

(S27)

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

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

本事業の目的

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、大臣認定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。

以上のことから、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ことを目的としている。

実施体制

検討委員会

| | | |
|------|------|-------------------|
| 委員長 | 河合直人 | 工学院大学 |
| 委員 | 五十田博 | 京都大学、青木謙治 東京大学 |
| | 大橋好光 | 東京都市大学、中島史郎 宇都宮大学 |
| | 中川貴文 | 京都大学、 |
| | 後藤隆洋 | (公財)日本住宅・木材技術センター |
| | 上杉義則 | ハウスプラス確認検査株式会社 |
| | 逢坂達男 | (一社)日本木造住宅産業協会 |
| | 坂口晴一 | (一社)日本ツーバイフォー協会 |
| | 槌本敬大 | 建築研究所、中島昌一 建築研究所 |
| 協力委員 | 荒木康弘 | 国土交通省国土技術政策総合研究所 |
| | 秋山信彦 | 国土交通省国土技術政策総合研究所 |

検討WG

| | | |
|----------|-------|------------------|
| 主査 委員 | 五十田博 | 京都大学 |
| | 河合直人 | 工学院大学、青木謙治 東京大学、 |
| | 中川貴文 | 京都大学、小谷竜城 (株)NCN |
| 協力委員 | 荒木康弘 | 国土交通省国土技術政策総合研究所 |
| | 秋山信彦 | 国土交通省国土技術政策総合研究所 |
| オブザーバー | 槌本敬大 | 建築研究所、 |
| | 加藤百合子 | (一社)日本建築総合試験所 |

調査内容

(イ) 壁高さの異なる耐力壁（大壁）の水平加力実験の実施と解析的検討

- 大壁高さ方向について、高さ3 種類（+面材継ぎ1 種類）の水平加力実験を実施
- 昨年度実施した解析の見直しを含め、実験結果との整合性を確認し、高さの違いによる性能差について考え方を整理

(ロ) 壁幅の異なる耐力壁（大壁）の水平加力実験の実施と解析的検討

- 大壁幅方向について、幅方向6 種類の水平加力実験を実施
- 高さ方向の検討と同様の解析モデルを用いて幅方向についても解析を実施し、実験結果との整合性を確認し、幅方向の違いによる性能差について考え方を

(ハ) 真壁解析モデル検討のための予備実験の実施

- 破壊性状の確認のための真壁の水平加力実験を実施
- 面材同士の接触の影響を確認するための大壁の水平加力実験を実施₃

解析等で用いるためのくぎの実験

本事業では複数の実大実験を実施しているが、実施時期が異なることや、試験体の仕様が異なることから、それぞれの実験で調達する構造用合板の樹種・ロットが異なる。構造用合板では、樹種の違いなどがくぎのせん断性能に影響を与えることが知られていることから、それぞれの実験において、材料確認のための実験を実施した

| | |
|---|---|
| グレー本による面材くぎ実験 6体 軸材の影響を低減するために軸材への事前加力有り | 構造用合板2級 全層カラマツ 同一ロット材料を用いて、2種類の試験方法を実施し、試験方法による差を確認するために実施。 |
| ロケット型のくぎ実験 単調加力 6体 | |
| ロケット型のくぎ実験 単調加力 幅910と1000で 各4体 | 構造用合板2級 全層カラマツ 第3章に示す幅の検討の実大実験と同じロットの材料を使用。幅910と1000でロットが異なるため、その違いを確認するために実施。 |
| ロケット型のくぎ実験 単調加力 1体 繰り返し加力 3体 | 構造用合板2級 全層ダグラスファー 第2章の高さの検討の実大実験と、第4章の真壁のデータ取得のための実大実験と同じロットの材料を用いて実施。 |

今年度の解析は、全てロケット型の繰り返し加力のデータを用いた。

昨年度はグレー本のバイリニアモデルより作成したデータを用いていた。

大壁耐力壁：高さ方向の検討

大臣認定耐力壁の高さ等に係る基準の合理化を図ることを目的とし、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の高さ方向の検討を行った

①大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験

昨年度は、大壁仕様の解析モデルを設定し、耐力壁の高さ、面材釘の性能・ピッチ、柱断面、梁断面等をパラメーターとして解析を行い、ほぼ同一仕様とできる高さについて知見が得られたが、本年はその解析モデルの妥当性の確認のための実大実験を行った。

②解析的検討

解析については、くぎのモデル等をより現実に近い値（冒頭に示したくぎの実験データ）に置き換え、再度実施した。

大壁耐力壁：高さ方向の検討

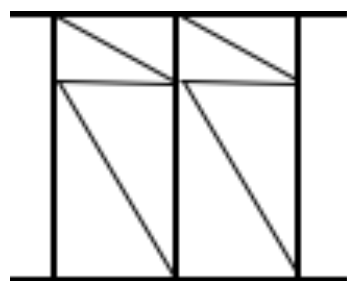
①大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験

試験体は高さ及び面材の張り方をパラメーターとした

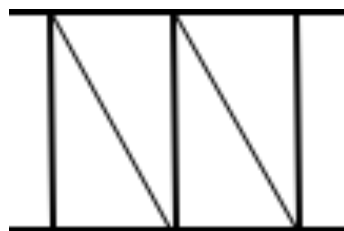
| 試験体記号 | 横架材間距離 (mm) | 胴つなぎ高 さ (mm) | 壁長さ (mm) | 試験体数 (体) |
|---------|----------------|-----------------|-------------|-------------|
| A-1フレーム | 3743 | 3024 | 1820 | 1 |
| A-1 | | | | 3 |
| A-2フレーム | 2719 | — | | 1 |
| A-2 | | | | 3 |
| A-2' | 2743 | 1624 | | 3 |
| A-3フレーム | 1519 | — | | 1 |
| A-3 | | | | 3 |

くぎおよびくぎピッチはN50@100mmとし、高さ方向ではピッチの調整無し。幅方向は中央でピッチの調整を行っている。

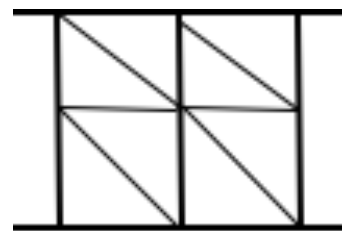
高さ方向については、くぎピッチおよび面材の張り方を優先して高さを決定しているため、面材の継ぎの有無が異なるA-2とA-2'とで横架材間距離が異なっている。



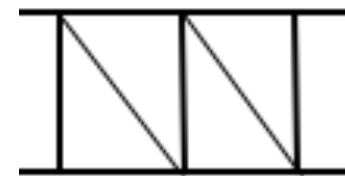
A-1



A-2



A-2'



A-3

大壁耐力壁：高さ方向の検討

①大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験（実験結果）

| 項目 | A-1 | A-2 | A-2' | A-3 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 横架材間距離 | h3743 | h2719 | h2743 | h1519 |
| Py | 14.48 | <u>13.73</u> | 14.10 | 14.13 |
| 0.2Pu/Ds | <u>12.90</u> | 13.82 | <u>13.20</u> | <u>13.84</u> |
| 2/3Pmax | 16.86 | 16.24 | 17.22 | 16.76 |
| P120 | 14.27 | 14.52 | 13.55 | 14.32 |
| 試験倍率 | 3.61 | 3.84 | 3.70 | 3.87 |

- 4指標のうちの最小値 = P_0 （短期許容せん断力）
- 結果はフレーム耐力を減じた評価を示す。
- A-2'のフレーム耐力を減じた評価については、A-2'のフレームのみの実験は行っておらず、胴つなぎのないA-2フレームの結果を用いて算出している。

大壁耐力壁：高さ方向の検討

①大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験（実験結果）

破壊状況（例：A-1）



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad パネル継部



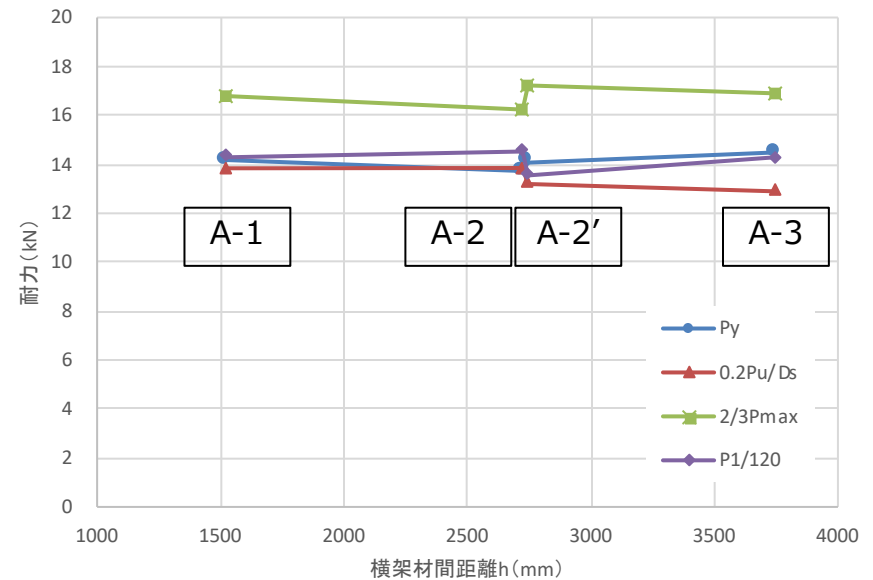
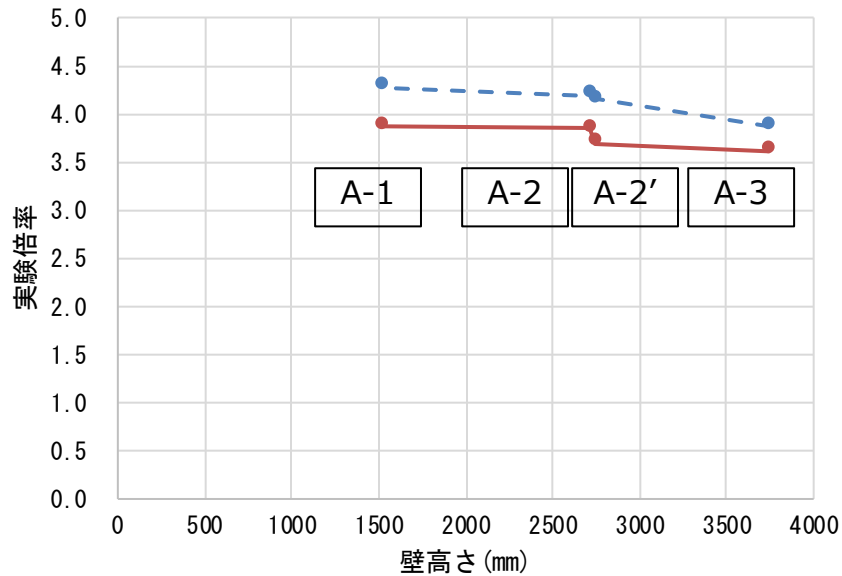
1/15rad くぎのパンチアウト



1/15rad 面材中央継部

大壁耐力壁：高さ方向の検討

①大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験（実験結果）



● フレーム耐力減じた評価 ● - - 通常の耐力評価

A-2・A-2'（横架材間距離2719・2749）の仕様を中心として、

- A-1（横架材間距離3743）との差
A-2'とA-1の P_0 （A-2'：13.20kN、A-1：12.90kN）約2%の差
A-2とA-1の P_0 （A-2：13.73kN、A-1：12.90kN）約6%の差
- A-3（横架材間距離1519）との差
A-2'とA-3の P_0 （A-2'：13.20kN、A-3：13.84kN）約5%の差
A-2とA-3の P_0 （A-2：13.73kN、A-3：13.84kN）約1%の差

