各試験体の最終加力試験途中での破壊性状

【柱割れが起きた時点までの変形で評価した参考値】

表 2.2.2 ばらつき評価実験床倍率一覧（柱割れ時点までで評価）

3体バラつき評価	平均値	標本標準偏差	k	ばらつき係数	50%下限値	実験床倍率
①2/3Pmax [kN]	10.32	1.52	0.471	0.93	9.593	2.68
②降伏耐力 Py [kN]	7.87	1.51	0.471	0.90	7.080	1.98
③みかけP _{1/120rad}	8.38	0.48	0.471	0.97	8.126	2.27
④Pu(0.2/Ds) [kN]	4.99	0.65	0.471	0.93	4.639	1.30
実験床倍率	1.30倍					
短期基準せん断耐力 [kN/m]	2.55					
決定因子	Pu(0.2/Ds)					

以上から、本仕様は終局変形時に軸材（横架材）の割れを誘発する恐れがあるから、十分に留意して設計に用いることが望ましい。

■本試験での懸案事項②

上記の実験床倍率 2.1 倍の評価値について、本試験では試験体押し引き加力で耐力に差異が確認できたため、小さい耐力となる方向（安全側となる方向）で最終加力をおこない評価した。参考までに、高い耐力となる加力方向で評価した参考値を記載する。

