

令和3年度

大臣認定耐力壁（真壁）の適用範囲の合理化 に関する検討 事業報告書

令和4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

第2章 真壁耐力壁：高さ・幅方向の検討のための実大実験

2.1 検討の目的と方法	第2章-1
2.2 真壁耐力壁の水平せん断試験	第2章-2
2.2.1 水平せん断試験の概要と結果	第2章-2
2.2.2 同一試験体での昨年度の試験との比較	第2章-53
2.2.3 破壊性状の整理	第2章-59
2.2.4 耐力関係の整理	第2章-72

第3章 真壁解析モデルのための要素試験

3.1 検討の目的と方法	第3章-1
3.2 真壁解析モデルのための要素試験	第3章-1
3.2.1 部分圧縮試験	第3章-2
3.2.2 くぎせん断試験	第3章-5
3.2.3 面材圧縮試験	第3章-7
3.3 解析に用いるための値の整理	第3章-9
3.4 要素試験に用いた材料の採取方法	第3章-10

第4章 真壁の解析的検討

4.1 検討の目的と方法	第4章-1
4.2 真壁耐力壁の解析モデルと解析結果	第4章-3
4.2.1 解析モデル	第4章-3
4.2.2 解析結果と実験結果の比較	第4章-7
4.2.3 面材の幅・高さによる耐力等の差の検討	第4章-19
4.3 真壁耐力壁の解析的検討におけるまとめ	第4章-26

第5章 まとめ

5.1 実験結果の考察と解析値の比較	第5章-1
5.2 真壁耐力壁の高さ・幅方向の違いによる性能差まとめ	第5章-12

5.2.1	その1の方法：5%ルールを用いた解析値での判断.....	第5章-15
5.2.2	その2の方法：10%ルールを用いた解析値での判断.....	第5章-22

第6章 添付資料

6.1	全体委員会議事録.....	第6章-1
6.2	ワーキンググループ議事録.....	第6章-10

別添 大臣認定真壁の一仕様とみなせる範囲の規定案

第1章 事業内容

1.1 本事業の目的

本事業では、大臣認定耐力壁（真壁）の適用範囲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。

大臣認定における耐力壁の高さや幅（以下「高さ等」という。）については、耐力壁の性能が変わらない一仕様の範囲として、一定の軸組の倍率等の範囲におさまるものであ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。しかしながら、一仕様とみなされる範囲を確認する方法については、合理化の余地がある。

平成30年度から令和元年度にかけて、大壁仕様の耐力壁については検討を行っており、一定の成果が得られた。本事業では、同様の手法を用いて大臣認定耐力壁（真壁）の一仕様と見なせる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。

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。

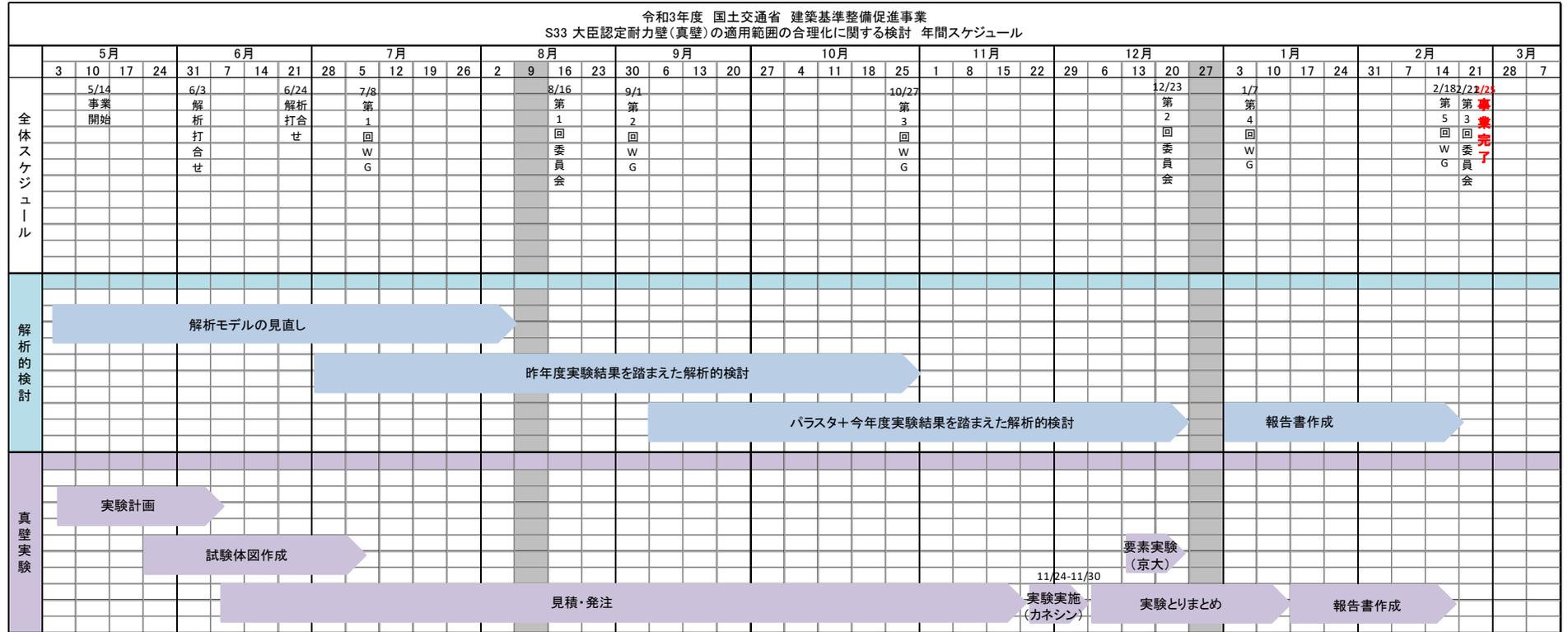
○大臣認定耐力壁（真壁）の適用範囲の合理化に関する検討委員会

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 生活圏木質構造科学分野 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 名誉教授
	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 生活圏木質構造科学分野 准教授
	伊藤 嘉則	一般財団法人 建材試験センター 性能評価本部 主幹
	今西 達也	一般財団法人日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部 構造試験室 上席専門役
	逢坂 達男	一般社団法人日本木造住宅産業協会 技術開発部 技術開発委員長
	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
	山崎 義弘	国立研究開発法人建築研究所 材料研究グループ 主任研究員
	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 主任研究官
オブザーバー		
	小谷 竜城	株式会社エヌ・シー・エヌ 技術開発部 課長
行政	納富 昭光	国土交通省住宅局 参事官（建築企画担当）付 課長補佐
	今田 多映	国土交通省住宅局 参事官（建築企画担当）付
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

○大臣認定耐力壁（真壁）の適用範囲の合理化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 生活圏木質構造科学分野 教授
委員	河合 直人	工学院大学 建築学部 建築学科 教授
	青木 謙治	東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 木質材料科学研究室 准教授
	中川 貴文	京都大学 生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 准教授
	小谷 竜城	株式会社エヌ・シー・エヌ 技術開発部 課長
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 主任研究官
オブザーバー		
	安井 信行	一般財団法人日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部主席専門役
	加藤百合子	一般財団法人日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部 構造試験室
行政	納富 昭光	国土交通省住宅局 参事官（建築企画担当）付 課長補佐
	今田 多映	国土交通省住宅局 参事官（建築企画担当）付
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

本課題は昨年度に引き続き2年計画で実施した。

下記に示す実験的、解析的検討を行った。

(イ) 面材と釘の性能等をもとにした真壁仕様耐力壁の壁倍率に関する解析的検討

面材と釘性能に関する既往研究を参考に解析モデルを作成し、解析的検討を行う。

今年度は、解析モデルの見直しを行い、(ロ)で実施した実大試験の結果を踏まえて、パラメトリックスタディを行った。

(ロ) 壁高さ、壁幅の異なる真壁仕様耐力壁及び釘接合部等の性能に関する実験

「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(S27)」の検討結果を参考に、高さ・幅等の仕様を検討し、実験(実大・要素)を実施した。

昨年度は面材位置(面一、ちり有り)、面材の幅の違いについての実験を行った。今年度は主に面材の高さの違い、および高さ方向の面材の継ぎの有無についての実験を行った。

また昨年度は水平せん断試験の試験体材料を用いて、軸材、面材、くぎに関する要素試験を実施し、解析モデルへ織り込むための各種データを得た。今年度は昨年度実施した要素試験のうち、一部の要素試験を実施し、昨年度と今年度で用いた材料に大きな差がないことを確認した。

(ハ) 大臣認定耐力壁(真壁)の一仕様と見なせる高さ等に係る基準の合理化に資する提案

(イ)、(ロ)で得られた成果を元に、真壁耐力壁において一仕様と見なせる高さ等の提案を示した。

第2章 真壁耐力壁：幅・高さ方向の検討のための実大実験

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、軸組構法における木質面材を用いた真壁仕様の幅・高さ方向の検討のため、実大実験を行った結果をまとめる。昨年度は主に幅方向の違いを確認する実験を行ったが、今年度主に高さ方向の違い、また高さ方向の面材の継ぎの有無の違いを確認する実験を実施した。

2.2 真壁耐力壁（幅・高さ方向）の水平せん断試験

2.2.1 水平せん断試験の概要と結果

(1) 試験概要

面材の幅・高さ、高さ方向の面材の継手の有無をパラメーターとして、耐力壁の水平せん断試験を実施した。なお、昨年度の成果を踏まえ、面材位置は全て面一としている。表 2.2.1-1、図 2.2.1-1 に示すように、基準の試験体寸法を高さ 2800mm・幅 910mm とし、高さ方向のバリエーション 3 種類（2400mm、2800mm、3200mm）、面材の継手 2 種類（縦継ぎの有無）とした。また、幅方向は幅 1365mm の 1 仕様（高さは 2800mm）とした。試験体数はそれぞれ 3 体とした。

図 2.2.1-1 中、今年度実施した試験体は★マークを付したものである。A-1～A-5 の試験体番号が付してある試験体は昨年度実施したものである。試験体 A-1 と★D-1、A-3 と★D-2 はそれぞれ同一仕様のものとなる。

試験体の高さ寸法は、大臣認定を取得する際の標準試験体とは異なるが、これは高さ方向の面材くぎのピッチ 100mm を優先し、中間部分等でのピッチの調整をしない寸法としたためである。

なお、本報告書内では、特記のない場合、試験体仕様は「試験体寸法（呼称）」を用いるものとする。表 2.2.1-1 で示した「試験体寸法（内法）」は、横架材、または柱の内法寸法を示しており、実験結果の整理時に算出するアスペクト比はこの寸法を用いた。

試験場所、試験スケジュールについて、表 2.2.1-1 に示す。なお、試験場所・スケジュールの都合により 2 機の試験機を用いて実施した。D-2、D-4、E-2、E-3 は昨年度と同じ試験機、D-1、D-3、E-1 は昨年度とは異なる試験機を用いた。

表 2.2.1-1 試験概要

試験場所		BX カネシン				
試験日時		11 月 24 日（水）～11 月 30 日（火）				
試験体数		真壁 21 体				
試験体番号	仕様 (面材の継手等)	試験体寸法（呼称）		試験体寸法（内法）		試験体数
		高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)	
D-1	縦継ぎあり・面一	2400	910	2051	805	3
D-2		2800	910	2451	805	3
D-3		2800	1365	2451	1260	3
D-4		3200	910	2851	805	3
E-1	縦継ぎなし・面一	2400	910	2051	805	3
E-2		2800	910	2451	805	3
E-3		3200	910	2851	805	3

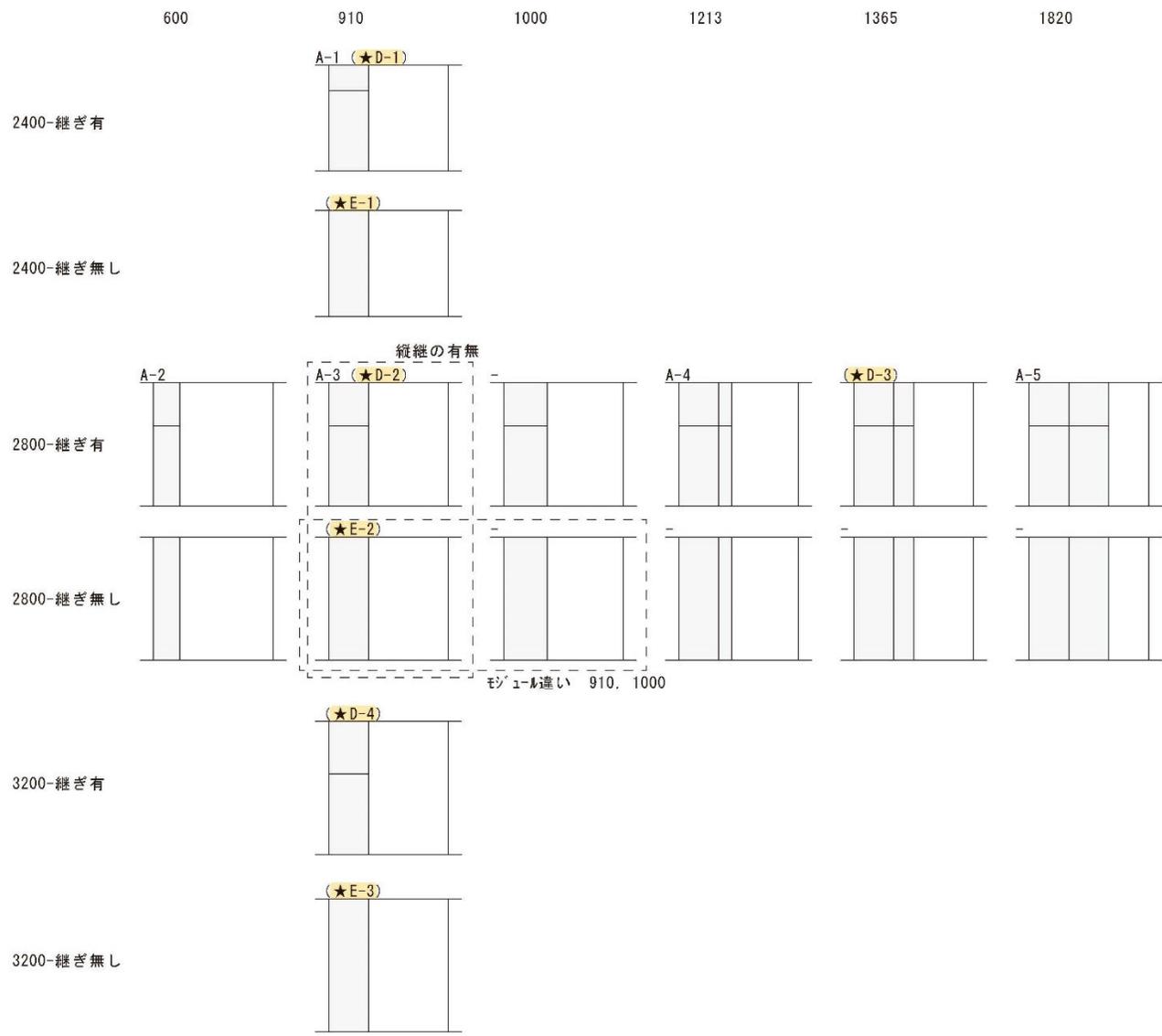


図 2.2.1-1 試験体バリエーション（黄色マーカーの仕様が対象）

(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、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。材料の密度、含水率を表 2.2.1-3 に示す。今年度実施した要素試験により得られた材料特性については、第 3 章 3.3 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：全層カラマツ 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@100mm 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 90 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 90 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 90 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)： <u>20%以下</u>

項目		仕様詳細
	受け材	樹種：すぎ 断面寸法(mm)：幅（見付）30×奥行き 90 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

	本数	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱（スギ）	63	464.0	31.9	14.0	3.6
土台（スギ）	21	427.9	25.8	12.5	2.5
桁（ベイマツ）	21	503.6	44.1	12.5	2.5
間柱（スギ）	21	374.5	30.5	8.8	2.1
継手間柱（スギ）	3	403.4	12.1	8.9	4.3
受材（スギ）	84	380.0	34.5	9.2	2.2
胴つなぎ（スギ）	26	378.0	37.9	7.3	2.2
面材（全層カラマツ）	25	586.9	23.5	12.9	2.2

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。

(3) 試験時の様子



材料の入荷



試験体の施工（金物の取り付け）



試験体の施工（軸組の組み立て）



使用した合板のロット番号

写真 2.2.1-1 試験時の様子

(4) 試験体図

試験体図を次ページ以降に示す。

D-1

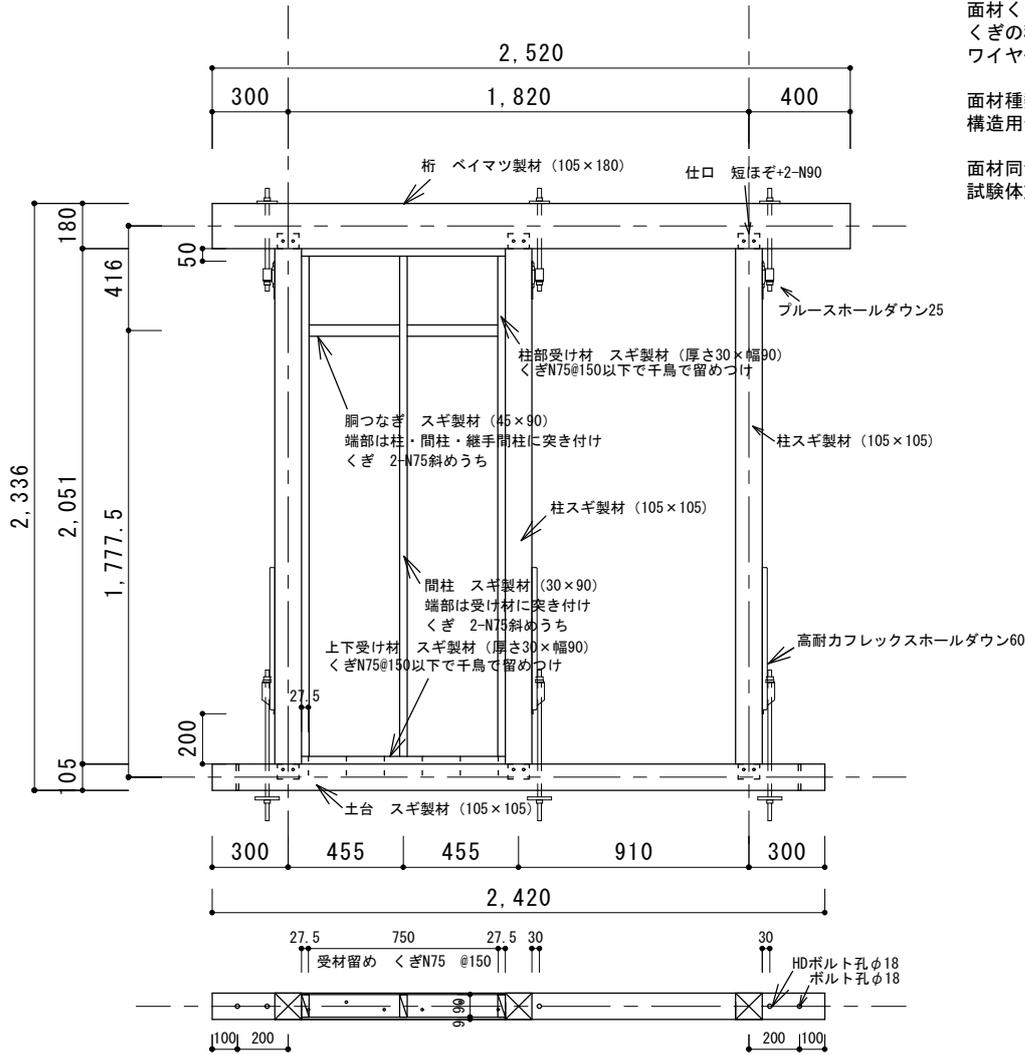
軸材の仕様

真壁 2400/910 面一 縦継ぎあり

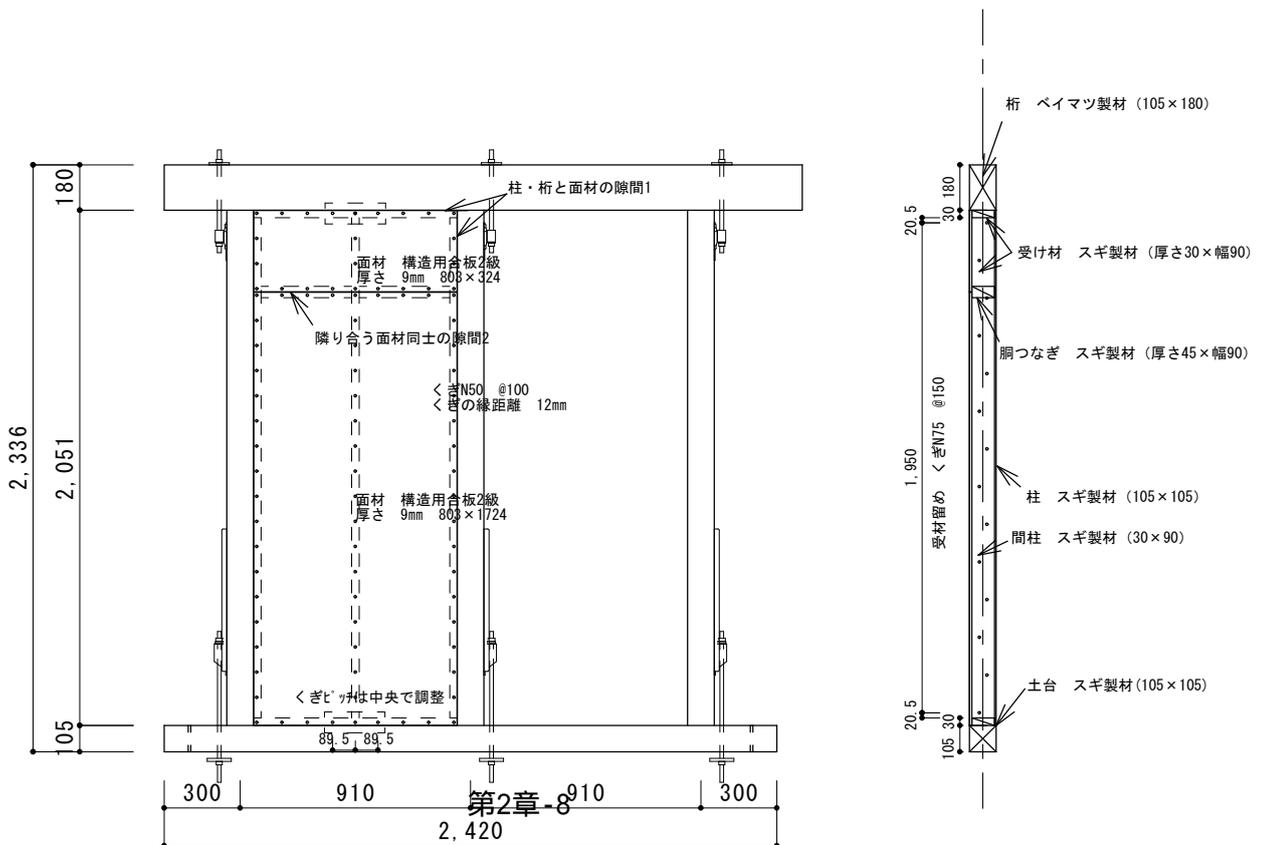
試験体数 3
 ※図中数字は単位mm
 面材くぎピッチ 100mm/100mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508:2009)
 ワイヤー連結くぎ

面材種類
 構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
 試験体施工後に計測・記録しておく



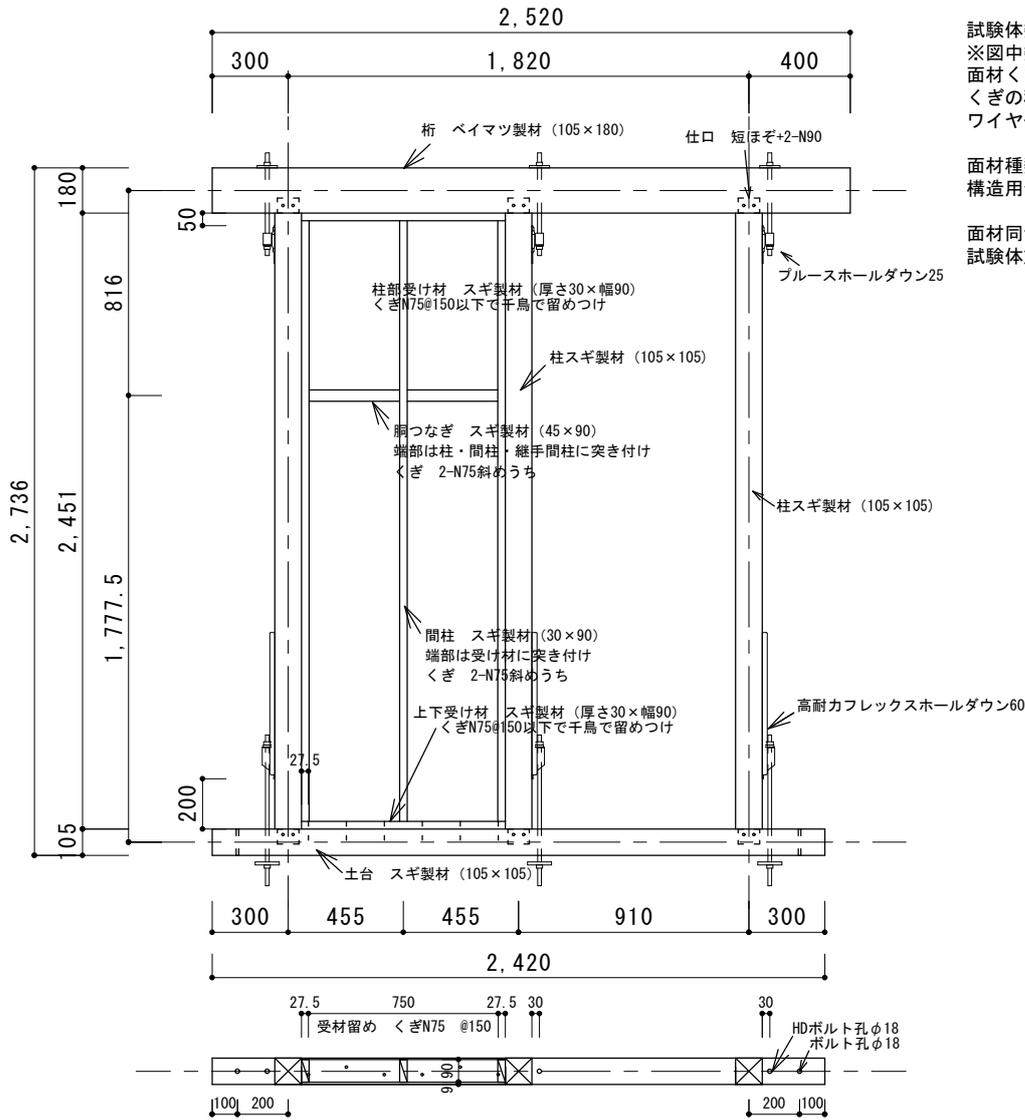
面材の張り方



D-2

軸材の仕様

真壁 2800/910 面一 縦継ぎあり

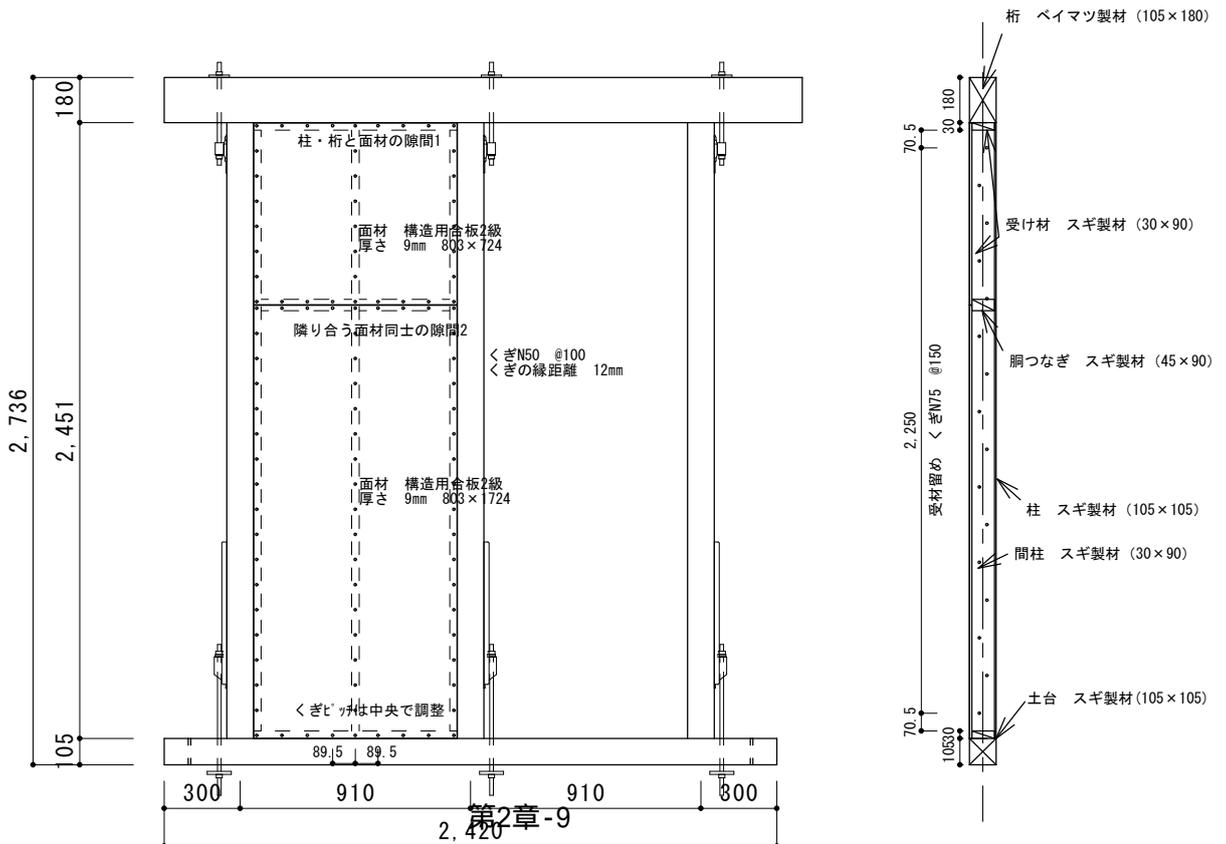


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結くぎ

面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
試験体施工後に計測・記録しておく

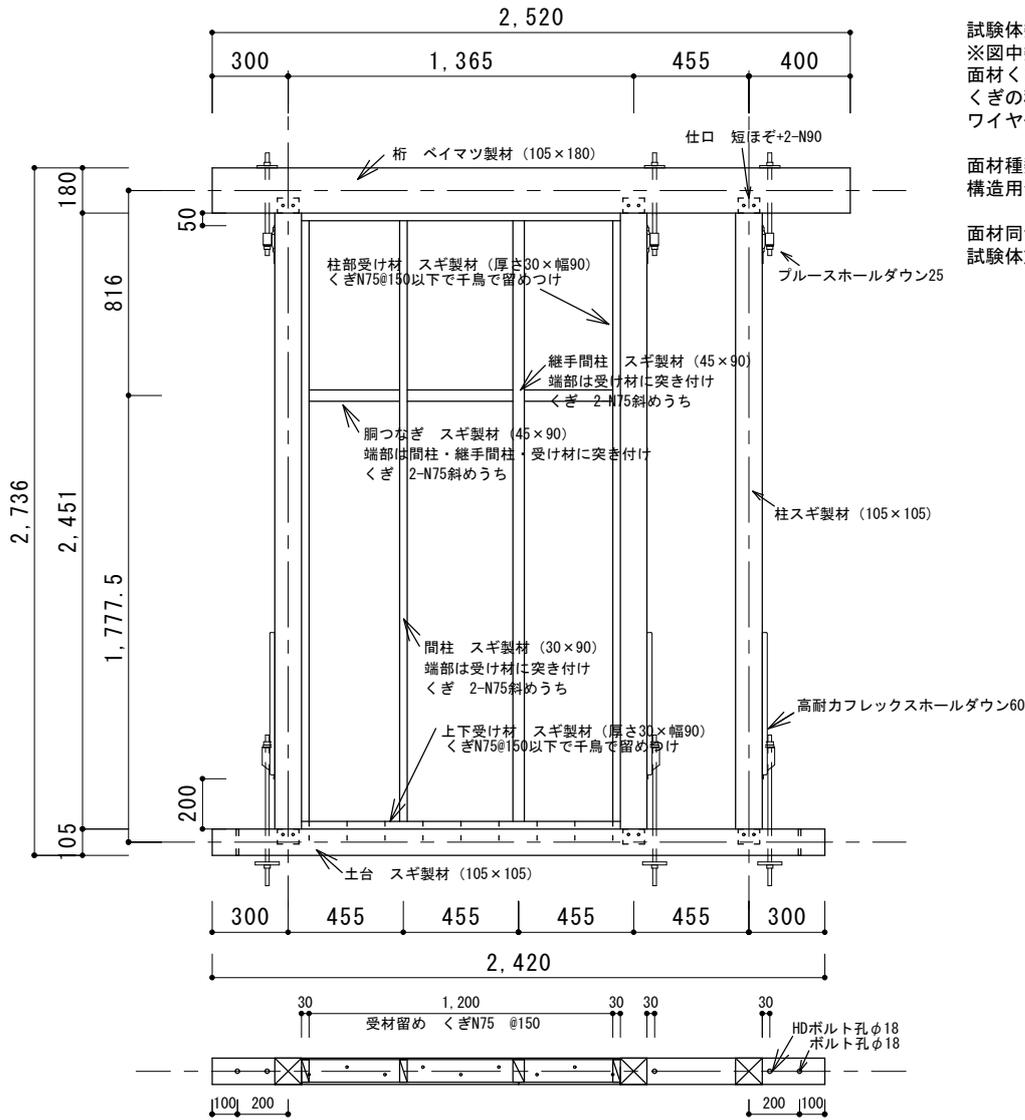
面材の張り方



D-3

軸材の仕様

真壁 2800/1365 面一 縦継ぎあり

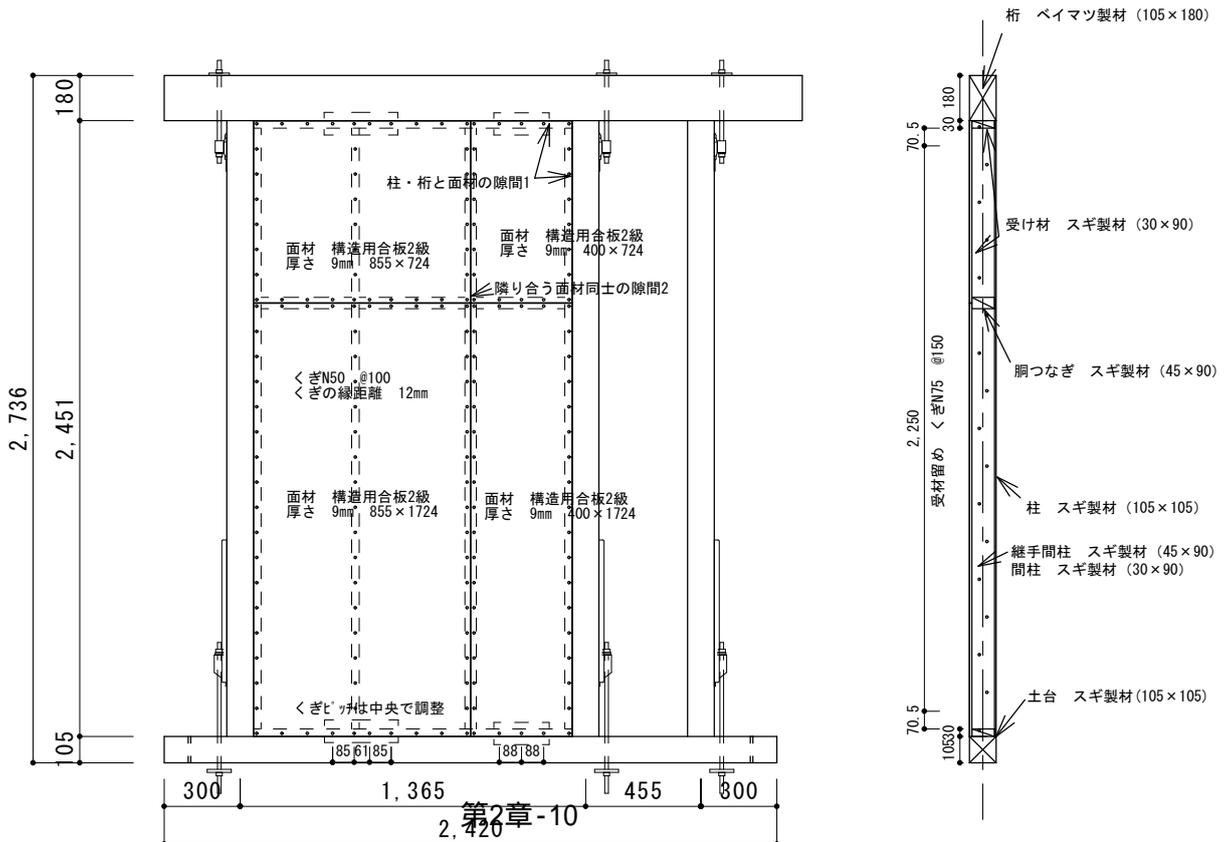


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508:2009)
ワイヤー連結くぎ

面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
試験体施工後に計測・記録しておく

面材の張り方

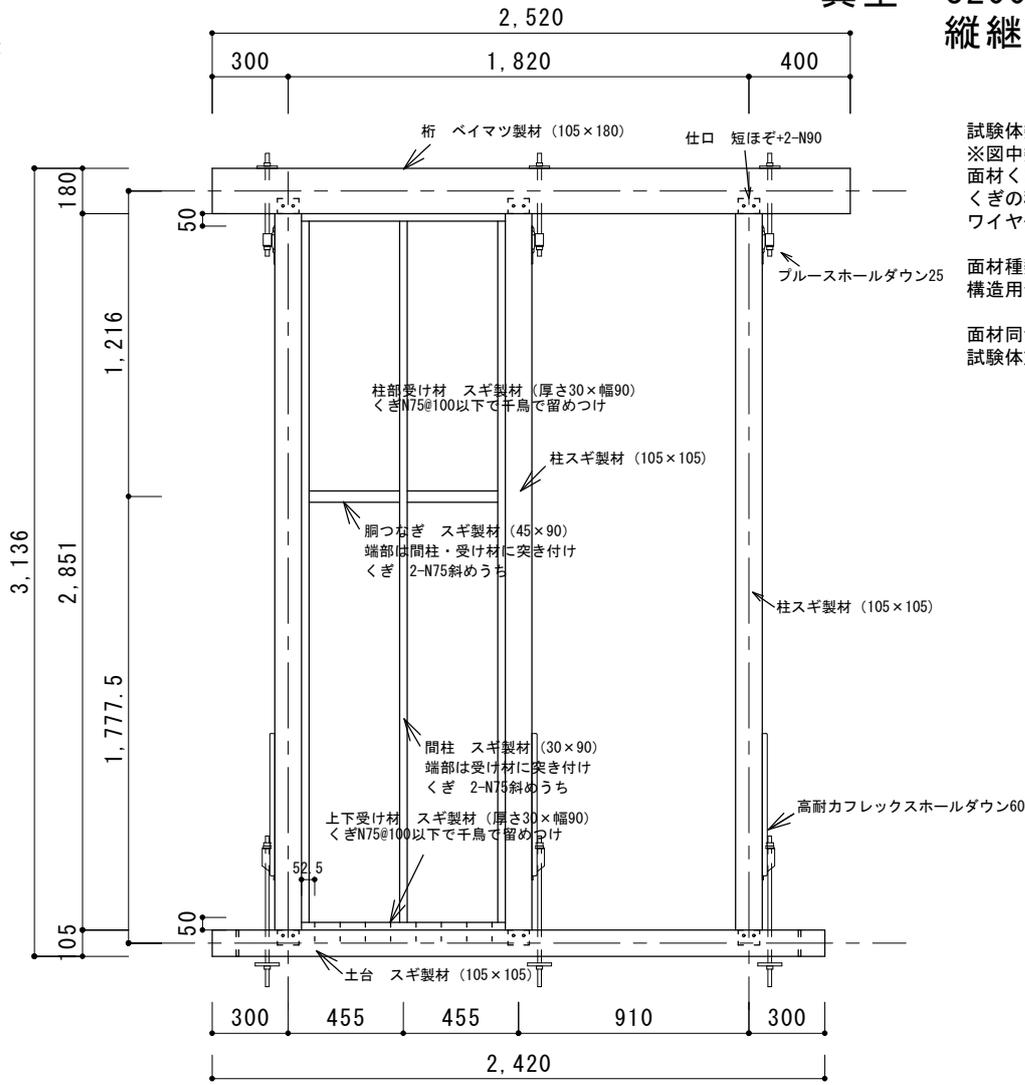


D-4

軸材の仕様

真壁

3200/910 面一
縦継ぎあり

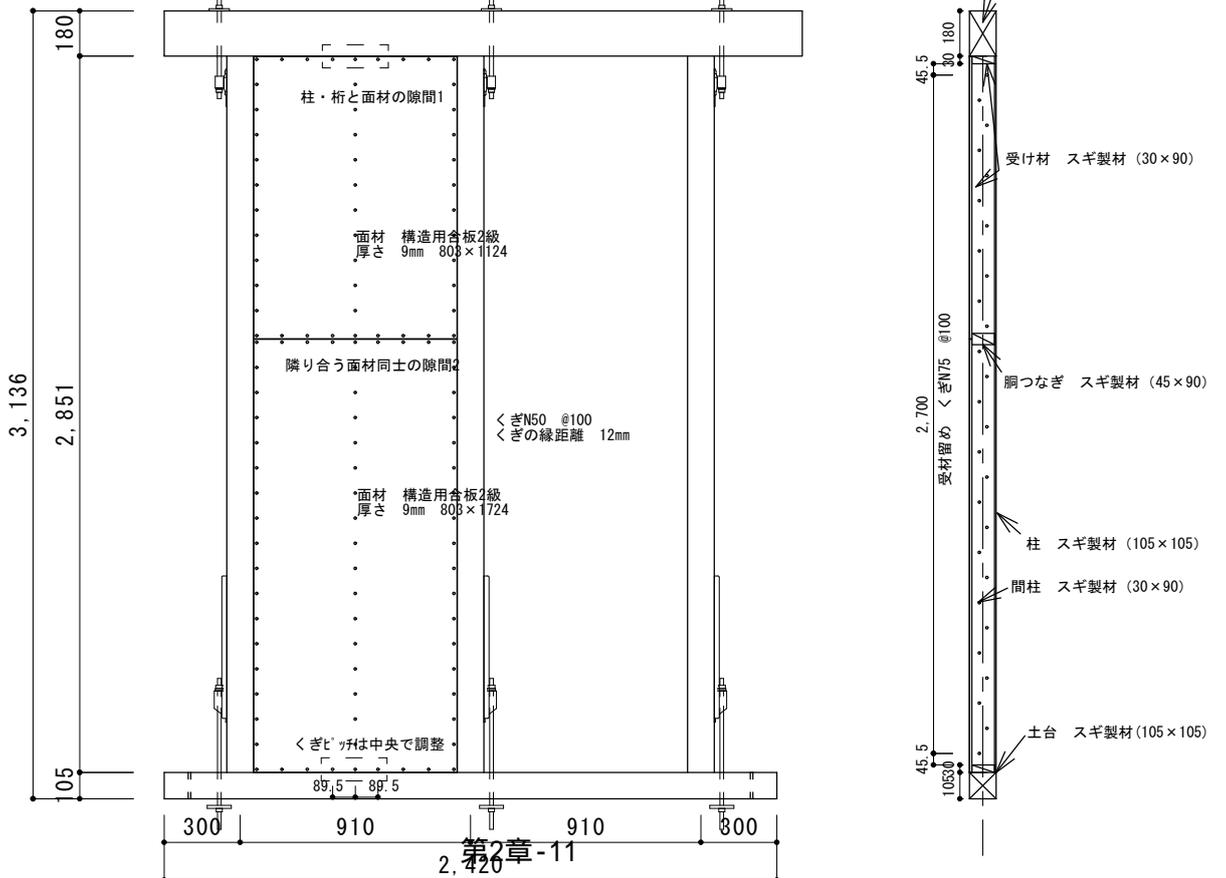


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材ぐきピッチ 100mm/100mm
ぐきの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結ぐき

面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
試験体施工後に計測・記録しておく

面材の張り方



E-1

軸材の仕様

真壁

2400/910 面一

縦継ぎ無し

試験体数 3

※図中数字は単位mm

面材くぎピッチ 100mm/100mm

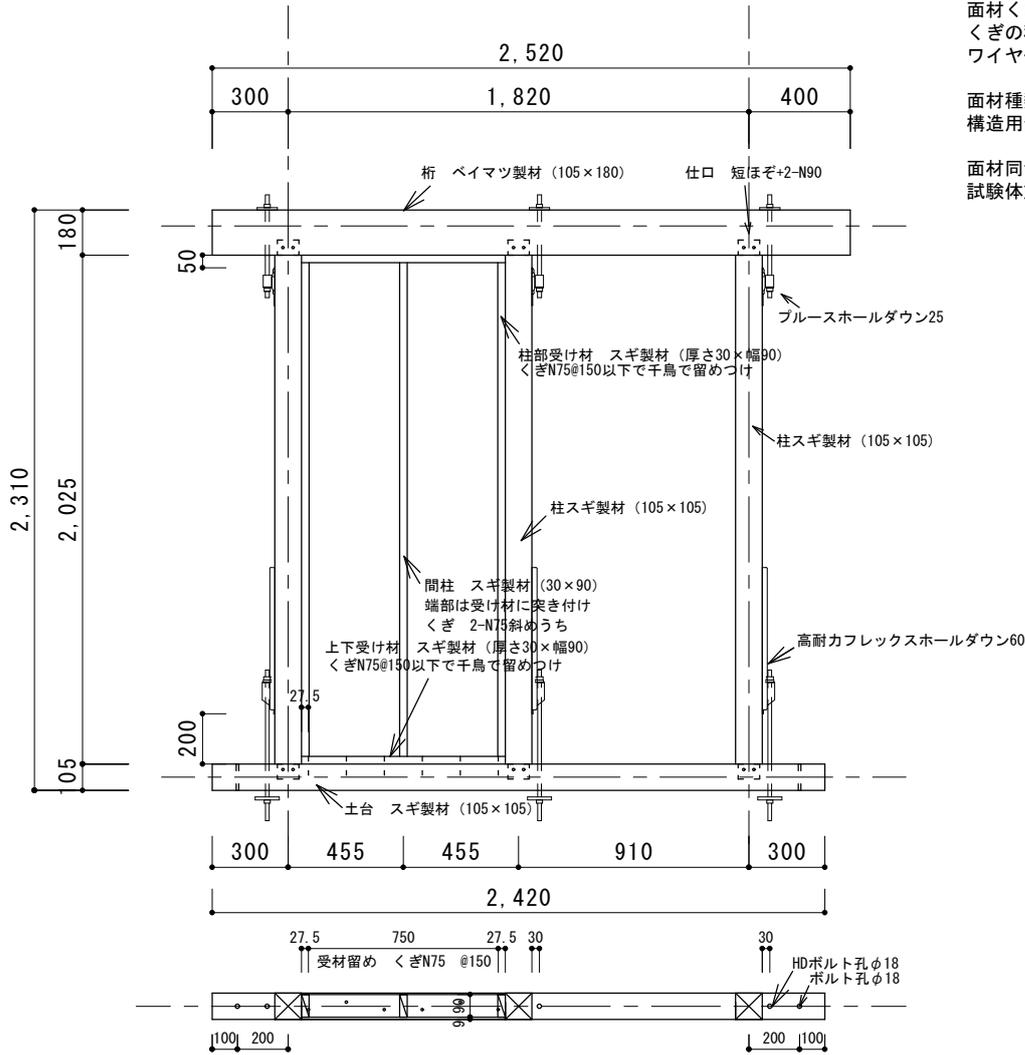
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)

