

(S 4 1)

木造軸組工法における高階高・高耐力壁等の 設計基準の整備に関する検討

事業主体 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
共同研究機関 国立研究開発法人 建築研究所

木造軸組工法の仕様規定では、一定の壁高さや壁幅を想定し、壁倍率や仕口部（柱頭柱脚接合部）の規定が定められている。

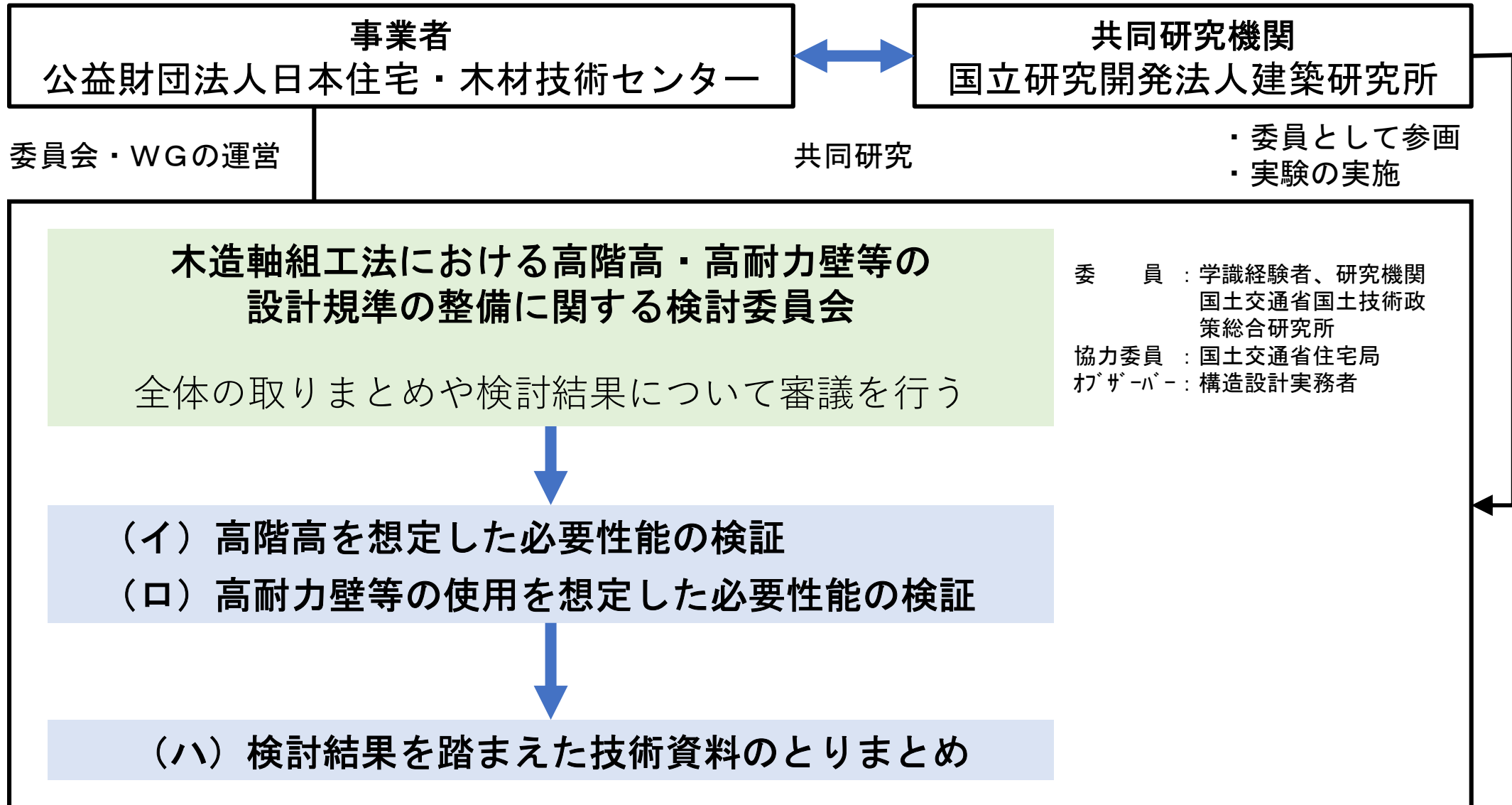
また、地震や風圧力に耐えるためにバランスよく耐力壁を設ける基準があり耐力壁の強さには上限（壁倍率の上限5倍）が定められている。

一方、令和4年6月に公布された改正建築基準法による高さ規定の緩和により今後は階高の高い木造建築物が想定され、仕様規定で設計できる壁高さや壁幅と壁倍率の関係、仕口（柱頭柱脚接合部）に関する規定を整備する必要がある。また、住宅の省エネ化等に伴う建築物の重量化により、5倍を超える高耐力壁や準耐力壁等について仕様規定へ追加することが求められていることから、高耐力壁等を配置する場合に構造安全性の確保のために必要となる周囲の構造部材における必要性能の検証が必要である。

本事業では、階高の高い場合や高耐力壁等を使用した場合の木造建築物において接合部や構造部材等に必要となる性能について検討し、設計基準の整備に資する技術的資料をまとめる。

実施体制

令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S 4 1. 木造軸組工法における高階高
高耐力壁等の設計基準の整備に関する検討



実施体制

【検討委員会】

委員長 委員

河合 直人	工学院大学		
五十田 博	京都大学	稲山 正弘	東京大学大学院
青木 謙治	東京大学大学院	大橋 好光	東京都市大学
中島 史郎	宇都宮大学	中川 貴文	京都大学
山崎 義弘	東京科学大学	松田 昌洋	信州大学
辻 拓也	京都大学	逢坂 達男	(一社) 日本木造住宅産業協会
坂口 晴一	(一社) 日本ツーバイフォー建築協会		
貞広 修	(一社) 日本建築構造技術者協会		
槌本 敬大	国立研究開発法人 建築研究所		
中島 昌一	国立研究開発法人 建築研究所		
秋山 信彦	国立研究開発法人 建築研究所		

協力委員

荒木 康弘	国土交通省	国土技術政策総合研究所
酒井 優太	国土交通省	国土技術政策総合研究所
上野 翔平	国土交通省	住宅局参事官（建築企画担当）付
杉原 伸一	国土交通省	住宅局参事官（建築企画担当）付
吉田 優一朗	国土交通省	住宅局参事官（建築企画担当）付
森田 由佳	国土交通省	住宅局住宅生産課木造住宅振興室
本館 伸弥	国土交通省	住宅局住宅生産課木造住宅振興室
福島 純	林野庁 林政部	木材産業課 木材製品技術室
川原 聡	林野庁 林政部	木材利用課

オブザーバー

山崎 渉	(株)ドット・コーポレーション	平野 陽子	(株)ドット・コーポレーション
安曇 良治	銘建工業 (株)	河尻 出	(株)日本システム設計
桜井 郁子	(株)日本システム設計		

【検討WG】

主査 委員	五十田	博	京都大学			
	河合	直人	工学院大学	青木	謙治	東京大学大学院
	山崎	義弘	東京科学大学	松田	昌洋	信州大学
	辻	拓也	京都大学	中島	昌一	国立研究開発法人 建築研究所
協力委員	荒木	康弘	国土交通省	国土技術政策総合研究所		
	酒井	優太	国土交通省	国土技術政策総合研究所		
	上野	翔平	国土交通省	住宅局参事官（建築企画担当）付		
	杉原	伸一	国土交通省	住宅局参事官（建築企画担当）付		
	吉田	優一朗	国土交通省	住宅局参事官（建築企画担当）付		
オブザーバー	山崎	渉	(株)ドット・コーポレーション	平野	陽子	(株)ドット・コーポレーション
	安曇	良治	銘建工業 (株)	河尻	出	(株)日本システム設計
	桜井	郁子	(株)日本システム設計			

木造軸組工法における高階高・高耐力等の設計基準の整備に関する検討

- 実施概要
- 筋交い耐力壁の静的実験に関する検討
- 面材耐力壁の検討
- 面材による柱座屈補剛効果の検討
- まとめ

実施概要

木造軸組工法の階高の高い場合や高耐力壁等を使用した場合の木造建築物において高階高を想定した必要性能の検証、高耐力壁等の使用を想定した必要性能の検証を行い設計基準の整備に向けた検討を実施する。

学識経験者、研究機関、構造設計実務者等により構成される検討委員会の設置及び検討WG（高階高・高耐力 耐力壁等の設計基準検討WG）を開催し、前述の検証を行い検討結果の取りまとめを行う。 以下に本事業の検討項目を示す。

検討項目	検討概要
高階高・高耐力壁に関する検討	・ 筋交い耐力壁の検討(1 段筋交い・3 段筋交い耐力壁) ・ 面材耐力壁の検討(構造用合板・パーティクルボード耐力壁)
面材により座屈補剛効果の検討	・ 面材が取りつく柱の座屈補剛効果を期待した場合の圧縮耐力の評価方法の提案、弾性座屈及び塑性座屈に対する検討

筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

2. 1 基本方針

令和4年6月に公布された改正建築基準法による高さ規定の緩和により、今後は階高の高い木造建築物の建設が想定され、高階高に対応した耐力壁の仕様の整備が必要である。また住宅の省エネ化等に伴う建築物の重量化により、5 倍を超える高耐力について仕様規定への追加することが求められている。

そこでR6年度は、高階高・高耐力の木造耐力壁として、1.5P（1P=910mm）の多段筋かいの仕様を検討した。具体的には以下の実験を実施した。

- ①1.5Pの多段筋かいの1段を抽出した壁の静加力実験
- ②階高5mに対応した3段筋かいの壁の静加力実験

2. 2 多段筋かいの1段を抽出した静的壁実験

2. 2. 1 目的

壁長1.5Pの多段筋かいの構造性能を予測することを目的として、多段筋かいの1段を抽出した筋かい壁（以下「1段筋かい」）の静加力実験を実施した。また既往研究から、筋かいの座屈を防止することが、構造性能の安定化につながることから、筋かいの座屈補剛方法も併せて検討した。さらに、既往の1P多段筋かいの構造性能を1段の筋かいから予測可能かを確認するため、1P多段筋かいの1段を抽出した筋かい壁の静加力実験を併せて実施した。

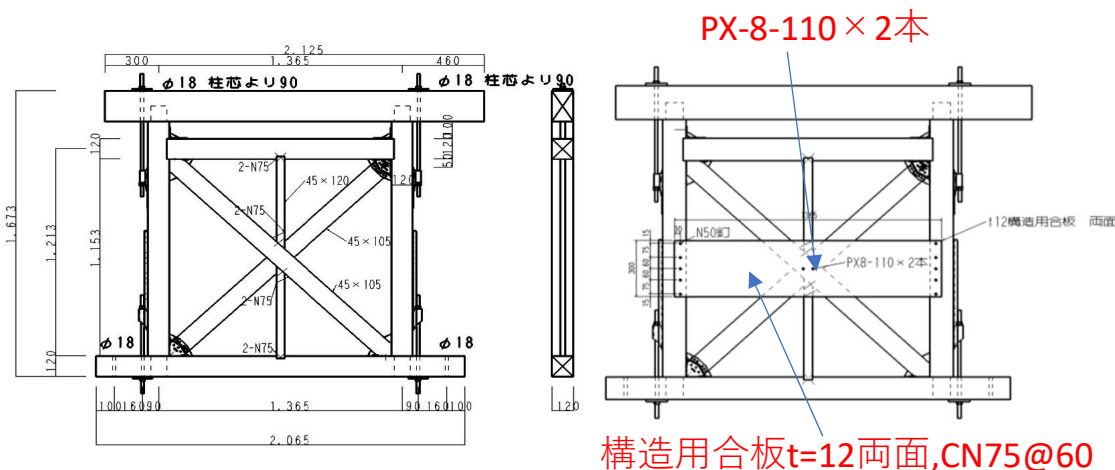
筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S 4 1. 木造軸組工法における高階高
高耐力壁等の設計基準の整備に関する検討

(1) 多段筋かいの1段を抽出した静的壁実験

目的：

- 多段筋かいの構造性能の予測を目的として多段筋かいの1段を抽出した筋かい壁（「1段筋かい」）の静加力実験を実施。壁幅は1Pと1.5P。
- 筋かいの座屈補剛効果の実験による確認。



1段筋かい仕様④(左：補剛無、右：補剛4)

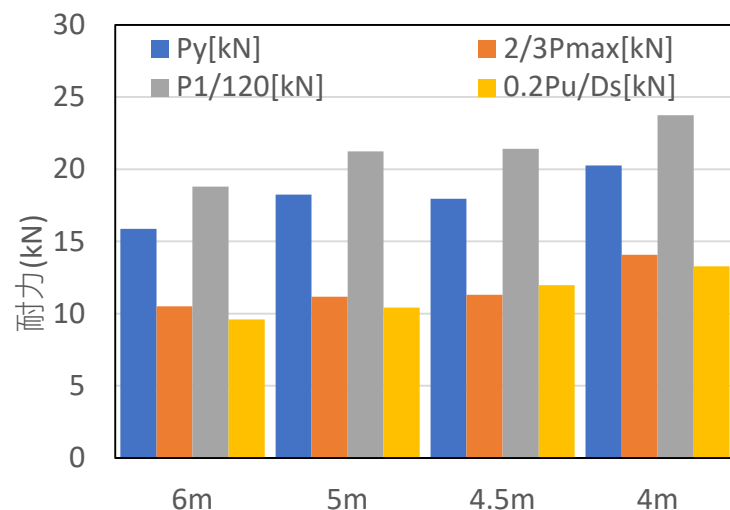
仕様	壁幅 (mm)	3段筋かい時の 内法高(mm)	筋かい 断面 (mm)	柱断面 (mm) スギKD	桁断面 (mm) スギKD	土台断面 (mm) スギKD	間柱断面 (mm) スギKD	胴つなぎ 断面(mm) スギKD	座屈補剛方法					試験 体数
									補剛 1	補剛 2	補剛 3	補剛 4	補剛 無	
①	1365	1820(階高6m)	60×150	120×180	120×180	120×120	45×120	120×120	3				1	4
②		1486(階高5m)	60×120	120×150	120×180	120×120	45×120	120×120	3				1	4
③		1320(階高4.5m)	45×120	120×150	120×180	120×120	45×120	120×120	1	1	1		1	4
④		1153(階高4m)	45×105	120×120	120×180	120×120	45×120	120×120				3	1	4
⑤	910	1820(階高6m)	60×120	120×180	120×180	120×120	45×120	120×120					1	1
⑥		1486(階高5m)	60×120	120×150	120×180	120×120	45×120	120×120					1	1
⑦		1320(階高4.5m)	45×120	120×150	120×180	120×120	45×120	120×120					1	1
⑧		1153(階高4m)	45×105	120×120	120×180	120×120	45×120	120×120					1	1

筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

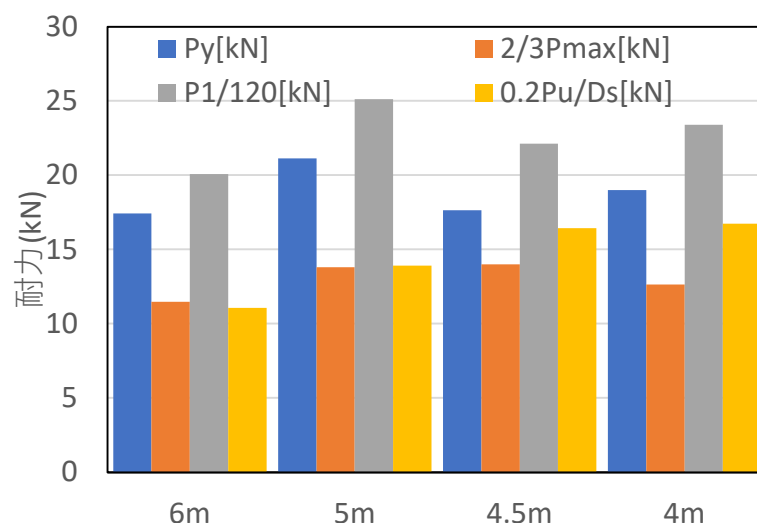
令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S 4 1. 木造軸組工法における高階高
高耐力壁等の設計基準の整備に関する検討

壁幅1Pの3段筋かいと1段筋かいの特性値の比較

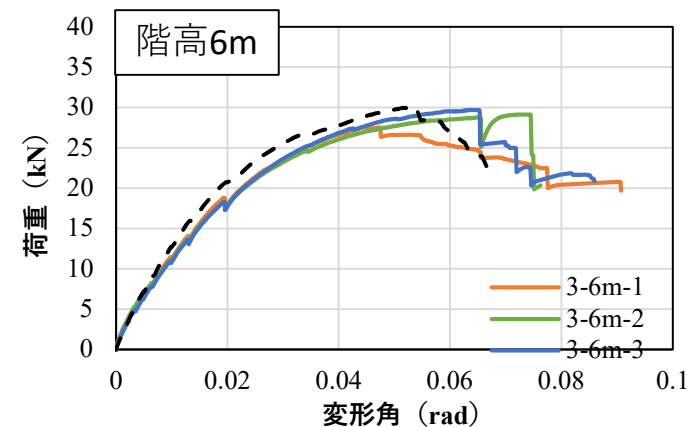
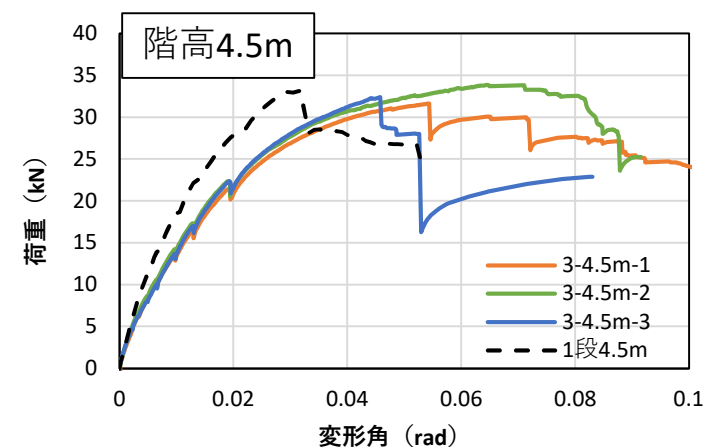
- 3段筋かいについて、筋かい高さ6m, 5m, 4mの仕様では壁倍率は $(0.2/D_s) \times P_u$ で決定し、4.5mの仕様では壁倍率は $2/3P_{max}$ で決定していた。
- 1段筋かいについて、筋かい高さ6mでは壁倍率は $(0.2/D_s) \times P_u$ で決定し、5m, 4.5m, 4mの仕様では、壁倍率は $2/3P_{max}$ で決定していた。
- 3段筋かい壁倍率は1段筋かいの75%~105%程度となった。



