

令和2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3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	第2章-2
2.2.2 破壊性状の整理	第2章-69
2.2.3 耐力関係の整理	第2章-82

第3章 各種材料特性の確認のための要素試験

3.1 検討の目的と方法	第3章-1
3.2 各種材料特性の確認のための要素試験	第3章-1
3.2.1 縦圧縮試験	第3章-2
3.2.2 横圧縮試験	第3章-4
3.2.3 部分圧縮試験	第3章-7
3.2.4 曲げヤング係数測定試験	第3章-10
3.2.5 せん断弾性係数測定試験	第3章-12
3.2.6 くぎせん断試験	第3章-15
3.2.7 くぎ引き抜き試験	第3章-20
3.2.8 くぎ頭貫通試験	第3章-22
3.2.9 面材圧縮試験	第3章-23
3.2.10 面材曲げ試験	第3章-25
3.2.11 面内せん断試験	第3章-27
3.2.12 面材くぎ試験	第3章-29
3.3 水平せん断試験で用いた材料の特性値の整理	第3章-33
3.4 要素試験に用いた材料	第3章-35

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-2

4.2.1	解析モデル.....	第4章-2
4.2.2	解析結果と実験結果の比較.....	第4章-6
4.2.3	面材の幅・高さによる耐力等の差の検討.....	第4章-11
4.3	詳細計算法による事前解析と実験結果の比較.....	第4章-19
4.3.1	詳細計算法による事前解析.....	第4章-19
4.3.2	詳細計算法と実験結果の比較.....	第4章-19
4.4	真壁耐力壁の解析的検討におけるまとめ.....	第4章-24
第5章 真壁耐力壁の納まり等に関する調査		
5.1	真壁耐力壁の納まり等に関する調査の概要.....	第5章-1
5.2	真壁耐力壁の納まり等に関する調査のまとめ.....	第5章-7
第6章 まとめ		
6.1	真壁耐力壁の高さ・幅方向の違いによる性能差の考え方.....	第6章-1
6.2	次年度へ向けた課題.....	第6章-16
第7章 添付資料		
7.1	全体委員会議事録.....	第7章-1
7.2	ワーキンググループ、要素実験打合せ議事録.....	第7章-11

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 生活圏構造機能分野 教授
	青木 謙治	東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 木質材料学研究室 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 生活圏構造機能分野 准教授
	後藤 隆洋	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 試験研究所 構造試験室長
	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

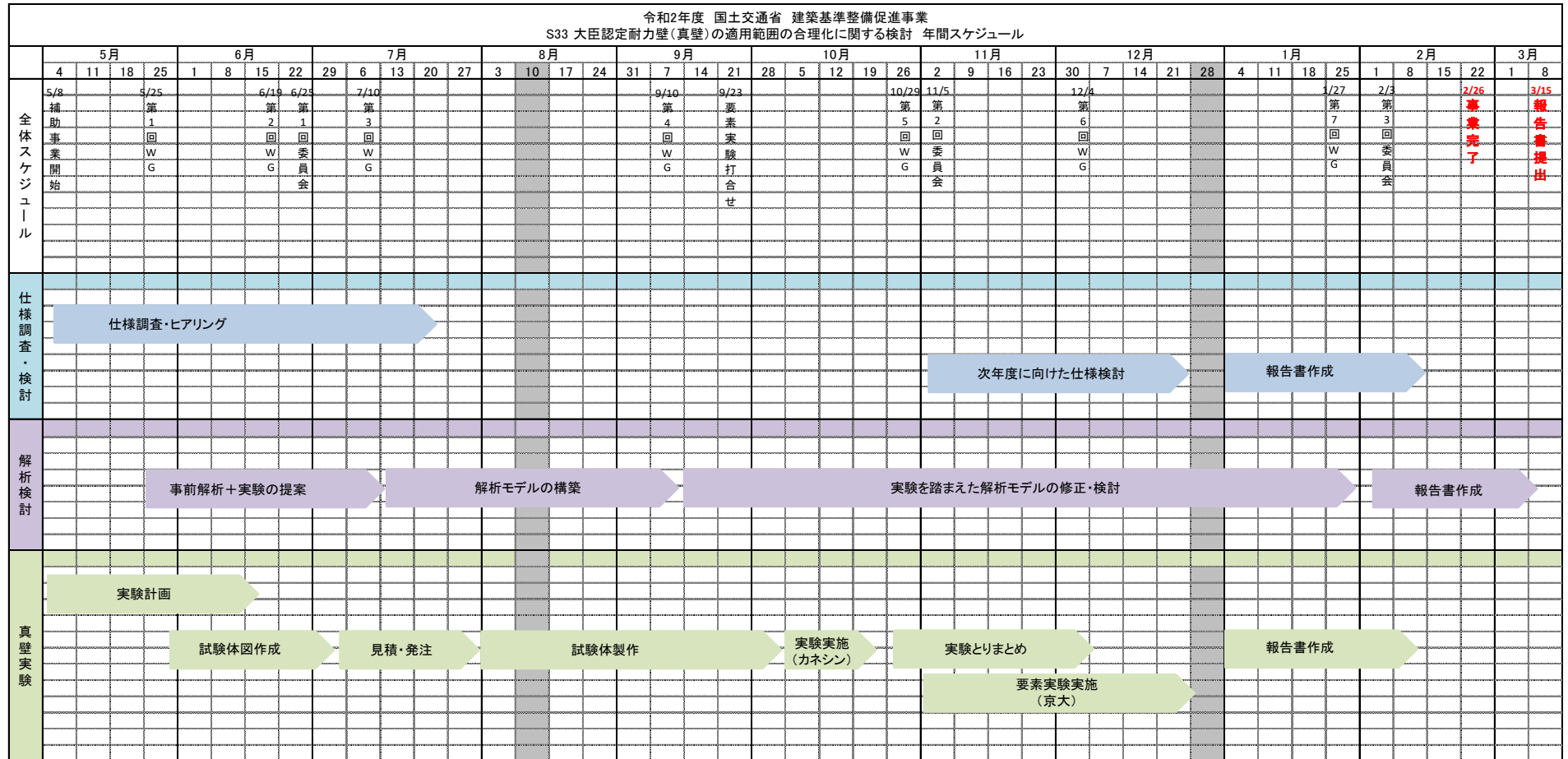
行政	青木 亮	国土交通省住宅局 建築指導課 課長補佐
	佐々木 雄河	国土交通省住宅局 建築指導課
	内海 暉	国土交通省住宅局 建築指導課