②解析的検討

大壁耐力壁の高さ方向の解析的検討については、昨年度から解析モデルを修正して実施した。

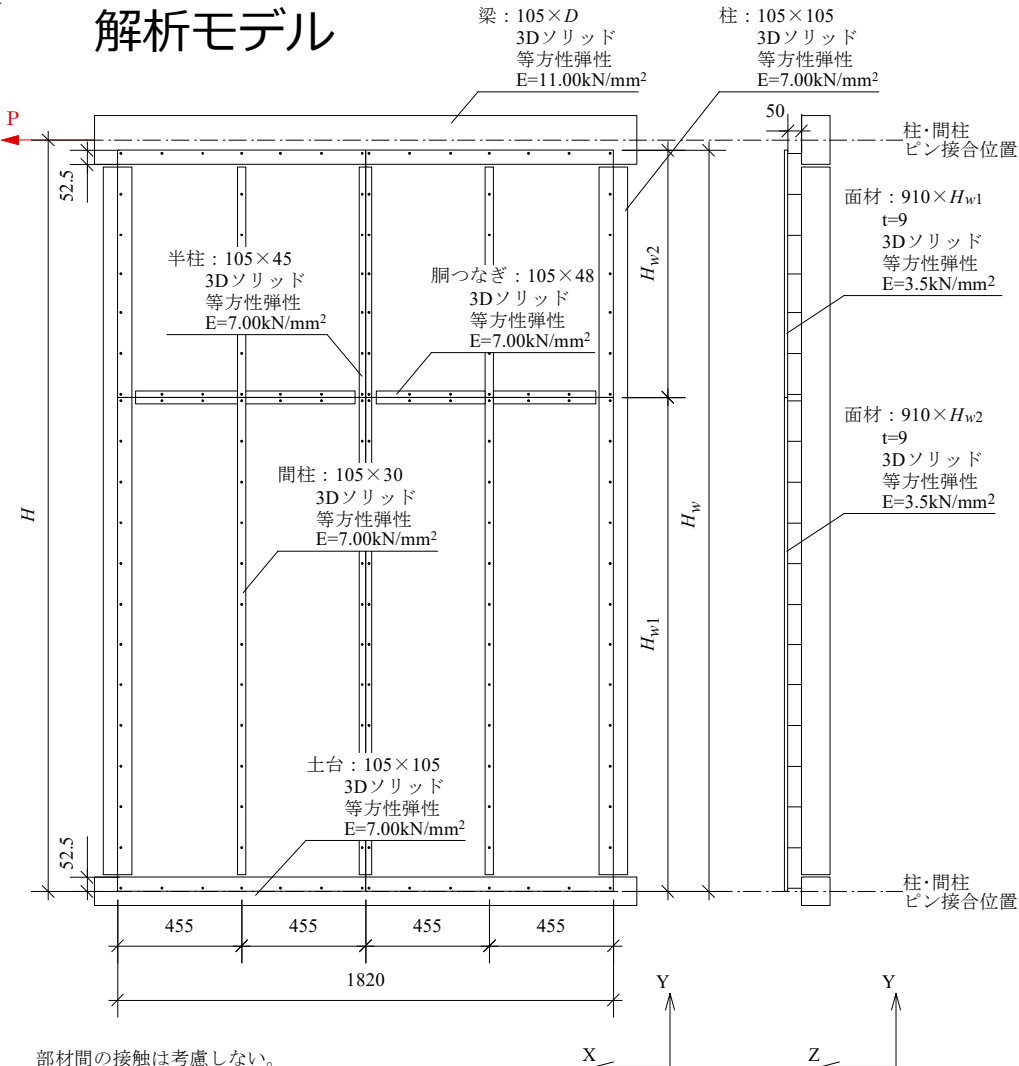
【今年度の解析モデルの昨年度からの変更点】

- くぎピッチの影響を無視するため、くぎピッチが均等割りできるよう高さを修正（昨年度はくぎピッチが均等割りできなかったため、調整用の半端なピッチにより単位高さ当たりのくぎ本数に差が生じた）
→このピッチによる高さ調整は、水平せん断試験の高さの設定方法と同じであり、試験体寸法は解析対象のモデルの寸法と一致（解析モデル：面材高さ3848（面材継ぎ有り）、高さ2824、高さ2848（面材継ぎ有り）、高さ1624の4種）
- くぎのモデルを、「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」から引用したバイリニアモデルからモデル化していたものから、ダグラスファーのロケット型（繰り返し）試験（本事業で実施）をベースにモデル化したものに変更

大壁耐力壁：高さ方向の検討

解析モデルの設定

解析モデル



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。

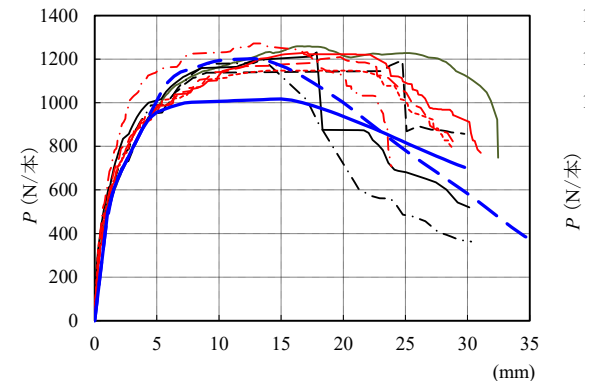
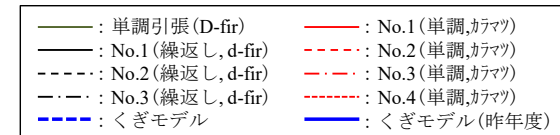
境界条件

- 土台の下面のX, Y, Z方向変位を拘束
- 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

軸組の接合部はピン接合

- 梁の片側端部中央に強制変位を与える

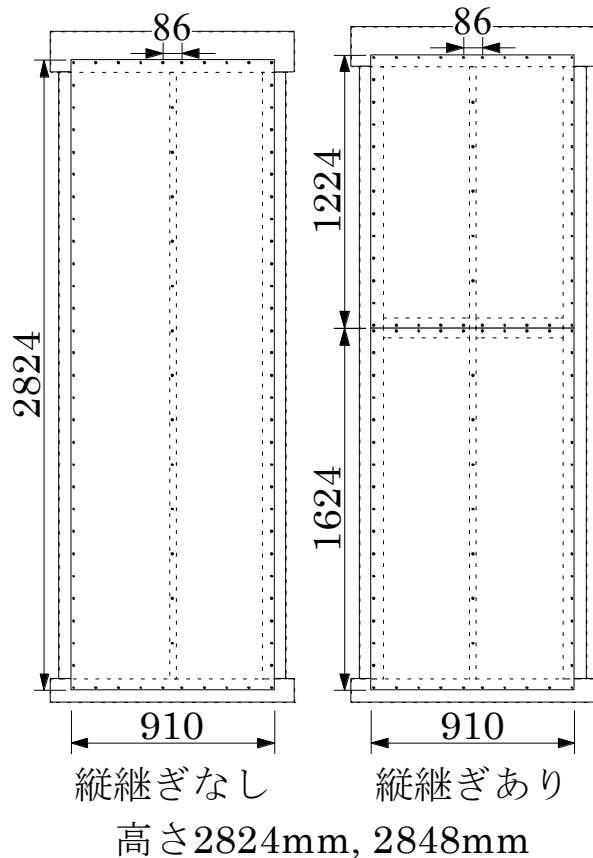
- 面材を軸組に留め付けるくぎは、1本あたり放射状のばね16本でモデル化



くぎ1本を16本のばねに分割したモデル

大壁耐力壁：高さ方向の検討

解析パラメーター・条件



壁高さ・壁幅・縦継の有無

面材幅 (L)
1P : 910mm
2P : 1820mm

H1.6 - **1P** - **1W**

面材高さ (Hw)
H1.6 : 1624mm, 1648mm
H1.8 : 1824mm, 1848mm
H2.4 : 2424mm, 2448mm
H2.8 : 2824mm, 2848mm
H3.0 : 3024mm, 3048mm
H3.6 : 3624mm, 3648mm
H3.8 : 3824mm, 3848mm
H4.2 : 4224mm, 4248mm

縦方向の面材の数
1W : 1枚(縦継ぎなし)
2W : 2枚(縦継ぎあり)

パラメーターの組み合わせ

面材高さ (H) 面材幅 (L) 縦継ぎの有無

$$\begin{pmatrix} 1.6 \\ 1.8 \\ 2.4 \\ 2.8 \\ 3.0 \\ 3.6 \\ 3.8 \\ 4.2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1P \\ 2P \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{縦継ぎ有} \\ \text{縦継ぎ無} \end{pmatrix} = 32 \text{通り}$$

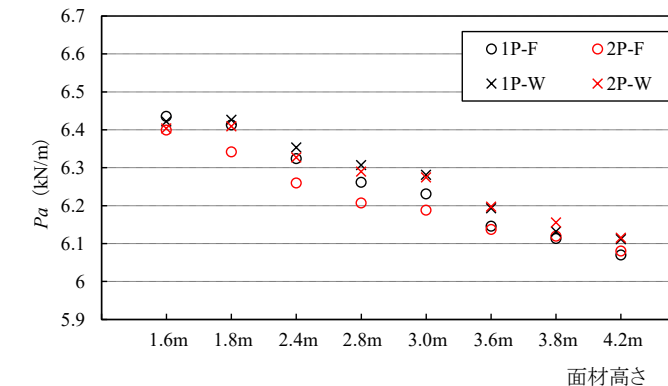
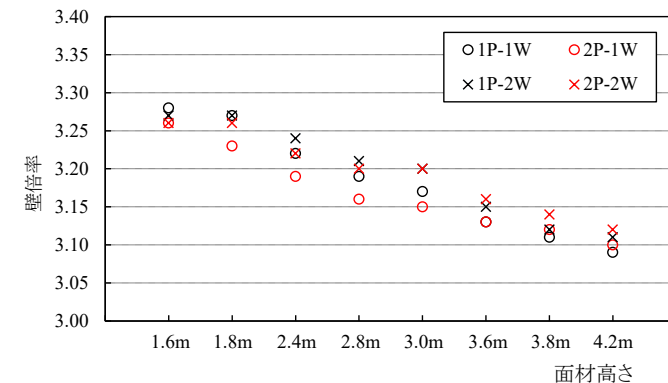
その他条件

柱, 土台, 半柱, 間柱, 胴つなぎ
ヤング係数 : 7350N/mm²
梁
ヤング係数 : 11000N/mm²
くぎピッチ
外周 : 100ピッチ, 中通 : 200ピッチ

大壁耐力壁：高さ方向の検討

解析結果

| 試験体名 | 面材高さ (mm) | 面材幅 (mm) | 縦継の有無 | 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 | |
| H1.6-2P-1W | 1624 | 1820 | 無 | 3.26 | 1.03 | 1.07 | 1.04 | 0.99 | 1.03 | |
| H1.8-2P-1W | 1824 | | | 3.23 | 1.02 | 1.05 | 1.03 | 1.00 | 1.02 | |
| H2.4-2P-1W | 2424 | | | 3.19 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.00 | 1.01 | |
| H2.8-2P-1W | 2824 | | | 3.16 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| H3.0-2P-1W | 3024 | | | 3.15 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| H3.6-2P-1W | 3624 | | | 3.13 | 0.99 | 0.97 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | |
| H3.8-2P-1W | 3824 | | | 3.12 | 0.99 | 0.96 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | |
| H4.2-2P-1W | 4224 | | | 3.10 | 0.98 | 0.95 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | |
| H1.6-2P-2W | 824+824 | | | 有 | 3.26 | 1.03 | 1.03 | 1.02 | 0.89 | 1.03 |
| H1.8-2P-2W | 1024+824 | | | | 3.26 | 1.03 | 1.02 | 1.02 | 0.91 | 1.03 |
| H2.4-2P-2W | 1624+824 | | | | 3.22 | 1.02 | 0.96 | 1.00 | 0.94 | 1.02 |
| H2.8-2P-2W | 1624+1224 | | | | 3.20 | 1.01 | 0.96 | 1.00 | 0.95 | 1.01 |
| H3.0-2P-2W | 1624+1424 | | | | 3.20 | 1.01 | 0.95 | 1.00 | 0.95 | 1.01 |
| H3.6-2P-2W | 1824+1824 | | | | 3.16 | 1.00 | 0.94 | 0.99 | 0.96 | 1.00 |
| H3.8-2P-2W | 3024+824 | 3.14 | 0.99 | | 0.91 | 0.98 | 0.95 | 0.99 | | |
| H4.2-2P-2W | 3024+1224 | 3.12 | 0.99 | | 0.90 | 0.98 | 0.95 | 0.99 | | |



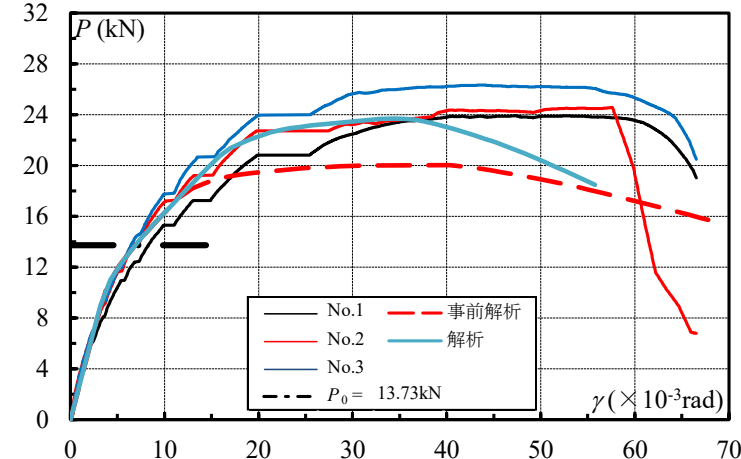
- 面材高さが高くなるほど耐力が低くなる傾向がみられた。
- 表2のうち、例えば、壁幅2P、面材縦継ぎなし1Wの範囲に絞り、H2.8-2P-1Wを基準とした壁幅1m当たりの耐力の比のうち、短期基準せん断耐力 P_a を見ると、H1.6（高さ1624mm）では1.03、H4.2（高さ4224mm）では0.98となり、高さ1624mm～4224mmの結果では、値のばらつきは5%に収まっている。（ $1.03-0.98=0.05$ ）