ワイヤー連結くぎ

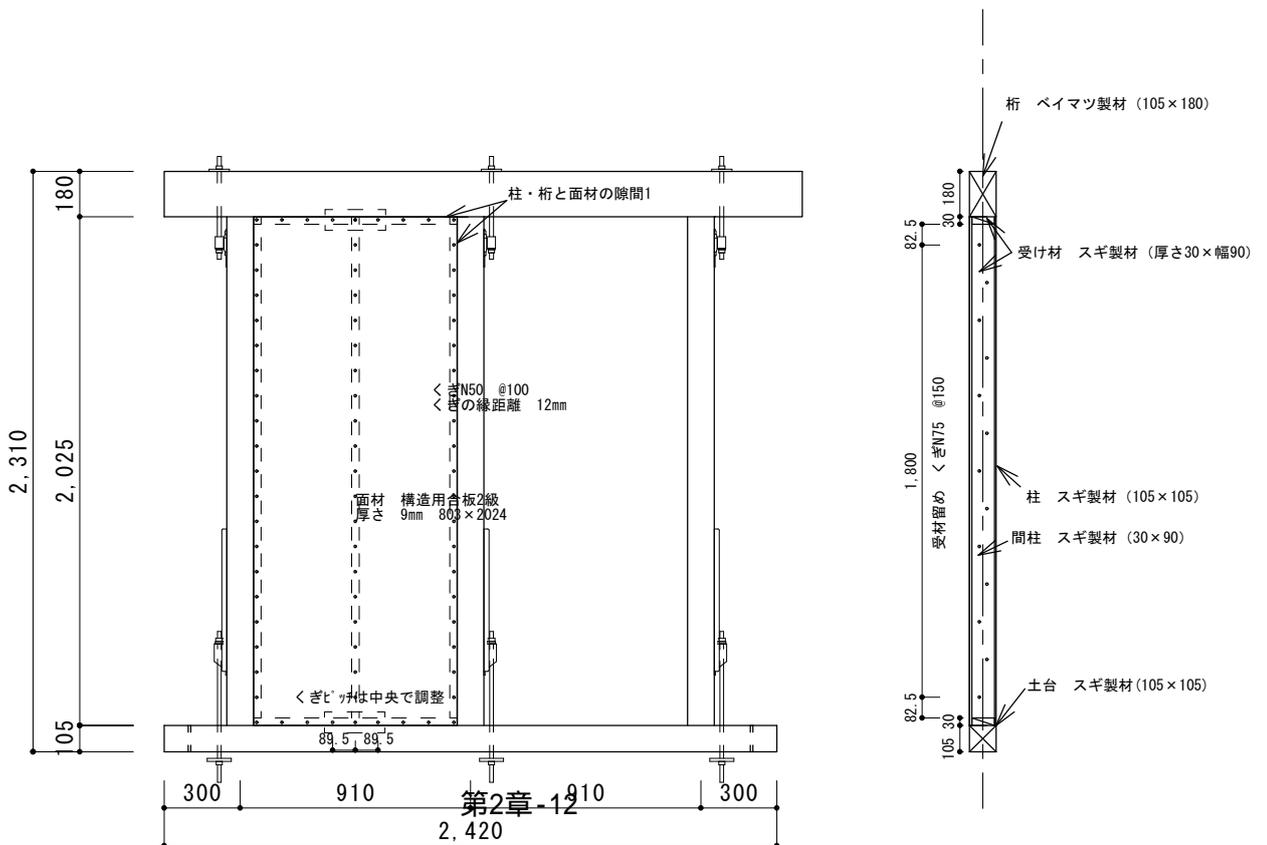
面材種類

構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、試験体施工後に計測・記録しておく



面材の張り方

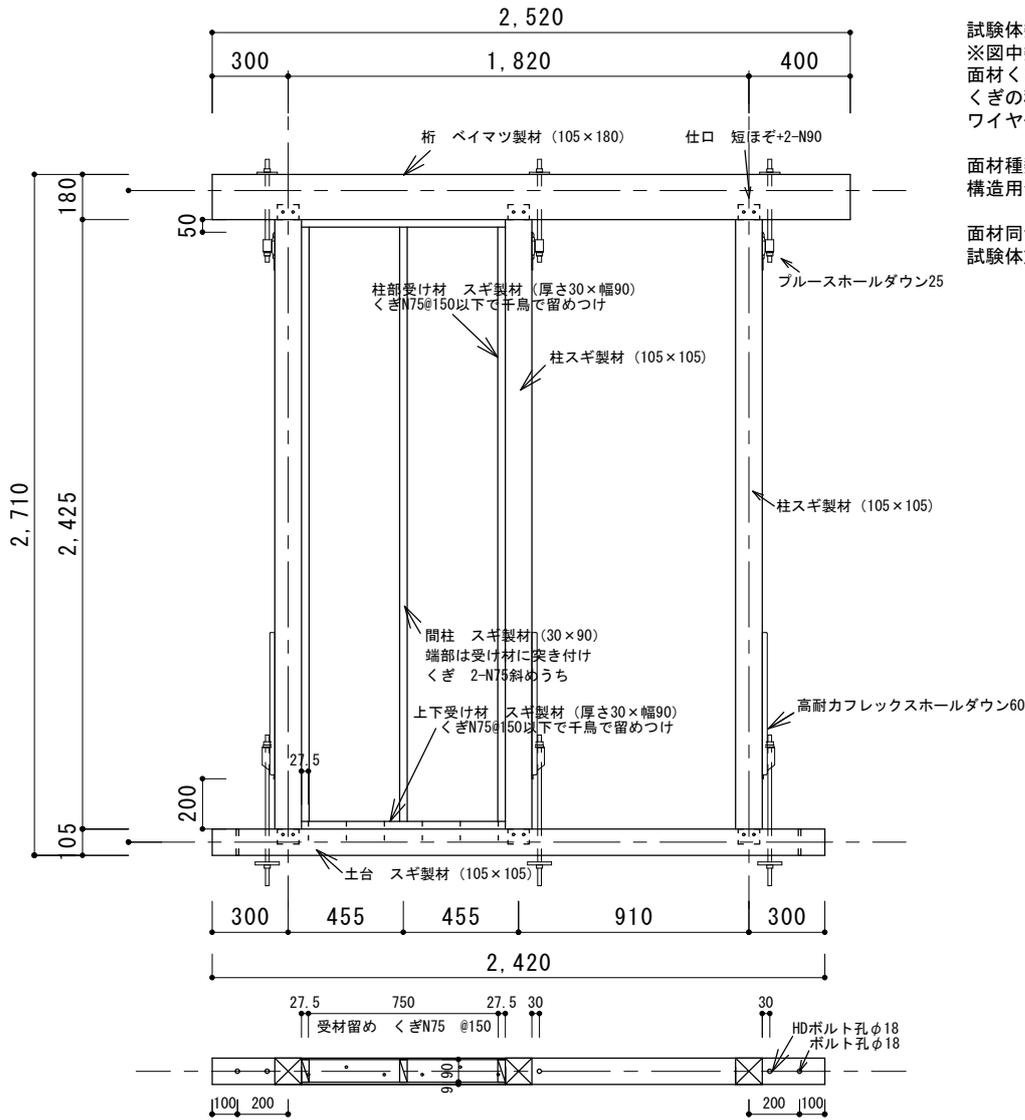


E-2

軸材の仕様

真壁

2800/910 面一
縦継ぎ無し

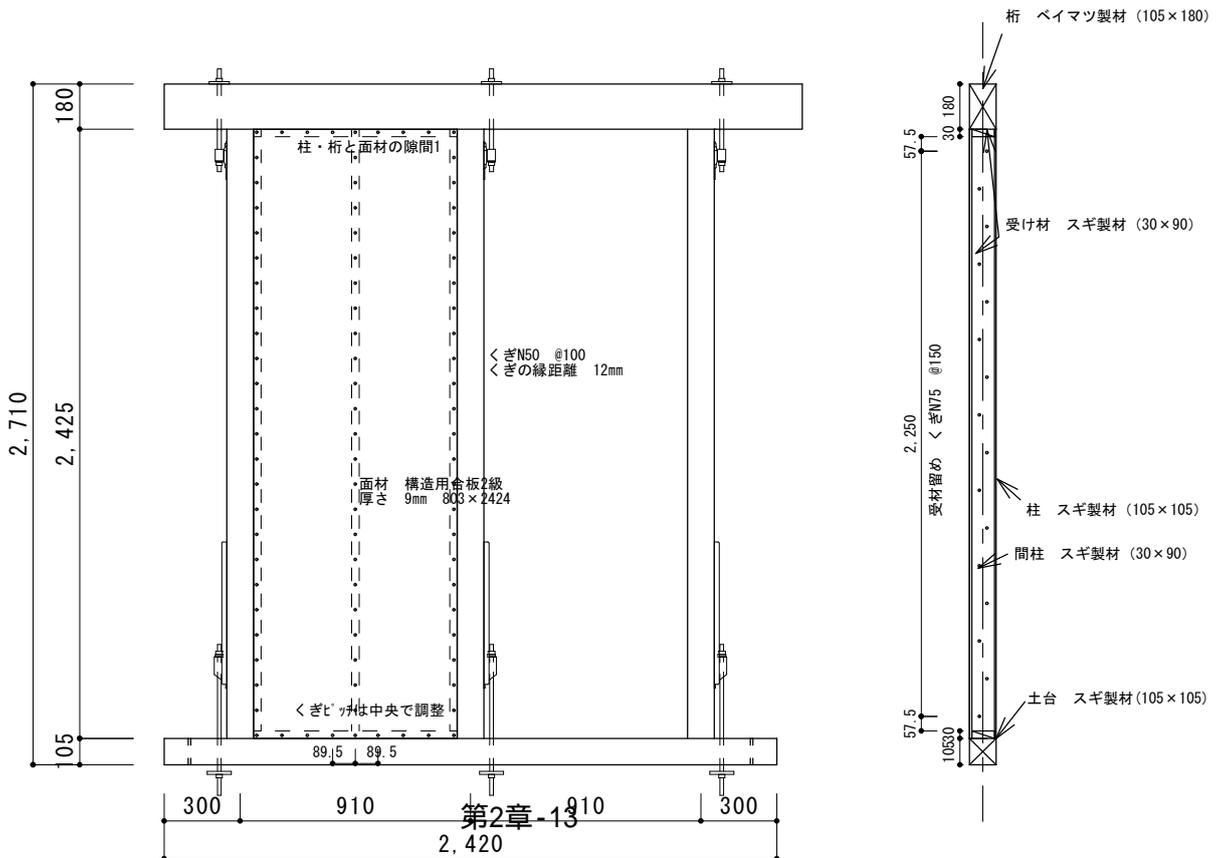


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結くぎ

面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
試験体施工後に計測・記録しておく

面材の張り方



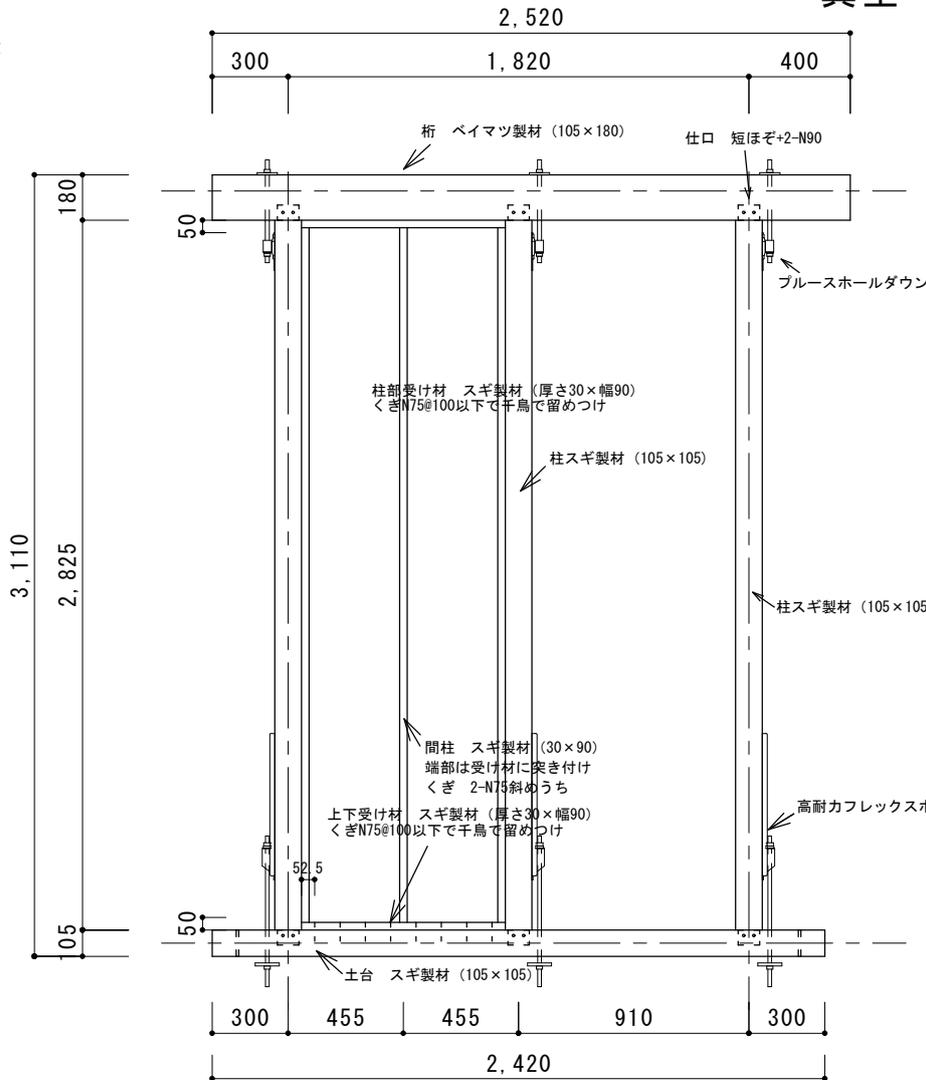
E-3

軸材の仕様

真壁

3200/910 面一

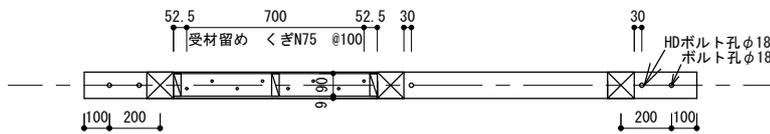
縦継ぎ無し



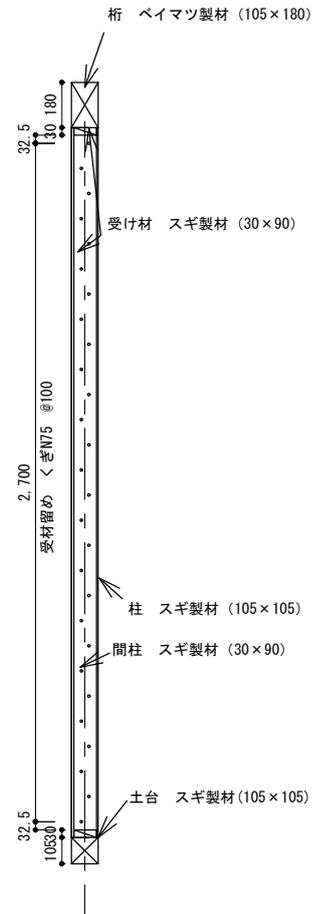
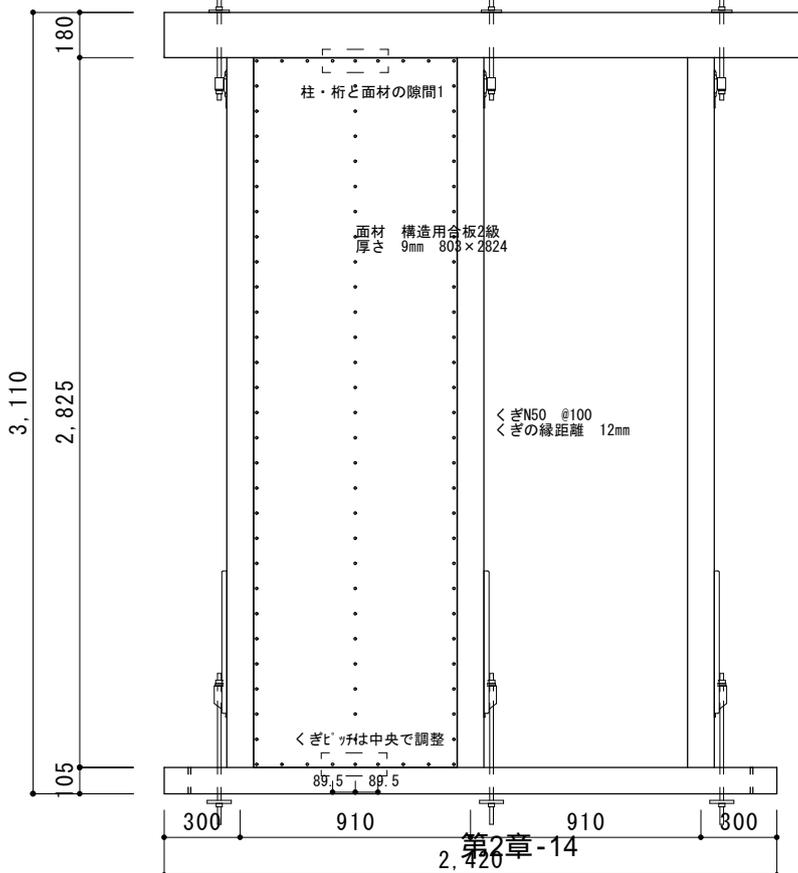
試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結くぎ

面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
試験体施工後に計測・記録しておく



面材の張り方



(5) 面材同士・面材と軸材の隙の計測

試験実施前に、面材同士の間隙、面材と柱の間隙、面材と桁の間隙をそれぞれ計測した。

図 2.2.1-1～2 にその計測結果を示す。「-」で示した部分は、計測漏れのため不明である。

なお、土台と面材の間隙は 0 としている。

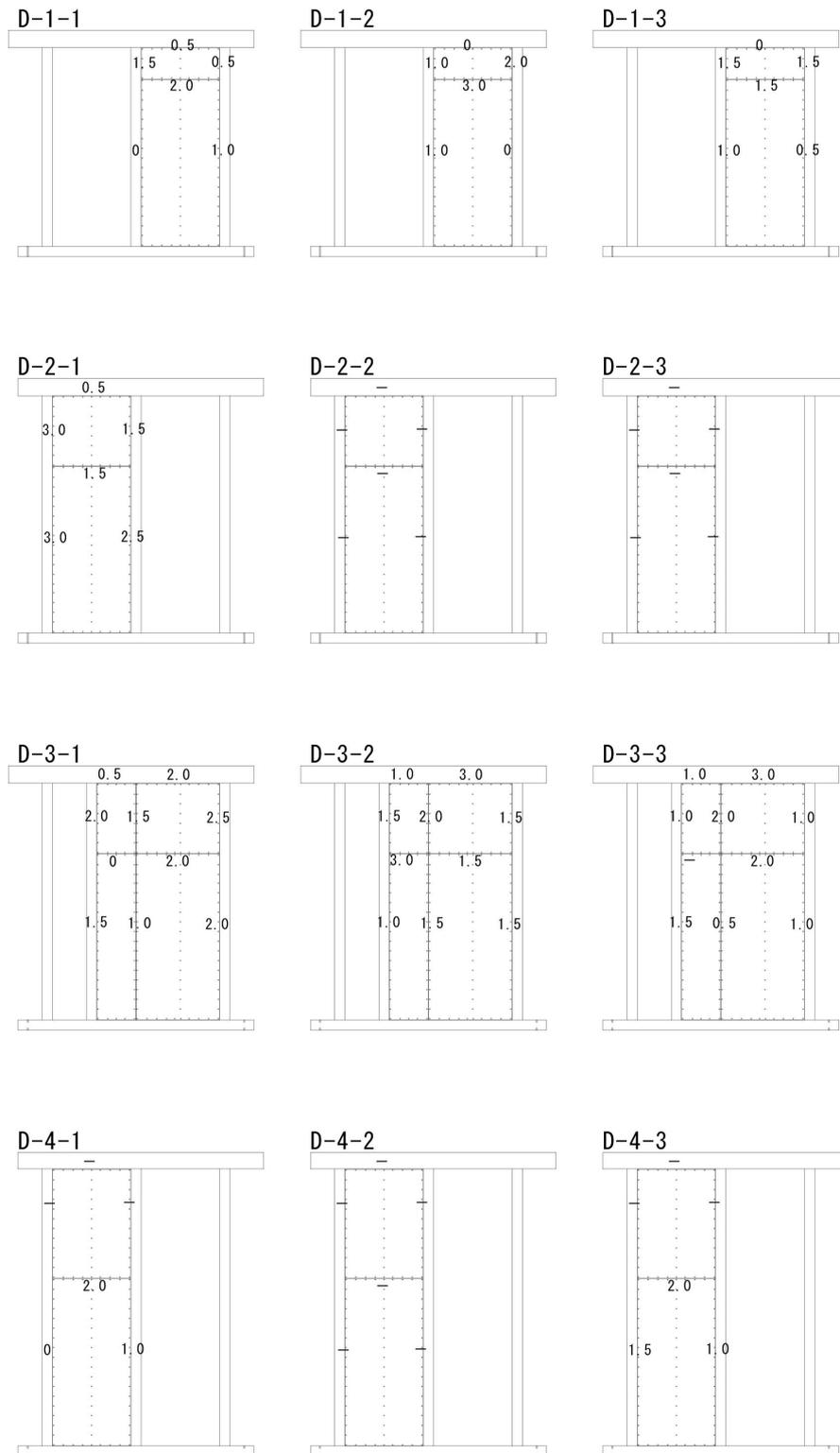


図 2.2.1-1 面材と軸材、面材同士の間隙 (単位 : mm)

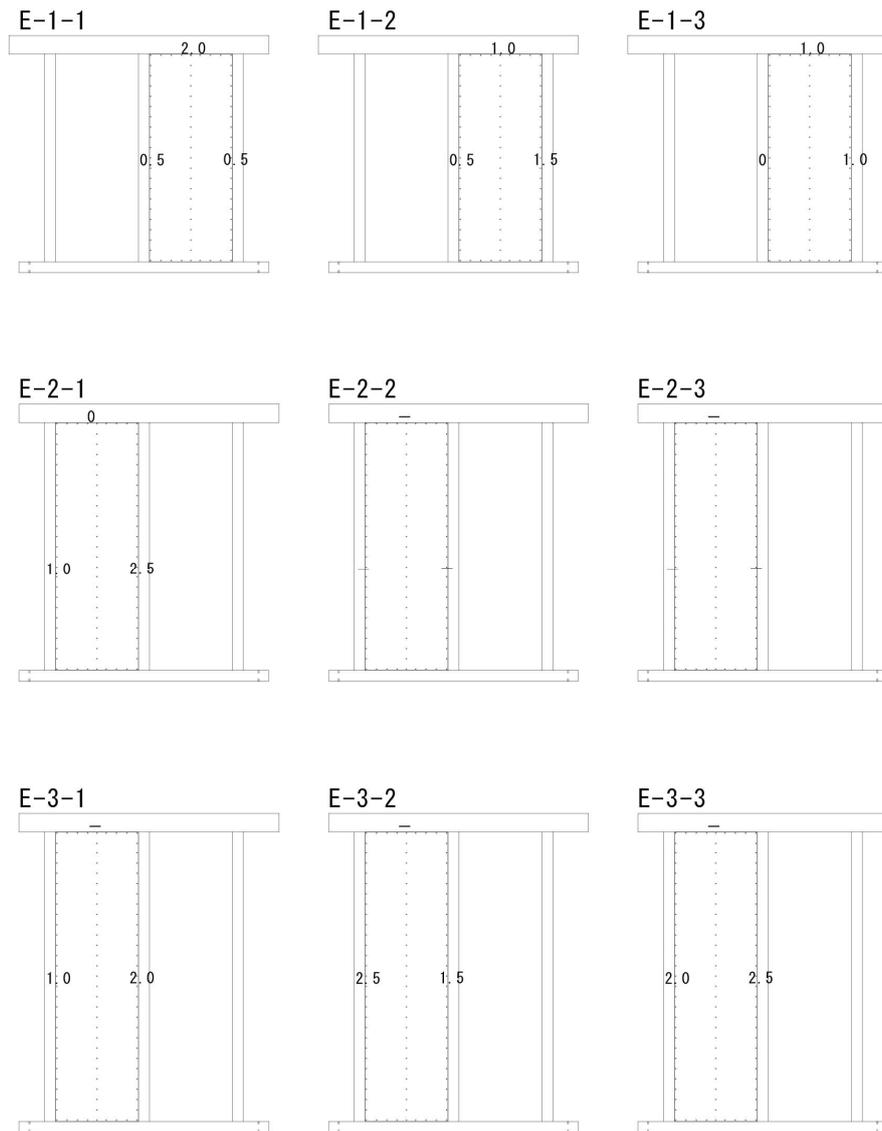


図 2.2.1-2 面材と軸材、面材同士の隙 (単位 : mm)

(6) 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 $1/450$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50\text{rad}$ 変形角（見掛けの変形）で正負 3 回繰り返しを行った後、 $1/30\text{rad}$ の繰り返し加力を 1 回行い、正側 $1/15\text{rad}$ 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。

また、 $1/15\text{rad}$ 時に最大耐力の 80%まで耐力が低下していなかった試験体のうち、各仕様で最低 1 体は最大耐力の 80%まで耐力が低下するまで加力した。

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。

(7) 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（フレームの影響を含む）
- ・ 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（フレームの影響を含む）
- ・ 破壊性状（写真）

なお、すべての試験体について、実験時のビデオ撮影を行った。

試験体 D-1 (2400-910)

表 2.2.1-4 D-1 試験結果

D-1 (2400-910)

	D-1-1	D-1-2	D-1-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	21.92	22.38	21.82	22.04	0.30	21.90
① 降伏耐力 Py [kN]	12.10	12.52	11.27	11.96	0.64	11.66
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]	931.08	904.13	886.63	907.28	22.39	896.73
終局耐力 Pu [kN]	19.96	20.49	20.15	20.20	0.27	20.08
塑性率 μ	3.11	2.94	2.93	2.99	0.10	2.95
構造特定係数 Ds	0.44	0.45	0.45	0.45	0.01	0.44
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	9.12	9.06	8.89	9.02	0.12	8.97
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	14.61	14.92	14.55	14.69	0.20	14.60
④ $p(1/120)$ [kN]	9.65	9.56	8.73	9.31	0.51	9.07
					min(①②③)	8.97
					④) (kN)=	
					L (m)=	0.91
					P0 (kN/m)=	9.85
					実験倍率=	5.02

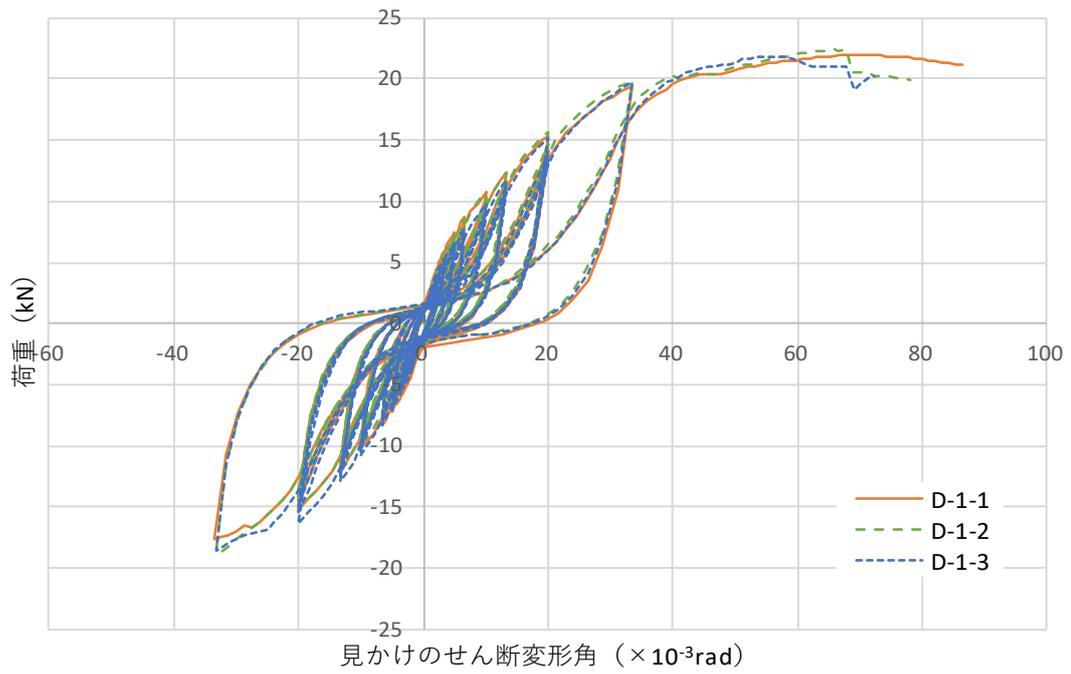


図 2.2.1-1 荷重－変位曲線 (D-1、見かけの変位)

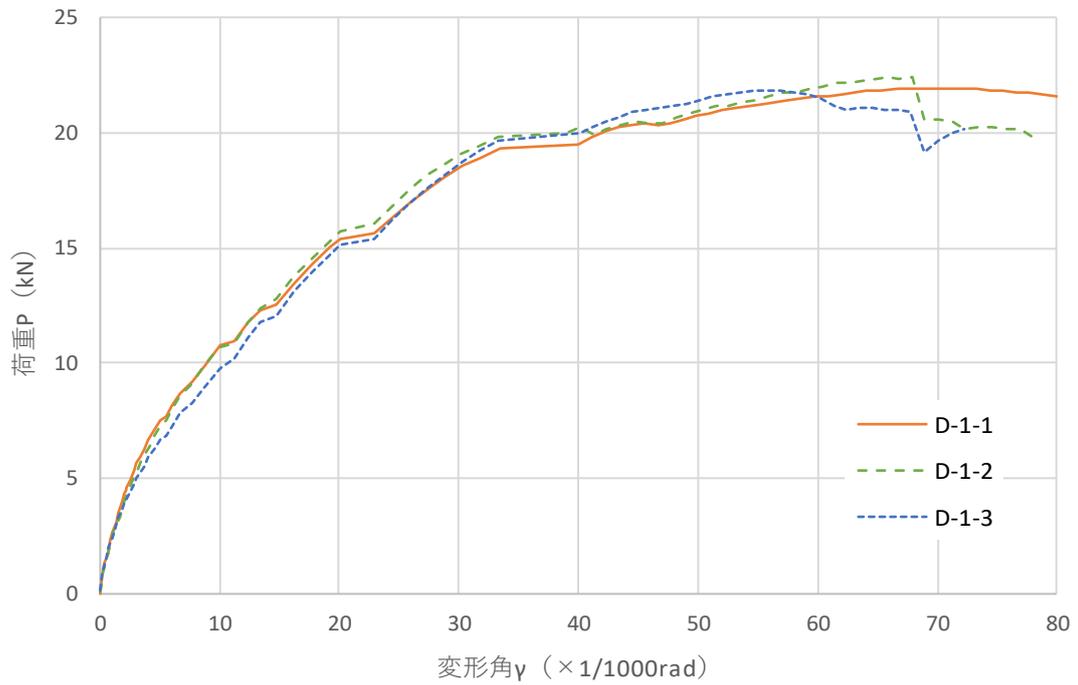


図 2.2.1-2 包絡線 (フレーム含む)

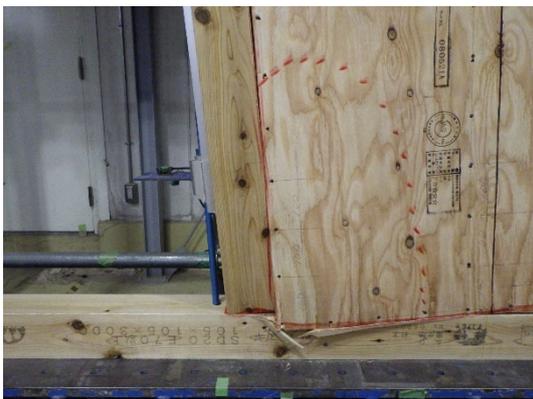
D-1-1



試験前



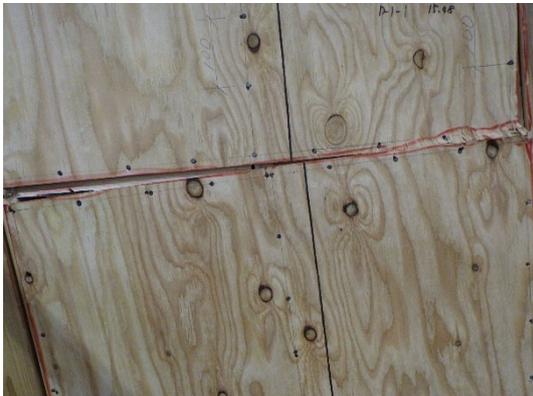
最大変形時



土台側の面材の踏み外し



土台側面材のパンチングアウト



面材同士のめり込み



桁側の面材のめり込み



土台側の受材の割れ



胴つなぎの割れ

D-1-2



試験前



最大変形時



土台側の面材の踏み外し



土台側面材のパンチングアウト



面材同士のめり込み



桁側の面材のめり込み



上部面材の変形の様子



胴つなぎの割れ

D-1-3



試験前



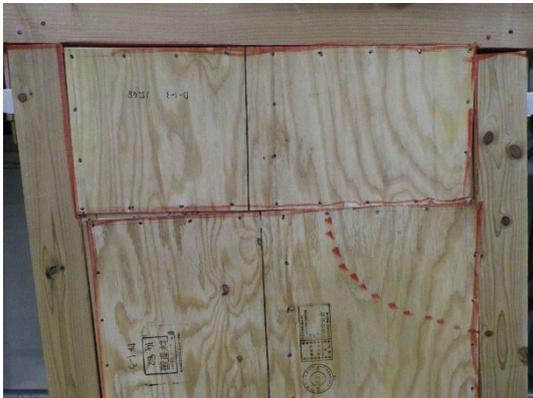
最大変形時



土台側の面材の踏み外し



土台側面材のパンチングアウト



面材同士のめり込み



桁側の面材のめり込み



受材の割れ



受材の割れ (裏面)

試験体 D-2 (2800-910)

表 2.2.1-4 D-2 試験結果

	D-2-1	D-2-2	D-2-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	19.86	20.39	20.08	20.11	0.27	19.98
① 降伏耐力 Py [kN]	10.95	11.54	10.93	11.14	0.34	10.97
降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
初期剛性 K [kN/rad]	735.66	681.33	829.01	748.67	74.69	713.49
終局耐力 Pu [kN]	18.28	18.92	18.55	18.58	0.32	18.43
塑性率 μ	2.68	2.40	2.98	2.69	0.29	2.55
構造特定係数 Ds	0.48	0.51	0.45	0.48	0.03	0.47
② 0.2Pu/Ds [kN]	7.64	7.38	8.26	7.76	0.45	<u>7.55</u>
③ 2/3/Pmax [kN]	13.24	13.59	13.39	13.41	0.18	13.32
④ p (1/120) [kN]	8.13	7.37	8.41	7.97	0.54	7.72
					min(①②③ ④) (kN)=	7.55
					L (m)=	0.91
					PO (kN/m)=	8.29
					実験倍率=	<u>4.23</u>

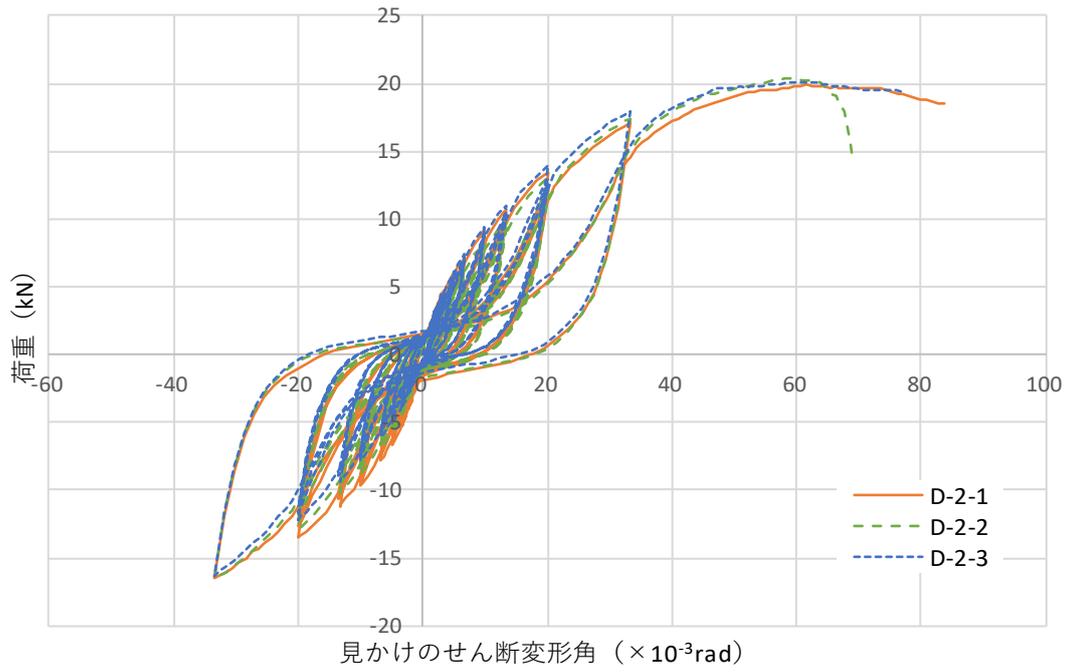


図 2.2.1-3 荷重－変位曲線 (D-2、見かけの変位)

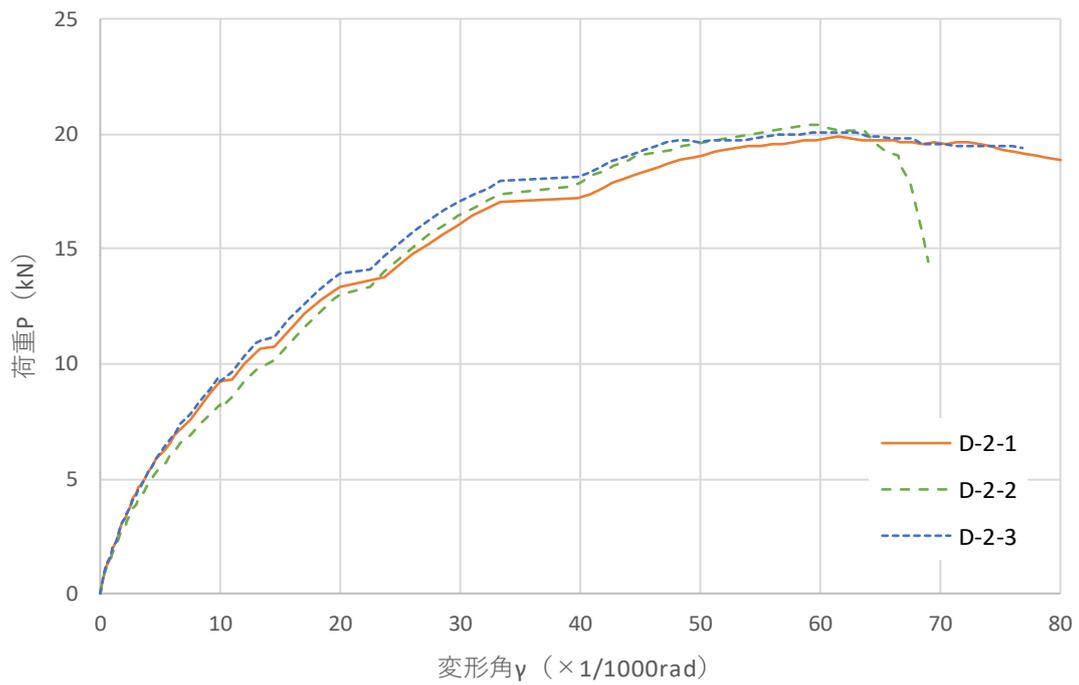


図 2.2.1-4 包絡線 (フレーム含む)

D-2-1



試験前



最大変形時



土台側の面材の踏み外し



土台側面材くぎの引き抜け



上側面材の変形



桁側の面材の踏み外し



桁側の面材の変形



受材の割れ (裏面)

D-2-2



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材の踏み外し



面材同士のめり込み



面材同士のめり込み



桁側の面材のめり込み



受材の割れ (裏面)

D-2-3



試験前



最大変形時



土台側の面材の踏み外し



土台側面材の踏み外し



面材同士のめり込み



胴つなぎの割れ (裏面)



桁側の面材のめり込み



桁側の面材のパンチングアウト

試験体 D-3 (2800-1365)

表 2.2.1-5 D-3 試験結果

	D-3-1	D-3-2	D-3-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	26.04	27.18	27.62	26.95	0.82	26.56
① 降伏耐力 Py [kN]	13.10	15.28	15.48	14.62	1.32	14.00
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]	1427.77	1218.73	1044.04	1230.18	192.13	1139.69
終局耐力 Pu [kN]	22.97	24.85	25.31	24.38	1.24	23.79
塑性率 μ	4.14	3.27	2.75	3.39	0.70	3.06
構造特定係数 Ds	0.37	0.42	0.47	0.42	0.05	0.40
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	12.40	11.70	10.74	11.61	0.84	11.22
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	17.36	18.12	18.41	17.96	0.54	17.71
④ $p(1/120)$ [kN]	12.30	12.63	11.71	12.21	0.46	11.99
					min(①②③ ④) (kN)=	11.22
					L (m)=	1.37
					PO (kN/m)=	8.21
					実験倍率=	4.18

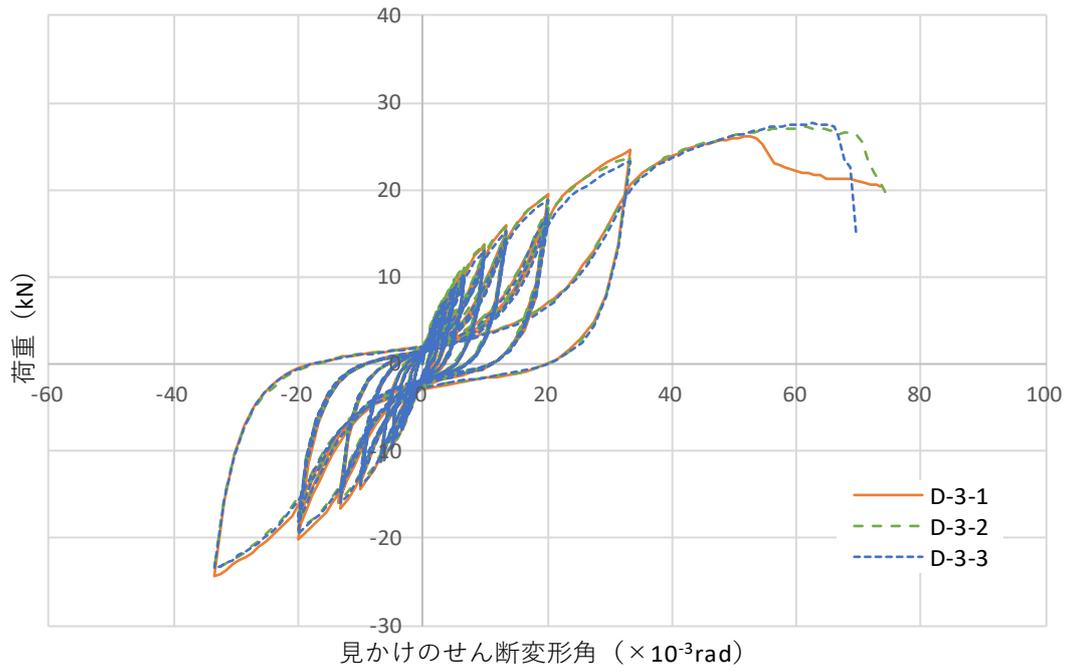


図 2.2.1-5 荷重－変位曲線 (A-3、見かけの変位)

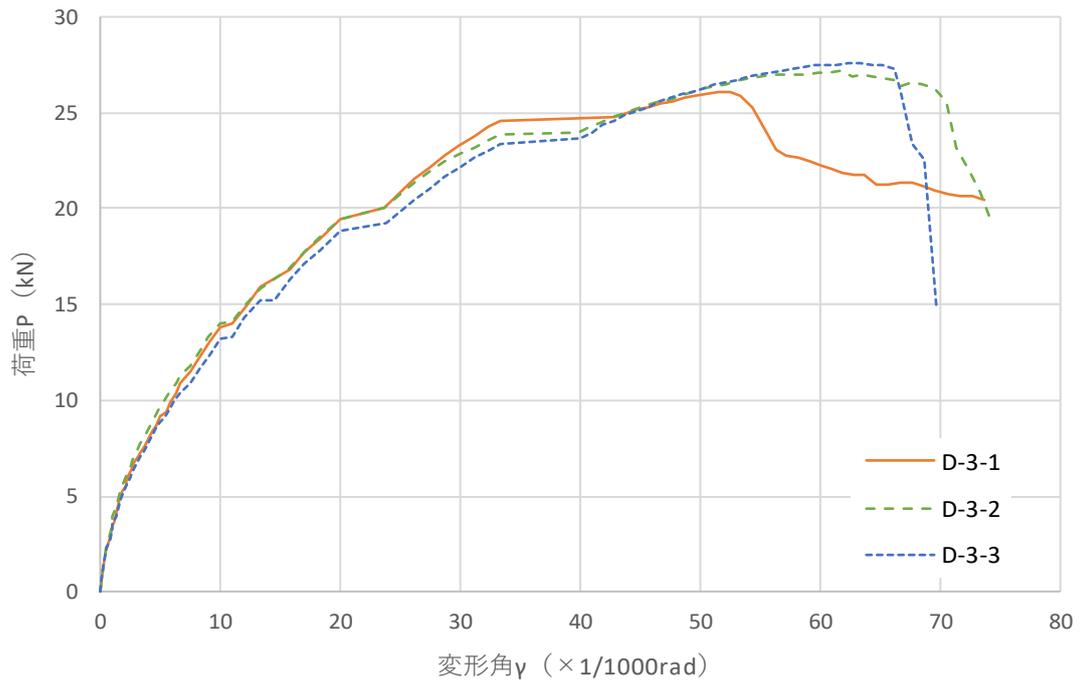


図 2.2.1-6 包絡線 (フレーム含む)

D-3-1



試験前



最大変形時



桁側の面材の踏み外し



土台側面材の踏み外し



面材同士のめり込み



受材の浮き



桁側の面材のめり込み



桁側の面材のパンチングアウト

D-3-2



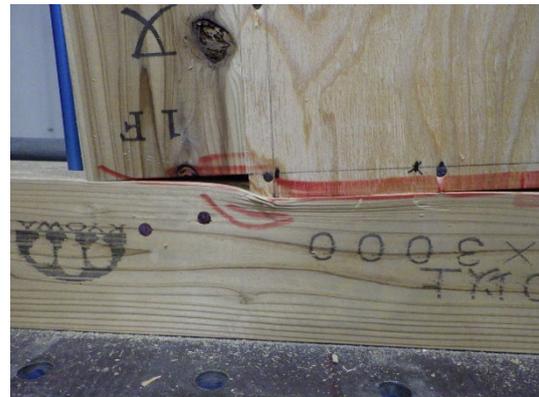
試験前



最大変形時



土台側の面材の踏み外し



土台側面材のめり込み



面材同士のめり込み



桁側の面材のパンチングアウト



面材同士のめり込み



桁側の面材のめり込み

D-3-3



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



桁側の変形の様子



土台側の面材のパンチングアウト



土台側の面材の踏み外し



面材同士のめり込み



桁側の面材のめり込み

試験体 D-4 (3200-910)

表 2.2.1-6 D-4 試験結果

D-4 (3200-910)

	D-4-1	D-4-2	D-4-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	18.00	19.18	21.86	19.68	1.98	18.75
① 降伏耐力 Py [kN]	9.53	9.93	11.77	10.41	1.20	9.85
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]	1064.50	898.41	966.87	976.59	83.47	937.28
終局耐力 Pu [kN]	16.20	17.85	20.34	18.13	2.09	17.15
塑性率 μ	3.90	3.33	2.82	3.35	0.54	3.10
構造特定係数 Ds	0.38	0.42	0.46	0.42	0.04	0.40
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	8.44	8.50	8.77	8.57	0.18	8.49
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	12.00	12.79	14.57	13.12	1.32	12.50
④ $p (1/120)$ [kN]	9.08	8.64	9.21	8.97	0.30	8.83
					min(①②③)	8.49
					④) (kN)=	
					L (m)=	0.91
					PO (kN/m)=	9.32
					実験倍率=	4.75

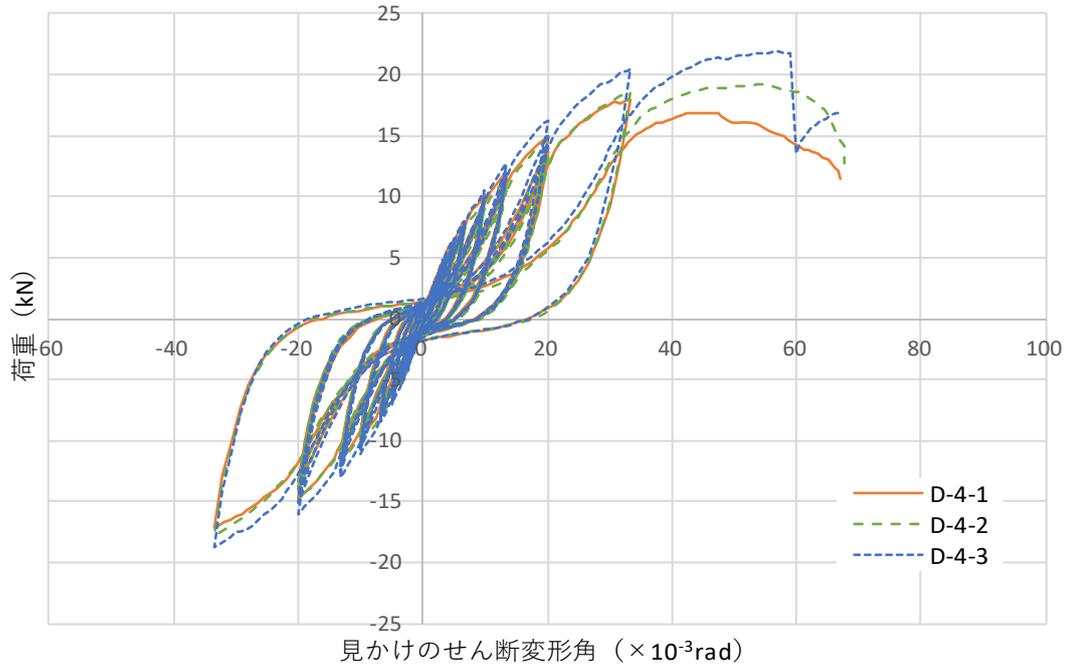


図 2.2.1-7 荷重－変位曲線 (D-4、見かけの変位)

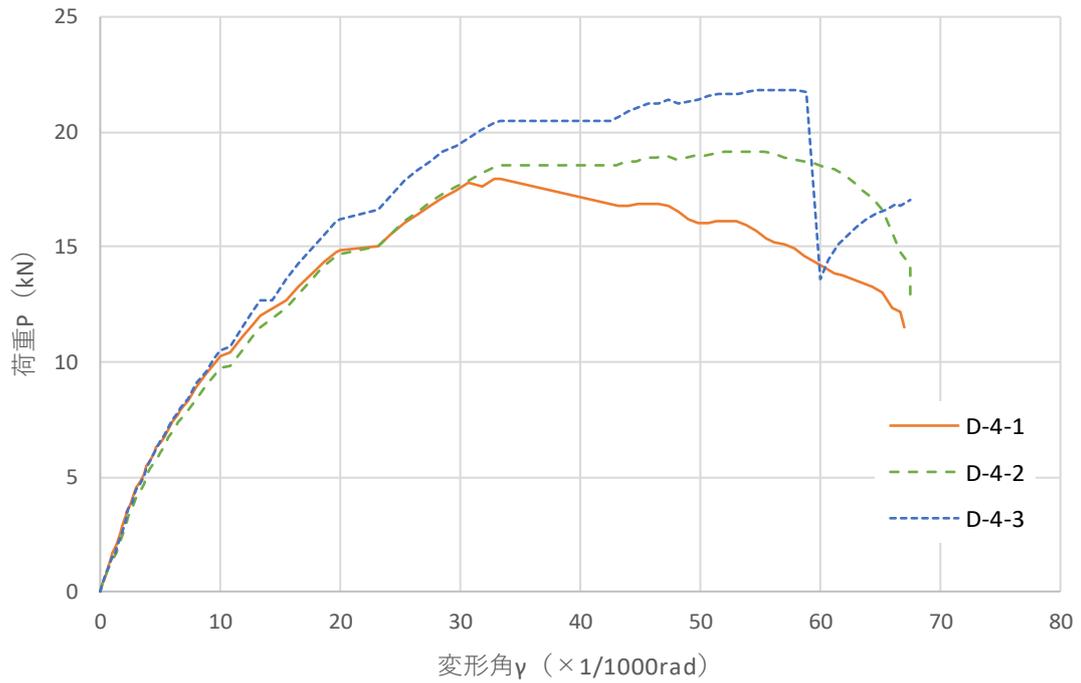


図 2.2.1-8 包絡線 (フレーム含む)

D-4-1



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



桁側の変形の様子



土台側の面材のパンチングアウト



土台側の面材のめり込み



面材同士のめり込み



桁側の面材の踏み外し

D-4-2



試験前



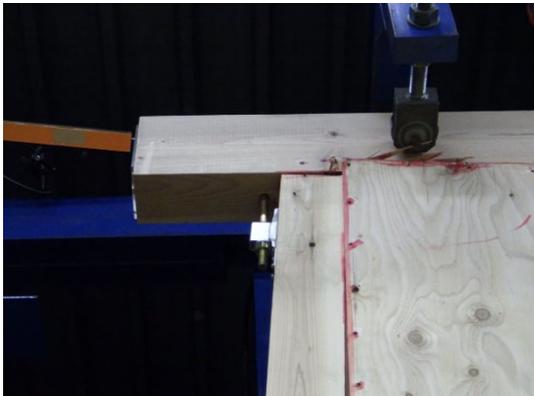
最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材のめり込み



桁側の面材の踏み外し



面材同士のめり込み



面材同士のめり込み



桁側の面材の踏み外し

D-4-3



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



杭側の変形の様子



面材の座屈



土台側の面材のめり込み



面材同士のめり込み



杭側の面材の踏み外し

試験体 E-1 (2400-910)

表 2.2.1-8 E-1 試験結果

	E-1-1	E-1-2	E-1-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	19.37	23.58	21.24	21.40	2.11	20.40
① 降伏耐力 Py [kN]	10.76	13.74	12.01	12.17	1.50	11.46
降伏変形角 γ_y [rad]	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
初期剛性 K [kN/rad]	1019.66	898.37	1065.35	994.46	86.30	953.81
終局耐力 Pu [kN]	18.25	21.56	19.87	19.89	1.65	19.11
塑性率 μ	3.72	2.78	3.57	3.36	0.51	3.12
構造特定係数 Ds	0.39	0.47	0.40	0.42	0.04	0.40
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	9.27	9.20	9.85	9.44	0.36	<u>9.27</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	12.91	15.72	14.16	14.26	1.41	13.60
④ $p (1/120)$ [kN]	9.22	9.88	10.06	9.72	0.44	9.51
					min(①②③ ④) (kN)=	<u>9.27</u>
					L (m)=	0.91
					PO (kN/m)=	10.19
					実験倍率=	<u>5.19</u>

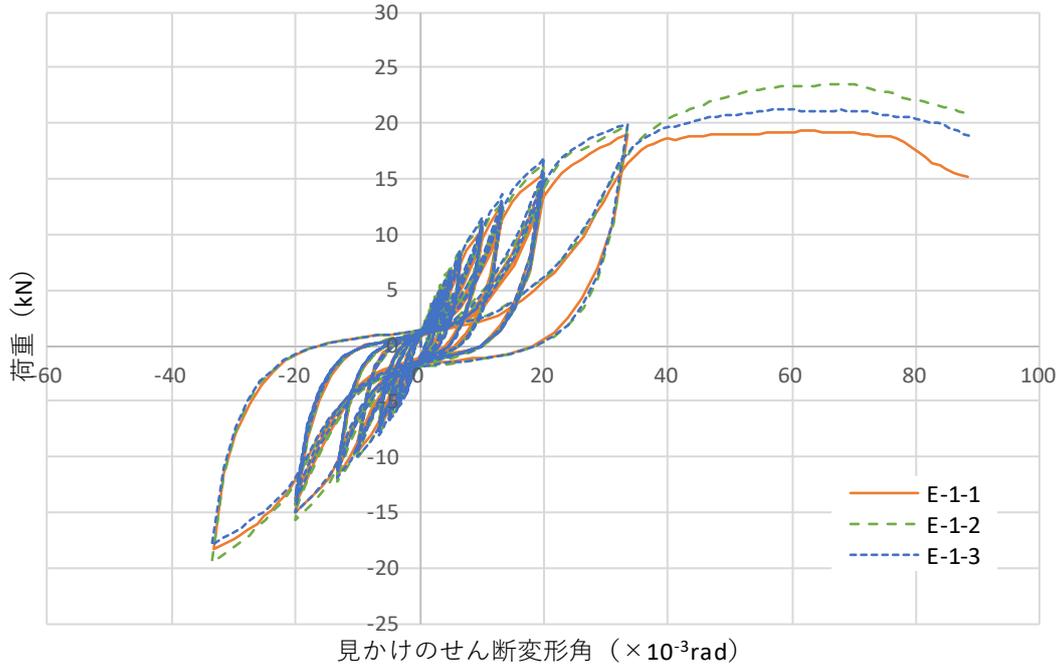


図 2.2.1-11 荷重－変位曲線 (E-1、見かけの変位)

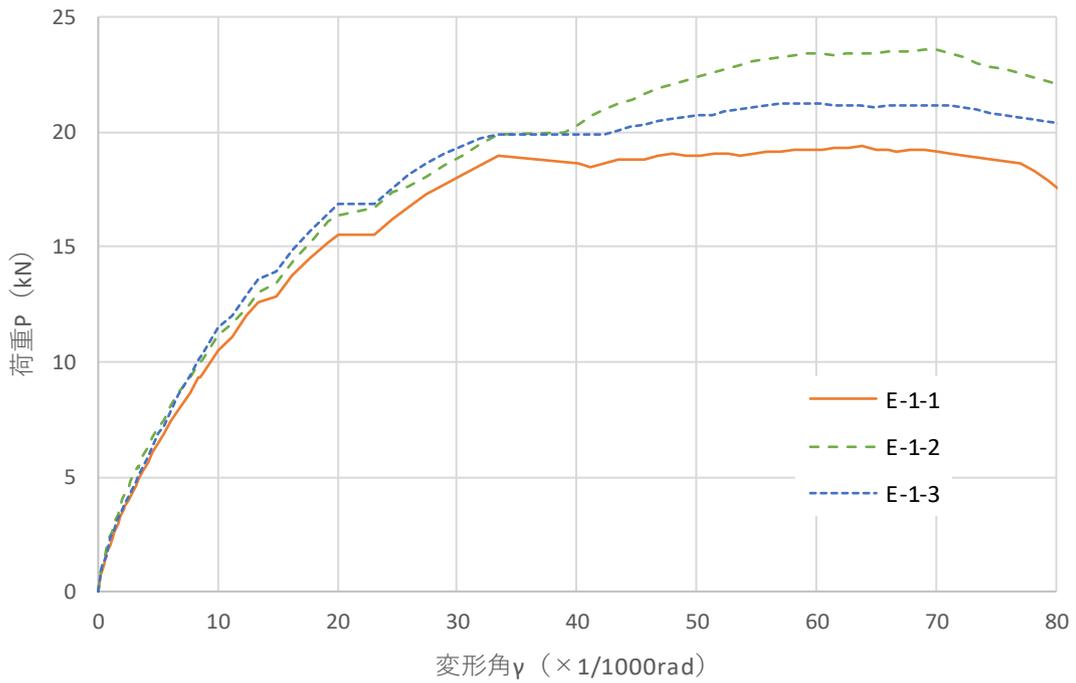


図 2.2.1-12 包絡線 (フレーム含む)