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

○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 生活圏構造機能分野 教授
委員	河合 直人	工学院大学 建築学部 建築学科 教授
	青木 謙治	東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 木質材料科学研究室 准教授
	中川 貴文	京都大学 生存圏研究所 生活圏構造機能分野 准教授
	小谷 竜城	株式会社エヌ・シー・エヌ 技術開発部 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		
	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	青木 亮	国土交通省住宅局 建築指導課 課長補佐
	佐々木 雄河	国土交通省住宅局 建築指導課
	内海 暉	国土交通省住宅局 建築指導課
事務局	平野 陽子	(株) ドット・コーポレーション
	山崎 渉	(株) ドット・コーポレーション
	佐々木留美	(株) ドット・コーポレーション

1.2.2 実施スケジュール



1.3 実施概要

本課題は2年計画で実施する。

昨年度までに得られた「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)」の結果を踏まえ、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、(ロ)で実施した要素試験の結果を織り込んだ解析モデルを作成し、解析的検討を行った。また、グレー本の詳細計算法による事前解析を実施し、(ロ)で実施した実大試験の結果との比較も行った。

(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)を実施する。

今年度は、高さ・幅の仕様を検討し、真壁耐力壁の水平せん断試験を実施した。また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。

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

今年度の成果を元に、R3年度に実施予定。

また(イ)、(ロ)に先立ち、真壁仕様に関する現状調査として、真壁仕様(受材および面材の寸法等)について市場調査を行った。この調査結果を参考としながら、(イ)、(ロ)の検討対象とする真壁仕様を決定した。

この調査を行った背景として、真壁仕様は、大壁と比較して、以下に示す部分について仕様のバリエーションが存在し、かつ、それらが性能に直接的に影響する。市場調査を通して、本事業で検討する仕様の優先順位を付け進めることとした。

<仕様のバリエーション>

- ・受材の寸法
- ・受材のくぎの種類とピッチ
- ・軸組の中での面材の位置(面一か、ちりがあるか、またちりの寸法)

また、大壁の際には影響が小さかった以下に示すような面材の種類は、真壁の場合には性能に大きな影響を及ぼす可能性がある。真壁では面材の軸材へのめり込みなどが生じる(大壁では生じない。)が、その程度は面材の種類によって密度や面外の曲げ性能が異なることで差があるためである。

- ・合板（スギ）
- ・合板（ラーチ・カラマツ）
- ・構造用パネル（OSB）
- ・構造用 MDF、構造用パーティクルボード（これは、似た挙動を示すことがわかっている。）

（ロ）で採用した面材の種類については、調達上の都合、また昨年度検討した大壁仕様との比較を踏まえて、市場調査結果に依らず合板（カラマツ）とした。

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、大臣認定耐力壁の幅・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。

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

(1) 試験概要

面材の幅・高さ、面材の位置（面一・ちり有り）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。表 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、幅方向のバリエーション 4 種類（606mm、910mm、1213mm、1820mm）、高さ方向のバリエーションは 2 種類（2400mm、2800mm）とした。面材の位置は面一・ちり有り（6mm）の 2 種類としている。試験体数は原則 3 体としたが、ちり有りの幅方向のバリエーション（基準寸法を除く）は 1 体とした。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ような構成となるよう寸法としたためである。

フレームのみの試験体は標準試験体（2800-910）の 1 体とした。

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。

表 2.2.1-1 試験概要

試験場所	BX カネシン					
試験日時	10月5日（月）～10月14日（水）					
試験体数	真壁 25 体（+面材くぎ試験 4 体）					
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
		高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)	
A-1	面一	2400	910	2051	805	3
A-2		2800	606	2451	501	3
A-3		2800	910	2451	805	3
A-4		2800	1213	2451	1108	3
A-5		2800	1820	2451	1715	3
B-1	ちり有り	2400	910	2051	805	3
B-2		2800	606	2451	501	1
B-3		2800	910	2451	805	3
B-4		2800	1213	2451	1108	1
B-5		2800	1820	2451	1715	1
C-1	フレーム	2800	910	2451	805	1

受材の軸組みへの留めつけは四周とも N75@150 以下とし、柱、桁に対しては直列に打ち付け、土台に対しては千鳥に打ち付けた。ただし、A-5-1、A-5-2 と B-5 については土台に対しても直列となっており、結果に影響を及ぼしている。詳細については、2.2.2.破壊性状の整理 および 2.2.3 耐力関係の整理 を参照のこと。

(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。

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>
	受け材	樹種：すぎ

項目		仕様詳細
		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）	75	433.6	35.8	12.7	5.6
土台（スギ）	25	427.4	42.0	11.5	3.4
桁（ベイマツ）	25	525.2	24.9	14.3	4.4
間柱（スギ）	29	406.8	42.4	12.5	4.0
継手間柱（スギ）	8	404.2	27.5	13.9	2.3
受材（スギ）	100	414.8	47.9	13.1	3.9
胴つなぎ（スギ）	62	405.5	41.2	12.2	3.2
面材（全層カラマツ）	50	559.8	38.5	16.7	1.8