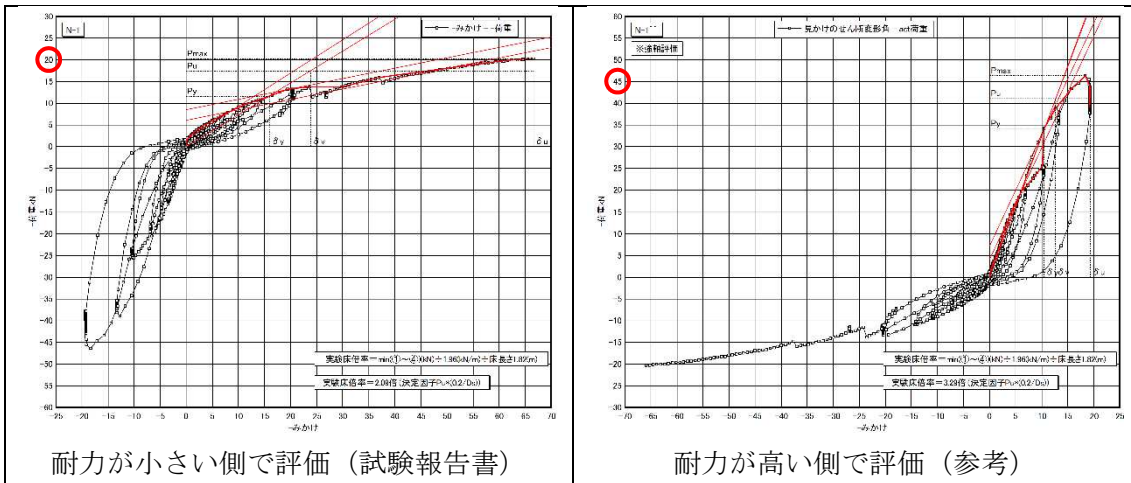


図 2.2.4 N-1 試験の荷重-変形グラフ比較

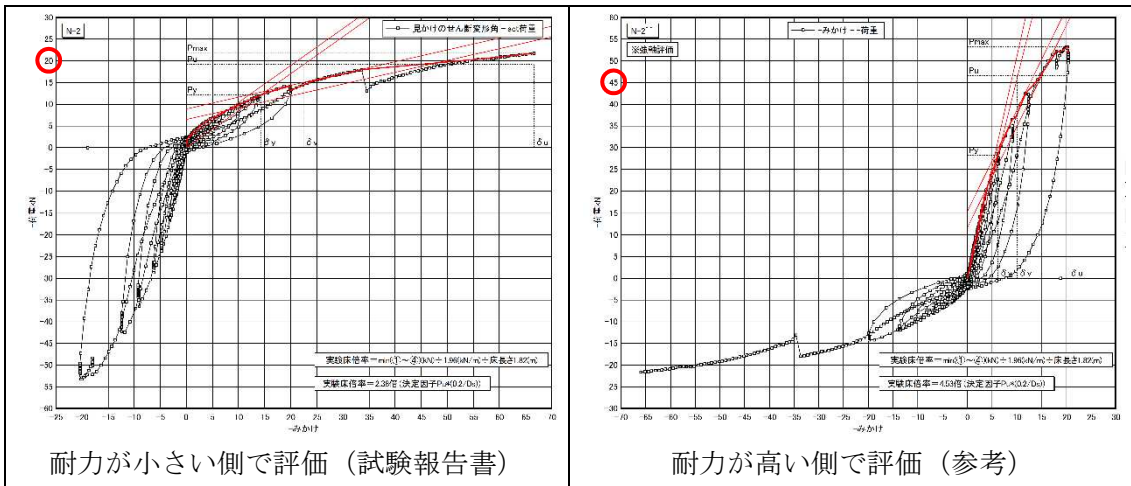


図 2.2.5 N-2 試験の荷重-変形グラフ比較

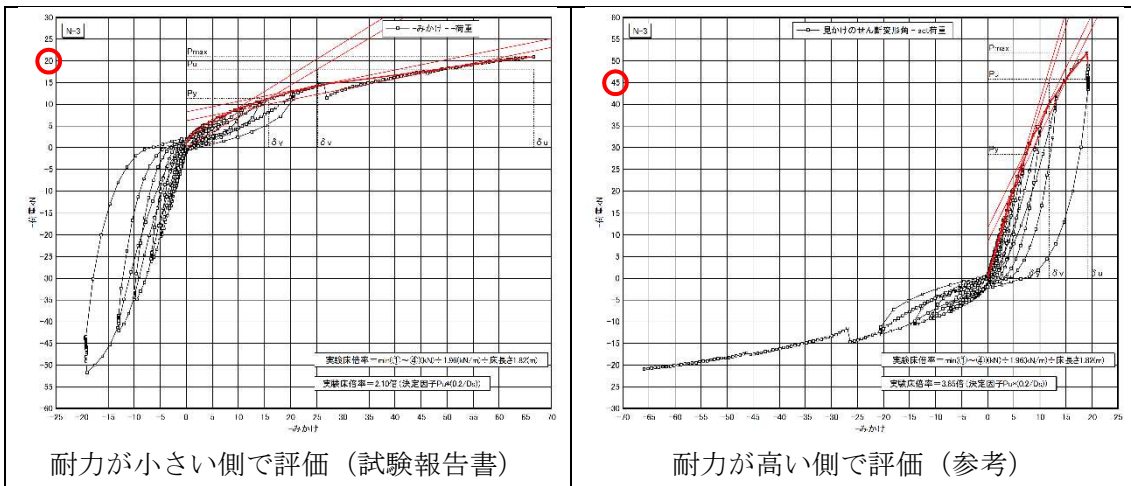


図 2.2.6 N-3 試験の荷重-変形グラフ比較

表 2.2.3 ばらつき評価実験床倍率一覧 (耐力の高い側で評価)

3体バラつき評価	平均値	標本標準偏差	k	ばらつき係数	50%下限値	実験床倍率
① 2/3P _{max} [kN]	33.65	2.45	0.471	0.96	32.308	9.05
② 降伏耐力 P _y [kN]	30.31	3.35	0.471	0.94	28.487	7.98
③ みかけ P _{1/120rad}	29.64	6.08	0.471	0.90	26.678	7.47
④ P _u (0.2/Ds) [kN]	13.90	2.21	0.471	0.92	12.791	3.58
実験床倍率	3.58倍					
短期基準せん断耐力 [kN/m]	7.02					
決定因子	P_u(0.2/Ds)					

以上より、本仕様は耐力の異方性があることから、十分留意して設計に用いることが望ましい。

3. 確認申請機関へのヒアリング

3.1 本事業によって得られた床倍率の確認申請上の位置づけ

本事業で得られた床倍率を実物件で使用する際、まずは申請上水平構面の検討が必要な建物であるかを把握する必要がある。

表 3.1.1 申請上水平構面が必要な建物

	建築基準法第 6 条における建築物の区分	水平構面の検討	確認申請時に「ななめ板床」の報告書の提出
①	一号建物 (特殊建築物)	必要 (構造計算自体が必要)	必要
②	二号建物 (鉄骨造、RC 造)	※非木造のため適用外	同左
③	三号建物 (3 階建てなどの木造)	必要 (構造計算自体が必要)	必要
④	四号建物 (木造の住宅など)	不要 (構造計算自体が不要)	不要
⑤	四号建物 + 任意で住宅性能評価 または長期優良住宅認定制度等を申請	必要 (構造計算または、品確法の計算が必要)	必要

