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の結果

３．確認申請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　確認申請機関へのヒアリングの結果

４．今後の課題 ・・・・・・・・・・・・ １２

５．まとめ ・・・・・・・・・・・・ １７

別紙資料

別紙１：『試験報告書』

別紙２：『ヒアリング議事録』

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 30㎜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』を使用した、JAS または JAS 同等品（ぎふ性能表示材）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。

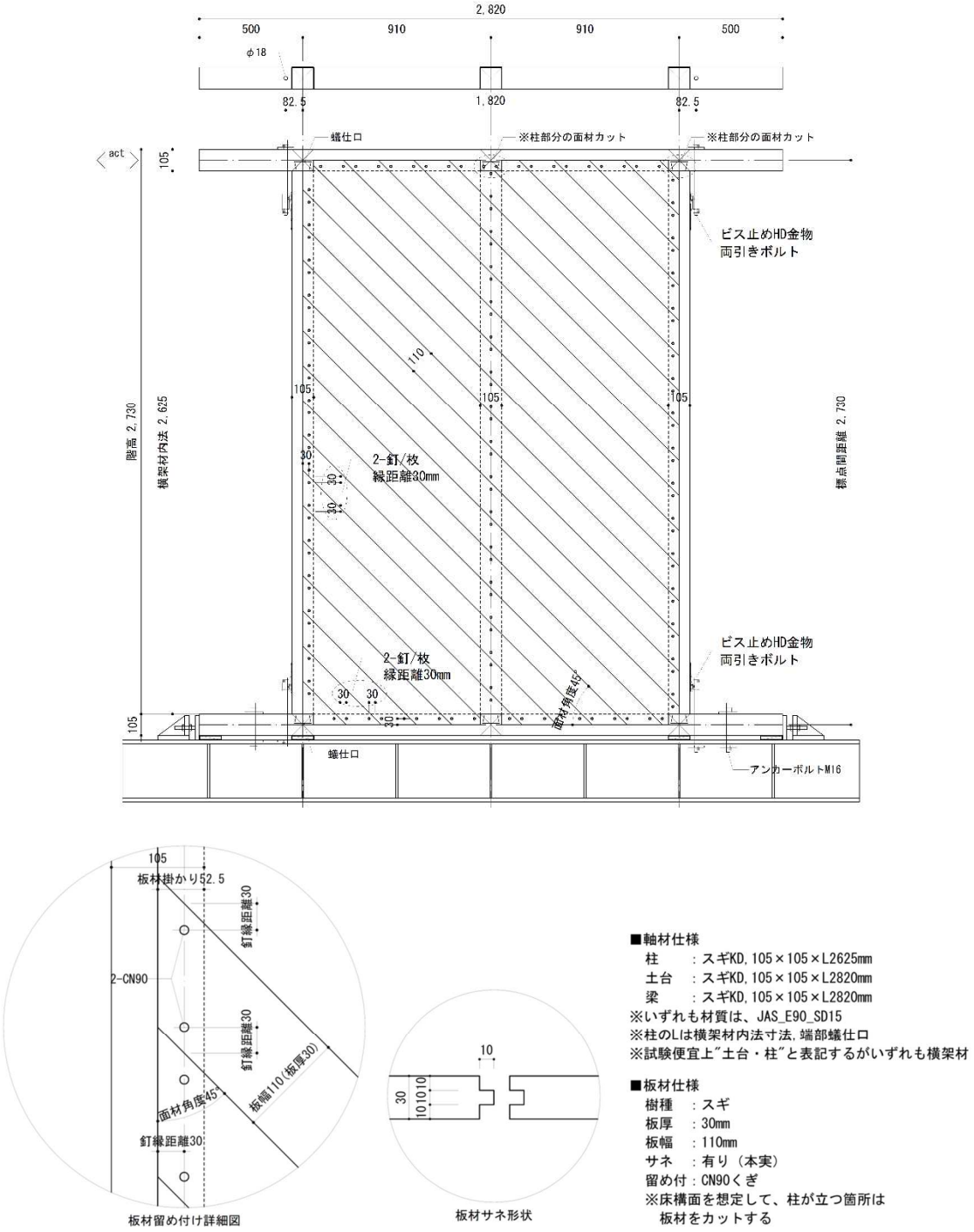


図 2.1 試験体図

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 δpmax [10^{-3}rad]	66.667	66.667	65.918
降伏変形角 δy [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 δu [10^{-3}rad]	66.667	66.667	65.918
降伏点変形角 δv [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 P0[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