大壁耐力壁：高さ方向の検討

③まとめ

| (i) 各試験体の試験結果 | | 解析 | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|----------|-------|
| | | 試験体 | | | 事前 解析 | 解析 |
| | | No.1 | No.2 | No.3 | | |
| P_y | (kN) | 13.80 | 13.58 | 14.39 | 10.76 | 11.30 |
| $0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$ | (kN) | 13.30 | 14.44 | 15.70 | 15.58 | 14.68 |
| $(2/3) \cdot P_{max}$ | (kN) | 15.95 | 16.38 | 17.56 | 13.38 | 15.80 |
| P_{120} | (kN) | 13.78 | 15.46 | 15.93 | 14.96 | 14.96 |
| P_{300} | (kN) | 8.37 | 9.05 | 9.64 | 9.10 | 9.25 |
| P_{max} | (kN) | 23.92 | 24.57 | 26.34 | 20.08 | 23.70 |
| P_u | (kN) | 22.43 | 22.95 | 24.78 | 18.64 | 21.41 |
| K | ($\times 10^3$ kN/rad) | 1.65 | 2.09 | 2.06 | 2.60 | 2.51 |
| μ | (-) | 4.89 | 5.45 | 5.52 | 9.23 | 6.38 |
| $1 / \sqrt{2\mu-1}$ | (-) | 0.34 | 0.32 | 0.32 | 0.24 | 0.29 |
| γ_y | ($\times 10^{-3}$ rad) | 8.35 | 6.51 | 6.97 | 4.13 | 4.50 |
| γ_v | ($\times 10^{-3}$ rad) | 13.58 | 11.00 | 12.01 | 7.16 | 8.53 |
| γ_u | ($\times 10^{-3}$ rad) | 66.46 | 59.90 | 66.23 | 66.06 | 54.40 |
| γ_{0y} | ($\times 10^{-3}$ rad) | 7.40 | 6.03 | 6.00 | 4.13 | 4.50 |
| γ_{p0} | ($\times 10^{-3}$ rad) | 8.29 | 6.61 | 6.44 | 4.13 | 4.50 |
| 破壊状況 | | - | - | - | | |

| (ii) 壁倍率の算出結果 | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|---------------|---------|
| | 平均 値 (kN) | 変動 係数 CV | ばら つき 係数 | 50% 下限値 (kN) | P_0 (kN) | 壁倍 率 |
| P_y | 13.92 | 0.030 | 0.986 | 13.73 | 13.73 | 3.8 |
| $0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$ | 14.48 | 0.083 | 0.961 | 13.92 | | |
| $(2/3) \cdot P_{max}$ | 16.63 | 0.050 | 0.976 | 16.23 | | |
| P_{120} | 15.06 | 0.075 | 0.965 | 14.53 | | |

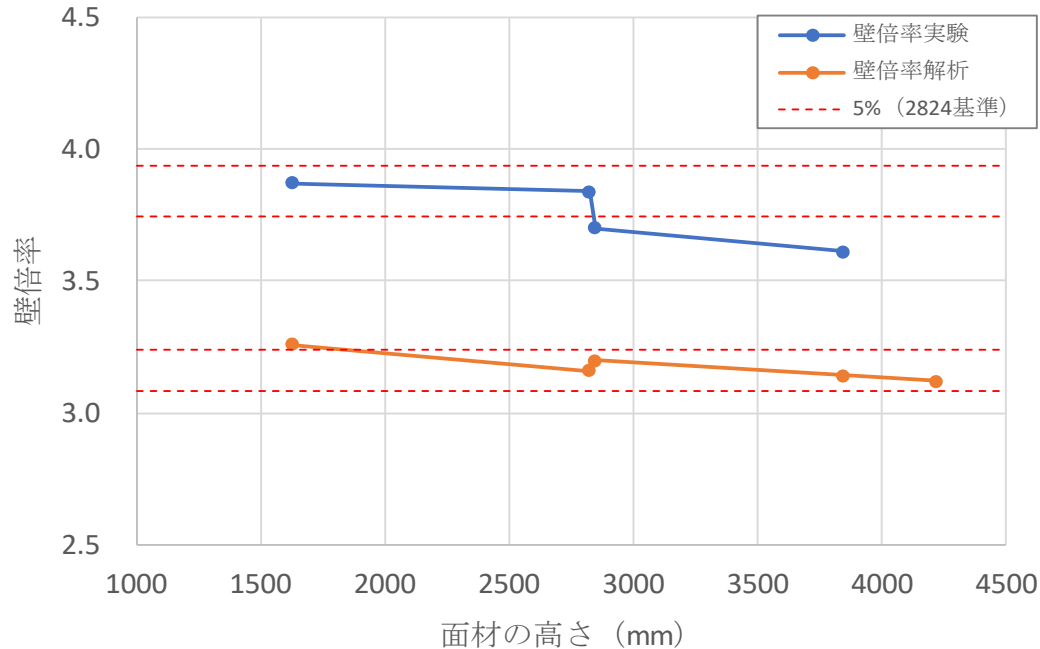


事前解析は、昨年度の用いたくぎモデルでの結果である。
くぎデータについては、スライドNO.4・11を参照。

- 実験から得られたくぎモデルを用いた今年度の解析値は、より実大実験値と一致する傾向が見られた。
- 高さが標準（2824mm）までは変形角が1/25radを超えるあたり、高さが3848mmになると1/30radから、解析と実験の値が異なる傾向が見られるが、全体としては解析は概ね傾向を捉えている。

大壁耐力壁：高さ方向の検討

③まとめ



- 高さ2824mmの面材継ぎ無し仕様を基準に、上下2.5%範囲のラインを示している。解析結果では、高さ1600mm～4200mm程度の範囲は、壁倍率が高い方で+3.2%、低い方で-1.3%であり、その範囲は4.5%であった。実験結果では、壁倍率が高い方で0.8%、低い方で-6.0%であり、その範囲は6.8%であった。
- 試験体の高さについて、各検査機関の業務方法書では面材高さ2730mm・横架材間距離2625mmが標準となっており、本検討で標準とした試験体とは94mm異なる。この差が今回の検討結果に与える影響はほとんど無いと考えられるので、本検討結果を元に一仕様とする範囲を検討しても問題は無い¹⁵。

大壁耐力壁：高さ方向の検討

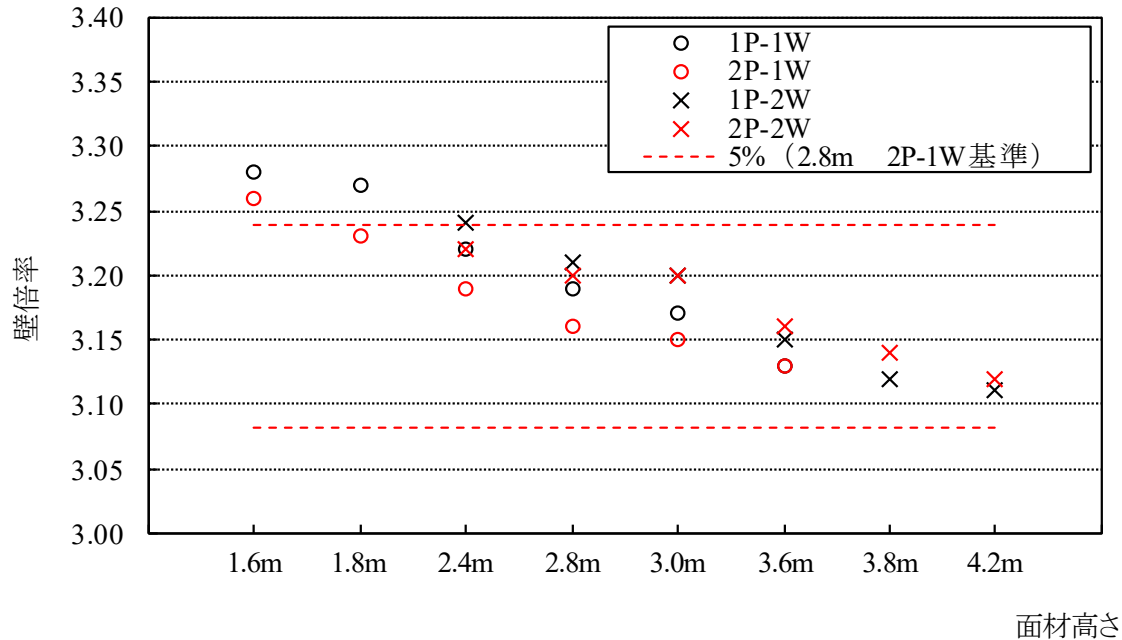
③まとめ-考察：面材の縦継ぎの有無の影響

- 現在の大臣認定では、原則は面材のたて継ぎの有無は別認定とする運用となっている。そこで、解析結果から、面材のたて継ぎの有無について継ぎ無しを基準とした壁倍率の差の%を下表に示した。
- ここでの比較は、実際の施工で面材のたて継ぎが行われる寸法を取り出している。その際には、下に3×6板を、上に残りを貼ることになるが、解析モデルおよび実験の寸法は、くぎピッチを優先して壁と面材の高さを決定しているため、3×6板に相当する面材1枚の高さは1624mmとなっている。また、面材高さは継ぎ無しと有りでは異なっている。
- 差の%を見ると、解析では、継ぎの有り無しはほとんど無視して良い程度であることがわかる。

| 高さ () 内は継ぎ有りの寸法 | | 継ぎ無し (基準) | 継ぎ有り | 継ぎ無しを基準とした 差の% |
|---------------------|-----|--------------|------|-------------------|
| 2424mm (2448mm) | 解析値 | 3.22 | 3.24 | 0.6% |
| 2824mm (2848mm) | 解析値 | 3.19 | 3.21 | 0.6% |
| | 実験値 | 3.84 | 3.70 | -3.6% |
| 3024mm (3048mm) | 解析値 | 3.17 | 3.2 | 0.9% |
| 3624mm (3648mm) | 解析値 | 3.13 | 3.15 | 0.6% |

大壁耐力壁：高さ方向の検討

③まとめ-考察：高さ寸法の影響



- 解析では、比較のために実際には施工しない仕様も含まれている。ここでは、実際に施工される可能性のあるものだけを取り出した。また、高さ2824mm・幅1820・面材のたて継ぎ無のモデル（H2.8-2P-1W）を基準（壁倍率3.16）に上下2.5%にラインを示している。
- 最もプラス側になったものは、高さ1624mm・幅910mm・継手無のモデル（壁倍率3.28）でその差は+3.8%、最もマイナス側となったものは高さ4224mm・幅910mm・継ぎ有モデル（壁倍率3.11）でその差は-1.6%である

③まとめ-考察：高さ寸法の影響

- 内規の5%ルールに照らし合わせれば、標準寸法に対して、上下2.5%内に収まる必要がある。標準寸法2730mmを今回の検討高さの最も近い2824mmと同等と考えれば、高さ2400mm~4000mm程度の範囲では同一仕様とみなせる。また、高さの低い側が、わずかにオーバーしているが、10%ルール（上下5%）には余裕を持って収まっている。
- 高さ1624mmであっても超過はわずかであり、この程度の差であれば、実際の施工のばらつき等と比較しても十分に小さく、特に別仕様としなければならない合理的な理由は見いだせない。さらに高さ1624mmから4224mmの範囲で考えれば、概ね5%の範囲に収まっている。以上より、委員会では、高さ1600mmから4000mmであれば、同一と見なしてよいという意見であった。
- 昨年度の検討では解析モデルにて、くぎのせん断性能・ピッチ、柱のヤング係数、梁のヤング係数をパラメーターとして、面材高さの影響の出やすさに差があるかどうかを確認している。結果は、これらのパラメーターが変化したとしても、面材高さの影響の度合いにはほとんど変化が無かったため、本検討の結果は、異なる性能の軸組やくぎピッチ、くぎの種類であっても適用できると考えられる。

③まとめ-考察：高さ寸法の影響

- ただし、本検討はあくまでくぎをベースに行っているが、ビス等であっても、くぎ単体の荷重変形関係に対して、比例的に荷重や変形が0.7倍程度から1.5倍程度まで変動するような接合であれば、適用可能である。一方で、極端に剛性だけが高く、変形性能がないようなものに対して適用できるかどうかは不明である。
- また、面材の種類については、本検討では合板をベースに検討しているが、現在の告示仕様に用いられている他の木質面材（OSB、パーティクルボード、MDF）においても適合できると考えられる。これらの面材は、上に示した順に密度が高くなり硬度が増す他、最終的な面材の座屈の状況なども異なることが知られている。釘等の接合強度が上がったり、接合間隔を狭くして、座屈が起こるようなものには適用できないが、耐力壁の性能の発現が面材くぎ等の性能による場合には、これらの木質面材での挙動はほぼ同一と考えられるため、適用できると考えられる。

