

令和元年度

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

令和2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	実施体制とスケジュール	第1章-2
1.2.1	実施体制	第1章-2
1.2.2	実施スケジュール	第1章-4
1.3	実施概要	第1章-5
1.4	解析等で用いるためのくぎ実験	第1章-6
1.4.1	グレー本による面材くぎ試験（合板：全層カラマツ）	第1章-6
1.4.2	ロケット型のくぎの一面せん断実験 （合板：全層カラマツ・単調－京都大学実施）	第1章-10
1.4.3	ロケット型のくぎの一面せん断実験 （合板：全層カラマツ・単調－BX カネシン実施）	第1章-13
1.4.4	ロケット型のくぎの一面せん断実験 （合板：全層ダグラスファー・繰り返し）	第1章-18

第2章 大壁耐力壁：高さ方向の検討

2.1	検討の目的と方法	第2章-1
2.2	大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験	第2章-2
2.2.1	水平せん断試験	第2章-2
2.2.2	大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験に関するまとめ	第2章-38
2.3	大壁耐力壁（高さ方向）の解析的検討（追加）	第2章-41
2.3.1	解析モデル	第2章-41
2.3.2	パラメーターの設定	第2章-44
2.3.3	解析結果	第2章-47
2.4	大壁耐力壁（高さ方向）のまとめ	第2章-54
2.4.1	解析結果と実験結果の比較	第2章-54
2.4.2	大壁耐力壁の高さ方向の違いによる性能差の考え方	第2章-59

第3章 大壁耐力壁：幅方向の検討

3.1	検討の目的と方法	第3章-1
3.2	大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験および接合部実験	第3章-3
3.2.1	水平せん断試験	第3章-3
3.2.2	大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験に関するまとめ	第3章-47
3.2.3	柱梁接合部の引張実験結果	第3章-51
3.2.4	柱梁接合部の曲げ実験結果	第3章-54

3.3	大壁耐力壁（幅方向）の解析的検討	第3章-57
3.3.1	解析手法および解析モデル	第3章-57
3.3.2	パラメーターの設定	第3章-60
3.3.3	解析結果	第3章-63
3.4	大壁耐力壁（幅方向）のまとめ	第3章-68
3.4.1	解析結果と実験結果の比較	第3章-68
3.4.2	大壁耐力壁の幅方向の違いによる性能差の考え方	第3章-74
第4章 真壁の解析モデル構築へ向けた検討		
4.1	検討の目的と方法	第4章-1
4.2	真壁の解析モデル構築のための各種実験	第4章-2
4.2.1	真壁の水平せん断試験	第4章-2
4.2.2	面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験（大壁）	第4章-13
4.3	真壁耐力壁の解析モデル構築へ向けた課題	第4章-25
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、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を行った。その背景と目的を以下に示す。

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。

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。

大臣認定耐力壁には様々なタイプがあるが、本課題では、ニーズが高く、解析手法などがある程度構築されている軸組構法における 3×6 板以上の大きさのある木質面材を用いた仕様としている。

1.2 実施体制とスケジュール

1.2.1 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
	後藤 隆洋	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 試験研究所 構造試験室
	上杉 義則	ハウスプラス確認検査株式会社 取締役副社長
	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
	坂口 晴一	一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会 技術部長
	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
	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 主任研究員
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
	秋山 信彦	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部 評価システム研究室 研究官
行政	青木 亮	国土交通省住宅局 建築指導課 課長補佐
	木戸 聡	国土交通省住宅局 建築指導課
	上原 拓馬	国土交通省住宅局 建築指導課
	田窪 成貴	国土交通省住宅局 住宅生産課
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

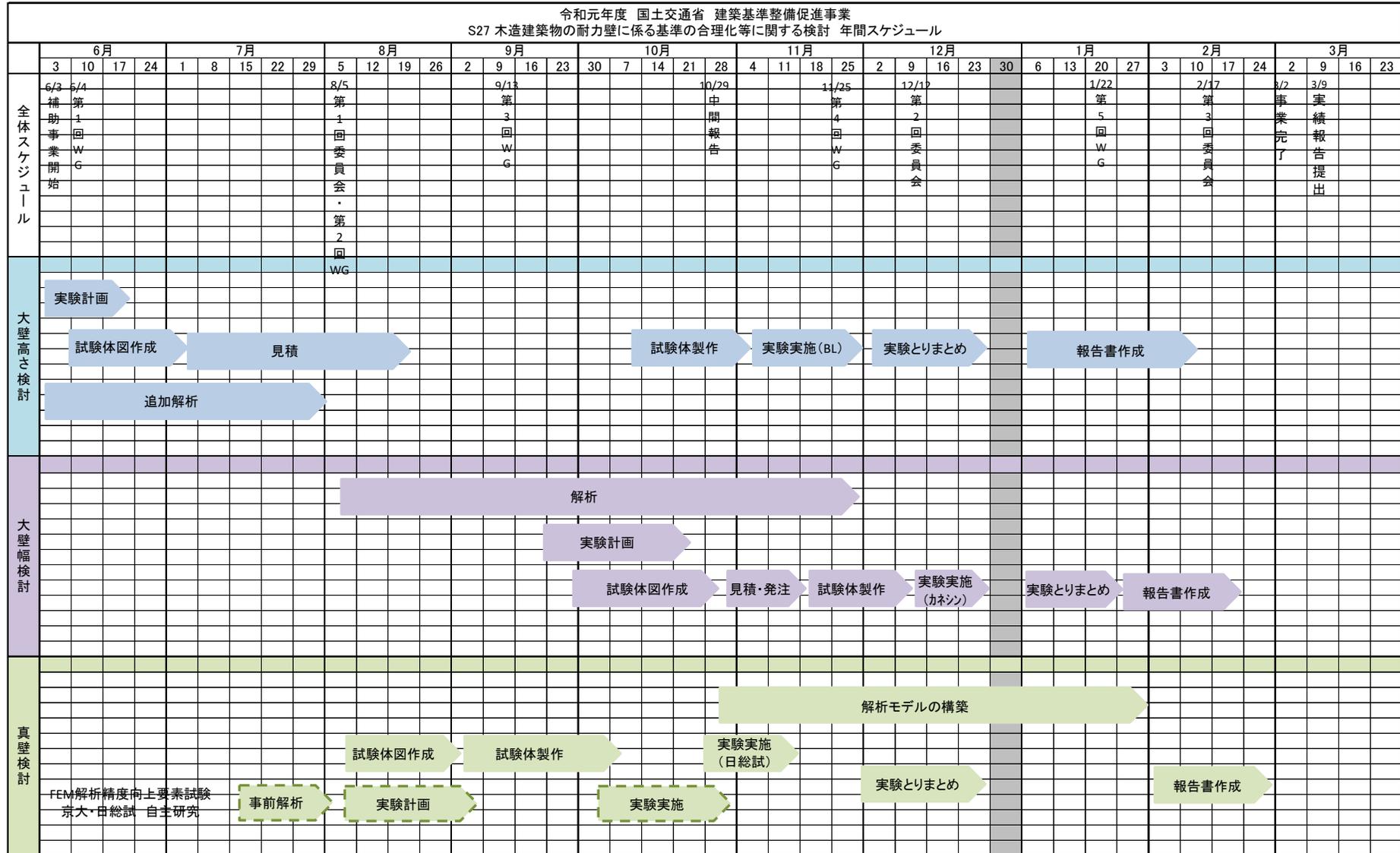
○木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等に関する検討委員会 検討WG

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
協力委員	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
	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
	秋山 信彦	国土交通省 国土技術政策総合研究所 建築研究部 評価システム研究室 研究官
	オブザーバー	加藤百合子

行政	青木 亮	国土交通省住宅局 建築指導課 課長補佐
	木戸 聡	国土交通省住宅局 建築指導課
	上原 拓馬	国土交通省住宅局 建築指導課
	田窪 成貴	国土交通省住宅局 住宅生産課

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

1.2.2 実施スケジュール



1.3 実施概要

本課題は昨年度から2年計画で実施している。

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、梁断面をパラメーターとして解析を行った。その結果、壁せん断性能は高さ1,500mmと4,000mmで10%弱の違いがあるが、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ことが明らかとなった。これらについては釘のせん断性能・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。

また、面材を縦方向に継いだものと継がないものを比較したが、その違いもわずかであった。ただし、面材同士が接触した場合には違いが生じることも確認している。木質面材の継ぎ目では、施工地に2~3mm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、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ことがわかった。

本年は、以下に示すように、昨年度解析で確認した高さ方向の解析結果の確認のための実大実験に加え、幅方向の仕様の差の検討、真壁モデルについての検討を行った。

(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（第2章）

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

(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（第3章）

大壁幅方向については、幅方向6種類の水平加力実験を実施した。また、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た。加えて、幅方向の違いによる性能差について考え方を整理した。

(ハ) 真壁解析モデル検討のための予備実験の実施と解析的検討（4章）

真壁については、解析モデルに取り込む各種の効果が明確で無いため、モデルの構築を目指した。モデルに取り込むべき各種効果については、実大の水平加力実験を詳細な観察結果を基に整理し、真壁での解析モデルの課題の洗い出しを行った。

1.4 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ている。

ここでは、これらの実験についてまとめて記載する。実施した実験は以下の通りである。

1.4.1	グレー本による面材くぎ実験 各 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。
1.4.2	ロケット型のくぎ実験 単調加力 各 6 体	
1.4.3	ロケット型のくぎ実験 単調加力 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。
1.4.4	ロケット型のくぎ実験 各 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。

本報告書で実施している解析においては、1.4.4 に示すロケット型のくぎ実験によるデータを用いて実施した。

1.4.1 グレー本による面材くぎ実験（合板：全層カラマツ）

（1）試験方法

試験は、『木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017 年度版）』の「4.5 面材くぎ等 1 本当たりの一面せん断特性を算定するための試験」に準拠して実施。

ただし加力については、下記の通りとした。

- ①軸組のみで、見かけのせん断変形角の 1/15rad まで単調載荷。
- ②初期状態に戻し、軸組に構造用合板を留めつけ、見かけのせん断変形角 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad を目標とした正負交番繰り返し加力を各変位で 3 回行った後、一方向に単調載荷で 1/15rad に達するか、もしくは最大荷重の 0.8 倍まで低下するまで加力。
- ③初期状態に戻し、面材を剥がした後、軸組のみで見かけのせん断変形角の 1/15rad まで単調載荷。

試験場所 : 京都大学生存圏研究所

試験スケジュール : 2020/2/17~19

(2) 試験体と使用材料

試験体は6体とした。試験体の詳細を以下に示す。

用いた材料は、表 1.4.1-1 の通りである。軸材と面材の密度・含水率は表 1.4.1-2 に示す通りである。

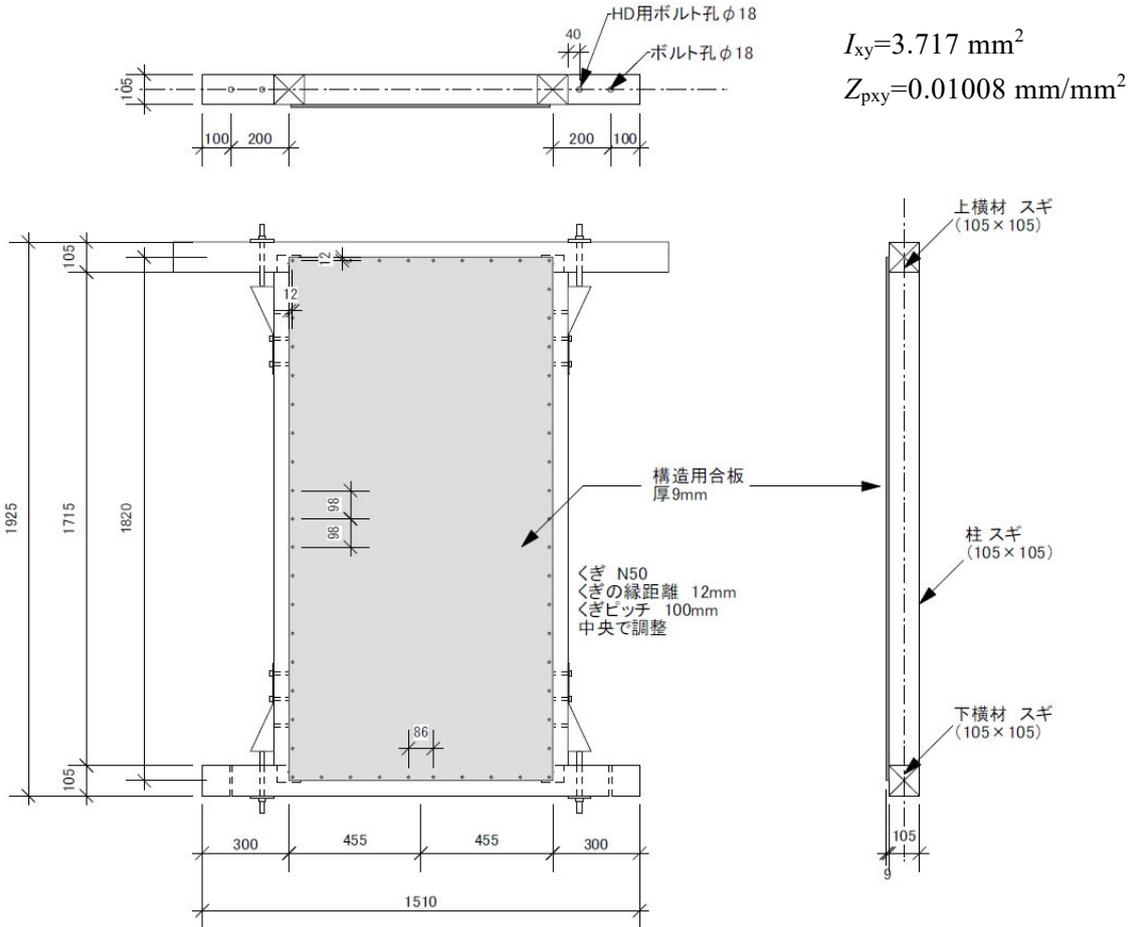


図 1.4.1-1 面材くぎ試験体図

表 1.4.1-1 試験体材料

項目	仕様詳細
面材	構造用合板 (JAS) 厚さ : 9mm 単板樹種 : カラマツ (全層) 接着の程度 : 特類 曲げ性能等 : 2 級
面材の接合	接合具 : くぎ N50 (JIS A 5508) くぎ間隔 : @100mm (中央で調整) 縁端距離 : 12mm
軸組材	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

項目		仕様詳細
	桁	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

表 1.4.1-2 試験体材料の密度、含水率

部位	樹種	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)		
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
軸組材	柱	スギ (国産)	424.29	46.25	13.9	5.34
	桁	スギ (国産)	441.23	37.17	16.1	4.80
	土台	スギ (国産)	426.23	32.09	17.9	2.85
面材		カラムツ (国産)	523.62	23.78	12.6	1.47

(3) 試験結果

以下の結果は、1本あたりの値を算出したものである。

表 1.4.1-3 面材くぎ実験の1本当たりの結果

	せん断耐力 ΔP_v (kN)	降伏変位 δv (mm)	終局変位 δu (mm)	
No.1	1.19	3.31	19.28	
No.2	1.19	3.34	12.33	
No.3	1.16	3.13	13.08	
No.4	1.21	3.17	17.21	
No.5	1.37	3.34	17.81	
No.6	1.40	3.18	9.58	
平均	1.25	3.25	14.88	
標準偏差	0.104	0.095	3.774	
変動係数	0.083	0.029	0.254	せん断剛性 k (kN/mm)
ばらつき係数	0.975	0.991	0.925	
基準耐力	1.22	3.22	13.76	0.38

・モーメント－変形角曲線

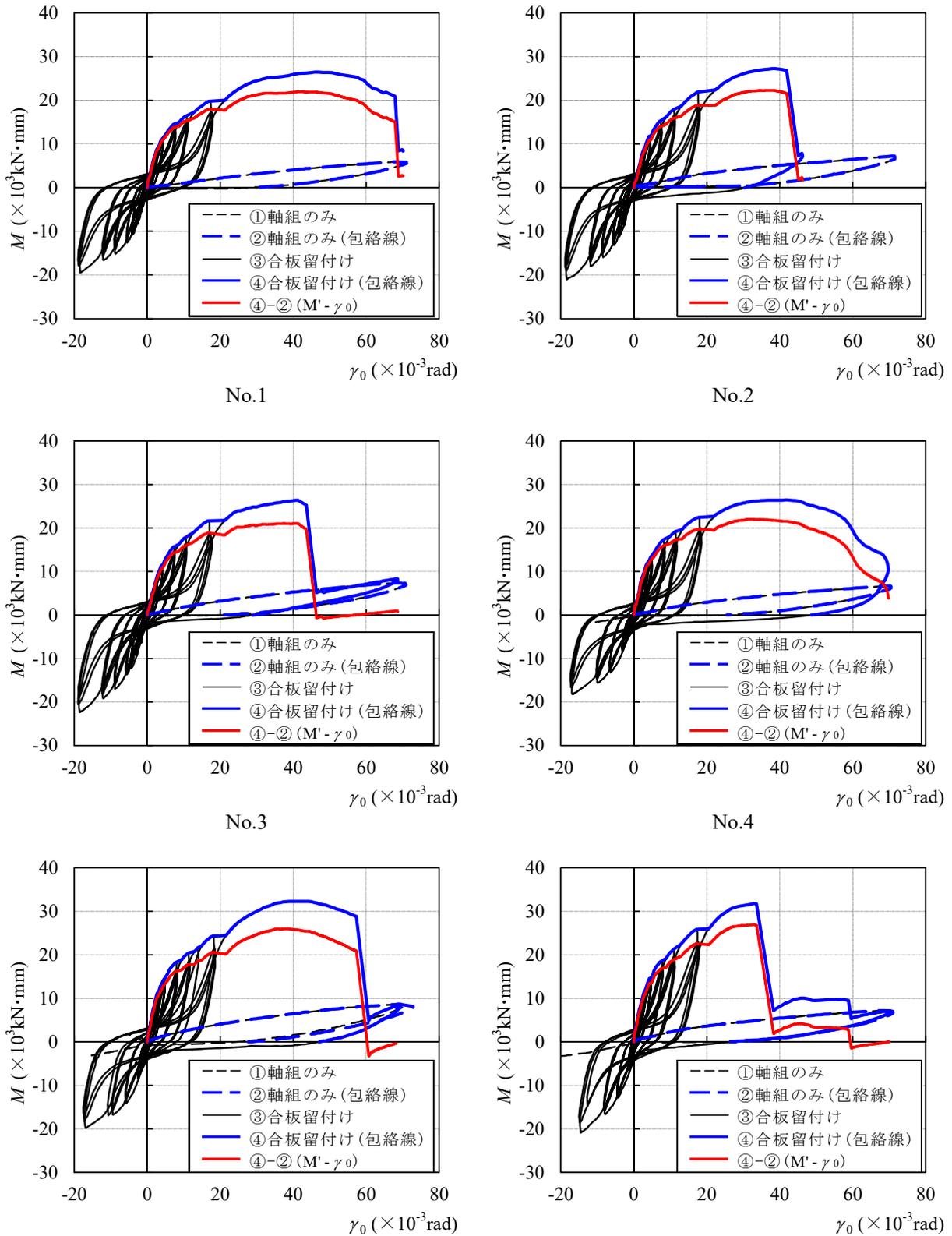


図 1.4.1-2 荷重－変形角関係と包絡線

・包絡線 (④-② 図 1.4.1-2 の赤線のグラフ 軸組の影響を引いたもの)

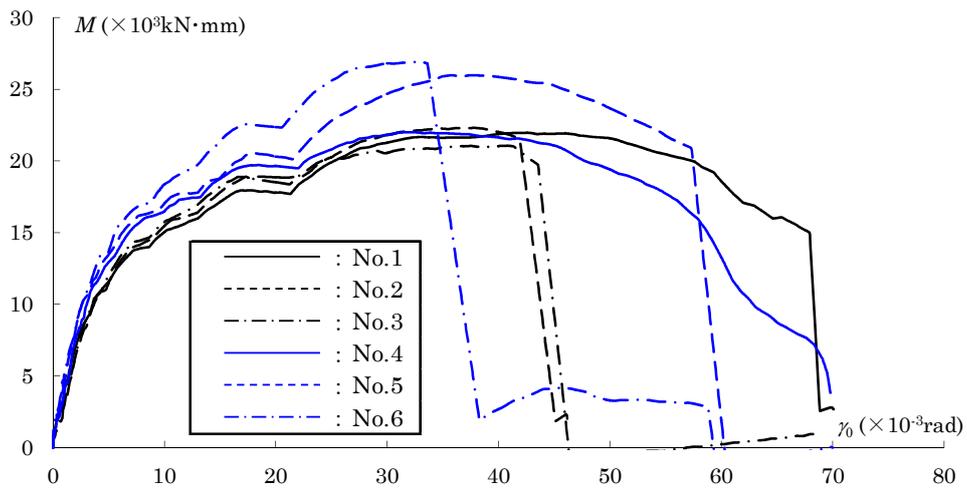


図 1.4.1-3 包絡線

1.4.2 ロケット型のくぎの一面せん断実験 (合板：全層カラマツ・単調—京都大学実施)

(1) 試験方法

試験は、『2018 年 枠組壁工法建築物構造計算指針』の「1.2.1 接合部の基準許容応力及び基準剛性 (単調加力接合部試験によるもの)」に準じて実施した。

万能試験機 (Instron10t) を用い、試験体頂部から主材木口面に単調圧縮力を加え、荷重および軸材と構造用合板の相対すべり量を計測する。

加力速度は 3~5mm/min 程度とし、最大荷重を超えてその 80%まで荷重が低下するか、すべり量が 50mm 程度まで達するまでとする。

試験場所 : 京都大学生存圏研究所

試験スケジュール : 2020/2/25,26

(2) 試験体と使用材料

試験体は 6 体とした。1.4.1 の面材くぎの試験体に製作に用いた構造用合板の端材および、試験後のフレームのみの試験体から軸材を切り出し、図 1.4.2-1 に記した試験体を製作した。

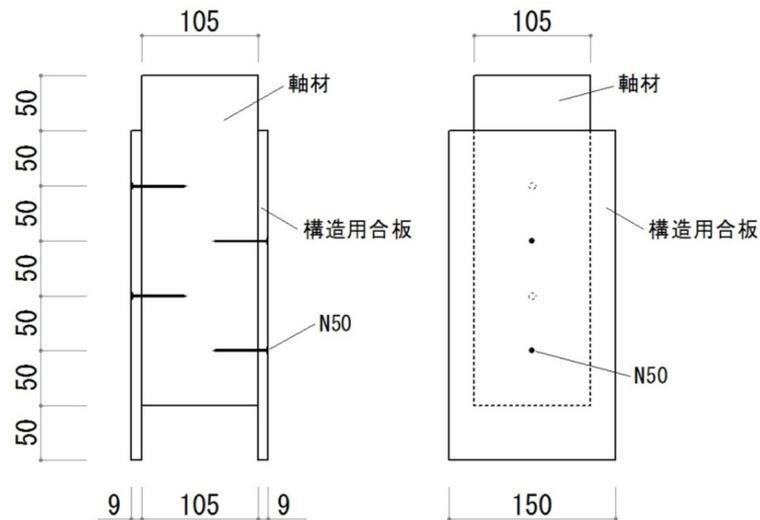


図 1.4.2-1 試験体図

(3) 試験結果

以下の結果は、全てくぎ1本あたりの値を算出したものである。

表 1.4.2-1 ロケット型試験結果

	降伏時 P_y (kN)	降伏時 δ_y (mm)	2/3 P_{max} P (kN)	2/3 P_{max} δ (mm)	P_{max} P (kN)	P_{max} δ (mm)
No.1	0.61	0.79	0.83	2.29	1.24	15.98
No.2	0.78	1.86	0.92	3.66	1.38	17.14
No.3	0.66	0.49	0.84	1.24	1.26	9.58
No.4	0.80	1.63	0.96	2.80	1.44	15.37
No.5	0.78	0.91	1.02	2.67	1.53	19.31
No.6	0.85	0.75	1.23	3.08	1.85	22.20
平均	0.75	1.07	0.97	2.62	1.45	16.60
標準偏差	0.092	0.544	0.148	0.817	0.224	4.247
変動係数	0.123	-	0.153	-	-	-
ばらつき係数	0.964	-	0.955	-	-	-
基準耐力	0.72	-	0.92	-	-	-

	降伏時 P_y (kN)	降伏時 δ_y (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δ_u (mm)	降伏変位 δ_v (mm)	終局耐力 P_u (kN)	塑性率 μ	構造特性 D_s
No.1	0.61	0.79	0.77	23.14	1.50	1.16	15.45	0.18
No.2	0.78	1.86	0.42	20.29	2.93	1.23	6.93	0.28
No.3	0.66	0.49	1.34	28.30	0.88	1.18	32.15	0.13
No.4	0.80	1.63	0.49	24.66	2.70	1.33	9.13	0.24
No.5	0.78	0.91	0.86	27.51	1.64	1.40	16.82	0.18
No.6	0.85	0.75	1.13	26.38	1.50	1.69	17.62	0.17
平均	0.75	1.07	0.84	25.05	1.86	1.33	16.35	0.20

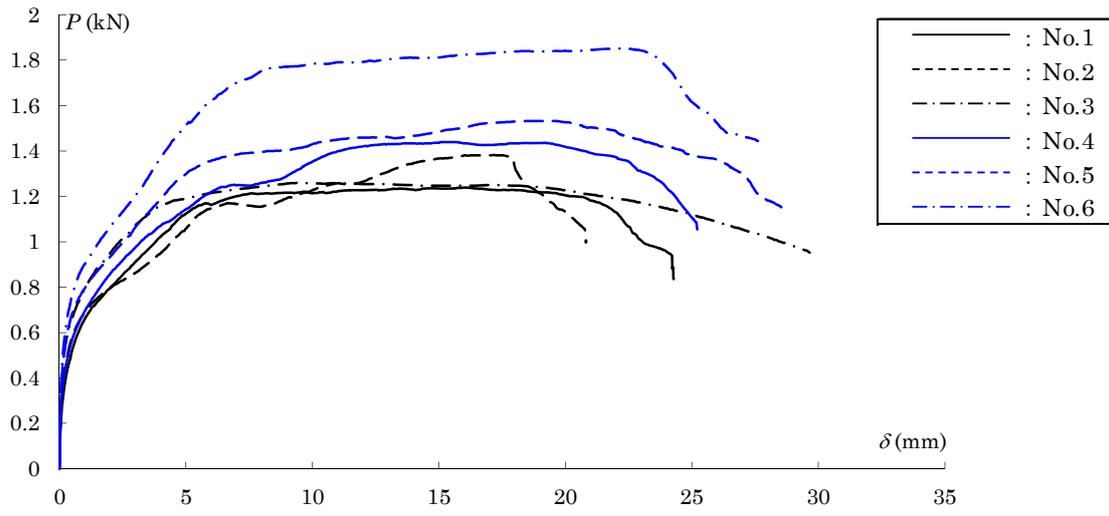


図 1.4.2-2 荷重—変形曲線

1.4.3 ロケット型のくぎの一面せん断実験

(合板：全層カラマツ・単調-BX カネシン実施)

(1) 試験方法

試験は、『2018年枠組壁工法建築物構造計算指針』の「1.2.1 接合部の基準許容応力及び基準剛性（単調加力接合部試験によるもの）」に準じて実施した。

試験場所 : BX カネシン

試験スケジュール : 2019/12/23

(2) 試験体と使用材料

試験体は 910×3030、1000×3030 の合板からそれぞれ 4 体ずつ試験体を製作し、全部で 8 体とした。試験体の詳細を以下に示す。

用いた材料は、3.2 で示した耐力壁の水平せん断試験の終了後の試験体より健全な部分を取り出して製作した。したがって、軸材、面材の密度等については、3.2 で結果を示す。

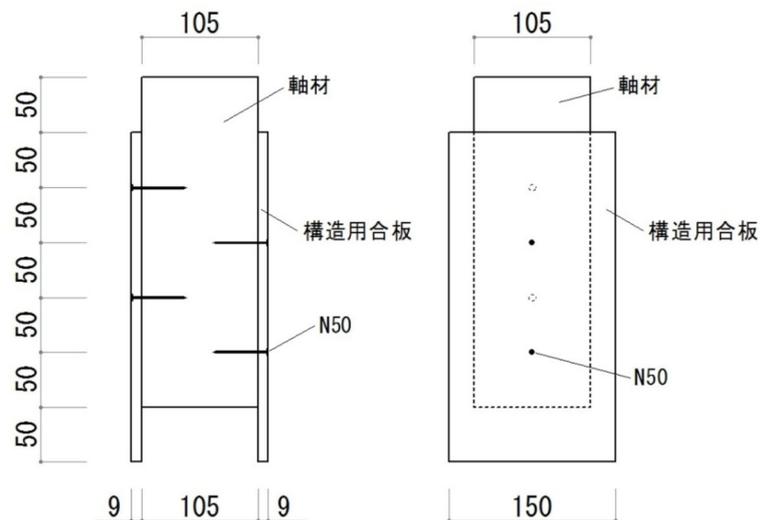


図 1.4.3-1 試験体図

(3) 試験結果

以下の結果は、試験データをそのまま整理しているものであり、くぎ4本分の結果となる。

①910×3030の結果

尺モジュール面材1面せん断試験

2019.12.23

BXカネシン株式会社

【包絡線比較】

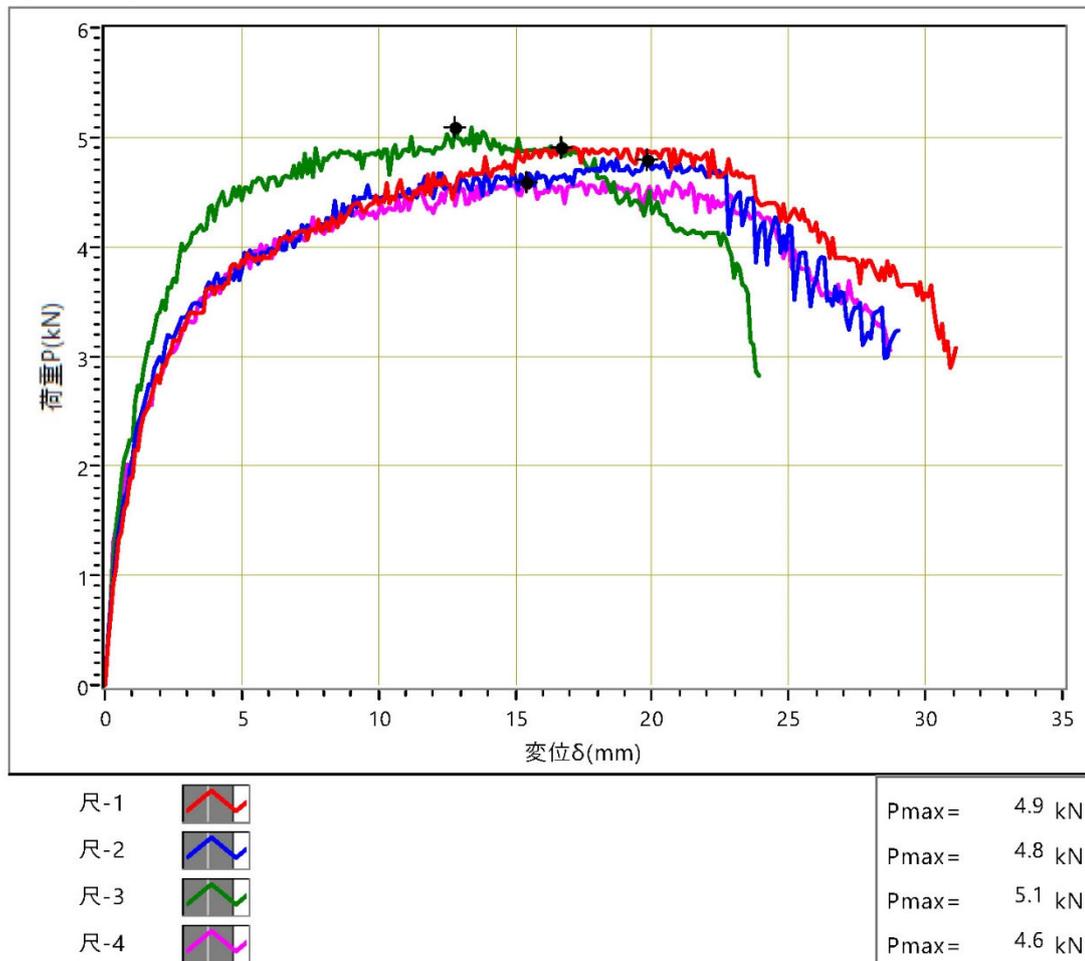


図 1.4.3-1 ロケット型試験結果（合板：910×3030仕様）

表 1.4.3-1 ロケット型試験結果（合板：910×3030 仕様）

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy (mm)	2/3Pmax P(kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P(kN)	Pmax δ (mm)
尺-1	3.1	2.4	3.3	2.9	4.9	16.7
尺-2	2.9	1.8	3.2	2.3	4.8	19.8
尺-3	3.1	1.6	3.4	2.0	5.1	12.8
尺-4	2.7	1.8	3.1	2.6	4.6	15.4
平均	3.0	1.9	3.3	2.5	4.9	16.2
標準偏差	0.19	0.35	0.13	0.39	0.21	2.91
変動係数	0.065	—	0.040	—	—	—
ばらつき係数	0.975	—	0.985	—	—	—
基準耐力	2.9	—	3.2	—	—	—

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy (mm)	初期剛性 K(kN/cm)	終局変位 δu (mm)	降伏変位 δv (mm)	終局耐力 Pu(kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
尺-1	3.1	2.4	12.9	26.5	3.6	4.5	7.36	0.27
尺-2	2.9	1.8	16.1	23.8	2.8	4.4	8.50	0.25
尺-3	3.1	1.6	19.4	22.5	2.4	4.6	9.38	0.24
尺-4	2.7	1.8	15.0	26.1	2.8	4.3	9.32	0.24
平均	3.0	1.9	15.9	24.7	2.9	4.5	8.64	0.25

②1000×3030 の結果

メートルモジュール面材1面せん断試験

2019.12.23
BXカネシン株式会社

【包絡線比較】

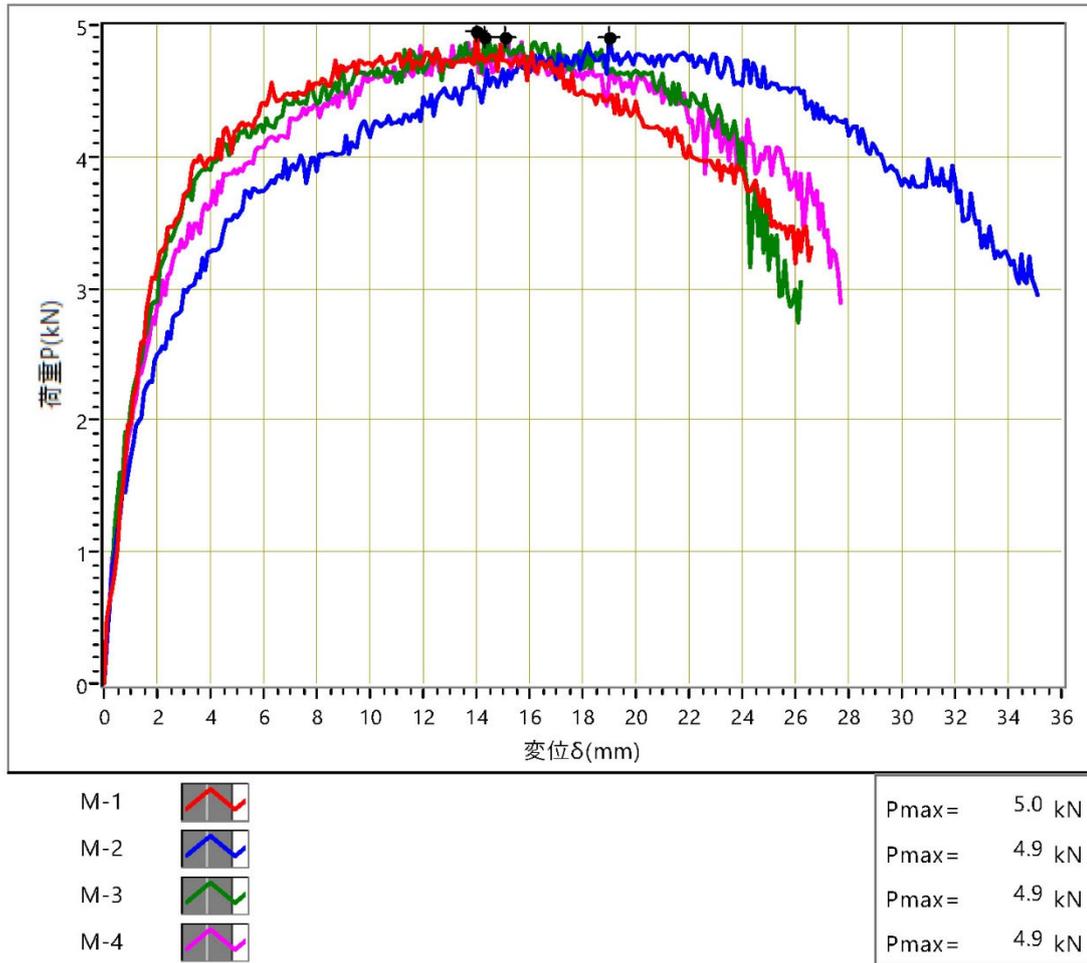


図 1.4.3-2 ロケット型試験結果（合板：1000×3030 仕様）

表 1.4.3-2 ロケット型試験結果（合板：1000×3030 仕様）

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy (mm)	2/3Pmax P(kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P(kN)	Pmax δ (mm)
M-1	3.2	2.0	3.3	2.3	5.0	14.0
M-2	3.0	3.0	3.3	3.9	4.9	19.0
M-3	3.1	2.1	3.3	2.3	4.9	14.3
M-4	2.9	2.1	3.3	2.7	4.9	15.1
平均	3.1	2.3	3.3	2.8	4.9	15.6
標準偏差	0.13	0.47	0.00	0.76	0.05	2.31
変動係数	0.042	—	0.000	—	—	—
ばらつき係数	0.984	—	1.000	—	—	—
基準耐力	3.0	—	3.3	—	—	—

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy (mm)	初期剛性 K(kN/cm)	終局変位 δu (mm)	降伏変位 δv (mm)	終局耐力 Pu(kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
尺-1	3.2	2.0	16.0	22.5	2.8	4.5	8.04	0.26
尺-2	3.0	3.0	10.0	29.3	4.4	4.4	6.66	0.28
尺-3	3.1	2.1	14.8	23.9	3.1	4.5	7.71	0.26
尺-4	2.9	2.1	13.8	22.6	3.2	4.5	7.06	0.28
平均	3.1	2.3	13.7	24.6	3.4	4.5	7.37	0.27

1.4.4 ロケット型のくぎの一面せん断実験（合板：全層ダグラスファー・繰り返し）

（1）試験方法

試験は、『木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度版）』の「4.4 継手・仕口接合部の試験」(1)～(4)の試験方法に準じて実施した。ただし、繰り返しは正負交番とし、予備試験体（単調載荷）を1体、本試験体（繰り返し載荷）を3体とした。

試験場所 : 日本建築総合試験所

試験スケジュール : 2019/11/6,7

（2）試験体と使用材料

ここでは、面材と軸材の浮きによるくぎの耐力への影響を確認するために、面材と軸材の浮きなし・浮き2mm・浮き4mmの3種類の試験体を各4体製作し実験を行った。

試験体の詳細を以下に示す。

軸材、面材の密度の計測は切断前に行い、軸材は0.440および0.455、面材は0.537の材料から切り出した。

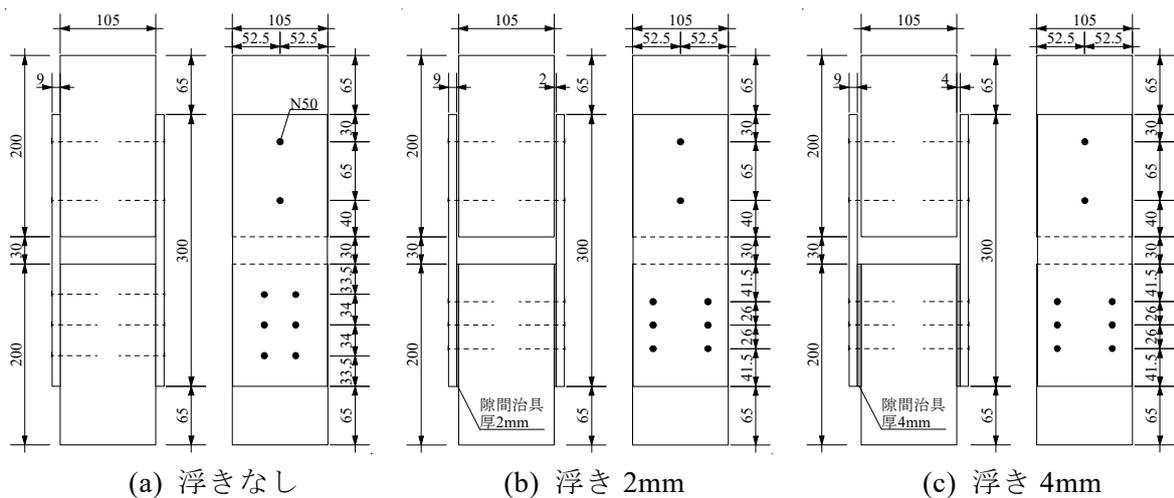


図 1.4.4-1 試験体図

(3) 試験結果

以下の結果は、全てくぎ1本あたりの値を算出したものである。

①浮きなし

表 1.4.4-1 ロケット型試験結果 (繰り返し)

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P (kN)	Pmax δ (mm)
単調	0.69	2.20	0.84	3.43	1.26	16.27
No.1	0.72	1.62	0.82	2.19	1.23	17.86
No.2	0.62	1.64	0.80	3.17	1.19	24.75
No.3	0.67	1.73	0.80	2.82	1.20	13.49
平均	0.67	1.66	0.81	2.73	1.21	18.70
標準偏差	0.050	0.059	0.012	0.497	0.021	5.677
変動係数	0.075	-	0.014	-	-	-
ばらつき係数	0.965	-	0.993	-	-	-
基準耐力	0.65	-	0.80	-	-	-

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δ_u (mm)	降伏変位 δ_v (mm)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
単調	0.69	2.20	0.31	30.00	3.79	1.18	7.91	0.26
No.1	0.72	1.62	0.44	18.18	2.56	1.13	7.10	0.28
No.2	0.62	1.64	0.38	25.01	2.91	1.10	8.60	0.25
No.3	0.67	1.73	0.39	17.52	2.84	1.10	6.17	0.30
平均	0.67	1.66	0.40	20.24	2.77	1.11	7.29	0.27

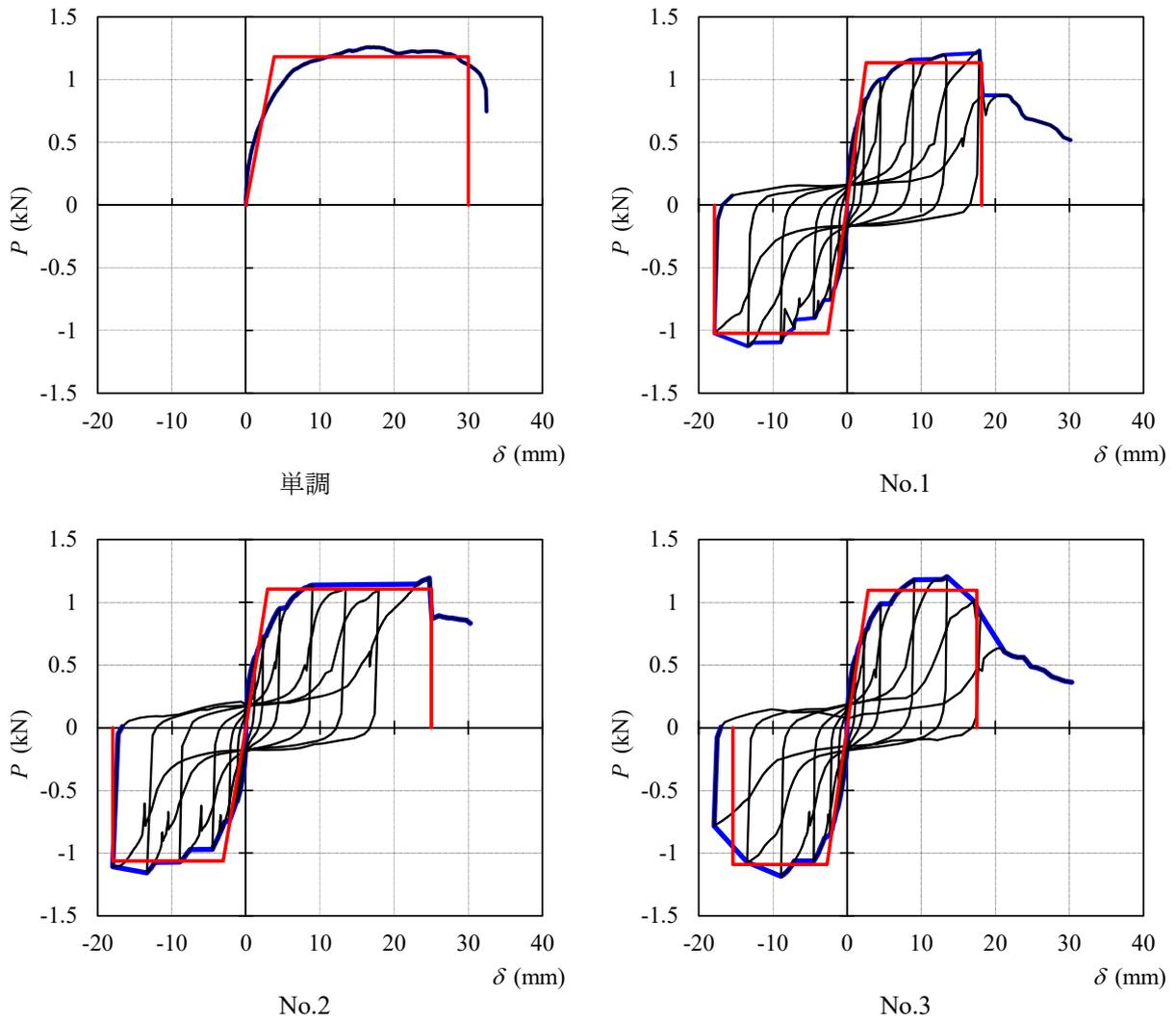


図 1.4.4-2 荷重－変形曲線

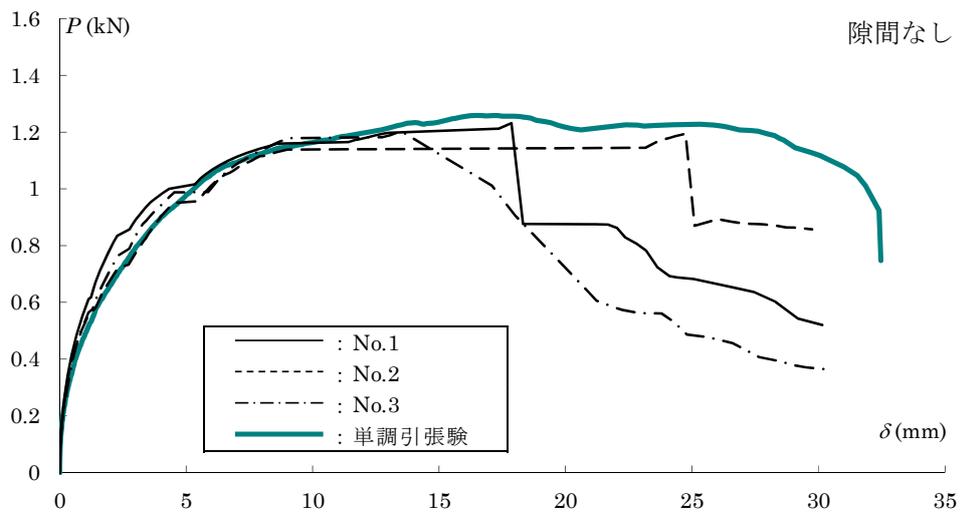


図 1.4.4-3 包絡線

②浮き 2mm

表 1.4.4-2 ロケット型試験結果 (繰り返し)

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P (kN)	Pmax δ (mm)
単調	0.58	3.09	0.75	5.10	1.13	14.75
No.1	0.53	2.66	0.77	5.36	1.15	12.55
No.2	0.56	2.44	0.71	3.97	1.06	12.52
No.3	0.55	2.21	0.84	5.62	1.25	18.75
平均	0.55	2.44	0.77	4.98	1.15	14.61
標準偏差	0.015	0.225	0.065	0.887	0.095	3.588
変動係数	0.028	-	0.084	-	-	-
ばらつき係数	0.987	-	0.960	-	-	-
基準耐力	0.54	-	0.74	-	-	-

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δ_u (mm)	降伏変位 δ_v (mm)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
単調	0.58	3.09	0.19	29.36	5.59	1.05	5.26	0.32
No.1	0.53	2.66	0.20	24.74	5.15	1.04	4.80	0.34
No.2	0.56	2.44	0.23	19.99	4.19	0.97	4.77	0.34
No.3	0.55	2.21	0.25	19.42	4.37	1.09	4.45	0.36
平均	0.55	2.44	0.23	21.38	4.57	1.03	4.67	0.35

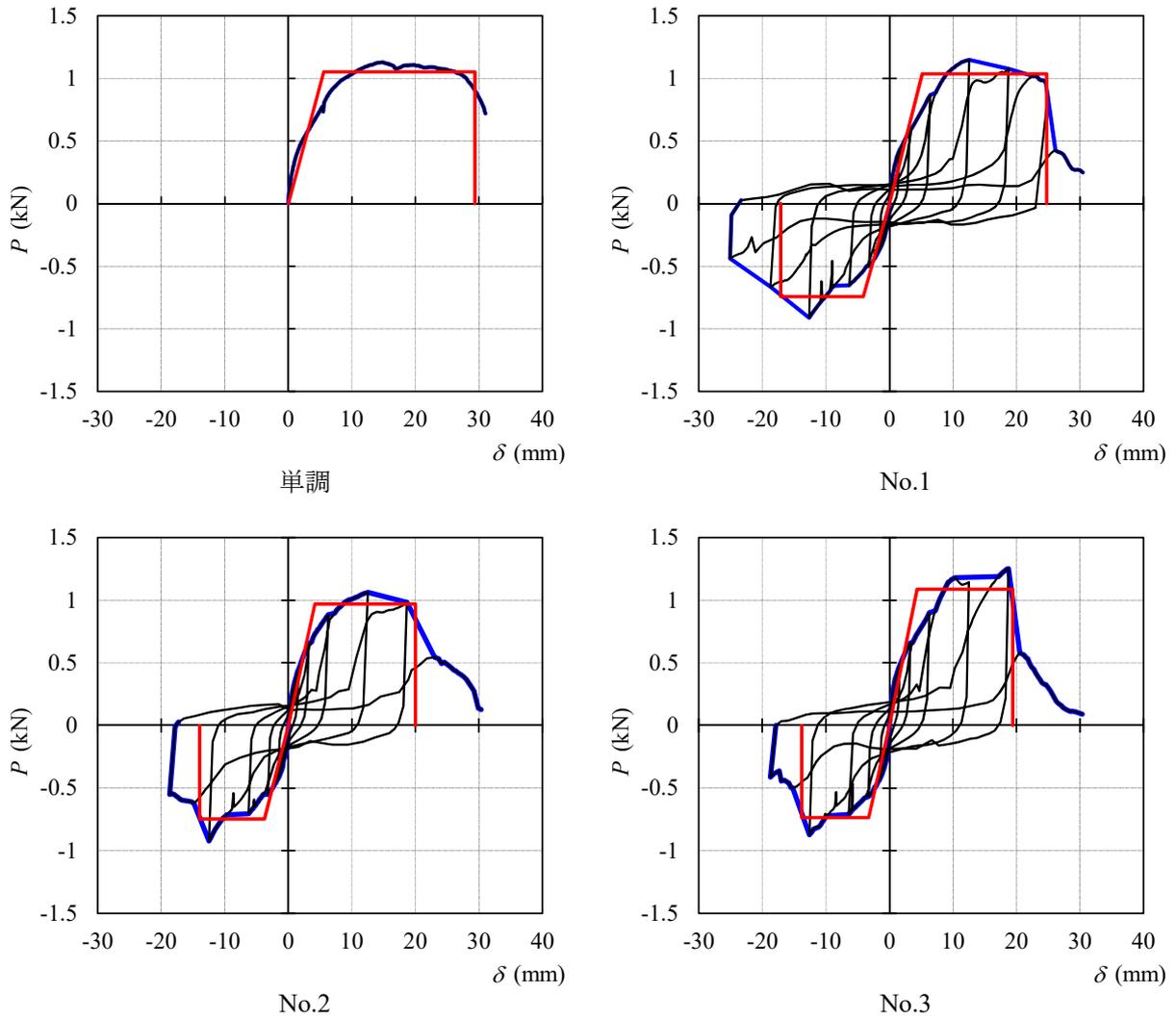


図 1.4.4-4 荷重－変形曲線

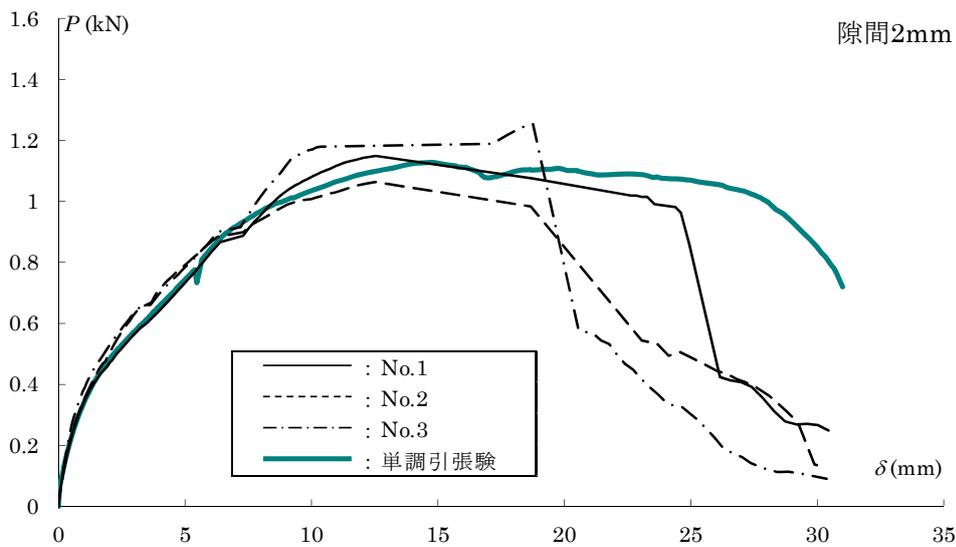


図 1.4.4-5 包絡線

③浮き 4mm

表 1.4.4-3 ロケット型試験結果 (繰り返し)

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P (kN)	Pmax δ (mm)
単調	0.49	4.12	0.75	8.89	1.13	26.10
No.1	0.55	4.01	0.70	6.40	1.04	16.65
No.2	0.46	3.03	0.70	7.58	1.05	16.60
No.3	0.52	4.78	0.67	6.99	1.00	16.28
平均	0.51	3.94	0.69	6.99	1.03	16.51
標準偏差	0.046	0.877	0.017	0.590	0.026	0.201
変動係数	0.090	-	0.025	-	-	-
ばらつき係数	0.958	-	0.988	-	-	-
基準耐力	0.49	-	0.68	-	-	-

降伏耐力、終局耐力、構造特性係数等

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δ_u (mm)	降伏変位 δ_v (mm)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
単調	0.49	4.12	0.12	28.98	8.39	1.00	3.46	0.41
No.1	0.55	4.01	0.14	18.87	6.89	0.94	2.74	0.47
No.2	0.46	3.03	0.15	26.66	6.21	0.94	4.29	0.36
No.3	0.52	4.78	0.11	25.27	8.41	0.91	3.00	0.45
平均	0.51	3.94	0.13	23.60	7.17	0.93	3.35	0.43

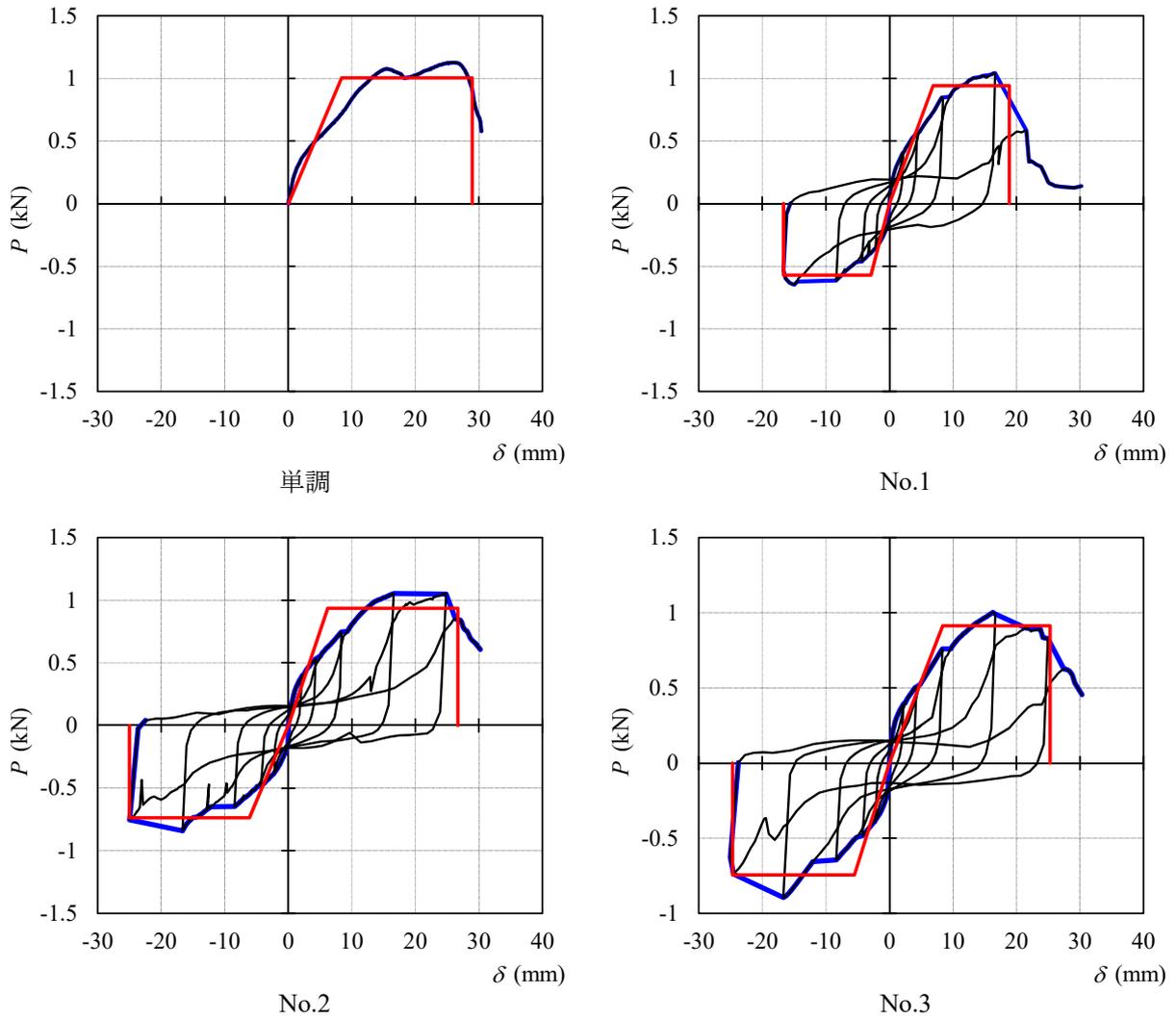


図 1.4.4-6 荷重-変形曲線

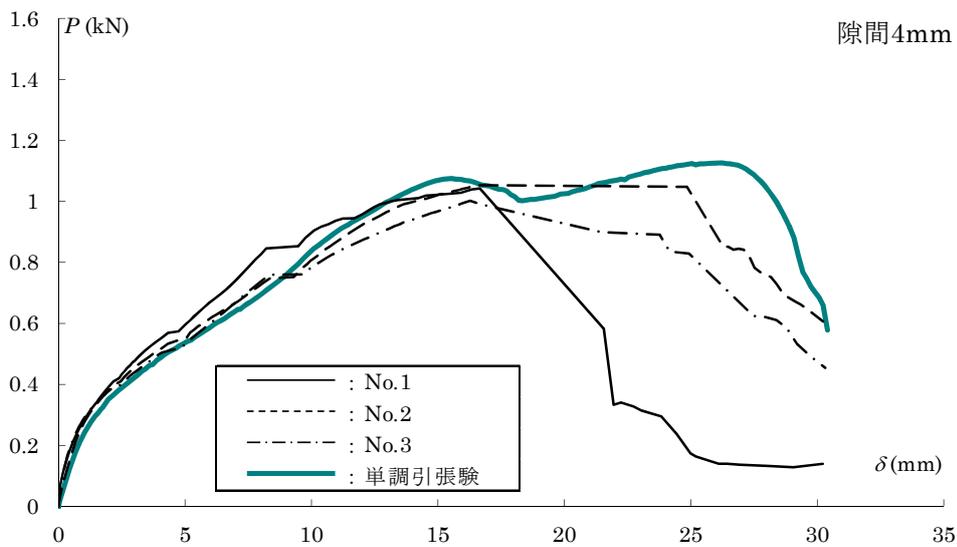


図 1.4.4-7 包絡線

第2章 大壁耐力壁：高さ方向の検討

2.1 検討の目的と方法

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。

本章では、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、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。