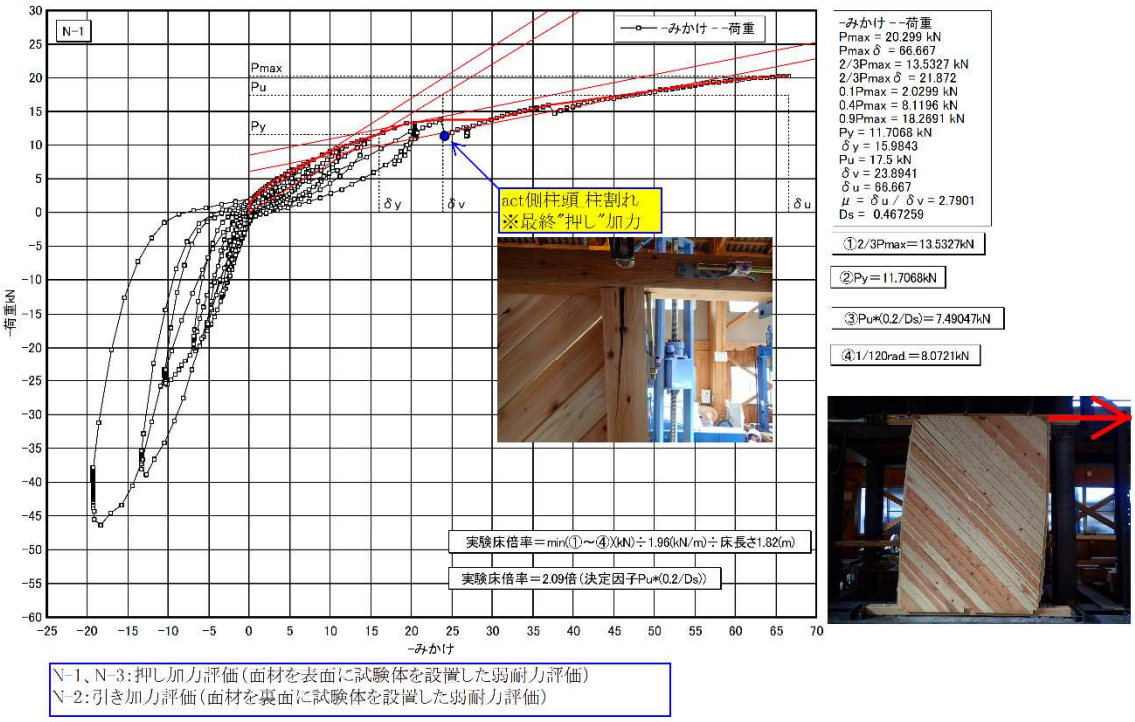


図 2.2.1　N-1 試験データグラフ

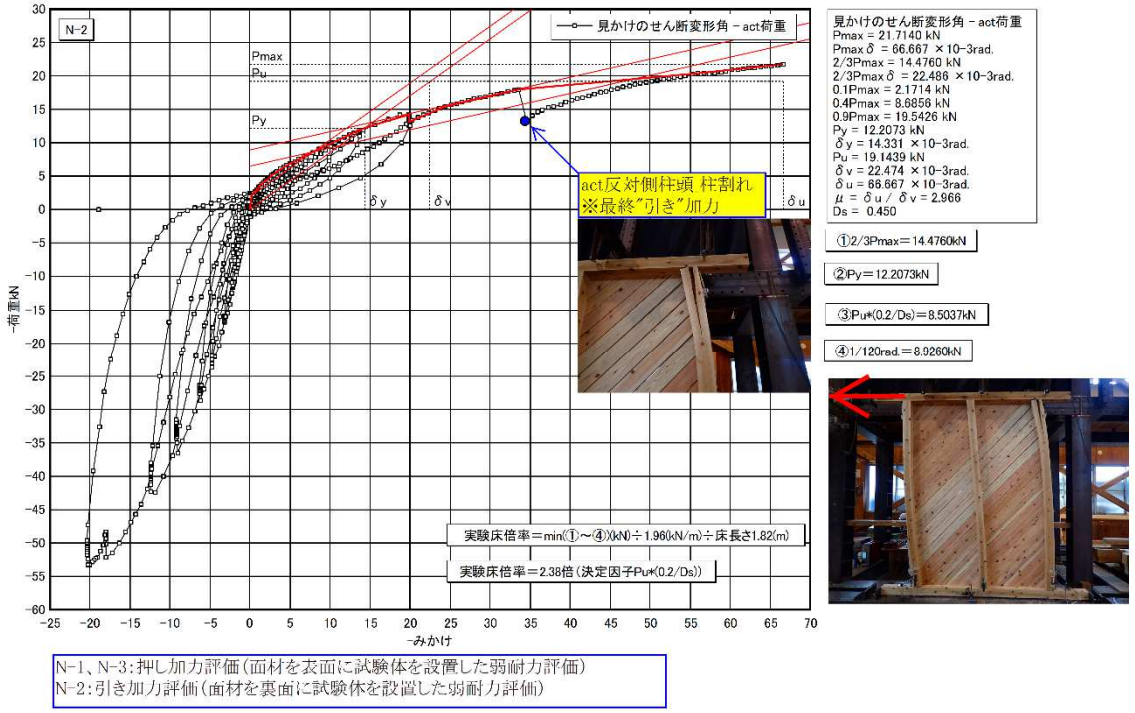


図 2.2.2　N-2 試験データグラフ

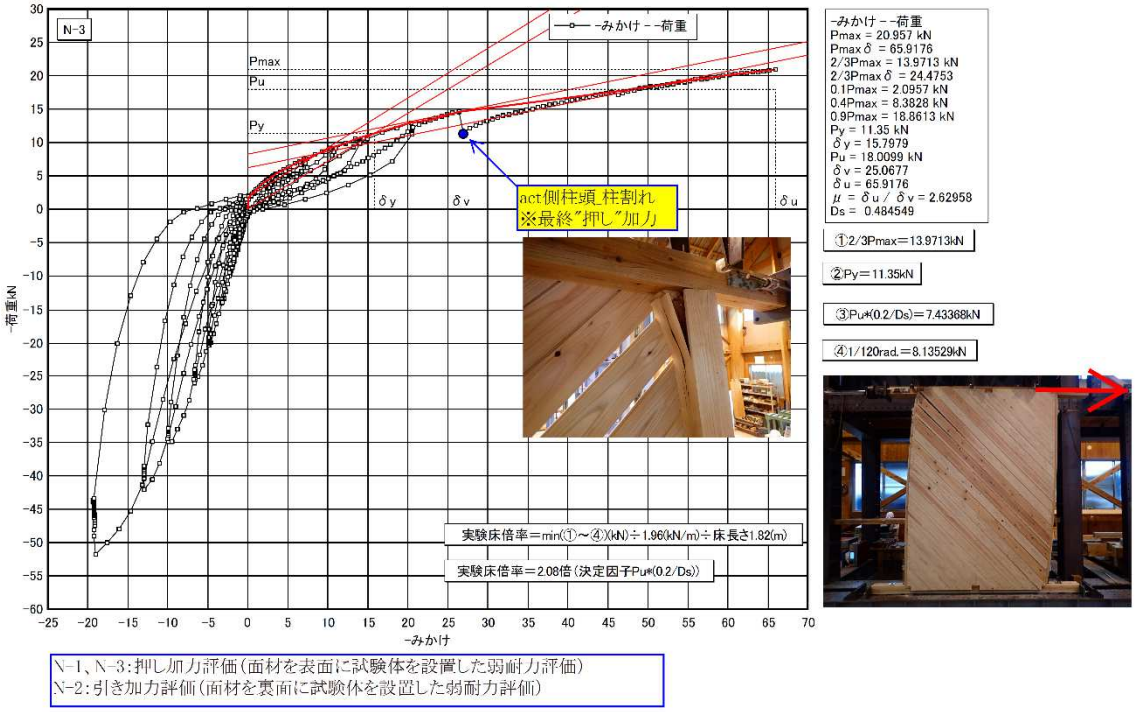


図 2.2.3　N-3 試験データグラフ

■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。

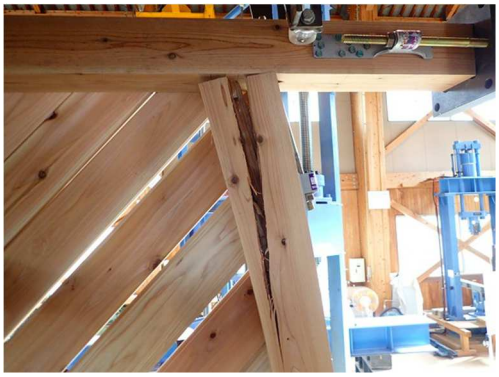


写真 2.2.1 柱の割れ（1/15rad 途中）

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。

N-1 試験体	N-2 試験体	N-3 試験体

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】

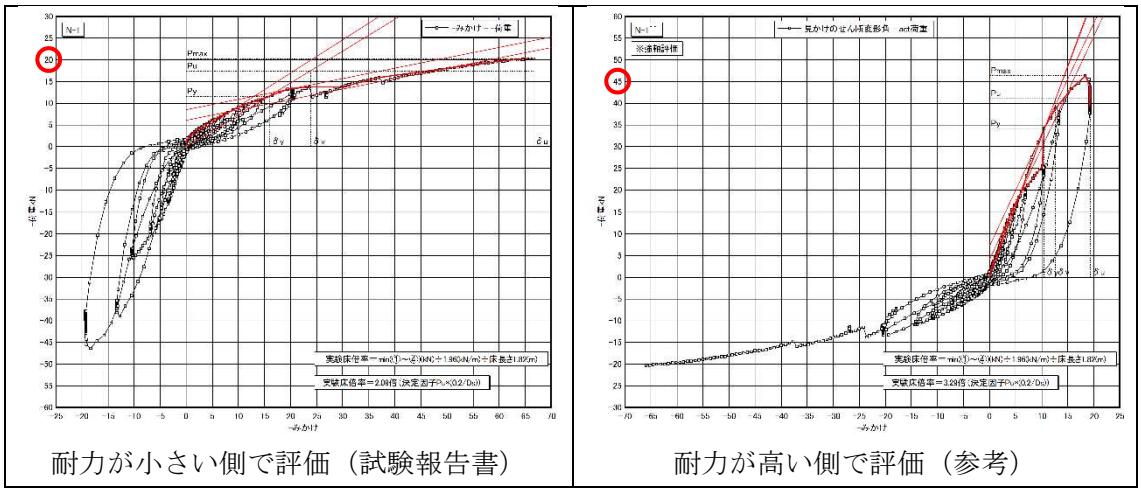
表 2.2.2 ばらつき評価実験床倍率一覧（柱割れ時点までで評価）

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。

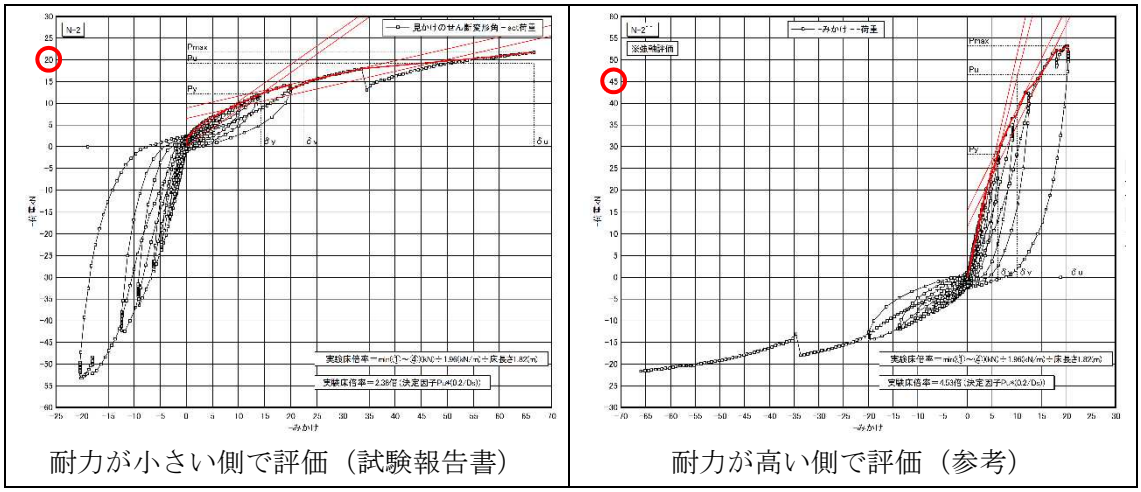
■本試験での懸案事項②

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。



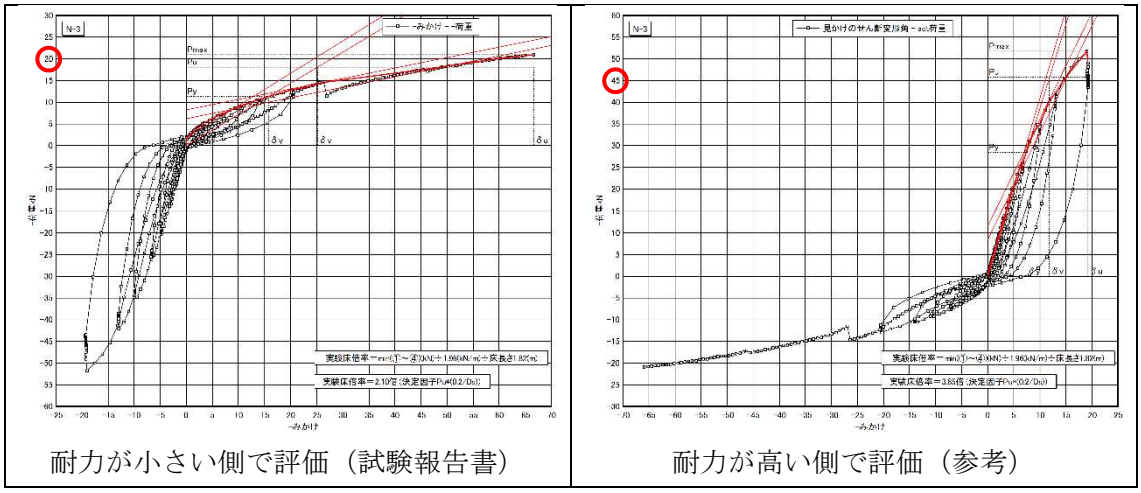
耐力が小さい側で評価（試験報告書）　　耐力が高い側で評価（参考）

図 2.2.4 N-1 試験の荷重-変形グラフ比較



耐力が小さい側で評価（試験報告書）　耐力が高い側で評価（参考）

図 2.2.5 N-2 試験の荷重-変形グラフ比較



耐力が小さい側で評価（試験報告書）　耐力が高い側で評価（参考）

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
①2/3Pmax [kN]	33.65	2.45	0.471	0.96	32.308	9.05
②降伏耐力 Py [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
④Pu(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	**Pu(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	・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	㈱確認サービス	**OK**	・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。 （α=1.0 の時は、実験時と同条件の状態・環境なのだと受け止めます）
2-1 ※	ビューロベリタスジャパン㈱ 確認審査部	**OK**	・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**	・グレー本第４章に準じた試験を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

	㈱ 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	㈱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㈱	**NG**	・評定を取得していない試験成績書のみ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	㈱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㈱	**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

【アンケート意見】

・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。

【アンケートに対する回答と今後の課題点】

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。

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）

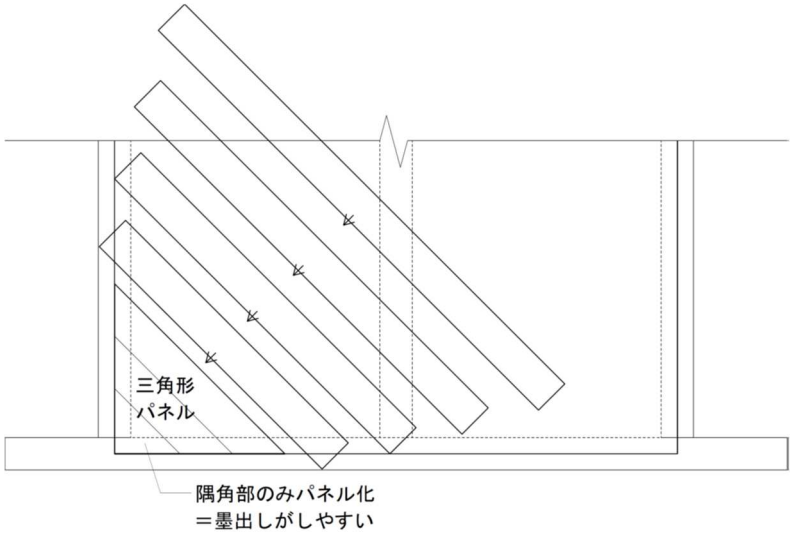
このように、施工面では合板の方が有利な点が多いことがわかる。これは施工の手間だけの問題でなく加工費、施工費用などの費用面にも影響を及ぼすことにつなが

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』

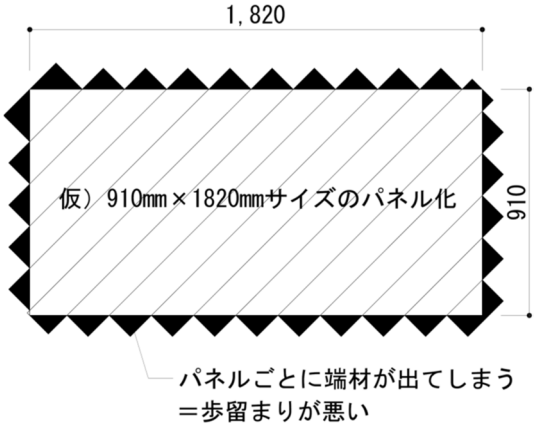
釘打ち位置は板材からの端距離が決まっているため、釘位置が予め分かるガイド治具を用いることで現場施工手間を減らし、かつ釘打ちの精度も上げる効果が期待できる。

『パネル化』のデメリット

デメリット①端材が多く出る

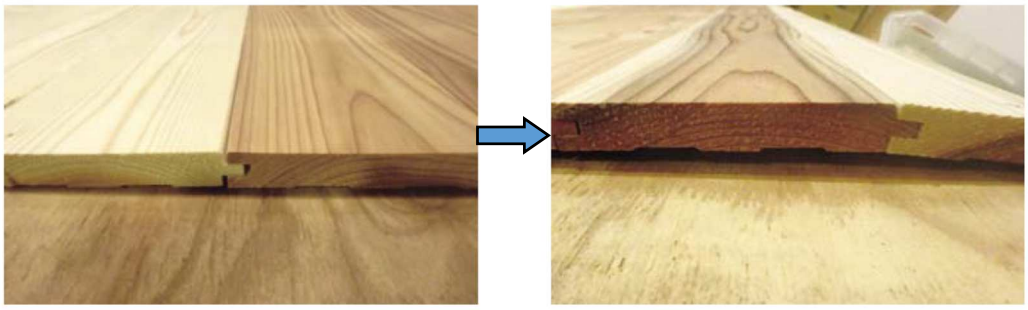
パネルごとに斜めカットが必要となるため、より多くの端材が生じ、歩留まりが悪

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。

	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。
③	【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。 ---------- 【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。
④	【アンケート意見】 ・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。 ・サネ加工しないといけないのか。 ---------- 【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。
⑤	【アンケート意見】 仕上げ材としての使用は？ ---------- 【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。

	なお、設計者判断によるが、例えば板厚を 30㎜→40㎜ に変え、釘頭を 10㎜ 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。

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。

別紙資料

事業報告書 別紙１
『試験報告書』

・依頼試験成績証明書

・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

森ア　第246号
令和 5年 1月 4日

岐阜県産直住宅協会　御中

岐阜県立森林文化アカデミー学長

依 頼 試 験 成 績 証 明 書

依頼により当機関で実施した下記件名の短期基準せん断耐力を算定するための水平構面の面内せん断試験について、住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）にもとづく平成 12 年告示第 1654 号「評価方法基準」における性能表示の構造方法の試験法、評価法に規定する基準に照らして、下記の通りの耐力を有するものと判断する。

1．件名
ななめ板張り床水平構面 ／ 耐力面材 スギ板厚 30mm×幅 110mm ／ 板張り向き 軸材に対して 45° の斜め張り ／板接合 3-CN90 釘 板材端部および@910mm 以下軸材直下 ／木造軸組水平構面

2．試験方法・試験体仕様
品確法にもとづく床倍率算定のための試験法、評価法として示されている財団法人日本住宅・木材技術センター編集「木造軸組構法住宅の許容応力度設計（2017 年版）」中の第 4 章　試験方法と評価方法の 4.3 鉛直構面及び水平構面の剛性と許容せん断耐力を算定するための試験に準拠し、同一仕様 3 体の試験を行った。
試験体の仕様等についての詳細は、「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)」に記すものとする。

3．試験結果
下記に試験結果を示す。ただし、当試験成績証明書の数値は、あくまで試験時の強度性能であり、材料の耐久性や使用環境の影響等を勘案した係数（低減係数）を乗じて評価したものではない。

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]	7.83	0.58	0.471	0.96	7.516	2.10
実験床倍率	**2.10倍**					
短期基準せん断耐力	**4.12kN/m**					
決定因子	**Pu(0.2/Ds)**					

※本試験では、加力方向に耐力の差異が確認された。上記耐力は弱い加力側の評価値となる。、なお、強い加力側の評価は実験床倍率 3.58 倍（短期基準せん断耐力 7.02kN/m）となった。
※本試験では、最終単調加力までの途中で軸材の割れが確認された。耐力の 8 割低下はみられなかったため試験は続行し、上記耐力は単調加力終了までの評価値となる。
なお、軸材割れ時点までの評価は実験床倍率 1.30 倍（短期基準せん断耐力 2.55kNm）となった。

4．有効期限
法令・告示などが、改正、削除など変更となるまでとする。

別紙　試験報告書
「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)」

以上

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
岐阜県立森林文化アカデミー

木造建築スタジオ
教授　小原勝彦

目次

１．試験概要　・・・・　１
　１．１　試験一般事項
　１．２　試験目的
　１．３　試験方法
　１．４　加力・計測システム
　１．５　計測方法
　　１．５．１　高感度変位計
　　１．５．２　巻込型変位計
　　１．５．３　変位計位置図

２．試験体仕様　・・・・　６
　２．１　試験体仕様
　２．２　試験体図
　２．３　試験体諸元

３．変位計測結果　・・・・　９
　３．１～３．３　各試験体の荷重－変位曲線

４．破壊概要　・・・・　１２
　４．１～４．３　各試験体の破壊概要

５．試験結果　・・・・　１５
　５．１　算定方法
　　５．１．１　短期基準せん断耐力
　　５．１．２　完全弾塑性モデルの作成
　５．２　短期基準せん断耐力と実験床倍率

６．まとめ　・・・・　２０
　　６．１　各試験体の特定変形角時の破壊概要および比較
　　６．２　実験床倍率及び決定因子

参考資料
　　参考資料①　柱割れが起きた時点までの変形で評価した参考値　・・・・　２２
　　参考資料②　高い耐力となる加力方向で評価した参考値　・・・・　２５

１．試験概要

１．１　試験一般事項

本構造試験の概要について表 1.1.1 に示す。

表 1.1.1　構造試験概要

構造試験の名称	ななめ板張り床水平構面の面内せん断試験
構造試験実施期間 及び実施場所	試験実施日：2022年11月24日（木） 岐阜県立森林文化アカデミー　木材開放試験室 岐阜県美濃市曽代８８

１．２　試験目的

本試験は、杉板 t30mm を軸方向に対して斜め 45°に張り付けた床構面（詳細図は 2.2 を参照）について、水平構面の短期基準せん断耐力および実験床倍率を求めることを目的とする。

１．３　試験方法

試験体を鉄骨基礎に図 1.3.1 の様に設置し、アクチュエータ型加力機を用いて、短期基準せん断耐力を求める。

試験の方法は、（財）日本住宅・木材技術センターが定める「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 2017 年版」中の「第 4 章　試験方法と評価方法」内の「4.3.3.（3）面材張り床水平構面の面内せん断試験」に準拠する。試験は柱脚固定式で行う。試験体は同一仕様各 3 体試験を行う。

（１）試験体は、土台を試験装置に 2-M16 ボルトを用いナットで固定する。同時に土台左右両端部に土台水平移動固定金物のベースを 2-M24 ボルトを用いナットで固定する。

（２）荷重の加力は頂部梁左端部に引き寄せ金物と 2-M16 ボルトを用い、加力機をのばし、ナットで固定して行う。

（３）荷重載荷の繰り返しは、頂部の水平変形制御で、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad.までの正負交番、最終は片側 1/15rad までの単調加力とする。

（４）繰り返し加力は同一ステップで 1 回とする。

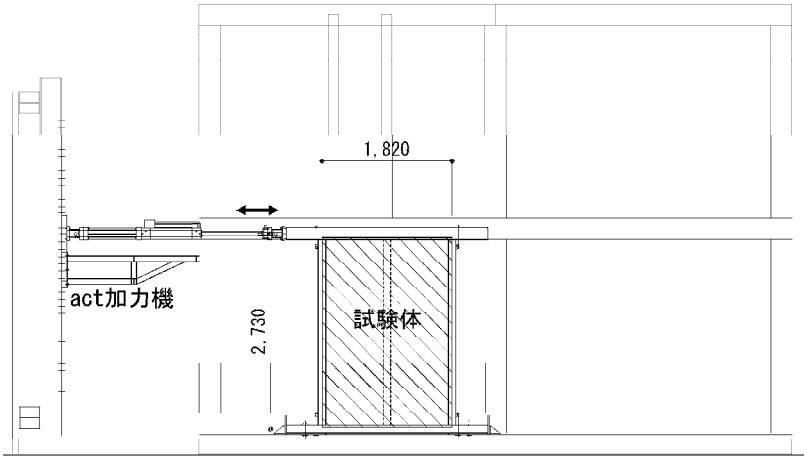


図 1.3.1　試験体設置位置立面図

N-1	N-2	N-3
板材表_最終加力”押し”	板材裏_最終加力”引き”	板材表_最終加力”押し”

※試験機都合により、N-1, N-3 と N-2 で試験体設置の表裏の向きを逆転させた。ただし、いずれも最終加力方向は弱耐力側（同じ評価側）となるような加力向きとした。

１．４　加力・計測システム

アクチュエータ型加力機（島津サーボパルサーEHF-JM100kN-110L 形　（株）島津製作所製）の加力はパソコンを用い、制御ソフト（GLUON　（株）島津製作所製）にて制御した。計測荷重及び計測変位を、LAN ケーブルを介してパソコンに取り込み、スイッチボックス（SHW-50D（株）東京測器製）を中継し、高速自動デジタルひずみ測定器（THS1100　（株）東京測器製）で計測した。計測ソフト（TDS/THS-7120　（株）東京測器製）にて、各部のデータを計測した。