①実験的な検証と②解析的な検証を行い、一の仕様と考えられる独立壁としての最小値、張り増し面材寸法の影響等が耐力壁の性能にどの程度の影響を与えるかを確認する。

幅について検討が必要な項目

(1) 独立壁の幅－モジュール

- 木造住宅で用いられるモジュールは複数あり代表的なものは910mmと1000mmである。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。過去には、自動的に同一認定とされていたが現状では認められていない。

(2) 独立壁の幅－最小値等

- 両側が柱で中間に柱が無い耐力壁（独立壁）での幅については、狭小住宅の間口等では「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度）」で許されている600mm幅への要望がある。ただし、審査側によっては告示仕様でも600mm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。

大壁耐力壁：幅方向の検討

幅について検討が必要な項目

(3) 独立壁の幅－1P と2Pの間の寸法・面材張り方

- 大臣認定の耐力壁では運用としては2Pもしくは1P (0.91m、1m) での利用が許されているが、1.5P等のその間の寸法については運用は認められていない。
- この場合、張り足す面材の寸法が性能に影響を与えるため、一定以上の幅とする必要があると考えられる。ちなみにグレー本では、300mm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300mmとすると壁幅は1210mm (910+300) 以上となるが、1210mm以下の幅の場合は、施工する面材の幅の最小値を示すことができれば、共に300mm以上の面材を利用することでクリアーできる。大臣認定における面材の幅の設定方法は、現在と同様に間柱と継手間柱、継手間柱と柱の寸法を規定することで可能である。

(4) 連続壁の幅

- 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。

大壁耐力壁：幅方向の検討

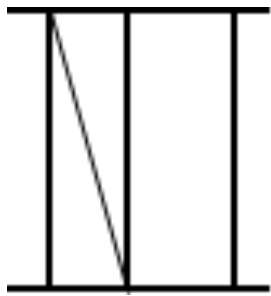
①大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験

試験体は幅寸法及び面材の張り方をパラメーターとした

| 試験体記号 | 横架材間距離 (mm) | 耐力壁幅 (mm) | 面材の張り方 (mm) | 軸組長さ (mm) | 試験体数 (体) |
|------------|----------------|--------------|----------------|--------------|-------------|
| B-1 | 2719 | 600 | — | 1820 | 3 |
| B-2 | | 910 | — | | 3 |
| B-3 | | 1000 | — | | 3 |
| B-4 | | 1203 | 910+303 | | 3 |
| B-5 | | 1365 | 910+455 | | 3 |
| B-6 | | 1510 | 910+600 | | 3 |
| B-7 (フレーム) | | — | — | | 1 |

くぎおよびくぎピッチはN50@100mmとし、高さ方向ではピッチの調整無し。幅方向は中央でピッチの調整を行っている。

高さ方向については、くぎピッチおよび面材の張り方を優先して高さを決定した。



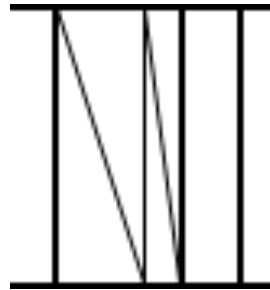
B-1



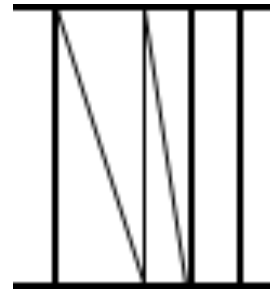
B-2



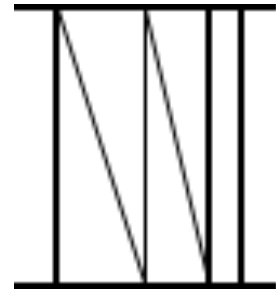
B-3



B-4



B-5



B-6

大壁耐力壁：幅方向の検討

①大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験（実験結果）

| w (mm) | フレームの影響を除いた評価 | | | | | 実験倍率 A | |
|--------|---------------|------------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------|------|
| | Py (kN) | 0.2Pu/Ds (kN) | 2/3Pmax (kN) | P1/120 (kN) | P ₀ (kN) | | |
| B-1 | 600 | 4.87 | 3.98 | 5.60 | 3.99 | 3.98 | 3.38 |
| B-2 | 910 | 6.94 | 6.19 | 8.40 | 7.37 | 6.19 | 3.46 |
| B-3 | 1000 | 8.09 | 7.19 | 9.88 | 9.22 | 7.19 | 3.66 |
| B-4 | 1213 | 9.11 | 7.64 | 10.83 | 9.63 | 7.64 | 3.20 |
| B-5 | 1365 | 10.14 | 8.57 | 11.80 | 10.06 | 8.57 | 3.19 |
| B-6 | 1510 | 10.61 | 9.89 | 12.40 | 11.05 | 9.89 | 3.33 |

- 結果はフレーム耐力を減じた評価を示す
- 面材については、幅が1000mmとなるB-3のみ、ロットの異なる面材となっている。密度を確認すると、幅910mmのロットと比較してかなり高めの値となっており、結果に影響を与えた可能性がある。

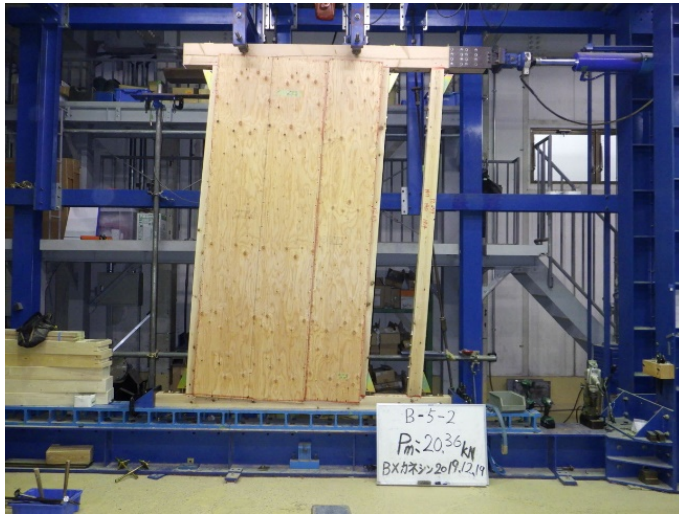
面材の密度（平均）

面材（幅910） 531.3kg/m³

面材（幅1000） 587.9kg/m³

大壁耐力壁：幅方向の検討

①大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験（実験結果） 破壊状況（例：B-5）



1/15rad時



1/15rad くぎのパンチアウト



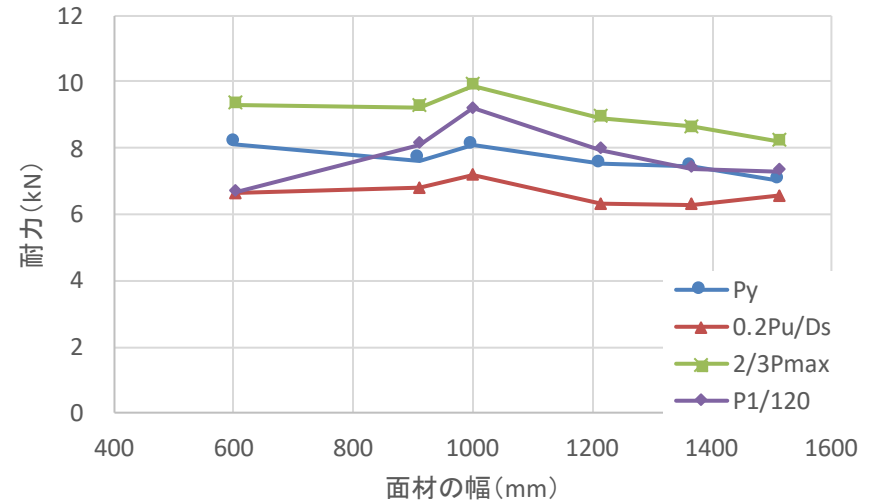
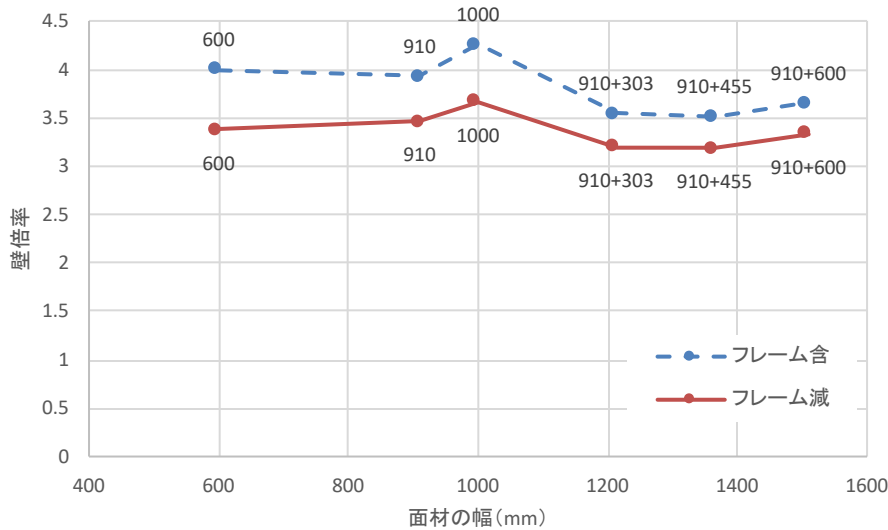
1/15rad 面材変形



1/15rad 柱脚部変形状況

大壁耐力壁：幅方向の検討

①大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験（実験結果）



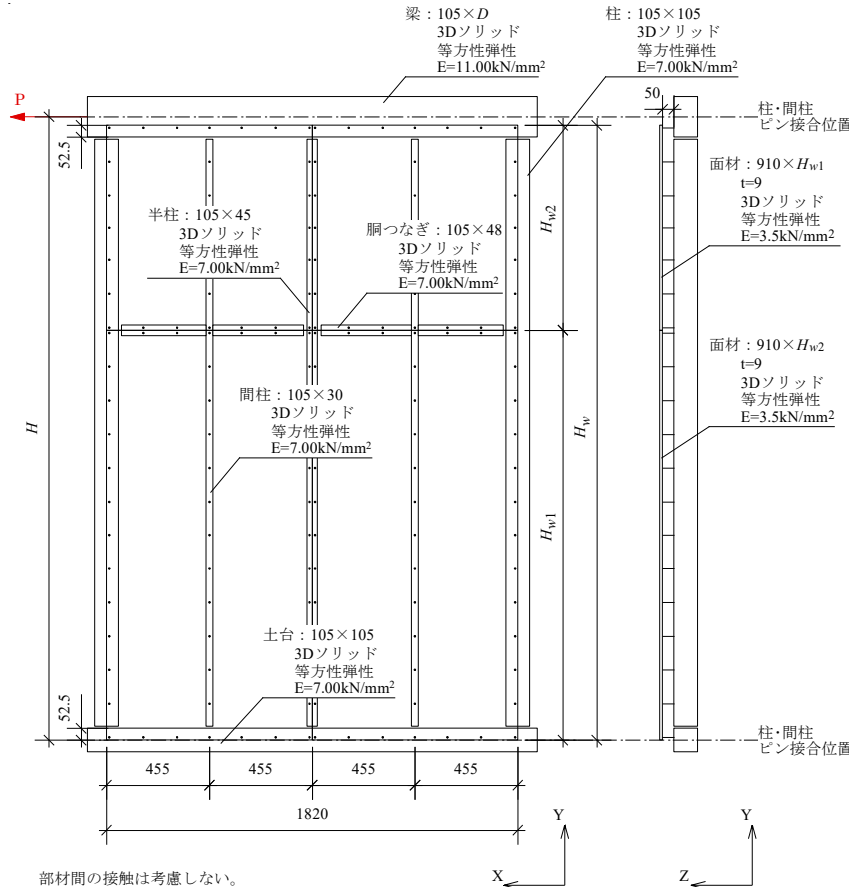
B-2（幅910mm）の仕様を中心として、

- B-2（幅910mm）とB-3（幅1000mm）
（B-2：3.46、B-3：3.66）約5.8%の差
- B-2（幅910mm）とB-5（幅910+455mm）
（B-2：3.46、B-5：3.19）約7.8%の差
- B-2とB-3の差については、B-3の面材の密度が高くその影響が出ている可能性が高い。グラフにもその傾向がでているものと思われる。

大壁耐力壁：幅方向の検討

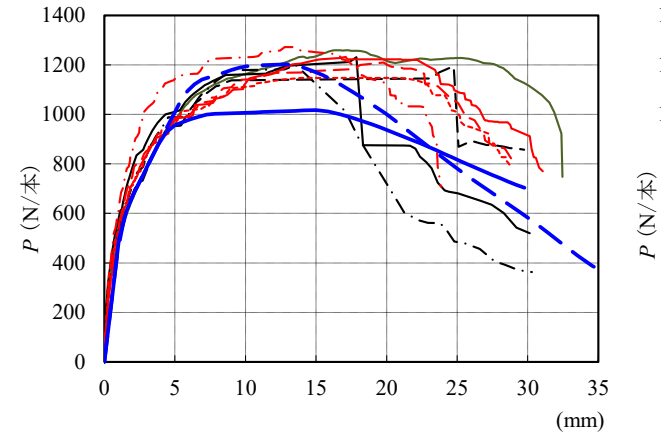
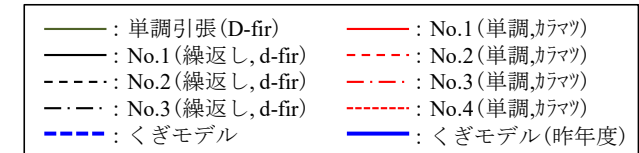
②解析的検討