E-1-1



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材のパンチングアウト



受材の浮き



桁側の変形の様子



桁側の面材のパンチングアウト



桁側の面材の踏み外し

E-1-2



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材の踏み外し



土台側の面材のパンチングアウト



桁側の面材の踏み外し



桁側の面材のパンチングアウト



桁側の受材の割れ

E-1-3



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材の踏み外し



土台側の面材のパンチングアウト



桁側の変形の様子



桁側の面材の踏み外し



土台側の受材の割れ

試験体 E-2 (2800-910)

表 2.2.1-9 E-2 試験結果

E-2(2800-910)

	E-2-1	E-2-2	E-2-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	17.72	18.25	18.69	18.22	0.49	17.99
① 降伏耐力 Py [kN]	9.31	11.32	9.94	10.19	1.03	9.71
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]	966.40	759.57	1016.09	914.02	136.05	849.94
終局耐力 Pu [kN]	16.01	16.97	17.17	16.71	0.62	16.42
塑性率 μ	4.02	2.98	3.73	3.58	0.54	3.33
構造特定係数 Ds	0.38	0.45	0.39	0.41	0.04	0.39
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	8.50	7.56	8.72	8.26	0.62	<u>7.97</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	11.81	12.17	12.46	12.15	0.32	11.99
④ $p(1/120)$ [kN]	8.39	8.25	8.85	8.49	0.32	8.35
					min(①②③ ④) (kN) =	7.97
					L (m) =	0.91
					PO (kN/m) =	8.76
					実験倍率 =	4.46

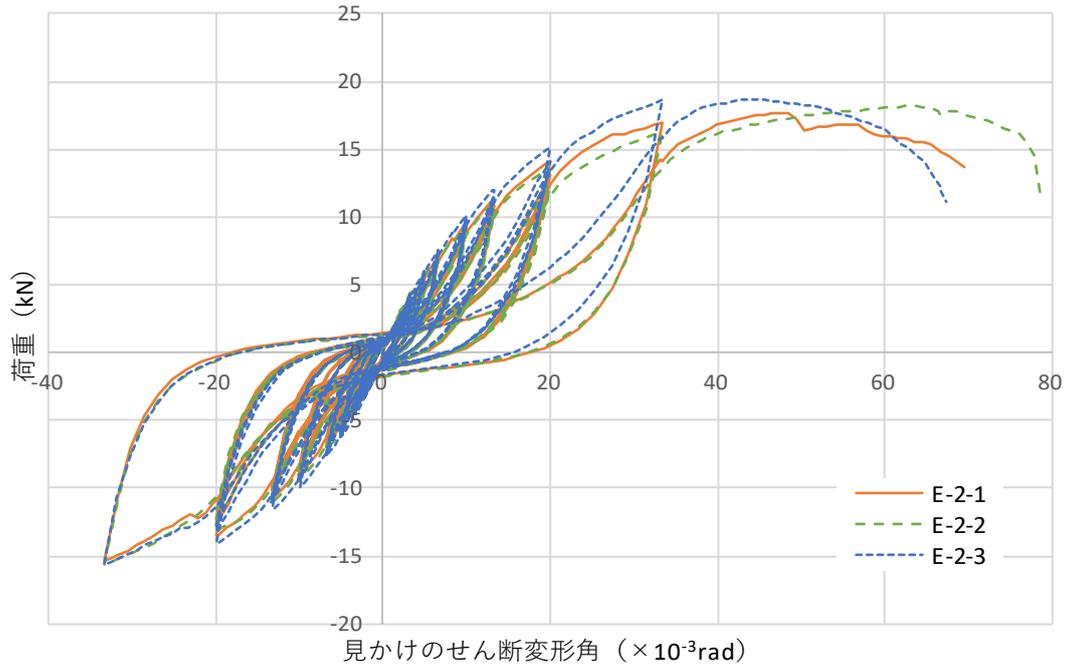


図 2.2.1-13 荷重－変位曲線 (E-2、見かけの変位)

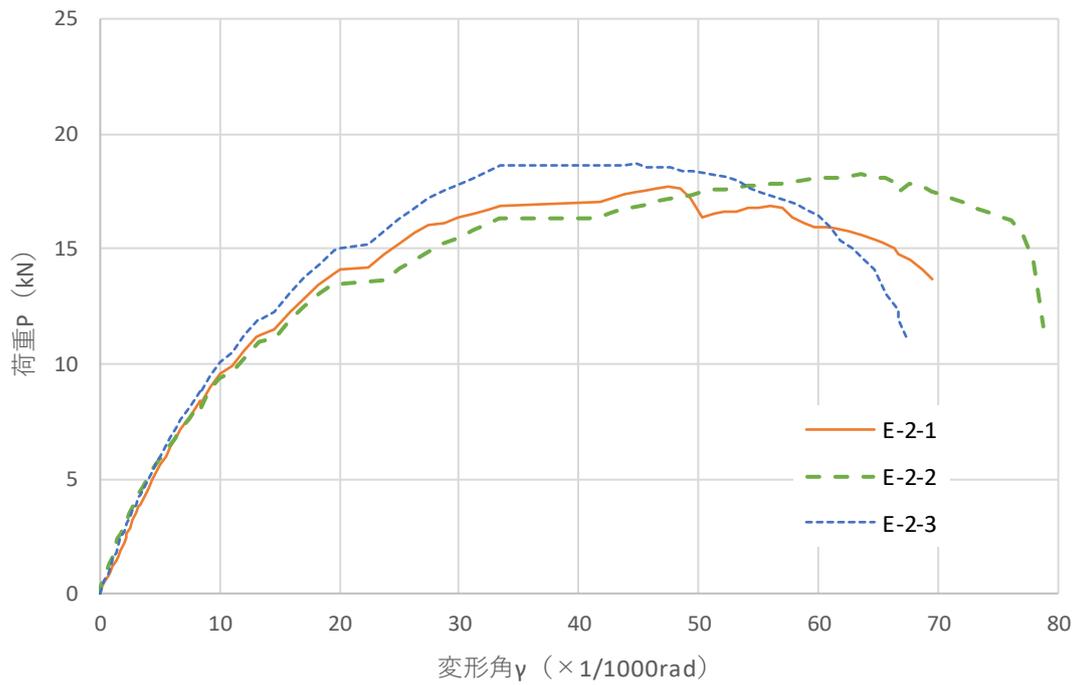


図 2.2.1-14 包絡線 (フレーム含む)

E-2-1



試験前



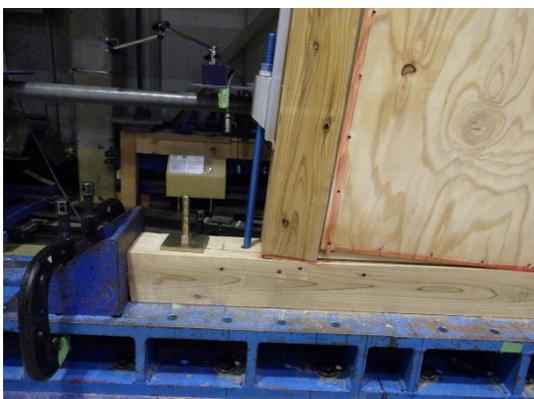
最大変形時



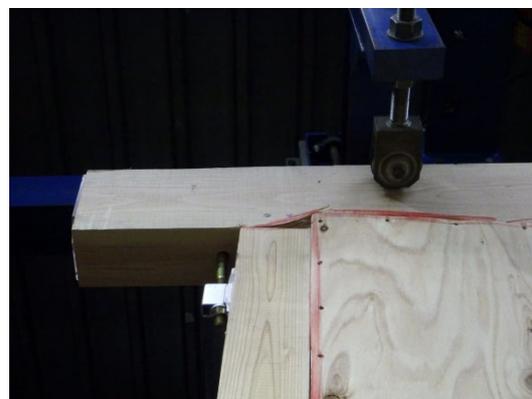
土台側の変形の様子



土台側の面材の踏み外し



土台側の変形の様子



桁側の面材の踏み外し



桁側の面材のパンチングアウト

E-2-2



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材の踏み外し



土台側の面材のパンチングアウト



桁側の面材の踏み外し



桁側の面材のパンチングアウト

試験体 E-3 (3200-910)

表 2.2.1-9 E-3 試験結果

E-3(3200-910)

	E-3-1	E-3-2	E-3-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	20.68	21.70	17.27	19.88	2.32	18.79
① 降伏耐力 Py [kN]	10.65	11.35	9.68	10.56	0.84	10.16
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]	1144.43	1032.51	836.76	1004.57	155.73	931.22
終局耐力 Pu [kN]	18.06	18.97	16.06	17.70	1.49	17.00
塑性率 μ	3.83	2.39	3.46	3.23	0.75	2.87
構造特定係数 Ds	0.39	0.51	0.41	0.44	0.07	0.41
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	9.32	7.38	7.81	8.17	1.02	<u>7.69</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	13.79	14.47	11.51	13.26	1.55	12.53
④ $p(1/120)$ [kN]	9.81	9.59	7.54	8.98	1.25	8.39
					min(①②③ ④) (kN) =	7.69
					L (m) =	0.91
					PO (kN/m) =	8.45
					実験倍率 =	<u>4.31</u>

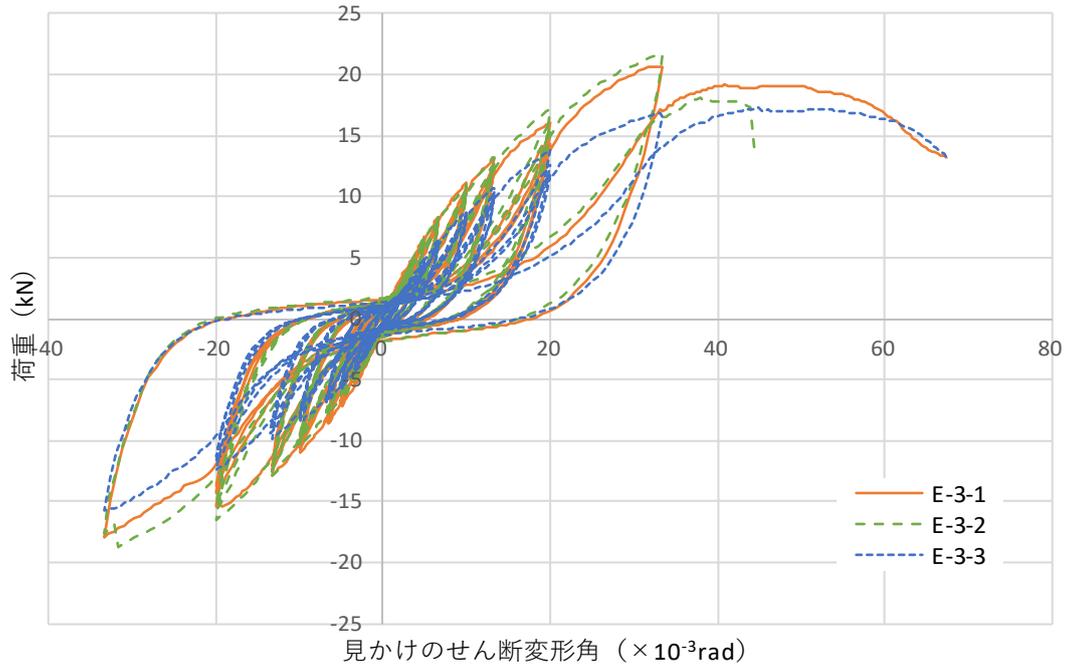


図 2.2.1-15 荷重－変位曲線 (E-3、見かけの変位)

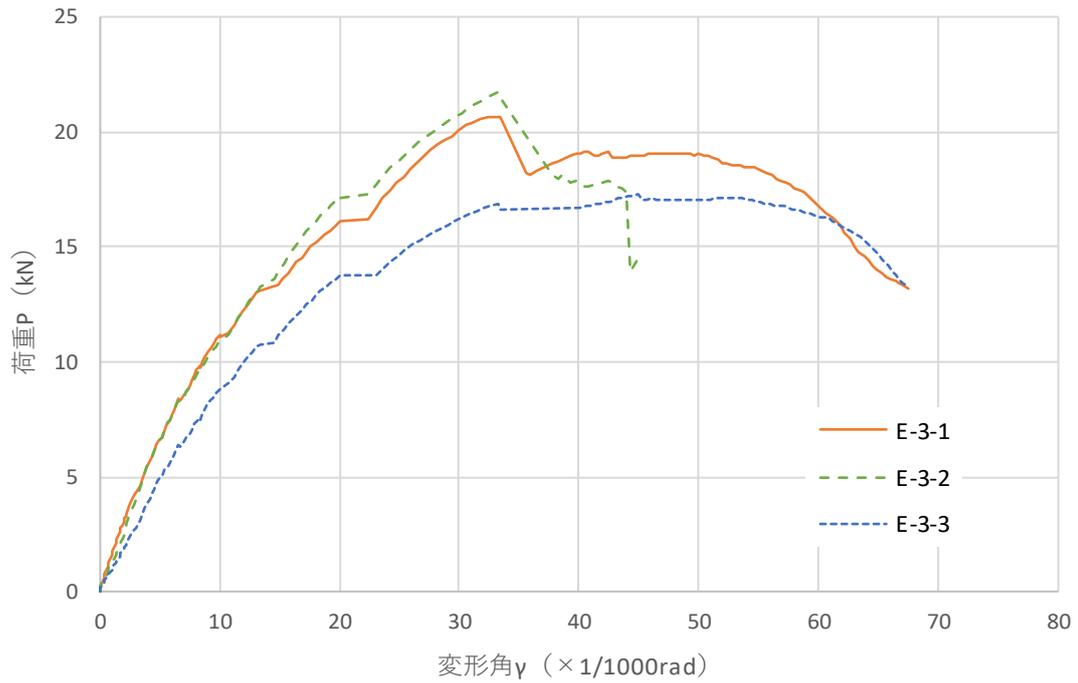


図 2.2.1-16 包絡線 (フレーム含む)

E-3-1



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



土台側の面材の踏み外し



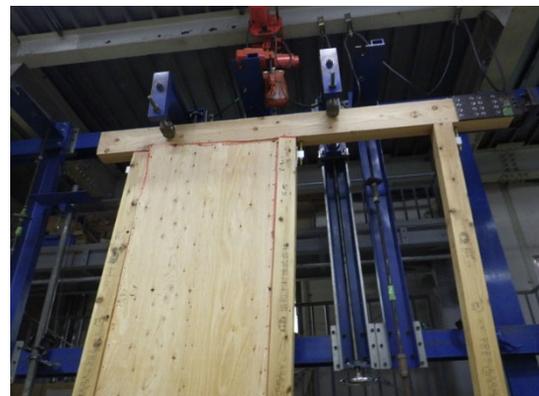
土台側の面材のパンチングアウト



桁側の面材の踏み外し



桁側の面材くぎの引き抜け



桁側の面材の変形の様子

E-3-2



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



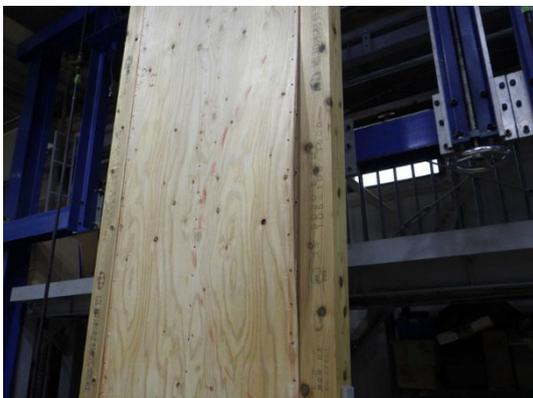
桁側の変形の様子



土台側の面材のめり込み



土台側の面材くぎの引き抜け



面材の座屈



桁側の面材の踏み外し

E-3-3



試験前



最大変形時



土台側の変形の様子



桁側の変形の様子



土台側の面材のめり込み



土台側の面材のパンチングアウト



桁側の面材の踏み外し



桁側の面材くぎの引き抜け

2.2.2 同一試験体での昨年度の試験との比較

呼称寸法で 2400-910、2800-910 の仕様（面材の縦継ぎあり）について、昨年度、今年度と同一仕様にて実験を行った。ここではその結果を比較した。昨年度、今年度ともに、試験場所は同じ（BX カネシン）、材料の材質、等級は同等としている。

(1) 2400-910 (D-1、A-1)

表 2.2.2-1 は、今年度実施した D-1、昨年度実施した A-1 の結果を整理したものである。各 3 体実施しており、それぞれの試験体の 4 指標の結果、および 3 体の平均値、50%下限値、壁倍率を示す。表 2.2.2-2 は、D-1、A-1 の試験体材料の密度、含水率を示す。また、表 2.2.2-3 では各試験体の最終変形時の様子を並べている。加えて、図 2.2.2-1 は、それぞれの包絡線を重ね合わせたものを示す。

表 2.2.2-1 2400-910 (D-1、A-1) の試験結果の比較

		D-1(2400-910)			A-1(2400-910)		
		D-1-1	D-1-2	D-1-3	A-1-1	A-1-2	A-1-3
試験結果	Py [kN]	12.10	12.52	11.27	11.70	13.00	10.70
	0.2Pu/Ds [kN]	9.12	9.06	8.89	7.75	7.93	8.10
	2/3Pmax [kN]	14.61	14.92	14.55	14.90	15.30	13.30
	p (1/120) [kN]	9.65	9.56	8.73	8.00	7.90	8.20
平均値	Py [kN]	11.96			11.80		
	0.2Pu/Ds [kN]	9.02			7.93		
	2/3Pmax [kN]	14.69			14.50		
	p (1/120) [kN]	9.31			8.03		
50%下限値	Py [kN]	11.66			11.26		
	0.2Pu/Ds [kN]	8.97			7.84		
	2/3Pmax [kN]	14.60			14.00		
	p (1/120) [kN]	9.07			7.96		
壁倍率		5.02			4.39		

表 2.2.2-2 2400-910 (D-1、A-1) の試験体材料の密度・含水率

	D-1(2400-910)				A-1(2400-910)			
	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)		密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱 (スギ)	457.8	32.2	11.7	3.4	423.6	32.6	14.4	4.8
土台 (スギ)	425.3	15.2	10.4	1.1	406.5	34.8	11.5	2.0
桁 (ベイマツ)	476.7	28.8	10.2	0.2	505.7	18.4	20.7	1.4
間柱 (スギ)	360.9	24.4	8.5	2.0	410.5	8.6	19.5	3.3
受材 (スギ)	393.5	45.5	9.4	3.3	423.4	38.4	15.8	2.7
胴つなぎ (スギ)	349.9	47.6	5.8	2.4	402.9	20.3	11.5	1.8
面材 (全層カラマツ)	608.8	16.8	12.4	3.5	544.8	41.0	16.1	0.9

表 2.2.2-3 最終変形時の破壊性状の比較

<p>D-1</p> <p style="text-align: center;">D-1-1 (1/12rad)</p> 	<p>A-1 (2020)</p> <p style="text-align: center;">A-1-1 (1/11rad)</p> 
<p style="text-align: center;">D-1-2 (1/13rad)</p> 	<p style="text-align: center;">A-1-2 (1/15rad)</p> 
<p style="text-align: center;">D-1-3 (1/14rad)</p> 	<p style="text-align: center;">A-1-3 (1/15rad)</p> 

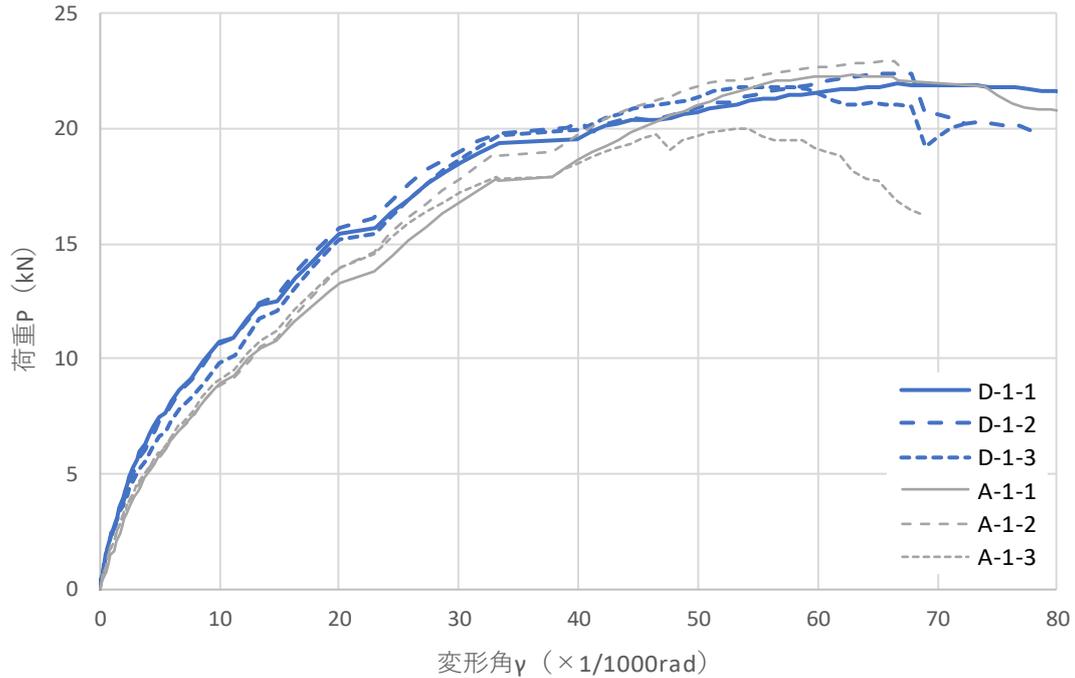


図 2.2.2-1 同一仕様の試験体における昨年度と今年度の違い
(高さ 2400 幅 910 縦継ぎあり アスペクト比 2.55)

表 2.2.2-1 より、壁倍率は、D-1 は 5.02、A-1 は 4.39 であった。最大耐力はほぼ同等であるが、D-1 の方が初期剛性が高く、塑性率が高い傾向が見られた。

D-1、A-1 で異なる点は、試験体材料のロットの違いと試験機の違いである。

このうち、試験機の違いについては、試験担当者より試験結果への影響があるとは考えにくいという過去の実績・経験を踏まえたコメントがあった（根拠となるデータ等については未入手）。

試験体材料のロットの違いについては、表 2.2.2-2 に示すように密度、含水率の違いを確認した。軸材のうち柱・土台は D-1 の方が大きく、桁、間柱、受材、胴つなぎは A-1 の方が大きい。また面材の密度は D-1 の方が大きいことが分かる。

また、表 2.2.2-3 より、A-1-3 の面材の座屈が生じているような結果となっており、図 2.2.2-1 のグラフに示すように、A-1-3 のみ最大耐力が低く、1/20rad 程度から耐力低下が生じている。この点が、A-1 の方が壁倍率が低い結果となっている要因といえる。

(2) 2800-910 (D-2、A-3)

表 2.2.2-4 は、今年度実施した D-2、昨年度実施した A-3 の結果を整理したものである。各 3 体実施しており、それぞれの試験体の 4 指標の結果、および 3 体の平均値、50%下限値、壁倍率を示す。表 2.2.2-5 は、D-2、A-3 の試験体材料の密度、含水率を示す。また、表 2.2.2-6 では各試験体の最終変形時の様子を並べている。加えて、図 2.2.2-2 は、それぞれの包絡線を重ね合わせたものを示す。

表 2.2.2-4 2800-910 (D-2、A-3) の試験結果の比較

		D-2(2800-910)			A-3(2800-910)		
		D-2-1	D-2-2	D-2-3	A-3-1	A-3-2	A-3-3
試験結果	Py [kN]	10.95	11.54	10.93	11.00	10.00	10.70
	0.2Pu/Ds [kN]	7.64	7.38	8.26	7.83	7.08	7.40
	2/3Pmax [kN]	13.24	13.59	13.39	14.10	12.20	13.50
	p (1/120) [kN]	8.13	7.37	8.41	8.10	7.30	7.50
平均値	Py [kN]	11.14			10.57		
	0.2Pu/Ds [kN]	7.76			7.44		
	2/3Pmax [kN]	13.41			13.27		
	p (1/120) [kN]	7.97			7.63		
50%下限値	Py [kN]	10.97			10.32		
	0.2Pu/Ds [kN]	7.55			7.26		
	2/3Pmax [kN]	13.32			12.81		
	p (1/120) [kN]	7.72			7.44		
壁倍率		4.23			4.06		

表 2.2.2-5 2800-910 (D-2、A-3) の試験体材料の密度・含水率

	D-2(2800-910)				A-3(2800-910)			
	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)		密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱 (スギ)	482.7	22.6	15.4	4.0	439.4	32.7	11.0	2.5
土台 (スギ)	391.0	21.2	13.3	3.0	507.1	9.4	15.2	3.6
桁 (ベイマツ)	529.0	63.0	14.2	3.5	520.7	13.2	13.4	4.9
間柱 (スギ)	350.1	19.3	7.9	1.1	389.3	18.7	11.8	1.5
受材 (スギ)	386.6	30.2	10.3	1.8	388.7	31.4	13.0	2.9
胴つなぎ (スギ)	373.0	41.9	7.1	2.1	446.6	46.8	16.1	4.3
面材 (全層カラマツ)	579.7	7.1	13.4	2.4	527.0	23.7	15.5	1.8

表 2.2.2-6 最終変形時の破壊性状の比較

<p>D-2</p> <p>D-2-1 (1/12rad)</p> 	<p>A-3 (2020)</p> <p>A-3-1 (1/13rad)</p> 
<p>D-2-2 (1/15rad)</p> 	<p>A-3-2 (1/15rad)</p> 
<p>D-2-3 (1/13rad)</p> 	<p>A-3-3 (1/15rad)</p> 

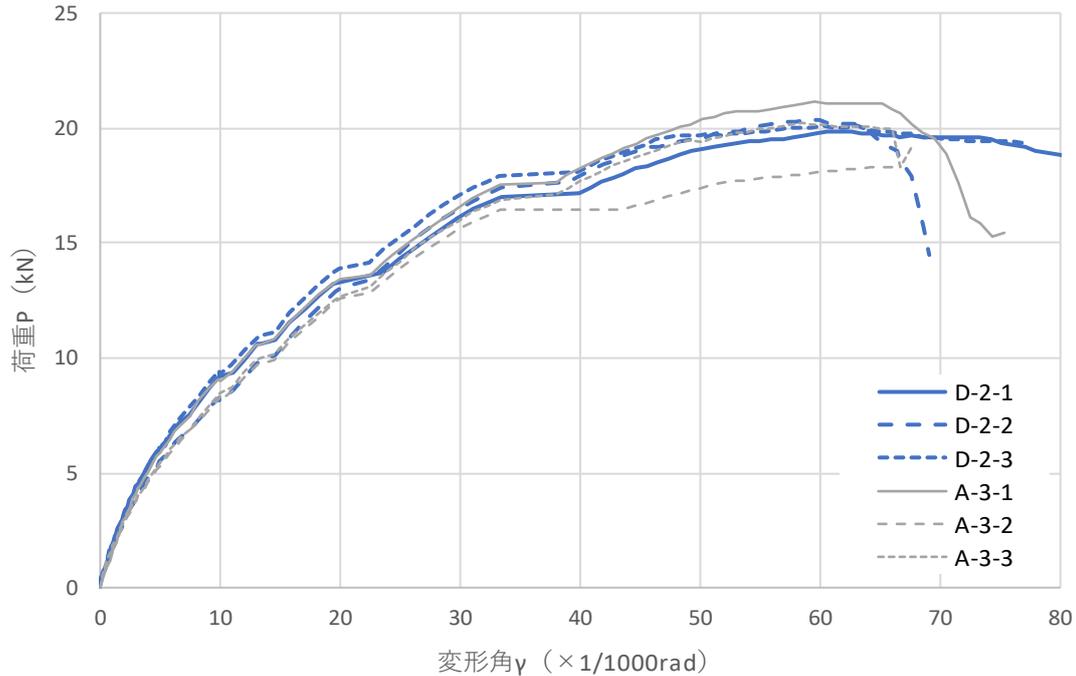


図 2.2.2-2 同一仕様の試験体における昨年度と今年度の違い
(高さ 2800 幅 910 縦継ぎあり アスペクト比 3.04)

表 2.2.2-4 より、壁倍率は、D-2 は 4.23、A-3 は 4.06 であった。結果としてはほぼ同等であると考えられるが、D-2 の方が初期剛性、塑性率が若干高い傾向が見られた。

D-2、A-3 で異なる点として、試験体材料のロットの違いが考えられる(試験機は同じ)。

試験体材料のロットの違いについては、表 2.2.2-5 に示すように密度、含水率の違いを確認した。軸材のうち柱・桁は D-2 の方が大きく、土台、間柱、受材、胴つなぎは A-3 の方が大きい。また面材の密度は D-2 の方が大きいことが分かる。

また、表 2.2.2-6 を見ると、D-2、A-3 での破壊性状に差はないように思われる。図 2.2.2-2 のグラフでは A-3-2 のみ最大耐力が低いことが確認できるが、破壊性状に違いは見られない。

2.2.3 破壊性状の整理

各試験体の破壊性状について、表 2.2.3-1 に示す。

D シリーズ—面材の縦継ぎありの破壊性状

D-1：高さ 2400・幅 910、 D-2：高さ 2800・幅 910

D-3：高さ 2800・幅 1365、 D-4：高さ 3200・幅 910

- ・ D シリーズでは、面材が桁および土台にめり込む変形が見られ、ほとんどの試験体で土台側の面材の踏み外しが見られた。
- ・ D-4（高さ 3200）では、土台側だけでなく、桁側でも面材の踏み外しが見られた。
- ・ D-4（高さ 3200）のうち、1 体で面材の座屈が生じた。



土台側の面材の踏み外し（例：D-2-3 1/13rad 時）



パンチングアウト（例：D-4-1 1/15rad 時）



桁側の面材の踏み外し（例：D-4-2 1/15rad 時）



面材の座屈（例：D-4-3 1/15rad 時）

Eシリーズ-面材の縦継ぎなしの破壊性状

E-1 : 高さ 2400 ・ 幅 910、 E-2 : 高さ 2800 ・ 幅 910、 E-3 : 高さ 3200 ・ 幅 910

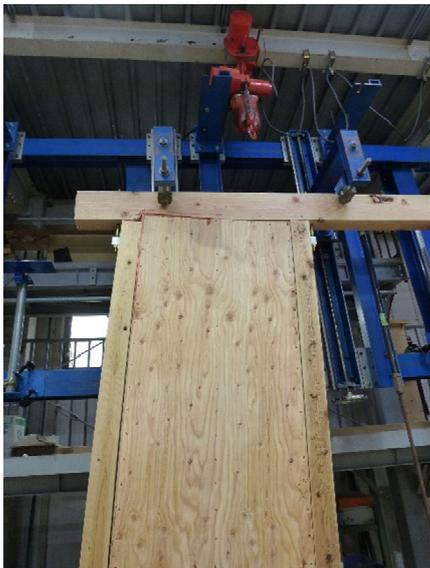
- ・ Eシリーズでは、面材が桁および土台にめり込む変形が見られ、ほとんどの試験体で土台側の面材の踏み外し、桁側の面材の踏み外しが見られた。
- ・ 面材の高さに関わらず、土台側、桁側に面材のたわみ・はらみが生じる傾向が見られた。
- ・ E-3 (高さ 3200) のうち、1体で面材の座屈が生じた。



土台側の面材の踏み外し (例: E-2-2 1/13rad 時)



パンチングアウト (例: E-2-2 1/13rad 時)



桁側の面材の踏み外し・はらみ (例: E-2-2 1/13rad 時)



面材の座屈 (例: E-3-2 1/22rad 時)

表 2.2.3-1 破壊性状の整理

	試験体寸法 (呼称)		面材の縦 継ぎの有 無	破壊性状															加力の状況		
	高さ	幅		最終変形時															最終変形時の 変形角	1/15radまで に至ったもの	
				土台側					桁側					面材くぎ (高さ方向) の 引き抜け	面材の座 屈	受材の浮 き	受材の割 れ	胴つなぎ の割れ			
面材のめ り込み	面材の 浮き・踏 み外し	面材の たわみ (はら み)	パンチン グアウト	面材くぎ の 引き抜け	面材のめ り込み	面材の 浮き・踏 み外し	面材の たわみ (はら み)	パンチン グアウト	面材くぎ の 引き抜け	面材のめ り込み	面材の 浮き・踏 み外し	面材の たわみ (はら み)	パンチン グアウト						面材くぎ の 引き抜け		
D-1-1	2400	910	有	○	○		○		○									△	○	1/12rad	
D-1-2	2400	910	有	○	○		○		○										○	1/13rad	
D-1-3	2400	910	有	○	○	○	○		○									○		1/14rad	
D-2-1	2800	910	有	○	○				○				○					△		1/12rad	
D-2-2	2800	910	有	○	○		○		○				○					△		1/15rad	
D-2-3	2800	910	有	○	○		○		○				○						○	1/13rad	
D-3-1	2800	1365	有	○	○		○		○				○			○				1/14rad	
D-3-2	2800	1365	有	○	○		○		○				○							1/13rad	
D-3-3	2800	1365	有	○	○	○	○		○				○							1/14rad	
D-4-1	3200	910	有	○			○		○	○			○							1/15rad	○
D-4-2	3200	910	有	○			○		○	○			○						○	1/15rad	○
D-4-3	3200	910	有	○		○	○		○	○			○	○						1/15rad	○
E-1-1	2400	910	無	○	○	○	○		○	○	○		○				○			1/11rad	
E-1-2	2400	910	無	○	○	○	○		○	○			○					△		1/11rad	
E-1-3	2400	910	無	○	○	○	○	○	○	○	○							△		1/11rad	
E-2-1	2800	910	無	○	○	○			○	○			○							1/14rad	
E-2-2	2800	910	無	○	○		○		○	○	○									1/13rad	
E-2-3	2800	910	無	○	○		○		○	○	○							△		1/15rad	○
E-3-1	3200	910	無	○	○		○		○	○			○	○						1/15rad	○
E-3-2	3200	910	無	○					○	○	○		○		○					1/22rad	○
E-3-3	3200	910	無	○			○	○	○	○			○	○						1/15rad	○

△は亀裂のみ

<破壊性状の詳細>

ここでは以下に示すの試験体について、破壊性状の詳細を整理した。

- ・ 3体間の包絡線のばらつきの大きな D-4（高さ 3200・幅 910）、E-3（高さ 3200・幅 910）の 2 仕様（各 3 体）
- ・ 3体間の包絡線のばらつきの小さい D-1（高さ 2400・幅 910）の 1 仕様の計 3 仕様（各 3 体）

各試験体の 1/50rad 以降で、1/30、1/20、1/17、1/15rad での変形の様子を画像（ビデオ動画から作成）により比較した。

次ページより、仕様別に、各試験体の包絡線および試験開始前の面材周囲の隙、各変形角時の写真を並べて示している。また、あくまで写真等からの推測であるが、変形時の様子や包絡線を踏まえ、初期剛性の違いや耐力低下の要因に関係すると考えられる変形についてコメントを記している。

	D-4-1	D-4-2	D-4-3
試験開始前の面材周囲の隙			
1/50rad			
<p>下側の面材を見ると、D-4-1、D-4-2 に比べ、D-4-3 の下側の面材が回転していないように見える。(柱脚部（引張側）の面材と土台の隙が見られない)</p>			

1/30rad			
	<p>下側の面材を見ると、D-4-2は柱が傾いていく変形に沿って面材が回転しているが、D-4-1、D-4-3は回転していない。D-4-1については柱脚側（圧縮側）の面材が土台にめり込んでいく様子が確認できる。</p>		
1/20rad			
	<p>桁側の面材が踏み外している。 土台側のめり込みが若干進んでいる。</p>	<p>桁側の面材が踏み外している。 これまでの変形と同様に柱が傾いていく変形に沿って面材が回転し、土台のめり込み+踏み外しそうな変形が進んでいる。</p>	<p>桁側の面材が踏み外している。 土台側の面材のめり込みが見られない。</p>
1/17rad			
	<p>桁側の面材の踏み外しが進む。 土台側の面材のめり込みはあまり進んでいない。</p>	<p>土台側の面材の踏み外しが進む。</p>	<p>土台側の面材のめり込み・踏み外しが生じずに面材が座屈。</p>

1/15rad



	E-3-1	E-3-2	E-3-3
試験開始前の面材周囲の隙			
1/50rad			
E-3-1、E-3-3には面材と土台の隙が生じているが、E-3-2では生じていない。E-3-3は面材が他の2体に比べ回転しているように見受けられる。			

1/30rad			
1/50rad 時と同様の傾向が見られ、E-3-3 では面材の土台へのめり込みが少し進んでいる。			
1/20rad (E-3-2 のみ 1/22rad)			
桁側の面材の踏み外しが見られる。土台側はあまりめり込み・踏み外しが進んでいる様子が見られない。	面材が座屈。土台側の面材の踏み外しが生じず、桁側の面材の踏み外しが若干生じている。		桁側の面材の踏み外しが見られる。土台側のめり込みが見られるものの、踏み外しまでは及んでいない。
1/17rad		-	
1/20rad と同様の傾向が見られ、桁側の面材の踏み外しが進む。	-		1/20rad と同様の傾向が見られ、桁側の面材の踏み外しが進む。

1/15rad



	D-1-1	D-1-2	D-1-3
試験開始前の面材周囲の隙			
1/50rad			
3体とも変形の様子はほぼ同じ。土台側の面材が若干めり込み始めているように見える。			

1/30rad			
1/50rad 時と同様に、3 体とも変形の様子はほぼ同じ。土台側の面材のめり込みが進むとともに、桁側の面材もめり込みが始まっているように見える。			
1/20rad			
3 体とも変形の様子はほぼ同じように見えるが、D-1-3 のみ土台側の面材のめり込みが若干進んでいる（踏み外しそうになっている）ように見える。			
1/17rad			
D-1-3 の踏み外しが最も進んでいるように見える。			

1/15rad



2.2.4 耐力関係の整理

各試験体の結果について、表 2.2.4-1 に示す。

表 2.2.4-1 各試験体の結果

試験体番号	仕様 (面材の位置等)	試験体寸法 (呼称)		試験体寸法 (内法)		試験体数	基準耐力の決定 (黄マーカー)				参考	壁倍率	アスペクト比
		高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)		Py (kN)	(0.2/Ds)*Pu (kN)	2/3Pmax (kN)	1/120radP (kN)			
D-1	縦継ぎあり・面一	2400	910	2051	805	3	11.66	8.97	14.60	9.07	5.93	5.02	2.55
D-2		2800	910	2451	805	3	10.97	7.55	13.32	7.72	5.60	4.23	3.04
D-3		2800	1365	2451	1260	3	14.00	11.22	17.71	11.99	8.10	4.18	1.95
D-4		3200	910	2851	805	3	9.85	8.49	12.50	8.83	6.27	4.75	3.54
E-1	縦継ぎなし・面一	2400	910	2051	805	3	11.46	9.27	13.60	9.51	5.62	5.19	2.55
E-2		2800	910	2451	805	3	9.71	7.97	11.99	8.35	5.78	4.46	3.04
E-3		3200	910	2851	805	3	10.16	7.69	12.53	8.39	6.40	4.31	3.54

<壁倍率と4指標について（高さ方向の比較）>

各試験体の面材の高さを横軸、壁倍率（50%下限値）を縦軸にしたものを図 2.2.4-1 に、壁倍率（平均値）を縦軸にしたものを図 2.2.4-2 に示す。

図 2.2.4-3～6 では、縦軸を4指標（1mあたり）としたものを示す。なお、各耐力（縦軸）は、50%下限値を用いている。

横軸の面材の高さは、表 2.2.1-1 に示している「試験体寸法（内法）」を用いている。（以下同様）

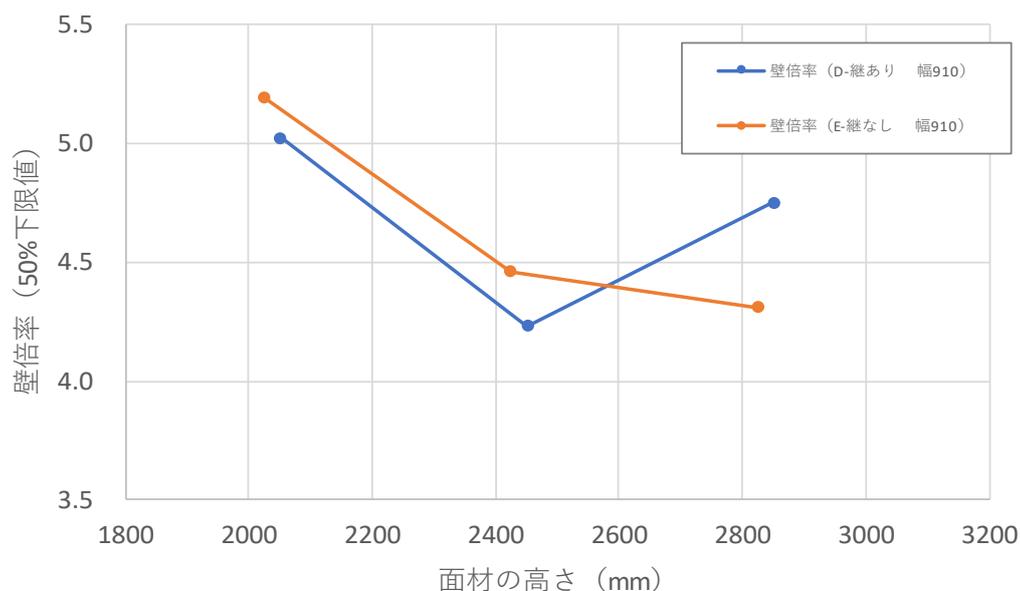


図 2.2.4-1 各試験体の壁倍率（50%下限値）と面材の高さ・面材の縦継ぎの有無の関係

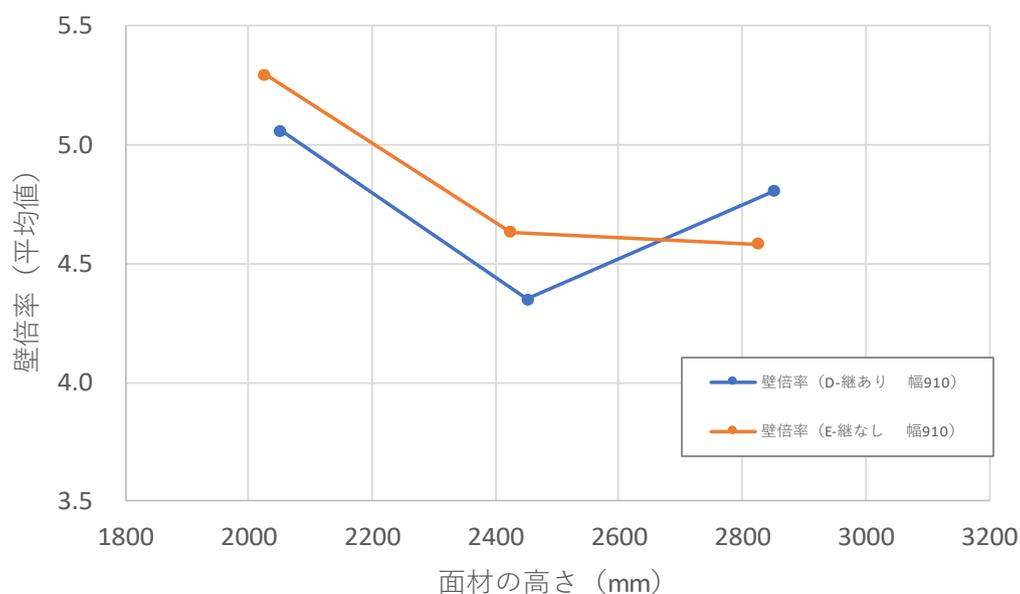


図 2.2.4-2 各試験体の壁倍率（平均値）と面材の高さ・面材の縦継ぎの有無の関係

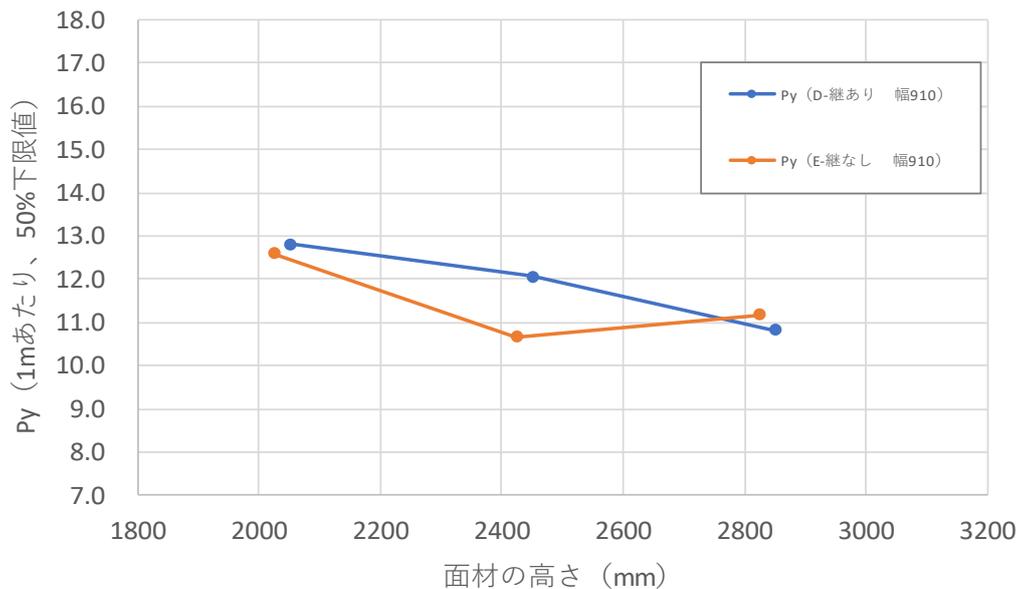


図 2.2.4-3 各試験体の P_y (1m あたり、50%下限値) と
面材の高さ・面材の縦継ぎの有無の関係

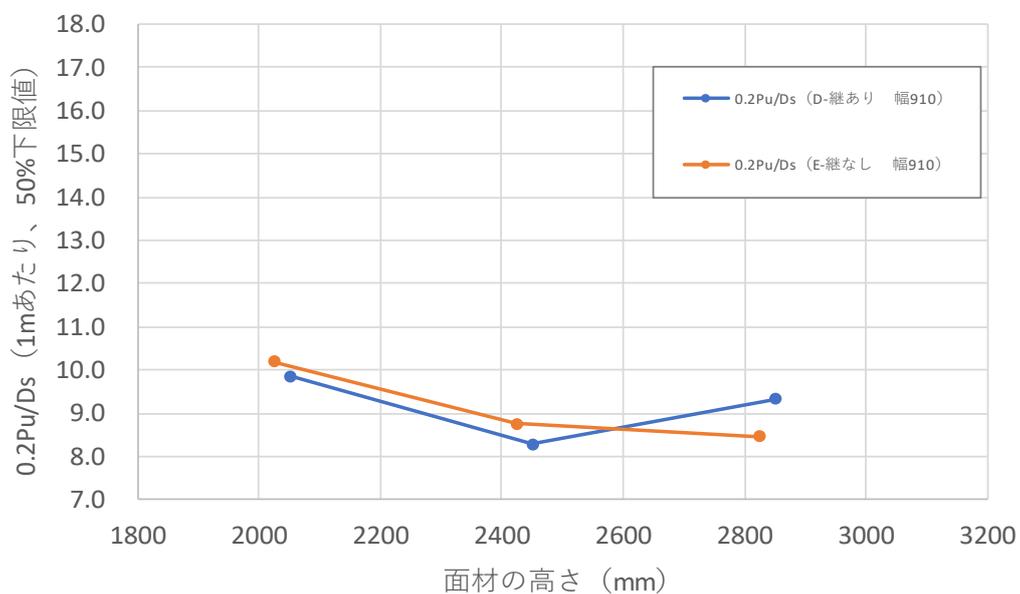


図 2.2.4-4 各試験体の $0.2P_u/D_s$ (1m あたり、50%下限値) と
面材の高さ・面材の縦継ぎの有無の関係

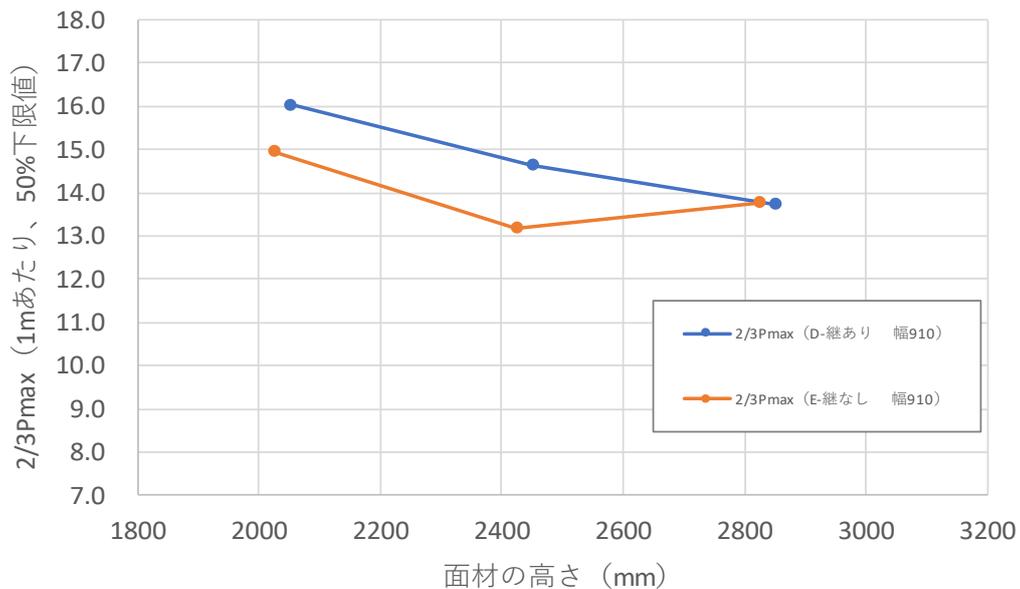


図 2.2.4-5 各試験体の 2/3Pmax (1m あたり、50%下限値) と面材の高さ・面材の縦継ぎの有無の関係

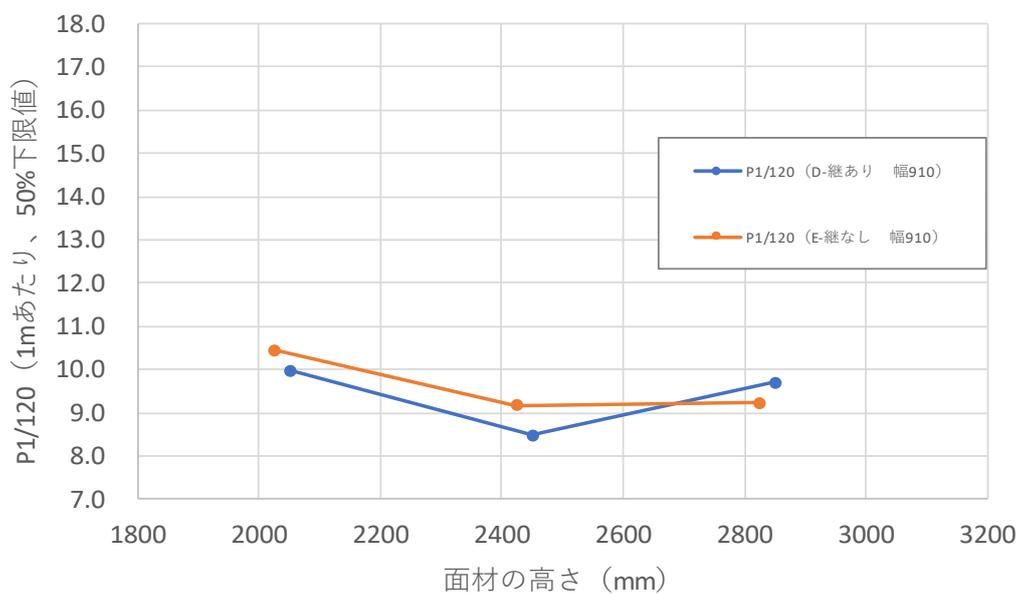


図 2.2.4-6 各試験体の P1/120 (1m あたり、50%下限値) と面材の高さ・面材の縦継ぎの有無の関係

図 2.2.4-7、表 2.2.4-2 は各試験体の壁倍率を示す。

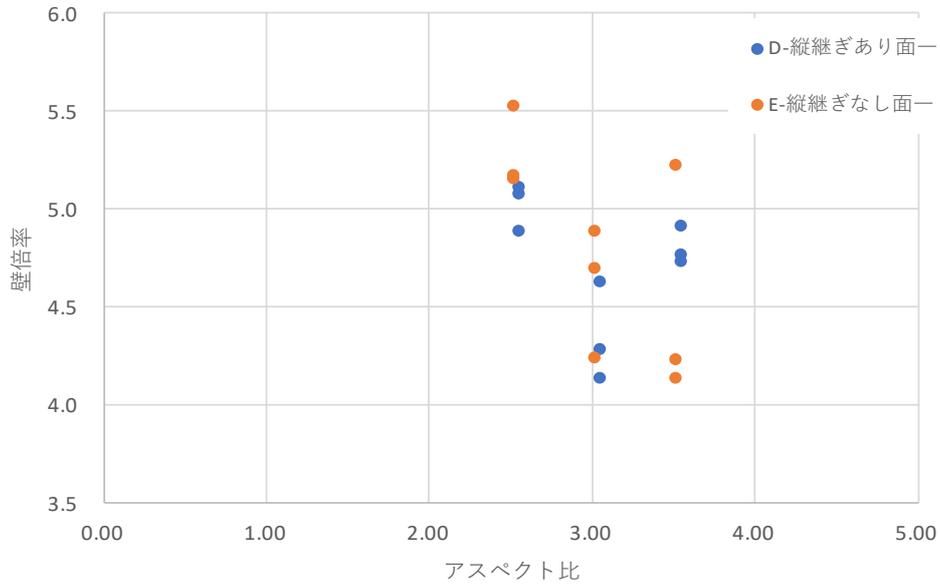


図 2.2.4-7 各試験体の壁倍率とアスペクト比の関係

表 2.2.4-2 各試験体のアスペクト比と壁倍率

試験体番号	仕様 (面材の継手等)	試験体寸法 (呼称)		試験体寸法 (内法)		アスペクト比	壁倍率
		高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)		
D-1-1	縦継ぎあり・面一	2400	910	2051	805	2.55	5.11
D-1-2							5.08
D-1-3							4.89
D-2-1		2800	910	2451	805	3.04	4.28
D-2-2							4.13
D-2-3							4.63
D-3-1		2800	1365	2451	1260	1.95	4.60
D-3-2							4.37
D-3-3							4.01
D-4-1		3200	910	2851	805	3.54	4.73
D-4-2							4.76
D-4-3							4.92
E-1-1	縦継ぎなし・面一	2400	910	2025	805	2.52	5.17
E-1-2							5.16
E-1-3							5.52
E-2-1		2800	910	2425	805	3.01	4.70
E-2-2							4.24
E-2-3							4.89
E-3-1		3200	910	2825	805	3.51	5.23
E-3-2							4.14
E-3-3							4.23