また、試験体の随所に設置した変位計で各部の変位を計測し、GP-IB ケーブルを介してパソコンに取り込んだ。

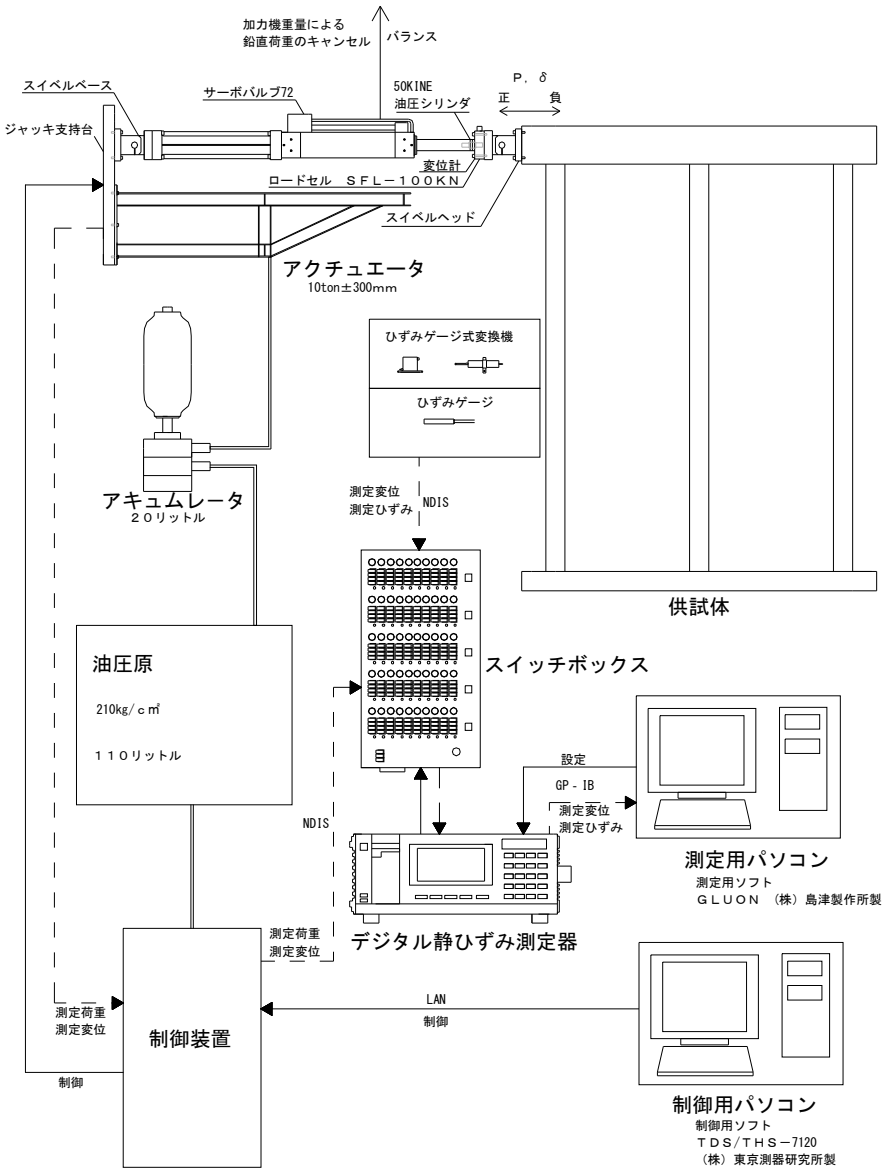


図 1.4.1　加力・計測システム概要図

１．５　計測方法

本試験で使用した計測センサーは、高感度変位計、巻込型変位計である。以下に計測方法を示す。

１．５．１　高感度変位計（CDP 型変位計　（株）東京測器製）

図 1.5.1 に示すように、厚さ 3[mm]のアクリル板で制作した変位計受けに、高感度変位計のピストンをあて、変位計の本体の設置には専用のホルダやマグネットスタンドを用いて、A 点－B 点間の距離を計測する。計測値の正の値はピストンが伸びる向きである。各部の絶対変位及び相対変位の計測に用いた。

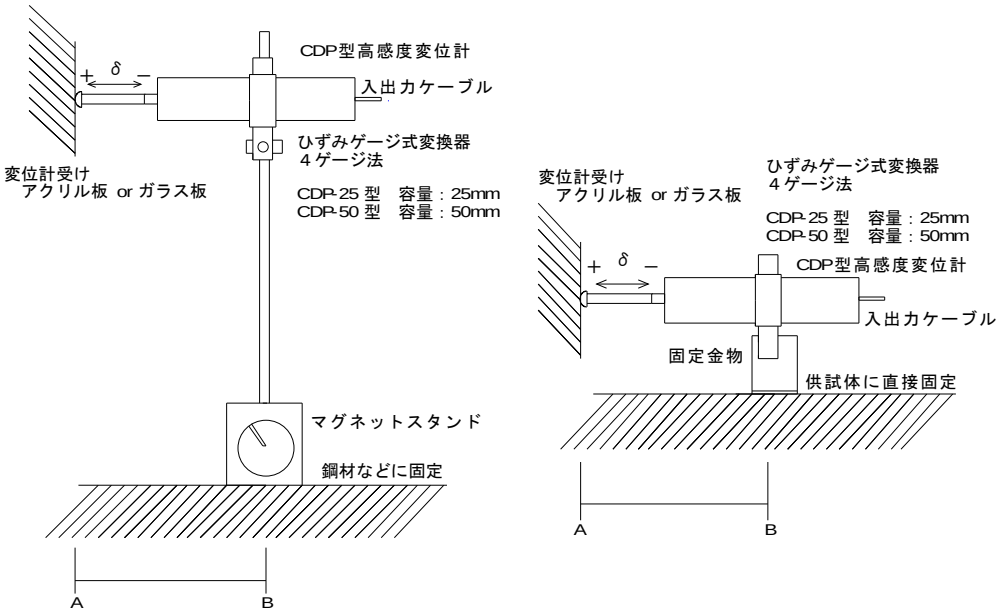


図 1.5.1　高感度変位計設置の方法と計測概要比較

１．５．２　巻込型変位計（（株）東京測器製）

図 1.5.2 に示すように、フックを試験体に設置し、変位形のワイヤーの先端を取り付けて、A 点－B 点間の距離を計測する。計測値の正の値はワイヤーが伸びる向きである。頂部水平変位の計測に用いた。

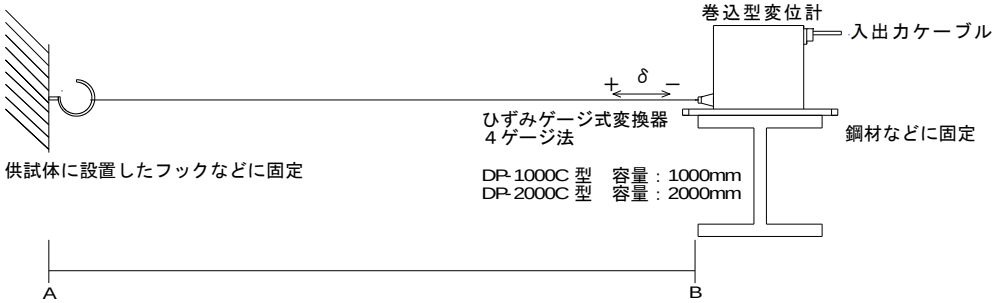
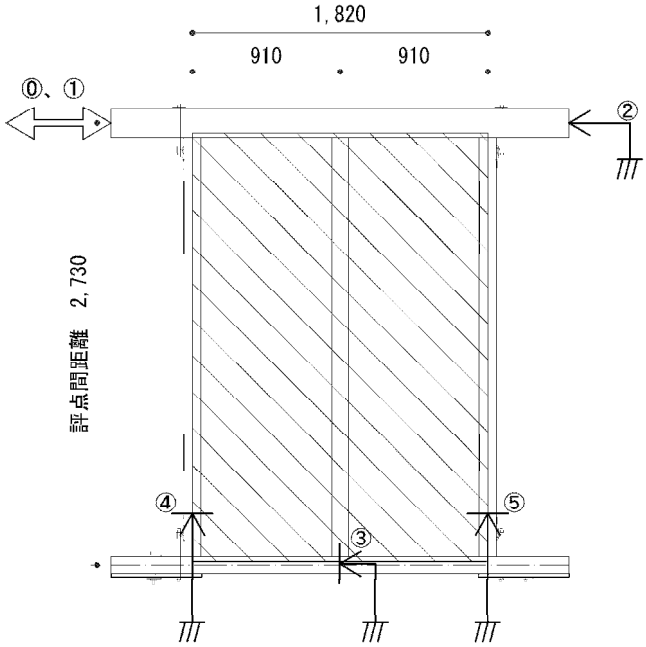


図 1.5.2　高感度変位計設置の方法と計測概要

１．５．３　変位計位置図

変位計位置図を以下に示す。



※変位計は試験体の面材張り裏側から取り付け

図 1.5.3　変位計位置図

表 1.5.3　変位計取り付け詳細

No	計測内容	単位	使用計器
CH0	act 荷重	kN	ロードセル SF-100kN
CH1	act 変位	mm	アクチュエータ変位
CH2	頂部水平変位	mm	DP1000C
CH3	脚部水平変位	mm	CDP-50
CH4	act 側柱脚浮き上がり変位	mm	CDP-50
CH5	反対側柱脚浮き上がり変位	mm	CDP-50

※[CH0]N-1,N-3 試験体においては、ロードセルのピストンが縮む方向（試験体引張方向）を[プラス]荷重とし、N-2 試験体においては、ロードセルのピストンが伸びる方向（試験体押し方向）を[プラス]荷重とする。

※[CH2～CH5]変位計のピストンが縮む方向を[マイナス]変位とする

２．試験体仕様

２．１　試験体仕様

試験体の仕様について以下にまとめる。（詳細については、２．２ 試験体図を参照）

表 2.1.1 試験体の仕様一覧

試験No	試験体名	同一試験	仕様
①②③	N‐1～3	3 体	標点間高さ：2,730mm 試験体幅　：1820mm

試験体共通仕様

■主要軸組

・桁　　：スギ KD 材 / JAS_E90_SD15 / 105mm×105mm

・土台　：スギ KD 材 / JAS_E90_SD15 / 105mm×105mm

・柱　　：スギ KD 材 / JAS_E90_SD15 / 105mm×105mm

■板

・板の仕様　：スギ板 / 厚さ 30mm×幅 110mm /サネ有り（本実）

■柱頭柱脚金物

・ビスどめホールダウン Hi28kN／株式会社タナカ

・最終加力の引張側柱脚となる柱端部は高耐力ホールダウン Hi68kN／高耐力両ネジボルト／株式会社タナカ

■接合

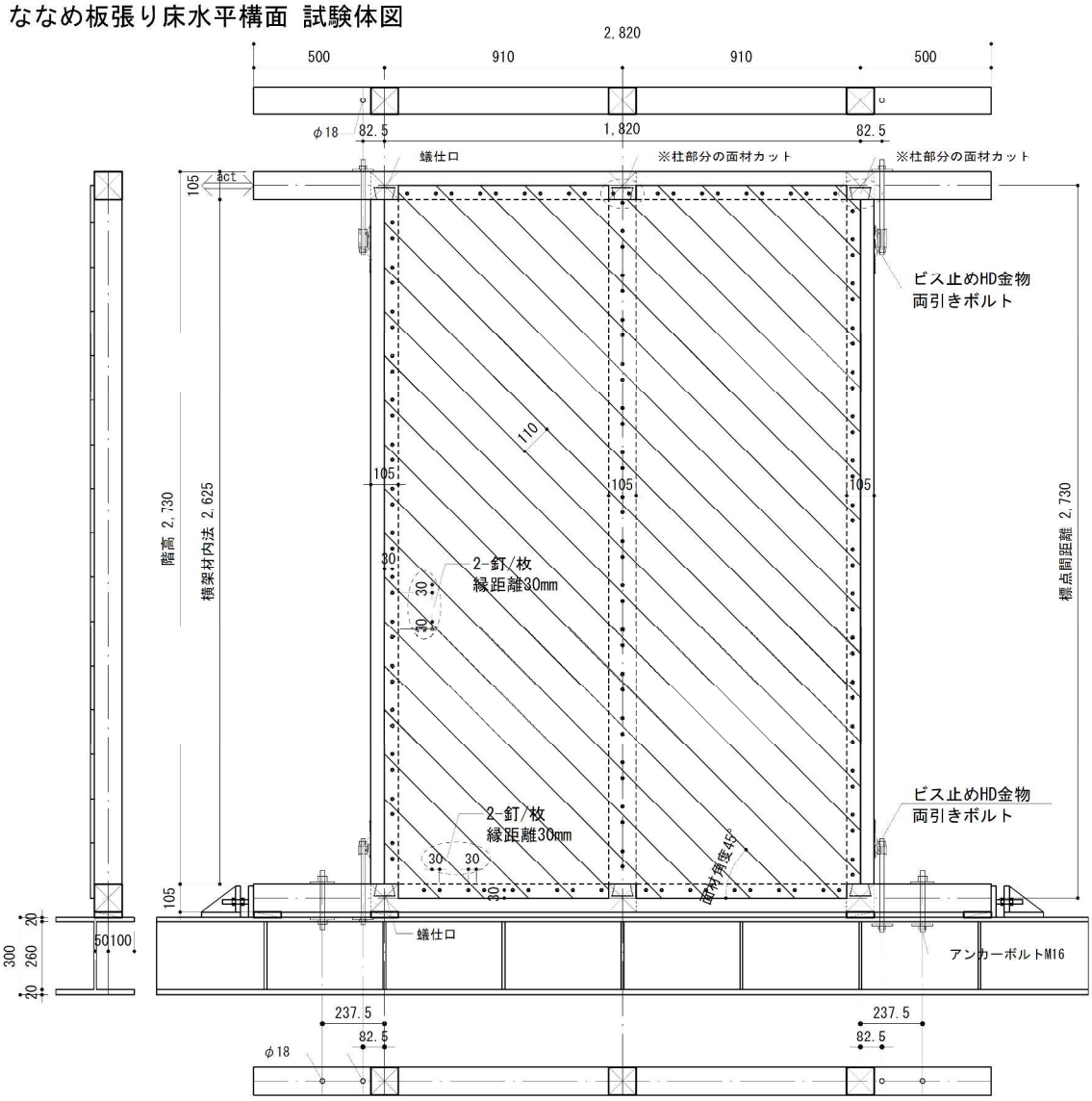
・柱端部　　：蟻仕口

・板と軸材の接合：端部 2-CN90、中央 2-CN90

２．２　試験体図

試験体図を次頁に示す。

ななめ板張り床水平構面 試験体図



■軸材仕様

柱　：スギKD（JAS_E90_SD15）105×105×L2625mm　※Lは横架材内法寸法、蟻仕口

土台　：スギKD（JAS_E90_SD15）105×105×L2820mm

梁　：スギKD（JAS_E90_SD15）105×105×L2820mm

■板材仕様

樹種　：スギ

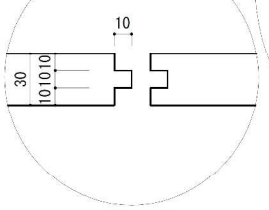
板厚　：30mm

板幅　：110mm

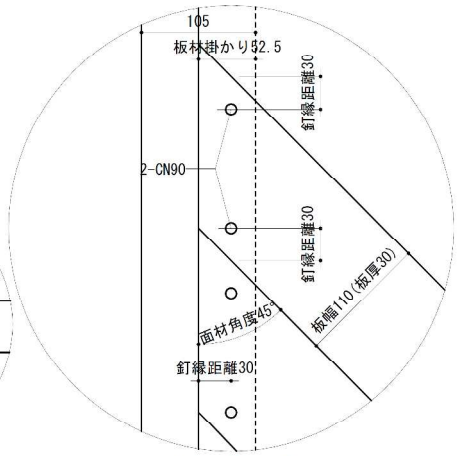
サネ　：有り（本実）

留め付：CN90くぎ

※床構面を想定して、柱が立つ箇所は板材をカットする



板材サネ形状



板材留め付け詳細図

２．３　試験体諸元

各試験体の諸元を以下の表に示す。

表 2.3.1　試験体諸元

N-1	含水率 %	比重	樹種
梁	24.2	0.42	スギ
土台	10.5	0.34	スギ
act側柱	9.8	0.39	スギ
反対側柱	10.7	0.38	スギ
板1	8.5	－	スギ
板2	10.5	－	スギ
板3	14.0	－	スギ
板4	13.0	－	スギ
板5	11.5	－	スギ
板6	12.5	－	スギ
板7	13.5	－	スギ
板8	13.0	－	スギ
板9	13.0	－	スギ
板10	10.5	－	スギ
板11	13.0	－	スギ
板12	15.0	－	スギ
板13	12.5	－	スギ
板14	16.5	－	スギ
板15	11.5	－	スギ
板16	10.0	－	スギ
板17	13.0	－	スギ
板18	11.0	－	スギ
板19	14.5	－	スギ
板20	14.5	－	スギ
板21	17.0	－	スギ
板22	13.0	－	スギ
板23	17.0	－	スギ
板24	13.0	－	スギ
板25	13.0	－	スギ
板26	14.0	－	スギ
板27	15.5	－	スギ
板28	13.0	－	スギ