大壁耐力壁の幅方向の解析的検討については、大壁高さ方向の検討での仕様での解析モデルを使用した



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。

解析モデル



くぎモデル

大壁耐力壁：幅方向の検討

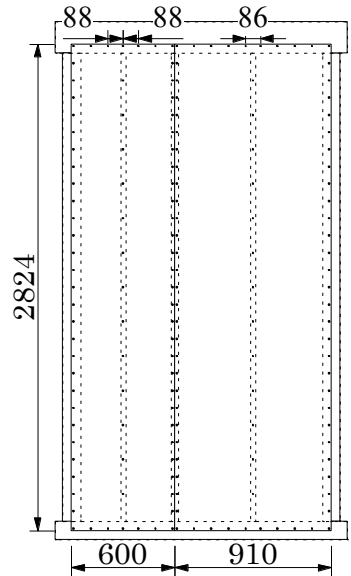
解析パラメーター・条件

壁高さ・壁幅の有無

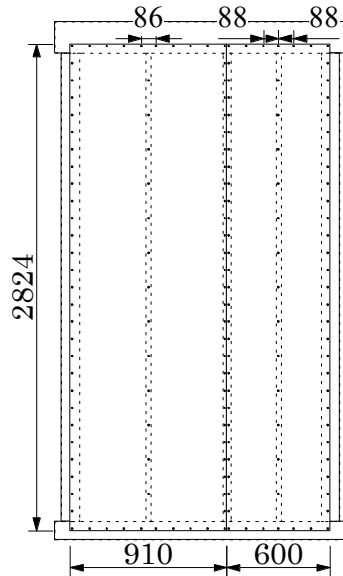
H1624 - **455**

面材高さ(H_w) 面材幅(L)

ただし壁幅は、2枚張りの場合はそれぞれの壁幅を左側面材と右側面材を並べて記載し(例:910303), 足し合わせの場合は元の壁幅を+でつなぐ(例:910+455)こととする。



幅1510mm (600+910)
平均ピッチ92.9mm



幅1510mm (910+600)
平均ピッチ92.9mm

パラメーターの組み合わせ

$$\begin{pmatrix} 1624 \\ 2824 \\ 4224 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \text{面材高さ}(H_w) & \text{面材幅}(L) \\ & 455 \\ & 600 \\ & 910 \\ & 1000 \\ & 1510 \\ & 1820 \\ & 910303 \\ & 910455 \\ & 910600 \\ & 910+455 \\ & 910+600 \end{pmatrix} = 33\text{通り}$$

その他条件

柱, 土台, 半柱, 間柱, 胴つなぎ
ヤング係数: 7000N/mm²
梁
断面: 105×180, ヤング係数: 11000N/mm²
くぎピッチ
外周: 100ピッチ, 中通: 200ピッチ

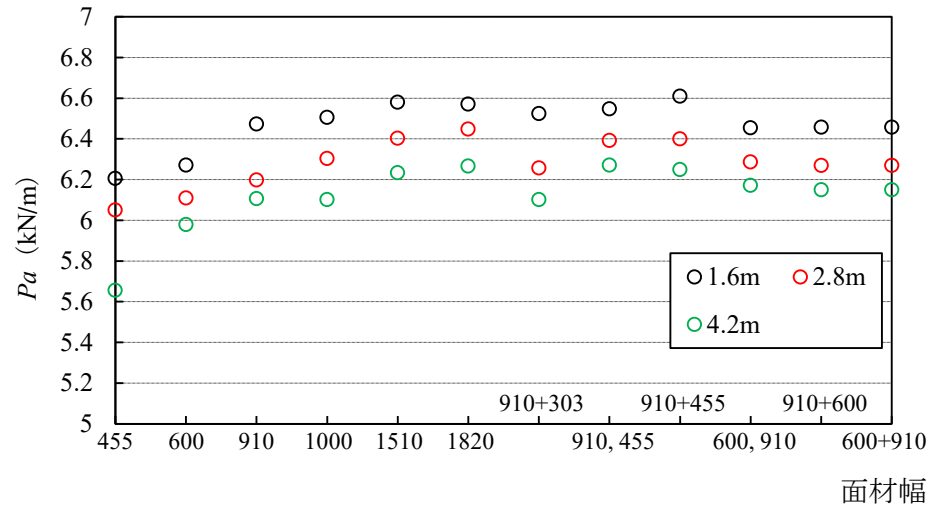
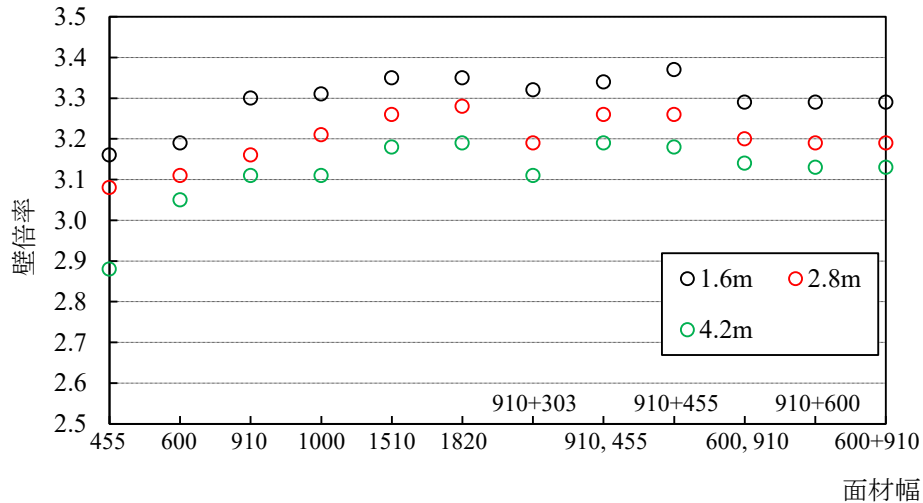
大壁耐力壁：幅方向の検討

解析結果

| 試験体名 | 面材高さ Hw (mm) | 壁幅 (mm) | 面材 枚数 | 面材幅L (mm) | P _y (kN) | 0.2・P _u ・ √2μ-1 (kN) | (2/3)・ P _{max} (kN) | P120 (kN) | Pa (kN) | 壁倍率 | 壁幅1m当たりの耐力 | | | | | 壁幅1m当たりの耐力比(H2824-910との比較) | | | | | |
|---------------|--------------------|------------|----------|--------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------|------|----------------|-------------------------------|------------------------|-------|------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|------|------|------|
| | | | | | | | | | | | P _y | 0.2・P _u ・ √2μ-1 | (2/3)・P _{max} | P120 | Pa | P _y | 0.2・P _u ・ √2μ-1 | (2/3)・P _{max} | P120 | Pa | |
| H1624-455 | 1624 | 455 | 1 | 455 | 2.82 | 3.82 | 3.96 | 2.92 | 2.82 | 3.16 | 6.21 | 8.40 | 8.70 | 6.41 | 6.21 | 1.00 | 1.07 | 1.00 | 0.79 | 1.00 | |
| H1624-600 | | 600 | | 600 | 3.76 | 5.05 | 5.28 | 4.27 | 3.76 | 3.19 | 6.27 | 8.41 | 8.80 | 7.11 | 6.27 | 1.01 | 1.07 | 1.01 | 0.87 | 1.01 | |
| H1624-910 | | 910 | | 910 | 5.89 | 7.70 | 8.21 | 7.48 | 5.89 | 3.30 | 6.47 | 8.46 | 9.02 | 8.22 | 6.47 | 1.04 | 1.07 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | |
| H1624-1000 | | 1000 | | 1000 | 6.50 | 8.58 | 9.09 | 8.49 | 6.50 | 3.31 | 6.50 | 8.58 | 9.09 | 8.49 | 6.50 | 1.05 | 1.09 | 1.04 | 1.04 | 1.05 | |
| H1624-1510 | | 1510 | | 1510 | 9.94 | 13.14 | 13.90 | 14.34 | 9.94 | 3.35 | 6.58 | 8.70 | 9.21 | 9.50 | 6.58 | 1.06 | 1.10 | 1.06 | 1.17 | 1.06 | |
| H1624-1820 | | 1820 | | 1820 | 11.96 | 15.56 | 16.73 | 17.98 | 11.96 | 3.35 | 6.57 | 8.55 | 9.19 | 9.88 | 6.57 | 1.06 | 1.08 | 1.05 | 1.21 | 1.06 | |
| H1624-910303 | | 1213 | 910+303 | 2 | 910+303 | 7.91 | 9.30 | 10.50 | 9.19 | 7.91 | 3.32 | 6.52 | 7.67 | 8.65 | 7.58 | 6.52 | 1.05 | 0.97 | 0.99 | 0.93 | 1.05 |
| H1624-910455 | | 1365 | | | 910+455 | 9.02 | 10.96 | 12.05 | 10.50 | 9.02 | 3.37 | 6.61 | 8.03 | 8.83 | 7.69 | 6.61 | 1.07 | 1.02 | 1.01 | 0.94 | 1.07 |
| H1624-910600 | | 1510 | | | 910+600 | 9.75 | 12.60 | 13.40 | 11.76 | 9.75 | 3.29 | 6.46 | 8.34 | 8.87 | 7.78 | 6.46 | 1.04 | 1.06 | 1.02 | 0.96 | 1.04 |
| H1624-600910 | | 1510 | | | 600+910 | 9.75 | 12.61 | 13.41 | 11.76 | 9.75 | 3.29 | 6.46 | 8.35 | 8.88 | 7.79 | 6.46 | 1.04 | 1.06 | 1.02 | 0.96 | 1.04 |
| H1624-910+455 | 910, 455 | 910, 455 | 各1 | 910, 455 | 8.94 | 11.01 | 11.96 | 10.39 | 8.94 | 3.34 | 6.55 | 8.06 | 8.76 | 7.61 | 6.55 | 1.06 | 1.02 | 1.01 | 0.94 | 1.06 | |
| H1624-910+600 | 910, 600 | | | 910, 600 | 9.74 | 12.53 | 13.37 | 11.74 | 9.74 | 3.29 | 6.45 | 8.30 | 8.85 | 7.78 | 6.45 | 1.04 | 1.05 | 1.02 | 0.96 | 1.04 | |
| H2824-455 | 2824 | 455 | 1 | 455 | 2.75 | 3.57 | 3.84 | 2.78 | 2.75 | 3.08 | 6.05 | 7.86 | 8.43 | 6.11 | 6.05 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.75 | 0.98 | |
| H2824-600 | | 600 | | 600 | 3.67 | 4.68 | 5.11 | 4.12 | 3.67 | 3.11 | 6.11 | 7.81 | 8.51 | 6.86 | 6.11 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.84 | 0.99 | |
| H2824-910 | | 910 | | 910 | 5.64 | 7.18 | 7.93 | 7.41 | 5.64 | 3.16 | 6.20 | 7.89 | 8.71 | 8.14 | 6.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | |
| H2824-1000 | | 1000 | | 1000 | 6.30 | 7.78 | 8.78 | 8.46 | 6.30 | 3.21 | 6.30 | 7.78 | 8.78 | 8.46 | 6.30 | 1.02 | 0.99 | 1.01 | 1.04 | 1.02 | |
| H2824-1510 | | 1510 | | 1510 | 9.67 | 11.96 | 13.56 | 14.92 | 9.67 | 3.26 | 6.40 | 7.92 | 8.98 | 9.88 | 6.40 | 1.03 | 1.00 | 1.03 | 1.21 | 1.03 | |
| H2824-1820 | | 1820 | | 1820 | 11.73 | 14.45 | 16.46 | 19.20 | 11.73 | 3.28 | 6.45 | 7.94 | 9.04 | 10.55 | 6.45 | 1.04 | 1.01 | 1.04 | 1.30 | 1.04 | |
| H2824-910303 | | 1213 | 910+303 | 2 | 910+303 | 7.59 | 8.73 | 10.02 | 9.12 | 7.59 | 3.19 | 6.26 | 7.20 | 8.26 | 7.52 | 6.26 | 1.01 | 0.91 | 0.95 | 0.92 | 1.01 |
| H2824-910455 | | 1365 | | | 910+455 | 8.74 | 10.28 | 11.56 | 10.43 | 8.74 | 3.26 | 6.40 | 7.53 | 8.47 | 7.64 | 6.40 | 1.03 | 0.95 | 0.97 | 0.94 | 1.03 |
| H2824-910600 | | 1510 | | | 910+600 | 9.47 | 11.85 | 12.89 | 11.72 | 9.47 | 3.19 | 6.27 | 7.85 | 8.54 | 7.76 | 6.27 | 1.01 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 1.01 |
| H2824-600910 | | 1510 | | | 600+910 | 9.47 | 11.85 | 12.90 | 11.72 | 9.47 | 3.19 | 6.27 | 7.85 | 8.54 | 7.76 | 6.27 | 1.01 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 1.01 |
| H2824-910+455 | 910, 455 | 910, 455 | 各1 | 910, 455 | 8.73 | 10.01 | 11.52 | 10.19 | 8.73 | 3.26 | 6.39 | 7.33 | 8.44 | 7.46 | 6.39 | 1.03 | 0.93 | 0.97 | 0.92 | 1.03 | |
| H2824-910+600 | 910, 600 | | | 910, 600 | 9.49 | 11.53 | 12.89 | 11.53 | 9.49 | 3.20 | 6.29 | 7.63 | 8.54 | 7.63 | 6.29 | 1.01 | 0.97 | 0.98 | 0.94 | 1.01 | |
| H4224-455 | 4224 | 455 | 1 | 455 | 2.71 | 3.33 | 3.77 | 2.57 | 2.57 | 2.88 | 5.95 | 7.32 | 8.29 | 5.66 | 5.66 | 0.96 | 0.93 | 0.95 | 0.69 | 0.91 | |
| H4224-600 | | 600 | | 600 | 3.59 | 4.38 | 5.00 | 3.89 | 3.59 | 3.05 | 5.98 | 7.29 | 8.34 | 6.48 | 5.98 | 0.96 | 0.92 | 0.96 | 0.80 | 0.96 | |
| H4224-910 | | 910 | | 910 | 5.56 | 6.61 | 7.73 | 7.09 | 5.56 | 3.11 | 6.11 | 7.26 | 8.49 | 7.79 | 6.11 | 0.99 | 0.92 | 0.97 | 0.96 | 0.99 | |
| H4224-1000 | | 1000 | | 1000 | 6.10 | 7.32 | 8.54 | 8.12 | 6.10 | 3.11 | 6.10 | 7.32 | 8.54 | 8.12 | 6.10 | 0.98 | 0.93 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | |
| H4224-1510 | | 1510 | | 1510 | 9.41 | 11.03 | 13.16 | 14.62 | 9.41 | 3.18 | 6.23 | 7.31 | 8.71 | 9.68 | 6.23 | 1.01 | 0.93 | 1.00 | 1.19 | 1.01 | |
| H4224-1820 | | 1820 | | 1820 | 11.40 | 13.35 | 15.98 | 19.05 | 11.40 | 3.19 | 6.27 | 7.34 | 8.78 | 10.47 | 6.27 | 1.01 | 0.93 | 1.01 | 1.29 | 1.01 | |
| H4224-910303 | | 1213 | 910+303 | 2 | 910+303 | 7.40 | 8.27 | 9.77 | 8.83 | 7.40 | 3.11 | 6.10 | 6.82 | 8.05 | 7.28 | 6.10 | 0.98 | 0.86 | 0.92 | 0.89 | 0.98 |
| H4224-910455 | | 1365 | | | 910+455 | 8.53 | 9.76 | 11.27 | 10.15 | 8.53 | 3.18 | 6.25 | 7.15 | 8.26 | 7.44 | 6.25 | 1.01 | 0.91 | 0.95 | 0.91 | 1.01 |
| H4224-910600 | | 1510 | | | 910+600 | 9.29 | 11.27 | 12.59 | 11.45 | 9.29 | 3.13 | 6.15 | 7.47 | 8.34 | 7.58 | 6.15 | 0.99 | 0.95 | 0.96 | 0.93 | 0.99 |
| H4224-600910 | | 1510 | | | 600+910 | 9.29 | 11.28 | 12.60 | 11.45 | 9.29 | 3.13 | 6.15 | 7.47 | 8.34 | 7.58 | 6.15 | 0.99 | 0.95 | 0.96 | 0.93 | 0.99 |
| H4224-910+455 | 910, 455 | 910, 455 | 各1 | 910, 455 | 8.56 | 9.19 | 11.22 | 9.66 | 8.56 | 3.19 | 6.27 | 6.73 | 8.22 | 7.08 | 6.27 | 1.01 | 0.85 | 0.94 | 0.87 | 1.01 | |
| H4224-910+600 | 910, 600 | | | 910, 600 | 9.32 | 10.70 | 12.58 | 10.97 | 9.32 | 3.14 | 6.17 | 7.09 | 8.33 | 7.27 | 6.17 | 1.00 | 0.90 | 0.96 | 0.89 | 1.00 | |

