

平成 30 年度

木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等に関する検討 事業報告書

平成 31 年 3 月

株式会社ドット・コーポレーション

京都大学 生存圏研究所

事業報告書 目次

第 1 章 事業内容

1.1 本事業の目的	第 1 章-1
1.2 実施概要	第 1 章-2
1.3 実施体制とスケジュール	第 1 章-3
1.3.1 実施体制	第 1 章-3
1.3.2 実施スケジュール	第 1 章-5
1.4 実験的検証に関する確認事項（2・3 章関係）	第 1 章-6
1.4.1 試験体制作時の材料指定	第 1 章-6
1.4.2 試験場の違いによる差の検証	第 1 章-8

第 2 章 真壁両面張り耐力壁に関する検討

2.1 検討の目的と方法	第 2 章-1
2.1.1 検討の目的	第 2 章-1
2.1.2 検討の方法	第 2 章-2
2.1.3 既往の真壁実験の詳細	第 2 章-2
2.2 真壁両面張り耐力壁の面内せん断試験	第 2 章-6
2.2.1 真壁両面張り耐力壁の試験体の考え方	第 2 章-6
2.2.2 真壁両面張り耐力壁の試験体図と実験結果	第 2 章-6
2.2.3 真壁両面張り耐力壁に関するまとめ	第 2 章-21

第 3 章 準耐力壁および腰壁等に関する検討

3.1 検討の目的と方法	第 3 章-1
3.2 準耐力壁の面内せん断試験	第 3 章-2
3.2.1 準耐力壁の試験体の考え方	第 3 章-2
3.2.2 準耐力壁の試験体図と実験結果	第 3 章-4
3.2.3 準耐力壁に関するまとめ	第 3 章-21
3.3 腰壁等の面内せん断試験	第 3 章-23
3.3.1 腰壁等の試験体の考え方	第 3 章-23
3.3.2 腰壁等の試験体図と実験結果	第 3 章-23
3.3.3 腰壁等に関するまとめ	第 3 章-29

第 4 章 大臣認定壁の高さ等に係る基準の合理化に関する検討

4.1 検討の目的と方法	第 4 章-1
4.1.1 検討の目的および検討の対象	第 4 章-1
4.1.2 現状の課題と検討の方法	第 4 章-2

4.2	解析モデルの妥当性の確認.....	第4章-3
4.2.1	解析モデル.....	第4章-3
4.2.2	比較する実験と比較用解析モデル.....	第4章-6
4.2.3	解析結果と実験結果の比較.....	第4章-8
4.3	シミュレーション.....	第4章-9
4.3.1	パラメーターの設定.....	第4章-9
4.3.2	解析結果.....	第4章-16
4.3.3	シミュレーションのまとめ.....	第4章-41
4.4	大臣認定の合理化に対する要望の整理と実験計画.....	第4章-42
第5章 添付資料		
5.1	全体委員会議事録.....	第5章-1
5.2	ワーキンググループ議事録.....	第5章-10

第1章 事業内容

1.1 本事業の目的

本事業は、以下に示す3つの課題に取り組んだ。それぞれの背景と目的を以下に示す。

(1) 真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討

木造軸組構法の壁量計算に用いる耐力壁については、昭和56年建設省告示第1100号において、一定の範囲で併用が認められており、木質面材耐力壁については両面に張る場合を認めている。

本課題では、受材を用いた木質面材耐力壁の真壁仕様の両面張りについて、当該受材の合理的な仕様を明らかにする。

(2) 住宅等の品質確保促進法における準耐力壁等の仕様の拡充に関する検討

木造軸組構法の壁量計算に用いる耐力壁については、平成27年度の建築基準整備促進事業による検討の成果を踏まえ、新たに構造用MDF、構造用パーティクルボードを用いた耐力壁の仕様が告示に位置づけられた。一方、住宅の品質確保の促進等に関する法律の評価方法基準における準耐力壁等については、これらの面材料は位置づけられていない。

そこで本課題では、構造用MDF、構造用パーティクルボードを用いた準耐力壁等の仕様について、評価方法基準に位置づけることを目的に、性能の確認を行う。

(3) 大臣認定耐力壁の高さ等に係る基準の合理化に関する検討

木造建築物の壁量計算においては、告示で仕様が定められた耐力壁以外に、国土交通大臣の認定（以下「大臣認定」という。）を取得した仕様の耐力壁を用いることが可能となっている。大臣認定における耐力壁の高さや幅（以下「高さ等」という。）については、耐力壁の性能が変わらない一の仕様の範囲に納まることが追加試験等で確認された場合に、範囲を設けているところである。しかしながら、一の仕様とみなされる高さ等の範囲や、追加試験等で確認する方法については、合理化の余地が見込まれているところである。

本課題では、大臣認定耐力壁の高さ等に係る基準の合理化を図る。

1.2 実施概要

本事業では、1.1の(1)、(2)に示した課題は単年度、(3)に示した課題は2年かけて検証を行い、技術基準の提案を行う。

今年度は、(1)～(3)の課題について以下の方針で実施した。

(1) 真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討

(イ) 受材の仕様の異なる耐力壁(真壁仕様の耐力壁の両面張り)の水平加力試験

(ロ) 真壁仕様の耐力壁を両面張りした場合の受材の合理的な仕様の提案

現状の木質面材耐力壁(構造用合板、構造用パネル、パーティクルボード、構造用MDF、構造用パーティクルボード)の壁倍率2.5倍の両面張りとした仕様(壁倍率5倍)において、告示で倍率2.5倍を想定した受材仕様(受材断面3×4cm、N75@300)で十分な性能が確保可能なかどうかの検証、および、より安定的に期待される性能が得られる合理的な受材仕様の提案を、実験的検証にて実施した。実験では、H27年度の基整促事業で検討用の標準面材として用いられた構造用パーティクルボードを用いた。

提案する仕様は、現状の告示で示されている高倍率耐力壁の受材仕様等を踏まえて、施工間違いが生じないように混乱のないものとした。

(2) 住宅等の品質確保促進法における準耐力壁等の仕様の拡充に関する検討

(イ) 構造用MDF・パーティクルボードを用いた準耐力壁等の仕様の水平加力試験

(ロ) 構造用MDF・パーティクルボードを用いた準耐力壁等の仕様の提案

新しく告示の壁倍率が示された構造用パーティクルボードと構造用MDFについて、性能表示制度における準耐力壁、垂れ壁・腰壁としての性能を実験にて確認した。

実験では、H27年度の基整促事業で検討用の標準面材として用いられた構造用パーティクルボードを用いた。構造用MDFは構造用パーティクルボードとほぼ同様の挙動を示すことが分かっている。

(3) 大臣認定耐力壁の高さ等に係る基準の合理化に関する検討

(イ) 告示仕様耐力壁等の適用範囲に関する文献調査

(ロ) 壁高さ、壁幅の異なる耐力壁の水平加力実験の計画立案

(ハ) 面材と釘の性能を用いた計算により壁倍率を求める方法の適用範囲の解析的検討

対象とする耐力壁仕様について課題も含めて整理した上でターゲットを絞って検討を進めた。今回対象とした耐力壁は軸組構法における3×6板以上の大きさのある木質面材を用いた仕様とした。

今年度は、対象とする仕様の解析モデルを設定し、解析的検討を進めるが、解析モデルの設定については、大臣認定仕様等でどのような仕様設定がなされているか、それに対する申請側の要望等の確認を行った。また、現状、同一仕様を認められる範囲の決定方法等についても、状況を確認するなどの調査を行った。

また、解析検討に加えて、実験で確認すべきパラメーターなどについても検討を行い、来年度実施予定の水平加力実験の計画を立案した。

1.3 実施体制とスケジュール

1.3.1 実施体制

本事業においては、委員会およびワーキンググループを設置して、以下の有識者で構成した。

○木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等に関する検討委員会

委員長	河合 直人	工学院大学 建築学部 建築学科 教授
委員	五十田 博	京都大学 生存圏研究所 生活圏構造機能分野 教授
	青木 謙治	東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 木質材料科学研究室 准教授
	大橋 好光	東京都市大学 工学部 建築学科 教授
	中島 史郎	宇都宮大学 地域デザイン科学部建築都市デザイン学科 教授
	中川 貴文	京都大学 生存圏研究所 生活圏構造機能分野 准教授
	道場 信義	ハウスプラス確認検査株式会社 評定部 課長
	岡部 実	一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター 試験研究推進役
	逢坂 達男	一般社団法人日本木造住宅産業協会 技術開発部 技術開発委員長
	大橋 修	一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会
	槌本 敬大	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
	秋山 信彦	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 研究員
	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ 研究員
協力委員	荒木 康弘	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部 基準認証システム研究室 主任研究官
行政	野原 邦治	国土交通省住宅局 建築指導課 課長補佐
	青木 亮	国土交通省住宅局 建築指導課 課長補佐
	中古 淳法	国土交通省住宅局 建築指導課 係長
	徳竹 忠義	国土交通省住宅局 建築指導課 係長
	田窪 成貴	国土交通省住宅局 住宅生産課 係長
	松田 かりん	国土交通省住宅局 建築指導課
事務局	平野 陽子	(株) ドット・コーポレーション
	山崎 渉	(株) ドット・コーポレーション
	佐々木留美	(株) ドット・コーポレーション

○木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等に関する検討委員会 検討WG

主査	五十田 博	京都大学 生存圏研究所 生活圏構造機能分野	教授
委員	河合 直人	工学院大学 建築学部 建築学科	教授
	青木 謙治	東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 木質材料科学研究室	准教授
	中川 貴文	京都大学 生存圏研究所 生活圏構造機能分野	准教授
	小谷 竜城	株式会社エヌ・シー・エヌ 技術開発部	主任
	秋山 信彦	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ	研究員
協力委員	荒木 康弘	国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 基準認証システム研究室	主任研究官

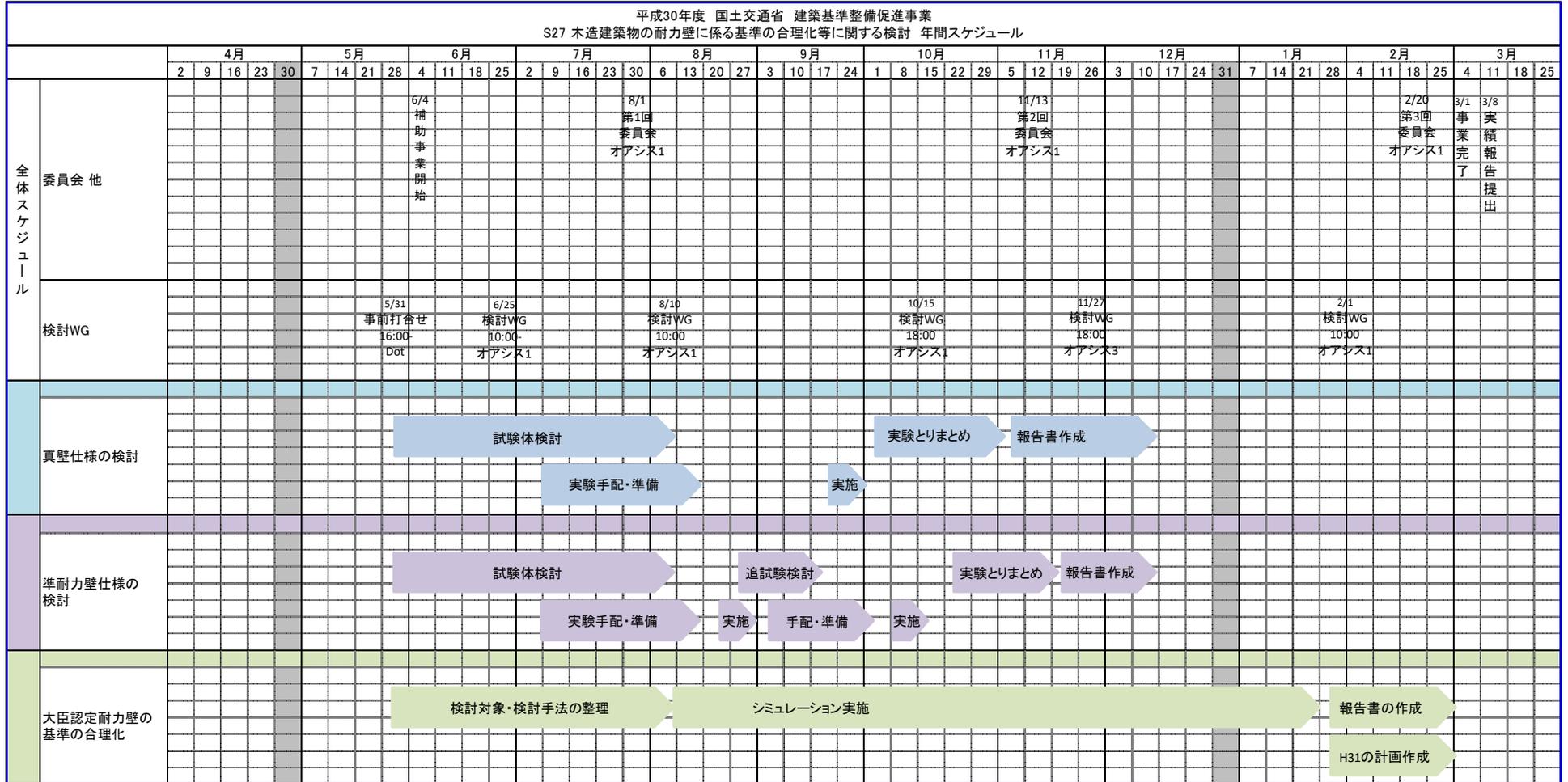
オブザーバー

	加藤百合子	一般財団法人日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部 構造研究室	
	槌本 敬大	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ	上席研究員

行政	野原 邦治	国土交通省住宅局 建築指導課	課長補佐
	青木 亮	国土交通省住宅局 建築指導課	課長補佐
	中古 淳法	国土交通省住宅局 建築指導課	係長
	徳竹 忠義	国土交通省住宅局 建築指導課	係長
	田窪 成貴	国土交通省住宅局 住宅生産課	係長
	松田 かりん	国土交通省住宅局 建築指導課	

事務局	平野 陽子	(株) ドット・コーポレーション	
	山崎 渉	(株) ドット・コーポレーション	
	佐々木留美	(株) ドット・コーポレーション	

1.3.2 実施スケジュール



1.4 実験的検証に関する確認事項（2・3章関係）

1.4.1 試験体制作時の材料指定

本検討では、平成 27 年度の基準整備促進事業で実施した実験のデータをベースとして検証を進めることから、1.4.2 および 2 章、3 章で実施する実験の試験体については、平成 27 年度の基準整備促進事業で使用した材料と規格・仕様を揃えた。これらの材料は、可能な限り日本農林規格等に適合する材料を使用する方針としている。

また、面材については、構造用パーティクルボードを対象としている。これは、3 章での検討のベースとなるのが、構造用 MDF、構造用パーティクルボードの大壁仕様の 2.5 倍の耐力壁（面材くぎの仕様は N50@150）であることや、以下に示すように既往のデータの入手が容易であるためである。

- ① 構造用パーティクルボードは平成 27 年度の基準整備促進事業での主たる検討に用いた面材であり、大壁仕様および真壁仕様両方のデータが入手できること。（構造用 MDF については、大壁は既往のデータを用いて検討し、実験は真壁仕様のみ実施している。）
- ② 構造用 MDF と構造用パーティクルボードはほぼ同様の性能を示すことが明らかとなっていること。

次ページに、各材料の詳細を示す。

表 1.4.1-1 試験体に用いる材料の規格・仕様

部材名	規格・仕様
土台、柱	製材の日本農林規格に規定する機械等級区分構造用製材 等級: E50, E70 及び E90 (平均で E70 とする) 含水率: SD15 または SD20 樹種: すぎ 断面寸法(mm): 105 × 105 密度(g/cm ³): 0.45 以下
桁	製材の日本農林規格に規定する機械等級区分構造用製材 等級: - 含水率: SD15 または SD20 樹種: べいまつ 断面寸法(mm): 180 × 105 (梁せい × 幅) 密度(g/cm ³): 0.57 以下
間柱	樹種: すぎ 断面寸法(mm): 幅(見付) 27 × 奥行き 60 (大壁・真壁共) 密度(g/cm ³): 0.45 以下 含水率(%): <u>25%以下</u>
間柱 (面材継ぎ部)	樹種: すぎ 断面寸法(mm): 幅(見付) 45 × 奥行き 60 (大壁・真壁共) 密度(g/cm ³): 0.45 以下 含水率(%): <u>25%以下</u>
受け材 (真壁)	樹種: すぎ 断面寸法(mm): 厚 30 × 幅 40 密度(g/cm ³): 0.45 以下 含水率(%): <u>25%以下</u>
面材	日本工業規格 JISA5950 繊維版 構造用パーティクルボード メーカー: 日本ノボパン工業株式会社 novopanSTP II

1.4.2 試験場の違いによる差の検証

本検討では、平成 27 年度の基準整備促進事業で実施した実験のデータをベースとして検証を進めるが、これらは、一般財団法人日本住宅・木材技術センターで実施したものである。今年度は、徳島県木材利用創造センターにて実施したため、試験所による差を確認しておく必要があった。

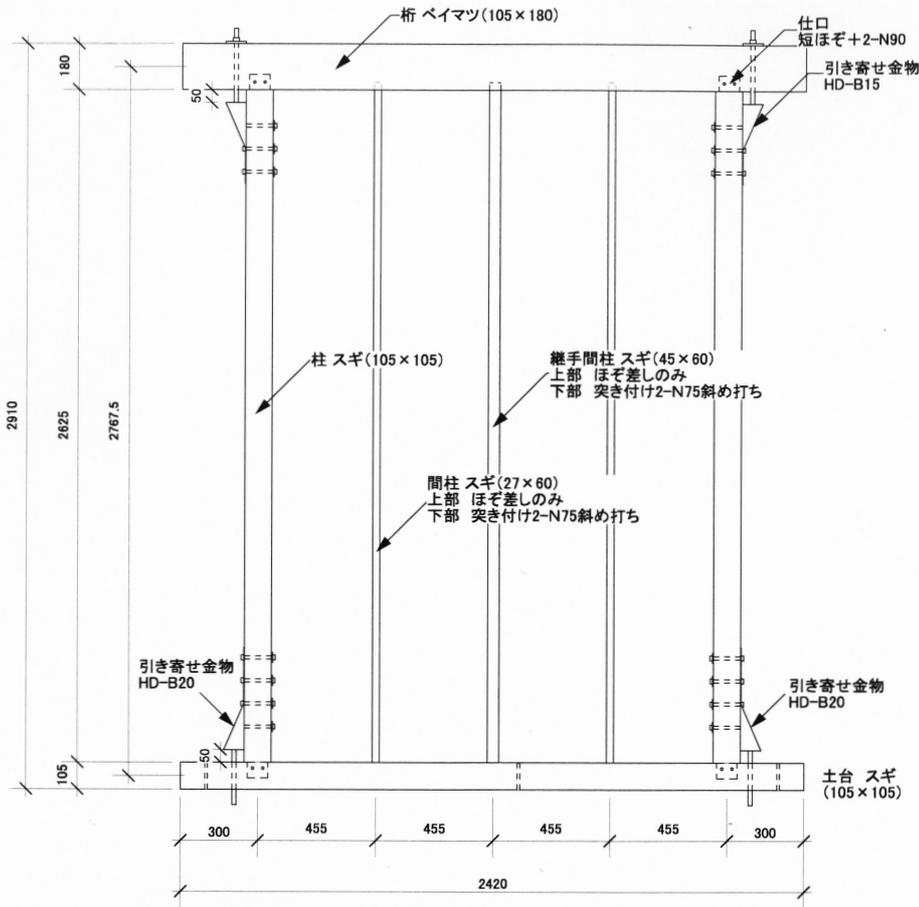
そこで、構造用パーティクルボードの片面大壁仕様の実験結果で、その確認を行った。既往の実験では 3 体を実施しており、今年度の実験は 1 体とした。両方の試験体図と結果を次ページ以降に示す。

大壁仕様での確認としたのは、単純な仕様で誤差などが出にくい仕様であること、2 章で検討する真壁仕様だけでなく 3 章で検討している準耐力壁（大壁仕様）等の実験も行うことが理由である。

次ページより、既往の実験と今年度の実験の試験体図と実験結果を示す。

検証の結果、ほぼ同様の性能を持つことが示唆され、試験場による違いはほとんど無いことが確認された。

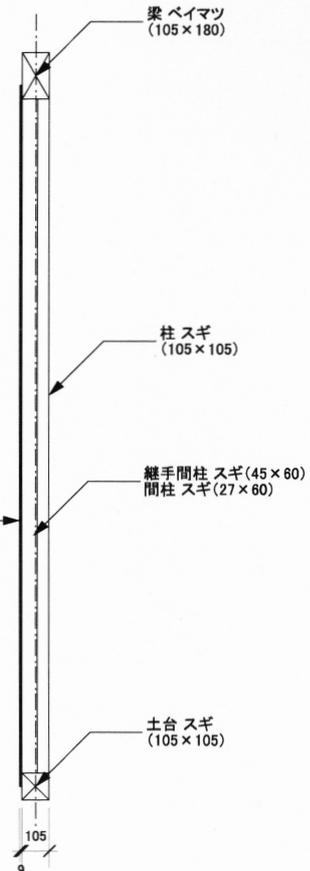
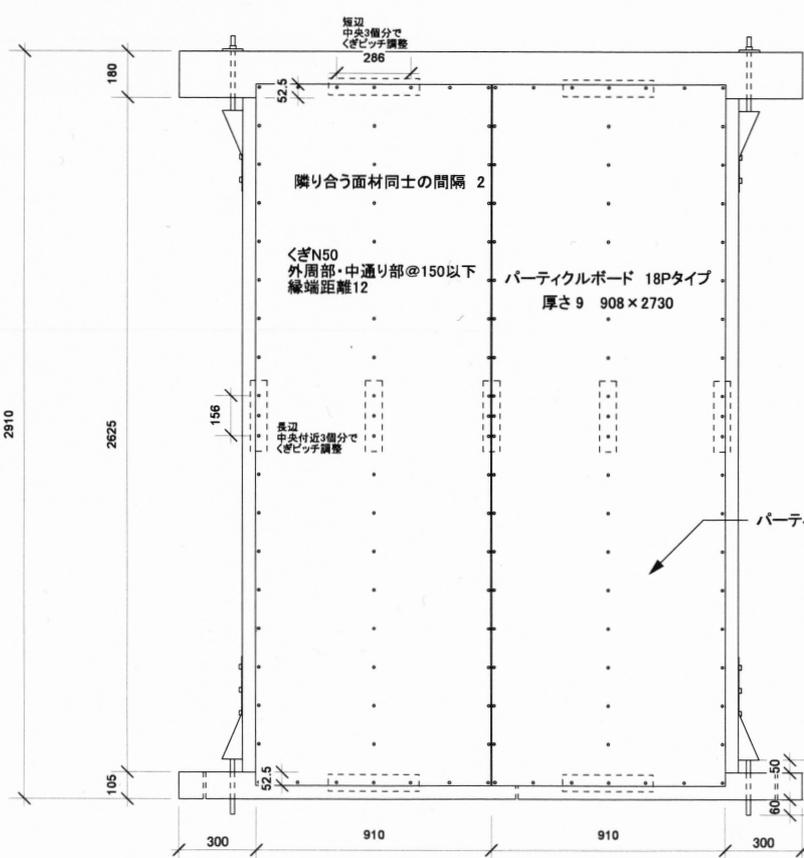
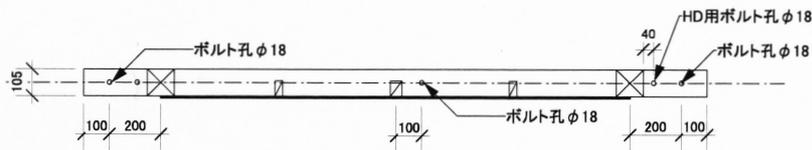
既往の実験 平成27年度実施



木造軸組工法
大壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

※図中数字は単位mm
★面材を留め付けるくぎ
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A 5508:2009)
(ワイヤー連結くぎWRN50)

★面材種類
パーティクルボード (JIS A 5908:2003) 18Pタイプ
厚さ 9mm
2016年に改訂されるJIS規格の
構造用パーティクルボード 18Pタイプ と同等品



パーティクルボード大壁・標準仕様
(N50,外周部及び中通り部@150mm)

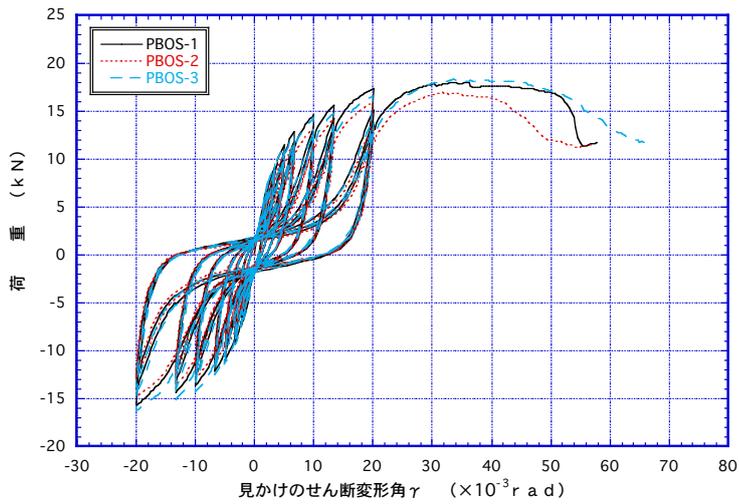


図1:PBOS 荷重-せん断変形角曲線

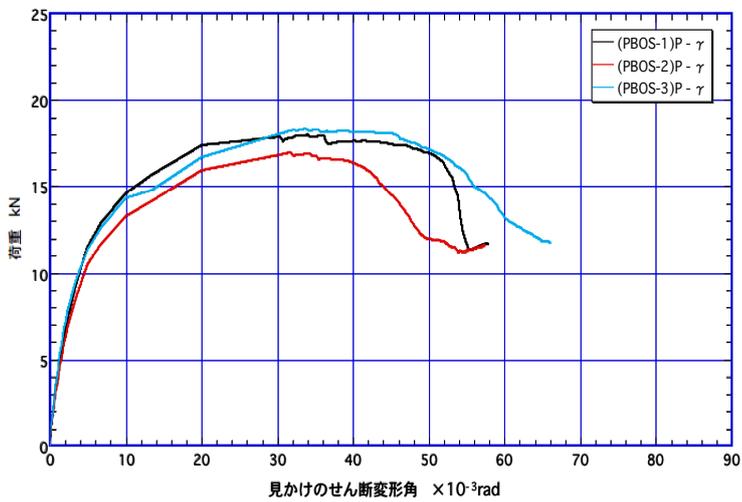


図1:PBOS-1~3の荷重-変形角包絡線

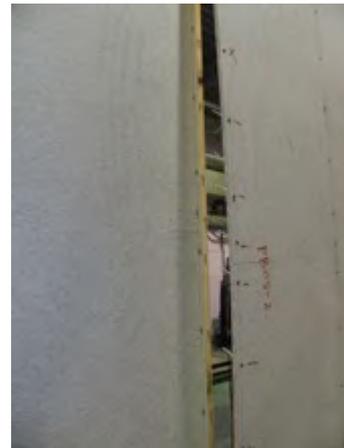


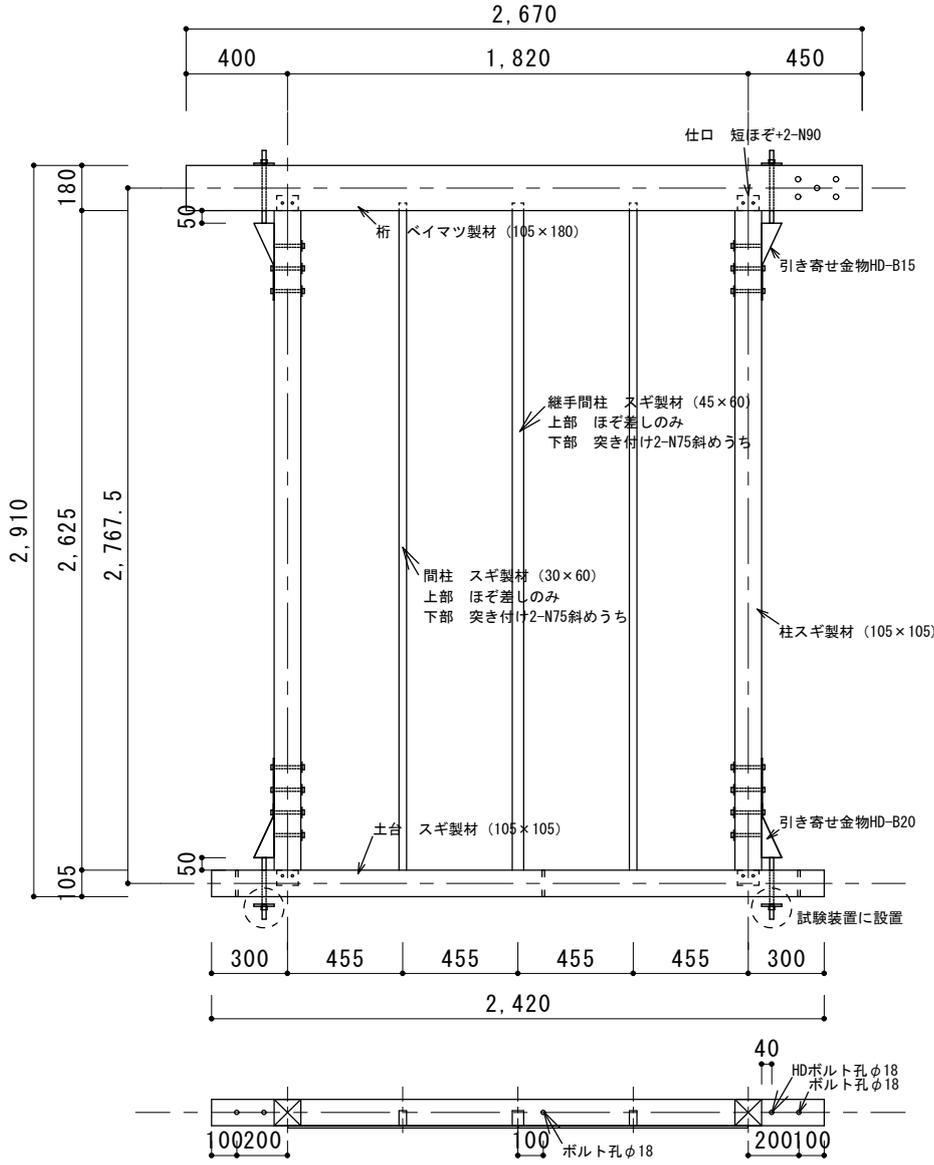
表1:パーティクルボード大壁・標準仕様

項目	PBOS-1	PBOS-2	PBOS-3	平均値 (kN)	ばらつき 係数	50%下限値 (kN)
Py	10.62	9.79	10.76	10.39	0.976	10.14
$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	12.92	10.91	13.22	12.35	0.952	11.76
2/3Pmax	11.99	11.33	12.23	11.85	0.981	11.62
P120	13.72	12.45	13.44	13.20	0.976	12.88
試験倍率						2.8

A-0

軸材の仕様

大壁片面 試験体 (27年度済)
→平成30年度 1体実施

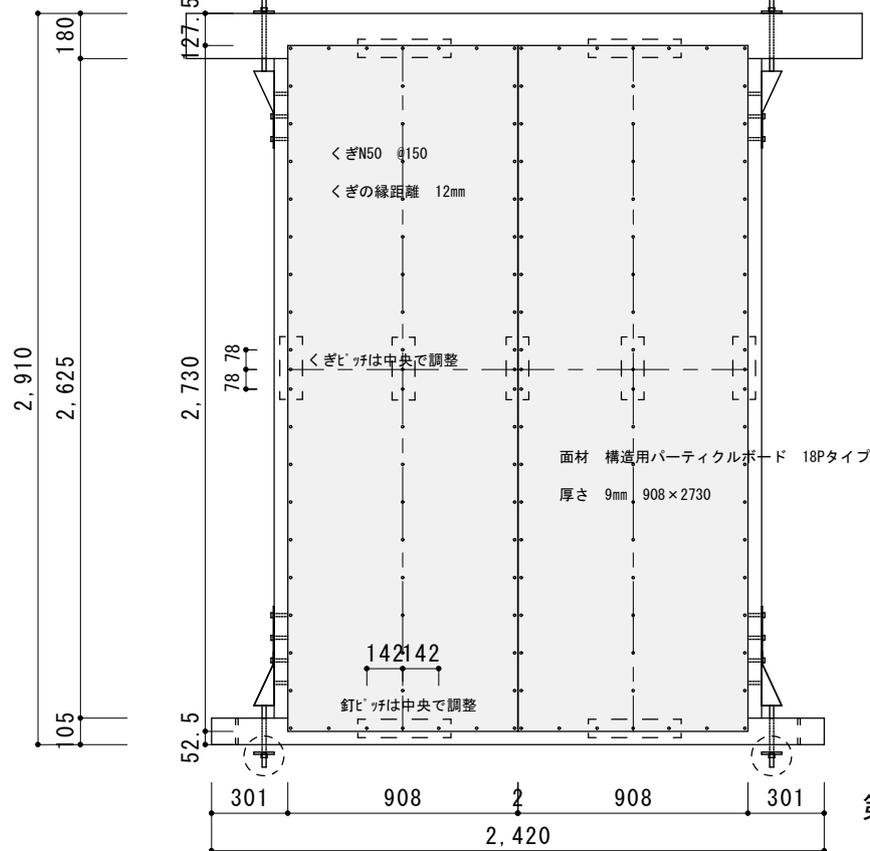


木造軸組構法
大壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

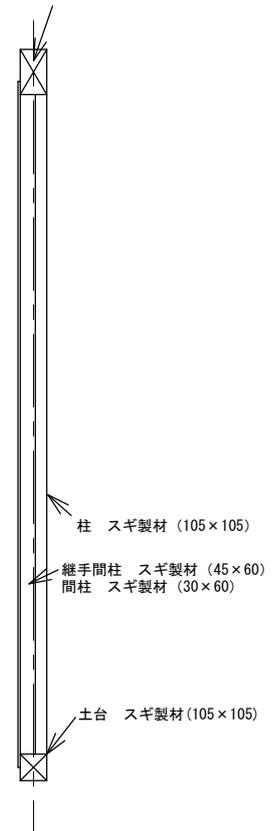
※図中数字は単位mm
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)
ワイヤー連結くぎ 若井産業(株)WN50001

面材種類
構造用パーティクルボード 18Pタイプ

面材の張り方



桁 ベイマツ製材 (105×180)



平成 27 年度実施結果 (kN)

項目	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	10.62	9.79	10.76	10.39	0.976	<u>10.14</u>
0.2Pu/Ds	12.92	10.91	13.22	12.35	0.952	11.76
2/3Pmax	11.99	11.33	12.23	11.85	0.981	11.62
P120	13.72	12.45	13.44	13.20	0.976	12.88
試験倍率						<u>2.8</u>

平成 30 年度実施結果 (kN)

項目	1 体目			平均値	ばらつき係数	(kN)
Py	10.57					<u>10.57</u>
0.2Pu/Ds	13.33					13.33
2/3Pmax	11.80					11.80
P120	13.63					13.63
試験倍率						<u>2.9</u>

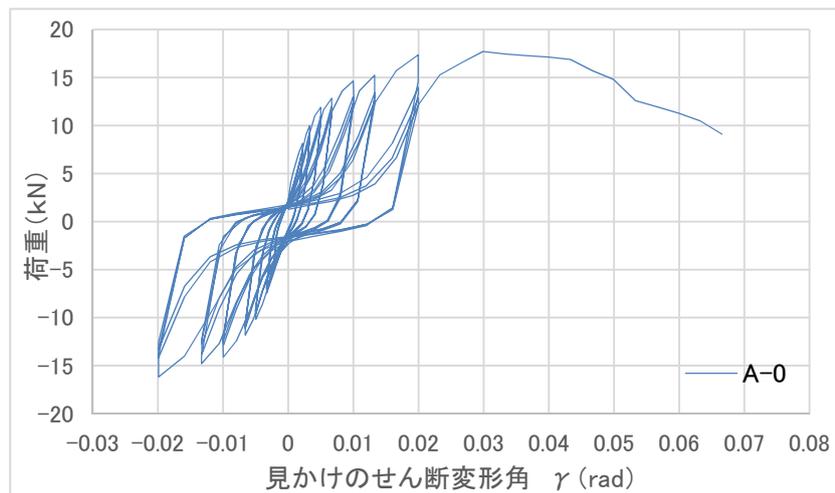


図 1.4.1-1 大壁 荷重－せん断変形角曲線履歴

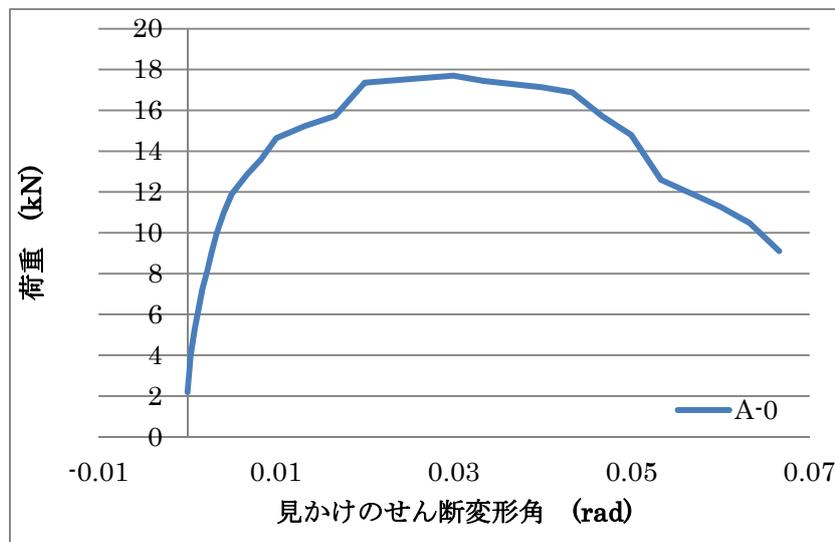


図 1.4.1-2 大壁 荷重－せん断変形角包絡線

第2章 真壁両面張り耐力壁に関する検討

2.1 検討の目的と方法

2.1.1 検討の目的

木造軸組構法の壁量計算に用いる耐力壁については、昭和56年建設省告示第1100号において、一定の範囲で併用が認められており、木質面材耐力壁については両面に張ることができ、この場合は、5倍を上限として壁倍率を合算することとなっている。

壁倍率がほぼ5倍となるのは以下の場合と想定される。

- ① 木質面材（構造用合板、構造用パネル、パーティクルボード、構造用MDF、構造用パーティクルボード）の2.5倍仕様を両面に張る場合。
- ② 平成30年3月に新たに告示に加わった木質面材における高倍率仕様+石こうボードの仕様。

木質面材の高倍率仕様の両面張りは6倍～8倍以上と5倍をはるかに超え計算上無駄となること、柱脚金物が実際の耐力壁の性能に合った性能のものとするのが推奨されておりコスト高となることから、採用されることはない想定される。

このような両面張りとする場合、現状の告示においては、その際の真壁の受材の仕様については明確には示していない。しかしながら、木質面材の高倍率仕様を検討した平成27年度の基準整備促進事業では、高倍率となる真壁仕様や大壁の床勝ち仕様となる場合、面材くぎに発生する応力を適切に軸組に伝えるために、受材の断面寸法やくぎ打ちピッチは壁倍率に合わせて性能が高くなるように設定された。

これらの状況を考えると、両面張りで、壁倍率が5倍となる場合についても、同様の対応が当然必要と考えられる。

そこで、本課題では、受材を用いた真壁仕様の耐力壁を軸組の両面に張る場合について、当該受材の合理的な仕様を明らかにすることを目的とした。

以下に、真壁仕様に関する現状の告示内容を示す。

表 2.1.1-1 木質面材の真壁仕様の壁倍率と各部の仕様（寸法はmm）

※構造用MDF、構造用パーティクルボードはJISにて厚9mmに規定

倍率	面材仕様と厚さ	面材くぎ	受材断面	受材くぎ
2.5	構造用合板 厚7.5以上 構造用パネル 厚9以上 構造用MDF 構造用パーティクルボード	N50 外周部@150 中通り@150以下	30×40	N75 @300以下
3.3	構造用合板 厚9以上 構造用パネル 厚9以上	CN50（合板） N50（他）	以上	N75 @200以下
4.0	構造用MDF 構造用パーティクルボード	外周部@75 中通り@150以下		N75 @120以下

表 2.1.1-2 せっこうボードの真壁仕様の壁倍率と各部の仕様（寸法はmm）

倍率		面材くぎ	受材断面	受材くぎ
1.0	せっこうボード 強化せっこうボード ともに厚 12 以上	GNF/GNC40 外周部@150 中通り@150 以下	30×40 以上	N75 @300 以下
1.3	構造用せっこうボード B 種 厚 12 以上			
1.5	構造用せっこうボード A 種 厚 12 以上 石こうラスボード 厚 9 以上 +せっこうプラスター 厚 15 以上	GNF/GNC32 外周部@150 中通り@150 以下		

2.1.2 検討の方法

本課題の検討は、実大の面内せん断耐力実験によることとした。この場合、対象とする試験体の仕様が重要になるが、以下にその決定方針を示す。

2.1.1 で示した通り、真壁仕様が両面に張られる場合で現実的に性能が最も高くなる仕様は、木質面材での 2.5 倍仕様が両面に張られる場合と、構造用 MDF または構造用パーティクルボードの 4.0 倍の仕様にせっこうボードの 1.0 倍の仕様が張られる場合となり、共に 5.0 倍である。しかし、後者は、木質面材側で受材が高い性能に耐えうる仕様となっているが、前者についてはそうはなっていない。

そこで、両面張りの真壁仕様の合理的な受材仕様の検討については、木質面材の 2.5 倍仕様の両面張りを対象とすることとした。

また、2.5 倍の倍率を有する木質面材は 5 種類あるが、本検討においては、構造用パーティクルボードを対象とすることとした。これは、構造用合板、構造用パネル、パーティクルボードと比較して、剛性・耐力とも高く、受材への影響が大きいと考えられることが理由である。また、その他の理由については 1.4.1 を参照のこと。

2.1.3 既往の真壁実験の詳細

本検討でベースとなるのは、平成 27 年度の基準整備促進事業で実施した、構造用パーティクルボードの片面真壁仕様（ともに面材くぎ N50@150）のデータである。その際の試験体図および試験結果を次ページ以降に示す。この実験では、実験倍率として 2.58 倍が確認できている。

ただし、この既往の実験では、告示上の仕様のうち、最も不利な仕様とするために、実際の施工現場では採用されない試験体となっていることに注意が必要である。

具体的には、上下の受材の寸法と間柱の関係について、30×40 の受材に、45×60 の継手間柱、27×60 の間柱が突き付けくぎ N75- 2 本斜め打ちとなっている。つまり、奥行き 40 mm の受材に奥行き 60 mm の間柱等が乗る形になっている。実際の施工では、間柱勝ちとするか、受材勝ちとする場合は、受材の奥行きを 60 mm の仕様となると考えられ

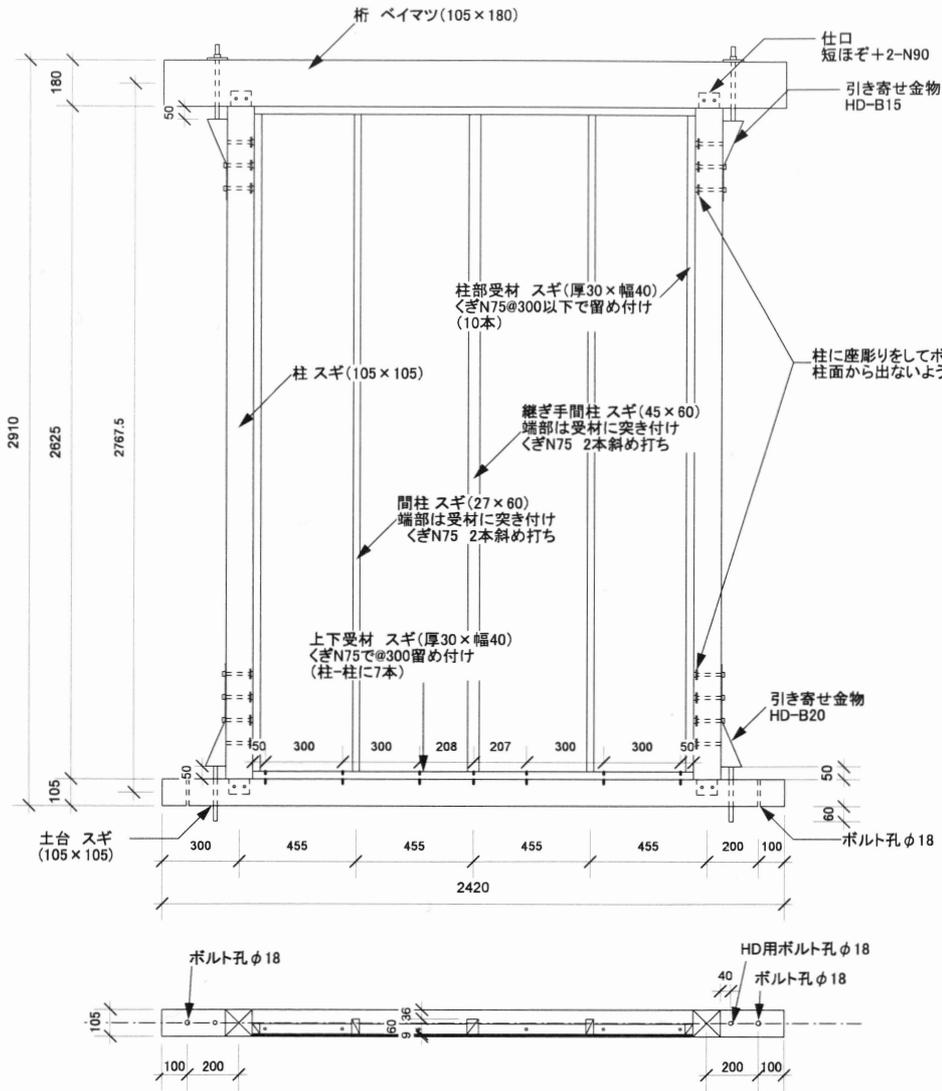
る。

また、間柱の寸法が一般的な 30×60 ではなく 27×60 としたのは、商習慣的に後者の寸法が流通している地域があることから、最低の仕様に合わせたことによる。

面材を張る位置については、両方にちりを設けることを想定して受材を軸材の中心に施工する場合と、軸材の面に面材の面を合わせる場合があるが、後者の方が面材が横架材にめり込みなどで不利な仕様となるので、後者の仕様としている。