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。

また、昨年度実施した解析については、くぎのモデル等をより現実に近い値に置き換え（1.4.4 に示した実験結果）、再度実施した。

2.2 大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験

2.2.1 水平せん断試験

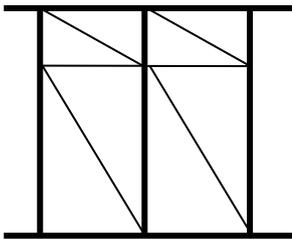
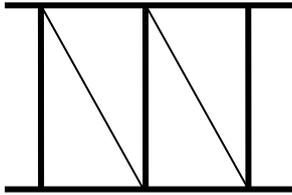
(1) 試験概要

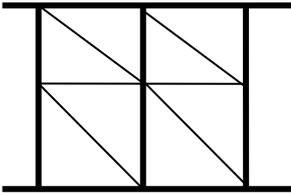
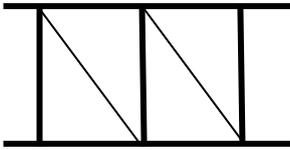
高さ及び面材の張り方をパラメーターとして、耐力壁の水平せん断実験を以下で実施した。

試験場所	: 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
試験スケジュール	: 2019/10/29～11/20
	10/29、30（火）（水） 試験体製作
	11/11（月） 試験準備
	11/12（火） A-3（4体 フレーム含む）
	11/14（木） A-2（4体 フレーム含む）
	11/15（金） A-2' 3体
	11/16（土） A-2'残り
	11/18（月） A-1 試験開始
	11/19（火） A-1 試験
	11/20（水） 含水率試験体切り出し

試験体の一覧を以下に示す。

表 2.2.1-1 大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験体一覧

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
試験体形状				
A-1		A-2		
				

A-2'	A-3
	
<p>くぎおよびくぎピッチはN50@100 mm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。</p> <p>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。</p>	

(2) 試験体に用いた材料

試験体の製作に用いた材料は表 2.2.1-2 の指定のもと調達した。また、調達は各部材に用いる材料の必要数の 1 割増しの数量とし、質量・密度と高周波容量式木材水分系による含水率を計測した上で、密度の高いもの、低いものを 1 割分除いた材料より試験体を製作している。また、試験終了後、各部材より試料を切りだし、全乾法による含水率の測定を実施した。その結果も含めて材料の密度、含水率を図 2.2.1-1～2.2.1-3、表 2.2.1-2～2.2.1-4 に示す。

表 2.2.1-2 試験体材料

項目		仕様詳細
面材		構造用合板 (JAS) 厚さ：9mm 単板樹種：ダグラスファー (全層) 接着の程度：特類 曲げ性能等：2 級
面材の接合		接合具：くぎ N50 (JIS A 5508) くぎ間隔：外周@100mm、中通@200mm 目地の隙間：2～3mm 縁端距離：12mm
軸組材	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：E110

項目		仕様詳細
		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) 30×奥行き 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%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 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>
	胴つなぎ	樹種：すぎ 断面寸法(mm)：幅(見付) 45×奥行き 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>

表 2.2.1-3 軸組材・面材（構造用合板）の密度・含水率測定結果

	数	密度(kg/m ³)		含水率(%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
桁 (ベイマツ)	19	499	40	9.6	1.7
柱・土台 (スギ)	76	448	46	11.2	1.4
間柱・胴つなぎ (スギ)	58	378	32	10.3	1.0
構造用合板 2 級 (ダグラスファー)	29	535	15	----	----

備考：密度は、実測した質量を公称体積で除して算出した。軸組の含水率は、高周波容量式木材水分計（ケット科学研究所 HM-520）で測定した。

表 2.2.1-4 軸組材・面材（構造用合板）含水率（全乾法）測定結果

	数	含水率(%)	
		平均	標準偏差
桁 (ベイマツ)	15	14.5	0.8
柱・土台 (スギ)	76	14.4	2.1
間柱・胴つなぎ (スギ)	58	12.7	1.9
構造用合板 2 級 (ダグラスファー)	36	8.7	0.8

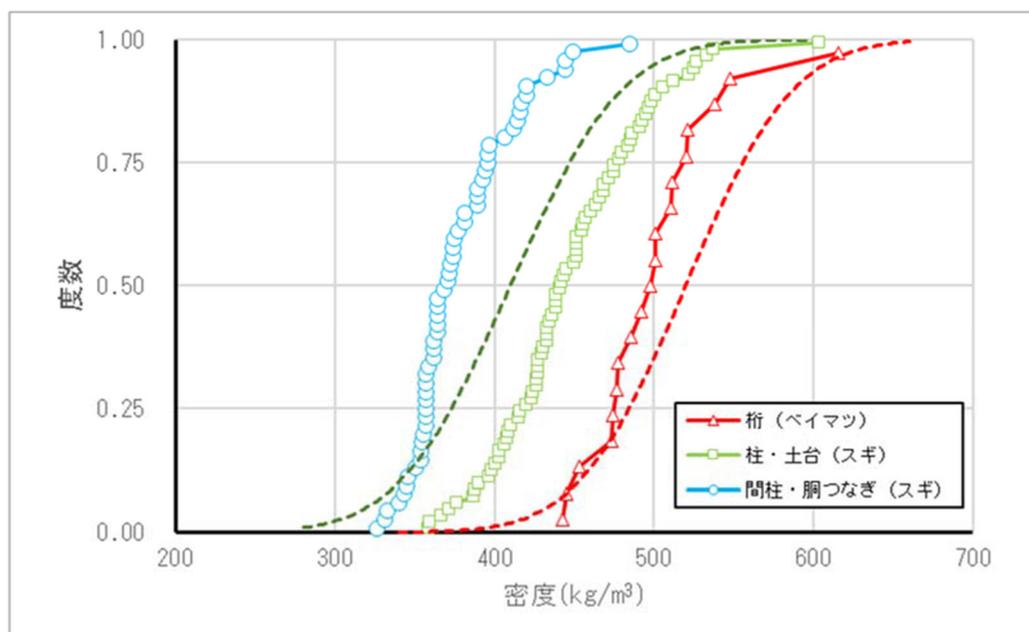


図 2.2.1-1 軸組材の密度 累積度数分布

(点線は、「製材品の強度性能に関するデータベース データ集<7> (平成 17 年) 強度性能研究会」スギ (緑) 及びベイマツ (赤) の密度の平均値、標準偏差から正規分布を仮定して算出した曲線を示す。)

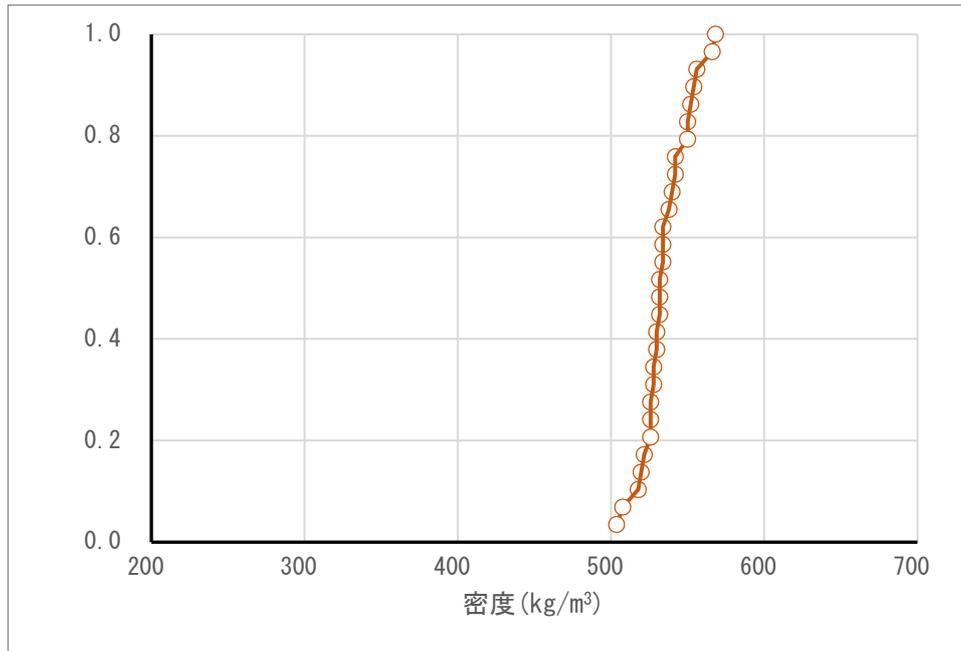


図 2.2.1-2 構造用合板（特類 2 級 9mm） 累積度数分布
 平均密度 535(kg/m³) 標準偏差 15(kg/m³)

試験前の含水率（木材水分計（ケット科学研究所 HM-520）と試験後の全乾法による含水率測定結果を表 2.2.1-4 に示す。なお構造用合板は試験前は密度のみの測定で含水率は測定していない。

また木材水分計と全乾法による含水率比較を図 2.2.1-3 に示す。

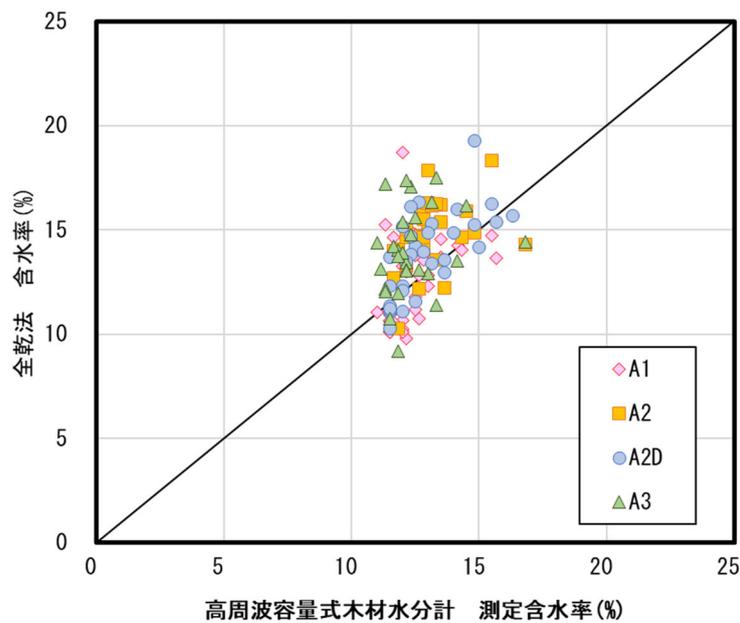


図 2.2.1-3 木材水分計と全乾法による含水率比較

(3) 試験体製作の様子



ほぞ差し施工



対角線寸法差測定



軸組固定用くぎ



短ほぞ部 2-N90 緊結



胴つなぎ固定(N75)



ホルダウン金物取り付け

写真 2.2.1-1 試験体製作の様子 1



くぎ N50 (JIS A 5508) (アマティ株式会社)



構造用合板 縁短距離墨出し

くぎ打ち位置マーキング



くぎ打ち状況

写真 2.2.1-2 試験体製作の様子 2



スペーサーによる面材間調整



くぎ打ち状況



くぎ間隔確認



縁短距離確認



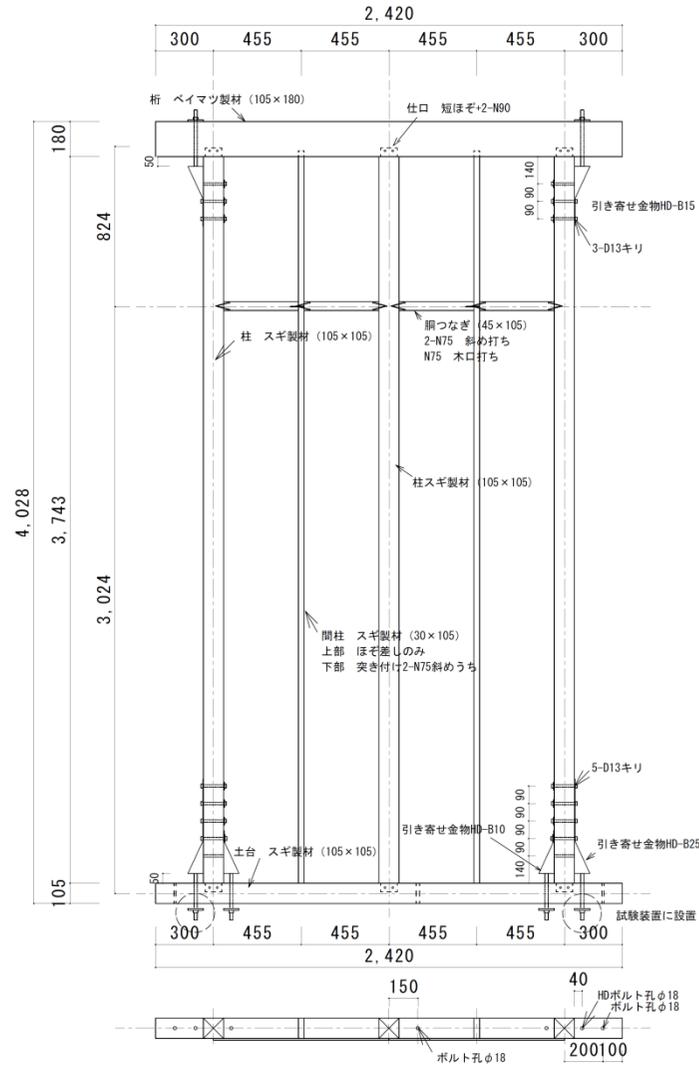
完成した試験体

写真 2.2.1-3 試験体製作の様子 3

(4) 試験体図

試験体図を次ページ以降に示す。

軸材の仕様



面材の張り方

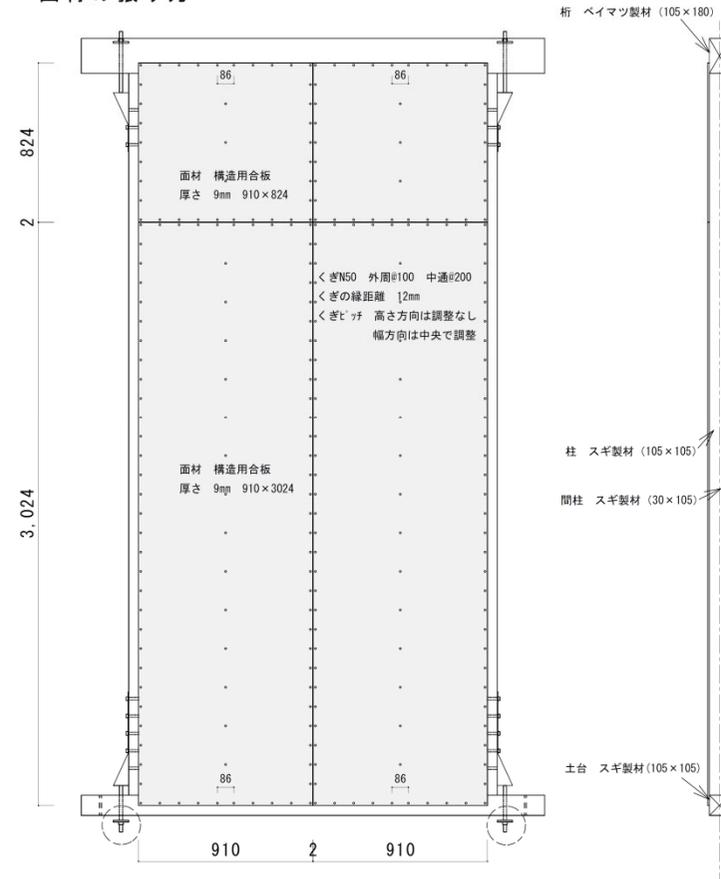
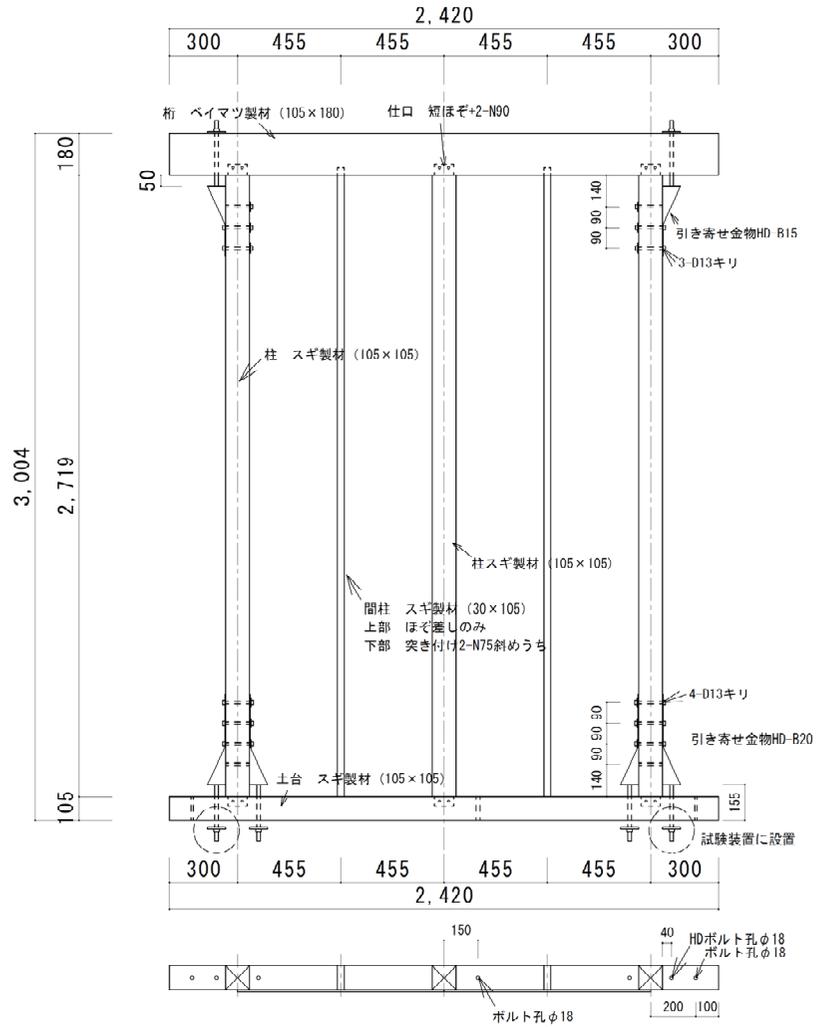


図 2.2.1-4 A-1 試験体図

軸材の仕様



面材の張り方

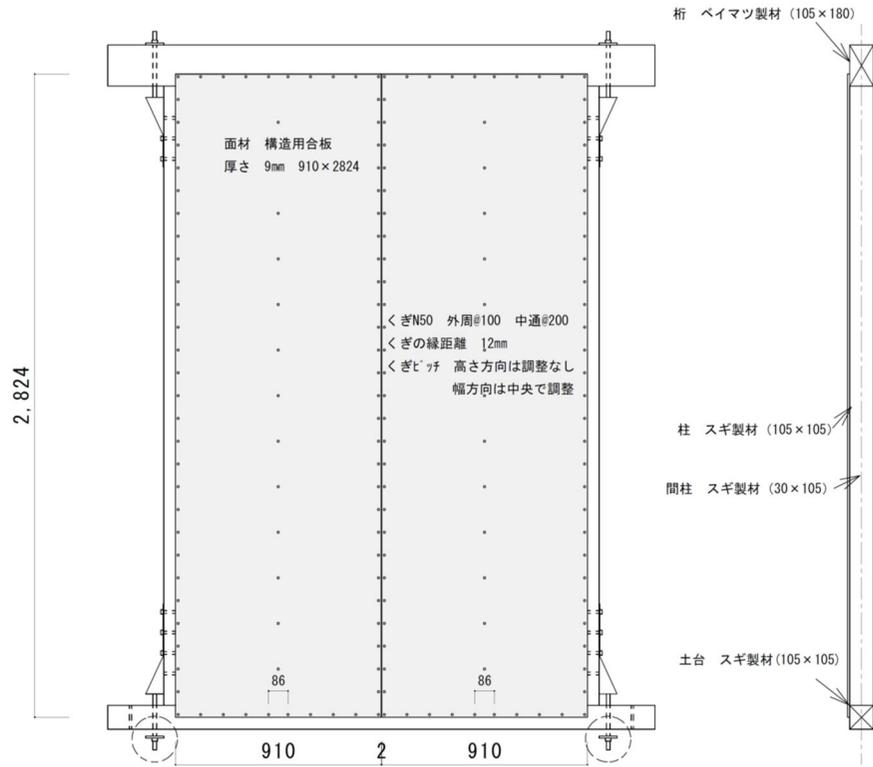
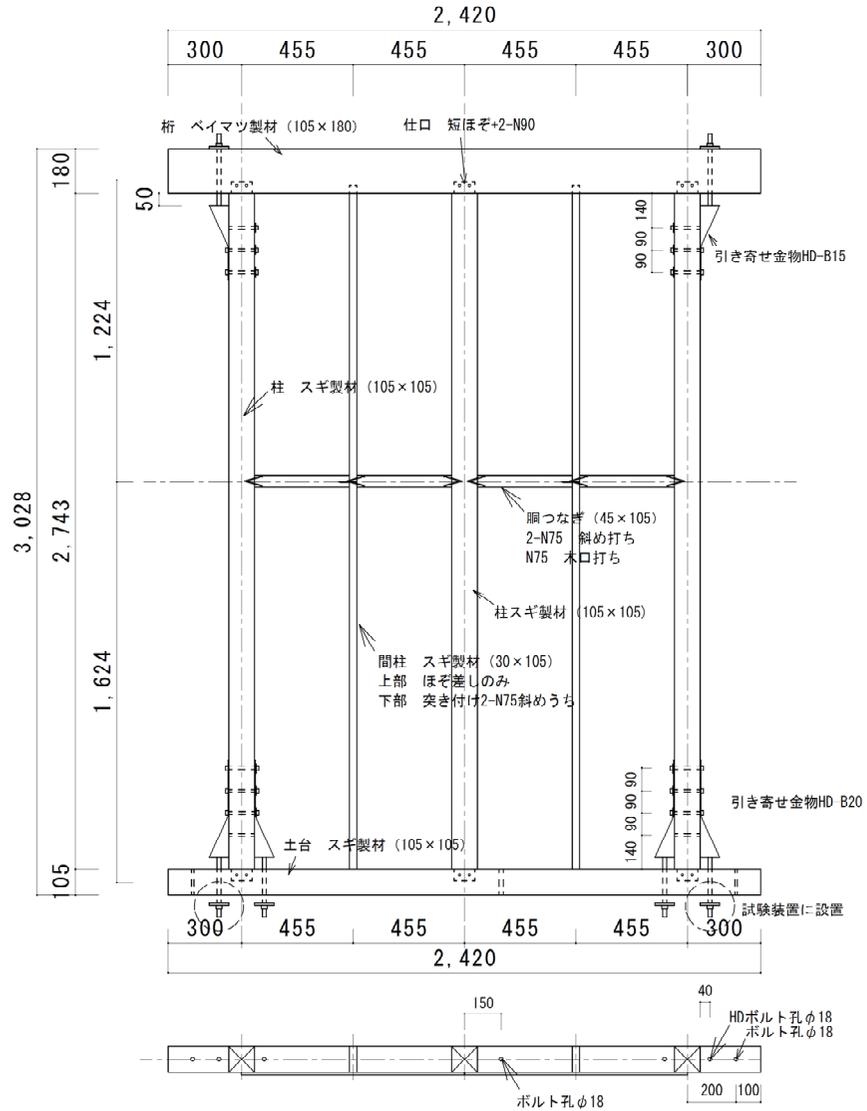


図 2.2.1-5 A-2 試験体図

軸材の仕様



面材の張り方

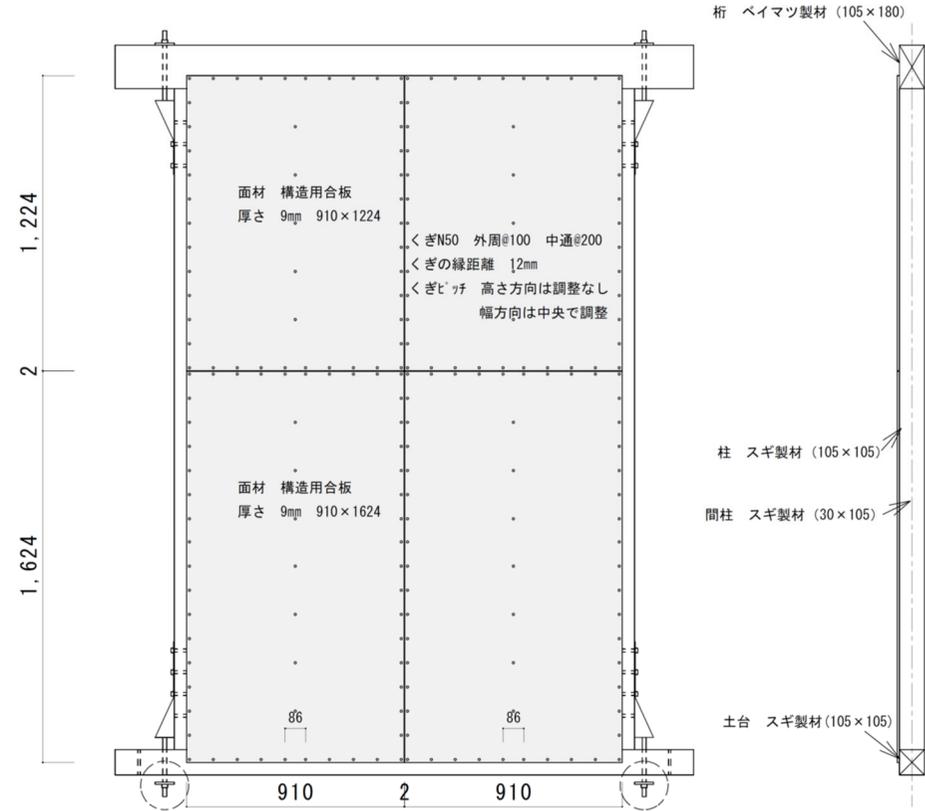
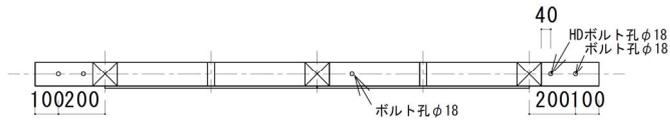
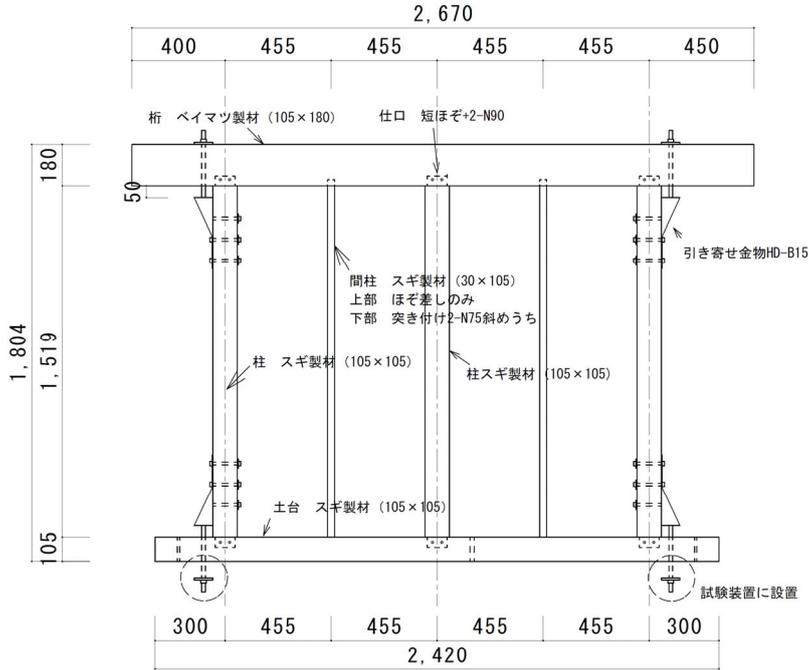


図 2.2.1-6 A-2'試験体図

軸材の仕様



面材の張り方

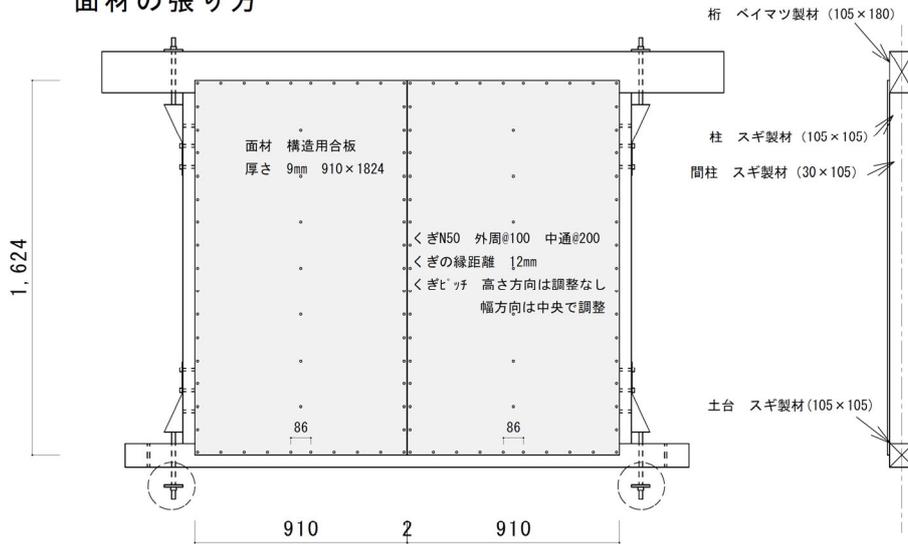


図 2.2.1-7 A-3 試験体図

(5) 試験方法と測定計画

試験体は柱脚固定式とし、「木造の耐力壁及びその倍率（建築基準法壁倍率性能評価における指定性能評価機関業務方法書）」（以下、業務方法書という）に従った。

水平加力は、業務方法書に規定される正負繰り返し加力方法に従い、加力点高さ h に対して 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad 変形角（見掛けの変形）で正負 3 回繰り返しを行った後、正側 1/15rad 変形角を超えるまで加力した。なお加力途中で試験体が破壊する、もしくは最大耐力の 80%まで耐力が低下したことが確認された段階で試験を終了した。

加力速度は、A-1、A-2、A-2'では 1/450rad、1/300rad 時繰り返しは 1 秒間に 0.5mm、1/200rad 以降の繰り返しは 1 秒間に 1.0mm で設定した。また試験体記号 H15 は 1 秒間に 0.5mm で一定とした。なお水平変位の正は、ジャッキ引き側、鉛直変位の正は上側とした。

計測計画は図 2.2.1-8~2.2.1-11 の通りである。業務方法書で求められている柱頂部、柱脚部の水平方向変位、柱脚部の鉛直方向変位の 4 点に加えて、今回の実験では、柱脚・柱頭ホールダウン金物の引き抜き力測定、面材と軸組の相対変位測定、面材のひずみ測定が追加されている。追加分については、試験実施依頼先である一般財団法人ベターリビングの自主研究として実施された。

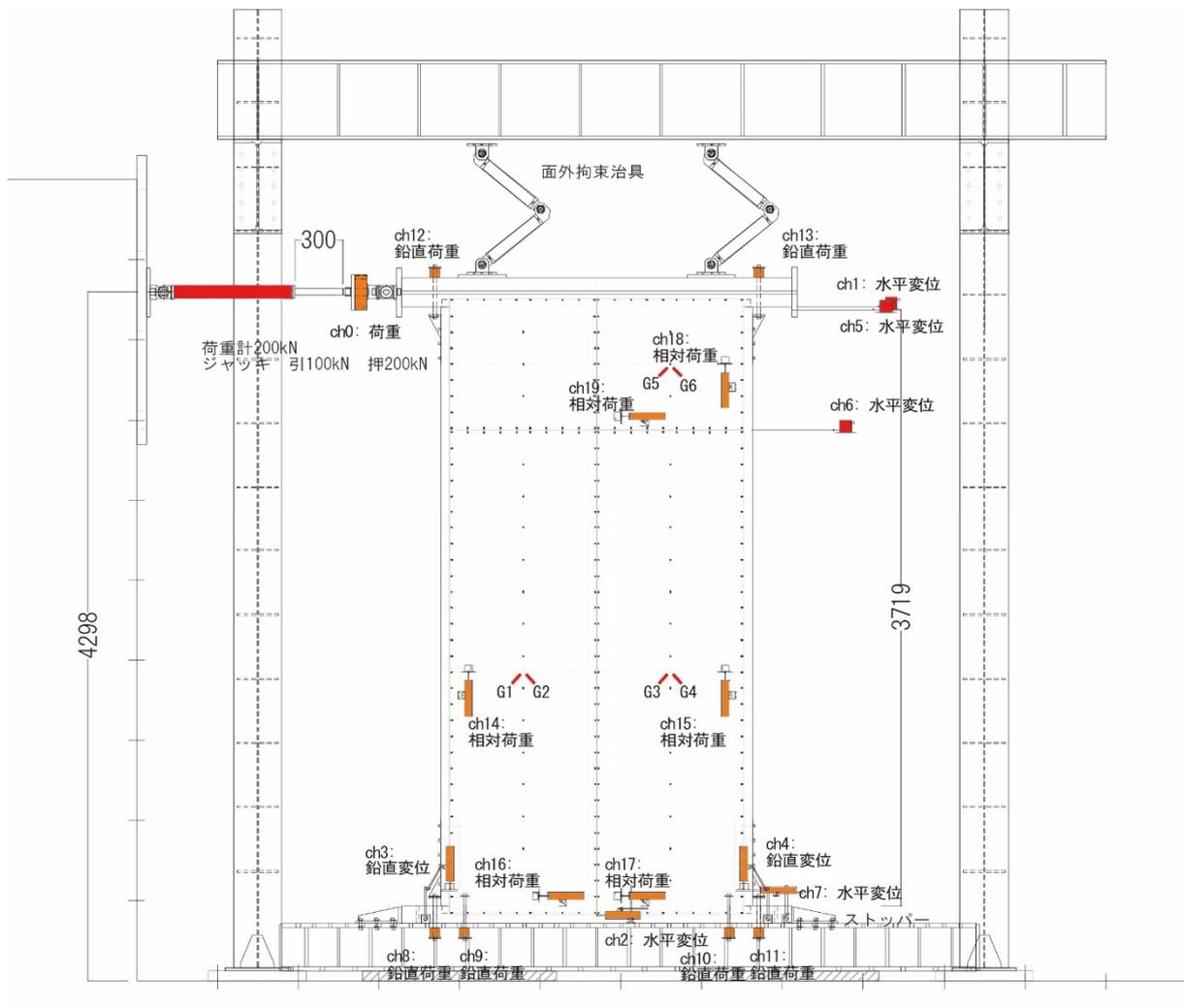


図 2.2.1-8 計測計画 A-1

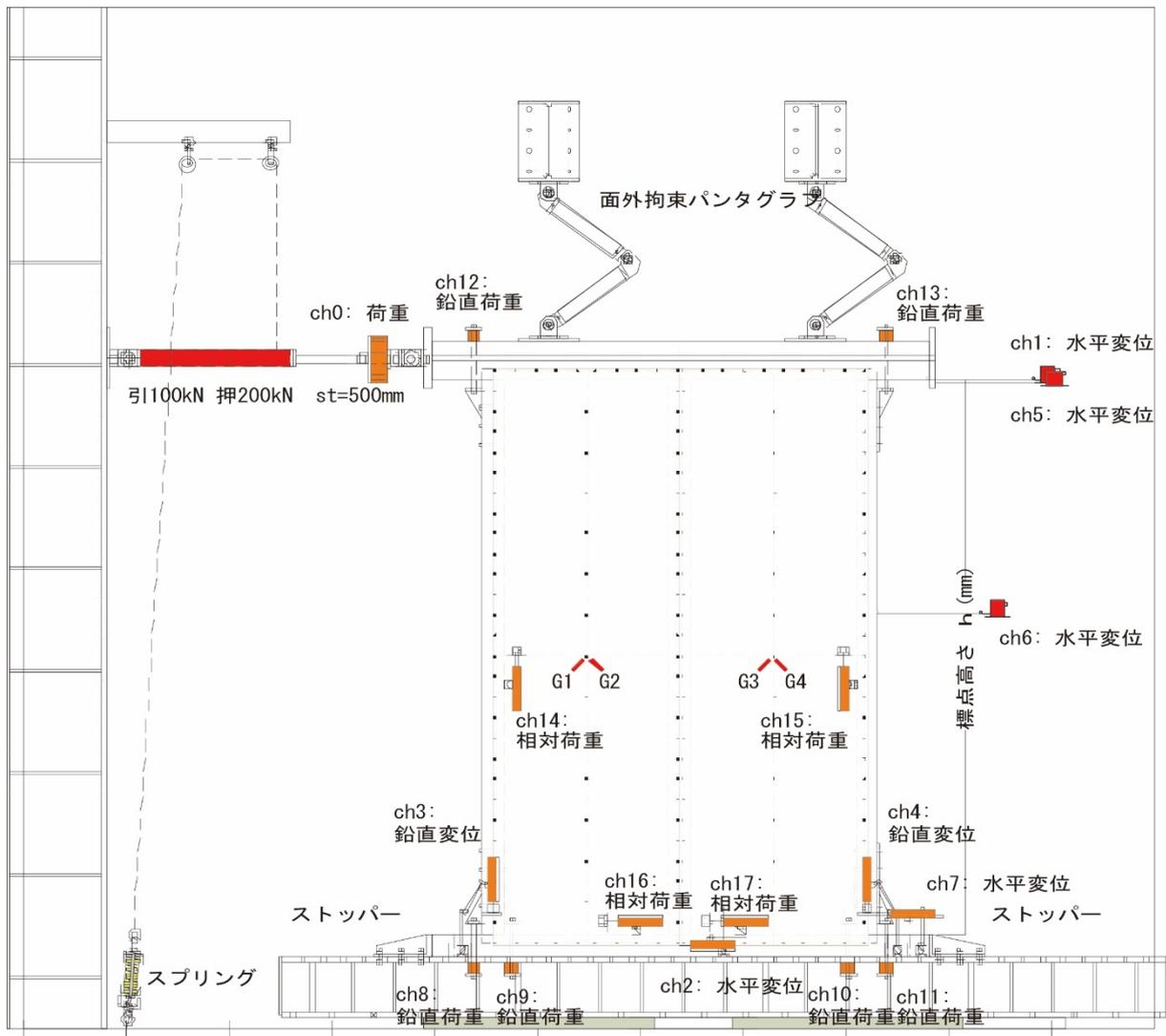


図 2.2.1-9 計測計画 A-2

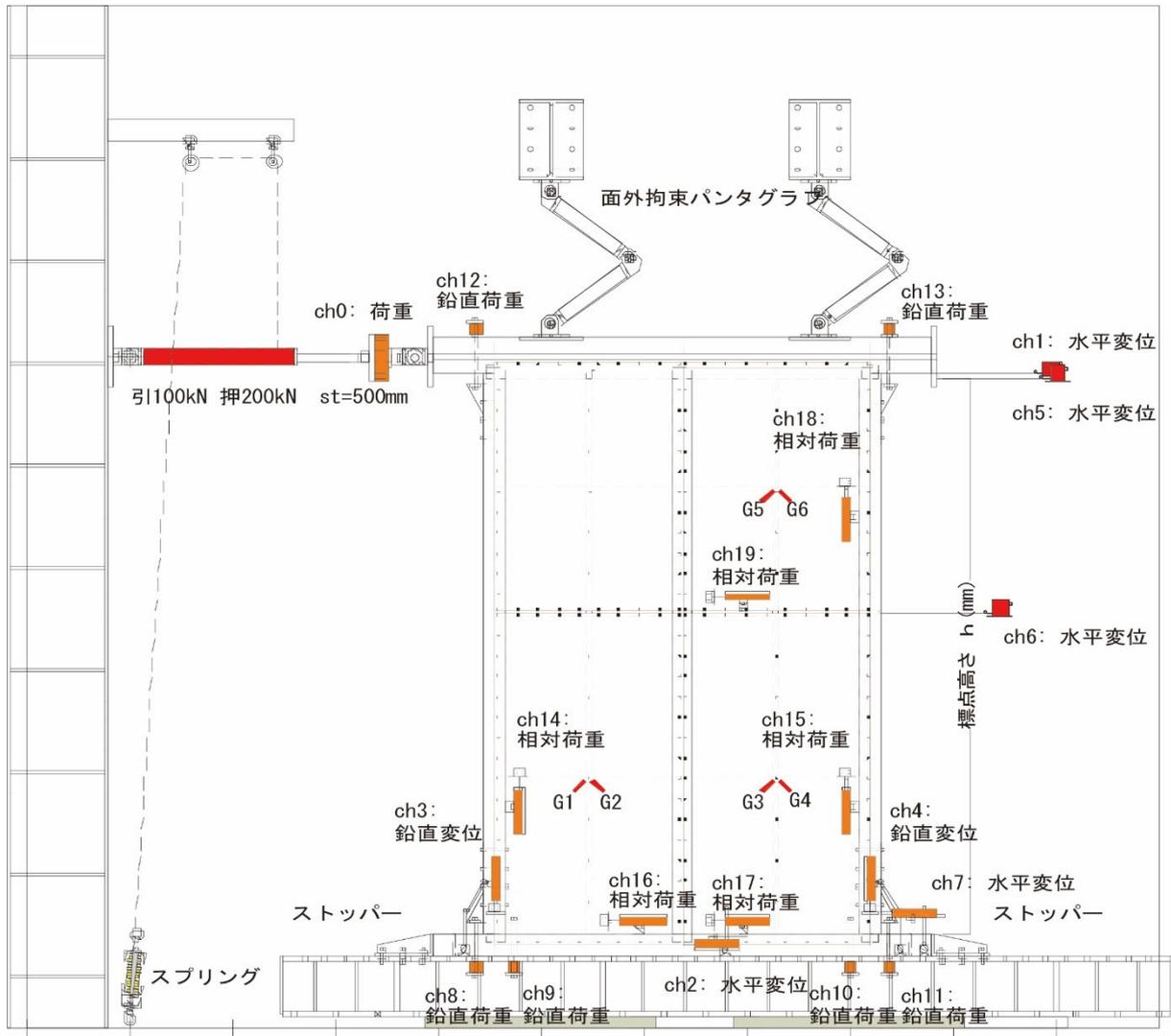


図 2.2.1-10 計測計画 A-2'

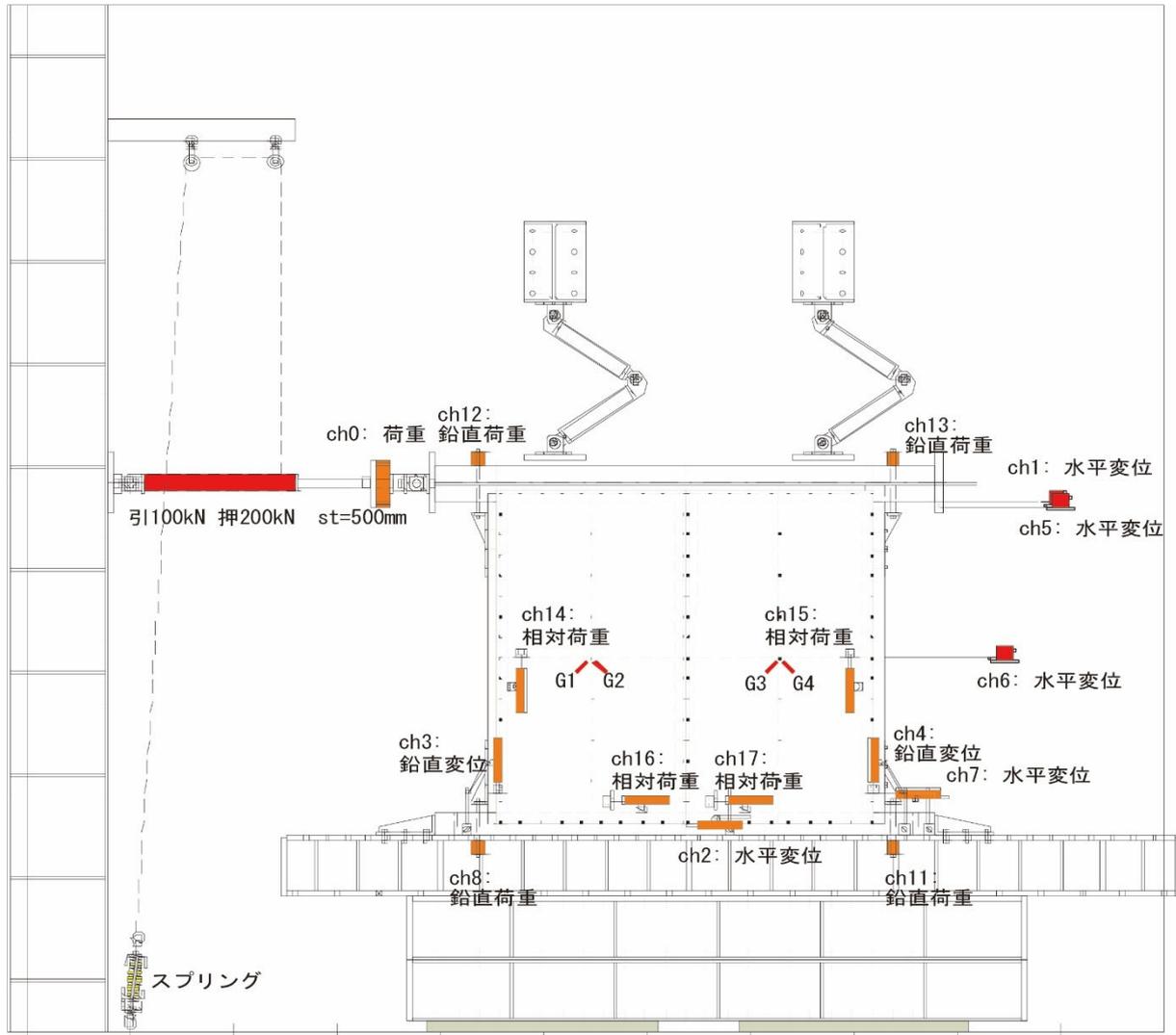


図 2.2.1-11 計測計画 A-3

(6) 実験結果

以下に、試験体ごとの実験結果を示す。なお結果については、全て見かけの変形角で示している。

- ・試験結果表（フレームの影響を除いた結果）
- ・荷重－変形曲線（フレームの影響は含まれている）
- ・包絡線（フレームの影響を除いた結果）
- ・破壊性状（写真）

試験体 A-1 (h3743)

表 2.2.1-5 A-1 試験結果（フレームの影響を除く）

A-1 (h3743)		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値	フレーム
①	Py (kN)=	14.93	15.42	14.07	14.81	0.68	14.48	1.30
	Dy (mm)=	31.71	33.23	31.79	32.24	0.86	---	72.67
	K (kN/mm)=	0.47	0.46	0.44	0.46	0.02	---	0.02
	Pu (kN)=	23.42	24.83	22.79	23.68	1.04	23.19	2.38
	Du (mm)=	204.47	235.14	239.09	226.23	18.95	---	249.90
	μ =	4.11	4.39	4.64	4.38	0.27	---	1.88
	Ds=	0.37	0.36	0.35	0.36	0.01	---	0.60
②	0.2Pu/Ds=	12.59	13.87	13.14	13.20	0.64	12.90	0.79
③	2/3Pmax (kN)=	16.95	17.99	16.64	17.19	0.71	16.86	1.96
	Pmax (kN)=	25.42	26.99	24.96	25.79	1.06	25.29	2.94
	Dmax (mm)=	164.30	181.00	170.20	171.83	8.47	---	250.12
	P1/300 (kN)=	8.78	8.73	8.11	8.54	0.37	8.36	0.42
	P1/200 (kN)=	11.20	10.75	10.45	10.80	0.38	10.62	0.55
	P1/150 (kN)=	13.24	13.20	12.40	12.95	0.47	12.72	0.67
④	P1/120 (kN)=	14.77	14.86	13.92	14.52	0.52	14.27	0.80
	P1/60 (kN)=	20.04	20.57	18.85	19.82	0.88	19.41	1.22
	P1/30 (kN)=	24.89	25.98	23.84	24.90	1.07	24.40	1.80
	P1/20 (kN)=	25.18	26.93	24.85	25.65	1.12	25.13	2.37
							min(①②③)	
							12.90	2.94
							④) (kN)=	
							L (m)=	1.82
							P0 (kN/m)=	7.08
							実験倍率=	3.61
								0.22

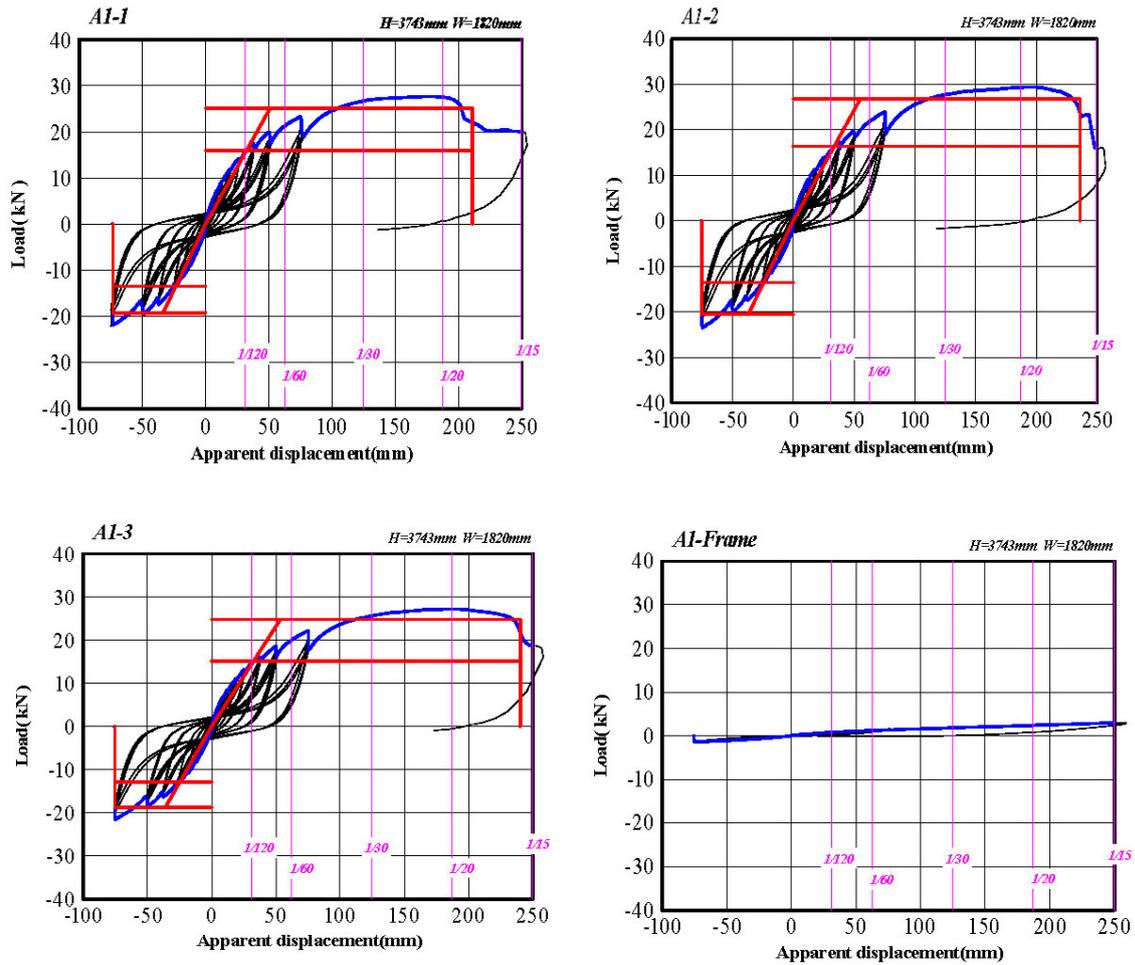


図 2.2.1-12 荷重－変位曲線（A-1、見かけの変位）

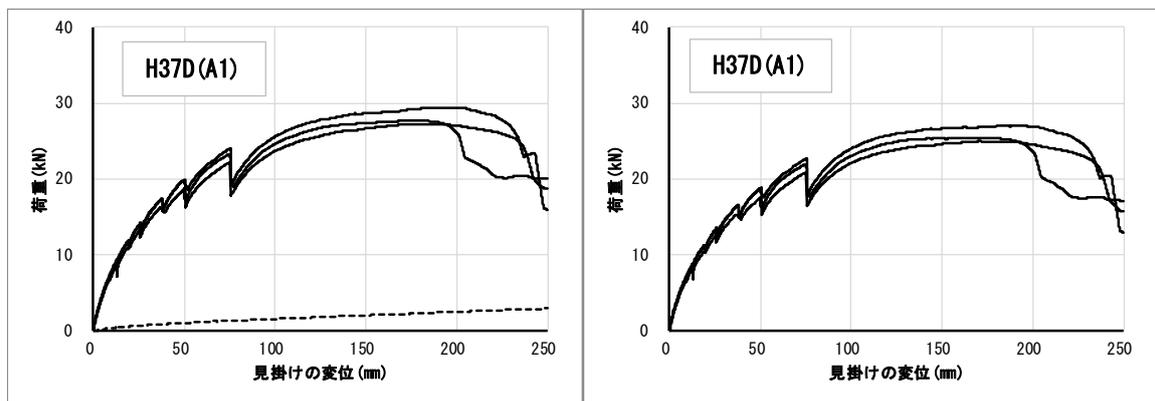


図 2.2.1-13 包絡線（左：フレーム含む+フレーム、右：フレームを除く）



試験前



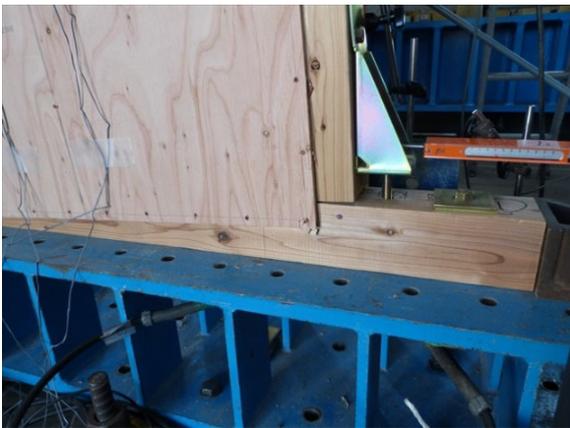
1/50rad 変形時



1/50rad 面材くぎ接合部変形



1/15rad 変形時



1/15rad柱脚部状況



1/15radパネル継ぎ部

写真 2.2.1-4 試験状況及び破壊状況 (A-1 (1 体目))



試験前



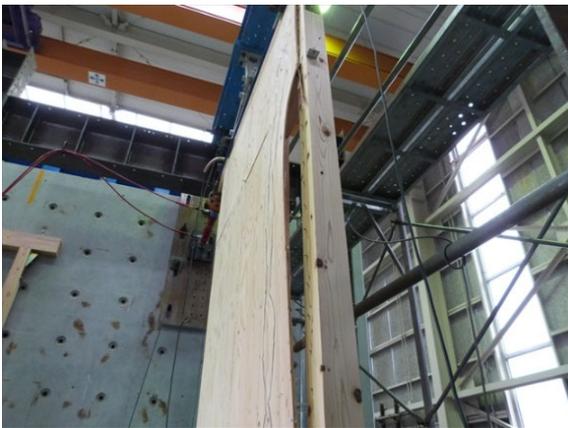
1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad パネル継ぎ部



1/15radくぎのパンチアウト



1/15rad面材中央継ぎ部

写真 2.2.1-5 試験状況及び破壊状況 (A-1 (2 体目))



1/50rad 変形時



1/50rad 合板継ぎ部の変形



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15radくぎのパンチアウト

写真 2.2.1-6 試験状況及び破壊状況 (A-1 (3 体目))

試験体 A-2 (h2719)

表 2.2.1-6 A-2 試験結果 (フレームの影響を除く)

A-2 (h2719)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値	フレーム
① P_y (kN) =	13.80	13.58	14.39	13.92	0.42	13.73	2.26
D_y (mm) =	22.71	17.70	18.96	19.79	2.61	---	48.60
K (kN/mm) =	0.61	0.77	0.76	0.71	0.09	---	0.05
P_u (kN) =	22.19	22.58	24.54	23.10	1.26	22.51	3.87
D_u (mm) =	179.90	162.88	179.90	174.23	9.83	---	180.90
μ =	4.92	5.54	5.56	5.34	0.36	---	2.18
D_s =	0.34	0.32	0.31	0.32	0.01	---	0.55
② $0.2P_u/D_s$ =	13.21	14.34	15.63	14.39	1.21	13.82	1.42
③ $2/3P_{max}$ (kN) =	15.95	16.38	17.56	16.63	0.83	16.24	3.08
P_{max} (kN) =	23.92	24.57	26.34	24.94	1.25	24.35	4.63
D_{max} (mm) =	128.70	156.60	118.50	134.60	19.72	---	181.81
$P1/300$ (kN) =	7.88	8.76	8.94	8.53	0.57	8.26	0.73
$P1/200$ (kN) =	10.40	11.58	11.68	11.22	0.71	10.88	0.99
$P1/150$ (kN) =	12.25	13.81	14.03	13.36	0.97	12.91	1.23
④ $P1/120$ (kN) =	13.78	15.46	15.93	15.06	1.13	14.52	1.44
$P1/60$ (kN) =	18.75	20.65	21.81	20.40	1.54	19.68	2.17
$P1/30$ (kN) =	23.19	23.48	25.94	24.20	1.51	23.49	3.20
$P1/20$ (kN) =	23.86	24.32	26.20	24.79	1.24	24.21	3.96
					$\min(①②③)$	13.73	1.42
					④ (kN) =		
					L (m) =	1.82	
					P_0 (kN/m) =	7.54	0.78
					実験倍率 =	3.84	0.40