3段筋かいの特性値



1段筋かいの特性値



筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

(2) 高さ5mの1.5P 3段筋かい壁の静加力実験

<目的>

高さ5m 壁幅1.365m(1.5P) 筋かい壁の構造性能の確認、
及び1段筋かいとの比較

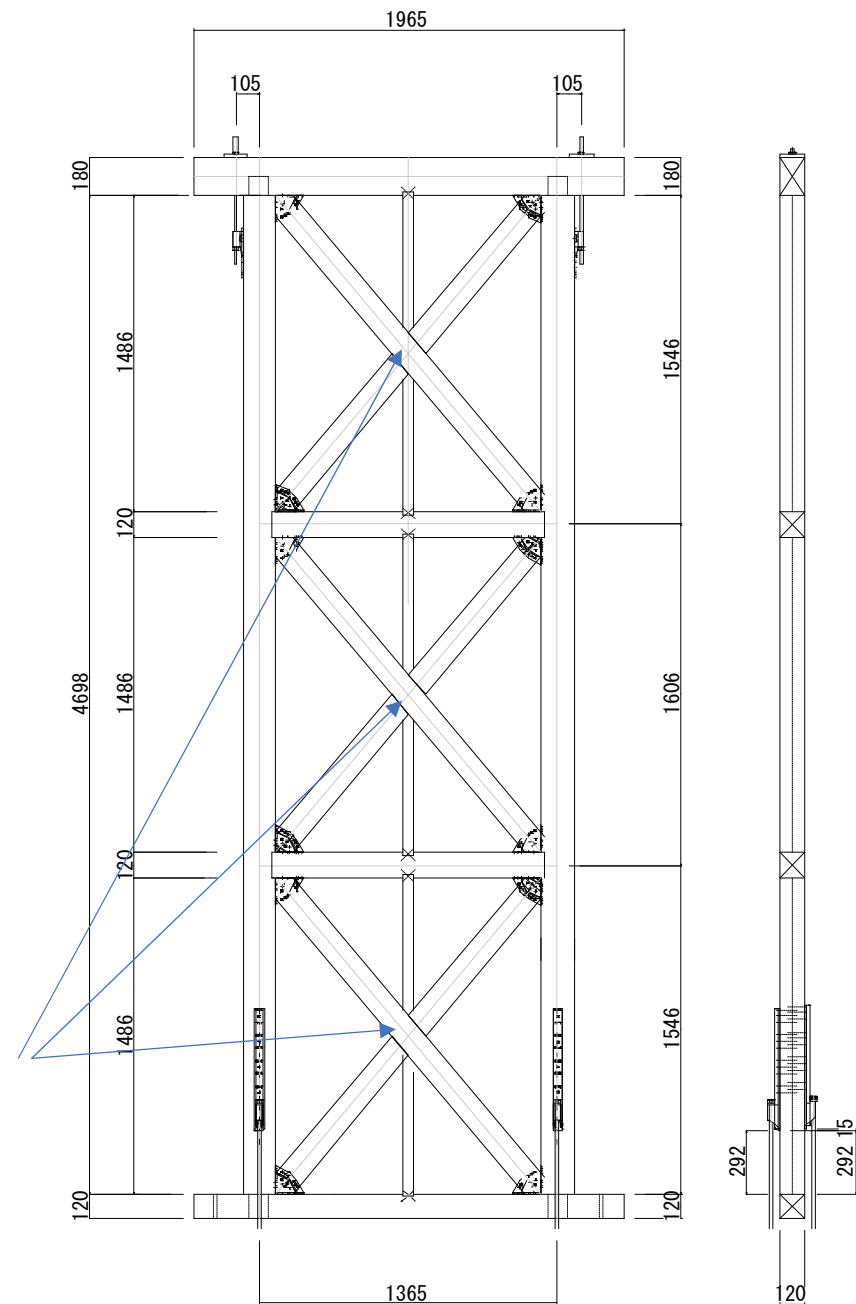
<試験体仕様>

柱・梁、土台、筋かい：スギE70

筋かい交差部：2-PX8-110mmで補強（補剛1）

高さ (mm)	壁長さ (mm)	筋かい断面 (mm)	柱断面 (mm)	試験 体数
4698	1365	60×120	120×150	1

筋かい交差部：
2-PX8 (L=110mm)



筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S 4 1. 木造軸組工法における高階高
高耐力壁等の設計基準の整備に関する検討

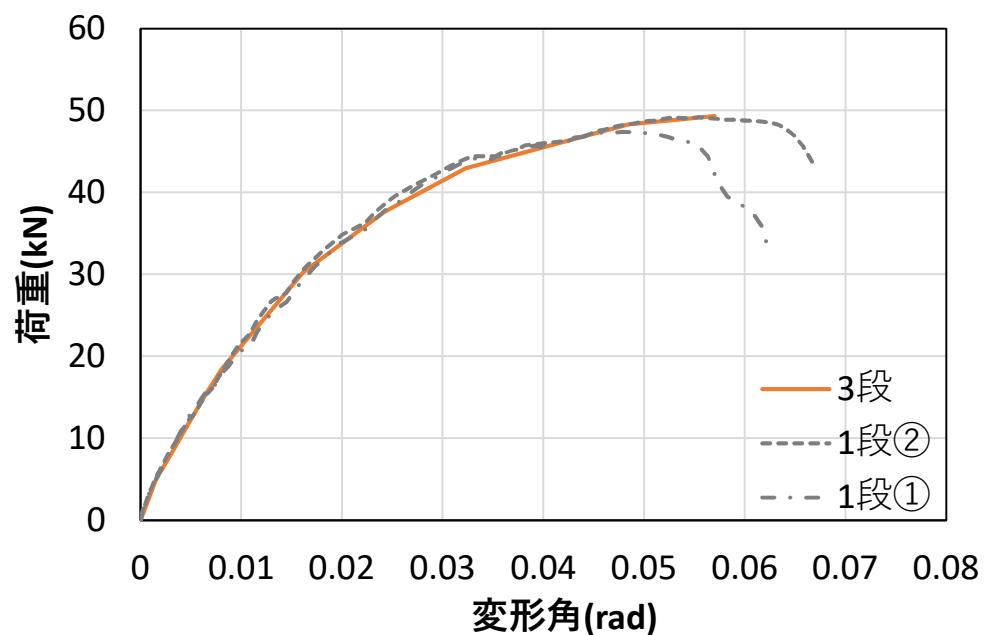
〈試験結果の破壊性状〉

- 下段圧縮筋かいの面外へのはらみだしによる折損
- 下段圧縮筋かいの折損に引きずられるような引張筋かいの折損

〈1段筋かいと3段筋かいの比較 (1.5P)〉

1段筋かいの結果は包絡線、特性値共に3段筋かいとよく一致

	3段タイプ	1段タイプ
P_y	27.78	26.4
$(0.2/D_s) \cdot P_u$	17.84	18.5
$2/3P_{max}$	32.9	31.9
$P(1/120)$	18.4	18.4
P_a	18.9	18.4
壁倍率	7.1	6.9
試験体数	1	2