次ページ以降に、既往の実験の試験体図と結果を示す。

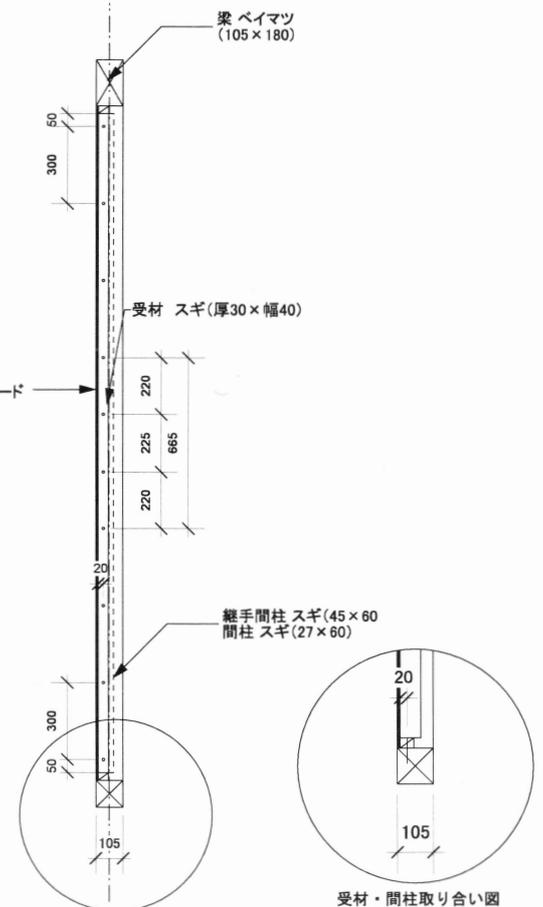
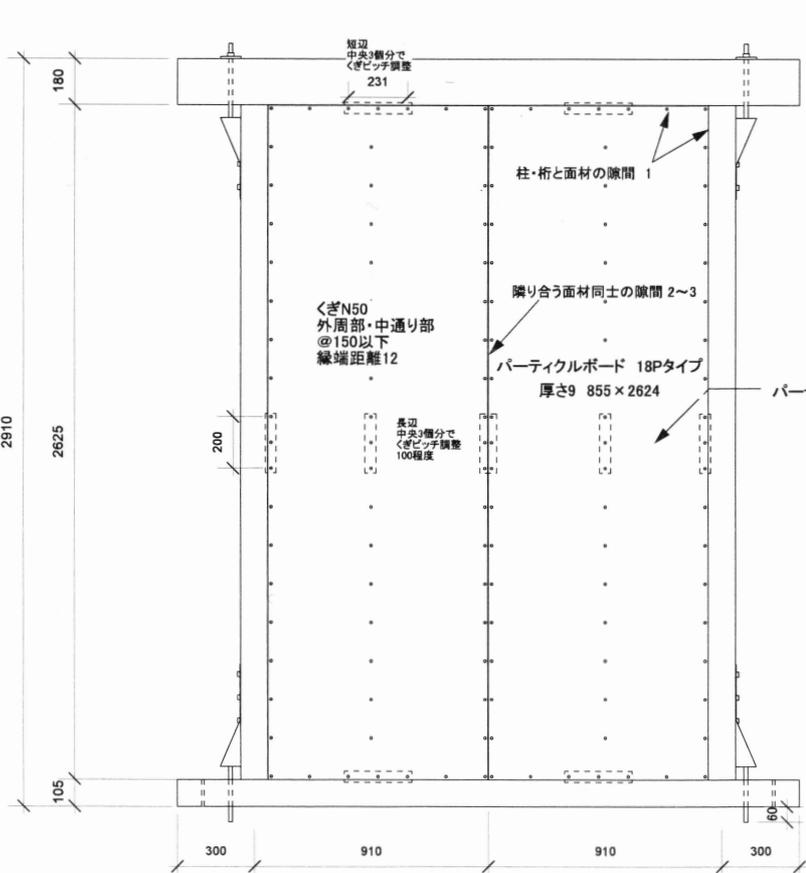
既往の実験 平成27年実施



木造軸組工法
真壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

※図中数字は単位mm
★面材を留め付けるくぎ
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A 5508:2009)
(ワイヤー連結くぎWRN50)

★面材種類
パーティクルボード (JIS A 5908:2003)
18Pタイプ 厚さ 9mm
2016年に改訂されるJIS規格の
構造用パーティクルボード 18Pタイプ と同等品



パーティクルボード真壁・標準仕様

(N50,外周部及び中通り部@150mm、受材 30×40mm,N75@300mm)

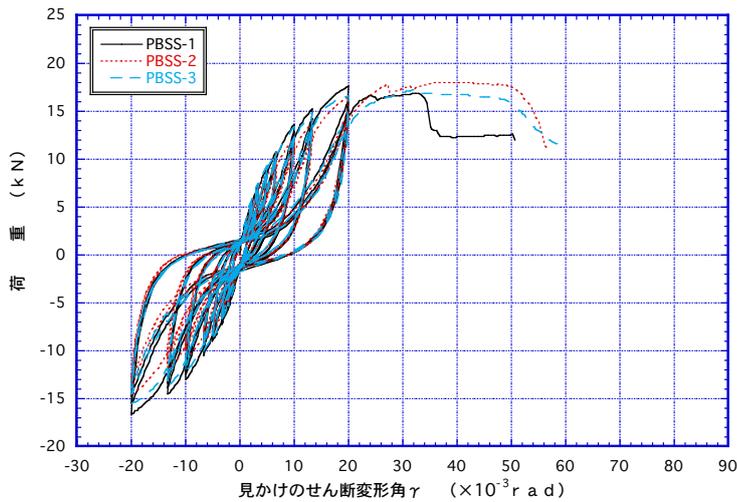


図1:PBSS 荷重-せん断変形角曲線

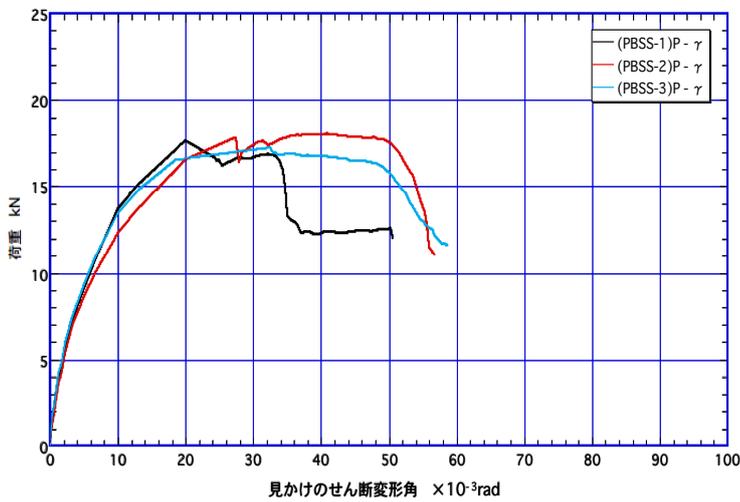


図2:PBSS-1~3の荷重-変形角包絡線



表9:パーティクルボード真壁・標準仕様

項目	PBSS-1	PBSS-2	PBSS-3	平均値 (kN)	ばらつき係数	50%下限値 (kN)
Py	9.52	9.15	9.32	9.33	0.991	9.25
$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	8.30	10.36	10.91	9.86	0.934	9.21
2/3Pmax	11.77	12.03	11.51	11.77	0.990	11.65
P120	12.19	11.09	12.13	11.80	0.975	11.51
試験倍率						2.5

2.2 真壁両面張り耐力壁の面内せん断試験

2.2.1 真壁両面張り耐力壁の試験体の考え方

倍率 2.5 倍を想定した受材仕様（以下「標準仕様」とする。）と改良の受材仕様の両方を実験し、予定倍率が確保できるかどうかを確認する。本検討における試験体仕様の考え方について、以下に示す。

使用する材料の詳細については、1.4.1 を参照のこと。

表 2.2.1-1 真壁両面張りの検討における試験体仕様

(寸法はmm)	標準仕様 片面 (H27 済)	標準仕様 両面	改良仕様 両面
		受材 30×40 N75@300 間柱 27×60	受材 30×60 N75@300 間柱 30×60
試験体記号	—	B-1-1～3	B-2-1～3
予定壁倍率	2.58 (結果)	5.0	5.0
試験体数	3 体	3 体	3 体
面材および留め付け	構造用パーティクルボード N50@150		

- ・ 間柱の寸法等は、既往の実験の 27×60 ではなく、一般的な 30×60 とした。
- ・ 受材の寸法は、告示で示される最低寸法 30×40 ではなく、30×60 とした。これは、真壁両面張りの場合、納まり上、受材の奥行きと間柱の奥行きを揃える必要があり、60 が間柱の最低奥行き寸法と考えられるためである。
- ・ 受材のくぎの留め付けピッチは、標準仕様では、告示で示す受材仕様の最低のピッチ、改良仕様では、構造用パーティクルボードおよび構造用 MDF の高倍率の受材仕様の最低ピッチとした。
- ・ 面材の位置は、既往の試験体と合わせて、片方の面材面を軸材の面に合わせた。

2.2.2 真壁両面張り耐力壁の試験体図と実験結果

当初、B-1、B-2 ともに柱脚金物は、カネシンのプルスホールダウン 40（短期許容耐力 40.3kN）としていたが、実験時に最大荷重に達する前に、ビスによる集合破壊を示した（写真 2.2.1-1、-2）。B-1、B-2 ともに、加力が 35kN で集合破壊を起こしている。計算上では、柱脚の引き抜きは 52.5kN、柱脚金物の最大荷重は 60.45kN と考えられ、まだ余裕があると思われる前で集合型破壊を生じたことになる。柱脚の金物の評価は、引張試験で行われるが、当該試験体では引張単独ではなく、曲げ応力が発生する変形となっており、その影響で低めの値での破壊が生じたと考えられる。

また、柱脚が先に破壊したことで、面材および面材くぎでの破壊などは B-1、B-2 共にほとんど発生せず（写真 2.2.1-3、-4）、耐力壁としての性能を確認することはできなかった。



写真 2.2.1-1 B-1-1 の柱脚金物の集合破壊



写真 2.2.1-2 B-2-1 の柱脚金物の集合破壊



写真 2.2.1-3 B-1-1 の破壊状況



写真 2.2.1-4 B-2-1 の破壊状況

そこで、急遽、柱脚金物を変更した。変更後の金物は、カネシンの高耐力フレックスホールダウン（短期許容耐力 60kN ）である。変更後は試験終了時まで柱脚は破壊せず最大耐力が確保できた。また、写真 2.2.1-5、-6 に示す通り、破壊は面材や面材くぎで生じており、耐力壁としての性能を確認できたと考えられる。

B-1・B-2 シリーズ とともに各 3 体の試験を予定していたが、実験途中で柱脚の変更を行ったため、試験終了時まで柱脚が破壊しなかった試験体数は B-1 シリーズ では 1 体、B-2 シリーズ では 2 体となった。



柱脚を変更したため柱脚は破壊せず、最大耐力まで加力可能。
受材は浮き上がり、ボードが面外にはらみだして割れが生じている。

写真 2.2.1-5 B-1-3 の破壊状況



柱脚を変更したため柱脚は破壊せず、最大耐力まで加力可能。
受材の浮き上がりはごくわずか。
面材釘の破壊が生じ、また、ボードが面外にはらみだして割れが生じている。

写真 2.2.1-6 B-2-3 の破壊状況

以降に、試験体図および試験結果を示す。

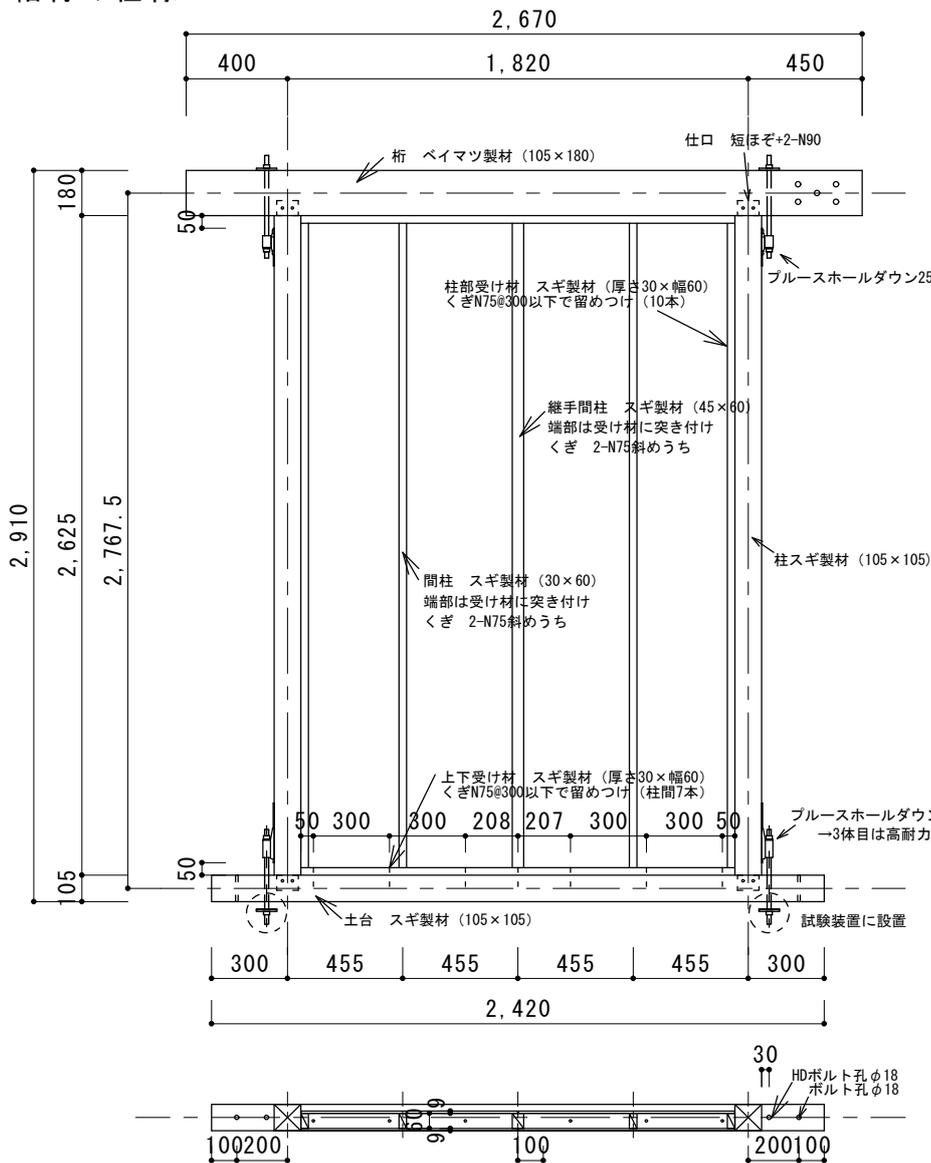
軸材の仕様

横架材の寸法は試験機で異なる

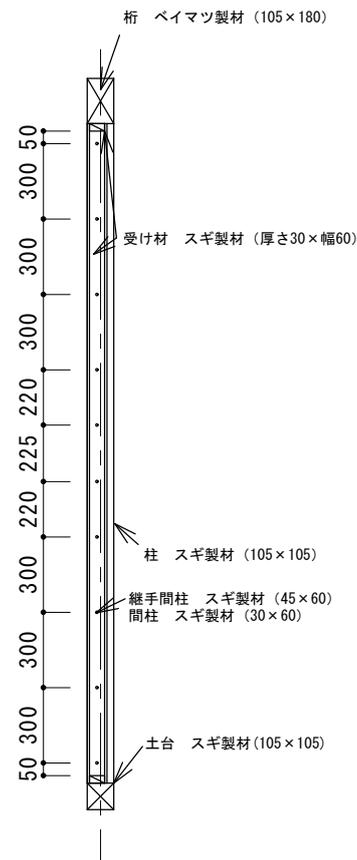
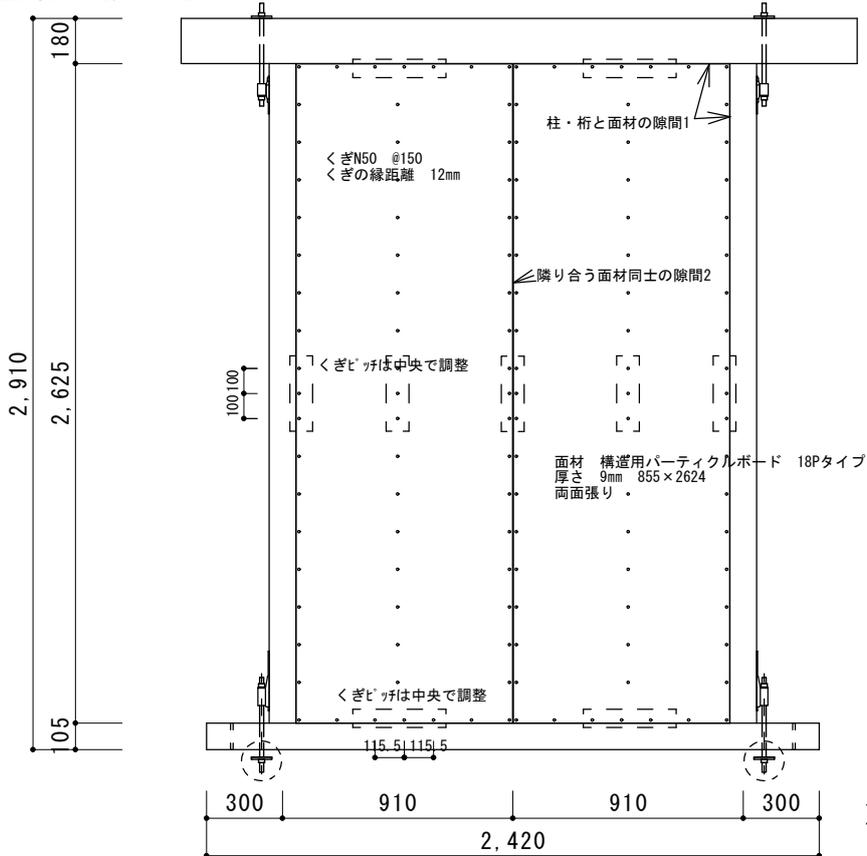
木造軸組構法
真壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

※図中数字は単位mm
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)
ワイヤー連結くぎ 若井産業(株) WN50001

面材種類
構造用パーティクルボード 18Pタイプ



面材の張り方



標準仕様 (受材くぎピッチ@300) B-1 シリーズ (kN)

項目	B-1-1	B-1-2	B-1-3	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	19.34	19.65	18.48			
0.2Pu/Ds	15.15	15.07	15.61			
2/3Pmax	23.74	23.93	21.67			
P120	18.57	18.41	18.57			
試験倍率	4.25	4.23	4.38			

B-1-1、B-1-2 は、最大荷重に達する前に、柱脚で破壊 → B-1-3 にて柱脚接合部を変更

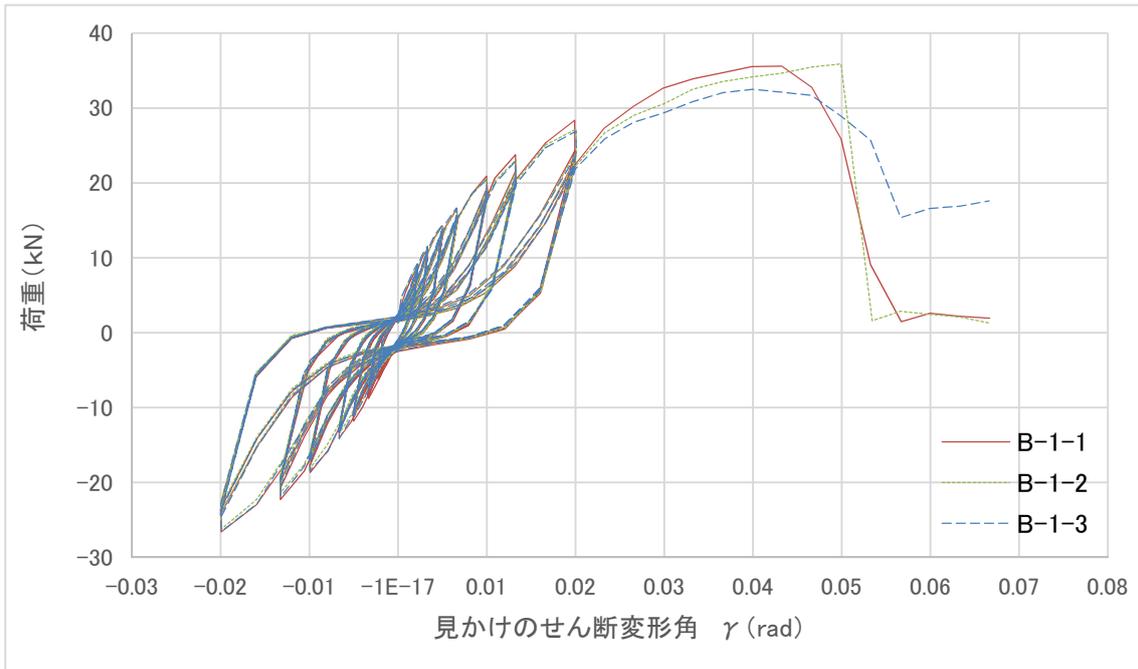


図 2.2.2-1 真壁両面張り 標準仕様 荷重－せん断変形角曲線履歴

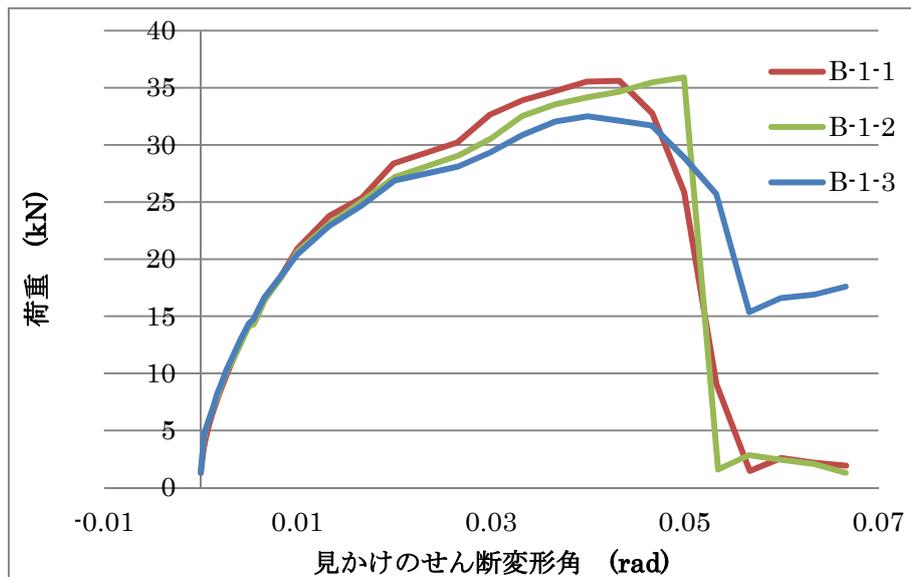
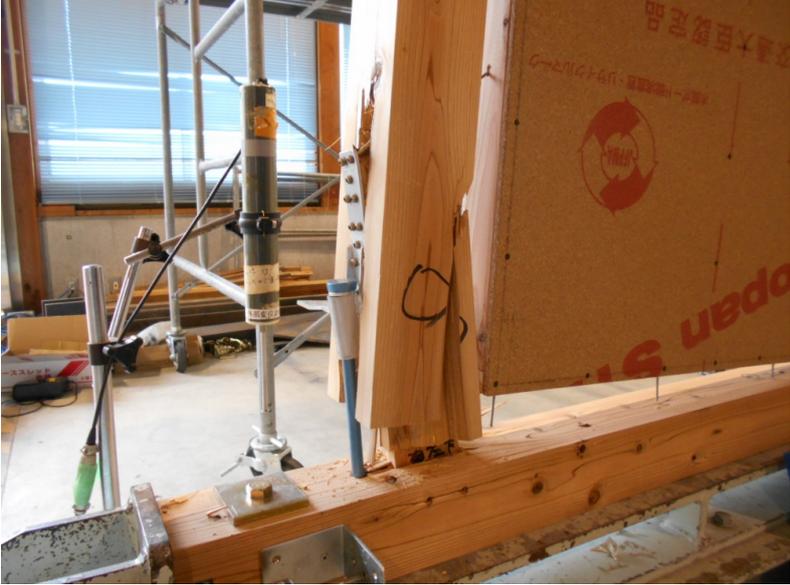


図 2.2.2-2 真壁両面張り 標準仕様 荷重－せん断変形角包絡線

B-1-1 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 柱脚金物の集合破壊</p>
	<p>1/15rad 受材の釘の引き抜け</p>

B-1-2 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 柱脚金物の集合破壊</p>
	<p>1/15rad 受材の釘の引き抜け</p>

B-1-3 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 柱脚金物を変更したことで、 集合破壊は生じなかった</p>
	<p>1/15rad</p>

改良仕様 (受材くぎピッチ@120) B-2 シリーズ (kN)

項目	B-2-1	B-2-2	B-2-3	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	18.06	22.45	21.55			
0.2Pu/Ds	13.90	18.51	17.33			
2/3Pmax	23.59	26.11	26.03			
P120	21.15	23.95	21.46			
試験倍率	3.90	5.20	4.86			

B-2-1 は、最大荷重に達する前に、柱脚で破壊 → B-2-2、B-2-3 にて柱脚接合部を変更

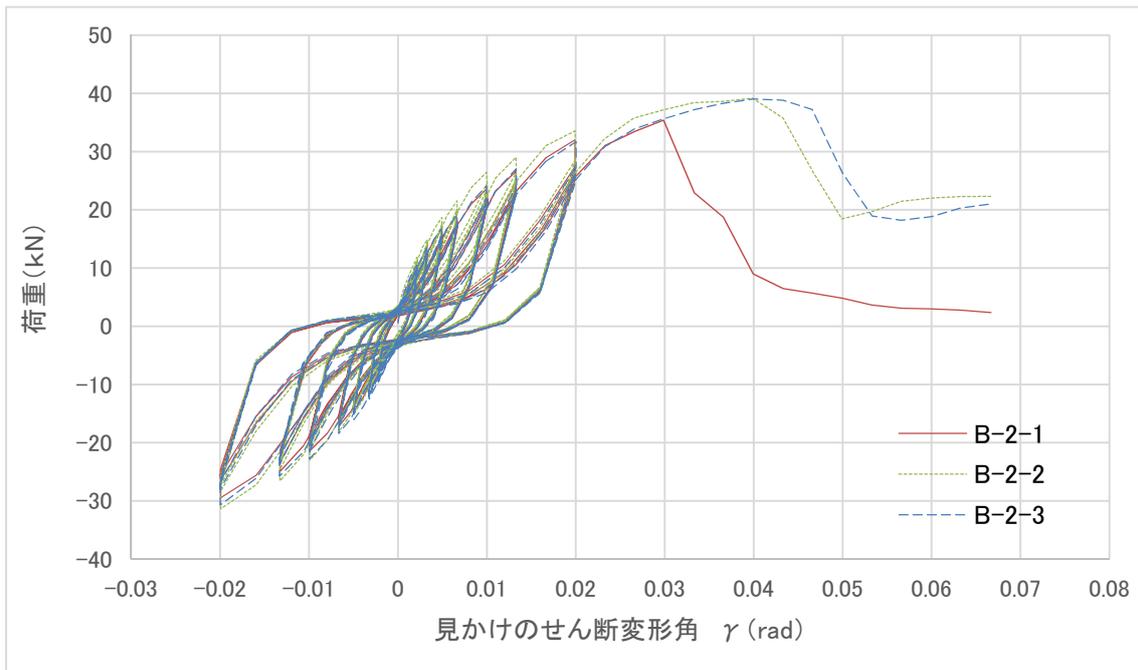


図 2.2.2-3 真壁両面張り 改良仕様 荷重-せん断変形角曲線履歴

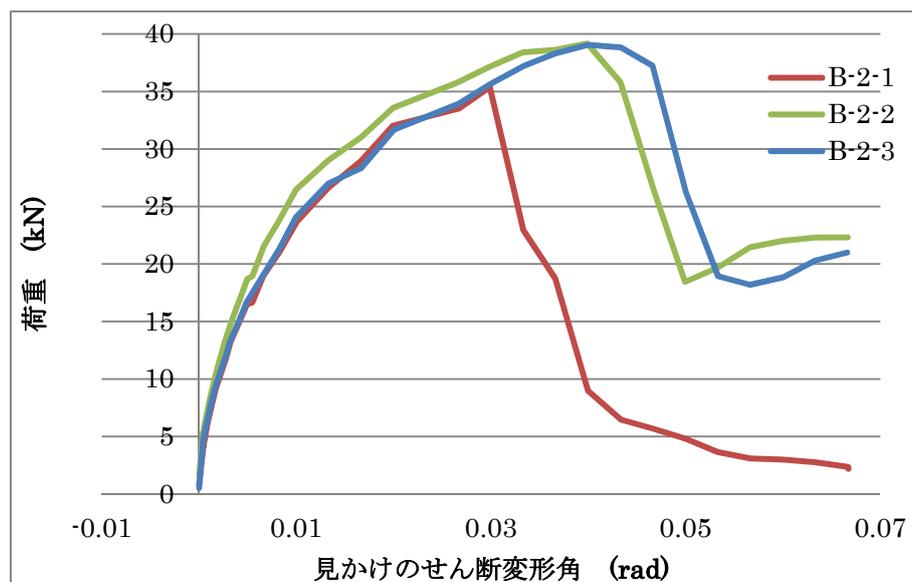
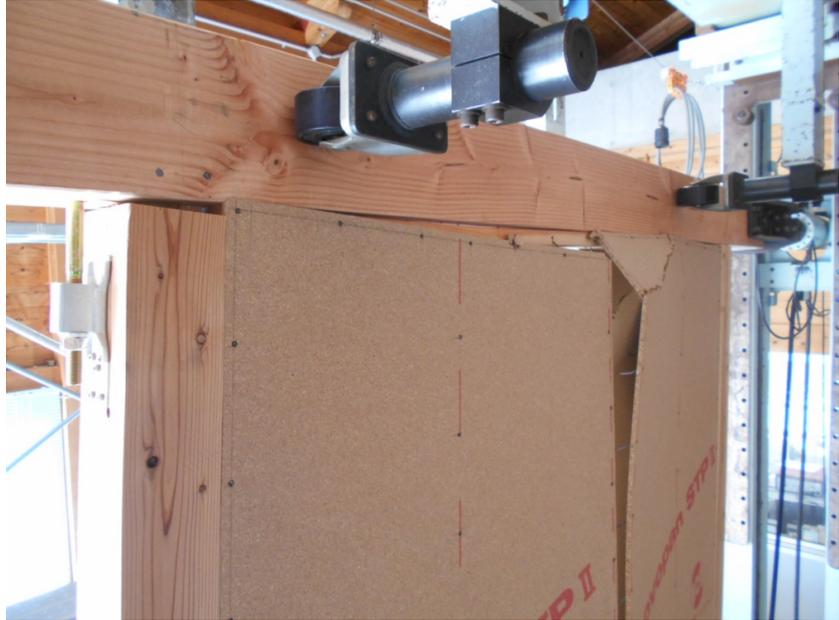


図 2.2.2-4 真壁両面張り 改良仕様 荷重-せん断変形角包絡線

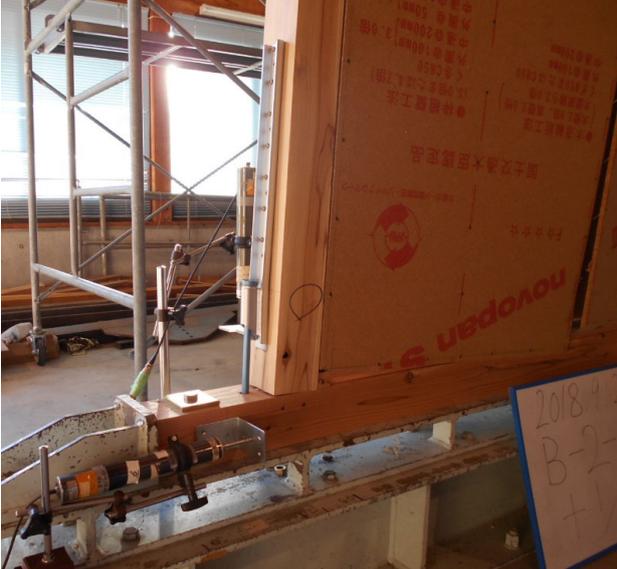
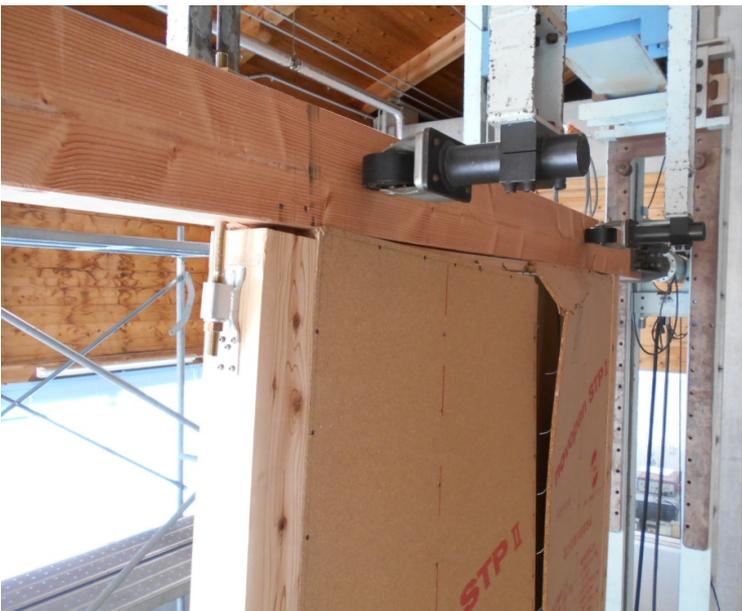
B-2-1 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 柱脚金物の集合破壊 受材の釘の引き抜け</p>
	<p>1/15rad</p>

B-2-2 の破壊性状

	1/15rad
	1/15rad
	1/15rad

B-2-3 の破壊性状

	1/15rad
	1/15rad
	1/15rad

2.2.3 真壁両面張り耐力壁に関するまとめ

2.2.2 で示した柱脚金物を変更した後の B-1 シリーズ (受材が標準の仕様) 1 体と、B-2 シリーズ (改良した仕様) 2 体について、結果を以下に示す。

表 2.2.3-1 真壁の標準仕様と改良仕様の実験結果 四指標

項目	標準仕様	改良仕様	
	30×60 N75@300	B-2-2	B-2-3
Py	18.48	22.45	21.55
0.2Pu/Ds	<u>15.61</u>	<u>18.51</u>	<u>17.33</u>
2/3Pmax	21.67	26.11	26.03
P120	18.57	23.95	21.46
試験倍率	4.38	5.20	4.86

これらの結果から、標準仕様 (B-1) では想定通り試験倍率が 4.38 で予定倍率 5.0 倍を確保できなかったが、改良仕様 (B-2) では、2 体の平均 (5.03) は予定倍率 5.0 倍を確保できた。

また、試験体の破壊性上の比較を行うと、前者では受材の浮き上がりが顕著であったが、後者では受材の浮き上がり目視ではほとんど確認できなかった。したがって、受材のくぎピッチを 120 mm 以下としても、性能の向上は期待できないことが予想され、当該仕様は合理的な仕様であると推測される。

第3章 準耐力壁および腰壁等に関する検討

3.1 検討の目的と方法

木造軸組構法の壁量計算に用いる耐力壁については、平成 27 年度の建築基準整備促進事業による検討の成果を踏まえ、新たに構造用 MDF、構造用パーティクルボードを用いた耐力壁の仕様が告示 1100 号に位置づけられた。一方、住宅の品質確保の促進等に関する法律の評価方法基準における準耐力壁等については、これらの面材料は位置づけられていない。

そこで本課題では、構造用 MDF、構造用パーティクルボードを用いた準耐力壁等の仕様について、評価方法基準に位置づけることを目的に、性能の確認を行った。

また、本課題の検討方法は、実大壁の面内せん断耐力実験によることとした。

3.2 準耐力壁の面内せん断試験

3.2.1 準耐力壁の試験体の考え方

住宅の品質確保の促進等に関する法律の評価方法基準における準耐力壁には、以下の条件が付されており、試験体はこれらを踏まえたものとした。

- ・ 上下が釘打ちされて無くても良く柱・間柱・縦枠材に川の字打ちされていること。
- ・ 最小幅が 90 cm 以上であること
- ・ 面材の高さが一続きで、横架材内法寸法の 80% 以上のもの

引用：「木造住宅のための住宅性能表示 HOWTEC

加えて、準耐力壁とすることができる仕様は大壁のみであり、真壁は認められていない。

試験体の軸組の寸法は既往の実験と同様とし、横架材間内法寸法が 2,625 mm となるが、準耐力壁とするためにはその 80% 以上 (2,100 mm 以上) に面材が張られている必要がある。試験体では、実際の施工状況に近いもの (天井高さまで) ではなく、試験体の性能としては不利側 (評価としては安全側) となるよう、ちょうど 80% の面材高さとし、間柱に曲げが入りやすい形状とした。

準耐力壁では、全面に面材が張られている耐力壁とは異なり、間柱・継手間柱にかかる曲げ応力が大きくなるため、間柱・継手間柱の断面寸法によって大きく性能が異なることが予想された。そこで、その影響を確認するために、間柱・継手間柱の断面寸法を大きく変えた 3 仕様の試験体を計画した (表 3.2.2-1)。

- ・ 間柱・継手間柱の奥行き寸法を、1.4.2 に示す平成 27 年度の建築基準整備促進事業で行った構造用パーティクルボードの大壁耐力壁の試験体と同様の 60 mm としたもの (A-1 シリーズ)
- ・ 間柱の奥行き寸法を A-1 シリーズと同様の 60 mm とするが、継手間柱を 105 角の柱としたもの (A-3 シリーズ)
- ・ 間柱・継手間柱の奥行き寸法を 105 mm としたもの (A-4 シリーズ)

使用する材料については、1.4.1 を参照のこと。

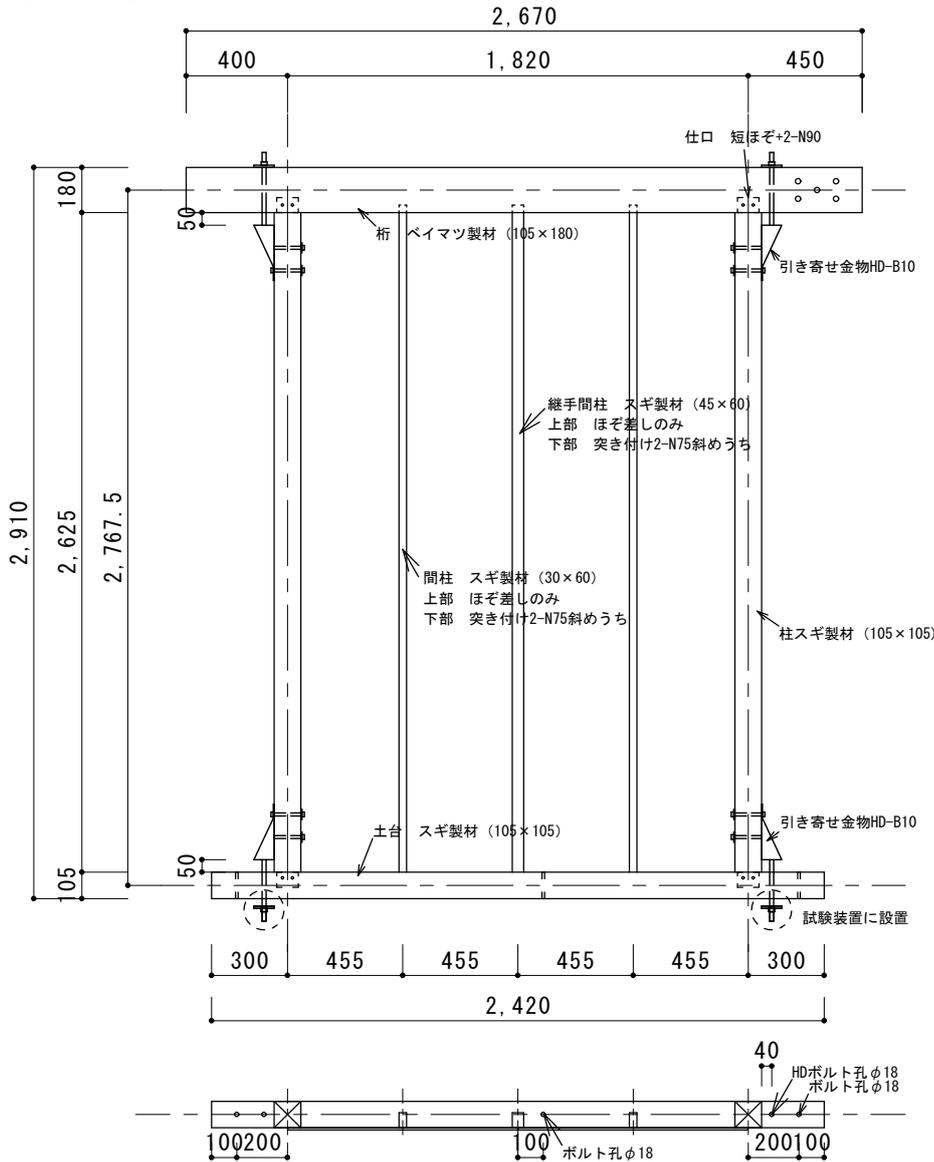
表 3.2.1-1 準耐力壁の検討における試験体仕様

準耐力壁の計算上の予定倍率は、軸組の形状に関係なく 1.2 倍 (2.5×0.6×0.8) となる。

構造用 パーティクルボード 面材釘 N50@150 以下 (寸法はmm)	耐力壁仕様 (H27 済)	奥行き 60 タイプ 中央柱無し	奥行き 60 タイプ 中央柱有り	奥行き 105 タイプ 中央柱無し
	間柱 27× <u>60</u> 継手間柱 45× <u>60</u> 上部ほぞ差し 下部突き付け N75- <u>2</u> 本 斜め打ち	間柱 30× <u>60</u> 継手間柱 45× <u>60</u> 上部ほぞ差し 下部突き付け N75- <u>2</u> 本 斜め打ち	間柱 30× <u>60</u> 上部ほぞ差し 下部突き付け N75- <u>2</u> 本 斜め打ち	間柱 30× <u>105</u> 継手間柱 45× <u>105</u> 上部ほぞ差し 下部突き付け N75- <u>3</u> 本 斜め打ち
試験体記号	—	A-1-1~3	A-3-1~3	A-4-1~3
試験体数	3 体	3 体	3 体	3 体
予定壁倍率	2.5	1.2		
試験倍率 (結果)	2.84	1.02	1.71	1.29

3.2.2 準耐力壁の試験体図と実験結果

準耐力壁では、以下に示す通り、A1、A3、A4 シリーズの 3 種類について各 3 体の面内せん断試験を実施した。各試験体の図面と実験結果を次ページ以降に示す。

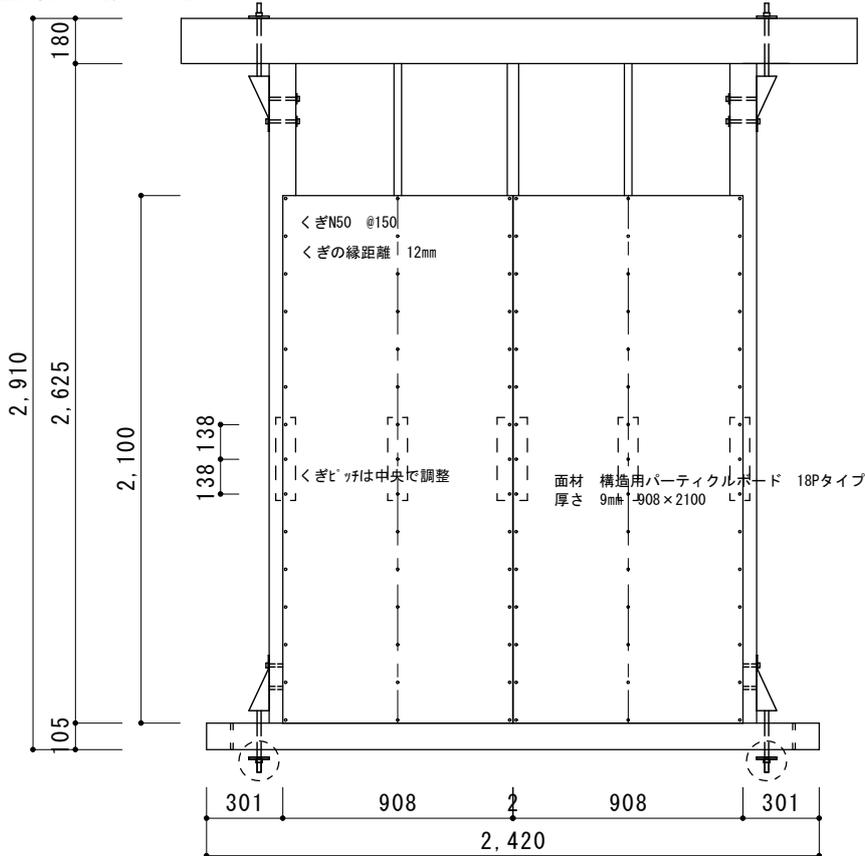


木造軸組構法
大壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

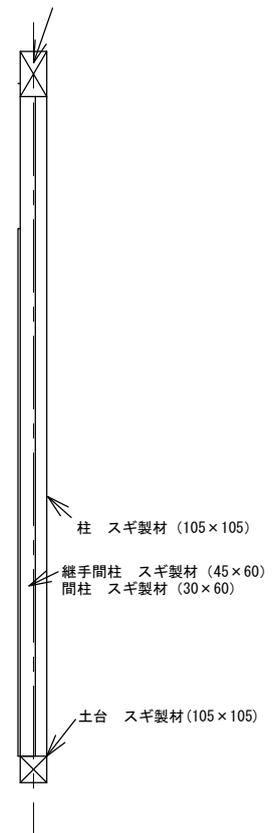
※図中数字は単位mm
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)
ワイヤー連結くぎ 若井産業(株)WN50001

面材種類
構造用パーティクルボード 18Pタイプ

面材の張り方



桁 ベイマツ製材 (105×180)



準耐力壁仕様（間柱奥行き 60） A-1 シリーズ (kN)

項目	A-1-1	A-1-2	A-1-3	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	3.67	3.77	3.60	3.68	0.989	<u>3.64</u>
0.2Pu/Ds	5.29	3.58	5.71	4.86	0.891	4.33
2/3Pmax	4.62	4.62	4.80	4.68	0.990	4.63
P120	5.45	5.75	6.10	5.77	0.973	5.61
試験倍率						1.02

全て間柱・継手間柱が折損して破壊。予定倍率(1.2)は出ず。

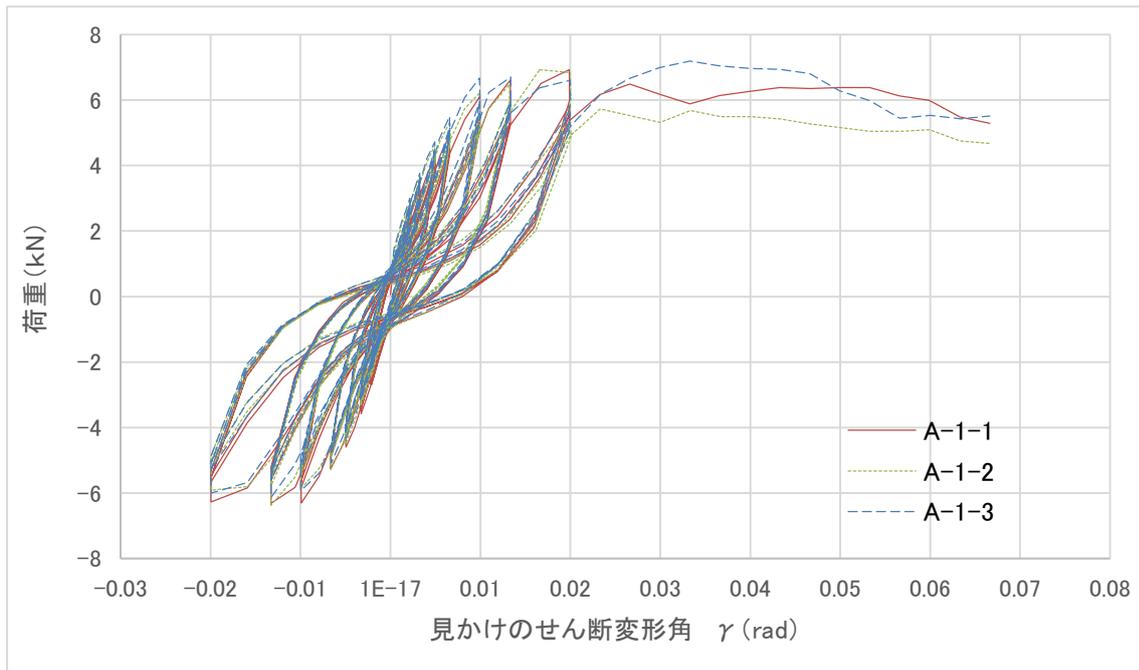


図 3.2.2-1 準耐力壁（奥行き 60）荷重－せん断変形角曲線履歴

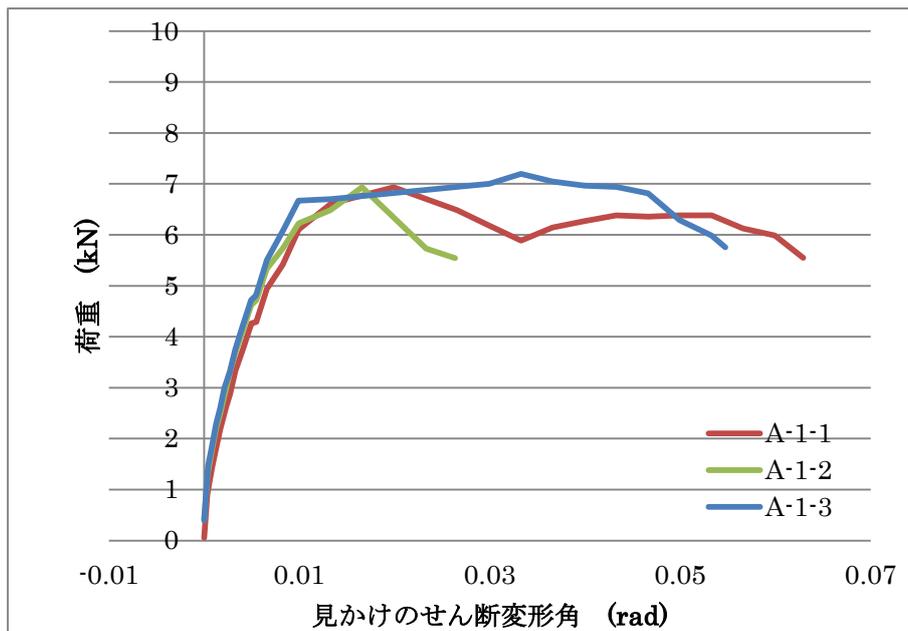
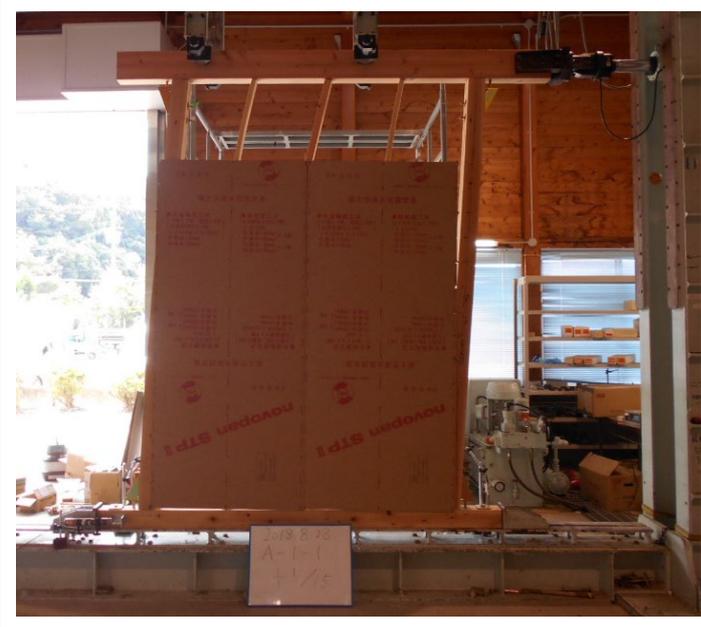