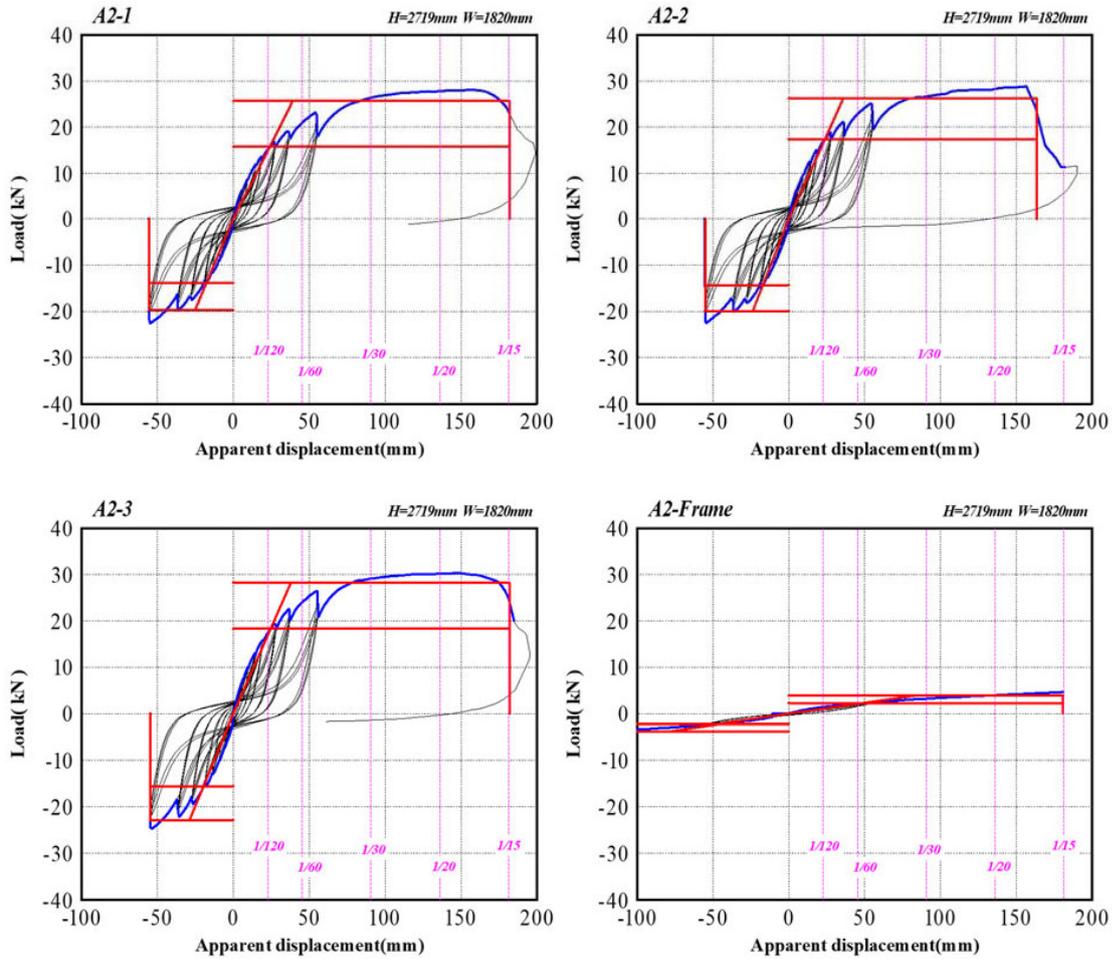


図 2.2.1-14 荷重—変位曲線 (A-2、見かけの変位)

・ 包絡線 (フレーム除)

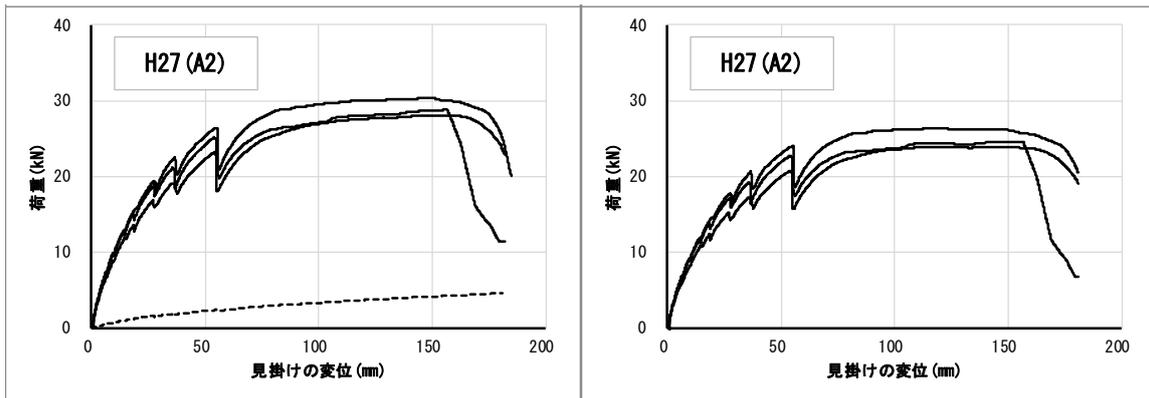


図 2.2.1-15 包絡線 (左：フレーム含む+フレーム、右：フレームを除く)

・破壊性状



試験前



1/50rad 面材継ぎ部状況



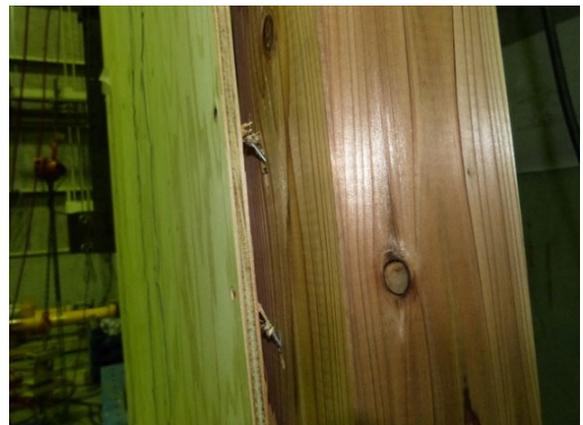
1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad面材継ぎ部状況



1/15rad くぎのパンチアウト

写真 2.2.1-7 試験状況及び破壊状況 (A-2 (1 体目))



試験前



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15radくぎのパンチアウト

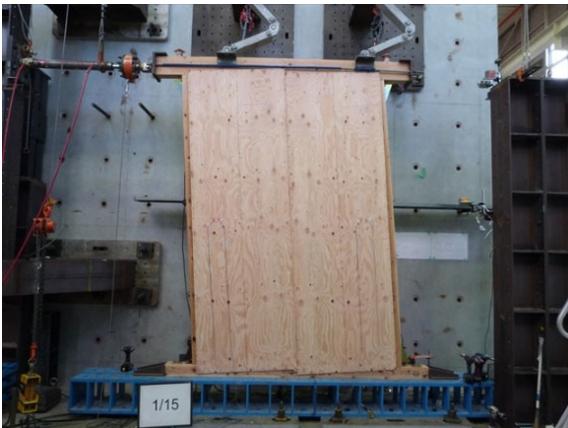
写真 2.2.1-8 試験状況及び破壊状況 (A-2 (2体目))



試験前



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15rad くぎのパンチアウト

写真 2.2.1-9 試験状況及び破壊状況 (A-2 (3 体目))

試験体 A-2' (h2743)

表 2.2.1-7 A-2'試験結果 (フレームの影響を除く)

A-2' (h2743)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値	フレーム (A-2)
① P_y (kN) =	14.32	15.27	13.77	14.45	0.76	14.10	2.26
D_y (mm) =	25.19	25.11	23.58	24.63	0.91	---	48.60
K (kN/mm) =	0.57	0.61	0.58	0.59	0.02	---	0.05
P_u (kN) =	23.82	24.66	23.35	23.94	0.66	23.63	3.87
D_u (mm) =	179.90	179.90	179.90	179.90	0.00	---	180.90
μ =	4.29	4.44	4.50	4.41	0.11	---	2.18
D_s =	0.36	0.36	0.35	0.36	0.00	---	0.55
② $0.2P_u/D_s$ =	13.12	13.85	13.19	13.39	0.40	13.20	1.42
③ $2/3P_{max}$ (kN) =	17.55	17.91	16.92	17.46	0.50	17.22	3.08
P_{max} (kN) =	26.33	26.87	25.38	26.19	0.75	25.84	4.63
D_{max} (mm) =	144.20	136.90	132.00	137.70	6.14	---	181.81
$P1/300$ (kN) =	7.79	8.23	7.95	7.99	0.22	7.89	0.73
$P1/200$ (kN) =	10.10	10.63	10.18	10.30	0.29	10.17	0.99
$P1/150$ (kN) =	11.56	12.70	11.90	12.05	0.59	11.78	1.23
④ $P1/120$ (kN) =	13.49	14.33	13.50	13.77	0.48	13.55	1.44
$P1/60$ (kN) =	18.52	19.81	18.83	19.05	0.67	18.74	2.17
$P1/30$ (kN) =	24.41	25.38	24.24	24.68	0.62	24.39	3.20
$P1/20$ (kN) =	25.93	26.87	25.37	26.06	0.76	25.70	3.96
					$\min(①②③)$		
					④) (kN) =	13.20	1.42
					L (m) =	1.82	
					P_0 (kN/m) =	7.25	0.78
					実験倍率 =	3.69	0.40

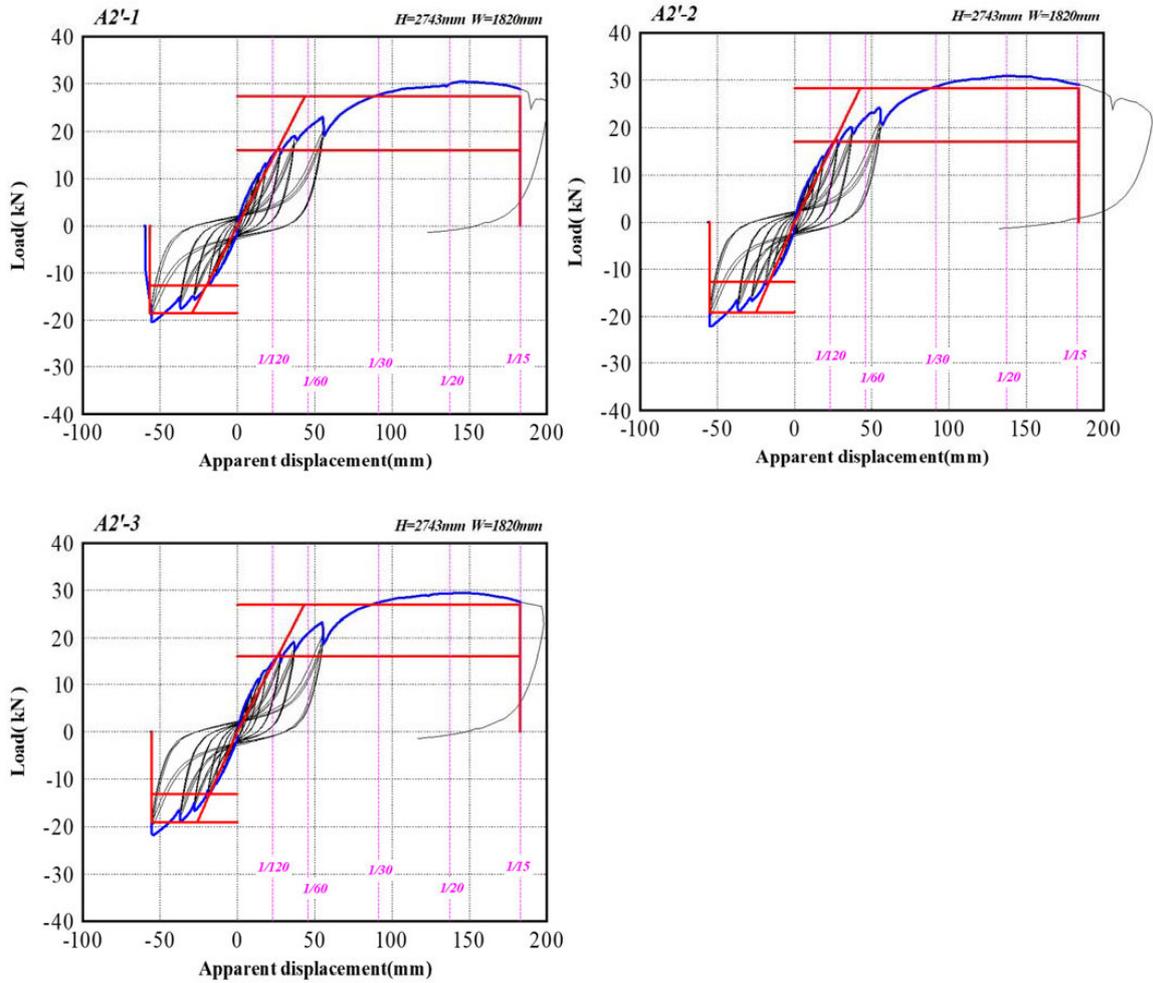


図 2.2.1-16 荷重－変位曲線（A-2'、見かけの変位）

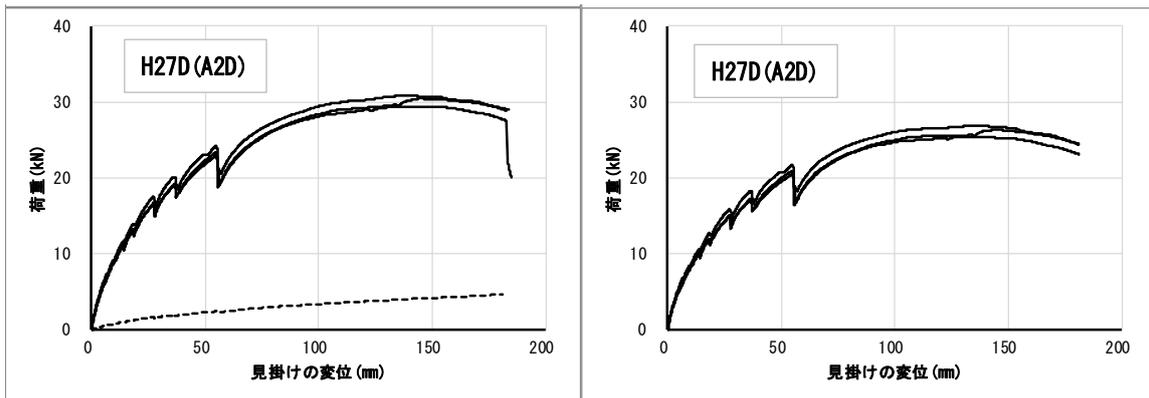


図 2.2.1-17 包絡線（左：フレーム含む+フレーム、右：フレームを除く）



試験前



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況

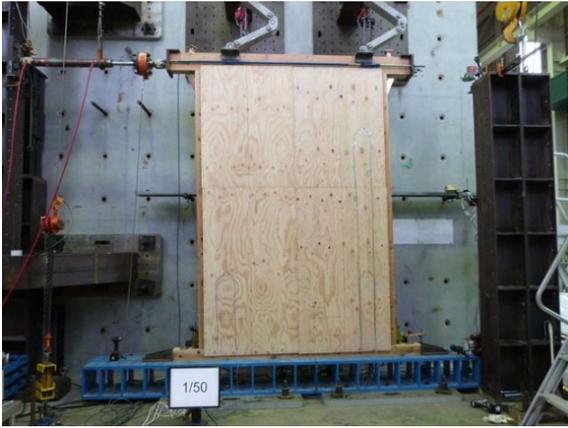


1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況

写真 2.2.1-10 試験状況及び破壊状況 (A-2' (1 体目))



1/50rad 変形時



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15rad くぎのパンチアウト及び抜け

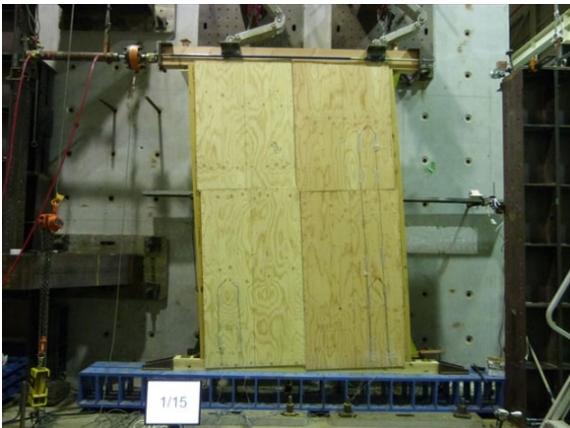
写真 2.2.1-11 試験状況及び破壊状況 (A-2' (2体目))



試験前



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況

写真 2.2.1-12 試験状況及び破壊状況 (A-2' (3 体目))

試験体 A-3 (h1519)

表 2.2.1-8 A-3 試験結果 (フレームの影響を除く)

A-3(h1519)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値	フレーム
① P_y (kN) =	13.75	15.08	14.49	14.44	0.67	14.13	2.72
D_y (mm) =	10.25	12.43	13.79	12.16	1.79	---	26.56
K (kN/mm) =	1.34	1.21	1.05	1.20	0.15	---	0.10
P_u (kN) =	22.87	23.35	23.86	23.36	0.50	23.13	4.51
D_u (mm) =	99.90	99.06	100.90	99.95	0.92	---	101.90
μ =	5.86	5.15	4.44	5.15	0.71	---	2.32
D_s =	0.31	0.33	0.36	0.33	0.03	---	0.53
② $0.2P_u/D_s$ =	15.00	14.24	13.40	14.21	0.80	13.84	1.72
③ $2/3P_{max}$ (kN) =	16.49	17.05	17.33	16.96	0.43	16.76	3.74
P_{max} (kN) =	24.73	25.57	25.99	25.43	0.64	25.13	5.61
D_{max} (mm) =	52.00	67.40	70.10	63.17	9.76	---	102.41
$P1/300$ (kN) =	8.69	9.36	8.04	8.70	0.66	8.39	0.85
$P1/200$ (kN) =	11.30	11.64	10.32	11.09	0.69	10.76	1.19
$P1/150$ (kN) =	13.64	13.52	12.08	13.08	0.87	12.67	1.47
④ $P1/120$ (kN) =	15.41	15.25	13.67	14.78	0.96	14.32	1.74
$P1/60$ (kN) =	20.67	20.11	19.52	20.10	0.58	19.83	2.62
$P1/30$ (kN) =	24.64	24.33	24.53	24.50	0.16	24.43	3.81
$P1/20$ (kN) =	24.26	25.54	25.92	25.24	0.87	24.83	4.55
					$\min(①②③)$	13.84	1.72
					④ (kN) =		
					L (m) =	1.82	
					P_0 (kN/m) =	7.60	0.94
					実験倍率 =	3.87	0.48

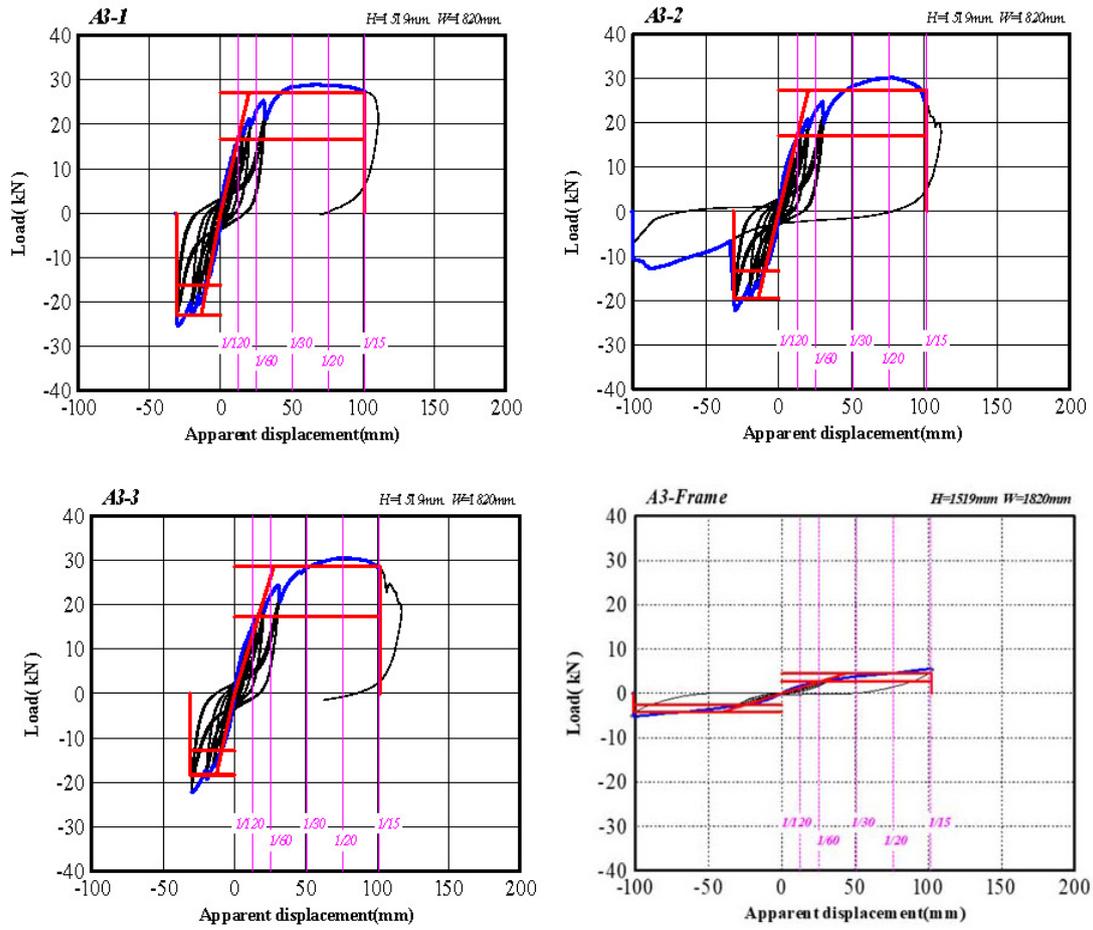


図 2.2.1-18 荷重—変位曲線 (A-2'、見かけの変位)

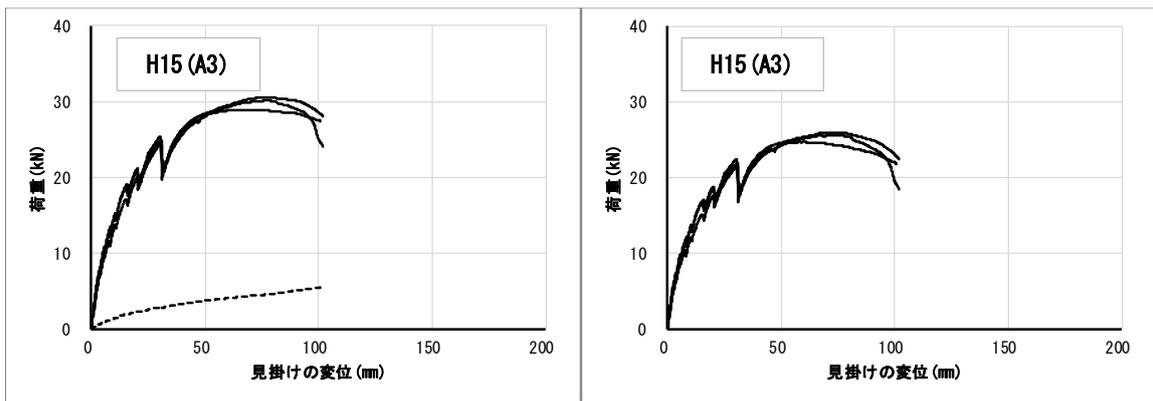
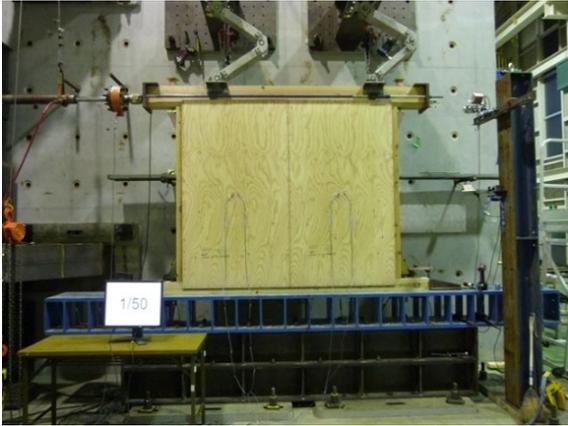


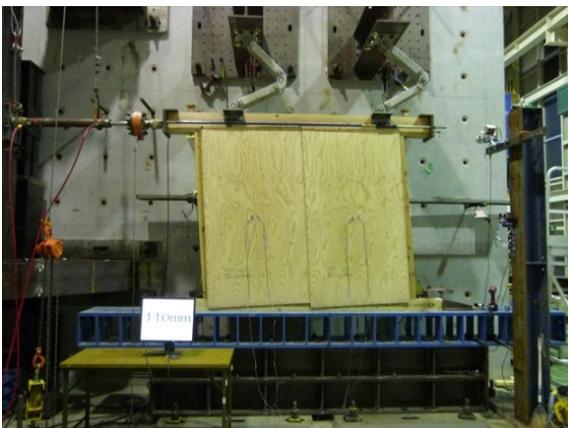
図 2.2.1-19 包絡線 (左：フレーム含む+フレーム、右：フレームを除く)



1/50rad 変形時



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/13.8rad(110mm) 変形時



110mm 水平変位時 面材継ぎ部状況



110mm水平変位時くぎのパンチアウト及び抜け



110mm水平変位時くぎ頭の面材へのめり込み

写真 2.2.1-13 試験状況及び破壊状況 (A-3 (1体目))



試験前



1/50rad 面材継ぎ部状況



1/13.8rad(110mm) 変形時



110mm 水平変位時 柱脚部状況

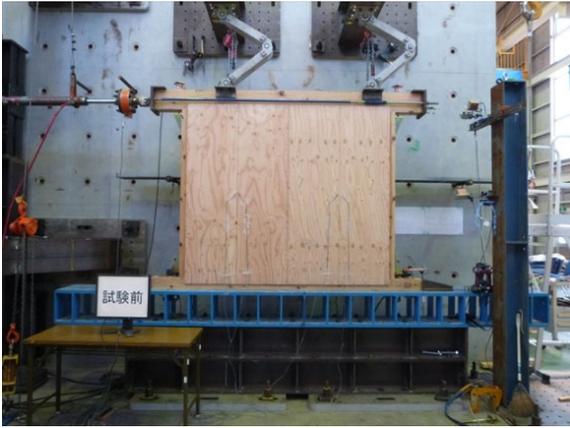


110mm水平変位時 面材継ぎ部状況



110mm水平変位時 くぎのパンチアウト

写真 2.2.1-14 試験状況及び破壊状況 (A-3 (2 体目))



試験前



1/50rad(負側) 面材継ぎ部状況



1/15rad 変形時



1/15rad 柱脚部状況



1/15rad 面材継ぎ部状況



1/15rad 柱脚部状況

写真 2.2.1-15 試験状況及び破壊状況 (A-3 (3 体目))

2.2.2 大壁耐力壁（高さ方向）の水平せん断試験に関するまとめ

各試験体の結果について表 2.2.2-1 に示す。また図 2.2.2-1、2.2.2-2 は、試験体高さを横軸とし、耐力を縦軸とし、平均値、50%下限値を示したグラフである。

表 2.2.2-1 各試験体の結果

A-1 (h3743)							
		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
①	Py (kN) =	14.93	15.42	14.07	14.81	0.68	14.48
②	0.2Pu/Ds =	12.59	13.87	13.14	13.20	0.64	12.90
③	2/3Pmax (kN) =	16.95	17.99	16.64	17.19	0.71	16.86
④	P1/120 (kN) =	14.77	14.86	13.92	14.52	0.52	14.27
A-2 (h2719)							
		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
①	Py (kN) =	13.80	13.58	14.39	13.92	0.42	13.73
②	0.2Pu/Ds =	13.21	14.34	15.63	14.39	1.21	13.82
③	2/3Pmax (kN) =	15.95	16.38	17.56	16.63	0.83	16.24
④	P1/120 (kN) =	13.78	15.46	15.93	15.06	1.13	14.52
A-2' (h2743)							
		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
①	Py (kN) =	14.32	15.27	13.77	14.45	0.76	14.10
②	0.2Pu/Ds =	13.12	13.85	13.19	13.39	0.40	13.20
③	2/3Pmax (kN) =	17.55	17.91	16.92	17.46	0.50	17.22
④	P1/120 (kN) =	13.49	14.33	13.50	13.77	0.48	13.55
A-3 (h1519)							
		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
①	Py (kN) =	13.75	15.08	14.49	14.44	0.67	14.13
②	0.2Pu/Ds =	15.00	14.24	13.40	14.21	0.80	13.84
③	2/3Pmax (kN) =	16.49	17.05	17.33	16.96	0.43	16.76
④	P1/120 (kN) =	15.41	15.25	13.67	14.78	0.96	14.32

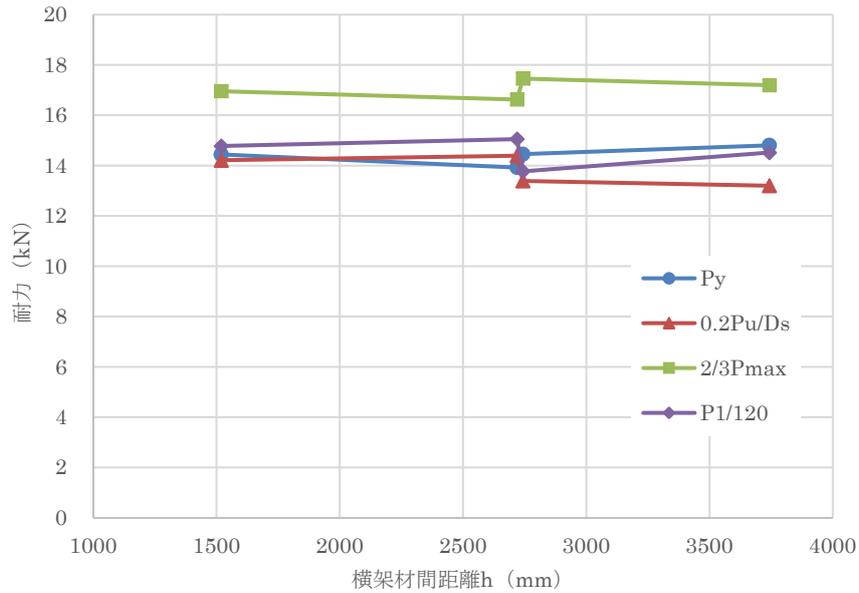


図 2.2.2-1 面材高さとの耐力の関係 (平均)

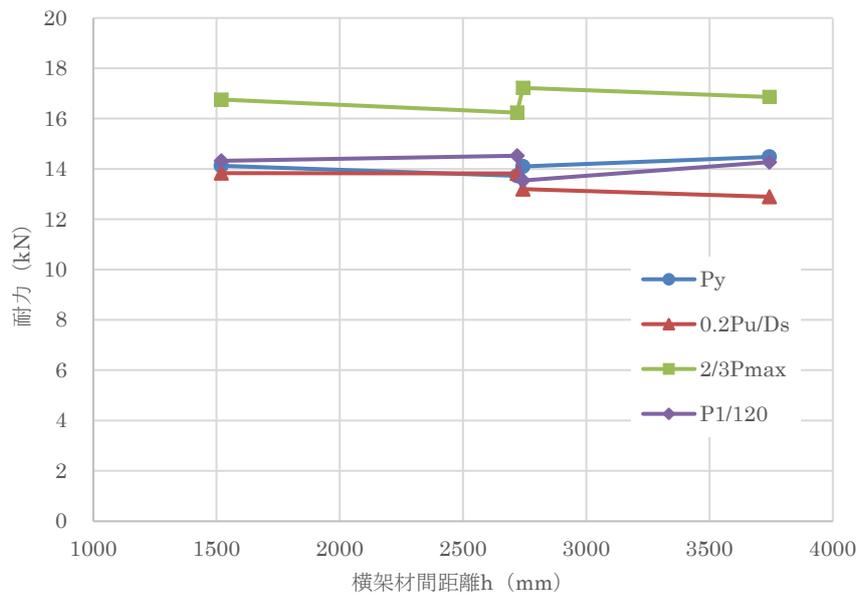


図 2.2.2-2 面材高さとの耐力の関係 (50%下限値)

また、壁倍率について表 2.2.2-2 に示す。図 2.2.2-3 は、面材の高さを横軸、壁倍率を縦軸として各試験体を表したものである。

A-2・A-2' (横架材間距離 2719) の仕様を中心として、A-1 (横架材間距離 3743) との差を考えた場合、A-2' と A-1 の P_0 を比較すると (A-2' : 13.20kN、 A-1 : 12.90kN) 約 2% の差、A-2 と A-1 の P_0 を比較すると (A-2 : 13.73kN、 A-1 : 12.90kN) 約 6% の差となる。

また、A-3 (横架材間距離 1519) との差を考えた場合、A-2' と A-3 の 4 指標の最小値を

比較すると（A-2'：13.20kN、 A-3：13.84kN）約5%の差、A-2とA-3の4指標の最小値を比較すると（A-2：13.73kN、 A-3：13.84kN）約1%の差となる。

なお、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。

表 2.2.2-2 各試験体の壁倍率

		フレーム耐力減じた評価					実験倍率 A
h (mm)		Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P1/120 (kN)	P ₀ (kN)	
A-1	3743	14.48	12.90	16.86	14.27	12.90	3.61
A-2	2719	13.73	13.82	16.24	14.52	13.73	3.84
A-2'	2743	14.10	13.20	17.22	13.55	13.20	3.70
A-3	1519	14.13	13.84	16.76	14.32	13.84	3.87

		通常の耐力評価					実験倍率 B
h (mm)		Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P1/120 (kN)	P ₀ (kN)	
A-1	3743	15.50	13.82	18.36	15.07	13.82	3.87
A-2	2719	16.59	14.97	19.01	15.97	14.97	4.19
A-2'	2743	16.16	14.84	19.93	15.00	14.84	4.15
A-3	1519	16.87	15.24	19.64	16.06	15.24	4.27

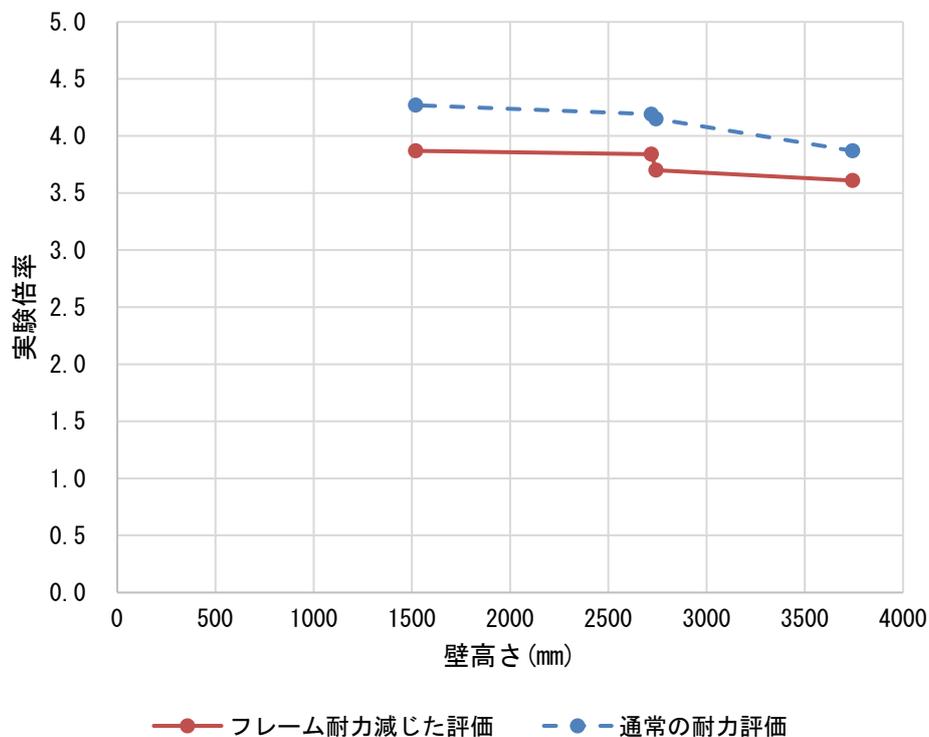


図 2.2.2-3 壁倍率の比較

2.3 大壁耐力壁（高さ方向）の解析的検討（追加）

大壁耐力壁の高さ方向の検討については、昨年度、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った。しかし、くぎピッチが均等割りできなかつたため、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。今年度は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し、再度解析を行った。このピッチによる高さ調整は、2.2 に示した実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している（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）。

また、もう一つの昨年との相違点としては、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（本報告書 1.4.4）をベースにモデル化したものに変更したことである。

2.3.1 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 2.3.1-1～図 2.3.1-4 に示す。図 2.3.1-1 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 2.3.1-2 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 2.3.1-3 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、図 2.3.1-4 に示すように、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 $P_y=1200\text{N}$ とし、 $P=600\text{N}$ 以上で $K_2=K_1/4.5$ の二次勾配を、 $\delta=14.6\text{mm}$ 以降で $K_3=-K_1/12$ の負勾配を設定した（図中のくぎモデル）。

くぎのモデル化の考え方としては、次に示す通りである。

図 2.3.1-4（左）に、1.4.3 で示したロケット型のくぎの一面せん断実験（合板：全層カラマツ・単調、尺モジュール面材）および 1.4.4 で示したロケット型のくぎの一面せん断実験（合板：全層ダグラスファー・繰り返し、浮きなし）のくぎ 1 本当たりの荷重変位関係の結果と、昨年度と今年度のくぎモデルを示した。

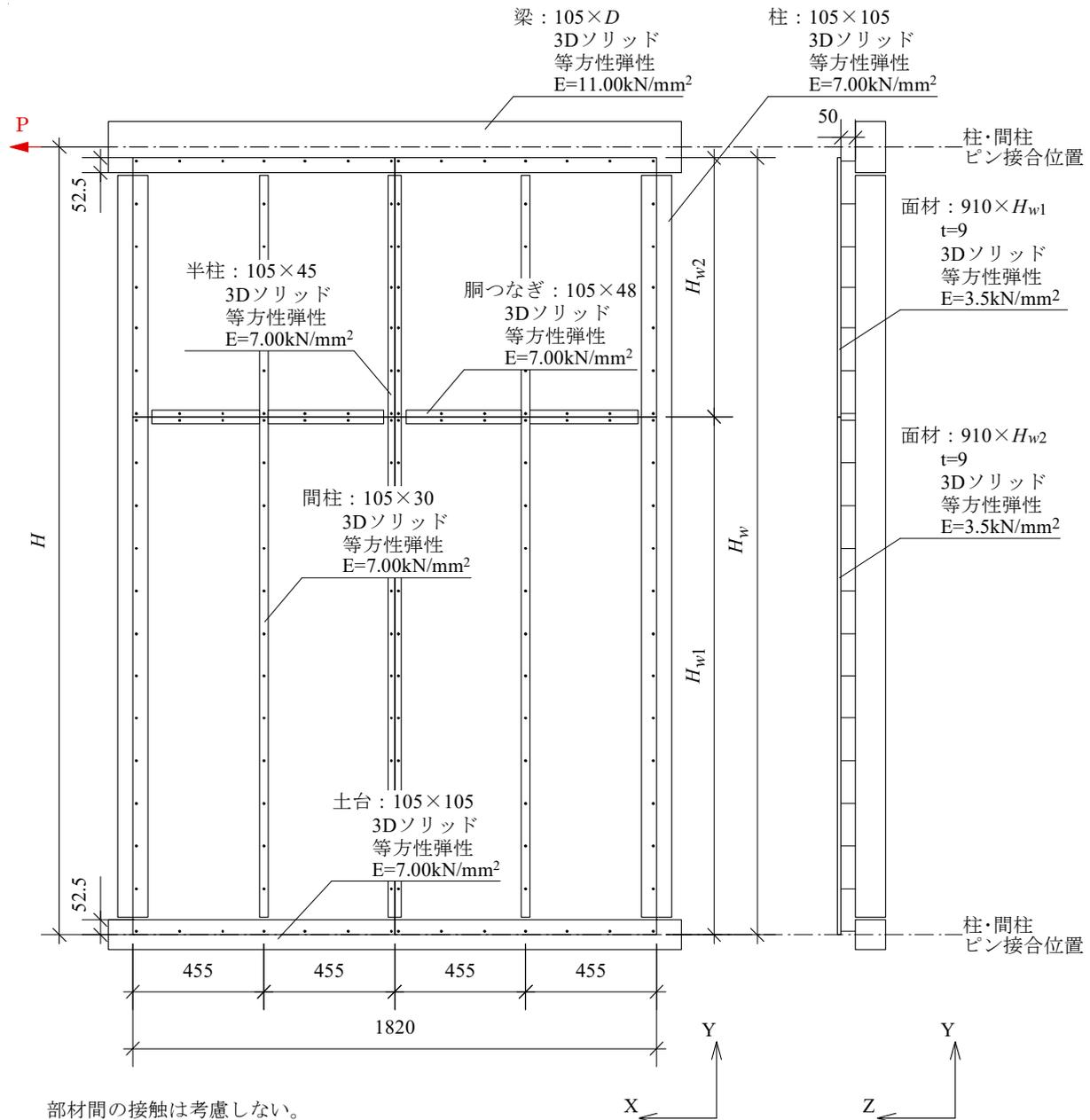
今年度使用するくぎモデルは、1.4.4 で示したロケット型のくぎの一面せん断実験の結果をもとに設定した。昨年度のくぎモデルと比較すると、最大荷重が 1.2 倍、負勾配が 1/0.6 倍となり、荷重低下が早い段階で生じるようになった。ただし、初期剛性および二次勾配は昨年度のくぎモデルと同じとしている。

実験結果からくぎモデルを設定する手法は、以下の通りとした。

まず、実験結果に合うように初期剛性や降伏耐力、各勾配の設定条件で線を引く（基本モデル）。それに合うように、本解析で使用するくぎ 1 本を 16 本のばねに分割したモデルのばね定数を決定し算出し描いたカーブがくぎモデルとなる。

昨年度のくぎモデルは、「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」から引用した一面せん断の数値を示すバイリニアモデルを基本モデルとして同じ様な処理を行ったものである。

表 2.3.1-1 に全層ダグラスファー (1.4.4) のくぎ一面せん断実験結果と今年度のくぎモデルの比較を示す。今回設定したモデルでは、初期剛性・終局耐力・塑性率など平均値と同程度の値となっている。



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 2.3.1-1 解析モデル概要

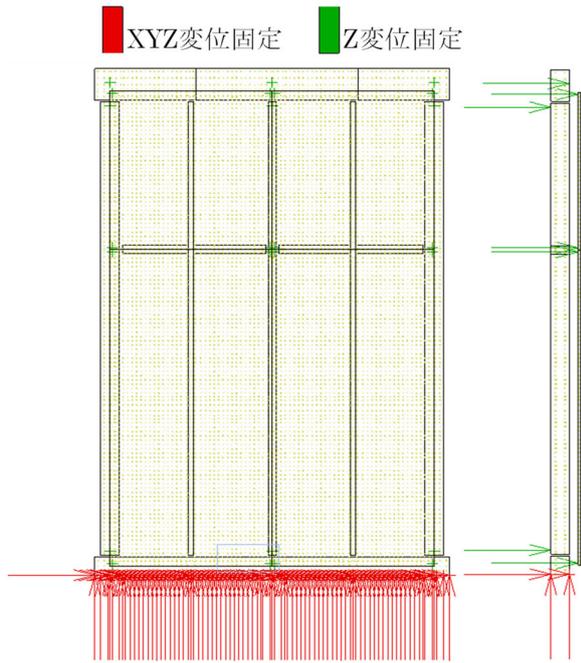


図 2.3.1-2 境界条件

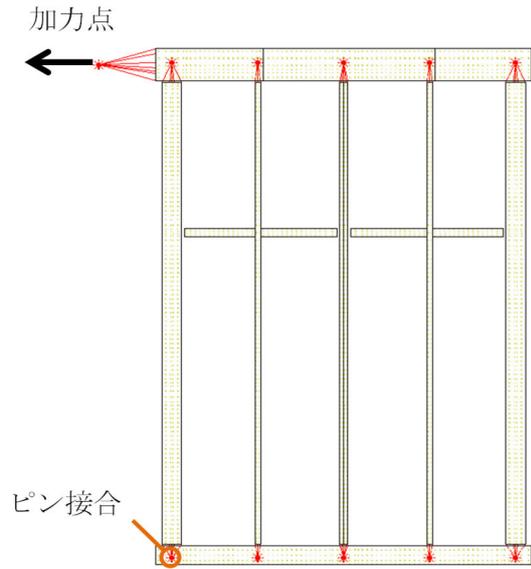
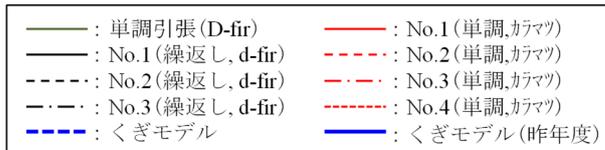


図 2.3.1-3 軸組接合部



くぎ1本を16本のばねに分割したモデル

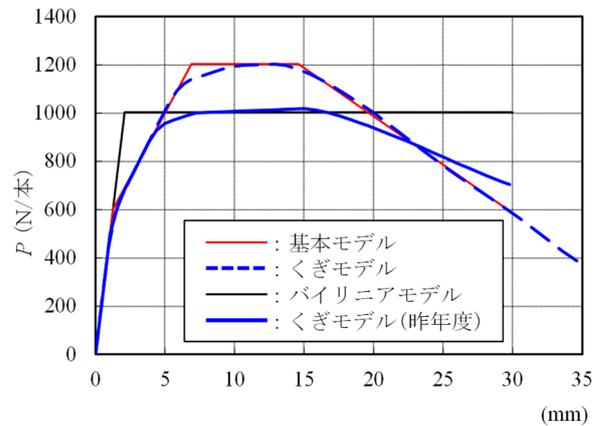
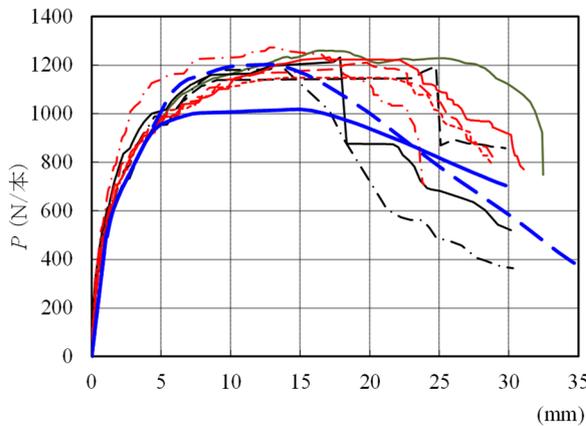


図 2.3.1-4 くぎのモデル化概要

表 2.3.1-1 くぎ一面せん断実験結果と解析結果の比較

(1.4.4 実験 : 全層ダグラスファー繰返し)

	降伏時 P _y (kN)	降伏時 δ _v (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δ _u (mm)	降伏変位 δ _v (mm)	終局耐力 P _u (kN)	塑性率 μ	構造特性 D _s
単調 (d-fer)	0.69	2.20	0.31	30.00	3.79	1.18	7.91	0.26
No.1 (繰返し, d-fer)	0.72	1.62	0.44	18.18	2.56	1.13	7.10	0.28
No.2 (繰返し, d-fer)	0.62	1.64	0.38	25.01	2.91	1.10	8.60	0.25
No.3 (繰返し, d-fer)	0.67	1.73	0.39	17.52	2.84	1.10	6.17	0.30
平均	0.67	1.66	0.40	20.24	2.77	1.11	7.29	0.27
解析	0.58	1.40	0.41	20.89	2.63	1.09	7.95	0.26

2.3.2 パラメーターの設定

くぎピッチが同じ場合の壁高さの違いの影響を確認するために、以下をパラメーターとした。

面材高さ (Hw) 8 種類

面材幅 (L) 2 種類

縦方向の面材の継ぎの有無

なお、面材高さは、くぎピッチ 100mm で均等割りできる寸法とした。

解析モデルの一覧を表 2.3.2-1 に示す。

面材縦継ぎあり・なし別の面材くぎの割り付け詳細の 1P の例を図 2.3.2-1 に示す。

表 2.3.2-1 解析モデルの一覧

記号	面材高さ (mm)	面材幅 (mm)	縦継の有無
H1.6-1P-1W	1624	910 (1P)	無
H1.8-1P-1W	1824		
H2.4-1P-1W	2424		
H2.8-1P-1W	2824		
H3.0-1P-1W	3024		
H3.6-1P-1W	3624		
H3.8-1P-1W	3824		
H4.2-1P-1W	4224		
H1.6-1P-2W	1648		
H1.8-1P-2W	1848		
H2.4-1P-2W	2448		
H2.8-1P-2W	2848		
H3.0-1P-2W	3048		
H3.6-1P-2W	3648		
H3.8-1P-2W	3848		
H4.2-1P-2W	4248		
H1.6-2P-1W	1624	1820 (2P)	無
H1.8-2P-1W	1824		
H2.4-2P-1W	2424		
H2.8-2P-1W	2824		
H3.0-2P-1W	3024		
H3.6-2P-1W	3624		
H3.8-2P-1W	3824		
H4.2-2P-1W	4224		
H1.6-2P-2W	1648		
H1.8-2P-2W	1848		
H2.4-2P-2W	2448		
H2.8-2P-2W	2848		
H3.0-2P-2W	3048		
H3.6-2P-2W	3648		
H3.8-2P-2W	3848		
H4.2-2P-2W	4248		

注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。

面材幅 (L)
1P : 910mm
2P : 1820mm

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

面材高さ (Hw) 縦方向の面材の数
H1.6 : 1624mm, 1648mm 1W : 1枚(縦継ぎなし)
H1.8 : 1824mm, 1848mm 2W : 2枚(縦継ぎあり)
H2.4 : 2424mm, 2448mm
H2.8 : 2824mm, 2848mm
H3.0 : 3024mm, 3048mm
H3.6 : 3624mm, 3648mm
H3.8 : 3824mm, 3848mm
H4.2 : 4224mm, 4248mm

2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

面材高さ(H) 面材幅(L) 縦継ぎの有無

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

3. その他条件を以下に示す。

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

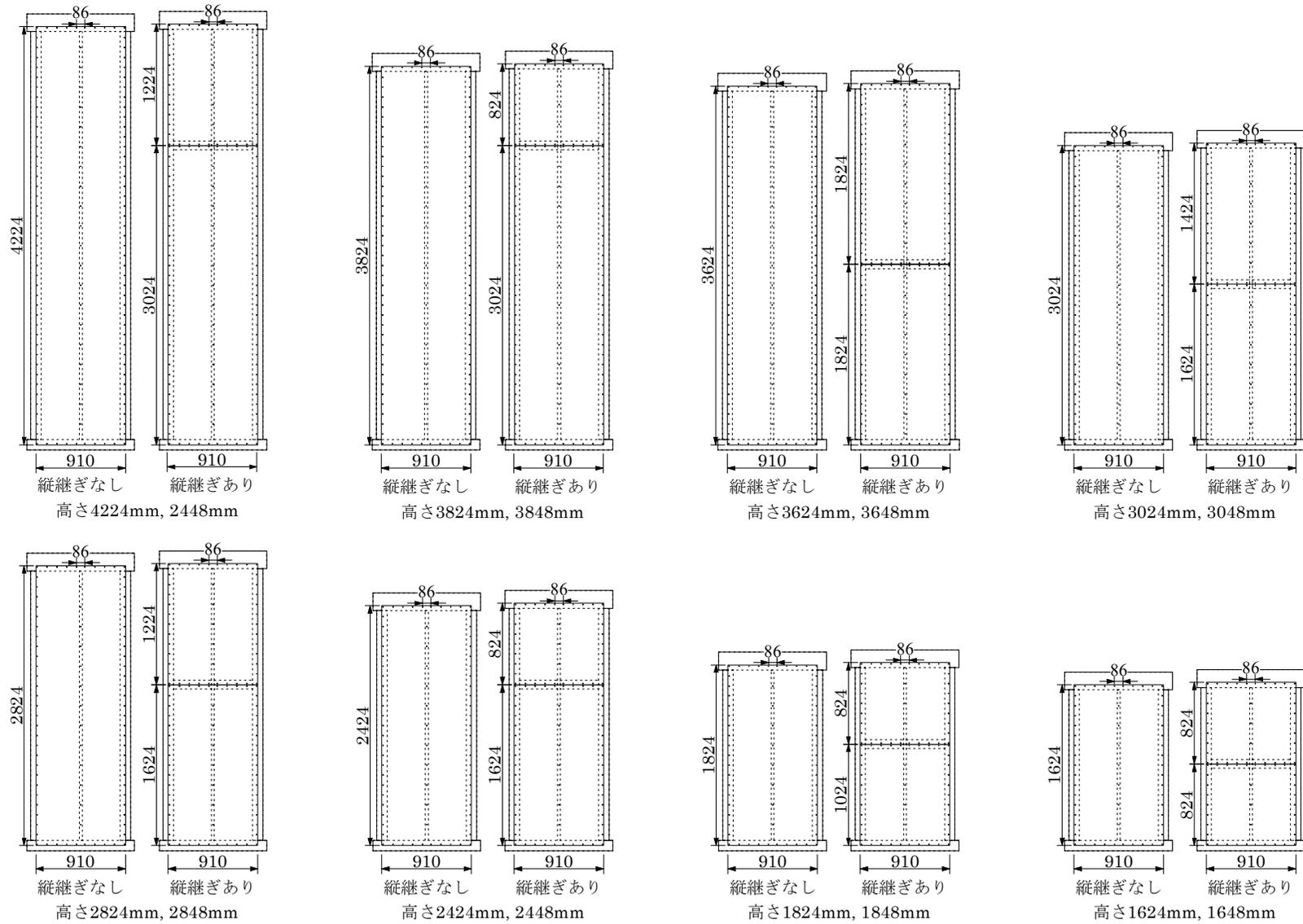


図 2.3.2-1 1P の場合における面材縦継ぎあり・なし別の面材寸法 (寸法単位 : mm)

2.3.3 解析結果

解析結果の一覧を表 2.3.3-1～表 2.3.3-2 に、図 2.3.3-1～図 2.3.3-6 に示す。各図表で示している結果は下記の通りである。

図表番号	タイトル	記載内容
表 2.3.3-1	解析結果の一覧 (1P)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4 指標 ・ 壁倍率 ・ H2.8-2P-1W を基準とした壁幅 1m 当たりの耐力の比
表 2.3.3-2	解析結果の一覧 (2P)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4 指標 ・ 壁倍率 ・ H2.8-2P-1W を基準とした壁幅 1m 当たりの耐力の比
図 2.3.3-1	面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係	・ 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係のグラフ (壁幅、面材の縦継ぎの有無の別で 4 種類)
図 2.3.3-2	面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係	・ 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係のグラフ (全バリエーションを重ねたグラフで 1 種類)
図 2.3.3-3	面材幅 1m 当たりのせん断力と頂部水平変位の関係	・ 面材幅 1m 当たりのせん断力と頂部水平変位の関係のグラフ (全バリエーションを重ねたグラフで 1 種類)
図 2.3.3-4	壁倍率の比較	・ 壁倍率を示したグラフ (全バリエーションを重ねたグラフで 1 種類)
図 2.3.3-5	面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較	・ 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力グラフ (全バリエーションを重ねたグラフで 1 種類)
図 2.3.3-6	面材幅 1m 当たりのせん断力の比較	・ 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較 (全バリエーションを重ねたグラフで、4 指標ごとに 4 種類)

図 2.3.3-5 より、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。

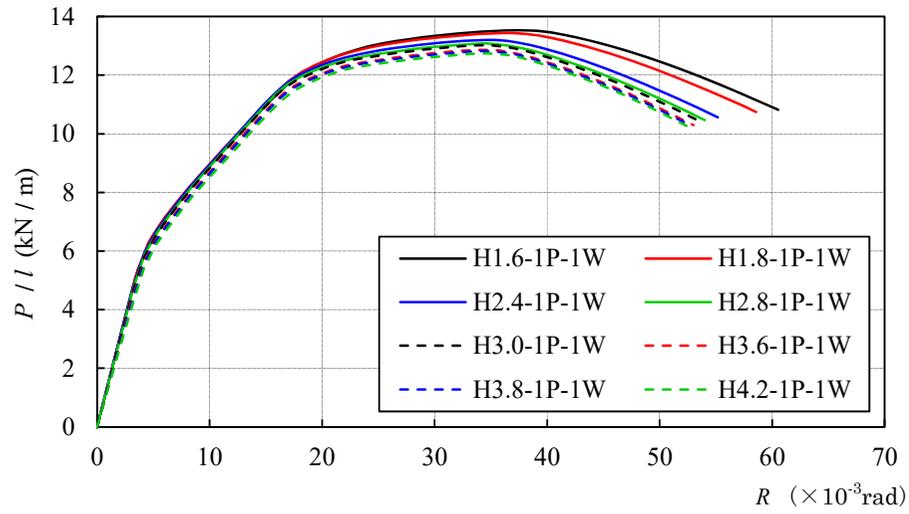
表 2.3.3-2 のうち、例えば、壁幅 2P、面材縦継ぎなし 1W の範囲に絞り、H2.8-2P-1W を基準とした壁幅 1m 当たりの耐力の比のうち、短期基準せん断耐力 P_a を見ると、H1.6 (高さ 1624mm) では 1.03、H4.2 (高さ 4224mm) では 0.98 となり、高さ 1624mm～4224mm の結果では、値のばらつきは 5%に収まっていることが分かる (1.03-0.98=0.05)。

表 2.3.3-1 解析結果の一覧

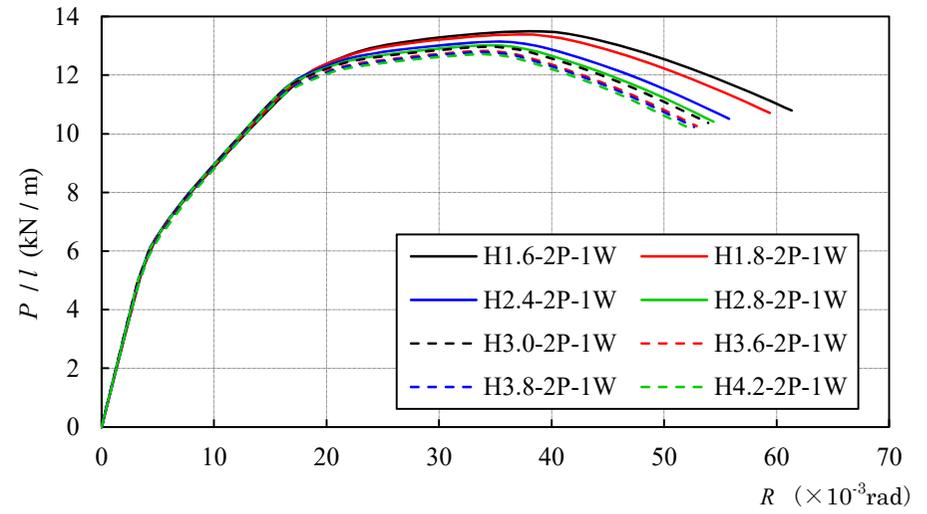
試験体名	面材高さ (mm)	面材幅 (mm)	縦継の有無	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力の比 (H2.8-2P-1W基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P_a
H1.6-1P-1W	1624	910	無	5.86	7.79	8.21	7.48	5.86	3.28	1.04	1.06	1.04	1.00	1.04
H1.8-1P-1W	1824			5.84	7.63	8.15	7.50	5.84	3.27	1.03	1.04	1.03	1.00	1.03
H2.4-1P-1W	2424			5.75	7.29	8.01	7.47	5.75	3.22	1.02	0.99	1.01	1.00	1.02
H2.8-1P-1W	2824			5.70	7.12	7.94	7.41	5.70	3.19	1.01	0.97	1.00	0.99	1.01
H3.0-1P-1W	3024			5.67	7.04	7.90	7.37	5.67	3.17	1.00	0.96	1.00	0.99	1.00
H3.6-1P-1W	3624			5.59	6.84	7.80	7.24	5.59	3.13	0.99	0.93	0.99	0.97	0.99
H3.8-1P-1W	3824			5.56	6.78	7.78	7.19	5.56	3.11	0.98	0.92	0.98	0.96	0.98
H4.2-1P-1W	4224			5.52	6.65	7.73	7.09	5.52	3.09	0.98	0.91	0.98	0.95	0.98
H1.6-1P-2W	824+824		有	5.84	7.46	8.08	6.62	5.84	3.27	1.03	1.02	1.02	0.88	1.03
H1.8-1P-2W	1024+824			5.85	7.33	8.06	6.74	5.85	3.27	1.04	1.00	1.02	0.90	1.04
H2.4-1P-2W	1624+824			5.78	7.00	7.93	6.92	5.78	3.24	1.02	0.95	1.00	0.93	1.02
H2.8-1P-2W	1624+1224			5.74	6.96	7.92	6.98	5.74	3.21	1.02	0.95	1.00	0.93	1.02
H3.0-1P-2W	1624+1424			5.72	6.91	7.90	6.99	5.72	3.20	1.01	0.94	1.00	0.93	1.01
H3.6-1P-2W	1824+1824			5.64	6.75	7.82	6.96	5.64	3.15	1.00	0.92	0.99	0.93	1.00
H3.8-1P-2W	3024+824			5.58	6.47	7.72	6.87	5.58	3.12	0.99	0.88	0.98	0.92	0.99
H4.2-1P-2W	3024+1224	5.56		6.34	7.72	6.84	5.56	3.11	0.98	0.86	0.98	0.91	0.98	