N-2	含水率 %	比重	樹種
梁	22.3	0.42	スギ
土台	11.8	0.35	スギ
act側柱	10.8	0.37	スギ
反対側柱	11.7	0.39	スギ
板1	8.5	－	スギ
板2	17.5	－	スギ
板3	16.0	－	スギ
板4	117.0	－	スギ
板5	14.5	－	スギ
板6	14.5	－	スギ
板7	16.5	－	スギ
板8	11.0	－	スギ
板9	15.5	－	スギ
板10	13.5	－	スギ
板11	11.0	－	スギ
板12	11.0	－	スギ
板13	19.0	－	スギ
板14	13.5	－	スギ
板15	17.0	－	スギ
板16	15.0	－	スギ
板17	11.5	－	スギ
板18	16.5	－	スギ
板19	11.5	－	スギ
板20	17.0	－	スギ
板21	16.5	－	スギ
板22	17.5	－	スギ
板23	12.0	－	スギ
板24	13.5	－	スギ
板25	12.5	－	スギ
板26	14.5	－	スギ
板27	16.5	－	スギ
板28	15.0	－	スギ

N-3	含水率 %	比重	樹種
梁	32.7	0.42	スギ
土台	11.3	0.36	スギ
act側柱	10.5	0.37	スギ
反対側柱	13.2	0.38	スギ
板1	9.5	－	スギ
板2	14.0	－	スギ
板3	14.0	－	スギ
板4	15.0	－	スギ
板5	10.5	－	スギ
板6	11.5	－	スギ
板7	12.5	－	スギ
板8	10.5	－	スギ
板9	12.5	－	スギ
板10	13.5	－	スギ
板11	13.0	－	スギ
板12	13.0	－	スギ
板13	13.5	－	スギ
板14	12.5	－	スギ
板15	10.0	－	スギ
板16	10.0	－	スギ
板17	13.5	－	スギ
板18	13.5	－	スギ
板19	14.0	－	スギ
板20	17.0	－	スギ
板21	16.0	－	スギ
板22	13.0	－	スギ
板23	17.0	－	スギ
板24	12.0	－	スギ
板25	13.0	－	スギ
板26	12.5	－	スギ
板27	16.5	－	スギ
板28	19.0	－	スギ

※含水率は高周波含水率計を用いて軸材においては 1 部材あたり 3 か所測定した平均値を、板材においては 1 か所の測定値を記載する。

※比重は重量測定と体積から算定した。

３ 変位計測結果

３．１ N-1

試験体 N-1 の荷重－各部変位関係を図3.1.1～図3.1.5に示す。

※荷重は、試験体正面左側の梁に取り付けた加力機が**押す**方向を（+）とする※N-2試験のみ向き逆

※変位は、変位計ピストンが縮む方向を（-）変位とする

※変位計の取り付け位置は、図1.5.3を参照

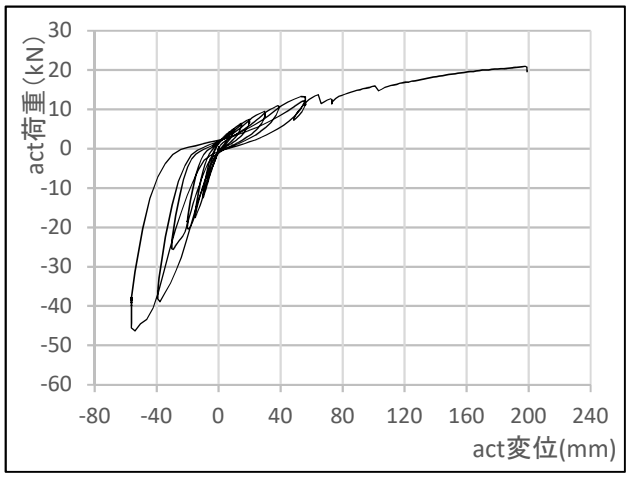


図3.1.1　加力機ストローク(CH1)

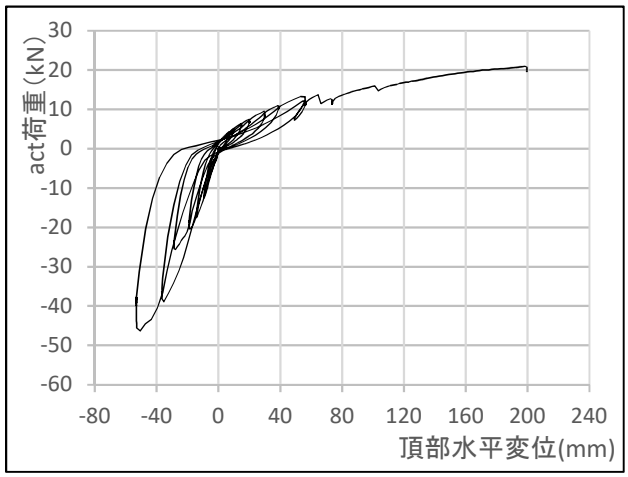


図3.1.2　頂部水平変位(CH2)

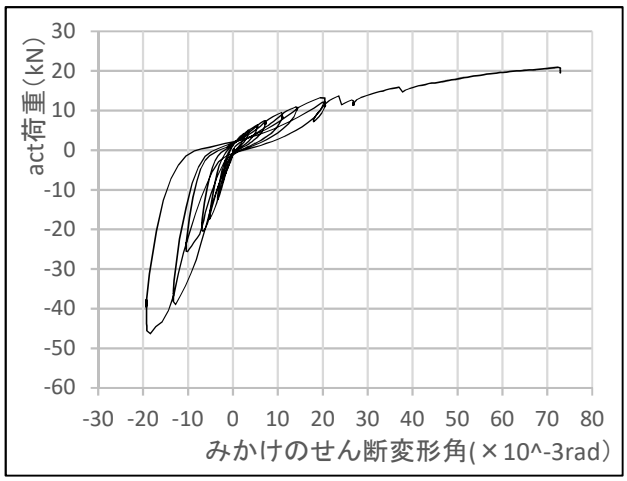


図3.1.3　見かけのせん断変形角

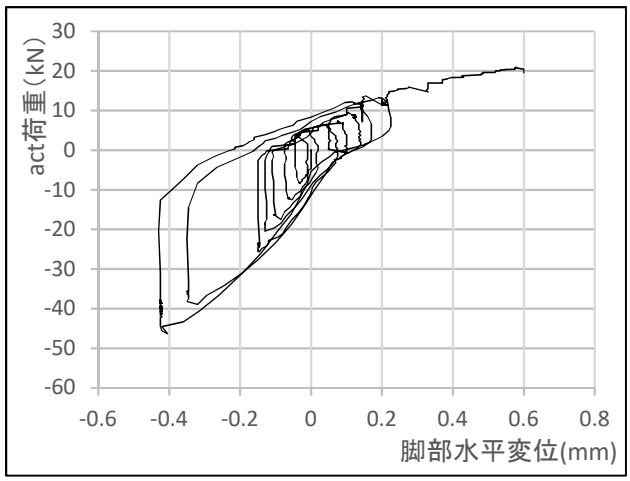


図3.1.4　脚部水平変位(CH3)

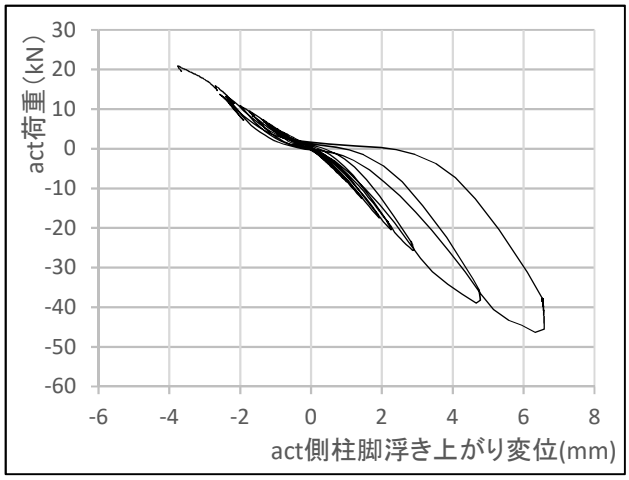


図3.1.5　act側柱脚浮き上がり変位(CH4)

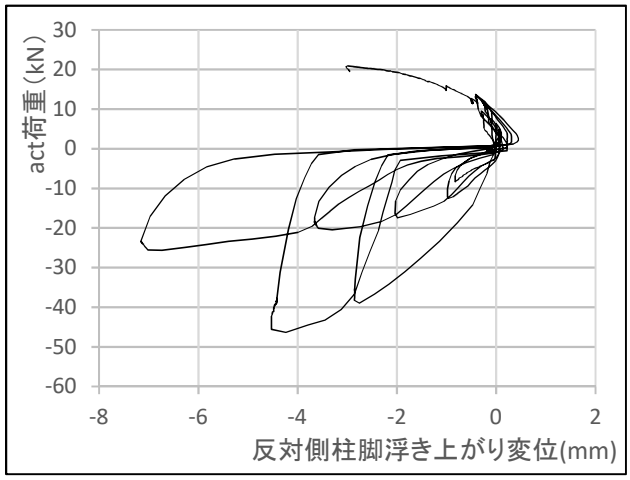


図3.1.6　反対側柱脚浮き上がり変位(CH5)

３ 変位計測結果

３．２ N-2

試験体 N-2 の荷重－各部変位関係を図3.2.1～図3.2.5に示す。

※荷重は、試験体正面左側の梁に取り付けた加力機が引く方向を（+）とする※N-2試験のみ向き逆

※変位は、変位計ピストンが縮む方向を（-）変位とする

※変位計の取り付け位置は、図1.5.3を参照

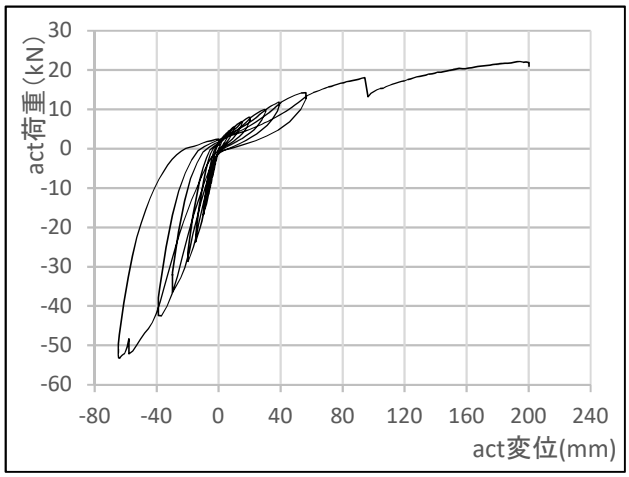


図3.2.1　加力機ストローク(CH1)

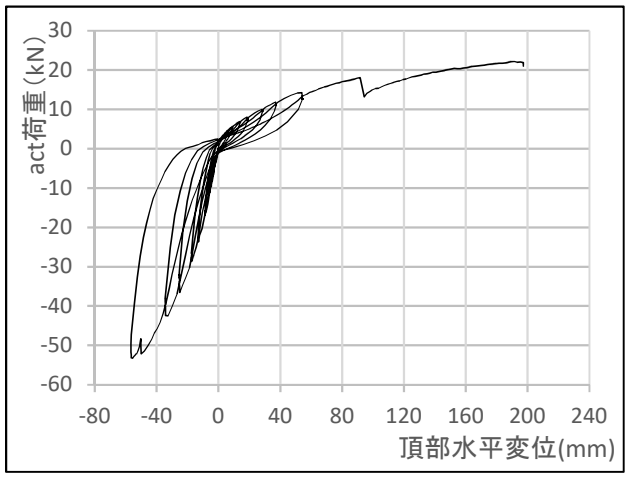


図3.2.2　頂部水平変位(CH2)

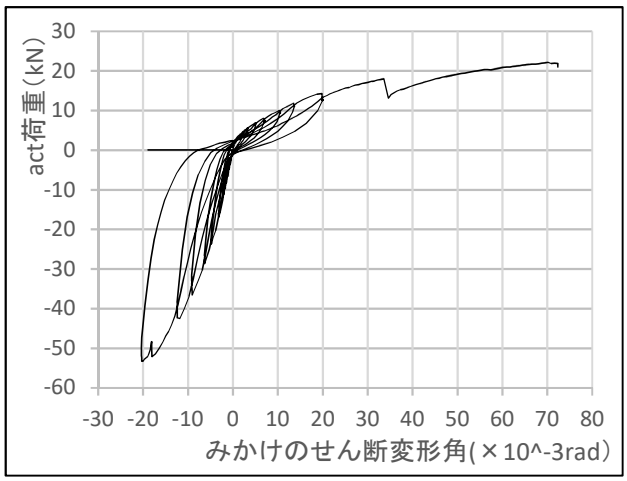


図3.2.3　見かけのせん断変形角

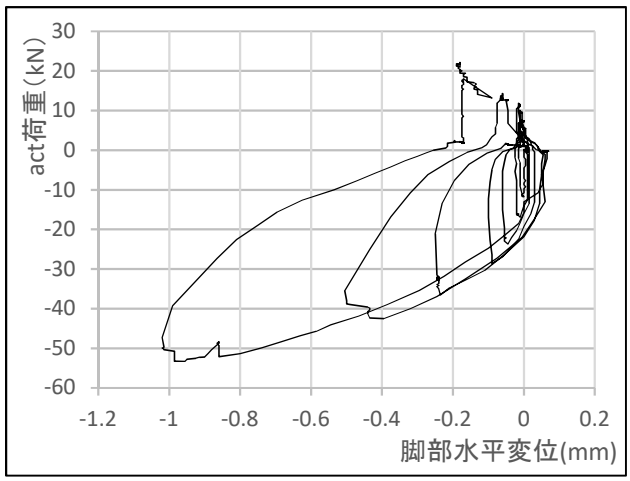


図3.2.4　脚部水平変位(CH3)

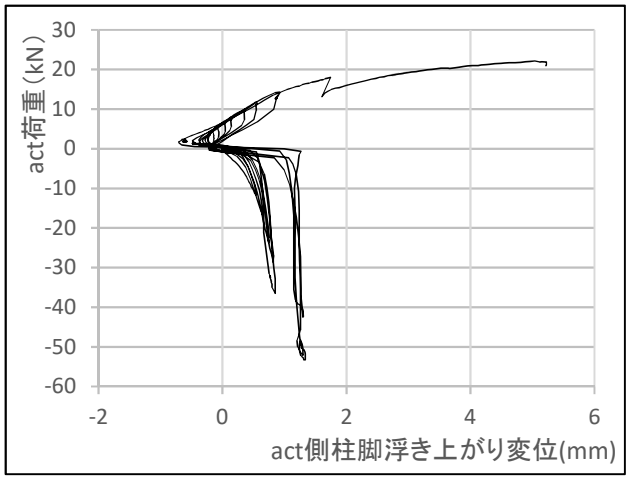


図3.2.5　act側柱脚浮き上がり変位(CH4)