上表より、本事業で得られた水平構面の床倍率は、四号建物以外の特殊建築物や3階建て等の構造計算が必要な建物、または四号建物でも性能評価や長期優良住宅制度などの任意の構造検討が必要な建物について、その床倍率の根拠資料として、申請上、試験報告書または試験成績証明書の添付が求められることとなる。

次に、本事業に関わらず一般的に申請上床倍率の根拠資料になり得る仕様としては、以下の方法が考えられる。

表 3.1.2 床倍率の根拠資料となり得る仕様

	床倍率の根拠資料となり得る仕様	備考
イ	仕様一覧に載っている仕様	・構造用合板 t24mm を根太レス工法で張った仕様 ・火打ち構面 などの一般的に広く使われている仕様
ロ	指定性能評価機関による構造評定を取得した仕様	・一般財団法人日本建築センター ・ハウスプラス確認検査株式会社 などの国土交通省が指定した機関で実験をおこない、床倍率が認められたもの

ハ	②以外の試験機関で構造実験をおこなった仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・大学（★岐阜県立森林文化アカデミー） ・県の林業試験場 などの公的機関で実験をおこない、床倍率を算出したもの
ニ	面材張り床水平構面の詳細計算法を用いた仕様	実大実験等はおこなわず、計算によって床倍率を求めたもの

上表より、確認申請時に提出する床倍率根拠資料としては“イ～ニ”の方法があるが、問題は、法的根拠の位置づけ（根拠の信頼性）から、確認申請機関によって見解が異なり、“イ～ニ”のどの資料でも申請を通すことができるわけではない。特に“イ,ロ”は仕様のルール、適用範囲が決められているため問題なく申請に使うことができるが、“ハ”は実験結果のみとなるため、その仕様のルールや設計時の低減係数などの定義が曖昧なため、確認申請機関によっては申請書類として認められないケースがある。

3.2 確認申請機関へのヒアリングの結果

本事業によって得られた実験床倍率も岐阜県立森林文化アカデミーによる実験結果のため、上記表 3.1.2 の③に該当し、確認申請機関によって申請書類として認められないケースがある。

このため、本事業では、岐阜県、愛知県内他、確認申請機関に対して、本事業によって得られた床倍率が確認申請上も使用可能かヒアリングをおこなった。

ヒアリング結果を以下の表にまとめる。なお、ヒアリングの詳細は別紙議事録を参照。

表 3.2.1 確認申請機関に対するヒアリング結果

	ヒアリング先 確認申請機関	本事業の床倍率を確認申請上認められるか	理由
1	(株)確認サービス	OK	<ul style="list-style-type: none"> ・α 低減は法適合確認上の義務でないため、設計者側で考慮する・しないの判断を願います。 （$\alpha=1.0$ の時は、実験時と同条件の状態・環境なのだとして受け止めます）
2-1 ※	ビューロベリタスジャパン (株) 確認審査部	OK	<ul style="list-style-type: none"> ・設計のルールを設けて仕様に従うこと（梁のピッチや板の寸法、くぎ打ちの仕様、杉板の乾燥など）。 ・設計者の判断で安全率αを掛けること。
2-2 ※	ビューロベリタスジャパン	OK	<ul style="list-style-type: none"> ・グレー本第4章に準じた試験が行われているのであれば、床構面・屋根構面に関わらず、性能評価