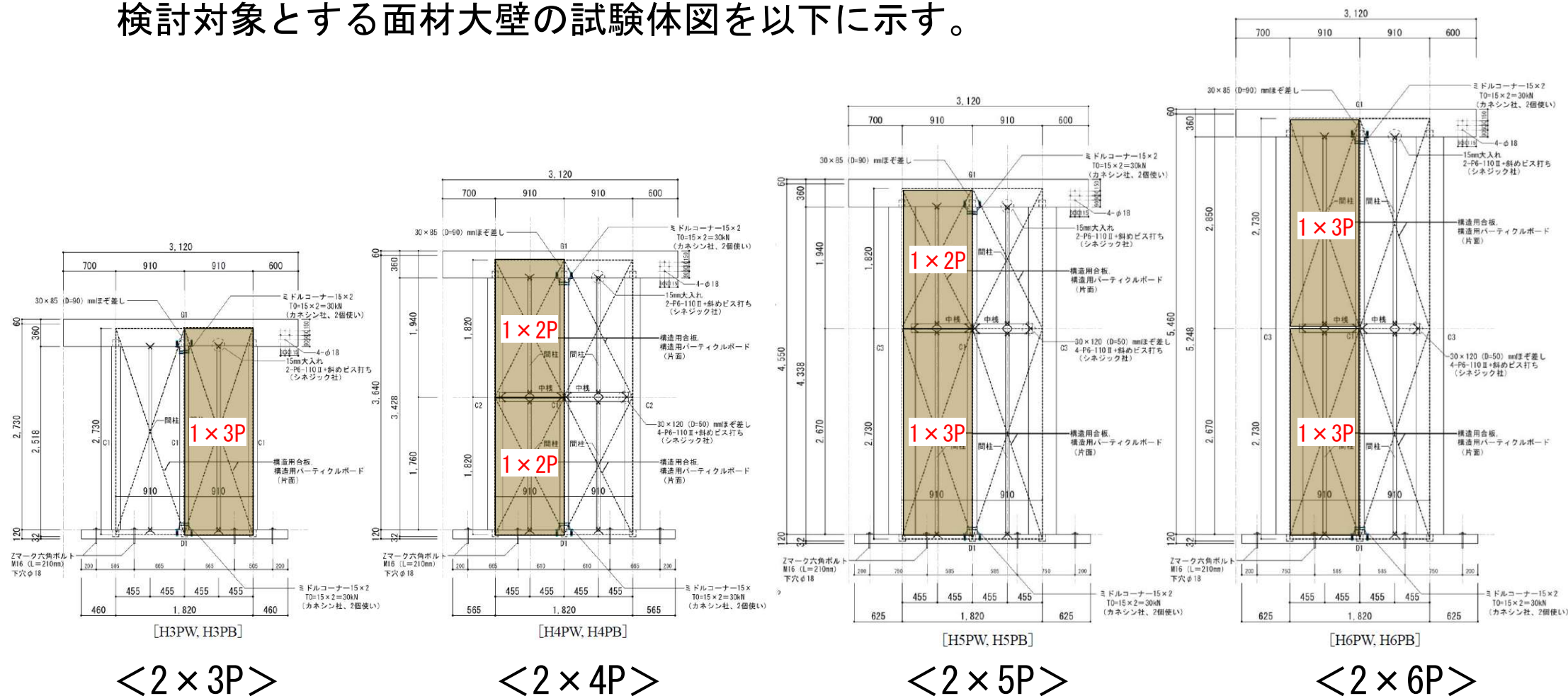


面材耐力壁の検討

面材耐力壁の検討

令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S 4 1. 木造軸組工法における高階高
高耐力壁等の設計基準の整備に関する検討

木造軸組工法における階高の高い高耐力の耐力壁に対して、日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計（2024年版）」（**中大規模グレー本**）及び文部科学省「JIS A 3301を用いた木造校舎に関する技術資料」（**学校JIS**）に示されている各部の仕様規定が適用できることの確認を行う。
検討対象とする面材大壁の試験体図を以下に示す。



面材耐力壁の検討

【各部の仕様規定】

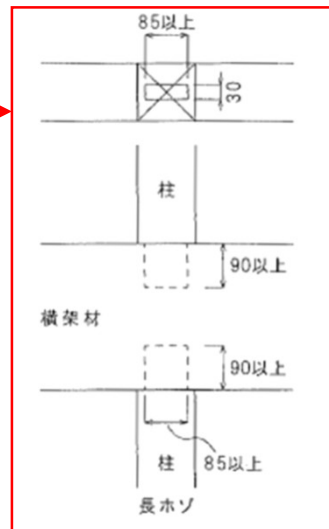
- ・ 面材大壁の釘配列は詳細計算法により、**壁倍率が7倍程度以上**となるような配列で設計
 - ・ 釘間隔は中大規模グレー本の配置ルール($\Delta P_v < 1.5 \text{ kN}$ の場合: @50以上)に従う。
 - ①構造用合板12mm+N50@50 ②パーティクルボード9m+CN50@50 ※軸材はオウシュウアカマツ
 - ・ 柱頭柱脚部のほぞの仕様は**中大規模グレー本**に従う。(試験はタイロッド式のため引張金物なし)
 - ・ 間柱・中棧端部接合仕様は**学校JIS**に従う。
- ただし、N75斜め釘打ち→ビス(直径6mm、長さ110mm)斜め打ちに変更

表 2.5.8-2 セン断力に対する接合部の仕様規定②

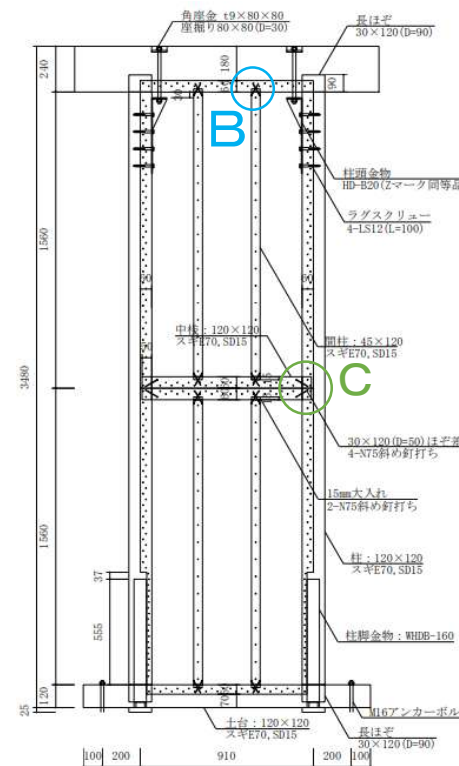
耐力壁の短期許容耐力		中柱	隅柱
13.72kN/m 超 (壁倍率換算7倍超) 7倍超	面材張り 大壁耐力壁 の場合 ^{※1}		
	上記以外 の場合 ^{※2}		

※1 面材釘四隅打ちに限る

※2 面材張り大壁耐力壁を含む



**A : 30×85以上
(D=90以上)
ほぞ差し**



**B : 15mm大入れ
+ビス斜め打ち**

**C : 30×120 (D=50)
ほぞ差し+
ビス斜め打ち**

面材耐力壁の検討

【柱の座屈長さの合理化】

階高が高い場合、柱の座屈検定が厳しくなる。従来は一樣な圧縮力を受けるものとして断面検定を行う。面材大壁の場合、釘のせん断力が柱の軸力となるため、圧縮力は連続的に変化する。日本建築学会「鋼構造座屈設計指針」に示されている変軸力圧縮材の座屈長さ l_k の算定式を用いて、座屈耐力の合理化を図る

$$l_k = l \sqrt{\frac{1 + 0.88N_2 / N_1}{1.88}}$$

柱頭の軸力 $N_2=0$ とすると、

$$l_k = 0.73 \cdot l$$

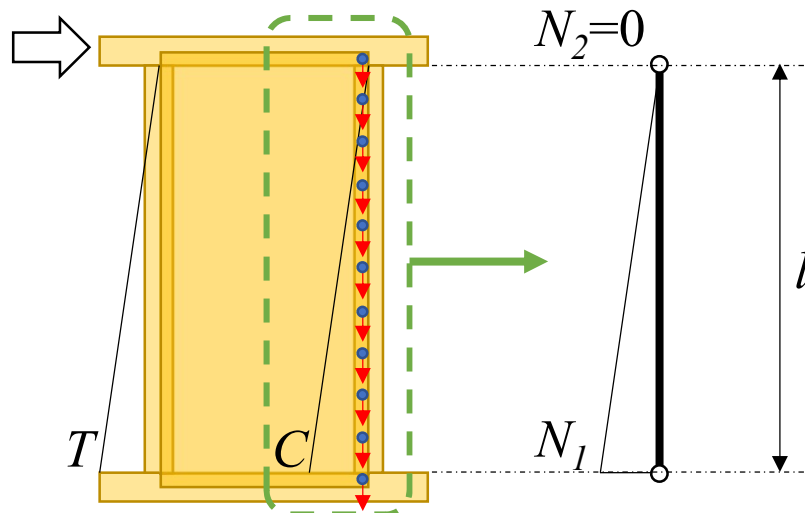


図 2.3.4(a) の場合

$$l_k = l \sqrt{\frac{1 + 0.88N_2 / N_1}{1.88}} \quad \text{かつ} \quad l_k \geq 0.66l \quad (2.3.11)$$

図 2.3.4(b) の場合

$$l_k = l \sqrt{\frac{1 + 2.18N_2 / N_1}{3.18}} \quad \text{かつ} \quad l_k \geq 0.42l \quad (2.3.12)$$

図 2.3.4(c) の場合

$$l_k = l \sqrt{\frac{1 + 1.09N_2 / N_1}{2.09}} \quad \text{かつ} \quad l_k \geq 0.62l \quad (2.3.13)$$

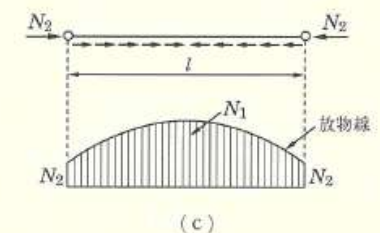
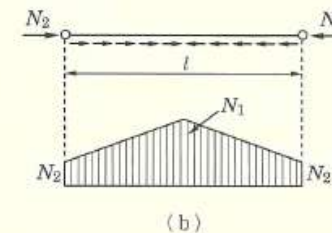
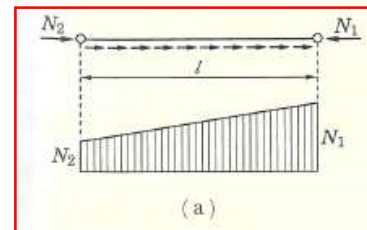