図 3.2.2-2 準耐力壁（奥行き 60）荷重－せん断変形角包絡線

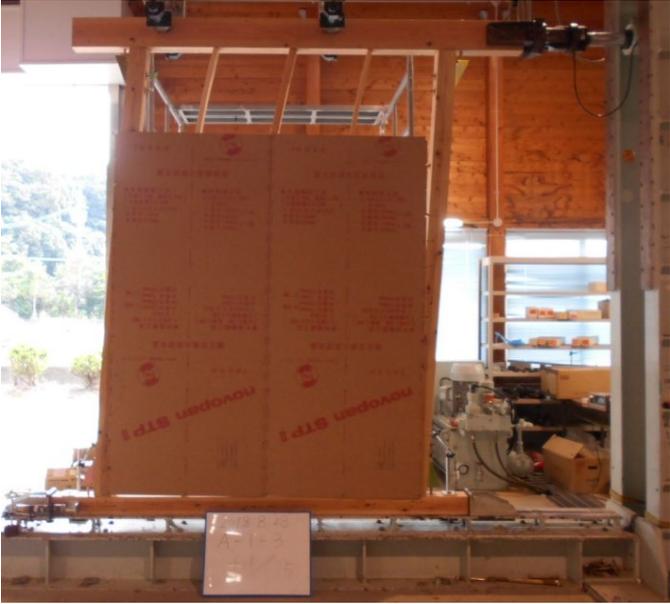
A-1-1 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 中央の継手間柱が曲げ破壊</p>
	<p>1/15rad</p>

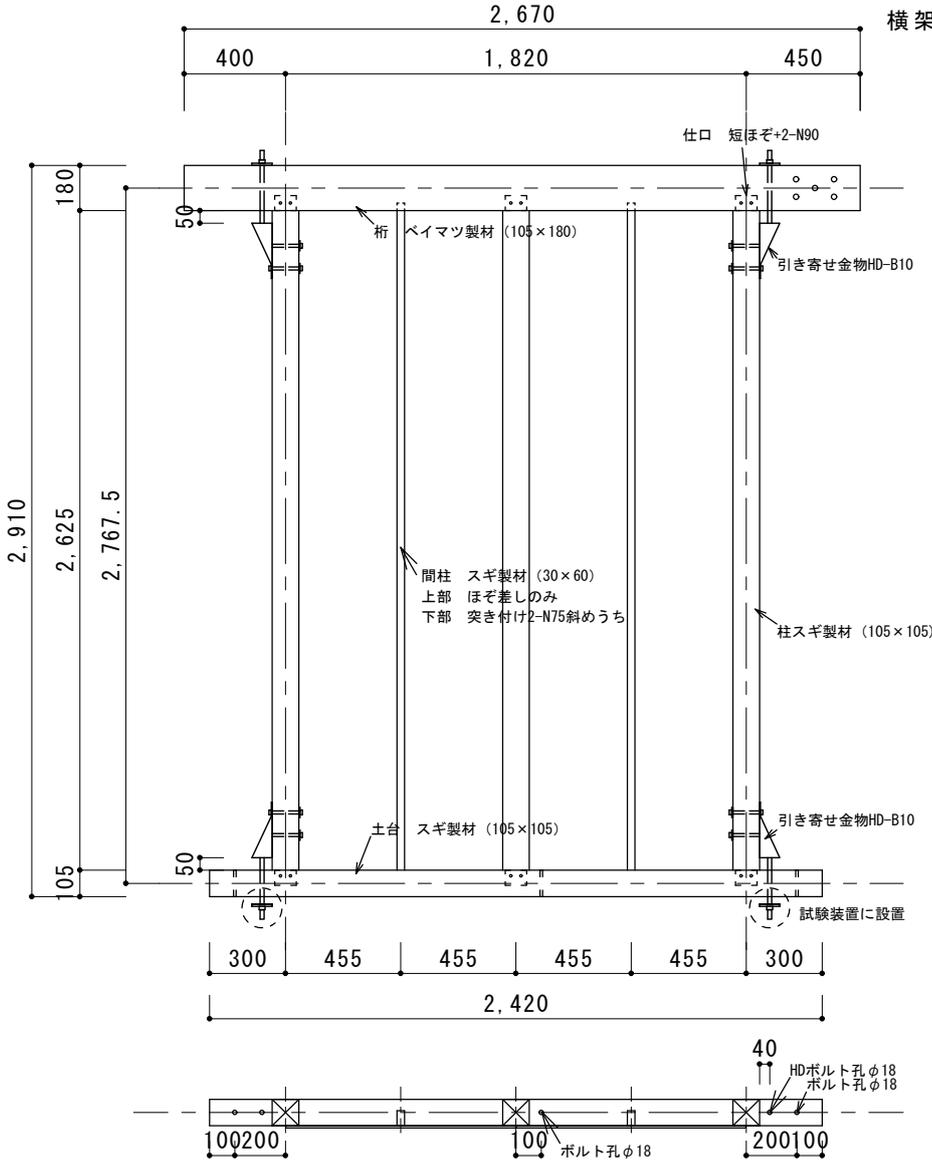
A-1-2 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 間柱が 2 本曲げ破壊</p>
	<p>1/15rad</p>

A-1-3 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 中央の継手間柱が曲げ破壊</p>
	<p>1/15rad</p>

横架材の寸法は試験機で異なる

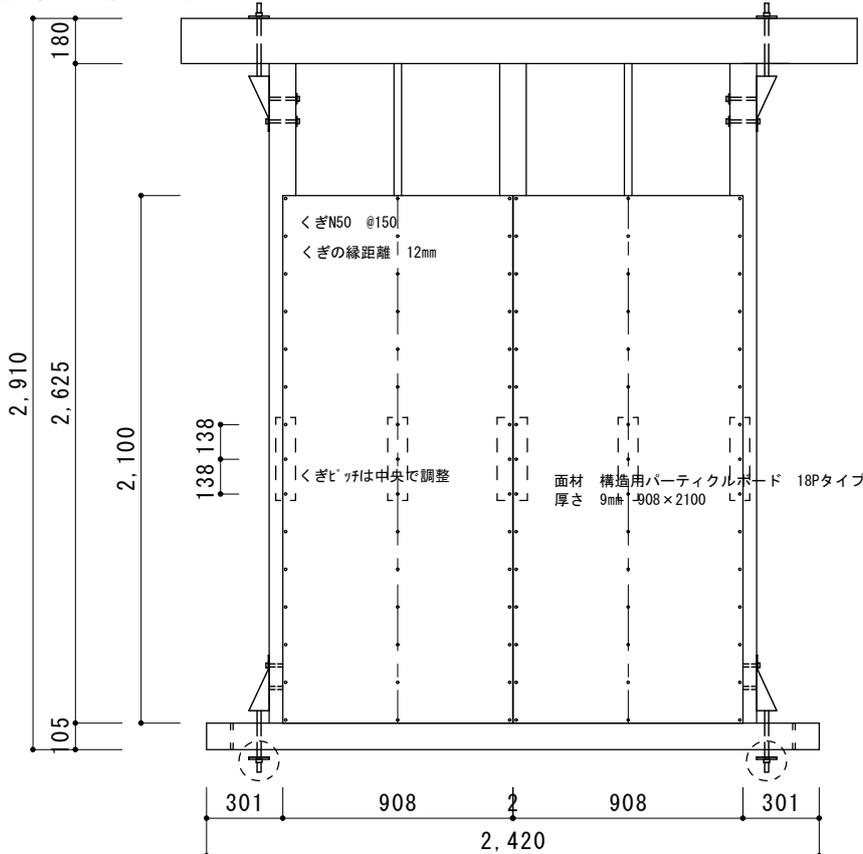


木造軸組構法
大壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

※図中数字は単位mm
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)
ワイヤー連結くぎ 若井産業(株)WN50001

面材種類
構造用パーティクルボード 18Pタイプ

面材の張り方



桁 ベイマツ製材 (105×180)

柱 スギ製材 (105×105)

間柱 スギ製材 (30×60)

土台 スギ製材 (105×105)

準耐力壁仕様（間柱奥行き 60 中央柱） A-3 シリーズ (kN)

項目	A-3-1	A-3-2	A-3-3	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	6.33	6.00	6.19	6.17	0.987	<u>6.10</u>
0.2Pu/Ds	8.19	7.82	8.36	8.12	0.984	7.99
2/3Pmax	7.09	6.97	7.14	7.07	0.994	7.03
P120	8.28	7.52	8.18	7.99	0.976	7.80
試験倍率						1.71

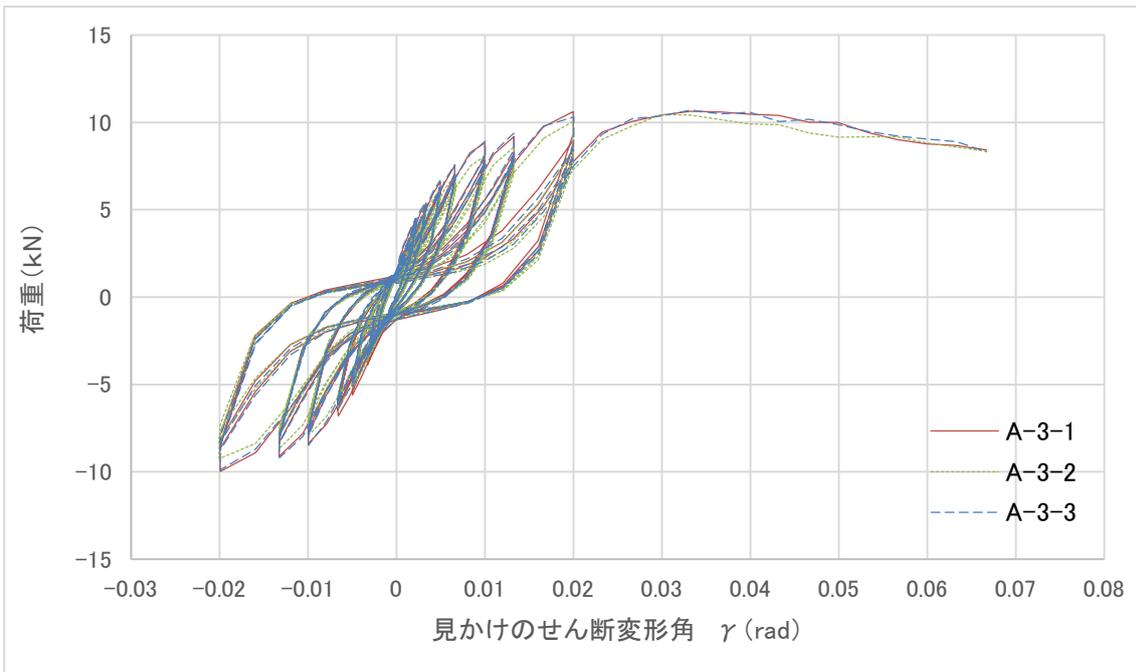


図 3.2.2-3 準耐力壁（奥行き 60 中央柱）荷重－せん断変形角履歴曲線

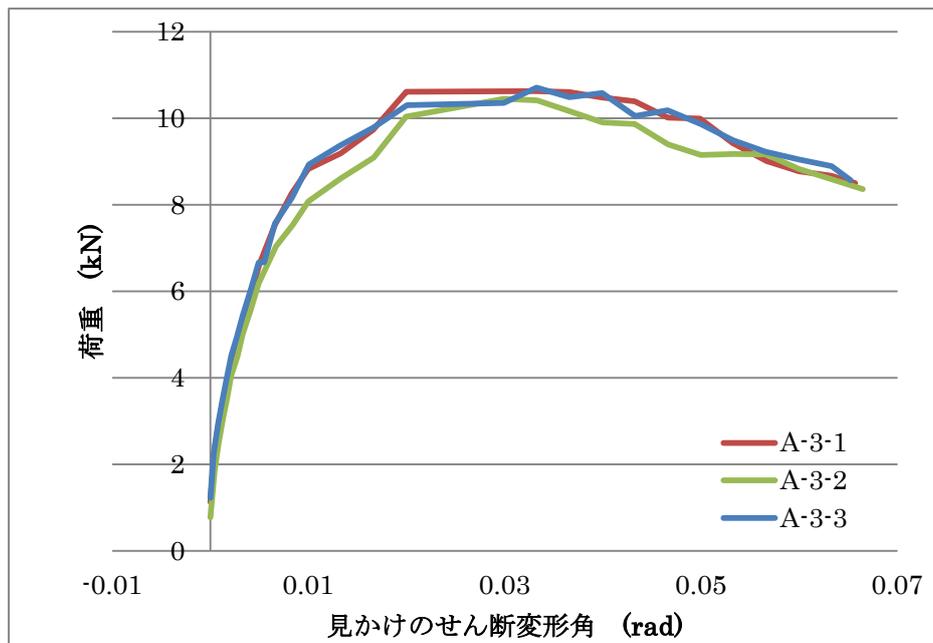


図 3.2.2-4 準耐力壁（奥行き 60 中央柱）荷重－せん断変形角包絡線

A-3-1 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad</p>

A-3-2 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad</p>

A-3-3 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad</p>

A-4

軸材の仕様

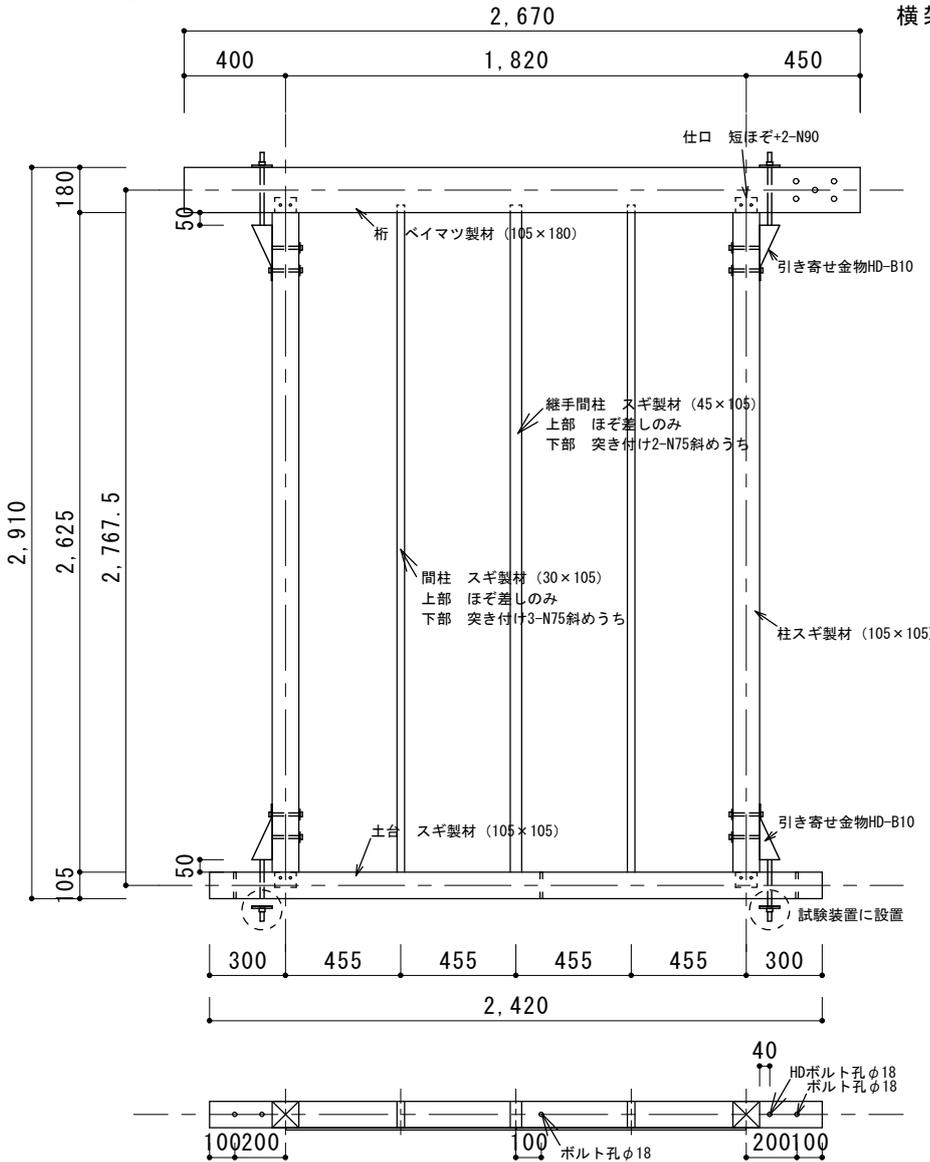
大壁 準耐力壁 試験体 継手間柱・間柱→奥行105mm

横架材の寸法は試験機で異なる

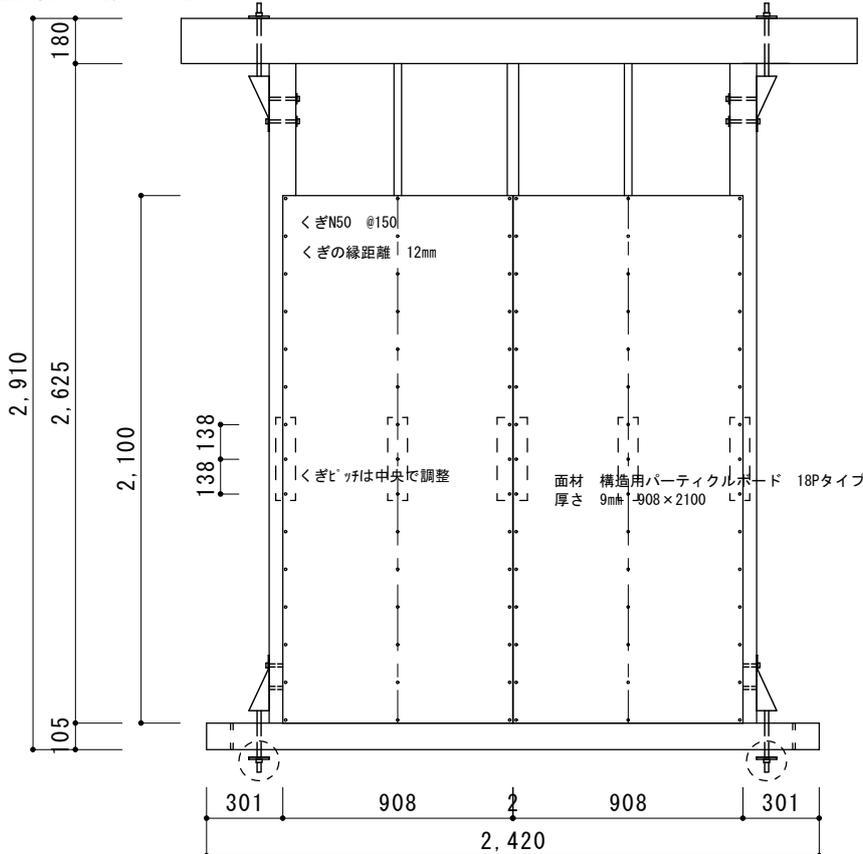
木造軸組構法
大壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

※図中数字は単位mm
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)
ワイヤー連結くぎ 若井産業(株) WN50001

面材種類
構造用パーティクルボード 18Pタイプ



面材の張り方



桁 ベイマツ製材 (105×180)

柱 スギ製材 (105×105)

継手間柱 スギ製材 (45×105)
間柱 スギ製材 (30×105)

土台 スギ製材 (105×105)

準耐力壁仕様（間柱奥行き 105） A-4 シリーズ (kN)

項目	A-4-1	A-4-2	A-4-3	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	4.55	4.60	4.91	4.69	0.980	<u>4.59</u>
0.2Pu/Ds	6.72	5.69	5.07	5.83	0.933	5.43
2/3Pmax	5.62	5.42	5.84	5.63	0.982	5.53
P120	6.56	6.07	6.78	6.47	0.974	6.30
試験倍率						1.29

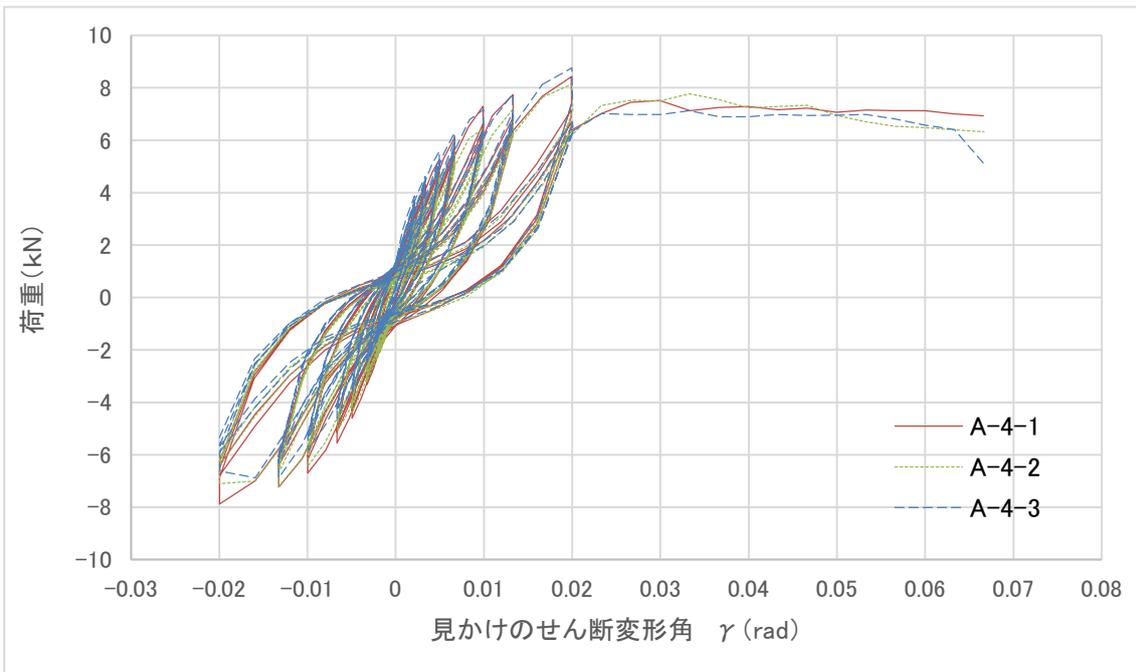


図 3.2.2-5 準耐力壁（奥行き 105）荷重－せん断変形角履歴曲線

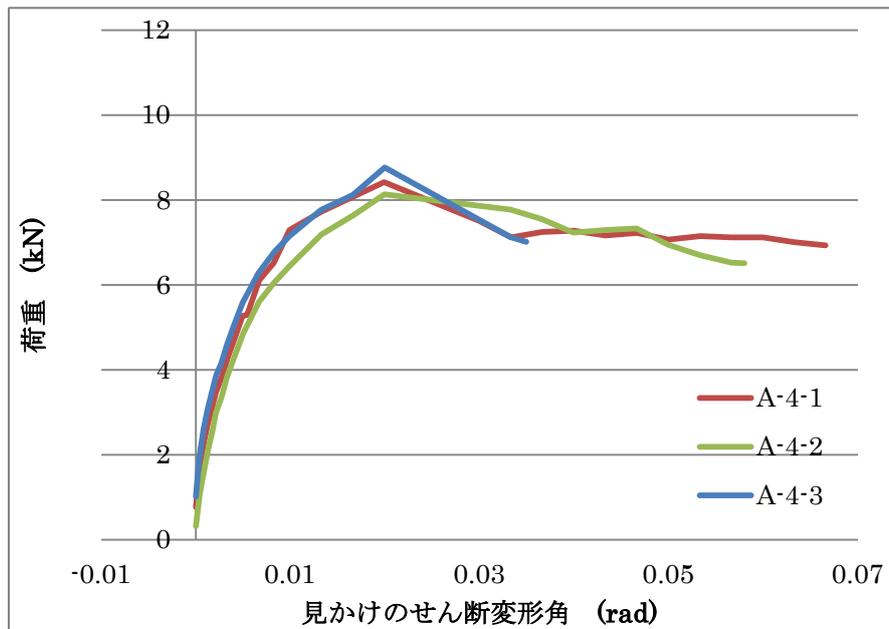


図 3.2.2-6 準耐力壁（奥行き 105）荷重－せん断変形角包絡線

A-4-1 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 軽微な間柱の割裂 繊維傾斜によるもの</p>
	<p>1/15rad</p>

A-4-2 の破壊性状



1/15rad



1/15rad



1/15rad

A-4-3 の破壊性状

	<p>1/15rad</p>
	<p>1/15rad 中央の継手間柱が曲げ破壊</p>
	<p>1/15rad</p>

その他特徴的な破壊

A-4-3 の間柱下部



A-4-1 の間柱の状況



繊維傾斜がある間柱の端部に割れが生じている。
継手間柱の面材くぎが、継手間柱の曲げによってはずれている。

3.2.3 準耐力壁に関するまとめ

準耐力壁の3種類の仕様の実験の結果は表 3.2.3-1 に示す通りとなり、告示より算出される予定倍率 1.2 を超える性能が確認できたのは、中央に柱がある A-3 シリーズと間柱奥行きが 105 mm の A-4 シリーズであった。間柱奥行きが 60 mm の A-1 シリーズでは間柱・継手間柱の折損が生じ予定倍率 1.2 倍を確保することができなかった。

予定倍率が確保できた A-4 シリーズにおいても、間柱・継手間柱が大きく曲がっていたこと、土台と間柱等のくぎ接合部分に割裂が生じていたこと等より、間柱・継手間柱に大きな力がかかっていたことがわかる。

表 3.2.3-1 準耐力壁の検討における試験体仕様

(寸法はmm)	奥行き 60 タイプ 中央柱無し	奥行き 60 タイプ 中央柱有り	奥行き 105 タイプ 中央柱無し
		間柱 30× <u>60</u> 継手間柱 45× <u>60</u> 上部ほぞ差し 下部突き付け N75- <u>2</u> 本 斜め打ち	間柱 30× <u>60</u> 上部ほぞ差し 下部突き付け N75- <u>2</u> 本 斜め打ち
試験体記号	A-1-1～3	A-3-1～3	A-4-1～3
試験体数	3 体	3 体	3 体
予定壁倍率	1.2		
試験倍率 (結果)	1.02	1.71	1.29

実験の様子を観察したところ、これらの結果は軸組の形状に強く依存するものであり、木質面材であれば面材の種類によって結果が左右されるとは考えにくく、現在、構造用合板、構造用パネル、パーティクルボードに認められている準耐力壁が、構造用パーティクルボードでは認められないとすることに合理性はないと考えられる。

実際に住宅に用いられた時に、期待される性能が発揮されるのかどうかについては、単体の試験結果だけでなく、実際にどのような状態で施工されているかも大きく影響する。準耐力壁の裏面は耐力壁もしくは準耐力壁とすることが認められており、裏面にどのような形状の面材が張られるかによって間柱・継手間柱の曲げへの影響が大きく異なり、結果、性能も異なると考えられる。

間柱奥行き 60 mm では、準耐力壁面の裏面に真壁仕様の耐力壁もしくは雑壁が施工されることが想定される。一方、奥行き 105 mm では、準耐力壁の裏面に大壁の耐力壁、雑壁もしくは準耐力壁が施工されることが想定される。

表 3.2.3-2 準耐力壁と裏面の仕様の組み合わせ

	表面	裏面 以下のいずれか
間柱奥行き 60 mm	準耐力壁	真壁の耐力壁 真壁の雑壁（形状は様々）
間柱奥行き 105 mm	準耐力壁	大壁の耐力壁 大壁の準耐力壁 大壁の雑壁（形状は様々）

裏面が耐力壁となる場合は、それが大壁で真壁であれ、間柱・継手間柱の曲げは抑えられる傾向となり、準耐力壁単体よりも性能が向上すると予想される。この場合には、間柱奥行き 60 mm の A-1 シリーズの仕様であっても、予定倍率を超えてくる可能性が高い。この組み合わせは、外周壁で見られることが多い。

一方で、裏面が準耐力壁や準耐力壁と同等の形状の雑壁である場合、間柱・継手間柱にかかる曲げ応力は増大し、間柱奥行き 105 mm の A-4 シリーズや中央に柱がある A-3 シリーズにおいても、予定倍率を確保できない可能性はある。ただし、この組み合わせは、間仕切り壁に限定される。

昨今の住宅の設計では、将来のリフォームへの対応などを考慮して、外周壁に耐力要素である耐力壁、準耐力壁等を配置する手法が多く見られることや、今回の試験体の形状が間柱等にかかる曲げが大きくなるように実際には施工されない面材高さとなっていることから、実際の建物で問題が生じる確率は極めて小さいと考えられる。

3.3 腰壁等の面内せん断試験

3.3.1 腰壁等の試験体の考え方

住宅の品質確保の促進等に関する法律の評価方法基準における腰壁等（垂れ壁・腰壁）には、以下の条件が付されており、試験体はこれらを踏まえたものとした。

- ・ 上下が釘打ちされて無くても良く柱・間柱・縦枠材に川の字打ちされていること。
- ・ 最小幅が 90 cm 以上であること
- ・ 面材の高さが一続きで、横架材内法寸法の 80% 未満しかないもの、およびその組み合わせ
- ・ 一続きの面材の高さが 36 cm 以上あること
- ・ 一続きの面材の横幅が 90 センチ以上かつ 2m 以下であること
- ・ 両側に、基準法上の耐力壁または準耐力壁があること

加えて、準耐力壁とすることができる仕様は大壁のみであり、真壁は認められていない。

腰壁等（垂れ壁・腰壁）は、垂れ壁と腰壁の組み合わせを考えると形状のバリエーションは様々である。本検討では、腰壁と垂れ壁が組み合わせられた形状を選択した。これは腰窓を想定したものであるが、住宅に設けられるには最も多いパターンである。

腰壁等への釘打ちは、最低限、柱・間柱・縦枠材に川の字打ちされていることが求められることから、これに合わせ、上下の枠材の設置および釘打ちは行わない仕様とした。

垂れ壁・腰壁各部の高さは、告示で定められている最小値 360 mm ではなく、釘ピッチ @150 を守った場合に 360 mm に最も近くなる寸法（474 mm）とした。これは、木質面材耐力壁の性能が面材くぎによるものであることから、長さ当たりのくぎの数を最小とすることが試験体としては不利側（評価としては安全側）と考えられるためである。

加えて、腰壁等の条件としては、両側は耐力壁もしくは準耐力壁が連続していることが条件であることから、全体を 3P とし、両側を準耐力壁とした。垂れ壁、腰壁の位置は、3.2.1 に示した準耐力壁の高さに合わせて設定したため、実際の施工状況とは異なり、柱等に曲げが生じやすい不利な形状となっている。腰壁等の左右には継手間柱ではなく柱が入っているが、実際の住宅では、建具の取り付けや固定のために柱とすることが一般的であることからそれに合わせた。

3.3.2 腰壁等の試験体図と実験結果

本検討では、A2 シリーズと A3 シリーズの 2 種類について各 3 体の面内せん断試験を実施した。各試験体の図面と実験結果を次ページ以降に示す。

A-2

軸材の仕様

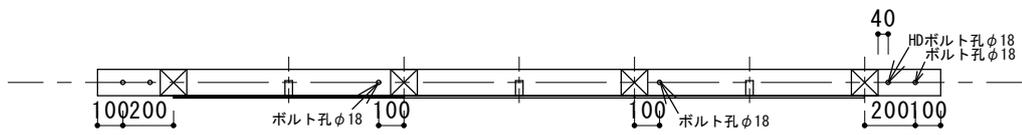
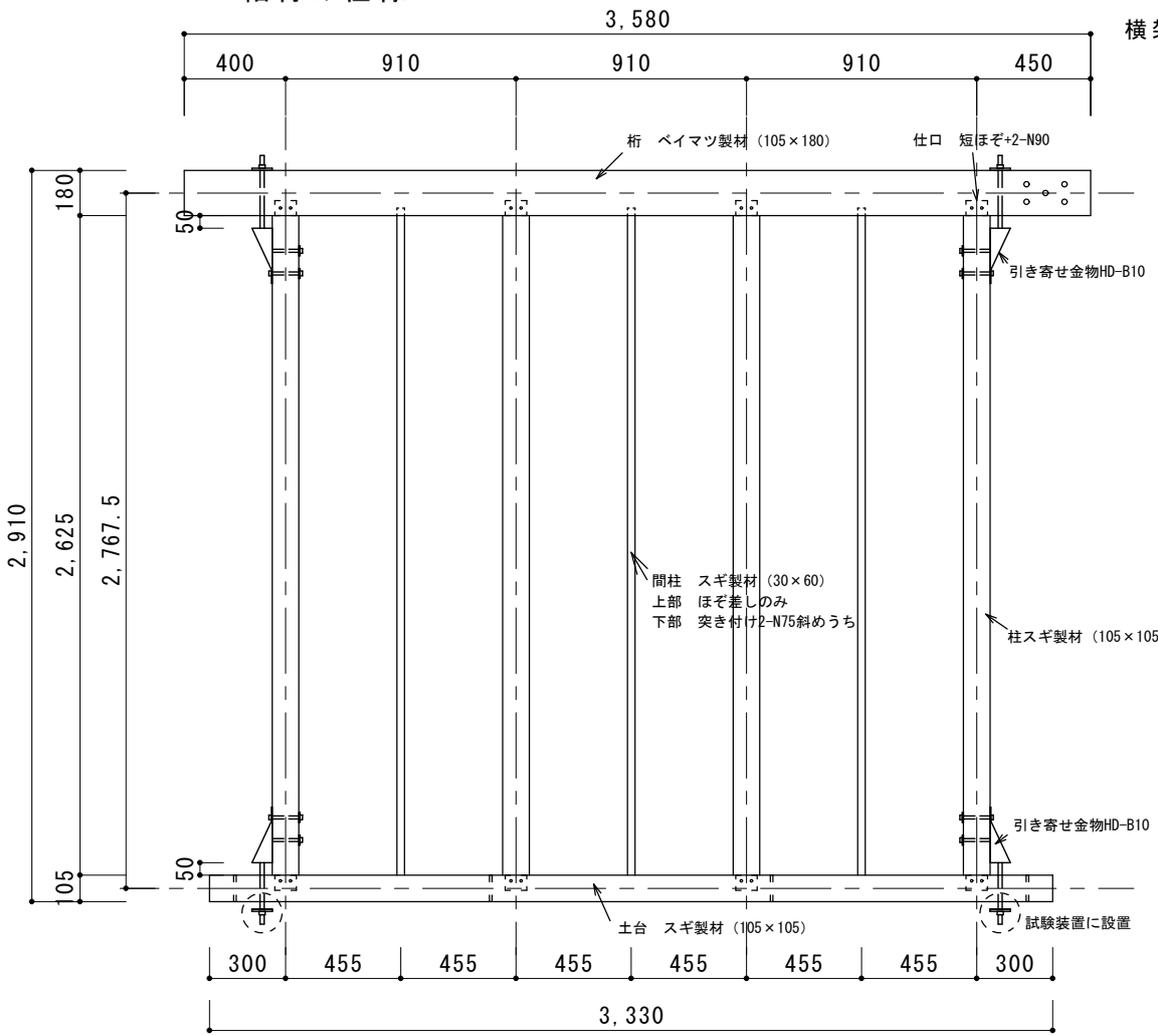
大壁 垂壁腰壁 くぎ@150 試験体

横架材の寸法は試験機で異なる

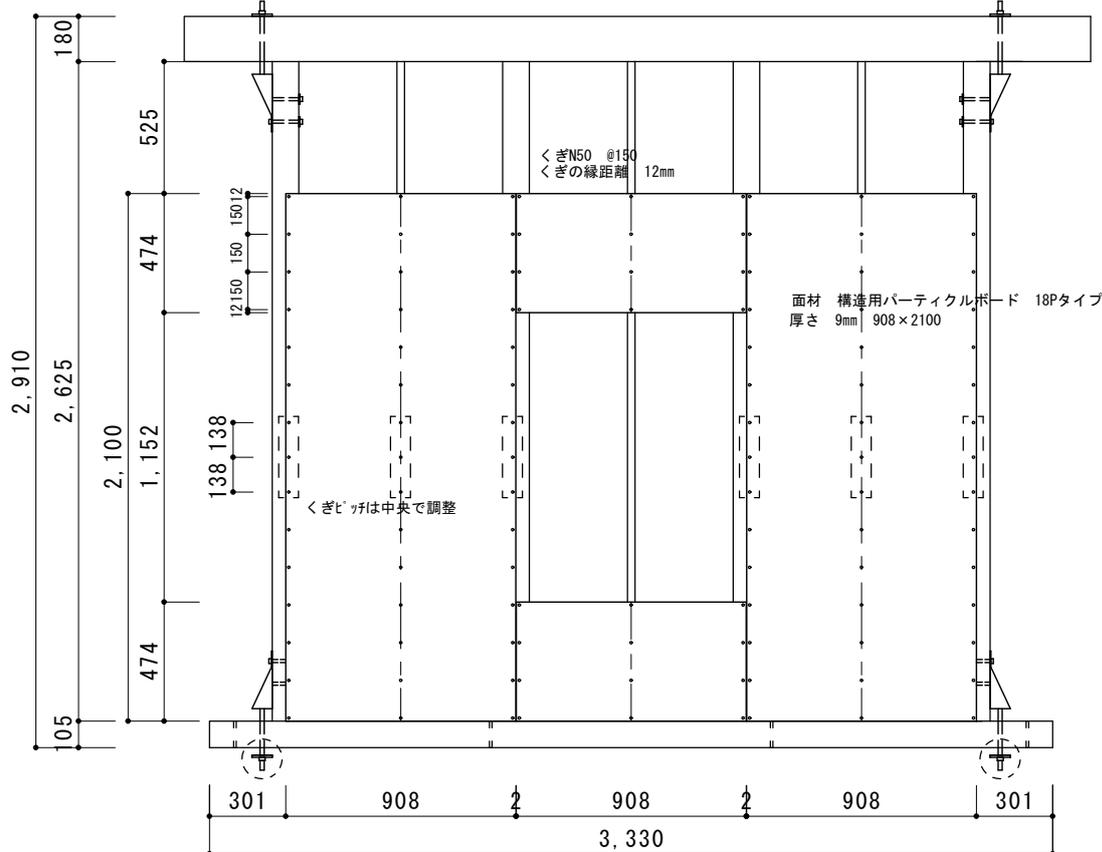
木造軸組構法
大壁 標準倍率
構造用パーティクルボード 3体

※図中数字は単位mm
くぎ間隔 150mm/150mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508:2009)
ワイヤー連結くぎ 若井産業(株)WN50001

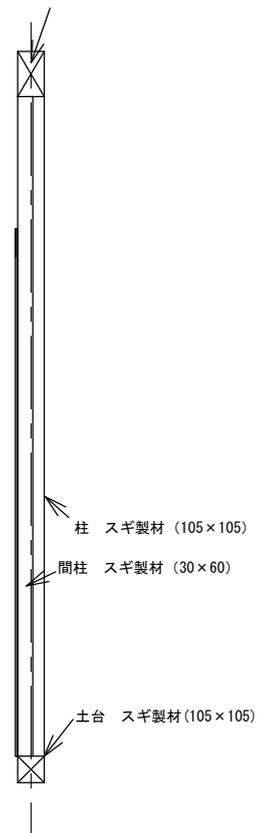
面材種類
構造用パーティクルボード 18Pタイプ



面材の張り方



桁 べいまつ製材 (105×180)



垂れ壁・腰壁仕様（間柱奥行き 60） A-2 シリーズ (kN)

項目	A-2-1	A-2-2	A-2-3	平均値	ばらつき係数	50%下限値
Py	7.34	7.80	7.98	7.71	0.980	7.55
0.2Pu/Ds	7.38	7.03	6.93	7.11	0.984	<u>7.00</u>
2/3Pmax	8.56	8.50	8.57	8.54	0.998	8.53
P120	7.82	7.58	7.99	7.79	0.988	7.70
全体としての平均試験倍率						1.31

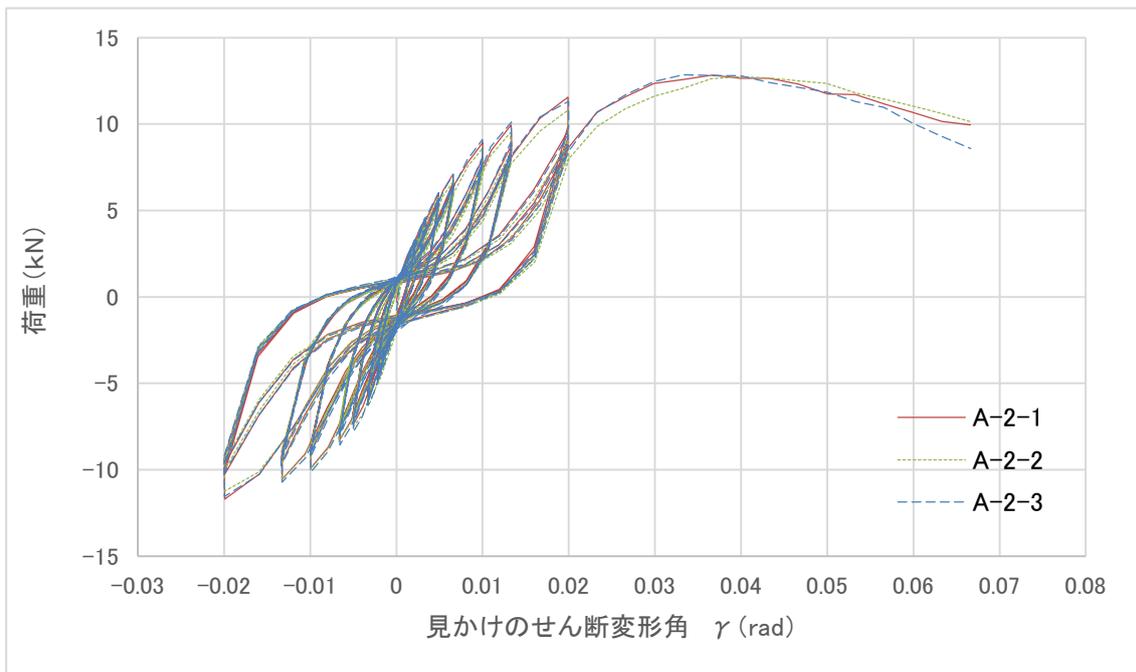


図 3.3.2-3 垂れ壁・腰壁（奥行き 60）荷重－せん断変形角履歴曲線

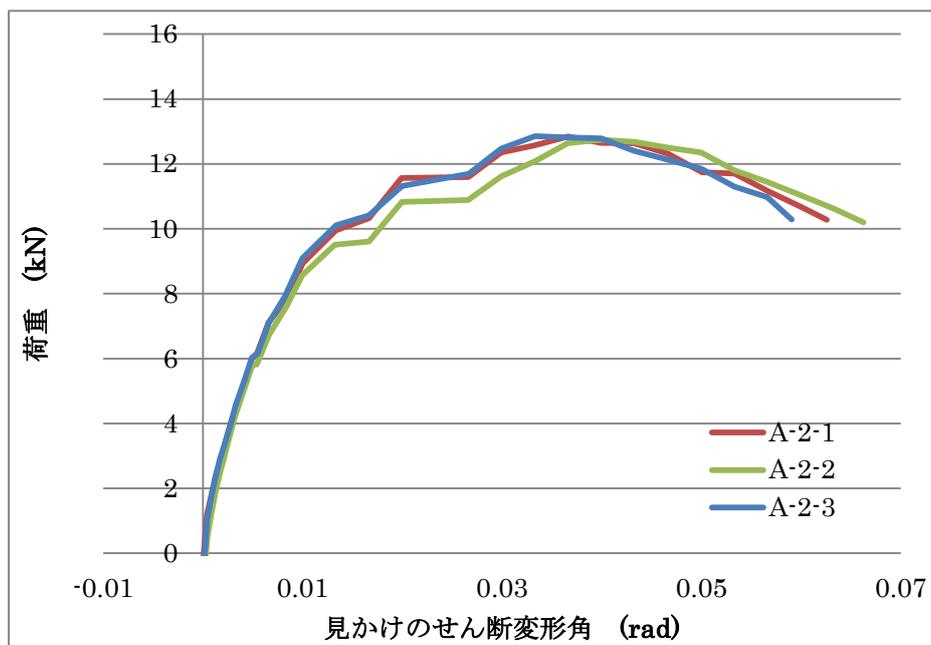


図 3.3.3-4 垂れ壁・腰壁（奥行き 60）荷重－せん断変形角包絡線

A-2-1 の破壊性状

	1/15rad
	1/15rad
	1/15rad

A-2-2 の破壊性状

	1/15rad
	1/15rad
	1/15rad

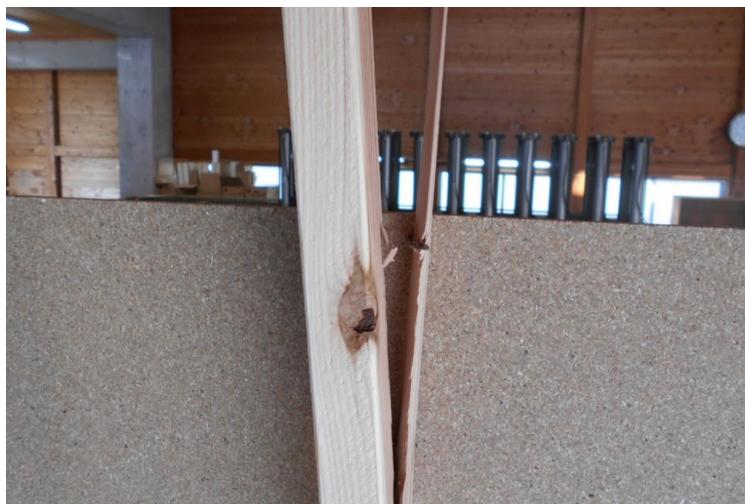
A-2-3 の破壊性状



1/15rad



1/15rad



1/15rad

垂れ壁・腰壁部分の間柱
くぎによる層破壊

3.3.3 腰壁等に関するまとめ

腰壁等の性能は、その仕様の条件からも分かるように、当該部分の単独性能ではなく、両側に設置が義務づけられている準耐力壁や耐力壁と合わせたものとして認められている。

今回の試験体における計算上の予定倍率は、左右の準耐力壁が1.2倍(2.5×0.6×0.8)、腰壁等の部分が0.54倍(2.5×0.6×0.36)となり、この3Pの平均の倍率は0.98倍となる。実験結果は3P全体の壁倍率として1.31倍となったので、壁全体の性能は確保されると言える。