	(株) 性能評価部		でも確認申請の判断と同様に扱います。 ・A: 登録試験機関等の第三者機関による試験・評価によって定められた存在床倍率 もしくは ・B: (登録試験機関等の第三者機関によらない試験機関での試験でかつ) 設計者が適切に低減係数を考慮した存在床倍率とすること。実験結果に、適用した低減係数が適切であることの所見・検討を添付頂ければ、根拠になると判断いたします。
3	(株)ぎふ建築住宅センター	NG	指定性能評価機関以外の実験データでは法的根拠として扱えないため。
4	ハウスプラス 確認検査(株)	NG	・評定を取得していない試験成績書の実験結果だけの床水平構面を申請で使うことはできない。 ・長期優良のような住宅性能評価の場合は、4号の確認申請(構造計算不要)を通した上での「任意の評価」となるため、設計者判断で α を設けた場合には実験結果+低減係数 α での床倍率で性能評価を通してもらえる可能性はゼロではないが、構造用合板などの一般的に使われている仕様に限るため、今回のななめ板のような場合には当てはまらない。
5	(株)CI 東海	NG	指定評価機関において性能評価を取得したものではないため。
6	岐阜県建築指導課	NG	仕様規定による杉板と同等以上である、という安全側解釈であれば可能だが、今回の案件には当てはまらないと解釈する。
7	日本 ERI(株)	未回答	仮想の案件でのヒアリング、コンサルタント業務に関しては対応できないため回答できません。

※ビューロベリタスジャパンでは確認審査と性能評価で見解が異なる場合があるため、別途、性能評価部に改めて長期優良住宅や性能評価の審査が通るかを確認した。

上表より、確認申請機関によって認められる場合と認められない場合があることがわかった。とくに、本事業でおこなった試験が指定評価機関による試験や評定を取得していないことが主な理由であることがわかった。また、認められる場合であっても、試験と同条件の仕様を守り、設計者判断で適切な低減を用いて設計することが求められることがわかった。

4. 今後の課題

■アンケート意見からみえた課題

2022年11月24日に実施した面内せん断試験は、関係者に呼びかけを行い公開試験とし、ここで併せておこなった参加者アンケートにより、実務者（プレカット業者、工務店、設計者等）からの意見を得ることができた。この意見を下記に示すとともにその回答を今後の課題点として考察する。



写真 4.1 公開試験風景

表 4.1 アンケートによる意見とそれに対する回答

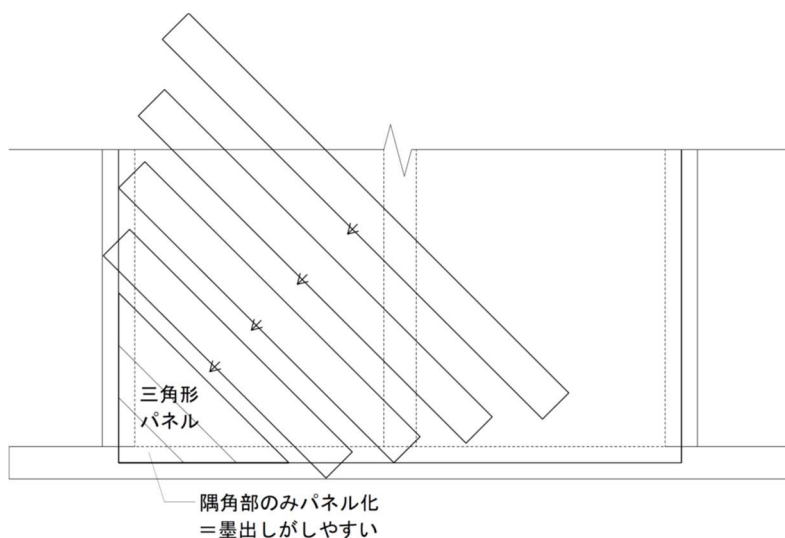
①	<p>【アンケート意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工手間が合板よりもかかってしまう点。 ・ 現場作業での省略化を考えるとパネル化が必要ではないか。 ・ 工事現場などで使用できるように突き詰めていただきたい。 								
	<p>-----</p> <p>【アンケートに対する回答と今後の課題点】</p> <p>本工法の施工を一般的な合板床の施工と比較すると以下の比較が考察できる。</p>								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">斜め板張り床施工</th> <th style="text-align: center;">合板床施工</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>板幅 110mm (たくさん並べないといけない)</td> <td>幅 910mm (パネル化されている)</td> </tr> <tr> <td>張り終わり斜めの端部を現場でカット 柱の立つ部分の床板をカット (現場作業手間が多い)</td> <td>プレカット工場で割り付けを決めておくため現場での加工手間は少ない (現場作業手間が少ない)</td> </tr> <tr> <td>2-CN90 釘打ち (釘打ち位置を現場で墨出し)</td> <td>N75@150mm (印字済のパネルを使えば現場墨出しは不要)</td> </tr> </tbody> </table>	斜め板張り床施工	合板床施工	板幅 110mm (たくさん並べないといけない)	幅 910mm (パネル化されている)	張り終わり斜めの端部を現場でカット 柱の立つ部分の床板をカット (現場作業手間が多い)	プレカット工場で割り付けを決めておくため現場での加工手間は少ない (現場作業手間が少ない)	2-CN90 釘打ち (釘打ち位置を現場で墨出し)	N75@150mm (印字済のパネルを使えば現場墨出しは不要)
	斜め板張り床施工	合板床施工							
	板幅 110mm (たくさん並べないといけない)	幅 910mm (パネル化されている)							
張り終わり斜めの端部を現場でカット 柱の立つ部分の床板をカット (現場作業手間が多い)	プレカット工場で割り付けを決めておくため現場での加工手間は少ない (現場作業手間が少ない)								
2-CN90 釘打ち (釘打ち位置を現場で墨出し)	N75@150mm (印字済のパネルを使えば現場墨出しは不要)								
<p>このように、施工面では合板の方が有利な点が多いことがわかる。これは施工の手間だけの問題でなく加工費、施工費用などの費用面にも影響を及ぼすことにつなが</p>									