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



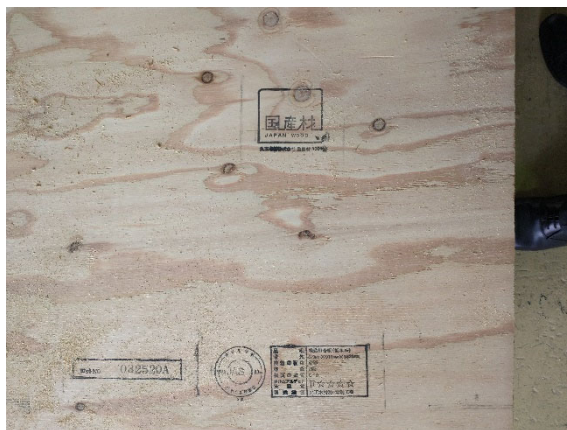
材料の入荷



フレームの施工



土台側ホールダウン金物の取付



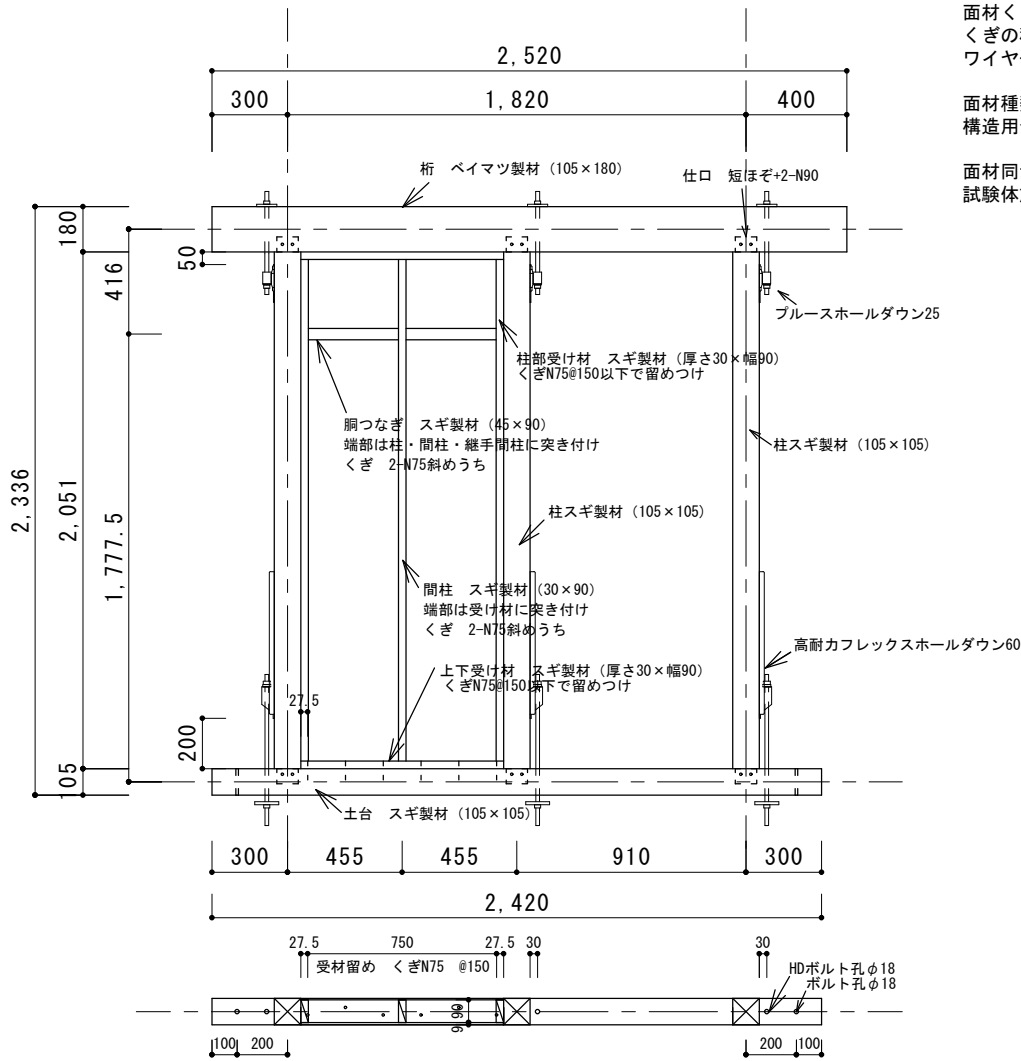
使用した合板のロット番号

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。

軸材の仕様