表 3.3.3-1 腰壁等の検討における試験体仕様

構造用 パーティクルボ ード 面材釘 N50@150 以下 (寸法はmm)	耐力壁仕様 (H27 済)	垂れ壁・腰壁 1P 左右準耐力壁 1P 合計 3P 奥行き 60
	間柱 27×60 継手間柱 45×60 上部ほぞ差し 下部突き付け N75 2 本斜め打ち	間柱 30×60 上部ほぞ差し 下部突き付け N75 2 本斜め打ち
試験体記号	—	A-2-1～3
試験体数	3 体	3 体
予定壁倍率	2.5	平均 0.98
試験倍率	2.84	1.31

準耐力壁部分については、3.2.3 に示した通り、間柱・継手間柱の断面積によって大きく性能が異なることから、腰壁等の左右に2Pの準耐力壁が続く試験体では、間柱・継手間柱の断面形状によっては予定倍率を確保できない場合が考えられる。

しかし、実際の住宅において腰壁等は開口部に設けられるものであり、ほとんどの場合、外周壁に設けられると考えられる。この場合、裏面は軸組全体に面材が張られた耐力壁になることが想定され、このことにより間柱・継手間柱の曲げが抑えられ、準耐力壁の性能が高めに確保されていると考えられることから、実際に問題が発生する確率は極めて小さいと考えられる。

3.2.3 でも述べた様に、この考察は軸組の形状に強く依存するものであり、木質面材であれば面材の種類によって結果が左右されるとは考えにくく、現在、構造用合板、構造用パネル、パーティクルボードに認められている準耐力壁が、構造用パーティクルボードでは認められないとすることに合理性はないと考えられる。

第4章 大臣認定壁の高さに係る基準の合理化に関する検討

4.1 検討の目的と方法

4.1.1 検討の目的および検討の対象

木造建築物の壁量計算においては、告示で仕様が定められた耐力壁以外に、国土交通大臣の認定（以下「大臣認定」という。）を取得した仕様の耐力壁を用いることが可能となっている。大臣認定における耐力壁の高さや幅（以下「高さ等」という。）については、耐力壁の性能が変わらない一仕様の範囲に納まること追加試験等で確認された場合に、範囲を設けているところである。しかしながら、一の仕様とみなされる高さ等の範囲や、追加試験等で確認する方法については、合理化の余地が見込まれているところである。

本課題では、大臣認定耐力壁の高さに係る基準の合理化を図ることを目的とした。

本課題の対象とする面材耐力壁は、軸組構法における3×6板以上の大きさのある木質面材を用いた大壁仕様とした（優先順位1）。面材を用いた耐力壁には、軸組の真壁仕様、板壁仕様、ツーバイフォー工法などもあるが、以下の点から、現段階の検討の優先順位を設けた。優先順位2以下については、来年度以降可能な限り検討を行うこととした。

- ・ 真壁仕様については、耐力発現のモデルが異なることから、軸組大壁での検証モデル等を流用することが困難であること、かつ、実態に合ったモデルを作成することが現段階では困難である。ただし、要望からみた優先順位は比較的高いことから優先順位2とした。解析的検討が困難なものであっても、実験的に比較的容易に検証できる項目については、来年度優先的に検討対象とすることとした。
- ・ ツーバイフォー工法と軸組構法では軸材の断面、樹種などが異なり、解析において同一モデルでは検証できないことから優先順位3とした。軸組大壁の検証が完了した後は、同一の手法で検証することが可能であり、比較的容易に応用できると考えられる。
- ・ 板壁工法については、耐力発現のモデルが全く異なることから、軸組大壁での検証モデル等を流用することが困難であること、かつ、実態に合ったモデルを作成することが現段階では困難であることから優先順位4とした。

以上から、今年度は、大壁を想定した耐力壁仕様の解析的検討を進めるが、解析モデルの設定に当たっては、大臣認定仕様等でどのような仕様設定がなされているかや、それに対する申請側の要望等の整理を行った。そこでは、現状、同一仕様を認められる範囲の決定方法等についても整理している。

また、解析検討に加えて、実験で確認すべき仕様についても検討を行い、来年度実施予定の水平加力実験の計画を立案した。

大壁・真壁耐力壁の大臣認定における要望の整理と実験計画については、4.4に示す。

4.1.2 現状の課題と検討の方法

耐力壁の壁倍率にかかわる大臣認定において、構法が同じであっても、高さ違い、幅違いなど形状が異なる場合には、評価倍率の違いを判断基準に、別認定となるか同一認定内とされるかが決められる。この評価倍率の違いは、これまで実験や解析によって明示的に示される必要があるが、それについては、以下の様な現状がある。

- ・ 実験による場合、木材には個体誤差があるため、ばらつきが生じ、同じ高さ、仕様であっても評価される倍率が異なることがある。
- ・ 解析による場合、用いる計算式が、設計法の書籍や学会規準などに示されているものの適用範囲内であればよいが、適用範囲があいまいであったり、その計算式が新たに提案されたものであったりする場合には、その適否の判断が評価委員会等に任せられ、評価委員会等によるばらつきが生じる可能性がある。
- ・ 認定を取得する仕様の標準の高さ、幅は申請者によって異なることがあり、その場合には、認定によって、適用範囲の高さ、幅が異なることになる。

本来、同一性能とみなせる範囲については、申請者、使用者にとっても、一定の指針、判断が求められるところであるが、現在のところその判断基準は研究レベルであり、明示されているものはわずかである。明示されているものの例として、日本建築防災協会「木造住宅の耐震診断と補強方法」がある。そこでは、住宅レベルの高さの壁に対して、面材耐力壁では同一性能としてよいこと、筋かい耐力壁では、適用範囲を定め、その適用範囲を超える場合には低減係数を定めている。しかし、この手法は既存の壁を対象にしたものであって、新たな壁に対して適用が可能かは不明であり、現在大臣認定の際に用いられることは皆無である。

そこで、今年度は、高さの異なる壁に対して、同一性能とみなせる範囲を明らかにするべく検討を進めた。

検討は2年間の予定であり、初年度である今年度は、面材耐力壁の高さの異なる壁を対象に、解析的に性能差を明らかにする。ここでは、体系的、包括的にその差を明らかにするため、面材が分割された場合、釘ピッチなどを狭め高耐力にした場合、などを解析パラメーターとしている。詳しくはこの後に述べる。

なお、2年目は解析結果の妥当性を確認することを目的に、実験を実施し、最終的には高さの異なる壁において、同一性能とみなせる範囲を明確化する。さらに壁の幅を解析対象に含め、幅についても同一性能とみなせる範囲の明確化を目指す。

4.2 解析モデルの妥当性の確認

4.2.1 解析モデル

解析には三次元有限要素法解析ソフト Marc (ver. 2018.1.0)を用いた。解析モデルの概要を図 4.2.1-1～図 4.2.1-4 に示す。図 4.2.1-1 に示すように、梁、柱、土台、半柱、間柱、胴つなぎおよび面材は等方性弾性の 3D ソリッド要素を用いた。

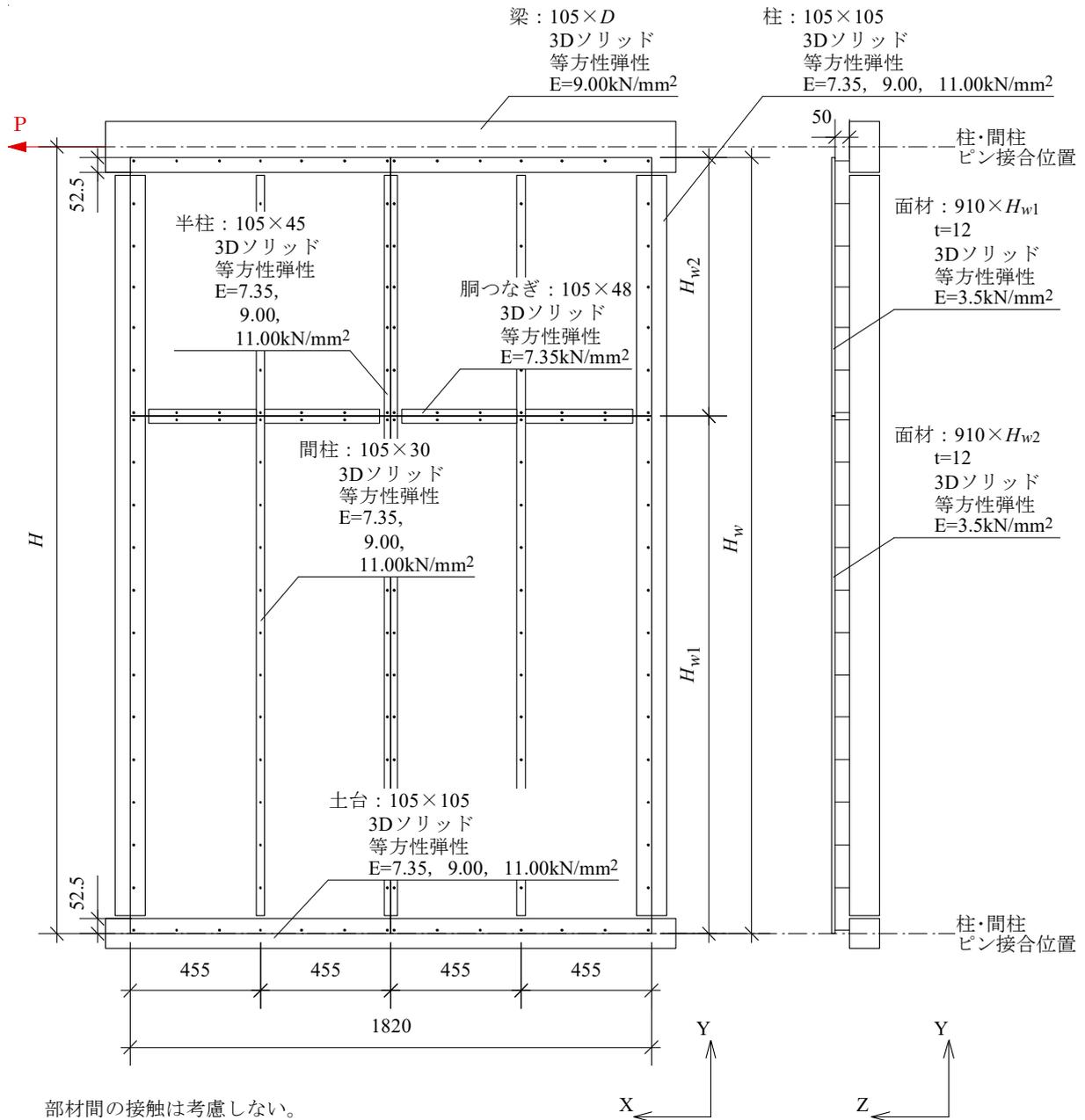
図 4.2.1-2 に示すように、境界条件は土台の下面の X, Y, Z 方向変位を拘束し、柱および半柱の上下端、梁の両端および中央、面材の四隅の Z 方向変位を拘束した。

図 4.2.1-3 に示すように、軸組の接合部はピン接合とし、梁の片側端部中央に強制変位を与えた。

面材を軸組に留め付けるくぎは、1 本あたり放射状のばね 16 本でモデル化した。くぎの初期剛性は $K_1=480\text{N/mm}$ 、降伏耐力を $P_y=1000\text{N}$ とし、 $P=600\text{N}$ 以上で $K_2=K_1/4.5$ の二次勾配を、 $\delta=17.5\text{mm}$ 以降で $K_3=-K_1/20$ の負勾配を設定した(図 4.2.1-4 参照)。

なお、面材くぎ 1 本あたりの一面せん断の数値を示すバイリニアモデルは、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 3.3 面材張り大壁の詳細計算法」から引用した構造用合板 12mm、鉄丸くぎ N-50 の組み合わせを示す。

また、面材同士を含め、部材間の接触は考慮しないモデルとしている。図 4.2.1-1 に柱・間柱と梁・土台間および胴つなぎと柱・半柱間のすき間寸法を示しているが、これは解析上のメッシュ 1 つ分となっている。



部材間の接触は考慮しない。
 柱・間柱と梁・土台間に10mmのすき間あり。
 胴つなぎと半柱間に16.5mmのすき間あり。
 胴つなぎと柱間に12.5mmのすき間あり。
 面材のくぎ縁端距離は12mm。

(寸法単位：mm)

図 4.2.1-1 解析モデル概要

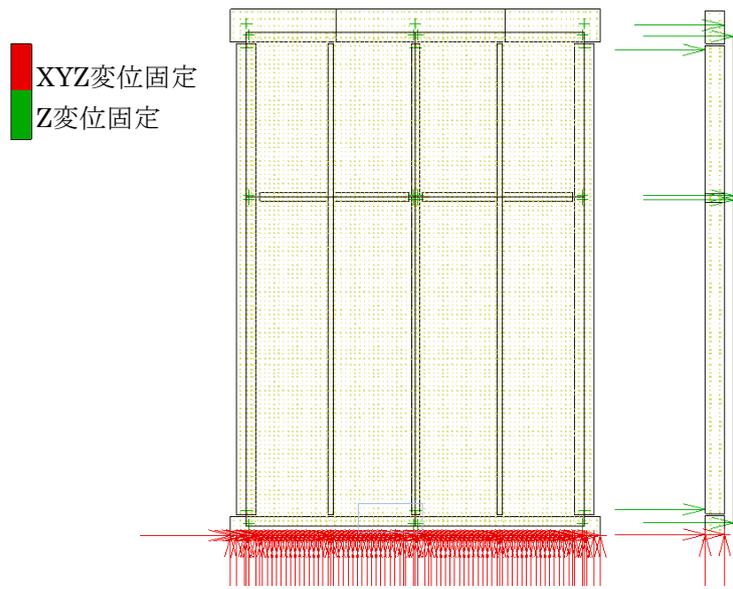


図 4.2.1-2 境界条件

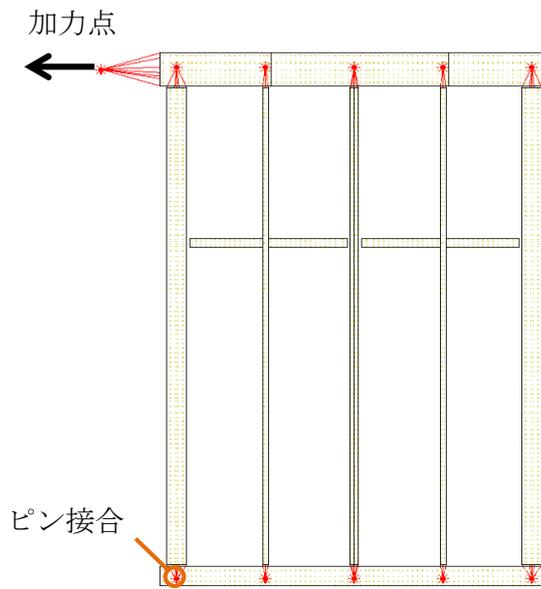


図 4.2.1-3 軸組接合部

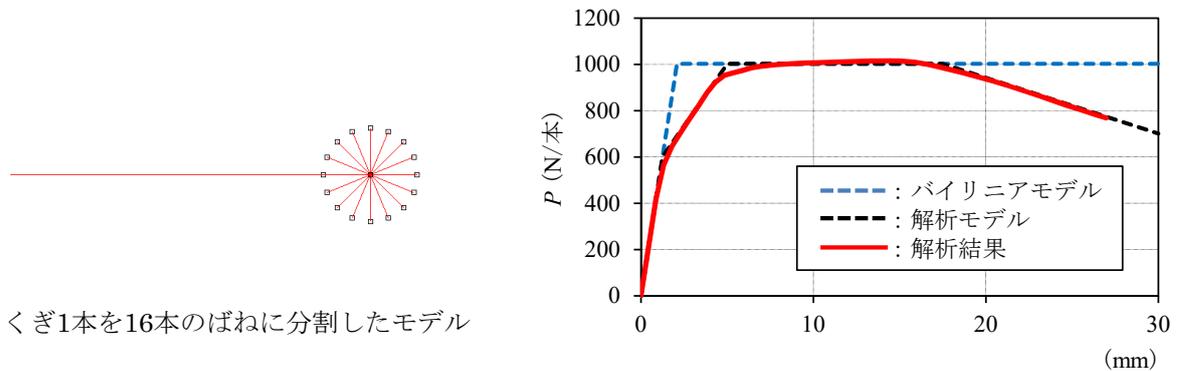


図 4.2.1-4 くぎのモデル化概要

4.2.2 比較する実験と比較用解析モデル

解析モデルの妥当性を検討するため、実験結果と解析結果の比較を行う。解析モデルの諸条件は実験に用いた試験体に合わせて設定した。実験をおこなった試験体の概要を図 4.2.2-1 に、比較用の解析モデルの概要を図 4.2.2-2 に示すとともに、実験を行った試験体の密度、含水率およびヤング係数を表 4.2.2-1 に示す。

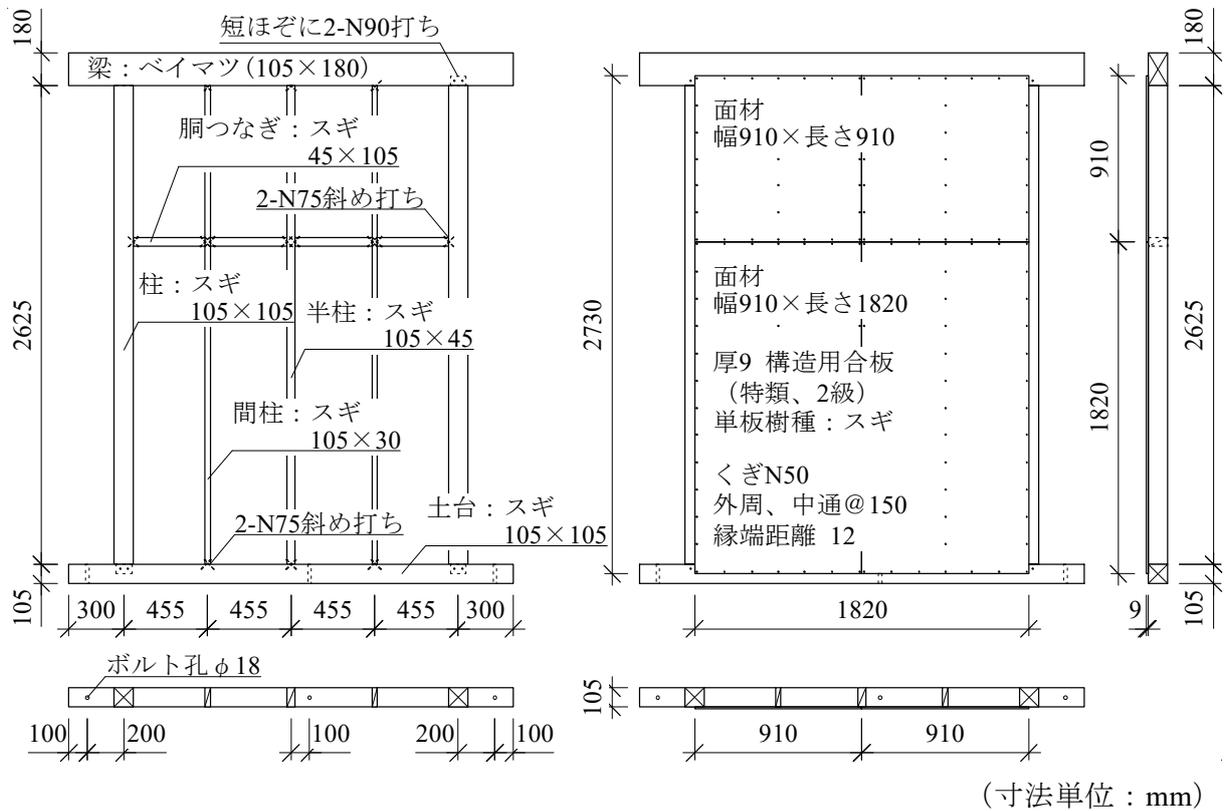
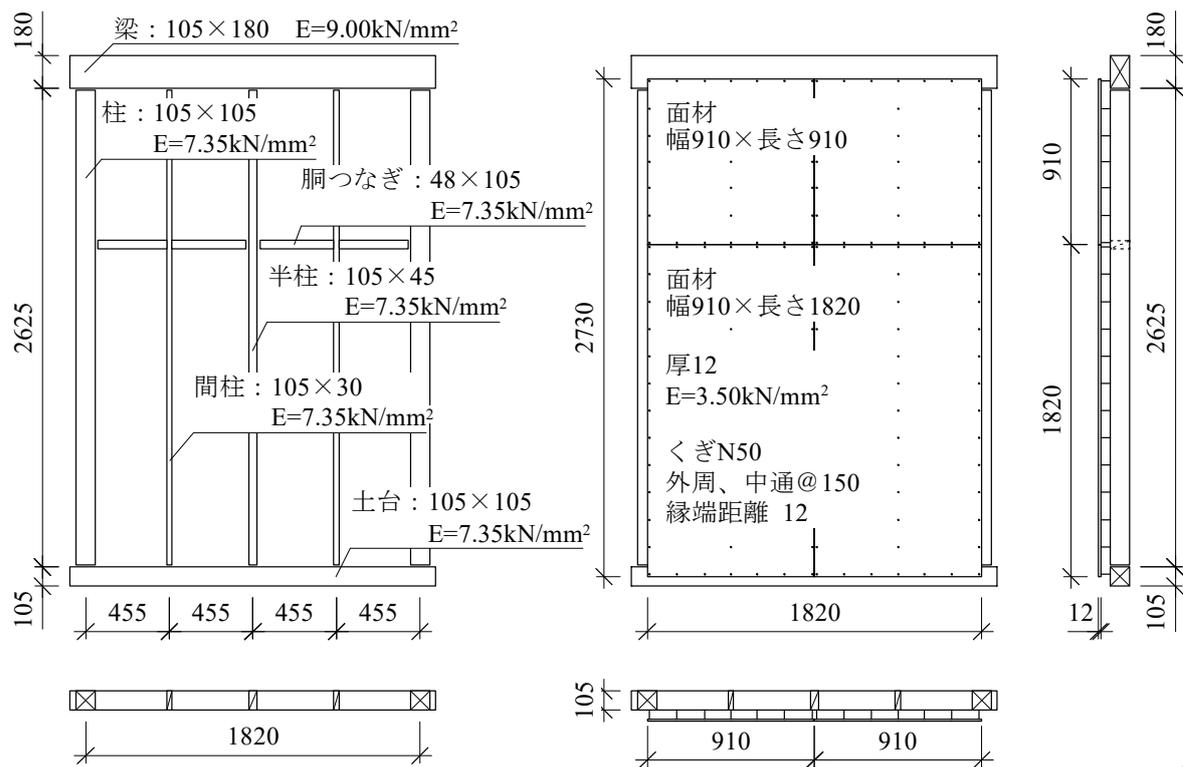


図 4.2.2-1 実験をおこなった試験体の概要



(寸法単位：mm)

図 4.2.2-2 比較用の解析モデルの概要

表 4.2.2-2 試験体の密度, 含水率およびヤング係数

	No.1- 1			No.1- 2			No.1- 3			No.1- 4			解析 ヤング 係数 (Gpa)
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	ヤング 係数 (Gpa)										
梁	0.50	9.5	12.13	0.49	9.5	11.47	0.50	9.0	11.78	0.51	12.1	11.29	9.00
土台	0.40	10.0	7.21	0.40	11.0	6.13	0.44	10.5	6.83	0.41	14.5	7.79	7.35
柱 (右)	0.41	16.0	7.35	0.39	9.8	7.73	0.44	9.5	7.04	0.40	11.5	7.07	7.35
柱 (左)	0.39	12.0	6.77	0.40	10.0	7.26	0.44	10.8	7.03	0.44	12.1	6.96	7.35
半柱	0.42	17.0	-	-	-	-	0.38	12.0	-	0.36	14.6	-	7.35
桐つなぎ	0.40	13.5	-	-	-	-	0.43	12.8	-	0.39	16.2	-	7.35
間柱	0.35,0.42	9.0,14.0	-	-	-	-	0.38,0.38	9.0,10.5	-	0.40,0.35	15.0,14.5	-	7.35
面材	0.41,0.43 0.49	-	-	-	-	-	0.46,0.47 0.46,0.47	-	-	0.44,0.47 0.48	-	-	3.50

4.2.3 解析結果と実験結果の比較

解析結果および実験結果から得られた荷重と変形角の関係(包絡線)の比較を図 4.2.3-1 に、4 指標の比較を表 4.2.3-1 に示す。表 4.2.3-1 より、実験結果では $P_y=7.6\sim 10.1\text{kN}$, $P_{\max}\times 2/3=9.3\sim 12.1\text{kN}$, $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}=8.9\sim 12.6\text{kN}$, 特定変形角 $1/150\text{rad}$ 時 $P_{150}=8.6\sim 9.7\text{kN}$ であった。解析結果では $P_y=7.39\text{kN}$, $2/3P_{\max}=9.23\text{kN}$, $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}=10.0\text{kN}$, 特定変形角 $1/150\text{rad}$ 時 $P_{150}=9.0\text{kN}$ であり、解析結果はおおむね実験結果のばらつきの範囲内にあり、荷重と変形角の関係からも試験結果を再現できている。

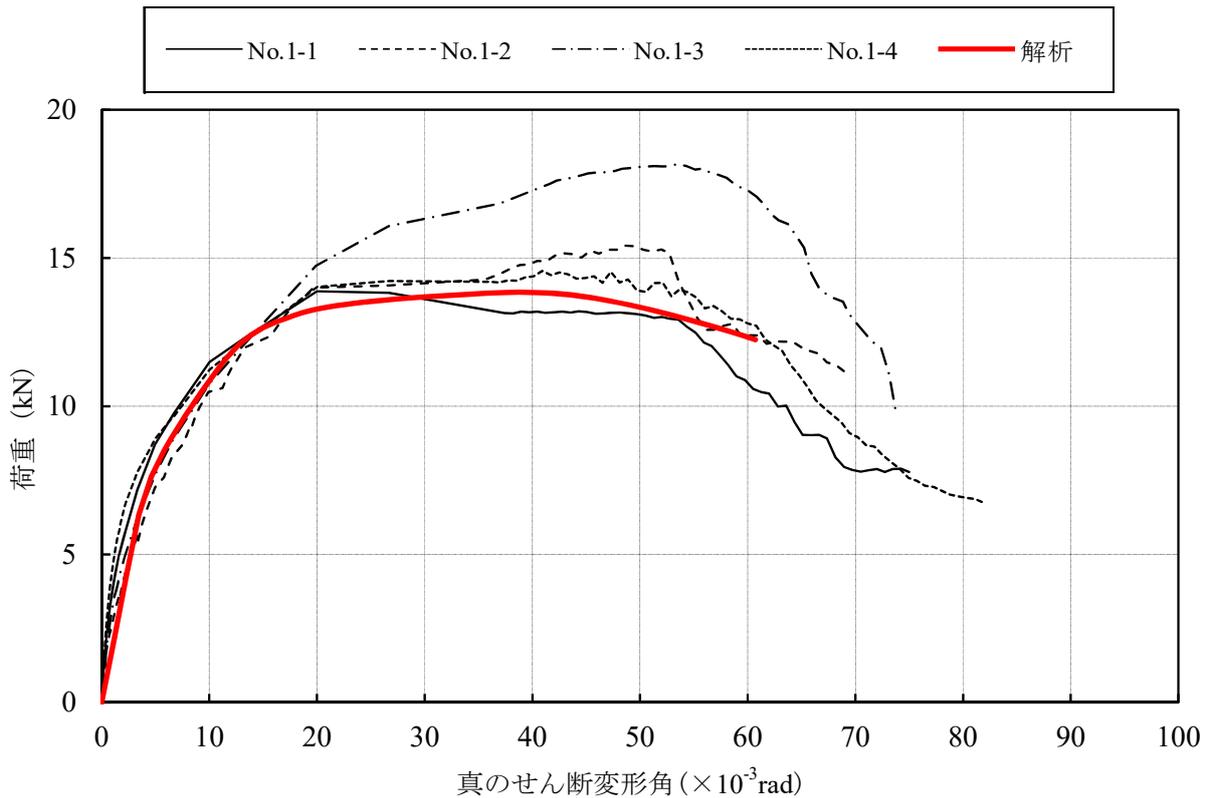


図 4.2.3-1 荷重と変形角の関係

表 4.2.3-1 4 指標

	降伏耐力 P_y (kN)	$P_{\max}\times 2/3$ (kN)	$0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	特定変形角 $1/150\text{rad}$ 時 (kN)	終局耐力 P_u (kN)	最大耐力 P_{\max} (kN)	最大耐力時 変形角 (10^{-3}rad)
No.1- 1	7.57	9.27	10.8	9.73	12.93	13.88	20
No.1- 2	8.28	10.28	8.9	8.61	14.11	15.42	48.67
No.1- 3	10.06	12.13	9.5	8.89	16.64	18.17	53.54
No.1- 4	7.57	9.73	12.6	9.63	13.40	14.56	40.92
解析結果	7.39	9.23	10.0	9.03	13.04	13.84	38.74

4.3 シミュレーション

4.3.1 パラメーターの設定

解析は壁高さの違いの影響、面材くぎの留め付けの違いによる影響、梁の曲げ戻しの影響を確認するための3パターンのパラメーターを設定した。

(1) 高さの違い等の影響

高さの違いによる壁の性能の変化を確認するために、①面材高さ、②面材幅、③面材縦継ぎの有無をパラメーターとした解析をおこなう。

解析モデルの一覧を表4.3.1-1に示す。なお、面材縦継ぎあり・なし別の面材くぎの割り付け詳細を図4.3.1-1に示す。

高さ寸法をくぎのピッチから逆算して設定したのではなく、設定した高さからピッチを割り付けたために、面材中央部分でピッチの調整が生じている。

表 4.3.1-1 解析モデルの一覧 (高さ違いの影響)

記号	面材高さ (mm)	面材幅 (mm)	縦継ぎの有無	計
H1.5-1P-2W	1500	910 (1P)	有	20
H2.0-1P-2W	2000			
H2.8-1P-2W	2800			
H3.4-1P-2W	3400			
H4.0-1P-3W	4000			
H1.5-1P-1W	1500		無	
H2.0-1P-1W	2000			
H2.8-1P-1W	2800			
H3.4-1P-1W	3400			
H4.0-1P-1W	4000			
H1.5-2P-2W	1500	1820 (2P)	有	
H2.0-2P-2W	2000			
H2.8-2P-2W	2800			
H3.4-2P-2W	3400			
H4.0-2P-3W	4000			
H1.5-2P-1W	1500		無	
H2.0-2P-1W	2000			
H2.8-2P-1W	2800			
H3.4-2P-1W	3400			
H4.0-2P-1W	4000			

注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。



2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

$$\begin{pmatrix} 1.5 \\ 2.0 \\ 2.8 \\ 3.4 \\ 4.0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1P \\ 2P \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{縦継ぎ有} \\ \text{縦継ぎ無} \end{pmatrix} = 20 \text{通り}$$

3. その他条件を以下に示す。

柱, 半柱, 間柱, 土台, 胴つなぎ

ヤング係数 : 7350N/mm²

梁

断面 : 105×180, ヤング係数 : 9000N/mm²

くぎピッチ

外周 : 100ピッチ, 中通 : 200ピッチ

くぎ耐力 : ×1.0

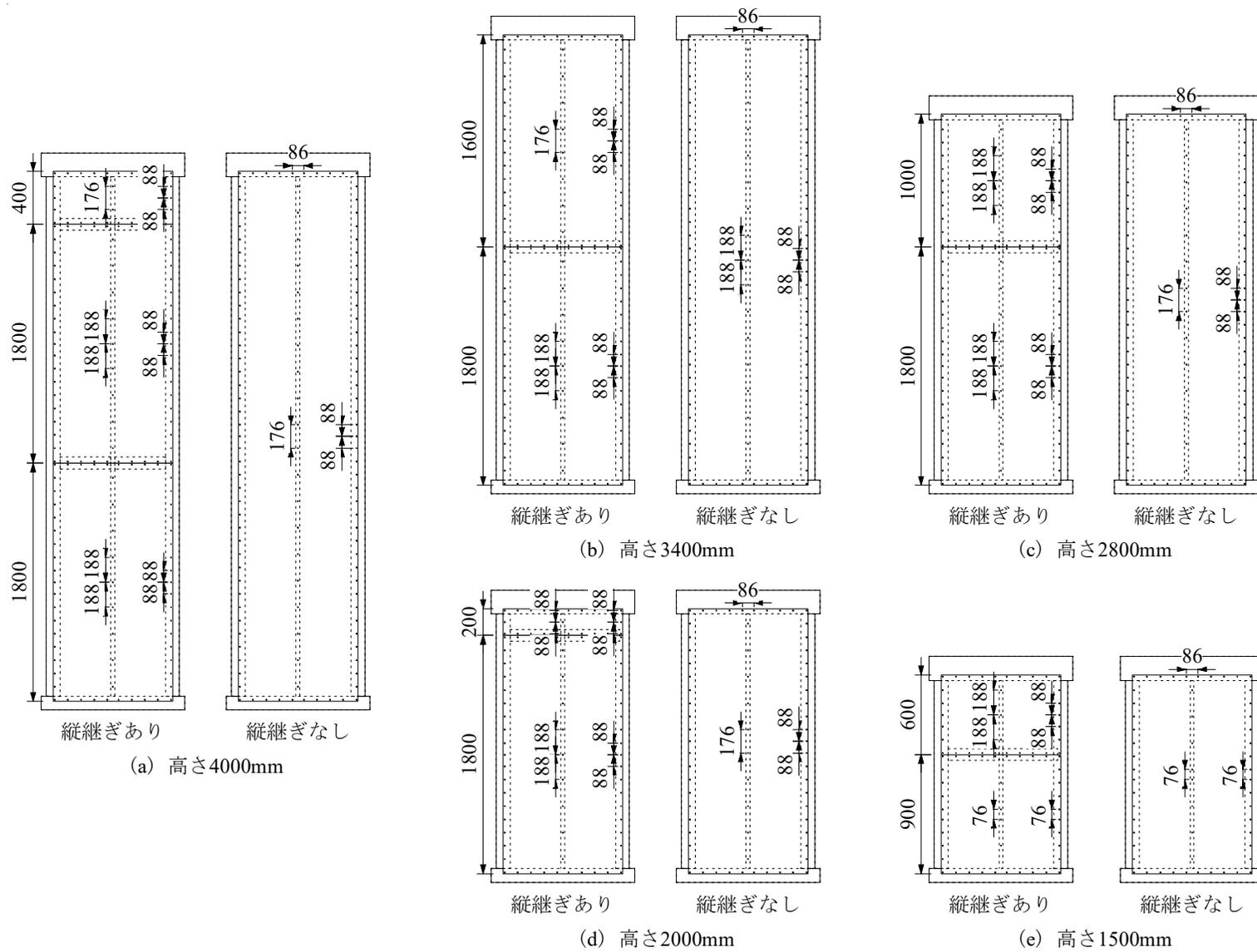


図 4.3.1-1 1P の場合における面材縦継ぎあり・なし別の面材くぎの割り付け詳細 (寸法単位 : mm)

(2) 面材くぎの留め付けの違いによる影響

面材くぎの留め付けの違いによる壁の性能の変化を確認するために、①柱のヤング係数、②くぎピッチ、③くぎの性能（実際にはくぎの種類・長さ・太さ）をパラメーターとした解析をおこなう。

解析モデルの一覧を表 4.3.1-2～表 4.3.1-4 に示す。なお、面材くぎの留め付け間隔詳細は図 4.3.1-2 に示す。

高さ寸法をくぎのピッチから逆算して設定したのではなく、設定した高さからピッチを割り付けたために、面材中央部分でピッチの調整が生じている。

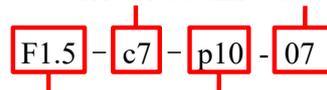
表 4.3.1-2 解析モデルの一覧

(面材くぎの留め付けの違いによる影響、柱： $E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合)

試験体名	面材高さ (mm)	くぎ性能	くぎピッチ (mm)		計
			外周	中通り	
F1.5-c7-p10-07	1500	×0.7	100	200	27
F2.8-c7-p10-07	2800				
F4.0-c7-p10-07	4000				
F1.5-c7-p10-10	1500	×1.0			
F2.8-c7-p10-10	2800				
F4.0-c7-p10-10	4000				
F1.5-c7-p10-15	1500	×1.5			
F2.8-c7-p10-15	2800				
F4.0-c7-p10-15	4000				
F1.5-c7-p15-07	1500	×0.7	150	300	
F2.8-c7-p15-07	2800				
F4.0-c7-p15-07	4000				
F1.5-c7-p15-10	1500	×1.0			
F2.8-c7-p15-10	2800				
F4.0-c7-p15-10	4000				
F1.5-c7-p15-15	1500	×1.5			
F2.8-c7-p15-15	2800				
F4.0-c7-p15-15	4000				
F1.5-c7-p30-07	1500	×0.7	300	300	
F2.8-c7-p30-07	2800				
F4.0-c7-p30-07	4000				
F1.5-c7-p30-10	1500	×1.0			
F2.8-c7-p30-10	2800				
F4.0-c7-p30-10	4000				
F1.5-c7-p30-15	1500	×1.5			
F2.8-c7-p30-15	2800				
F4.0-c7-p30-15	4000				

注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。

柱ヤング係数 くぎ性能
 c7 : 7350N/mm² 07 : ×0.7
 c9 : 9000N/mm² 10 : ×1.0
 c11 : 11000N/mm² 15 : ×1.5



壁高さ(H) くぎピッチ
 H1.5 : 1500mm p10 : 外周100, 中通200
 H2.8 : 2800mm p15 : 外周150, 中通300
 H4.0 : 4000mm p30 : 外周300, 中通300

2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

$$\begin{matrix} \text{壁高さ}(H) & \text{くぎピッチ} & \text{くぎ性能} \\ \begin{pmatrix} 1.5 \\ 2.8 \\ 4.0 \end{pmatrix} & \times \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \\ 300 \end{pmatrix} & \times \begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.0 \\ 0.7 \end{pmatrix} = 27\text{通り} \end{matrix}$$

3. その他条件を以下に示す。

面材幅 : 1820mm (2P)
 縦継ぎの有無 : 無し
 柱, 半柱, 間柱, 土台
 ヤング係数 : 7350N/mm²
 梁
 断面 : 105×180,
 ヤング係数 : 9000N/mm²

表 4.3.1-3 解析モデルの一覧

(面材くぎの留め付けの違いによる影響, 柱: $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

試験体名	面材高さ (mm)	くぎ性能	くぎピッチ (mm)		計
			外周	中通り	
F1.5-c9-p10-07	1500	×0.7	100	200	27
F2.8-c9-p10-07	2800				
F4.0-c9-p10-07	4000				
F1.5-c9-p10-10	1500	×1.0			
F2.8-c9-p10-10	2800				
F4.0-c9-p10-10	4000				
F1.5-c9-p10-15	1500	×1.5			
F2.8-c9-p10-15	2800				
F4.0-c9-p10-15	4000				
F1.5-c9-p15-07	1500	×0.7	150	300	
F2.8-c9-p15-07	2800				
F4.0-c9-p15-07	4000				
F1.5-c9-p15-10	1500	×1.0			
F2.8-c9-p15-10	2800				
F4.0-c9-p15-10	4000				
F1.5-c9-p15-15	1500	×1.5			
F2.8-c9-p15-15	2800				
F4.0-c9-p15-15	4000				
F1.5-c9-p30-07	1500	×0.7	300	300	
F2.8-c9-p30-07	2800				
F4.0-c9-p30-07	4000				
F1.5-c9-p30-10	1500	×1.0			
F2.8-c9-p30-10	2800				
F4.0-c9-p30-10	4000				
F1.5-c9-p30-15	1500	×1.5			
F2.8-c9-p30-15	2800				
F4.0-c9-p30-15	4000				

注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。

柱ヤング係数 くぎ性能
 c7 : 7350N/mm² 07 : ×0.7
 c9 : 9000N/mm² 10 : ×1.0
 c11 : 11000N/mm² 15 : ×1.5

F1.5 - c9 - p10 - 07

壁高さ(H) くぎピッチ
 H1.5 : 1500mm p10 : 外周100, 中通200
 H2.8 : 2800mm p15 : 外周150, 中通300
 H4.0 : 4000mm p30 : 外周300, 中通300

2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

$$\begin{matrix} \text{壁高さ}(H) & \text{くぎピッチ} & \text{くぎ性能} \\ \begin{pmatrix} 1.5 \\ 2.8 \\ 4.0 \end{pmatrix} & \times \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \\ 300 \end{pmatrix} & \times \begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.0 \\ 0.7 \end{pmatrix} = 27\text{通り} \end{matrix}$$

3. その他条件を以下に示す。

面材幅 : 1820mm (2P)
 縦継ぎの有無 : 無し
 柱, 半柱, 間柱, 土台
 ヤング係数 : 9000N/mm²
 梁
 断面 : 105×180
 ヤング係数 : 9000N/mm²

表 4.3.1-4 解析モデルの一覧

(面材くぎの留め付けの違いによる影響, 柱: $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

試験体名	面材高さ (mm)	くぎ性能	くぎピッチ (mm)		計
			外周	中通り	
F1.5-c11-p10-07	1500	×0.7	100	200	27
F2.8-c11-p10-07	2800				
F4.0-c11-p10-07	4000				
F1.5-c11-p10-10	1500	×1.0	100	200	
F2.8-c11-p10-10	2800				
F4.0-c11-p10-10	4000				
F1.5-c11-p10-15	1500	×1.5	100	200	
F2.8-c11-p10-15	2800				
F4.0-c11-p10-15	4000				
F1.5-c11-p15-07	1500	×0.7	150	300	
F2.8-c11-p15-07	2800				
F4.0-c11-p15-07	4000				
F1.5-c11-p15-10	1500	×1.0	150	300	
F2.8-c11-p15-10	2800				
F4.0-c11-p15-10	4000				
F1.5-c11-p15-15	1500	×1.5	150	300	
F2.8-c11-p15-15	2800				
F4.0-c11-p15-15	4000				
F1.5-c11-p30-07	1500	×0.7	300	300	
F2.8-c11-p30-07	2800				
F4.0-c11-p30-07	4000				
F1.5-c11-p30-10	1500	×1.0	300	300	
F2.8-c11-p30-10	2800				
F4.0-c11-p30-10	4000				
F1.5-c11-p30-15	1500	×1.5	300	300	
F2.8-c11-p30-15	2800				
F4.0-c11-p30-15	4000				

注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。

柱ヤング係数 くぎ性能
 c7 : 7350N/mm² 07 : ×0.7
 c9 : 9000N/mm² 10 : ×1.0
 c11 : 11000N/mm² 15 : ×1.5

F1.5 - c11 - p10 - 07

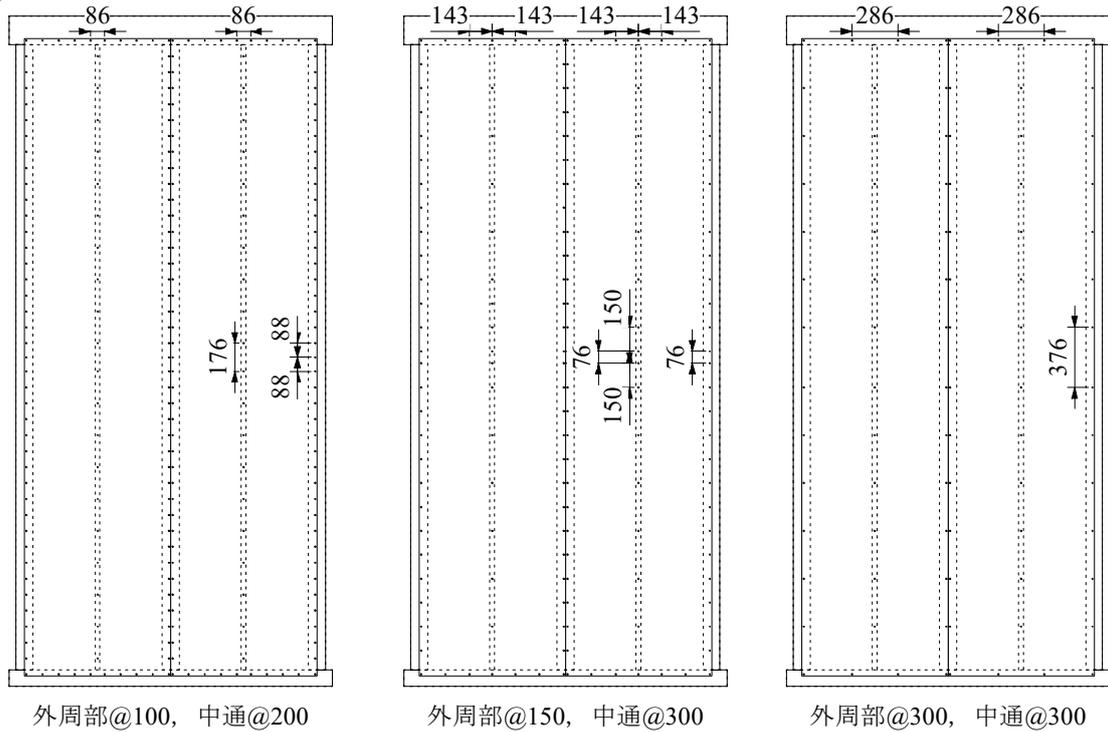
壁高さ(H) くぎピッチ
 H1.5 : 1500mm p10 : 外周100, 中通200
 H2.8 : 2800mm p15 : 外周150, 中通300
 H4.0 : 4000mm p30 : 外周300, 中通300

2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

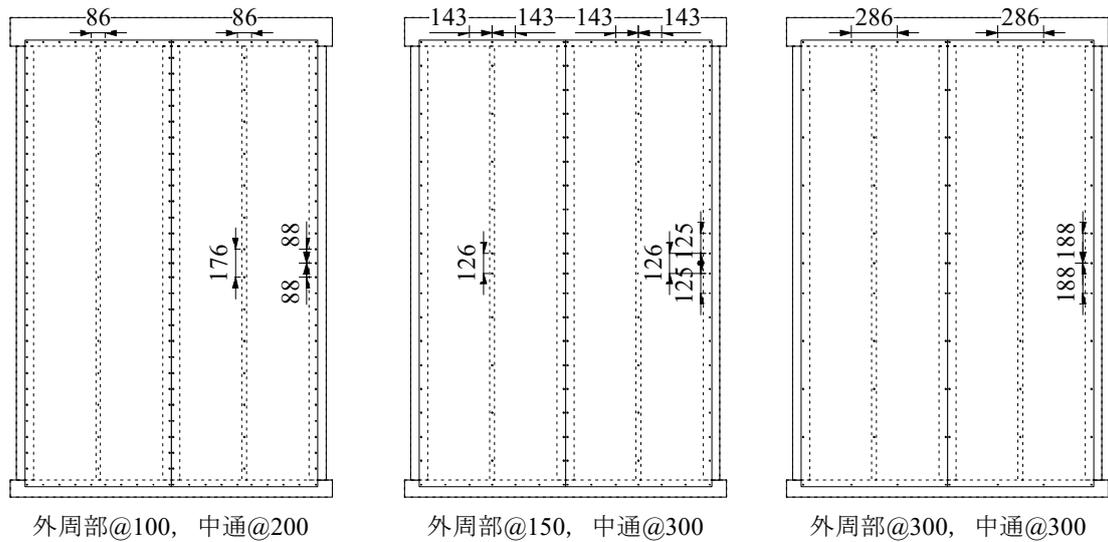
$$\begin{matrix} \text{壁高さ}(H) & \text{くぎピッチ} & \text{くぎ性能} \\ \begin{pmatrix} 1.5 \\ 2.8 \\ 4.0 \end{pmatrix} & \times \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \\ 300 \end{pmatrix} & \times \begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.0 \\ 0.7 \end{pmatrix} = 27\text{通り} \end{matrix}$$