<壁倍率について（幅方向の比較）>

各試験体の面材の幅を横軸、壁倍率（50%下限値）を縦軸にしたものを図 2.2.4-8 に、壁倍率（平均値）を縦軸にしたものを図 2.2.4-9 に示す。幅方向については、主に昨年度検討していることから、昨年度の結果も併せて示す。ただし、2.2.2 で示したように同一仕様の試験体だとしても、材料のロットの違い等により結果が異なるため、ここではあくまで参考とする。

図 2.2.4-3～6 では、縦軸を 4 指標（1m あたり）としたものを示す。なお、各耐力（縦軸）は、平均値を用いている。

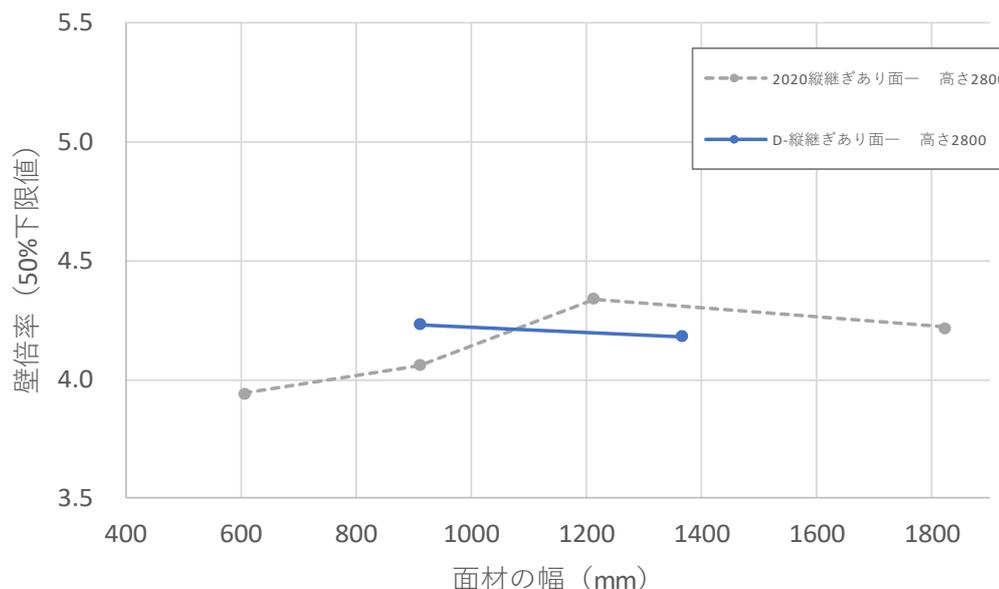


図 2.2.4-8 面材の縦継ぎありの各試験体の壁倍率（50%下限値）と面材の幅の関係

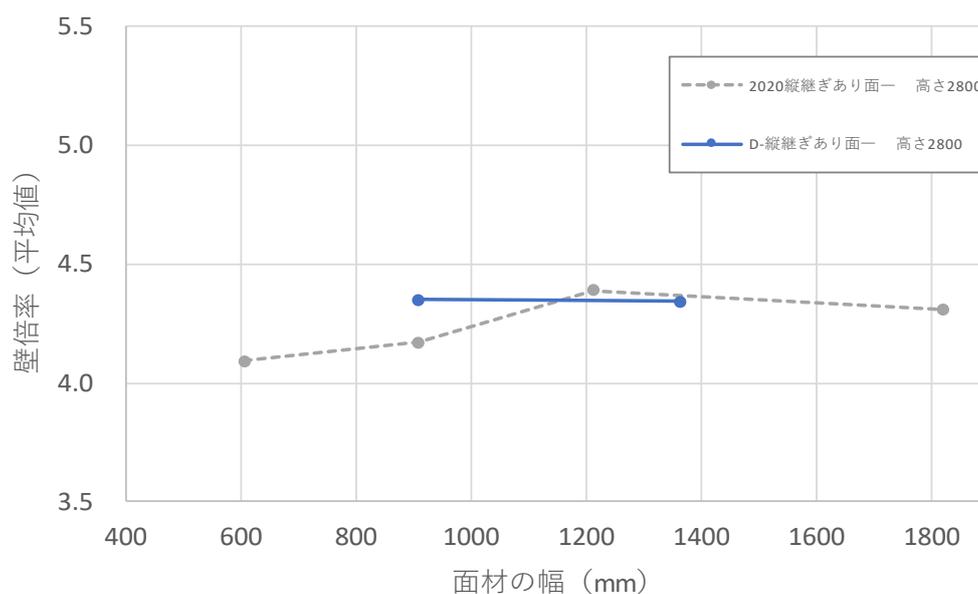


図 2.2.4-9 面材の縦継ぎありの各試験体の壁倍率（平均値）と面材の幅の関係

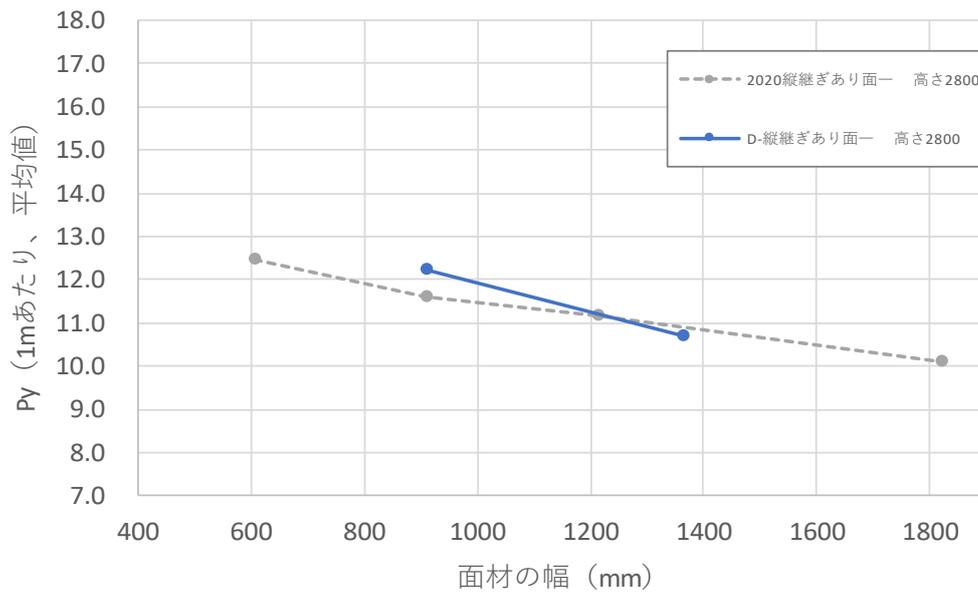


図 2.2.4-10 各試験体の P_y (1m あたり、平均値) と面材の幅の関係

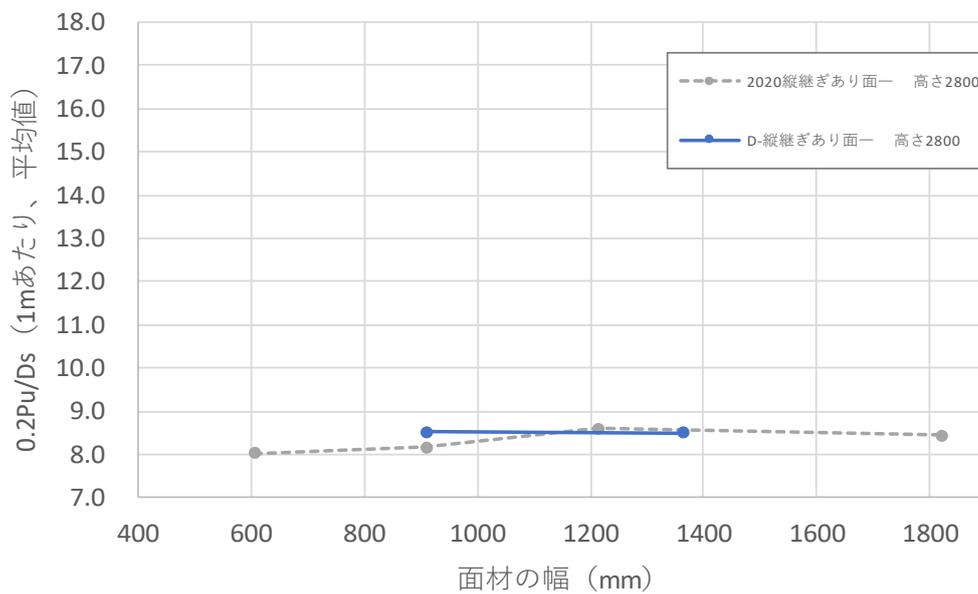


図 2.2.4-11 各試験体の $0.2P_u/D_s$ (1m あたり、平均値) と面材の幅の関係

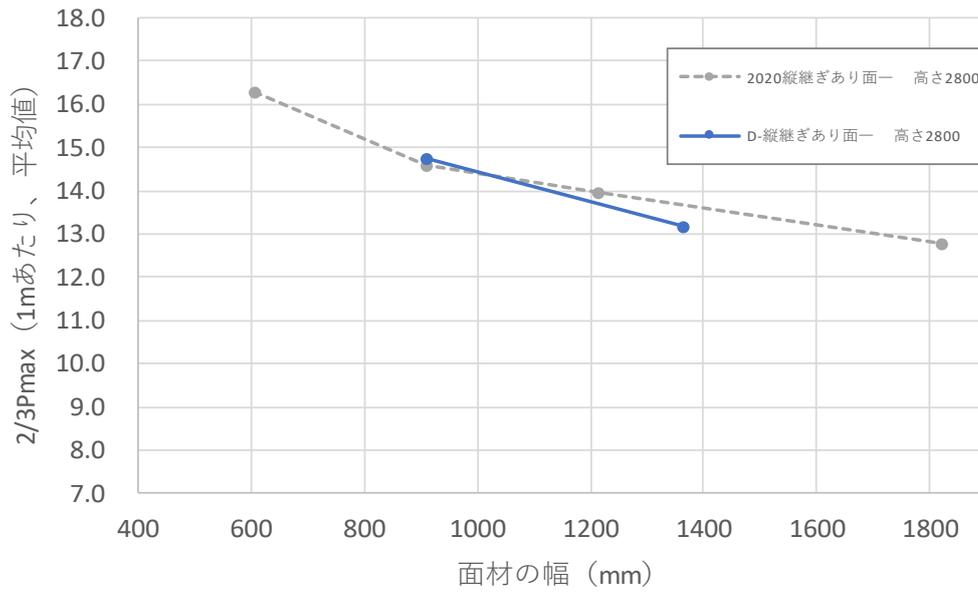


図 2.2.4-12 各試験体の 2/3Pmax (1m あたり、平均値) と 面材の幅の関係

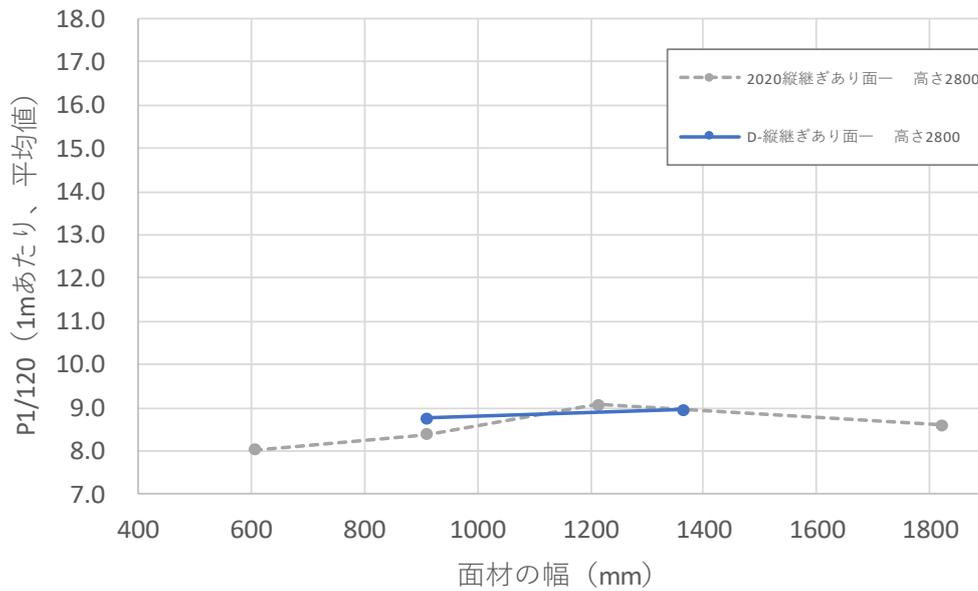


図 2.2.4-13 各試験体の P1/120 (1m あたり、平均値) と 面材の幅の関係

図 2.2.4-14、表 2.2.4-3 は各試験体の壁倍率を示す。

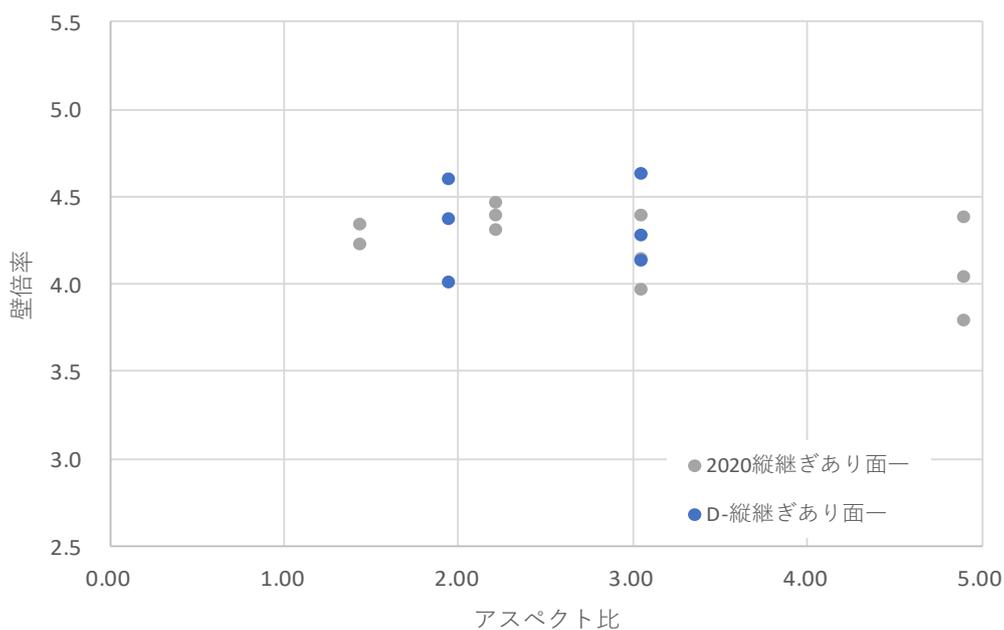


図 2.2.4-14 面材の縦継ぎありの各試験体の壁倍率とアスペクト比の関係

表 2.2.4-3 各試験体のアスペクト比と壁倍率

試験体番号	仕様 (面材の継手等)	試験体寸法 (呼称)		試験体寸法 (内法)		アスペクト比	壁倍率		
		高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)				
D-2-1	縦継ぎあり・面一	2800	910	2451	805	3.04	4.28		
D-2-2							4.13		
D-2-3							4.63		
D-3-1		2800	1365	2451	1260	1.95	4.60		
D-3-2							4.37		
D-3-3							4.01		
A-2-1	縦継ぎあり・面一 (2020年度実施)	2800	606	2451	501	4.89	4.39		
A-2-2									4.04
A-2-3									3.79
A-3-1		2800	910	2451	805	3.04	4.39		
A-3-2									3.97
A-3-3									4.15
A-4-1		2800	1213	2451	1108	2.21	4.31		
A-4-2									4.39
A-4-3									4.47
A-5-1		2800	1820	2451	1715	1.43	4.23		
A-5-3									4.35

※A-5-2は受材の割裂により耐力が大幅に小さい結果となったため、ここでは割愛した
(詳細は2020年度報告書を参照)

<高さの違いによる比較について>

以下では面材の縦継ぎあり、なしの別に、高さ違いの包絡線を重ね合わせたものを示す。幅はすべて 910 である。

以下を見ると、縦継ぎ有無とともに高さ 2800 の試験体が初期剛性が他の高さよりも小さく、高さ 3200 の試験体の靱性が低い傾向があることがわかる。

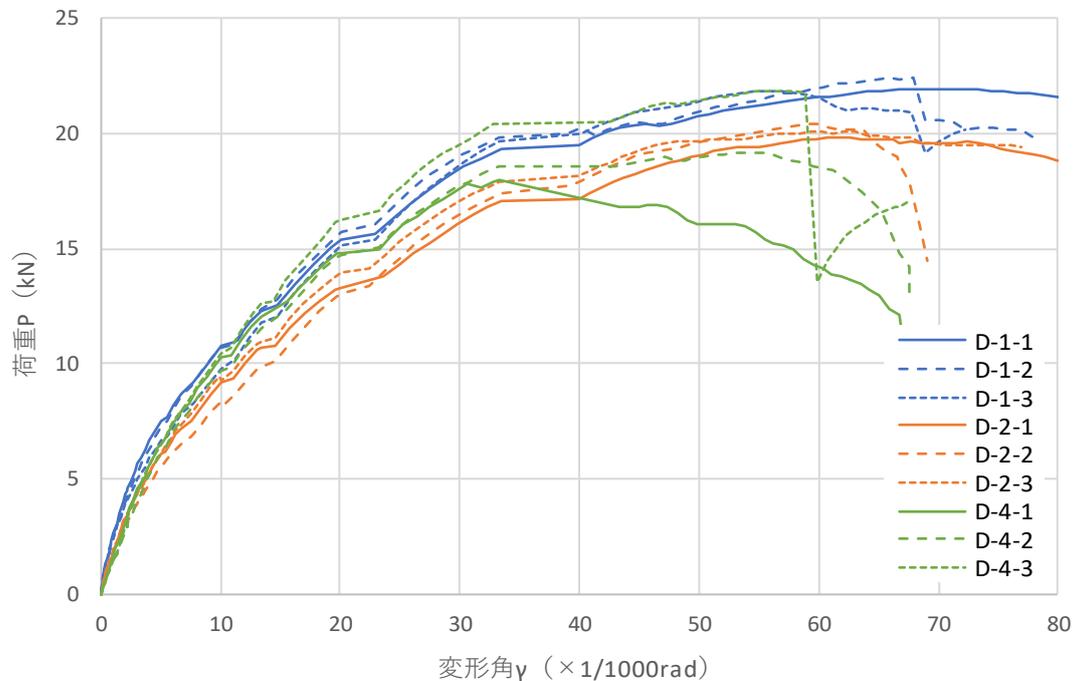


図 2.2.3-14 縦継ぎありでの高さ違いの包絡線重ね合わせ (D-1:2400,D-2:2800,D-4:3200)

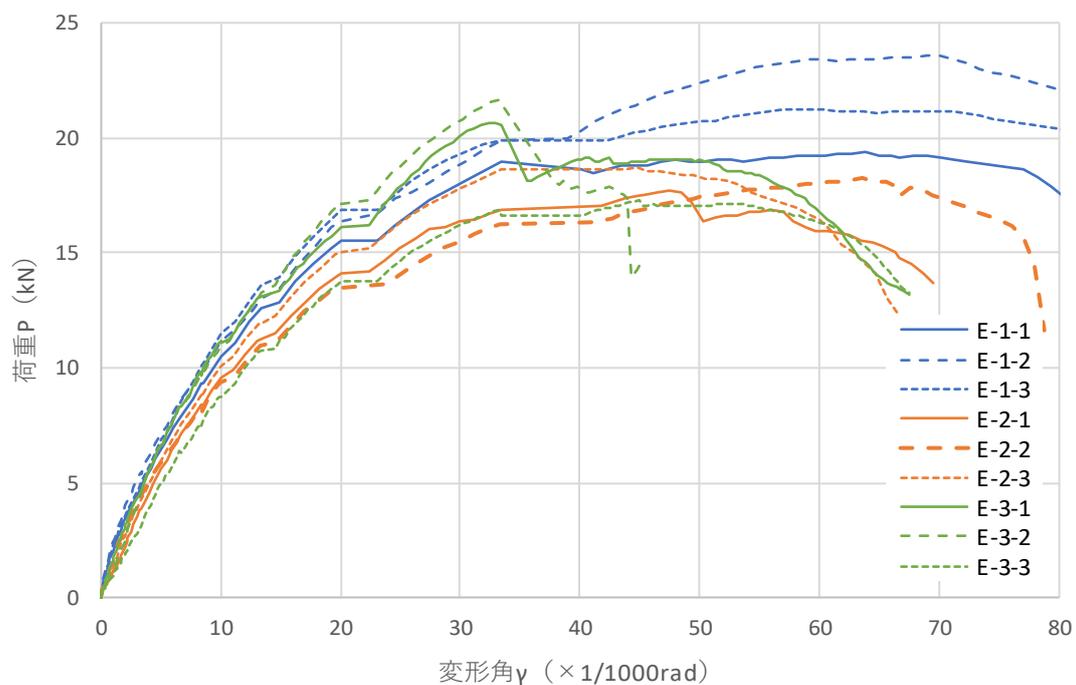


図 2.2.3-15 縦継ぎなしでの高さ違いの包絡線重ね合わせ (E-1:2400,E-2:2800,E-3:3200)

第3章 真壁解析モデルのための要素試験

3.1 検討の目的と方法

本章では、解析に用いる材料特性の入力値を決定することを目的とし、木質材料およびくぎの各種材料試験結果をまとめる。

真壁では、木材同士の接触や、面材や間柱の座屈が生じることから、木材の影響が大きいと考え、第2章の真壁耐力壁の水平せん断試験に用いた材料の特性に近い値を入力することとした。試験体は真壁耐力壁の水平せん断試験終了後に切り出したものや、真壁耐力壁試験体の材料と同一ロットの材料を用いて作成した(3.4参照)。

3.2 真壁解析モデルのための要素試験

試験は京都大学で実施した。

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。

	試験名	求める性能	実施日
3.2.1	端部圧縮試験 └両側余長あり └片側余長あり └余長なし	梁・柱・土台のめり込み の剛性・降伏荷重	1/27 1/27 1/27
3.2.2	くぎせん断試験	面材留付けくぎのせん断 剛性・降伏荷重	1/28
3.2.3	面材圧縮試験	面材圧縮剛性	1/28

3.2.1 部分圧縮試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「JIS Z 2101 木材の試験方法」の「12 部分圧縮試験」に準拠して実施した。ただし、加圧面積および加力位置を変更し3種類の試験を行った。試験は、加圧面を面材厚さと同じ9mmとし、加力位置の両側に余長がある両側余長あり試験、片側に余長がある片側余長あり試験および、両側に余長がない余長なし試験の3種類である。なお、すべての試験で加力位置は木材面一とした。

加力は単調圧縮とし、最大荷重を超えてその80%まで荷重が低下するまで加力した。

試験体は柱または土台および梁の2種類の部材から切り出した試験体各6体とし、試験装置図を図3.2.1-1に示す。

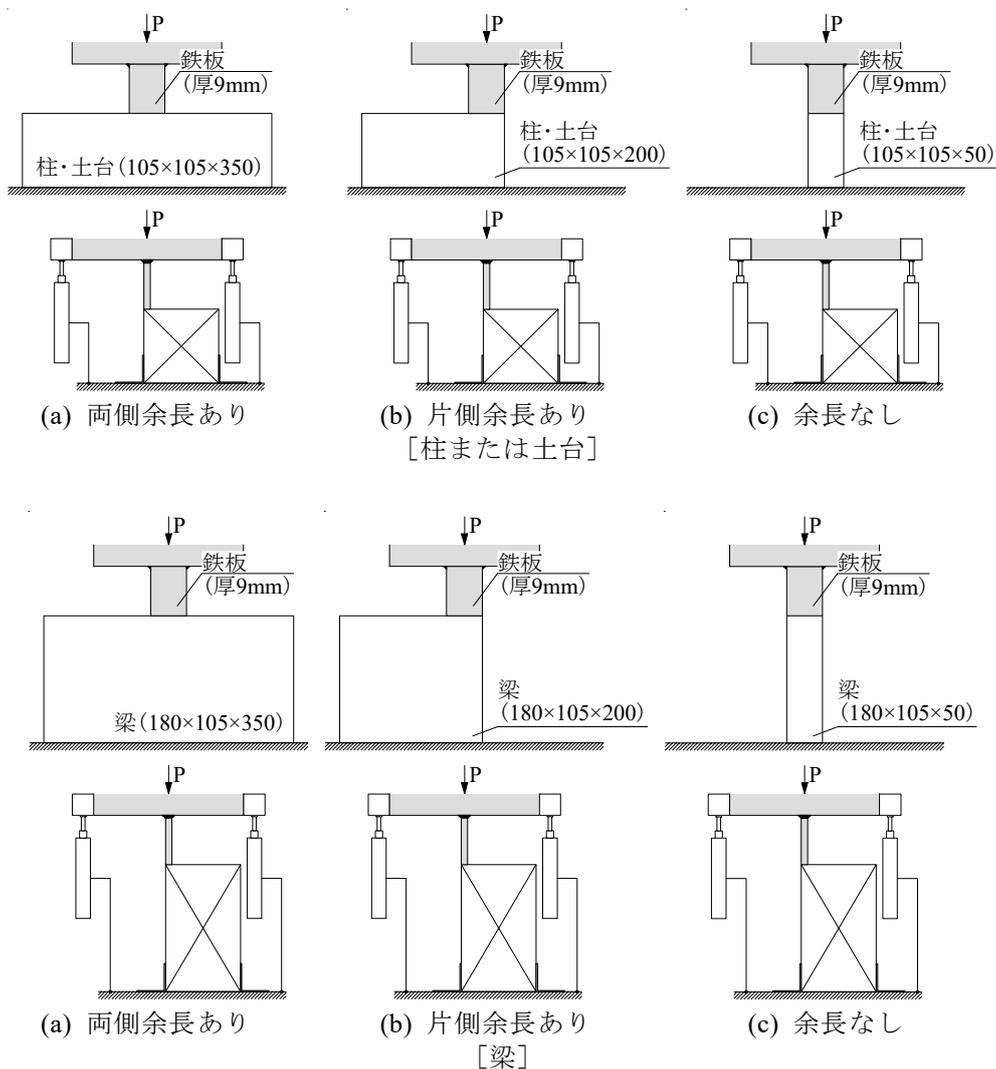


図 3.2.1-1 試験装置図

(2) 使用材料

試験体に用いた材料は、真壁耐力壁の水平せん断試験体の柱および、土台または梁から切り出した。密度・含水率を表3.2.1-1に示す。

表 3.2.1-1 試験体の密度・含水率

試験名	試験体 番号	部材	寸法	密度 (g/cm ³)		含水率 (%)		
				平均	標準 偏差	平均	標準 偏差	
部分 圧縮	両側余長あり	BC-1~6	柱・土台	105×105×350	0.45	0.02	12.13	0.65
		BB-1~6	梁	105×180×350	0.51	0.06	11.98	0.67
	片側余長あり	OC-1~6	柱・土台	105×105×200	0.40	0.02	12.73	0.40
		OB-1~6	梁	105×180×200	0.54	0.05	12.66	0.86
	余長なし	NC-1~6	柱・土台	105×105×50	0.39	0.01	12.62	0.15
		NB-1~6	梁	105×180×50	0.49	0.00	12.60	0.23

(3) 試験結果

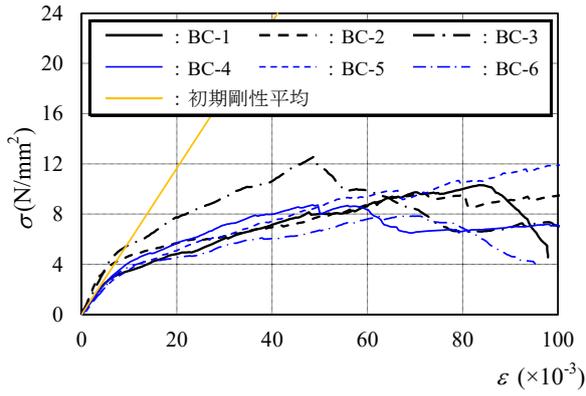
以下に試験結果を示す。図 3.2.1-2 の応力 σ は、荷重 P を加圧面積 A ($A: 9 \times 50$) で除した値を、ひずみ ε は変位を試験体せい B ($B: 105$ [柱・土台], 180 [梁]) で除した値を示している。なお、初期剛性は目視により直線区間と考えられる 2 点を結ぶ直線の傾きから求めた

表 3.2.1-2 部分圧縮試験結果 (柱または土台)

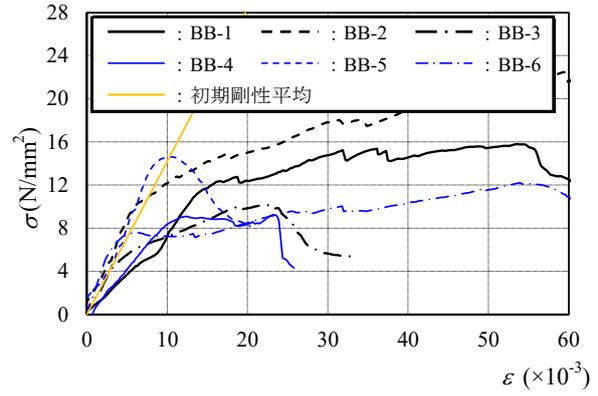
両側余長あり				片側余長あり				余長なし			
試験体 番号	初期剛性 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	最大応力 (N/mm ²)	試験体 番号	初期剛性 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	最大応力 (N/mm ²)	試験体 番号	初期剛性 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	最大応力 (N/mm ²)
BC-1	529	5.84	10.32	OC-1	379	3.13	4.54	NC-1	282	2.59	3.62
BC-2	864	4.41	9.61	OC-2	445	2.49	5.04	NC-2	245	1.78	2.97
BC-3	736	5.22	12.56	OC-3	404	2.66	7.54	NC-3	238	3.25	3.55
BC-4	498	3.75	8.73	OC-4	464	3.57	8.59	NC-4	254	2.21	3.81
BC-5	435	5.12	12.10	OC-5	353	2.48	6.55	NC-5	284	2.12	3.72
BC-6	439	4.46	7.85	OC-6	487	2.62	3.76	NC-6	248	2.47	3.62
平均	583	4.80	10.20	平均	422	2.82	6.00	平均	258	2.40	3.55

表 3.2.1-3 部分圧縮試験結果 (梁)

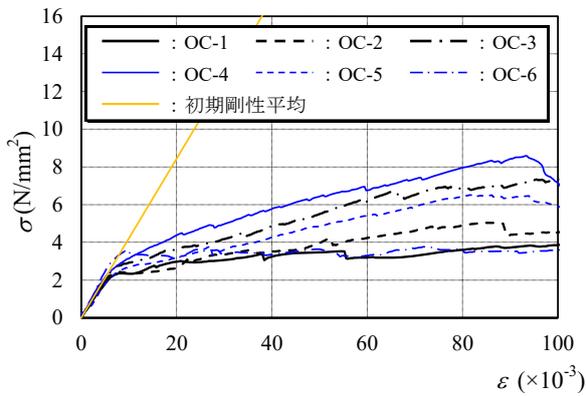
両側余長あり				片側余長あり				余長なし			
試験体 番号	初期剛性 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	最大応力 (N/mm ²)	試験体 番号	初期剛性 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	最大応力 (N/mm ²)	試験体 番号	初期剛性 (N/mm ²)	降伏応力 (N/mm ²)	最大応力 (N/mm ²)
BB-1	740	6.46	15.79	OB-1	1095	4.78	9.13	NB-1	565	2.89	4.89
BB-2	1778	13.47	23.19	OB-2	596	7.96	6.85	NB-2	587	4.69	6.12
BB-3	1400	5.82	10.14	OB-3	1026	4.40	5.96	NB-3	569	3.71	5.41
BB-4	819	8.60	9.25	OB-4	1232	9.06	10.36	NB-4	696	4.65	5.30
BB-5	1546	3.29	14.64	OB-5	1450	6.00	10.10	NB-5	543	3.19	5.63
BB-6	2236	6.42	12.21	OB-6	1614	10.57	16.19	NB-6	681	3.75	6.13
平均	1420	7.34	14.21	平均	1169	7.13	9.77	平均	607	3.81	5.58



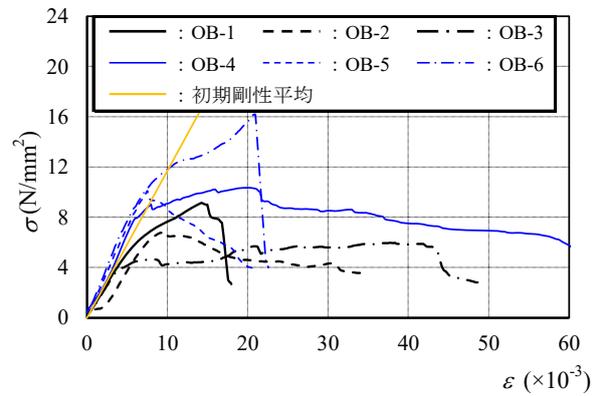
(a) 両側余長あり (柱・土台)



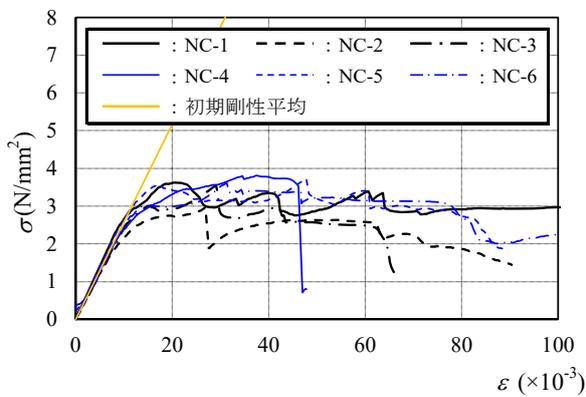
(d) 両側余長あり (梁)



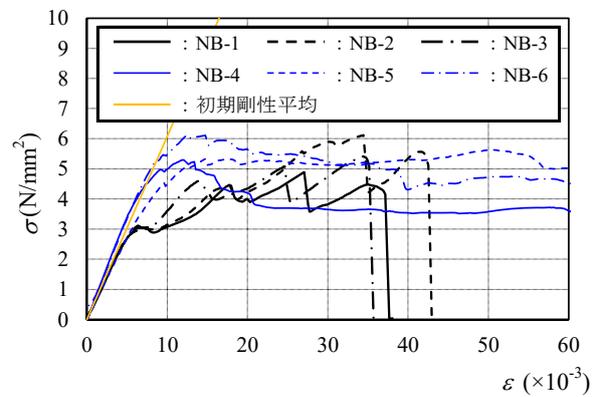
(b) 片側余長あり (柱・土台)



(e) 片側余長あり (梁)



(c) 余長なし (柱・土台)



(f) 余長なし (梁)

図 3.2.1-2 $\sigma - \epsilon$ 関係

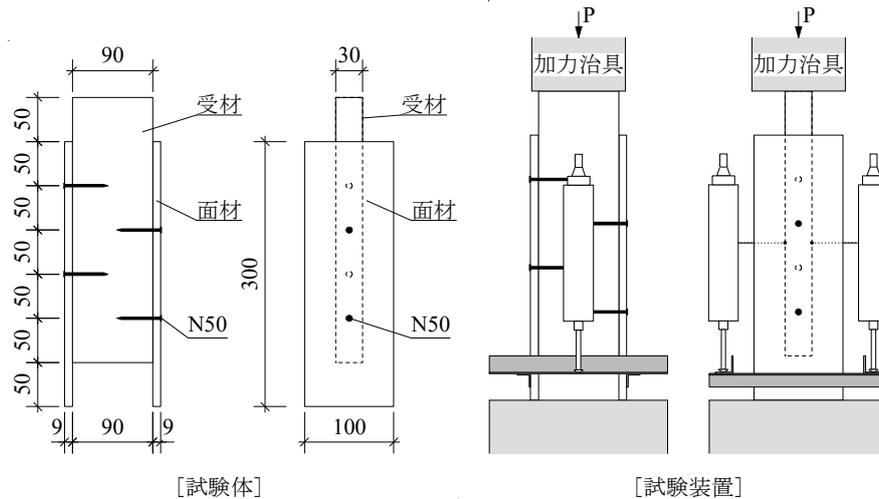
3.2.2 くぎせん断試験

(1) 試験方法と試験体

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）」に準拠して実施した。

加力は単調圧縮とし、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加力する。

試験体は受材と面材をN50のくぎで留め付けた試験体6体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図3.2.2-1に示す。



(a) 面材－受材留付けくぎせん断試験

図 3.2.2-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(2) 使用材料

試験体に用いた面材、受材は真壁耐力壁水平せん断試験体に用いた材と同ロットの材から切り出した。密度・含水率を表3.2.2-1に示す。

表 3.2.2-1 試験体の密度・含水率

試験名		試験体 番号	部材	寸法	密度 (g/cm ³)		含水率 (%)	
					平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
くぎ せん断	受材－面材	R-1～6	受け材	30×90×300	0.35	0.02	10.85	0.25
	接合くぎ		面材	9×105×300	0.57	0.02	8.70	0.41

(3) 試験結果

表 3.2.2-2 および図 3.2.2-2 に試験結果を示す。

表 3.2.2-2 くぎせん断試験結果（面材-受材留付けくぎ）

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δ_y (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax d (mm)	Pmax P (kN)	Pmax d (mm)
R-1	0.72	1.63	0.87	0.72	1.30	23.56
R-2	0.71	1.63	0.88	0.71	1.32	23.56
R-3	0.90	1.58	1.05	0.90	1.58	17.20
R-4	0.73	1.90	0.89	0.73	1.34	22.28
R-5	0.64	1.27	0.82	0.64	1.24	16.27
R-6	0.68	1.39	0.89	0.68	1.34	14.29
平均	0.73	1.57	0.90	0.73	1.35	19.53
標準偏差	0.089	0.216	0.078	0.089	0.117	4.090
変動係数	0.123	-	0.087	-	-	-
ばらつき係数	0.964	-	0.974	-	-	-
基準耐力	0.70	-	0.88	-	-	-

	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
R-1	0.72	1.63	0.44	32.75	2.69	1.19	0.72	0.21
R-2	0.71	1.58	0.45	28.28	2.73	1.23	0.71	0.23
R-3	0.90	1.90	0.48	28.72	3.07	1.46	0.90	0.24
R-4	0.73	1.27	0.57	29.40	2.16	1.24	0.73	0.20
R-5	0.64	1.39	0.46	28.97	2.49	1.14	0.64	0.21
R-6	0.68	1.53	0.44	31.23	2.76	1.23	0.68	0.22
平均	0.73	1.55	0.47	29.89	2.65	1.25	0.73	0.22

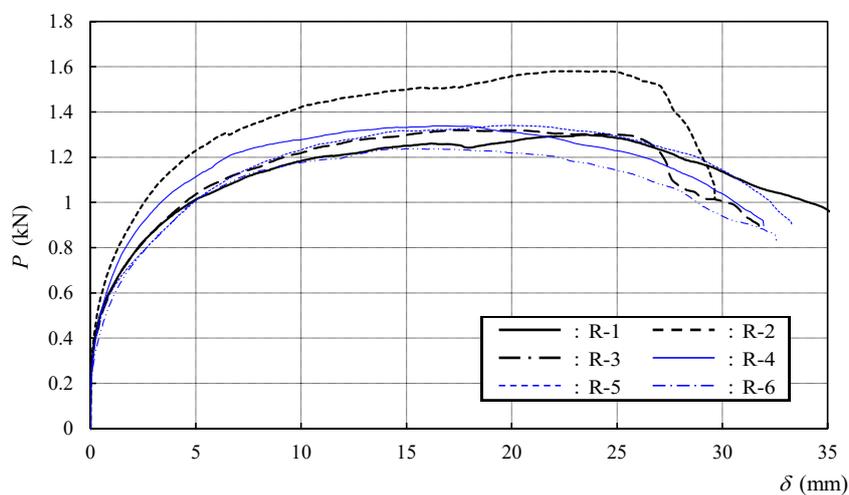


図 3.2.2-2 P- δ 関係（面材-受材留付けくぎ）

3.2.3 面材圧縮試験

(1) 試験方法と試験体

試験は切り出した面材に、面内方向に単調な圧縮力をかける方法とした。試験体のサイズは座屈が生じない程度の細長比とし、面材上下端は完全固定にせず、マグネットで挟み込む程度とした。

試験体は、面材の表面の繊維方向が加力方向と直交する試験体が6体（以下、繊維直交方向）、表面の繊維方向が加力方向と平行する試験体が6体（以下、繊維平行方向）の計12体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図3.2.3-1に示す。

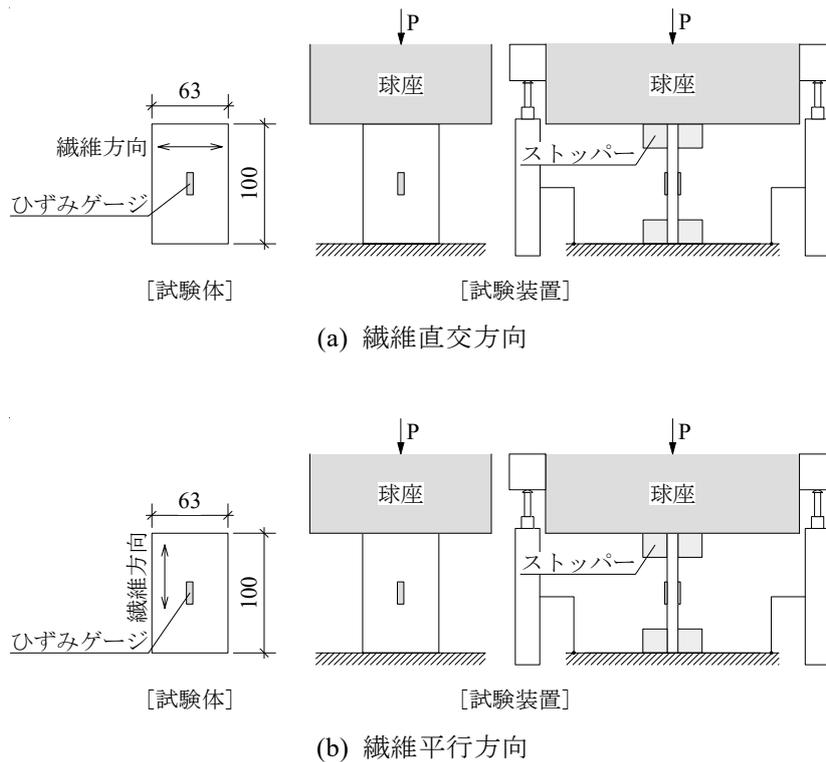


図 3.2.3-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(2) 使用材料

試験体に用いた材料は、真壁耐力壁の水平せん断試験体の面材から切り出した。密度・含水率を表3.2.3-1に示す。

表 3.2.3-1 試験体の密度・含水率

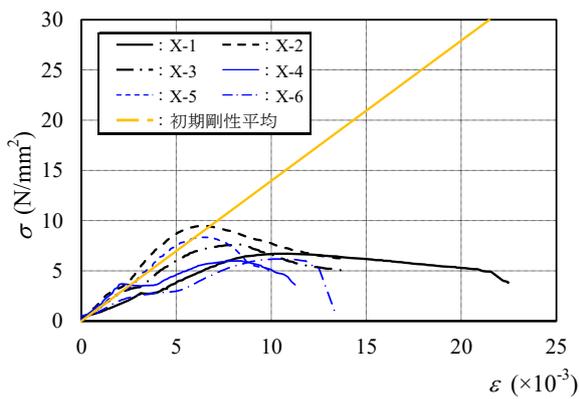
試験名		試験体 番号	部材	寸法	密度 (g/cm ³)		含水率 (%)	
					平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
面材 圧縮	繊維直交方向	X-1~6	面材	9×63×100	0.58	0.03	6.90	0.33
	繊維平行方向	Y-1~6		9×63×100	0.58	0.02	8.32	0.64

(3) 試験結果

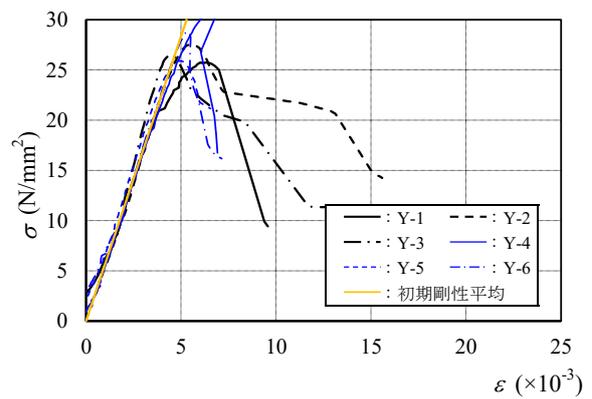
以下に試験結果を示す。図 3.2.3-2 の応力 σ は、荷重 P を試験体断面 A ($A : 100 \times 9$) で除した値を、ひずみ ε は変位を試験体せい B ($B : 100$) で除した値を示している。

表 3.2.3-2 面材圧縮試験結果

繊維直交方向			繊維平行方向		
試験体番号	ヤング係数 (N/mm^2)	最大応力 (N/mm^2)	試験体番号	ヤング係数 (N/mm^2)	最大応力 (N/mm^2)
X-1	852	6.71	Y-1	5586	25.72
X-2	1859	9.48	Y-2	5266	27.57
X-3	1396	7.64	Y-3	5710	26.52
X-4	1770	5.99	Y-4	5551	32.34
X-5	1474	8.34	Y-5	6225	25.89
X-6	1028	6.18	Y-6	5706	28.77
平均	1396	7.39	平均	5674	27.80



(a) 繊維直交方向



(b) 繊維平行方向

図 3.2.3-2 $\sigma - \varepsilon$ 関係

3.3 解析に用いるための値の整理

(1) 木材の材料特性について

解析に用いる値は、軸組への面材のめり込みばねの特性には部分圧縮余長なし試験結果の初期剛性および最大応力の平均値を、面材の材料特性には面材圧縮試験結果のヤング係数の平均値を参考に決定した。

実験結果と解析入力値の比較を以下に示す。

表 3.3-1 軸組への面材のめりこみばねの特性

	初期剛性(N/mm ²)		最大応力(N/mm ²)	
	実験結果 平均値	解析入力値	実験結果 平均値	解析入力値
面材-柱・土台	258	258	3.55	2.85
面材-梁	607	615	5.58	4.80

表 3.3-2 面材の材料特性

	ヤング係数(N/mm ²)	
	実験結果 平均値	解析入力値
繊維直交方向	1,396	1,500
繊維平行方向	5,674	5,500

(2) くぎのモデル化について

くぎは、くぎせん断試験の最大荷重平均値を参考に解析モデルを作成したが、「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）」に準拠して求めたバイリニア履歴では、全体挙動における変形初期の荷重が合わないため、解析モデルはグラフに合わせて三次剛性まで与えた。

実験結果と解析入力値の比較を以下に示す。

表 3.3-3 くぎのモデル化

	剛性(N/mm)			最大荷重 (kN)
	初期	二次	三次	
実験結果平均値	471	—	—	1.35
解析入力値	1,000	171	31	1.35

3.4 要素試験に用いた材料の採取方法

本章で示した各要素試験は、第 2 章で実施した水平せん断試験の試験体より切り出し、および同ロットにて発注した材料により実施したものである。試験体の各材料の仕様は表 3.4-1、水平せん断試験体の製作時の密度・含水率は表 3.4-2、水平せん断試験の試験体からの切り出し図を図 3.4-1～3 に示す。

なお、図 3.4-1～3 の○囲みの番号は、本章の項番号と一致している。例えば、図中①は、3.2.1 端部圧縮試験の試験体を切り出していることを示している。また、本図には記載がないが、②くぎせん断試験に用いた受材（断面寸法 30×90mm のスギ）は、同ロットの材から切り出している。

表 3.4-1 試験体材料（表 2.2.1-2 再掲）

項目		仕様詳細
面材		構造用合板（JAS） 厚さ：9mm 単板樹種：全層カラマツ 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@100mm 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 90 密度(g/cm ³)：0.45 以下 含水率(%)：20%以下
	間柱 （面材継ぎ部）	樹種：すぎ 断面寸法(mm)：幅（見付）45×奥行き 90 密度(g/cm ³)：0.45 以下

項目		仕様詳細
		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 90 密度(g/cm ³) : 0.45 以下 含水率(%) : <u>20%以下</u>
	受け材	樹種 : すぎ 断面寸法(mm) : 幅 (見付) 30×奥行き 90 密度(g/cm ³) : 0.45 以下 含水率(%) : <u>20%以下</u>

表 3.4-2 軸組材・面材（構造用合板）の密度・含水率測定結果（表 2.2.1-3 再掲）

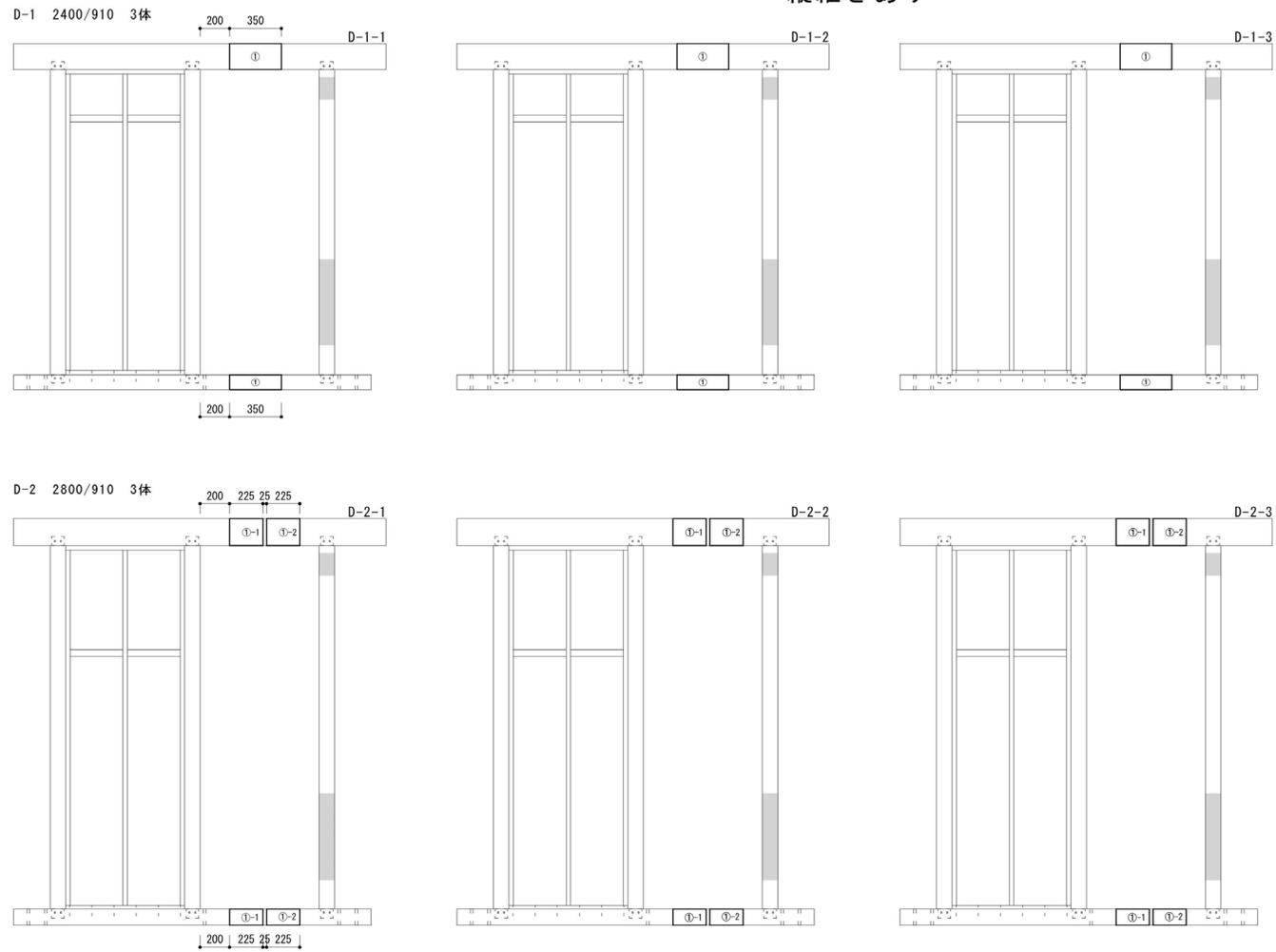
	本数	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差
柱 (スギ)	63	464.0	31.9	14.0	3.6
土台 (スギ)	21	427.9	25.8	12.5	2.5
桁 (ベイマツ)	21	503.6	44.1	12.5	2.5
間柱 (スギ)	21	374.5	30.5	8.8	2.1
継手間柱 (スギ)	3	403.4	12.1	8.9	4.3
受材 (スギ)	84	380.0	34.5	9.2	2.2
胴つなぎ (スギ)	26	378.0	37.9	7.3	2.2
面材 (全層カラマツ)	25	586.9	23.5	12.9	2.2

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。

受材の切り出しは端材から (30×90×300を16本 (予備4本含む))

縦継ぎあり



■はホールダウン金物のビス留め範囲を示す

図 3.4-1 要素試験体の切り出し図 (軸材)