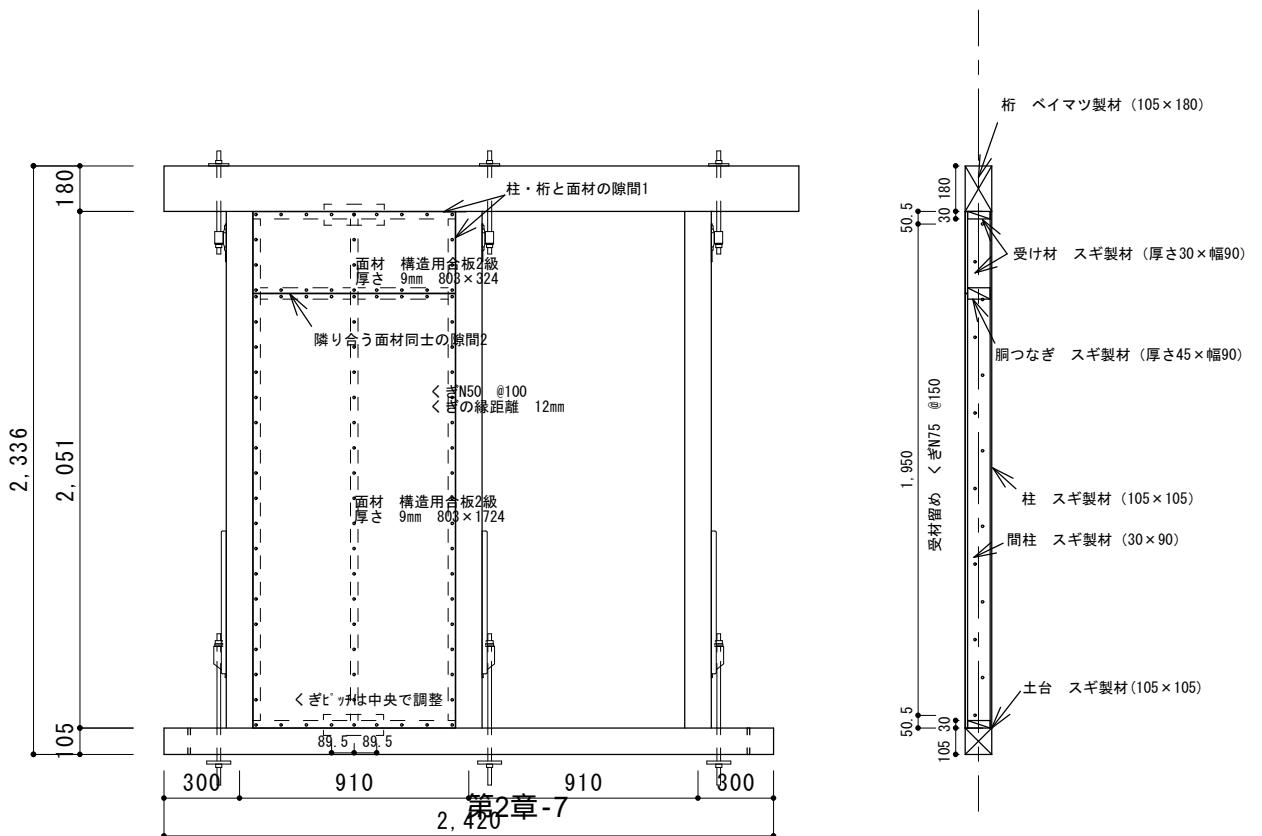


試験体数 3
 ※図中数字は単位mm
 面材くぎピッチ 100mm/100mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
 ワイヤー連結くぎ

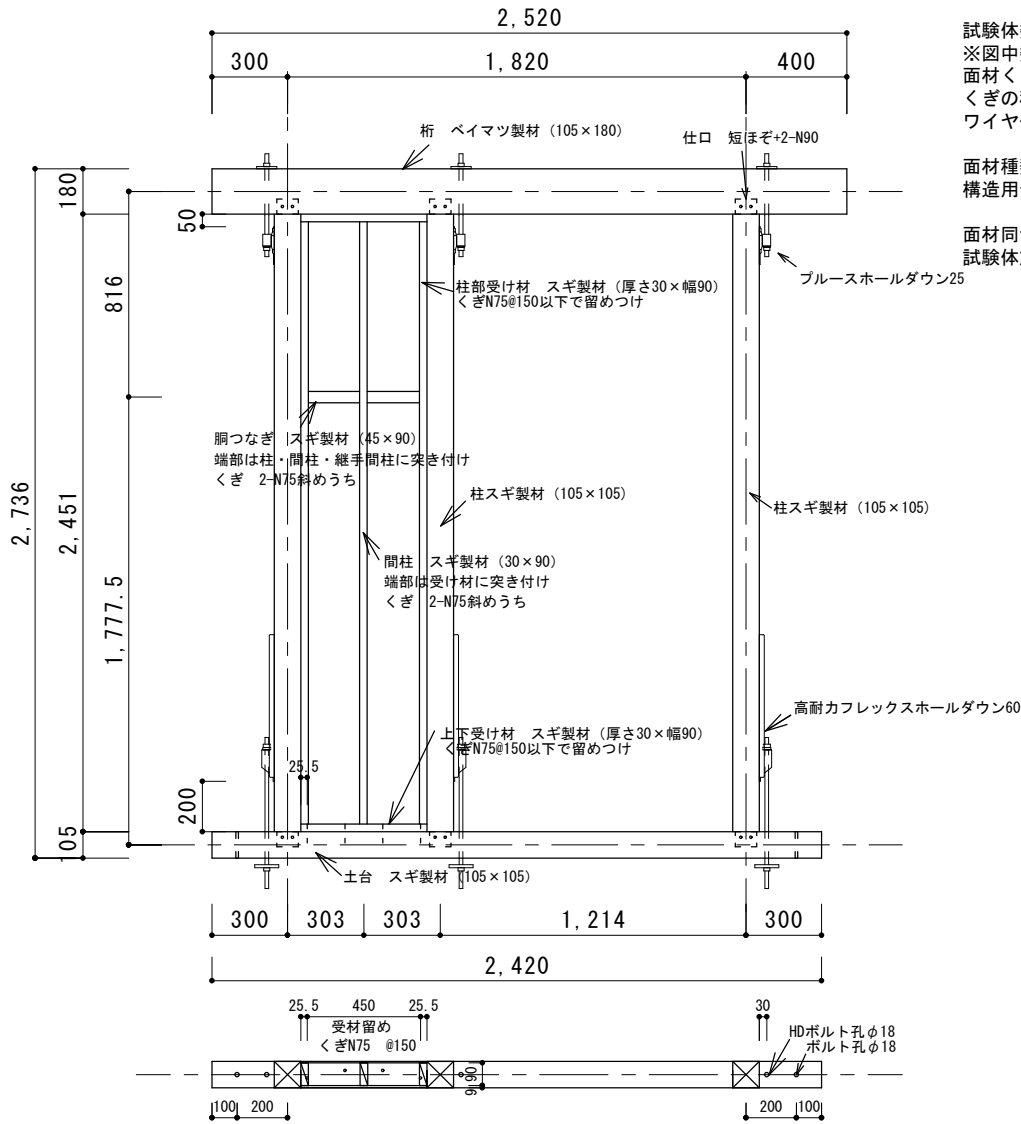
面材種類
 構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様