3. その他条件を以下に示す。

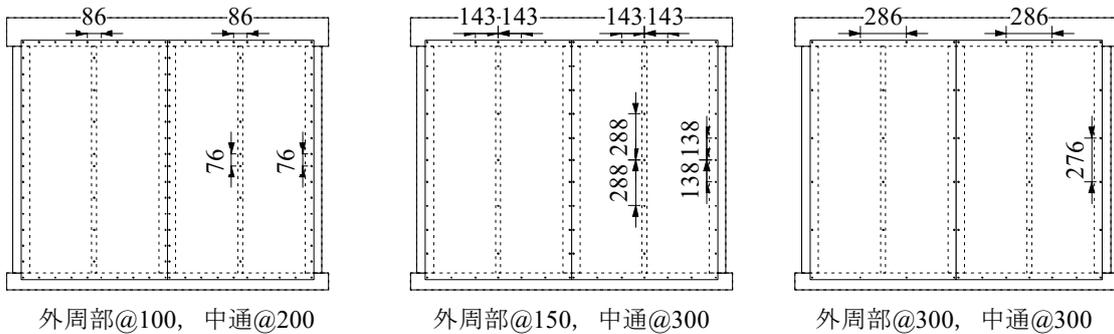
面材幅 : 1820mm (2P)
 縦継ぎの有無 : 無し
 柱, 半柱, 間柱, 土台
 ヤング係数 : 11000N/mm²
 梁
 断面 : 105×180
 ヤング係数 : 9000N/mm²



(a) 高さ4000mm



(b) 高さ2800mm



(c) 高さ1500mm

図 4.3.1-2 面材くぎの留め付け間隔詳細 (寸法単位: mm)

(3) 梁の曲げ戻しの影響

梁の曲げ戻しの影響を確認するために、①梁のヤング係数（梁せい）、②くぎピッチ、③くぎの性能をパラメーターとした解析をおこなう。

解析モデルの一覧を表 4.3.1-5 に示す。なお、くぎピッチは (2)面材くぎの留め付けの違いによる影響の検討と同様としている。

表 4.3.1-5 解析モデルの一覧 (梁の曲げ戻しの影響)

試験体名	梁断面 (mm)	くぎピッチ (mm)		くぎ性能	計
		外周	中通り		
B15-p10-07	105×150	100	200	×0.7	36
B15-p10-10				×1.0	
B15-p10-15				×1.5	
B15-p15-07		150	300	×0.7	
B15-p15-10				×1.0	
B15-p15-15				×1.5	
B15-p30-07		300	300	×0.7	
B15-p30-10				×1.0	
B15-p30-15				×1.5	
B18-p10-07	105×180	100	200	×0.7	
B18-p10-10				×1.0	
B18-p10-15				×1.5	
B18-p15-07		150	300	×0.7	
B18-p15-10				×1.0	
B18-p15-15				×1.5	
B18-p30-07		300	300	×0.7	
B18-p30-10				×1.0	
B18-p30-15				×1.5	
B21-p10-07	105×210	100	200	×0.7	
B21-p10-10				×1.0	
B21-p10-15				×1.5	
B21-p15-07		150	300	×0.7	
B21-p15-10				×1.0	
B21-p15-15				×1.5	
B21-p30-07		300	300	×0.7	
B21-p30-10				×1.0	
B21-p30-15				×1.5	
B27-p10-07	105×270	100	200	×0.7	
B27-p10-10				×1.0	
B27-p10-15				×1.5	
B27-p15-07		150	300	×0.7	
B27-p15-10				×1.0	
B27-p15-15				×1.5	
B27-p30-07		300	300	×0.7	
B27-p30-10				×1.0	
B27-p30-15				×1.5	

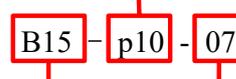
注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。

くぎピッチ

p10 : 外周100, 中通200

p15 : 外周150, 中通300

p30 : 外周300, 中通300



梁せい

B15 : 150mm

B18 : 180mm

B21 : 210mm

B27 : 270mm

くぎ性能

07 : ×0.7

10 : ×1.0

15 : ×1.5

2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

$$\begin{matrix} \text{梁せい} & \text{くぎピッチ} & \text{くぎ性能} \\ \begin{pmatrix} 15 \\ 18 \\ 21 \\ 27 \end{pmatrix} & \times & \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \\ 300 \end{pmatrix} & \times & \begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.0 \\ 0.7 \end{pmatrix} = 36\text{通り} \end{matrix}$$

3. その他条件を以下に示す。

面材高さ : 2800mm

面材幅 : 1820mm (2P)

縦継ぎの有無 : 無し

柱, 半柱, 間柱, 土台

ヤング係数 : 9000N/mm²

梁

ヤング係数 : 9000N/mm²

4.3.2 解析結果

(1) 高さの違い等の影響

解析結果の一覧を表 4.3.2-1 に示す。表 4.3.2-1 には 4 指標、壁倍率および、H2.8-2P-1W の結果を基準とした耐力の比を示した。

また、面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係を図 4.3.2-1 および図 4.3.2-2 に、面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力比 (H2.8-2P-1W 基準) と高さの関係を図 4.3.2-3 に、壁倍率の比較を図 4.3.2-4 に、面材幅 1m 当たりの短期許容せん断力の比較を図 4.3.2-5 に、面材幅 1m 当たりの 4 指標のせん断力を図 4.3.2-6 に示す。

1) 高さの違い

表 4.3.2-1 および図 4.3.2-3 によると、面材高さが高くなるほど耐力が低くなる傾向がみられた。高さ 2000mm~4000mm の結果では、値のばらつきは 5%に収まっており、高さの変化による短期基準せん断耐力 P_a への影響は小さいと考えられる。

変形性能は、他の高さに比べ 1500mm で高い結果となった。

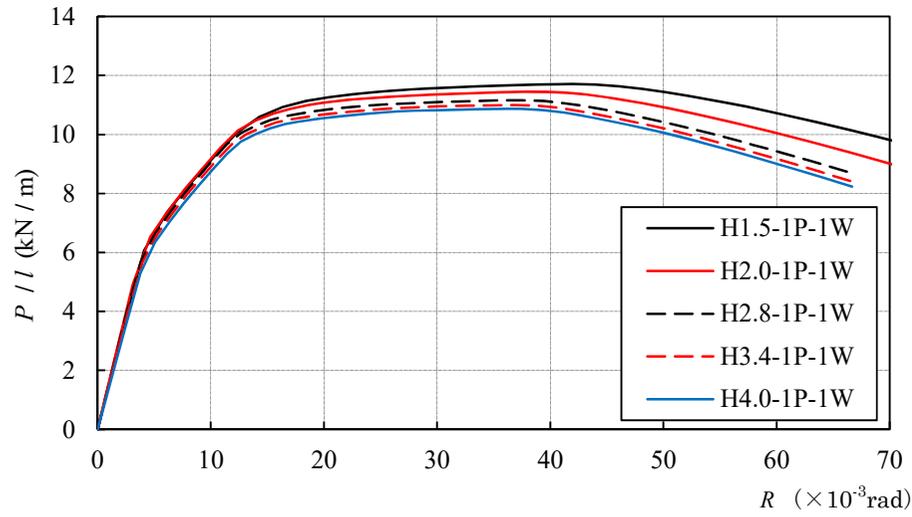
2) 面材の縦継ぎあり・なしの違い

図 4.3.2-1 および図 4.3.2-2 によると、縦継ぎありの仕様は縦継ぎありより変形性能が高くなった。図 4.3.2-2 によると、表 4.3.2-1 において基準とした H2.8-2P-1W (緑の太点線) の結果は縦継ぎなしの解析結果の平均付近の結果であった。

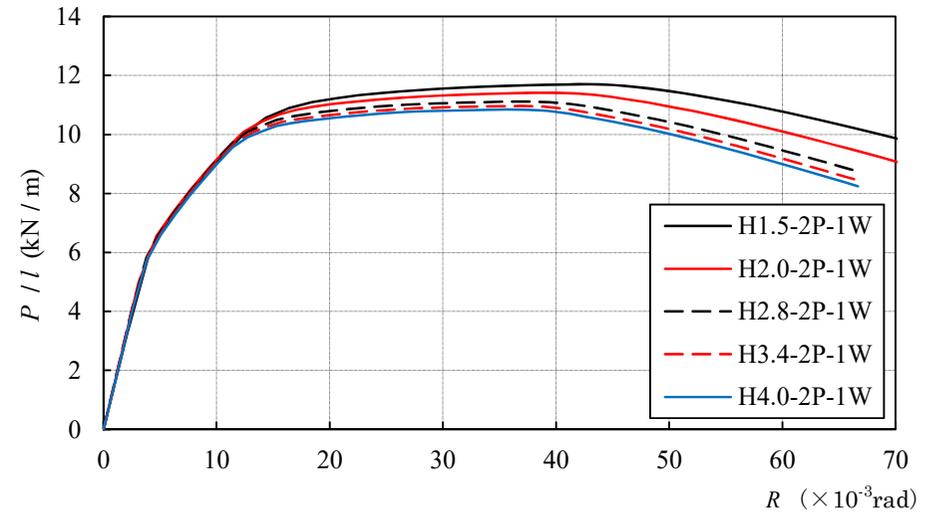
図 4.3.2-6 によると、(b) $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ および(d) P120 において、縦継ぎありでは縦継ぎなしに対し小さい値となる傾向がみられた。

表 4.3.2-1 解析結果の一覧 (高さの違いの影響)

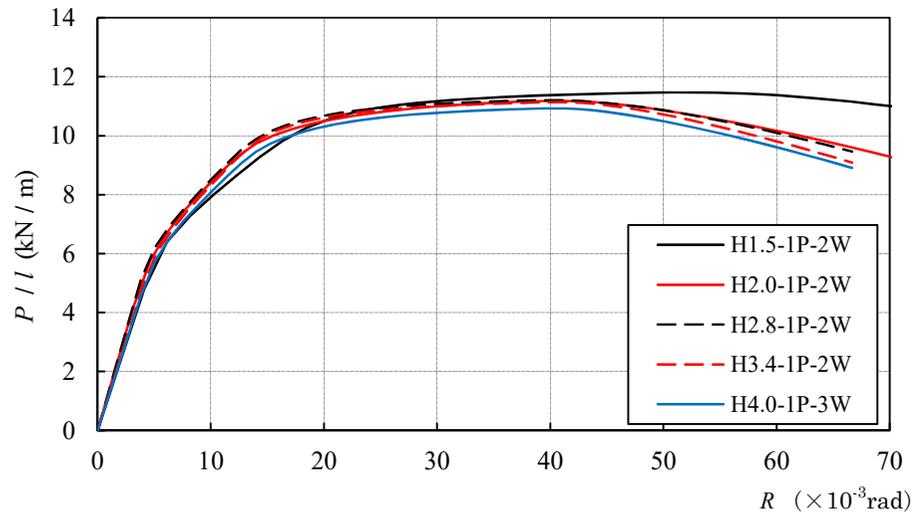
試験体名	面材高さ (mm)	面材幅 (mm)	縦継の有無	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	特定変形角1/120rad時 P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力の比 (H2.8-2P-1W基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P_a
H1.5-1P-2W	1500	910	有	5.61	6.84	6.96	6.67	5.61	3.14	1.04	0.86	1.03	0.87	1.04
H2.0-1P-2W	2000			5.60	7.10	6.79	7.04	5.60	3.13	1.03	0.89	1.01	0.92	1.03
H2.8-1P-2W	2800			5.49	7.33	6.80	7.11	5.49	3.07	1.01	0.92	1.01	0.93	1.01
H3.4-1P-2W	3400			5.43	7.02	6.76	6.94	5.43	3.04	1.00	0.88	1.00	0.91	1.00
H4.0-1P-3W	4000			5.39	6.76	6.63	6.74	5.39	3.02	1.00	0.85	0.98	0.88	1.00
H1.5-1P-1W	1500		無	5.78	8.00	7.10	7.65	5.78	3.24	1.07	1.00	1.05	1.00	1.07
H2.0-1P-1W	2000			5.54	8.00	6.95	7.67	5.54	3.10	1.02	1.00	1.03	1.00	1.02
H2.8-1P-1W	2800			5.44	7.72	6.77	7.56	5.44	3.05	1.00	0.97	1.00	0.99	1.00
H3.4-1P-1W	3400			5.38	7.44	6.67	7.43	5.38	3.01	0.99	0.93	0.99	0.97	0.99
H4.0-1P-1W	4000			5.29	7.19	6.60	7.28	5.29	2.96	0.98	0.90	0.98	0.95	0.98
H1.5-2P-2W	1500	1820	有	11.20	13.69	13.92	13.34	11.20	3.13	1.03	0.86	1.03	0.87	1.03
H2.0-2P-2W	2000			11.13	14.20	13.56	13.94	11.13	3.12	1.03	0.89	1.01	0.91	1.03
H2.8-2P-2W	2800			10.97	14.88	13.59	14.33	10.97	3.07	1.01	0.93	1.01	0.94	1.01
H3.4-2P-2W	3400			10.86	15.00	13.50	14.49	10.86	3.04	1.00	0.94	1.00	0.95	1.00
H4.0-2P-3W	4000			10.74	14.11	13.25	13.78	10.74	3.01	0.99	0.89	0.98	0.90	0.99
H1.5-2P-1W	1500		無	11.48	15.98	14.20	15.20	11.48	3.21	1.06	1.00	1.05	1.00	1.06
H2.0-2P-1W	2000			11.03	16.06	13.85	15.31	11.03	3.09	1.02	1.01	1.03	1.00	1.02
H2.8-2P-1W	2800			10.84	15.93	13.49	15.26	10.84	3.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H3.4-2P-1W	3400			10.65	15.61	13.31	15.15	10.65	2.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98
H4.0-2P-1W	4000			10.59	15.23	13.16	15.01	10.59	2.96	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98



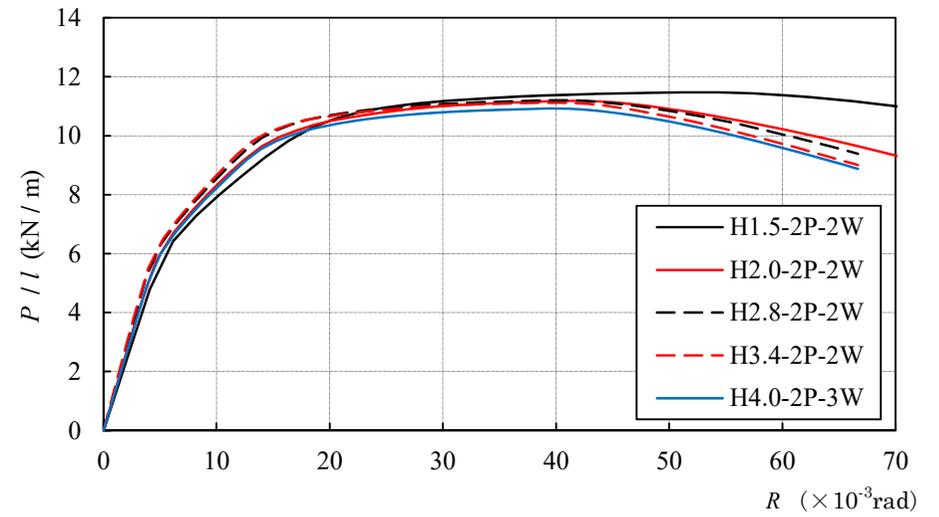
(a) 1P, 縦継ぎなし



(b) 2P, 縦継ぎなし



(c) 1P, 縦継ぎあり



(d) 2P, 縦継ぎあり

図 4.3.2-1 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係

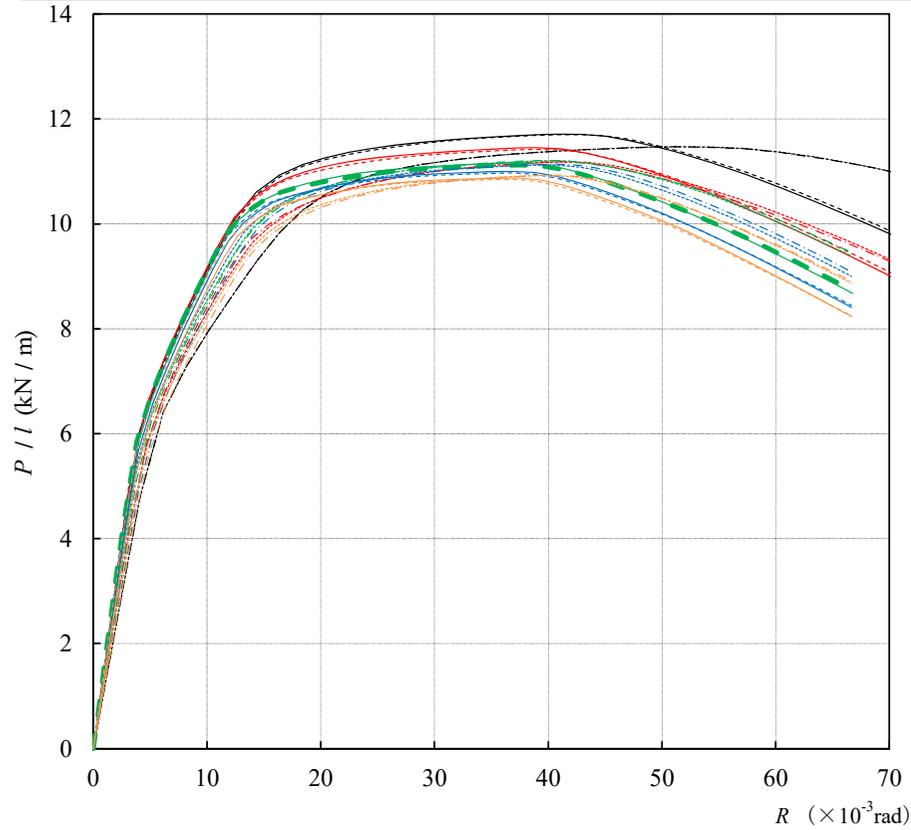
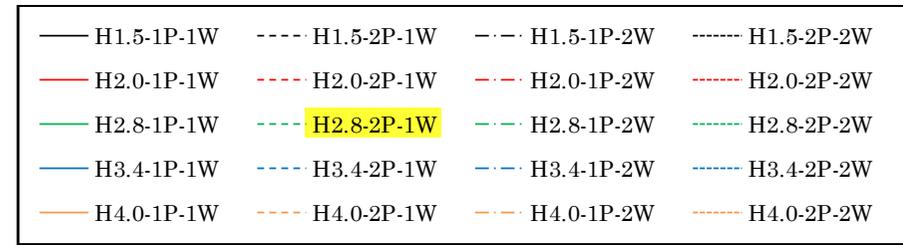


図 4.3.2-2 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の比較

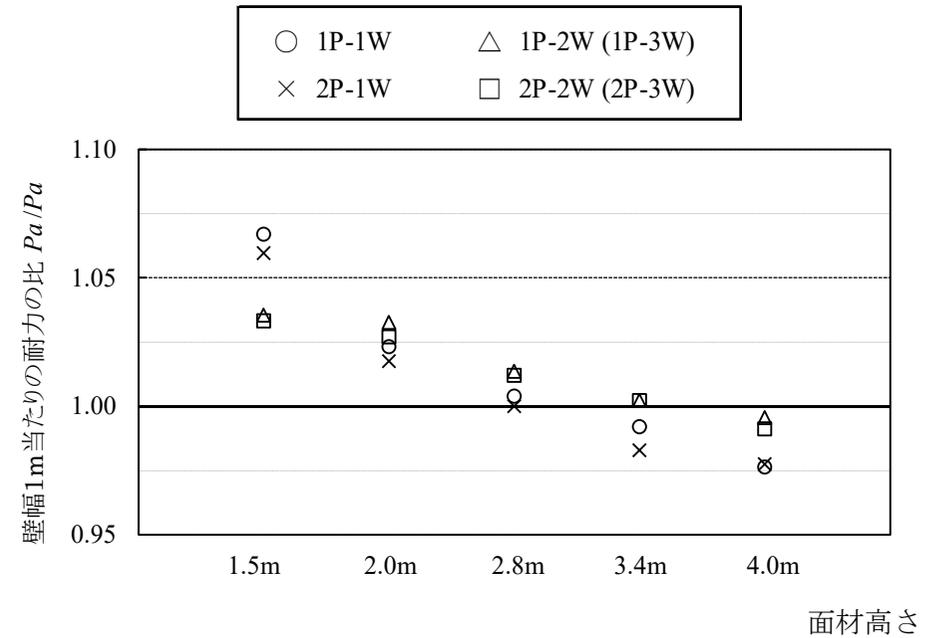


図 4.3.2-3 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力比と高さの関係 (H2.8-2P-1W 基準)

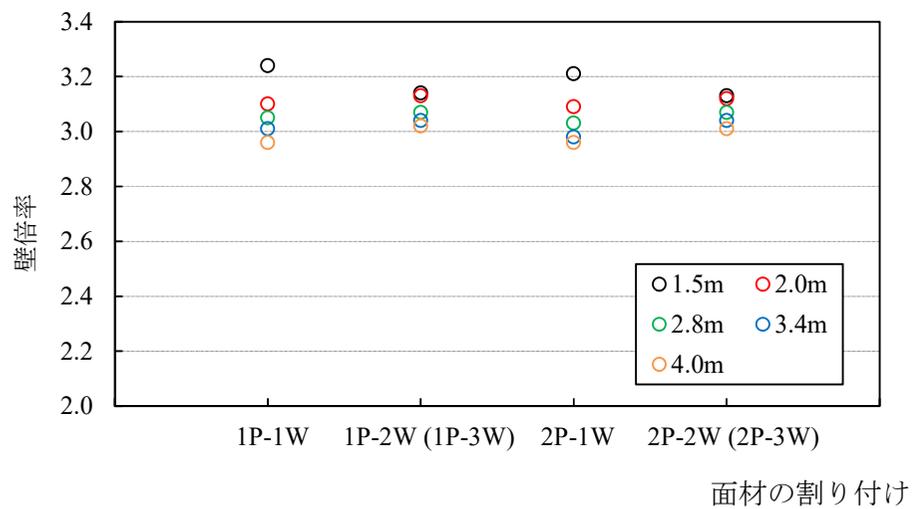


図 4.3.2-4 壁倍率の比較

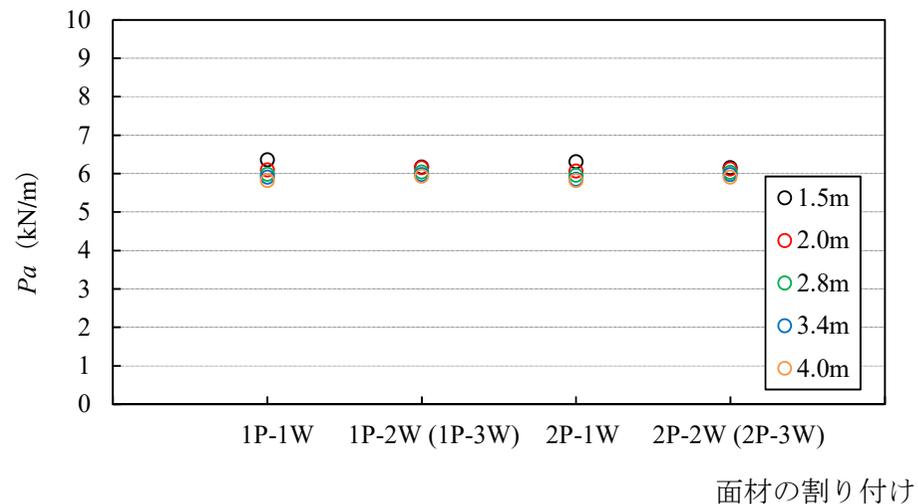
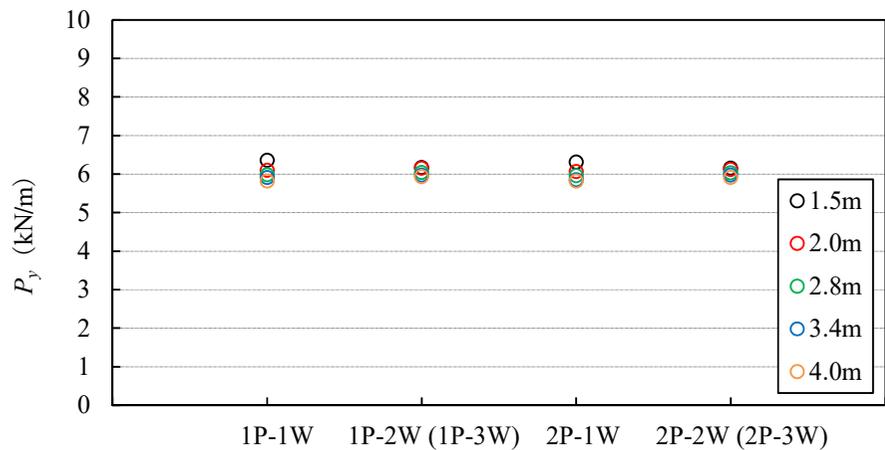
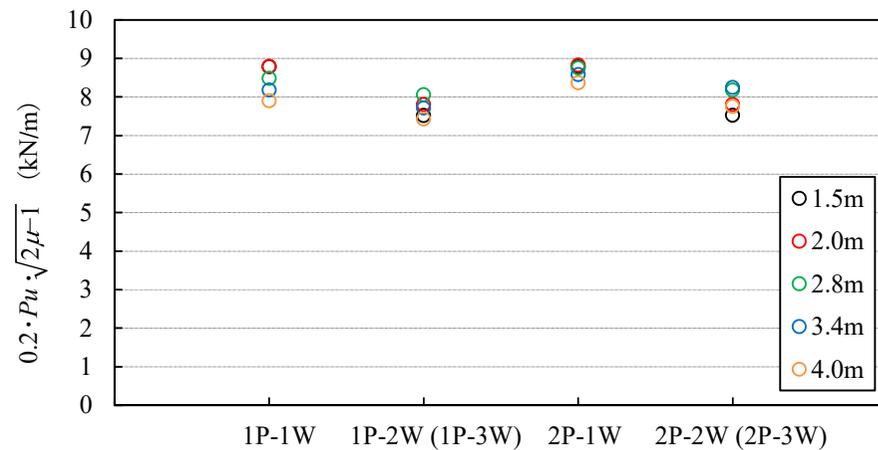


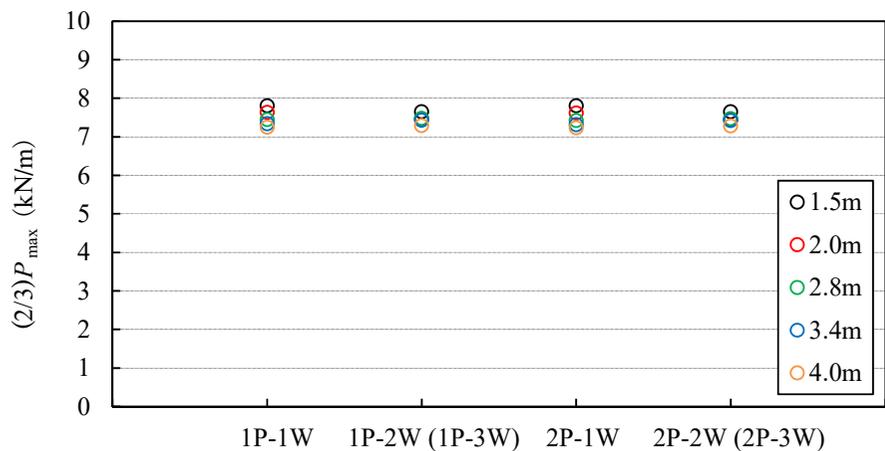
図 4.3.2-5 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較



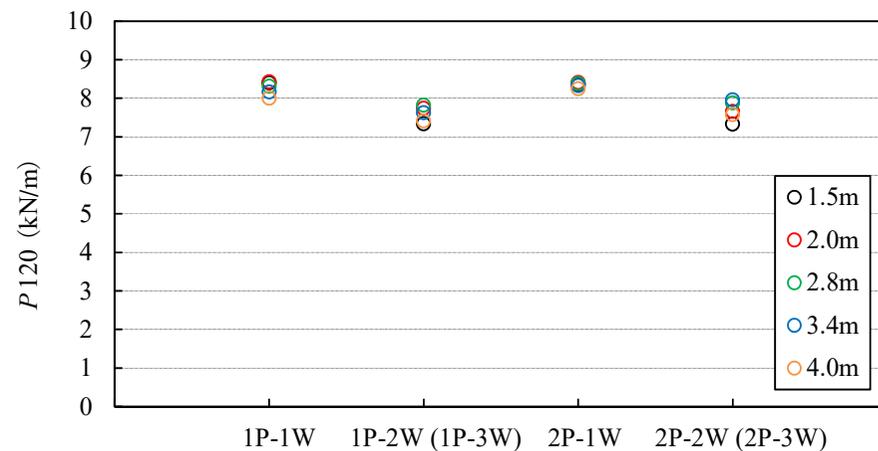
(a) 降伏耐力 P_y



(b) $0.2 \times P_u \times \sqrt{2\mu-1}$



(c) $P_{\max} \times 2/3$



(d) 特定変形角 1/120rad 時

図 4.3.2-6 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較

(2) 面材くぎの留付けの違いによる影響

解析結果の一覧を表 4.3.2-2～表 4.3.2-4 に示す。

また、面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係を図 4.3.2-7～図 4.3.2-9 に、壁倍率の比較および面材幅 1m 当たりのせん断力の比較を図 4.3.2-10～図 4.3.2-18 に示す。全て柱のヤング係数別に整理している。

1) 柱ヤング係数の違い

表 4.3.2-2～表 4.3.2-4 によると、本解析では柱のヤング係数の違い($E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合、 $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合、 $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)による耐力の違いは小さかった。

2) 高さの影響

図 4.3.2-10～図 4.3.2-18 によると、短期基準せん断耐力に対してくぎピッチおよびくぎ耐力の影響は大きい、高さの影響は小さい。

図 4.3.2-11 によると、面材くぎの留め付け間隔やくぎ耐力が変化しても、面材高さが高くなるほど面材幅 1m 当たりの Pa が低くなる傾向がみられた。

表 4.3.2-2 解析結果の一覧 (面材くぎの留付けの違いによる影響, 柱: $E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合)

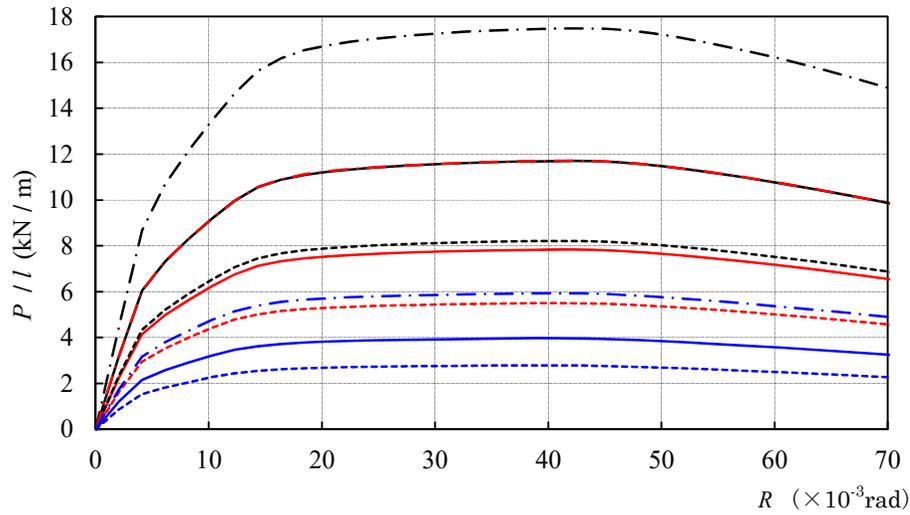
試験体名	面材高さ	くぎピッチ (mm)	くぎ性能	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{\max}$ (kN)	特定変形角1/120rad時 P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	面材幅1m当たりの耐力の比 (H2.8-c7-p10-10基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{\max}$	P_{120}	P_a
F1.5-c7-p10-07	1500	100	×0.7	8.11	11.45	9.97	10.81	8.11	2.27	0.75	0.72	0.74	0.71	0.75
F2.8-c7-p10-07	2800			7.57	11.44	9.46	10.88	7.57	2.12	0.70	0.72	0.70	0.71	0.70
F4.0-c7-p10-07	4000			7.35	11.00	9.23	10.74	7.35	2.06	0.68	0.69	0.68	0.70	0.68
F1.5-c7-p10-10	1500		×1.0	11.48	15.98	14.20	15.20	11.48	3.21	1.06	1.00	1.05	1.00	1.06
F2.8-c7-p10-10	2800			10.84	15.93	13.49	15.26	10.84	3.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
F4.0-c7-p10-10	4000			10.59	15.23	13.16	15.01	10.59	2.96	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98
F1.5-c7-p10-15	1500		×1.5	17.06	23.07	21.21	22.26	17.06	4.78	1.57	1.45	1.57	1.46	1.57
F2.8-c7-p10-15	2800			16.19	22.83	20.20	22.24	16.19	4.53	1.49	1.43	1.50	1.46	1.49
F4.0-c7-p10-15	4000			15.78	21.73	19.71	21.74	15.78	4.42	1.46	1.36	1.46	1.42	1.46
F1.5-c7-p15-07	1500	150	×0.7	5.44	7.81	6.67	7.31	5.44	1.52	0.50	0.49	0.49	0.48	0.50
F2.8-c7-p15-07	2800			5.11	7.86	6.41	7.47	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
F4.0-c7-p15-07	4000			4.63	7.08	5.82	6.90	4.63	1.29	0.43	0.44	0.43	0.45	0.43
F1.5-c7-p15-10	1500		×1.0	7.74	10.94	9.51	10.31	7.74	2.16	0.71	0.69	0.70	0.68	0.71
F2.8-c7-p15-10	2800			7.32	11.07	9.15	10.52	7.32	2.05	0.68	0.70	0.68	0.69	0.68
F4.0-c7-p15-10	4000			6.60	9.93	8.30	9.70	6.60	1.85	0.61	0.62	0.61	0.64	0.61
F1.5-c7-p15-15	1500		×1.5	11.50	15.95	14.21	15.18	11.50	3.22	1.06	1.00	1.05	0.99	1.06
F2.8-c7-p15-15	2800			11.00	16.10	13.70	15.44	11.00	3.08	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02
F4.0-c7-p15-15	4000			10.01	14.40	12.43	14.20	10.01	2.80	0.92	0.90	0.92	0.93	0.92
F1.5-c7-p30-07	1500	300	×0.7	2.77	4.04	3.38	3.76	2.77	0.77	0.26	0.25	0.25	0.25	0.26
F2.8-c7-p30-07	2800			2.68	4.18	3.37	3.98	2.68	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
F4.0-c7-p30-07	4000			2.42	3.76	3.03	3.66	2.42	0.67	0.22	0.24	0.22	0.24	0.22
F1.5-c7-p30-10	1500		×1.0	3.95	5.70	4.82	5.32	3.95	1.10	0.36	0.36	0.36	0.35	0.36
F2.8-c7-p30-10	2800			3.83	5.92	4.80	5.63	3.83	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
F4.0-c7-p30-10	4000			3.45	5.30	4.33	5.18	3.45	0.96	0.32	0.33	0.32	0.34	0.32
F1.5-c7-p30-15	1500		×1.5	5.90	8.35	7.20	7.88	5.90	1.65	0.54	0.52	0.53	0.52	0.54
F2.8-c7-p30-15	2800			5.75	8.75	7.19	8.32	5.75	1.61	0.53	0.55	0.53	0.55	0.53
F4.0-c7-p30-15	4000			5.15	7.80	6.48	7.64	5.15	1.44	0.48	0.49	0.48	0.50	0.48

表 4.3.2-3 解析結果の一覧 (面材くぎの留付けの違いによる影響, 柱: $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

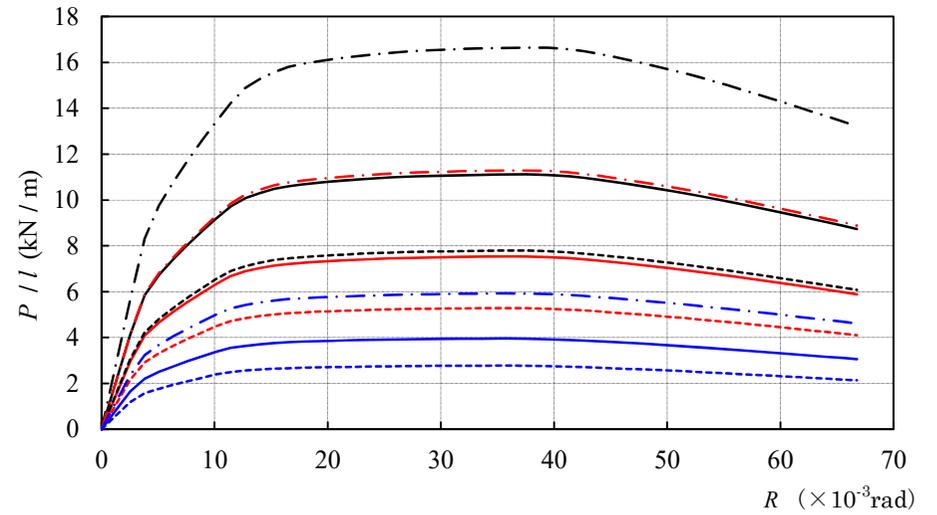
試験体名	面材高さ	くぎ ピッチ (mm)	くぎ性能	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{\max}$ (kN)	P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	面材幅1m当たりの耐力の比 (H2.8-c9-p10-10基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{\max}$	P_{120}	P_a
F1.5-c9-p10-07	1500	100	×0.7	8.13	11.49	9.98	10.84	8.13	2.27	0.75	0.72	0.74	0.71	0.75
F2.8-c9-p10-07	2800			7.56	11.48	9.47	10.92	7.56	2.12	0.70	0.72	0.70	0.71	0.70
F4.0-c9-p10-07	4000			7.33	11.06	9.23	10.80	7.33	2.05	0.68	0.69	0.68	0.70	0.68
F1.5-c9-p10-10	1500		×1.0	11.51	16.03	14.22	15.25	11.51	3.22	1.06	1.00	1.05	0.99	1.06
F2.8-c9-p10-10	2800			10.85	16.03	13.51	15.33	10.85	3.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
F4.0-c9-p10-10	4000			10.59	15.41	13.17	15.12	10.59	2.96	0.98	0.96	0.98	0.99	0.98
F1.5-c9-p10-15	1500		×1.5	17.09	23.18	21.25	22.34	17.09	4.79	1.58	1.45	1.57	1.46	1.58
F2.8-c9-p10-15	2800			16.21	23.04	20.22	22.39	16.21	4.54	1.49	1.44	1.50	1.46	1.49
F4.0-c9-p10-15	4000			15.84	21.99	19.73	21.96	15.84	4.43	1.46	1.37	1.46	1.43	1.46
F1.5-c9-p15-07	1500	150	×0.7	5.45	7.84	6.68	7.33	5.45	1.52	0.50	0.49	0.49	0.48	0.50
F2.8-c9-p15-07	2800			5.11	7.88	6.42	7.49	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
F4.0-c9-p15-07	4000			4.63	7.10	5.82	6.93	4.63	1.29	0.43	0.44	0.43	0.45	0.43
F1.5-c9-p15-10	1500		×1.0	7.75	10.98	9.52	10.35	7.75	2.17	0.71	0.68	0.70	0.67	0.71
F2.8-c9-p15-10	2800			7.31	11.10	9.16	10.56	7.31	2.05	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67
F4.0-c9-p15-10	4000			6.60	9.98	8.30	9.75	6.60	1.85	0.61	0.62	0.61	0.64	0.61
F1.5-c9-p15-15	1500		×1.5	11.52	16.01	14.24	15.23	11.52	3.23	1.06	1.00	1.05	0.99	1.06
F2.8-c9-p15-15	2800			11.02	16.20	13.71	15.52	11.02	3.08	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02
F4.0-c9-p15-15	4000			10.01	14.56	12.44	14.30	10.01	2.80	0.92	0.91	0.92	0.93	0.92
F1.5-c9-p30-07	1500	300	×0.7	2.78	4.05	3.39	3.76	2.78	0.77	0.26	0.25	0.25	0.25	0.26
F2.8-c9-p30-07	2800			2.68	4.19	3.37	3.99	2.68	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
F4.0-c9-p30-07	4000			2.42	3.77	3.03	3.67	2.42	0.67	0.22	0.23	0.22	0.24	0.22
F1.5-c9-p30-10	1500		×1.0	3.96	5.71	4.83	5.33	3.96	1.10	0.36	0.36	0.36	0.35	0.36
F2.8-c9-p30-10	2800			3.83	5.93	4.81	5.64	3.83	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
F4.0-c9-p30-10	4000			3.45	5.32	4.33	5.20	3.45	0.96	0.32	0.33	0.32	0.34	0.32
F1.5-c9-p30-15	1500		×1.5	5.91	8.37	7.21	7.90	5.91	1.65	0.54	0.52	0.53	0.51	0.54
F2.8-c9-p30-15	2800			5.75	8.76	7.20	8.35	5.75	1.61	0.53	0.55	0.53	0.54	0.53
F4.0-c9-p30-15	4000			5.16	7.83	6.49	7.68	5.16	1.44	0.48	0.49	0.48	0.50	0.48

表 4.3.2-4 解析結果の一覧 (面材くぎの留付けの違いによる影響, 柱: $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

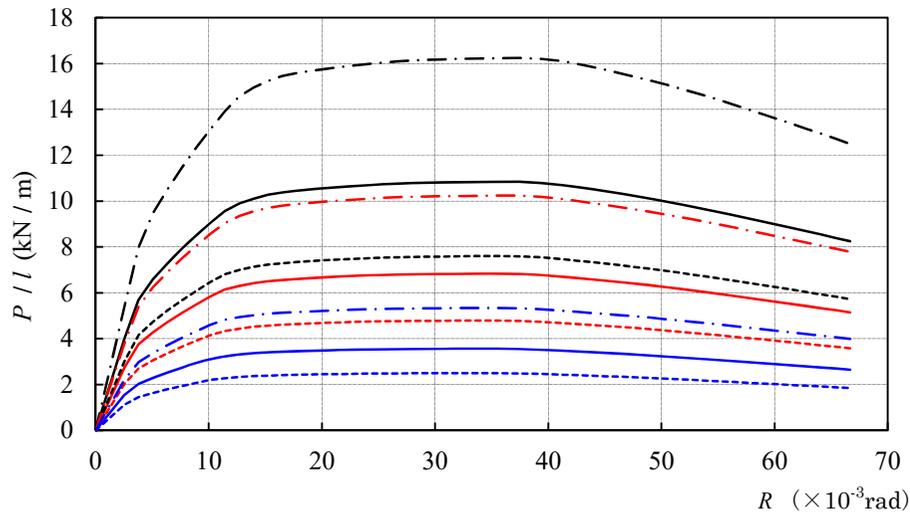
試験体名	面材高さ	くぎ ピッチ (mm)	くぎ性能	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{\max}$ (kN)	P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	面材幅1m当たりの耐力の比 (H2.8-c11-p10-10基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{\max}$	P_{120}	P_a
F1.5-c11-p10-07	1500	100	×0.7	8.14	11.52	10.00	10.87	8.14	2.28	0.75	0.71	0.74	0.71	0.75
F2.8-c11-p10-07	2800			7.56	11.50	9.48	10.96	7.56	2.11	0.70	0.71	0.70	0.71	0.70
F4.0-c11-p10-07	4000			7.33	11.11	9.24	10.85	7.33	2.05	0.68	0.69	0.68	0.70	0.68
F1.5-c11-p10-10	1500		×1.0	11.54	16.08	14.24	15.29	11.54	3.23	1.06	1.00	1.05	0.99	1.06
F2.8-c11-p10-10	2800			10.85	16.12	13.52	15.40	10.85	3.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
F4.0-c11-p10-10	4000			10.57	15.55	13.18	15.21	10.57	2.96	0.97	0.96	0.98	0.99	0.97
F1.5-c11-p10-15	1500		×1.5	17.13	23.27	21.29	22.41	17.13	4.80	1.58	1.44	1.57	1.46	1.58
F2.8-c11-p10-15	2800			16.23	23.21	20.24	22.51	16.23	4.54	1.50	1.44	1.50	1.46	1.50
F4.0-c11-p10-15	4000			15.88	22.22	19.74	22.15	15.88	4.45	1.46	1.38	1.46	1.44	1.46
F1.5-c11-p15-07	1500	150	×0.7	5.46	7.86	6.69	7.35	5.46	1.53	0.50	0.49	0.50	0.48	0.50
F2.8-c11-p15-07	2800			5.11	7.89	6.42	7.51	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
F4.0-c11-p15-07	4000			4.64	7.13	5.82	6.95	4.64	1.29	0.43	0.44	0.43	0.45	0.43
F1.5-c11-p15-10	1500		×1.0	7.77	11.00	9.54	10.37	7.77	2.17	0.72	0.68	0.71	0.67	0.72
F2.8-c11-p15-10	2800			7.31	11.13	9.16	10.59	7.31	2.04	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67
F4.0-c11-p15-10	4000			6.61	10.02	8.31	9.79	6.61	1.85	0.61	0.62	0.61	0.64	0.61
F1.5-c11-p15-15	1500		×1.5	11.55	16.06	14.26	15.28	11.55	3.23	1.06	1.00	1.05	0.99	1.06
F2.8-c11-p15-15	2800			11.03	16.29	13.72	15.58	11.03	3.09	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02
F4.0-c11-p15-15	4000			9.99	14.69	12.45	14.38	9.99	2.80	0.92	0.91	0.92	0.93	0.92
F1.5-c11-p30-07	1500	300	×0.7	2.78	4.05	3.39	3.77	2.78	0.77	0.26	0.25	0.25	0.24	0.26
F2.8-c11-p30-07	2800			2.69	4.19	3.38	4.00	2.69	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
F4.0-c11-p30-07	4000			2.42	3.78	3.04	3.68	2.42	0.67	0.22	0.23	0.22	0.24	0.22
F1.5-c11-p30-10	1500		×1.0	3.96	5.72	4.84	5.34	3.96	1.11	0.37	0.36	0.36	0.35	0.37
F2.8-c11-p30-10	2800			3.84	5.93	4.82	5.66	3.84	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
F4.0-c11-p30-10	4000			3.45	5.33	4.33	5.21	3.45	0.96	0.32	0.33	0.32	0.34	0.32
F1.5-c11-p30-15	1500		×1.5	5.92	8.39	7.23	7.91	5.92	1.66	0.55	0.52	0.53	0.51	0.55
F2.8-c11-p30-15	2800			5.76	8.78	7.21	8.37	5.76	1.61	0.53	0.54	0.53	0.54	0.53
F4.0-c11-p30-15	4000			5.16	7.86	6.49	7.71	5.16	1.44	0.48	0.49	0.48	0.50	0.48



(a) 高さ1500mm



(b) 高さ2800mm



(c) 高さ4000mm

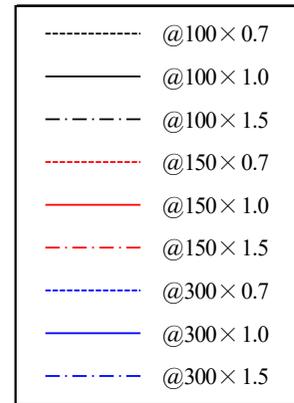
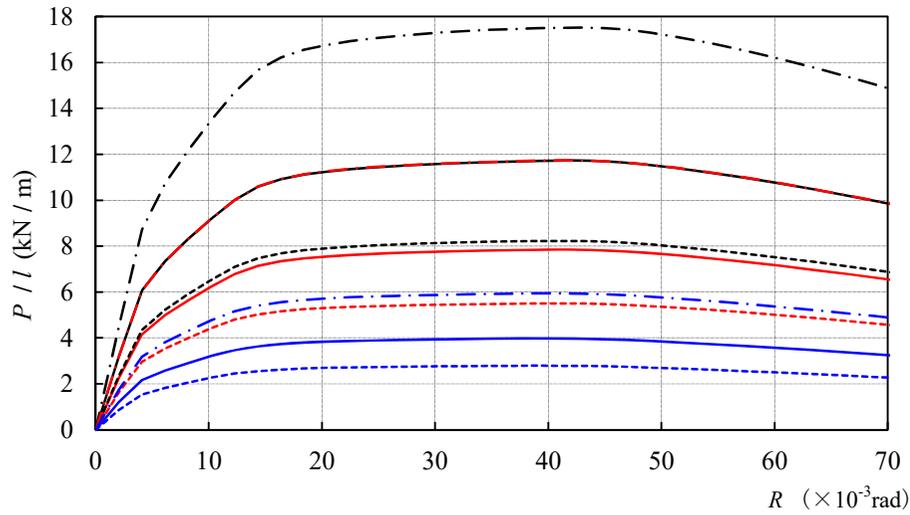
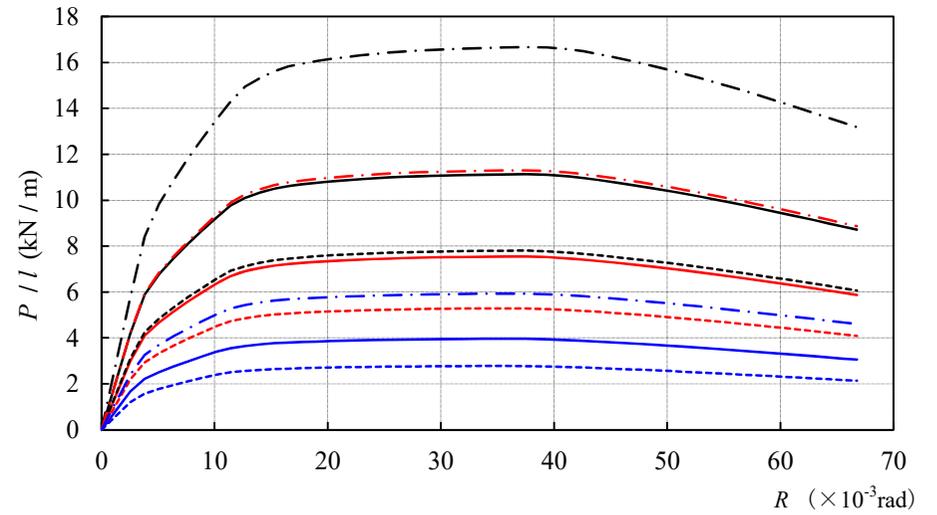