表 2.3.3-2 解析結果の一覧

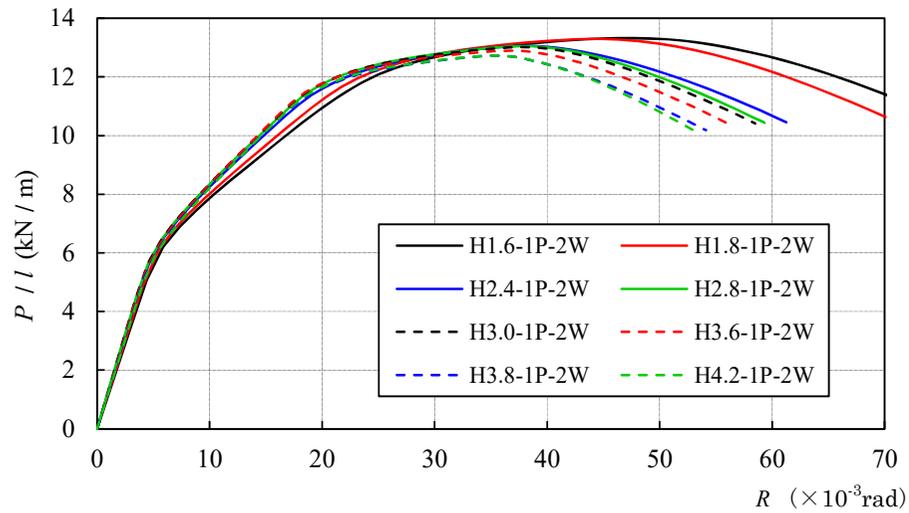
試験体名	面材高さ (mm)	面材幅 (mm)	縦継の有無	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	P_{120} (kN)	P_a (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力の比 (H2.8-2P-1W基準時)				
										P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P_a
H1.6-2P-1W	1624	1820	無	11.65	15.64	16.37	14.87	11.65	3.26	1.03	1.07	1.04	0.99	1.03
H1.8-2P-1W	1824			11.54	15.46	16.24	14.93	11.54	3.23	1.02	1.05	1.03	1.00	1.02
H2.4-2P-1W	2424			11.39	14.95	15.95	14.99	11.39	3.19	1.01	1.02	1.01	1.00	1.01
H2.8-2P-1W	2824			11.30	14.68	15.80	14.96	11.30	3.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
H3.0-2P-1W	3024			11.26	14.55	15.73	14.94	11.26	3.15	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
H3.6-2P-1W	3624			11.17	14.22	15.56	14.83	11.17	3.13	0.99	0.97	0.99	0.99	0.99
H3.8-2P-1W	3824			11.14	14.13	15.51	14.79	11.14	3.12	0.99	0.96	0.98	0.99	0.99
H4.2-2P-1W	4224			11.07	13.95	15.43	14.70	11.07	3.10	0.98	0.95	0.98	0.98	0.98
H1.6-2P-2W	824+824		有	11.65	15.15	16.16	13.36	11.65	3.26	1.03	1.03	1.02	0.89	1.03
H1.8-2P-2W	1024+824			11.66	14.90	16.13	13.61	11.66	3.26	1.03	1.02	1.02	0.91	1.03
H2.4-2P-2W	1624+824			11.51	14.11	15.87	14.01	11.51	3.22	1.02	0.96	1.00	0.94	1.02
H2.8-2P-2W	1624+1224			11.45	14.05	15.84	14.20	11.45	3.20	1.01	0.96	1.00	0.95	1.01
H3.0-2P-2W	1624+1424			11.42	14.00	15.80	14.25	11.42	3.20	1.01	0.95	1.00	0.95	1.01
H3.6-2P-2W	1824+1824			11.28	13.74	15.64	14.33	11.28	3.16	1.00	0.94	0.99	0.96	1.00
H3.8-2P-2W	3024+824	11.20		13.40	15.44	14.23	11.20	3.14	0.99	0.91	0.98	0.95	0.99	
H4.2-2P-2W	3024+1224	11.13		13.16	15.44	14.27	11.13	3.12	0.99	0.90	0.98	0.95	0.99	



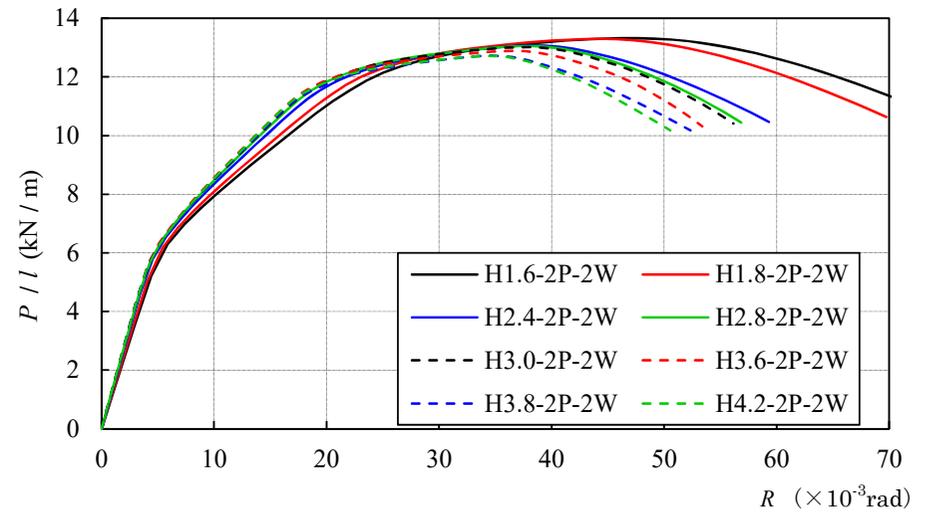
(a) 1P, 縦継ぎなし



(b) 2P, 縦継ぎなし



(c) 1P, 縦継ぎあり



(d) 2P, 縦継ぎあり

図 2.3.3-1 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係

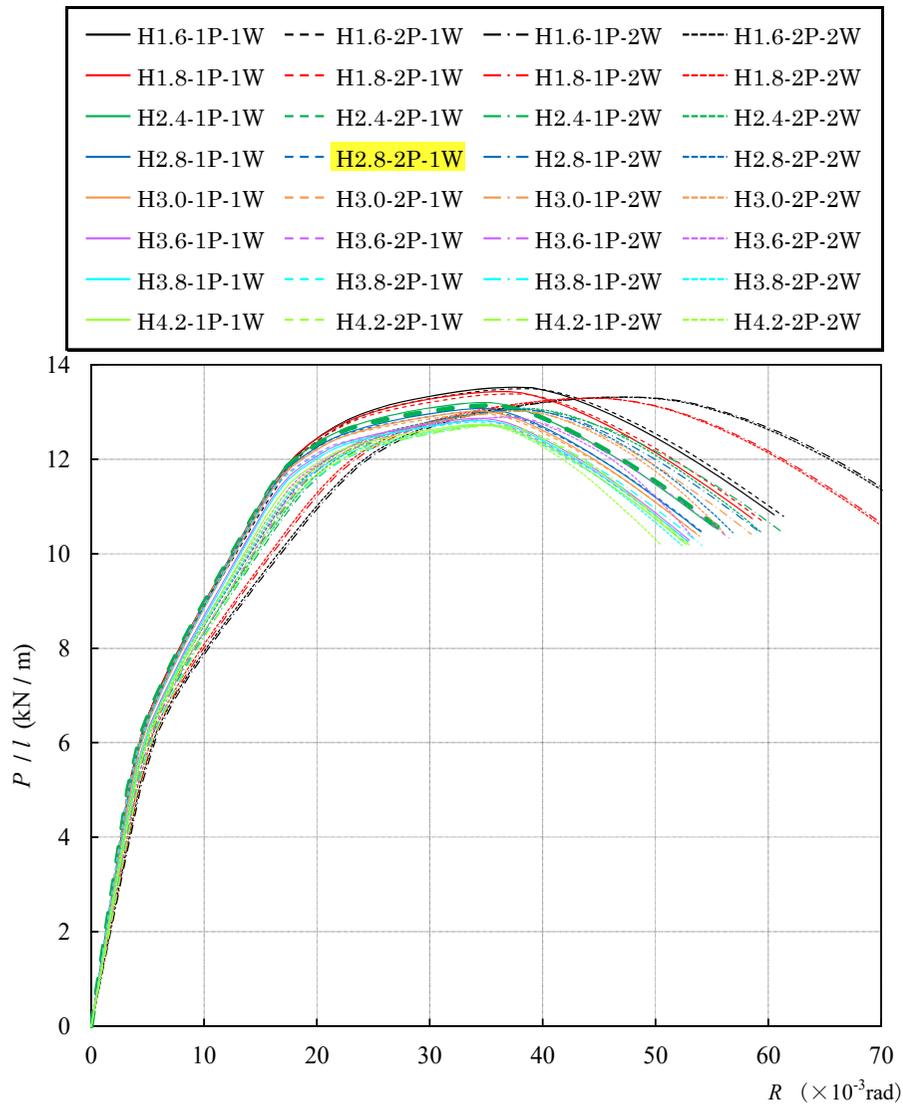


図 2.3.3-2 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係

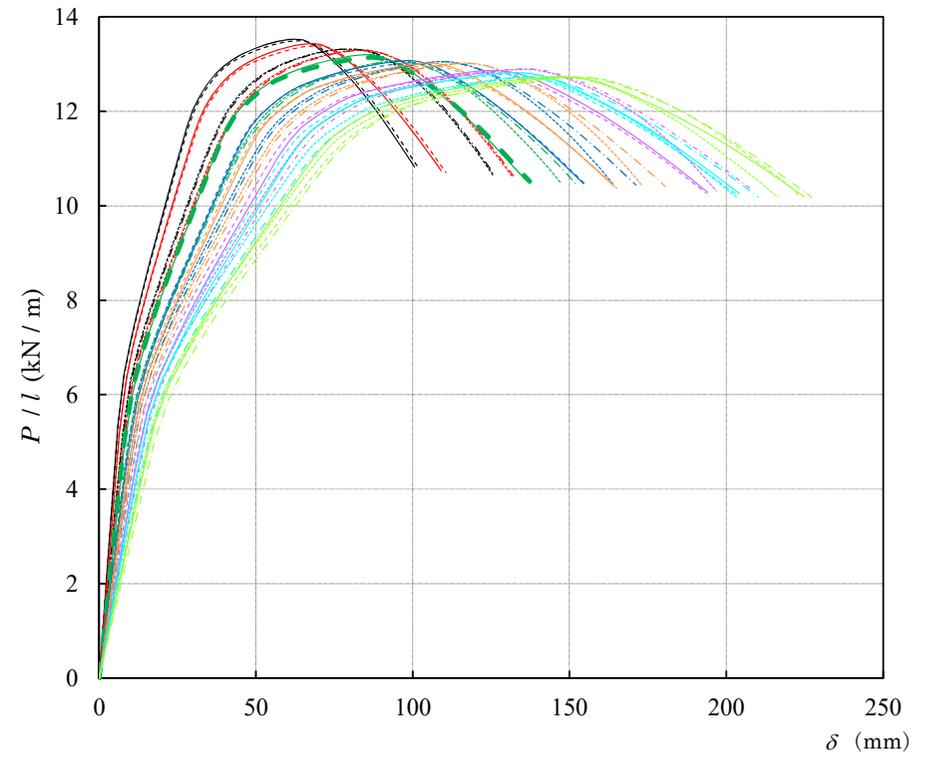


図 2.3.3-3 面材幅 1m 当たりのせん断力と頂部水平変位の関係

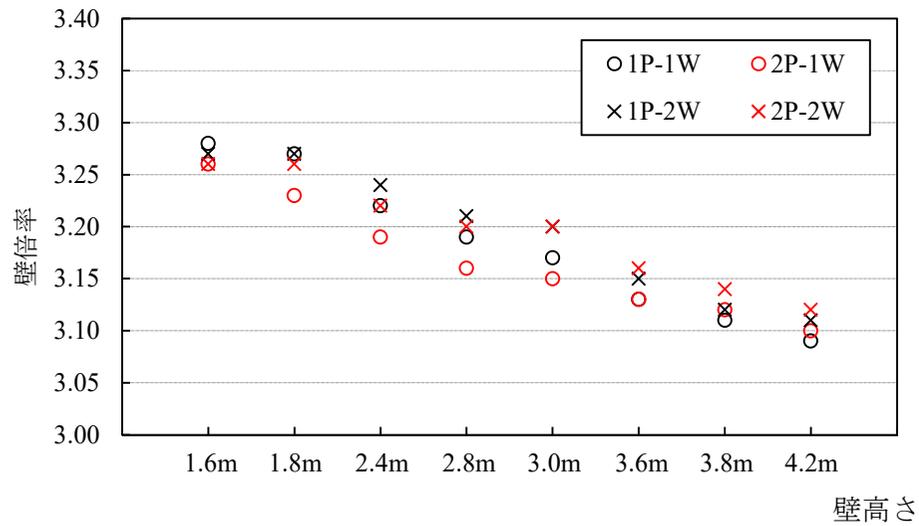


図 2.3.3-4 壁倍率の比較

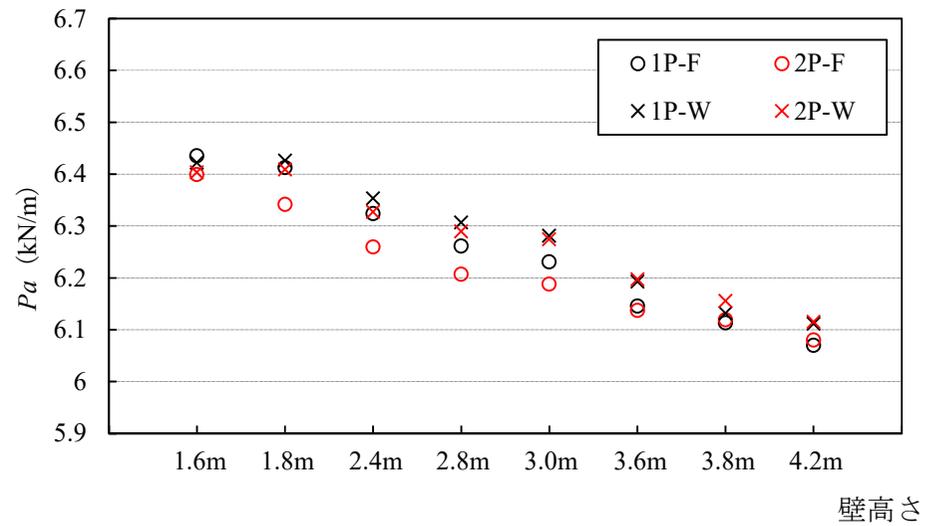
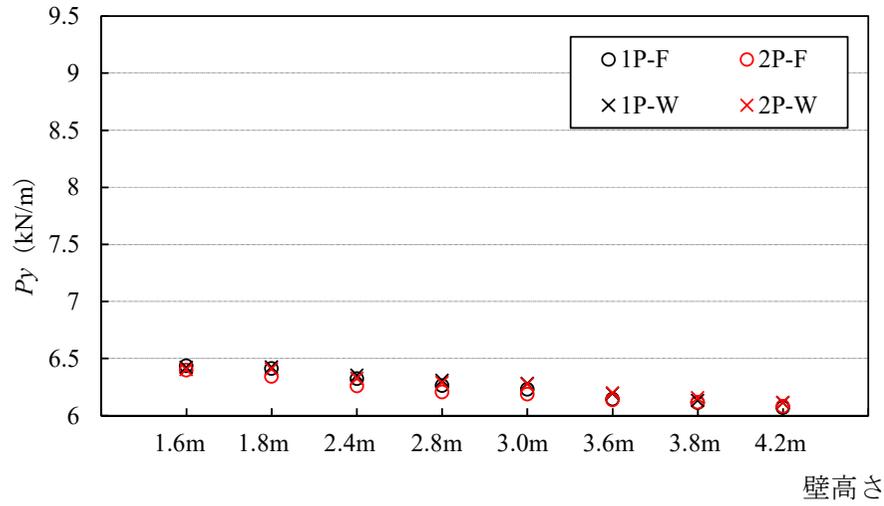
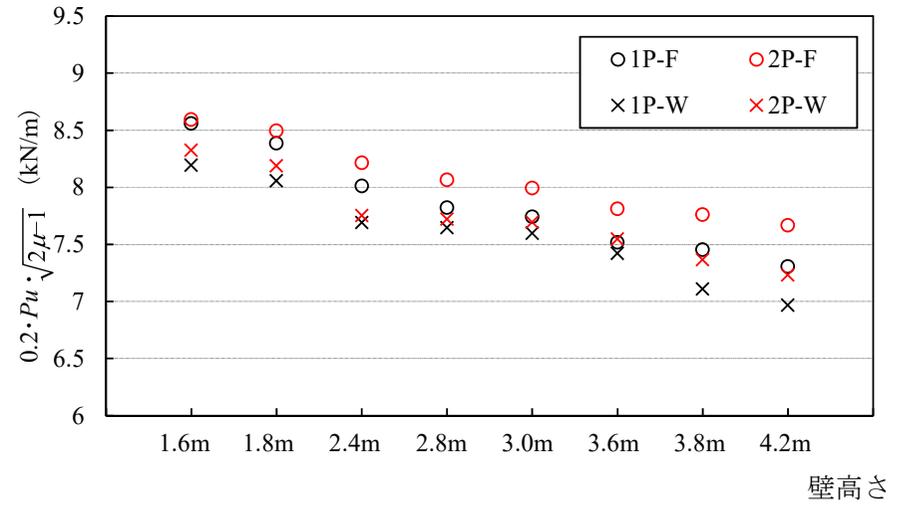


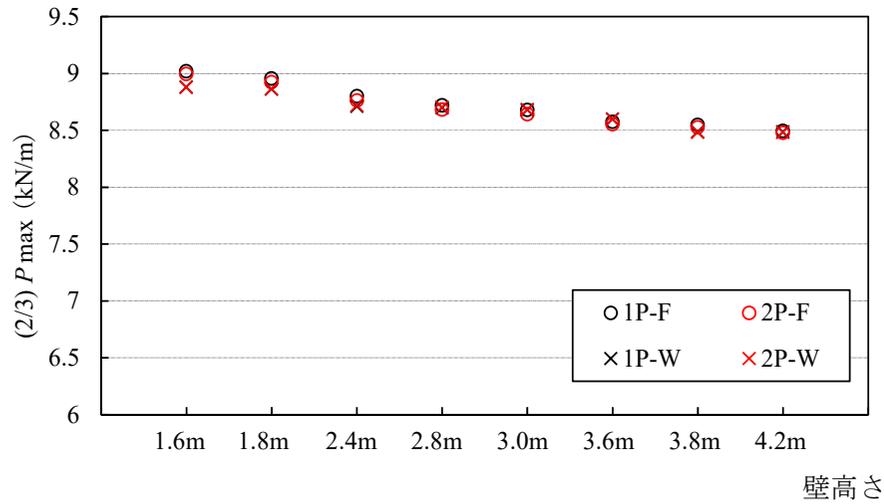
図 2.3.3-5 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較



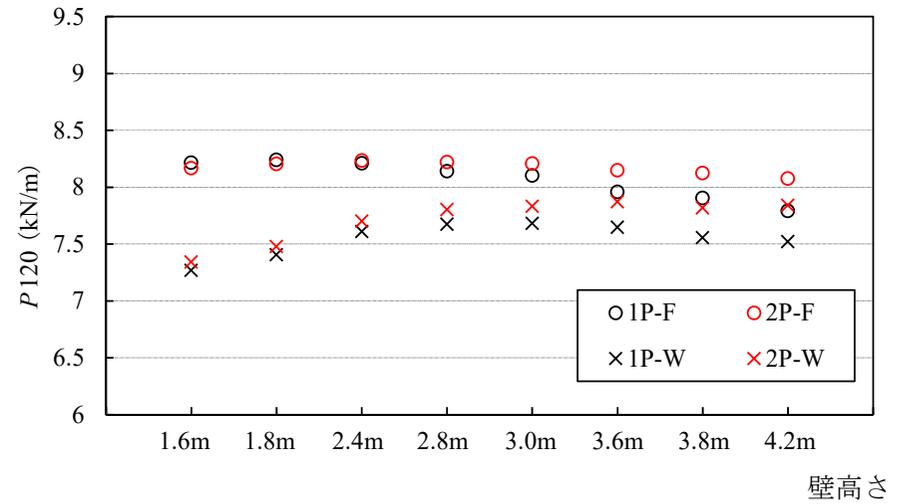
(a) 降伏耐力 P_y



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



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



(d) 特定変形角 $1/120$ rad 時

図 2.3.3-6 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較

2.4 大壁耐力壁（高さ方向）のまとめ

2.4.1 解析結果と実験結果の比較

2.3 で実施した解析では、4 つの仕様について 2.2 で実施した実験結果と同じ形状のものがあるので、それらの結果の比較を表 2.4.1-1～表 2.4.1-4 に示す。

なお、実験結果はすべて、フレームのみの試験結果の同じ変形角時の荷重を減じ、フレームの影響を取り除いたものを用いている。また、2.2 と 2.4 で包絡線の取り方が異なっているため各値が若干異なるが元データ（実験結果データ）は同じものである。解析結果については、フレームの接合部をピンで設定していることから、フレームの影響は加味されていないものとしている。

各表では、3 体の実験結果、及び事前解析、解析、壁倍率の算定結果、及び試験体 3 体と事前解析、解析の 5 つの包絡線をまとめている。なお事前解析は、昨年度のバイリニアより算出したくぎモデルを用いたものである。

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。また、今年度もモデルにおいて、高さが標準(2824 mm)までは変形角が 1/25rad を超えるあたり、高さが 3848 mm 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。

表 2.4.1-1 実験結果と解析結果の比較(高さ 1624mm・A-3)

(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)	13.75	15.08	14.49	11.21	11.65
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	(kN)	15.10	14.31	13.46	15.47	15.64
$(2/3) \cdot P_{\max}$	(kN)	16.49	17.05	17.33	13.92	16.37
P_{120}	(kN)	15.41	15.25	13.67	14.85	14.87
P_{300}	(kN)	9.01	9.43	8.21	8.90	8.99
P_{\max}	(kN)	24.73	25.57	25.99	20.87	24.56
P_u	(kN)	23.07	23.59	24.01	19.67	22.19
K	($\times 10^3$ kN/rad)	2.04	1.84	1.60	2.43	2.43
μ	(-)	5.85	5.10	4.43	8.23	6.71
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.31	0.33	0.36	0.25	0.28
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	6.75	8.18	9.08	4.61	4.80
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	11.32	12.80	15.04	8.10	9.14
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	66.29	65.22	66.67	66.67	61.33
γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	6.12	7.98	8.43	4.61	4.80
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	7.51	7.50	8.51	4.61	4.80
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	14.44	0.046	0.978	14.12	13.90	3.8
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	14.29	0.057	0.973	13.90		
$(2/3) \cdot P_{\max}$	16.96	0.025	0.988	16.76		
P_{120}	14.78	0.065	0.969	14.32		

表 2.4.1-2 実験結果と解析結果の比較(高さ 2824mm・A-2)

		(i) 各試験体の試験結果			解析	
		試験体			事前	解析
		No.1	No.2	No.3	解析	解析
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		

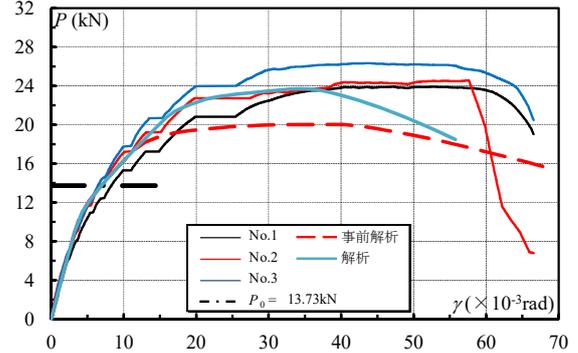


表 2.4.1-3 実験結果と解析結果の比較(高さ 2848mm・A-2')

		(i) 各試験体の試験結果			解析	
		試験体			事前	解析
		No.1	No.2	No.3	解析	解析
P_y	(kN)	14.32	15.27	13.77	10.87	11.45
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	(kN)	13.19	13.91	13.29	14.74	14.05
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	17.55	17.91	16.92	13.49	15.84
P_{120}	(kN)	13.49	14.33	13.50	14.20	14.20
P_{300}	(kN)	8.45	8.48	8.13	8.32	8.37
P_{max}	(kN)	26.33	26.87	25.38	20.23	23.76
P_u	(kN)	23.97	24.80	23.54	18.92	21.44
K	($\times 10^3$ kN/rad)	1.56	1.67	1.60	2.29	2.21
μ	(-)	4.29	4.43	4.48	8.08	5.87
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.36	0.36	0.35	0.26	0.31
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	9.18	9.15	8.60	4.74	5.17
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	15.37	14.86	14.69	8.25	9.69
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	65.88	65.88	65.88	66.67	56.86
γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	8.26	8.49	7.97	4.74	5.17
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	8.15	7.55	8.10	4.74	5.17
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	14.45	0.053	0.975	14.09	13.27	3.7
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	13.46	0.029	0.986	13.27		
$(2/3) \cdot P_{max}$	17.46	0.029	0.986	17.22		
P_{120}	13.77	0.035	0.983	13.54		

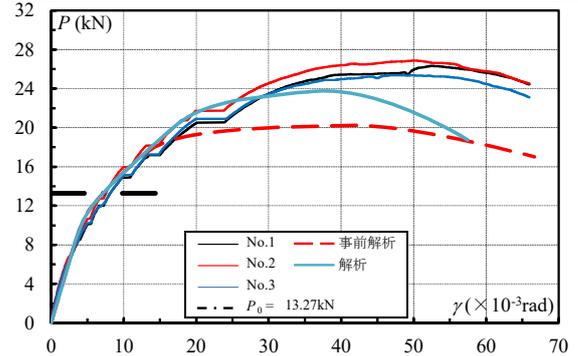


表 2.4.1-4 実験結果と解析結果の比較(高さ 3848mm・A-1)

(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)	14.93	15.13	14.07	10.60	11.20
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	(kN)	12.65	13.99	13.17	14.34	13.40
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	16.95	17.99	16.64	13.13	15.44
P_{120}	(kN)	14.77	14.86	13.92	14.22	14.23
P_{300}	(kN)	9.00	8.87	8.30	8.39	8.41
P_{max}	(kN)	25.42	26.99	24.96	19.69	23.16
P_u	(kN)	23.71	25.00	23.00	18.24	20.83
K	($\times 10^3$ kN/rad)	1.76	1.76	1.66	2.34	2.26
μ	(-)	4.06	4.41	4.60	8.22	5.67
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.37	0.36	0.35	0.25	0.31
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	8.47	8.62	8.49	4.54	4.96
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	13.46	14.23	13.88	7.81	9.22
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	54.63	62.82	63.88	64.21	52.33
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	6.45	6.44	7.56	4.54	4.96
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	14.71	0.038	0.982	14.45	12.95	3.6
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	13.27	0.051	0.976	12.95		
$(2/3) \cdot P_{max}$	17.19	0.041	0.981	16.86		
P_{120}	14.52	0.036	0.983	14.27		

表 2.4.1-5 に解析結果と実験結果の 4 指標の値、壁倍率、壁幅 1m あたりの耐力の比を整理した。また、壁幅 1m あたりの耐力の比は、高さ 2824mm を 1.00 として、解析結果、実験結果ごとに比を算出した。

壁幅 1m あたりの耐力の比のうち、短期せん断耐力 P_0 を見ると、解析結果では H1.6-2P-1W で 1.03、H3.8-2P-2W で 0.99、実験結果では A-3 (1624) で 1.01、A-1 (3848) で 0.94 となった。

また図 2.4.1-1 では、横軸を面材の高さ、縦軸を壁倍率とし、解析結果と実験結果の壁倍率を示した。ここでは、高さ 2824 mm 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。

なお、各検査機関の業務方法書では、試験体の高さについては、面材高さ 2730 mm・横架材間距離 2625 mm が標準となっている。一方、本検討に用いた標準の解析モデルおよび試験体（面材が高さ方向に継がれない A-2）については、面材高さ 2824 mm・横架材間距離 2719 mm となっている。これは、耐力壁の性能がくぎに依存することから、検討の精度を確保するために解析モデルおよび試験体について、くぎピッチを優先して高さを決定したことによる（業務方法書では、くぎピッチを中央部分で調整するのが通常の対応）。このため、本検討で標準とした試験体については、業務方法書と比較して面材高さが 94 mm 高くなっている。

ただし、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無いと考えられる。

表 2.4.1-5 解析結果・実験結果の壁幅 1m あたりの耐力の比

	試験体名	面材高さ	面材幅	面材縦継 の有無	Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P1/120 (kN)	P ₀ (kN)	壁倍率	壁幅1mあたりの耐力の比 (解析：H2.8-2P-1W基準、実験：A-2基準)				
											Py	0.2Pu/Ds	2/3Pmax	P1/120	P ₀
解析結果	H1.6-2P-1W	1624	1820	無	11.65	15.64	16.37	14.87	11.65	3.26	1.03	1.07	1.04	0.99	1.03
	H2.8-2P-1W	2824			11.30	14.68	15.80	14.96	11.30	3.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	H2.8-2P-2W	2848		有	11.45	14.05	15.84	14.20	11.45	3.20	1.01	0.96	1.00	0.95	1.01
	H3.8-2P-2W	3848			11.20	13.40	15.44	14.23	11.20	3.14	0.99	0.91	0.98	0.95	0.99
	H4.2-2P-2W	4248			11.13	13.16	15.44	14.27	11.13	3.12	0.98	0.90	0.98	0.95	0.99
実験結果 (フレーム除く、 50%下限値)	A-3	1624	1820	無	14.13	13.84	16.76	14.32	13.84	3.87	1.03	1.00	1.03	0.99	1.01
	A-2	2824			13.73	13.82	16.24	14.52	13.73	3.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	A-2'	2848		有	14.10	13.20	17.22	13.55	13.20	3.70	1.03	0.96	1.06	0.93	0.96
	A-1	3848			14.48	12.90	16.86	14.27	12.90	3.61	1.06	0.93	1.04	0.98	0.94

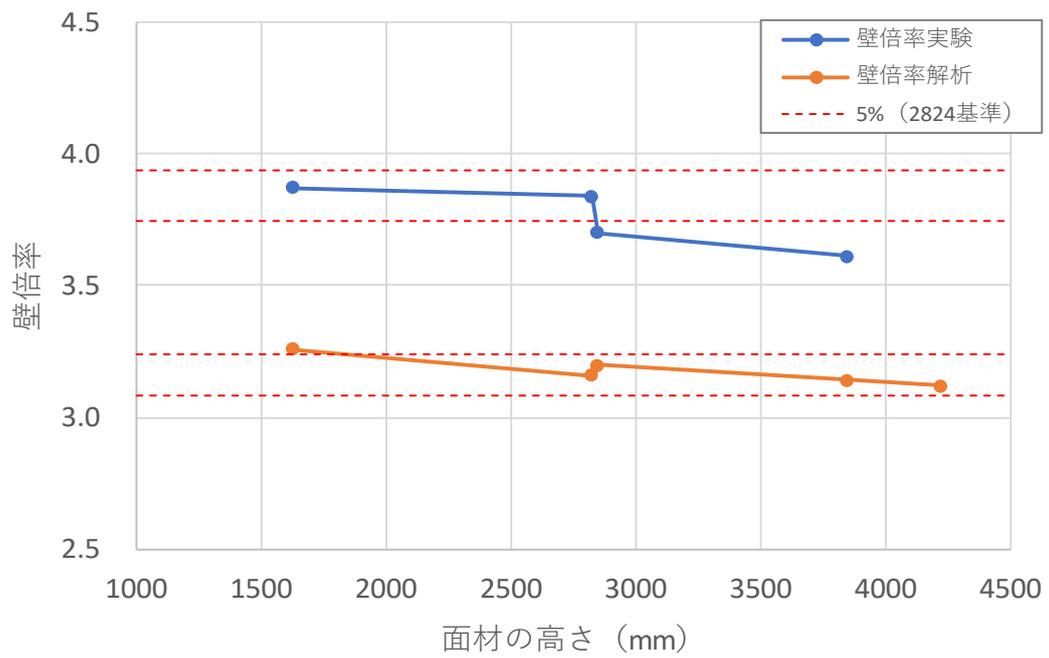


図 2.4.1-1 高さ別の壁倍率の比較 (実験値と解析結果)

2.4.2 大壁耐力壁の高さ方向の違いによる性能差の考え方

大壁の高さの違いについては、解析モデルと実験値がほぼ一致しており、解析での検討の妥当性が示されているため、解析結果にて高さの違いを検討できる。

「性能協木質構造部会の内規等」によると一の仕様とするものの考え方は、以下のよう
に示されている。

壁倍率認定・評価における一仕様の考え方【補足】

具体的な範囲の設定方法については、以下の通りとする。なお、範囲については、試験もしくは計算等の書類をもとに、案件ごとに評価員が判断することとする。

- 1) 壁倍率は、5%以下の範囲に収まるようにする。
- 2) これによらない場合、設計上危険側となる項目(例えば、N 値計算、4 分割法)に対する付帯条件を付けた上で、10%以下の範囲に収まるようにする。
- 3) 10%を超える場合は、別認定・評価とする。

認定される壁倍率と一仕様となる範囲における壁倍率について

壁倍率認定・評価における一仕様の考え方【補足】に、寸法等の具体的な範囲を設定する際の壁倍率の差は、5%以下（付帯条件がある場合 10%以下）の範囲に収まるようにする旨規定されている。

その範囲における壁倍率と、認定される壁倍率の関係については明確ではないため、以下の通りとする。なお、本運用は、【補足】に示す壁倍率の差が 1)5%以下の範囲、2)10%以下の範囲を設定する際の共通事項として適用する。

一仕様となる壁倍率の値の範囲の下限値は、『認定される壁倍率の値から、認定される壁倍率の 2.5%を減じた値』以上の値』となるようにする。

ただし、短期許容せん断耐力から算定される壁倍率(以下「試験倍率」という。)が 5 を超える場合は、一仕様となる壁倍率の認定における試験倍率の値の範囲の下限値は、『試験倍率の値から、試験倍率の 2.5%を減じた値』以上の値』となるようにする。

認定される壁倍率は、実際の性能評価試験の結果より、4 つの指標において、それぞれ 3 体以上の試験結果の平均値に、ばらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値を採用しているため、採用されなかった他の 3 つ指標の性能についても考慮すると実際の構造安全性にはかなりの余裕があると考えられる。さらに、壁倍率は平均値を用いているため、3 体のうち最低 1 体は認定される壁倍率を下回ることから、一定の範囲内であれば平均値よりも下側の値も許容できると考えられる。従って、一仕様となる範囲における壁倍率の差の 5%のうち、認定される壁倍率の 2.5%が認定される壁倍率を下回った場合であっても構造安全性に全く問題はないと判断される。

内規で示されている 5%、10%の根拠については、本事業の委員会の中でも工学的な根拠は無く、運営上キリが良い数字としたのではないかとのことであった。しかし、現状の運用ではあるので、これも加味しながら結果を確認してみる。解析および実験のパラメーターにも示しているたて継ぎの有無、高さの影響について考察を行う。

(1) 面材のたて継ぎの有無の影響について

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ピックアップした壁倍率と継ぎ無しを基準とした差の%を表 2.4.2-1 に示した。この表では、各高さで継ぎ無しの壁倍率を基準にしている。

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 1624 mm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。

また、継ぎが無い場合には、合板であれば 3×10 板（高さ 3030 mm）が限界であるが、他の繊維板に分類される面材（OSB、パーティクルボード、MDF）であれば、特注となるが、それ以上の寸法のものが製造可能である。

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。

表 2.4.2-1 高さ方向の面材の継ぎの有無の壁倍率について

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

(2) 高さ寸法の影響について

表 2.3.3-1（幅 910 の解析値）、表 2.3.3-2（幅 1820 mmの解析値）では、高さ 2824 mm・幅 1820・面材のたて継ぎ無しのモデル（H2.8-2P-1W）を基準（壁倍率 3.16）に、その比を示している。最もプラス側になったものは、高さ 1624 mm・幅 910 mm・継手無しのモデル（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 4224 mm・幅 910 mm・継手無しのモデル（壁倍率 3.09）でその差は-2.2%である。（図 2.3.3-4）

ただし、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。そこで、図 2.4.2-1 に、実際に施工される可能性のあるものだけを取り出してグラフを作成した。またこの図では、高さ 2824 mm・幅 1820・面材のたて継ぎ無しのモデル（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。この図で削除したものは、面材高さ

が 1.8m 以下の面材たて継ぎ仕様と、面材高さ 3.6m を超える壁の面材継ぎ無し仕様である。繊維板であれば、面材高さが 3.6m を超えるものでも製造は可能であるが、現場での施工性などを考えると実際にはあり得ないと考えられる。

結果、図 2.4.2-1 では、最もプラス側になったものは、高さ 1624 mm ・幅 910 mm ・継手無しのモデル（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 4224 mm ・幅 910 mm ・継ぎ有りモデル（壁倍率 3.11）でその差は-1.6%である。

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。ここで、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。

なお、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。

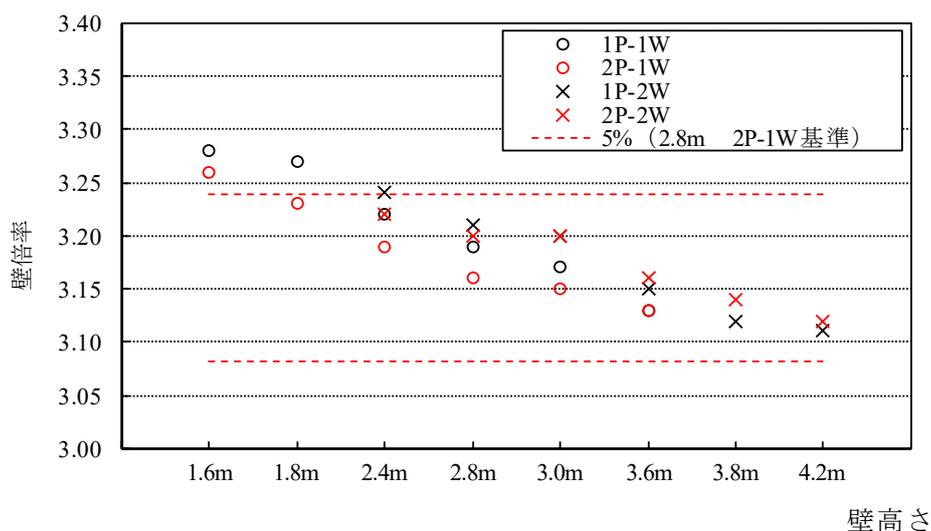


図 2.4.2-1 高さ別の壁倍率の比較（解析値）— 図 2.3.3-4 アレンジ

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。

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、極端に剛性だけが強く、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。釘等の接合強度があがったり、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。

今後、本事業の結果を受けて、一の仕様とされる大臣認定の範囲の合理化を進める際には、既存の大臣認定に対する配慮も可能と考える。具体的には、合理化の対象となる条件が合致する既存の大臣認定のうち、現在も積極的に利用されている認定で取得者の要望がある場合には、簡易な手続きで一の仕様とされる範囲を拡大できるよう運用するなどの配慮である。このような範囲拡大によって設計・施工・審査の段階でのミスを減らし、業界全体への負担を減少させる効果が期待される。

第3章 大壁耐力壁：幅方向の検討

3.1 検討の目的と方法

大壁耐力壁の大臣認定においては、幅寸法についても高さと同様に一みなされる範囲については合理化を図る余地があり、また運用についてもルールが厳格であり、実際の利用の場面では使い勝手が悪い状況となっている。

幅について検討が必要な項目としては以下のようなものがある。

(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。過去には、910 mmから1000 mmの間は証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、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は「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、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。

(3)独立壁の幅—1P と2P の間の寸法・面材張り方

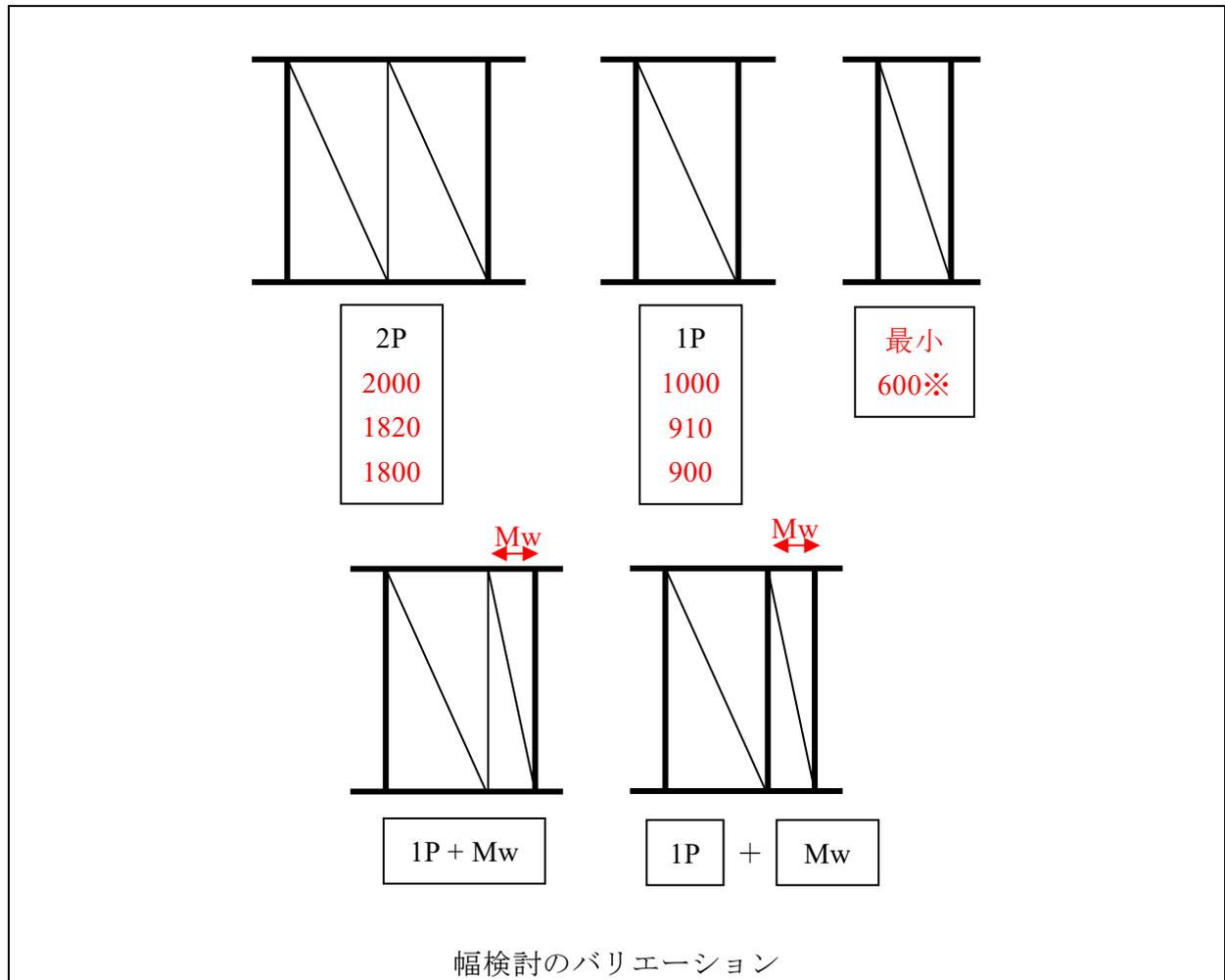
大臣認定の耐力壁では運用としては2Pもしくは1P（0.91m、1m）での利用が許されているが、1.5P等のその間の寸法については運用は認められていない。幅寸法が、柱と間柱、継手間柱と間柱の間の寸法で規定されており、継手間柱と柱の間の寸法が示されていないためである。これらの寸法は水周りや階段周りなどではよくある寸法であり要望が大きい。

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、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、施工する面材の幅の最小値を示すことができれば、共に300 mm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。ただし、(3)の要望について性能を確認できた場合には、それと合わせて判断可能と思われる。



本検討では、これらについて実験的な検証と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した。

3.2 大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験および接合部実験

3.2.1 水平せん断試験

（1）試験概要

3.1 で示した検討項目を網羅するように、幅寸法及び面材の張り方をパラメーターとして、耐力壁の水平せん断実験を以下で実施した。また、軸組の影響をなるべく排除するために、構面の幅および柱の本数、柱梁接合部については同一とした。

試験場所 : BX カネシン

試験スケジュール : 2019/12/16～12/20

12/16（月） B-1、B-2、B-7（1体ずつ）

12/17（火） B-3、B-4、B-5、B-6（1体ずつ）

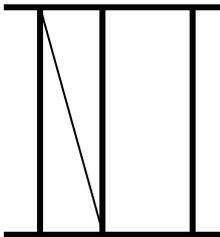
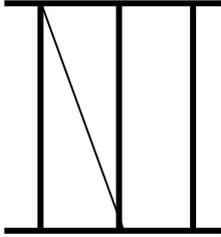
12/18（水） B-1、B-2（残り2体ずつ）

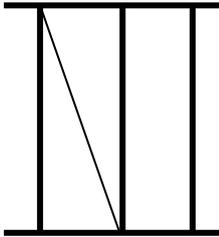
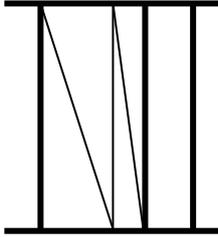
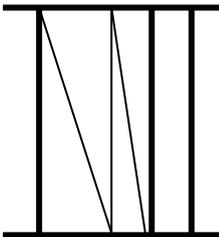
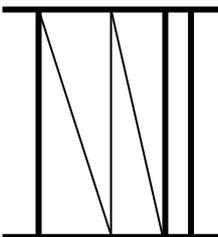
12/19（木） B-3、B-4（残り2体ずつ）

12/20（金） B-5、B-6（残り2体ずつ）

試験体の一覧を以下に示す。

表 3.2.1-1 大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験体一覧

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
試験体形状					
B-1 (600)			B-2 (910)		
					

<p>B-3 (1000)</p> 	<p>B-4 (910+303)</p> 
<p>B-5 (910+455)</p> 	<p>B-6 (910+600)</p> 
<p>くぎおよびくぎピッチは N50@100 mm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。</p>	

(2) 試験体に用いた材料

試験体の製作に用いた材料は以下の指定のもと調達した。また、面材の調達は必要数の1割増しの数量とし、密度と高周波容量式木材水分計による含水率を計測した上で、密度の高いもの、低いものを1割分除いた材料より試験体を製作している。密度の算定は、プレカットされた部材の質量と体積（仕口加工部分除く）から概算で算出したものである。材料の密度、含水率を表 3.2.1-3 に示す。

表 3.2.1-2 試験体材料

項目		仕様詳細
面材	構造用合板 (JAS) 厚さ：9mm 単板樹種：カラマツ (全層) 接着の程度：特類 曲げ性能等：2級	
面材の接合	接合具：くぎ N50 (JIS A 5508) くぎ間隔：外周@100mm、中通@200mm 目地の隙間：2~3mm 縁端距離：12mm	
軸組材	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)

項目		仕様詳細
		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：E110 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) 30×奥行 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%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 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>
	胴つなぎ	樹種：すぎ 断面寸法(mm)：幅(見付) 45×奥行 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>

表 3.2.1-3 材料の含水率、密度

	試験体数	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱 (スギ)	57	450.8	28.0	12.3	3.3
土台 (スギ)	19	422.1	39.2	10.6	4.0
桁 (べいまつ)	19	496.5	42.1	12.1	3.0
間柱 (スギ)	30	399.4	29.4	9.5	2.2
面材 (幅 910)	23	531.3	20.6	9.4	1.9
面材 (幅 1000)	3	587.9	13.8	7.1	0.9

面材については、幅が 1000 mm 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 910 mm 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。

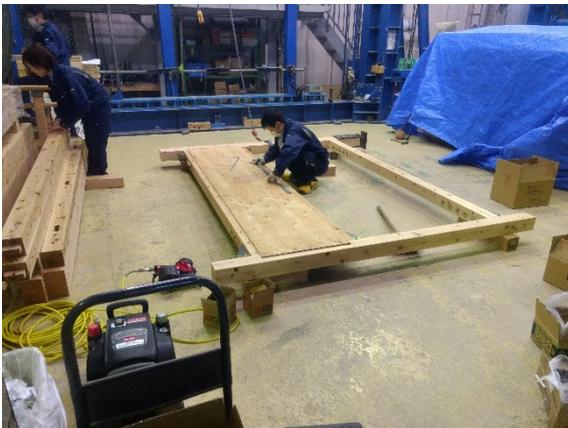
(3) 試験体製作の様子



フレームの施工



合板カット



くぎ打ち位置墨出し



くぎ打ち状況

写真 3.2.1-1 試験体製作の様子

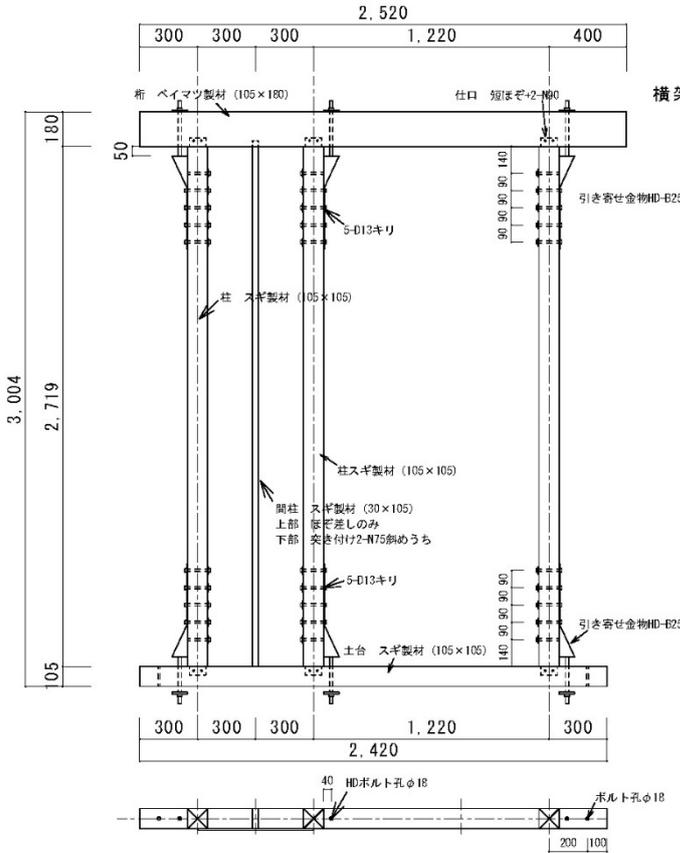
(4) 試験体図

試験体図を次ページ以降に示す。

B-1

軸材の仕様

大壁 幅600



横架材の寸法は試験機で異なる

木造軸組構法
大壁 面材高さ2624 幅600
構造用合板 3体

※図中数字は単位mm
くぎ間隔 外周100mm/中通200mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)

面材種類
構造用合板 厚さ9mm

面材の張り方

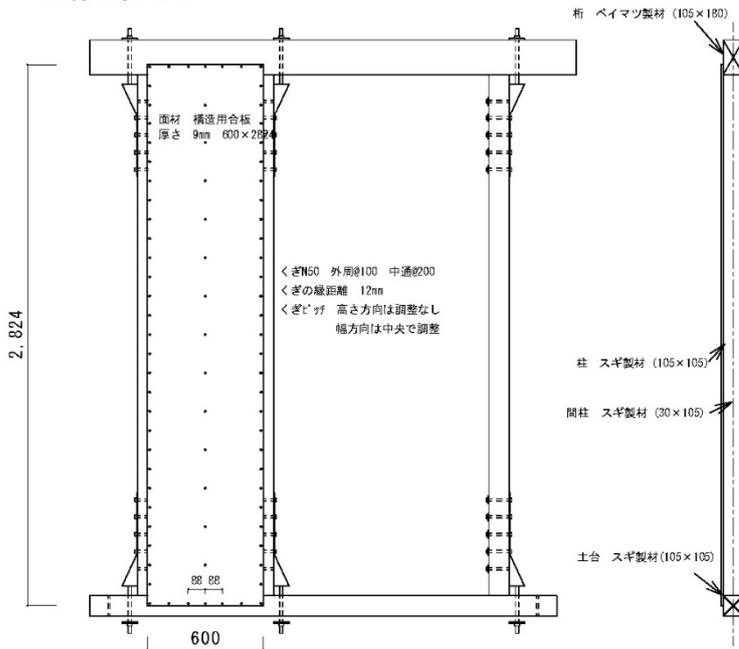
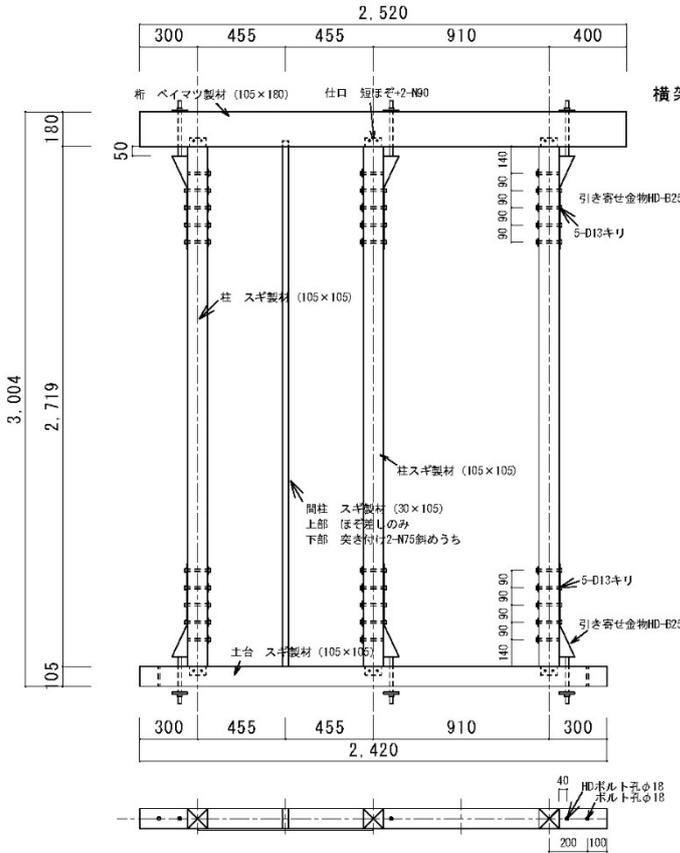


図 3.2.1-1 B-1 (600) 試験体図

B-2

軸材の仕様

大壁 幅910



横架材の寸法は試験機で異なる

木造軸組構法
 大壁 面材高さ2624 幅910
 構造用合板 3体
 ※図中数字は単位mm
 くぎ間隔 外周100mm/中通200mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508)

面材種類
 構造用合板 厚さ9mm

面材の張り方

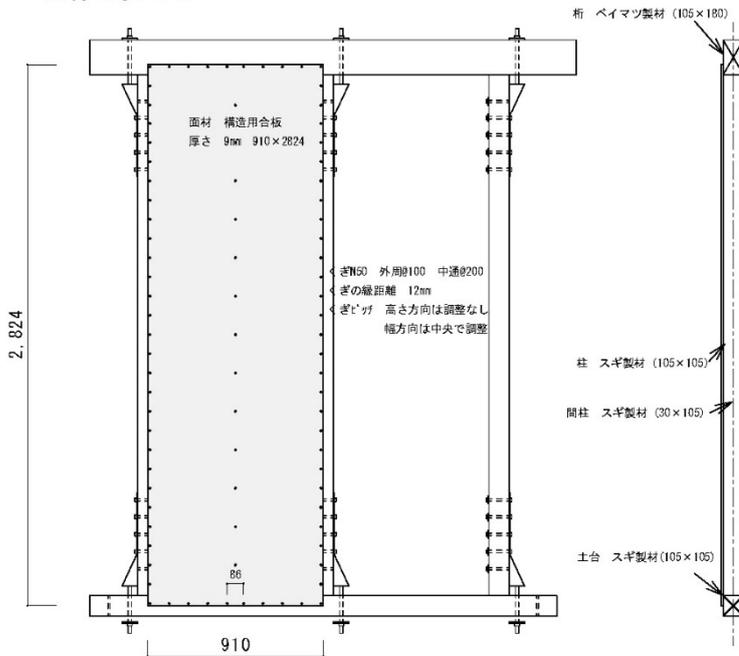
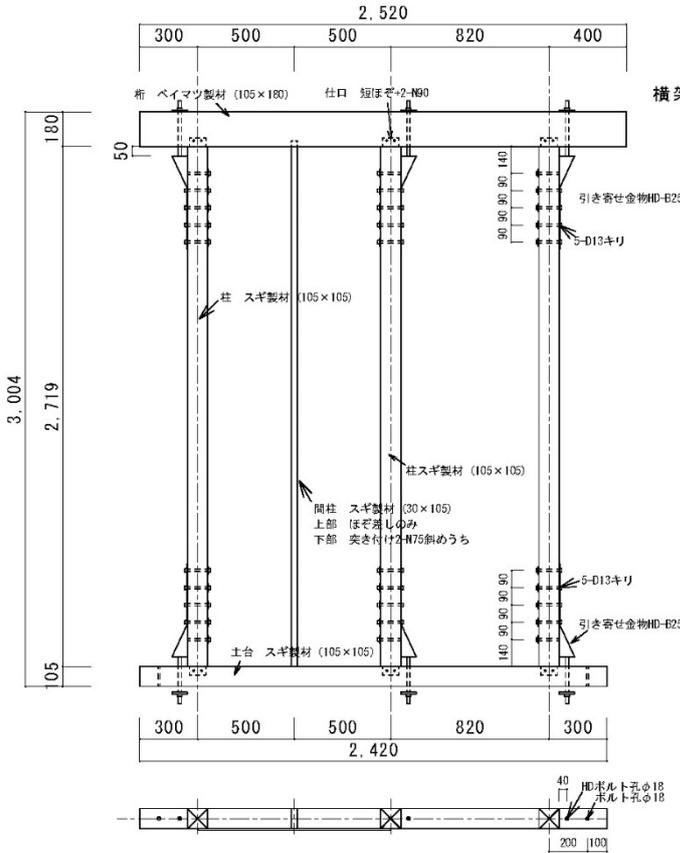


図 3.2.1-2 B-2 (910) 試験体図

B-3

軸材の仕様

大壁 幅1000



横架材の寸法は試験機で異なる

木造軸組構法
 大壁 面材高さ2824 幅1000
 構造用合板 3体
 ※図中数字は単位mm
 くぎ間隔 外周100mm/中通200mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508)