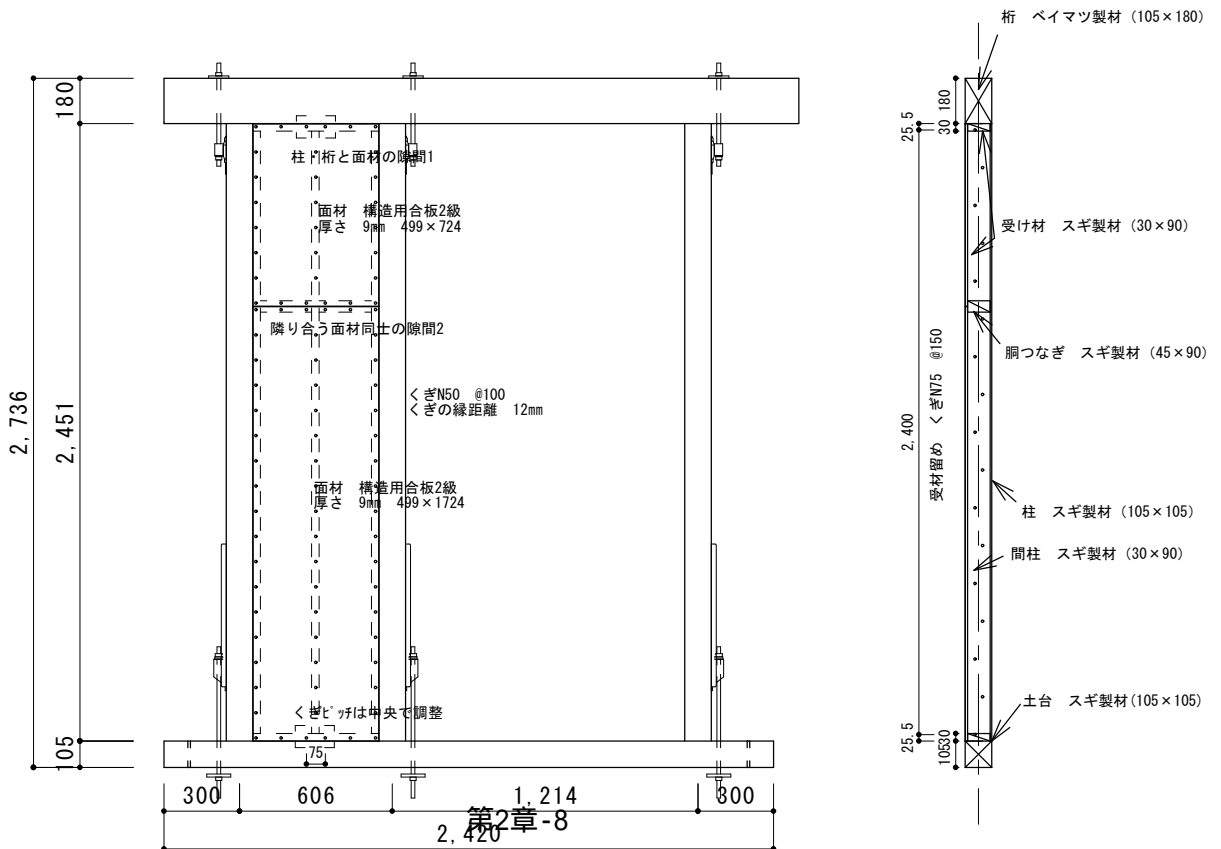


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結くぎ

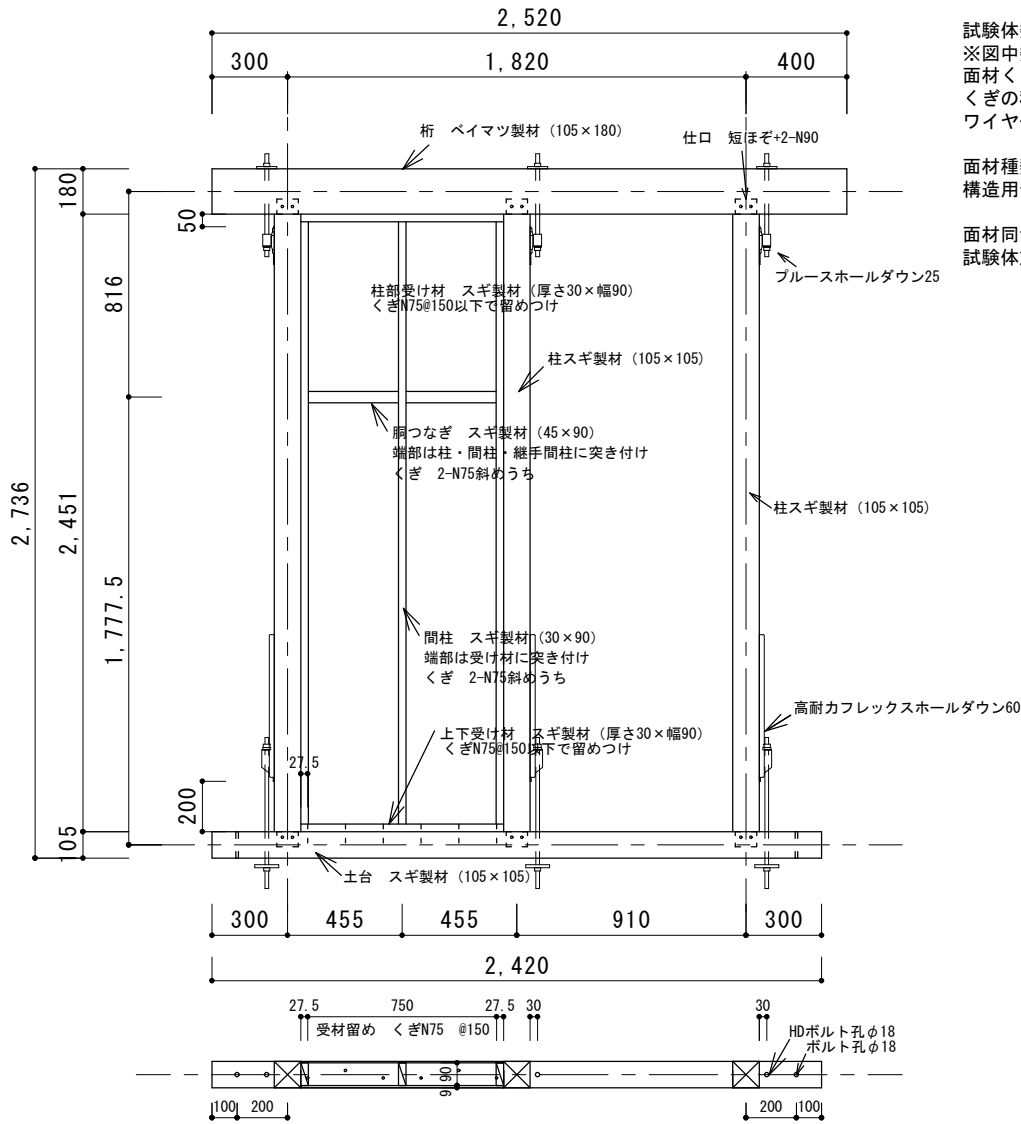
面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様