図 2.3.4 圧縮材の軸力変化

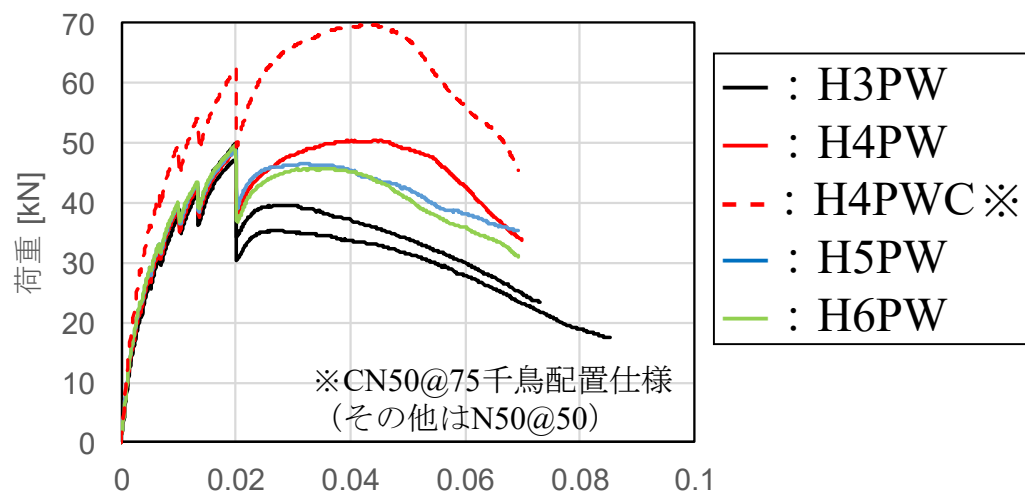
出典 〈日本建築学会：鋼構造座屈設計指針〉

釘のせん断応力の累積で柱に軸力が作用

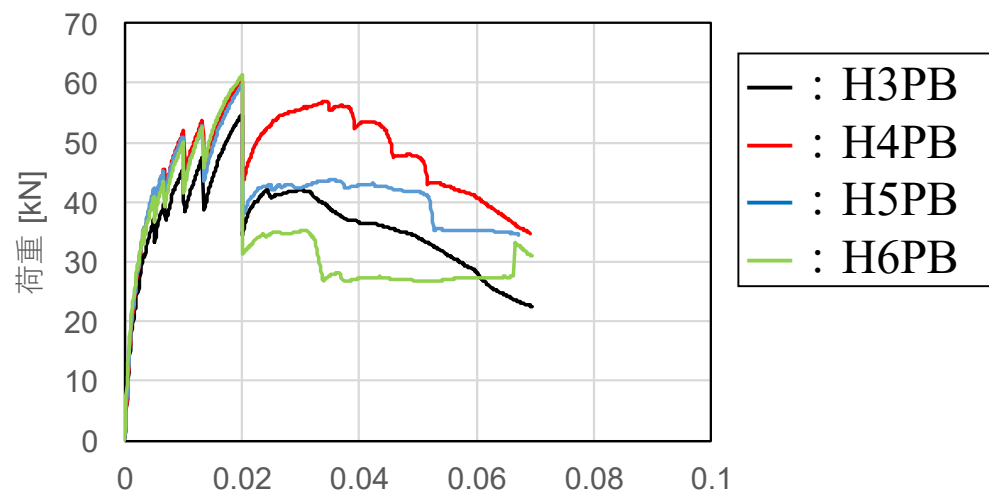
面材耐力壁の検討

【実験結果】

- ・ 荷重—変形角関係において、最大耐力到達時までは各仕様で概ね一致している。
- ・ 構造用合板仕様の高さ2.73m (H3PW) のみ塑性率が小さい
- ・ 高さ3mを超える高階高の耐力壁において、本仕様の実験結果はいずれも壁倍率換算で7倍程度以上



真のせん断変形角 [rad]
＜構造用合板仕様＞



真のせん断変形角 [rad]
＜パーティクルボード仕様＞

	P_y kN	P_{150} kN	$2/3P_{max}$ kN	$0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ kN	P_a kN	倍率 —
H3PW-1	25.5	31.1	31.4	17.4	17.4	4.8
H3PW-2	27.8	32.1	33.3	17.6	17.6	4.9
H4PW	28.1	32.5	33.6	35.2	28.1	7.8
H4PWC※	38.6	41.7	46.5	43.7	38.6	10.8
H5PW	26.4	33.3	32.5	34.2	26.4	7.4
H6PW	27.1	33.5	33.1	32.4	27.1	7.5
H3PB	32.1	39.7	36.4	24.6	24.6	6.8
H4PB	36.2	45.6	40.3	43.7	36.7	10.1
H5PB	36.7	45.5	39.7	27.7	27.7	7.7
H6PB	34.9	43.6	40.9	28.4	28.4	7.9

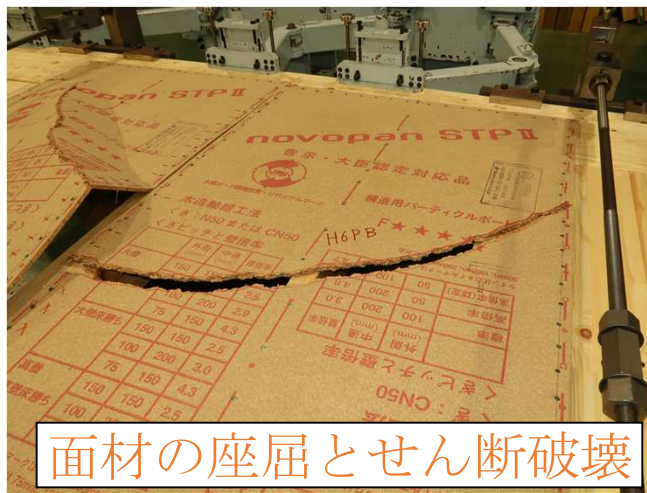
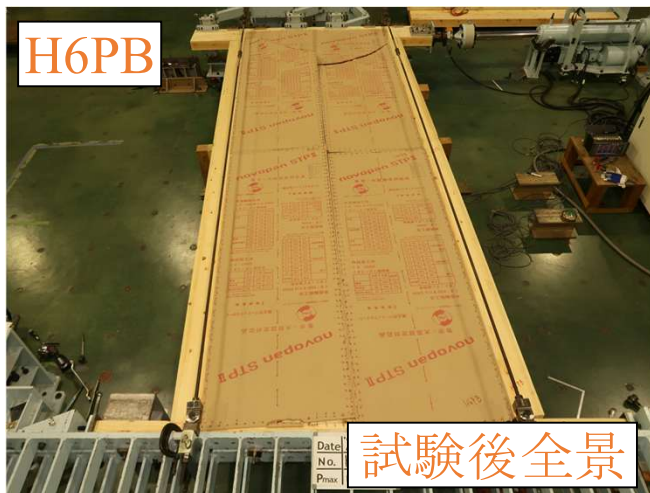
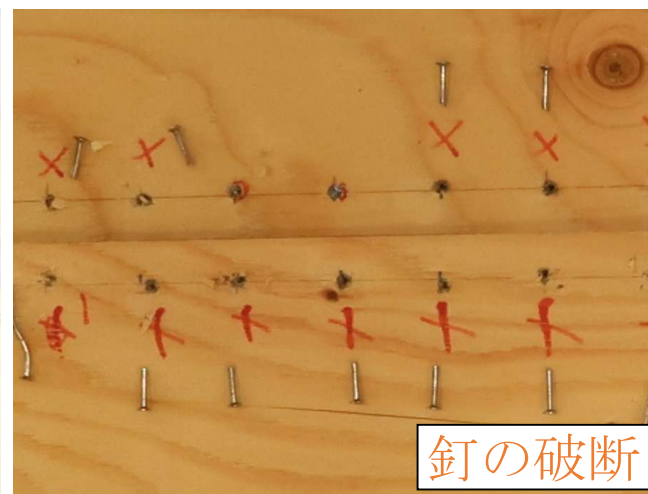
※参考

面材耐力壁の検討

令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S 4 1. 木造軸組工法における高階高
高耐力壁等の設計基準の整備に関する検討

【実験結果】

- 破壊性状として構造用合板仕様では釘の破断、パーティクルボード仕様では釘の破断に加え、面材の座屈を伴うせん断破壊が目立っていた。
- 柱の座屈は確認されず、面材大壁の座屈長さは鋼構造座屈設計指針に準じてもよさそうである。