大壁耐力壁：幅方向の検討

解析結果



- 高さが4.2mで、幅が455mmや600mmで耐力が低くなる傾向がみられた。
- 記号H2824-910を基準とした場合、高さや幅のバリエーションがあっても、最大の差があったのはH4224-455で9%、次に差があったのはH1324-910455の7%であった。
- 同じ高さ（2824mm）では幅のバリエーションについて全て4%以下の差となった。
- 高さが低くなる場合（1624mm）は耐力が高くなる傾向が見られ、その範囲は基準より7%以内であった。
- 高さが高い場合（4224mm）は耐力が低くなる傾向が見られるものの、幅が910mm以上の場合は、どのバリエーションであっても基準と比較してほとんど変わらない。一方、幅が455mm、600mmの場合は基準と比較して9%小さくなった。

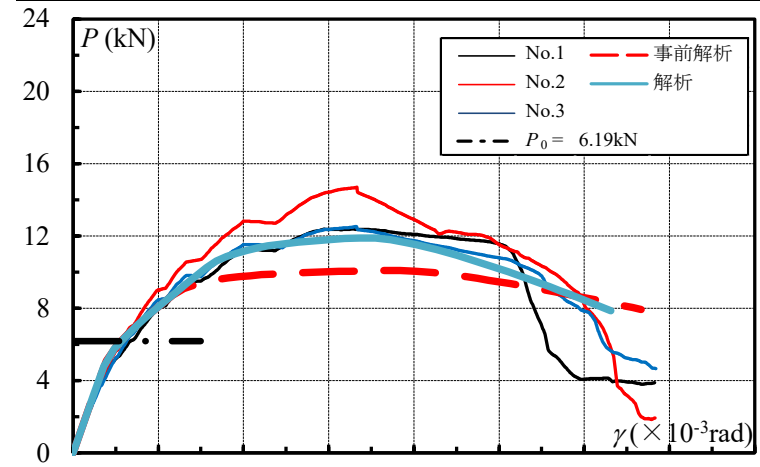
大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ

実験結果と解析結果の比較 (幅910mm・B-2の例)

| (i) 各試験体の試験結果 | | 解析 | | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 試験体 | | | 事前解析 | 解析 |
| | | No.1 | No.2 | No.3 | | |
| P_y | (kN) | 6.54 | 8.69 | 7.12 | 5.40 | 5.64 |
| $0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$ | (kN) | 6.09 | 6.38 | 6.33 | 7.55 | 7.18 |
| $(2/3) \cdot P_{max}$ | (kN) | 8.25 | 9.79 | 8.35 | 6.72 | 7.93 |
| P_{120} | (kN) | 7.06 | 7.99 | 7.52 | 7.40 | 7.41 |
| P_{300} | (kN) | 5.43 | 5.25 | 5.92 | 4.39 | 4.44 |
| P_{max} | (kN) | 12.38 | 14.69 | 12.53 | 10.08 | 11.89 |
| P_u | (kN) | 11.56 | 12.97 | 11.34 | 9.36 | 10.73 |
| K | ($\times 10^3$ kN/rad) | 0.87 | 0.93 | 0.92 | 1.24 | 1.21 |
| μ | (-) | 3.97 | 3.52 | 4.39 | 8.64 | 6.09 |
| $1 / \sqrt{2\mu-1}$ | (-) | 0.38 | 0.41 | 0.36 | 0.25 | 0.30 |
| γ_y | ($\times 10^{-3}$ rad) | 7.53 | 9.39 | 7.76 | 4.36 | 4.66 |
| γ_v | ($\times 10^{-3}$ rad) | 13.30 | 14.02 | 12.36 | 7.56 | 8.88 |
| γ_u | ($\times 10^{-3}$ rad) | 52.79 | 49.33 | 54.24 | 65.31 | 54.04 |
| γ_{0y} | ($\times 10^{-3}$ rad) | 4.48 | 6.92 | 4.47 | 4.36 | 4.66 |
| γ_{p0} | ($\times 10^{-3}$ rad) | 6.76 | 5.77 | 6.29 | 4.36 | 4.66 |
| 破壊状況 | | - | - | - | - | - |

| (ii) 壁倍率の算出結果 | | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------|--------|--------------|------------|-----|
| | 平均値 (kN) | 変動係数 CV | ばらつき係数 | 50% 下限値 (kN) | P_0 (kN) | 壁倍率 |
| P_y | 7.45 | 0.149 | 0.930 | 6.93 | 6.19 | 3.4 |
| $0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$ | 6.27 | 0.025 | 0.988 | 6.19 | | |
| $(2/3) \cdot P_{max}$ | 8.80 | 0.098 | 0.954 | 8.40 | | |
| P_{120} | 7.52 | 0.062 | 0.971 | 7.30 | | |



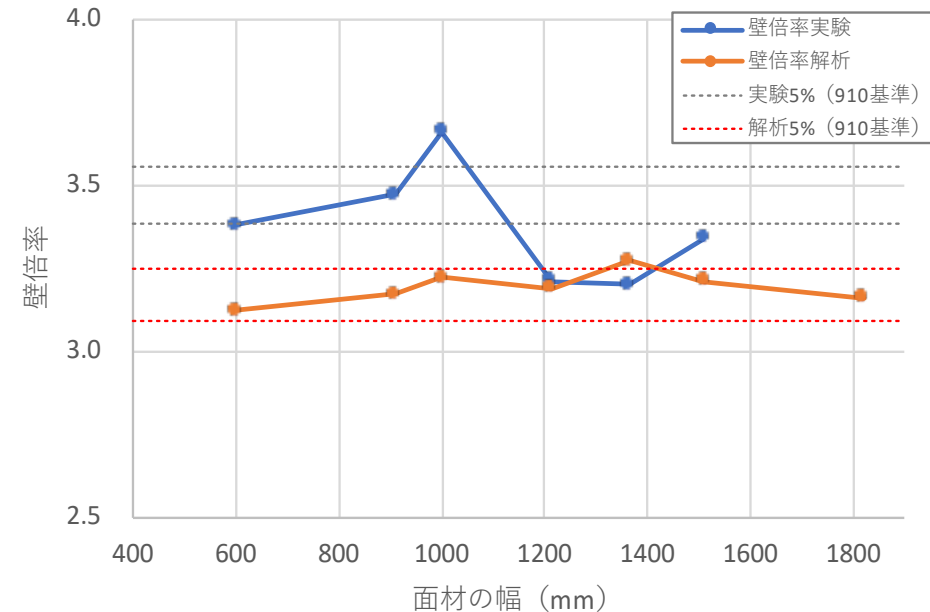
事前解析は、昨年度の用いたくぎモデルでの結果である。
くぎデータについては、スライドNO.4・26を参照。

- 高さ方向の解析と同様に、幅方向の解析でも概ね傾向をとらえている。³⁰

大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ

| 試験体 番号 | 幅 mm | フレームの影響除く | | | |
|-----------|---------|-----------|-------|------|-------|
| | | 実験値 | | 解析値 | |
| | | 壁倍率 | 差の% | 壁倍率 | 差の% |
| B-1 | 600 | 3.38 | -2.6% | 3.11 | -1.6% |
| B-2 | 910 | 3.47 | — | 3.16 | — |
| B-3 | 1000 | 3.66 | 5.5% | 3.21 | 1.6% |
| B-4 | 1213 | 3.21 | -7.5% | 3.19 | 0.9% |
| B-5 | 1365 | 3.20 | -7.8% | 3.26 | 3.2% |
| B-6 | 1510 | 3.34 | -8.7% | 3.19 | 0.9% |
| A-2 | 1820 | 3.84 | 10.7 | 3.16 | 0% |