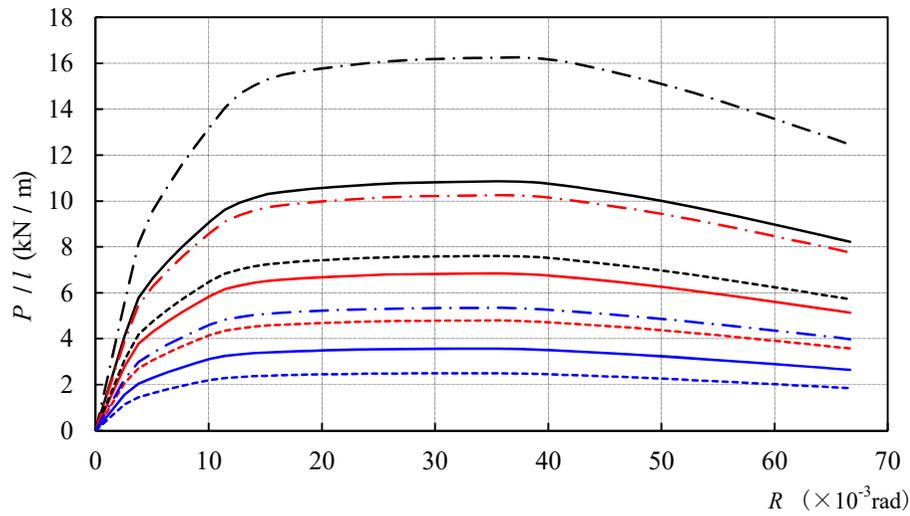
図 4.3.2-7 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の比較 (柱: $E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合)



(a) 高さ1500mm



(b) 高さ2800mm



(c) 高さ4000mm

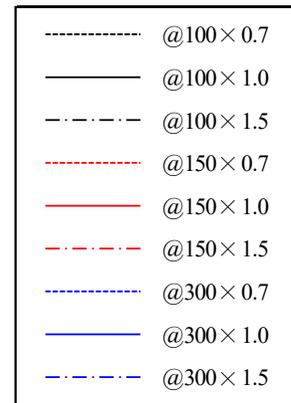
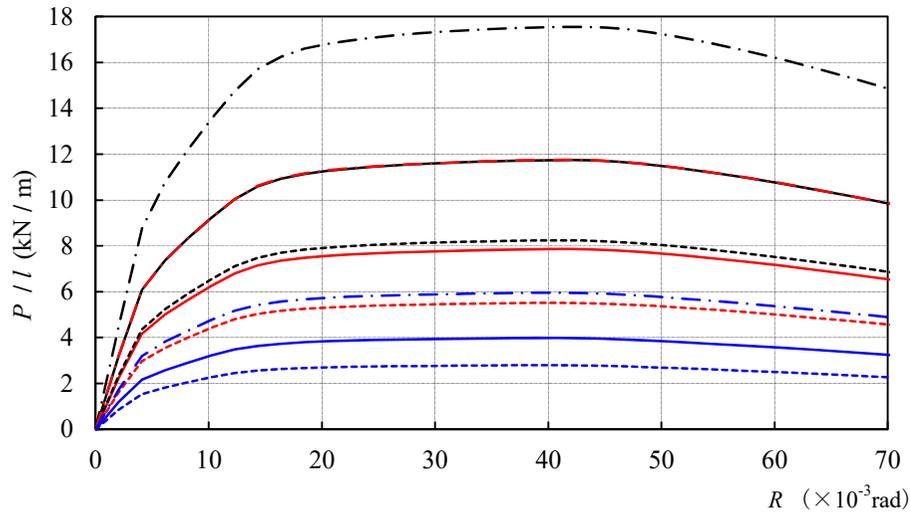
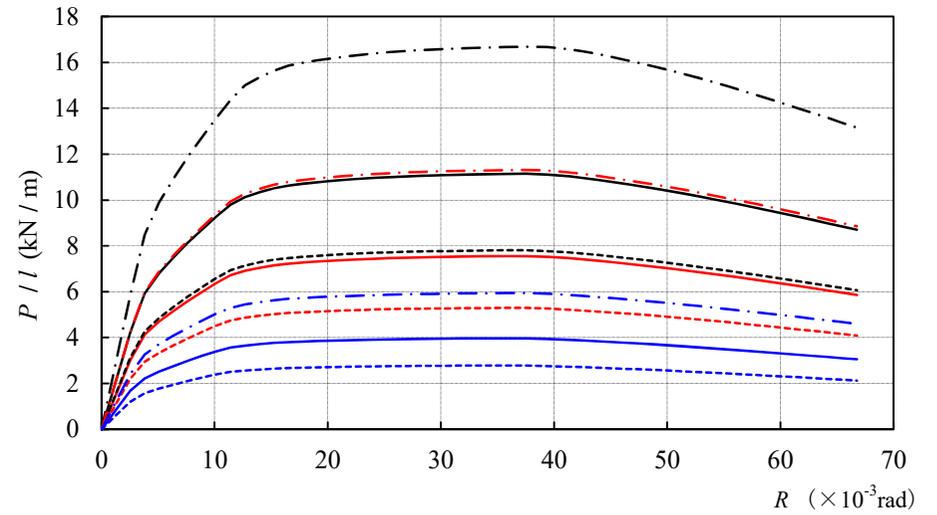


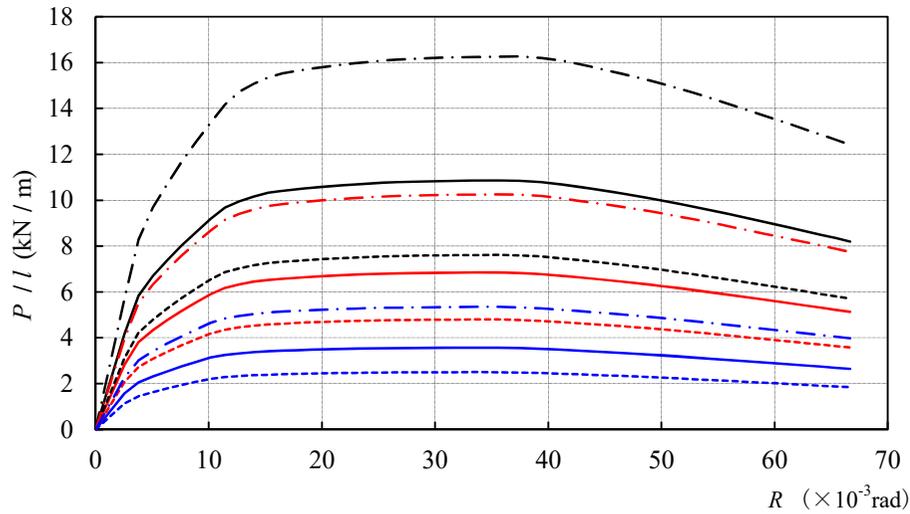
図 4.3.2-8 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の比較 (柱: $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合)



(a) 高さ1500mm



(b) 高さ2800mm



(c) 高さ4000mm

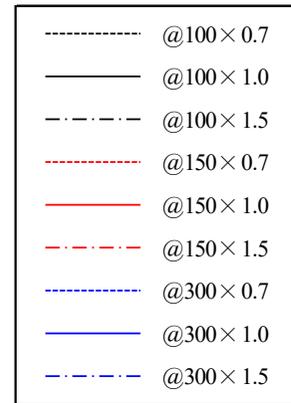


図 4.3.2-9 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の比較 (柱: $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

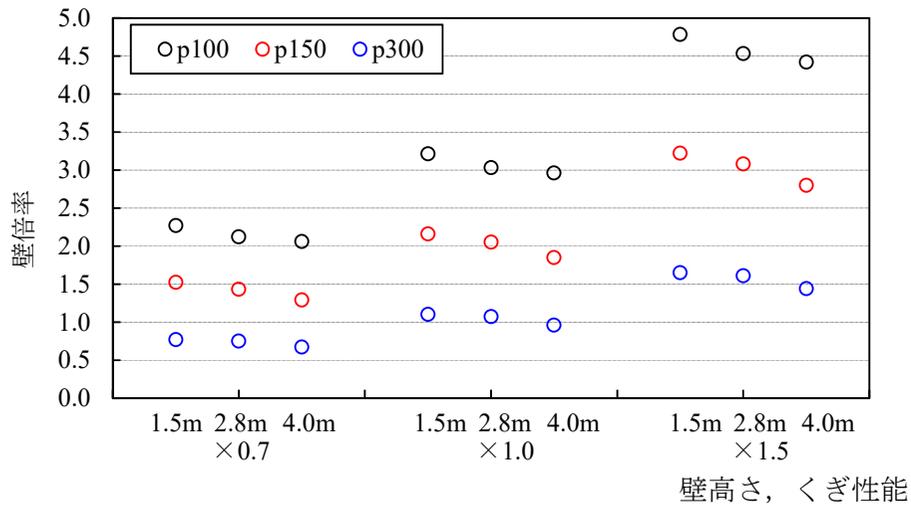


図 4.3.2-10 壁倍率の比較(柱： $E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合)

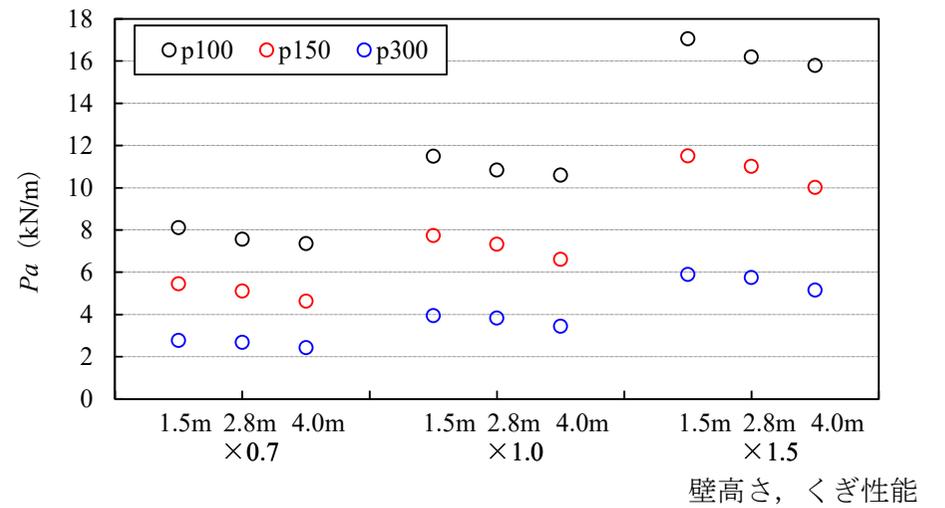
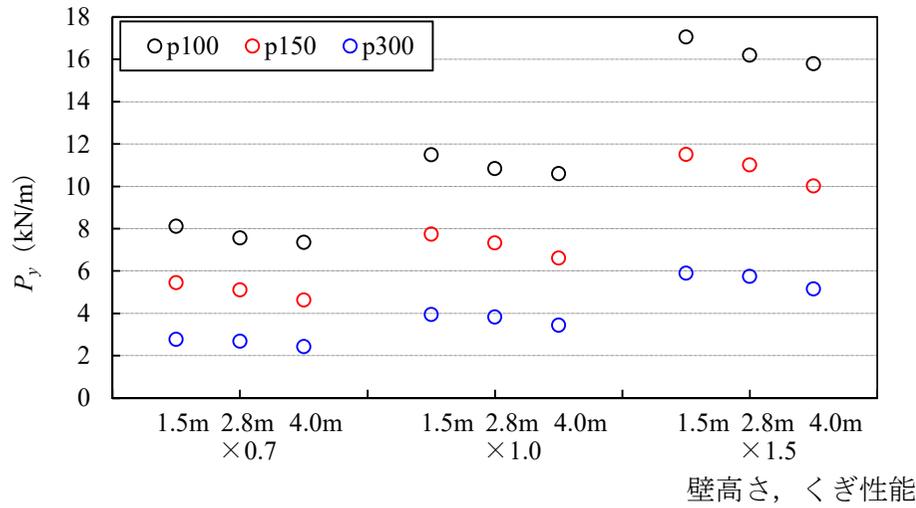
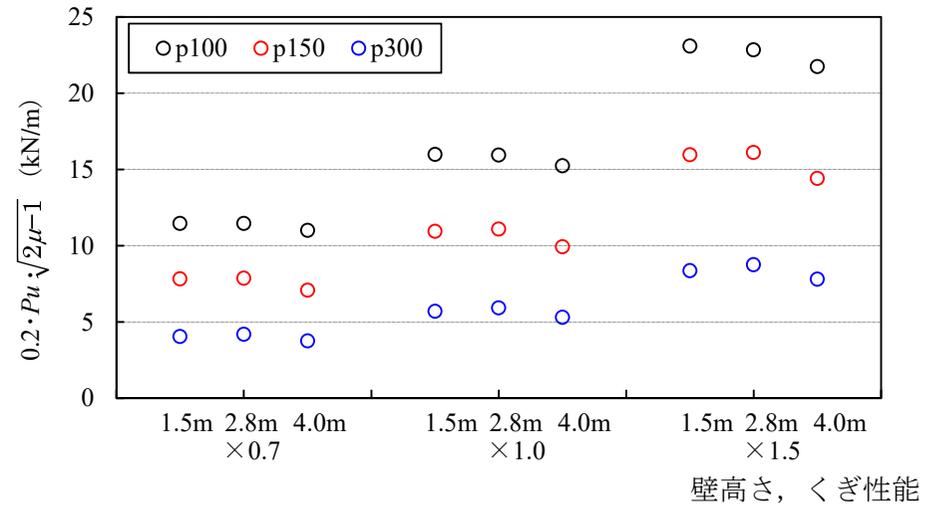


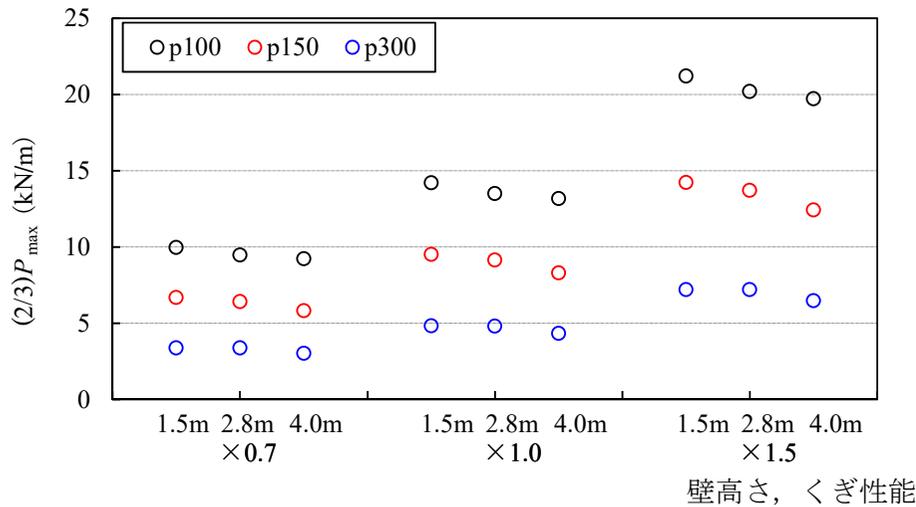
図 4.3.2-11 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較
(柱： $E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合)



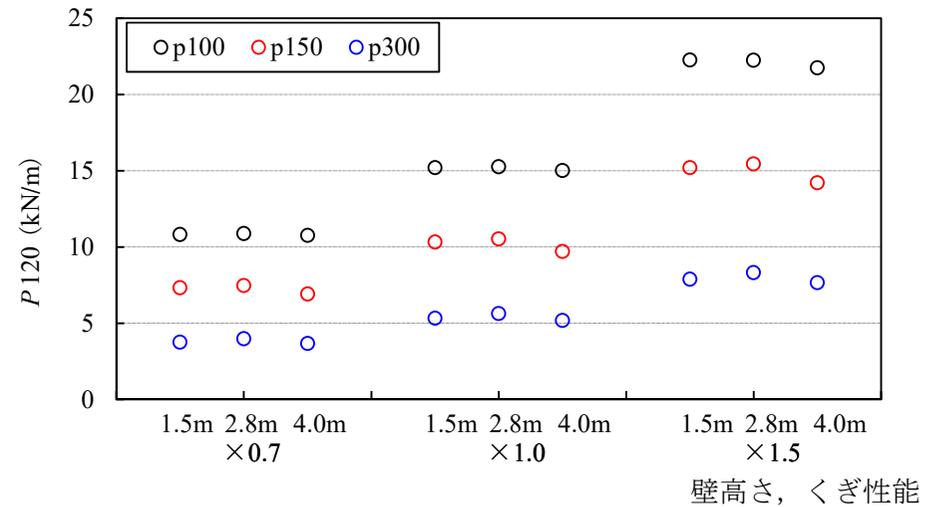
(a) 降伏耐力 P_y



(b) $0.2 \times P_u \times \sqrt{2\mu-1}$



(c) $P_{max} \times 2/3$



(d) 特定変形角 1/120rad 時

図 4.3.2-12 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較 (柱: $E=7.35\text{kN/mm}^2$ の場合)

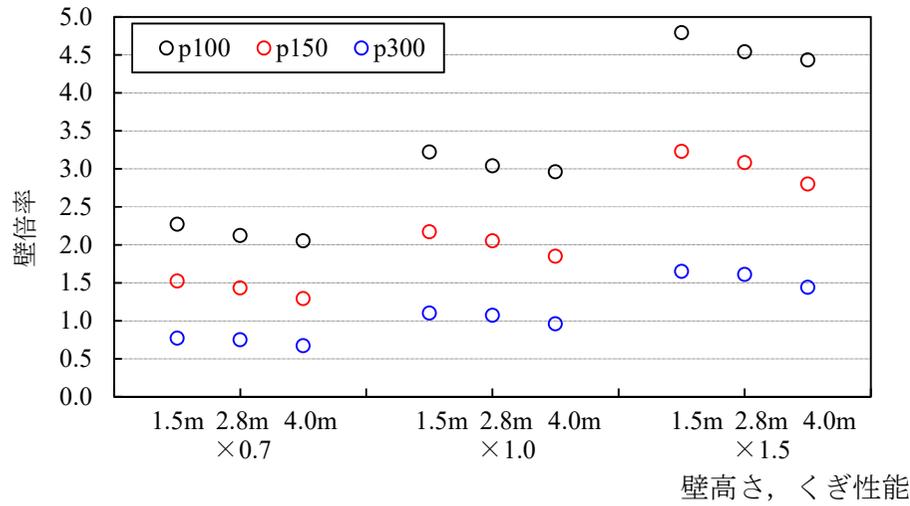


図 4.3.2-13 壁倍率の比較 (柱 : $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

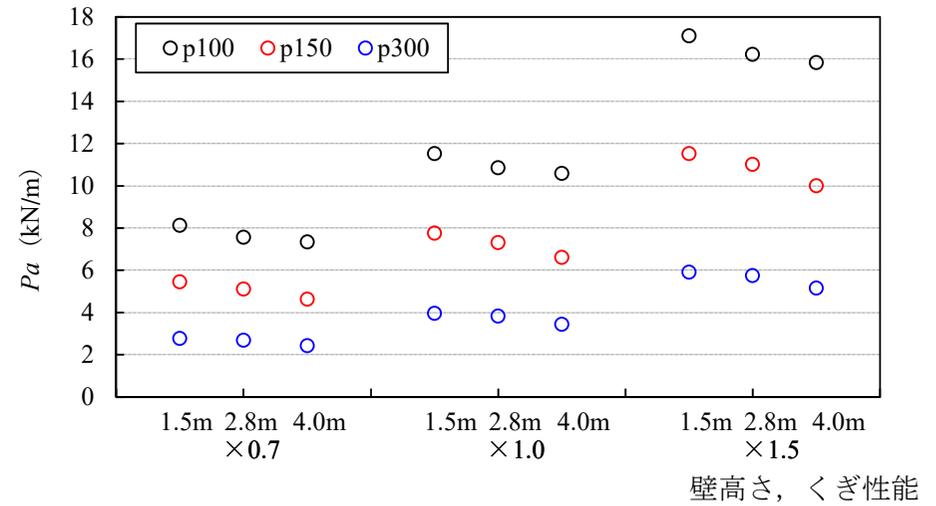
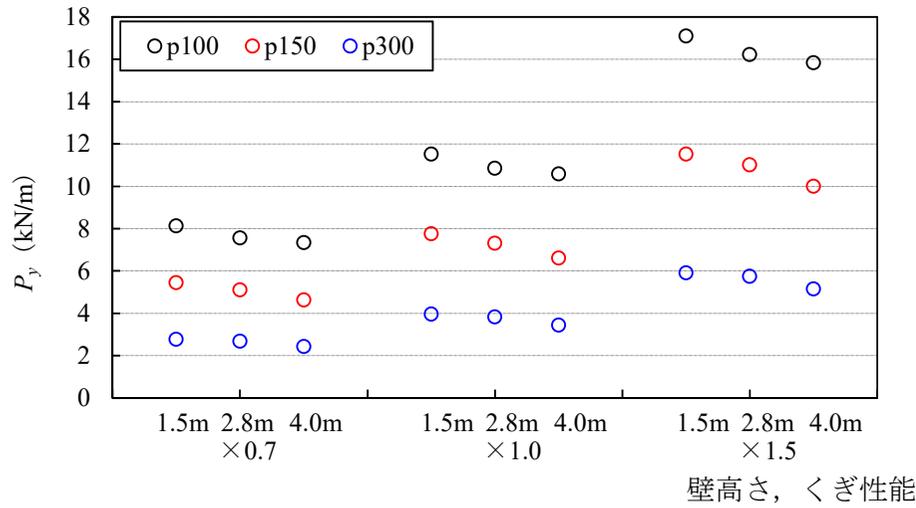
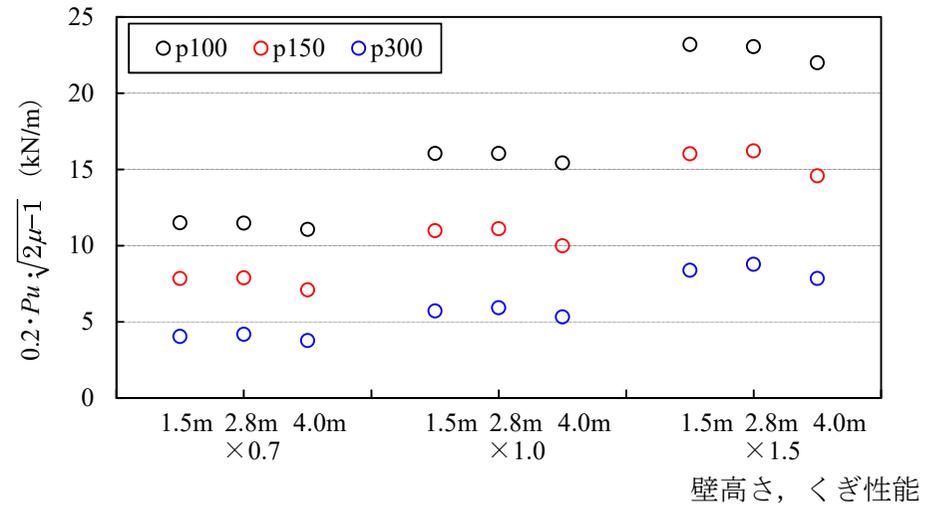


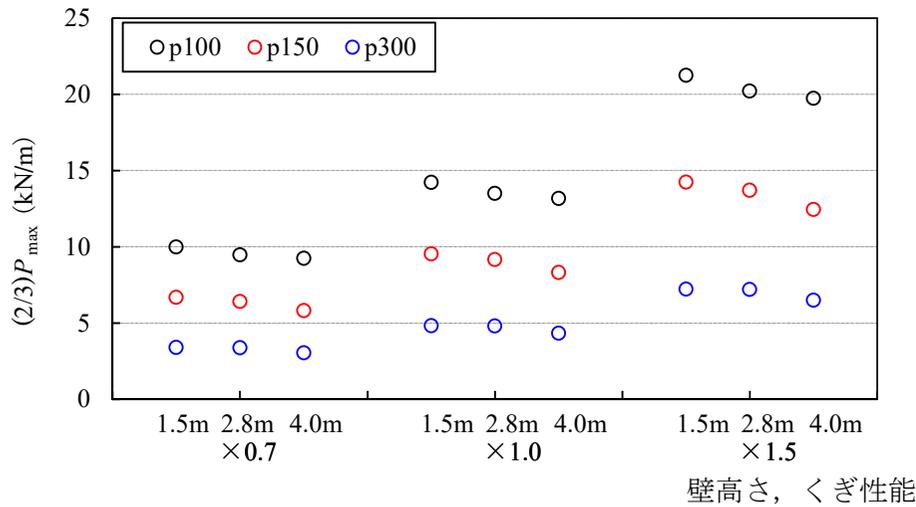
図 4.3.2-14 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較 (柱 : $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合)



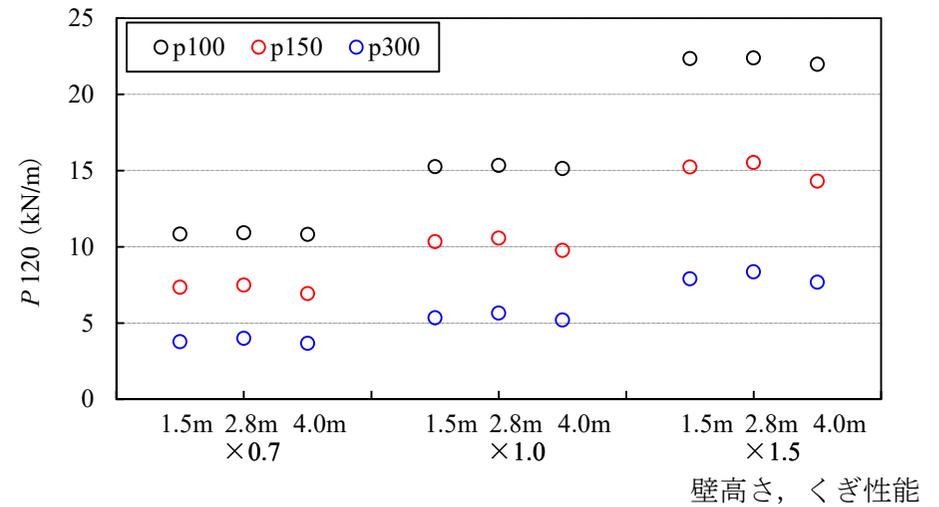
(a) 降伏耐力 P_y



(b) $0.2 \times P_u \times \sqrt{2\mu-1}$



(c) $P_{max} \times 2/3$



(d) 特定変形角 1/120rad 時

図 4.3.2-15 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較 (柱: $E=9.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

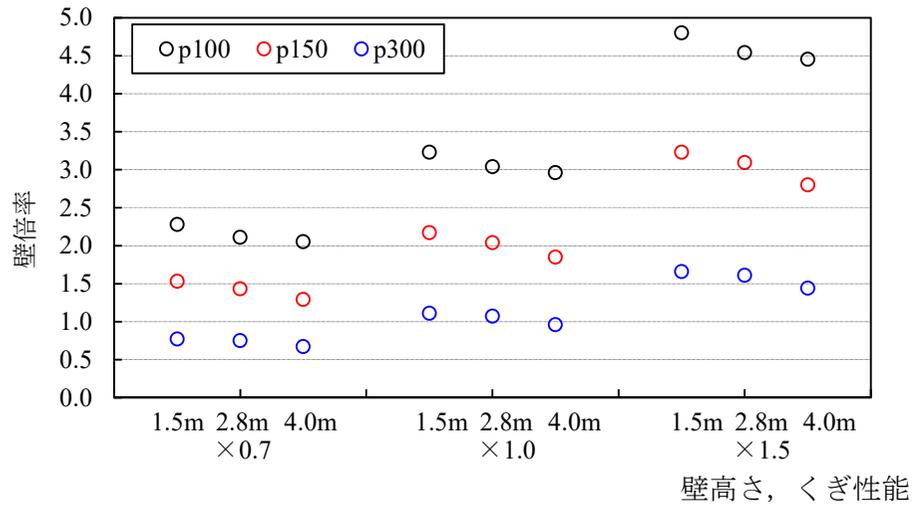


図 4.3.2-16 壁倍率の比較 (柱 : $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

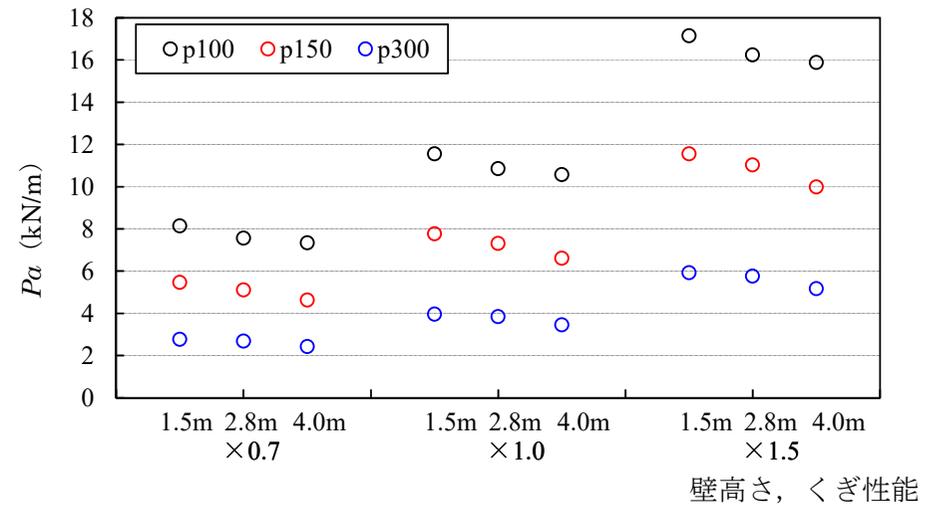
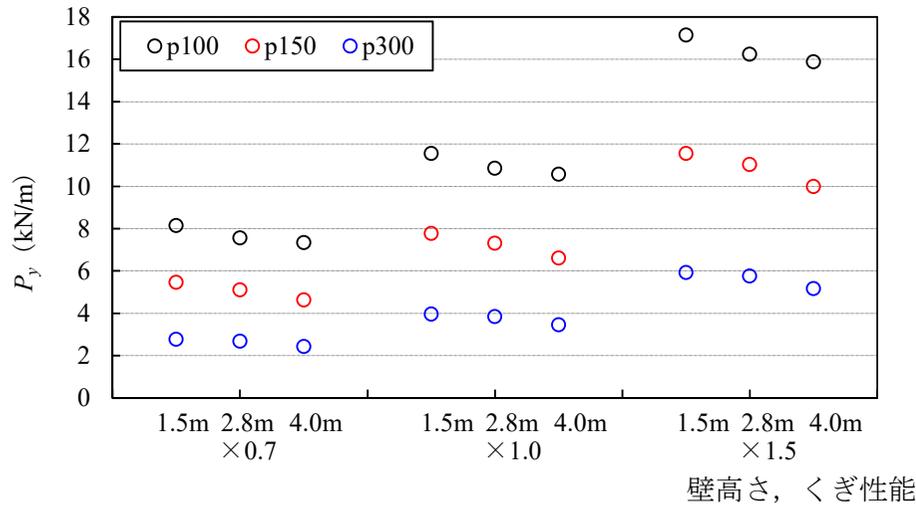
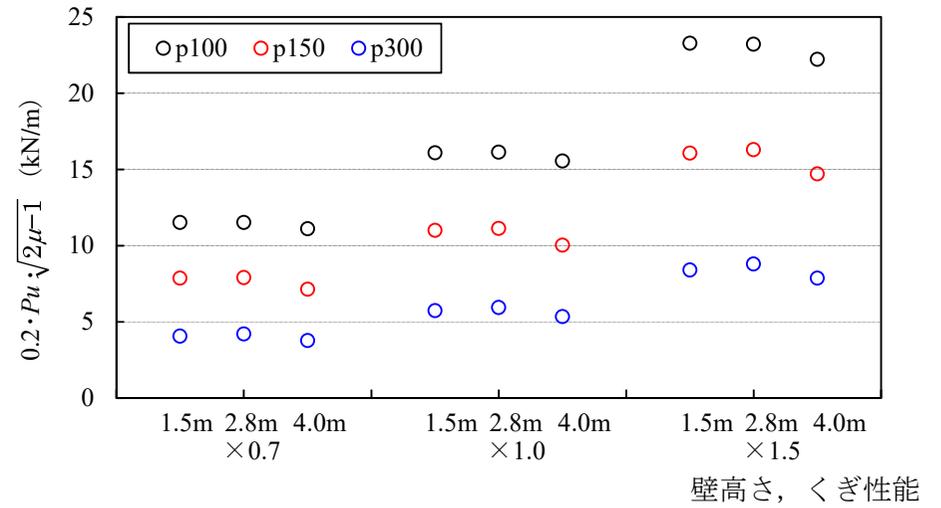


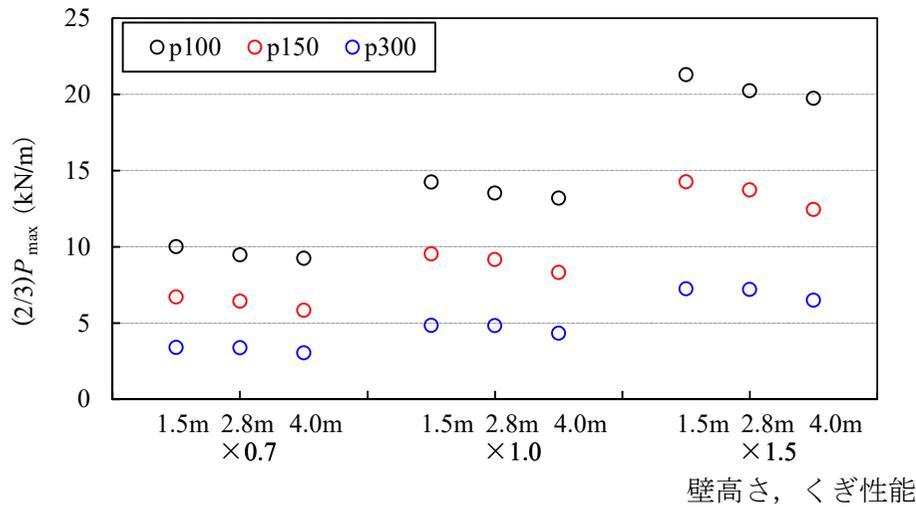
図 4.3.2-17 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較
(柱 : $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)



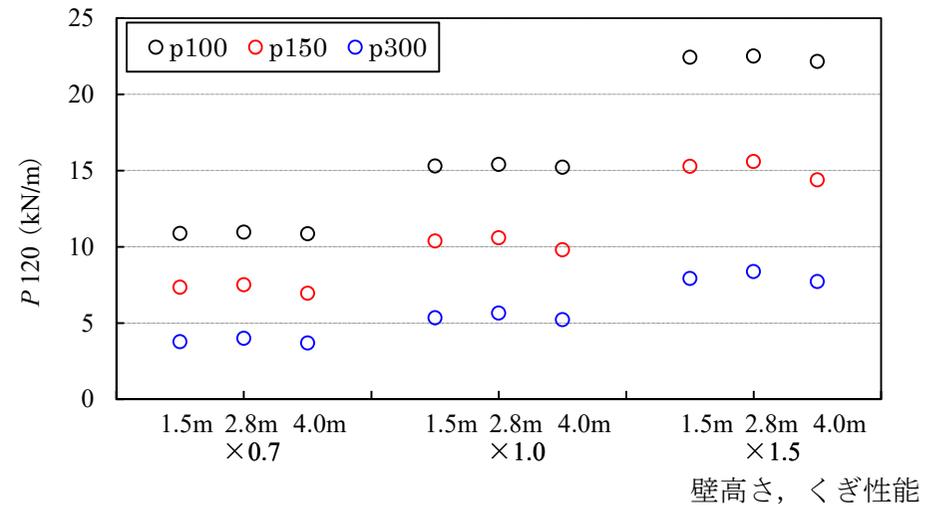
(a) 降伏耐力 P_y



(b) $0.2 \times P_u \times \sqrt{2\mu-1}$



(c) $P_{max} \times 2/3$



(d) 特定変形角 1/120rad 時

図 4.3.2-18 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較 (柱: $E=11.00\text{kN/mm}^2$ の場合)

(3) 梁の曲げ戻しの影響

解析により得られた結果の一覧を表 4.3.2-5 および表 4.3.2-6 に示す。

また、面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係を図 4.3.2-19 に、壁倍率の比較を図 4.3.2-20 に、面材幅 1m 当たりのせん断力の比較を図 4.3.2-21 および図 4.3.2-22 に示す。

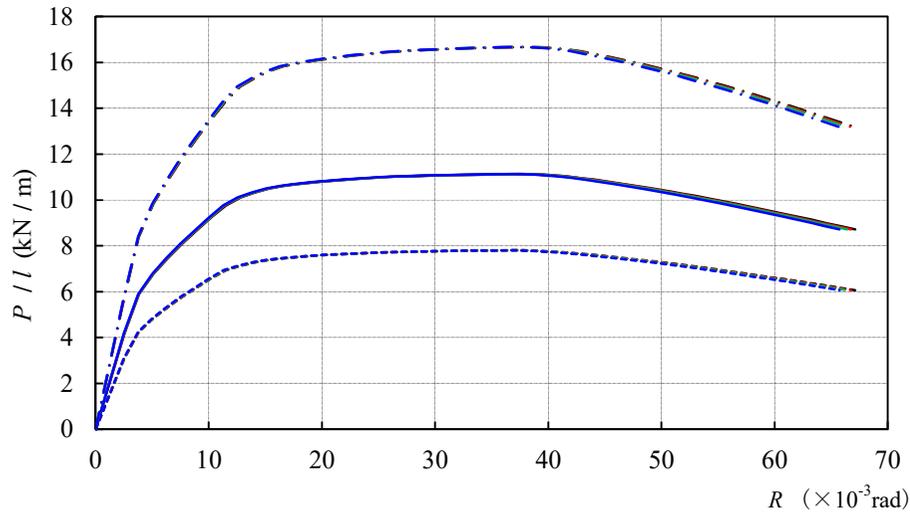
表 4.3.2-5, 表 4.3.2-6 および図 4.3.2-19 より、本解析では梁せいの違いによる結果への影響はほとんどなかった (図 4.3.2-19 では、包絡線がほとんど重なっている)。そのため、梁の曲げ戻しの影響は小さいと考えられる。

表 4.3.2-5 解析結果の一覧 (梁の曲げ戻しの影響, 梁せい 150 および 180)

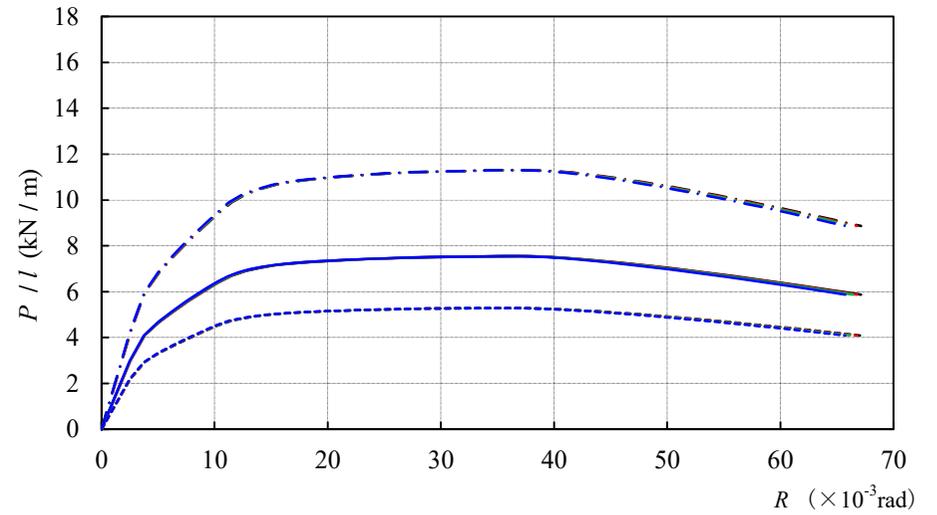
試験体名	くぎ ピッチ (mm) 外周	くぎ性能	梁 (mm) 断面	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	特定変形 角1/120rad 時 P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	面材幅1m当たりの耐力の比 (B18-c9-p10-10基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P_a
B15-c9-p10-07	100	×0.7	105×150	7.56	11.48	9.47	10.89	7.56	2.12	0.70	0.72	0.70	0.71	0.70
B15-c9-p10-10		×1.0		10.85	16.03	13.51	15.29	10.85	3.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B15-c9-p10-15		×1.5		16.21	23.03	20.22	22.33	16.21	4.54	1.49	1.44	1.50	1.46	1.49
B15-c9-p15-07	150	×0.7		5.11	7.88	6.42	7.47	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
B15-c9-p15-10		×1.0		7.31	11.10	9.16	10.53	7.31	2.05	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67
B15-c9-p15-15		×1.5		11.02	16.20	13.71	15.48	11.02	3.08	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02
B15-c9-p30-07	300	×0.7		2.68	4.19	3.37	3.98	2.68	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
B15-c9-p30-10		×1.0		3.83	5.93	4.81	5.63	3.83	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
B15-c9-p30-15		×1.5		5.75	8.76	7.20	8.33	5.75	1.61	0.53	0.55	0.53	0.54	0.53
B18-c9-p10-07	100	×0.7	105×180	7.56	11.48	9.47	10.92	7.56	2.12	0.70	0.72	0.70	0.71	0.70
B18-c9-p10-10		×1.0		10.85	16.03	13.51	15.33	10.85	3.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B18-c9-p10-15		×1.5		16.21	23.04	20.22	22.39	16.21	4.54	1.49	1.44	1.50	1.46	1.49
B18-c9-p15-07	150	×0.7		5.11	7.88	6.42	7.49	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
B18-c9-p15-10		×1.0		7.31	11.10	9.16	10.56	7.31	2.05	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67
B18-c9-p15-15		×1.5		11.02	16.20	13.71	15.52	11.02	3.08	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02
B18-c9-p30-07	300	×0.7		2.68	4.19	3.37	3.99	2.68	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
B18-c9-p30-10		×1.0		3.83	5.93	4.81	5.64	3.83	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
B18-c9-p30-15		×1.5		5.75	8.76	7.20	8.35	5.75	1.61	0.53	0.55	0.53	0.54	0.53

表 4.3.2-6 解析結果の一覧 (梁の曲げ戻しの影響, 梁せい 210 および 270)

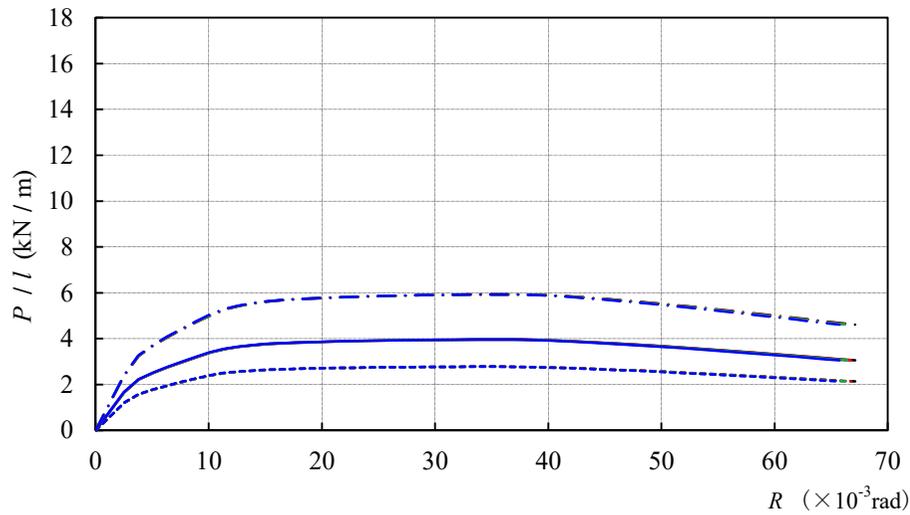
試験体名	くぎ		梁 (mm) 断面	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	特定変形 角1/120rad 時 P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	面材幅1m当たりの耐力の比 (B18-c9-p10-10基準時)				
	ピッチ (mm)	くぎ性能								P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P_a
	外周													
B21-c9-p10-07	100	×0.7	105×210	7.56	11.48	9.47	10.95	7.56	2.12	0.70	0.72	0.70	0.71	0.70
B21-c9-p10-10		×1.0		10.85	16.03	13.51	15.37	10.85	3.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B21-c9-p10-15		×1.5		16.21	23.04	20.22	22.44	16.21	4.54	1.49	1.44	1.50	1.46	1.49
B21-c9-p15-07	150	×0.7		5.11	7.88	6.42	7.51	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
B21-c9-p15-10		×1.0		7.31	11.10	9.16	10.58	7.31	2.05	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67
B21-c9-p15-15		×1.5		11.02	16.20	13.71	15.55	11.02	3.08	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02
B21-c9-p30-07	300	×0.7		2.68	4.19	3.37	4.00	2.68	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
B21-c9-p30-10		×1.0		3.83	5.93	4.81	5.66	3.83	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
B21-c9-p30-15		×1.5		5.75	8.76	7.20	8.37	5.75	1.61	0.53	0.55	0.53	0.55	0.53
B27-c9-p10-07	100	×0.7	105×270	7.56	11.48	9.47	11.00	7.56	2.12	0.70	0.72	0.70	0.72	0.70
B27-c9-p10-10		×1.0		10.85	16.03	13.51	15.44	10.85	3.04	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00
B27-c9-p10-15		×1.5		16.21	23.03	20.22	22.55	16.21	4.54	1.49	1.44	1.50	1.47	1.49
B27-c9-p15-07	150	×0.7		5.11	7.88	6.42	7.54	5.11	1.43	0.47	0.49	0.48	0.49	0.47
B27-c9-p15-10		×1.0		7.31	11.10	9.16	10.63	7.31	2.05	0.67	0.69	0.68	0.69	0.67
B27-c9-p15-15		×1.5		11.02	16.20	13.71	15.63	11.02	3.08	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02
B27-c9-p30-07	300	×0.7		2.68	4.19	3.37	4.01	2.68	0.75	0.25	0.26	0.25	0.26	0.25
B27-c9-p30-10		×1.0		3.83	5.93	4.81	5.68	3.83	1.07	0.35	0.37	0.36	0.37	0.35
B27-c9-p30-15		×1.5		5.75	8.77	7.20	8.41	5.75	1.61	0.53	0.55	0.53	0.55	0.53