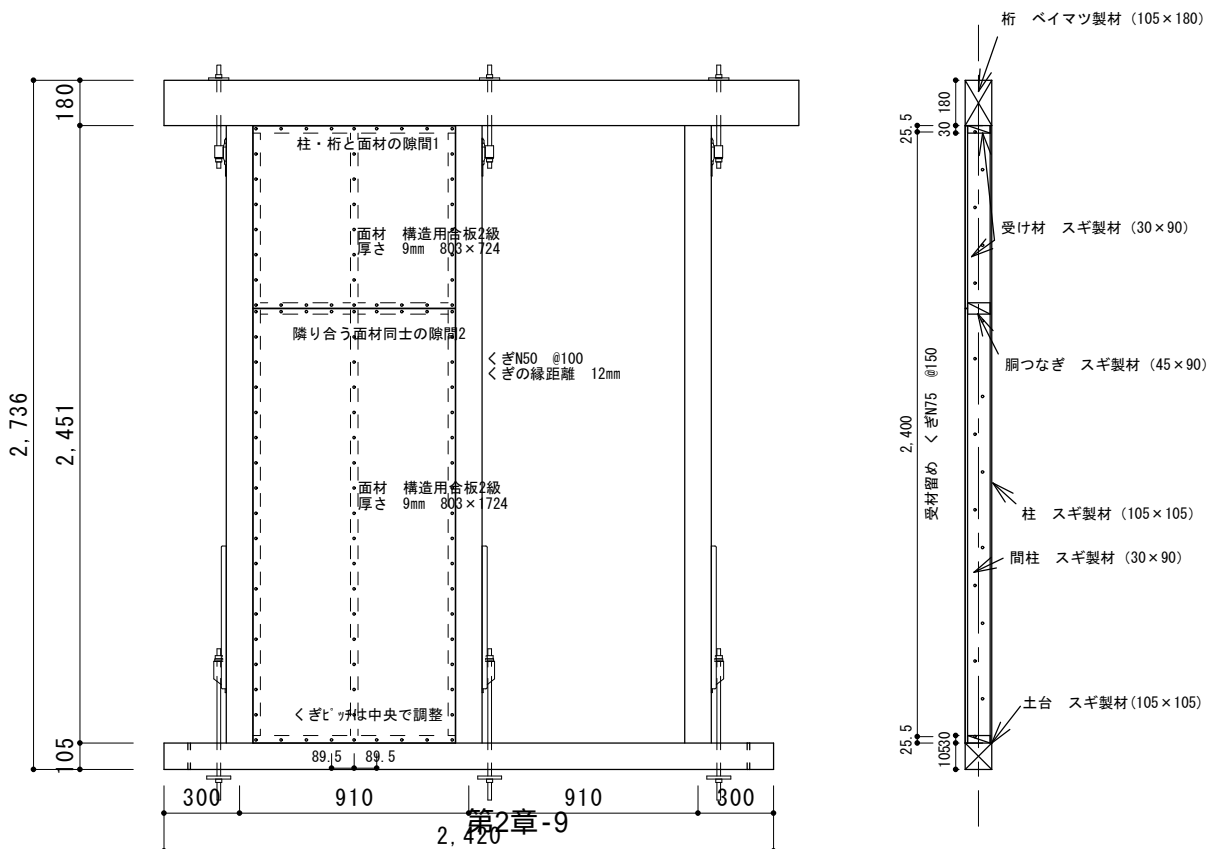


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結くぎ

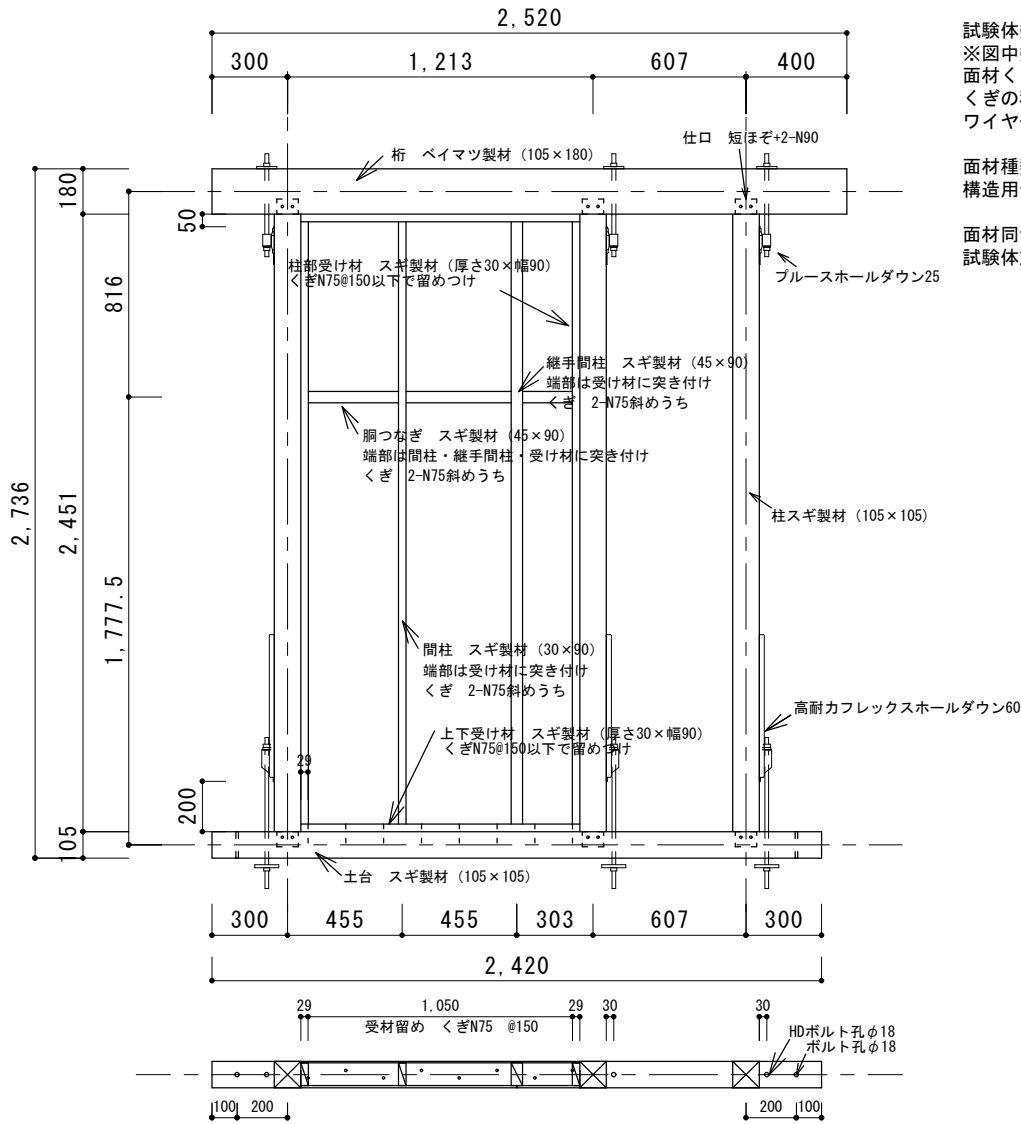
面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様