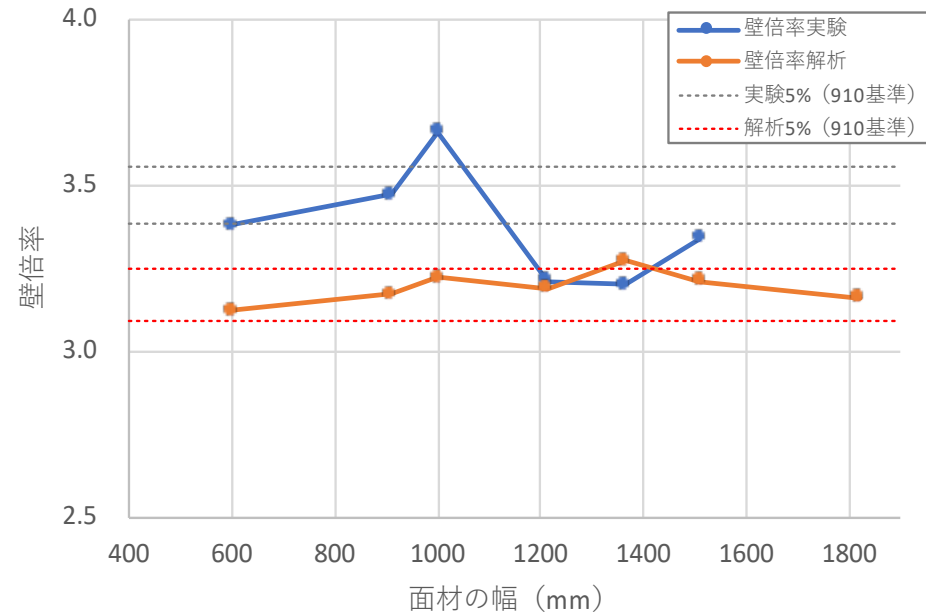


- 表に解析結果と実験結果の壁倍率の比および差の%を、図に横軸を面材の幅、縦軸を壁倍率とし、解析結果と実験結果を示した。ここでは、高さ2824mm・幅910mmの仕様を基準にして差の%を示し、またそれを基準に上下2.5%範囲のラインを示している。
- 解析結果では、幅600mm～1820mmの範囲は、壁倍率が高い方で+3.2%、低い方で-1.6%であり、その範囲は4.8%であった。

大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ

| 試験体 番号 | 幅 mm | フレームの影響除く | | | |
|-----------|---------|-----------|-------|------|-------|
| | | 実験値 | | 解析値 | |
| | | 壁倍率 | 差の% | 壁倍率 | 差の% |
| B-1 | 600 | 3.38 | -2.6% | 3.11 | -1.6% |
| B-2 | 910 | 3.47 | — | 3.16 | — |
| B-3 | 1000 | 3.66 | 5.5% | 3.21 | 1.6% |
| B-4 | 1213 | 3.21 | -7.5% | 3.19 | 0.9% |
| B-5 | 1365 | 3.20 | -7.8% | 3.26 | 3.2% |
| B-6 | 1510 | 3.34 | -8.7% | 3.19 | 0.9% |
| A-2 | 1820 | 3.84 | 10.7 | 3.16 | 0% |



- 実験結果では、壁倍率が高い方で5.5%、低い方で-8.7%であり、その範囲は14.2%であった。ただし、実験結果でB-3（1000）が他の結果に比べて高くなっている理由としては、B-3の合板のみ密度が高いものとなっていることが挙げられる。このことを考慮してB-3のデータを外すと、壁倍率が高い方のデータは無く、低い方で-8.7%であった。

大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ－考察：独立壁の幅-モジュール

- 同一高さ内の比較では2824mmでの1.6%差が最高であり、それぞれ同じ仕様と判断して良い。モジュールの違いを別仕様とする必要は全く無いと考えられる。
- 高さ2824mm・幅910mmの値（赤字で示す）を基準とした、それぞれの高さの差が大きい方の値との差の%については、高さ1624mmは4.7%、4224mmは-1.6%であった。5%ルールに当てはめれば、上下2.5%ずつとなる必要があり、高い方について規定を超えている結果となっている。しかし、10%ルールの範囲には収まる。参考に、高さ2824mmの910mmと1000mm幅の実験値の差の%を示したが、これは合板の密度が異なっていたことが影響して5.5%となっている。このように、使用する材料のばらつきによって実験値が大きくばらつくことを考慮すると、上下の4.7%の差を別仕様とする合理的な理由はないように思われる。結果、高さの運用について緩和が行われた場合であっても、モジュールの違いを別仕様とする必要は無いと考えられる。

独立壁の幅910・1000-モジュール 壁倍率の差の%

| 高さ | | 壁倍率 | | 同一高さの910を 基準 | 高さ2824の910を 基準 |
|--------|-----|-------|--------|-----------------|-------------------|
| | | 910mm | 1000mm | | |
| 1624mm | 解析値 | 3.30 | 3.31 | 0.3% | 4.7% |
| 2824mm | 解析値 | 3.16 | 3.21 | 1.6% | 1.6% |
| | 実験値 | 3.47 | 3.66 | 5.5% | — |
| 4224mm | 解析値 | 3.11 | 3.11 | 0.0% | -1.6% |

大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ－考察：独立壁の幅-最小値等

- 同一の高さ内での差の比較については、幅455mmの場合に、高さ4224mmにおいて7.4%となり5%ルールを超える。
高さが極端に高くなると、アスペクト比が大きくなるので差の比が大きくなる。幅600mmについては、全て5%ルール内に収まっており、高さについて5%ルールで規定されて範囲が小さく押さえられている現状であれば、同一仕様と考えても問題は無いように思われる。

独立壁の幅455・600・910－最小値についての壁倍率差の%

| 高さ (mm) | | 壁倍率 | | | 同一高さの 910を基準 | | 高さ2824の 910を基準 | | |
|------------|-----|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|-------|
| | | 455mm | 600mm | 910mm | 455mm | 600mm | 455mm | 600mm | 910mm |
| 1624 | 解析値 | 3.16 | 3.19 | 3.30 | -4.2% | -3.3% | 0% | 0.9% | 4.4% |
| 2824 | 解析値 | 3.08 | 3.11 | 3.16 | -2.5% | -1.6% | -2.5% | -1.6% | — |
| | 実験値 | — | 3.38 | 3.47 | — | 2.3% | — | -2.6% | — |
| 4224 | 解析値 | 2.88 | 3.05 | 3.11 | -7.4% | -1.9% | -8.9% | -3.5% | -1.6% |

大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ－考察：独立壁の幅-最小値等

- 高さ2824mm・幅910mmの値（赤字で示す）を基準とした%については、アスペクト比が近いものほど、差が小さい結果となる。5%ルール（上下2.5%）に当てはまるのは、表中薄赤で示した範囲であり、アスペクト比が2倍までとなっている。10%ルール（上下5%）とした場合には、高さ4224mm・幅455mmのアスペクト比が3倍のものだけが入らない。以上のことから、高さの規定が緩和される場合であれば、単純に独立壁の幅の最小値でなく、アスペクト比が基準の壁の0.8～2倍までといった規制とすることが合理的と思われる。

独立壁の幅455・600・910－最小値についての壁倍率差の%

| 高さ (mm) | | 壁倍率 | | | 同一高さの 910を基準 | | 高さ2824の 910を基準 | | |
|------------|-----|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------------------|-------|-------|
| | | 455mm | 600mm | 910mm | 455mm | 600mm | 455mm | 600mm | 910mm |
| 1624 | 解析値 | 3.16 | 3.19 | 3.30 | -4.2% | -3.3% | 0% | 0.9% | 4.4% |
| 2824 | 解析値 | 3.08 | 3.11 | 3.16 | -2.5% | -1.6% | -2.5% | -1.6% | — |
| | 実験値 | — | 3.38 | 3.47 | — | 2.3% | — | -2.6% | — |
| 4224 | 解析値 | 2.88 | 3.05 | 3.11 | -7.4% | -1.9% | -8.9% | -3.5% | -1.6% |

独立壁のアスペクト比（高さ／幅）

| 高さ | 幅 | | |
|--------|-------|-------|-------|
| | 455mm | 600mm | 910mm |
| 1624mm | 3.57 | 2.71 | 1.78 |
| 2824mm | 6.21 | 4.7 | 3.10 |
| 4224mm | 9.28 | 7.04 | 4.64 |

大壁耐力壁：幅方向の検討

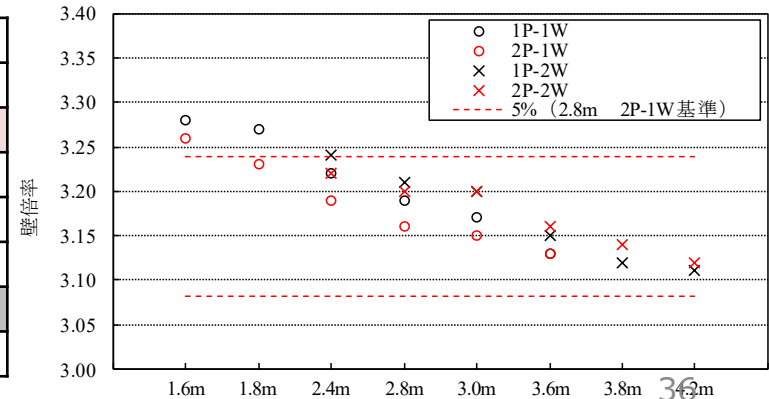
③まとめ－考察：独立壁の幅-1P と2Pの間の寸法・面材張り方

- 高さ2824mm・幅1820mmを基準としたときの比較を示した。大臣認定の試験では、2Pで試験を行った結果について、1P と2Pでの運用を認めているので、差の%では、幅1820mmを基準としている。
- 10%ルール（上下5%）でわずかにはみ出すもの（濃赤網かけ）、5%ルール（上下2.5%）ではみ出すもの（薄赤網かけ）が高さが1624mmで存在する。とすると、10%ルールに適合する高さは2824mmと1624mmの間の寸法になると予想できる。そこで、別途、高さの検討の解析結果2424mmと1824mmを確認すると、1824mm程度で10%ルールの範囲内に収まるのではないかと考えられる。

独立壁の幅－1Pと2Pの間の寸法・面材の張り方による壁倍率の差の%
高さ2824mm幅1820mmを基準とした比較（実験値は幅910mmを基準）

| 高さ (mm) | | 幅 (mm) | | | | |
|------------|-----|--------|---------|---------|---------|-------|
| | | 910 | 910+303 | 910+455 | 910+600 | 1820 |
| 1624 | 解析値 | 4.4% | 5.1% | 6.6% | 4.1% | 3.2% |
| 1824 | 解析値 | — | — | — | — | 2.2% |
| 2424 | 解析値 | — | — | — | — | 0.9% |
| 2824 | 解析値 | 0% | 0.9% | 3.2% | 0.9% | 基準値 |
| | 実験値 | 基準値 | 7.5% | 7.8% | 3.8% | |
| 4224 | 解析値 | -1.6% | -1.6% | -0.6% | -0.9% | -1.9% |

高さ別の壁倍率の比較
1W面材縦継ぎ無、2W面材縦継ぎ継有



大壁耐力壁：幅方向の検討

③まとめ－考察：独立壁の幅-1P と2Pの間の寸法・面材張り方

- 面材耐力壁の性能は、面材くぎの種類・ピッチに大きく依存するが、留め付けられる軸材によっても影響を受ける。通常の施工においては、面材が幅方向に継がれる場合には間柱（見付30mm程度）とは異なる継手間柱（見付45mm程度）が設けられるのが一般的である。そのため、本検討でも、解析モデルおよび試験体において、同様の仕様としている。したがって、ここの検討の結果については、面材が継がれる部分の継手間柱については見付45mm以上とすることが条件となることに注意が必要である。
- 間柱、継手間柱の奥行きについては、本検討では105mmに統一している。一般的に、両面大壁の施工であれば奥行きは柱の寸法と同等となるが、片面が真壁とする納まりの場合には、それより小さい寸法となる。実際には、105mm角の柱の場合、間柱の奥行きは90mmが多い。この程度の寸法であれば面材が全面に張られている場合には、継手間柱の奥行き寸法が性能に及ぼす影響は小さく、本検討結果を適用しても問題無いと考えられる。

③まとめ－考察：連続壁の幅

- 連続壁の幅については、独立壁の幅-1P と2Pの間の寸法・面材張り方の検討の継手間柱が柱となった場合であることから、同様の運用として問題無いと考えられる。

真壁の解析モデル構築へ向けた検討

真壁仕様についても大壁と同様の課題がある。しかし、真壁仕様においては、検討を行う解析モデルについて再現性の高いものが存在せず、検討を行うことが難しいという現状がある。

真壁の解析モデルの再現性が低い理由として、

- 大壁と比較して性能の発現機構が複雑であること
→大壁では単純にくぎのせん断性能が発揮されることで性能が発現するが、真壁の場合にはそれだけでなく、面材と軸材が接することで面材が軸材にめり込んだりすることでも耐力が発生する。
- 大壁と比較して破壊性状が異なること
→面材と軸材が当たって変形が抑制されることで、大壁と比較して面材が早めに浮き上がったり、面材同士の接触が早めに発生する状況が生じ、それも性能に影響を与えている。しかし、現段階ではこれらを解析で再現できない。

⇒今後、真壁の解析モデルの再現性を上げるためには、まずは現実に生じる現象について詳細に観察し、それを再現することが必要。そこで、①真壁の実大水平せん断力試験＋②面材同士の接触についての実大の水平せん断試験を行い、データの収集を行った。