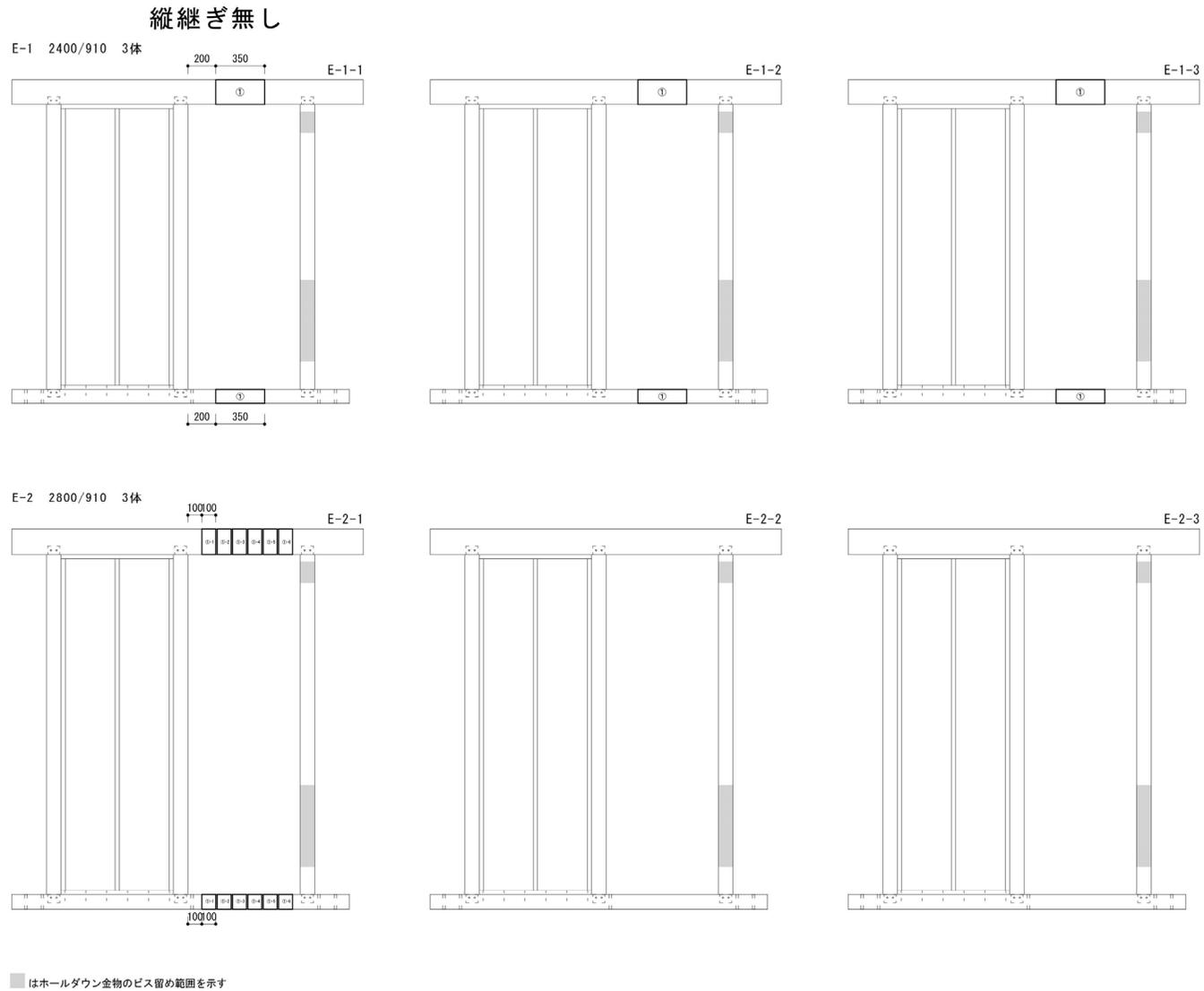


図 3.4-2 要素試験体の切り出し図（軸材）

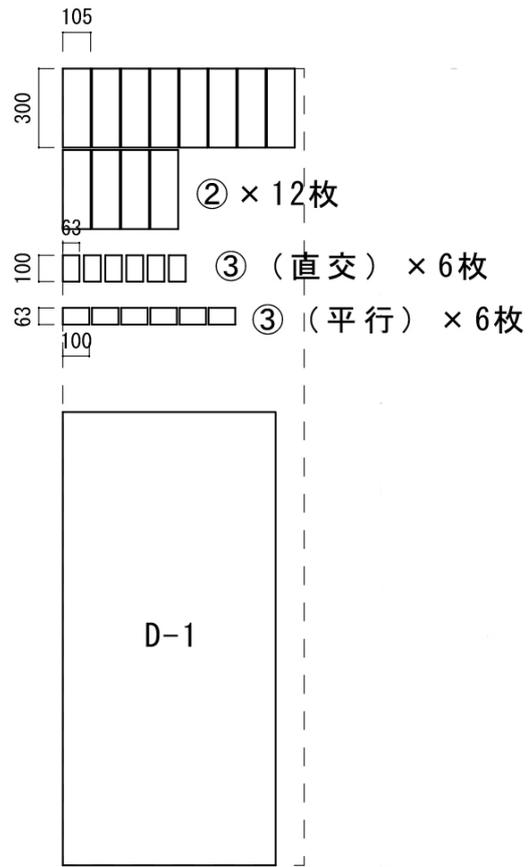


図 3.4-3 要素試験体の切り出し図 (面材)

第4章 真壁の解析的検討

4.1 検討の目的と方法

本事業では、真壁仕様の高さ・幅を対象に同一と見なせる仕様の範囲を示すことが目的となる。つまり、高さ・幅の異なる仕様の性能を網羅的に明らかにする必要があるが、個体誤差が強度性能に大きな影響を与える木質構造にあつては、実験的に答えを出すことは現実的ではなく、解析的な検討とならざるを得ない。しかし、真壁仕様の解析モデルは再現性の高いものが存在せず、高さ・幅の検討を行うことが難しい現状があることを、2019年度の基整促事業（S27）で指摘した。その後、真壁の実大水平せん断力試験による性能の確認、面材同士の接触データの収集を行い、解析モデルの構築を目指してきたが、2020年度の本事業では、解析に織り込むことを想定していた各種条件が複雑になりすぎてしまったため上手く計算ができなくなった。具体的には、面材を縦に継いだ真壁の解析では、接触面が多く、加えて接触面でのひずみが大きくなり、大変形時の収束条件の調整ができなかったことが原因と考えられる。

今年度（2021年度）は、まずは解析が途中で止まることがないように解析モデルの構築を進めることとし、各部材の要素の種類、境界条件、接合部仕様等を表 4.1-1 に示す通りに改良し、解析結果を得ることができた。また、第3章に示す実験と同様に、パラメータとして面材の縦継ぎの有無を追加し、高さ・幅のバリエーションを想定して解析を進めた。

表 4.1-1 解析モデルの改良（2021 年度の詳細については 4.2 を参照）

		2021 年度		2020 年度	
各 部 材 の 要 素 の 種 類	梁	梁要素	等方性弾性	3D ソリッド要素	等方性弾性
	柱	梁要素	等方性弾性	3D ソリッド要素	等方性弾性
	土台	梁要素	等方性弾性	3D ソリッド要素	直交異方性弾性
	半柱（継手間柱）	梁要素	等方性弾性	3D ソリッド要素	等方性弾性
	間柱	梁要素	等方性弾性	3D ソリッド要素	等方性弾性
	胴つなぎ	梁要素	等方性弾性	3D ソリッド要素	等方性弾性
	受材	モデル化せず		3D ソリッド要素	等方性弾性
	面材	シェル要素	直交異方性弾性	3D ソリッド要素	等方性弾性
境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 土台の柱接合位置で X、Y、Z 方向変位を拘束 梁の両端の Z 方向変位を拘束 各部材の端部または接合部で材軸方向の回転を拘束 			<ul style="list-style-type: none"> 土台の下面の X、Y、Z 方向変位を拘束し、梁の両端および中央の Z 方向変位を拘束 	
接合部仕様等	<ul style="list-style-type: none"> 柱・継手間柱・間柱・胴つなぎの端部は梁または土台にピン接合とし、回転中心が梁または土台の面のなるよう剛域を設けた 受材はモデル化せず、面材留付けくぎを模擬したばねを面材と柱・梁・土台の節点間にとりつけた 			<ul style="list-style-type: none"> 柱の端部は梁または土台中央にピン接合とし、間柱の両端は梁や土台に留め付けず自由 部材間の接触状況は、受材と柱、土台、梁は完全接着とし、面材と柱、土台、梁、間柱は摩擦のない接触とした 	

4.2 真壁耐力壁の解析モデルと解析結果

4.2.1 解析モデル

解析には三次元有限要素法解析ソフト Marc (ver. 2020.1.0) を用いた。解析モデルの概要を図 4.2.1-1～図 4.2.1-5 に示す。図 4.2.1-1 に示すように、面材は直交異方性弾性のシェル要素、梁・柱・継手間柱・間柱・胴つなぎ・土台は等方性弾性の梁要素を用いた。

また、図 4.2.1-1 に示すように、柱・継手間柱・間柱・胴つなぎの端部は梁または土台にピン接合とし、回転中心が梁または土台の面のなるよう剛域を設けた。境界条件は図 4.2.1-2 に示すように、土台の柱接合位置で X、Y、Z 方向変位を拘束し、梁の両端の Z 方向変位を拘束した。また、各部材の端部または接合部で材軸方向の回転を拘束した。載荷は梁の片側端部に強制変位を与えた。

受材はモデル化せず、面材留付けくぎを模擬したばねを面材と柱・梁・土台の節点間にとりつけた。面材留付けくぎは図 4.2.1-3 に示すように、面材を受材に留め付けるくぎ 1 本につき、面内方向せん断力を放射状の 16 本のばねでモデル化した。図 4.2.1-3 のように、くぎ面内方向せん断ばねの最大荷重を 1350N とし、実験結果に履歴が合うように、初期剛性、二次剛性、三次剛性をそれぞれ $K_1=1000\text{N/mm}$ 、 $P=500\text{N}$ 以上で $K_2=K_1/5.8$ 、 $P=1100\text{N}$ 以上で $K_3=K_1/32$ とした。また、 $\delta=24\text{mm}$ 以降は $K_3=-K_1/22$ の負勾配を設定した。

図 4.2.1-4、図 4.2.1-5 に部材間の接触ばねの配置状況を示す。ばねの間隔は、面材－柱、梁間は 100mm ピッチであり、面材－土台間は 50mm ピッチとした。ばねの特性は、図 4.2.1-4 に示す単位負担幅当たりの荷重と変位の関係に負担幅を乗じたものを入力した。図 4.2.1-4 中に解析モデルに重ねて示している NB-1～6、NC-1～6 は、第 3 章 3.2.1 部分圧縮試験の余長なしの試験体から得られたものである。また、面材相互の間には、100mm ピッチでばねを配置し、図 4.2.1-5 に示すように剛なばねを入力した。部材間の力の伝達は、これらの接触ばねを介して行われる。なお、各部材間の隙間分の移動には力の伝達がないように、柱と面材および梁と面材には 1mm、面材間には 2mm 荷重変形関係をオフセットさせている。

材料特性は第 3 章の要素試験で得られた値は参考値とした。用いた材料特性は表 4.2.1-1 に示す値とし、柱、間柱のヤング係数および土台の軸方向剛性、軸方向を含む平面のせん断弾性係数は、『木材工業ハンドブック』の「2.3 木材の強度的性質」からすぎの値を、梁のヤング係数は E90 の中央値を引用した。

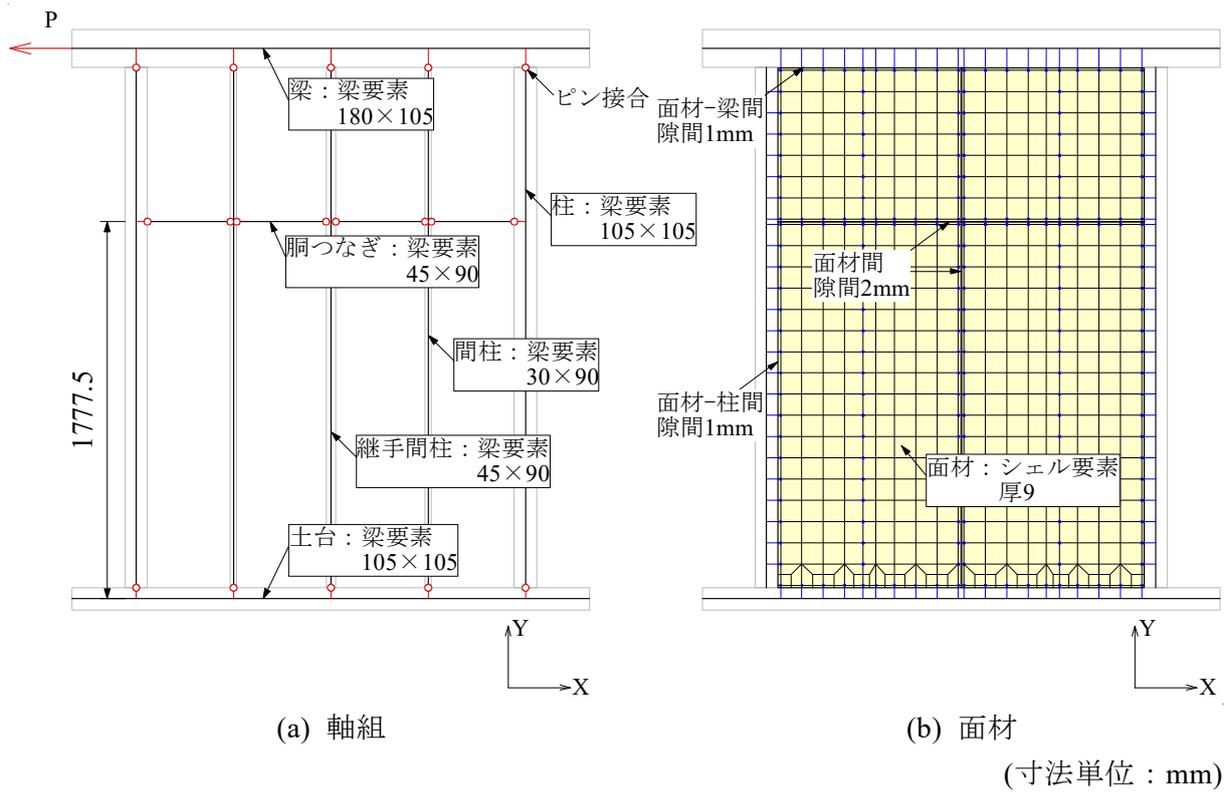


図 4.2.1-1 解析モデル概要

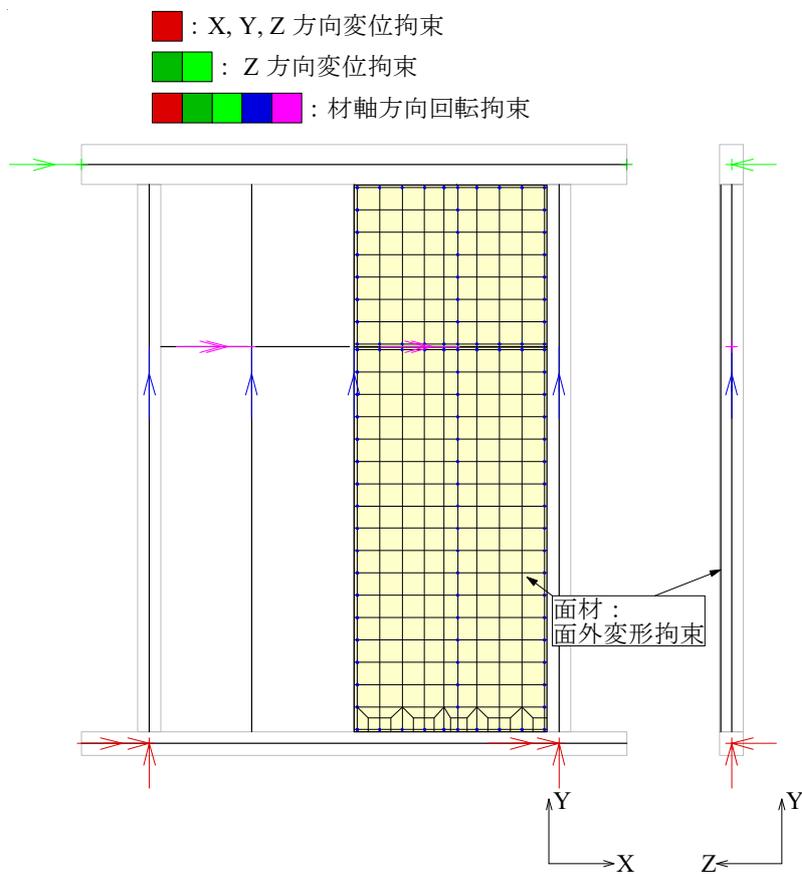


図 4.2.1-2 境界条件

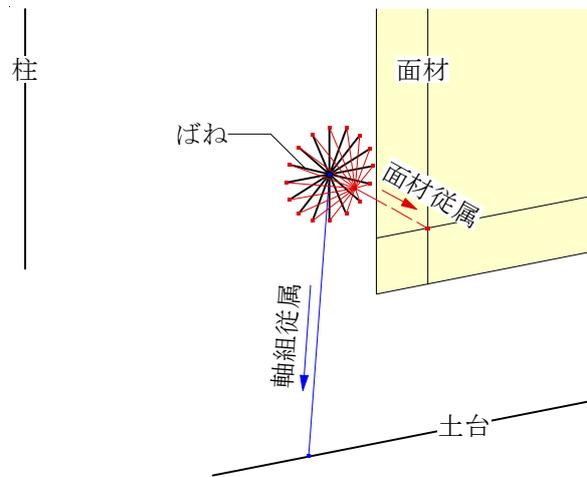
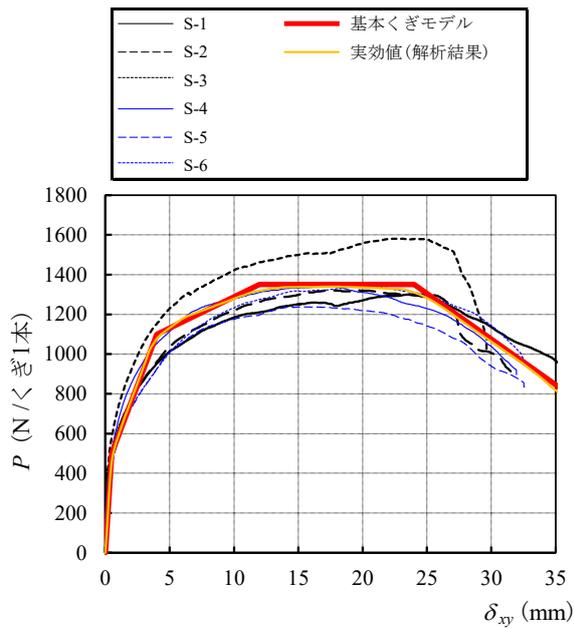
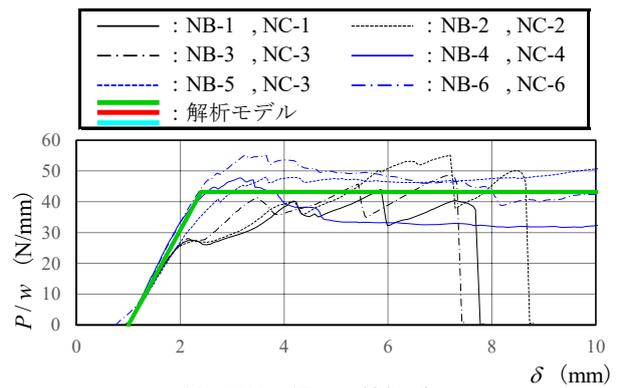
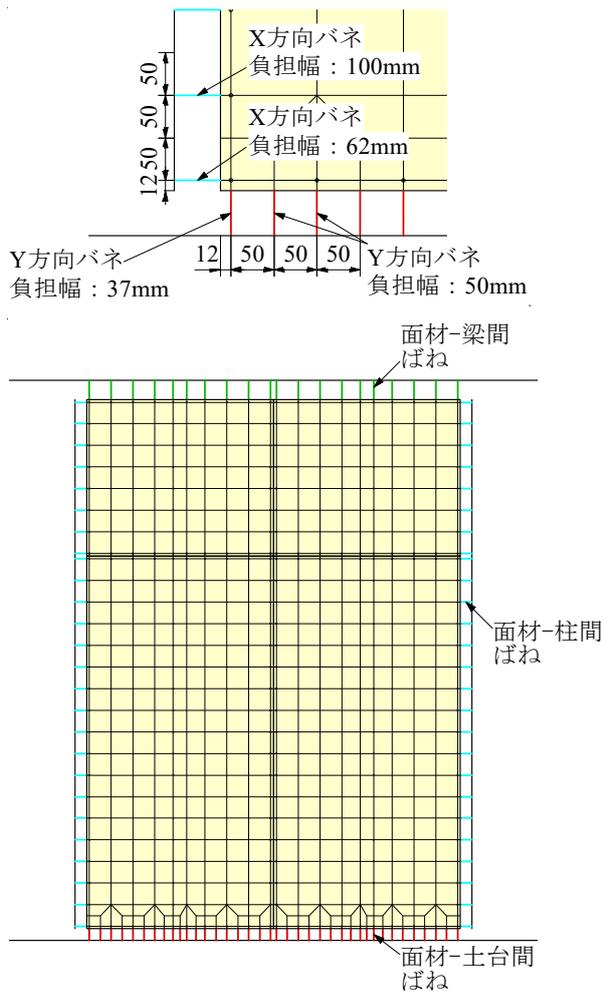
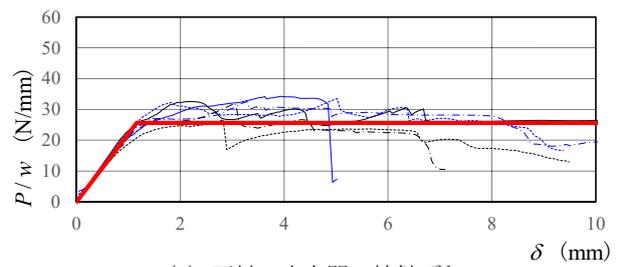


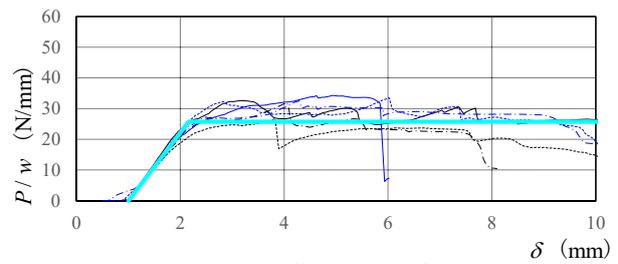
図 4.2.1-3 くぎのモデル化概要 (くぎせん断ばね)



(a) 面材-梁間の接触ばね



(b) 面材-土台間の接触ばね



(c) 面材-柱間の接触ばね

[単位負担幅当たりの荷重と変位の関係]

図 4.2.1-4 面材-柱, 土台, 梁間の接触ばねの概要

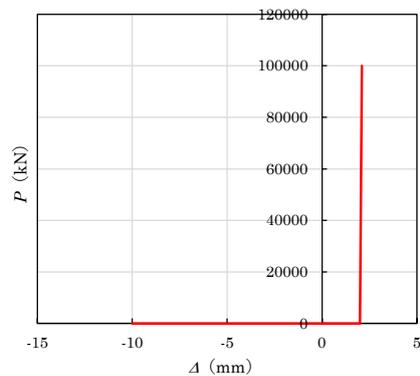
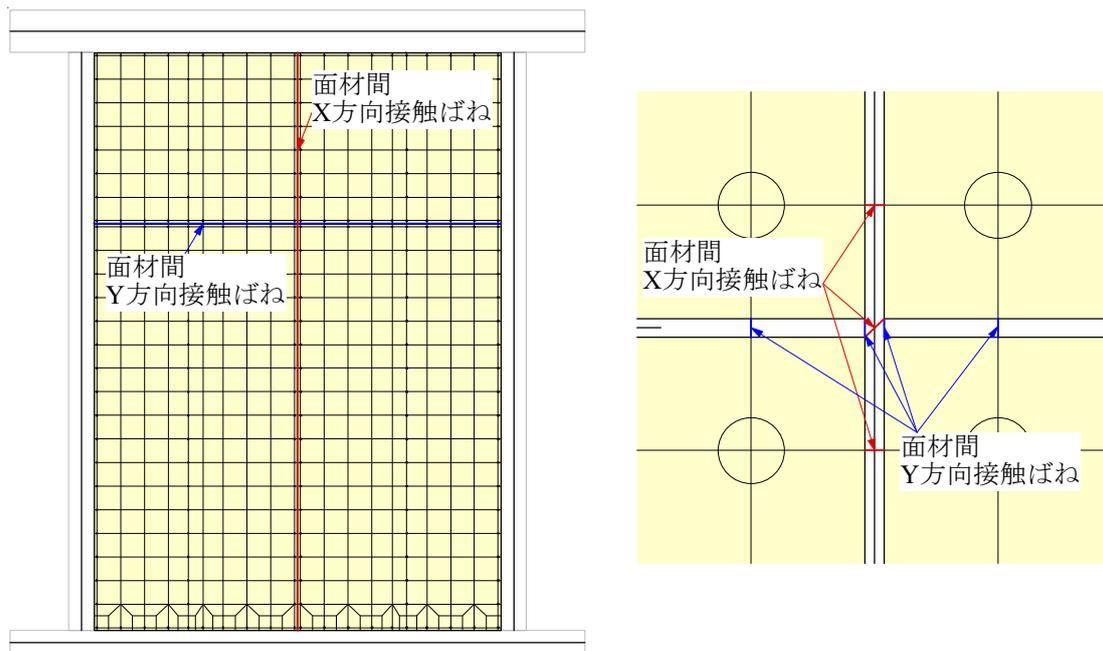


図 4.2.1-5 接触ばねの概要

表 4.2.1-1 材料特性（木材）

	ヤング係数 N/mm ²		降伏応力 N/mm ²		せん断係数 N/mm ²		ポアソン比
	記号	解析入力値	記号	解析入力値	記号	解析入力値	解析入力値
梁	曲げヤング係数E	9,000	y	—	S	なし	0.3
土台・柱・ 継手間 柱・間柱・ 胴つなぎ	曲げヤング係数E	7,350	y	—	S	なし	0.3
面材	繊維平行方向(E ₁)	1,500	y ₁	—	S ₁₂	350	0.3
	繊維直方向(E ₂)	5,500	y ₂		S ₂₃		
	厚さ方向(E ₃)	10,000	y ₃		S ₃₁		

4.2.2 解析結果と実験結果の比較

(1) 比較する実験と比較用解析モデル

解析結果の妥当性を検討するため、実験結果と比較を行う。図 4.2.2-1 に示すように、解析モデルの寸法は試験体 D-1～D-4 および E-1～E-3 と同様とした。なお、解析モデルは柱-梁および柱-土台接合部をピンとしており、フレームは抵抗しない。そのため比較用の実験結果は、荷重変形角関係の包絡線から、同じ変形角時のフレームのみの実験結果（2020 年度に実施したもの）の耐力を減じ、フレームの抵抗を除いた結果を用いている。

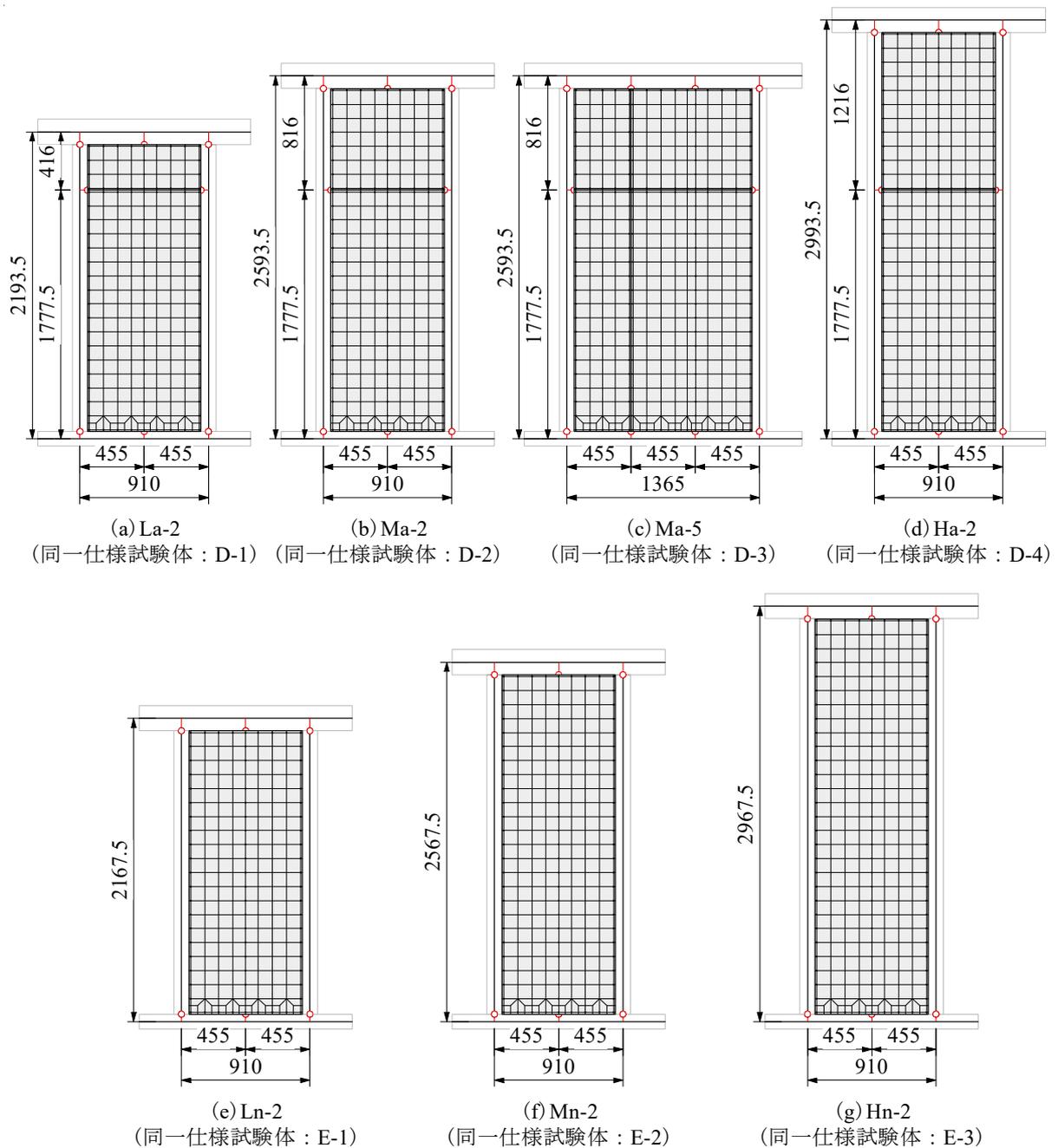


図 4.2.2-1 解析モデルの形状・寸法（寸法単位：mm）

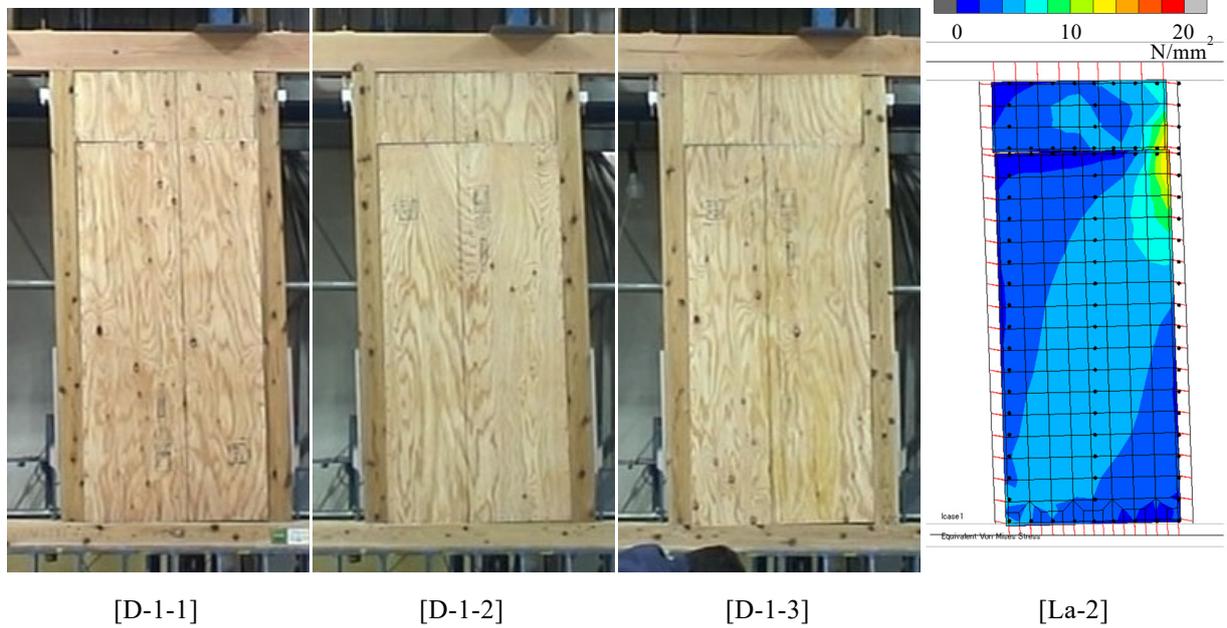
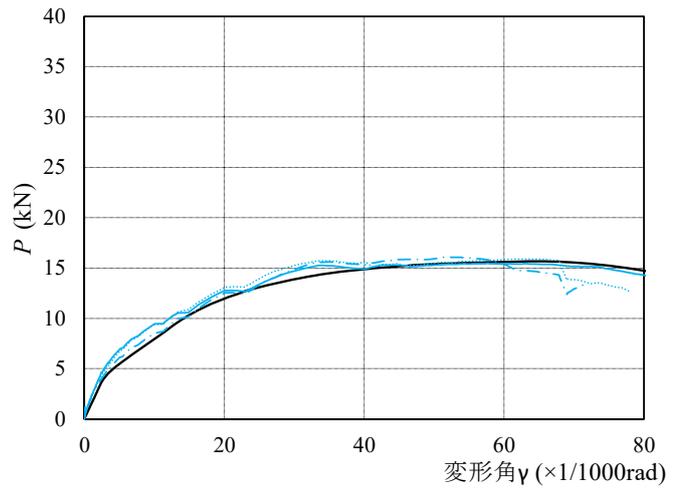
(2) 解析結果と実験結果の比較

解析結果および実験結果から得られた4指標の比較を表4.2.2-1～表4.2.2-7に、 $\gamma=1/30\text{rad}$ 時および $\gamma=1/15\text{rad}$ 時の実験時写真と解析による応力図の比較を図4.2.2-2～図4.2.2-8に示す。なお、解析による応力図には、土台および梁の面位置にグレーの補助線を追記した。

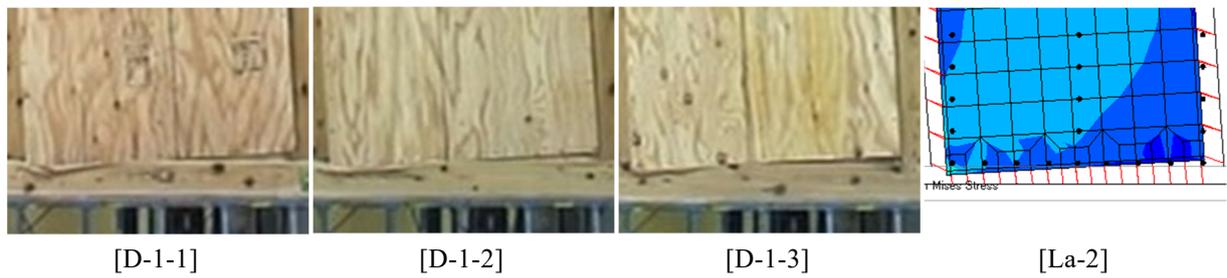
表4.2.2-1～表4.2.2-7によると、 P_y , $0.2P_u/D_s$, $2/3P_{\text{max}}$, $P(1/120)$ に関しては、ほとんどの解析モデルで、実験結果のばらつきの範囲内にあった。また、図4.2.2-2～図4.2.2-8によると、解析では面材の座屈や、くぎ頭部の面材からの抜け出しは生じないが、面材間のずれ方や面材の軸組へのめりこみ状況等は実験写真と解析結果で大きく異なっていない。以上から、面材の損傷による耐力低下に至るまでは、解析は実験を再現できていると考えられる。

表 4.2.2-1 4 指標の比較 (実験 D-1 と解析 La-2)

		D-1-1	D-1-2	D-1-3	La-2
降伏耐力 P_y	(kN)	7.83	7.83	8.10	8.72
0.2 P_u/D_s	(kN)	9.10	9.10	7.83	7.11
2/3 P_{max}	(kN)	10.30	10.61	10.71	10.44
$P(1/120)$	(kN)	8.65	8.56	7.73	7.14
最大荷重 P_{max}	(kN)	15.45	15.91	16.07	15.66
終局耐力 P_u	(kN)	14.26	14.61	14.79	14.72
初期剛性 K	(kN/rad)	1196	1172	889	754
塑性率 μ	(-)	5.59	5.34	4.01	7.14



(a) 変形角 $\gamma = 1/30\text{rad}$

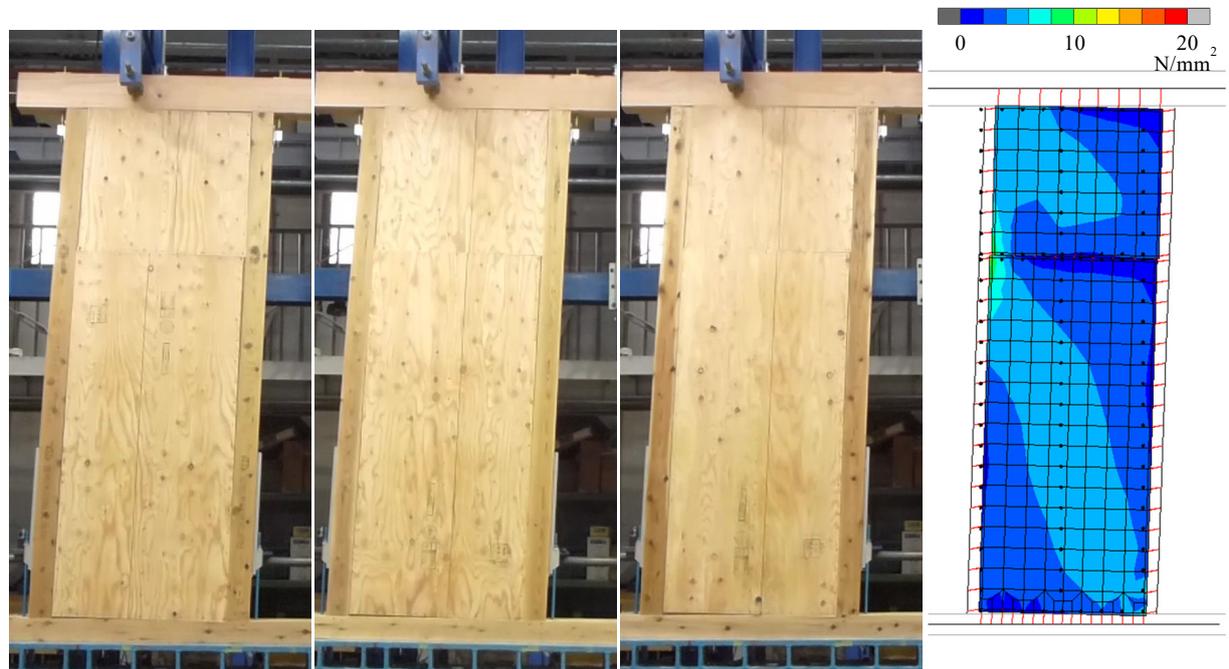
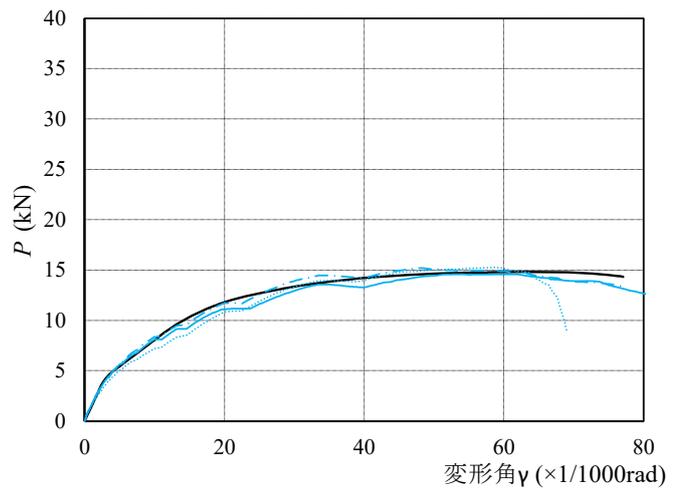


(b) 変形角 $\gamma = 1/15\text{rad}$ (土台-面材接触部)

図 4.2.2-2 解析結果および実験結果の比較 (実験 D-1 と解析 La-2)

表 4.2.2-2 4 指標の比較 (実験 D-2 と解析 Ma-2)

		D-2-1	D-2-2	D-2-3	Ma-2
降伏耐力 P_y	(kN)	7.62	7.58	7.59	8.46
0.2 P_u/D_s	(kN)	7.28	6.44	7.69	7.11
2/3 P_{max}	(kN)	9.73	10.17	10.14	9.88
$P(1/120)$	(kN)	7.29	6.53	7.56	7.18
最大荷重 P_{max}	(kN)	14.60	15.25	15.21	14.83
終局耐力 P_u	(kN)	13.23	14.04	13.83	13.98
初期剛性 K	(kN/rad)	851	660	906	784
塑性率 μ	(-)	4.29	3.13	4.37	7.18



[D-2-1]

[D-2-2]

[D-2-3]

[Ma-2]

(a) 変形角 $\gamma = 1/30\text{rad}$



[D-2-1]

[D-2-2]

[D-2-3]

[Ma-2]

(b) 変形角 $\gamma = 1/15\text{rad}$ (土台-面材接触部)

図 4.2.2-3 解析結果および実験結果 (実験 D-2 と解析 Ma-2)

表 4.2.2-3 4 指標の比較 (実験 D-3 と解析 Ma-5)

		D-3-1	D-3-2	D-3-3	Ma-5
降伏耐力 Py	(kN)	11.30	11.32	13.13	12.44
0.2Pu/Ds	(kN)	10.65	11.75	9.96	10.44
2/3Pmax	(kN)	14.24	14.66	14.87	14.95
P(1/120)	(kN)	11.46	11.79	10.86	10.51
最大荷重 Pmax	(kN)	21.35	21.98	22.30	22.43
終局耐力 Pu	(kN)	19.36	19.89	20.45	21.01
初期剛性 K	(kN/rad)	1384	1450	1062	1130
塑性率 μ	(-)	4.28	4.86	3.46	10.51

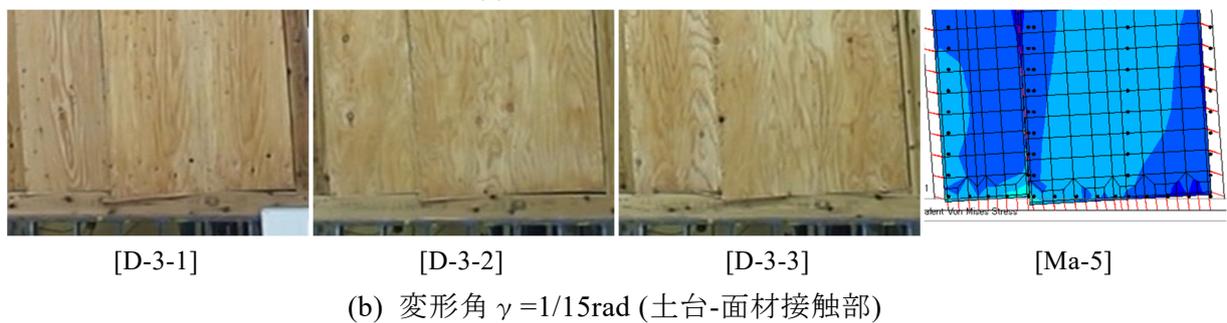
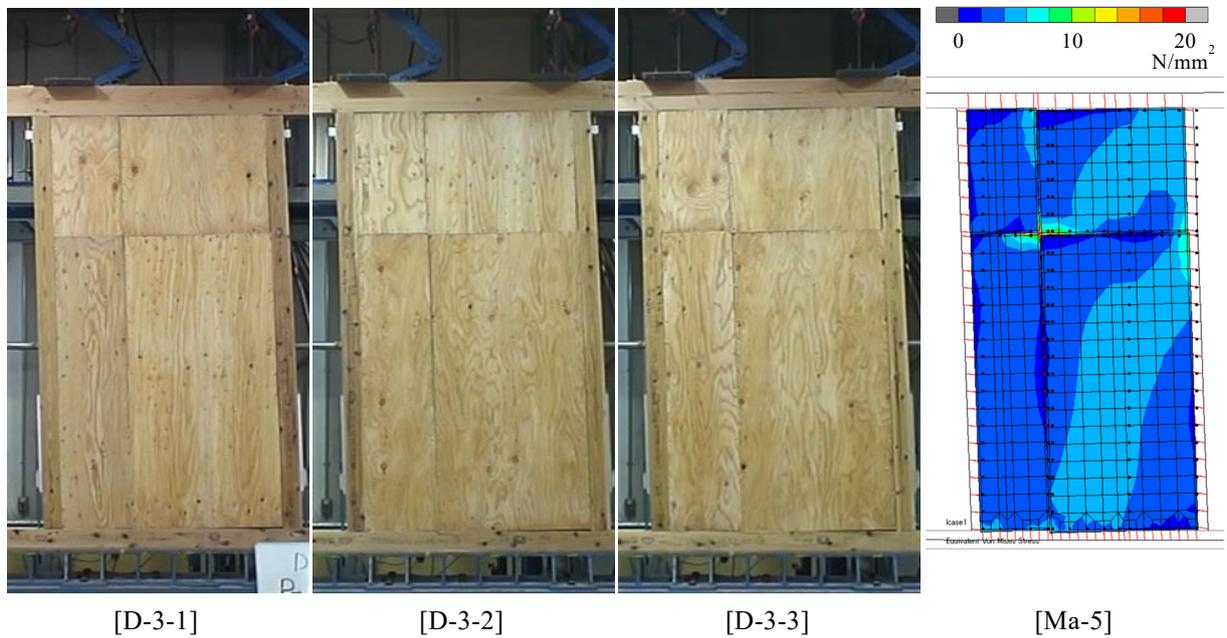
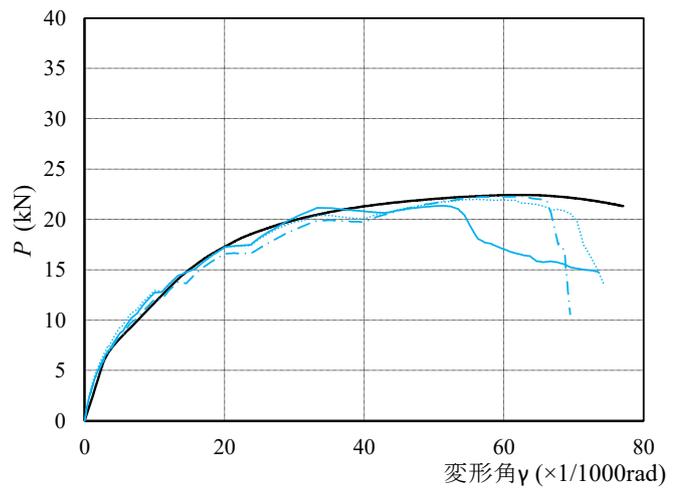
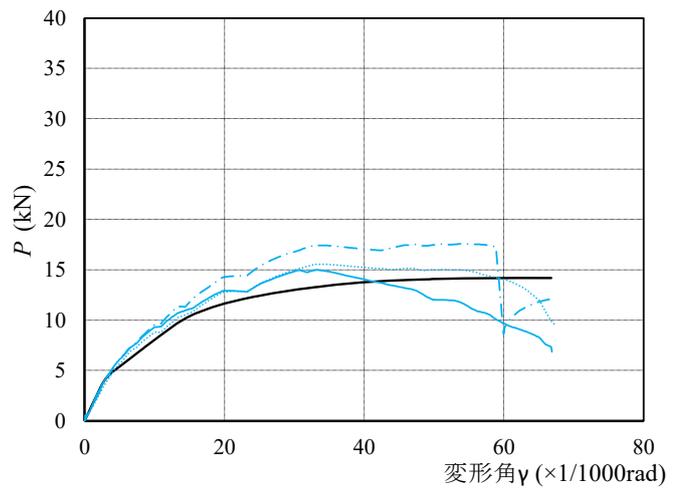


図 4.2.2-4 解析結果および実験結果 (実験 D-3 と解析 Ma-5)

表 4.2.2-4 4 指標の比較 (実験 D-4 と解析 Ha-2)

		D-4-1	D-4-2	D-4-3	Ha-2
降伏耐力 P_y	(kN)	8.25	8.15	9.18	8.22
$0.2P_u/D_s$	(kN)	6.98	7.73	8.07	7.07
$2/3P_{max}$	(kN)	9.99	10.37	11.72	9.45
$P(1/120)$	(kN)	8.35	7.90	8.48	7.17
最大荷重 P_{max}	(kN)	14.99	15.55	17.58	14.18
終局耐力 P_u	(kN)	13.36	14.22	16.41	13.49
初期剛性 K	(kN/rad)	1010	927	975	796
塑性率 μ	(-)	3.91	4.19	3.52	7.17



[D-4-1]

[D-4-2]

[D-4-3]

[Ha-2]

(a) 変形角 $\gamma = 1/30\text{rad}$



[D-4-1]

[D-4-2]

[D-4-3]

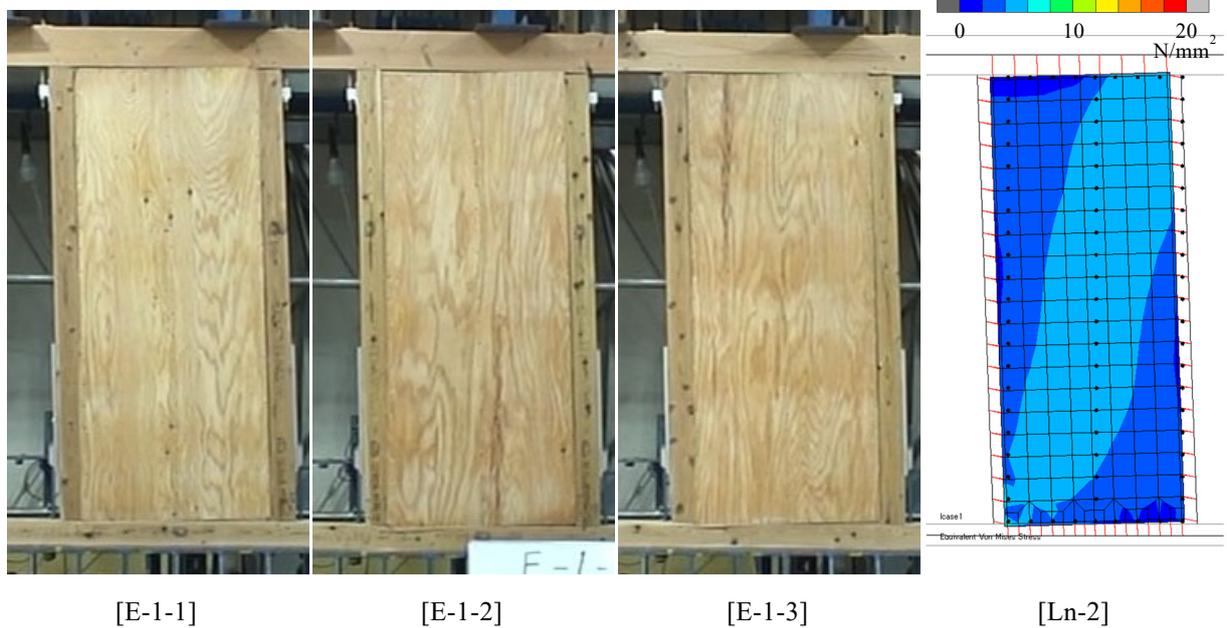
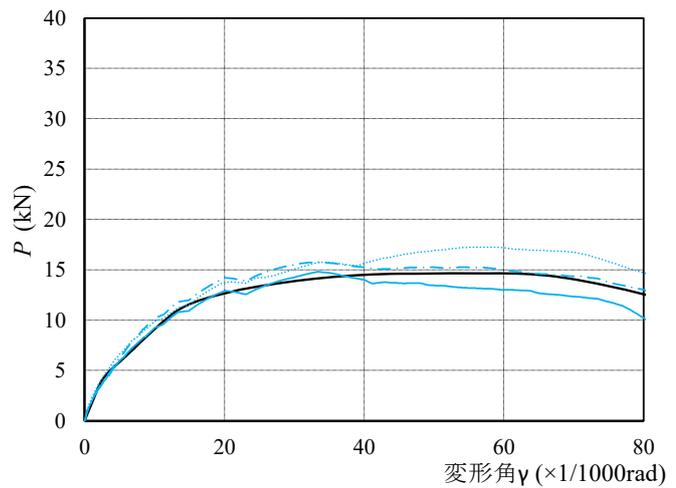
[Ha-2]

(b) 変形角 $\gamma = 1/15\text{rad}$ (土台-面材接触部)

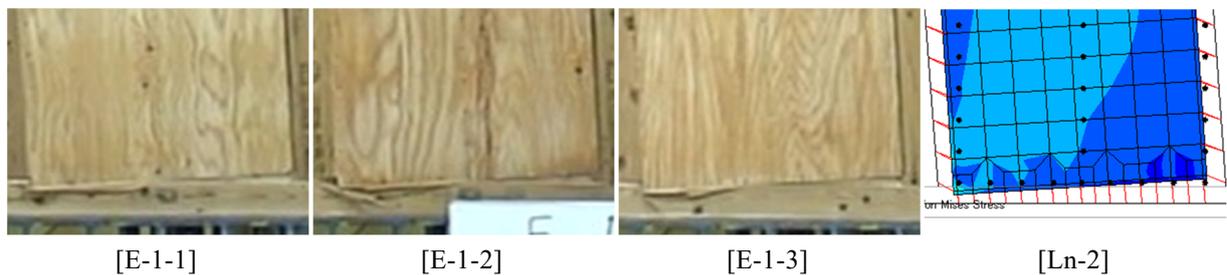
図 4.2.2-5 解析結果および実験結果 (実験 D-4 と解析 Ha-2)