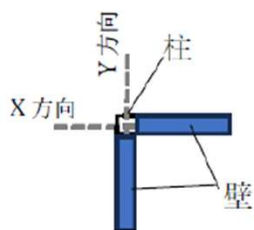


面材による座屈補剛効果の検討

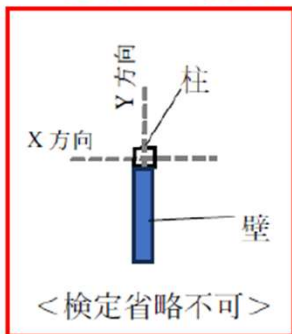
面材による座屈補剛効果の検討

- 「ZEH水準等の建築物における柱小径基準」の検討において、柱の小径を算定するにあたっては材料強度等を反映する形で柱小径を精査することが可能である。
- 本検討では、さらなる緩和の可能性として面材の座屈補剛効果に期待した場合に柱小径に対してどの程度の効果があるかを明らかにする。（柱が正角材で収まる可能性の検討）
- 柱の細長比が $\lambda=100$ 以上となる範囲で1方向のみに面材が取り付く場合を対象とする。対象とする荷重は長期荷重の鉛直荷重とする。対象とする柱は、1方向のみに耐力壁が取り合うものとする。
- 面材の補剛効果は、釘のせん断性能に期待するため地震後の鉛直荷重の支持能力は柱単体の短期で対応するものとして、面材による補剛効果の上限は1.8倍とする。

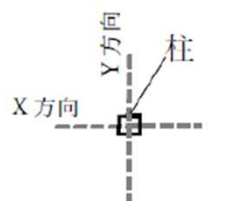
大壁の1方向の場合が対象



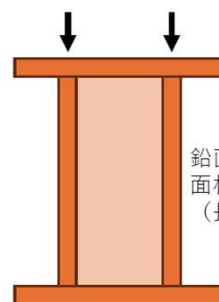
<検定省略可能>



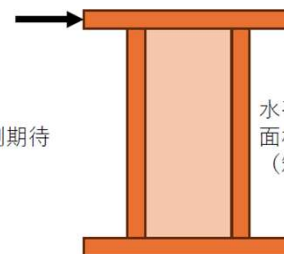
<検定省略不可>



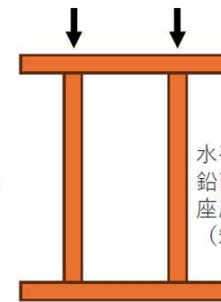
<検定省略不可>



鉛直荷重時
面材座屈補剛期待
(長期耐力)



水平荷重時
面材座屈補剛期待
(短期耐力)

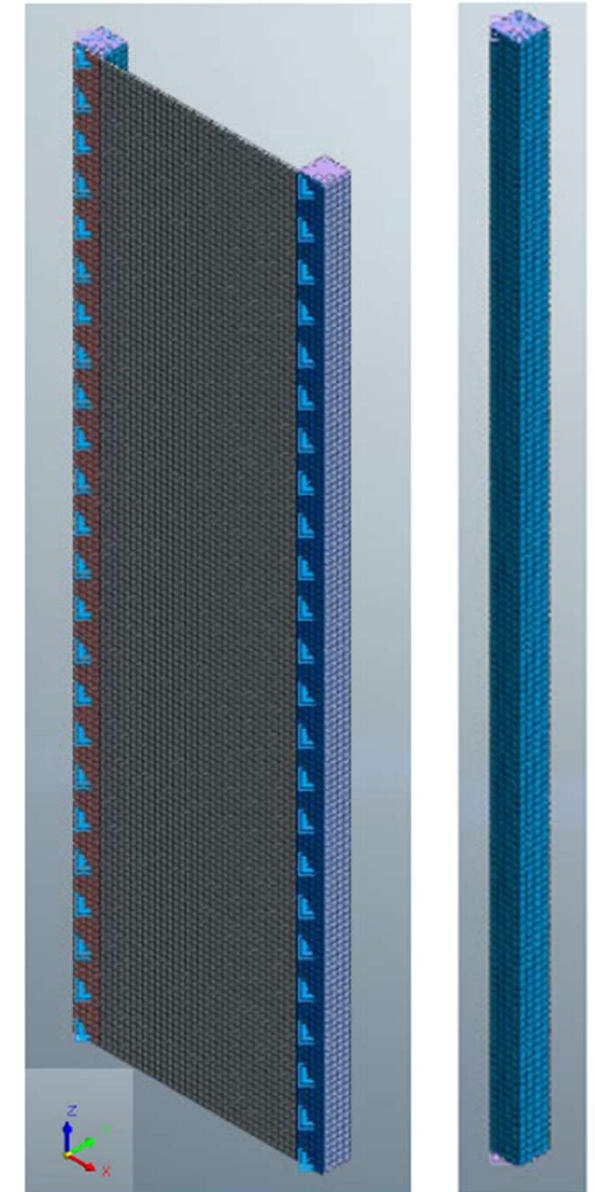


水平荷重後の
鉛直荷重
座屈補剛期待無し
(短期耐力)

面材による座屈補剛効果の検討

■検討手法

- 解析は非線形解析（幾何非線形を考慮）とする。
- 解析プログラムはMidas FEANXを用いる。
- 面材の両端に柱を配置して柱芯間隔は910mmとする。
- 面材および柱材はソリッド要素として要素の高さ方向は25mmピッチを基本形とする。各種要素は弾性とする。
- 釘のせん断性能は、N50およびCN50の釘パラメータをバイリニアモデルとして考慮する。
- 面材は大壁として、基本的には告示仕様のものを用いる。
- 面材付きの座屈荷重／柱単体の座屈荷重（オイラー座屈）を面材による増大率として定義する。



解析モデル図

面材による座屈補剛効果の検討

■解析パラメータ

- 柱断面
- 柱ヤング係数
- 柱高さ(細長比)
- 面材仕様

柱断面	ヤング係数	柱高さ	細長比	壁倍率				
105	E50	3000	99	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		3500	115	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		4500	148	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
	E70	3000	99	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		3500	115	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		4500	148	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
	E95	3000	99	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		3500	115	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		4500	148	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
120	E50	3500	101	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		4500	130	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		5500	159	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
	E70	3500	101	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		4500	130	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		5500	159	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
	E95	3500	101	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		4500	130	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0
		5500	159	柱単体	2.5	3.7	5.0	7.0

壁倍率2.5倍(構造用合板 片面 釘ピッチ N50@150)

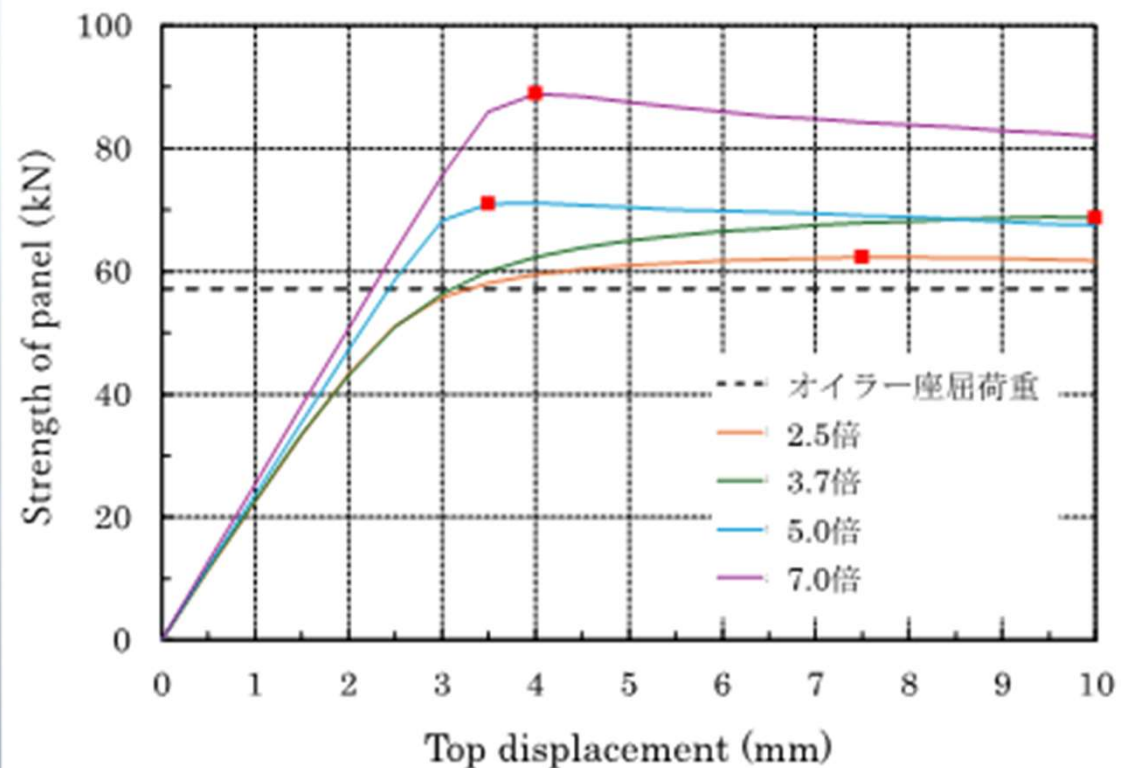
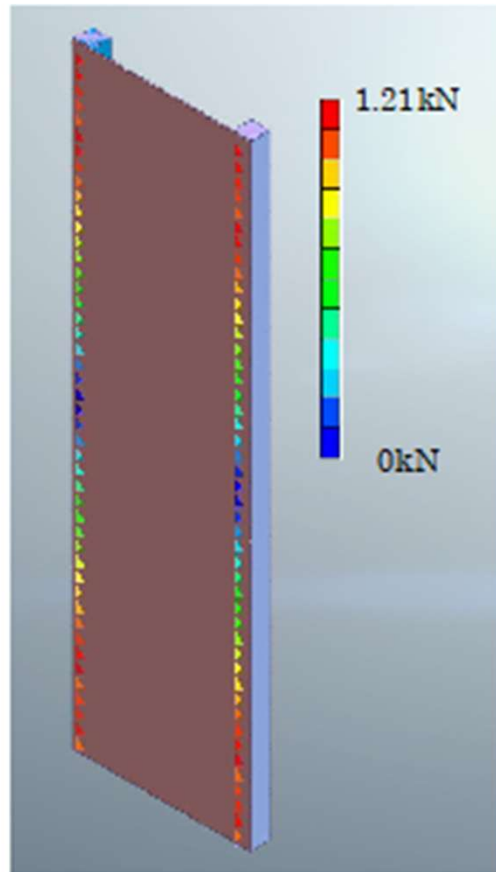
壁倍率3.7倍(構造用合板 片面 釘ピッチ CN50@75)