面材種類
 構造用合板 厚さ9mm

面材の張り方

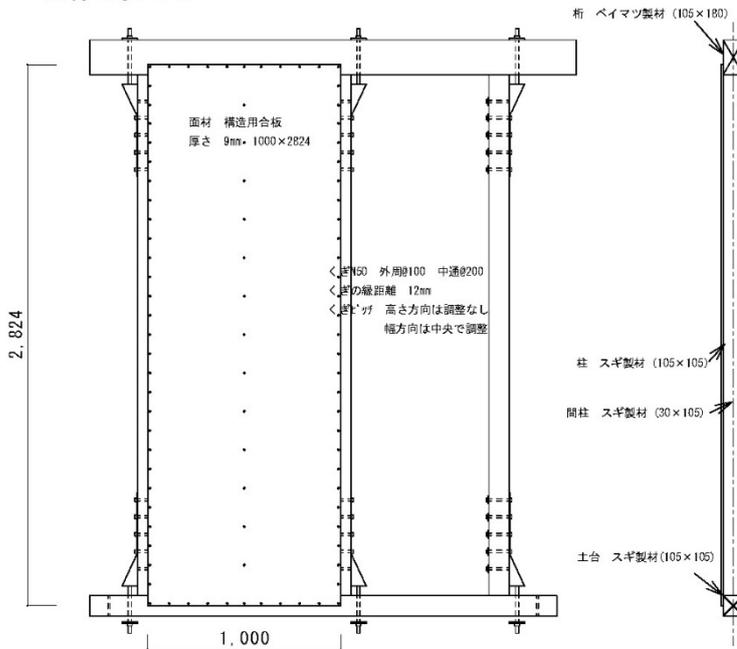
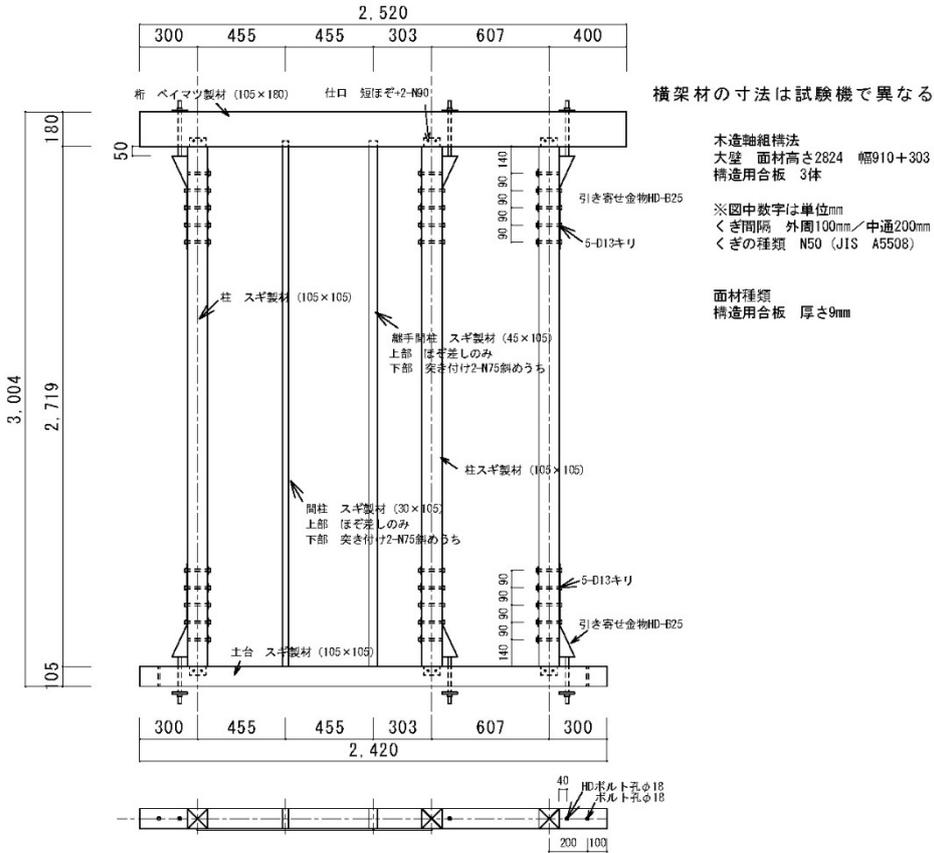


図 3.2.1-3 B-3 (1000) 試験体図

B-4

軸材の仕様

大壁 幅910+303



面材の張り方

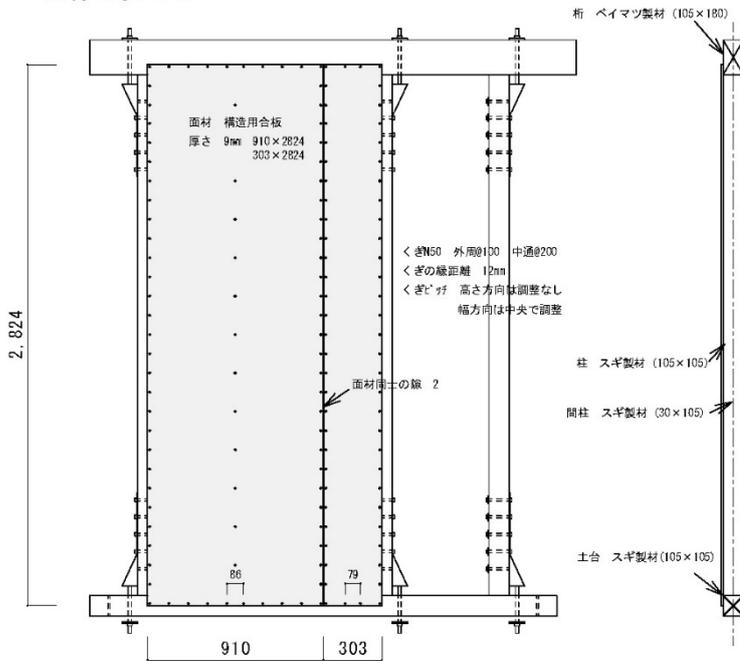
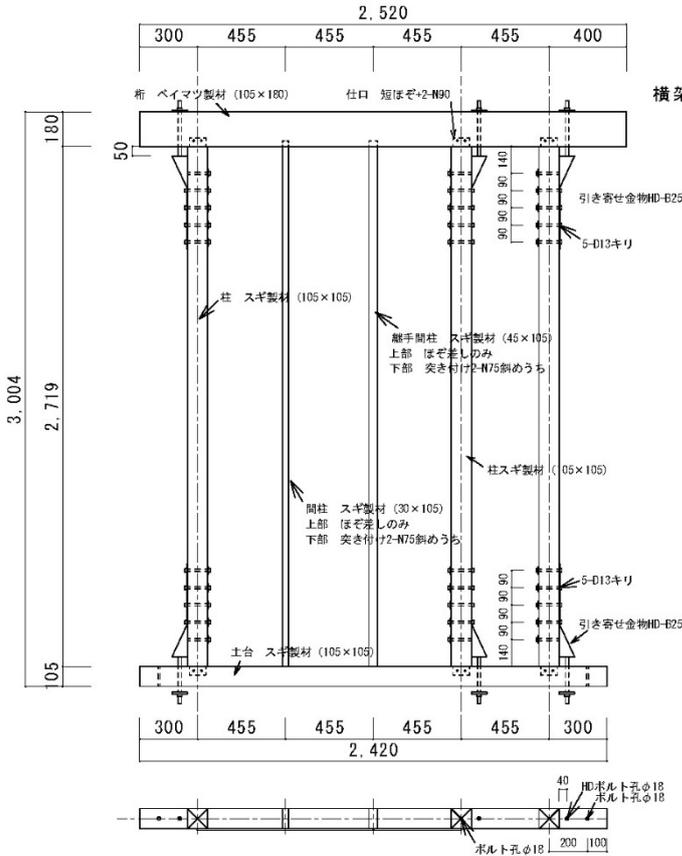


図 3.2.1-4 B-4 (910+303) 試験体図

B-5

軸材の仕様

大壁 幅910+455



横架材の寸法は試験機で異なる

木造軸組構法
 大壁 面材高さ2824 幅910+455
 構造用合板 3体
 ※図中数字は単位mm
 くぎ間隔 外周100mm/中通200mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508)

面材種類
 構造用合板 厚さ9mm

面材の張り方

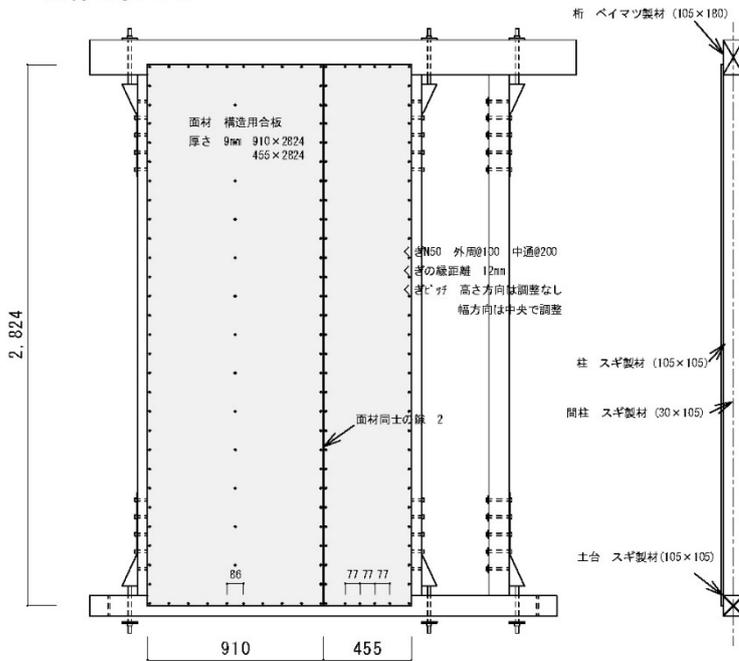
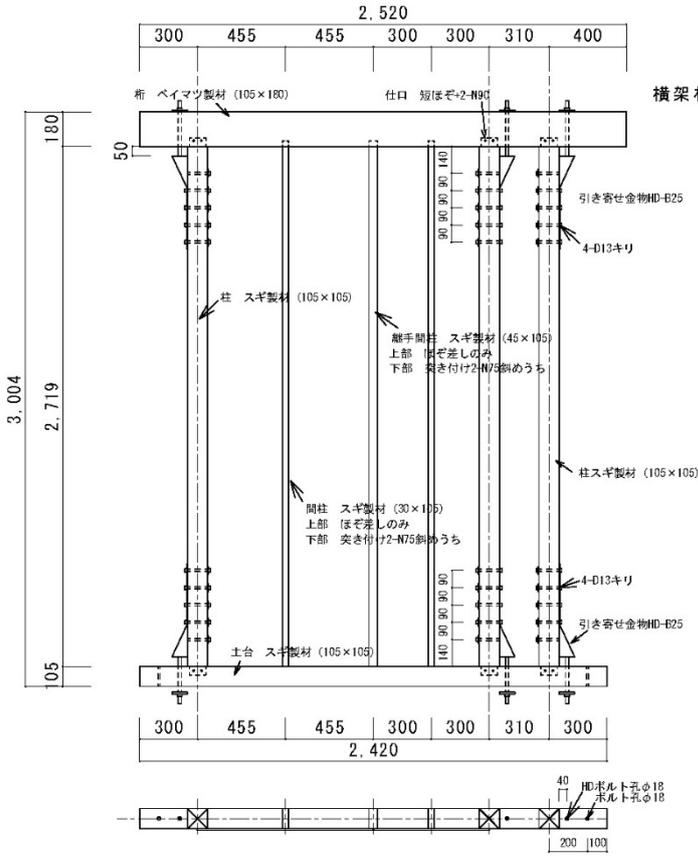


図 3.2.1-5 B-5 (910+455) 試験体図

B-6

軸材の仕様

大壁 幅910+600



横架材の寸法は試験機で異なる

木造軸組構法
大壁 面材高さ2824 幅910+600
構造用合板 3体

※図中数字は単位mm
くぎ間隔 外周100mm/中通200mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508)

面材種類
構造用合板 厚さ9mm

面材の張り方

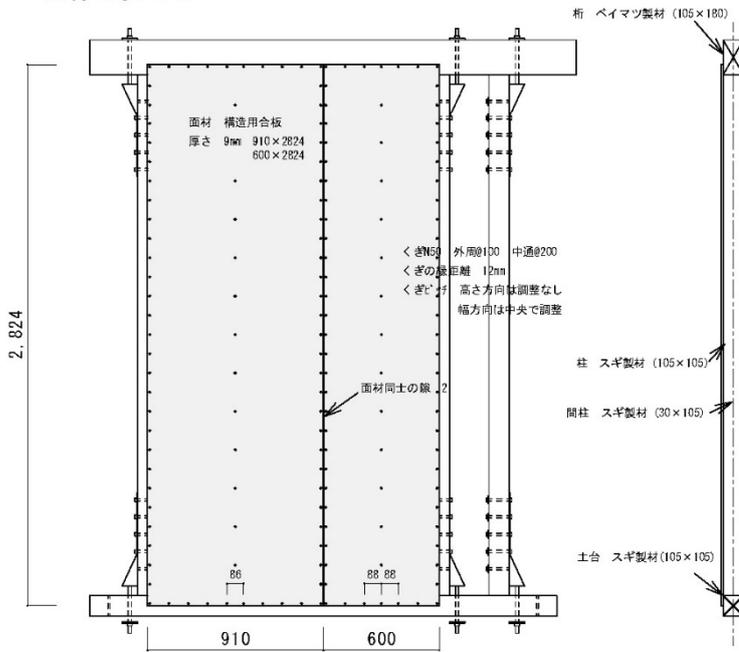


図 3.2.1-6 B-6 (910+600) 試験体図

B-7

軸材の仕様

大壁 フレームのみ

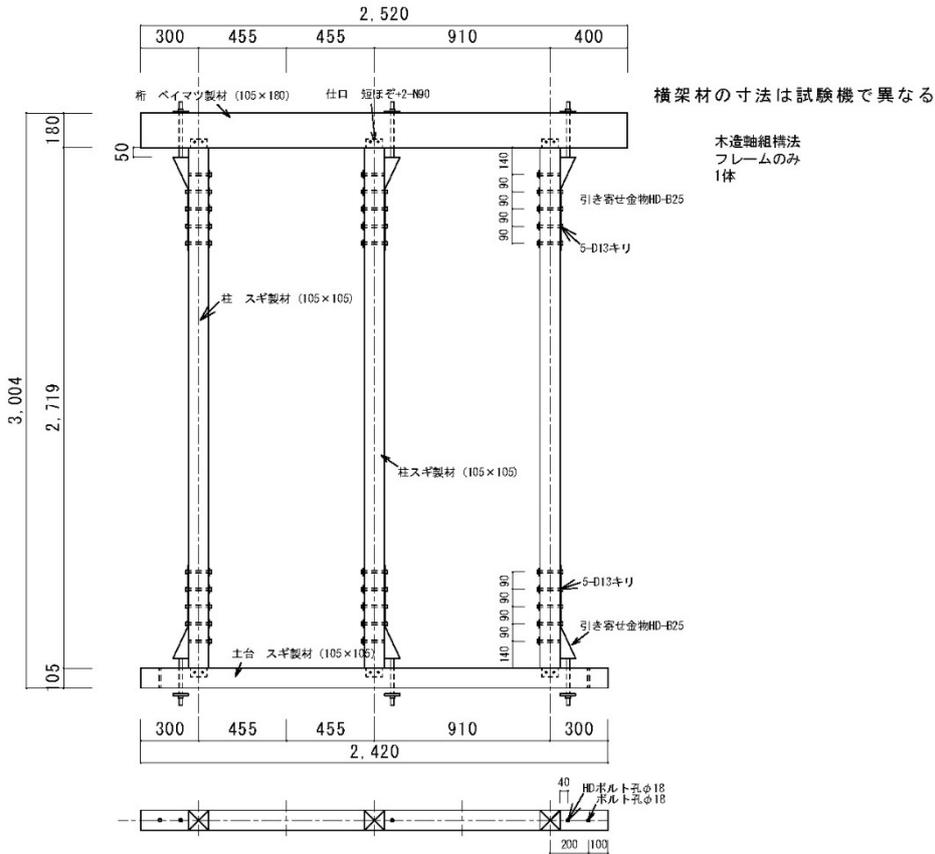


図 3.2.1-7 B-7 (フレーム) 試験体図

(5) 試験方法と測定計画

試験体は柱脚固定式とし、加力スケジュールは、正負交番繰り返し加力で、見掛けのせん断変形角が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad の正負変形時に 3 回の繰り返し加力を行う。加えて 1/30rad の繰り返し加力を 1 回行う。最大荷重に達した後、最大荷重の 80%の荷重に低下するまで加力するか、試験体の変形角が 1/15rad 以上に達するまで加力した。

試験体の計測は、梁中央部、土台中央部の水平方向変位、柱脚部の鉛直方向変位の 4 点を計測した。

(6) 実験結果

以下に、試験体ごとに、下記に示す結果を整理した。なお結果については、全て見かけの変形角で示している。

- ・試験結果表（フレームの影響を除いた結果）
- ・荷重－せん断変形角曲線履歴（フレームの影響を含む）
- ・包絡線（フレームの影響の有無の両方）
- ・破壊性状（写真）

試験体 B-1（幅 600）

表 3.2.1-4 B-1 試験結果（フレームの影響を除く）

B-1(600)		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
	最大荷重 P_{max} [kN]	8.14	9.01	8.68	8.61	0.44	8.40
①	降伏耐力 P_y [kN]	4.76	5.10	4.99	4.95	0.17	4.87
	降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	初期剛性 K [kN/rad]	411.41	571.35	445.04	475.93	84.33	436.22
	終局耐力 P_u [kN]	7.57	8.45	8.23	8.08	0.46	7.87
	終局変形角 γ_u [rad]	0.07	0.07	0.07	0.07	0.00	0.07
	降伏点変形角 γ_v [rad]	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02
	塑性率 μ	3.62	4.51	3.61	3.91	0.51	3.67
	構造特定係数 D_s	0.40	0.35	0.40	0.38	0.03	0.37
②	$0.2P_u/D_s$ [kN]	3.78	4.79	4.10	4.22	0.51	3.98
③	$2/3P_{max}$ [kN]	5.42	6.01	5.79	5.74	0.29	5.60
④	$P1/120$ [kN]	3.84	4.87	4.05	4.25	0.55	3.99
						$\min(①②③)$	3.98
						④) (kN)=	
						L (m)=	0.6
						PO (kN/m)=	6.63
						実験倍率=	3.38

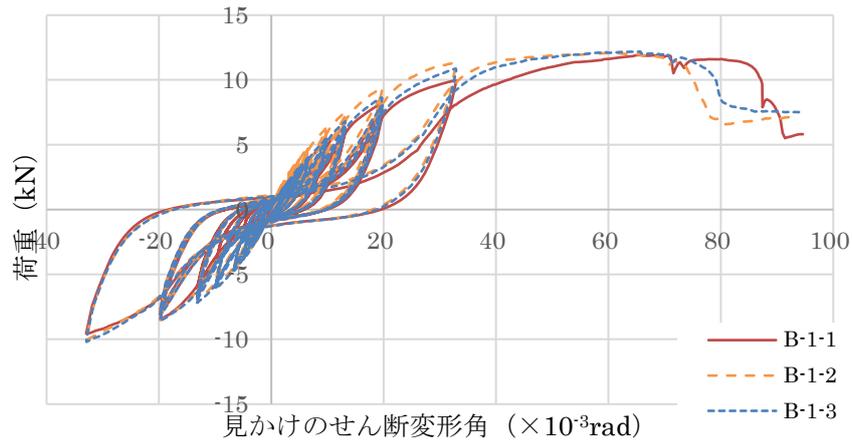


図 3.2.1-8 荷重－せん断変形角履歴曲線 (B-1、見かけの変位)

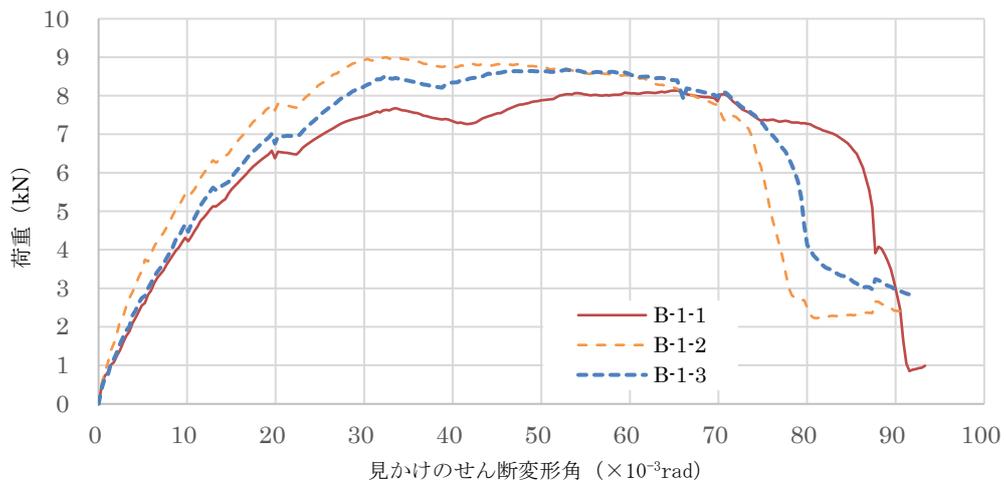
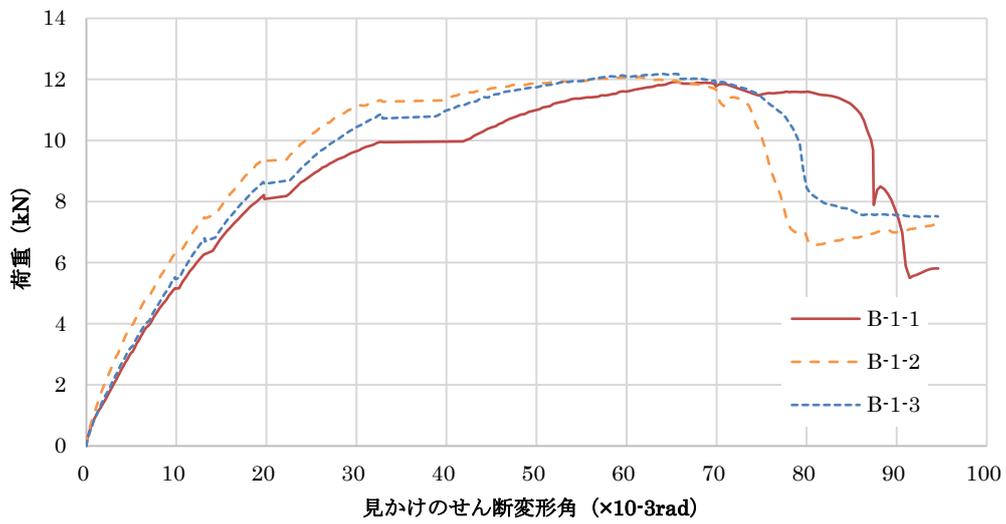


図 3.2.1-9 包絡線 (上：フレーム含む、下：フレームを除く)



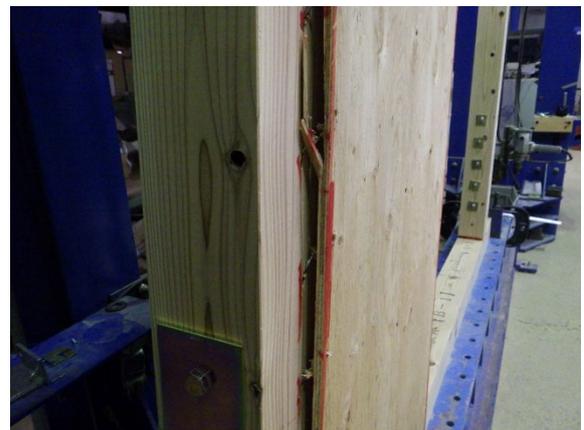
試験前



最大変形時 (約 1/10.5rad)



最大変形時 面材変形



最大変形時 くぎのパンチアウト



最大変形時 柱脚部軸材状況

写真 3.2.1-2 試験状況及び破壊状況 (B-1 (1体目))



試験前



最大変形時 (約 1/10.5rad)



最大変形時 面材変形



最大変形時 くぎのパンチアウト



最大変形時 柱脚部軸材状況



最大変形時 柱頭部軸材状況

写真 3.2.1-3 試験状況及び破壊状況 (B-1 (2 体目))



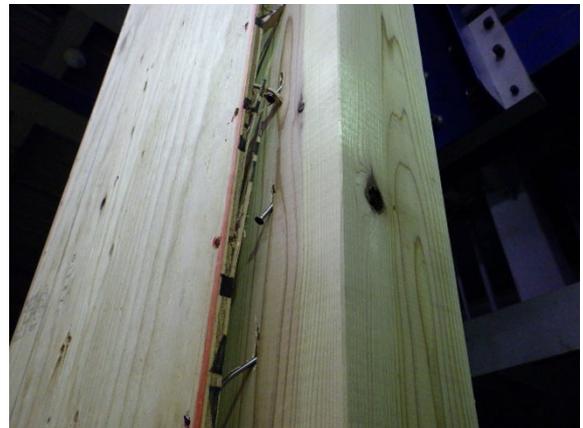
試験前



最大変形時 (約 1/10.5rad)



最大変形時 面材変形



最大変形時 くぎのパンチアウト



最大変形時 柱脚部軸材状況



最大変形時 柱頭部軸材状況

写真 3.2.1-4 試験状況及び破壊状況 (B-1 (3 体目))

試験体 B-2 (幅 910)

表 3.2.1-5 B-2 試験結果 (フレームの影響を除く)

B-2(910)		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
	最大荷重 Pmax [kN]	12.43	14.66	12.50	13.20	1.27	12.60
①	降伏耐力 Py [kN]	6.55	8.64	7.15	7.45	1.07	6.94
	降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	初期剛性 K [kN/rad]	879.48	940.59	927.72	915.93	32.22	900.76
	終局耐力 Pu [kN]	11.58	12.91	11.33	11.94	0.85	11.54
	終局変形角 γ_u [rad]	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.05
	降伏点変形角 γ_v [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	塑性率 μ	3.96	3.55	4.39	3.97	0.42	3.77
	構造特定係数 Ds	0.38	0.40	0.36	0.38	0.02	0.37
②	0.2Pu/Ds [kN]	6.09	6.38	6.32	6.26	0.15	6.19
③	2/3Pmax [kN]	8.28	9.77	8.33	8.80	0.85	8.40
④	P1/120 [kN]	7.11	8.07	7.60	7.60	0.48	7.37
						min(①②③)	6.19
						④) (kN)=	
						L (m)=	0.91
						P0 (kN/m)=	6.80
						実験倍率=	3.46

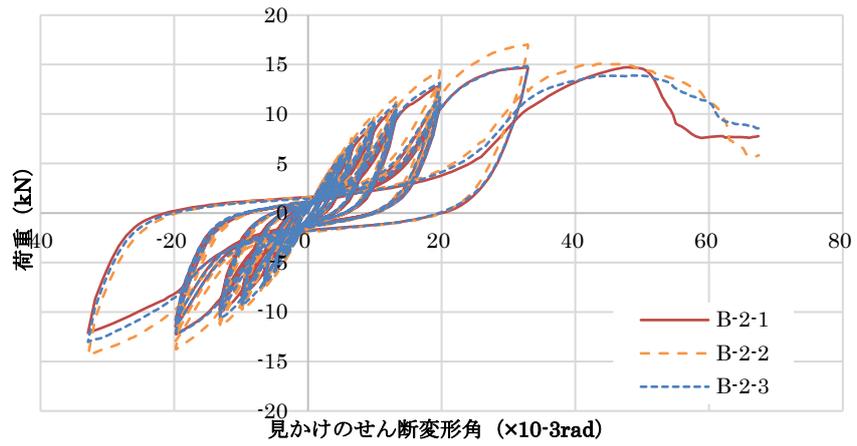


図 3.2.1-10 荷重－せん断変形角履歴曲線 (B-2、見かけの変位)

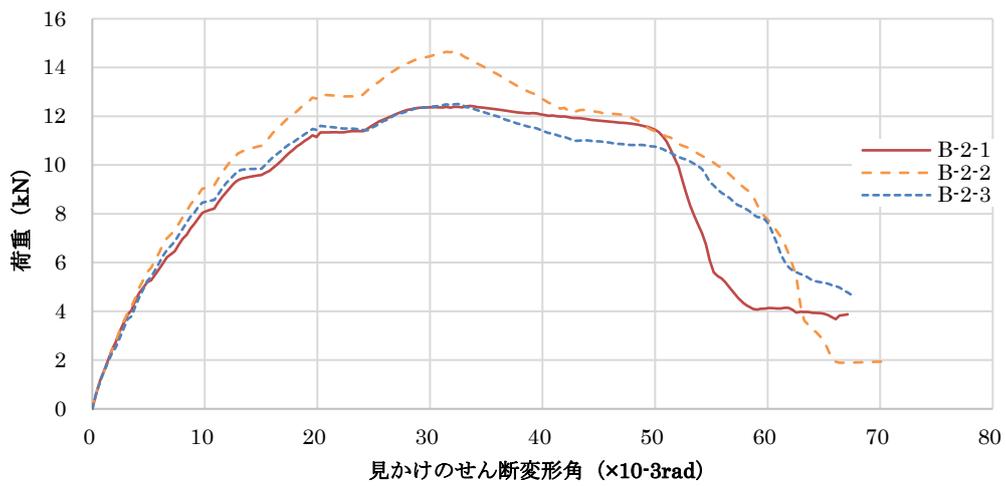
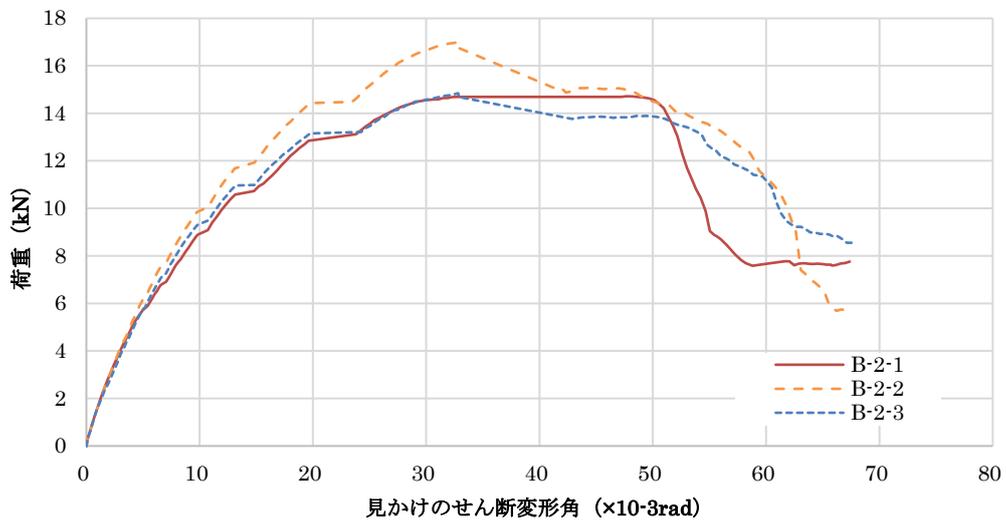


図 3.2.1-11 包絡線 (上：フレーム含む、下：フレームを除く)



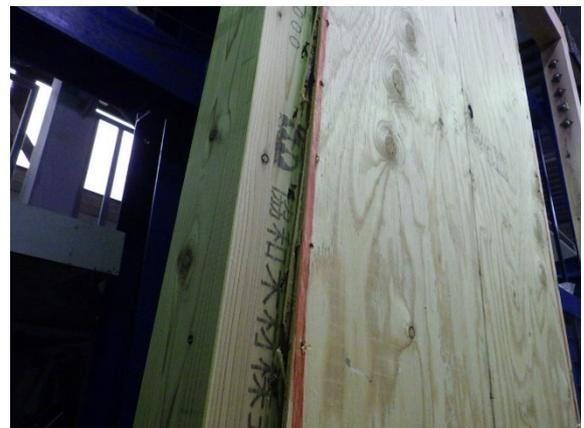
試験前



1/15rad 時



1/15rad 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 柱脚部軸材状況

写真 3.2.1-5 試験状況及び破壊状況 (B-2 (1 体目))



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 柱脚部軸材状況



1/15rad 時 柱頭部軸材状況

写真 3.2.1-6 試験状況及び破壊状況 (B-2 (2 体目))



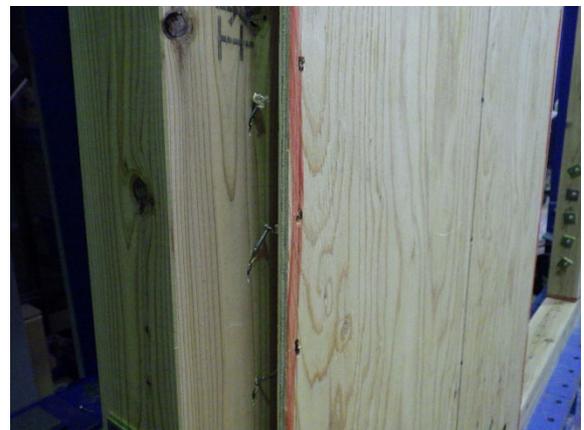
試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad時 柱脚部軸材状況



1/15rad時 柱頭部軸材状況

写真 3.2.1-7 試験状況及び破壊状況 (B-2 (3 体目))

試験体 B-3 (幅 1000)

表 3.2.1-6 B-3 試験結果 (フレームの影響を除く)

B-3(1000)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	14.96	15.70	14.60	15.09	0.56	14.82
① 降伏耐力 Py [kN]	7.64	8.89	8.69	8.41	0.67	8.09
降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
初期剛性 K [kN/rad]	1221.14	1273.91	1138.06	1211.04	68.48	1178.78
終局耐力 Pu [kN]	13.44	14.06	13.01	13.50	0.53	13.25
終局変形角 γ_u [rad]	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.05
降伏点変形角 γ_v [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
塑性率 μ	4.38	4.17	4.07	4.21	0.16	4.13
構造特定係数 Ds	0.36	0.37	0.37	0.37	0.01	0.36
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	7.49	7.62	6.95	7.35	0.35	7.19
③ $2/3P_{max}$ [kN]	9.97	10.47	9.73	10.06	0.38	9.88
④ $P1/120$ [kN]	9.09	9.97	9.25	9.44	0.47	9.22
					min(①②③)	7.19
					④) (kN)=	
					L (m)=	1
					PO (kN/m)=	7.18
					実験倍率=	3.66

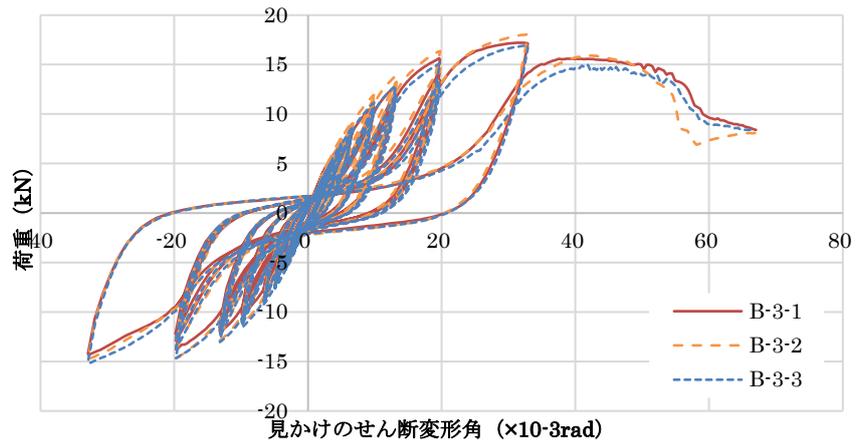


図 3.2.1-12 荷重－せん断変形角履歴曲線 (B-3、見かけの変位)

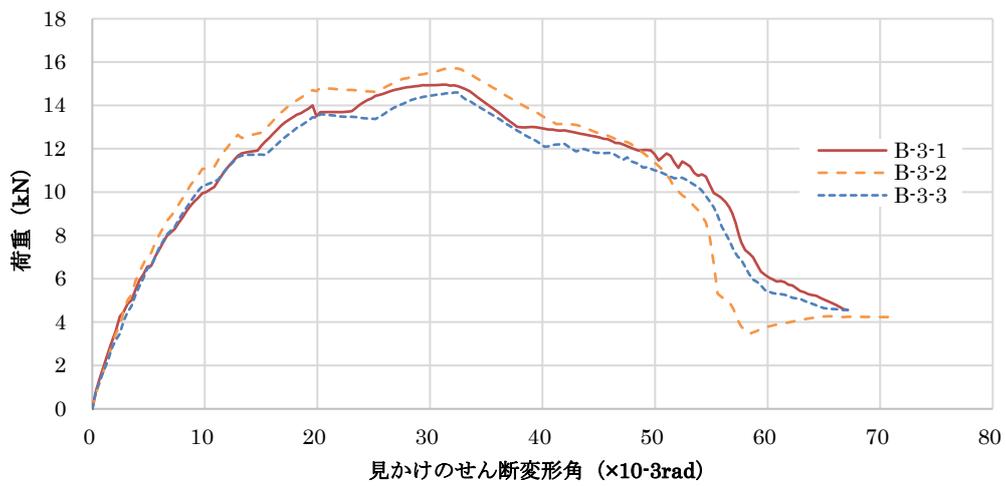
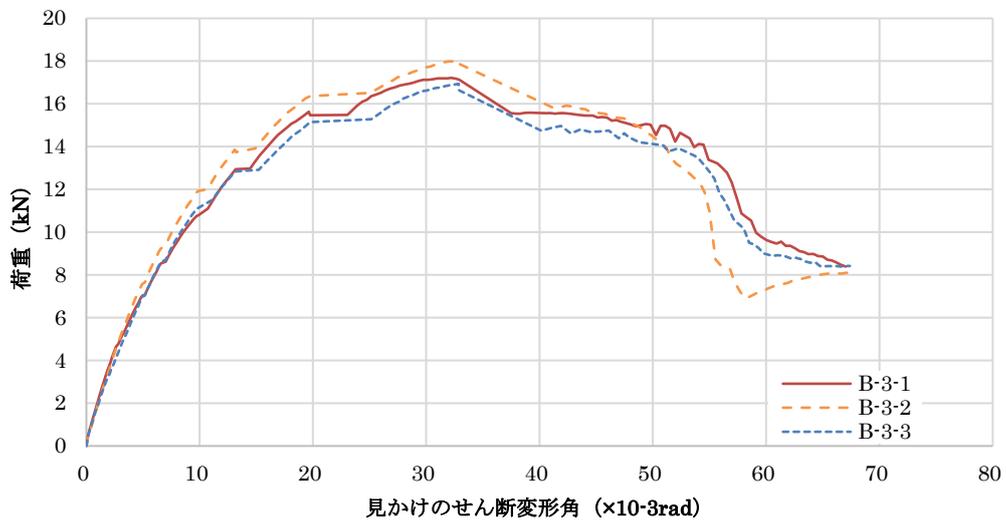


図 3.2.1-13 包絡線 (上：フレーム含む、下：フレームを除く)



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad時 釘のパンチアウト

写真 3.2.1-8 試験状況及び破壊状況 (B-3 (1 体目))



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 柱脚部軸材状況

写真 3.2.1-9 試験状況及び破壊状況 (B-3 (2 体目))



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 柱脚部軸材状況

写真 3.2.1-10 試験状況及び破壊状況 (B-3 (3 体目))

試験体 B-4 (幅 910+303)

表 3.2.1-7 B-4 試験結果 (フレームの影響を除く)

B-4(910+303)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	15.81	17.25	16.71	16.59	0.73	16.24
① 降伏耐力 Py [kN]	8.74	9.50	9.98	9.41	0.63	9.11
降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
初期剛性 K [kN/rad]	1129.95	1367.86	1224.06	1240.62	119.82	1184.19
終局耐力 Pu [kN]	14.43	15.88	15.08	15.13	0.72	14.79
終局変形角 γ_u [rad]	0.05	0.06	0.04	0.05	0.01	0.05
降伏点変形角 γ_v [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
塑性率 μ	4.21	5.01	3.35	4.19	0.83	3.80
構造特定係数 Ds	0.37	0.33	0.42	0.37	0.04	0.35
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	7.87	9.54	7.20	8.20	1.20	7.64
③ $2/3P_{max}$ [kN]	10.54	11.50	11.14	11.06	0.49	10.83
④ $P1/120$ [kN]	9.18	10.59	10.12	9.96	0.71	9.63
					min(①②③)	7.64
					④) (kN)=	
					L (m)=	1.213
					PO (kN/m)=	6.29
					実験倍率=	3.2

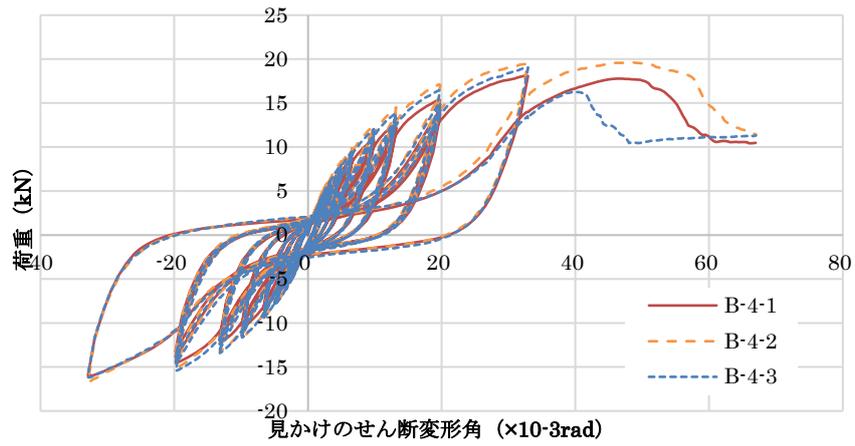


図 3.2.1-14 荷重－せん断変形角履歴曲線 (B-4、見かけの変位)

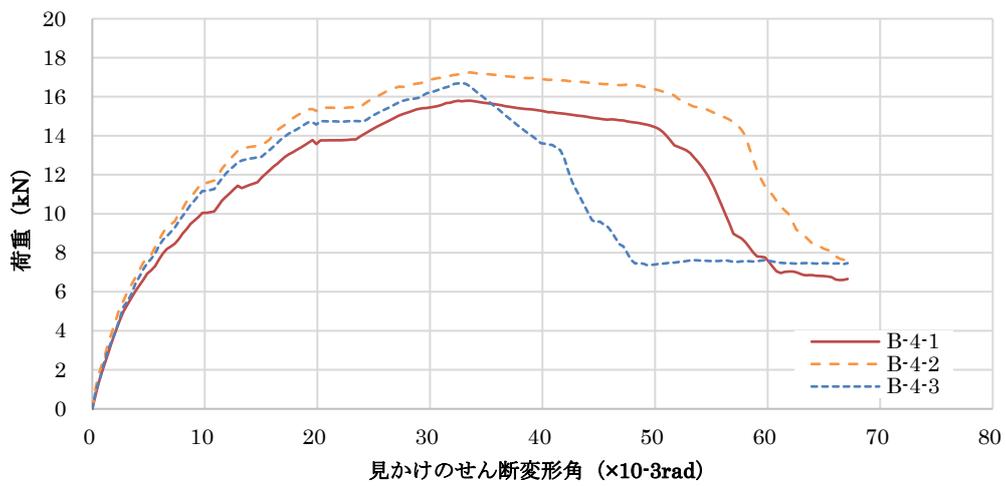
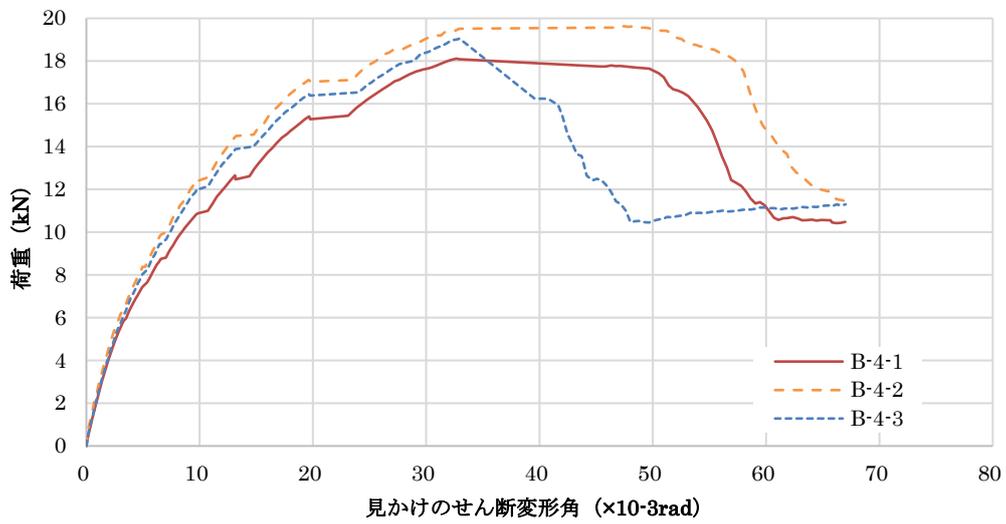


図 3.2.1-15 包絡線 (上：フレーム含む、下：フレームを除く)



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 柱脚部軸材状況



1/15rad 時 柱頭部軸材状況

写真 3.2.1-11 試験状況及び破壊状況 (B-4 (1 体目))



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 上部面材変形

写真 3.2.1-12 試験状況及び破壊状況 (B-4 (2 体目))



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 上部面材変形

写真 3.2.1-13 試験状況及び破壊状況 (B-4 (3 体目))

試験体 B-5 (幅 910+455)

表 3.2.1-8 B-5 試験結果 (フレームの影響を除く)

B-5 (910+455)		1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
	最大荷重 Pmax [kN]	17.48	18.03	18.09	17.86	0.34	17.71
①	降伏耐力 Py [kN]	9.98	10.27	10.63	10.29	0.33	10.14
	降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	初期剛性 K [kN/rad]	1193.46	1302.88	1177.47	1224.61	68.26	1192.45
	終局耐力 Pu [kN]	16.02	16.55	16.83	16.47	0.41	16.28
	終局変形角 γ_u [rad]	0.05	0.05	0.07	0.06	0.01	0.05
	降伏点変形角 γ_v [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
	塑性率 μ	3.98	3.83	4.63	4.15	0.43	3.95
	構造特定係数 Ds	0.38	0.39	0.35	0.37	0.02	0.36
②	0.2Pu/Ds [kN]	8.46	8.54	9.67	8.89	0.68	8.57
③	2/3Pmax [kN]	11.65	12.02	12.06	11.91	0.22	11.80
④	P1/120 [kN]	9.95	10.66	10.11	10.24	0.37	10.06
						min(①②③)	8.57
						④) (kN)=	
						L (m)=	1.365
						PO (kN/m)=	6.27
						実験倍率=	3.19

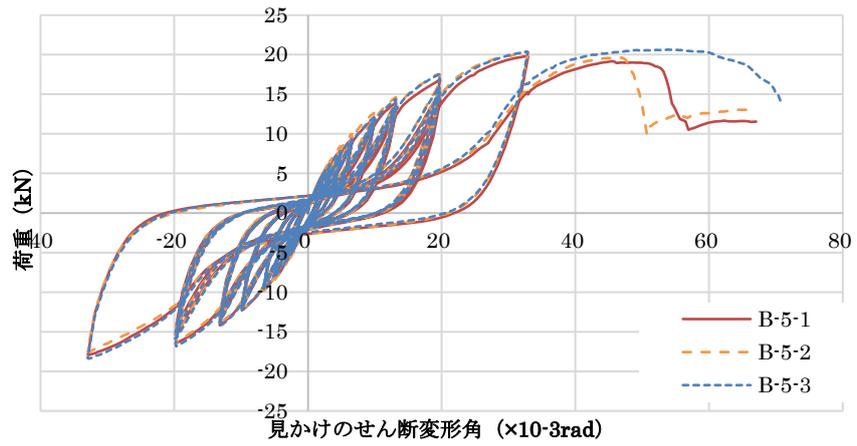


図 3.2.1-16 荷重—せん断変形角履歴曲線 (B-5、見かけの変位)

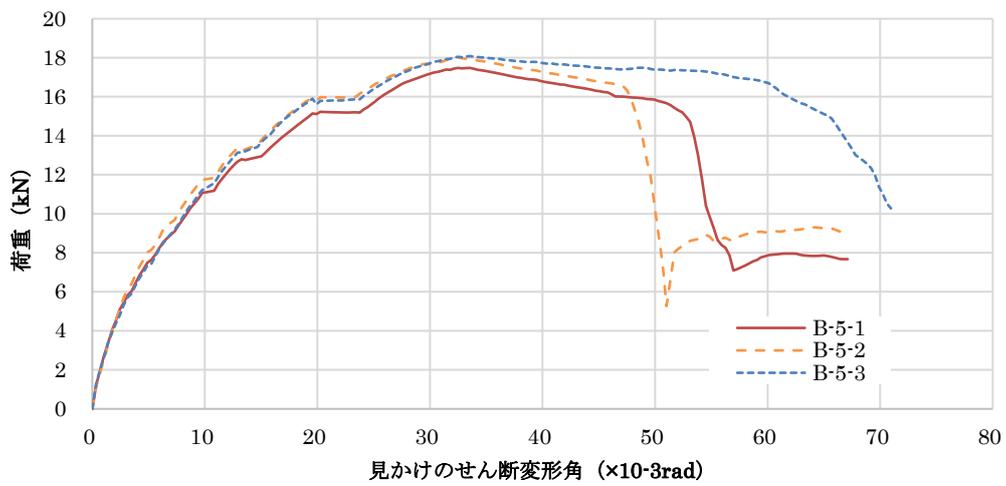
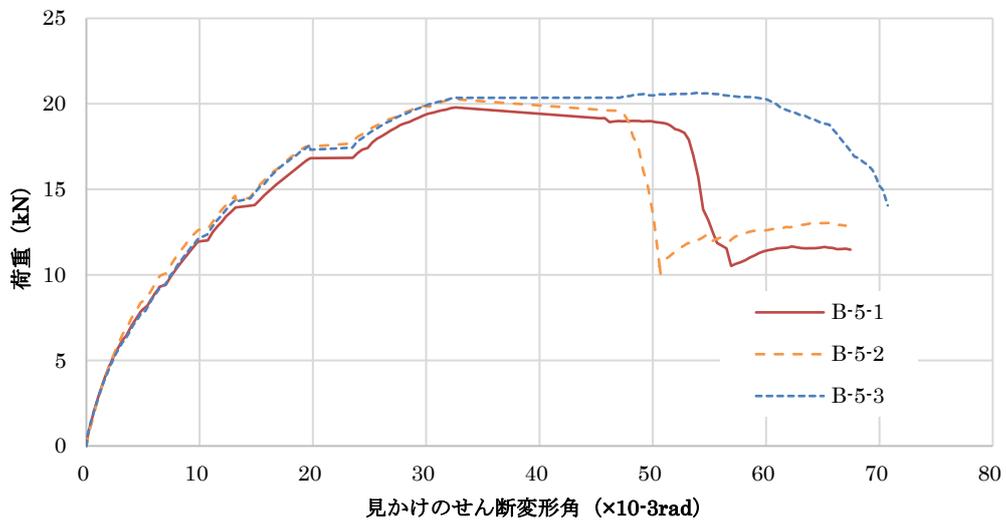


図 3.2.1-17 包絡線 (上：フレーム含む、下：フレームを除く)



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形

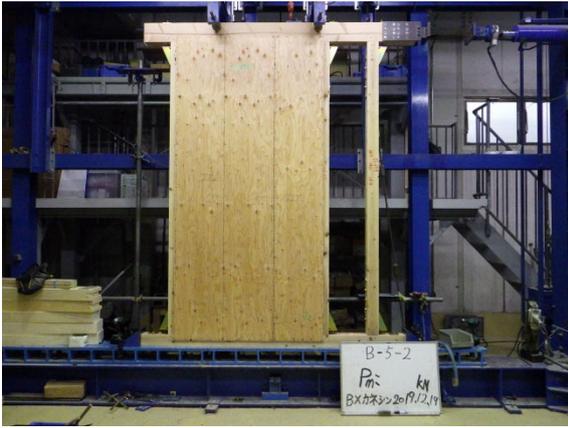


1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 上部面材変形

写真 3.2.1-14 試験状況及び破壊状況 (B-5 (1 体目))



試験前



1/15rad 時



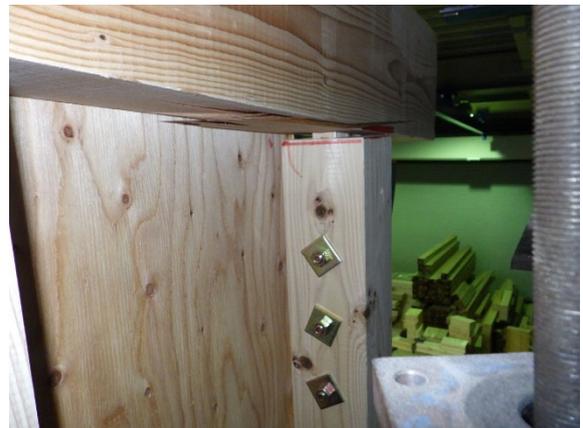
1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 面材変形

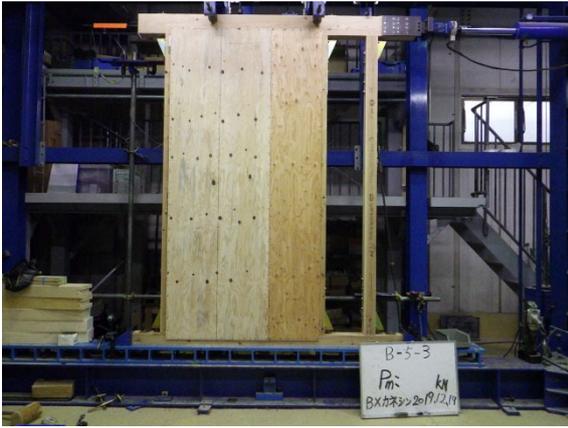


1/15rad 時 柱脚部変形状況



1/15rad 時 柱頭部変形状況

写真 3.2.1-15 試験状況及び破壊状況 (B-5 (2 体目))



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 くぎのパンチアウト



1/15rad 時 柱脚部変形状況

写真 3.2.1-16 試験状況及び破壊状況 (B-5 (3 体目))

試験体 B-6 (幅 910+600)

表 3.2.1-9 B-6 試験結果 (フレームの影響を除く)

B-6(910+600)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	18.54	18.12	22.73	19.80	2.55	18.60
① 降伏耐力 Py [kN]	11.03	9.92	13.32	11.42	1.74	10.61
降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
初期剛性 K [kN/rad]	1256.54	1527.69	1433.65	1405.96	137.68	1341.11
終局耐力 Pu [kN]	16.89	16.49	21.05	18.14	2.53	16.95
終局変形角 γ_u [rad]	0.06	0.06	0.05	0.06	0.01	0.05
降伏点変形角 γ_v [rad]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
塑性率 μ	4.50	5.60	3.49	4.53	1.05	4.03
構造特定係数 Ds	0.35	0.31	0.41	0.36	0.05	0.34
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	9.55	10.53	10.30	10.13	0.51	9.89
③ $2/3P_{max}$ [kN]	12.36	12.08	15.15	13.20	1.70	12.40
④ $P1/120$ [kN]	10.64	11.38	12.37	11.46	0.87	11.05
					min(①②③)	9.89
					④) (kN)=	
					L(m)=	1.51
					PO (kN/m)=	6.54
					実験倍率=	3.33

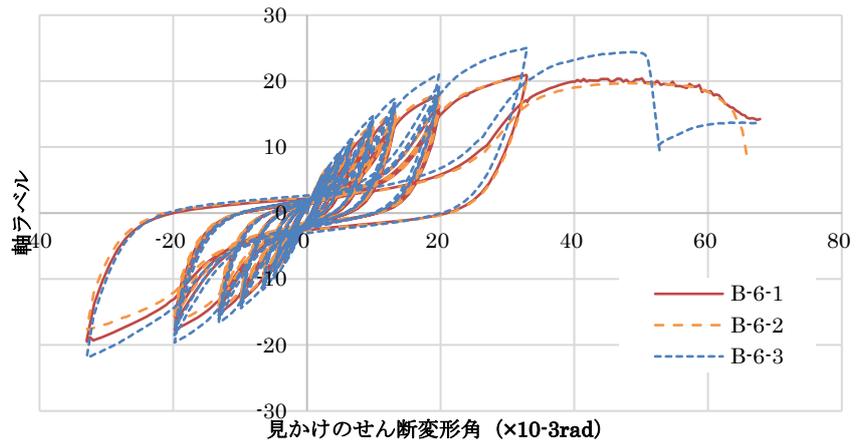


図 3.2.1-18 荷重—せん断変形角履歴曲線 (B-6、見かけの変位)

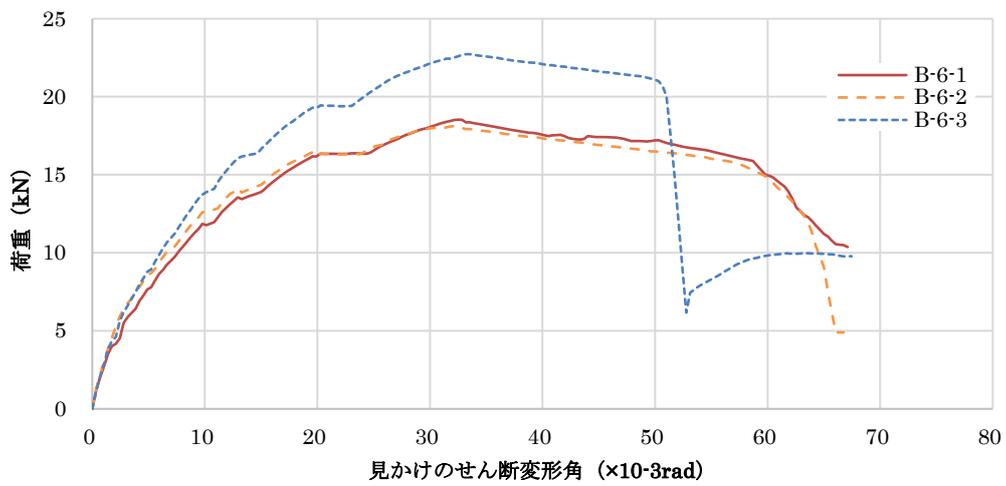
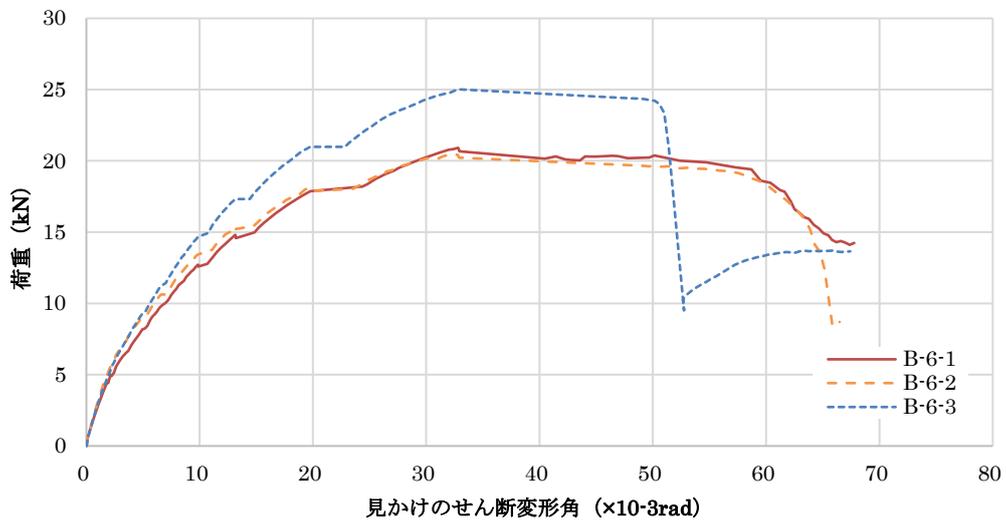


図 3.2.1-19 包絡線 (上：フレーム含む、下：フレームを除く)



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形

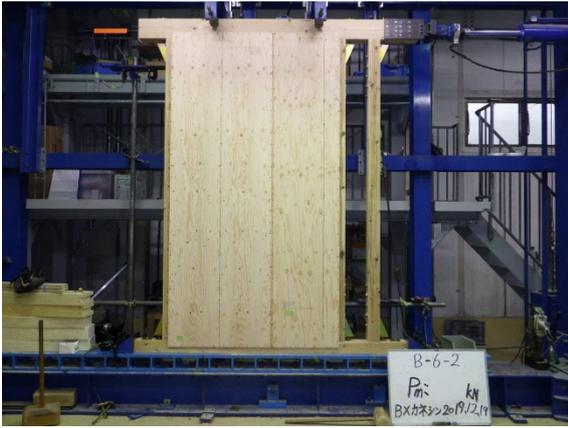


1/15rad 時 くぎのパンチアウト

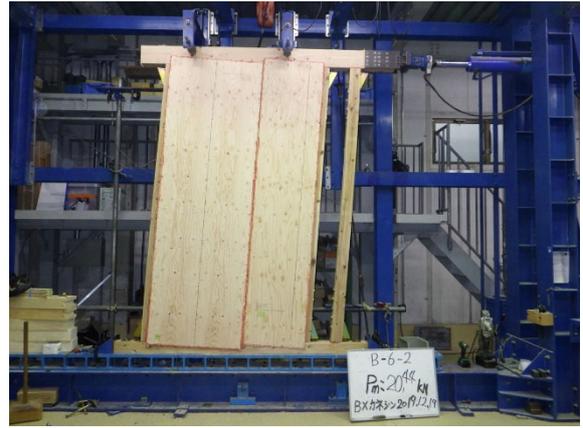


1/15rad 時 上部面材変形

写真 3.2.1-17 試験状況及び破壊状況 (B-6 (1 体目))