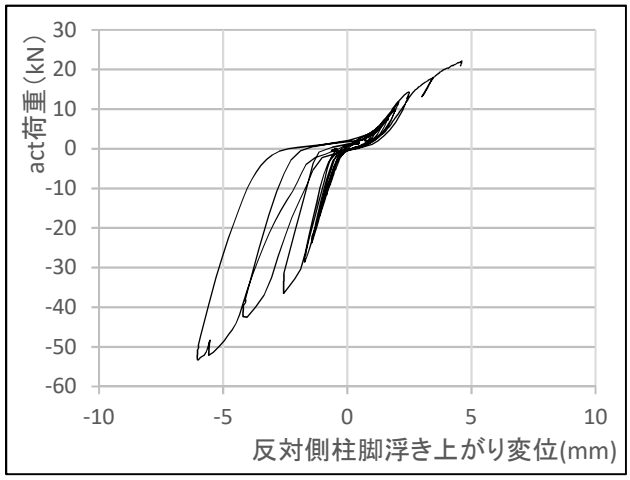


図3.2.6　反対側柱脚浮き上がり変位(CH5)

３ 変位計測結果

３．３ N-3

試験体 N-3 の荷重－各部変位関係を図3.3.1～図3.3.5に示す。

※荷重は、試験体正面左側の梁に取り付けた加力機が**押す**方向を（+）とする※N-2試験のみ向き逆

※変位は、変位計ピストンが縮む方向を（-）変位とする

※変位計の取り付け位置は、図1.5.3を参照

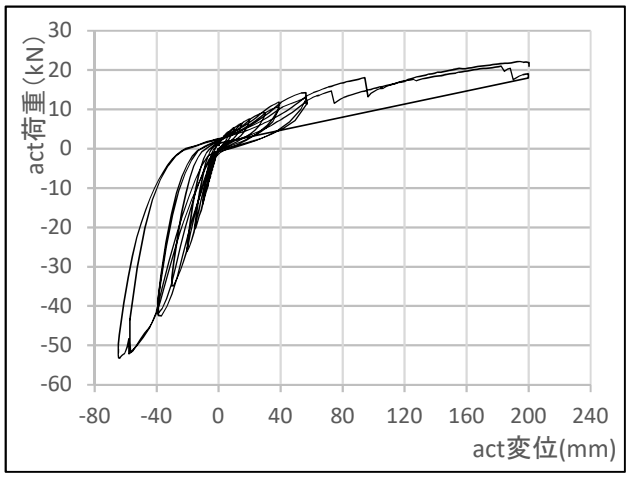


図3.3.1　加力機ストローク(CH1)

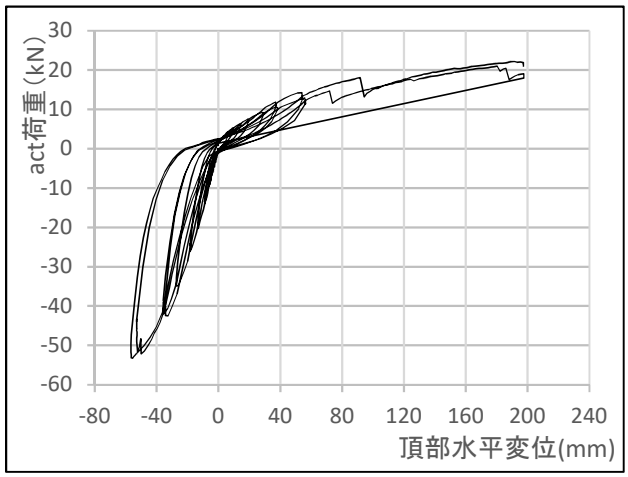


図3.3.2　頂部水平変位(CH2)

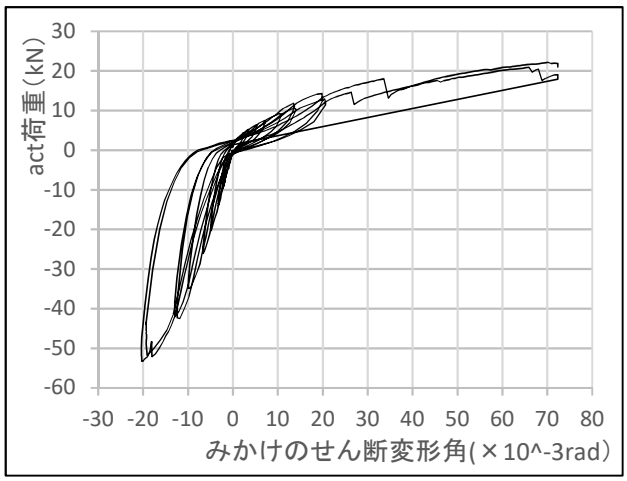


図3.3.3　見かけのせん断変形角

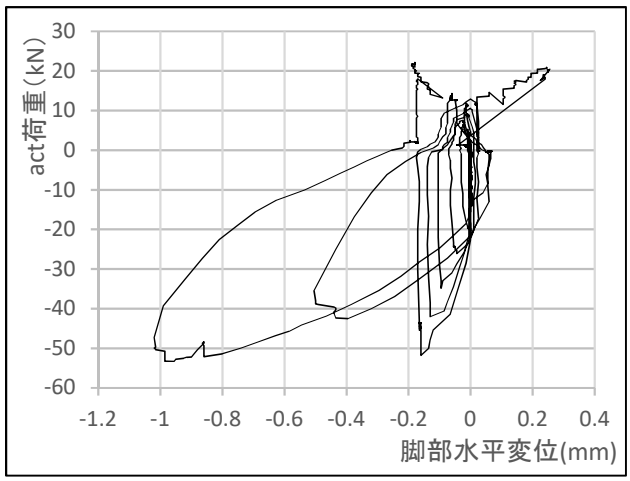


図3.3.4　脚部水平変位(CH3)

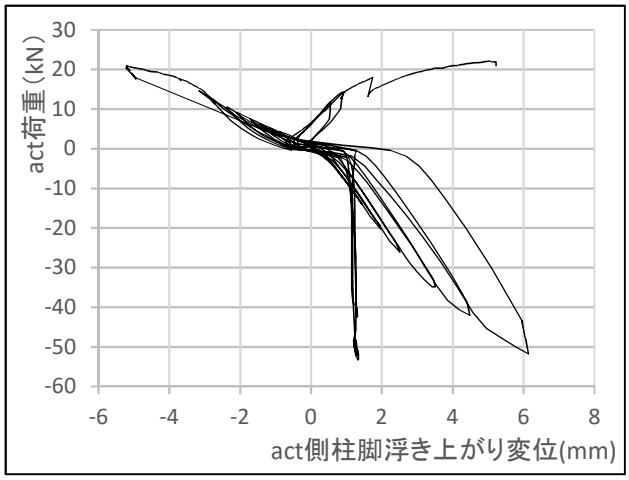


図3.3.5　act側柱脚浮き上がり変位(CH4)

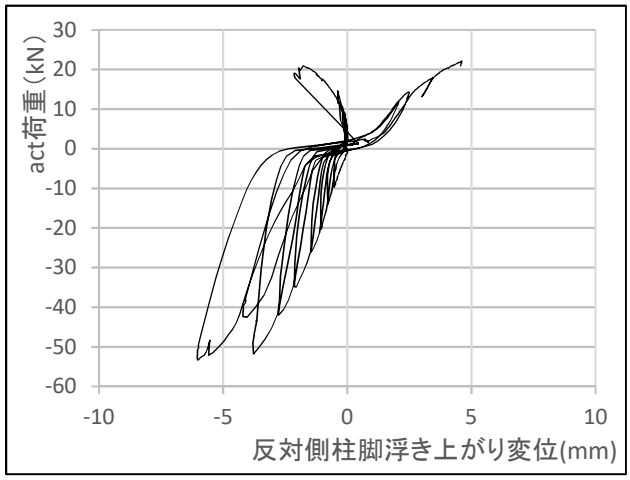


図3.3.6　反対側柱脚浮き上がり変位(CH5)

4 破壊概要

4．1 N-1

試験体 N-1 の主な破壊概要を写真4.1.1～写真4.1.6に示す。

写真4.1.1 試験体全景（加力前）

写真4.1.2 試験体全景（最終加力後(1/15rad押し)）

写真4.1.3 act反対側柱付近の土台上端の割れ
（1/50rad押し）

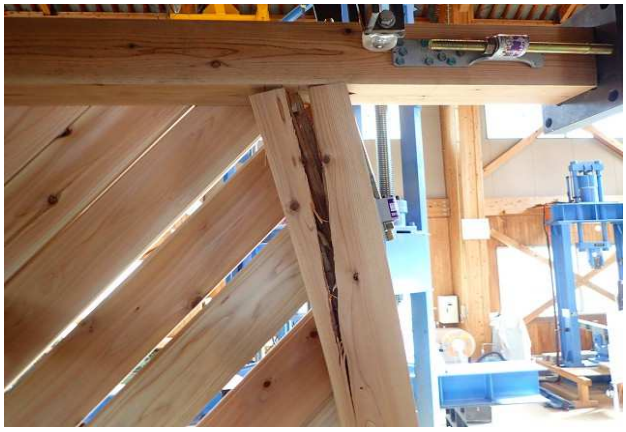


写真4.1.4 ac t 側柱の割れ
（最終加力途中1/50rad付近）

写真4.1.5 板材間の隙間
（最終加力後(1/15rad押し)）

写真4.1.6 板材間のズレ
（最終加力後(1/15rad押し)）

４ 破壊概要

４．２ N-2

試験体 N-2 の主な破壊概要を写真4.2.1～写真4.2.6に示す。

写真4.2.1 試験体全景（加力前）

写真4.2.2 試験体全景（最終加力後(1/15rad引き)）

写真4.2.3 act反対側柱の割れ
（最終加力後(1/15rad引き)）

写真4.2.4 act反対側柱の割れ
（最終加力途中1/30rad付近）

写真4.2.5 中柱の割れ
（最終加力後(1/15rad引き)）

写真4.2.6 板材間のズレ、隙間
（最終加力後(1/15rad引き)）

４ 破壊概要

４．３ N-3

試験体 N-3 の主な破壊概要を写真4.3.1～写真4.3.6に示す。

写真4.3.1 試験体全景（加力前）

写真4.3.2 試験体全景（最終加力後(1/15rad押し)）

写真4.3.3 中柱の割れ
（最終加力後(1/15rad押し)）

写真4.3.4 act側柱の割れ
（最終加力途中1/40rad付近）

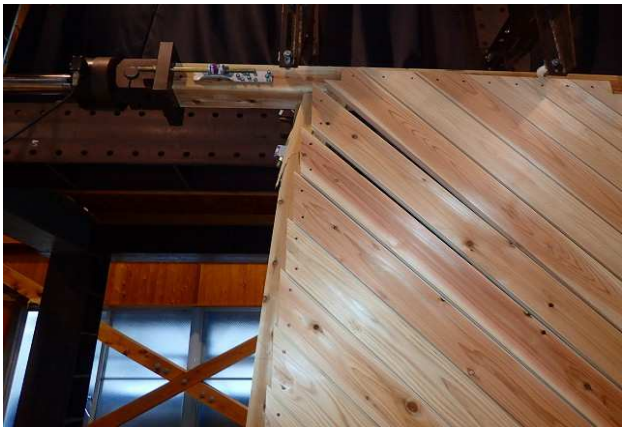


写真4.3.5 板材間の隙間
（最終加力後(1/15rad押し)）

写真4.3.6 板材間のズレ
（最終加力後(1/15rad押し)）

５．試験結果

５．１　算定方法

５．１．１　短期基準せん断耐力

短期基準せん断耐力 Po は、荷重－変形曲線に基づき、剛性、最大耐力、靭性、エネルギーの観点から評価を行い決定する。

①最大耐力

最大荷重を安全率で除した荷重で示す。安全率は通常 1.5 にとる。従って、Pmax/1.5 若しくは 2/3･Pmax で与えられる。

②降伏耐力

試験曲線により求めた降伏耐力(Py)の値。降伏耐力の求め方は完全弾塑性モデルによる方法であり、5.1.2 章「完全弾塑性モデルの作成」による。

試験から得られた包絡線は、終局加力を行った側の荷重－変形曲線より求めたものとする。

③剛性

せん断変形角が基準変形に達したときの荷重で示す。

柱脚固定式　　：見かけのせん断変形角 1/120rad.時の荷重(みかけ P_{120})

~~タイロッド式　：真のせん断変形角 1/150rad.時の荷重(真 P_{150})~~

④終局耐力、エネルギー

床量計算,許容応力度計算は中地震時(許容応力度レベル)について建物の安全性について検討する方法であり、必ずしも大地震時の挙動について保証しているわけではない。そこで、Ds(構造特性係数)を利用して、大地震時について建物の安全性について間接的に保証する方法として、エネルギーから求めた荷重で示す。

$$0.2\sqrt{2\mu-1}\cdot Pu \quad 若しくは \quad (0.2/Ds)\cdot Pu$$

⑤短期基準せん断耐力

短期基準せん断耐力 Po は上記①～④（すべての試験体において 5.1.2 の手順で求めた降伏変位 δy が真のせん断変形角で 1/300rad.より小さく、かつ、真のせん断変形角 1/300rad.時に著しい損傷がない場合にあっては、上記①に掲げる特定変形時の耐力を試験方法にかかわらず真のせん断変形角 1/300rad.時の耐力とし、上記①,③,④）でそれぞれ求めた値に、ばらつき係数を乗じ、算出した値のうち最も小さい値とする。

ばらつき係数は母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準 75%における 50%下限許容限界値をもとに次式により求める。

ばらつき係数＝１－（標準偏差／平均値）×定数 K

⑥水平構面の許容せん断耐力

水平構面の許容せん断耐力(Pa)は次式により算定する。

Pa＝Po×α

Po：実験値により決定された短期基準せん断耐力

α：耐力に影響を及ぼす係数で、水平構面の構成材料の耐久性・使用環境の影響、施工性の影響、許容応力度設計の前提条件を満たさない場合の影響等を勘案して定める係数

本書では、αについては記載しない。

⑦床倍率の決定方法

本書では、短期基準せん断耐力より算定した倍率を実験床倍率と表記する。

実験床倍率 n＝Po[kN]×(1/1.96[kN])×(1/L[m])