壁倍率5.0倍(構造用合板 両面 釘ピッチ N50@150)

壁倍率7.0倍(構造用合板 両面 釘ピッチ CN50@75)

面材による座屈補剛効果の検討

■解析結果（一例）

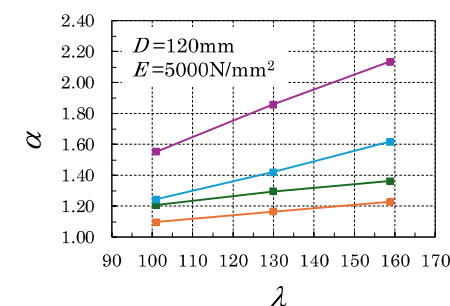
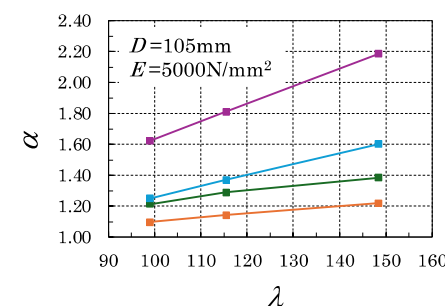
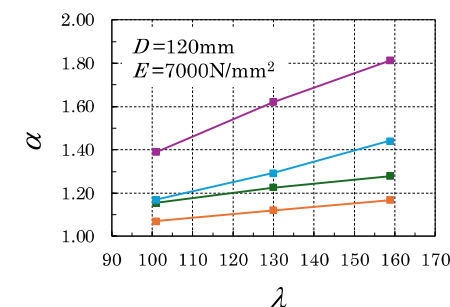
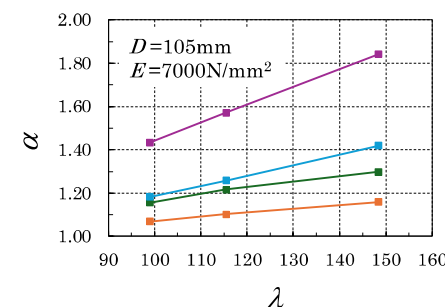
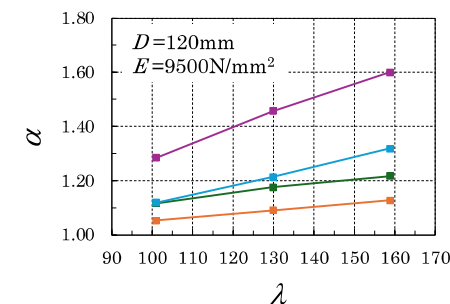
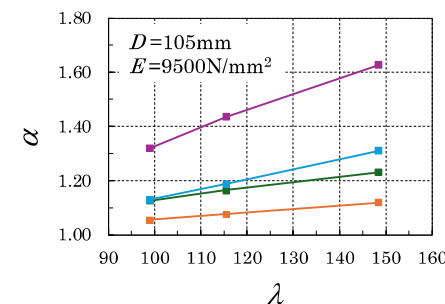


- 面材端部ほど、釘の抵抗が大きい。
- いずれも最大荷重は、釘が最初に降伏に達する地点である。

面材による座屈補剛効果の検討

■解析結果（一覧）

柱				壁倍率			
D (mm)	E (N/mm ²)	L (mm)	λ	2.5	3.7	5.0	7.0
105	9500	4500	148	1.12	1.23	1.31	1.63
		3500	115	1.08	1.16	1.19	1.44
		3000	99	1.05	1.13	1.13	1.32
	7000	4500	148	1.16	1.30	1.42	1.84
		3500	115	1.10	1.22	1.26	1.57
		3000	99	1.07	1.16	1.18	1.43
	5000	4500	148	1.22	1.39	1.60	2.19
		3500	115	1.14	1.29	1.37	1.81
		3000	99	1.10	1.21	1.25	1.62
120	9500	5500	159	1.13	1.22	1.32	1.60
		4500	130	1.09	1.18	1.21	1.46
		3500	101	1.05	1.12	1.12	1.28
	7000	5500	159	1.17	1.28	1.44	1.81
		4500	130	1.12	1.23	1.29	1.62
		3500	101	1.07	1.16	1.17	1.39
	5000	5500	159	1.23	1.36	1.62	2.14
		4500	130	1.16	1.30	1.42	1.86
		3500	101	1.10	1.21	1.25	1.55



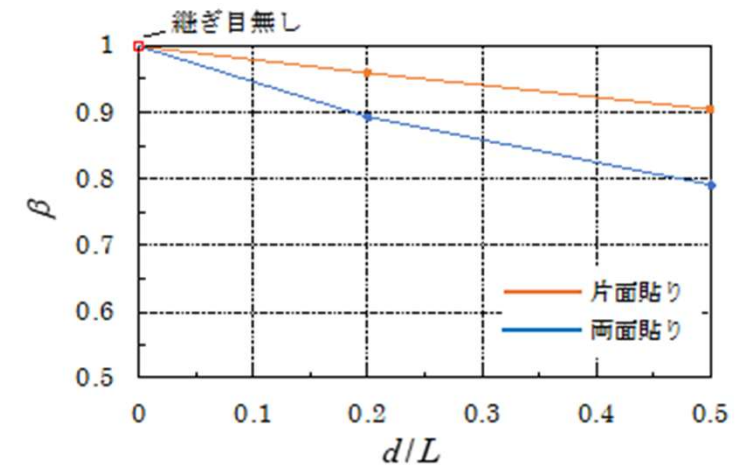
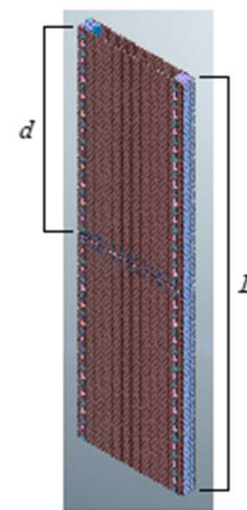
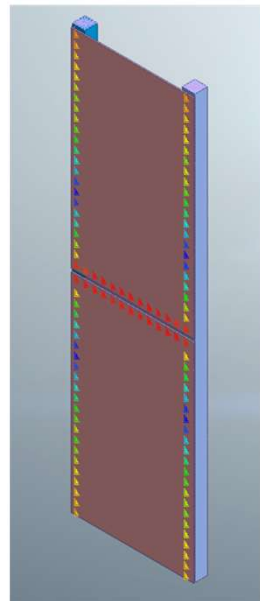
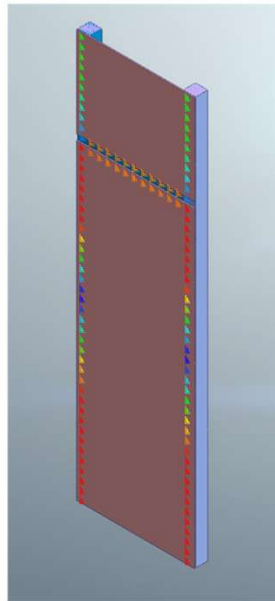
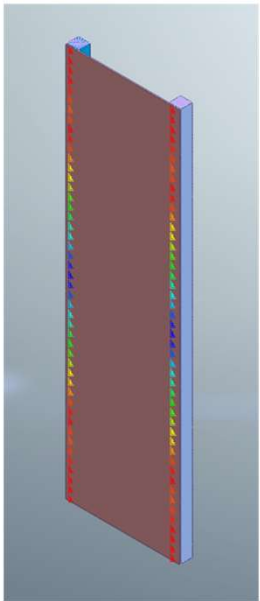
壁倍率 7.0倍 5.0倍 3.7倍 2.5倍