試験前



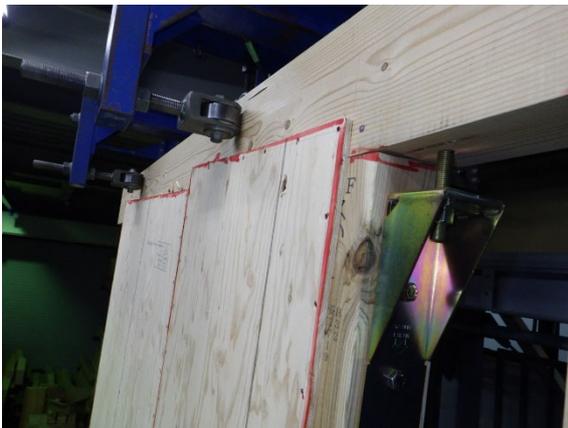
1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形

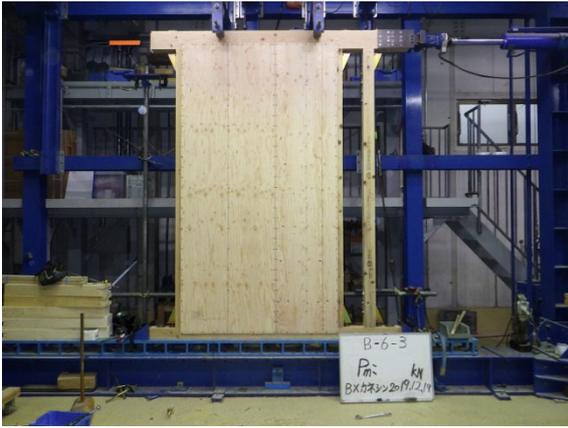


1/15rad 時 上部面材変形



1/15rad 時 柱脚部変形状況

写真 3.2.1-18 試験状況及び破壊状況 (B-6 (2 体目))



試験前



1/15rad 時



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 面材変形



1/15rad 時 上部面材変形



1/15rad 時 柱脚部変形状況

写真 3.2.1-19 試験状況及び破壊状況 (B-6 (3 体目))

試験体 B-7 (フレーム)

表 3.2.1-10 B-7 試験結果

耐力算定のための基礎資料

	a Py	b (0.2/Ds)*Pu	c 2/3Pmax	d 1/120rad P	e 1/300rad P	
B-7	1.8	0.9	2.5	0.7	0.3	
平均	1.8	0.9	2.5	0.7	0.3	
標準偏差	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
変動係数	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	
ばらつき係数	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
基準耐力	1.8	0.9	2.5	0.7	0.3	
許容耐力	1.8	0.9	2.5	0.7	0.3	
壁倍率	0.5	0.3	0.7	0.2	0.1	

特定変形時の荷重、最大荷重

	$\gamma=1/120$ P(kN)	2/3Pmax P(kN)	2/3Pmax δ (rad)	Pmax P(kN)	Pmax δ (rad)
B-7	0.7	2.5	38.2	3.8	66.7
平均	0.7	2.5	38.2	3.8	66.7

降伏耐力、終局耐力、構造特定係数等

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy (rad)	初期剛性 K(kN/rad)	終局変位 δu (rad)	降伏変位 δv (rad)	終局耐力 Pu(kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
B-7	1.8	23.8	75.6	66.7	42.9	3.2	1.55	0.69
平均	1.8	23.8	75.6	66.7	42.9	3.2	1.55	0.69

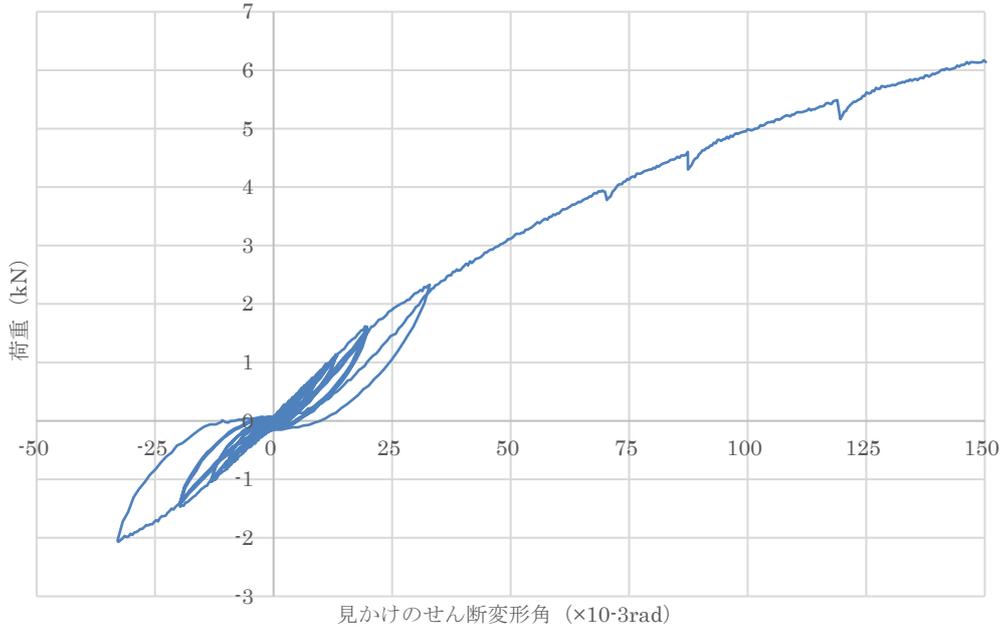


図 3.2.1-20 荷重－せん断変形角履歴曲線 (B-7、見かけの変位)

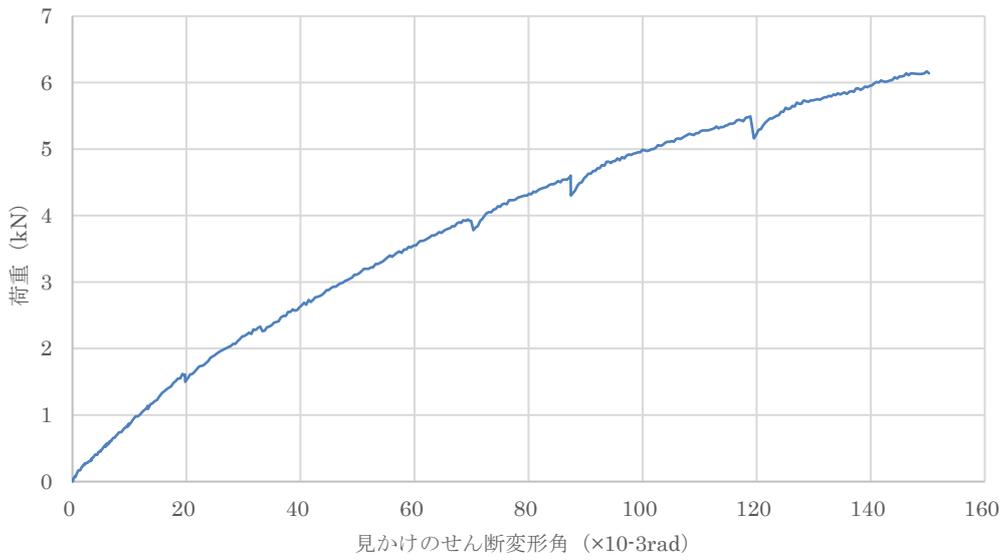


図 3.2.1-21 包絡線



試験開始時



最大変形時 (150mm 1/6.6rad)



柱の変形



土台へのめり込み



柱頂部

写真 3.2.1-20 試験状況及び破壊状況 (B-7)

3.2.2 大壁耐力壁（幅方向）の水平せん断試験に関するまとめ

各試験体の結果について表 3.2.2-1 に示す。また図 3.2.2-1、図 3.2.2-2 は面材の幅を横軸、耐力を縦軸とし、4 指標の平均と 50%下限値を 1m あたりの耐力として換算したもの（表 3.2.2-1 内で「m 換算」）を示したものである。

表 3.2.2-1 各試験体の結果（フレームの影響を除いたもの）

B-1 (600)								
	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準 偏差	50%下 限值	m 換算	
							平均	50%下 限值
① Py [kN]	4.76	5.10	4.99	4.95	0.17	4.87	8.25	8.12
② 0.2Pu/Ds [kN]	3.78	4.79	4.10	4.22	0.51	3.98	7.04	6.64
③ 2/3Pmax [kN]	5.42	6.01	5.79	5.74	0.29	5.60	9.56	9.33
④ P1/120 [kN]	3.84	4.87	4.05	4.25	0.55	3.99	7.08	6.66

B-2 (910)								
	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準 偏差	50%下 限值	m 換算	
							平均	50%下 限值
① Py [kN]	6.55	8.64	7.15	7.45	1.07	6.94	8.18	7.63
② 0.2Pu/Ds [kN]	6.09	6.38	6.32	6.26	0.15	6.19	6.88	6.80
③ 2/3Pmax [kN]	8.28	9.77	8.33	8.80	0.85	8.40	9.67	9.23
④ P1/120 [kN]	7.11	8.07	7.60	7.60	0.48	7.37	8.35	8.10

B-3 (1000)								
	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準 偏差	50%下 限值	m 換算	
							平均	50%下 限值
① Py [kN]	7.64	8.89	8.69	8.41	0.67	8.09	8.41	8.09
② 0.2Pu/Ds [kN]	7.49	7.62	6.95	7.35	0.35	7.19	7.35	7.19
③ 2/3Pmax [kN]	9.97	10.47	9.73	10.06	0.38	9.88	10.06	9.88
④ P1/120 [kN]	9.09	9.97	9.25	9.44	0.47	9.22	9.44	9.22

B-4 (910+303)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準 偏差	50%下 限值	m 換算	
							平均	50%下 限值
① Py [kN]	8.74	9.50	9.98	9.41	0.63	9.11	7.75	7.51
② 0.2Pu/Ds [kN]	7.87	9.54	7.20	8.20	1.20	7.64	6.76	6.30
③ 2/3Pmax [kN]	10.54	11.50	11.14	11.06	0.49	10.83	9.12	8.93
④ P1/120 [kN]	9.18	10.59	10.12	9.96	0.71	9.63	8.21	7.94

B-5 (910+455)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準 偏差	50%下 限值	m 換算	
							平均	50%下 限值
① Py [kN]	9.98	10.27	10.63	10.29	0.33	10.14	7.54	7.43
② 0.2Pu/Ds [kN]	8.46	8.54	9.67	8.89	0.68	8.57	6.51	6.28
③ 2/3Pmax [kN]	11.65	12.02	12.06	11.91	0.22	11.80	8.72	8.65
④ P1/120 [kN]	9.95	10.66	10.11	10.24	0.37	10.06	7.50	7.37

B-6 (910+600)

	1 体目	2 体目	3 体目	平均	標準 偏差	50%下 限值	m 換算	
							平均	50%下 限值
① Py [kN]	11.03	9.92	13.32	11.42	1.74	10.61	7.57	7.02
② 0.2Pu/Ds [kN]	9.55	10.53	10.30	10.13	0.51	9.89	6.71	6.55
③ 2/3Pmax [kN]	12.36	12.08	15.15	13.20	1.70	12.40	8.74	8.21
④ P1/120 [kN]	10.64	11.38	12.37	11.46	0.87	11.05	7.59	7.32

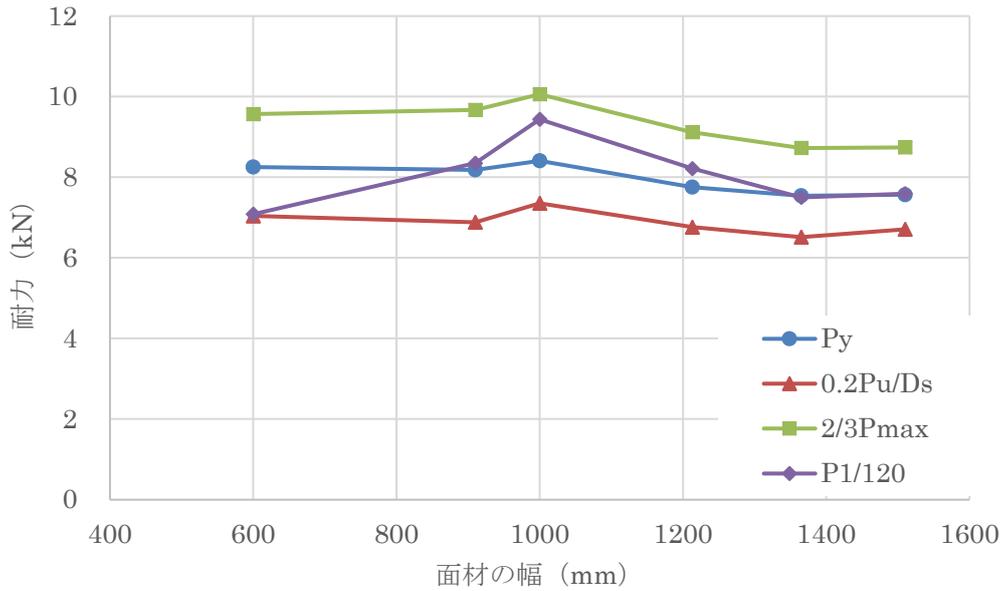


図 3.2.2-1 面材の幅と耐力 (m 換算 (平均))

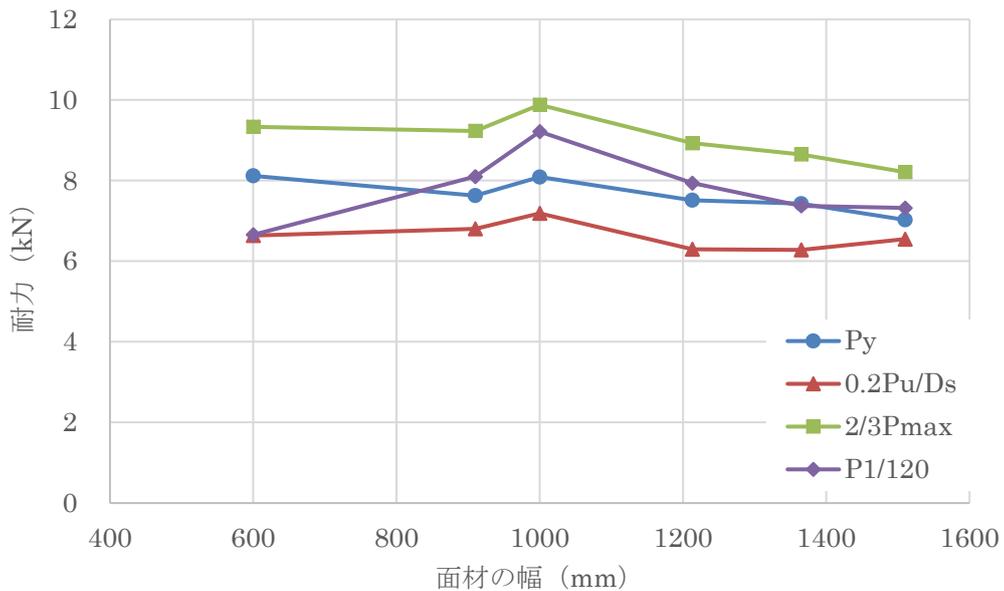


図 3.2.2-2 面材の幅と耐力 (m 換算 (50%下限値))

また、壁倍率について表 3.2.2-2 に示す。また図 3.2.2-3 は、面材の幅を横軸、壁倍率を縦軸として各試験体を表したものである。

B-2 (幅 910mm) の仕様を中心とし、壁倍率で比較すると、B-2 (幅 910mm) と B-3 (幅 1000mm) では (B-2 : 3.46、B-3 : 3.66) 約 5.8% の差、B-2 (幅 910mm) と B-5 (幅 910+455mm) では (B-2 : 3.46、B-5 : 3.19) 約 7.8% の差となった。ただし、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。図 3.2.2-3 のグラフにもその傾向がでていいるものと思われる。

表 3.2.2-2 各試験体の壁倍率

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

w (mm)	フレームの影響を含む評価					実験倍率 B	
	Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P1/120 (kN)	P ₀ (kN)		
B-1	600	6.91	4.71	8.00	4.74	4.71	4.00
B-2	910	8.91	7.03	9.95	8.12	7.03	3.93
B-3	1000	9.31	8.37	11.42	9.87	8.37	4.26
B-4	1213	10.28	8.43	12.38	10.37	8.43	3.54
B-5	1365	11.18	9.40	13.37	10.80	9.40	3.51
B-6	1510	12.26	10.82	13.96	11.80	10.82	3.65

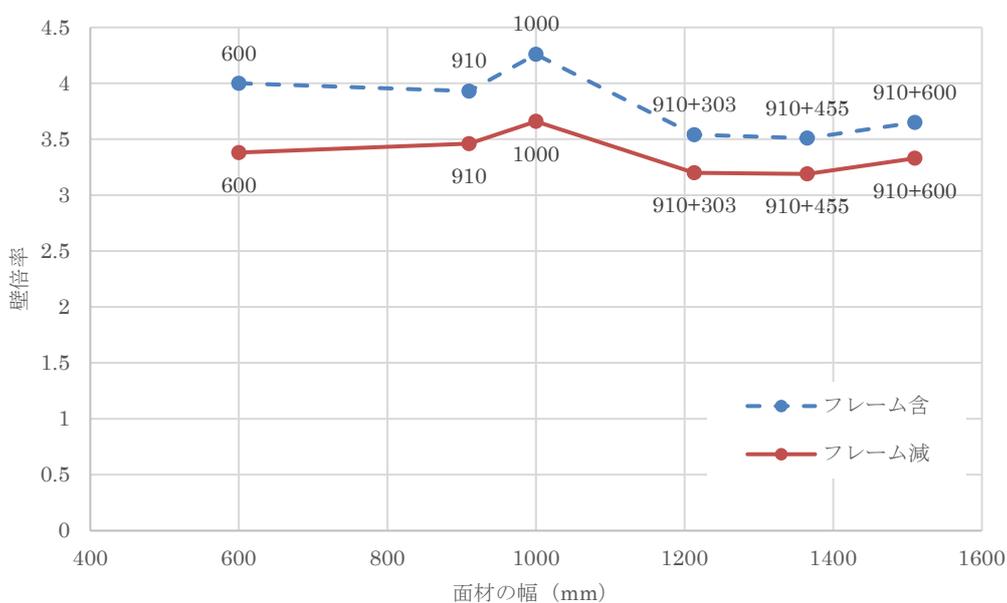


図 3.2.2-3 面材の幅と壁倍率

3.2.3 柱梁接合部の引張実験結果

本検討の解析では用いなかっただが、将来、軸組のモデルにバネ設定して解析する場合を想定して、柱梁接合部の引張実験を実施しデータを取得した。

(1) 試験方法

試験は、『木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年度版）1』の「4.4 継手・仕口接合部試験」の柱頭柱脚接合部の引張試験に準じて実施した。

試験場所 : BX カネシン

試験スケジュール : 2019/12/16

(2) 試験体と使用材料

試験体は3体とした。試験体図を以下に示す。

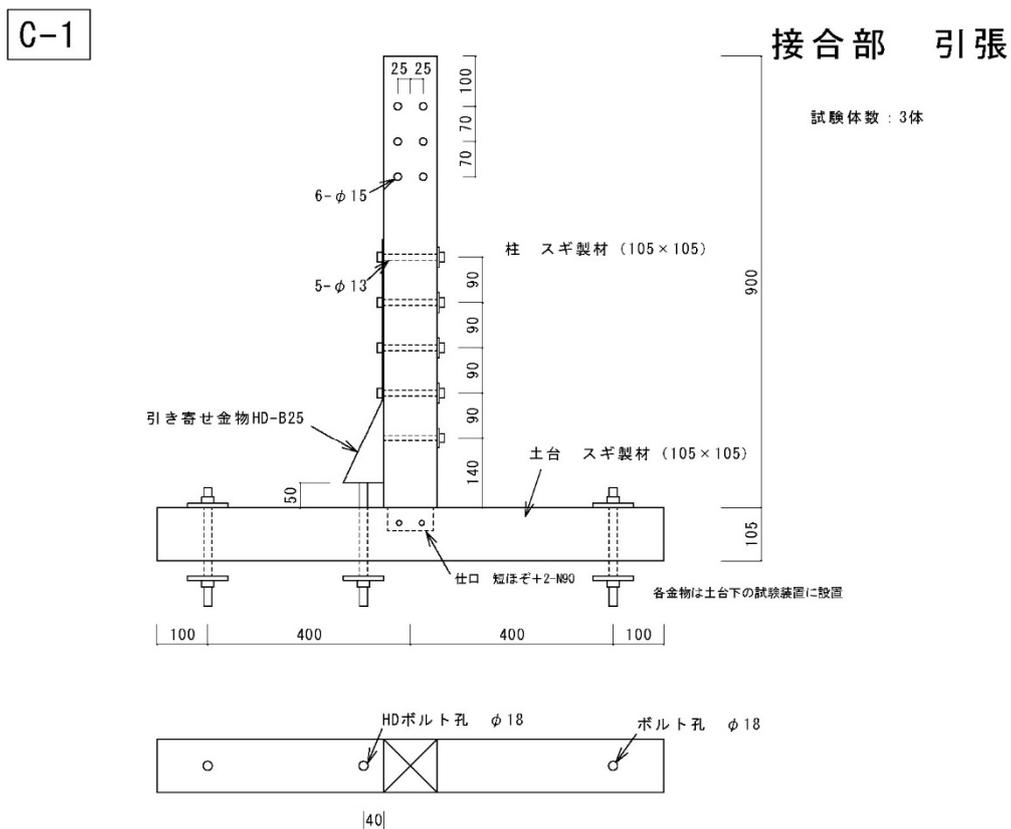


図 3.2.3-1 引張試験の試験体図

試験体に用いた軸材の密度、含水率を表 3.2.3-1 に示す。

含水率は高周波容量式木材水分計で計測した。密度の算定は、プレカットされた部材の質量と体積（仕口加工部分除く）から概算で算出したものである。

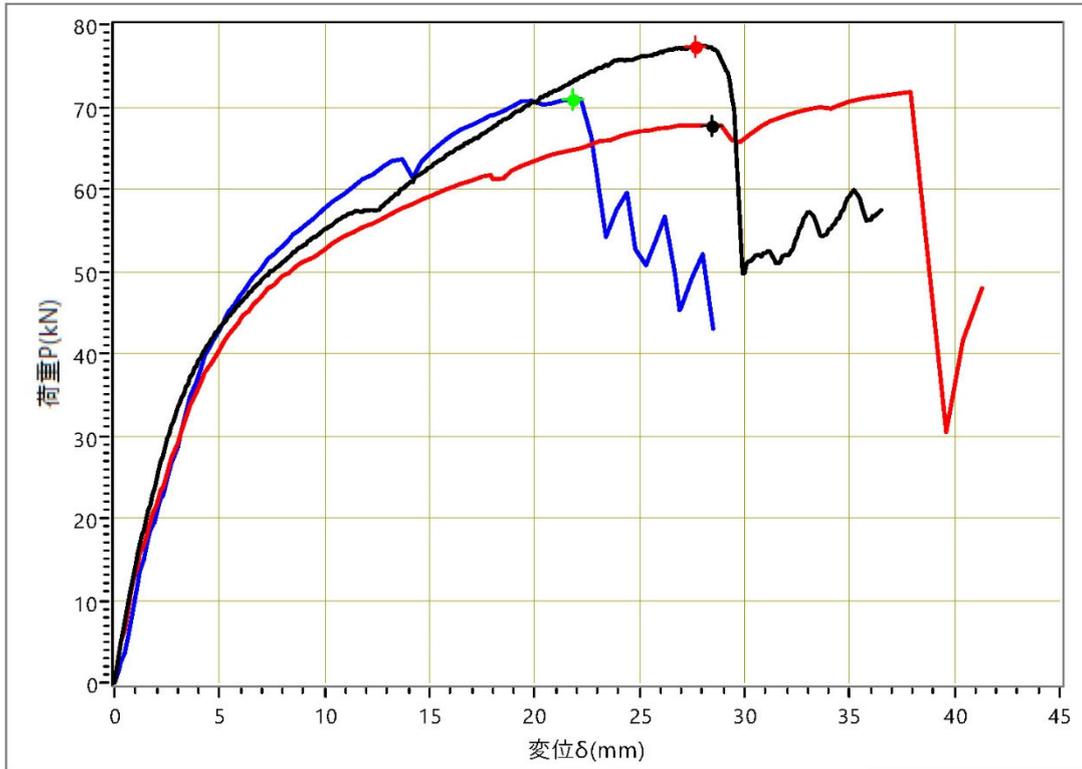
表 3.2.3-1 材料の密度、含水率

	試験体数	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱 (スギ)	3	452.8	6.7	11.0	0.5
土台 (スギ)	3	413.9	21.2	12.9	4.8

(3) 試験結果

試験結果を図 3.2.3-2 に示す。

【包絡線比較】



C-1-0		Pmax= 77.4 kN
C-1-1		Pmax= 67.7 kN
C-1-2		Pmax= 70.9 kN

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy(mm)	2/3Pmax P(kN)	2/3Pmax δ(mm)	Pmax P(kN)	Pmax δ(mm)
No.1	41.3	4.5	51.6	8.2	77.4	28.0
No.2	40.3	5.0	45.1	6.4	67.7	28.4
No.3	43.1	5.0	47.3	6.1	70.9	21.8
平均	41.6	4.8	48.0	6.9	72.0	26.1
標準偏差	1.42	0.29	3.31	1.14	4.94	3.70
変動係数	0.034	-	0.069	-	-	-
ばらつき係数	0.893	-	0.783	-	-	-
基準耐力	37.1	-	37.6	-	-	-

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy(mm)	初期剛性 K(kN/cm)	終局変位 δu(mm)	降伏変位 δv(mm)	終局耐力 Pu(kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
No.1	41.3	4.5	91.8	29.7	7.3	66.5	4.07	0.37
No.2	40.3	5.0	80.6	30.0	7.5	61.3	4.00	0.38
No.3	43.1	5.0	86.2	23.3	7.5	64.0	3.11	0.44
平均	41.6	4.8	86.2	27.7	7.4	63.9	3.73	0.40

図 3.2.3-2 引張試験 結果

3.2.4 柱梁接合部の曲げ実験結果

本検討の解析では用いなかったが、将来、軸組のモデルにバネ設定して解析する場合を想定して、柱梁接合部の曲げ実験を実施しデータを取得した。

(1) 試験方法

試験は水平せん断試験の柱脚部を想定したもので、図 3.2.4-1 に示す試験体図で水平加力を行ったものである。加力スケジュールは、水平せん断試験と同様に、正負交番繰り返し加力で、見掛けのせん断変形角が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad の正負変形時に 3 回の繰り返し加力を行う。加えて 1/30rad の繰り返し加力を 1 回行う。最大荷重に達した後、最大荷重の 80% の荷重に低下するまで加力するか、試験体の変形角が 1/10rad に達するまで加力した。

試験場所 : BX カネシン
 試験スケジュール : 2019/12/16~17

(2) 試験体と使用材料

試験体は 3 体とした。試験体図を以下に示す。

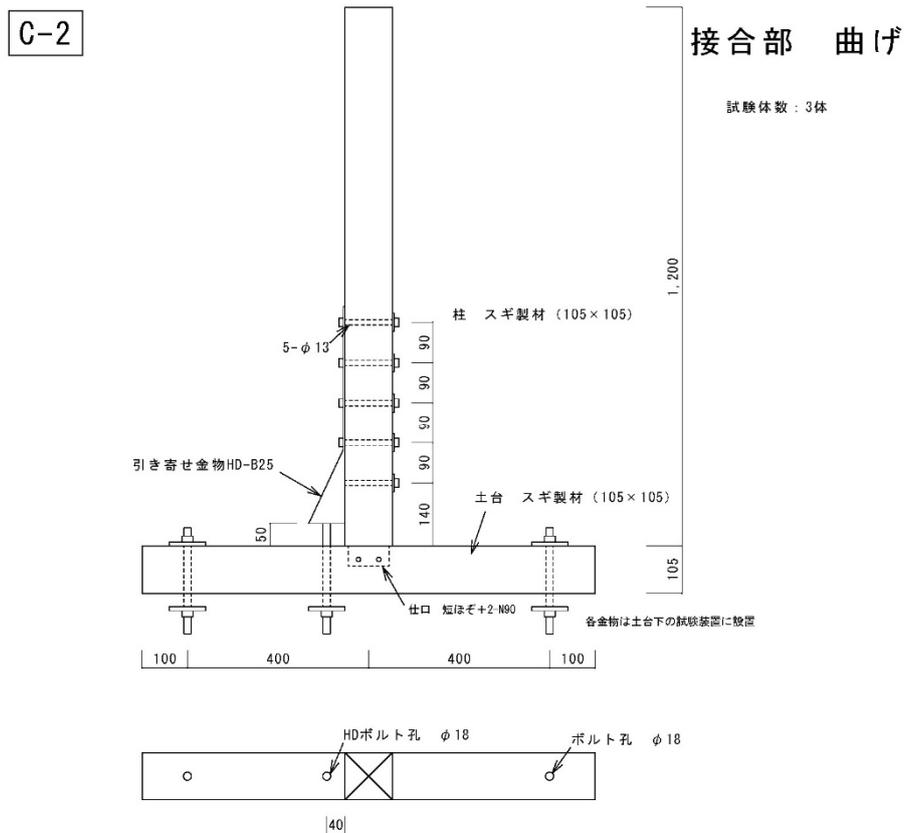


図 3.2.4-1 曲げ試験の試験体図

本試験体に用いた軸材の密度、含水率を表 3.2.4-1 に示す。

含水率は高周波容量式木材水分計で計測した。密度の算定は、プレカットされた部材の質量と体積（仕口加工部分除く）から概算で算出したものである。

表 3.2.4-1 材料の密度、含水率

	試験体数	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱 (スギ)	3	445.5	33.6	11.4	1.1
土台 (スギ)	3	499.5	16.2	16.4	1.1

(3) 試験結果

荷重－せん断変形角曲線履歴を図 3.2.4-2、試験結果を図 3.2.4-3 に示す。

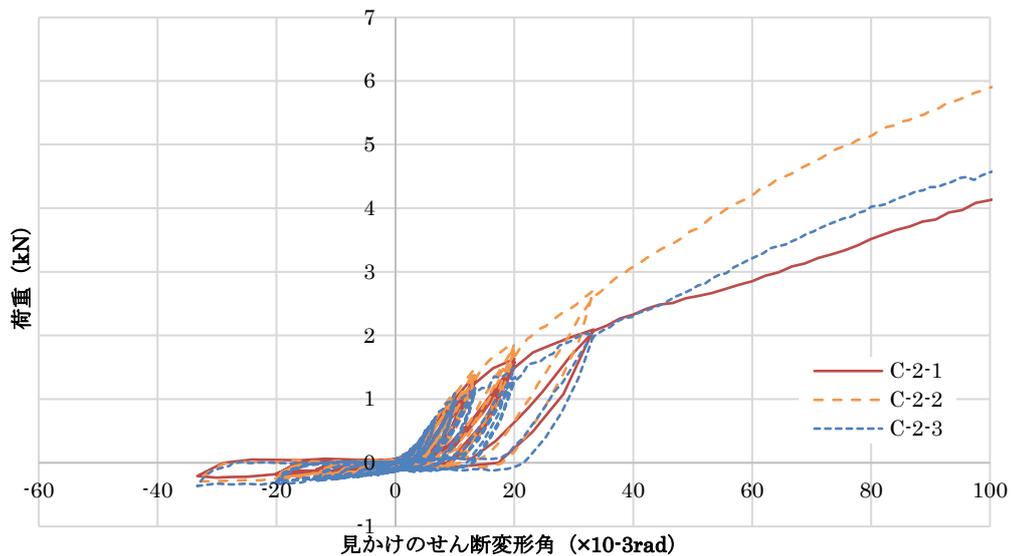
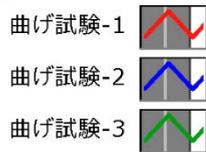
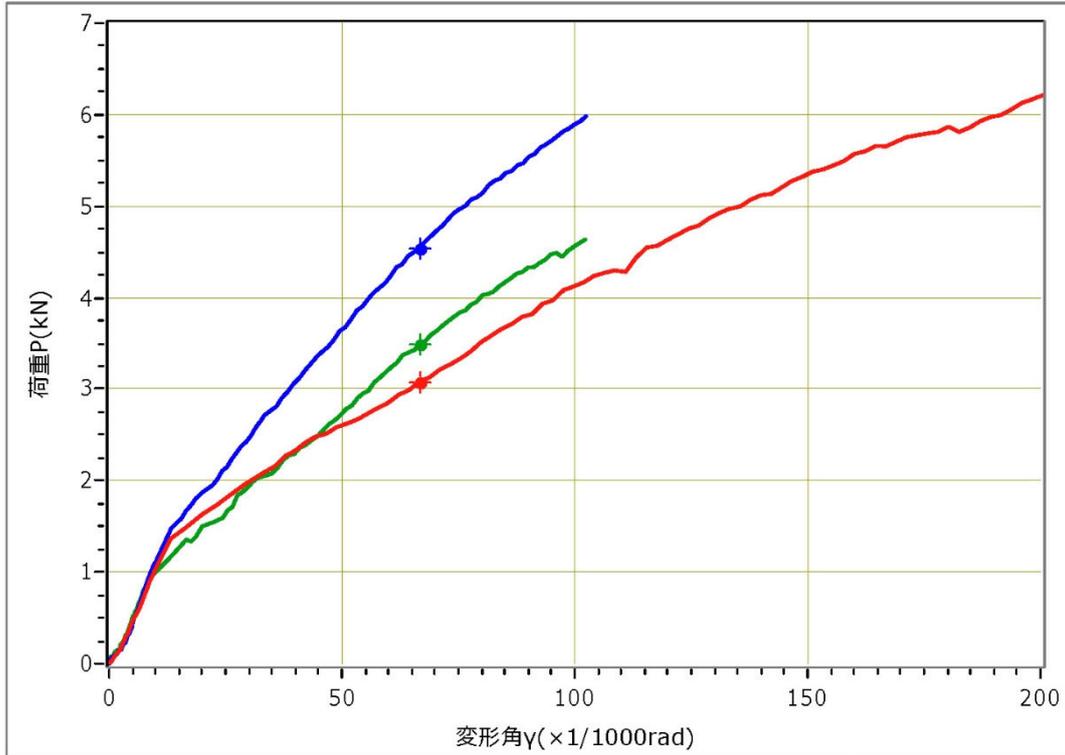


図 3.2.4-2 荷重－せん断変形角曲線履歴

曲げ試験-1~3

【包絡線比較】

2019/12/16



Pmax= 3.1 kN
Pmax= 4.5 kN
Pmax= 3.5 kN

	a Py	b (0.2/Ds)*Pu	c 2/3Pmax	d 1/120rad P	e 1/300rad P	
No.1	1.45	0.99	2.05	0.85	0.31	
No.2	1.94	1.10	3.03	0.92	0.28	
No.3	1.55	0.85	2.32	0.90	0.32	
平均	1.65	0.98	2.47	0.89	0.30	
標準偏差	0.26	0.13	0.51	0.04	0.02	
変動係数	0.158	0.133	0.206	0.045	0.067	
ばらつき係数	0.926	0.937	0.903	0.979	0.968	
基準耐力	1.53	0.92	2.23	0.87	0.29	
許容耐力	1.53	0.92	2.23	0.87	0.29	
壁倍率	0.98	0.59	1.42	0.55	0.18	

	降伏時 Py(kN)	降伏時 δy(rad)	初期剛性 K(kN/rad)	終局変位 δu(rad)	降伏変位 δv(rad)	終局耐力 Pu(kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
No.1	1.45	15.50	93.55	66.67	25.88	2.42	2.58	0.49
No.2	1.94	21.99	88.22	66.67	43.29	3.82	1.54	0.69
No.3	1.55	22.62	68.52	66.67	42.71	2.93	1.56	0.69
平均	1.65	20.04	83.43	66.67	37.29	3.06	1.89	0.62

図 3.2.4-3 曲げ試験 結果

3.3 大壁耐力壁（幅方向）の解析的検討

大壁耐力壁の幅方向の検討については、2.3 で実施した大壁仕様の解析モデルを使用し、幅方向の寸法および壁高さ、面材の張り方をパラメーターとして解析を行った。

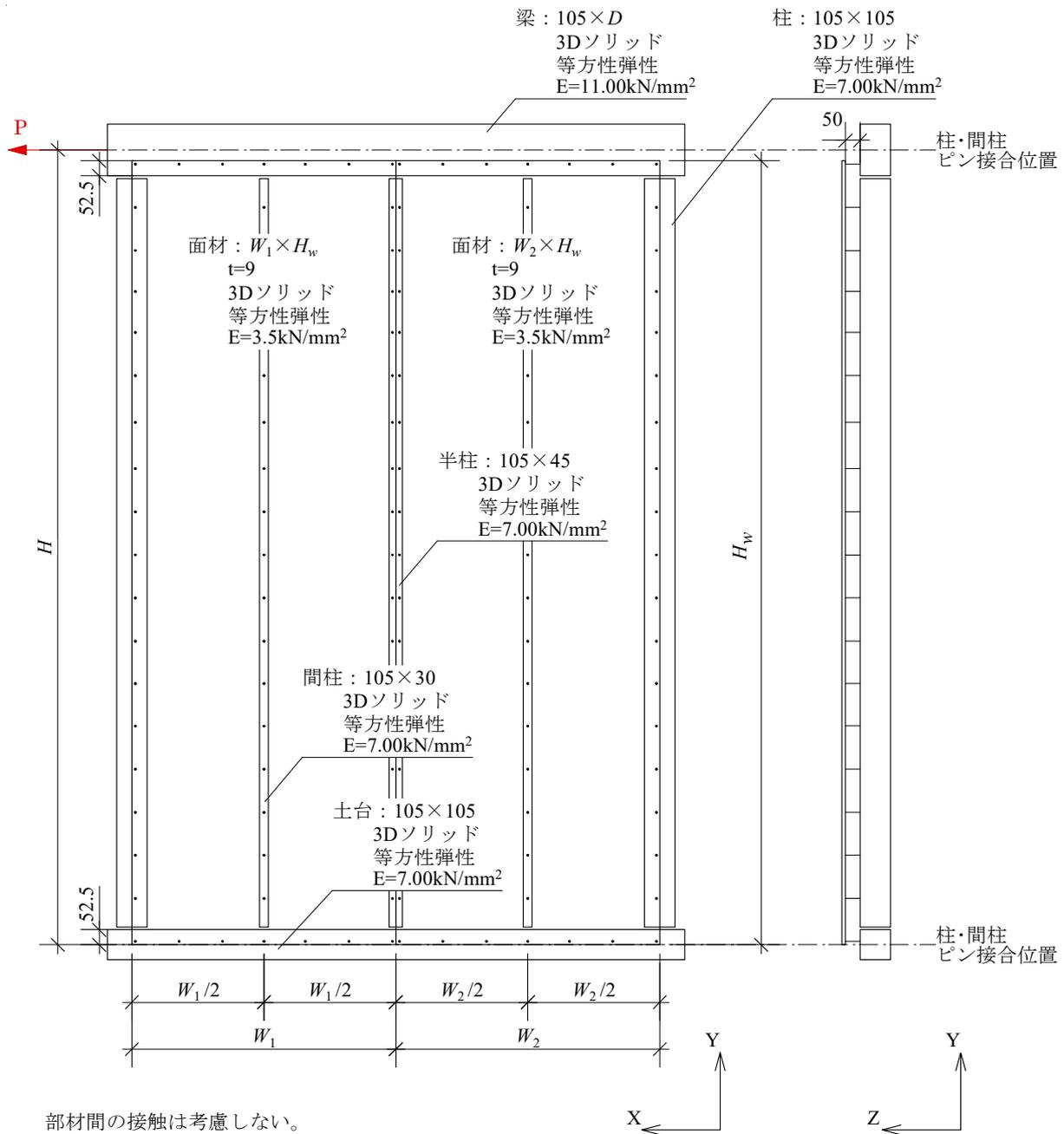
3.3.1 解析手法および解析モデル

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 3.3.1-1～図 3.3.1-4 に示す。図 3.3.1-1 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 3.3.1-2 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 3.3.1-3 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。

図 3.3.1-4 に示すように、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 $P_y=1200\text{N}$ とし、 $P=600\text{N}$ 以上で $K_2=K_1/4.5$ の二次勾配を、 $\delta=14.6\text{mm}$ 以降で $K_3=-K_1/12$ の負勾配を設定した。（くぎのモデル化の考え方は 2.3.1 を参照）



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。
面材のくぎ縁端距離は12mm。

(寸法単位 : mm)

図 3.3.1-1 解析モデル概要

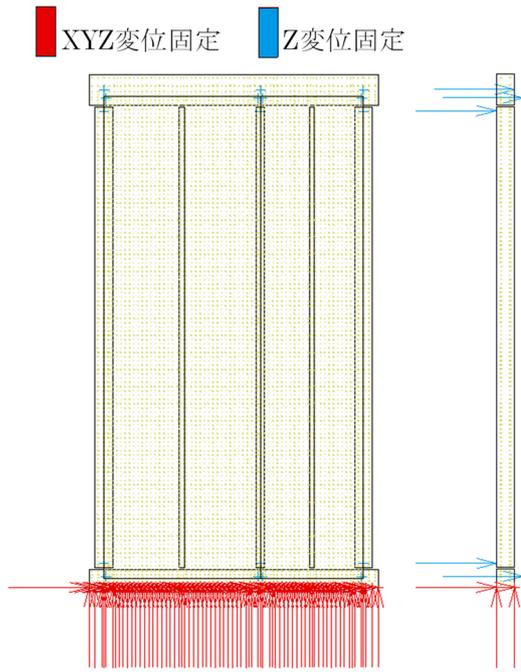


図 3.3.1-2 境界条件

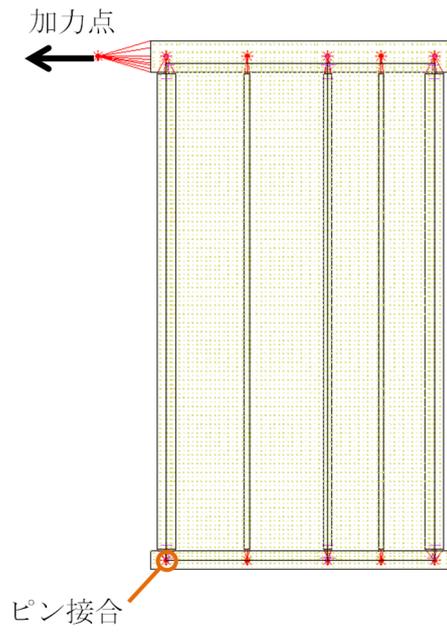


図 3.3.1-3 軸組接合部

— : 単調引張 (D-fir)	— : No.1 (単調, カマツ)
— : No.1 (繰返し, d-fir)	- - - : No.2 (単調, カマツ)
- - - : No.2 (繰返し, d-fir)	- · - · : No.3 (単調, カマツ)
- · - · : No.3 (繰返し, d-fir)	- · - · : No.4 (単調, カマツ)
- - - : くぎモデル	— : くぎモデル (昨年度)



くぎ1本を16本のばねに分割したモデル

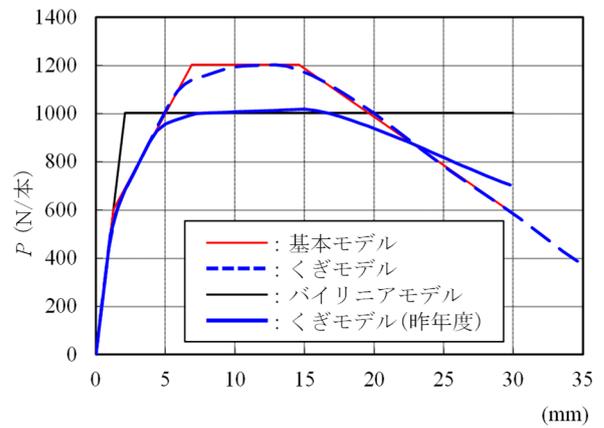
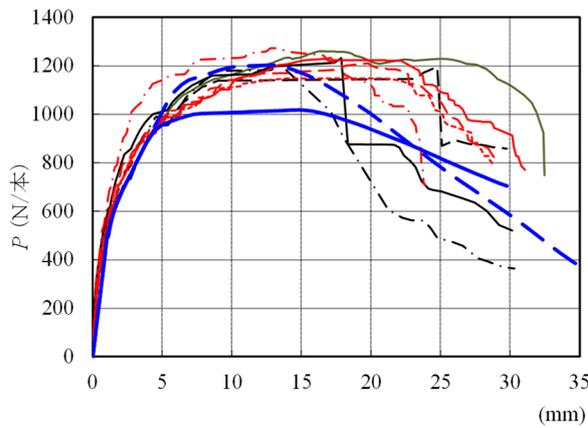


図 3.3.1-4 くぎのモデル化概要
(図 2.3.1-4 再掲)

3.3.2 パラメーターの設定

解析はくぎピッチが同じ場合の壁幅の違いの影響を確認するためのパラメーターを、面材高さ (Hw) 3 種類、面材幅 (L) の組み合わせ 11 種類として設定した。面材高さは、2.3 と同様に、くぎピッチ 100mm で均等割りできる寸法とした。

なお、幅のパラメーターのうち、トータルの面材幅が同じものがあるが、それぞれ解析手順が異なる。例えば記号 910455 は 910mm と 455mm の幅の面材を左右に並べて張ったモデルで解析を行ったものだが、記号 910+455 は 910mm での解析結果と 455mm での解析結果を足し合わせたものを示している。

解析モデルの一覧を表 3.3.2-1 に示す。なお、幅別の面材くぎの割り付けの例 (高さ 2824 mm) を図 3.3.2-1 に示す。

表 3.3.2-1 解析モデルの一覧 (幅の影響)

記号	面材高さ (mm)	面材幅 (mm)	面材の枚数
H1624-455	1624	455	1
H2824-455	2824		
H4224-455	4224		
H1624-600	1624	600	
H2824-600	2824		
H4224-600	4224		
H1624-910	1624	910	
H2824-910	2824		
H4224-910	4224		
H1624-1000	1624	1000	
H2824-1000	2824		
H4224-1000	4224		
H1624-1510	1624	1510	
H2824-1510	2824		
H4224-1510	4224		
H1624-1820	1624	1820	
H2824-1820	2824		
H4224-1820	4224		
H1624-910303	1624	1213 (910+303)	2
H2824-910303	2824		
H4224-910303	4224		
H1624-910455	1624	1365 (910+455)	
H2824-910455	2824		
H4224-910455	4224		
H1624-910600	1624	1510 (910+600)	
H2824-910600	2824		
H4224-910600	4224		
H1624-600910	1624	1510 (600+910)	
H2824-600910	2824		
H4224-600910	4224		
H1624-910+455	1624	910, 455	各1
H2824-910+455	2824		
H4224-910+455	4224		
H1624-910+600	1624	910, 600	
H2824-910+600	2824		
H4224-910+600	4224		

注) 1. 表中の記号の定義を以下に示す。

H1624 - **455**

面材高さ(Hw) 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。

2. パラメーターの組み合わせを以下に示す。

$$\begin{matrix} \text{面材高さ(Hw)} & \text{面材幅(L)} \\ & \begin{matrix} 455 \\ 600 \\ 910 \\ 1000 \\ 1510 \\ 1820 \\ 910303 \\ 910455 \\ 910600 \\ 910+455 \\ 910+600 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1624 \\ 2824 \\ 4224 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 455 \\ 600 \\ 910 \\ 1000 \\ 1510 \\ 1820 \\ 910303 \\ 910455 \\ 910600 \\ 910+455 \\ 910+600 \end{pmatrix} = 33 \text{通り}$$

3. その他条件を以下に示す。

柱, 土台, 半柱, 間柱, 胴つなぎ

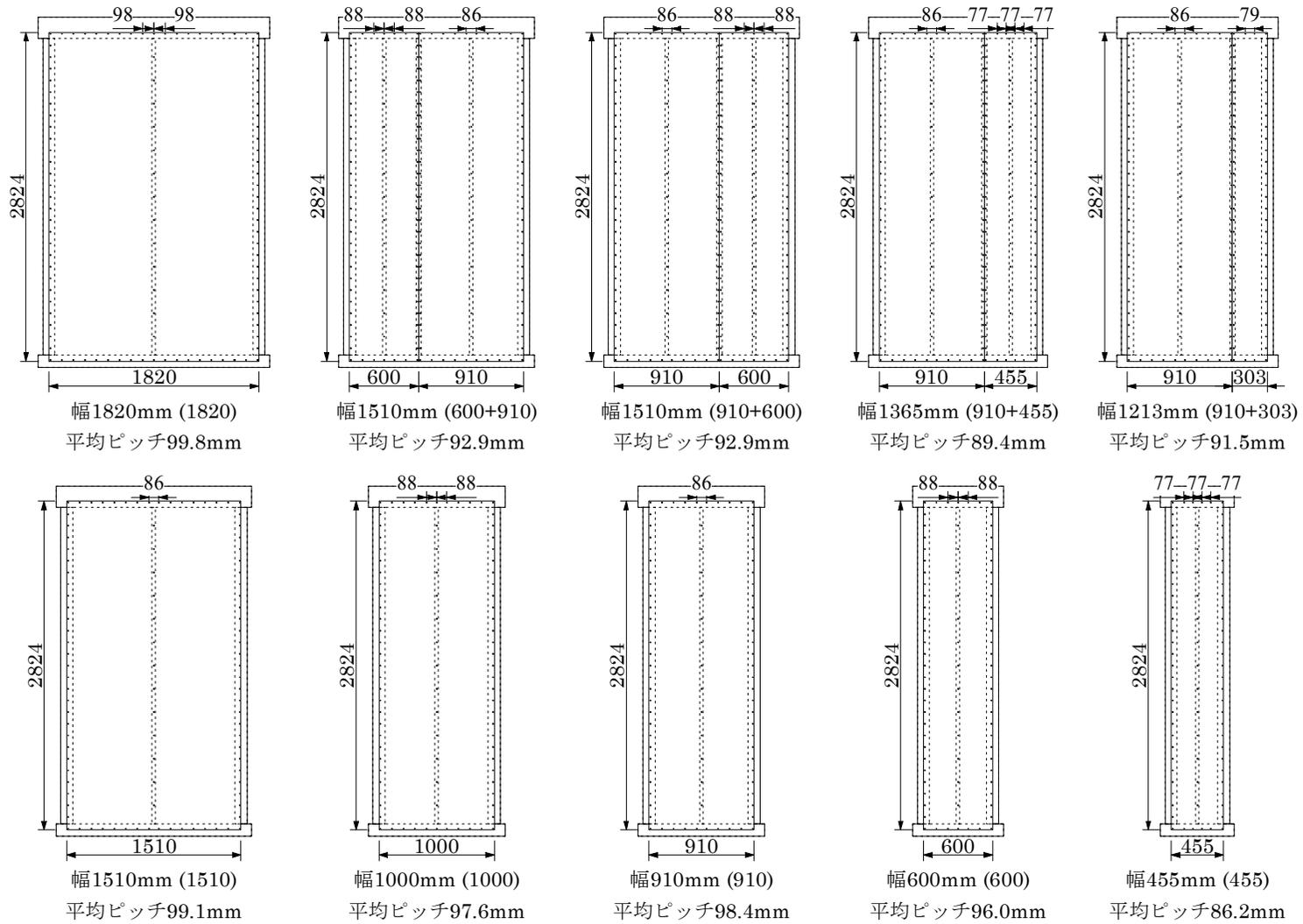
ヤング係数 : 7000N/mm²

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



注) 平均ピッチ = $(L-24)/(n-1)$
L: 幅 (mm) n: くぎ本数

高さ2824mmの場合

図 3.3.2-1 高さ 2824mm の場合における面材幅別の寸法 (寸法単位: mm)

3.3.3 解析結果

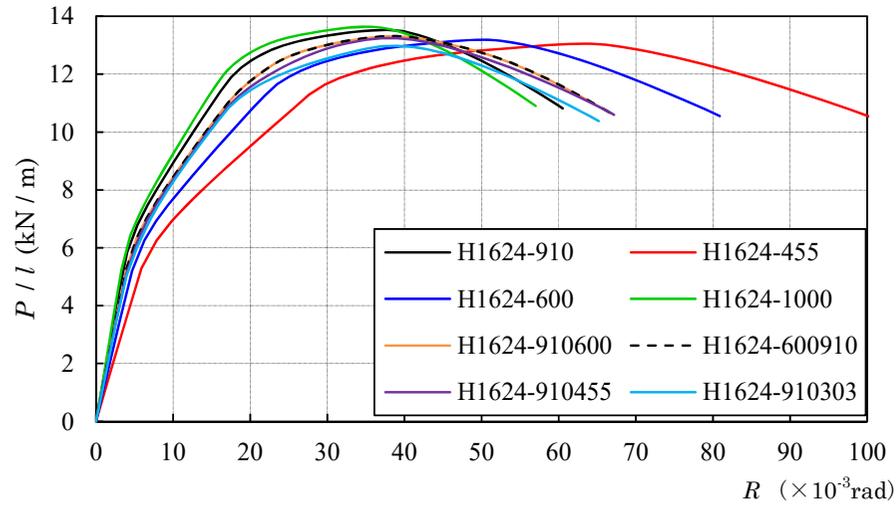
解析結果の一覧を表 3.3.3-1 に示す。表 3.3.3-1 には 4 指標、壁倍率および、解析結果のうちの最小値を基準とした耐力の比を示した。また、面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係を図 3.3.3-1 に、壁倍率の比較を図 3.3.3-2 に、面材幅 1m 当たりのせん断力の比較を図 3.3.3-3 および図 3.3.3-4 に示す。

図表番号	タイトル	記載内容
表 3.3.3-1	解析結果の一覧	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4 指標 ・ 壁倍率 ・ 壁幅 1m 当たりの耐力 ・ 壁幅 1m 当たりの耐力比（最小値との比較）
図 3.3.3-1	面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係	・ 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係のグラフ（面材高さの別で 3 種類）
図 3.3.3-2	壁倍率の比較	・ 幅別に壁倍率を示したグラフ（1 種類）
図 3.3.3-3	面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較	・ 幅別に面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力グラフ（1 種類）
図 3.3.3-4	面材幅 1m 当たりのせん断力の比較	・ 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較（4 指標ごとのグラフで、4 種類）

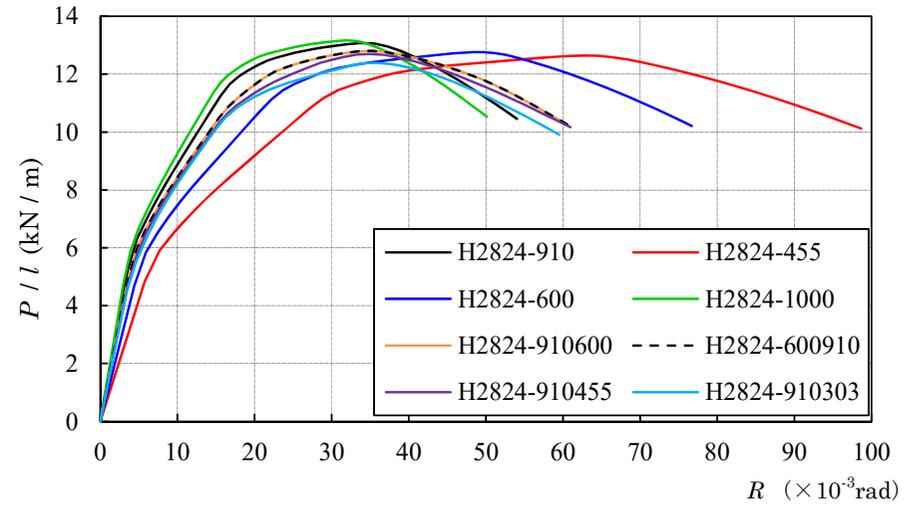
- ・ 図 3.3.3-3 によると、高さが 4.2m になると、幅が 455 mm や 600 mm で耐力が低くなる傾向がみられた。
- ・ 表 3.3.3-1 で記号 H2824-910 を基準とした場合、高さや幅のバリエーションがあっても、最大の差があったのは H4224-455 で 9%、次に差があったのは H1324-910455 の 7%であった。
- ・ 同じ高さ（2824 mm）では幅のバリエーションについて全て 4%以下の差となった。
- ・ 高さが低くなる場合（1624 mm）は耐力が高くなる傾向が見られ、その範囲は基準より 7%以内であった。
- ・ 高さが高い場合（4224 mm）は耐力が低くなる傾向が見られるものの、幅が 910 mm 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 455 mm、600 mm の場合は基準と比較して 9%小さくなった。

表 3.3.3-1 解析結果の一覧

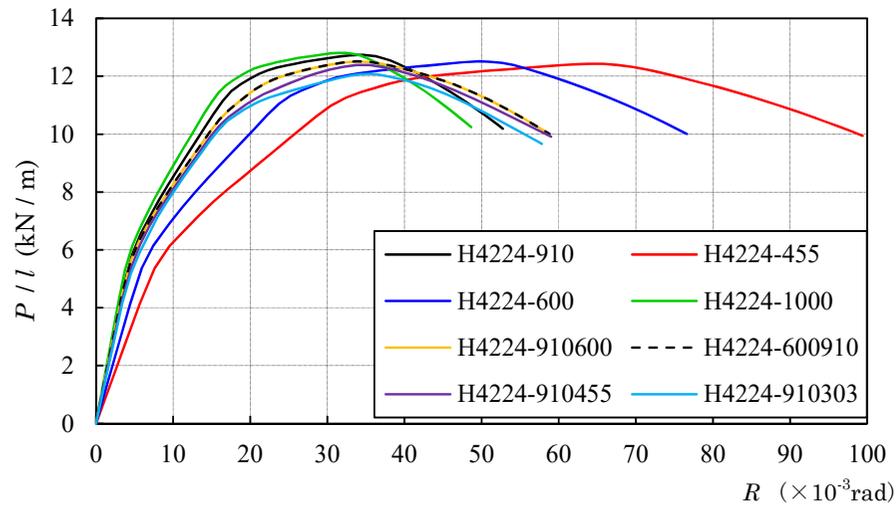
試験体名	面材高さ Hw (mm)	壁幅 (mm)	面材 枚数	面材幅L (mm)	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	P120 (kN)	Pa (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力					壁幅1m当たりの耐力比(H2824-910との比較)				
											P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P120	Pa	P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	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
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, 600	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
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, 600	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
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, 600	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