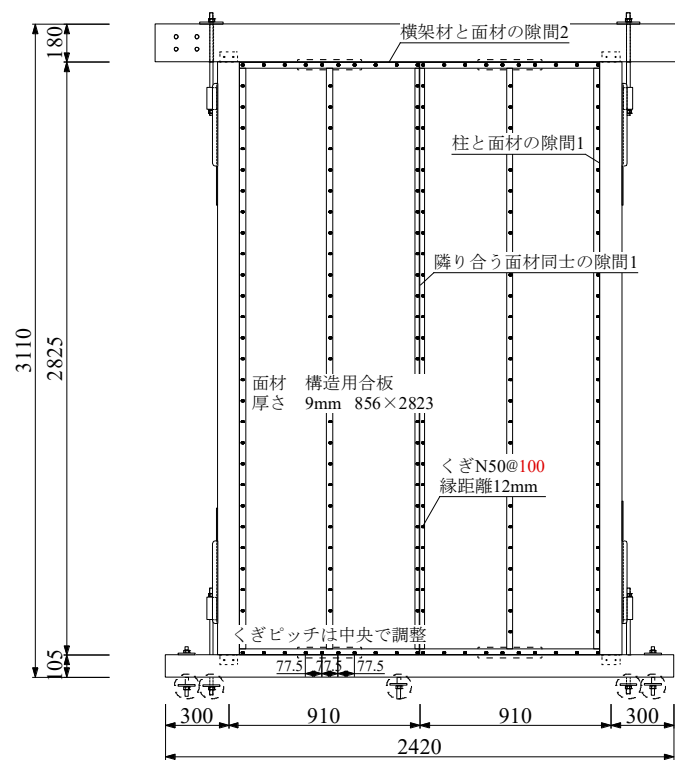
真壁の解析モデル構築へ向けた検討

①真壁の水平せん断試験

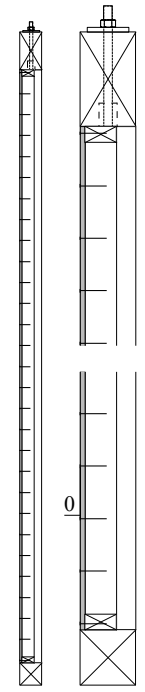
試験体はくぎピッチ及び面材位置をパラメーターとした

| 試験体記号 | 横架材間距離 (mm) | 壁長 (mm) | くぎピッチ (mm) | 面材位置=ちり (mm) | 試験体数 (体) |
|-------|----------------|------------|---------------|-----------------|-------------|
| S-1 | 2825 | 1820 | 100 | 0 | 1 |
| S-2 | | | 100 | -36 | 1 |
| S-3 | | | 150 | 0 | 1 |
| S-4 | | | 150 | -36 | 1 |

面材の張り方

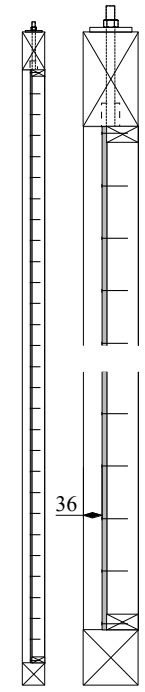


S-1



面材位置 ちり0mm

S-2



面材位置 ちり36mm

真壁の解析モデル構築へ向けた検討

①真壁の水平せん断試験

実験結果

| 項目 | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| くぎピッチ/ちり | @100/0 | @100/36 | @150/0 | @150/36 |
| Py | 17.33 | 17.96 | 12.23 | 12.84 |
| 0.2Pu/Ds | <u>13.10</u> | <u>15.22</u> | <u>11.54</u> | <u>10.40</u> |
| 2/3Pmax | 20.32 | 23.20 | 15.03 | 15.65 |
| P120 | 18.18 | 18.41 | 15.03 | 15.19 |
| 試験倍率 | 3.6 | 4.2 | 3.2 | 2.9 |
| 破壊状況 | A,B,C | A,D,E | A,B | A,D,E |

破壊状況の記号の定義

A：面材接合くぎ頭部の面材からの抜け出し

B：面材の割れ

C：継手間柱留め付けくぎの土台からの抜け出し

D：面材の局部座屈

E：間柱の座屈

真壁の解析モデル構築へ向けた検討

①真壁の水平せん断試験（実験結果）

破壊性状（くぎピッチ@100mmの例）



試験終了時全景

S-1（くぎピッチ@100mm、
面材位置ちり0mm）



面材の変形



試験終了時全景

S-2（くぎピッチ@100mm、
面材位置ちり36mm）



間柱の座屈

- くぎピッチが100mm、150mmのいずれの場合でも、ちり寸法の違いにより破壊性状が大きく異なった。ちりが0mmの場合は、面材が面外に外れるような破壊が生じ、ちりが36mmの場合は、面材がはらむことにより、間柱の座屈が生じた。

真壁の解析モデル構築へ向けた検討

②面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験（大壁）

面材同士の接触の影響を確認するために、面材間の隙間の寸法を変えた試験を実施した。真壁の解析への応用を見据えているが、真壁では軸材との接触の影響等により複雑となるため、大壁仕様で実施している。

形状は、大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験のA-2'をベースとして、面材の隙0mm、隙2mm、隙5mmとした。なお、本試験は日本建築総合試験所の自主研究により実施されたものであるが、真壁の解析モデルの構築へ向け貴重なデータとなるため、本事業に情報提供していただいた。

試験体は面材の隙（0mm、2mm、5mm）をパラメーターとした

| 試験体記号 | 横架材間内 法寸法 (mm) | 壁長さ (mm) | 胴つなぎ高 さ (mm) | 面材間の隙間 | | 試験体数 (体) |
|---------|----------------------|-------------|--------------------|--------|--------|-------------|
| | | | | 鉛直(mm) | 水平(mm) | |
| A-2'(0) | 2743 | 1820 | 1624 | 0 | 0 | 3 |
| A-2'(2) | | | | 2 | 2 | 1 |
| A-2'(5) | | | | 5 | 15 | 1 |
| フレーム | | | | — | — | 1 |

真壁の解析モデル構築へ向けた検討

②面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験（大壁）

実験結果

| 項目 | A-2'(0)-1 | A-2'(0)-2 | A-2'(0)-3 | A-2'(2) | A-2'(5) |
|----------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 面材の隙間 | 0mm | 0mm | 0mm | 2mm | 5mm |
| Py | 17.20 | 16.52 | 17.23 | 15.66 | 16.17 |
| 0.2Pu/Ds | <u>14.58</u> | <u>16.39</u> | <u>15.16</u> | <u>14.16</u> | <u>13.63</u> |
| 2/3Pmax | 20.28 | 19.12 | 20.69 | 18.36 | 18.71 |
| P120 | 18.14 | 17.10 | 17.36 | 16.38 | 16.62 |
| P₀ | 14.95 （50%下限値） | | | 14.16 | 13.63 |
| 破壊状況 | A,B | A,B | A,B | A,B | A,B |

破壊状況の記号の定義

A：面材接合くぎ頭部の面材からの抜け出し

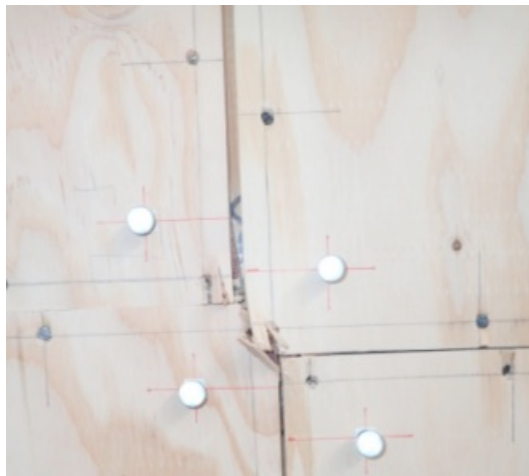
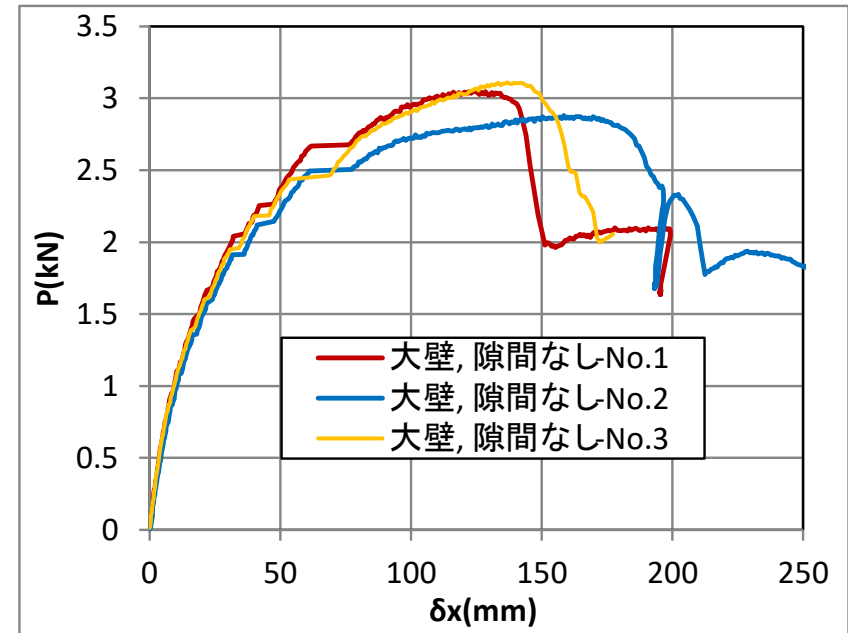
B：面材接合くぎ軸部の軸組からの抜け出し

真壁の解析モデル構築へ向けた検討

②面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験（大壁）

実験結果—面材の接触状況について

- 写真(a)、(c)に示すA-2'(0)-1、A-2'(0)-3では面材同士が接触し、合板がめり込んでいる様子が確認できる。一方で写真(b)に示すA-2'(0)-2では、接触したのち、面材が滑るような変形となった。図の荷重変形関係では、その様子が現れていると考えられ、A-2'(0)-1、A-2'(0)-3はA-2'(0)-2よりも最大耐力が高くなっているものの、A-2'(0)-2に比べ脆性的な破壊となっている。



(a)A-2'(0)-1



(b)A-2'(0)-2
面材の接触状況

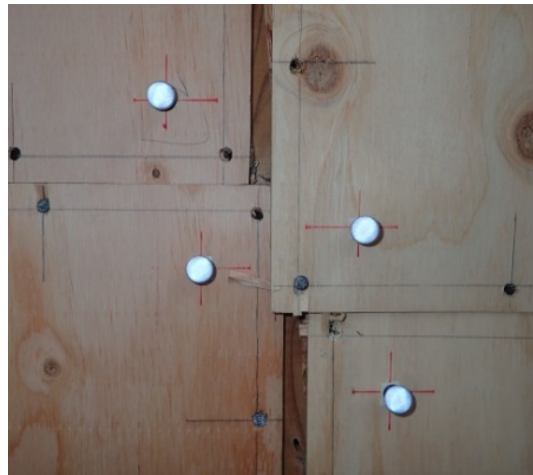


(c)A-2'(0)-3

②面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験（大壁）

実験結果—面材の接触状況について

- 隙間が2mmの試験体では、写真(d)に示すように、A-2'(2)では面材同士が接触したのち、面材が滑るような変形となった。隙間が5mmのA-2'(5)では、最大荷重時まで面材の接触は生じなかった。最大荷重時後に一度面材同士が接触したが、試験終了時には写真(e)に示すように面材同士は離れた。
- めり込みが生じた試験体は、最大荷重が高くなる傾向がみられた。隙間がある試験体はすべりが生じ最大荷重が低かったが、めり込みが生じた試験体と γ_u が同じくらいであり、すべりが生じることにより必ずしも変形性能が上がるわけではなかった。



(d)A-2'(2)



(e)A-2'(5)

面材の接触状況

真壁耐力壁の解析モデル構築へ向けた課題

- 真壁の実大水平せん断試験では、ちり寸法により破壊状況が大きく違った。その原因の一つは面材の面外方向変位であり、軸組から面材が外れるか、試験終了後まで軸組に収まっているかの違いが大きく影響した。この違いを再現するためには、面材の抜け出しを再現できるような面材と軸方向バネのモデル化、さらに、くぎの軸組からの抜け出しの影響を力学的に考慮したモデルの作成が必要であり、今後くぎの抜け出しの実験等で現象を追う必要がある。
- 今回の実験では、試験終了後まで面材が軸組に収まっていた場合、間柱の座屈により脆性的な破壊となった。大壁の解析モデルのような弾性材料での解析では脆性的な破壊を追うことができないため、座屈挙動についても現在の許容応力度計算法を参考にしつつ、再現方法の構築が今後の課題である。
- 面材の隙間の影響確認のための水平せん断試験では、面材同士のめり込みやすさにより最大荷重、変形性能に違いが生じた。大壁に比べ面材接触の影響が大きいと考えられる真壁においては、接触の影響が無視できないと考えられる。実験での面材接触の影響を確認するとともに、面材の接触を考慮した解析モデルの構築も必要である。