５．１．２　完全弾塑性モデルの作成

試験で得られた荷重－変形関係から求めた包絡線から、以下の手順により完全弾塑性モデルを作成する。

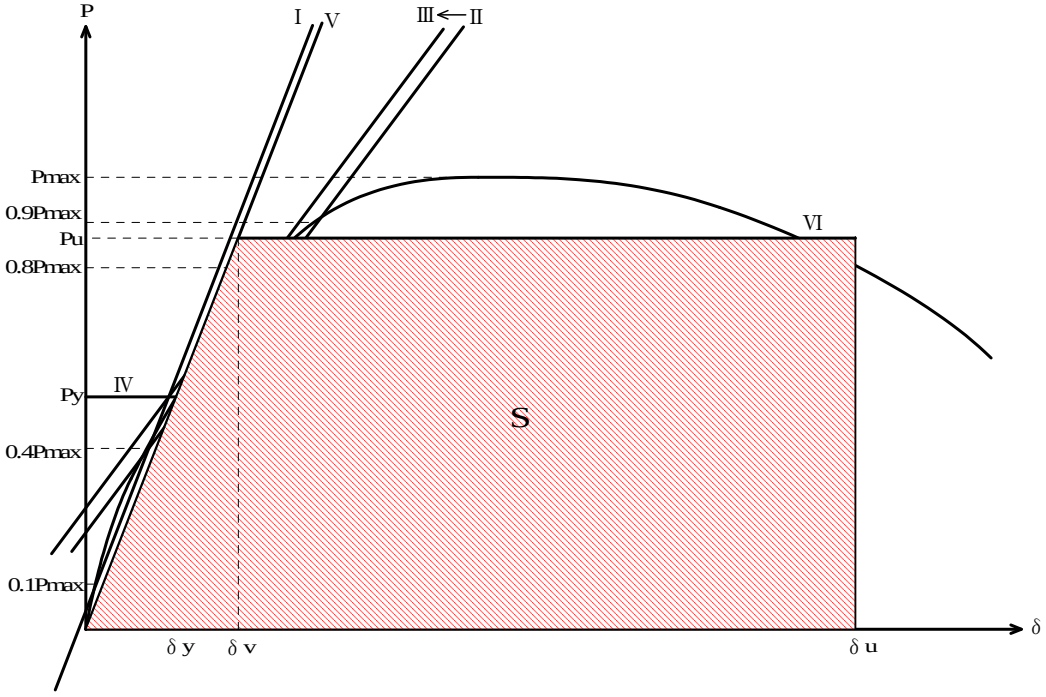


図 5.1.1　完全弾塑性モデルの作成方法

ａ）包絡線上の 0.1Pmax と 0.4Pmax を結ぶ直線を第Ⅰ直線とする。

ｂ）包絡線上の 0.4Pmax と 0.9Pmax を結ぶ直線を第Ⅱ直線とする。

ｃ）第Ⅱ直線を包絡線に接するまで平行移動し、これを第Ⅲ直線とする。

ｄ）第Ⅰ直線と第Ⅲ直線との交点の荷重を降伏耐力 Py とし、この点から X 軸に平行な直線を第Ⅳ直線とする。

ｅ）第Ⅳ直線と包絡線との交点の変位を降伏変位 δy とする。

ｆ）原点と（δy，Py）を結ぶ直線を第Ⅴ直線として、これを初期剛性 K とする。

ｇ）最大荷重後の 0.8Pmax 荷重低下域の包絡線上の変位を終局変位 δu とする。

ｈ）包絡線、X 軸及び δu で囲まれる面積を S とする。

ｉ）第Ⅴ直線、X 軸、δu 及び X 軸と平行な直線で囲まれる台形の面積が S と等しくなるような X 軸に平行な直線を第Ⅵ直線とする。

ｊ）第Ⅴ直線と第Ⅵ直線との交点を完全弾塑性モデルの終局耐力 Pu とし、その時の変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 δv とする。

ｋ）塑性率（靭性率）$\mu = (\delta u / \delta v)$ とする。

ｌ）構造特性係数 Ds は塑性率 μ を用い、$Ds = 1 / \sqrt{(2\mu - 1)}$ とする。

５．２　短期基準せん断耐力と実験床倍率

短期基準せん断耐力及び実験床倍率は、前項の計算方法により評価した。各試験の結果を表 5.2.1 に示し、包絡線および完全弾塑性モデルを図 5.2.1～図 5.2.3 に示す。

表 5.2.1　N-1～N-3 の各短期基準せん断耐力と実験床倍率

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 δpmax [10^{-3}rad]	66.667	66.667	66.667
降伏変形角 δy [10^{-3}rad]	15.984	14.331	15.798
終局耐力 Pu [kN]	17.500	19.144	18.059
終局変形角 δu [10^{-3}rad]	66.667	66.667	66.667
降伏点変形角 δv [10^{-3}rad]	23.894	22.474	25.136
剛性 K [kN/10^{-3}rad]	0.732	0.852	0.718
塑性率 μ	2.790	2.966	2.652
構造特性係数 Ds	0.467	0.450	0.482
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	7.494
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 P0[kN]	**7.49**	**8.50**	**7.49**
短期基準せん断耐力 [kN/m]	4.11	4.67	4.11
実験床倍率	**2.09**	**2.38**	**2.10**

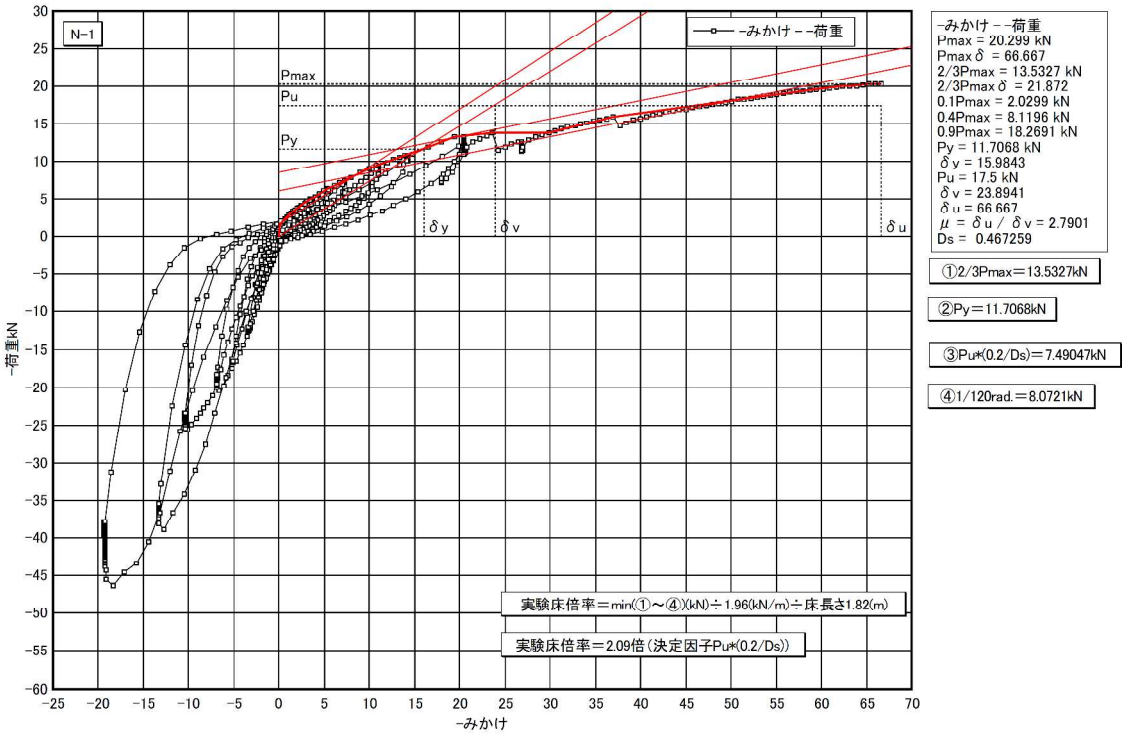


図 5.2.1　N-1 完全弾塑性モデル

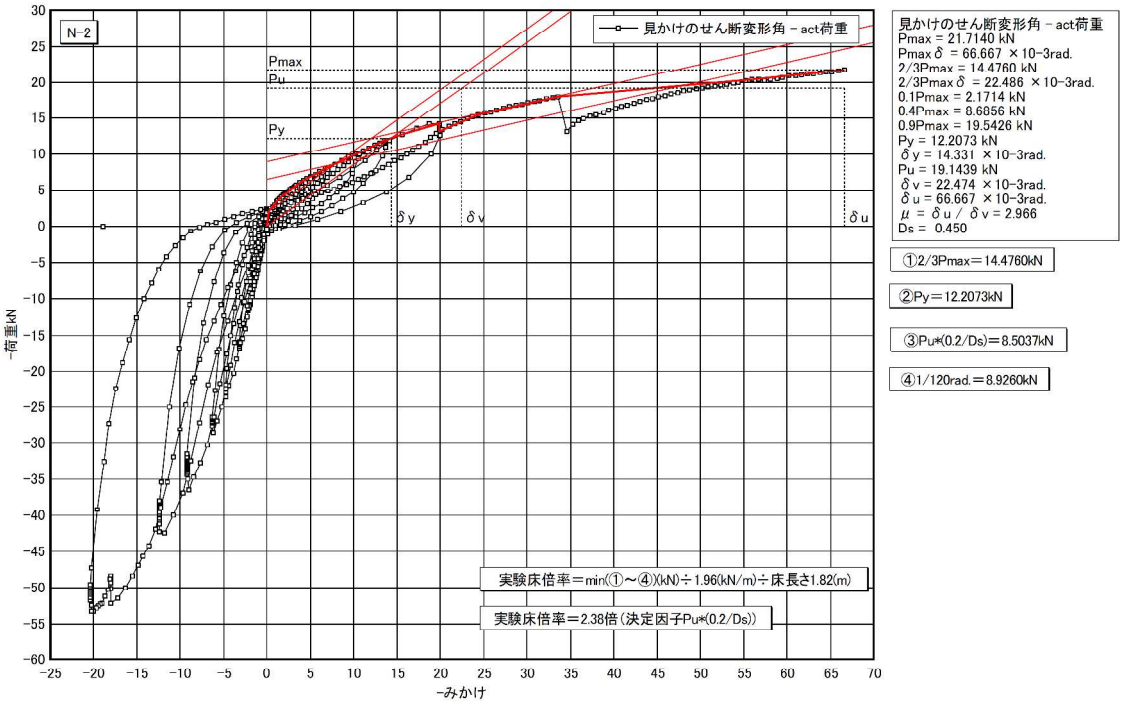


図 5.2.2　N-2 完全弾塑性モデル

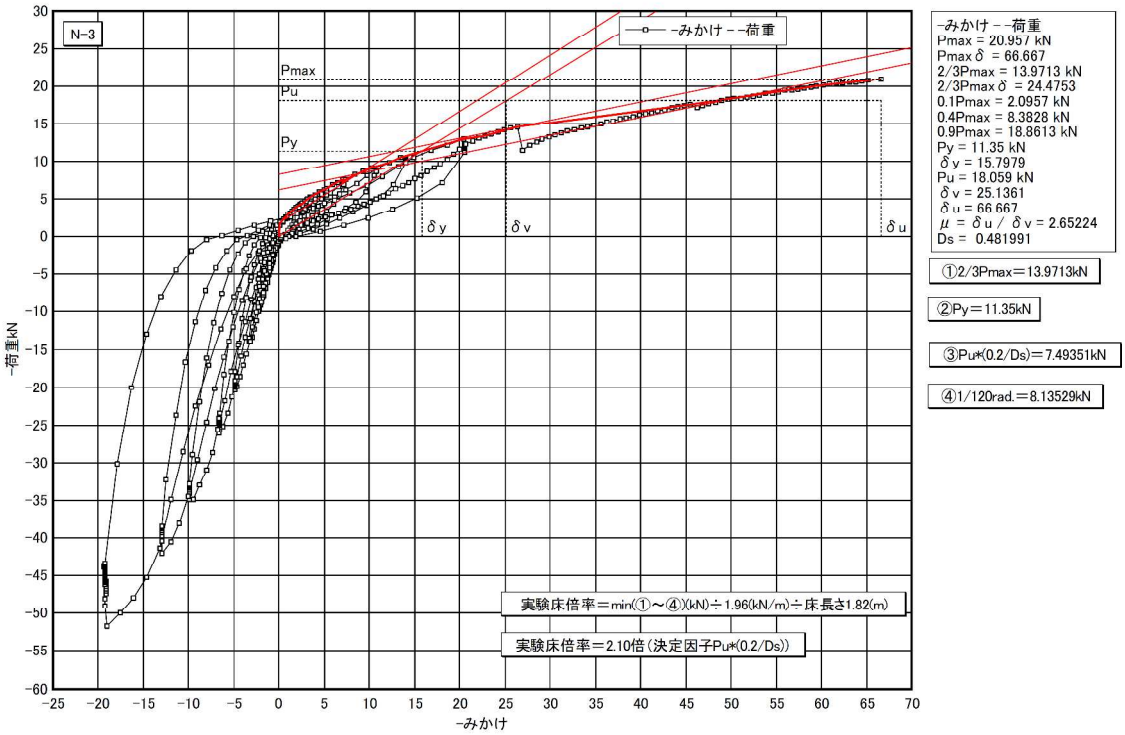


図 5.2.3　N-3 完全弾塑性モデル

６．まとめ

６．１　各試験体の特定変形角時の破壊概要および比較

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、板材間の隙間、ズレが確認された。なお、確認された板は、柱-柱に留めつけられた板材に多く見られた。（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。

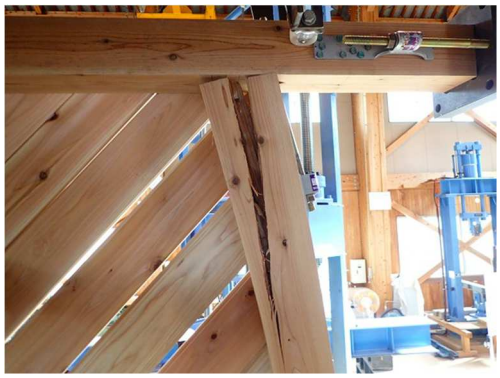


写真 6.1.1 柱の割れ（1/15rad 途中）

写真 6.1.2 中柱の割れ（1/15rad 時）

写真 6.1.3 板材間の隙間（1/15rad 時）

写真 6.1.4 板材間のズレ（1/15rad 時）

写真 6.1.5 釘のめり込み(小)（1/15rad 時）

写真 6.1.6 板材の割れ（1/15rad 時）

６．２　実験床倍率及び決定因子

各仕様いずれも同一仕様で 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 6.2.1 ばらつき評価実験床倍率一覧

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]	7.83	0.58	0.471	0.96	7.516	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)**					

※上記の評価値について、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、別紙参考資料にて、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。

※上記の評価値について、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、弱い耐力となる方向（P2 参照）で最終加力をおこない評価した。別紙参考資料にて、高い耐力となる加力方向で評価した参考値を記載する。

参考資料①

柱割れが起きた時点までの変形で評価した参考値

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]	13.755	18.057	14.609
最大荷重時変形角 δpmax [10^{-3}rad]	23.606	33.615	26.352
降伏変形角 δy [10^{-3}rad]	6.007	9.527	6.483
終局耐力 Pu [kN]	12.068	15.736	12.321
終局変形角 δu [10^{-3}rad]	23.606	33.615	26.352
降伏点変形角 δv [10^{-3}rad]	10.688	15.627	11.052
剛性 K [kN/10^{-3}rad]	1.129	1.007	1.115
塑性率 μ	2.209	2.151	2.384
構造特性係数 Ds	0.541	0.550	0.515
①2/3Pmax [kN]	9.170	12.038	9.739
②降伏耐力 Py [kN]	6.782	9.593	7.228
③みかけ$P_{1/120rad}$	8.072	8.926	8.135
④Pu(0.2/Ds) [kN]	4.462	5.719	4.784
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 P0[kN]	**4.46**	**5.72**	**4.78**
短期基準せん断耐力 [kN/m]	2.45	3.14	2.62
実験床倍率	**1.25**	**1.60**	**1.34**

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)**					

※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ため、柱割れが起きた時点までの変形で評価をおこなった。