(a) 高さ1624mm



(b) 高さ2824mm



(c) 高さ4224mm

図 3.3.3-1 面材幅 1m 当たりのせん断力と変形角の関係

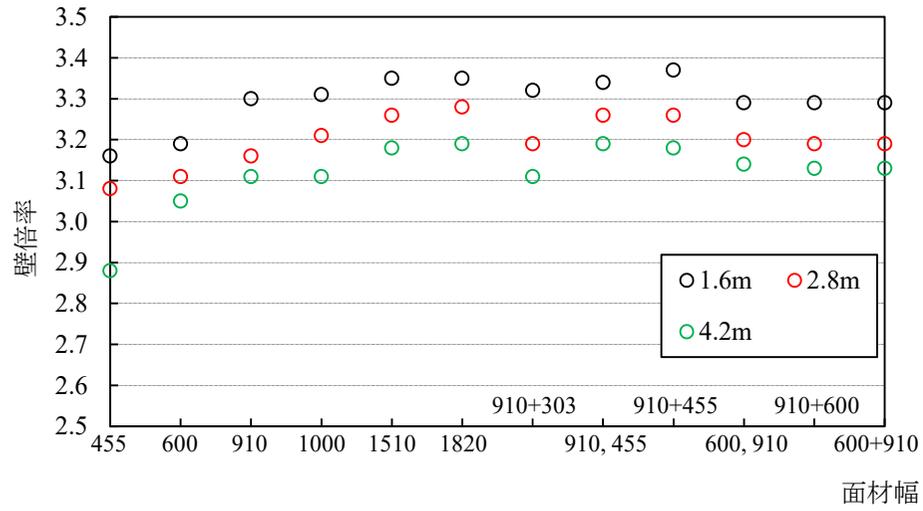


図 3.3.3-2 壁倍率の比較

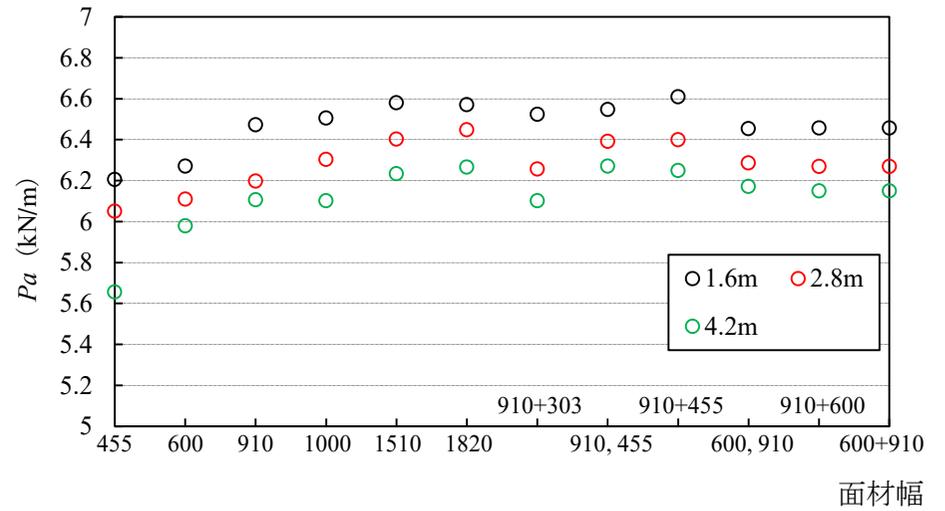
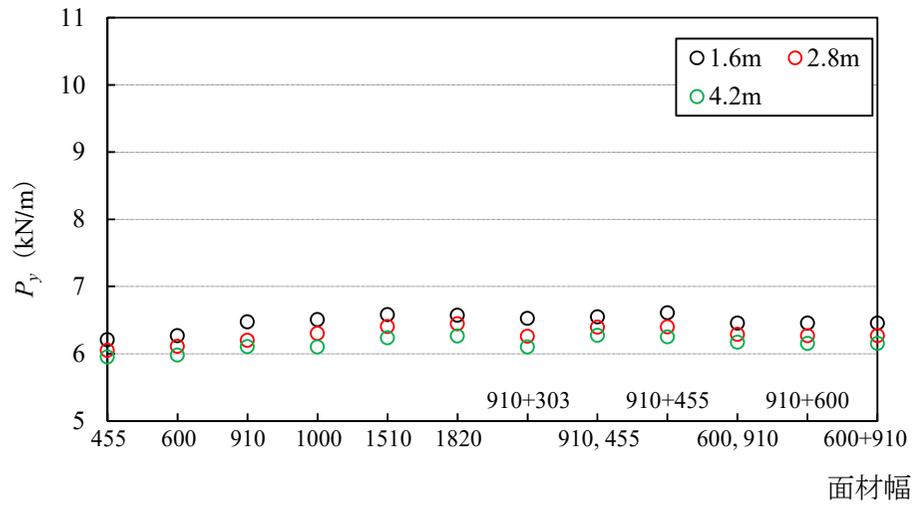
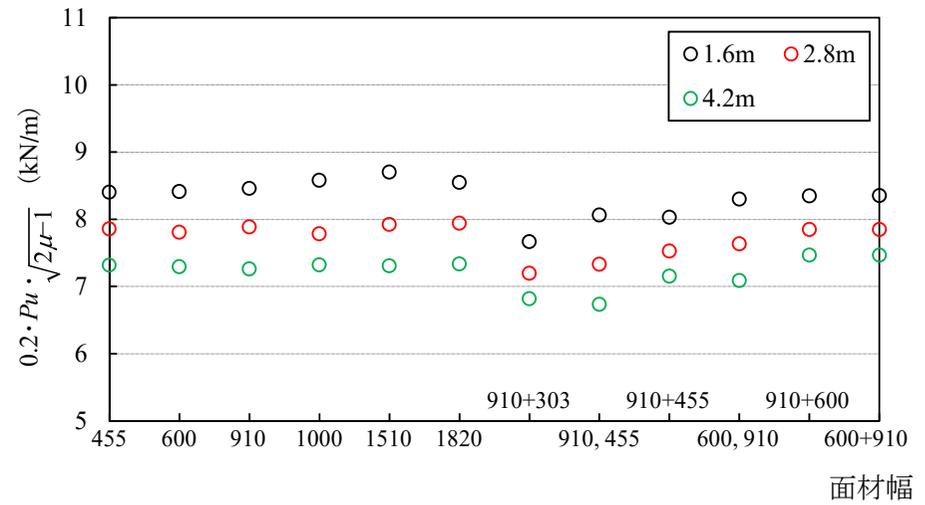


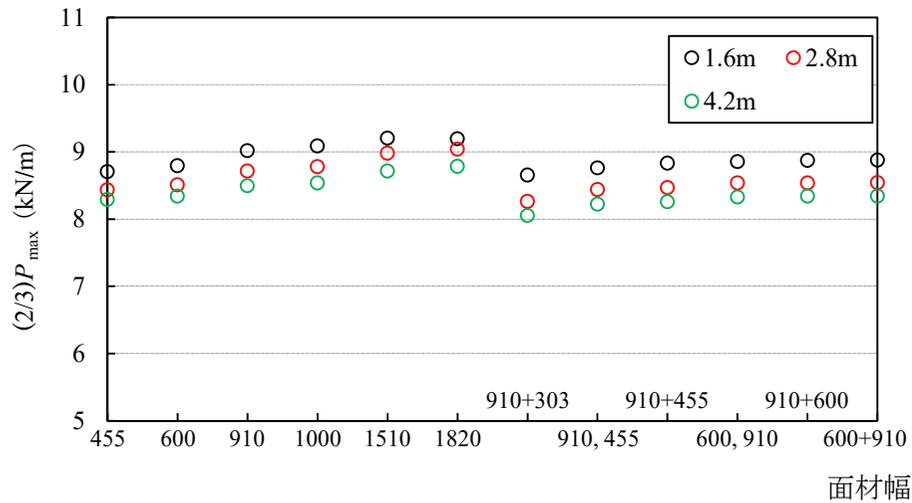
図 3.3.3-3 面材幅 1m 当たりの短期基準せん断耐力の比較



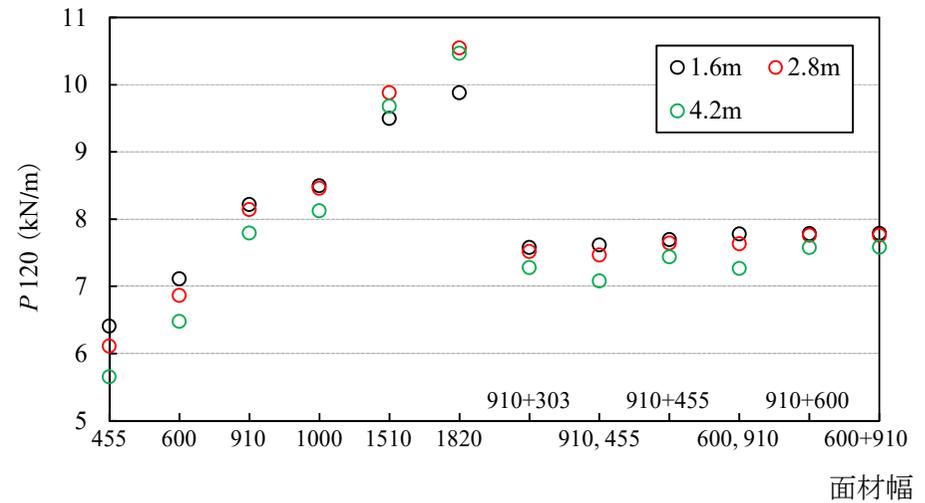
(a) 降伏耐力 P_y



(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 3.3.3-4 面材幅 1m 当たりのせん断力の比較

3.4 大壁耐力壁（幅方向）のまとめ

3.4.1 解析結果と実験結果の比較

3.2で実施した実験結果と3.3で実施した解析結果の比較を表3.4.1-1～表3.4.1-6に示す。なお、実験結果はすべて、フレームのみの試験結果の同じ変形時の荷重を減じ、フレームの影響を取り除いたものを用いた。解析結果については、フレームの接合部をピンで設定していることから、フレームの影響は加味されていないものとしている。

各表では、3体の実験結果、及び事前解析、解析、壁倍率の算出結果、及び試験体3体と事前解析・解析の5つの包絡線をまとめている。なお事前解析は、昨年度のバイリニアより算出したくぎモデルを用いたものである。

各表中のグラフを見ると、高さ方向の解析と同様に、幅方向の解析でも概ね傾向を取られているものと考えられる。

表 3.4.1-1 実験結果と解析結果の比較(幅 600mm・B-1)

(i) 各試験体の試験結果				解析		(ii) 壁倍率の算出結果						
		試験体			事前解析	解析	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
		No.1	No.2	No.3								
P_y	(kN)	4.75	5.14	5.16	3.48	3.67	5.02	0.046	0.978	4.91	3.94	3.3
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	(kN)	3.74	4.73	4.07	4.97	4.68	4.18	0.121	0.943	3.94		
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	5.42	6.00	5.77	4.32	5.11	5.73	0.051	0.976	5.59		
P_{120}	(kN)	3.80	4.81	4.01	4.12	4.12	4.21	0.127	0.940	3.96		
P_{300}	(kN)	2.22	3.50	2.71	2.12	2.12						
P_{max}	(kN)	8.13	9.00	8.66	6.48	7.66						
P_u	(kN)	7.55	8.46	8.24	6.02	6.92						
K	($\times 10^3$ kN/rad)	0.40	0.56	0.44	0.59	0.56						
μ	(-)	3.58	4.42	3.55	9.01	6.23						
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.40	0.36	0.40	0.24	0.30						
γ_y	($\times 10^3$ rad)	11.73	9.18	11.76	5.94	6.53						
γ_v	($\times 10^3$ rad)	18.64	15.10	18.76	10.28	12.32						
γ_u	($\times 10^3$ rad)	66.67	66.67	66.67	92.69	76.73						
γ_{0y}	($\times 10^3$ rad)	8.27	6.17	7.56	5.94	6.53						
γ_{p0}	($\times 10^3$ rad)	8.76	6.13	8.20	5.94	6.53						
破壊状況		—	—	—	—	—						

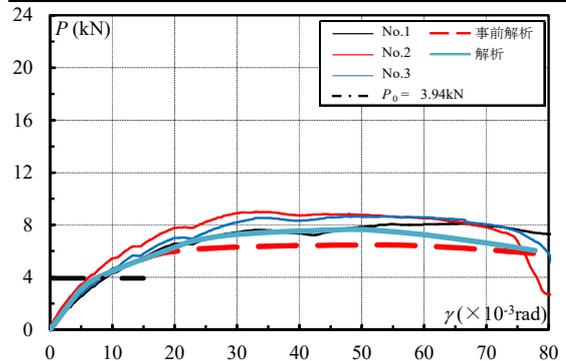


表 3.4.1-2 実験結果と解析結果の比較(幅 910mm・B-2)

		(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		

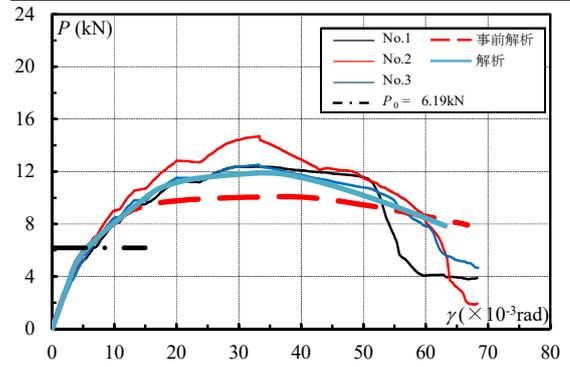


表 3.4.1-3 実験結果と解析結果の比較(幅 1000mm・B-3)

		(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)	7.64	8.87	8.64	5.99	6.30
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	(kN)	7.55	7.55	7.01	8.34	7.78
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	9.96	10.49	9.74	7.44	8.78
P_{120}	(kN)	8.99	9.88	9.17	8.46	8.46
P_{300}	(kN)	7.13	7.35	7.03	5.10	5.14
P_{max}	(kN)	14.95	15.73	14.61	11.16	13.17
P_u	(kN)	13.34	14.23	13.08	10.36	11.92
K	($\times 10^3$ kN/rad)	1.20	1.23	1.13	1.47	1.41
μ	(-)	4.51	4.01	4.09	8.60	5.83
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.35	0.38	0.37	0.25	0.31
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	6.35	7.21	7.68	4.08	4.48
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	11.08	11.57	11.62	7.05	8.47
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	49.96	46.44	47.60	60.69	49.41
γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	3.65	4.55	4.70	4.08	4.48
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	5.89	5.30	5.85	4.08	4.48
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	8.38	0.078	0.963	8.07	7.22	3.6
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	7.37	0.042	0.980	7.22		
$(2/3) \cdot P_{max}$	10.06	0.038	0.982	9.88		
P_{120}	9.35	0.050	0.976	9.13		

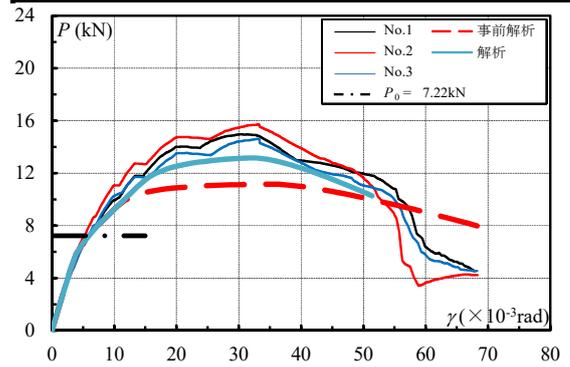


表 3.4.1-4 実験結果と解析結果の比較(幅 910+303mm・B-4)

		(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)	8.75	9.23	10.01	7.41	7.59
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	(kN)	7.87	9.72	7.16	9.22	8.73
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	10.53	11.45	11.14	8.75	10.02
P_{120}	(kN)	9.12	10.46	10.03	9.11	9.12
P_{300}	(kN)	7.21	7.71	7.78	5.14	5.25
P_{max}	(kN)	15.80	17.18	16.72	13.12	15.03
P_u	(kN)	14.44	15.85	14.94	12.09	13.64
K	($\times 10^3$ kN/rad)	1.12	1.40	1.21	1.31	1.29
μ	(-)	4.22	5.20	3.37	7.77	5.62
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.37	0.33	0.42	0.26	0.31
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	7.84	6.60	8.31	5.64	5.89
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	12.94	11.33	12.40	9.20	10.58
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	54.55	58.93	41.73	71.51	59.50
γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	4.88	4.74	5.70	5.64	5.89
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	6.00	4.76	5.18	5.64	5.89
破壊状況		-	-	-	-	-

(ii) 壁倍率の算出結果						
	平均値	変動係数	ばらつき係数	50% 下限値	P_0	壁倍率
	(kN)	CV		(kN)	(kN)	
P_y	9.33	0.068	0.968	9.03	7.63	3.2
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	8.25	0.160	0.925	7.63		
$(2/3) \cdot P_{max}$	11.04	0.042	0.980	10.82		
P_{120}	9.87	0.070	0.967	9.54		

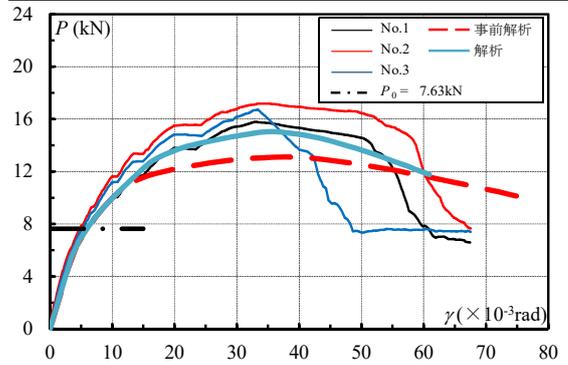


表 3.4.1-5 実験結果と解析結果の比較(幅 910+455mm・B-5)

		(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)	10.03	10.28	10.64	8.27	8.74
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	(kN)	8.45	8.57	9.66	10.93	10.28
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	11.65	12.02	12.03	9.92	11.56
P_{120}	(kN)	9.86	10.56	10.00	10.42	10.43
P_{300}	(kN)	7.55	8.03	7.82	5.91	6.01
P_{max}	(kN)	17.48	18.04	18.04	14.87	17.34
P_u	(kN)	16.01	16.57	16.91	13.75	15.62
K	($\times 10^3$ kN/rad)	1.18	1.29	1.16	1.57	1.51
μ	(-)	3.98	3.84	4.58	8.40	5.91
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.38	0.39	0.35	0.25	0.30
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	8.52	7.97	9.17	5.26	5.77
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	13.61	12.84	14.56	8.74	10.31
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	54.16	49.37	66.67	73.43	60.95
γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	5.86	5.76	5.73	5.26	5.77
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	6.43	5.84	6.51	5.26	5.77
破壊状況		-	-	-	-	-

(ii) 壁倍率の算出結果						
	平均値	変動係数	ばらつき係数	50% 下限値	P_0	壁倍率
	(kN)	CV		(kN)	(kN)	
P_y	10.32	0.030	0.986	10.18	8.58	3.2
$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu-1}$	8.89	0.075	0.965	8.58		
$(2/3) \cdot P_{max}$	11.90	0.018	0.991	11.79		
P_{120}	10.14	0.036	0.983	9.97		

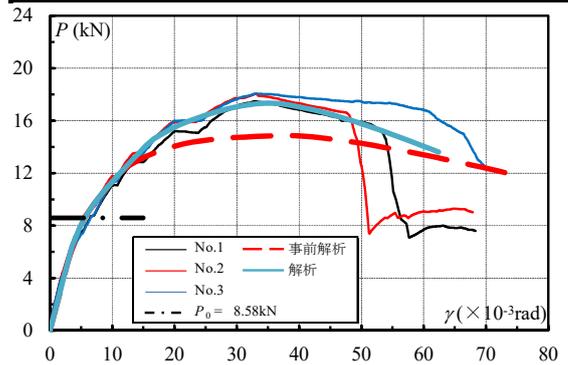


表 3.4.1-6 実験結果と解析結果の比較(幅 910+600mm・B-6)

(i) 各試験体の試験結果				解析		(ii) 壁倍率の算出結果						
		試験体			事前 解析	解析	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
		No.1	No.2	No.3								
P_y	(kN)	11.08	9.83	13.29	8.95	9.47	11.40	0.153	0.928	10.58	9.91	3.3
$0.2 \cdot P_{u\sqrt{2\mu-1}}$	(kN)	9.58	10.59	10.29	12.63	11.85						
$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	12.40	12.08	15.13	10.99	12.89						
P_{120}	(kN)	10.59	11.28	12.23	11.71	11.72						
P_{300}	(kN)	8.19	8.95	9.21	6.80	6.90						
P_{max}	(kN)	18.60	18.12	22.69	16.48	19.34						
P_u	(kN)	17.02	16.51	21.01	15.27	17.47						
K	($\times 10^3$ kN/rad)	1.24	1.52	1.41	1.88	1.80						
μ	(-)	4.46	5.64	3.50	9.05	6.25						
$1 / \sqrt{2\mu-1}$	(-)	0.36	0.31	0.41	0.24	0.29						
γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	8.93	6.46	9.41	4.76	5.25						
γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	13.72	10.85	14.88	8.11	9.69						
γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	61.19	61.23	52.01	73.44	60.59						
γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	5.58	4.08	6.26	4.76	5.25						
γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	7.60	6.53	6.07	4.76	5.25						
破壊状況		-	-	-	-	-						

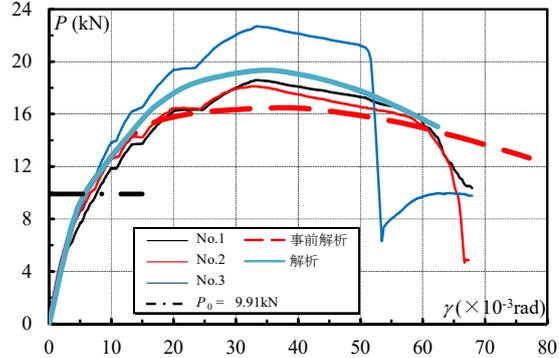


表 3.4.1-7 に解析結果と実験結果の 4 指標の値、壁倍率、壁幅 1m あたりの耐力の比を整理した。また、壁幅 1m あたりの耐力の比は、幅 910mm を 1.00 として、解析結果、実験結果ごとに比を算出した。(P₀の比は、壁倍率の比と同等である。)

解析結果の壁幅 1m あたりの P₀の比を見ると、解析結果では H2824-1000 で 1.02 となり、H2824-910303、H2824-910455、H2824-910600 で 1.01~1.03 となった。実験結果では B-3 (1000) で 1.06、H2824-910303、H2824-910455、H2824-910600 で 0.92~0.96 となった。

表 3.4.1-8 に解析結果と実験結果の壁倍率の比および差の%を、図 3.4.1-1 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 2824 mm・幅 910 mm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 600 mm~1820 mm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。

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しまっていることが挙げられる(密度については表 3.2.1-3 参照)。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。

表 3.4.1-7 解析結果・実験結果の壁幅 1m あたりの耐力の比

	試験体名	面材幅	面材高さ	面材枚数	Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P1/120 (kN)	P ₀ (kN)	壁倍率	壁幅1mあたりの耐力の比 (解析：H2824-910基準、実験：B-2基準)				
											Py	0.2Pu/Ds	2/3Pmax	P1/120	P ₀
解析結果	H2824-600	600	2824	1	3.67	4.68	5.11	4.12	3.67	3.11	0.99	0.99	0.98	0.84	0.99
	H2824-910	910			5.64	7.18	7.93	7.41	5.64	3.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	H2824-1000	1000			6.30	7.78	8.78	8.46	6.30	3.21	1.02	0.99	1.01	1.04	1.02
	H2824-910303	1213		2	7.59	8.73	10.02	9.12	7.59	3.19	1.01	0.91	0.95	0.92	1.01
	H2824-910455	1365			8.74	10.28	11.56	10.43	8.74	3.26	1.03	0.95	0.97	0.94	1.03
	H2824-910600	1510			9.47	11.85	12.89	11.72	9.47	3.19	1.01	1.00	0.98	0.95	1.01
実験結果 (フレーム除く、 50%下限値)	B-1(600)	600	2824	1	4.87	3.98	5.60	3.99	3.98	3.38	1.06	0.98	1.01	0.82	0.98
	B-2(910)	910			6.94	6.19	8.40	7.37	6.19	3.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B-3(1000)	1000			8.09	7.19	9.88	9.22	7.19	3.66	1.06	1.06	1.07	1.14	1.06
	B-4(910+303)	1213		2	9.11	7.64	10.83	9.63	7.64	3.21	0.98	0.93	0.97	0.98	0.93
	B-5(910+455)	1365			10.14	8.57	11.80	10.06	8.57	3.20	0.97	0.92	0.94	0.91	0.92
	B-6(910+600)	1510			10.61	9.89	12.40	11.05	9.89	3.34	0.92	0.96	0.89	0.90	0.96
参考	A-2	1820	2824	2	13.73	13.82	16.24	14.52	13.73	3.84	0.99	1.12	0.97	0.99	1.11

表 3.4.1-8 B-2 を基準とした場合の壁倍率の比

B-3 の実験値については、他の試験体の面材の密度が異なるため注意。

A-2 の実験値については、合板の樹種や軸材のロットなどが異なるため参考値。

A-2 の解析値は 2 章より引用。

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%

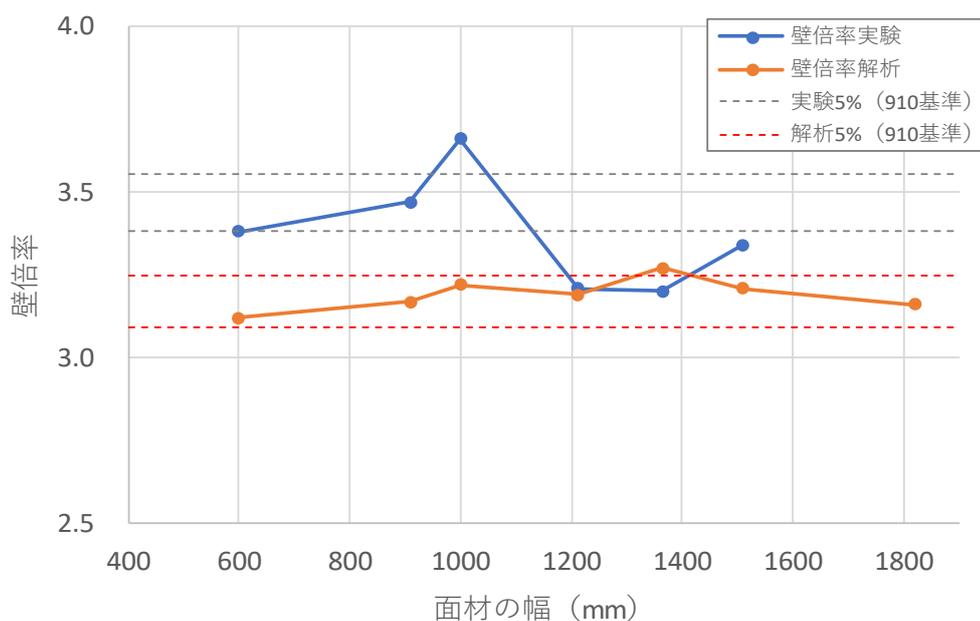


図 3.4.1-1 壁倍率の実験値（フレームの影響除く）と解析結果の比較

3.4.2 大壁耐力壁の幅方向の違いによる性能差の考え方

大壁の幅の違いについては、解析モデルと実験値がほぼ一致しており、解析での検討の妥当性が示されているため、解析結果にて幅の違いを検討できる。

「性能協木質構造部会の内規等」による一の仕様とするものの考え方については、2.4.2 に示しているので、これも加味しながら結果を確認してみる。以下は、3.1 に示した検討項目毎に考察を行う。

(1)独立壁の幅－モジュール

表 3.4.2-1 に壁の幅が 910 mm と 1000 mm の場合の壁倍率の差の%を示す。

同一高さでの%については 2824 mm での 1.6% が最高であり、それぞれ同じ仕様と判断して良い。現在の大臣認定では、高さについては厳しく 5% ルールで規定されて範囲が小さく押さえられているため、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。

また、高さ 2824 mm ・ 幅 910 mm 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 1624 mm は 4.7%、4224 mm 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 2824 mm の 910 mm と 1000 mm 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。

図 3.4.2-1 に、壁倍率のプロットし上下 2.5% ラインをいれた図を示す（図内の(1)）。

表 3.4.2-1 独立壁の幅 910 ・ 1000－モジュールについての壁倍率の差の%

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

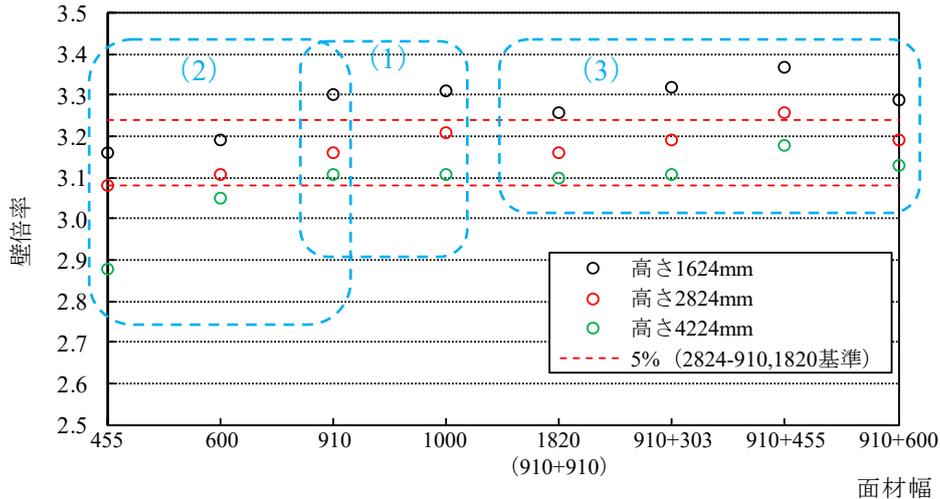


図 3.4.2-1 幅・高さ別の壁倍率の比較（解析値）－図 3.3.3-2 アレンジ

※ここでの値は図 3.3.3-2 と異なり、面材の幅は実際に施工できる仕様のみとしている。

そのため、1820 は高さの検討の解析で用いた幅方向に面材を継いだ値を使用している。

(2)独立壁の幅－最小値等

独立壁の最小値を考察するために、表 3.4.2-2 に幅 455・600・910 の壁倍率および差の%を示す。

同一の高さでの%については、幅 455 mm の場合に、高さ 4224 mm 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変わるので差の比が大きくなる。幅 600 mm 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。

また、高さ 2824 mm・幅 910 mm の値（赤字で示す）を基準とした%については、表 3.4.2-3 に示すアスペクト比に近いものほど、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 4224 mm・幅 455 mm 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。

図 3.4.2-1 に、壁倍率のプロットし上下 2.5% ラインをいれた図を示す（図内の(2)）。

表 3.4.2-2 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		
		455 mm	600 mm	910 mm	455 mm	600 mm	455 mm	600 mm	910 mm
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%

表 3.4.2-3 独立壁のアスペクト比 (高さ/幅)

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

(3)独立壁の幅—1P と 2P の間の寸法・面材張り方

壁幅が 1P (910 mm) から 2P (1820 mm) の間の寸法の場合の壁倍率を表 3.4.2-4 に、その差の%について表 3.4.2-5 に示す。ここでは、高さ方向には面材を継がず、幅方向には面材を継いでいるデータを用いている。表 3.4.2-5 については、上の A については同一高さでの比較、下の B については高さ 2824 mm・幅 1820 mmを基準としたときの比較としている。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 1820 mmを基準 (赤字で示す) として比較している。また、参考に高さ 2824 mmについては実験値があるので、それも示している。ただし、実験値については幅 1820 mmのデータは存在するが、高さの検討の際に行ったもので、合板の樹種や軸材のロット、試験場が異なるため、参考値として示している。したがって、実験値については 910 mmを基準とした差の%を示している。

同一高さでの比較については、1820 mmと同じとして運用されている 910 mmで、高さ 1624 mmでは 1.2%、2824 mmでは 0%、4224 mmでは 0.3%となっている。その間の寸法については、最大で 3.4%であるので、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。

高さ 2824 mm・幅 910 mmの値 (赤太字で示す) を基準とした%については、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 1624 mmで存在する。とすると、10%ルールに適合する高さは 2824 mmと 1624 mmの間の寸法になると予想できる。そこで、高さの検討の解析結果 2424 mmと 1824 mmを確認すると、1824 mm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。

図 3.4.2-1 に、壁倍率のプロットし上下 2.5%ラインをいれた図を示す。(図内の(3))

表 3.4.2-4 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

高さ		幅				
		910 mm	910+303 mm	910+455 mm	910+600 mm	1820 mm
1624 mm	解析値	3.30	3.32	3.37	3.29	3.26
1824 mm	解析値	—	—	—	—	3.23
2424 mm	解析値	—	—	—	—	3.19
2824 mm	解析値	3.16	3.19	3.26	3.19	3.16
	実験値	3.47	3.21	3.20	3.34	参考値 3.84
4224 mm	解析値	3.11	3.11	3.18	3.13	3.10

表 3.4.2-5 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%

A:同一高さ・幅 1820 mmを基準とした比較（実験値は幅 910 mmを基準）

高さ		幅				
		910 mm	910+303 mm	910+455 mm	910+600 mm	1820 mm
1624 mm	解析値	1.2%	1.8%	3.4%	0.9%	—
2824 mm	解析値	0%	0.9%	3.2%	0.9%	—
	実験値	—	-7.5%	-7.8%	-3.8%	—
4224 mm	解析値	0.3%	0.3%	2.6%	1.0%	—

B:高さ 2824 mm幅 1820 mmを基準とした比較（実験値は幅 910 mmを基準）

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

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 30 mm程度）とは異なる継手間柱（見付 45 mm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 45 mm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 105 mm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、105 mm角の柱の場合、間柱の奥行きは 90 mm

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。

(4)連続壁の幅

連続壁の幅については、(3)の検討の継手間柱が柱となった場合であることから、(3)と同様の運用として問題無いと考えられる。

本検討の結果を適用できる仕様の範囲としては、接合部はくぎ、面材の種類については告示で壁倍率を得ている木質面材（合板、OSB、パーティクルボード、MDF）と考えている。理由については、2.4.2 に示している。釘については2章で詳しく述べたが、極端に性能が異ならないようなビスであれば本検討結果を適用できると考えている。

2章のまとめにも記載したが、今後、本事業の結果を受けて、一の仕様とされる大臣認定の範囲の合理化を進める際には、既存の大臣認定に対する配慮も可能と考える。具体的には、合理化の対象となる条件が合致する既存の大臣認定のうち、現在も積極的に利用されている認定で取得者の要望がある場合には、簡易な手続きで一の仕様とされる範囲を拡大できるよう運用するなどの配慮である。このような範囲拡大によって設計・施工・審査の段階でのミスを減らし、業界全体への負担を減少させる効果が期待される。

第4章 真壁の解析モデル構築へ向けた検討

4.1 検討の目的と方法

本事業では、3×6板以上の大きさのある木質面材を用いた大壁仕様を検討対象に高さ・幅についての検討を行ったが、真壁仕様についても同様の課題がある。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は、大壁と比較して性能の発現機構が複雑であることや破壊性状が異なることが大きい。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。また、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である。そこで、本章では、真壁の実大水平せん断力試験を行い、データの収集を行った。

また、面材同士の接触についても、実大の水平せん断試験を行い、データ収集を行った。こちらについては、複雑さを排除するために、大壁仕様での実験とした。

4.2 真壁の解析モデル構築のための各種実験

4.2.1 真壁の水平せん断試験

(1) 試験概要

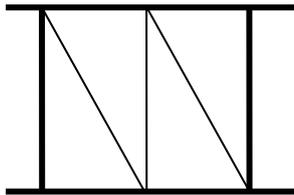
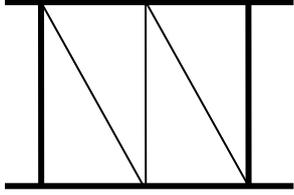
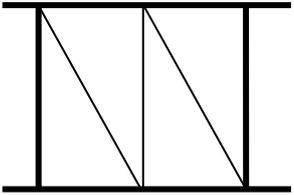
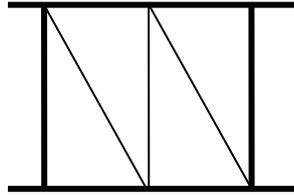
真壁仕様について、くぎピッチ、面材位置をパラメーターとして、耐力壁の水平せん断実験を以下で実施した。くぎピッチについては今回解析検討の対象となっている 100mm ピッチの性能を確認するため、比較対象として、同じ材料で告示仕様である 150mm ピッチの性能を確認するため、面材位置については面材位置による変形性状の違いを確認するため、今回実験でのパラメーターとした。

試験場所 : 日本建築総合試験所

試験スケジュール : 2019/10/25, 31

試験体の一覧を以下に示す。

表 4.2.1-1 真壁の水平せん断試験体一覧

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 (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
試験体形状					
S-1 @100			S-2 @100		
					
S-3 @100			S-4 @100		
					

(2) 試験体に用いた材料

試験体の製作に用いた材料は表 4.2.1-2 の指定のもと調達した。また、調達は各部材に用いる材料の必要数の 1 割増しの数量とし、質量・密度と高周波容量式木材水分系による含水率を計測した上で、密度の高いもの、低いものを 1 割分除いた材料より試験体を製作している。また、試験終了後、各部材より試料を切りだし、全乾法による含水率の測定を実施した。その結果も含めて材料の密度、含水率を表 4.2.1-3 に示す。

表 4.2.1-2 試験体材料

項目	仕様詳細
面材	構造用合板 (JAS) 厚さ：9mm 単板樹種：ダグラスファー (全層) 接着の程度：特類 曲げ性能等：2 級

項目		仕様詳細
面材の接合		接合具：くぎ N50 (JIS A 5508) くぎ間隔：外周@100mm、中通@200mm 目地の隙間：2~3mm 縁端距離：12mm
軸組材	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：E110 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) 30×奥行き 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%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 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>
	受材	樹種：すぎ 断面寸法(mm)：幅(見付) 30×奥行き 60 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>

表 4.2.1-3 軸材の密度と含水率

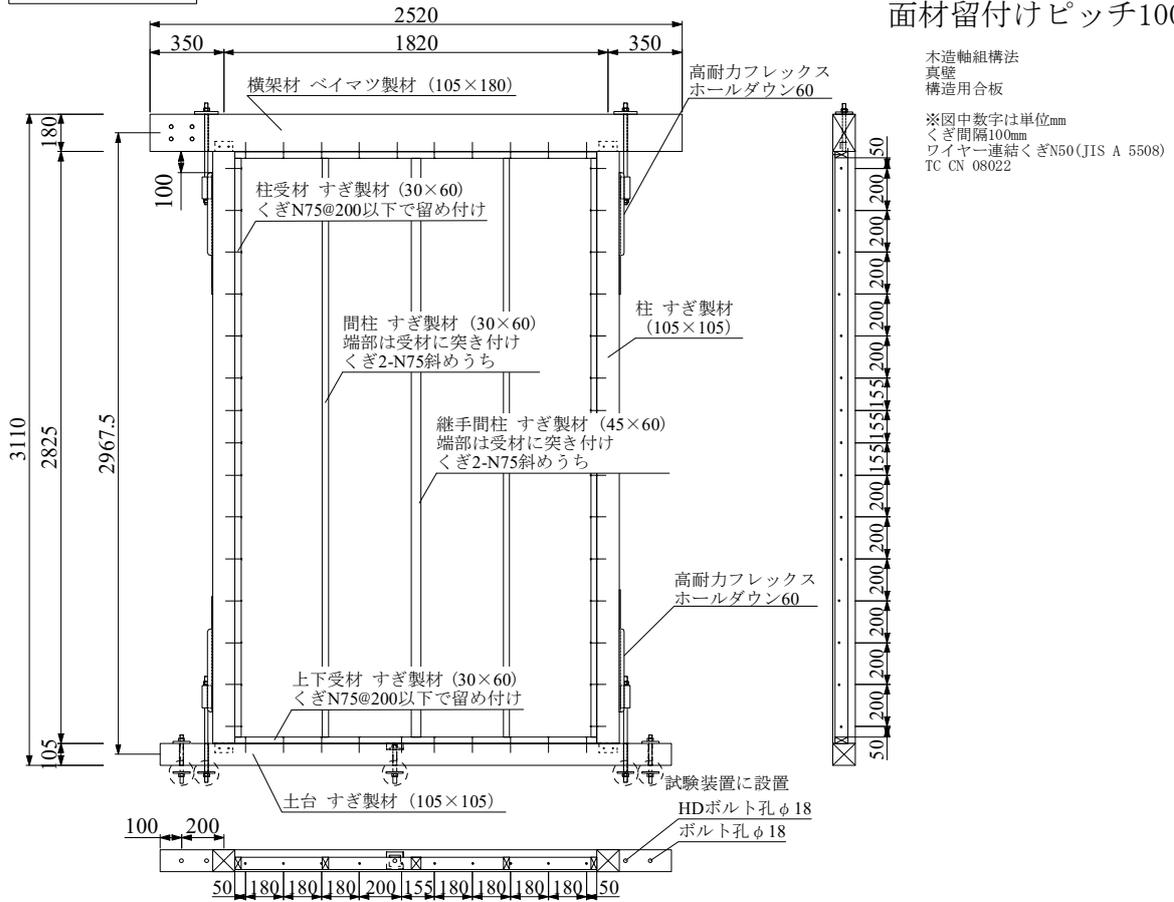
	試験体数	密度(g/cm ³)		含水率(%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
桁(べいまつ)	4	0.530	0.066	13.5	0.2
柱・土台(すぎ)	12	0.445	0.031	13.4	2.2
受材	24	0.505	0.055	12.4	0.1
継手間柱	4	0.478	0.064	14.2	0.1
面材	8	0.534	0.014	8.6	0.3

(3) 試験体図

試験体図を次ページ以降に示す。

S-1およびS-2

真壁 試験体
面材留付けピッチ100mm



面材の張り方

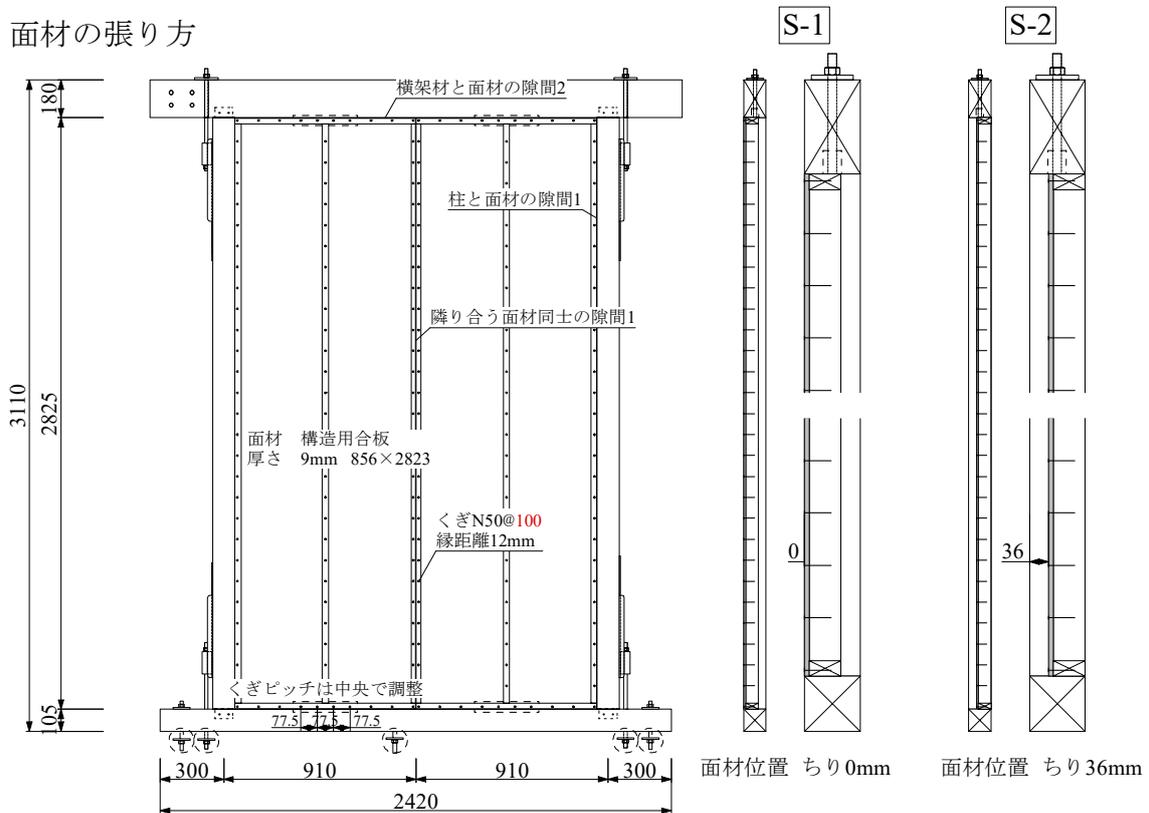


図 4.2.1-1 試験体図 (S-1、S-2)

(4) 試験方法と測定計画

試験体は柱脚固定式とし、加力スケジュールは、正負交番繰り返し加力で、見掛けのせん断変形角が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad の正負変形時に 3 回の繰り返し加力を行う。最大荷重に達した後、最大荷重の 80% の荷重に低下するまで加力するか、試験体の変形角が 1/15rad 以上に達するまで加力した。

試験体の計測は、梁中央部、土台中央部の水平方向変位、柱脚部の鉛直方向変位の 4 点を計測した。またモーションキャプチャーにより試験体全体の変位を計測した（この計測は日本建築総合試験所の自主研究の一部であるため、本報告書では結果は示さない。）。

(5) 実験結果

以下のデータは、全て見かけの変形角で示し、かつ、フレームを含んだものである。

表 4.2.1-4 真壁水平せん断試験結果

(i) 各試験体の試験結果						
		S-1 @100	S-2 @100	S-3 @150	S-4 @150	
(1)	P_y	(kN)	17.33	17.96	12.23	12.84
(2)	$0.2 \cdot P_u \sqrt{2\mu - 1}$	(kN)	13.10	15.22	11.54	10.40
(3)	$(2/3) \cdot P_{max}$	(kN)	20.32	23.20	15.03	15.65
(4)	P_{120}	(kN)	18.18	18.41	15.03	15.19
(5)	P_{300}	(kN)	12.18	12.39	9.69	9.81
	P_{max}	(kN)	30.48	34.80	22.55	23.48
	P_u	(kN)	27.51	31.24	21.37	21.93
	K	($\times 10^3$ kN/rad)	2.24	2.24	2.05	2.05
	μ	(-)	3.33	3.47	4.14	3.31
	$1 / \sqrt{2\mu - 1}$	(-)	0.42	0.41	0.37	0.42
	γ_y	($\times 10^{-3}$ rad)	7.75	8.01	5.98	6.26
	γ_v	($\times 10^{-3}$ rad)	12.30	13.94	10.44	10.69
	γ_u	($\times 10^{-3}$ rad)	41.01	48.32	43.26	35.42
	γ_{0y}	($\times 10^{-3}$ rad)	7.07	7.21	5.38	0.00
	γ_{p0}	($\times 10^{-3}$ rad)	4.04	4.01	6.10	5.60
	P_0	(kN)	13.10	15.22	11.54	10.40
壁倍率			3.6	4.2	3.2	2.9
破壊状況			A, B, C	A, D, E	A, B	A, D, E

注) 1.すべての試験体において、降伏耐力 P_y 時の真のせん断変形角 γ_{0y} が $1/300$ (3.33×10^{-3}) rad よりも大きい値であったため、表(1)~(4)に掲げる耐力により短期基準せん断耐力 P_0 を求めた。

2.壁倍率： $P_0 \times (1/1.96) \times (1/L)$

L ：壁の長さ (=1.82m)

3.破壊状況の記号の定義を以下に示す。

A：面材接合くぎ頭部の面材からの抜け出し

D：面材の局部座屈

B：面材の割れ

E：間柱の座屈

C：継手間柱留付けくぎの土台からの抜け出し

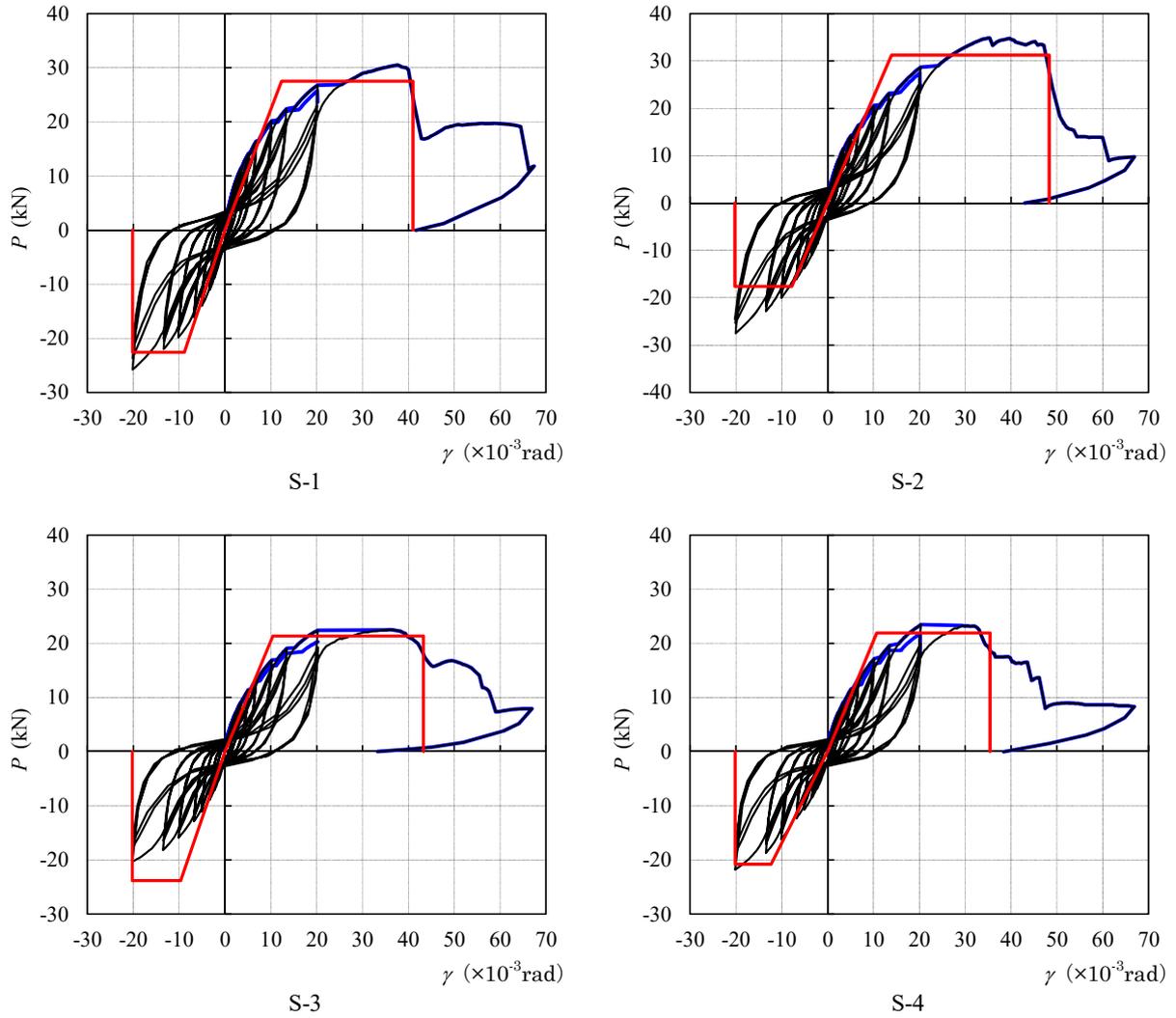


图 4.2.1-3 真壁 荷重-せん断変形角曲線履歴

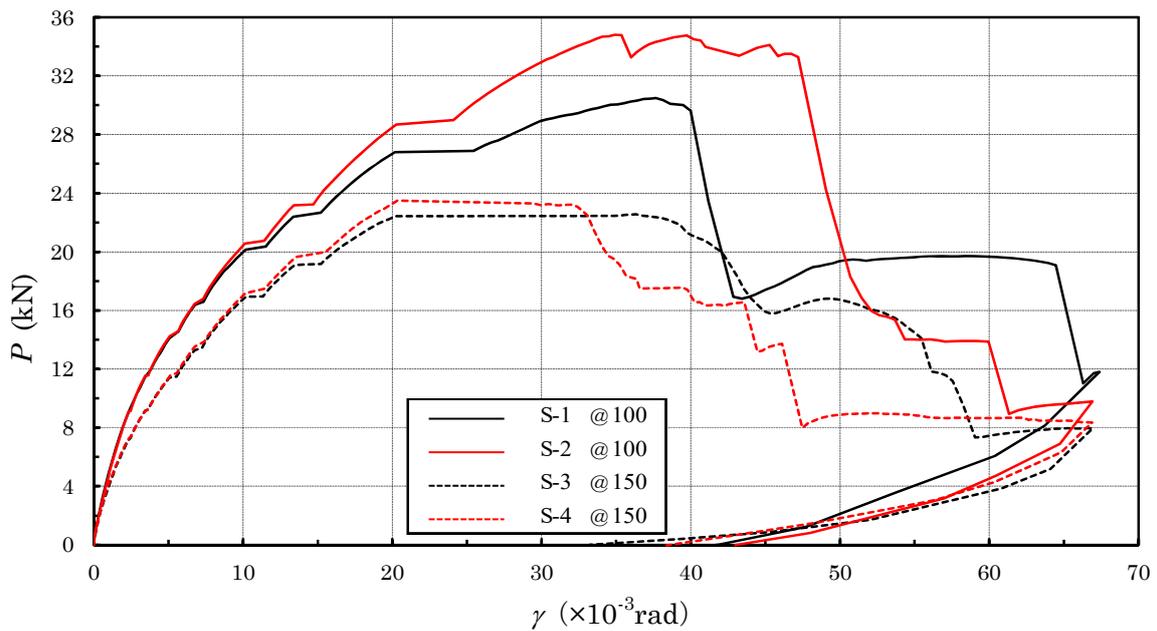


图 4.2.1-4 真壁 荷重-せん断変形角包絡線



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[面材の変形]

S-1 (くぎピッチ@100mm、面材位置ちり 0mm)



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[間柱の座屈]

S-2 (くぎピッチ@100mm、面材位置ちり 36mm)

写真 4.2.1-1 破壊性状 (S-1、S-2)



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[面材の変形]

S-3 (くぎピッチ@150mm、面材位置ちり 0mm)



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[間柱の座屈]

S-4 (くぎピッチ@150mm、面材位置ちり 36mm)

写真 4.2.1-2 破壊性状 (S-3、S-4)

(6) まとめ

実験結果では、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。

4.2.2 面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験（大壁）

（１）試験概要

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、2.2 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。

試験場所 : 日本建築総合試験所
 試験スケジュール : 2019/10/28, 29、2020/11/1, 5

試験体の一覧を以下に示す。

表 4.2.2-1 面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験体一覧

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
試験体形状						
A-2'(0)			A-2'(2)			
A-2'(5)			フレーム			

(2) 試験体に用いた材料

試験体の製作に用いた材料は表 4.2.2-2 の指定のもと調達した。また、調達は各部材に用いる材料の必要数の 1 割増しの数量とし、質量・密度と高周波容量式木材水分系による含水率を計測した上で、密度の高いもの、低いものを 1 割分除いた材料より試験体を製作している。また、試験終了後、各部材より試料を切りだし、全乾法による含水率の測定を実施した。その結果も含めて材料の密度、含水率を表 4.2.2-3 に示す。なお、含水率のデータは大壁のものと同通である。

表 4.2.2-2 試験体材料

項目		仕様詳細
面材		構造用合板 (JAS) 厚さ：9mm 単板樹種：ダグラスファー (全層) 接着の程度：特類 曲げ性能等：2 級
面材の接合		接合具：くぎ N50 (JIS A 5508) くぎ間隔：外周@100mm、中通@200mm 目地の隙間：2~3mm 縁端距離：12mm
軸組材	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：E110 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) 30×奥行き 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>
	胴つなぎ	樹種：すぎ 断面寸法(mm)：幅 (見付) 45×奥行き 105 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>

表 4.2.2-3 軸材の密度と含水率

	試験体数	密度(g/cm ³)		含水率(%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
桁(べいまつ)	7	0.495	0.031	13.5	0.2
柱・土台(すぎ)	28	0.454	0.032	13.4	2.2
間柱、胴つなぎ(すぎ)	42	0.385	0.030	13.7	0.6
面材	12	0.533	0.014	8.6	0.3

(3) 試験体図

試験体図を次ページ以降に示す。

A-2'(0), A-2'(2)およびA-2'(5)

大壁 高さ2848

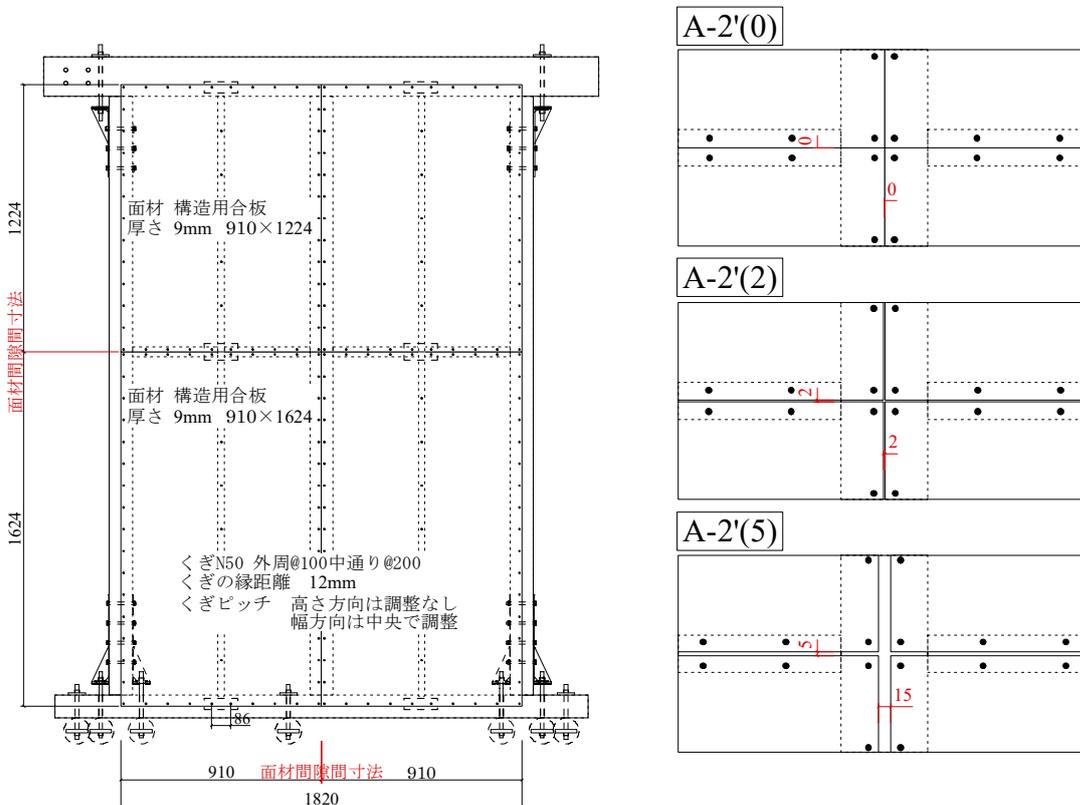
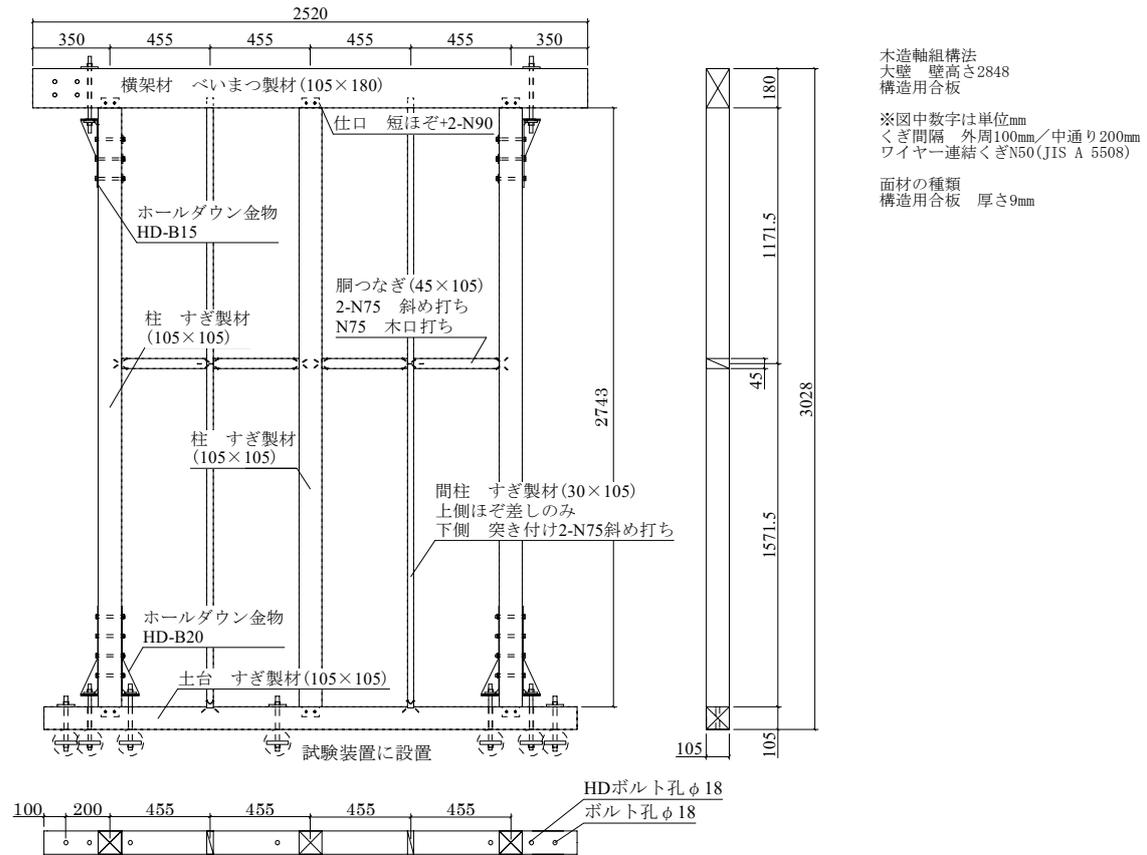