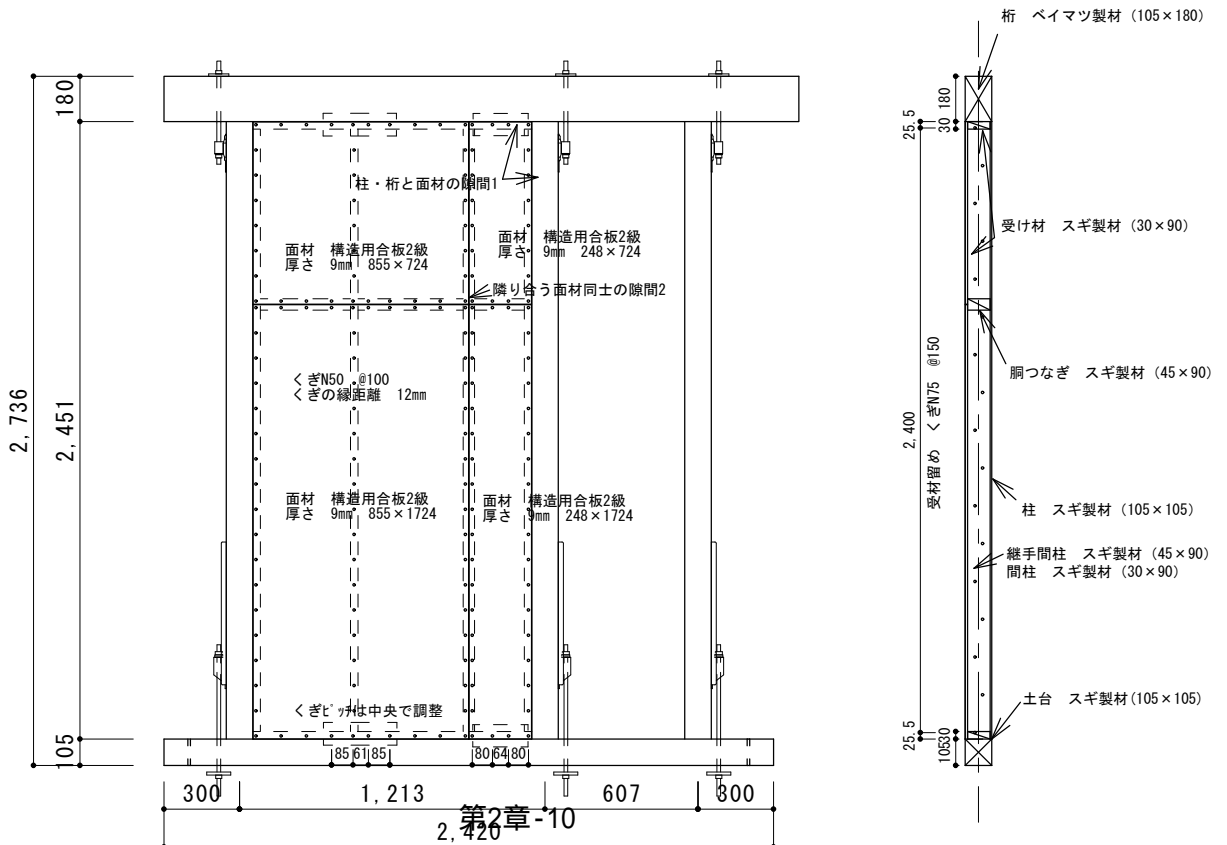


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508:2009)
ワイヤー連結くぎ

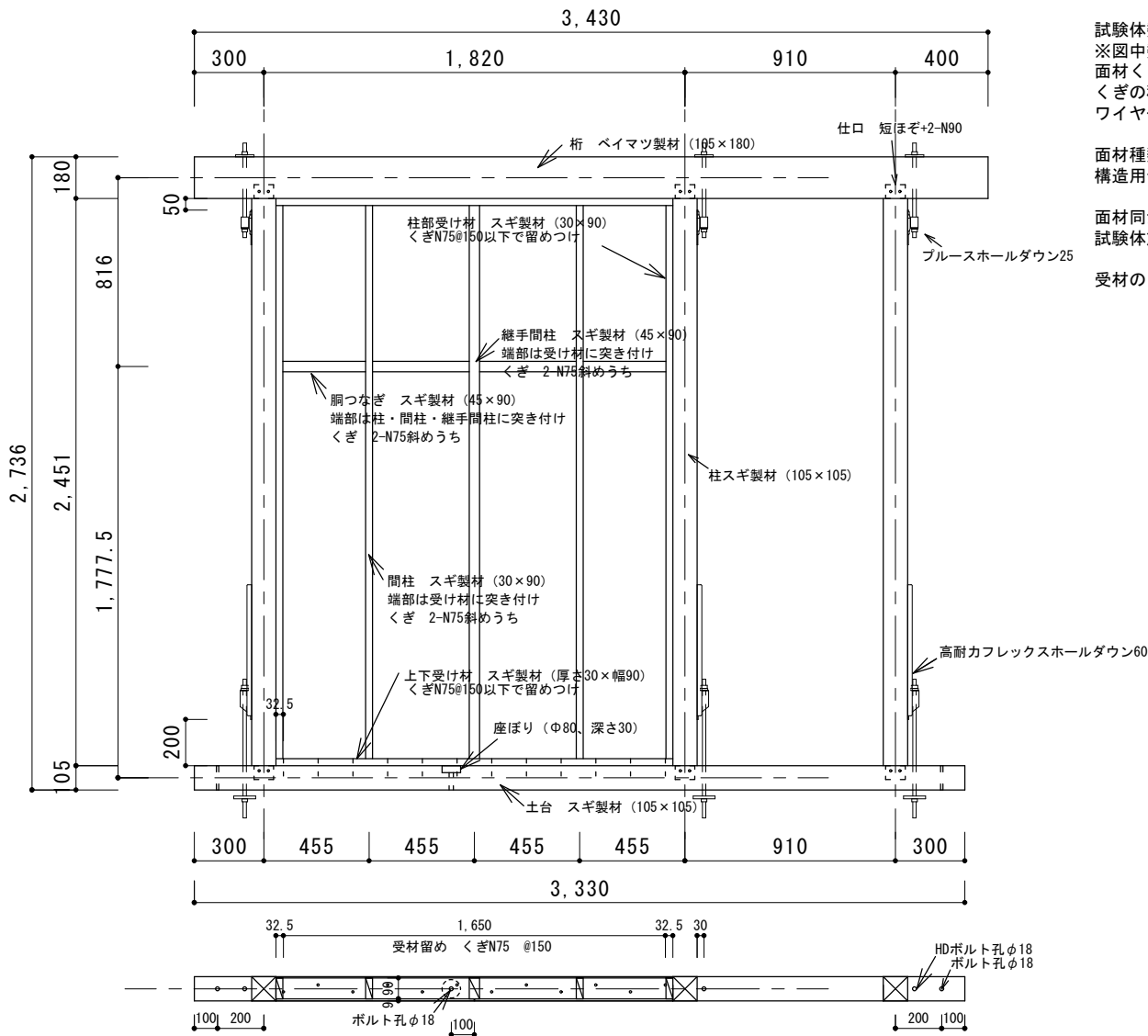
面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様