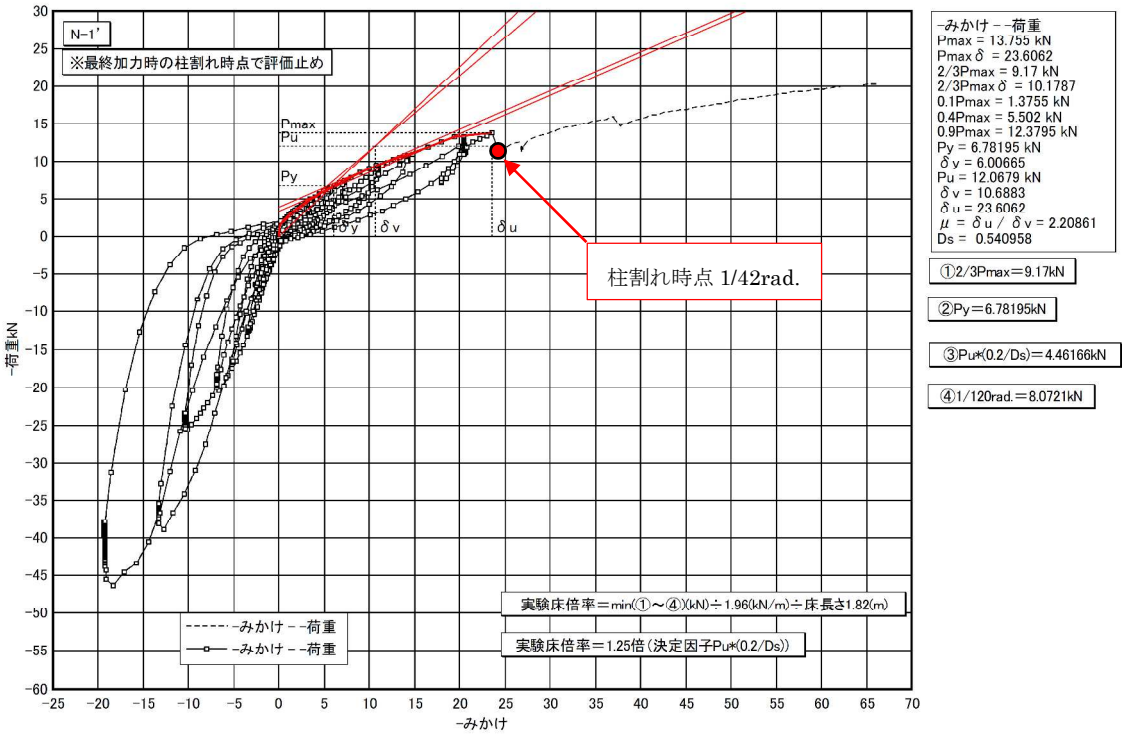


図 1.1 N-1’ 完全弾塑性モデル（柱割れ時点までで評価）

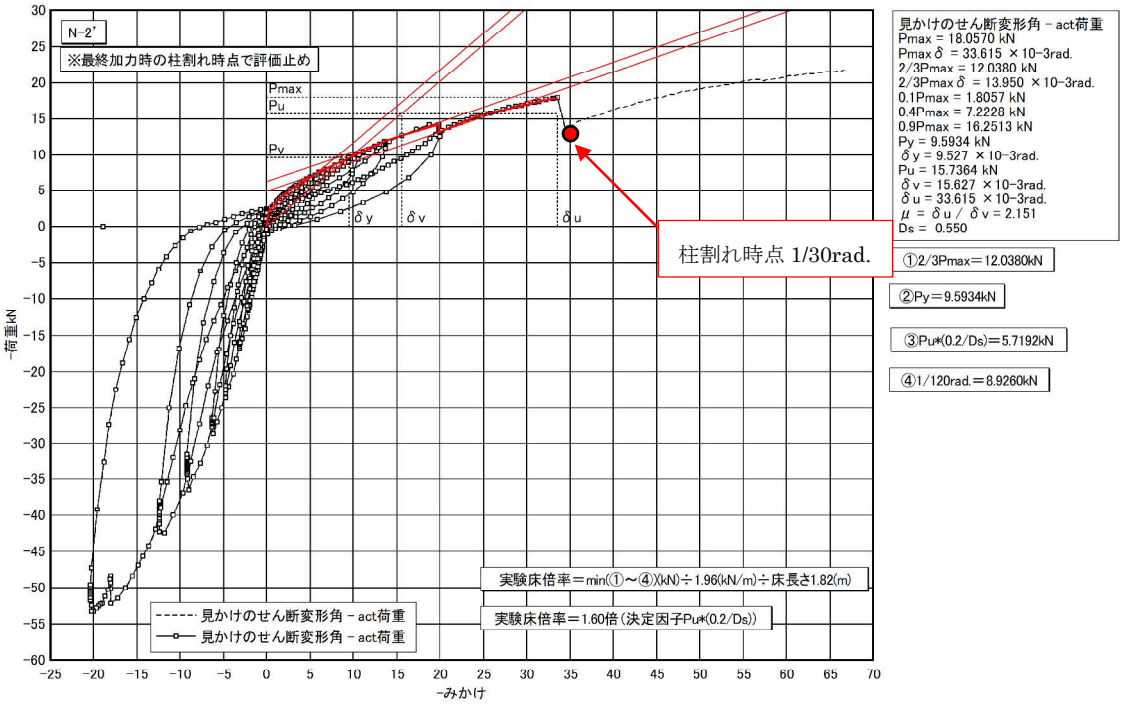


図 1.2 N-2’ 完全弾塑性モデル（柱割れ時点までで評価）

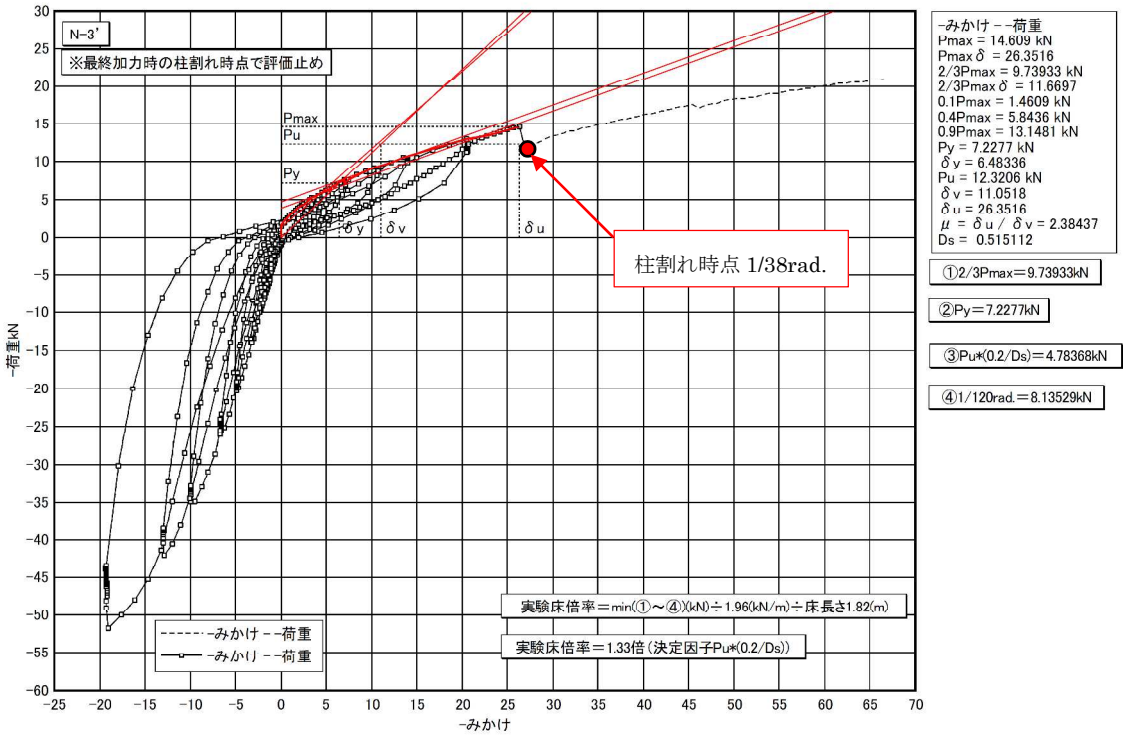


図 1.3 N-3’ 完全弾塑性モデル（柱割れ時点までで評価）

参考資料②

高い耐力となる加力方向で評価した参考値

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]	46.327	53.313	51.807
最大荷重時変形角 δpmax [10^{-3}rad]	18.386	20.017	19.062
降伏変形角 δy [10^{-3}rad]	10.533	6.155	7.374
終局耐力 Pu [kN]	41.061	46.649	45.857
終局変形角 δu [10^{-3}rad]	19.332	20.372	19.282
降伏点変形角 δv [10^{-3}rad]	12.656	10.166	11.862
剛性 K [kN/10^{-3}rad]	3.244	4.589	3.866
塑性率 μ	1.527	2.004	1.626
構造特性係数 Ds	0.698	0.577	0.667
①2/3Pmax [kN]	30.885	35.542	34.538
②降伏耐力 Py [kN]	34.172	28.241	28.506
③みかけ$P_{1/120rad}$	22.819	34.478	31.633
④Pu(0.2/Ds) [kN]	11.772	16.180	13.760
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 P0[kN]	**11.77**	**16.18**	**13.76**
短期基準せん断耐力 [kN/m]	6.46	8.89	7.56
実験床倍率	**3.30**	**4.53**	**3.85**

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]	33.65	2.45	0.471	0.96	32.308	9.05
②降伏耐力 Py [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
④Pu(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	**Pu(0.2/Ds)**					

※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、強い耐力となる加力方向で評価をおこなった。最終加力（1/15rad）はおこなっていないため（弱い耐力となる加力方向で加力したため）、1/50rad 加力までの評価とする。

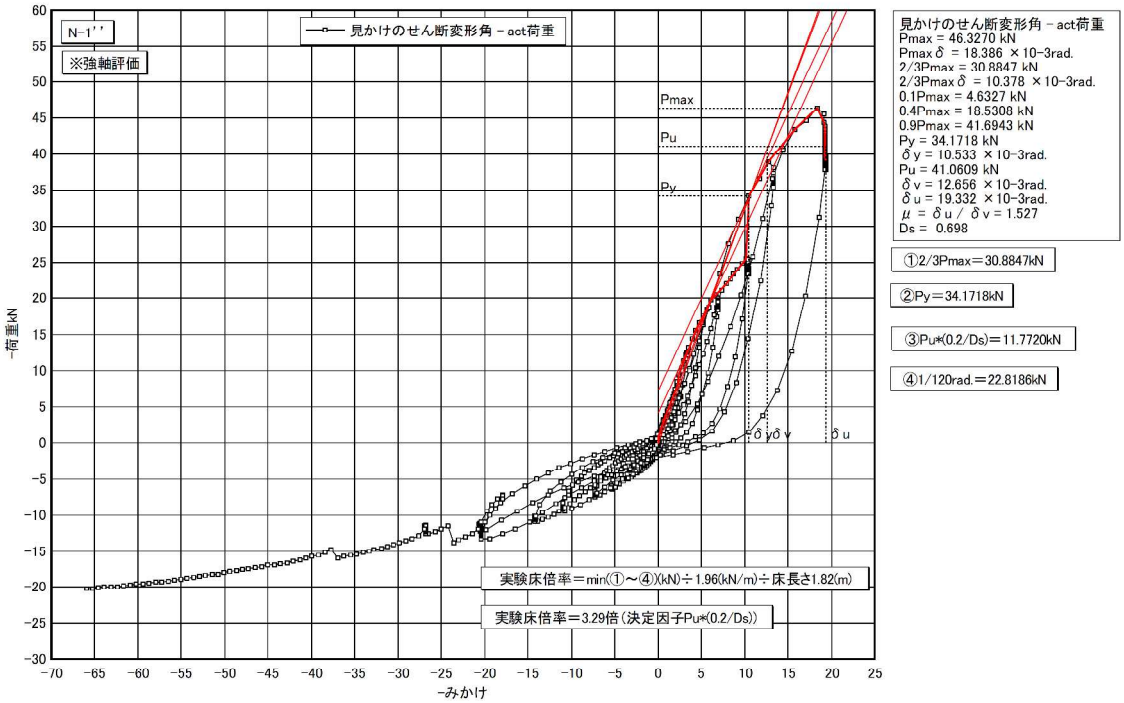


図 1.1 N-1’’ 完全弾塑性モデル（高い耐力側で評価）

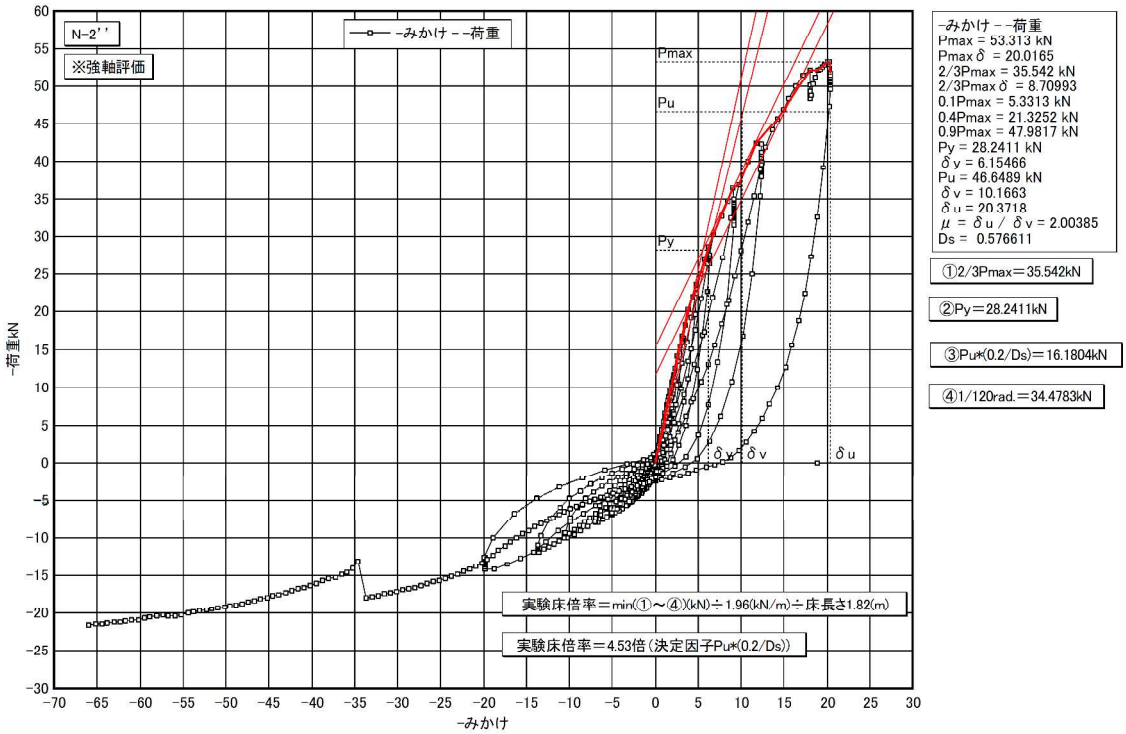


図 1.2 N-2’’ 完全弾塑性モデル（高い耐力側で評価）

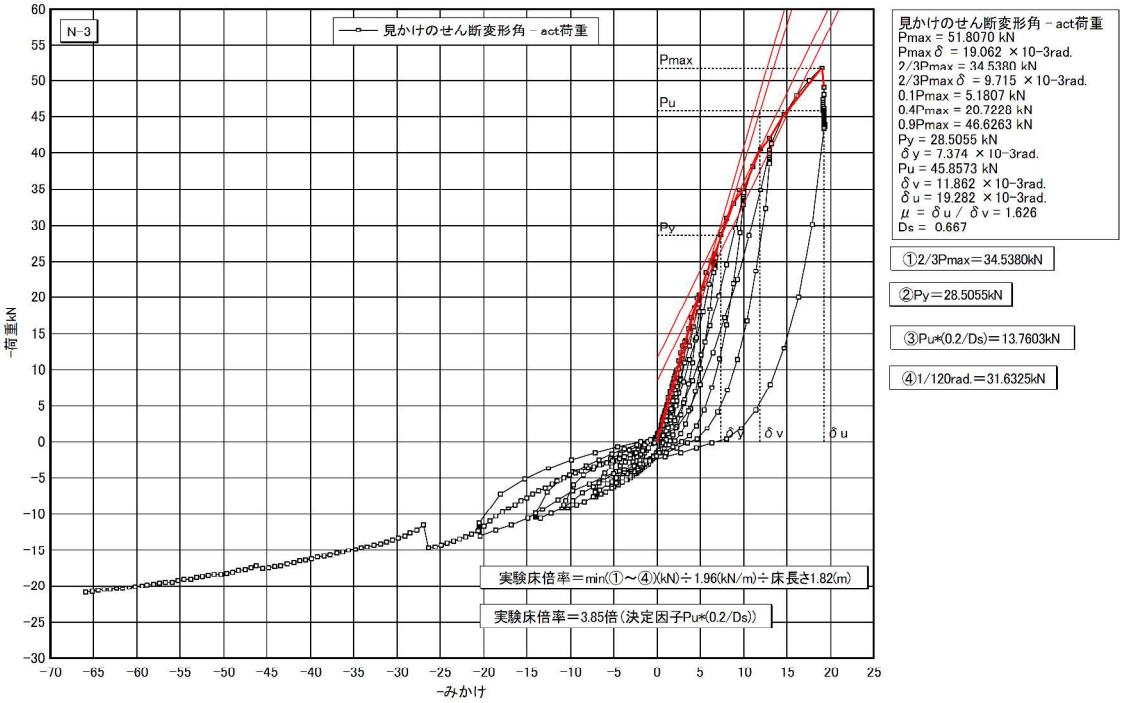


図 1.3 N-3’’ 完全弾塑性モデル（高い耐力側で評価）

事業報告書 別紙２
『ヒアリング議事録』

・㈱確認サービス名古屋_221207

・ビューロベリタスジャパン㈱名古屋事務所_221213

・㈱ぎふ建築住宅センター_221208

・ハウスプラス確認検査(株)_221101

・㈱CI 東海_構造審査グループ_221213

・岐阜県建築指導課_221208

・日本 ERI㈱名古屋支店_221207

2022.12.20　WOOD AC　田畑

株式会社確認サービス
ヒアリング議事録

ヒアリング：㈱確認サービス本社（愛知県名古屋市中区栄四丁目３番 26 号昭和ビル４F）
（※岐阜支店に問い合わせたところ、構造審査は本社のみ、とのことで本社に対してヒアリングを行った）
担当者　：細川氏
日時　：2022 年 12 月 20 日（火）
方法　：メール（※来訪による打ち合わせを打診したが断られたため）