表 4.2.2-5 4 指標の比較 (実験 E-1 と解析 Ln-2)

		E-1-1	E-1-2	E-1-3	Ln-2
降伏耐力 Py	(kN)	8.76	10.02	8.75	8.80
0.2Pu/Ds	(kN)	7.75	8.36	8.81	7.84
2/3Pmax	(kN)	9.88	11.50	10.48	9.76
P(1/120)	(kN)	8.21	8.87	9.06	8.02
最大荷重 Pmax	(kN)	14.82	17.25	15.72	14.65
終局耐力 Pu	(kN)	13.42	15.87	14.77	14.12
初期剛性 K	(kN/rad)	941	945	1096	922
塑性率 μ	(-)	4.67	3.97	4.95	8.02



(a) 変形角 $\gamma = 1/30\text{rad}$

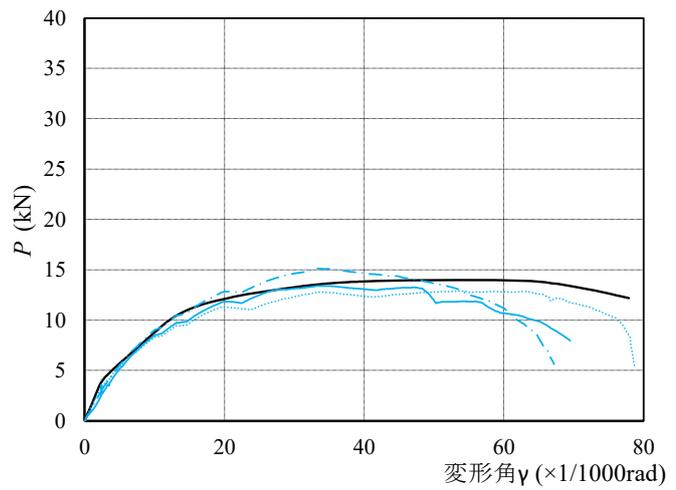


(b) 変形角 $\gamma = 1/15\text{rad}$ (土台-面材接触部)

図 4.2.2-6 解析結果および実験結果 (実験 E-1 と解析 Ln-2)

表 4.2.2-6 4 指標の比較 (実験 E-2 と解析 Mn-2)

		E-2-1	E-2-2	E-2-3	Mn-2
降伏耐力 Py	(kN)	7.70	7.60	8.50	8.28
0.2Pu/Ds	(kN)	6.80	7.12	7.10	7.57
2/3Pmax	(kN)	8.94	8.59	10.08	9.31
P(1/120)	(kN)	7.54	7.39	8.00	7.75
最大荷重 Pmax	(kN)	13.40	12.88	15.12	13.97
終局耐力 Pu	(kN)	12.30	12.19	13.68	13.47
初期剛性 K	(kN/rad)	893	872	929	900
塑性率 μ	(-)	4.33	4.77	3.87	7.75



[E-2-1]

[E-2-2]

[E-2-3]

[Mn-2]

(a) 変形角 $\gamma = 1/30\text{rad}$



[E-2-1]

[E-2-2]

[E-2-3]

[Mn-2]

(b) 変形角 $\gamma = 1/15\text{rad}$ (土台-面材接触部)

図 4.2.2-7 解析結果および実験結果 (実験 E-2 と解析 Mn-2)

表 4.2.2-7 4 指標の比較 (実験 E-3 と解析 Hn-2)

		E-3-1	E-3-2	E-3-3	Hn-2
降伏耐力 P_y	(kN)	9.52	9.68	7.81	7.92
$0.2P_u/D_s$	(kN)	7.82	6.28	6.60	7.34
$2/3P_{max}$	(kN)	11.82	12.45	9.23	8.98
$P(1/120)$	(kN)	9.07	8.90	6.89	7.51
最大荷重 P_{max}	(kN)	17.72	18.68	13.84	13.47
終局耐力 P_u	(kN)	15.12	16.19	12.60	12.98
初期剛性 K	(kN/rad)	1068	1022	793	875
塑性率 μ	(-)	3.84	2.38	3.93	7.51

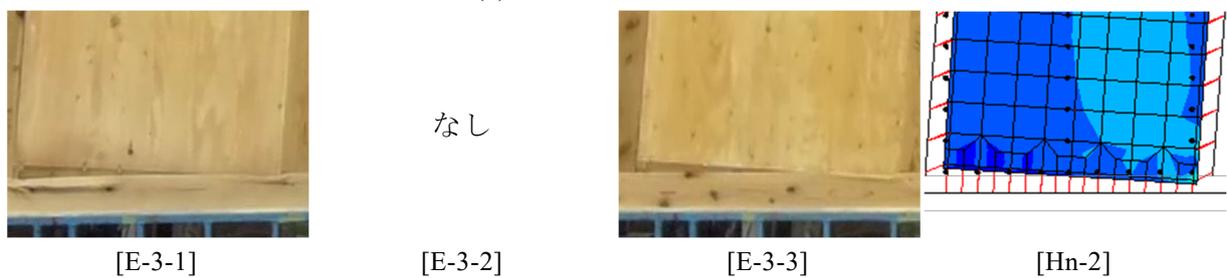
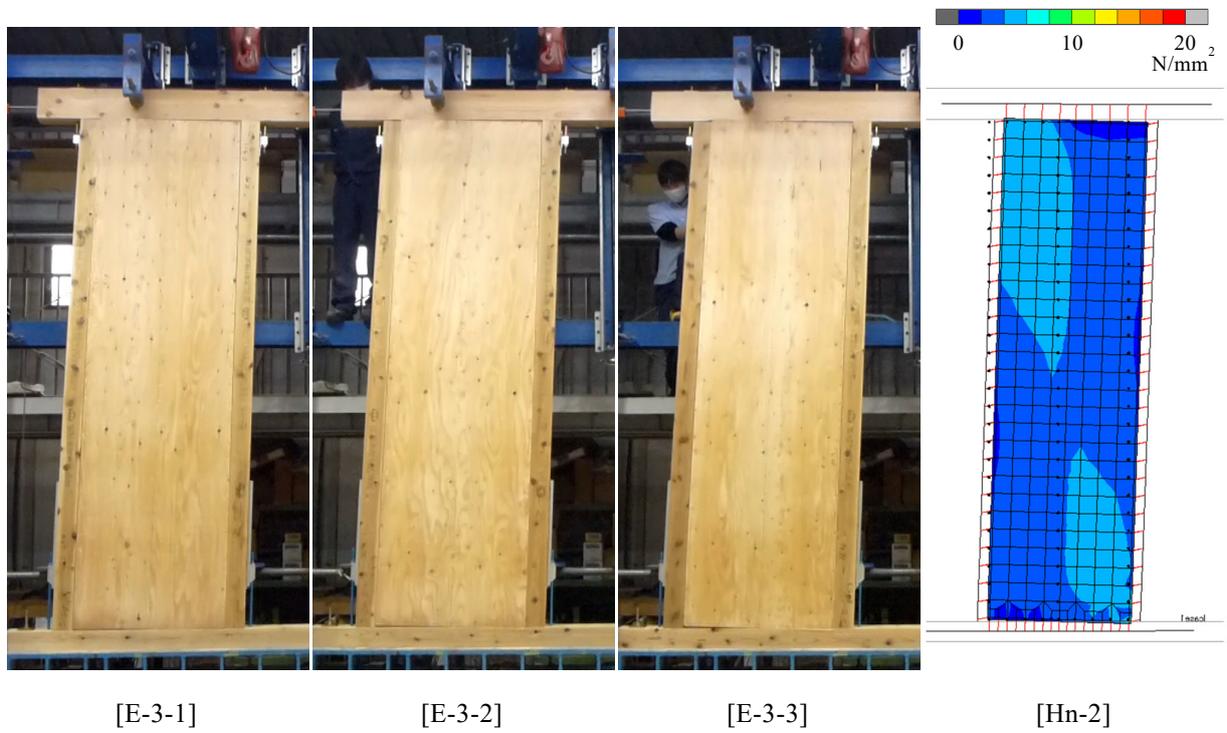
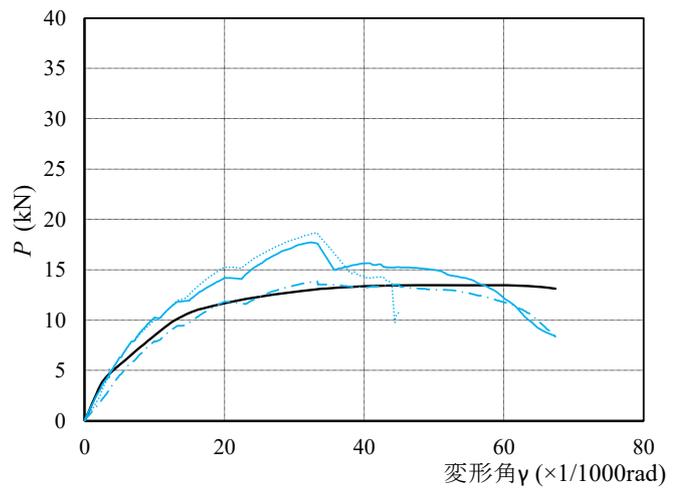


図 4.2.2-8 解析結果および実験結果 (実験 E-3 と解析 Hn-2)

(3) 昨年度の実験と比較用解析モデル

昨年度の実験結果とも比較を行う。図 4.2.2-9 に示すように、解析モデルの寸法は昨年度試験体と同様とした。なお、今年度の実験結果との比較と同様に、実験結果は、荷重変形角関係の包絡線から、同じ変形角時のフレームのみの実験結果の耐力を減じ、フレームの抵抗を除いた結果を用いている。

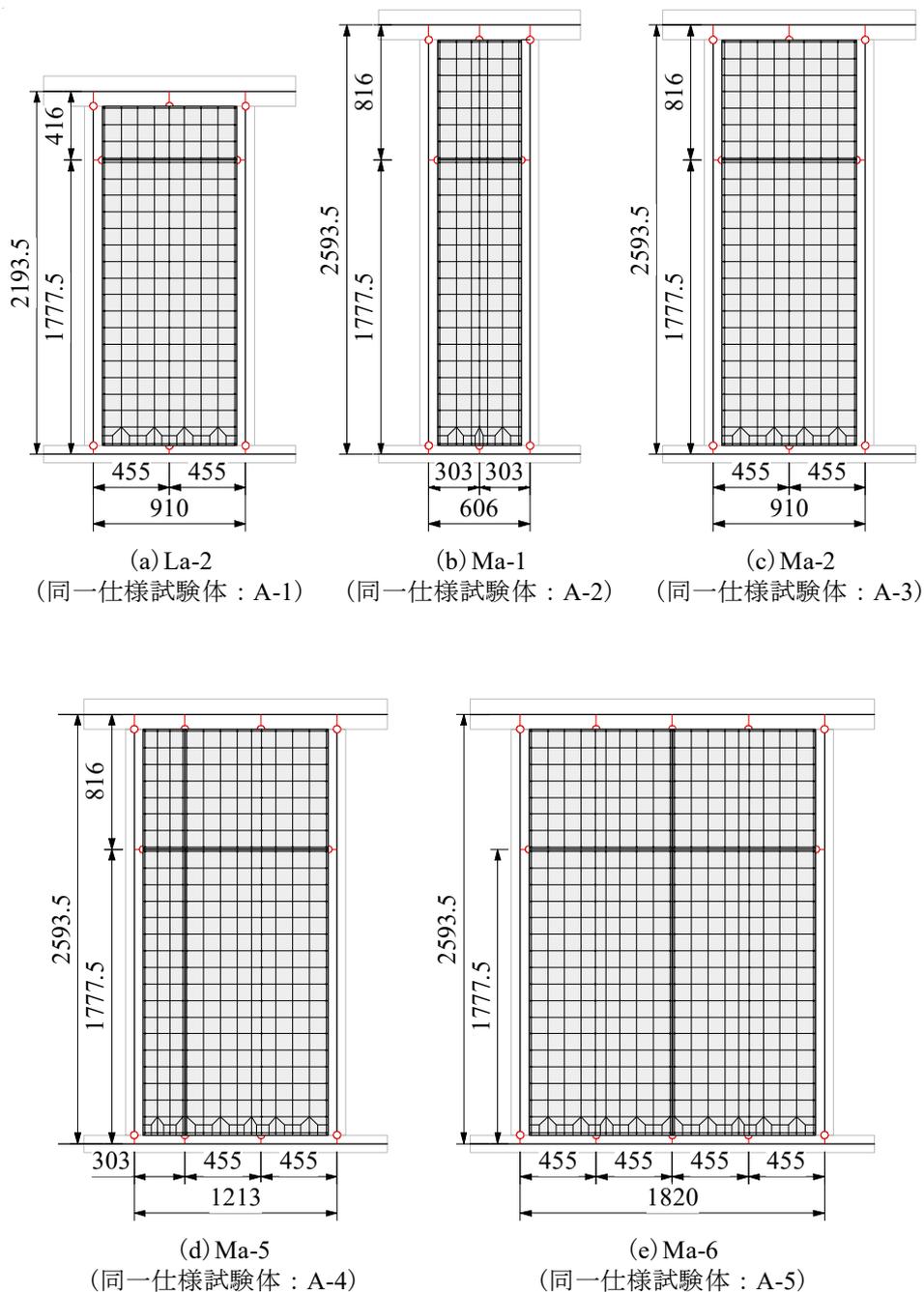


図 4.2.2-9 解析モデルの形状・寸法 (寸法単位 : mm)

(4) 昨年度実験結果と解析結果の比較

昨年度実験結果および解析結果から得られた4指標の比較を表4.2.2-8～12に示す。

表 4.2.2-8 4指標の比較 (実験 A-1 と解析 La-2)

		A-1-1	A-1-2	A-1-3	La-2
降伏耐力 Py	(kN)	8.94	9.61	7.62	8.72
0.2Pu/Ds	(kN)	6.74	6.63	7.31	7.11
2/3Pmax	(kN)	11.38	11.65	10.21	10.44
P(1/120)	(kN)	7.11	7.05	7.31	7.14
最大荷重 Pmax	(kN)	17.08	17.48	15.32	15.66
終局耐力 Pu	(kN)	15.23	16.62	13.78	14.72
初期剛性 K	(kN/rad)	673	620	849	754
塑性率 μ	(-)	2.94	2.49	4.02	7.14

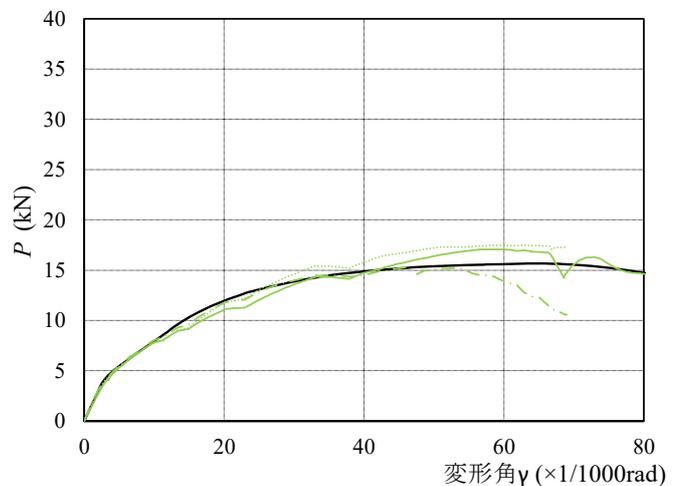


表 4.2.2-9 4指標の比較 (実験 A-2 と解析 Ma-1)

		A-2-1	A-2-2	A-2-3	Ma-1
降伏耐力 Py	(kN)	5.17	4.81	4.42	4.51
0.2Pu/Ds	(kN)	4.17	3.85	3.41	3.48
2/3Pmax	(kN)	6.38	6.31	5.98	5.36
P(1/120)	(kN)	4.43	3.98	3.62	3.63
最大荷重 Pmax	(kN)	9.57	9.47	8.97	8.04
終局耐力 Pu	(kN)	8.72	8.18	7.56	7.45
初期剛性 K	(kN/rad)	440	400	345	361
塑性率 μ	(-)	3.36	3.26	3.04	3.63

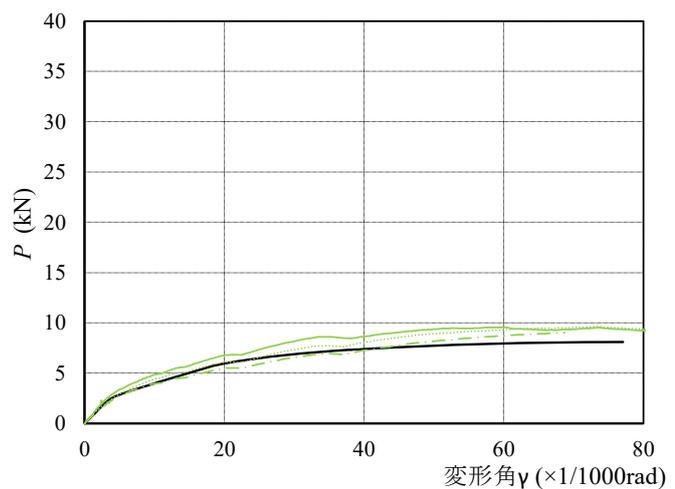


表 4.2.2-10 4 指標の比較 (実験 A-3 と解析 Ma-2)

		A-3-1	A-3-2	A-3-3	Ma-2
降伏耐力 Py	(kN)	8.68	6.43	8.16	8.46
0.2Pu/Ds	(kN)	6.87	6.68	6.41	7.11
2/3Pmax	(kN)	10.65	8.65	10.06	9.88
P(1/120)	(kN)	7.31	6.49	6.65	7.18
最大荷重 Pmax	(kN)	15.97	12.97	15.10	14.83
終局耐力 Pu	(kN)	14.48	12.06	13.79	13.98
初期剛性 K	(kN/rad)	720	784	662	784
塑性率 μ	(-)	3.31	4.34	3.20	7.18

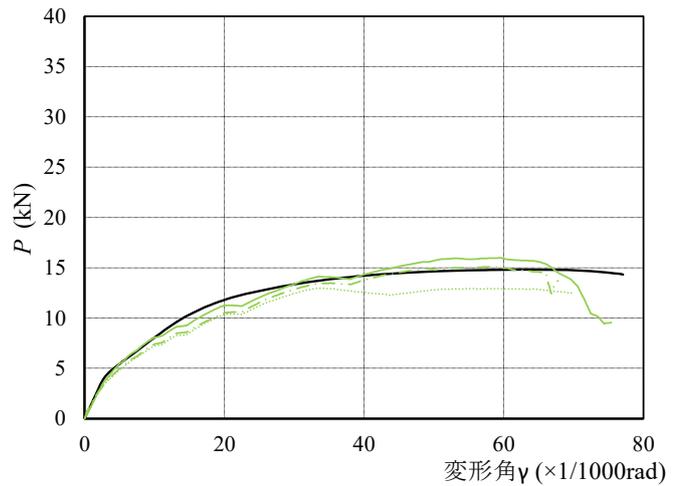


表 4.2.2-11 4 指標の比較 (実験 A-4 と解析 Ma-4)

		A-4-1	A-4-2	A-4-3	Ma-4
降伏耐力 Py	(kN)	11.55	11.68	10.03	10.60
0.2Pu/Ds	(kN)	8.95	9.23	10.22	9.12
2/3Pmax	(kN)	13.69	14.12	12.92	13.04
P(1/120)	(kN)	10.23	9.99	10.22	9.16
最大荷重 Pmax	(kN)	20.54	21.18	19.38	19.56
終局耐力 Pu	(kN)	18.49	18.93	17.65	18.28
初期剛性 K	(kN/rad)	1003	987	1242	990
塑性率 μ	(-)	3.43	3.47	4.69	9.16

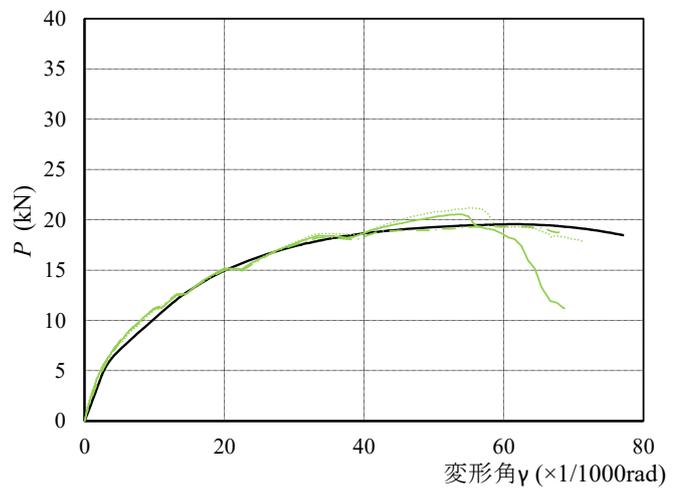
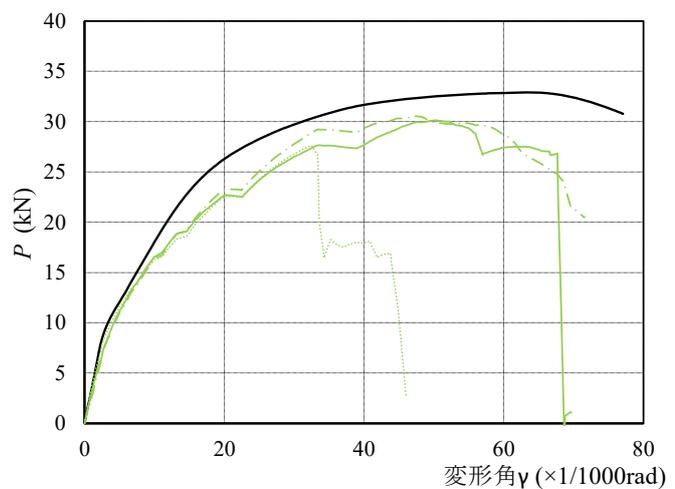


表 4.2.2-12 4 指標の比較 (実験 A-5 と解析 Ma-6)

		A-5-1	A-5-2	A-5-3	Ma-6
降伏耐力 Py	(kN)	15.68	13.52	15.34	18.88
0.2Pu/Ds	(kN)	14.78	10.01	14.86	15.89
2/3Pmax	(kN)	20.09	18.40	20.37	21.93
P(1/120)	(kN)	14.95	14.84	14.66	16.05
最大荷重 Pmax	(kN)	30.14	27.61	30.55	32.90
終局耐力 Pu	(kN)	26.73	22.99	27.54	31.08
初期剛性 K	(kN/rad)	1732	1967	1709	1756
塑性率 μ	(-)	4.32	2.87	4.14	16.05



4.2.3 面材の幅・高さによる耐力等の差の検討

面材の幅・高さ、高さ方向の継手の有無をパラメータとした。解析モデルの一覧を表 4.2.3-1 および図 4.2.3-1 に示す。

表 4.2.3-1 解析モデル一覧

記号	仕様		寸法 (呼称)		寸法 (内法)		アスペクト比	対応する試験体番号
	縦継の有無	高さ (mm)	幅 <i>l</i> (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)			
La-1	縦継あり	2400	606	2051	501	4.09	—	
La-2			910		805	2.55	D-1, A-1	
La-3			1000		895	2.29	—	
La-4			1213		1108	1.85	—	
La-5			1365		1260	1.63	—	
La-6			1820		1715	1.20	—	
Ma-1		2800	606	2451	501	4.89	A-2	
Ma-2			910		805	3.04	D-2, A-3	
Ma-3			1000		895	2.74	—	
Ma-4			1213		1108	2.21	A-4	
Ma-5			1365		1260	1.95	D-3	
Ma-6			1820		1715	1.43	A-5	
Ha-1		3200	606	2851	501	5.69	—	
Ha-2			910		805	3.54	D-4	
Ha-3			1000		895	3.19	—	
Ha-4			1213		1108	2.57	—	
Ha-5			1365		1260	2.26	—	
Ha-6			1820		1715	1.66	—	
Ln-1	縦継あり	2400	606	2025	501	4.04	—	
Ln-2			910		805	2.52	E-1	
Ln-3			1000		895	2.26	—	
Ln-4			1213		1108	1.83	—	
Ln-5			1365		1260	1.61	—	
Ln-6			1820		1715	1.18	—	
Mn-1		2800	606	2425	501	4.84	—	
Mn-2			910		805	3.01	E-2	
Mn-3			1000		895	2.71	—	
Mn-4			1213		1108	2.19	—	
Mn-5			1365		1260	1.92	—	
Mn-6			1820		1715	1.41	—	
Hn-1		3200	606	2825	501	5.64	—	
Hn-2			910		805	3.51	E-3	
Hn-3			1000		895	3.16	—	
Hn-4			1213		1108	2.55	—	
Hn-5			1365		1260	2.24	—	
Hn-6			1820		1715	1.65	—	

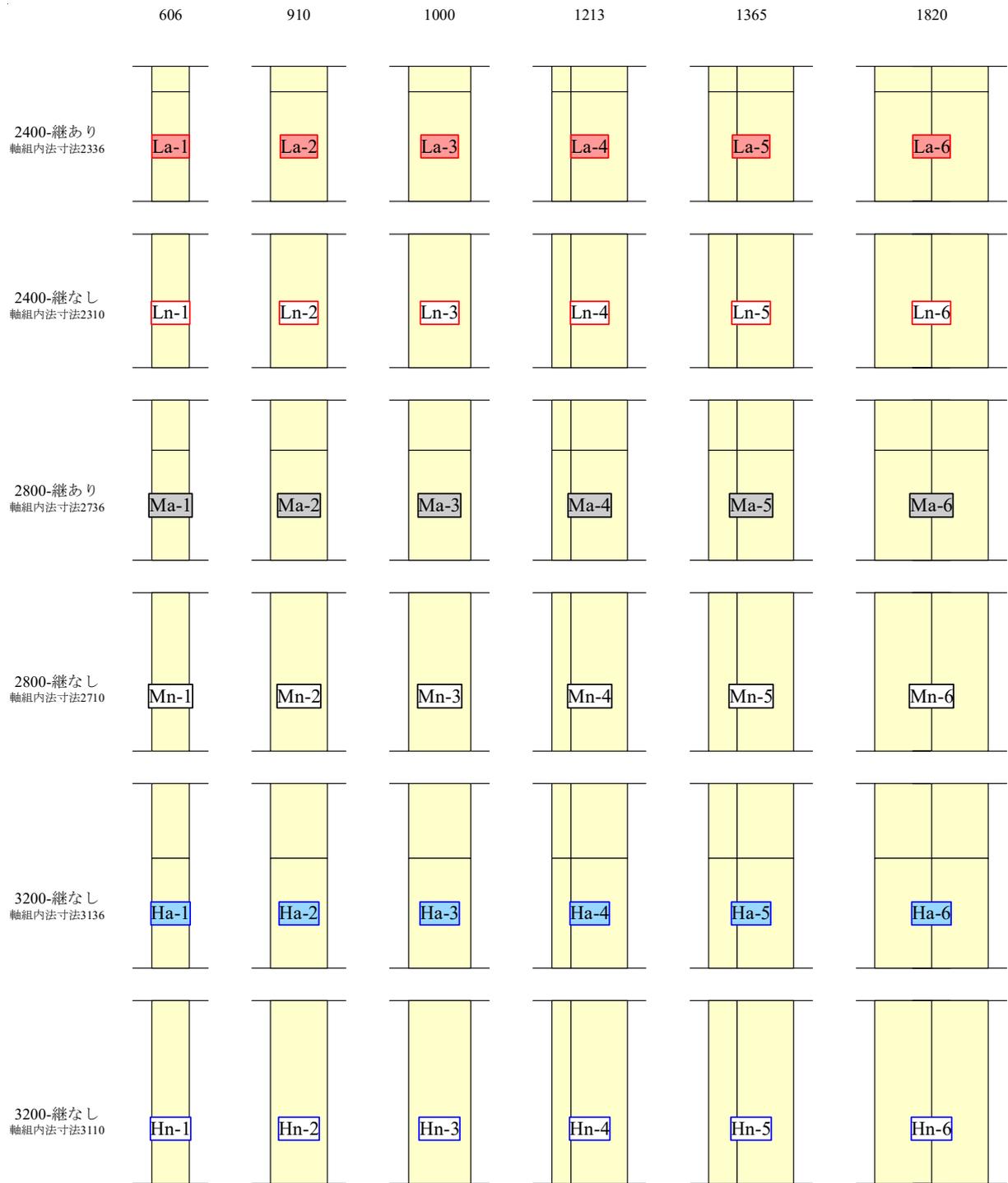


図 4.2.3-1 解析モデル一覧

<荷重変形角関係>

図 4.2.3-2 に解析結果の荷重-変形角関係の比較を示す。また、図 4.2.3-3 に単位幅当たりの荷重-変形角関係の比較を示す。

図 4.2.3-3 から、同じ高さであれば、幅 910~1820 の範囲では単位幅当たりの荷重と変形角の関係は同じであったが、幅 606 の場合は単位幅当たりの荷重が低くなる傾向がみられた。

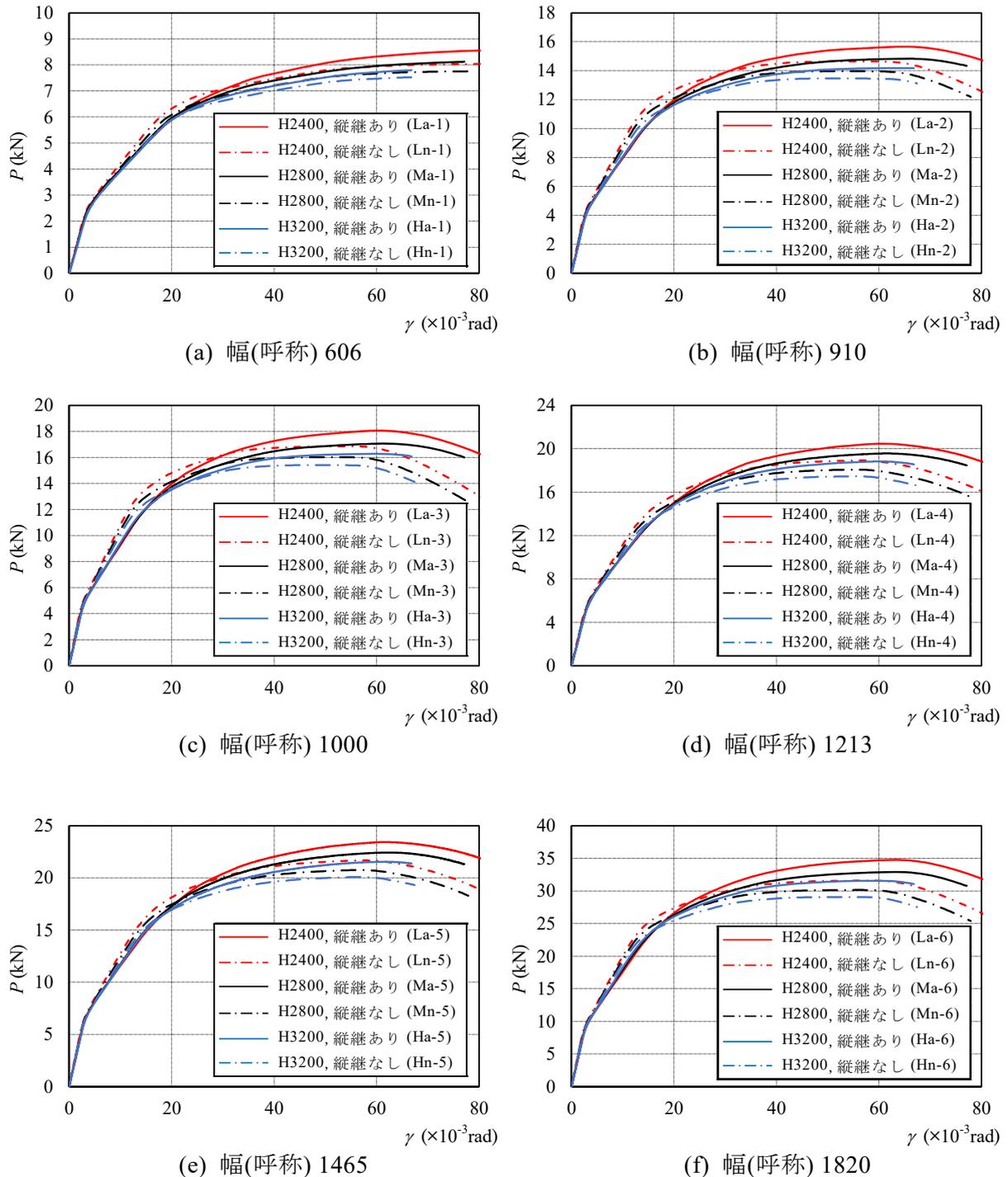


図 4.2.3-2 真壁の荷重 P —変形角 γ 関係

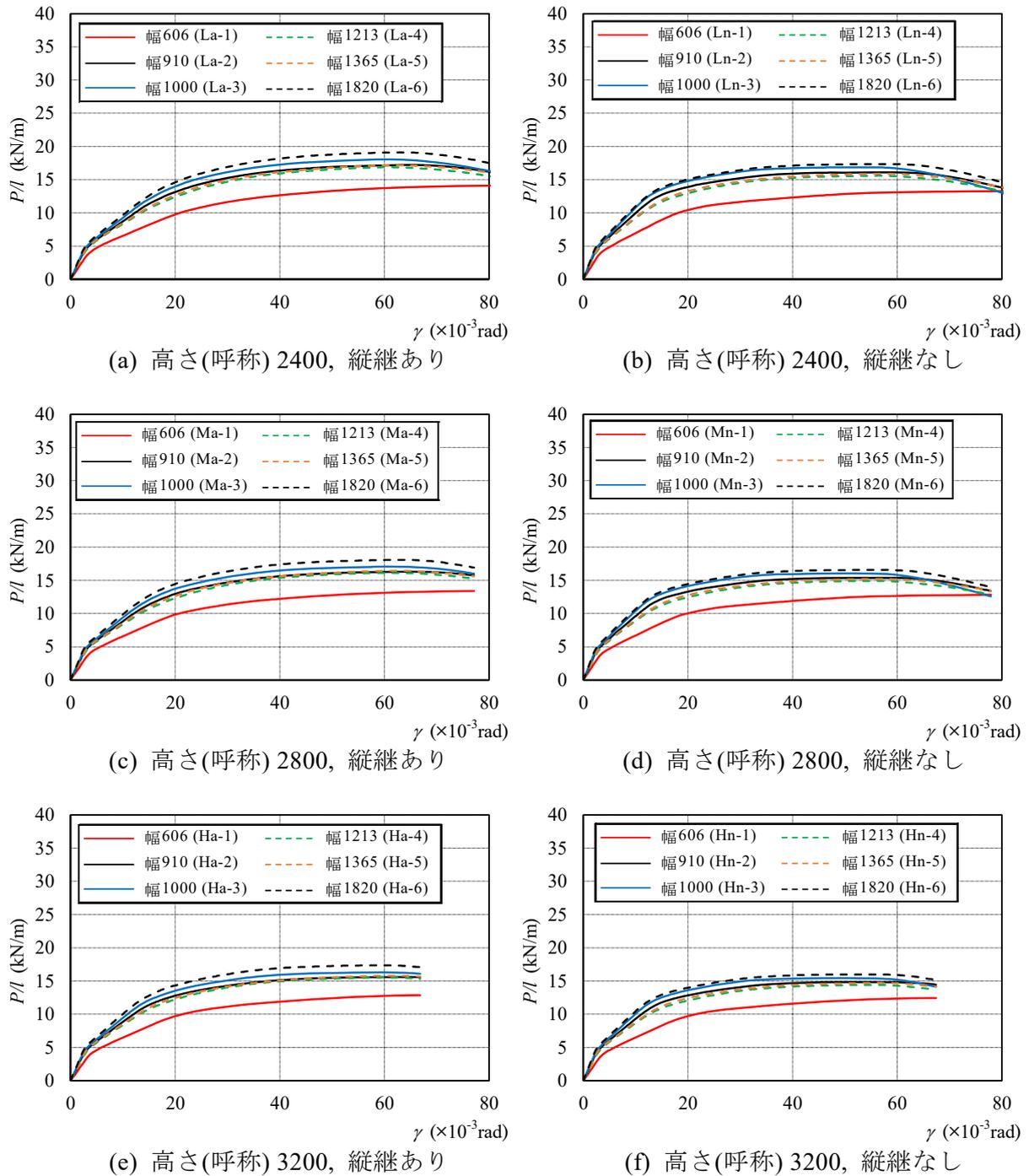


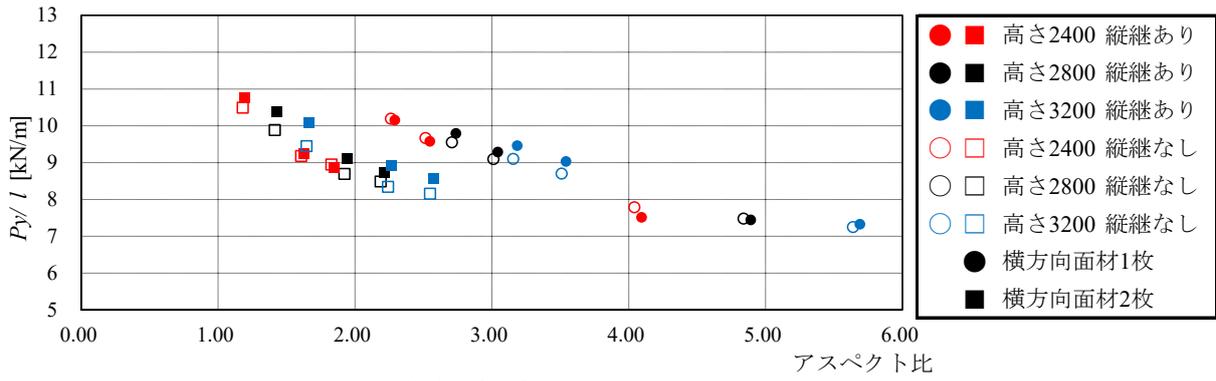
図 4.2.3-3 単位幅当たりの荷重 P/l - 変形角 γ 関係

<4 指標での比較>

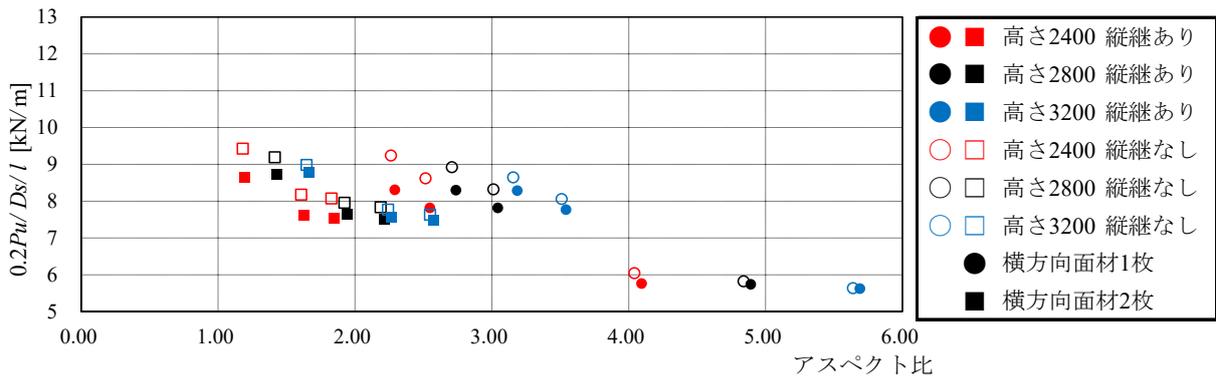
表 4.2.3-2 に真壁の 4 指標と幅 910 を基準とした場合の比を示す。また、アスペクト比と単位幅当たりの耐力の関係を図 4.2.3-4, 図 4.2.3-5 に示す。横方向に面材が 1 枚である場合と 2 枚である場合で分けると、アスペクト比が小さくなるにつれ耐力が大きくなる傾向がみられた。

表 4.2.3-2 真壁の4指標と幅910を基準とした場合の耐力比

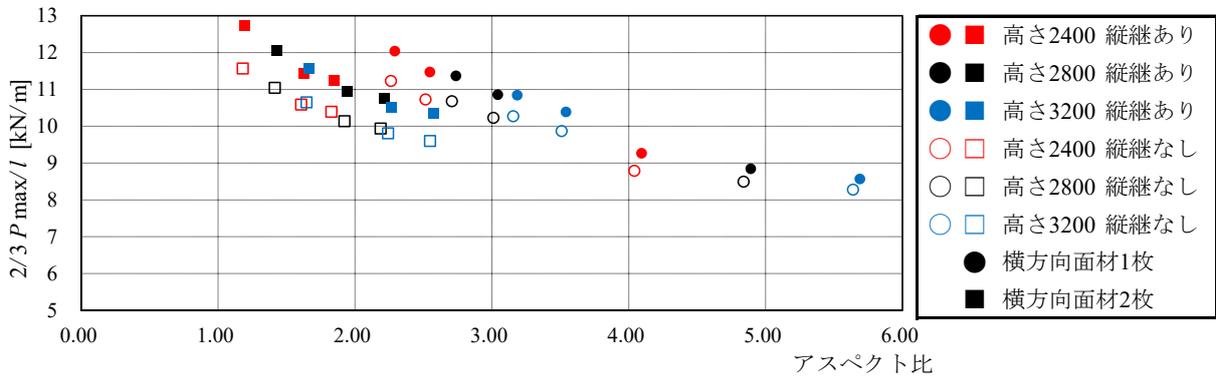
記号	壁高さ H (mm)	壁幅 l (mm)	アスペクト比	終局変形	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$(2/3) \cdot P_{max}$ (kN)	P_{120} (kN)	P0 (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力					壁幅1m当たりの耐力比 (Ma-2を基準とする)				
											P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P0	P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot \sqrt{2\mu-1}$	$(2/3) \cdot P_{max}$	P_{120}	P0
La-1	2336	606	4.09	66.67	4.55	3.49	5.62	3.64	3.49	2.94	7.51	5.76	9.27	6.01	5.76	0.81	0.74	0.85	0.76	0.74
La-2	2336	910	2.55	66.67	8.72	7.11	10.44	7.14	7.11	3.99	9.58	7.81	11.47	7.84	7.81	1.03	1.00	1.06	0.99	1.00
La-3	2336	1000	2.29	66.67	10.16	8.31	12.04	8.30	8.30	4.23	10.16	8.31	12.04	8.30	8.30	1.09	1.06	1.11	1.05	1.06
La-4	2336	1213	1.85	66.67	10.77	9.14	13.64	9.17	9.14	3.85	8.88	7.54	11.25	7.56	7.54	0.96	0.96	1.04	0.96	0.96
La-5	2336	1365	1.63	66.67	12.60	10.39	15.62	10.46	10.39	3.88	9.23	7.61	11.44	7.66	7.61	0.99	0.97	1.05	0.97	0.97
La-6	2336	1820	1.20	66.67	19.59	15.76	23.17	15.79	15.76	4.42	10.77	8.66	12.73	8.68	8.66	1.16	1.11	1.17	1.10	1.11
Ma-1	2736	606	4.89	66.67	4.51	3.48	5.36	3.63	3.48	2.93	7.45	5.74	8.84	5.99	5.74	0.80	0.73	0.81	0.76	0.73
Ma-2	2736	910	3.04	66.67	8.46	7.11	9.88	7.18	7.11	3.99	9.29	7.82	10.86	7.89	7.82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ma-3	2736	1000	2.74	66.67	9.80	8.30	11.37	8.36	8.30	4.24	9.80	8.30	11.37	8.36	8.30	1.05	1.06	1.05	1.06	1.06
Ma-4	2736	1213	2.21	66.67	10.60	9.12	13.04	9.16	9.12	3.84	8.74	7.52	10.75	7.55	7.52	0.94	0.96	0.99	0.96	0.96
Ma-5	2736	1365	1.95	66.67	12.44	10.44	14.95	10.51	10.44	3.90	9.12	7.65	10.96	7.70	7.65	0.98	0.98	1.01	0.98	0.98
Ma-6	2736	1820	1.43	66.67	18.88	15.89	21.93	16.05	15.89	4.45	10.37	8.73	12.05	8.82	8.73	1.12	1.12	1.11	1.12	1.12
Ha-1	3136	606	5.69	66.67	4.44	3.41	5.20	3.57	3.41	2.87	7.33	5.63	8.57	5.89	5.63	0.79	0.72	0.79	0.75	0.72
Ha-2	3136	910	3.54	66.67	8.22	7.07	9.45	7.17	7.07	3.96	9.03	7.77	10.39	7.87	7.77	0.97	0.99	0.96	1.00	0.99
Ha-3	3136	1000	3.19	66.67	9.46	8.29	10.85	8.38	8.29	4.23	9.46	8.29	10.85	8.38	8.29	1.02	1.06	1.00	1.06	1.06
Ha-4	3136	1213	2.57	66.67	10.41	9.06	12.55	9.11	9.06	3.81	8.58	7.47	10.35	7.51	7.47	0.92	0.96	0.95	0.95	0.96
Ha-5	3136	1365	2.26	66.67	12.16	10.31	14.36	10.46	10.31	3.85	8.91	7.55	10.52	7.66	7.55	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
Ha-6	3136	1820	1.66	66.67	18.36	15.99	21.05	16.21	15.99	4.48	10.09	8.79	11.56	8.91	8.79	1.09	1.12	1.06	1.13	1.12
Ln-1	2310	606	4.04	66.67	4.72	3.67	5.33	3.81	3.67	3.09	7.79	6.05	8.79	6.29	6.05	0.84	0.77	0.81	0.80	0.77
Ln-2	2310	910	2.52	66.67	8.80	7.84	9.76	8.02	7.84	4.40	9.67	8.62	10.73	8.81	8.62	1.04	1.10	0.99	1.12	1.10
Ln-3	2310	1000	2.26	66.67	10.20	9.24	11.23	9.49	9.24	4.71	10.20	9.24	11.23	9.49	9.24	1.10	1.18	1.03	1.20	1.18
Ln-4	2310	1213	1.83	66.67	10.86	9.80	12.61	9.95	9.80	4.12	8.95	8.08	10.40	8.21	8.08	0.96	1.03	0.96	1.04	1.03
Ln-5	2310	1365	1.61	66.67	12.53	11.16	14.45	11.36	11.16	4.17	9.18	8.18	10.59	8.32	8.18	0.99	1.05	0.97	1.05	1.05
Ln-6	2310	1820	1.18	66.67	19.10	17.16	21.06	17.68	17.16	4.81	10.49	9.43	11.57	9.71	9.43	1.13	1.21	1.07	1.23	1.21
Mn-1	2710	606	4.84	66.67	4.53	3.53	5.15	3.69	3.53	2.97	7.48	5.83	8.49	6.08	5.83	0.80	0.75	0.78	0.77	0.75
Mn-2	2710	910	3.01	66.67	8.28	7.57	9.31	7.75	7.57	4.25	9.10	8.32	10.23	8.52	8.32	0.98	1.06	0.94	1.08	1.06
Mn-3	2710	1000	2.71	66.67	9.55	8.93	10.68	9.18	8.93	4.55	9.55	8.93	10.68	9.18	8.93	1.03	1.14	0.98	1.16	1.14
Mn-4	2710	1213	2.19	66.67	10.29	9.51	12.05	9.66	9.51	4.00	8.49	7.84	9.94	7.97	7.84	0.91	1.00	0.91	1.01	1.00
Mn-5	2710	1365	1.92	66.67	11.87	10.86	13.84	11.05	10.86	4.06	8.69	7.96	10.14	8.10	7.96	0.94	1.02	0.93	1.03	1.02
Mn-6	2710	1820	1.41	66.67	17.99	16.74	20.10	17.26	16.74	4.69	9.88	9.20	11.05	9.48	9.20	1.06	1.18	1.02	1.20	1.18
Hn-1	3110	606	5.64	66.67	4.40	3.42	5.02	3.57	3.42	2.88	7.25	5.64	8.28	5.90	5.64	0.78	0.72	0.76	0.75	0.72
Hn-2	3110	910	3.51	66.67	7.92	7.34	8.98	7.51	7.34	4.11	8.70	8.06	9.87	8.25	8.06	0.94	1.03	0.91	1.04	1.03
Hn-3	3110	1000	3.16	66.67	9.11	8.65	10.27	8.89	8.65	4.41	9.11	8.65	10.27	8.89	8.65	0.98	1.11	0.95	1.13	1.11
Hn-4	3110	1213	2.55	66.67	9.89	9.25	11.65	9.40	9.25	3.89	8.15	7.63	9.60	7.75	7.63	0.88	0.98	0.88	0.98	0.98
Hn-5	3110	1365	2.24	66.67	11.39	10.60	13.39	10.78	10.60	3.96	8.34	7.77	9.81	7.89	7.77	0.90	0.99	0.90	1.00	0.99
Hn-6	3110	1820	1.65	66.67	17.20	16.36	19.39	16.87	16.36	4.59	9.45	8.99	10.65	9.27	8.99	1.02	1.15	0.98	1.17	1.15



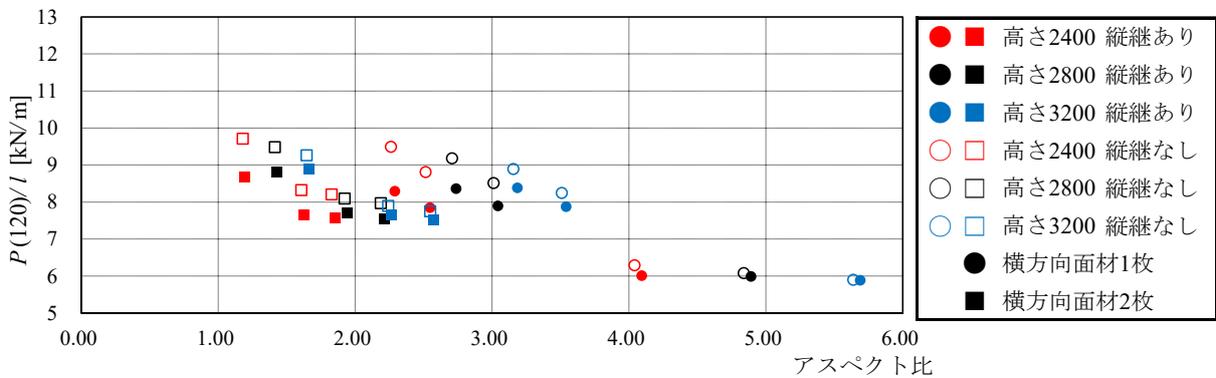
(a) 単位幅当たりの P_y



(b) 単位幅当たりの $0.2P_u/D_s$



(c) 単位幅当たりの $2/3 P_{max}$



(d) 単位幅当たりの $P(120)$

図 4.2.3-4 アスペクト比と単位幅当たりの耐力の関係

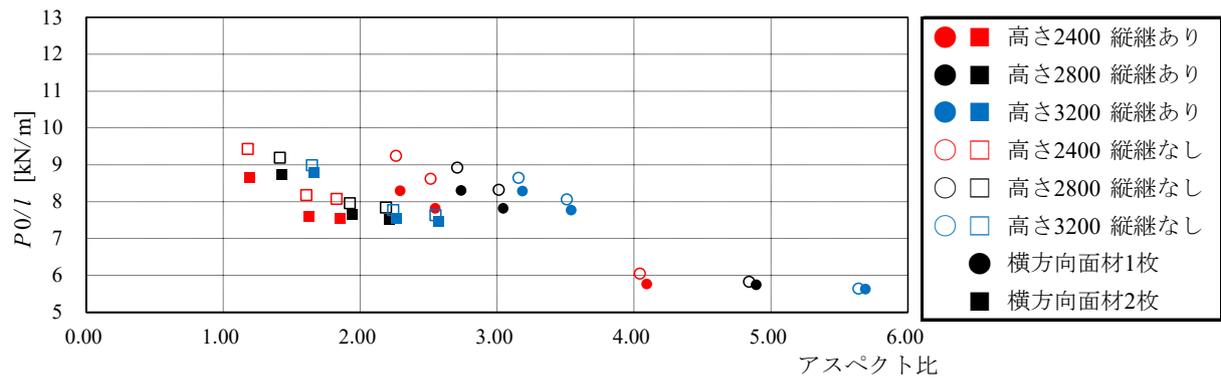


図 4.2.3-5 アスペクト比と単位幅当たりの P_0 の関係

4.4 真壁耐力壁の解析的検討におけるまとめ

(1) 解析モデルの妥当性

今年度構築した解析モデルは、面材の面外方向への変形を拘束した解析モデルとした。そのため、面材の座屈やパンチングアウトのような面材の面外変形を含む耐力低下は解析で再現できなかった。しかし、荷重が大きく低下するまでは、解析から得られた荷重変形角関係は実験結果と近い値であり、また実験写真と解析の変形図の比較からも面材間のずれ方や面材の軸組へのめりこみ状況等は大きく異なっていない。以上から、面材の損傷による耐力低下に至るまで、解析は実験を再現できたと考えられる。

(2) 面材の幅・高さによる耐力等の差の検討

面材の幅・高さ・縦継の有無をパラメータとして解析をおこなった結果、 PO/I を比較すると、幅が同一で縦継ありの場合、差は 2.4%以下であった。幅が同一で縦継なしの場合、差は 7%以下であった。また、幅が小さいものの方がばらつきは大きかった。

(3) 面材の幅・高さによる耐力等の差の検討

本解析は、耐力低下に至るまで実験結果を再現できた。しかし、最大耐力後に急激な耐力低下が生じた実験の剛性低下は再現できていない。急激な耐力低下後の剛性が再現できない原因として以下の要因が考えられる。

- ・面材の面外方向の変形を拘束した解析モデルであることから、面材が浮き耐力が低下する実験結果は再現できていない。
- ・受材をモデル化していない解析モデルであることから、受材の破壊や、受材が変形する実験結果は再現できていない。
- ・面材と土台・柱・梁の接触ばねのモデルを完全弾塑性にモデル化し耐力低下を考慮していないことから、面材が土台や梁にめりこみ面材が踏み外す実験結果は再現できていない。