- 増大率は、壁倍率が高いほど、柱の曲げ剛性が低いほど大きい傾向にある。
- 細長比(100～150程度の範囲)と増大率は線形の関係で分布している。
- 増大率は、1.05～2.20倍程度である。

面材による座屈補剛効果の検討

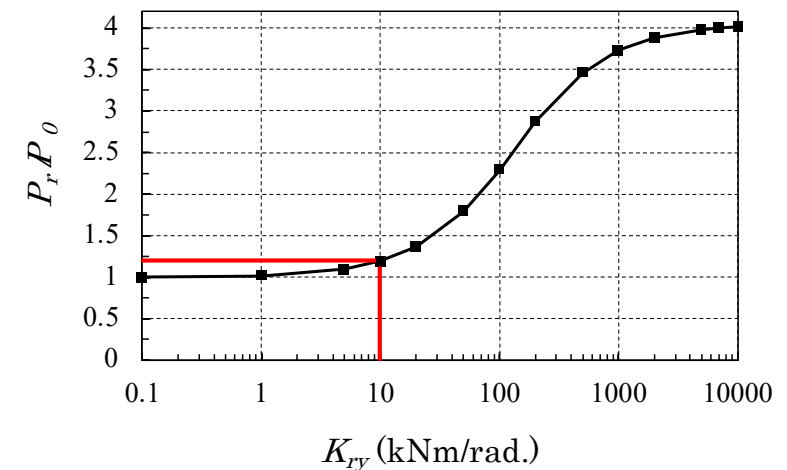
■その他の影響（一例）

case1: $a=0\text{mm}$ (継ぎ目無し) case2: $a=800\text{mm}$ case3: $a=1750\text{mm}$



面材の継ぎ目位置によって、増大率が変化

柱の柱頭柱脚の固定度による、座屈荷重の変化
T型金物程度の回転剛性(10~20kNm/rad)程度の回転剛性
増大率は、1.2倍程度



面材による座屈補剛効果の検討

■面材による補剛効果の提案式

$$\phi = \beta \left\{ \alpha_{100} + \frac{\lambda - 100}{50} (\alpha_{150} - \alpha_{100}) \right\} \quad \text{かつ} \quad 1.8 \text{ 以下}$$

$$\beta = (1 - n \cdot 0.2 \cdot h/H)$$

ここで、 ϕ ：増大率（ここでは増大率であるため 1.0 以上を扱う）

α ：各細長比における増大率

β ：継ぎ目による低減係数

λ ：柱の細長比

n ：面材枚数、片面＝1.0、両面＝2.0

h ：面材継ぎ目高さ位置（柱上下端から近い方の寸法）(mm)

H ：柱高さ(mm)

$D=105\text{mm}$ $E=5000\text{N/mm}^2$	壁倍率				$D=120\text{mm}$ $E=5000\text{N/mm}^2$	壁倍率			
	2.5	3.7	5.0	7.0		2.5	3.7	5.0	7.0
α_{150}	1.20	1.35	1.60	2.15	α_{150}	1.20	1.35	1.60	2.10
α_{100}	1.05	1.20	1.25	1.60	α_{100}	1.05	1.20	1.20	1.55
$D=105\text{mm}$ $E=7000\text{N/mm}^2$	壁倍率				$D=120\text{mm}$ $E=7000\text{N/mm}^2$	壁倍率			
	2.5	3.7	5.0	7.0		2.5	3.7	5.0	7.0
α_{150}	1.15	1.25	1.40	1.80	α_{150}	1.15	1.25	1.40	1.80
α_{100}	1.05	1.15	1.15	1.40	α_{100}	1.05	1.15	1.15	1.35
$D=105\text{mm}$ $E=9500\text{N/mm}^2$	壁倍率				$D=120\text{mm}$ $E=9500\text{N/mm}^2$	壁倍率			
	2.5	3.7	5.0	7.0		2.5	3.7	5.0	7.0
α_{150}	1.10	1.20	1.30	1.60	α_{150}	1.10	1.20	1.30	1.60
α_{100}	1.05	1.10	1.10	1.30	α_{100}	1.05	1.10	1.10	1.25

面材による座屈補剛効果の検討

令和6年度
建築基準整備促進事業成果報告会
S4 1. 木造軸組工法における高階高
耐力壁等の設計基準の整備に関する検討

■試設計による検証

■設計条件

- ・木造2階建て
- ・階高3.5m → 柱長さは120mm 差し引く
- ・建築面積 50 m²
- ・金属葺き+サイディング
- ・太陽光あり
- ・柱断面 105x105
- ・柱と取り合う耐力壁 壁倍率 7.0 倍
- ・柱の材種 機械等級区分 E50 スギ $F_c=19.2\text{N/mm}^2$
- ・柱高さ = $3500 - 120 = 3380\text{mm}$
- ・合板継ぎ目高さ $h=400$ $n=2.0$ $\beta=0.95$
- ・細長比 $\lambda=111$
- ・増大率 $\varphi=1.63$

☑ 2-1 算定式と有効細長比より柱の小径を求める場合

算定方法における前提条件と注意事項は [こちら](#)。

階	出力結果	
	d_e/l * ³	柱の小径 d_e * ⁴ (mm以上)
2階	1/38.5	88
1階	1/29.3	115

*³: 柱の必要小径 d_e / 横架材間距離 l

*⁴: すぎ、無等級材（平成12年建設省告示第1452号第5号）を前提として算定。解説・注意事項は [こちら](#)



☑ 2-2 樹種等を選択し、算定式と有効細長比より柱の小径を求める場合

算定方法における前提条件と注意事項は [こちら](#)。

階ごとに①～④の4種類までの柱材が選択できます。

柱材の種類	入力値			出力結果	
	JAS規格	樹種等	等級等(積層数)	圧縮の基準強度 $F_c(\text{N/mm}^2)$	柱の小径 (mm以上)
2階	①			該当なし	
	②			該当なし	
	③			該当なし	
	④	国土交通大臣が基準強度の数値を指定した木材等		使用する場合は基準強度を記入	
1階	①	無等級材	すぎ	—	17.7
	②	JAS機械等級区分構造用製材	すぎ	E50	19.2
	③	JAS同一等級構成集成材	—	E95-F315(4層以上)	26.0
	④	国土交通大臣が基準強度の数値を指定した木材等		使用する場合は基準強度を記入	31.3

柱の小径が面材の補剛効果を期待することで、115→100とすることができる

各検討のまとめ

筋交い耐力壁の静的実験に関する検討

- 壁幅1.5Pの1段筋かいに対し、4種類の座屈補剛効果を実験的に確認した。筋かい交差部を長ビスで補強する方法（補剛1）及び筋かい交差部を面材で補剛する方法（補剛4）が有効であった。
- 壁幅1Pの3段筋かいと1段筋かいの荷重変形関係及び特性値を比較した結果、3段筋かい、1段筋かい共に壁倍率は $(0.2/D_s) \times P_u$ または $2/3P_{max}$ で決定した。また、3段筋かい壁倍率は1段筋かいの75%～105%程度となった。
- 壁幅1.5P、高さ5mの3段筋かい（筋かい交差部を2-PX8 (L=110mm) で補剛）の静加力実験を行い、壁倍率で5倍以上の性能を有することを確認した。3段筋かいと1段筋かいのみかけの荷重変形関係の包絡線及び特性値を比較し、1段筋かいの結果は包絡線、特性値ともに3段筋かいとよく一致していた。

面材耐力壁の検討

- ・ 高さ3mを超える高階高の耐力壁において、本仕様の実験結果はいずれも壁倍率換算で7倍程度以上となることが確認された。
- ・ 釘間隔、ほぞ差し寸法、中棧寸法や接合部は中大規模グレー本及び学校JISで定められている仕様を適用してよい。
- ・ 実験において柱の座屈は確認されず、面材大壁の柱断面を設計する際の座屈長さは鋼構造座屈設計指針に準じてもよさそうである。

面材による柱座屈補剛効果の検討

- 面材による座屈補剛効果は、面材の壁倍率が高いほど、柱高さが高いほど、柱のヤング係数が小さいほど増大率は大きい傾向となった。
- 面材による座屈補剛効果は細長比に対して線形的に変化することを確認した。
- 面材による増大率を柱断面、柱のヤング係数、細長比、壁倍率をパラメータとして一覧にまとめた。増大率は、1.05～2.10倍となった。
- 面材継ぎ目、幅、ヤング係数、柱本数、横架材への釘打ち、柱の面外回転剛性の影響をそれぞれ分析した。低減方向として面材継ぎ目の影響が大きく、増大方向としては柱の面外回転剛性の影響がそれぞれ大きく2割程度の影響が考えられる。
- 限られた適用範囲ではあるが、細長比、柱径、壁倍率によって、増大率を求めることが可能な提案式を示した。本提案式には、面材継ぎ目による低減効果も暫定的に見込んでいる。
- 試設計によって、提案式による増大率によって柱小径を抑えることが可能なことを具体的に検証した。柱のヤング係数をE50からE95に上げることと7倍の壁倍率による補剛効果は同程度の効果であった。