るため、今後この課題をクリアしていくことで意匠性だけでなく費用面でもこの工法を採用してもらうことにつながると考えられる。

アンケート意見で出た『パネル化』は、現場での手間を省略化する上で有力な改善案だと考えられる。パネル化は、工場での作業を増やすことで現場での施工手間を減らすことができる効果が期待できる。

案①『隅角部のパネル化』

すべての板材をパネル化する方法も考えられるが、隅角部のみパネル化することで、位置決めおよび張り始めの 45° の角度のガイドとして利用できるメリットも期待できる。



案②『釘打ちのガイド治具』

釘打ち位置は板材からの端距離が決まっているため、釘位置が予め分かるガイド治具を用いることで現場施工手間を減らし、かつ釘打ちの精度も上げる効果が期待できる。

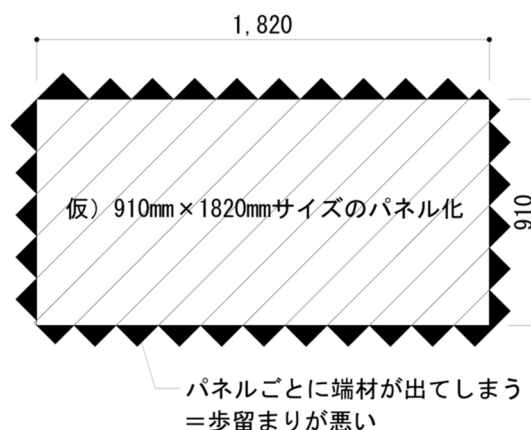


『パネル化』のデメリット

デメリット①端材が多く出る

パネルごとに斜めカットが必要となるため、より多くの端材が生じ、歩留まりが悪

くになると考えられる。



デメリット②現場で微調整ができない

現場施工では、その現場ごと、季節ごとに木の特性を理解した施工が必要となる。例えば、乾燥時期にサネを深く押し込んだ状態で施工してしまうと、梅雨などの湿度が高い時期に木板が膨らみサネ部分を突き上げてしまう恐れも考えられる。工場でパネル化してしまうとこのような調整が出来なくなる可能性もあるため注意が必要である。

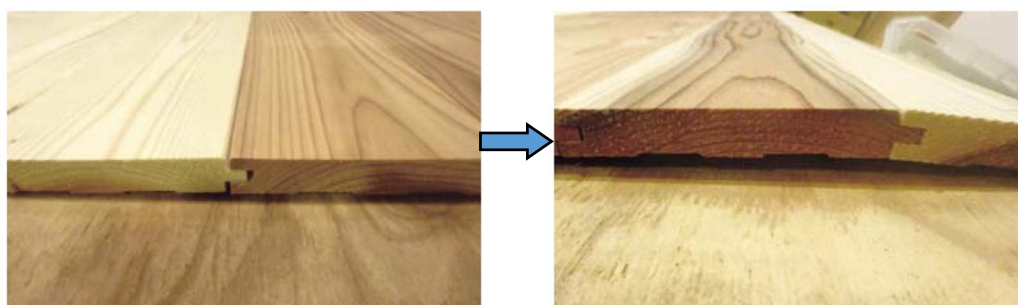


写真. 湿度の多い室内に晒した状態のムク板

(出典：ぎふの木の使い方 (岐阜県林政部県産材流通課))