(a) くぎピッチ100mm



(b) くぎピッチ150mm



(c) くぎピッチ300mm

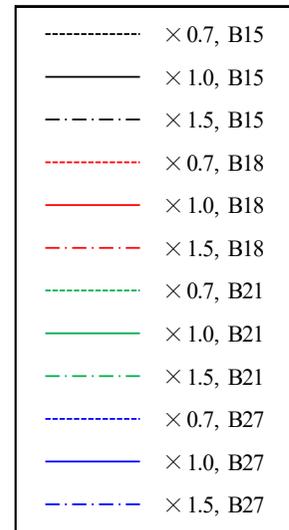


図 4.3.2-19 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の比較

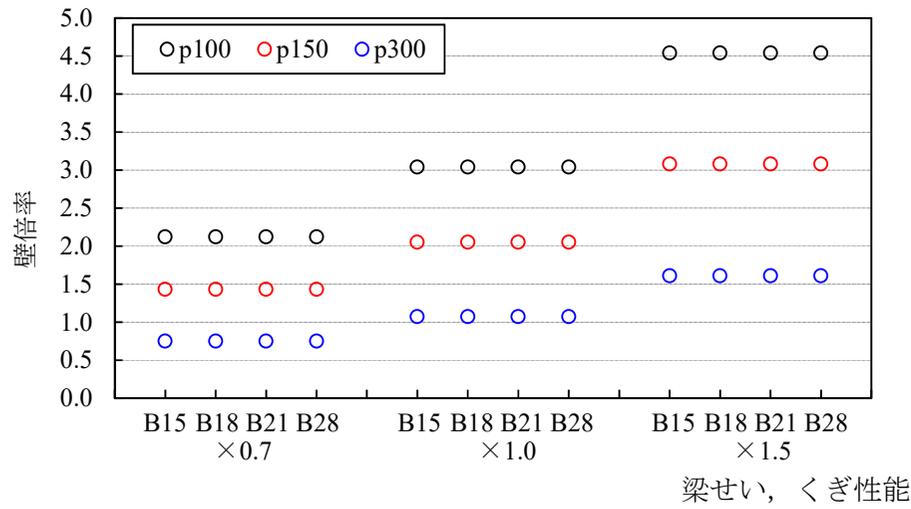


図 4.3.2-20 壁倍率の比較

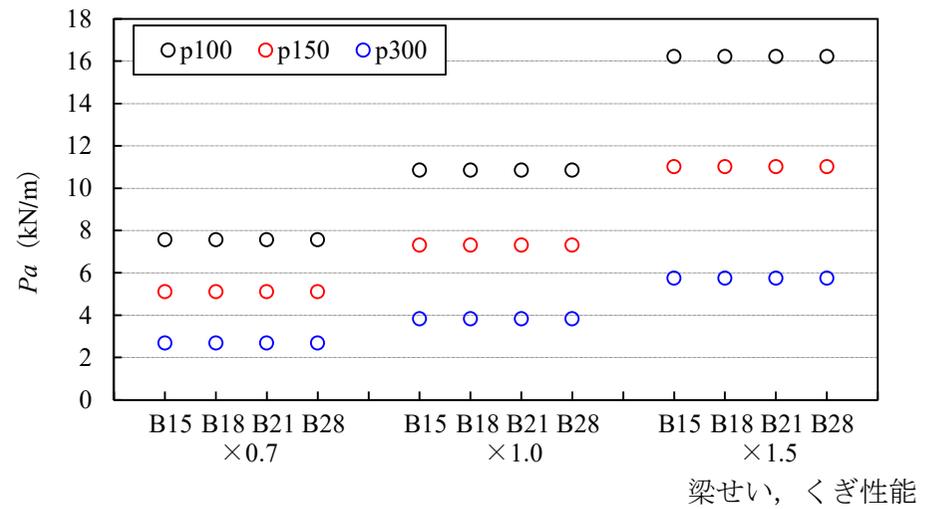
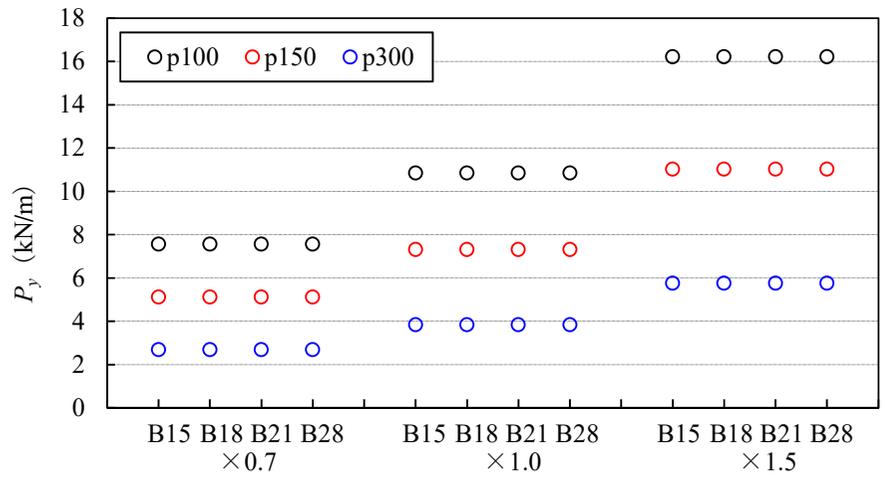
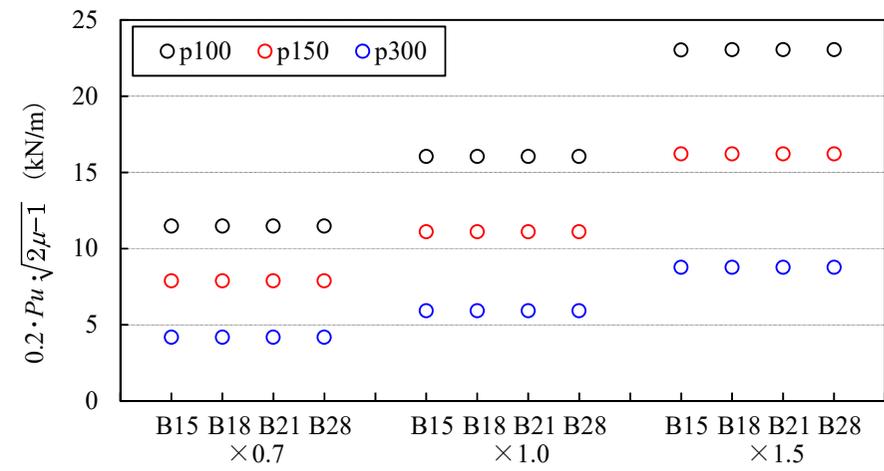


図 4.3.2-21 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較



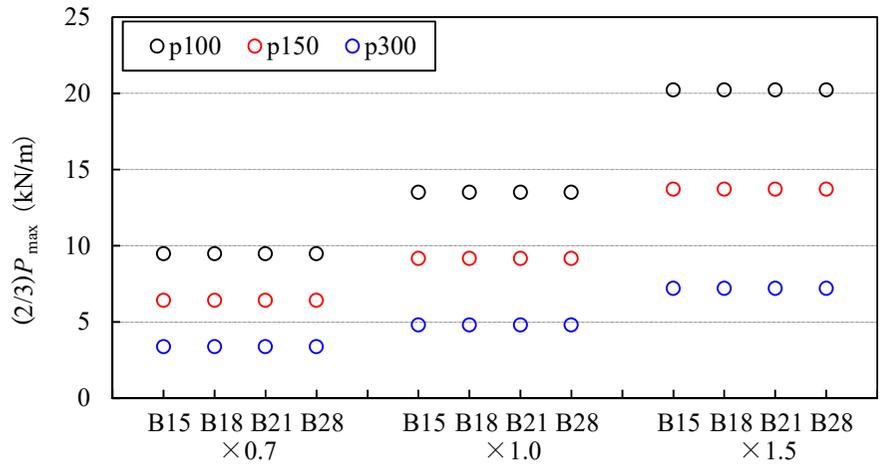
梁せい, くぎ性能

(a) 降伏耐力 P_y



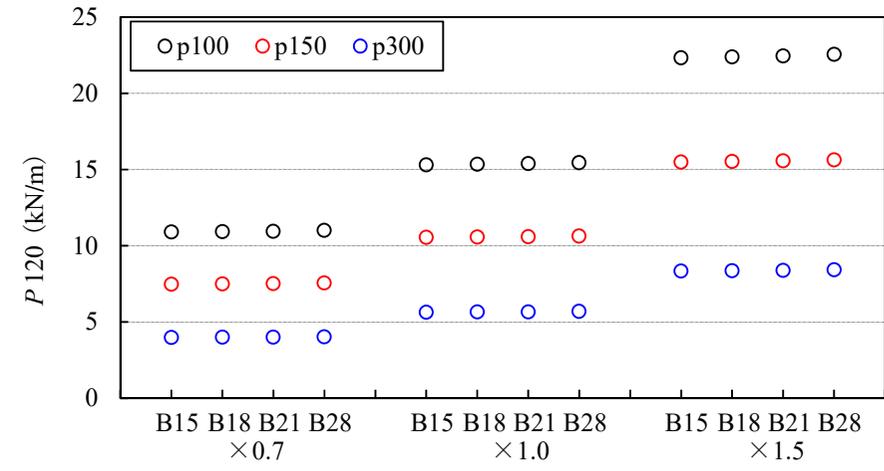
梁せい, くぎ性能

(b) $0.2 \times P_u \times \sqrt{2\mu-1}$



梁せい, くぎ性能

(c) $P_{max} \times 2/3$



梁せい, くぎ性能

(d) 特定変形角 1/120rad 時

図 4.3.2-22 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較

4.3.3 シミュレーションのまとめ

壁高さによる壁せん断性能の比較を解析的に実施した。高さ 1,500mm と 4,000mm で 10% 弱の違いがあることがわかった。2,800mm を基本とすると 2000mm から 4000mm の間で 5% 程度の性能差の範囲内に収まる。

そのほか、釘のせん断性能・ピッチ、柱断面、梁断面をパラメーターとして解析を実施したが、それらは高さの影響ほどの違いは見られなかった。なお、面材を 1 枚としたもの、2 分割して 2 枚としたものを対象としたが、その違いもわずかであった。ただし、面材が接触した場合には違いが生じることも確認している。木質面材については、施工地に 2~3 mm の隙間を空けることが一般的であるが、変形が進んだ際には接触がはじまる。したがって、分割した面材同士が近接して配置される時には本解析結果をそのまま使うことができないことに注意が必要である。

4.4 大臣認定の合理化に対する要望の整理と実験計画

今年度の検討では、4.1.1 に示した通り、軸組工法の大壁を対象とした。ただし、大臣認定における合理化の要望という点では、大壁に続いて真壁も優先順位が高く、また、要望の内容についても大壁と共通点が多いことから、ここでの整理では、真壁も加えることとした。

大壁、真壁のそれぞれの要望については表にとりまとめ4.4の最後に示した。この整理表では、比較として告示仕様での扱いも示している。また、当該内容についての参考文献と、そこでの記述についても示している。

要望の骨子は、同一の壁倍率が与えられる同一仕様の範囲が小さすぎるので合理的に緩和してほしいということである。同一の性能であることを示す根拠資料（実大壁の水平加力実験のデータもしくは詳細計算法による結果等）を求められることは申請者にとって負担であるが、同一仕様の範囲が小さすぎると、根拠を示さないといけない内容が増大し、負担はより大きくなる。

現状は、原則として、同一の壁倍率とできる仕様の範囲は、壁倍率が5%以内におさまる仕様である。（なぜ5%なのかについては、明確な理由はない。）

以下、整理表に示した内容の各項目についての解説を示す。整理表の「⑤面材よこ張り」、「⑦大壁の入り隅の取り合い」については、記録用に用意したものであるため、以下の解説は省略する。

また、以下の解説および整理表の最後では、来年度の実験等についての計画案も示している。来年度実施する具体的な仕様は、成果の得やすさや要望の優先順位を加味して決定する予定である。

(1)高さ一横架材間距離（整理表では①）

上に示す運用では、高さの範囲は大臣認定毎に異なってくるため、設計者、施工者、審査側共にそのチェックなどに労力がかかり、また、ミスを誘発する原因ともなる。

10年以上前的大臣認定では、一般的な住宅を想定した高さ範囲を根拠資料無く決定していた時期があり、また、それ以前の大臣認定においては、告示と同様の運用ということで高さ範囲の規定が無いものも存在する。昨今増加している非住宅の木造建築物で、高さ規定のない大臣認定耐力壁が利用される場合には、一般の住宅で想定される高さをはるかに超えたものにも適用される恐れがあるため、一定の高さ範囲を定める必要がある。ただし、性能差が5%以内であること、その根拠資料を都度申請者に求めることは、合理的とは言えない。

今年度の解析による検証では、大壁においては、2000～4000 mmでは5%以内、1500～4000 mmでは10%以内の性能差となることが示された。来年度以降、解析検討の妥当性を確認するために実験を実施する必要がある。

真壁においては、耐力の発現機構が異なるためこの高さ範囲より小さくなることが予想される。現状では、真壁の解析的検討は困難であるが、同一仕様とできる性能差が明確になれば、実験的に検証することは可能と思われる。

(2)面材の縦継ぎの有無（整理表では①～④）

面材には 3×6 板、3×10 板などいくつかのサイズバリエーションがあるが、どの大きさの面材を張るかで、面材の縦継ぎの有無が決まる。大臣認定において、この縦継ぎの有無は、現状では申請者が証拠資料を提出しない限り、同一認定とみなされない。これも、過去には、根拠資料無しで自動的に同一認定とされていたが現状では変更されている。

今年度の解析的検証では、大壁において縦継ぎ有りが無しに比べ変形性能が高い等の傾向が見られたが、その差はわずかであった。今回の解析においては、面材同士は接触しない条件で実施したが、実験においては、変形が進むと接触が生じる。この影響を解析上で再現するためには、面材同士の接触時の摩擦係数等の数値設定が必要となる。これらの値は要素実験で収集する必要があるため、来年度以降、実施予定である。また、実験的検討については、過去の大臣認定時のデータ等が収集できれば、ある程度の検証は可能であるものの、解析的な検証を行った場合のその妥当性の確認のための実験は別途必要と思われる。

真壁については、面材同士の接触の他、面材と軸組との接触も問題となり、解析的検討は困難であると予想される。ただし、大壁と同様に、過去の大臣認定時のデータ等が収集できれば、ある程度の検証は可能であり、かつ、実験的な検討は可能と思われる。

(3)独立壁の幅—モジュール（整理表では②）

木造住宅で用いられるモジュールは複数ある。地域毎でモジュールが異なる場合もあるが、現状で代表的なものは 910 mm と 1000 mm である。高齢者対応などを行う場合は、寸法確保のために 1000 mm モジュールを選択することもある。

大臣認定において、このモジュールの違いは、現状では申請者が証拠資料を提出しない限り、同一認定とみなされない。これも、過去には、910 mm から 1000 mm の間は根拠資料無しで自動的に同一認定とされていたが現状では変更されている。経験的には、この程度の差は、実験時のばらつきの範囲内であるとされているが、今年度の解析の検証対象には入っていなかったため、検証はできていない。来年度以降、解析的検証を行う予定である。また、実験的検討については、過去の大臣認定時のデータ等が収集できれば、ある程度の検証は可能であり、優先順位としては低いと思われる。

(4)独立壁の幅—最小値等（整理表では②）

両側が柱で中間に柱が無い耐力壁（独立壁）での幅の最小値に関する要望では、大壁と真壁で内容が異なる。

大壁の場合、現状では 2P（1.82m、2m）で実験を行い、運用としては 2P もしくは 1P（0.91m、1m）での利用が許されているが、狭小住宅の間口等で「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度）（以下、グレー本とする。）」で許されている 600 mm 幅への要望がある。ただし、この件については、審査側によっては告示仕様でも 600 mm 幅への利用を制限しているとの情報もあり、運用上の整理も求められる。来年度は(3)と合わせて解析的な検討を行うことも計画したい。

真壁の場合、耐力の発現機構が大壁と異なるために 1P と 2P では別認定となっていることから、幅 600 mm の運用についての要望よりも、1P と 2P を同一認定とする要望が強い。ただし、解析的検証が困難であることから、実験的な検証を優先させて検討が可

能かどうかの判断材料を得る必要があると思われる。

(5)独立壁の幅ーモジュール間の寸法・面材張り方（整理表では③）

両側が柱で中間に柱が無い耐力壁（独立壁）での幅は、1.5P や 2.5P といった寸法での運用は原則認められていない。幅寸法が、柱と間柱、継手間柱と間柱の間の寸法で規定されており、継手間柱と柱の間の寸法が示されていないためである。

2P を超える壁についてはそれほどでは無いが、1.5P などは水周りや階段周りなどではよくある寸法であり、2P から 1P の間での運用については要望が大きい。

この場合、面材の張り方が性能に影響を与えると考えられるため、一定以上の幅の面材を張ることを条件にする必要があると考えられる。グレー本では、300 mm以上の幅の面材を用いることが条件とされている。1P 以上で追加部分を 300 mmとすると、壁幅は 1210 mm (910+300) 以上となるが、1210 mm以下の幅の場合は、共に 300 mm以上の面材を利用することでクリアできる。

今年度、解析的検討を行っていないが、大壁については、解析を行うことは可能である。また、真壁については解析は困難であるが、1210 mmでの実験を行い、910 mmの場合と比較することである程度の検証は可能と考えられる。

(6)連続壁の幅（整理表では④）

2P や 1P の耐力壁に柱を介して連続する耐力壁が設けられるときの幅についても、一定の要望はある。ただし、(5)の要望について性能を確認できた場合には、問題無く運用可能と思われる。

したがって、解析的、実験的検証の優先度は低いと思われる。

(7)床勝ち（整理表では⑥）

平成 12 年の性能表示制度の創設以来、床構面の剛性の確保についても意識が向上し、また、厚物合板を用いたネダレス床が普及するに伴い、床勝ち仕様の大臣認定も増加した。床勝ち仕様の場合も、面材や接合具の仕様が全く同じであっても、同一認定とする場合には根拠資料が求められる。

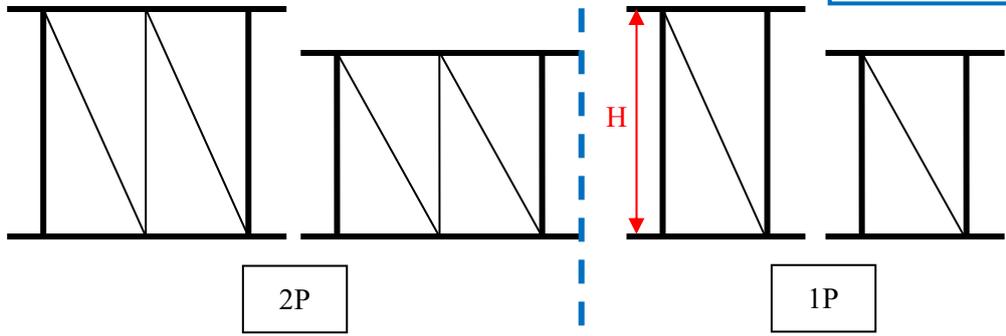
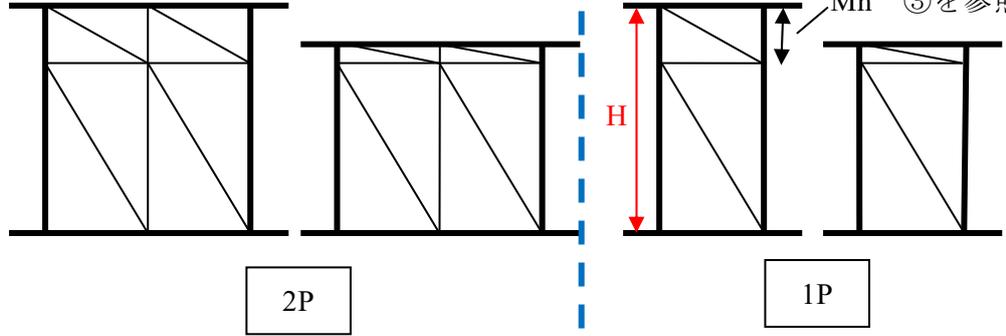
床勝ち仕様については、平成 30 年度の建築基準法関連告示の改正で、告示仕様にも盛り込まれた。この検討を通じて、受材の寸法や留め付けが耐力壁の性能と釣り合ったものであれば、床勝ちとそうでない壁では、ほとんど同じ性能となることがわかっている。特に、真壁の場合は、床の面材が存在することによって、壁の面材が土台を部分的に破壊する現象が生じず、床勝ちの方が性能が高くなることも確認されている。

以上のことから、耐力壁の性能に合わせた受材仕様を示し、その範囲内であれば、床勝ちで無い仕様の実験結果のみで同一認定として運用できる等の整理が可能と思われる。

ただし、床に用いられる面材については、厚さが様々なものがあり、受材を留め付けるくぎの長さによって性能に差が生じないかの確認は必要かと思われる。この点については、解析は難しいため、実験によって確認することが合理的と思われる。

大壁の整理表

※青字で示しているのは来年度の実験対象候補

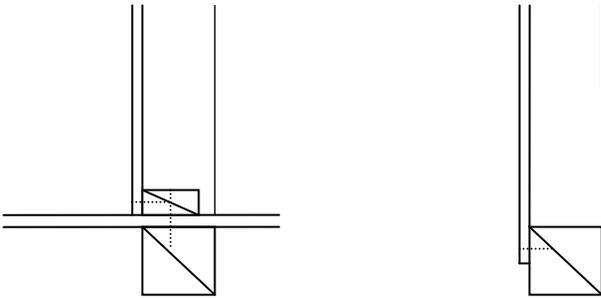
面材	継手	①軸組の条件 高さ	
たて張り	無	 <p>2P</p> <p>1P</p>	<p>高さ検討</p> <p>面材高さが高さの限界となる。</p>
	有	 <p>2P</p> <p>1P</p>	<p>Mh ③を参照</p> <p>全体高さに合わせて、Mh の影響が気になる。</p>
		告示	大臣認定
軸組	<ul style="list-style-type: none"> 高さの規制はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 高さの範囲の試験体において、壁倍率が 5% の範囲内となる 2P で実験（もしくは詳細計算法）を行い認定。運用は 2P、1P で OK。 	
面材継手	<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 	<ul style="list-style-type: none"> 有と無では、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。（有の場合、Mh の寸法の規定は無し、下側を 1820 以上とすることとなっている。） 	

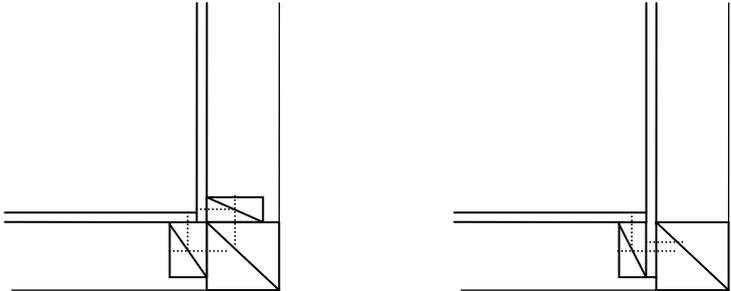
面材		継手		②独立壁の幅—モジュールと最小値		
たて張り	無				<p>幅検討1</p>	<p>※グレー本 P.61-62 より</p>
	有	<p>面材継手 検討</p>				<p>Mh ③を参照</p>
		告示		大臣認定		
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 柱間隔（モジュール含む）規制はない。 最小独立幅を 600 mmまで認めるかどうかは主事の判断による。 		<ul style="list-style-type: none"> 2P で実験を行い認定。運用は 2P、1P のみ。 モジュールが異なる場合、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。 		
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 		<ul style="list-style-type: none"> 有と無では、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。（有の場合、Mh の寸法の規定は無し、下側を 1820 以上とすることとなっている。） 		

面材		継手		③独立壁の幅—モジュール間・面材の張り方	
たて張り	無				
	有				
		告示		大臣認定	
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 連続した壁の柱間隔 W に規制はない。 		<ul style="list-style-type: none"> 認めない W が $2P$、$1P$ 以外の壁は認めない認定となる。 → W が $1P \sim 2P$ の間なら同じ倍率でいいのでは？ 	
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 		<ul style="list-style-type: none"> M_w の寸法によって認められる場合も出てくれば、継手の有無によって別認定とされている件をどう運用するか？ 	

面材	継手	④連続壁の幅	
たて張り	無		
	有		
		告示	大臣認定
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 連続した壁の柱間隔 M_w に規制はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 認めない M_w が 1P 以下の壁は認めない認定となる。
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 	<ul style="list-style-type: none"> M_w の寸法によって認められる場合も出てくれば、継手の有無によって別認定とされている件をどう運用するか？

面材	継手	⑤面材よこ張り	
よこ張り	—		
			<p style="text-align: center;">$W \leq 2500$ と 600※はグレー本 P.61-62 より</p>
		告示	大臣認定
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 柱間隔（モジュール含む）規制はない。 （1P以下ならたて張りか） 	<ul style="list-style-type: none"> 壁体内結露を防ぐために面材間に隙間を設けたいといった特殊な目的が無い限り、通常は採用されない仕様。
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はないが、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められているため、間柱の他に、胴つなぎが必要となり通常採用されることは無いと思われる。 → 一部、告示の内容を誤解して、川の字張りで施工している事業者が存在する模様。 	

面材	継手	⑥床勝ちの場合の扱い	
—	—		
		告示	大臣認定
軸組	<ul style="list-style-type: none"> 床勝ち仕様は、大壁仕様と同じ倍率となっている。ただし、壁倍率に見合った受材寸法、留め付けくぎピッチが示されている。 		<ul style="list-style-type: none"> 床勝ちと大壁は、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。 → 別認定とされる場合、壁が同仕様であっても、壁倍率、高さ範囲が異なるなど、運用上混乱を来している。
		<ul style="list-style-type: none"> H27の基整促事業で、耐力壁の性能に合った受材寸法・留め付け方法とすれば、ほぼ同等の性能を確保することが可能であることが確認できている。 	

面材	継手	⑦大壁の入隅の取り合い	
-	-		
		告示	大臣認定
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 特に制限は示されていない。 →国交省では、告示 1100 号の「第 1 第 1 号（大壁）」に規定する仕様を用いている場合において、入り隅部では、第 1 第 3 号（真壁）に規定する受材を用いた仕様として施工することが一般的である。この場合、壁倍率は、（大壁と真壁とを比較して）低い方の倍率を用いるということが良いか。」との質問に対して「貴見の通り。」との回答をパブコメで行っている。 →※文献 3、P136-137 では、準耐力壁、かつ、せっこうボードにおいては受け材仕様と直貼りと同等の倍率とする旨が明記されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 勝ちの納まりとなっている片方を大壁仕様とした場合のみ大臣認定の壁と認められる。（梁型の切り欠きについては、運用上 OK） →もう片方は、右の運用に準じることが可能。
		<ul style="list-style-type: none"> 受材仕様とした場合には、若干の耐力・剛性の低下が生じる可能性はあるが、建物全体からすると、耐力壁のごく一部であり、大壁入り隅の両側を共に耐力壁としても問題が無いのでは。 むしろ、耐力壁としてカウントしないほうが、引き抜きは生じるが適切な金物が設置されていないとなり問題では。 	

参考文献

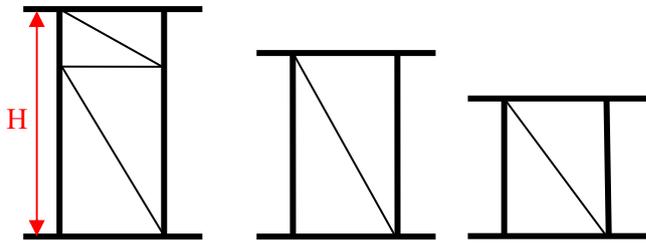
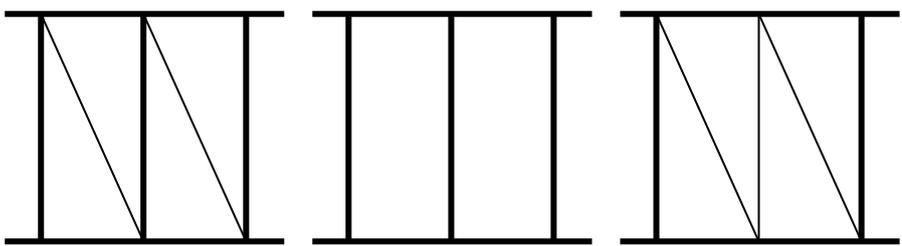
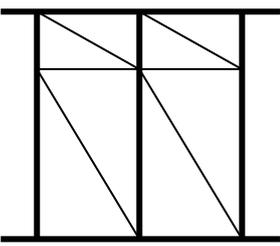
- 文献1 木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）
 文献2 木質系耐力壁形式構造に関する Q&A
 文献3 日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説（新築住宅）2014
 文献4 平成25年度林野庁補助事業 内装木質化等住宅部材試験開発等支援事業

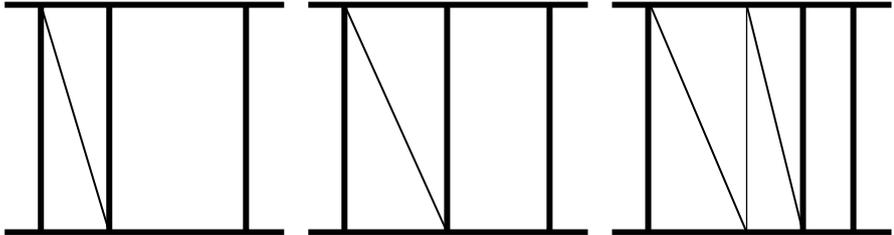
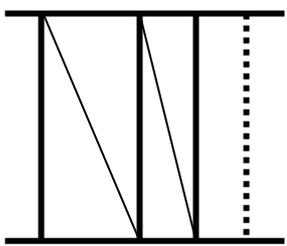
文献1、pp.40-42	耐力壁幅（柱芯々）は最小幅 600 mm以上、階高／幅は 5 以下と定められた理由が明記されている他、階高の半分程度までの高さならば剛性や許容せん断耐力が大きく変わることがないとの記述がある。
文献2、pp.48-50	上と類似の記述がある。
文献1、pp.61-62	面材幅＝600 mm以上、高さについて階高／幅が 5 以下の面材が連続する場合、柱が 2.5m 以下、間柱が 0.5m 以下に設けられているならば連続しても比例則が適用でき、正規の長さ（600 mm）に満たない面材を設ける場合には、最小幅 300 mmまでを考慮できるとの記述がある。
文献1、p.42	面材の張り方については、「標準サイズから取れるなるべく大きなサイズの面材を主体に」張っていき、「余った部分にだけ小さく切った面材を張るようにする。」との記述がある。
文献2、pp.34-36	性能は継いだ方が大きくはなるものの、面材の継ぎ方による差は小さいとの記述がある。

階高／幅 ≤ 5.0

		幅(柱芯) mm						
		2P			1P			最小
		2,000	1,820	1,800	1,000	910	900	600
階高 mm	4,000	2.00	2.20	2.22	4.00	4.40	4.44	6.67
	3,000	1.50	1.65	1.67	3.00	3.30	3.33	5.00
	2,800	1.40	1.54	1.56	2.80	3.08	3.11	4.67
	1,500	0.75	0.82	0.83	1.50	1.65	1.67	2.50

★大壁 来年度の実験対象候補

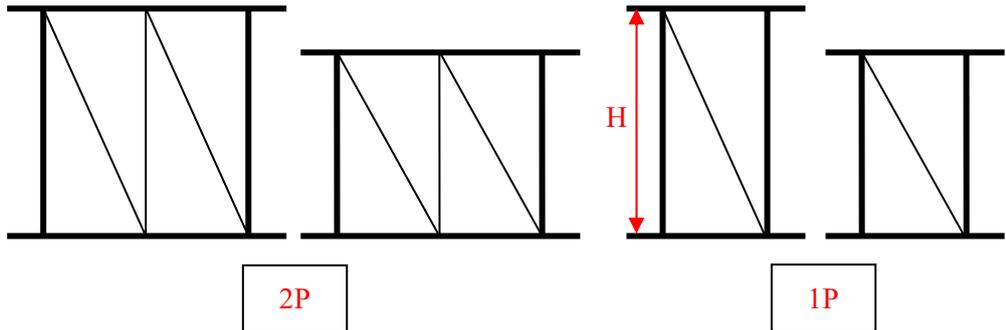
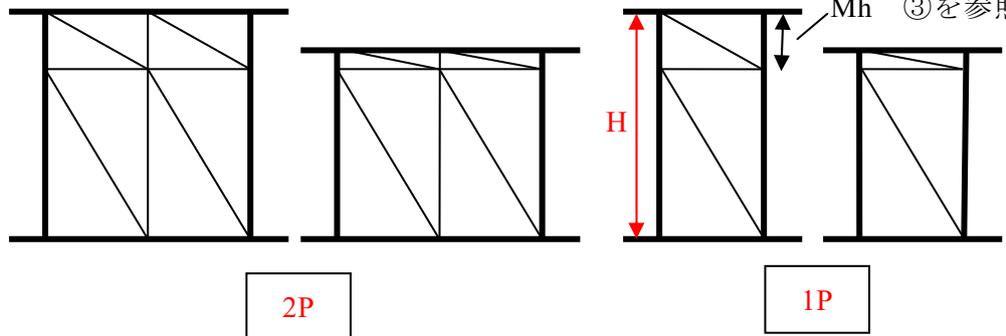
<p>高さ検討</p> <p>3 仕様×3 体 合計 9 体</p> <p>解説(1)</p>	<p>高さ： 4000（面材継有）、2800（面材継無）、1500（面材継無）、</p>  <p>その他の条件 幅：1P（910）、面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>
<p>基本形</p> <p>3 仕様×3 体 合計 9 体</p>	<p>基本形（柱 3 本） 基本形 F（柱 3 本） 基本形 W（柱 2 本）</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）、面材縦継無 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>
<p>面材継手検討</p> <p>1 仕様×3 体 合計 3 体</p> <p>解説(2)</p>	<p>面材継：有（面材高さ、1820+910）</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）で柱 3 本、 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>

<p>幅検討 1</p> <p>3 仕様×3 体 合計 9 体</p> <p>解説(4) 解説(5)</p>	<p>幅：600、910、1365</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）で柱 3 本、面材縦継無 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>
<p>幅検討 2</p> <p>1 仕様×3 体 合計 3 体</p> <p>解説(6)</p>	<p>幅：1365</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）で柱 4 本、面材縦継無 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>

柱脚金物は、柱の曲げになるべく影響を与えない D ボルトで実施

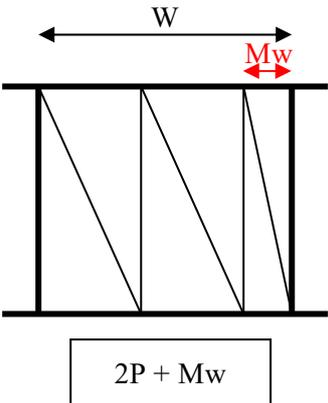
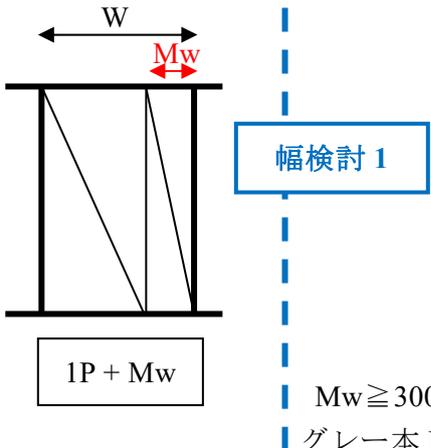
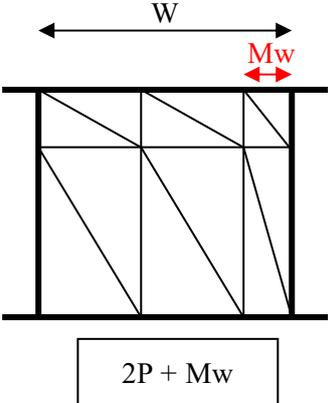
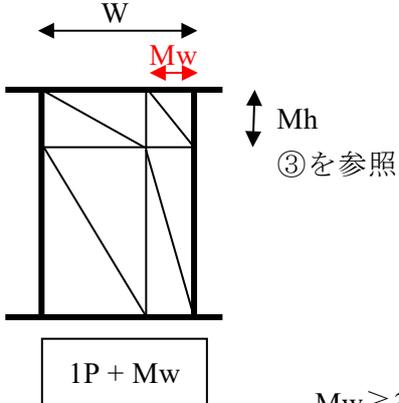
真壁の整理表

※青字で示しているのは来年度の実験対象候補

面材		継手		①軸組の条件 高さ	
たて張り	無			<p>面材高さが高さの限界となる。</p>	
	有			<p>全体高さに合わせて異なる、Mh の影響が気になる。</p>	
		告示		大臣認定	
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 高さの規制はない。 		<ul style="list-style-type: none"> 高さの範囲の試験体において、壁倍率が 5% の範囲内となる 2P で実験（もしくは詳細計算法）を行い認定。 <u>1P と 2P では同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。1P の場合、実験は 1P の 2 連続の試験体となる。</u> 	
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 		<ul style="list-style-type: none"> 有と無では、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。（有の場合、Mh の寸法の規定は無し、下側を 1820 以上とすることとなっている。） 	

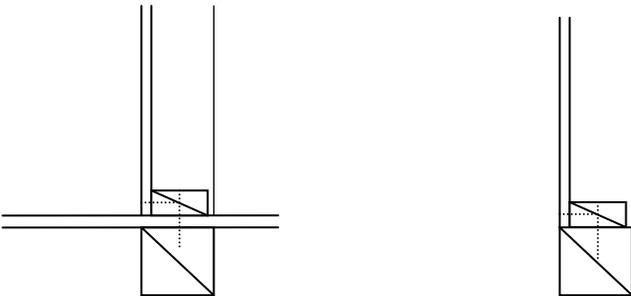
面材		継手		②独立壁の幅—モジュールと最小値				
たて張り	無				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">幅検討 1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 2P 2000 1820 1800 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">1P</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 1000 910 900 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">最小</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">600※</div>	※グレー本 P.61-62 より
	有				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">面材継手 検討</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 2P 2000 1820 1800 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">1P</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;"> 1000 910 900 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">最小</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 5px;">600※</div>	Mh ③を参照
		告示		大臣認定				
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 柱間隔（モジュール含む）規制はない。 最小独立幅を 600 mm まで認めるかどうかは主事の判断による。 		<ul style="list-style-type: none"> <u>2P と 1P では同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。1P の実験では、1P の 2 連続試験体とする。</u> モジュールが異なる場合、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。 <u>柱の太さも規定される。</u> 				
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は 		<ul style="list-style-type: none"> 有と無では、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。（有の場合、Mh の寸法の規定は無し、 				

	<p>当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。</p>	<p>下側を 1820 以上とすることとなっている。)</p>
--	---	---------------------------------

面材		継手		③独立壁の幅—モジュール間・面材の張り方	
たて張り	無	 <p>2P + Mw</p>	 <p>1P + Mw</p> <p>幅検討1</p>	<p>Mw ≥ 300、W ≤ 2500 グレー本 P.61-62 より</p>	
	有	 <p>2P + Mw</p>	 <p>1P + Mw</p> <p>Mh ③を参照</p>	<p>Mw ≥ 300、W ≤ 2500 グレー本 P.61-62 より</p>	
		告示		大臣認定	
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 連続した壁の柱間隔 W に規制はない。 		<ul style="list-style-type: none"> 連続していても W が 2P、1P 以外の壁は認めない認定となる。 →W が 1P~2P の間なら同じ倍率でいいのでは？ 	
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 		<ul style="list-style-type: none"> Mw の寸法によって認められる場合も出てくれば、継手の有無によって別認定とされている件をどう運用するか？ 	

面材		継手		④連続壁の幅	
たて張り	無	<p style="text-align: right;">$w \geq 300$ グレー本 P.61-62 より</p>			
	有	<p style="text-align: right;">$M_w \geq 300$ グレー本 P.61-62 より</p>			
		告示		大臣認定	
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 連続した壁の柱間隔 M_w に規制はない。 		<ul style="list-style-type: none"> 認めない M_w が 2P もしくは 1P 以下の壁は認めない認定となる。 	
面材継手		<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はない。ただし、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められている。 		<ul style="list-style-type: none"> M_w の寸法によって認められる場合も出てくれば、継手の有無によって別認定とされている件をどう運用するか？ 	

面材	継手	⑤面材よこ張り	
よこ張り	—		
		<p style="text-align: right;">$W \leq 2500$ と $600※$ はグレー本 P.61-62 より</p>	
		告示	大臣認定
軸組	<ul style="list-style-type: none"> 柱間隔（モジュール含む）規制はない。 （1P以下ならたて張りか） 	<ul style="list-style-type: none"> <u>サネありの厚物面材で落とし込み納まりなどでは、実際にある仕様。</u> 板壁の仕様となるので、今回の検討の対象外。 	
面材継手	<ul style="list-style-type: none"> 面材の張り方の規制はないが、面材の継手を「構造耐力上支障が生じないように柱、間柱、はり、けた若しくは胴差又は当該継手を補強するために設けた胴つなぎその他これらに類するものの部分に設け」とすることが求められているため、間柱の他に、胴つなぎが必要となり通常採用されることは無いと思われる。 		

面材	継手	⑥床勝ちの場合の扱い	
—	—		
		告示	大臣認定
軸組		<ul style="list-style-type: none"> 床勝ち仕様は、大壁仕様と同じ倍率となっている。ただし、壁倍率に見合った受材寸法、留め付けくぎピッチが示されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 床勝ちと真壁は、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とすることは可。 → 別認定とされることで、壁が同仕様であっても、壁倍率、高さ範囲が異なるなど、運用上混乱を来している。
		<ul style="list-style-type: none"> H27の基整促事業で、<u>真壁の場合は、むしろ床勝ちの方が、土台の角部の破壊などが生じず、性能が高くなる</u>ことが確認できている。 	

参考文献

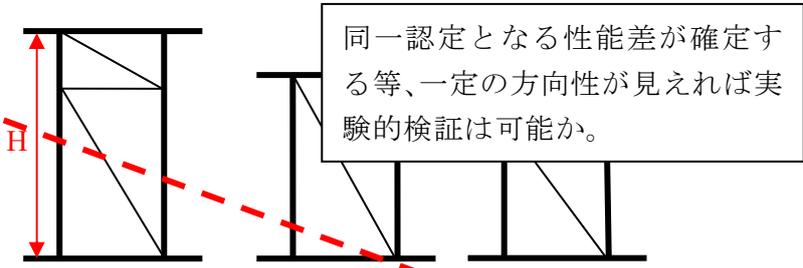
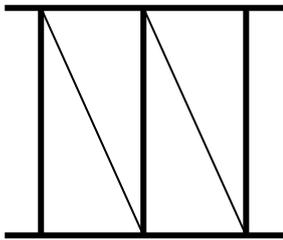
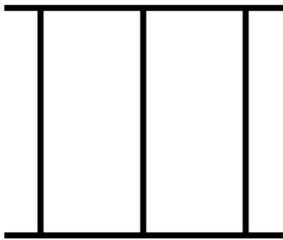
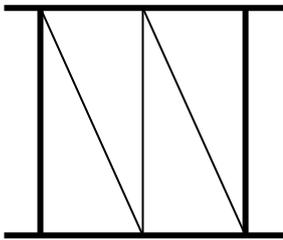
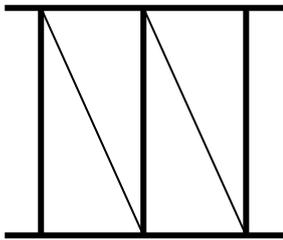
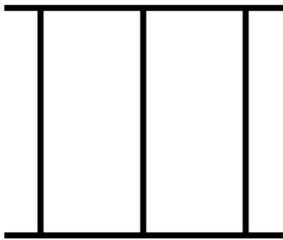
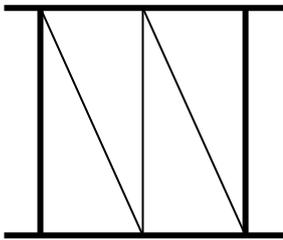
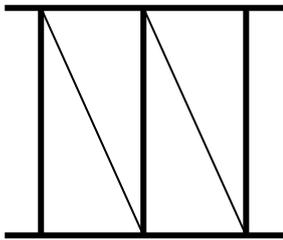
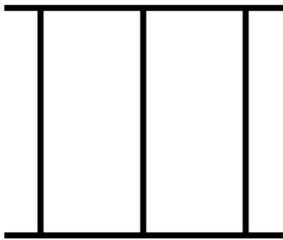
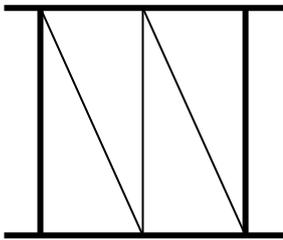
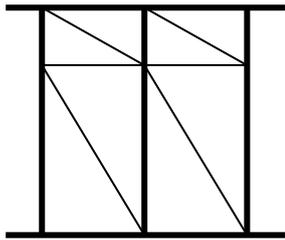
- 文献1 木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）
 文献2 木質系耐力壁形式構造に関する Q&A
 文献3 日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説（新築住宅）2014
 文献4 平成25年度林野庁補助事業 内装木質化等住宅部材試験開発等支援事業

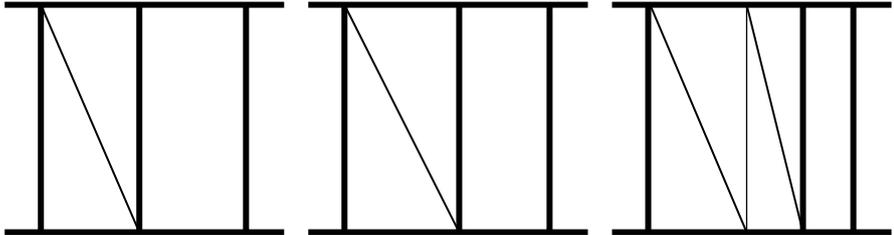
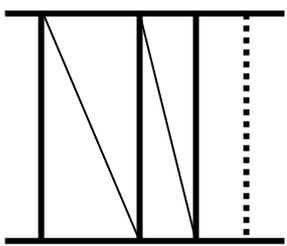
文献1、pp.40-42	耐力壁幅（柱芯々）は最小幅 600 mm以上、階高／幅は 5 以下と定められた理由が明記されている他、階高の半分程度までの高さならば剛性や許容せん断耐力が大きく変わることがないとの記述がある。
文献2、pp.48-50	上と類似の記述がある。
文献1、pp.61-62	面材幅＝600 mm以上、高さについて階高／幅が 5 以下の面材が連続する場合、柱が 2.5m 以下、間柱が 0.5m 以下に設けられているならば連続しても比例則が適用でき、正規の長さ（600 mm）に満たない面材を設ける場合には、最小幅 300 mmまでを考慮できるとの記述がある。
文献1、p.42	面材の張り方については、「標準サイズから取れるなるべく大きなサイズの面材を主体に」張っていき、「余った部分にだけ小さく切った面材を張るようにする。」との記述がある。
文献2、pp.34-36	性能は継いだ方が大きくはなるものの、面材の継ぎ方による差は小さいとの記述がある。

階高／幅 \leq 5.0

		幅(柱芯) mm						
		2P			1P			最小
		2,000	1,820	1,800	1,000	910	900	600
階高 mm	4,000	2.00	2.20	2.22	4.00	4.40	4.44	6.67
	3,000	1.50	1.65	1.67	3.00	3.30	3.33	5.00
	2,800	1.40	1.54	1.56	2.80	3.08	3.11	4.67
	1,500	0.75	0.82	0.83	1.50	1.65	1.67	2.50

★真壁 来年度の実験対象候補

<p>高さ検討 3仕様×3体 合計3体 解説(1)</p>	<p>高さ：？（面材継有）、？（面材継無）、？（面材継無）、</p>  <p>その他の条件 幅：1P（910）、面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>						
<p>基本形 3仕様×3体 合計9体 解説(4)</p>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">基本形（柱3本）</td> <td style="text-align: center;">基本形 F（柱3本）</td> <td style="text-align: center;">基本形 W（柱2本）</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table> <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）、面材縦継無 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">柱2本 900 mm幅の試験体も必要か。</div>	基本形（柱3本）	基本形 F（柱3本）	基本形 W（柱2本）			
基本形（柱3本）	基本形 F（柱3本）	基本形 W（柱2本）					
							
<p>面材継手検討 1仕様×3体 合計3体 解説(2)</p>	<p>面材継：有（面材高さ、1820+910）</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）で柱3本、 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>						

<p>幅検討 1</p> <p>3 仕様×3 体 合計 9 体</p> <p>解説(3) 解説(5)</p>	<p>幅：910、1000、1365</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）で柱 3 本、面材縦継無 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>
<p>幅検討 2</p> <p>3 仕様×3 体 合計 3 体</p> <p>解説(6)</p>	<p>幅：1365</p>  <p>その他の条件 高さ：2800、幅：2P（1820）で柱 4 本、面材縦継無 面材：構造用合板 t=9、くぎ：N50@100</p>