図 4.2.2-1 試験体図

(4) 試験方法と測定計画

試験体は柱脚固定式とし、加力スケジュールは、正負交番繰り返し加力で、見掛けのせん断変形角が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad の正負変形時に 3 回の繰り返し加力を行う。最大荷重に達した後、最大荷重の 80% の荷重に低下するまで加力するか、試験体の変形角が 1/15rad 以上に達するまで加力した。

試験体の計測は、梁中央部、土台中央部の水平方向変位、柱脚部の鉛直方向変位の 4 点を計測した。またモーショキャプチャーにより面材の接触面の変位を計測した。

(5) 実験結果

以下のデータは、全て見かけの変形角で示し、かつ、フレームを含んだものである。

表 4.2.2-4 大壁水平せん断試験結果

(i) 各試験体の試験結果							
		A-2'(0)-1	A-2'(0)-2	A-2'(0)-3	A-2'(2)	A-2'(5)	
(1)	P_y	(kN)	17.20	16.52	17.23	15.66	16.17
(2)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	(kN)	14.58	16.39	15.16	14.16	13.63
(3)	$(2/3) \cdot P_{\max}$	(kN)	20.28	19.12	20.69	18.36	18.71
(4)	P_{120}	(kN)	18.14	17.10	17.36	16.38	16.62
(5)	P_{300}	(kN)	11.89	10.95	11.24	11.19	11.22
	P_{\max}	(kN)	30.42	28.67	31.04	27.53	28.07
	P_u	(kN)	28.01	26.68	28.00	25.57	25.55
	K	($\times 10^3$ kN/rad)	2.23	2.09	2.09	2.00	2.02
	m	(-)	3.89	5.22	4.17	4.33	4.06
	$1 / \sqrt{2\mu - 1}$	(-)	0.38	0.33	0.37	0.36	0.37
	γ_y	($\times 10^3$ rad)	7.72	7.91	8.24	7.81	7.99
	γ_v	($\times 10^3$ rad)	12.57	12.77	13.39	12.75	12.63
	γ_u	($\times 10^3$ rad)	48.84	66.67	55.77	55.27	51.24
	γ_{0y}	($\times 10^3$ rad)	7.10	7.25	7.61	6.10	5.75
	γ_{p0}	($\times 10^3$ rad)	5.78	6.34	6.14		
破壊状況			A, B	A, B	A, B	A, B	A, B

注) すべての試験体において、降伏耐力 P_y 時の真のせん断変形角 γ_{0y} が 1/300 (3.33×10^{-3}) rad よりも大きい値であったため、下表 (a)~(d) に掲げる耐力により短期基準せん断耐力 P_0 を求めた。

(ii) 壁倍率の算出結果									
		A-2'(0)					A-2'(2)	A-2'(5)	
		平均値	変動係数	ばらつき	50%下限値	P_0	壁倍率	P_0	
		(kN)	CV	係数	(kN)	(kN)			(kN)
(a)	P_y	16.98	0.024	0.989	16.79	14.95	4.1	14.16	13.63
(b)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	15.38	0.060	0.972	14.95				
(c)	$(2/3) \cdot P_{\max}$	20.03	0.041	0.981	19.65				
(d)	P_{120}	17.53	0.031	0.986	17.28				

注) 1. 壁倍率: $P_0 \times (1/1.96) \times (1/L)$

L : 壁の長さ (=1.82m)

2. 破壊状況の記号の定義を以下に示す。

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

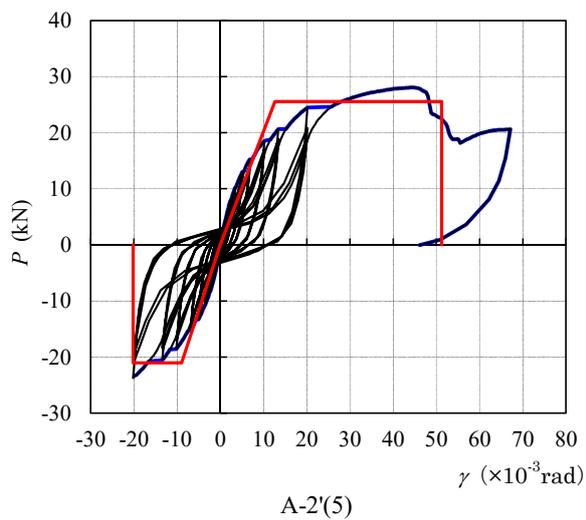
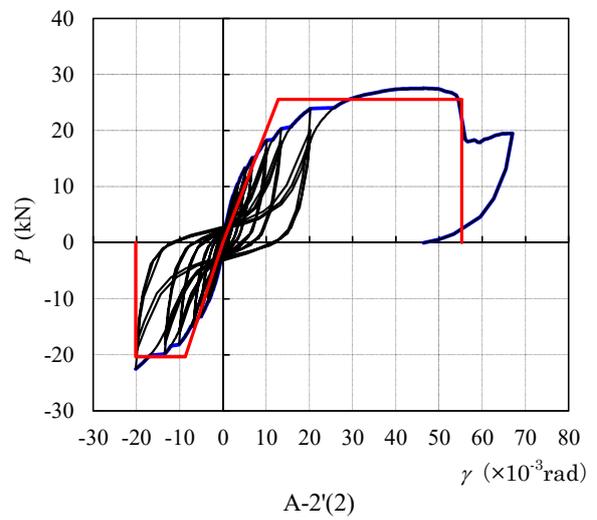
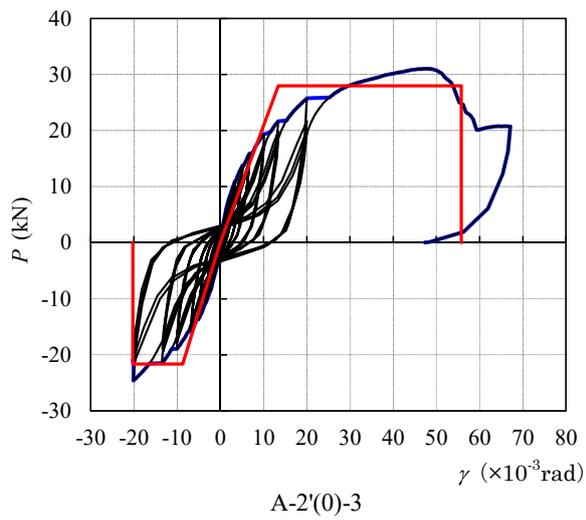
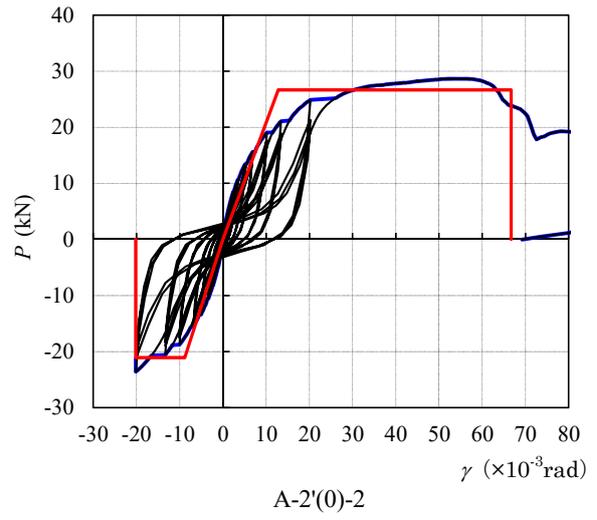
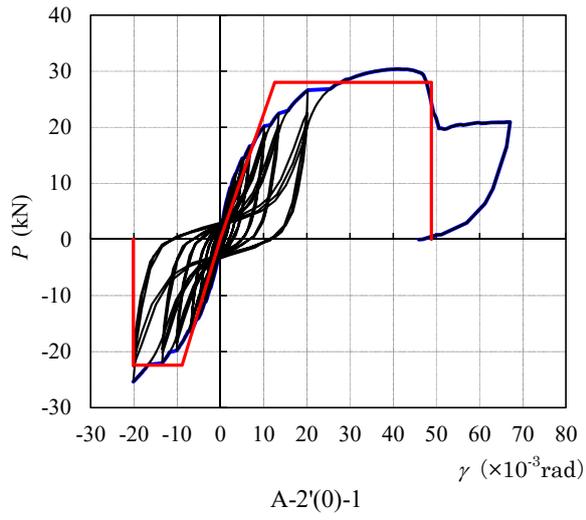


图 4.2.2-2 大壁 荷重—せん断変形角曲線履歴

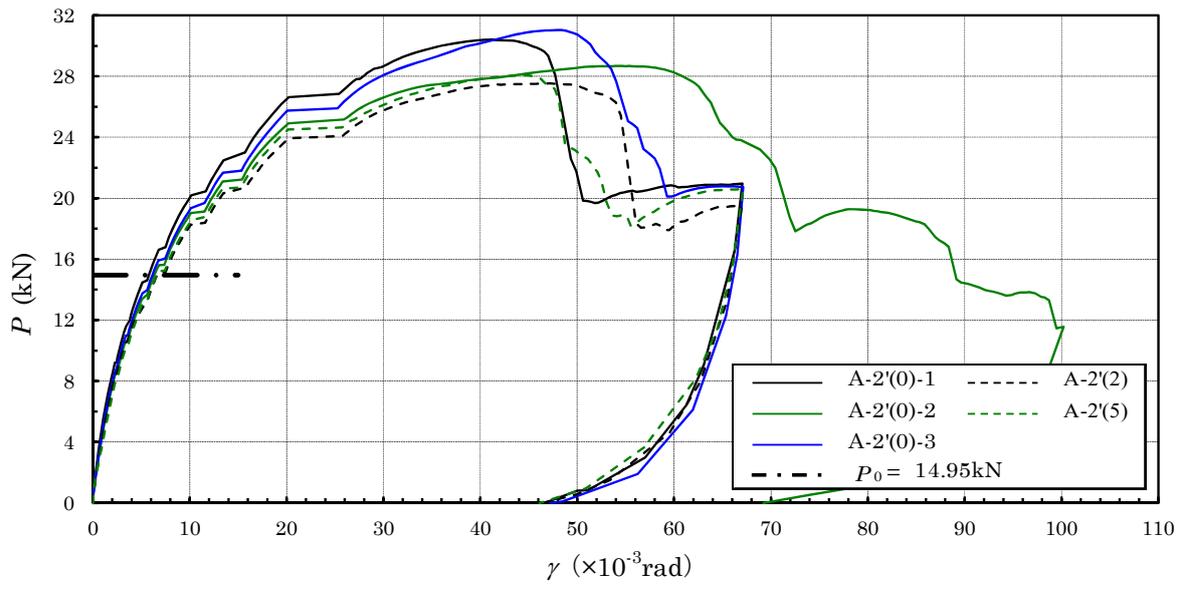


図 4.2.2-3 大壁 荷重—せん断変形角包絡線

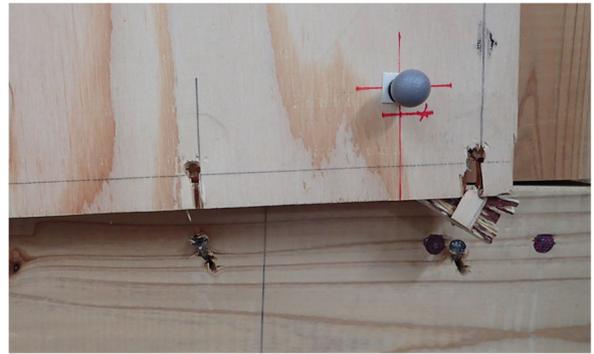
・破壊性状（写真）



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[くぎ頭の抜け出し]



(c) 試験終了後[縁切れ]

A-2'(0)-1



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[くぎ頭の抜け出し]



(c) 試験終了後[くぎ軸部抜け出し]

A-2'(0)-2

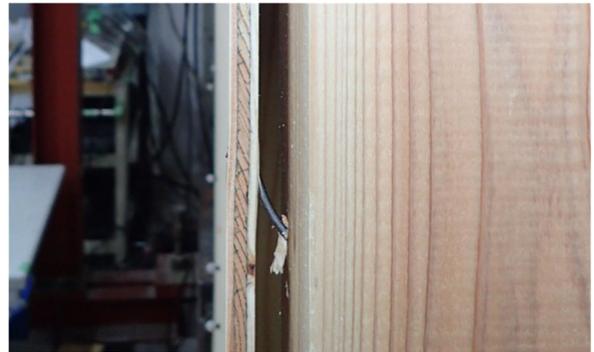
写真 4.2.2-1 破壊性状 (A-2' (0))



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[くぎ頭の抜け出し]



(c) 試験終了後[くぎ軸部の抜け出し]

A-2'(0)-3



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[くぎ頭の抜け出し]



(c) 試験終了後[くぎの破断]

A-2'(2)

写真 4.2.2-2 破壊性状 (A-2' (0)、(2))



(a) 試験終了時[全景]



(b) 試験終了後[くぎ頭の抜け出し]



(c) 試験終了後[縁切れ]

A-2'(5)

写真 4.2.2-3 破壊性状 (A-2' (5))

(6) まとめ：面材の接触状況について

3体実施した A-2'(0)および、各1体実施した A-2'(2)、A-2'(5)において図 4.2.2-4～6、写真 4.2.2-5～6 に示すような結果が得られた。

まず、隙間なしの試験体の結果を確認する。写真 4.2.2-5(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 4.2.2-4 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。

隙間が 2 mm の試験体では、写真 4.2.2-5 (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 5 mm 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 4.2.2-5 (e)に示すように面材同士は離れた。

以上の様に、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。

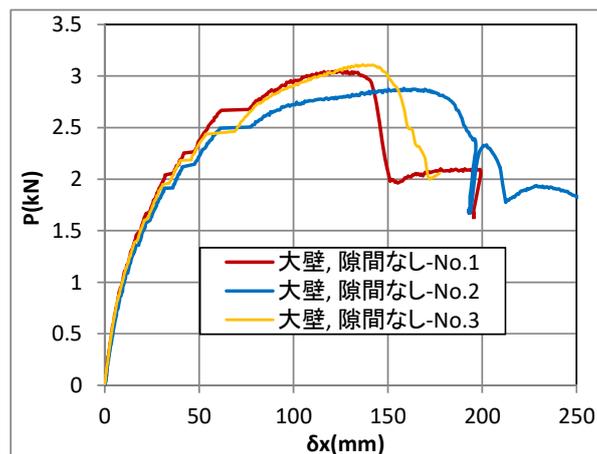


図 4.2.2-4 荷重変形関係

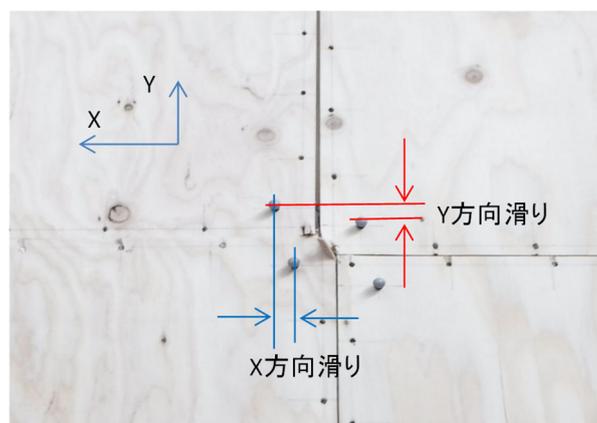


写真 4.2.2-4 面材の接触面の変形状況

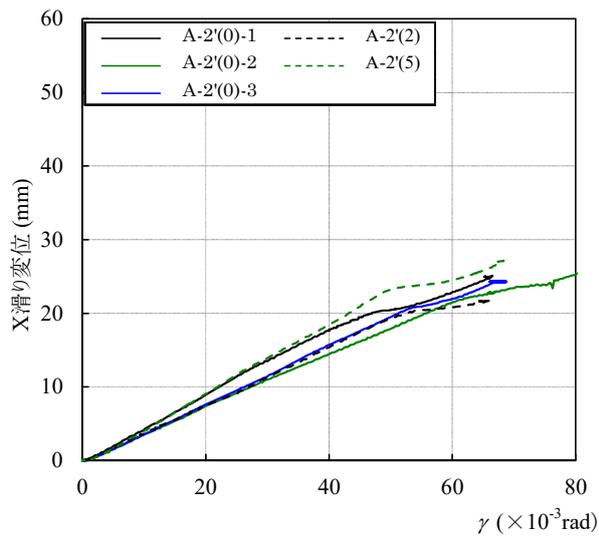


図 4.2.2-5 X 方向の滑り

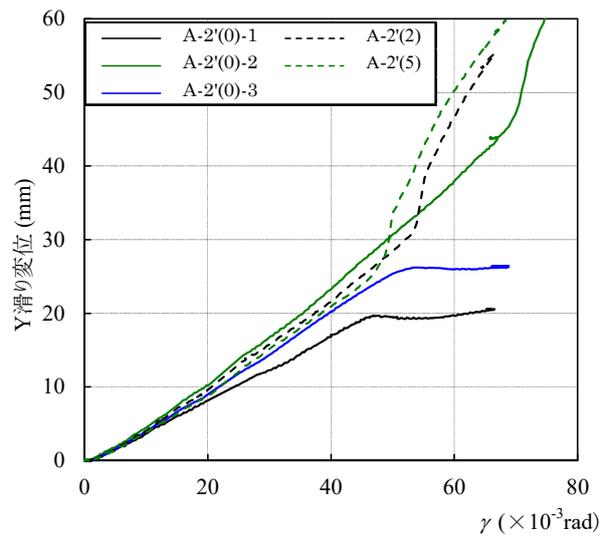


図 4.2.2-6 Y 方向の滑り

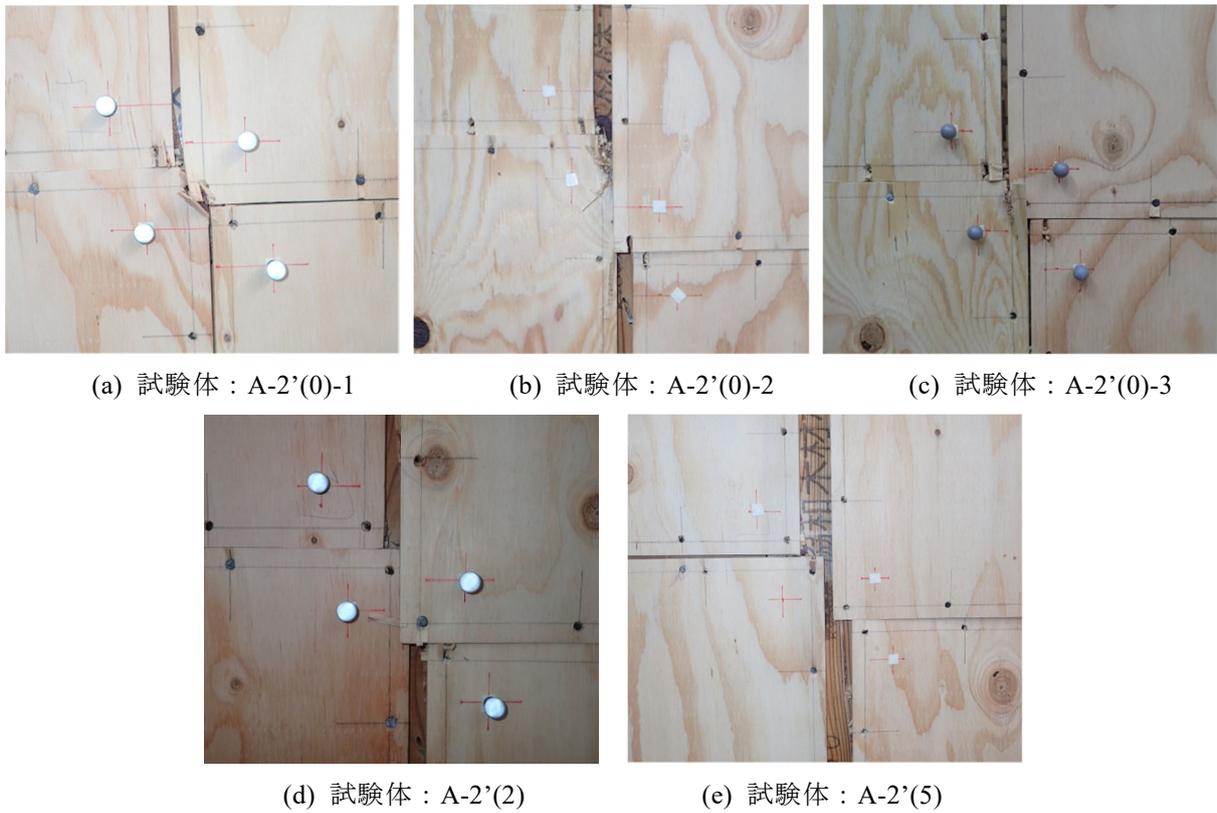


写真 4.2.2-5 試験終了時の面材接触の状況

4.3 真壁耐力壁の解析モデル構築へ向けた課題

4.2.1 に示した通り、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。

また、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。

また、4.2.2 に示した通り、面材の隙間の影響確認のための水平せん断試験では、面材同士のみ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。

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 第2回 WG と合同開催	令和元年8月5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	令和元年12月12日(木) 18:00~20:00	情報オアシス神田 神田北スペース分室 会議室「オアシス6」 ニューセントラルホテル2階
第3回	令和2年2月17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 + 第2回 WG

日時	2019年8月5日 月曜日 10:00~12:00				
場所	情報オアシス神田 オアシス1会議室				
参加者 (敬称略)	委員長	河合直人			
	委員	五十田博	青木謙治	大橋好光	中島史郎
		中川貴文	中島昌一	槌本敬大	後藤隆洋
		上杉義則	逢坂達男	坂口晴一	
	協力委員	荒木康宏	秋山信彦		
行政	青木亮	上原拓馬			
事務局	平野陽子	山崎渉			

配付資料

資料 01:関係者名簿

資料 02: S27 補助事業の概要(交付申請書抜粋)

資料 03: 昨年度の成果報告会資料(大壁高さ検討の部分のみ抜粋)

資料 04: 全体スケジュール

資料 05: WG 議事録(219/6/4)

資料 06: 大壁に関する高さの検討を行う試験体図

資料 07: 大壁に関する高さの追加解析結果

資料 08: 幅等に関する要望についての整理(大壁)

資料 09: 面材耐力壁の FEM 解析精度向上

資料 10: 真壁試験体図

1. 国交省挨拶/委員会メンバーの確認(資料 01)

- ・ 国交省・青木様より挨拶
- ・ 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。昨年度と変更有り。(住木センター:後藤、ハウスプラス:上杉)

2. 本年度の事業の概要と昨年度の成果の確認(資料 02、03、05)

- ・ 事務局より事業概要について説明。
- ・ 真壁については、今年度中に整理はつかない可能性があるのか？
→真壁については、シミュレーションの精度が低く、現段階では高さや幅等のパラスタを行えるほどのモデルが存在しない。今年度、モデルの構築を行うが、パラスタに着手できるところまでいけるかどうかはわからない。
- ・ 大壁の幅の検討で、独立壁 600 mm の例が示されている。この仕様は許容応力度では許されているが、壁倍率では認められているのか？
→大臣認定仕様は、幅 900mm 以下については適用範囲に使用条件が記載(単独配置でのみ

使用可など)され、その幅しか認めていない(600 mm幅で実験を行い認定を取得するのはOK)。告示仕様の場合、確認申請の際に、主事によって判断が異なるらしい。

→今回は、法律上や運用上どうかということは別に、工学的に判断した場合どうかということで、検討を行う。

- ・ 今年度実施する実験で、構造用合板の単板樹種を「カラマツ・スギの複合とする」との記述があるが、理由は？

→厚さは一般的に使用されている9 mmとするが全層スギは特注品であり入手が困難。また、全層スギでの実験結果がオープンになった際に、あまりに性能が小さいと誤解を招く恐れもある。

→大壁の検討では、面材の剛性やくぎのせん断の違いは、モデルに入力する値であり、樹種の違いによってこれらが異なる場合でも、対応して検討できる。したがってどの樹種の構造用合板で実施しても検討結果は変わらない。

本検証で確認した結果は、面材の種類を問わず、大壁には適用することをめざしているが、もし、面材の種類等の影響が大きいと判断される場合には、適用条件を付する必要が生じるかもしれない。

3. 大壁試験体の高さ関係の検討(資料 06、07)

- ・ 高さ関係の検証のための試験体案の説明と、追加で実施した解析の説明を事務局と五十田より行った
- ・ 高さが異なるくぎピッチ等の仕様が同じ試験体で、柱脚の金物を変えて行うのか？
→柱脚金物を同じにしても、形状による引き抜き力に合わせて変えたとしても、どちらにせよ、同一の条件を再現することはできない。
→各試験体のフレームのみのデータも取得するので、その影響を差し引けるということで、現状の仕様そのままとする。
- ・ 性能が同等の大壁であっても、変位量(絶対量)の包絡線を見ると、高さが異なると剛性等がかなり異なる。一つの建物の中に、これらが混在することは問題無いのかという指摘もある。
→ 通常の住宅の設計では、壁高さが異なる部分は、1 階ならば下屋部分、2 階ならば登り梁形式で小屋裏利用に近い設計の場合等に限定される。そういった部分の整理は必要かもしれない。
→水平構面の性能とのバランスもある。木造の場合、剛床と言えども、ある程度の変形は吸収できる能力はあるので、実際に問題となることは少ないのでは。

4. 大壁の幅方向に関する検討(資料 08)

- ・ 大臣認定上および運用上の幅関係の要望について、事務局より説明を行った。
- ・ 様々な要望があるようだが、独立壁 600 mm幅→1P 壁→1. 5P 壁→2P 壁の間で、どの範囲でなら比例則が成り立つか、もしくは、どのような低減が必要かが整理できれば、要望のかなりの部分をカバー出来るので、その範囲の検討を優先することになるか。
- ・ 告示仕様では面材が継がれる間柱の断面の規定はなく、見付が 30 mmといったことも生じるの

か。

→告示仕様には規定は無いが、大臣認定であれば、軸組は見付は 45 mm、枠組壁工法なら 38 mmとなる。

5. 真壁仕様のモデル構築について(資料 09、10)

- ・ 真壁の FEM 解析の精度を向上させるために、自主研究として日総試と京大で実施している研究の事前解析と実験内容について五十田より説明。
- ・ モデルは、以下に示すように真壁で最も複雑で再現が難しいものを対象にしている。
 - ① 面材位置は、柱の面に合わせる →剥がれ および 踏み外し、軸組のめり込みへの影響が複雑
 - ② 2P としている →1Pと比較して面材同士の摩擦部分が追加される
- ・ 要素実験も実大実験も、日総試または京大で実施。モデルの再現性を確認するための実大実験は 3 体を計画。大壁の高さ関係の確認のための材料と揃えたいので、同時期に発注し、搬送するか？要検討。
- ・ 真壁で生じる現象を再現するために、今年度の成果として全ての要素を対象としているが、例えば上の①や②が無い場合は比較的精度高く再現できるといったこともあり得る。実大実験は、①②について、パラメーターを設けて実施してはどうか。要検討。

5. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第 3 回 WG 9 月 13 日(金)18:00~20:00@情報オアシス神田 オアシス 1
- ・ 第 2 回委員会 12 月 12 日(木) 18:00~20:00 @ニューセントラルホテル 2 階
- ・ 第 3 回委員会 2 月 17 日(月)18:00~20:00@情報オアシス神田 オアシス 1

第2回 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

日時	2019年12月12日 木曜日 18:00~20:00				
場所	情報オアシス神田 オアシス6会議室 ニューセントラルホテル2階				
参加者 (敬称略)	委員長	河合直人			
	委員	五十田博	青木謙治	大橋好光	中島史郎
		中川貴文	中島昌一	槌本敬大	後藤隆洋
		上杉義則	逢坂達男	坂口晴一	
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	青木亮	木戸聡	上原拓馬	田窪一成貴
事務局	平野陽子	山崎渉			

配付資料

資料01:第1回委員会(8/5)議事録

資料02:全体スケジュール

資料03:耐力壁の面内せん断試験 壁高さ影響検討(速報)

資料04:実大実験速報(自主実験(要素実験・大壁実験))

資料05:高さ関係解析と実験結果の整理

資料06:実大実験 幅関係 試験体図

資料07:大壁の幅のシミュレーション

資料08:実大実験速報(真壁実験)

資料09:FEM解析結果と試験結果の比較

1. 前回議事録の確認、事業全体の概要(資料01、02)

- ・ 大壁高さ方向、幅方向、真壁の3つの取組についての進捗報告。
- ・ 一部日総試の自主研究の内容が含まれているため、本事業の報告書での記載内容については別途検討。

2. 大壁高さ方向 実験、解析結果の確認(資料03、04、05)

- ・ 実験結果、解析結果について五十田、事務局より説明。
- ・ 今回の大壁実験では、接合金物の性能を高めにしており、タイロッド式に近いのではないかと考えている。この実験での壁倍率評価については、見かけの変位を用い、特定変形時耐力については1/120radで評価するか、もしくは真の変位を用い、1/150radで評価するか、どちらが適しているのだろうか。
→今回の場合は、柱脚固定式であることから、ルールに基づき、見かけの変位を用い特定変形時耐力は1/120で評価する。
- ・ 準耐火構造では1/150の変形制限が設けられている。軸組工法の壁倍率の評価は1/120としていることから必要壁量を1.25倍しなければならない、という割増しがあったと思われる。この割増しが、現在も適用されるものなのかどうか分からない。

→割増しがなくなったとすると、軸組工法では、見かけの 1/120 と真の 1/150 は等価であるという判断に変化していった経緯があるのではないだろうか。

- ・ 今回実施した以上の高さの壁について、実験する予定はあるか。4m を超えてくると倍率が下がってくると思われるが、例えば非住宅で倉庫などではもっと高い壁が求められる可能性がある。
→あくまで4号建物の壁量計算をするものを対象としているので、現在のところは予定していない。
- ・ 資料 04 では大壁耐力壁の実験で、面材の隙間をパラメータとしたものの結果が示されている。今後、n 数を増やす予定はあるか。
→今のところは考えていない。隙間なし:3 体、隙間 2mm:1 体+3 体(BL 実施分)、隙間大:1 体を実施した。
- ・ 資料 04 の面材のすべりを示した写真(写真 2.1~2.3)は全て隙間なしの試験体のものか。また、変形角が同じ時の写真なのか。
→3 枚とも隙間なしの試験体の写真で、すべり・接触等の状況を比較したものである。変形角が同じかどうかは分からない。
- ・ 高さ方向のパラスタは、前年度に終了している。資料 05 では、その解析モデルと BL での実験結果を比較したものを示している。また解析モデルには今回実施したくぎの要素実験のデータを取り込んでいる。結果としては解析モデルと実験が合うことが確認できた。ただ、靱性が若干合わない。この点については、面材のぶつかりを解析モデルに取り込むことで対応可能と考えている。

3. 大壁幅方向 実験計画及び解析結果(資料 06、07)

- ・ 幅方向実験(12/16(月)より BX カネシンで実施)の試験体案及び幅方向の解析について、五十田、事務局より説明。解析は幅 303mm 単体のものを追加する予定。
- ・ 実験では、面材の密度を確認しておく。また、合板の樹種がダグラスファーからカラマツに変更となるため、くぎの一面せん断試験を追加で実施する。
- ・ 解析について、桁は剛体としているのか。
→軸材は曲げ部材としている。くぎピッチが 50mm ぐらいになると柱の曲げの影響が出てくるのが考えられるが、今回はくぎピッチが 100mm なのでその影響はないと考えている。
- ・ グレー本の詳細計算法の中で、継手間柱については寸法制限があり、現在の見付け 45mm よりももっと大きい寸法が求められていたのではないか。
→グレー本の詳細計算法は、軸材を剛体とした解析に基づいており、それに合わせるように仕様が決められている。基本的には壁倍率が 5 倍以下の場合には関係ない。
→現場でも見付け 45mm が使用されている。

4. 真壁 実験結果の確認及び解析進捗(資料 08、09)

- ・ 真壁仕様のモデル構築のための実験結果と解析内容について五十田より説明。
- ・ この解析では面材の浮き・はずれは追えているのか。

→実験での面材の破壊性状を観察し、それを解析に取り込むことができおり、精度もよいと考えている。ただし、破壊性状のうち、面材と継手間柱の座屈は解析に取り込むことができているが、面一の場合における面外への面材の外れは、取り込めていない。この外れは、くぎの軸方向にバネを設定すると再現できるかもしれない。

- ・ 解析ではくぎの初期剛性が合っていないのではないか。
→この解析では、くぎの要素実験(資料 04)で得られたくぎの性能をまだ取り込んでいない。くぎの性能を取り込むと、初期剛性は合うと考えている。ただ、その場合最大耐力が合わなくなると思われる。これに対しては面外にはらむ変形を反映する調整が必要となる。
- ・ くぎピッチが 100 と 150 で初期剛性があまり差がないように見える。面材のせん断弾性係数が小さいのか。
→周辺の拘束の影響があると思われる。面材のせん断弾性係数の影響も含めて確認する。

5. その他

- ・ 本事業の対象である面材耐力壁・合板が今後も普及していくと思われる。一方で、筋かいの利用も未だ多いが、その評価方法についても見直しが必要ではないか。

【次回以降の予定】

- ・ 第 5 回 WG 1 月 22 日(水) 10:00~12:00 @ニューセントラルホテル 地下
- ・ 第 3 回委員会 2 月 17 日(月)18:00~20:00@情報オアシス神田 オアシス1

第3回 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

日時	2020年2月17日 月曜日 18:00~20:00				
場所	情報オアシス神田 オアシス1会議室				
参加者 (敬称略)	委員長	河合直人			
	委員	五斗田博	青木謙治	大橋好光	中島史郎
		中川貴文	中島昌一	槌本敬大	後藤隆洋
		上杉義則	逢坂達男	坂口晴一	
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	青木亮	木戸聡	上原拓馬	田窪一成貴
事務局	平野陽子	山崎渉			

配付資料

- 資料 01: 第2回委員会(12/12)議事録
- 資料 02: 全体スケジュール
- 資料 03-1: 報告書(案)
- 資料 03-2: 2.3 高さ関係解析と実験結果の整理
- 資料 03-3: 3.3 大壁耐力壁(幅方向)の解析的検討
- 資料 03-4: 真壁解析モデル構築のための各種実験

1. 前回議事録の確認(資料 01)

- ・ 準耐火構造の場合は必要壁量を 1.25 倍とする必要があるとの記述は、「平成 5 年 6 月 25 日 施行改正建築基準法 準耐火建築物の防火設計指針」にある。この書籍は監修が建築指導課と日本建築主事会議となっており、日本建築センター発行で、現在も販売されている。また、平成 30 年度に出された横浜市のマニュアルにも掲載されている。
→壁倍率の考え方は時代と共に変遷してきたが、平成 12 年の整理で 1/120rad 時の荷重 130kgf/m(1.274kN/m)が倍率1であったものが、1.96kN/mに変更になった。その結果、準耐火構造の場合に 1.25 倍とする必要は無くなったと考える(しても良いが)。地方公共団体では規制をかける分には自由なので、横浜市は規制をかけているとの理解。

2. 前回の委員会以降に実施した実験結果について(資料 01)

- ・ 前回の委員会以降に実施した大壁の幅関係の実験について事務局より説明した。実験結果としては、試験体の範囲においては、性能差はほとんど無かった。
→この範囲であれば、一の仕様として見ても良いか？
→実験の結果としてはその通り。合わせて解析の結果も見ても判断することとなる。
→幅 910 と 1000 はモジュールの違いであり、それぞれ別の認定とすることを求められているので、これは一の仕様としていいのではないか。
→910 から 1820 または 1000 から 2000 の間の寸法の壁は、1820 または 2000 で実験を実施する大臣認定では認められていない。1P もしくは 2P の施工のみが認められる。具体的に

は、構造の概要に「柱と間柱」、「間柱と継手間柱」の寸法が示されているが、「柱の継手間柱」の寸法が示されていないので施工することはできない。ただし、現在、大臣認定壁でここまで厳しく見ている主事がどの程度いるかは不明。知らない主事も存在すると思われる。これらを認めるというのは、一の仕様とするというよりも、運用上の問題とし、認める方法で整理すると混乱は避けられる。

→独立 600 mmの耐力壁は、現在のところ上に示した一般的な大臣認定では認められていない。このような寸法について認定を得たい時は、そのものずばりの寸法で実験を実施する必要がある。独立 600 mmの耐力壁を認めるかどうかは、告示仕様の耐力壁でも主事によって判断が異なるらしい。

- ・ 解析においては、どのくぎのデータを使用するかでわずかであるが結果が異なる。くぎのデータは試験体に使用した合板の樹種が変わる毎に材料の程度の確認のために実施しているが、大壁幅の実験において用いた全層カラマツについてはロケット型の単調、大壁高さの実験において用いた全層ダグラスファーについてはロケット型の繰り返しデータとなっている。現在、京都大学で全層カラマツの合板についてグレー本の面材くぎの実験を実施している。解析は、このデータを使った結果を最終とする予定。

3. その他(資料 03-2、3、4)

- ・ 4.2.1 の真壁の水平せん断試験 および 4.2.2 面材の隙間の影響の確認のための水平せん断試験については、その目的である面材同士の接触の観察結果(変位毎の経緯)については写真などを掲載して詳しく記述しておく必要がある。また、使用材料などについても、他の実験と同様に詳細を掲載しておくこと。
- ・ 高さについては、実験結果、解析結果より1500 mmから4000 mm程度は同一の仕様と見なして良いと思われる。現在の様に、大臣認定によって高さが細かくまちまちであると、設計・施工・管理・審査のどの立場においても、間違いを誘発する要因となっている。
- ・ 耐力壁の高さが異なることによる絶対変位の違いと柱の引き抜き力の差についてどう考えるか示す必要がある。これは、大臣認定耐力壁にかかわらず、告示仕様の耐力壁についても同様。

前者については、木造では床面および屋根面に変形性能があり、この程度の変位差であれば追従可能であると言える。後者についてはN値計算は高さ2700 mmにて組み立てられた考え方であるので、どこかで検証は必要かもしれない。

ツーバイフォーでは、耐力壁の高さは0.9m以上で2.0mまでは壁倍率を低減(約半分)するように運用している場合が多い。

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	令和元年6月4日(火) 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2」
第2回 第1回委員会 と合同開催	令和元年8月5日(月) 10:00~12:00 議事録は委員会	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	令和元年9月13日(金) 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	令和元年11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5回	令和2年1月22日(金) 10:00~12:00	情報オアシス神田 神田北スペース分室 会議室「オアシス5」 ニューセントラルホテル地下

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	2019年6月04日 火曜日 10:00~12:00				
場所	情報オアシス神田 オアシス3会議室				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	中川貴文	青木謙治	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子			
	協力委員	荒木康宏	秋山信彦		
	行政	青木亮	野原邦治	狩野芳規	
	事務局	平野陽子	山崎渉		

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03:2018(平成30年度)報告書抜粋-次年度に向けての課題

資料04:2018(平成30年度)成果報告会資料抜粋-大壁・高さの解析

資料05:大壁高さ関係検討試験 試験業務依頼書(案)-試験体図含む

資料06:床勝ち検討資料

資料07:面材耐力壁のFEM解析の精度向上-面材の接触と接触後のはがれ挙動による強度低下

1. 国交省挨拶／事業概要の説明(資料01、02)

- ・ 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。

2. 今年度の実施内容

- ・ 大臣認定の合理化に関する項目には様々なものがあるが、今年度は、以下について実施する。
 - ① 大壁の高さに関する解析結果の妥当性を確認するための水平加力試験
 - ② 大壁の幅に関する解析の実施(優先順位を付けて実施)
 - モジュール(900、910、1000) →大規模木造を想定すると1200という要望も考えられるが、ここでは住宅に用いる大臣認定を対象とするので1000までとする。
 - 独立壁1P以下(最小寸法600)での利用を認めるか
 - 1Pと2Pの間の寸法の壁での利用を認めるか →グレー本では面材の寸法が300以上の場合認めている。また、柱間は2000までとしているが、それ以上の柱間の要望はあった。
 - 両端に柱がある耐力壁に追加される耐力壁の寸法を1P以下でも認めるか
 - ③ ②の解析の妥当性を確認するための実験を必要に応じて実施
 - ④ 真壁のFEM解析モデルを構築 →ただし、資料07で示す検討がある程度完了した後でないと実施できない。

- ⑤ ④で構築した解析モデルの妥当性を確認するための実験を実施(3~4体) →④の後
- ①については、高さ4mの試験もあるため性能協会の会員の施設で実施するが、実施に当たり資料05に示す仕様書を作成し見積もりを取って決定する。資料05については以下の通り修正する。
 - 試験体数は3仕様×3体+3仕様のフレームのみの試験体×1体=12体とする。
 - 面材は構造用合板2級9mmとするが、単板樹種をカラマツ・スギの複合とする。
 - 試験体は2Pとし、柱脚固定式で実施。
 - 柱頭柱脚は高さ4mで上B15下B30、高さ2.8mで上B15下B20、高さ1.5mで上B15下B15とする。
 - 各試験体のくぎピッチは全て外周@100、中通り@200とし、釘ピッチ優先で面材高さ、試験体高さを確定する。 → 高さの解析をやりなおしているの、その情報を元に試験体を合わせる。
- ②については、グレー本に様々なルールが示されているが、これらには根拠は無く、施工実態を把握した上で厳しめに設定したもの。ここでの検討では、参考程度として扱うこととする。
- ④を実施するために必要な資料07に示す検討は、京都大学と日総試の共同研究で進める。
- ④でいう真壁は、面材が軸材の面に合わせているタイプの形状を想定しており、その形状で解析モデルを作成する。

3. 床勝ちの仕様について(昨年度からの宿題)(資料03、05)

- 床勝ちの仕様については床勝ちで無い仕様と同等とすることが可能かどうかの議論が性能協であった、結論が出なかった。ここで検討できないかとの意見が、昨年度のWGであった。
 - 2015年度(平成27年度)の基整促において、資料05に示す検討を実施して床勝ちの扱いを議論した。真壁・大壁共に過去の大臣認定のデータの検証で、受材の寸法、受材の留め付けが適切であれば床勝ちと床勝ちでないものは同等と考えられる。(床面材厚28mm or 30mm)
 - 性能協では、床の面材が30mmを超えたものの場合(36mmのCLT等)も同様に考えられるのかが議論になった。
 - 床板が適切に軸材に留め付けられていれば、特に問題は無いのではないかとと思われる。ここで実験で検証する必要な無いかわかれる。

5. その他

- 成果報告会にて、「高さが異なる場合は倍率は同じであっても荷重変形曲線が異なる。それを同等としても良いのか？重ね合わせをして良いのか？」との質問があった。
 - 荷重変形曲線のX軸をradではなくmmとすると異なるのは確かだが、それが大きな問題とはならないと考えられる。そもそも、筋かいと面材耐力壁でも荷重変形曲線は大きく異なり、それらを重ね合わせて利用して良いのかという議論にもなる。
 - 本指摘事項は記録を取っておき、報告書に考え方を示すこととする。
- 第1回委員会と第2回WGは合同で神田情報オアシスで実施する。日程調整候補日は7月23日18:00~、8月5日10:00~、8月7日18:00~とし、早急に委員と日程調整を行う。

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	2019年9月13日 金曜日 18:00~19:30				
場所	情報オアシス神田 オアシス1会議室				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	中川貴文	青木謙治	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子			
	協力委員	荒木康宏	秋山信彦		
	行政	青木亮	木戸聡	上原拓馬	田窪成貴
	事務局	平野陽子	山崎渉		
<p>配付資料</p> <p>資料01:議事録(8/5)第1回委員会+第2回WG合同</p> <p>資料02:実大実験 発注関係 試験体図</p> <p>資料03:大壁 幅関係 解析結果 ← WG後差し替え有り</p> <p>資料04:大壁 実験整理</p> <p>資料05:2019年度実施項目(シミュレーション構築:日総試自主研究+真壁)</p> <p>資料06:要素試験 事前解析(WG2での資料の再掲)</p> <p>資料07:年間スケジュール</p> <p>1. 前回の議事録の確認(資料01)</p> <p>2. 実大実験 発注関係 最終確認(資料02)</p> <ul style="list-style-type: none"> 以下の実験の試験体について、材料等のロットを揃え、ばらつき調整分(+2割)含め発注済。 10~11月に日総試で実施する 真壁3体、大壁実験8体+要素試験(日総試自主研究) 11月にBLで実施する大壁高さ関係 4仕様×各3体+フレームのみ3体 各実験の実施日時が確定したら、WGメンバーに通知。 <p>3. 大壁 幅関係 解析結果確認 + 実験計画(資料03、04)</p> <ul style="list-style-type: none"> シミュレーションの結果を加藤より説明。 シミュレーションモデルの高さ方向は高さの検討を行った場合と同様にくぎピッチ優先で高さを決定。幅方向は面材幅を優先して平均ピッチを算出。WG当日に配布した資料では、くぎピッチを考慮した壁幅1m当たりの耐力は、910mmを基準とした割増の分母・分子を間違っため、削除。資料を後日差し替える。 以下の仕様のシミュレーションを追加。 <ul style="list-style-type: none"> ①910+303mm幅 (ドアが付く場合に実際によくある仕様で、グレー本でもOKの仕様) ②910+455mm幅 ③1510(910+600)mm幅もしくは1820mm幅で、面材が継がれていないもの(実際には存在しないが、比較のため) 					

現資料にある 910+600 mmは 600 mmが左右どちらでも違いが無いので、一つでよい。

- ・ このシミュレーションで確認しておけば、継手間柱が柱になった場合は安全側なので、含めて検討したことになる。
- ・ シミュレーションの最終変位角は 1/15 としているが、荷重が最大から 80%に下がるまで実施したのも追加する。これら 2 種類での評価で壁倍率がどう変わるかを確認する。
- ・ 解析モデルの資料も付ける。
- ・ 455 mmや 600 mmはなぜ変形が進んでも荷重が落ちないのだろうか？
→剛性が低いので、結果としてくぎの移動量が少なく、もう少し変位が進まないと耐力が落ちないのでは？
→実験でも、幅方向のくぎがない試験体では、荷重がなかなか落ちないという同様の傾向が見られる。何が生じているのかは分からない。
→これらの幅の場合、縦の変形が主となることが影響しているか？
- ・ シミュレーションを受けて、以下の試験体での実験を計画する。実験は費用を抑えるため、BX カネシン(株)に依頼することを検討。五十田より打診。

【実大実験】

柱間2P(1820 mm)のフレーム(柱は3本)の中に、600 mm幅、910 mm幅、1000 mm幅、910+303 mmの4仕様×各3体、フレームのみ1仕様×1体、合計13体。

【接合部実験】

HD 金物(Z 金物) 引っ張り3体、曲げ3体、合計6体。

- ・ この実験での間柱の寸法は奥行き 105 mmとする。解析で一部 60 mmを実施して確認。
- ・ 以上の実験で、接合部のバネを考慮した解析モデルを作成し、実験を再現した上で、パラスタを実施。実験で再現できない接合部の曲げ剛性が無い場合は解析で求める。
- ・ 理論式を構築するための接合部の曲げ剛性が無い実験は難しいが、検討の余地は有り。解析の精度を確認するために可能であれば実施したい。

4. 真壁解析モデル構築のための実験等(資料 06)

- ・ 各種実験の内容および目的を五十田より説明。

5. その他

- ・ 本事業の成果は、基準法および関係告示の改正ではなく、大臣認定の評価に係る内規の変更に活用する。その結果、大臣認定の仕様決定の緩和が行われる場合、該当する既存の大臣認定についても、試験を伴わない変更等にて仕様の変更等が可能な措置を検討して欲しいとの要望が強い。
- ・ 今後の予定は以下の通り。すべて神田情報オアシスで実施する。

第4回 WG 11月25日月曜日 10:00～(河合・中川委員と調整済)

大壁幅の解析および実験計画の確認、大壁高さ関係および真壁等の実験の進捗状況の確認

第2回委員会 12月12日木曜日 18:00～ / 第3回委員会 2月17日月曜日 18:00～

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	2019年11月25日 月曜日 10:00~12:00				
場所	情報オアシス神田 オアシス1会議室				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	中川貴文	青木謙治	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子			
	協力委員	荒木康宏	秋山信彦		
	行政	青木亮	本戸聡	上原拓馬	田窪成貴
	事務局	平野陽子	山崎渉		

配付資料

資料01:第3回WG(9/13)議事録

資料02:全体スケジュール

資料03:耐力壁の面内せん断試験 壁高さ影響検討(速報)

資料04:実大実験速報(真壁、自主実験(要素実験・大壁実験))

資料05:FEM解析結果と試験結果の比較

資料06:実大実験 幅関係 試験体図

資料07:大壁の幅のシミュレーション

資料08:真壁耐力壁のFEM事前解析

1. 前回の議事録の確認(資料01)

2. 実大実験 大壁高さ方向(資料03、資料04(後半))

(資料03(BL))

- ・ 本実験では通常の評価時の計測に加えて、柱脚・柱頭のホールダウン金物の引き抜き力測定、面材と軸組の相対変位測定、面材のひずみ測定を行っている。
- ・ 資料03のまとめのグラフに示された通り、高さが低い試験体(A-3)の方が、耐力が若干高くなっており、解析と同じ傾向である。高さの低い試験体(A-3)が強い理由の一つとしては、ホールダウン金物の曲げ抵抗が効いているものと思われる。
また、高さが低い試験体(A-3)では、桁側のホールダウン金物の軸力が出て、試験体が高くなると軸力が出ていないという話もあった。詳細は今後整理する。
→軸力が高さによって異なる場合は、タイロッド式で試験を実施した方がよいのか。また、タイロッド式で実施する試験が少ないのはなぜか。
→試験方法として手間がかかるのであまり採用されない。また、タイロッド式では最初は桁を押さえているが、変形が進んだ時に追従して桁を押さえるわけではない。結局柱脚が浮いてしまうため、柱脚に何らかの対応が必要となる。
→フレームのみの実験結果を差し引いて、金物の影響を取り除いたデータを用いて整理を進める。

- ・ 真の変位から算出した実験倍率は、A-1:3.78、A-2:4.05、A-2':3.70、A-3:3.87 となっており、まとめのグラフのように高さでの傾向は見られない。
→まとめの表、グラフは見かけの変位から作成されている。真の変位での整理をする。
→中大規模向けグレー本の事業での高耐力壁の検討では、ロッキング変形の影響が大きく、真の変位だと合うと言われていた。
- ・ 実験結果について 4 指標を見ると、概ね $0.2P_u/D_s$ で決まっている。面材壁の壁倍率の実験では、 P_y で決まることが多いと思われるがなぜか。
→今回の実験は比較検討しやすいようにくぎのピッチを 100mm としているのでその影響があるかもしれない。
→面材のひずみを計測している。左右でかなり値が異なるとのことである。こちらも合わせて確認する。
- ・ 合板の密度を見ると全層ダグラスファーかどうか分からない。
→別実験で、産地証明を実施して製造した合板(全層ベイマツ)とほぼ同等なので問題ない。(資料 04 後半(日総試・自主研究))
- ・ 資料 04 の実験は、面材高さは資料 03 の A-2' と同じで、面材同士の隙間無し、隙間 2mm、隙間大(幅方向 15mm、高さ方向 5mm)の 3 種類を実施。加えて、くぎの要素実験を浮き上がり(なし(0mm)、2mm、4mm)を変えて実施。
- ・ 隙間無しの 3 体 (No1、No2、No3) のうち、No2 の耐力が小さい。これはたまたま面材が横に滑って、ほとんど面材同士がぶつかっていない(モーションキャプチャーでの歪み計測により確認)。No1・No3 と No2 を比較すると面材の接触の影響が分かる。また、No2 は、隙間 2mm、隙間大と同程度の耐力となっている。
→隙間無しの場合、面材同士がぶつかって耐力が高くなるのが設計上の前提とすると、No2 は狙った通りの挙動を示していない。面材同士の接触は期待してはいけないのではないか。
→ご指摘の通り。ただし、解析上は接触の影響による耐力の上昇を追えている。
- ・ くぎの要素実験での浮き上がりなしの結果では、最大が 1.2kN であった。解析では最大 1kN として計算しているが、要素実験に合わせて解析を変更する。

3. 真壁解析モデル構築のための実験・解析(資料 04(前半)、資料 05、資料 08)

- ・ 真壁の実験は、面材の位置を面一、中央の 2 種類、釘を 100mm ピッチ、150mm ピッチの 2 種類で実施した。面材が面外方向に変形する時に、手前側、奥側のどちらにはらむかは解析では予測できないが、比較的精度のいい結果が出ている。
- ・ 実験では面材と軸材の隙はどの程度とっているか。
→上側は 2mm、左右 1mm、下側は突き付け。解析では、周囲 1mm としており、上側の隙は実験よりも小さい。
- ・ 面材の位置によって、解析上で違いが出てくるのはどこか。
→解析上はほとんど変わらない。また、面材は脱落しない前提で、土台の端部を押している。
→解析で脱落することを考慮しようとする、現在の最大荷重手前で落ちることになりそう。浮

き上がり 2mm のくぎの要素実験結果を使って解析してみてもどうか。

→いずれにしても、いつ浮き始めるのか予測することは難しい。

4. 大壁 幅関係 実験・シミュレーション(資料 06、資料 07)

- ・ 幅関係の実験での最後(引ききり)の加力方向は図面の右側とする。接合部曲げの実験も同様に図面の右側とする。
- ・ 解析では、2P のフレームに 910 と 600 の面材を張ったもの、1P のフレームで 910、600 それぞれの結果を足し合わせたものの結果がほぼ同じになることが確認できた。
- ・ 大壁の幅関係の解析で、910+600 がそれぞれの解析結果の荷重変形で足し合わせているとすると、図 2.1 と図 1.1.3 で示されたグラフは結果が逆ではないか。
→データを再度確認する。
- ・ 910+455、910+303 のシミュレーションを追加してデータを確認する。

5. 第 2 回委員会の資料について

- ・ 第 2 回委員会の資料は下記の通り準備を進める。
 - ①大壁高さ方向関係
 - ・高さ方向実験(BL)結果:資料 03 に下記を可能な範囲で進めたもの
→真の変位での比較
→生データを BL より取得し、軸組の影響を抜いたデータを作成。
 - ・高さ方向の解析(くぎの要素実験を反映し、BL の実験結果と比較)
 - ・面材同士の隙を調整した実験とくぎの要素実験結果:資料 04 後半に下記を追加・反映
→モーションキャプチャーによるひずみ計測結果・分析資料を追加
→資料 04 後半のグラフ内に示した「解析」「解析 2」について、くぎのデータを解析入力値からくぎの要素実験の結果に変更
 - ②大壁幅方向関係
 - ・資料 06 幅方向試験体図(本 WG 資料のまま)
 - ・資料 07 幅方向シミュレーションに 910+455、910+303(単純に足し合わせたもの)を追加
 - ③真壁関係
 - ・資料 04 前半と資料 05(実験結果と解析、本 WG 資料のまま)

6. その他

- ・ 本事業の目的は、高さ方向、幅方向についての検討が主体。真壁のモデル検討については、基本的には日総試での自主事業であり、その実験を一部本事業で実施している。報告書については、どのように書き分けるか、どこまでデータを引用できるかは要検討。
- ・ 今後の予定は以下の通り。すべて神田情報オアシスで実施する。

第 5 回 WG 1 月 22 日 水曜日 10:00~

第 2 回委員会 12 月 12 日木曜日 18:00~/ 第 3 回委員会 2 月 17 日月曜日 18:00~

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	2020年1月22日 水曜日 10:00~12:00				
場所	情報オアシス神田 オアシス5会議室(ニューセントラルホテル地下)				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	中川貴文	青木謙治	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子			
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	青木亮	木戸聡	上原拓馬	田窪成貴
	事務局	平野陽子	山崎渉		

配付資料

- 資料 01: 第4回 WG(11/25)議事録
- 資料 02: 全体スケジュール
- 資料 03-大壁 高さ関係
- 資料 03-01: 試験体図
- 資料 03-02: 耐力壁の面内せん断試験 壁高さ影響検討(速報)
- 資料 03-03: 大壁に関する高さの追加解析図面、結果
- 資料 03-04: 高さ関係解析と実験結果の整理
- 資料 04-大壁 幅関係
- 資料 04-01: 試験体図
- 資料 04-02: 幅方向実験結果(速報)
- 資料 04-03: 実験結果比較
- 資料 04-04: 解析結果比較
- 資料 05-真壁
- 資料 05-01: 試験体図と実験結果
- 資料 05-02: 真壁耐力壁のFEM 事前解析
- 資料 05-03: FEM 解析結果と試験結果の比較
- 資料 06: 報告書目次案

1. 前回の議事録の確認(資料 01)

2. 大壁 高さ関係(資料 03 シリーズ)

- ・ 大壁高さ関係(資料 03 シリーズ)は、これまでのWGで説明済み。

3. 大壁 幅関係(資料 04 シリーズ)

- ・ 大壁幅関係の実験結果と解析について、加藤、事務局より報告。
- ・ 幅関係の解析(資料 4-4)において、くぎのデータは事前解析のもの(グレー本のくぎデータをベースにしたもの)、くぎのせん断試験のデータのどちらを利用するのがよいか。

→くぎの実験データについて、資料 4-2 p18-p22 で面材 1 面せん断試験とあるが、これはどのような試験体なのか。

→試験体はロケット型で、単調加力の結果である。ロケット型のくぎの試験は、日総試でも実施しており、そちらは繰り返しで実施している。

→繰り返しで実施した結果を用いるのがいいのではないか。

- ・ 実験結果と解析の比較(資料 4-3)では、幅ごとにフレームを含むもの、フレームを差し引いたもの(資料中は「フレーム考慮」)を示している。

→実験結果のフレームの有無に対して、解析結果もフレームの有無として比較しているのか。

→解析モデルは接合部をピンとしていることから、解析結果はフレームの有無の別では作成していない。そのため実験結果のフレームの有無に対して、解析結果はどちらも同じものを使用している。

- ・ 接合部の曲げ試験、引張試験はどのように解析に反映されているか。

→現段階での解析では試験結果は用いていない。曲げ、引張のデータを取り入れるとすると、接合部の回転バネを設定することになる。

- ・ 実験結果については、加力スケジュール等の実験条件の詳細、またフレームを除いた場合の評価も含めてとりまとめる。

4. 真壁(資料 05 シリーズ)

- ・ 真壁(資料 05 シリーズ)は、これまでの WG で説明済み。

5. 報告書の構成・とりまとめの方針について

- ・ 第 1 章に、本事業で実施した実験の全体像と、各章の解析で用いたくぎのせん断実験の結果についてまとめて示す。

- ・ 大壁幅方向(第 3 章)については、面材幅 600 以上、面材の組み合わせは 910+303~は、大臣認定の適用範囲として認めてよいという方向性を示す。

- ・ 真壁(第 4 章)については、本事業の予算で実施した実験結果を示す。また、面材同士の隙を比較した実験(大壁)を示し、面材のぶつかり等の要因で真壁では大壁と同じようにモデル化ができないことを示す。なお、面材同士の隙を比較した実験(大壁)は日総試の自主研究で実施したものである(報告書にはその旨記載)。

→上記に基づき第 4 章の目次案を変更する。(事務局)

- ・ くぎピッチのバリエーションや、合板以外の面材についてはどのように考えるのか。

→解析上は、くぎピッチを変えたもの、くぎの性能を変えたもの、軸組のヤングを変えたもの等を実施している。また、面材の種類についても面材が座屈しないものであれば、問題ないと考えている。

- ・ 昨年度も意見があった大壁の床勝ちについては、どのように判断するのがよいか。

→本事業では何も検討をしていないので記載しない。告示で大壁床勝ちが位置づけられているのでまずはそれを利用していただくということでよいのではないか。

6. その他

- ・ 次回委員会資料は、報告書の作成を進め、それを提出する。
- ・ 今後の予定は以下の通り。

第3回委員会 2月17日月曜日 18:00～

事業完了 3月2日月曜日