【質問①】 ・岐阜県立森林文化アカデミーの実験値が使えるかどうか ・屋根でも使えるか ・αの低減をみるべきか	田畑
【回答】 ・アカデミーの実験値が使えるかどうか ・屋根でも使えるか についてですが、特に不都合はありません。 勾配屋根については、登り梁ならあまり難しいことはないと思います。 （母屋だと、天端を勾配カットしたり、勾配面に沿って@910 以内に母屋を配置しなくてはならず、実用的ではないですね） ・αの低減をみるべきか 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。 （α=1.0 の時は、実験時と同条件の状態・環境なのだと受け止めます）	細川氏

【質問②】 本来、建物の審査をお願いいただく確認申請機関の方にご意見伺うような話ではないのは承知しておりますが、細川様なので少し突っ込んだ話をさせいただきますと今回実験結果で悩ましい点が 2 つ出てしまいました。 ①押し引き加力で耐力の異方性が出た（評価値は弱い方で決めています）※報告書 P21、P28/30 あたり参照	田畑

②1/30rad 加力時に軸材の割れが生じた（耐力低下は無かったため 1/15 まで で評価）※報告書 P20、P25/30 あたり参照 上記のような状態の結果となってしまっております。 このような場合、実験値を運用してしまってもよいのかどうか、悩んでいるところでしてご助言いただけますと非常にありがたいです。	
【回答】 （ご質問の文章にも言及あったように、突っ込んだ話なので 下記は個人的な見解だと受け止めて下さい。） 押し引き加力の異方性については、弱い方で評価されているので不都合ないと思います。 軸材割れに関してですが、 床軸材 つまり 床梁 の損壊は 積載物を支える事にとって非常に良くない事象（落版に繋がる）なので、軸材割れが生じるまでのデータで耐力値を算出するのが良いと思います。	細川氏

以上

2022.12.13　WOOD AC　田畑

ビューロベリタスジャパン㈱

『斜め板張り水平構面』について、確認審査機関の取り扱い

ヒアリング議事録

ヒアリング：ビューロベリタスジャパン㈱名古屋事務所（愛知県名古屋市中区栄 4-1-8 栄サンシティビル 13F）
方法　　：来訪（ビューロベリタスジャパン名古屋事務所）
日時　　：2022 年 12 月 13 日（火）13：30～14：30
参加　　：飛松淳一 氏（建築確認審査部　主任確認検査員）
　　星合健太郎（WOOD AC）、田畑勝（WOOD AC）

【質問】

・実験によって床倍率を確認した仕様を、構造計算が必要な建物の確認申請で通すことが可能かどうか。
・また問題点があるとしたらどんな点を留意する必要があるか。

【回答】

確認審査部としては、実験値による床倍率での確認申請の審査は問題ないと考えます。
条件としては
・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を掛けること。
・実物件の案件ごとに改めて審査するため、案件ごとによってまた要相談。

・高倍率床になるとひずみも大きくなるため心配があるが、実験値が 2.1 倍と合板の床倍率と同程度であることから問題ないかと考えます。

以上

※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。

方法　　：メール（ビューロベリタスジャパン東京新宿事務所）

日時　　：2022 年 12 月 13 日（火）～14 日（水）

担当　　：片山　隆信 氏

【質問】

■実験値による床倍率の値を性能評価の審査で通していただけるかどうか

木造戸建て住宅で、長期優良等の性能評価審査を行う際、構造計算ルート（もしくは性能表示壁量計算ルート）で水平構面の検討があるかと思いますが、床倍率の要素として、通常は仕様規定にある『合板 24㎜ 川の字張り 1.2 倍』、などから選びますが実験値で求めた床倍率を用いて設計できるかどうか、をお聞きしたくご連絡いたしました。

先ほど、御社（名古屋事務所）の確認審査部の飛松様にも同様のお話させていただき 3 階建てなどの構造計算ルートでの確認申請の場合には、設計者判断で実験値に低減 α を掛けて出せば確認申請は見てもらえる、というご意見をいただきました。

確認申請と性能評価では判断が変わるかもしれないということでしたので性能評価審査の場合での判断についてご意見いただけますと大変ありがたく思います。

【回答】

①性能評価審査に構造計算を行う場合

グレー本第４章に準じた試験を行われているのであれば、床構面・屋根構面に関わらず、性能評価でも確認申請の判断と同様に扱います。

②性能評価の壁量計算での床構面検討の場合（仕様規定）

住宅性能評価・表示協会の見解（Ｑ＆Ａ：整理番号１－０２３）で、「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。」の記載があり、元となる実験が「登録試験機関等」の一般的にオフィシャルな機関を指しているようなので、再度協会に問い合わせてみます。	片山氏

＞返信 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。 という意味合いであれば今回持ち込みさせていただいたものは B の部類に適合できるはずですのでこちらとしては大変心強いご意見になりそうです。	田畑
＞＞返信 評価協会からの回答がありまして、下記のとおり頂いた読み方（ＡもしくはＢ）の通りという事です。 もともとＱ＆Ａの回答を挙げる際に当初はＡのみとしようとしたところ、自由度を妨げるとの意見があり、第三者機関の実験結果によらず設計者の責任で自由に決めてよい「もしくは」以降を追加したとのことでした。 設計者の自由といっても当然何らかの根拠は必要ですが、先日添付頂いた実験結果に、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。 以上より、仕様規定（壁量計算）においても、適用可能と判断いたします。	片山氏

以上

2022.12.08　WOOD AC　田畑

㈱ぎふ建築住宅センター
『斜め板張り水平構面』について、確認審査機関の取り扱い
ヒアリング議事録

ヒアリング：㈱ぎふ建築住宅センター（岐阜県岐阜市薮田東１丁目２番２号建設会館４階）
方法　　：来訪（ぎふ建築住宅センター）
日時　　：2022 年 12 月 8 日（木）10：30～11：15
参加　　：西村良久 氏（確認審査部第一部長）、今井正洋 氏（課長）
　　星合健太郎（WOOD AC）、田畑勝（WOOD AC）

・実験によって床倍率を確認した仕様を、構造計算が必要な建物の確認申請で通すことが可能かどうか。
・また問題点があるとしたらどんな点を留意する必要があるか。

【回答】

・第一として、工法認定（例えばハウスプラスの評定など）がされているものであれば、設計の許容範囲（設計上のルール）はその工法認定内で成立しているものと判断し、建築物に当てはめる審査＝確認審査上は認められる。

・第二として、実験結果だけのようなものは設計の許容範囲などが決められていない状態のため本来認めるのは難しいが、今回の床倍率の試験のような、試験結果が直接設計にそのまま使うことのできるようなものであれば認めることができるだろう。（保留）

・ただし、確認申請では基準法を判断基準にしているため、基準法上認められているかどうかが判断基準となる。耐力壁の場合には大臣認定という決まりがあるため分かりやすいが、水平構面の場合にはキチンとした決まりがない。特に低減係数αの評価などは判断ができないため、突き詰めていくとやはり工法認定のように設計上使える評定まで取得していないと厳しい。

・実験で認められる場合、その試験内容の信用度のランクでいうと①公の指定評価機関での試験、②大学などの試験、③自社試験、という順番で信用度が変わってくるかと思われる。今回の場合は岐阜県立森林文化アカデミーという県内の県立施設での実験のため、②番くらいの位置づけの試験とみなせるのではないか。

上記ヒアリング時の印象としての回答となるが、正式なものはまた別途メール等で回答させてほしい、とのことで正式な回答は保留となった。

追加補足 2023 年 2 月 7 日（火）ぎふ建築住宅センター今井氏より電話にて ・公的に認められた指定性能評価機関以外の試験での値は認められない。（今回の森林文化アカデミーの実験結果では認められない） ・実験の条件と全く同じ仕様で使う場合には、案件ごとに判断となるが使える可能性がある。（例えば今回の試験体の仕様でいうと、梁のピッチやスパン、板材の区切り方も含めて全く同じ条件にできるプランの建物であれば可能性はある） との回答を得られた。

以上

2022.11.01　WOOD AC　田畑

ハウスプラス確認検査㈱
『斜め板張り水平構面』について、確認審査機関の取り扱い
ヒアリング議事録

ヒアリング：ハウスプラス確認検査㈱　評定部 木質構造グループ
方法　　：オンライン会議
日時　　：2022 年 11 月 1 日（火）18：50～19：00
参加　　：加川 啓介 氏（ハウスプラス確認検査㈱　評定部 木質構造グループ）
　　河本和義（WOOD AC）、星合健太郎（WOOD AC）、田畑勝（WOOD AC）

【質問①】

実験によって得られた床倍率の値を用いて、確認申請（3 階建てや 500m2 以上のルート 1 の構造計算が必要な建物）や住宅性能評価が必要な建物の設計で使用した場合、審査を通してもらえるかどうか。

【回答】

原則、ハウスプラスとしては、評定を取得していない試験成績書のみ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。

大きな理由としては、

・実験結果だけでは低減係数αが評価されていない
・αを設計者判断で設定したとしても、その妥当性を確認審査の担当者レベルで判断することが難しいため

ただ、可能性としては 3 階建て等の確認申請が必要な建物と、長期優良のような住宅性能評価の建物で見解が異なる。

・3 階建て等の確認申請が必要な建物は、「建築基準法」で構造計算が求められる建物のため、審査が厳しく上記のような理由から実験結果のみでは申請を通すことはできない。
・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。

この他、上記のような案件で実験値でも通すことができる例としては

・合板のような一般的に使われている床仕様であれば、施工低減などの低減係数がわかりやすいためαを提案することができるが、今回紹介いただいたような杉板の仕様では当てはまらない。

【質問②】

　床構面だけでなく屋根構面（屋根勾配低減を与える）での使用も可能かどうか。

【回答】（※別案件のヒアリング時の回答を転載）

屋根構面の場合、床と異なり雨掛かりを考慮した低減係数が必要となる。

以上

2022.12.13　WOOD AC　田畑

㈱CI 東海

『斜め板張り水平構面』について、確認審査機関の取り扱い

ヒアリング議事録

ヒアリング：㈱CI 東海（愛知県名古屋市中区金山 1 丁目 12-14　金山総合ビル 4F）
方法　　：来訪（CI 東海）＋後日メールによる社内構造審査グループとしての見解回答
日時　　：2022 年 12 月 13 日（火）10：30～11：00
参加　　：村本駿 氏（構造審査グループ）
　　星合健太郎（WOOD AC）、田畑勝（WOOD AC）

【質問】

①実験によって得られた床倍率の値を用いて、確認申請（3 階建てや 500m2 以上のルート 1 の構造計算が必要な建物）や住宅性能評価が必要な建物の設計で使用した場合、審査を通してもらえるかどうか。

②床構面だけでなく屋根構面（屋根勾配低減を与える）での使用も可能かどうか。

③下記の懸念事項に対して

③-1 住木センターや建材試験センターなどの国土交通省の指定評価機関での実験ではない、岐阜県立森林文化アカデミーでの試験という点について。

③-2 実験値のみで低減係数αは評価されていない点について。

【回答】

①現状の資料のままで、確認申請および住宅性能評価をご提出頂いた場合、審査を通すことは出来ないと判断致します。理由と致しましては、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です。

②上記①がクリアできている前提での話として、仕様の範囲内であり、適切に屋根勾配低減を考慮されておりましたら支障ありません。

③-1 懸念点 1 についての回答は①と共通です。

③-2 懸念点 2 については低減係数 α の考慮は必要となります。

（弊社としては、実験値ではなく、設計者判断で考慮すれば良いと考えます。

以上

2022.12.08　WOOD AC　田畑

岐阜県建築指導課構造審査係
『斜め板張り水平構面』について、確認審査機関の取り扱い
ヒアリング議事録

ヒアリング：岐阜県建築指導課構造審査係（岐阜県岐阜市薮田南２丁目１－１県庁８階）
方法　　：来訪（岐阜県庁）
日時　　：2022 年 12 月 8 日（木）13：00～13：30
参加　　：吉田 氏（建築指導課構造審査係）
　　星合健太郎（WOOD AC）、田畑勝（WOOD AC）

・実験によって床倍率を確認した仕様を、構造計算が必要な建物の確認申請で通すことが可能かどうか。
・また問題点があるとしたらどんな点を留意する必要があるか。

【回答】
・性能保証として、仕様規定内の仕様（例えば、厚 12～15mm,幅 180mm の板材を N50 釘を用いて＠150mm 以下の間隔で根太に対して打ち付けて床倍率 0.59 倍）を、仕様を変えるが安全側の解釈で同等の床倍率とみなす、という位置づけのものであれば、仕様にもよるが問題ないかと思われる。ただし今回の案件はそれには当てはまらない話だと解釈する。

・杉板厚 30mm ということだが、鉛直荷重に対して床板のたわみは問題ないか。
　→二階床に使う場合には杉板厚 30mm の上に仕上げのフローリング材を張るため、この杉板だけで床を構成することは無いので問題ないかと思う。（田畑）

上記ヒアリング時の印象としての回答となるが、正式なものはまた別途メール等で回答させてほしい、とのことで正式な回答は保留となった。

以上

2022.12.07　WOOD AC　田畑

日本 ERI 株式会社名古屋支店
ヒアリング議事録

ヒアリング：日本 ERI 株式会社名古屋支店（名古屋市中村区名駅 3-25-9 堀内ビル 7F）
担当者　　：サマ氏
日時　　：2022 年 12 月 7 日（水）10：50～11：00
方法　　：電話 052-589-8771（※来訪による打ち合わせを打診したが断られたため）

【ヒアリング概要】

・実験によって床倍率を確認した仕様を、構造計算が必要な建物の確認申請で通すことが可能かどうか。
・また問題点があるとしたらどんな点を留意する必要があるか。

【回答】

・実物件に対する案件であれば対応できるが、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、お引き受けできません。

・一般的に、基準法で判断できる内容であれば認められますが、例えばグレー本（日本住宅・木造技術センター）から外れるような内容の場合には認められません。

以上