② 【アンケート意見】

仕上げ材の影響がどれほどのものか。

【アンケートに対する回答と今後の課題点】

水平構面耐力としては下地の斜め板張りで確保し、その上の仕上げ材は構造耐力上は見込まない検討となる。また仕上げ材は隠し釘やフィニッシュネイル等を用いるため、釘の耐力上もあまり強い留め付けとはならないと考えられるため、影響は少ないと考えられる。

	<p>接着剤による仕上げ材の張り付けの場合、恐らく構造耐力の向上が期待できるが、現行の水平構面の計算基準では構造検討には仕上げ材部分の耐力は見込まないが、悪影響は及ばないものとしてよいとされている。</p>
③	<p>【アンケート意見】 真壁にして板材を落とし込みにした場合はどうなりますか。</p> <hr/> <p>【アンケートに対する回答と今後の課題点】 落とし込み板はめり込み効果が期待できるため、本仕様より床倍率の高倍率化が期待できる。 プレカット時の梁落とし込みのための加工や板材の張り方などの懸念点は残る。</p>
④	<p>【アンケート意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下地材（間柱など）でも突き付けで使用できればみんなにも勧めやすいと思いました。 ・サネ加工しないとイケないのか。 <hr/> <p>【アンケートに対する回答と今後の課題点】 一般的に流通している間柱材（30mm×120mm など）であれば、板材専門の製材所ではなく、柱や梁桁製材をメインに行っている製材所の端材加工で作られていることが多いため、大量の材の供給が期待でき、材料費を抑える効果も期待できると考えられる。 サネ無しの突き付け板は、加工を減らすことで費用を抑えられる効果が期待できる反面、サネの有無で水平構面の耐力がどれだけ差が生じるか、今後検証が必要となる。</p>
⑤	<p>【アンケート意見】 仕上げ材としての使用は？</p> <hr/> <p>【アンケートに対する回答と今後の課題点】 釘の仕様が CN90 と決まっているため、釘種類をフィニッシュネイル等に変更することは不可。このため、仕上げ材として板材を見せるとは可能だが釘頭が見えてくることを留意する必要がある。</p>

<p>なお、設計者判断によるが、例えば板厚を 30mm→40mm に変え、釘頭を 10mm めり込ませた後、釘頭と同径のダボで埋木をする方法も考えられるが、耐力上同等の耐力が見込めるか、確認申請上通すことができるかどうかは未検証であるため、今後このような需要が多いと見込めればこの仕様についても突き詰めていく。</p>

5. まとめ

本事業におけるまとめとして、

面内せん断試験の結果より実験床倍率 2.1 倍の結果を得ることができた。また、通常の床板の張り方と異なり斜め張りにしたことにより「大変形時には横架材の割れを誘発する恐れがあること」、「加力の方向により耐力の異方性があること」など、特有の構造性能があることも実験によって明らかとなった。

また今後の課題点として、下記のようにまとめる。

◇指定評価機関での評価

確認審査機関へのヒアリングより、本事業でおこなった岐阜県立森林文化アカデミーの試験結果だけでは、確認申請上認められる場合と認められない場合があることがわかった。

試験の信頼性を上げ、どこの申請機関においても運用ができるような汎用性の高いものとするため、また本仕様特有の構造特性を適切に評価するためにも、指定評価機関での床倍率の評定を取得することが望ましいことがわかった。

◇施工性の向上、加工費, 施工費の削減

実務者からのアンケートより、斜めカットなどの作業工程の簡略化、現場施工性の向上、パネル化の考案などでより施工性の良い仕様が現場で求められることがわかった。

◇設計施工マニュアル等による設計と施工のルール作り

確認審査機関へのヒアリングと実務者からのアンケートより、実験結果を設計に反映させるためには、設計要領と施工要領を定め、規格基準を設けることが必要であることがわかった。また一般の設計者・施工者に広く普及できるようにするためにも、設計施工マニュアルのような体制を整えることも必要であることがわかった。