これ等の破壊を再現するには、昨年度おこなった解析モデルに改善を加える必要がある。しかし、複雑なモデルになり、解析に多大な時間がかかることから、現状ではパラメトリックスタディに適さないモデルであると考えられる。

第5章 まとめ

5.1 実験結果の考察と解析値の比較

以下に示す項目ごとに、実験結果、解析結果を含めて整理したものを示す。なお、実験結果はフレームの効果を含んだ値、解析結果はフレームの効果を除いた値が示されている。そのため、単純な比較ができないが、あくまで傾向を見るものとして、実験と解析の結果を比較している。

- (1) 真壁面一における面材の縦継ぎの有無による性能差について
- (2) 真壁面一における高さの違いによる性能差について
- (3) 真壁面一における幅の違いによる性能差について

表 5.1-1、2 では、ここで比較した試験体番号、解析番号および試験体寸法（呼称）、アスペクト比を整理している。

表 5.1-1 縦継ぎの有無、高さ方向の試験体一覧

試験体番号	解析番号	仕様 (面材の継手等)	試験体寸法（呼称）		試験体寸法（内法）		アスペクト比
			高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)	
D-1	La-2	縦継ぎあり・面一	2400	910	2051	805	2.55
D-2	Ma-2		2800	910	2451	805	3.04
D-4	Ha-2		3200	910	2851	805	3.54
E-1	Ln-2	縦継ぎなし・面一	2400	910	2025	805	2.52
E-2	Mn-2		2800	910	2425	805	3.01
E-3	Hn-2		3200	910	2825	805	3.51

表 5.1-2 幅方向の試験体一覧

試験体番号	解析番号	仕様 (面材の継手等)	試験体寸法（呼称）		試験体寸法（内法）		アスペクト比
			高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)	
A-2	Ma-1	縦継ぎあり・面一	2800	606	2451	501	4.89
D-2	Ma-2		2800	910	2451	805	3.04
A-4	Ma-4		2800	1213	2451	1108	2.21
D-3	Ma-5		2800	1365	2451	1260	1.95
A-5	Ma-6		2800	1820	2451	1715	1.43

※A シリーズの試験体は昨年度実施したものの。

(1) 真壁面一における面材の縦継ぎの有無による性能差について

以下には、試験体の高さ別に、面材の縦継ぎあり（Dシリーズ）・縦継ぎなし（Eシリーズ）の同じ高さ・幅の包絡線を重ねたグラフ、および壁倍率を比較した表を示す。表では参考に解析での結果も示した。

(高さ 2400)

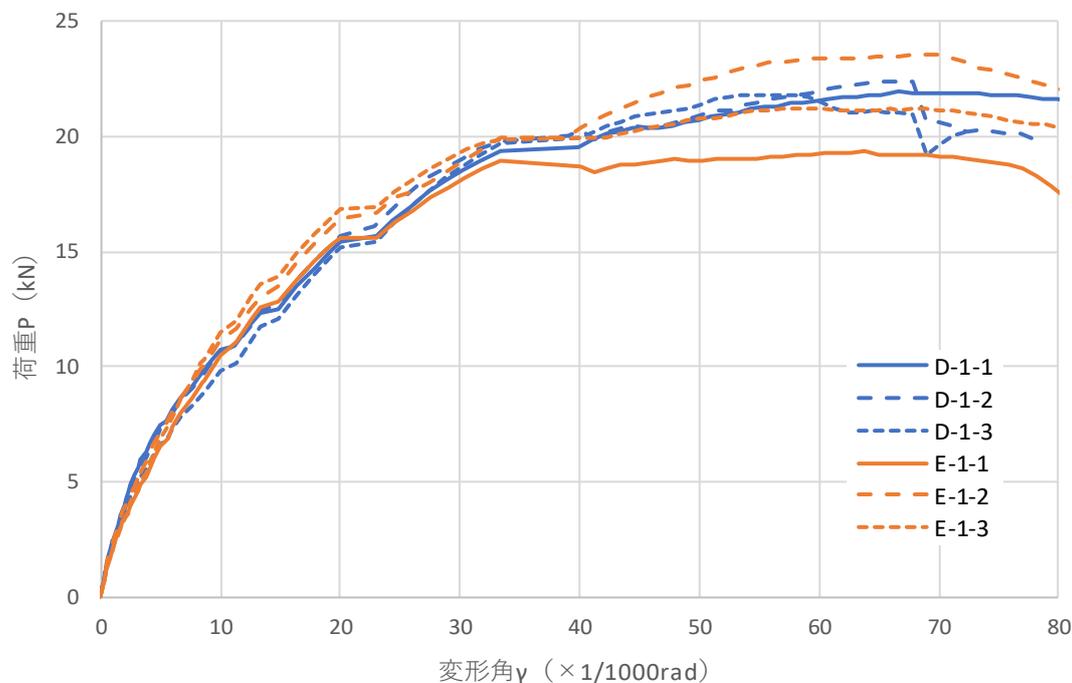


図 5.1-1 高さ 2400 幅 910 (D-1,E-1) アスペクト比 2.55

表 5.1-3 高さ 2400 の縦継ぎ有無の壁倍率の比較

試験体番号		D-1	E-1	解析 La-2	解析 Ln-2
試験体形状	呼称寸法	2400-910	2400-910	2400-910	2400-910
	アスペクト比	2.55	2.52	2.55	2.52
	幅 (内法) (mm)	805	805	805	805
	高さ (内法) (mm)	2051	2025	2051	2025
	面材の縦継ぎ	あり	なし	あり	なし
壁倍率 (実験値は 50%下限値)		5.02	5.19	3.99	4.40
D-1 との比		0%	3.39%	-	-
実験との比 (解析値 - 実験値) / 実験値		-	-	-20.52%	-15.22%
解析同士の比 (La-2 基準)		-	-	0%	10.28%

※各試験体の壁倍率は、いずれも $0.2P_u/D_s$ で決定

(高さ 2800)

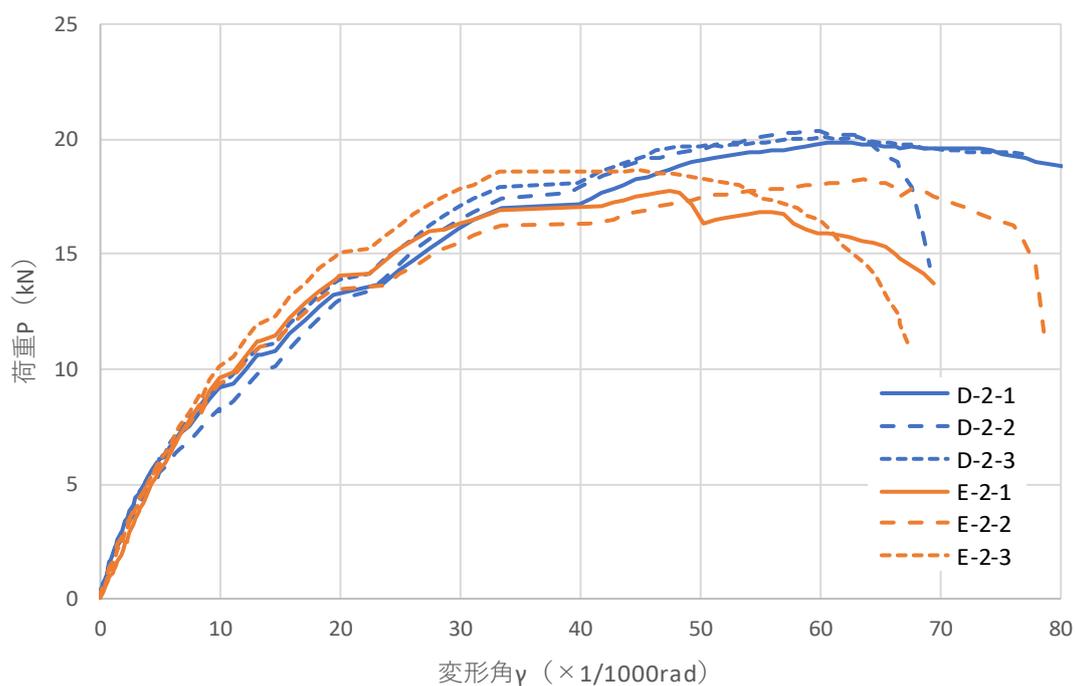


図 5.1-2 高さ 2800 幅 910 (D-2,E-2) アスペクト比 3.04

表 5.1-4 高さ 2800 の縦継ぎ有無の壁倍率の比較

試験体番号		D-2	E-2	解析 Ma-2	解析 Mn-2
試験体 形状	呼称寸法	2800-910	2800-910	2800-910	2800-910
	アスペクト比	3.04	3.01	3.04	3.01
	幅 (内法) (mm)	805	805	805	805
	高さ (内法) (mm)	2451	2425	2451	2425
	面材の縦継ぎ	あり	なし	あり	なし
壁倍率 (実験値は 50%下限値)		4.23	4.46	3.99	4.25
D-2 との比		0%	5.44%	-	-
実験との比 (解析値 - 実験値) / 実験値		-	-	-5.67%	-4.71%
解析同士の比		-	-	0%	6.52%

※各試験体の壁倍率は、いずれも $0.2Pu/Ds$ で決定

(高さ 3200)

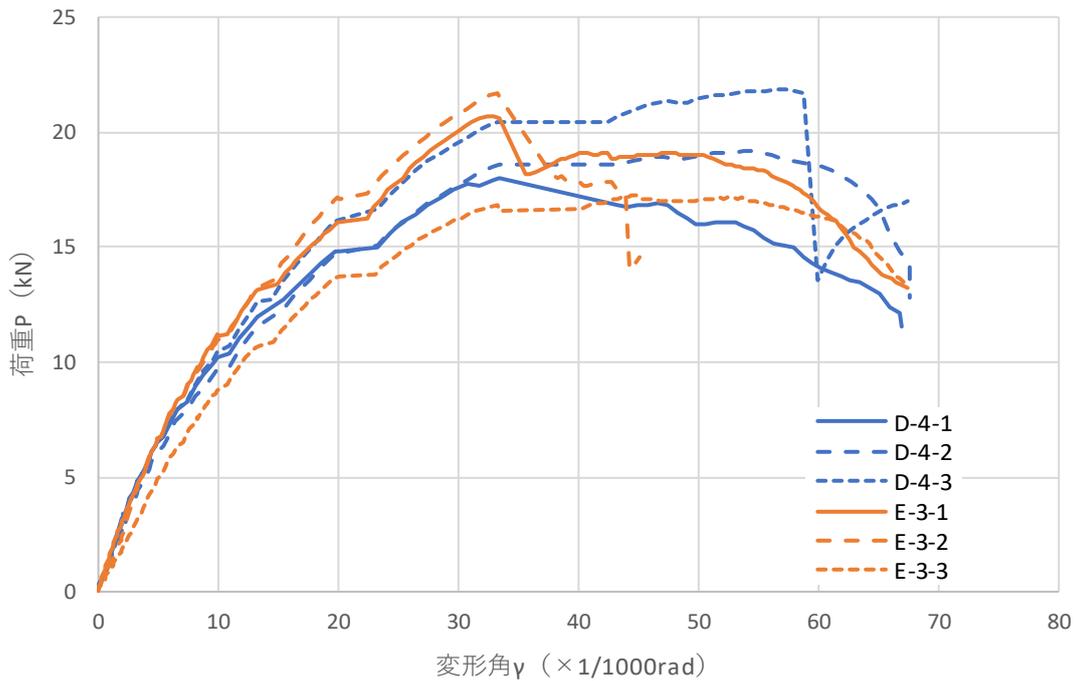


図 5.1-3 高さ 3200 幅 910 (D-4,E-3) アスペクト比 3.54

表 5.1-5 高さ 3200 の縦継ぎ有無の壁倍率の比較

試験体番号	D-4	E-3	解析 Ha-2	解析 Hn-2	
試験体形状	呼称寸法	3200-910	3200-910	3200-910	3200-910
	アスペクト比	3.54	3.51	3.54	3.51
	幅 (内法) (mm)	805	805	805	805
	高さ (内法) (mm)	2851	2825	2851	2825
	面材の縦継ぎ	あり	なし	あり	なし
壁倍率 (実験値は 50%下限値)	4.75	4.31	3.96	4.11	
D-4 との比	0%	-9.26%	-	-	
実験との比 (解析値 - 実験値) / 実験値	-	-	-16.63%	-4.64%	
解析同士の比	-	-	0%	3.79%	

※各試験体の壁倍率は、いずれも 0.2Pu/Ds で決定

図 5.1-1～3、表 5.1-3～5 より面材の縦継ぎあり (D シリーズ)・縦継ぎなし (E シリーズ) の実験で得られた結果の違いについて、

- ・ 面材の高さに関わらず、縦継ぎ有に比べ縦継ぎなし (E シリーズ) の方が 3 体間のばらつきが大きい。
- ・ 縦継ぎ有では高さ 2400、2800 に比べ、3200 で 3 体間のばらつきが大きい。
- ・ 表 5.1-3～5 で、縦継ぎあり (D シリーズ) を基準とした縦継ぎなし (E シリーズ) との比を見ると、高さ 2400 では 3.39%、高さ 2800 では 5.44%、高さ 3200 では -9.26% となっており、基準に対して $\pm 2.5\%$ とする場合はいずれも範囲外となる。

また、表 5.1-3～5 では実験値と解析結果との比較も示している。

- ・ 高さ 2400、2800、3200 のいずれの場合も、解析結果は実験値を 5%～20%程度下回っている。ただし、冒頭にも示したが、解析結果ではフレームの効果を除いたものであるため、その影響がある。
- ・ 解析結果同士で、縦継ぎありを基準として縦継ぎなしとの比を見ると、高さ 2400 では 10.28%、高さ 2800 では 6.52%、高さ 3200 では 3.79%となっており、試験体高さが高くなるにつれて縦継ぎの有無の差が小さくなっている。これは、実験値とは真逆の傾向を示している。

(2) 真壁面一における高さの違いによる性能差について

以下では高さの違いについて比較を行った。各図中の面材の高さは、表 2.2.1-1 に示している「試験体寸法（内法）」を用いている。（以下同様）

図 5.1-4 は、横軸を面材の高さ、縦軸を壁倍率（50%下限値）とし、縦継ぎありの D-2 を基準とした 5%、10%の範囲を示したグラフである。

また、図 5.1-5 は、横軸をアスペクト比、縦軸を壁倍率（50%下限値）とし、縦継ぎありの D-2 を基準とした 5%、10%の範囲を示したグラフである。

図 5.1-4、5.1-5 の●は基準とした値を示す。

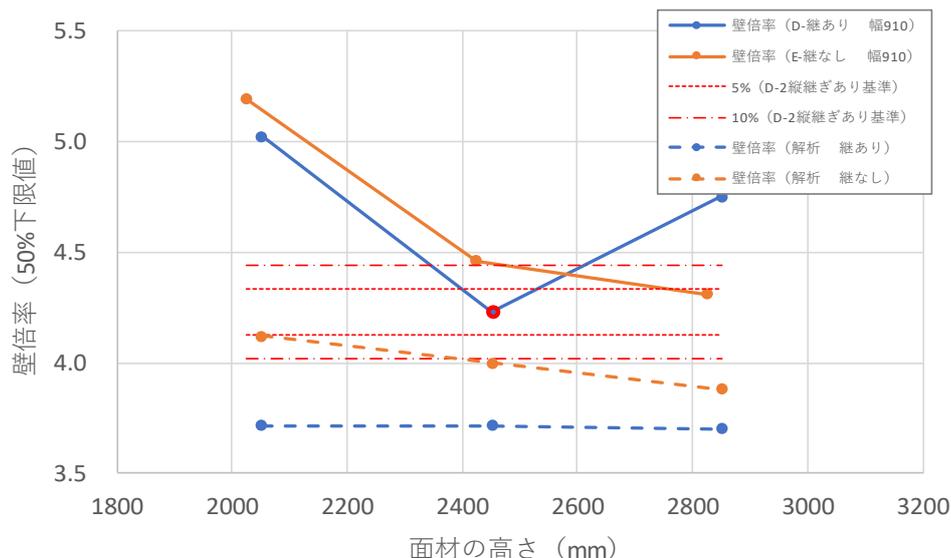


図 5.1-4 真壁実験結果および解析結果と縦継ぎあり 2800-910 を基準とした 5%・10%の範囲（実験値の壁倍率は 50%下限値）

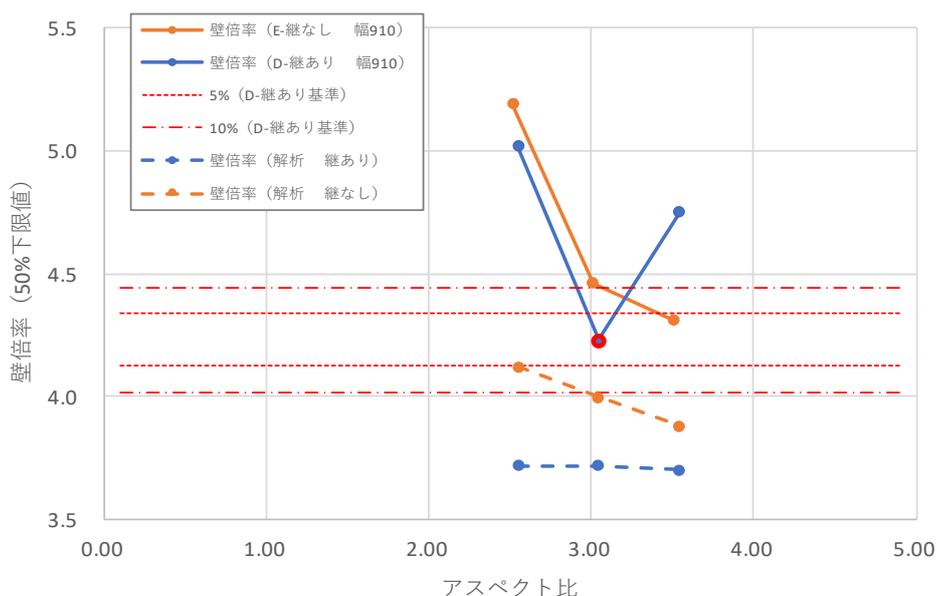


図 5.1-5 真壁実験結果および解析結果と縦継ぎあり 2800-910 を基準とした 5%・10%の範囲（アスペクト比）

表 5.1-6 高さ別の壁倍率の結果の比較

		呼称寸法		
		2400-910	2800-910	3200-910
D 縦継ぎあり	試験体番号	D-1	D-2	D-4
	アスペクト比	2.55	3.04	3.54
	壁倍率	5.02	4.23	4.75
	D-2 との比	18.68%	0.00%	12.29%
E 縦継ぎなし	試験体番号	E-1	E-2	E-3
	アスペクト比	2.52	3.01	3.51
	壁倍率	5.19	4.46	4.31
	D-2 との比	22.70%	5.44%	1.89%
解析縦継ぎあり	記号	La-2	Ma-2	Ha-2
	アスペクト比	2.55	3.04	3.54
	壁倍率	3.99	3.99	3.96
	Ma-2 との比	0.00%	0.00%	-0.75%
	実験値との比 (参考)	-20.52%	-5.67%	-16.63%
解析縦継ぎなし	記号	Ln-2	Mn-2	Hn-2
	アスペクト比	2.52	3.01	3.51
	壁倍率	4.40	4.25	4.11
	Ma-2 との比	10.28%	6.52%	3.01%
	実験値との比 (参考)	-15.22%	-4.71%	-4.64%

※各試験体の壁倍率は、いずれも $0.2Pu/Ds$ で決定

図 5.1-4、5.1-5、表 5.1-6 より

- ・ 面材の縦継ぎなしの実験結果、解析結果では高さが高くなるにつれて壁倍率が下がる傾向が見られるが、面材の縦継ぎありの解析結果ではほとんど差がなく、面材縦継ぎ有の実験結果では高さ 3200 で壁倍率が最も高くなっている。この違いが生じた原因についてはよく分かっていない。
- ・ 実験結果の D-2 (2800-910) を基準として 5%、10%の範囲を赤線 (点線、一点鎖線) で図 5.1-4 中に示している。高さ違い、縦継ぎの有無の違いのほとんどの実験結果がこの範囲内に入っていない。表 5.1-4 を見ると、E-3 (3200-910、縦継ぎなし) のみが 5%の範囲内である。

- ・ 同じ高さの実験結果と解析結果を比較すると、高さ 2400、2800、3200 のいずれの場合も、解析結果は実験値を 5%～20%程度下回っている。(再掲)
- ・ 解析と実験の壁倍率それぞれで、同じ高さでの継ぎ有・無の比を表 5.1-7 に示す。実験値の 3200 のみ継ぎ有>継ぎ無となっている関係でプラスの値だが、他はすべてマイナスの値となっている。しかし、その数値には傾向はみられない。

表 5.1-7 同一高さでの継ぎ有・無の比

呼称寸法		2400-910	2800-910	3200-910
実験	継ぎ有	5.02	4.23	4.75
	継ぎ無	5.19	4.46	4.31
	継ぎ有と無の比	-3.39%	-5.44%	9.26%
解析	継ぎ有	3.99	3.99	3.96
	継ぎ無	4.40	4.25	4.11
	継ぎ有と無の比	-10.28%	-6.52%	-3.79%

(3) 幅の違いによる性能差について

昨年度検討を進めた幅方向の違いについて、今年度は幅 1365 の 1 仕様を追加で実験を行った。また、今年度の解析結果、昨年度の実験結果を含めて図 5.1-6 に示す。ちなみに、実験はすべて面材縦継ぎ有となる。

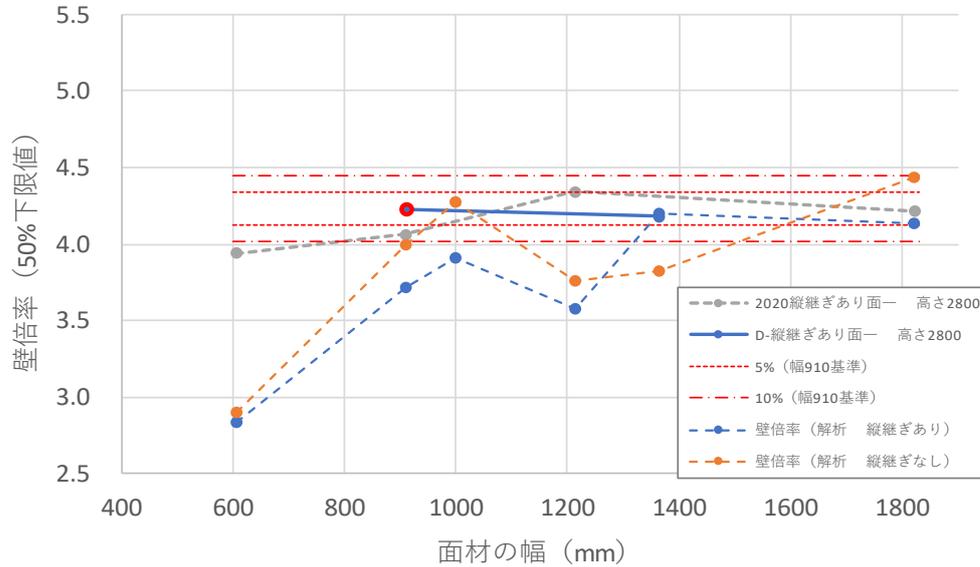


図 5.1-6 真壁面ー 2800-910 を基準とした幅方向の壁倍率の比較

表 5.1-8 幅方向の壁倍率の結果の比較（実験は全て面材の縦継ぎあり）

試験体形状	呼称寸法	2800-606	2800-910	2800-910	2800-1000	2800-1213	2800-1365	2800-1820
	アスペクト比	4.89	3.04	3.04	2.74	2.21	1.95	1.43
	幅（内法）	501	805	805	895	1108	1260	1715
	高さ（内法）	2451	2451	2451	2451	2451	2451	2451
試験体番号（今年度+昨年度）	A-2	A-3	D-2	—	A-4	D-3	A-5	
壁倍率（50%下限値）	3.94	4.06	4.23	—	4.34	4.18	4.22	
D-2 との比	-6.86%	-4.02%	0%	—	2.60%	-1.18%	-0.24%	
解析継ぎあり	Ma-1	—	Ma-2	Ma-3	Ma-4	Ma-5	Ma-6	
壁倍率	2.93	—	3.99	4.24	3.84	3.90	4.45	
Ma-2 との比	-26.57%	—	0%	6.27%	-3.76%	-2.26%	11.53%	
解析継ぎなし	Mn-1	—	Mn-2	Mn-3	Mn-4	Mn-5	Mn-6	
壁倍率	2.97	—	4.25	4.55	4.00	4.06	4.69	
Ma-2 との比	-25.56%	—	6.52%	14.04%	0.25%	1.75%	17.54%	

※各試験体の壁倍率は、いずれも 0.2Pu/Ds で決定

図 5.1-6、表 5.1-8 より、

- ・ 昨年度実施した実験結果と、今年度の実験結果を合わせてみると、今年度実施した D-2（2800-910）を基準とすると、幅 910mm から 1820mm までが 10%（±5%）の範囲で納まっている。一方で解析結果では、Ma-2（2800-910）を基準とした場合、面材の縦継ぎありに限定すると、2800-1213、2800-1365 が 10%の範囲に納まる。
- ・ 同一仕様での壁倍率の実験値と解析値との比を表 5.1-9 に示す。アスペクト比が大きくなるにしたがい、実験値の方が大きくなっていく傾向があるように見える。しかし、解析で得られた荷重変形曲線では 2800-1820 でのデータが実験値と乖離していることが 4 章で指摘されており、必ずしもアスペクト比が小さい方が実験値を再現しているとは言えない。

表 5.1-9 実験値と解析値の壁倍率の比

試験体形状	呼称寸法	2800-606	2800-910	2800-910	2800-1000	2800-1213	2800-1365	2800-1820
	アスペクト比	4.89	3.04	3.04	2.74	2.21	1.95	1.43
	幅(内法)	501	805	805	895	1108	1260	1715
	高さ(内法)	2451	2451	2451	2451	2451	2451	2451
試験体番号 (今年度+昨年度)	A-2	A-3	D-2	—	A-4	D-3	A-5	
壁倍率(50%下限値)	3.94	4.06	4.23	—	4.34	4.18	4.22	
解析継ぎあり	Ma-1	—	Ma-2	Ma-3	Ma-4	Ma-5	Ma-6	
壁倍率	2.93	—	3.99	4.24	3.84	3.90	4.45	
実験値と解析値との比	-25.63%	—	5.67%	—	11.52%	6.70%	-5.45%	

※各試験体の壁倍率は、いずれも $0.2Pu/Ds$ で決定

5.2 真壁耐力壁の高さ・幅方向の違いによる性能差まとめ

2020年度、2021年度と2カ年にわたり、真壁耐力壁について同一仕様とみなすことのできる高さや幅について検討を進めてきた。2020年度、真壁の仕様のうち、検討対象とするものを絞り込み、2021年度はその絞り込んだ仕様を対象に検討を行った。以下に2020年度の検討から整理した方針と課題等の概要を示す。

<2020年度の検討結果 方針および課題等>

- ・ 真壁には面材のおさまりに【面一（つらいち）】と【ちり有り】の仕様があるが、これは同一とみなすことはできない。
→検討対象を面一仕様に限定する。これは、面一のニーズが高く、実験結果のばらつきがちり有よりも小さく実験的検討がしやすいと判断されたことによる。
→ばらつきの大きさは、真壁ちり有り>真壁面一>大壁となる。真壁のちり有と面一がこのような関係になるのは、面一の踏み外しよりちり有りの面材の座屈の方が比較的小さい変形角で生じることが影響している。
- ・ 面一仕様に限定しても面材の種類・厚さ・大きさ（高さ・幅）の違いが剛性・耐力に影響する可能性がある。
→構造用合板9mm、接合具はくぎN50に限定して面材の高さ・幅（試験体の高さ、幅）、面材の継ぎの有・無の検討を行う。
- ・ 真壁実験では面一仕様であっても、面材が柱や梁などへの支圧抵抗していることから、面材が面外にはずれたり支圧抵抗がなくなったりするタイミングによって性能が急激に低下する状況が生じるが、これらは、施工精度や材料の個体差の影響が大壁より大きくなることを意味する。結果、大壁と比較して、実験値が大きくばらつくことになる。
- ・ これまでの研究によってある程度解析手法が確立されている大壁耐力壁とは異なり、真壁耐力壁については解析事例が少ない。試験体の抵抗機構を忠実に再現した解析モデルでは、複雑になりすぎて、力学的なつり合いが得難く、解析が途中で停止してしまうが、モデルを簡略化する改良を行うことにより、計算が止まらない解析モデルを構築できた。

2021年度は、以上を踏まえ、さらには予算上の制限もある中、構造用合板の真壁耐力壁について以下の実験と解析的検討を実施した。

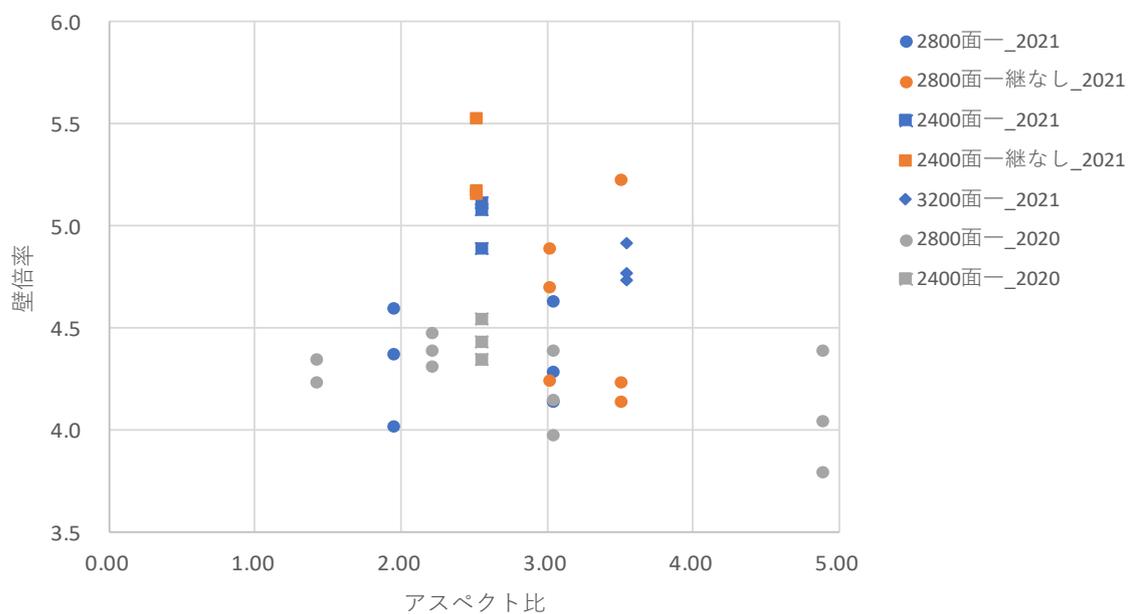
- ・ 2021年度は面一に限定して主として高さ方向に着目し、加えて面材の継ぎの有・無をパラメーターとした実験を実施した。（2020年度は主として幅の違いに着目して、面一・ちり有りもパラメーターとした実験とした。）
- ・ 上記の実験結果を平均的に追跡できる解析モデルによって、高さや幅の影響を定量的に示した。

以上の結果、2021年度の実験についてのまとめを5.1に示した通り、高さや幅、面材の継ぎの有・無の差が試験体のばらつきの影響で明確に示されず、実験による同一仕様とみなせる範囲の判断は極めて困難と判断した。実験に用いた試験体は、実際の施工現場での

ものと比較して精度は高くなるのだが、それでも、大壁と比較すると実験値のばらつきが大きくなる。

なお、本事業の委員会では、この実験値のばらつきは面材同士、および面材と軸材の接触の影響が大きいことから、面材の周辺の隙間を大きく開けて（柱とは5mm程度、土台・桁とはそれ以上をイメージ）大壁と同じような挙動とする仕様もあり得るだろうという意見があった。

参考に、図 5.2-1 に 2020 年度分も含めて面一仕様の実験結果を横軸にアスペクト比、縦軸を試験体 1 体ずつの壁倍率で示した。加えて、表 5.2-1 では、面一仕様の各仕様の試験体 3 体の実験結果の差の比（3 体のうち最小の壁倍率と最大の壁倍率の差を最小の壁倍率で除した%）を示した。これらを確認すると、実験結果は非常にばらつきが大きく、アスペクト比の違いの傾向はばらつきに隠されてしまい、実験結果に基づいた判断は難しいことが理解できよう。



試験体の呼称およびアスペクト比の一覧は表 5.2.1-1（表 4.2.3-1 再掲）を参照

図 5.2-1 実験結果の整理

表 5.2-1 実験結果の 3 体の差の比 (%)

	呼称寸法		面材の 縦継ぎ有無	アスペクト比	3 体間の最大 値最小値の比
	高さ	幅			
A-5	2800	1820	有	1.43	2.72%
D-3	2800	1365	有	1.95	14.56%
A-4	2800	1213	有	2.21	3.81%
E-1	2400	910	無	2.52	7.07%
D-1	2400	910	有	2.55	4.54%
A-1	2400	910	有	2.55	4.52%
E-2	2800	910	無	3.01	15.33%
D-2	2800	910	有	3.04	12.05%
A-3	2800	910	有	3.04	10.59%
E-3	3200	910	無	3.51	26.39%
D-4	3200	910	有	3.54	3.89%
A-2	2800	606	有	4.89	15.78%

そのため、同一仕様とみなせる範囲の判断は解析結果から行うこととした。ただし、その際の判断基準については、以下の 2 通りが考えられる。

その 1 : 従来からの 5%ルールを遵守して同一仕様の範囲を決定する。

その 2 : 真壁仕様のばらつきが大きくなる特性を踏まえて、10%ルールとして同一仕様の範囲を決定する。

以下、具体的にその内容を示す。

以下の検討では、同一仕様とみなせる範囲を確認する際の指標として、同一仕様とみなしたい範囲の解析値中で、 $(\text{最大値} - \text{最小値}) / \text{最大値}$ を%で示している。これはあくまで差の比を示しているだけであり、その範囲の仕様の壁倍率をいくつにするかは全く別の問題である。

大臣認定の取得時の範囲については同様の考え方で最大値と最小値とが 5%以内となるものは同一の仕様とすることで運用されているが、それに与えられる壁倍率（認定される壁倍率）は実験による壁倍率（評価試験の壁倍率）の -2.5%から 0%で決める必要がある。

そのため以下の検討で同一仕様とみなせる範囲を示した場合に、どの仕様で評価試験を受けるべきなのかは別途検討が必要となる。

5.2.1 その1の方法：5%ルールを用いた解析値での判断

解析を行った試験体の呼称およびアスペクト比の一覧を表 5.2.1-1 (表 4.2.3-1 再掲) に示す。以下に示す解析値の一覧は 4 章の表 4.2.3-2 を参照のこと。

解析結果について図 5.2.1-1 に横軸をアスペクト比、縦軸を壁倍率の指標にもとになる 4 つの指標のうちの最小値として示した。

これらから、以下のような傾向が確認できる。

- イ) まず、アスペクト比 1~3.5 程度までは耐力が 8kN 程度であるので、基準を 8kN とし同一仕様を 5%以内と考えるとその範囲は 0.4kN 以内 (グラフの 1 目盛りの半分 0.5kN 以下) に収まる必要がある。
- ロ) 面材の縦継ぎの有・無 (有：塗りつぶし、無：白抜き) について確認すると、アスペクト比が大きくなると有と無の差は少なくなり、5%の範囲に収まりそうである。具体的にはアスペクト比が 3 を超えるぐらいから、面材の縦継ぎの有無は同一仕様とみなせる。
- ハ) 横方向に面材が 1 枚なのか (マル●○) 2 枚なのか (シカク■□) の違いについて確認すると、2 枚の場合アスペクト比が小さくなるが、面材の縦継ぎの影響が小さい。例えば、アスペクト比が 1.5 を超えたあたりでは 5%以内に収まり同一仕様とみなせる。

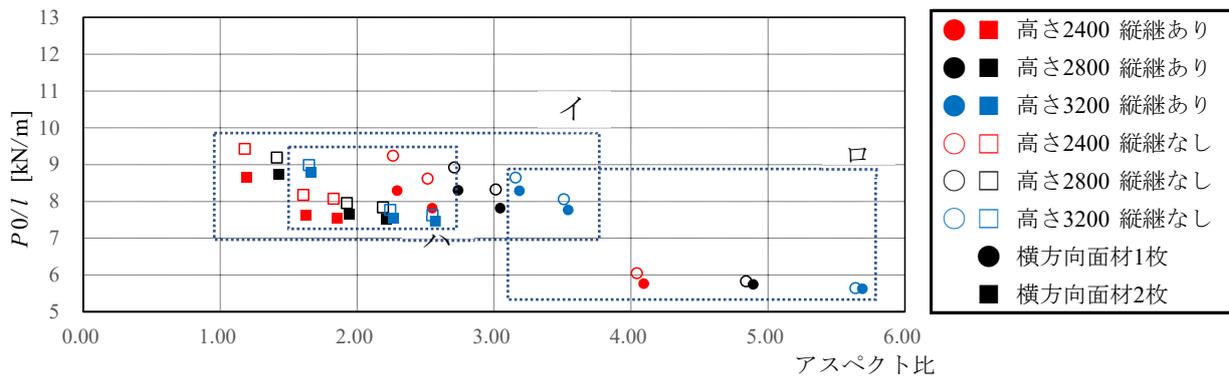
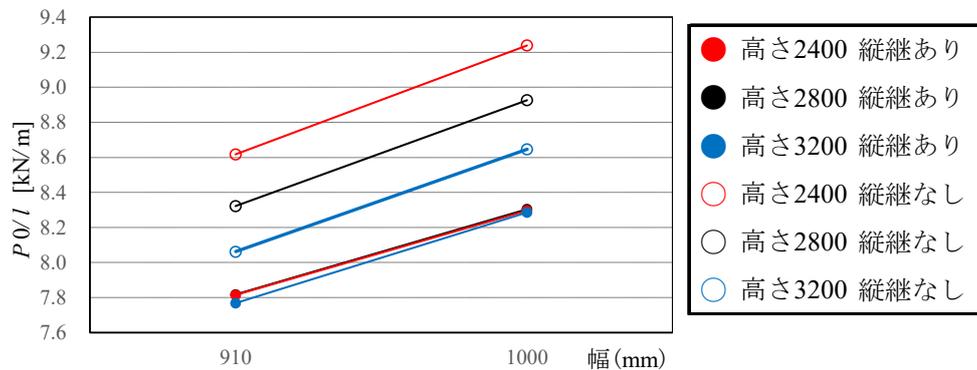


図 5.2.1-1 解析結果のまとめ



※縦継ぎ有は高さ 2400,2800,3200 がほぼ重なっている。

図 5.2.1-2 幅 910 と 1000 の比較

表 5.2.1-1 解析モデル一覧 (表 4.2.3-1 再掲)

アスペクト比 4 を超えるものをマーキングしている。

横方向に面材を継いでいるもの (□) は寸法 (呼称) の幅でマーキングしている。

記号	仕様 縦継の有無	寸法 (呼称)		寸法 (内法)		アスペクト比	対応する 試験体番号
		高さ (mm)	幅 <i>l</i> (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)		
La-1	縦継あり	2400	606	2051	501	4.09	—
La-2			910		805	2.55	D-1, A-1
La-3			1000		895	2.29	
La-4			1213		1108	1.85	—
La-5			1365		1260	1.63	—
La-6			1820		1715	1.20	—
Ma-1		2800	606	2451	501	4.89	A-2
Ma-2			910		805	3.04	D-2, A-3
Ma-3			1000		895	2.74	
Ma-4			1213		1108	2.21	A-4
Ma-5			1365		1260	1.95	D-3
Ma-6			1820		1715	1.43	A-5
Ha-1		3200	606	2851	501	5.69	—
Ha-2			910		805	3.54	D-4
Ha-3			1000		895	3.19	
Ha-4			1213		1108	2.57	—
Ha-5			1365		1260	2.26	—
Ha-6			1820		1715	1.66	—
Ln-1	縦継なし	2400	606	2025	501	4.04	—
Ln-2			910		805	2.52	E-1
Ln-3			1000		895	2.26	
Ln-4			1213		1108	1.83	—
Ln-5			1365		1260	1.61	—
Ln-6			1820		1715	1.18	—
Mn-1		2800	606	2425	501	4.84	—
Mn-2			910		805	3.01	E-2
Mn-3			1000		895	2.71	
Mn-4			1213		1108	2.19	—
Mn-5			1365		1260	1.92	—
Mn-6			1820		1715	1.41	—
Hn-1		3200	606	2825	501	5.64	—
Hn-2			910		805	3.51	E-3
Hn-3			1000		895	3.16	
Hn-4			1213		1108	2.55	—
Hn-5			1365		1260	2.24	—
Hn-6			1820		1715	1.65	—

具体的な寸法別に確認すると以下ようになる。(以下、幅、高さについては呼称で示している。アスペクト比は内法寸法で算出している。)

- ① 図 5.2.1-1 から、アスペクト比が 3.5 より大きくなると、面材の縦継ぎの有・無の差、高さの差はわずかであることからわかる。つまり、幅 606mm・高さ 2400,2800,3200mm (アスペクト比 4.04~5.69) では面材の縦継ぎの有無にかかわらず同一仕様とみなしてよい。(□に關係)
- ② 図 5.2.1-2 に幅 910mm と 1000mm のみを取り出して比較したものを示す。これを見ると、高さ・面材の縦継ぎの有無が同じであっても 5%以内に収まっていないので、幅 910mm と幅 1000mm は同一仕様とはみなせない。つまり、幅が異なる場合には同

一仕様とは扱えない。現状の大臣認定では、柱芯間の寸法を限定し、取り付く柱の見つけ寸法の範囲も限定（多くは 105～120mm）としているが、その程度が妥当と言える。

- ③ 図 5.2.1-2 に示す幅 910mm について確認すると、面材の縦継ぎのある場合（塗りつぶし）では高さ 2400mm～3200mm の値はほぼ重なっており、これらは同一仕様とみなせる（高さの低い方から 7.81、7.82、7.77kN/m）。

一方、面材の縦継ぎがない場合は前述のアスペクト比の影響を大きく受け、面材の縦継ぎ有と同一仕様とみなせる範囲に入るのは高さ 3200mm（8.06kN/m／アスペクト比 3.51）のみである。（イに関係）

- ④ 図 5.2.1-2 に示す幅 1000mm について確認すると、面材の縦継ぎのある場合（塗りつぶし）では高さ 2400mm～3200mm の値がほぼ重なっており、これらは同一仕様とみなせる（高さの低い方から 8.30、8.30、8.29kN/m）。

一方、面材の縦継ぎがない場合は前述のアスペクト比の影響を大きく受け、面材の縦継ぎ有と同一仕様とみなせる範囲に入るのは高さ 3200mm（8.65kN/m／アスペクト比 3.16）のみである。（イに関係）

- ⑤ 幅 1820mm（□：面材横 2 枚ばり アスペクト比 1.18～1.66）の高さ 2400mm～3200mm では、表 5.2.1-2 に示すように

A) 面材の縦継ぎ有、無を限定すれば高さ 2400mm～3200mm は同一仕様とみなしてよい

B) 高さを 3200mm に限定すれば、面材の縦継ぎの有無を同一仕様とみなしてよいと判断できる。しかし、実際の認定では B はあまりニーズがないと考えられる。（ハに関係）

表 5.2.1-2 幅 1820mm 内での仕様の差による範囲の考察

アスペクト比 (面材の縦継ぎ 無・有)	高さ (mm) 呼称	面材の縦 継ぎ無 (kN/m)	面材の縦 継ぎ有 (kN/m)	(無-有) / 無の比
1.18、1.20	2400	9.43	8.66	8.17%
1.41、1.43	2800	9.20	8.73	5.11%
1.65、1.66	3200	8.99	8.79	2.22%
高さ 2400mm を基準とした比		0%	0%	
		2.43%	-0.81%	
		4.67%	-1.50%	

- ⑥ 幅 1213 と幅 1365mm（□：面材横 2 枚ばり アスペクト比 1.85～2.24）の高さ 2400mm～3200mm では、表 5.2.1-3、4 に示すように

A) それぞれの幅で、面材の縦継ぎ有、無を限定すれば高さ 2400mm～3200mm はほぼ同一仕様とみなしてよい

※面材の縦継ぎ無の高さ 3200mm のみ 5%を超えているが、その値はわずかで

あるため、運用のしやすさを優先して同一仕様とみなすと判断することが合理的である。

B) それぞれの幅で、高さを 2800mm 以上に限定すれば、面材の縦継ぎの有無にかかわらずほぼ同一仕様とみなしてよい

※幅 1365mm では、高さ 2800mm 以上であってもわずかに 5%を超えるが A)と同様に考えると仮定する。

加えて、表 5.2.1-5 に幅 1213mm、1365mm を合わせて示したが、

C) 幅 1213mm～1365mm の範囲では、面材の縦継ぎ有に限定すれば高さにかかわらず同一の仕様とみなすことができる。また、面材の縦継ぎ無に限定した場合は、高さ 2800mm 以上とすれば同一の仕様とみなすことができる。(ハに關係)

表 5.2.1-3 幅 1213mm 内での仕様の差による範囲の考察

アスペクト比 (面材の縦継ぎ 無・有)	高さ・幅 (mm) 呼称	面材の縦 継ぎ無 (kN/m)	面材の縦 継ぎ有 (kN/m)	(無-有) / 無の比
1.83、1.85	2400、1213	<u>8.08</u>	<u>7.54</u>	6.68%
2.19、2.21	2800、1213	7.84	7.52	4.08% (3.83%)
2.55、2.57	3200、1213	7.63	7.47	2.10% (1.19%)
高さ 2400mm を基準とした比		0%	0%	
		2.60%	0.27%	
		5.57%	0.93%	
高さ 2800mm 以上での (最大値-最小値) / 最大値			4.72%	

表 5.2.1-4 幅 1365mm 内での仕様の差による範囲の考察

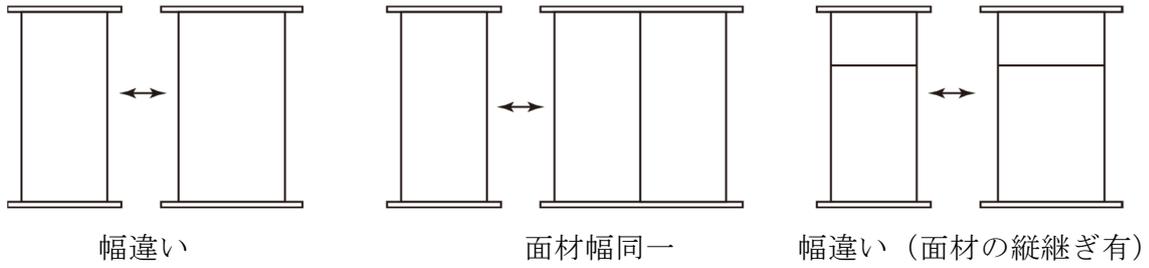
アスペクト比 (面材の縦継ぎ 無・有)	高さ・幅 (mm) 呼称	面材の縦 継ぎ無 (kN/m)	面材の縦 継ぎ有 (kN/m)	(無-有) / 無の比
1.61、1.63	2400、1365	<u>8.18</u>	<u>7.61</u>	6.97%
1.92、1.95	2800、1365	7.96	7.65	3.89%
2.24、2.26	3200、1365	7.77	7.55	2.83%
高さ 2400mm を基準とした比		0%	0%	
		2.67%	-0.53%	
		5.01%	0.79%	
高さ 2800mm 以上での (最大値-最小値) / 最大値			5.15%	

表 5.2.1-5 幅 1213、1365mm 内での仕様の差による範囲の考察

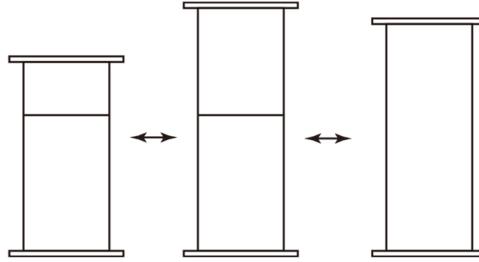
アスペクト比 (面材の縦継ぎ無・有)	高さ・幅 (mm) 呼称	面材の縦継ぎ無 (kN/m)	面材の縦継ぎ有 (kN/m)	(無-有) / 無の比
1.83、1.85	2400、1213	8.08	7.54	6.68%
2.19、2.21	2800、1213	7.84	7.52	4.08%
2.55、2.57	3200、1213	<u>7.63</u>	<u>7.47</u>	2.10%
1.61、1.63	2400、1365	<u>8.18</u>	7.61	6.97%
1.92、1.95	2800、1365	<u>7.96</u>	<u>7.65</u>	3.89%
2.24、2.26	3200、1365	7.77	7.55	2.83%
_(最大値-最小値) / 最大値		6.72%	2.35%	
高さ 2800mm 以上での (最大値-最小値) / 最大値		4.15%	2.35%	

以上をまとめると、

- 面材幅や壁幅が異なる場合は原則別仕様とみなす。
ただし、面材が横に 2 枚貼られる場合で、幅が 1213mm～1365mm の場合は、ほぼ同一仕様とみなしてよい。厳密に 5%ルールを適用する場合には、面材の縦継ぎの有無を分けるか、高さ 2800mm 以上に限定するなどする必要がある。この幅は 1213=910mm+910mm の 1/3 と 1365=910+910mm の 1/2 の寸法であり、2 枚貼られる場合の小さい方の面材の大きさがある範囲に限定する意味がある。
- 同じ面材幅で面材に縦継ぎがある場合には今回の検討範囲の壁高さ違いを同一仕様とみなしてよい。加えて、アスペクト比が 3.5 を超えている場合は、面材の縦継ぎのない仕様も同一仕様を含むことができる。
- 本検討では高さの検討範囲を 2400mm～3200mm としたが、上のように幅や面材の縦継ぎの有無に限定を加えるのであれば、高さの範囲については大壁での定義が参考になるであろう。



×同一仕様とみなせない例



同一幅（面材の横継ぎの有無は問わない）で面材の縦継ぎ有の場合、高さの範囲をある程度確保可能。
 加えて、アスペクト 3.5 を超える場合は面材の縦継ぎ無も加えることが可能。

○同一仕様とみなせる例

図 5.2.1-3 同一仕様とみなせる範囲の例

ただし、幅 910mm と幅 1000mm については②～④では同一の仕様としてみなさないという方針を示したが、WG において、利用面からは単なるモジュールの違いという点を考慮して、以下のような対応も候補に挙がるとの考え方が示された。

表 5.2.1-6 に示すように、幅 910mm と幅 1000mm の差の比は、基準となる値で大きく変わるが、その増加量は高さや面材の縦継ぎの有無が変化しても 0.48kN/m～0.61kN/m の範囲となっていて安定している。この点を踏まえて、モジュール違いの寸法については一定の低減をかけた壁倍率とする方法も考えられる。

表 5.2.1-6 幅 910、1000mm の仕様の差による範囲の考察

アスペクト比 (910・1000)	高さ (mm) 呼称・面材の縦継ぎ有無	幅 1000mm (kN/m)	幅 910mm (kN/m)	増加量	幅 1000mm を 基準とした比
2.52、2.26	2400 縦継ぎ無	9.24	8.92	0.32	3.46%
3.01、2.71	2800 縦継ぎ無	8.93	8.32	0.61	6.83%
3.51、3.16	3200 縦継ぎ無	8.65	8.06	0.59	6.82%
2.55、2.29	2400 縦継ぎ有	8.30	7.81	0.49	5.90%
3.04、2.74	2800 縦継ぎ有	8.30	7.82	0.48	5.78%
3.54、3.19	3200 縦継ぎ有	8.29	7.77	0.52	6.27%
縦継ぎ無限定での (最大値－最小値) / 最大値		6.39%	9.64%		
縦継ぎ有限定での (最大値－最小値) / 最大値		0.12%	0.64%		

5.2.2 その2の方法：10%ルールを用いた解析値での判断

真壁仕様は、わずかな施工誤差が壁倍率に与える影響が大きく、ばらつきが大きな仕様であることは本事業でも確認できた。そのような実際の性能が大きくばらつく仕様の扱いとして、先に示したような5%の範囲にこだわって同一仕様の範囲を決めることに、違和感を覚えるのも事実である。

そこで、このような特徴を持つ当該仕様限定して範囲を10%として同一仕様の判断を決定するという考え方もありえる。まず、その1で示した手順で、判断基準を10%に変更した場合を以下に示す。

以下に示す解析値の一覧は4章の表4.2.3-2を参照のこと。

解析結果について図5.2.2-1に横軸をアスペクト比、縦軸を壁倍率の指標にもとになる4つの指標のうちの最小値として示した。これらから、以下のような傾向が確認できる。

- イ) まず、アスペクト比1~3.5程度までは耐力が8kN程度であるので、基準を8kNとし同一仕様を10%以内と考えるとその範囲は0.8kN以内(グラフの1目盛り1kNの8割以下)に収まる必要がある。
 - ロ) 面材の縦継ぎの有・無(有：塗りつぶし、無：白抜き)について確認すると、アスペクト比が大きくなると有と無の差は少なくなる傾向がある。
- これを横方向に面材が1枚(マル●○)と2枚(シカク■□)を分けて考察すると、
- ハ) 2枚の場合、アスペクト比が小さくなるが、面材の縦継ぎの影響が小さい。また、最も差が大きいものを確認しても10%以内に収まり同一仕様とみなせる。
 - ニ) 1枚の場合、高さが2400mmの場合(アスペクト比2.29~2.55)を除けば10%以内に納まり、面材の縦継ぎの有無は同一仕様とみなせる。