柱脚金物は、柱の曲げになるべく影響を与えない D ボルトで実施

第5章 添付資料

5.1 全体委員会議事録

本事業で実施した委員会は以下の通りである。

	日 時	場 所
第1回	平成30年8月1日(水) 10:00~12:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」
第2回	平成30年11月13日(火) 18:00~20:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」
第3回	平成31年2月20日(水) 18:00~20:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」

次ページから、委員会の議事録を掲載する。

第 1 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討委員会

日時	2018 年 8 月 1 日 水曜日 10:00～12:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員：河合、五十田、青木、大橋(好)、中島(史)、中川、中島(昌)、樋本、道場、岡部、逢坂、大橋(修)、荒木 行政：野原、青木、中古、徳竹 事務局：平野、山崎(議事録作成)
配付資料	資料 01：関係者名簿 資料 02：S27 補助事業概要(交付申請書抜粋) 資料 03：第 1 回 WG 議事録 資料 04：課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討 資料 05：課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討 資料 06：課題(1)面材耐力壁(大壁・真壁)／板壁の運用についての整理
	<p>1. 国交省挨拶／事業概要の説明(資料 01、02)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国交省・青木様より挨拶 ・ 事務局より事業概要について説明。 ・ 資料 03 第 1 回 WG 議事録は、各課題と合わせて参照。 <p>2. 課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討(資料 04)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事務局より検討内容と、検討結果を 10 月末までに示す必要があることを説明(性能表示の告示改正のため)。第 1 回 WG の結果を踏まえた試験体案を示し、8 月 27 日より試験体製作等の手配をしていることを説明。 ・ 準耐力壁の試験体案は横架材内法寸法(2625mm)の 80%で 2100mmとしているが、現実的には 2400mm 程度の準耐力壁が多い。 →面材の高さが低いほど剛性が下がり、柱の曲げが大きくなる。実験としては、危険側である 80%の 2100mm で問題ない。 ・ 垂壁・腰壁の試験体は高さ 474mm だが、360mm でなくてよいか。 →最小寸法の 360mm とすると、釘ピッチが短くなってしまふ。そのため、150mm のピッチを確保し、高さ 474mm としたものの方が厳しい条件である。 ・ 平成 27 年度に実施した試験とは場所が異なる。そのため、平成 27 年度の仕様での試験 1 体実施し、確認しておいた方がよいのではないか。 →確認のため、平成 27 年度仕様の試験体を 1 体追加する。 ・ 垂壁腰壁の試験体(3P)で、垂壁・腰壁がとりつく柱に金物は必要ないか？ →厳しい側で確認するという意味で、このままで進める。 ・ 試験にあたって順序は、大壁全面→準耐力壁→垂壁腰壁とする。

3. 課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討(資料 05)

- ・ 事務局より検討内容の説明と、検討結果を事業終了時ではなく、比較的早めに示す必要があることを説明。第1回WGの結果を踏まえた試験体案を示し、9月25日より試験体製作等の手配をしていることを説明。成果は、技術解説書などで推奨仕様として示し、注意喚起を促す予定。
- ・ 課題(3)大壁で追加したように、平成27年度仕様での試験体の追加が必要か？
→必要ない。
- ・ 試験体案では、間柱は27mm×60mmとしており、これは平成27年度の仕様になったものである。今回の目的として標準的な納まりを示すということであれば、標準的な寸法の材とすべきであるため、間柱の寸法は30mm×60mmとする。
- ・ 「真壁両面 改良」の受け材の留めつけピッチは120mmで、これは平成27年度事業の高倍率(真壁)の検討を参考としており、告示でもそのようになっている。ただし、今回の両面張りの場合に想定している性能がどうかは分からない。
→1体目を実施して、耐力が不足していた場合、受け材を100mmピッチとして3体試験を行う。その場合、300mmピッチのもの(真壁両面 標準仕様)を2体としてよい。

4. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料 06)

- ・ 事務局より、大臣認定取得時・運用時の申請者側からの要望について説明。(資料 06)
- ・ 資料 06 C に示した連続壁(柱間 2.5m 以下、面材幅 300mm 以上)は、あまり需要のない仕様であると思われるが、グレー本では認められているものである。資料 06 ではそうした仕様も含めて考えられる例を示している。
→実際の住宅で、3.6m で継手間柱によって連続壁としている仕様もある。
- ・ 910mm と 1000mm は認定上異なるが、使い分ける意味があるのか。
→面材くぎ打ちの場合はあまり違いがないと思われるが、落とし込み板壁などでは壁が長くなったとしても耐力が上昇しない場合もある。そのため適用範囲を明確にする必要がある。また、真壁の場合の 1P、2P の違いでは、筋かい効果も考慮されることもあり、抵抗機構のメカニズムで考える必要がある。
- ・ 実例として、面材の上にせっこうボードを張る場合に、耐力壁以外の壁との面を合わせるために、真壁としておさめることがある。
- ・ 本事業でいう合理化とはどういうことを示すのか？
→一つの仕様の中に織り込めるもの、除外するもの等のルールを決め、一仕様の範囲を見直す。
- ・ 現実的ではないかもしれないが、大壁・真壁という区別もないように考えることは可能か。具体的には、大壁の入り隅では受け材を設けて突き付けて施工するケースが多い。
→今回は様々なケースの解析を実施する予定で、そのようなパターンを排除するわけではない。どういう解析するかは、今後検討する。

- ・ 過去の基整促で、階高が変わっても、柱の引き抜きはあまり影響しないという例があった。壁高さを検討する際には関係してくるものと思われる。
→ここでは柱の引き抜きは検討の対象とはしない。既往の研究があるものとして紹介する程度にとどめる。
- ・ 本事業の対象としては、住宅を想定しており、壁倍率が5倍以内のものを想定している。
- ・ 告示には高さのルールはないが、大臣認定にはある。どこまで厳しく設定する必要があるのか。
→本事業は、現状の5%ルールが厳しすぎるという業界団体からの要望が元となっている。現状の5%を6%にしたいというわけではなく、合理的に皆様が納得できるルールを検討していただきたい。ただし大臣認定という枠組の中ではどこかで上限を設けることを想定してほしい。5%ルールは性能評価機関の内規(性能協の木質構造部会)によるもので、主に高さ、幅の1仕様で認められる範囲について言及されている。ここで議論にあがった2P、1Pの違いは内規で縛っているわけではない。
→ここでは見直す対象ではないが、内規について把握しておく(事務局)
- ・ 内規上は10%で、5%以上の部分については条件が付く。
- ・ 資料03 WG議事録内の「大臣認定の取得時のバリエーションについての検討にグレー本の詳細計算法を用いられることが多いが、そもそも検討対象となる仕様が詳細計算法の適用範囲を外れていることがあり、判断に困る」との部分について、ベターリビングでは、高さの範囲を決定するために詳細計算法によって判断している。計算結果から、高さ、幅が最も不利なもので試験を実施し、その試験体の仕様の5%強くなる範囲で区切っている。評価としてはその比率のみを取り扱っている。試験での不利な条件とは、幅は狭い方、高さは高い方である。
- ・ 低倍率の石こうボードなどでは、5%ルールで認められる範囲が非常に厳しい場合もある。

5. その他

- ・ 大橋(修)委員の所属先を「一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会」に修正

【次回の予定】

- ・ 第2回全体委員会 11月13日(火) 18:00~20:00 @神田情報オアシス

第 2 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討委員会

日時	2018 年 11 月 13 日 火曜日 18:00～20:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員: 河合、五十田、青木、大橋(好)、中島(史)、中島(昌)、槌本、秋山、道場、岡部、逢坂、 大橋(修)、荒木 事務局: 山崎(議事録作成)
<p>配付資料</p> <p>資料 01: 委員会名簿</p> <p>資料 02: 第 1 回委員会議事録(2018/8/1)</p> <p>資料 03: 第 3 回 WG 議事録(2018/10/15)</p> <p>資料 04-1: 実験結果速報</p> <p>資料 04-2: 試験体図</p> <p>資料 05: 大臣認定耐力壁の高さ等に係る基準の合理化に関する検討</p> <p>資料 06: 全体スケジュール</p> <p>1. 前回委員会の議事録確認(資料 02)</p> <ul style="list-style-type: none"> 資料 02 3 ページ目上から 11 行目 評価協→性能協 に修正 <p>2. 課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討(資料 04)</p> <ul style="list-style-type: none"> 事務局より 9 月に実施した実験の結果速報を報告。 B-2 の試験倍率は、B-2-2 が 5.20、B-2-3 が 4.86 であるが、これで 5 倍は出ていると判断するのか。倍率としては、試験倍率に対して低減係数をかけるはずであるが、このままでよいのか。 →受け材の留めつけピッチ@120(B-2)では、@300(B-1)の場合と比べ、受け材のすべりがほとんど見られないことを確認できている。受け材のピッチについてはこれで十分ではないかという判断をしている。両面貼りとした場合の仕様をどうするかという点では受け材の留めつけピッチを@120とすることを少なくとも推奨仕様として提案する。5 倍という倍率については、H27 の基整促で実施した片面での実験で 2.58 倍という倍率が示されていることを考慮すると想定内ではある。 告示ではパーティクルボードは何倍か。 →標準仕様(受け材の留めつけピッチ@300、くぎピッチ@150)で 2.5 倍。 →壁全体として見たときには、性能が出ないということではないか。 →今回は面材の貼り方など弱い(厳しい)仕様でやっていることもある。WG ではこの程度の耐力が出れば大丈夫なのは、という話は出ていた。 もともと H27 の基整促で実施した試験が 2.58 倍であることについて、低減かけると 2.3 倍ぐらいにしかないのではないかという話は当時もあった。しかし、告示では 2.5 倍として出てきた。 	

- ・そこを認めている以上、これを下げるとい話になるのは変である。
→告示の値は行政が決めるので仕方がないが、他の大臣認定では必ず低減率をかけている。
- ・そもそも告示の値に低減がかかっていないとすると、今回の実験での値は正しいといえるのではないだろうか。
- ・資料 4-1 8 ページの写真を見ると、高い倍率の壁の場合は、横架材に曲げが発生しているのではないかと気がなる。N 値計算だと両側面材の場合、引き抜き力が掛からないとする。高倍率の場合は、横架材に対する仕様規定のようなものが必要となるのではないか。この実験のように梁高さを 180mm 程度確保できていればよいと思われるが、極端な場合は 105 角もあり得るのではないか。
→1 間のスパンをとばすとした場合、間柱は鉛直荷重を負担しないものとする、105 よりは大きくなると言えるのではないか。絶対でない訳ではないと思われるが、非常に限られている。
- ・今回の事業の目的とは異なるが、実験結果で気になる場所としては、破壊した柱脚の試験体では、柱の内部割れが見られる。今回の実験では、足元にビスが集中する金物はやめ、縦にビスが並ぶ金物に変更したが、現実的にはこうしたビスが集中する金物が多いと思われる。

3. 課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討(資料 05)

- ・事務局より 8 月に実施した実験の結果、また 10 月に追加で実施した実験の概要および結果を報告。
- ・目標倍率の根拠は何か？
→品確法での準耐力壁の算出方法に基づき、高さの比率を掛けて算出している。
→A-1(奥行 60mm)では倍率は出ていないし、A-4(奥行 105mm)では低減係数をかけていない。課題(2)と同様に、これを認めてしまってもよいのか。
→例えば、合板で実験を実施しても期待通りの性能は出ないと思われる。
- ・資料 4-1 の 18 ページの 1 の計算方法は、A-2(垂壁・腰壁)の 4 指標に対して、A-3(準耐力壁・柱)の 4 指標の最小値(P_y)を引いているが、この方法でよいのか。
→本来であれば 4 指標それぞれの値を引くべきではあるが、A-3 が強く(試験倍率 1.71 倍)、それぞれ引き算すると値がマイナスとなるものもあり計算ができない。そのためこうした方法で算出している。垂壁・腰壁のようなわずかな性能を、もし厳密に示すのであれば、3P で両端が準耐力壁の試験体(A-2 の垂壁・腰壁のない試験体)を実施した方がよかったかもしれない。こうした経緯から、資料 4-1 の 18 ページの 2 の方法により、設計上問題がないとして確認を行った。
- ・資料 4-1 の 18 ページの 2 の設計上の出し方についてもこのような方法では壁倍率を認められないのではないか。
→設計値から低減率の割り戻しを行い算出しており、結果として低減が盛り込まれていることになる。
- ・これまでの壁倍率の評価は A-3 タイプ(2P)の試験体で実施しており、実際には 1P で独立して

使用されていることも多く、それも問題であると思われる。

- ・ 資料4-1の18ページの2において、パーティクルボードの低減係数を0.75としているが、パーティクルボードの低減係数を改めて確認する(事務局)。数字としては楽な方向になる。
→平成27年度の実験倍率から、パーティクルボードの低減係数はおおよそ0.8である。その場合、上記計算方法に則ると、垂壁・腰壁部分の壁倍率は0.744となる。(予定倍率は0.54)
- ・ 準耐力壁および垂れ壁・腰壁についても、低減をかけるべきだと思う。

4. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料05)

- ・ 五十田委員より、解析の進捗状況についての報告。(資料05)
- ・ 第3回WGからは、モデルを変更し、負勾配も入れるようになったため、高さ方向の壁倍率の影響については、もう少し検討を進める必要がある。
- ・ くぎのデータは何を使っているのか。
→元のデータは確認が必要。元のデータを、グレー本に示されているくぎのデータに近似させている。
- ・ 資料05 図3.2では2Pの縦継ぎあり(2P-W)で壁高さ2.8mのものだけ急に下がっているのはなぜか。
→図3.1.1に示す図では高さ2.8mのものだけ縦継ぎの有無に関わらずグラフが揃っている。解析の中身を見切れておらず、理由が明らかでないため解析内容を確認する必要がある。
- ・ 資料05 図1.5.2の間柱部分のベクトルが上向きなのはなぜか。
→接触しているところに摩擦係数を入れていることが影響している可能性がある。こちらも解析の確認を行う。資料05の補足資料(A4両面刷り)の裏側に示す図のうち、「トリリニア強度低下②」で解析を進めることとしている。その下の図の「トリリニア強度保持」と傾向が異なっているため、詳細を確認する。
- ・ 面材の座屈を考慮しているモデルか。
→考慮している。
- ・ 今回は、基本的には高さ方向の検討を進めるが、場合に応じて、幅1000mmのケースも解析を行う可能性もある。また、高さ2.8mのもの原因追及については、別の解析を行う必要があるかもしれない。

5. その他

【次回の予定】

- ・ 第3回全体委員会 2019年2月20日(水) 18:00~20:00 @神田情報オアシス

第 3 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討委員会

日時	2019 年 2 月 20 日 水曜日 18:00～20:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員:河合、五十田、青木、大橋(好)、中島(史)、中島(昌)、榎本、秋山、道場、岡部、逢坂、 大橋(修)、荒木 行政:野原、青木、徳竹、松田 事務局:平野(議事録作成)、山崎
配付資料	資料 01 第 2 回委員会議事録(2018/11/13) 資料 02:事業報告書 目次案 資料 03:第 2 章 真壁両面張り耐力壁に関する検討(案) 資料 04:第 3 章 準耐力壁および腰壁等に関する検討(案) 資料 05:第 4 章 大臣認定壁の高さ等に係る基準の合理化に関する検討(案) 資料 06:大臣認定の合理化の要望の整理と実験計画について 大壁/真壁 資料 07:全体スケジュール
	<p>1. 前回委員会の議事録確認(資料 01)</p> <p>2. 報告書の第 2 章、第 3 章についての説明 (資料 03、04)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事務局より報告を行った。 <p>3. 報告書の第 4 章についての説明(資料 05)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 五十田より報告を行った。 ・ モデルの設定で、以下の 2 点が気になる。 <ul style="list-style-type: none"> ① モデルの設定において、くぎのモデルがかなり靱性のあるものになっているが、パンチングがメインとなる面材の場合、解析結果より脆性的になり、構面の破壊モードも異なってくる。くぎのモデルが異なる面材の検討をするか、解析結果を適用できる条件を設定するかが必要ではないか。 ② 変形が進むと、面材同士の接触が生じて、耐力は上昇する可能性があるが、破壊モードは変わって、脆性的な破壊となる可能性がある。(現在は面材の接触はモデル化していない) <p>→ 包絡線および破壊モードは異なるだろうが、そういう特徴を持つ面材の仕様内で、同一とできる高さの範囲に影響が生じるかどうかは不明。検討は必要か。</p> <p>4. 大臣認定の合理化の要望の整理と実験計画について(資料 06)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事務局より資料の説明を行った。 ・ 資料に「〇〇では、原則、別認定とされる。」と書かれているが、これらは内規等に明記されていることではなく、運用上、同一性能であることを証明する実験結果等があれば、同一認定とし

ている。

→ 報告書では、そのように書き換える。

- ・ 真壁の検討については、今年度、解析には着手していない。これは、真壁の解析は大壁と異なるより複雑なモデルが必要となり困難を伴うことから、大壁での課題を優先して解決しようとしたため。
 - 真壁の解析は、大壁の目処がいたら、来年度以降着手することをめざす。しかし、解析にて成果が確実に得られるかどうかは不明なため、真壁に関する要望の中でも実験的に解決可能と予想されるものについては来年度実施する方向で検討する。
 - その際、高さの比較などでは、大壁よりも同一と見なすことのできる範囲は絞られるだろうが、既往の研究などから、範囲を想定して設定することとなるだろう。
 - 真壁仕様は、外層面に面材の厚さの影響を小さく施工できるため、住宅生産者からの要望は一般的なイメージより大きいので、ぜひ検討していただきたい。
- ・ 真壁では、以前、床勝ちと床勝ちでないものを同一の性能として扱える可能性について検討しようとしたが、その際の床の仕様(主に厚さ)について議論となり決着が付かなかった。
 - 床の面材は最低 12 mm(大臣認定の際に実験で用いる厚さ)以上であり、大臣認定上は厚さ 12~30 mmまで OK という仕様になる。住宅に用いられる床材の厚さは、現在のところ、最大で 36 mm(三層パネル)と思われる。厚さが変われば、受け材のくぎが横架材までどの程度届いているかどうか異なるが、ほとんど影響はない可能性が高い。実験で確認できるだろう。
 - 筋かいも、現在では、床勝ちのおさまりの例も有り、真壁であれば問題無いと思われる。
- ・ 大壁の検討については、実験計画にもりこんでいる面材継手の有無の検討は必要だろうか？ 既往の知見より、実験の必要性は無く、同一性能とみて良いのではないか？
 - 経験的には大きな差は無いが、解析の妥当性を確認するという意味では必要。解析では面材同士の接触は無しとしているが、実際には、継手は 2 mm の隙間をあけて施工しても、変形が進んだところでは接触が生じて、破壊性状や耐力に影響を与える。
 - 解析でそこを追うとすると、面材同士の摩擦などの入力数値が必要になる。現在ではそれが無いが、来年度、要素実験でそれらを得て、解析に盛り込むことは可能。
- ・ 実験では、今年度の解析との整合性を確保するため、構造用合板 t9(カラマツ・スギ複合)を想定している。
 - 破壊性状で問題が生じそうな他の面材で実施するという考え方もある。粘りのある構造用合板については、解析で確認できているので。
 - パンチングが生じやすいという意味では、全層スギ t9 の構造用合板となるが。
 - 実験で採用する面材の種類は、実験計画の方針と深く関係するため、慎重に検討して進める。
- ・ 来年度の実験については、本日の意見を踏まえ、早めに検討を進めることとする。

5. その他

- ・ 今後のスケジュールとしては、3/8 に国交省に提出、その後、指摘事項等に対応した後、最終版を 3 月末ごろに再提出となる。委員には、最終の報告書(製本)を送付する。

5.2 ワーキンググループ議事録

本事業で実施した検討WGは以下の通りである。

	日 時	場 所
第1回	平成30年6月25日(月) 10:00~12:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」
第2回	平成30年8月10日(金) 10:00~12:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」
第3回	平成30年10月15日(月) 18:00~20:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」
第4回	平成30年11月27日(火) 18:00~20:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス3」
第5回	平成31年2月1日(金) 10:00~12:00	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス1」

次ページから、検討WGの議事録を掲載する。

第 1 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討 WG

日時	2018 年 6 月 25 日 月曜日 10:00～12:30
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員: 河合、五十田、青木、中川、小谷、秋山、荒木、 オブザーバー: 榎本、加藤 行政: 青木、中古 事務局: 平野(議事録作成)、山崎
配付資料	資料 01: 関係者名簿 資料 02: S27 補助事業概要(交付申請書抜粋) 資料 03: 課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討 資料 04: 課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討 資料 05: 課題(1)面材耐力壁(大壁・真壁)／板壁の運用についての整理 資料 06-1、2: 解析対象耐力壁の図面 資料 07: 耐力壁の高さを因子にした面内せん断試験の FEM 予備解析(解析検討用資料)
1. 国交省挨拶／事業概要の説明(資料 01、02)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 国交省・青木様より挨拶 ・ 事務局より事業概要について説明。 ・ 委員会のメンバーについては、一般社団法人建築性能基準推進協会の木質構造部会から大臣認定の評価側の組織の代表が参加する予定だが現在調整中 → 荒木より、BL、ハウスプラスの 2 社より 2 名が決定したことが報告された。
2. 課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討(資料 03)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事務局より検討内容と、検討結果を 10 月末までに示す必要があることを説明(性能表示の告示改正のため)。検討方法としては、実験を実施することを提案し、試験体のたたき台を示した。 ・ 既往の構造用合板、構造用パネルについては、解析的な検討で性能表示上の壁倍率を決定した。今回も、構造用パーティ、構造用 MDF の基本的なデータがあるので、それを元に、解析的な検討を行うことも可能。ただし、国交省の要望もあるので、今回は実験的な検討を実施する。 ・ 構造用パーティクルボードと構造用 MDF についての検討が必要であるが、ほとんど同じ挙動を示すことが既往の研究で確認済。H27 基整促で実験データが得られている構造用パーティクルボードにて検証することを決定。 ・ 「準耐力壁」については、案の通りとし(3 体)を実施。柱脚金物は HD-B10 で十分か。 ・ 「垂壁・腰壁」と「垂壁」の両方を行う必要は無いので、「垂れ壁・腰壁」で実施することを決定。 ・ 「垂れ壁・腰壁」では、面材最小 36 cm を優先した仕様(くぎピッチ 112 mm)ではなく、くびピッチ 150 mm を優先した面材高さ(474 mm)を採用することを決定。

- ・ 性能表示制度上で倍率が与えられる「垂れ壁・腰壁」は、両側に準耐力壁か耐力壁が必要であることから、試験体は案に示したのではなく、3P で柱 4 本、両端が準耐力壁の仕様とする。ホールダウン金物は両端のみ、HD-B10 程度。中 2 本の柱は、告示上は継手間柱でも認められるが、推奨はしないこと、外壁側では柱が設けられる例が多いことから、柱とする。
- ・ 「垂れ壁・腰壁」の評価は、実験データから「準耐力壁」のデータを引いて行う。

3. 課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討(資料 03)

- ・ 事務局より検討内容の説明と、検討結果を事業終了時ではなく、比較的早めに示す必要があることを説明。成果は、技術解説書などで推奨仕様として示し、注意喚起を促す予定。
- ・ 構造用合板、構造用パネル、構造用パーティクルボード、構造用 MDF に共通の課題であるが、H27 基整促で実験データが得られており、かつ、4つの中で最も性能の高い構造用パーティクルボードにて検証することを決定。
- ・ 現状の仕様と改良案の仕様の 2 種類を各 3 体実施。
- ・ 両面真壁とする場合は、受材の奥行き＝間柱の奥行きとなるので、受材は 3×4 cm はありえず、3×6 cm とする。本検討は、推奨仕様を示すことが目的であるため、「現実にはあり得ないが考えられる最も不利なもの」で実施する必要は無い。
- ・ 改良案では、受材留め付けのくぎピッチを 120 mm とする。これは、現状の告示第 1100 号の高倍率の真壁仕様、大壁の床勝ち仕様と同じ。

4. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料 05、6、7)

- ・ 事務局より、大臣認定取得時・運用時の申請者側からの要望について説明。(資料 05)
- ・ 大臣認定を取得する耐力壁には、大きく分けて面材壁、板壁、筋かい(鋼製)系、その他(外壁の下地や意匠性を重視したシースルーデザイン、格子壁等)があるが、今回は、面材耐力壁に限定して検討する方向を確認。板壁の課題は面材壁との類似性はあるが、バリエーションが多く、今回の検討に含めるのは困難。
- ・ 今回の検討は、面材壁の中でも軸組の耐力壁を対象とする。枠組壁工法についても類似の課題があるが、まずは検討課題が多い軸組で検討を行う。本事業の成果は、流用して枠組壁工法の検討にも用いることが可能か。
- ・ 加藤・五十田より、解析手法について紹介。(資料 6、7) 他事業で実施している解析手法を用いて、本事業の検討を行う予定。本解析手法を用いて課題に関するパラスタを行った上で、来年度、確認の実験を実施することとしたい。
- ・ グレー本の改定を行う際に、適用範囲等の検討を行うために、同様の FEM 解析を行った(解析ソフトは SNAP)。その際に問題となったのは、面材の座屈(保有値解析を行わないとわからないので困難)、面材の張り方、くぎの性能だった。
- ・ 今回の解析も、SNAP で行うことは可能。グレー本の改訂の際のモデルや資料を小谷より加藤・五十田に提供し、課題を共有する。検討手法については、可能な限り揃えて行う。
- ・ 今後の進め方としては、解析モデルの完成度を高める。(加藤・五十田) 並行して、資料 05 の要望などを元に、どのようなスタディーを行う必要があるかの仕様のバリエーションの整理を進

める。(事務局)

- ・ 評価側からの要望としては、「大臣認定の取得時のバリエーションについての検討にグレー本の詳細計算法を用いられることが多いが、そもそも検討対象となる仕様が詳細計算法の適用範囲を外れていることがあり、判断に困る。」というものがあつた。具体的な状況は把握できていないので、委員会にて情報を収集する。

5. その他

【次回以降の予定】

- ・ 全体委員会 8月1日(火) 10:00~12:00 @神田情報オアシス
課題2, 3については本日の決定事項を反映した内容を、決定の経緯と共に説明する。
課題1については、作業を進められるところは進めて、検討対象、検討手法、検討内容について説明する。
- ・ 第2回 WG 8月10日(金)10:00~12:00 @神田情報オアシス
課題2, 3については、委員会の指摘を受けて実験実施について試験体等の最終決定を行う。
課題1については、委員会の指摘を受けて、検討対象、検討手法、検討内容の決定を行う。

第 2 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討 WG

日時	2018 年 8 月 10 日 金曜日 10:00~12:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員:河合、五十田、青木、小谷、秋山、荒木 オブザーバー:槌本、加藤 行政:徳竹 事務局:平野、山崎(議事録作成)
配付資料	<p>資料 01:関係者名簿</p> <p>資料 02:第 1 回 WG 議事録(20180625)</p> <p>資料 03:第 1 回委員会議事録(20180801)</p> <p>資料 04:全体スケジュール</p> <p>資料 05:課題(3)の検討手順メモ+試験体図</p> <p>資料 06:課題(2)の検討手順メモ+試験体図</p> <p>資料 07:課題(1) 面材耐力壁(大壁・真壁)についての整理</p> <p>資料 08:課題(1) グレー本原稿</p> <p>資料 09:課題(1)検討途中の グレー本原稿</p> <p>資料 10:MSS モデルを用いた木造軸組大壁耐力壁の FEM 解析結果速報</p> <p>1. 議事録、スケジュールの確認(資料 02、03、04)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第 1 回 WG、第 1 回委員会の議事録を確認 ・ 各課題に関するスケジュールの確認、課題(3)、課題(2)については年内に報告書を作成 →課題(3)の期限については、最も遅い場合で 12 月まで可。 <p>2. 課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討(資料 05)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 委員会での指摘事項から、大壁片面試験体(平成 27 年度仕様)を 1 体追加、間柱 27×60→30×60 に変更したことを報告。 →他の仕様については変更なく予定通り実施。 ・ 試験時には、くぎ N75 に JIS 品が使用されているかどうか確認する(事務局)。 ・ 試験後の垂壁・腰壁の評価について、下記の 3 つの方法で算出し検討する。 <ul style="list-style-type: none"> ①通常の方法で 4 指標の 50%下限値を算出し、準耐力壁の 50%下限値を引いたものの最低値で試験倍率を提示。 ②各試験体の 4 指標から準耐力壁の 50%下限値を引いたものをベースとして、後は通常の方法で試験倍率を提示。 ③準耐力壁の 3 つの包絡線より平均した包絡線 1 つを作り、各試験体の包絡線から引いたもので通常の評価を行う。 <p>3. 課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討(資料 03)</p>

- ・ 委員会での指摘事項から、間柱 27×60→30×60 に変更したことを報告。
→他の仕様については変更なく予定通り実施。
- ・ 試験時には、くぎ N75 に JIS 品が使用されているかどうか確認する(事務局)。
- ・ 試験の順番は、改良仕様(@120mm)を最初に実施し、さらに改良するかどうか(@100mm)判断するため、試験体製作が 9/25 の一日で納まるかは未定。詳細日程を検討し、調整が必要。
→試験見学予定があるため、詳細日程が決まり次第、各委員に事務局より連絡(8 月末頃)。

4. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料 07、08、09、10)

- ・ 事務局より、大臣認定取得時・運用時の申請者側からの要望について説明。(資料 07)

【グレー本の高さ方向の検討(資料 08、09)】

- ・ 資料 08、09 では、軸材の曲げ変形の影響を考慮したモデルで検討し、ばらつきの範囲と見なすことができる範囲で部材を設定した。グレー本では高さ方向は検討していない。また、枠組壁工法についても検討していない。
- ・ グレー本で検討した解析モデルは、高耐力壁でくぎ間隔は 75mm ピッチとしている。低倍率の壁で 150mm ピッチ等であれば、ここまで複雑なモデルで検討しなくてもよい。
- ・ 面材壁の高さを高にした場合に、 $0.2P_u/D_s$ の値がそれほど変わらないのであれば、高さを無視できると考えられる。しかし、資料 08、09 の検討結果を見ると、高さ方向の検討はしていないものの、高さの違いによる軸材の曲げ変形の影響が無視できなさそうである。
→今回、高さ方向の検討としては、例えば、壁倍率 5 倍のものだと Om まで、壁倍率 3 倍のものだと Om までのように、耐力の条件により、面材高さの許容範囲が変わる可能性がある。
- ・ 最小の柱間と高さの規定については、グレー本では比率を示しているが、あまり明確な条件は示されていない。仕様としては、グレー本では基本的に軸材に面材を留めつけることが想定されている。今回対象とする大臣認定では継手間柱での 2P といった仕様もあり、グレー本とは条件が異なる。

【解析モデルについて(資料 10)】

- ・ 資料 10 の解析モデルの設定は下記の通りである。下線はパラメータ。
 - ①面材
壁高さ(1.5 m、2 m、2.8 m、3 m、4m)、壁幅(1P、2P)、面材の縦継(有、無)、くぎのピッチ(外周 100mm、中通り 200mm)
 - ②軸材
柱(105 角)、土台(105 角)、間柱(30×105mm)
 - ③軸材接合部
柱梁(ほぞ差し)、間柱(欠き込み)、つなぎ材(つきつけ)
- ・ 解析にかかる時間を考慮しながら(現状 2h/ケース)、下記をパラメータの候補とし、解析を進める。パラメータの決定にあたっては、各委員に情報共有し、もれがないか確認をとる。

解析は、決定したパラメータの組み合わせを全て行うのではなく、標準仕様を決め、それを軸にどの仕様の解析を行うか検討する。

①面材

壁高さ、壁幅、面材の縦継、くぎピッチ、くぎの性能

②軸材

柱(ヤング)、土台(ヤング)、梁(ヤング)、間柱(もしくは継手間柱)

③軸材接合部

間柱、つなぎ材

- ・ 柱頭・柱脚接合部はまずはピンとする。
- ・ 軸材は異方性を考慮したモデルとする。ただし、解析時間等を考慮すると難しいため、接合部の寸法で設定するなどの工夫が必要となる。
- ・ 梁の曲げ戻し効果を考慮し、梁を左右 1P ずつ伸ばし、両側に柱を設けたモデルとする。
- ・ 解析の結果は、荷重変形関係(+端のくぎの変形を示したもの)、4 指標を示す。

【事業の方向性】

- ・ 国土交通省への要望は、5%ルールの確認のために必要な試験の費用負担が厳しい、というものである。試験を必要としないで認められる範囲を示していただきたい。
- ・ 加えて本事業では、軸組工法だけでなく、枠組壁工法も確認して、同等の範囲を示していただきたい。
→解析等の検討は軸組工法で行い、その結果を持って枠組壁工法も同様に見なせるようにしたい。ただ、同等の見なせる根拠となるような横並びの実験はこれまで行われていない。この実験を実施することを検討する。

5. その他

【次回以降までの検討】

- ・ 課題1について解析・パラメータの方針を検討し、各委員に示す。
→メールにて報告(加藤)→内容の確認(各委員)

【次回以降の予定】

- ・ 第3回 WG 10月15日(月)18:00~20:00 @神田情報オアシス
課題2、3については、試験結果を報告する。
課題1については、解析の進捗報告(加藤)、比較実験の素案を提案(?)する。
- ・ 全体委員会(第2回) 11月13日(火) 18:00~20:00 @神田情報オアシス

第 3 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討 WG

日時	2018 年 10 月 15 日 月曜日 18:00～20:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員: 河合、五十田、中川、小谷、秋山、荒木 オブザーバー: 槌本、加藤 行政: 青木、徳竹、松田 事務局: 平野(議事録作成)、山崎
配付資料	<p>資料 01: 第 2 回 WG 議事録(2018810)</p> <p>資料 02: 実験結果速報(真壁、準耐力壁、垂れ壁・腰壁)</p> <p>資料 03: 準耐力壁、垂れ壁・腰壁 組み合わせバリエーション</p> <p>資料 04-1: 解析結果(高さ、幅、軸組仕様等をパラメーターとしたもの)</p> <p>資料 04-1: MSS モデルを用いた耐力壁のモデル化</p> <p>資料 05: 全体スケジュール</p> <p>1. 議事録、スケジュールの確認(資料 01)</p> <ul style="list-style-type: none"> 第 2 回 WG の議事録を確認 前回の WG 後に実施した準耐力壁、垂れ壁・腰壁実験について、結果より追加の実験の必要性があったため、委員に照会した上で追加実験を行った旨を報告。 <p>2. 課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討(資料 02)</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験結果の報告を事務局より行った。実験の際に、柱脚金物が想定していた耐力を示さなかったことから、急遽柱脚金物の仕様を変更して残りの実験を実施。 結果、標準仕様(受材ピッチ@300)では 1 体、改良仕様(受材ピッチ@120)2 体が最大荷重まで加力を行えた。 目標倍率 5.0 のところ、標準仕様では壁倍率 4.38、改良仕様では 5.03(5.20 と 4.86 の平均)となった。 パーティクルボードの真壁片面の実験では、壁倍率はどうなっていたのか？ → 2.58 倍であった。(WG 後、H27 年度の実験結果を委員に送付) 最大荷重まで加力出来た試験体を 3 体とするために追加実験を行うべきか？ → 新たに壁倍率を設定する実験ではなく、性能の確認であることから、必ずしも 3 体揃える必要は無い。この実験で目的は達している。 受材のくぎピッチを@150 とした場合に、@120 と同等の性能となる可能性はあるか？ → 改良仕様(@120)では、目視ではほとんど受材の浮き上がりが確認できなかった。したがって、ある程度のピッチ以下では受材の浮き上がりで性能が決まる訳ではないと仮定すると、@150 でも同等の性能となる可能性はある。 報告書には、柱脚金物が破壊した実験結果も掲載すべきか？ → 全て記載すること。壁倍率は 4 指標の最低の値で決まるが、パーティクルボードのこの仕様では、最大荷重が大きくなり、今回のような破壊が生じることを示しておく必要がある。

3. 課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討(資料 02、03)

- ・ 実験結果の報告を事務局より行った。
- ・ 準耐力壁については目標倍率が 1.2 倍であったが、継手間柱の奥行きが 60 mm の場合は最大荷重に達する前に間柱、継手間柱が曲げ破壊を生じ、壁倍率は 1.02 となった。奥行きが 105 mm の仕様では、1.29 倍となった。
(WG での後者のデータは、実験日当日の見かけの変形角から算出したものであったため 1.12 倍であったが、WG 後に正式な速報値を確認したところ 1.29 であることが確認できた。)
- ・ 本仕様は面材の位置、高さがかかなり不利な条件となっている。
- ・ 準耐力壁仕様は、試験体の形状で実際の住宅に配置されるわけではなく、裏側に全面もしくは準耐力壁と同等の高さまで、何らかの面材が張られる。全面に面材が張られる場合は、間柱、継手間柱の曲げが緩和され有利な条件に、途中までの高さまで張られる場合はより厳しい条件となる。報告書でその旨を明記しておくこととする。
- ・ 垂れ壁・腰壁が 1P で両側に準耐力壁がある 3P の試験体では、平均の壁倍率が 1.31 倍となった。目標倍率は、両側の準耐力壁が 1.2 倍、中央の垂れ壁・腰壁が 0.54 倍で、平均として 0.98 倍となる。
- ・ 垂れ壁・腰壁部分の壁倍率の算出は以下のようなものが想定される。(別紙参照)
 1. 垂れ壁・腰壁+準耐力壁の実験値から、準耐力壁の実験値の 4 指標の最も小さい値を引いた値を、垂れ壁・腰壁の 4 指標として壁倍率を算定する。(0.51 となり、目標倍率 0.54 に近いがわずかに足りず。)
 2. 設計上から導き出される性能値と実験値から導き出された性能値(どちらも壁倍率ベース)で算出。(0.549 となり、目標倍率 0.54 とほぼ同等。)2 の結果から、垂れ壁・腰壁の壁倍率は、設計上問題が無い値となっていることが確認できる。

4. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料 04 シリーズ)

- ・ 加藤・五十田より解析内容と、現状の結果の報告を行った。
- ・ 解析モデルと実験結果の比較については、よく一致しており、解析モデルの信頼性を確認できた。
- ・ 解析のパラメーターについては、絞り込んで資料 04-1 に示す通りとした。今回は、これらのうち、高さについての解析結果を示した。
- ・ パラメーターとして面材の継手も用意しており、そのバリエーションを資料 04 の p. 8 に図で示したが、高さ 2000 mm については、実際にはありえない(やっではいけない?)仕様となっており、また、その影響か解析には出ている。どのような割付にするかは要検討。
- ・ パラメーター等について要望はないか?
→ 幅のパラメーターについて、910 と 1000 についての検討は必要無いか? 同等としても良いか。
→ 既往の研究より同等と考えて差し支えないが、他の条件によって変わってくる可能性がある

ので、パラメーターとして入れるかどうか検討する。

→1Pと2Pの解析結果で大きな差が無いとなれば、1.5P等のこの間にある幅については比例則が成り立つと考えて良いか。

→実際には、面材の割付の影響が出てくるので、単純ではない可能性がある。パラメーターとして入れるかどうか検討する。

- 資料04-2について、ソフトは異なるものの(資料04-01はFEM、02はSNAP)同様のモデルで解析したにもかかわらず、資料04-01と比較して高い値が出ているのはなぜか？

→(WGでは結論が出ず。後日解析内容の確認を行ったところ、以下が判明。)

釘の第1折れ点の変位が間違っていた。また、解析ステップが粗かったのを細かくして再度解析したところ、概ね実験結果と一致した。

剛性が若干高めに出るが、FEMとは異なり、縁あり等SNAPでは厳密にモデル化できないため、釘の位置が耐力が高めに出る方向に配置してあることが原因と考えられる。

5. その他

【次回以降の予定】

- 全体委員会(第2回) 11月13日(火) 18:00~20:00 @神田情報オアシス
- 第4回WG 11月27日(火)18:00~20:00 @神田情報オアシス

第 4 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討 WG

日時	2018 年 11 月 27 日 火曜日 18:00～20:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 3」
参加者 (敬称略)	委員: 河合、五十田、青木、小谷、秋山、荒木。 オブザーバー: 槌本、加藤 行政: 青木、松田 事務局: 平野(議事録作成)、山崎

配付資料

資料 01-1: 第 2 回委員会議事録(20181113)

資料 01-2: 第 3 回 WG 議事録(20181015)

資料 02: 解析結果(高さ、幅、軸組仕様等をパラメーターとしたもの 面材の接触の有無の差)

資料 04: 全体スケジュール

資料 05: 事業報告書目次案

1. 議事録、スケジュールの確認(資料 01)

- ・ 第 3 回 WG および第 2 回委員会の議事録を確認
- ・ WG の議事録について、以下の指摘あり。修正する。
 - 真壁両面張りについて、「受材のくぎピッチ@150 とした場合に倍率5が出るか」という部分は、「ピッチ@150 は@120 と同等の性能が出るか」に回答部分も含めて変更。@120 の実験は 2 体の実施なので、5 倍の性能があるとするのは正確ではないため。
 - 準耐力壁等の垂れ壁・腰壁の評価について、最後に「以上の結果から・・・」となっているが、「2の結果から」とする。
- ・ 委員会の議事録について、以下の指摘あり。修正する。
 - 大橋委員の低減率についての意見は、真壁両面張りだけでなく準耐力壁等も対象であったため、その旨追記する。
 - 大橋委員より意見について議事録に記録することを要望されたが、議事録に名前を明記することについては、本人に確認をとること。

2. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料 02)

- ・ 五十田より解析内容と、現状の結果の報告を行った。
- ・ 委員会で指摘のあった面材の継手の有無による差を検証した。面材の継ぎ目の接触の部分のモデル設定により差が出るのがわかったが、接触無しとするのか、有りとするならば正しい値をどう設定するかを相談したい。
 - 木質面材の大臣認定では、面材の継ぎ目は 2-3mm あけることが明記されている。また、一般の仕様では、軸組は住宅金融支援機構の木造住宅工事仕様書でもその旨が記載され、枠組壁工法では緑本に記載されている。実験時には変形がかなり進むと接触するようになるが、解析においては接触無しとして良いのではないか。
- ・ 委員会で指摘のあった間柱の留め付け部分のモデルについて検証した。間柱上下をピン支持

とした場合と、上端のみを自由とした場合では、ほとんど差がなかったため、前者でパラスタを行う。

- ・ パラメーターは前回の WG で示した通りであるが、前回の WG で要望があった 幅 910 と 1000 の差、1P と 2P の間の幅について比例則が適用できるか(継手が生じる)についても検討できそう。

3. その他

- ・ 目次案の確認を行った。
課題(2)真壁仕様の耐力壁を軸組に両面張りする場合の受材の仕様に関する検討、課題(3)住宅等品質確保促進法における準耐力壁の仕様の拡充に関する検討については、完了したので、1～3章は事務局で執筆に着手する。
4章の大臣認定における仕様の合理化に関する検討については、事務局にて目次案を作成したが、執筆を担当される五十田・加藤にて適宜変更すること。
- ・ 次回の WG(最終)では、パラスタの結果の報告に加え、来年度実施すべき実験計画について議論したい。

【次回以降の予定】

- ・ 第 5 回 WG 2 月 1 日(金) 10:00～12:00 @神田情報オアシス
- ・ 第 3 回委員会 2 月 20 日(水) 18:00～20:00 @神田情報オアシス

第 5 回 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等検討 WG

日時	2019 年 2 月 1 日 金曜日 10:00～12:00
場所	情報オアシス神田 神田北スペース 会議室「オアシス 1」
参加者 (敬称略)	委員: 河合、五十田、青木、小谷、秋山、荒木 オブザーバー: 樋本、加藤 行政: 青木、徳竹、中古 事務局: 平野、山崎(議事録作成)
<p>配付資料</p> <p>資料 01: 第 4 回 WG 議事録(20181127)</p> <p>資料 02: 大臣認定壁の高さ等に係る基準の合理化に関する検討(第 4 章)</p> <p>資料 03: 大臣認定に対する要望 大壁・真壁</p> <p>資料 04: 報告書目次案</p> <p>資料 05: 準耐力壁および腰壁等に関する検討(第 3 章)</p> <p>資料 06: 全体スケジュール</p> <p>1. 議事録の確認(資料 01)</p> <ul style="list-style-type: none"> 第 4 回 WG の議事録を確認 <p>2. 課題(1)大臣認定における仕様の合理化に関する検討(資料 02)</p> <ul style="list-style-type: none"> 加藤より解析内容と、現状の結果の報告を行った。パラメータのうち、柱のヤング、梁せいについては、影響がないことが分かった。また、今回解析した面材の割り付けの範囲ではほとんど影響がないことが分かった。 解析条件のうち、くぎピッチについて、外周 100 のとき中通り 200、外周 150 のとき中通り 300、外周 300 のとき中通り 300 としているが、中通りのくぎピッチを全て 300 とするか、もしくは外周 300 のとき中通り 600 とすると、比較がしやすいのではないかと。 →当初は中通りのピッチを外周の倍にしようと考えていたが、中通り 600 は大きすぎると考え、ピッチの上限を 300 とした。 解析モデルは柱脚がピンで、浮き上がりがおきないようにしているのか。 →そうになっている。 解析上は高さ 2m～4m は、高さ 2.8m を基準として同一認定と見なしてかまわないと考える。 →下限は高さ 1.8m とするのは難しいのだろうか。 →解析結果(高さ 1.5m)を見ると、微妙なところである。高さ 1.82m 程度の壁が必要な場合は、告示の仕様を選択していただくのがよいのではないだろうか。いずれにしても高さについてどこまでの範囲を同一と見なせるかどうかは分かりやすく図版等で示す必要がある。 幅のモジュールについては、解析を実施していないが、910mm が 1000mm になっても問題ないと思われる。 幅が 1P～2P でランダムなものについては、寸法・面材の割り付け等を考慮するとバリエーションが多いため、解析等を実施すると条件を絞り込む必要がある。 	

単独壁の幅については、グレー本では600mm未満は、足元の浮き上がりを考慮して単独での倍率は認められていない。

3. 来年度へ向けた検討方針と実験計画(資料 03)

- ・ 本事業では、資料 03 で示されている要望の全てに対して回答を示すわけではない。ここでは、解析等が可能な範囲で、同一認定として見なせるであろう範囲を値で示す。最終的には各評価機関の委員会の中で検討していただけるような工学的判断に基づいた基礎的な資料を整えていきたい。
→ここで示される基礎的な資料については、各評価機関での判断材料とするのではなく、評価機関が集まって内規を作っていくための資料をイメージしている。
- ・ 資料 03 では大壁・真壁が示されているが、基本的には大壁を対象とする。真壁については、面材が接触する、面材の種類、厚さなどの条件を加味しなければならず解析が複雑になる、もしくはモデル化が難しいと思われるが、来年度取り組んでみる。また、解析ができない場合は、実験で高さ方向のみ確認するなどに対応することも可能と思われる。

【実験計画】

- ・ 来年度の実験計画は、高さ方向の実験は、1P で 1.5m、2.8m、4m とし、BL に依頼するようにする。
- ・ 加えて、2P で高さ 2.8m を実施する。他の仕様としては、幅寸法、面材の種類、面材の割り付け、大壁・真壁等のバリエーションから計画する。
- ・ 幅寸法のバリエーションについて、フレームを 2P で固定とし、2P の中で幅の異なる面材を張った試験体で検討を進める。試験体を面材の幅に合わせた単独壁とすると、幅によってフレームの影響が異なるためそれを避ける。
- ・ どういうバリエーションで実施するかについては、実験予算を踏まえて検討を進める。なお、試験場所は上記(高さ方向の実験)と揃える必要はない。そのため、今年度実施した徳島で再度行ってもよいと思われる。
- ・ 実験にあたっては、フレームの影響を考慮して、柱頭・柱脚の納まりを配慮しておく必要がある。柱の左右にホールダウンを配置すると、回転抵抗が生じる。柱の前後に配置するとそれが低減できるが、変形時に面材が干渉してしまう。(加えて、徳島では柱の前後に配置することができない。)
→D ボルトとして検討を進める。また、柱のめり込みの影響がでないよう、柱の両端を切り欠いた形状に加工する。
→合わせてフレームのみの実験も行う。

4. その他

【今年度の予定】

- ・ 第 3 回委員会 2 月 20 日(水) 18:00~20:00 @神田情報オアシス