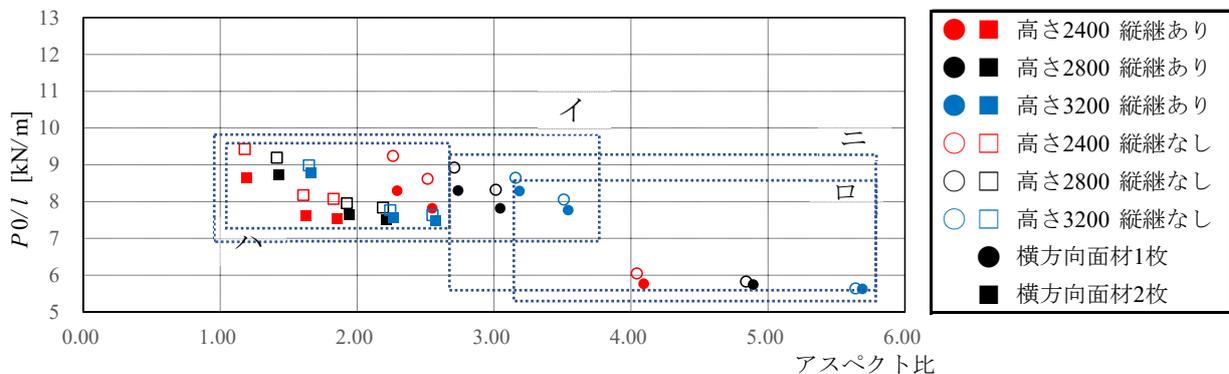
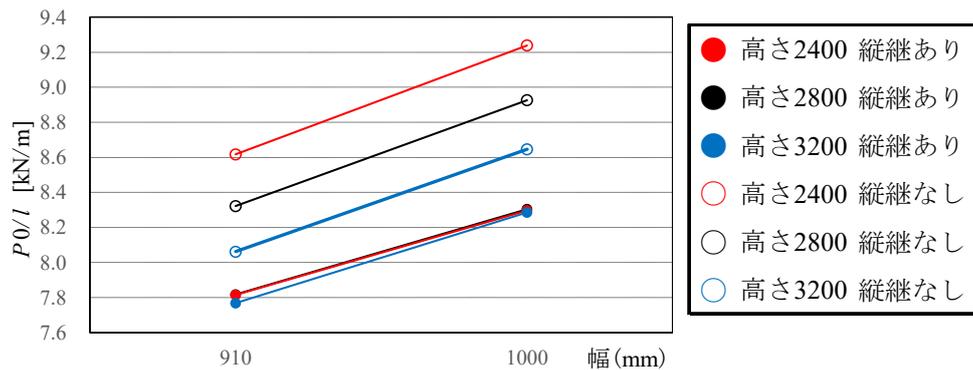


図 5.2.2-1 解析結果のまとめ



※面材の縦継ぎの有は高さ 2400,2800,3200 がほぼ重なっている。

図 5.2.2-2 幅 910 と 1000 の比較

具体的な寸法別に確認すると以下ようになる。(以下、幅、高さについては呼称で示している。アスペクト比は内法寸法で算出している。)

- ① 図 5.2.2-1 から、アスペクト比が 3.5 より大きくなると、面材の縦継ぎの有・無の差、高さの差はわずかであることからわかる。つまり、幅 606mm・高さ 2400,2800,3200mm の値 (アスペクト比 4.04~5.69) は面材の縦継ぎの有無にかかわらず同一仕様とみなしてよい。(ロに関係)
- ② 図 5.2.2-2 および表 5.2.2-1 (表 5.2.1-6 の再掲) に幅 910mm と 1000mm を取り出して比較したものを示す。これを見ると、同一高さで面材の縦継ぎの有無が限定される場合、幅 910mm と 1000mm は、10%以内に収まっているので同一仕様とみなせる。
- ③ 面材の縦継ぎ有に限定すると、幅 910mm と 1000mm は高さにかかわらず同一仕様とみなせる。
これに面材の縦継ぎ無を含めようとすると、最大 9.24kN/m (幅 1000mm)、最小 7.77kN/m (幅 910mm) で 15.9%の差となってしまうため、同一仕様とはならない。
- ④ 幅 910mm に限定して確認すると、面材の縦継ぎのある場合 (塗りつぶし) では高さ 2400mm~3200mm の値はほぼ重なっており、これらは同一仕様とみなせる (高さの低い方から 7.81、7.82、7.77kN/m)。一方、面材の縦継ぎがない場合は前述のアスペクト比の影響を大きく受け、面材の縦継ぎ有と同一仕様とみなせる範囲に入るのは高さ 3200mm (8.06kN/m/アスペクト比 3.51) と高さ 2800mm (8.32kN/m/アスペクト比 3.01) となる。(ロ、ニに関係)
- ⑤ 幅 1000mm に限定して確認すると、面材の縦継ぎのある場合 (塗りつぶし) では高さ 2400mm~3200mm の値がほぼ重なっており、これらは同一仕様とみなせる (高さの低い方から 8.30、8.30、8.29kN/m)。一方、面材の縦継ぎがない場合は前述のアスペクト比の影響を大きく受け、面材の縦継ぎ有と同一仕様とみなせる範囲に入るのは高さ 3200mm (8.65kN/m/アスペクト比 3.16) と高さ 2800mm (8.93kN/m/アスペクト比 2.71) となる。(ロ、ニに関係)
- ⑥ 面材の縦継ぎ無しに限定しても、幅 910mm と 1000mm は最大 9.24kN/m (幅 1000mm)、最小 8.06kN/m (幅 910mm) で、12.8%の差があるので同一仕様とはならない。
しかし、面材の縦継ぎ無しに限定し、かつ、幅を 910mm か 1000mm に限定すると、高さ 2400mm から 3200mm の範囲では 10%以内となっているので、同一仕様とみなせ

る。

- ⑦ 幅 1820mm (□: 面材横 2 枚ばり アスペクト比 1.18~1.66) の高さ 2400mm~3200mm では、表 5.2.2-2 に示すように全て 10%以内となることから、今回の検討範囲は同一の仕様とみなせる。(ハに關係)
- ⑧ 幅 1213 と幅 1365mm (□: 面材横 2 枚ばり アスペクト比 1.85~2.24) の高さ 2400mm~3200mm では、表 5.2.2-3 (表 5.2.1-5 の再掲) に示すように、全て 10%以内となることから、今回の検討範囲は同一の仕様とみなせる。(ハに關係)

表 5.2.2-1 (表 5.2.1-6 再掲) 幅 910、1000mm の仕様の差による範囲の考察

アスペクト比 (910・1000)	高さ (mm) 呼称・面材の縦継ぎ有無	幅 1000mm (kN/m)	幅 910mm (kN/m)	増加量	幅 1000mm を基準とした比
2.52、2.26	2400 縦継ぎ無	9.24	8.92	0.32	3.46%
3.01、2.71	2800 縦継ぎ無	8.93	8.32	0.61	6.83%
3.51、3.16	3200 縦継ぎ無	8.65	8.06	0.59	6.82%
2.55、2.29	2400 縦継ぎ有	8.30	7.81	0.49	5.90%
3.04、2.74	2800 縦継ぎ有	8.30	7.82	0.48	5.78%
3.54、3.19	3200 縦継ぎ有	8.29	7.77	0.52	6.27%
縦継ぎ無限定での (最大値-最小値) / 最大値		6.39%	9.64%		
縦継ぎ有限定での (最大値-最小値) / 最大値		0.12%	0.64%		

表 5.2.2-2 (表 5.2.1-2 再掲) 幅 1820mm 内での仕様の差による範囲の考察

アスペクト比 (面材の縦継ぎ 無・有)	高さ (mm) 呼称	面材の縦 継ぎ無 (kN/m)	面材の縦 継ぎ有 (kN/m)	(無-有) / 無の比
1.18、1.20	2400	9.43	8.66	8.17%
1.41、1.43	2800	9.20	8.73	5.11%
1.65、1.66	3200	8.99	8.79	2.22%
高さ 2400mm を基準とした比		0%	0%	
		2.43%	-0.81%	
		4.67%	-1.50%	
(最大値-最小値) / 最大値		8.17%		

表 5.2.2-3 (表 5.2.1-5 再掲) 幅 1213、1365mm 内での仕様の差による範囲の考察

アスペクト比 (面材の縦継 ぎ無・有)	高さ・幅 (mm) 呼称	面材の縦 継ぎ無 (kN/m)	面材の縦 継ぎ有 (kN/m)	(無-有) / 無の比
1.83、1.85	2400、1213	8.08	7.54	6.68%
2.19、2.21	2800、1213	7.84	7.52	4.08%
2.55、2.57	3200、1213	7.63	7.47	2.10%
1.61、1.63	2400、1365	8.18	7.61	6.97%
1.92、1.95	2800、1365	7.96	7.65	3.89%
2.24、2.26	3200、1365	7.77	7.55	2.83%
(最大値-最小値) / 最大値		6.72%	2.35%	
(最大値-最小値) / 最大値		8.68%		

以上をまとめると、

- 幅違いは、以下に示すもの以外、原則別仕様とする。
 - 1) 面材幅の 910mm と 1000mm といったモジュールの違いは、面材の縦継ぎ有に限定すると、今回の高さの検討範囲内 (2400mm~3200mm) を全て含めて同一の仕様と見なすことができる。
 - 2) 面材が横に 2 枚貼られる幅が 1213mm~1365mm の場合は、面材の縦継ぎの有無にかかわらず、かつ、今回の高さの検討範囲内 (2400mm~3200mm) を全て含めて同一仕様とみなしてよい。この幅は、 $1213=910\text{mm}+910\text{mm}$ の $1/3$ と $1365=910+910\text{mm}$ の $1/2$ の寸法であり、2 枚貼られる場合の小さい方の面材の大きさがある範囲に限定する意味がある。
- 面材が横に 2 枚貼られる幅が 1820mm の場合は、面材の縦継ぎの有無にかかわらず、かつ、今回の高さの検討範囲内 (2400mm~3200mm) を全て含めて同一の仕様とみなしてよい。

以上に示したように、判断基準を 10%とした場合には、5%と比較して運用上すっきりとしたわかりやすいルールとなる。仕様が限定された大臣認定は、実際の利用時に設計者や施工者だけでなく、確認検査機関での間違いやチェック漏れを誘発するおそれがあり、本事業も、そういったマイナス面を払拭することが目的であることから、わかりやすいルールとすることが望ましいと言える。

このようなルールで設定された大臣認定仕様を利用する際には、以下に示すような場合が考えられるが、問題が生じる部分の対応を行えば可能と考えられる。

(ア) 柱脚柱頭金物への配慮

壁倍率は単に想定より高い値であれば安全側とは言えない。具体的には、施工された真壁耐力壁が想定より高い値を示した際に問題となるのは柱脚柱頭金物の性能を超えてしまうことである。このことを避けるためには、指定された壁倍率で設定した柱脚柱頭金物よ

り1ランク上のものとする等の条件を付けることが考えられる。現在においても、大臣認定の性能評価では壁倍率の上限と下限の差を10%以下とする方法もあり、その場合には、柱脚柱頭金物の強度の割り増し等の付帯条件が付くが、これと同様の設定をルール化してしまうというものである。

(イ) 偏心への配慮

適用範囲を広げる場合は偏心に与える影響も考慮する必要がある。ただし、壁倍率が想定より高くなる場合であれば、実際の壁量が増えるため偏心には問題が生じないと考えられる。

以上のことから、運用上は壁倍率が高くなるルールを設定し、(ア)で示した柱脚柱頭金物への配慮を行えば問題は生じないと考えられる。

ここで示した10%での判断による同一仕様とみなせるパターンを整理したものを別添「大臣認定真壁の一仕様とみなせる範囲の規定案」に示す。

第6章 添付資料

6.1 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	令和3年8月16日(月) 15:00~16:10	Zoomによるオンラインミーティング
第2回	令3年12月23日(木) 14:00~15:30	同上
第3回	令和4年2月21日(月) 18:00~19:30	同上

次ページから、委員会の議事録を掲載する。

第1回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討委員会

日時	2021年8月16日 月曜日 15:00~16:10				
場所	ZOOM				
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	槌本敬大	中島昌一	山崎義弘
		伊藤嘉則	今西達也	逢坂達男	坂口晴一
	オブザーバー	小谷竜城			
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美		

配付資料

資料 01:関係者名簿

資料 02:S33 補助事業の概要(交付申請書抜粋)

資料 03:R02 成果報告パワポ

資料 04-1:S33 実験計画 全体

資料 04-2:S33 試験体図

資料 04-3:S33 要素試験リスト・内容

資料 05:真壁の解析的検討

資料 06:年間スケジュール

参考資料 01:R02 報告書 まとめと今後の課題 4章解析

参考資料 02:R02 報告書 まとめと今後の課題 6章実験

1. 事業内容の説明・国交省挨拶(資料 01~05)

事業内容、実験計画については事務局から、解析については日総試・今西氏より説明。

2. 実施内容についての指摘事項

実験についての指摘事項はなし。解析については以下の指摘事項があった。

- ・ 面材と軸材の接触バネは、端部圧縮の要素実験の値と比較してかなり低めな値になっている。要素実験では余長が十分ある部分圧縮(材の長さ 300or350mmに対し、鉄板の幅は 100mm以下)となっているが、実大の実験では余長の影響は無い。このことが解析結果に影響しているのではないかと。めりこみは余長の影響が大きいので。また、摩擦は考慮しているのか。→余長の影響の可能性はある。今年度の要素実験では、試験機の対応が可能であれば、余長が無い場合のデータも取得するのが良いか。また、摩擦の影響は考慮しておらず、全て接触バネで再現するようにしている。
- ・ 実大実験では、面材の軸材へのめり込みは要素実験のように全体で加力されるのではなく、回転しつつ生じると思うが、それにはどう対応していることになるか。

→複数のバネを設けることで再現している。ただし、全てを同じバネとしてよいかどうかは、議論の余地はある。

→厳密に言うと、実大実験では、面材の端部でのめり込みは片方に余長が十分あるものとなるが、面材の中央は余長が無いものとなる。前の・(ポツ)でも議論となったが、要素試験において、両側に余長が十分にあるもの、片側だけのもの、余長が無いものの3種類を実施して、データを確認しておくことは必要かもしれない。

- ・ 面材同士の接触バネは面材と軸材の接触バネと同じものか。

→面材同士の接触バネは資料 05 p.7 に示してある通り別の値としている。この部分の要素実験は S33 では実施しておらず、S27 での検討の際に実施している。

5. その他

- ・ 次回以降の予定は以下の通り。

WG02: 9/1(水)18:00~(@ZOOM)

委員会 02: 12/23(月)14:00~(@ZOOM)

第2回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討委員会

日時	2021年12月23日 木曜日 14:00~15:30				
場所	ZOOM				
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	槌本敬大	中島昌一	山崎義弘
		伊藤嘉則	今西達也	逢坂達男	坂口晴一
	オブザーバー	小谷竜城			
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美		

配付資料

資料 01: 前回議事録(8/16)関係者名簿

資料 02: 真壁実大実験とりまとめ

資料 03-1: 真壁の解析的検討

資料 03-2: 面材と土台・柱の接触ばね検討

資料 04: 年間スケジュール

1. 前回議事録の確認(資料 01)

誤字を修正(余丁→余長)。

2. 真壁実験速報(資料 02)

- ・ 11月末(11/24~11/30)に実施した真壁の実大実験のとりまとめの進捗を報告。面材の縦継ぎの有無、高さの違いについての実験結果での傾向を説明。
- ・ 昨年度と全く同じ仕様で実施した今年度の結果に差がある。今年度の高さ方向での比較検討の際には、昨年度の結果を同じグラフ内には示さずに、今年度の結果のみを示した方がよいか。昨年度と同仕様の比較については、今後実施する要素試験の結果やロット等の材料の差の検証を踏まえて別途整理しておく。
→基本的にはそういうまとめ方でよいが、昨年度の結果も含めた全体の結果を示したのももるとよい。
- ・ 実験時に面材の隙は確認しているか。
→試験体施工後に軸材と面材、面材と面材の隙間を計測している。その結果については今後整理する予定。
- ・ 実験時に受材の変形等による影響は見られたか。変形時には柱と一体となっていたか。
→破壊性状を確認すると一部の試験体で受材の割れや浮きが見られるが、全体的にはあまり影響を与えていないと考えている。

- ・ D-4(面材の縦つぎあり、高さ 3200 幅 910)の包絡線を見ると、3 体間でばらついているが、この原因は何か。
→D-4-1、D-4-2 についてはなぜ差が生じているかは今後確認する。D-4-3 は面材の土台へのめり込みの後に踏み外しが起こらず面材が座屈してしまった。その影響で他の 2 体とは異なり最大耐力が高くなっていると考えている。
- ・ くぎの破壊モードはどのような形で整理するか。D-4 で最大耐力以降で包絡線に差が生じているのはくぎの引き抜けやパンチングアウトの影響があるものと思われる。
→現段階で破壊性状の整理としてくぎの引き抜け、パンチングアウトが生じたかどうかのチェックは示しているが、いつそれが生じたか等の確認はできていない。特にばらつきのある試験体についてはそのあたりも今後整理しておく。
- ・ 壁倍率の比較のグラフにおいて、アスペクト比に応じた整理をしているが、どの試験体がどの点に対応しているか分からないため凡例等を示しておく。

3. 真壁解析的検討の進捗(資料 03 シリーズ)

- ・ 昨年度からの検討を踏まえ、解析モデルの修正を重ね、概ね実験結果と合う解析結果が得られるようになってきたが、面材幅 1820 のものについては、剛性、耐力ともうまく合わない。そのためばねの特性を調整しながら検討を進めているところである。

(今後の検討の方針)

- ・ この事業としては、同一仕様とみなせる範囲を確定するという目的に対して、現状の解析モデルでパラスタを進めていくこととする。幅 1820 は実験結果を見ても 910 などとは同一仕様とみなすことはできないことは明らかなのでパラスタの対象から外すという考え方もある。
→幅 1820 の解析結果が実験結果と合わない点について、もし解析モデルの修正の見通しが立つのであれば進める。その場合、幅 1820 以外の結果に影響が及ばないような修正とすることが必要。
→解析モデルの修正については、本事業の締め切りまで時間があまりないため、可能な範囲で検討する。また、解析モデルの修正ができるかどうかに関わらず、幅 1820 もパラスタの対象とするのがよい。同一仕様の範囲の検討だけであれば必要ないが、現状の解析モデルで実験結果と解析結果が合わない理由の考察を併せて示しておく。
- ・ パラスタで検討しようとしている範囲は、資料 3-1 p7 に示したものとし、くぎの性能の違い、面材の違いを含めて検討の対象としない。面材の位置(面一)、くぎピッチ、受材の寸法等の仕様は限定する。

(解析モデルに関連する追加検討)

- ・ 解析上、面材同士が接触した後は、どのような挙動となっているか。面材間の隙間に設けた接触ばねの特性を見ると、隙間がなくなった後は剛としている。面材同士のすべり(せん断ずれ)はどのように再現しているか。

→面材同士が接触した後のモデルがどうなっているか、面材同士のばねの設定の考え方を今後の資料で詳しく示す。

- ・ 面材を幅方向に継ぐ場合、継手間柱の断面寸法によって耐力が異なると思われる。今回の議論の主旨とは異なるが、継手間柱の寸法を現在の 45×90mm から変えた場合にどのような結果となるか整理してほしい。

→継手間柱の断面寸法が変わった場合の影響については確認する。

(解析モデルに関する質疑)

- ・ 資料 3-2 に示すような面材と土台のばねの調整を進めているのは、実験で生じているような面材の踏み外し等の面外変形を考慮したモデルに修正することを意図しているのか。
→土台のめり込みは再現できると思うが、面材の踏み外しについては解析に反映することは難しい。
- ・ 解析および実験結果の比較のグラフにおいて、横軸は見かけのせん断変形か、真のせん断変形か。
→実験は見かけのせん断変形で整理している。解析も同様。
→真のせん断変形とした場合は解析結果が変わってくるか。
→解析では柱・梁をピン接合としており、柱頭・柱脚の接合部の変形は生じないようなモデルとなっているため変わらない。ただし、実験の方で柱頭・柱脚の接合部の変形があったとすると、ここで示している比較は、解析の方が剛性を高めに見ていることになる。
- ・ 解析ソフトは何を使用しているか。
→Marc を使用している。接触問題に強い解析ソフトである。

5. その他

- ・ 次回以降の予定は以下の通り。
WG04: 1/7(金)18:00～(@ZOOM)
委員会 03: 2/21(月)18:00～(@ZOOM)

第3回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討委員会

日時	2022年2月21日 月曜日 18:00~19:30				
場所	ZOOM				
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	槌本敬大	中島昌一	山崎義弘
		伊藤嘉則	今西達也	逢坂達男	坂口晴一
	オブザーバー	小谷竜城			
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美		

配付資料

資料 01: 前回議事録(12/23)

資料 02-1: 第2章

資料 02-2: 第3章

資料 02-3: 第4章

資料 02-4: 第5章

資料 03: 報告書目次案

資料 04: 年間スケジュール

1. 前回議事録の確認(資料 01)

- ・ 前回の委員会で質問のあった、継手間柱の寸法の違いによる壁倍率への影響については、解析結果からほとんど影響がない(壁倍率は変わらない)ことが分かった。

2. 本事業のとりまとめ方針(資料 02 シリーズ)

(解析の修正点について(資料 02-2、02-3))

- ・ 面材と土台・梁の接触ばねを、資料 02-2 に示す部分圧縮試験の両側余長なしで得られた結果を用いることとした(これまでは両側余長ありの値を使用、今回はより実態に近づけたことになる)。それにより、幅 1820 の試験体においても解析と実験の荷重-変形曲線が概ね合うようになった。

(最終のとりまとめ方針(資料 02-4))

- ・ 資料 02-4 のアスペクト比と壁倍率の関係を示したグラフ(図 5.2-1)の通り、実験結果はばらつきが大きくここから何らかの提案ができるようなものではない。そのため解析結果より本事業のとりまとめ方針を示すこととした。

(同一仕様とみなせない)

- ①面材の幅違い(910 と 1000 を含む、縦継ぎがあってもなくても)

②面材の横継ぎのあり・なし(=幅違い ex.幅 1P と 2P)

(同一仕様とみなせる)

③同一幅で縦継ぎありの場合の高さ違い

加えて、アスペクト比が 3.5 を超える場合の縦継ぎなしのもの

④面材の横継ぎあり(2 枚の場合)で、幅が 1213mm、1365mm の場合のみ同一仕様とみなしてよいとする。

- ・ 解析での面材の仕様はどのような想定か。また面材周囲の隙間はいくつとしているか。
→面材の仕様は、構造用合板 9mm、全層カラマツで、ヤング係数等の諸元は資料 02-3 の表 4.2.1-1 を参照。面材周囲の隙間は、軸材と面材の隙が 1mm、面材同士の隙が 2mm としている。いずれも実験と仕様を揃えている。なお受材は動かないものとしてモデル化しておらず、軸材と面材を直接ばねでつないでいる。
→面材と軸材がぶつかった後、摩擦は考慮されているのか。
→解析モデルでは、摩擦は入っていない。
- ・ 資料 02 シリーズでの「高さ 2400」等の値は面材の寸法を示しているのか。「高さ 3200」の場合 1 枚張り(縦継ぎなし)は現実的にはない材料の寸法になっていないだろうか。
→高さ 2400、2800、3200 は試験体仕様を示す呼称寸法であり、実際の面材の寸法は寸法(内法)で示している。試験体の作成にあたって、桁上面～土台下面の高さを概ね呼称の寸法とし、実際の寸法は面材くぎの高さ方向のピッチを 100mm で揃える(中央でのピッチ調整なし)ことを優先して決定した。今回の試験体において、呼称寸法で高さ 3200mm・縦継ぎなしの場合、面材の高さは 2825mm となり 3×10 版で製作した。なお、幅寸法は柱の芯々寸法を示す。高さ・幅の寸法は解析モデルも同じ。
- ・ 実験で面材厚さを 12mm に変えた場合、どのような結果が得られそうか。
→面材の土台・桁の踏み外しが生じるタイミングがどのように変わるかが分からないため、実験をしてみないと分からない。
- ・ 本事業の検討結果の適用範囲として、最終的にはどのような前提条件を設けることになるか。壁倍率が 5 倍以上のものも想定することになるか。
→構造用合板で、使用する樹種(スギ以外の針葉樹)、くぎピッチ(@100mm)等を限定することになる。壁倍率としては 4 倍前後のものになると思われる。
→例えばくぎピッチを変更して、壁倍率を上げるような検討をしたくても、面材のはらみだしのタイミングが変わるため解析では追えない。昨年度は面外方向の変形を考慮した解析モデルとされていたが途中で計算が止まった。そのため今年度の解析では面外方向の変形は拘束している。
- ・ 図 5.2-1 から実験結果は幅・高さが同じ試験体であっても壁倍率のばらつきが大きいことが分かった。一方で今回は解析結果から同一仕様と見なせる範囲を設定しようとしている。実際の

壁倍率の取得時にはばらつきの大きい実験値でたまたま壁倍率が決まることを考えると、解析値でその適用範囲を決めるのは問題ないのだろうか。

→厳密には確かに指摘の通りの懸念があるが、実際には低減係数をかけることで安全率が加味されていると考えている。

- ・ ④について、資料 02-4 で「ここでは、本検討では高さの検討範囲を 2400mm～3200mm としたが、大壁の定義が参考になる」とある。今回検討した範囲よりももう少し広げることができる可能性があるということか。
→真壁では、試験機の高さの限界等の理由があり、今回の検討範囲となっている。解析結果を見る限りは、大壁の検討結果と同様の高さの範囲として検討する余地はあるだろうということを示している。
- ・ 壁倍率取得の 5%ルールは上限と下限の差が 5%以下である。評価試験の壁倍率が、認定される倍率の-2.5%～+0%の範囲とすることになっている。
→図 5.2-1 を見ると、同じ壁幅・高さの仕様であってもそもそも 5%に入っていない。
- ・ 実験による壁倍率が大きくばらつく真壁仕様に限って、5%ルールを緩和する可能性は考えられるか。
→性能評価では壁倍率の上限と下限の差を 10%以下とする方法もある。その場合には、柱脚・柱頭金物の強度の割り増し等の付帯条件が付く。
→接合部を補強することで壁の適用範囲を広げることができるかとすると、合理的ではないだろうか。例えば、5%ルールを緩和する場合には、N 値法で指定される金物のランクを 1 もしくは 2 段階性能の高いものにしておく、といったような条件だと分かりやすい。
- ・ 適用範囲を広げる場合は偏心に与える影響も考慮する必要がある。ただし、5%よりも壁倍率が高くなる場合であれば、壁量が増えるため、偏心が増えてもあまり問題はなさそう。
- ・ 資料に示したような解析値を用いて適用範囲を決める方法もあり得るが、以上のような考え方で整理することもあり得る。報告書には両方の考え方を併記する。
- ・ 以前の委員会でも挙げたが、面材の周辺の隙間を大きく開けて(柱とは 5mm 程度、土台・桁とはそれ以上をイメージ)大壁と同じような挙動となるような使い方も解決方法の一つとして、報告書に示しておいてほしい。

5. その他

- ・ 第 5 章まとめについては、報告書提出前に、今回の議論を反映したものを各委員に共有し確認していただく。別途事務局より連絡。

6.2 ワーキンググループ議事録

本事業で実施した WG、解析打合せは以下の通りである。

	日 時	場 所
第 1 回	令和 3 年 7 月 8 日 (木) 16 : 00 ~ 17 : 30	Zoom によるオンラインミーティング
第 2 回	令和 3 年 9 月 1 日 (水) 18 : 00 ~ 19 : 30	同上
第 3 回	令和 3 年 10 月 27 日 (水) 18 : 00 ~ 19 : 00	同上
第 4 回	令和 4 年 1 月 7 日 (金) 16 : 00 ~ 17 : 30	同上
第 5 回	令和 4 年 2 月 18 日 (金) 16 : 00 ~ 17 : 00	同上

次ページから、WG の議事録を掲載する。

第1回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討 WG

日時	2021年7月8日 木曜日 16:00~17:30				
場所	ZOOM				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	青木謙治	中川貴文	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子	安井信行		
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
	事務局	平野陽子	中村亜弥子	山崎渉	

配付資料

資料 01:関係者名簿

資料 02:S33 補助事業の概要(交付申請書抜粋)

資料 03:R02 成果報告パワポ

資料 04-1:S33 実験計画 全体

資料 04-2:S33 試験体図

資料 04-3:S33 昨年度の要素試験リスト

資料 05:真壁の解析的検討

資料 06:年間スケジュール WG01(5/27)議事録

参考資料 01:R02 報告書 まとめと今後の課題 4章解析

参考資料 02:R02 報告書 まとめと今後の課題 6章実験

1. 今年度の事業概要(資料 01、02、03)

- ・ 今年度の実施概要について事務局より説明。
- ・ 資料 01 の関係者名簿について、2名の役職名等を以下の通りに修正する。
 納富昭光 国土交通省 住宅局 参事官(建築企画担当)付
 安井信行 一般財団法人日本建築総合試験所 試験研究センター 構造部 主席専門役

2. 今年度の実験概要(資料 04 シリーズ)

(真壁実験)

- ・ 今年度の実施を予定している真壁実験のバリエーション、試験体図について事務局より説明。
 予算上、7仕様(3体ずつ)を実施。試験体の桁に使用するベイマツが入手できないため実験時期を11月末としているが、材の入手が確定できたわけではない。
- ・ 試験体の高さ寸法について、呼称が2800のものは面材高さ(横架材間内法高さ)が2451mmとなっており、呼称と面材の高さに差があるため違和感がある。大壁の試験体、昨年度の試験体に比べて試験体寸法の決め方に違いがあるか。
 →昨年度の真壁実験と同じ高さ寸法としており、呼称、面材高さを併記している。また昨年度の検証において、アスペクト比は面材高さを用いている。今年度も同様にする。大壁の検討の

際には、面材高さ(横架材間距離+面材の上下のかかり)を用いてアスペクト比を算出している。また、大壁と同様に高さ方向のくぎピッチは全て100mmとしており、途中でくぎピッチを調整することはないようにしている。

- ・ 今後ベイマツが入手できない場合は、桁の樹種を変更してもよいのでは。その際には、要素実験を昨年度並みに実施する必要がある。
→樹種を変更する場合は別途相談する。

(要素試験)

- ・ 今年度は要素試験を実施するか。
→実験に用いた材が昨年度と大きく変わらないとを確認するためと、解析に使用しているデータを取得するため、最低限の実験を行う。資料 04-3 に示す以下の3種類を実施する。
 - ③部分圧縮試験(端部圧縮)
 - ⑥くぎせん断試験(受材と面材)
 - ⑨面材圧縮試験(繊維直交方向、繊維平行方向)

3. 解析の進捗状況(資料 05)

- ・ 資料 05 に示すように、解析モデルの軸材を梁要素、面材をシェル要素に変更して検討を進めた。解析モデルは、昨年度の試験体 A-5 と同じ仕様で呼称 2800×1820(縦継ぎあり、面一)で作成した。面材のヤング係数等の値の変更、くぎモデルの変更等の調整を経て、概ね昨年度の実験結果と合う解析結果が得られた。
- ・ 面材と軸材の接触用バネの設定について、当初設定したモデルからバネ特性を変更しているが、これはどのような考え方で変更したのか。
→面材と軸材の接触用バネは、部分圧縮試験(端部圧縮)から得られた σ 、 ε から負担幅100mm 当たりのバネ特性(P、 Δ)を算出している。当初、得られた ε からバネ特性に変換するにあたって、軸材の変形が、軸材断面の高さ方向の半分(52.5mm)に影響するものと仮定していたが、それを軸材断面の高さ方向の全体(105mm)に影響するものとしてバネ特性を変更した。解析結果を合わせるように修正したわけではなく、実験結果に基づき修正している。
- ・ 修正後の解析結果の荷重変形関係のグラフを見ると、最大耐力以降で下がっている。これは、面材くぎのせん断力の低下が影響しているものとして考えてよいか。
→その影響と考えている。
- ・ 解析結果と実験結果の荷重変形関係のグラフを比較すると、最大耐力以降は実験結果の方が下がっている(ここで、急激に耐力が下がっている試験体は受材の留め付けが直列であることから受材が破断してしまったため比較対象からは除く)。この差は何か。
→実験においては、面材の面外への踏み外しと、4枚の面材が隣り合う中央部分で、面材の支圧によって角が欠ける、浮き上がる等により、面材間での力の伝達ができなくなってしまうことが原因として考えられる。また、実験の写真では、面材下部での縁切れ等、破壊が伴う現象が生じているかどうかを確認できていない。もしそれらの現象が生じているのであれば、解析では表現できておらず、その分の耐力低下は追えていない。
- ・ 今後は昨年度実施した実験の他の仕様の解析を進め、解析モデルの妥当性を検証する。

4. その他

- ・ 次回以降の予定は以下の通り。

委員会 01: 8/16(月)15:00～(@ZOOM)

→委員会資料は、実験関係は本WG資料、解析関係は今後検討が進んだところまでの資料を用意。

WG02: 9/1(水)18:00～(@ZOOM)

第2回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討 WG

日時	2021年9月1日 水曜日 18:00~19:30				
場所	ZOOM				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	青木謙治	中川貴文	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子	安井信行		
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
	事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美	

配付資料

- 資料 01: 前回 WG 議事録(210708)
- 資料 02: 試験概要 210901
- 資料 03: 要素試験リスト・内容_追記
- 資料 04: 真壁の解析について
- 資料 05: 年間スケジュール

1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)

2. 今年度の実験実施について(資料 02、03)

(真壁実験)

- ・ 当初の想定通り材料の調達が可能となったこと、予算を調整できたことにより今年度の真壁実験は、計画通り実施する。

(要素試験)

- ・ 第1回委員会(8/16)で、実施予定の要素試験のうち部分圧縮試験(端部圧縮)について、面材を想定した鋼板に対して軸材(柱・土台、梁)の余長を変更した試験を追加で実施し、解析での接触ばねに反映した方がいいのではないかと指摘があった(従来は余長は両側のみ実施。追加の提案は片側余長、余長なしの2種類)。今回の要素試験の一部として実施した方がよいか。
→解析に用いるデータとして実施する。

3. 解析の進捗状況(資料 04)および取りまとめの方針について

- ・ 資料 04 は、前回 WG までに検討した解析モデルで、昨年度実施した真壁実験の A-5(2800×910、2P)以外の仕様(A-1(2400×910)、A-2(2800×606)、A-3(2800×910)、A-4(2800×1213))についての解析結果を示したものである。
- ・ 解析条件と合わせて、実験結果からフレーム耐力(C-1(2800×910))を差し引いたものと解析結果を比較したところ、A-1、A-3、A-4 は概ねあっていたが、A-2 では解析結果の方が初期剛性が低く、A-5 では解析結果の方が耐力が高い結果となった。そこで、これまでのくぎモデル

(昨年度の解析で適用したくぎモデルで、基整促 S27 大壁での検討時にくぎせん断試験(ロケット型、単調載荷)から作成したくぎモデルの負勾配を変更したもの)から、昨年度のくぎせん断試験(ロケット型、単調載荷)の結果に基づき初期剛性・耐力を変更したくぎモデルで再度解析したところ、実験結果と解析結果で初期剛性は概ね一致した。ただし、A-5 は解析結果の方が耐力が高い結果となった。

→A-1 は高さが異なるため、C-1 のフレーム耐力を引く場合は、高さを考慮した値に変換した方がよい。

- ・ 解析モデルでは柱と梁の接合部はどのような設定としているか。

→フレームの耐力を加味しないようピンとしており、ばねは入れていない。

→柱と梁の接合部は軸の交点にピンとしているが、梁に剛域を設定して、柱端部をピンにする方が解析モデルとしてはよいのではないか。

- ・ A-5 の解析結果の方が低い理由としては面材同士の接触の影響が大きいのではないかと考えている。

→その場合、A-4 も面材同士の接触が生じるため、解析が合わない理由としては疑問が残る。

→単調載荷の試験結果に基づいたくぎモデルの影響があるのでは。くぎの劣化を考慮し、繰り返し載荷で得られた試験結果によるくぎモデルとすれば合ってくるかもしれない。

- ・ 昨年度の報告書のまとめ(図 6.1-10)に示された、横軸をアスペクト比、縦軸を壁倍率として各仕様の結果を示したグラフについて、昨年度はアスペクト比が小さいものが壁倍率が高くなるが A-1、A-4 がその傾向から外れているという解釈をしていたが、そうではなく A-5 だけがその傾向から外れているという見方もできる。後者の見方をすれば、A-5 の実験結果は解析で追えている耐力要素の範囲で検討した想定よりも低いものであるとの解釈となり、今回の解析結果について説明ができるのでは。

→面材が面外へはらむ影響によって、解析と実験にずれが生じている可能性が考えられるが、そのタイミングを解析モデルに反映する必要があるため、同一の形状の実大実験を観察することが必要となる。

→まずは昨年度の実験時の映像があるものを、共有ドライブにアップする(事務局)。解析モデルに反映できる点があるかどうか確認してみる。加えて、今回の解析結果も昨年度の実験結果と同様にアスペクト比などで整理し、比較してみる。

- ・ 上記を踏まえ、今年も 2800×1820 2P の試験を実施するのがよいのではないか。

→予算上、試験体数の上限は現在の 21 体から増やすことは難しい。各仕様で 2 体実施に変更して、2P を増やすのであれば予算上はおさまるが、実験結果の取り扱いが難しい。

→現在計画している高さ違い、面材の縦継ぎの有無の確認を優先することとし、試験体数、仕様の変更はしないこととする。

- ・ 解析を含めた取りまとめの方針として、2P については、解析と実験結果が合わないことから、あくまで参考として解析的検討の結果を示すようにする。

→例えば、解析結果から、幅方向は 1365mm まで、高さ方向は±400mm が同一仕様と見なせる結果を得られたとすると、実験によって確認していない幅 1365、高さ 3200 も同一仕様と見なせるとしてしまうことは問題があるのではないだろうか。

→本事業の取りまとめでは、その点も踏まえて同一仕様の範囲を提案するものとし、実験による確認は一部の仕様に留まっているということを示す。その中で同一仕様から外れたものについては、全くダメなものか、実験的検証をしてみないと分からない(解析だけでは判断がつかない)ものかを振り分けて、課題として整理する。

→現段階において明確にできそうな最低限の範囲としては、幅方向のモジュール違い(910、1000)、面材の高さ方向の継ぎの有無の違いがある。これに加え 1P プラス α の幅の範囲、高さの範囲の検証ができれば、最終的な提案に繋げることができると考えられる。

4. その他

- ・ 次回以降の予定は以下の通り。

次回 WG では今年度の実験仕様について、解析的検討を進めた結果を用意する

WG03: 10/27(水)18:00~(@ZOOM)

第3回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討 WG

日時	2021年10月27日 水曜日 18:00~19:00				
場所	ZOOM				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	青木謙治	中川貴文	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子	安井信行		
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
	事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美	

配付資料

- 資料 01: 前回 WG 議事録(210901)
- 資料 02: 解析的検討(基整促資料 1027)
- 資料 03: 木質筋かいの運用についてのアンケート集計結果
- 資料 04: せっこうボードビス試験結果一覧表
- 資料 05: 年間スケジュール

1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)

2. 解析の進捗状況(資料 02)

- ・ 資料 02 では、前回 WG までに検討した解析モデルによって、
高さ 3 種類/2400mm、2800mm、3200mm、
幅 6 種類/606mm、910mm、1000mm、1213mm、1365mm、1820mm、
面材の縦継ぎ 2 種類/あり、なし
の各バリエーションで合計 36 種類の解析結果を示している。
- ・ 本資料で示す解析に使用したくぎモデルは、基整促 S27 大壁での検討時のくぎせん断試験(ロケット型、単調載荷)から作成したものを使用している。前回 WG にて初期剛性が合うとして採用したくぎモデル(昨年度のかぎせん断試験(ロケット型、単調載荷))とは異なる。ちなみに昨年度実施した面材くぎ試験から得られた値は、前者 2 つの実験値と比較すると耐力が大きい。
→大壁の検討の際のくぎモデルはどういうものであったか。
→大壁のときはロケット型で繰り返し載荷をした値を用いた。これを用いた解析結果が壁実験の結果に最も合うものであった。
- ・ これまで解析結果と実験結果を合わせるために、くぎモデルの初期剛性等の調整をしてきたが、くぎモデルの調整だけでは壁幅 606mm~1820mm の解析結果と壁実験の結果は合わない(特に幅 1820mm)と考えられる。今後は、面材同士、面材と軸材の接触のばねを変える必要があるのではないか。
→ご指摘の通り。例えば、
・ 面材同士の接触ばねは、現在剛性、耐力とも無限大に設定しているが、このうち最大耐

力に何らかの値を設定する。

- ・ 梁と面材の接触ばねは最大耐力を低減する

等の対応が考えられる。

→加えて、他に荷重が下がる要素を洗い出していく必要がある。

- ・ 面材同士の隙間の有無による影響についての解析結果を示していたがどういう目的か。
→これまで面材同士の隙間を 2mm で解析を進めてきたが、隙間なし(0mm)とした場合の解析をすることにより、面材同士の隙間の影響を確認することを目的としている。結果としては隙間なし(0mm)の方が耐力が高くなり、面材の縦継ぎなしの結果に近づくことになった。
- ・ 本事業で実施する真壁実験の結果によっては、現在京大にある材料で追加実験等を実施する可能性がある。(ただし、京大にある材料は断面寸法やロット等が本事業の真壁実験の材料とは異なる。)
- ・ 資料 02 p7 の各試験体バリエーションの図で、面材部分は色を付けておく。またバリエーションの名前と面材の分割を示す線が重ならないようにしておく。
- ・ 次回委員会資料は、以下の通りとする。
 - ・実験速報(担当:事務局)
 - ・解析の検討状況(担当:加藤)→本日の資料程度のもので可
 - ・今後の検討方針(担当:五十田)

3. その他

- ・ 本事業に関連し、木質筋かいの運用についてのアンケート集計結果(資料 03)、せっこうボードビス試験結果(資料 04)について情報提供があった。
- ・ 次回以降の予定は以下の通り。
委員会資料は、実験速報、解析の検討状況、今後の検討方針とする。
次回 WG では実験結果と解析結果の整合についての進捗状況を確認する。
 - 第 2 回委員会: 12/23(木)14:00~(@ZOOM)
 - 第 4 回 WG: 1/7(金)16:00~(@ZOOM)

第4回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討 WG

日時	2022年1月7日 金曜日 16:00~17:30				
場所	ZOOM				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	青木謙治	中川貴文	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子	安井信行	今西達也	
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
	事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美	

配付資料

資料 01-1: 前回 WG 議事録(211027)

資料 01-2: 第2回委員会議事録(211223)

資料 02-1: 実大実験とりまとめ

資料 02-2: 破壊性状の比較

資料 03-1: 解析的検討

資料 03-2: 継手間柱断面検討・接触ばね検討

資料 04: 報告書目次案

資料 05: 年間スケジュール

1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01 シリーズ)

2. 解析の進捗状況(資料 03 シリーズ)

- 資料 03-1 では第2回委員会で示したパラスタの結果に加えて、面材の変形の様子を示した。また資料 03-2 では、第2回委員会での指摘事項を踏まえ、継手間柱の断面寸法を変更したものの、面材と柱・土台の接触ばねを変更したものの解析結果を示した。資料 03-2 より継手間柱の断面寸法を変更しても結果としては耐力・剛性ともにほぼ変わらないこと、面材と柱・土台の接触ばねの剛性を変えても解析結果への影響が小さいことが分かった。
- 面材同士の接触とその変形の考え方について、面材同士をつなぐ縦方向のばねは動くけれども横方向のばねは動かない(剛)、としている。実際には面材同士が接触することによって圧縮力が生じているのではないか。
→ここはあくまで面材同士の隙を表現したばねであり、圧縮力は面材が変形することで考慮されている。
- 事業期間を考えると、解析と実験結果を合わせる検討を進めるのはこれ以上は難しい。そのため、これまでの検討結果をとりまとめる作業を進めることとする。
- とりまとめにあたり、解析での変形、実験での変形の違いを確認したい。面材の接触、踏み外し等の変形が、解析と実験でどこが合っていて、どこが合っていないのかを確認できる資料の

作成を進めてほしい。

→実験での写真のうち、昨年度実施分は、加力途中の変形のものがない。今年度実施分は映像があるため加力途中の変形写真を用意することは可能。まずはどのように比較資料をまとめるのかたたき台を作成(担当:加藤)。その比較資料に沿って写真を提供(担当:山崎)。

3. 実験のとりまとめ(資料 02 シリーズ)

- 資料 02-2 では、委員会での指摘事項にあった、3 体間でばらつきの多い仕様について、各変形角での変形の様子を整理した。ばらつきの原因と考えられそうな各試験体の変形の違いについて考察を行った。

→3 体間のばらつきの原因の一つと考えられる面材と軸材の隙を追記する。また、3 体間でばらつきが無い仕様についても同様の整理を行い、違いを確認する。

4. 今後の進め方、その他

- 解析から分かったこと、実験から分かったことをそれぞれ挙げ、それらを統合して本事業としてのとりまとめを作成する。
- 最終的なとりまとめに向けて、以下の作業を進める。

	作業	担当者	締切
①	・解析結果と実験結果の画像による変形の比較 ・解析結果のとりまとめ	加藤(実験結果の写真提供は山崎)	<u>2/14(月)</u>
②	・実大実験のとりまとめ	山崎	<u>2/14(月)</u>
③	・本事業のとりまとめ方針案の作成(①、②より)	五十田	2/18(金)

→①、②は締切(2/14(月))までに五十田主査へ送付。

→③を次回 WG で確認し、委員会で報告。

- 次回以降の予定は以下の通り。

第 5 回 WG: 2/18(金)16:00~(@ZOOM)

第 3 回委員会: 2/21(月)18:00~(@ZOOM)

第5回 大臣認定耐力壁(真壁)の適用範囲の合理化に関する検討 WG

日時	2022年2月18日 金曜日 16:00~17:00				
場所	ZOOM				
参加者 (敬称略)	主査	五十田博			
	委員	河合直人	青木謙治	中川貴文	小谷竜城
	オブザーバー	加藤百合子	安井信行	今西達也	
	協力委員	荒木康弘	秋山信彦		
	行政	納富昭光	今田多映		
	事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美	

配付資料

資料 01: 前回 WG 議事録(220107)

資料 02-1: 第 2 章

資料 02-2: 第 3 章

資料 02-3: 第 4 章

資料 02-4: 第 5 章

資料 03: 報告書目次案

資料 04: 年間スケジュール

1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)

2. 本事業のとりまとめ方針(資料 02 シリーズ)

- 資料 02-4 のアスペクト比と壁倍率の関係を示したグラフ(図 5.2-1)の通り、実験結果はばらつきが大きくここから何らかの提案ができるようなものではない。そのため解析結果より本事業のとりまとめ方針を示すこととした。

(同一仕様とみなせない)

- ① 面材の幅違い(910 と 1000 含む、縦継ぎがあってもなくても)
- ② 面材の横継ぎのあり・なし(=幅違い ex.幅 1P と 2P)

(同一仕様とみなせる)

- ③ 同一幅で縦継ぎありの場合の高さ違い
加えて、アスペクト比が 3.5 を超える場合の縦継ぎなしのもの

- 上記補足として、① 面材の幅違いについては、面材幅が 5% 程度の違いであれば同一仕様とみなせるものと考えられる。同様に、縦継ぎなしの面材の場合の高さ違いについても 5% 程度の違いであれば同一仕様と考えてよいと思われる。
- ③ の縦継ぎありの条件の場合、3×10 版(910×3030)でもアスペクト比が 3.5 は超えないため、幅 606 の場合に限定される。需要は少なそう。

- ・ 実験値について、昨年度はアスペクト比が大きくなると3体間での壁倍率のばらつきが大きくなるような傾向があったが、今年度はアスペクト比が小さいもの(2.0程度)でも3体間のばらつきが大きかった。
→大壁よりも接合箇所が多く、施工上のばらつきの影響が大きくなるものと思われる。
- ・ ③の条件の場合、同一仕様とみなされる高さ違いの範囲は、大壁で設定した程度(高いもので4m程度)の範囲は大丈夫そう。ただし、解析で確認できているわけではない。
- ・ 解析において面材のストラット効果を加味しているのであれば、面材の幅が変われば当然性能が変わる。この場合、基準となる試験体に対して、幅に応じて何らかの補正をかけることで試験による評価を不要とすることも可能ではないか。
→計算上の補正での対応が可能であれば、試験数を減らすことができ、ハウスメーカーや工務店は助かると思う。せめて幅910と1000が関係づけることができないだろうか。図5.2-3を見ると高さにかかわらず幅910から1000になる場合の耐力増加はほとんど変わらない。
→その考え方が評価上認められるのかどうか分からないが、一つの方法としてあり得ることをまとめて追記しておく。ただし、面材やくぎピッチが変わった場合に同じ傾向とならない可能性もある。
- ・ 真壁の依頼試験はどの程度あるか。
→ほとんどない。
→ニーズとしては、すでに真壁の大臣認定を取得している人が、適用範囲を広げたい、ということが多いと思われる。
- ・ 資料2-3、2-4で示した解析結果は、軸組と土台の接触ばねを変更した解析モデルによる結果を示している。今年実施した要素実験(部分圧縮試験)の余長なしの値を用いた。

3. 委員会資料について

- ・ 委員会(2/21)の資料は基本的には本WGとする。
- ・ 資料02-4の実験値と解析値の比較について、実験値はフレームの効果を含み、解析値はフレームの効果を除く結果であることを明記しておく。資料の位置づけとしては傾向を見るためとする。

4. その他

- ・ 次回以降の予定は以下の通り。
第3回委員会：2/21(月)18:00～(@ZOOM)

別添：大臣認定真壁の一仕様とみなせる範囲の規定案

3. 寸法が異なるものの取扱い

1) 耐力壁高さ及び壁長さ(モジュール)について

耐力壁幅（柱芯間）及び呼称高さ、縦継ぎの有無によって、5%ルール の範囲内では表1に示す13仕様、10%ルール の範囲内では、表2に示す11仕様を同一仕様とみなせることとする。

2) 試験体は現在の業務方法書の壁高さを標準とする.

3) 連続壁とする場合は幅910mmの面材と組み合わせ、組み合わせる壁の最小壁長さは幅303mmとする。

4) 面材の厚さについて：上限値及び下限値を記載する。

5) 接合具の長さについて：それぞれの接合具の長さを記載する。

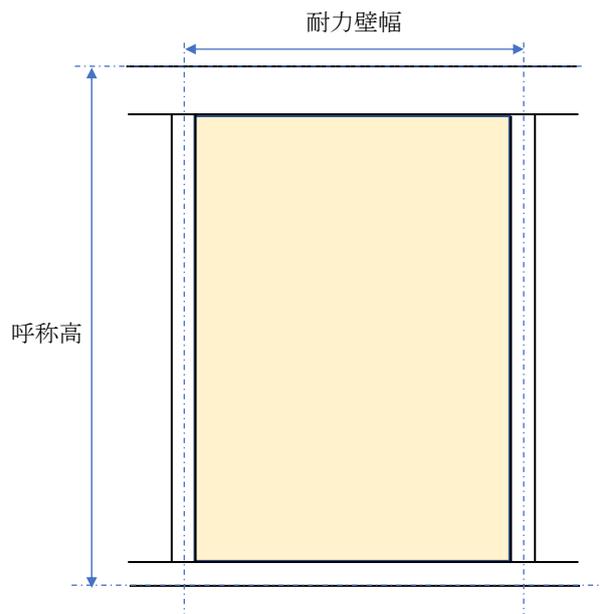


図 真壁耐力壁の寸法名称

表1 一仕様とみなせる範囲 (5%ルールの場合)

No.		耐力壁幅 (柱芯間) (mm)	呼称高 (mm)	縦継ぎ	備考
1	1	606	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	2		2400~3200	無し	
2	3	910	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ有り)
	4		3200	無し	
3	5	1000	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ有り)
	6		3200	無し	
4	7	1213	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	8	(910+303)	2800~3200	無し	
5	9	1213	2800~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	10	(910+303)	2400~3200	無し	
7	11	1365	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	12	(910+455)	2800~3200	無し	
8	13	1365	2800~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	14	(910+455)	2400~3200	無し	
10	15	1213~1365	2400~3200	有り	No.5-8 or No.7-11 の倍率で 運用
11	16	1820	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ有り)
12	17	1820	2400~3200	無し	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
13	18	1820	3200	有り	基準倍率:面材高 3200mm (縦継ぎ無し)
	19		3200	無し	

表2 一仕様とみなせる範囲 (10%ルールの場合)

		耐力壁幅 (柱芯間) (mm)	呼称高さ (mm)	縦継ぎ	備考
1	1	606	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	2		2400~3200	無し	
2	3	910	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	4		2800~3200	無し	
3	5	910	2400~3200	無し	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
4	6	1000	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	7		2800~3200	無し	
5	8	1000	2400~3200	無し	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
6	9	910~1000	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ有)
7	10	910~1000	2400	無し	基準倍率:面材高 2400mm (縦継ぎ無し)
8	11	910~1000	2800	無し	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
9	12	910~1000	3200	無し	基準倍率:面材高 3200mm (縦継ぎ無し)
10	13	1213(910+303) ~1365(910+455)	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	14		2400~3200	無し	
11	15	1820	2400~3200	有り	基準倍率:面材高 2800mm (縦継ぎ無し)
	16		2400~3200	無し	

*柱脚・柱頭金物をワンランク上げることが条件

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。

表3 基整促 S33 の成果を踏まえた一仕様とみなせる真壁耐力壁の仕様

	基整促S33
面材厚	9mm（構造用パネルは4級（9mmまたは9.5mm））
壁高の範囲 （縦継ぎ可）	表1,2の通り
面材1枚の 壁長の範囲	表1,2の通り
壁長方向 連続壁の扱い	壁長910mmと組み合わせ(303mm,455mm)
面材種類	構造用合板2級以上, 構造用パネル4級
縦継の有無	可
継手間柱寸法	奥行90mm×見付幅45mm以上
間柱寸法	奥行90mm×見付幅30mm以上@500mm以下 端部2-N75斜め打ち 又は同等
接合具種類	N50, NZ50, CN50, CNZ50
接合具間隔 ・釘配置	「@75mm以下」以上 ・一列
床勝ち	高耐力耐力壁の告示仕様と同じ床と受け材の仕様 の場合は一仕様とみなせる。

<接合具種類について>

・「2019 年度基整促 S27 木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等に関する検討」報告書 2 章 P.61 には以下の記載がある。

「本検討で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。」

<既認定の取り扱いについて>

・5%ルール適用以降の既認定については、継手間柱寸法および間柱寸法を表3の範囲で用いる場合は試験を要しない変更で認定をとることが可能