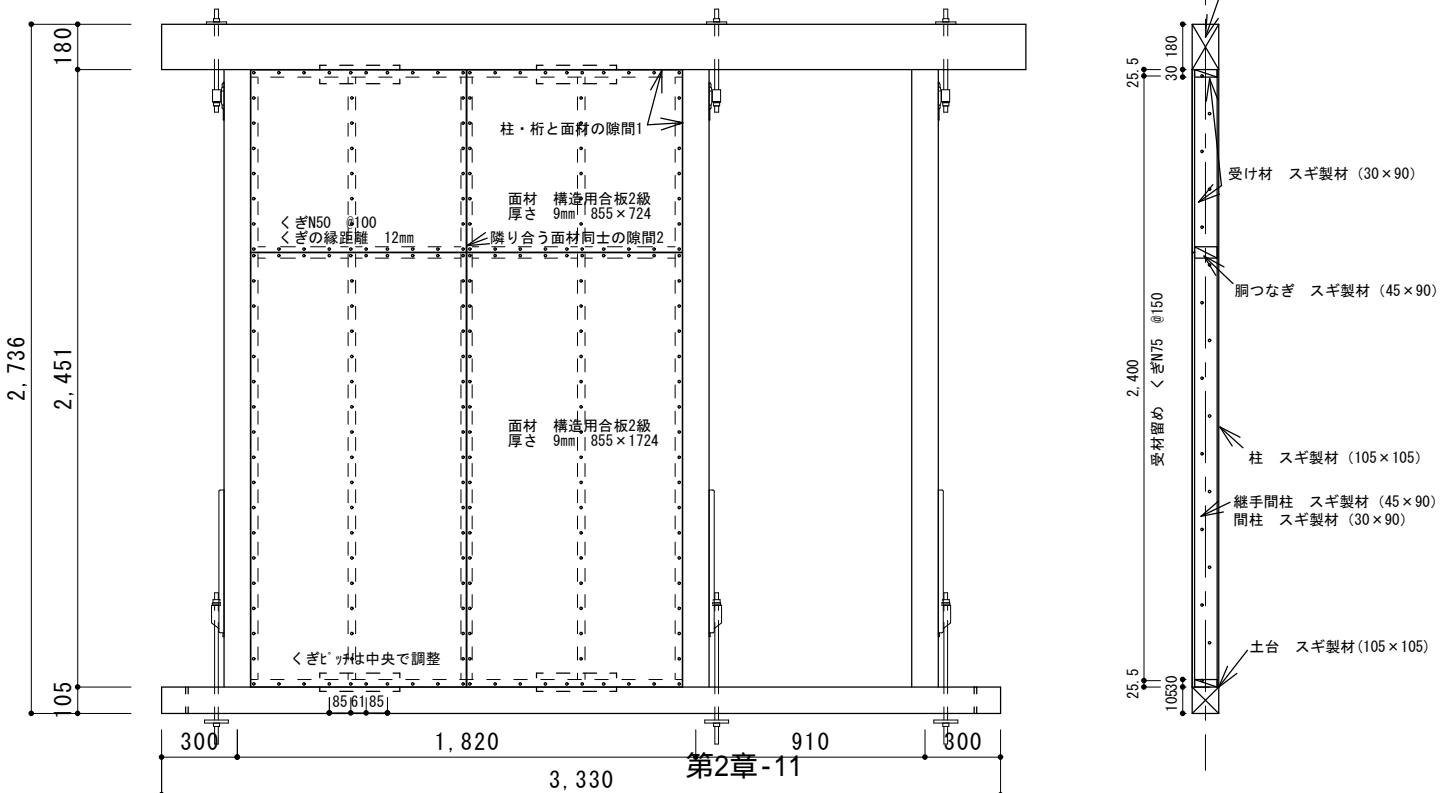
試験体数 3
 ※図中数字は単位mm
 面材くぎピッチ 100mm/100mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
 ワイヤー連結くぎ

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

受材のくぎは、3体目のみ 千鳥

面材の張り方

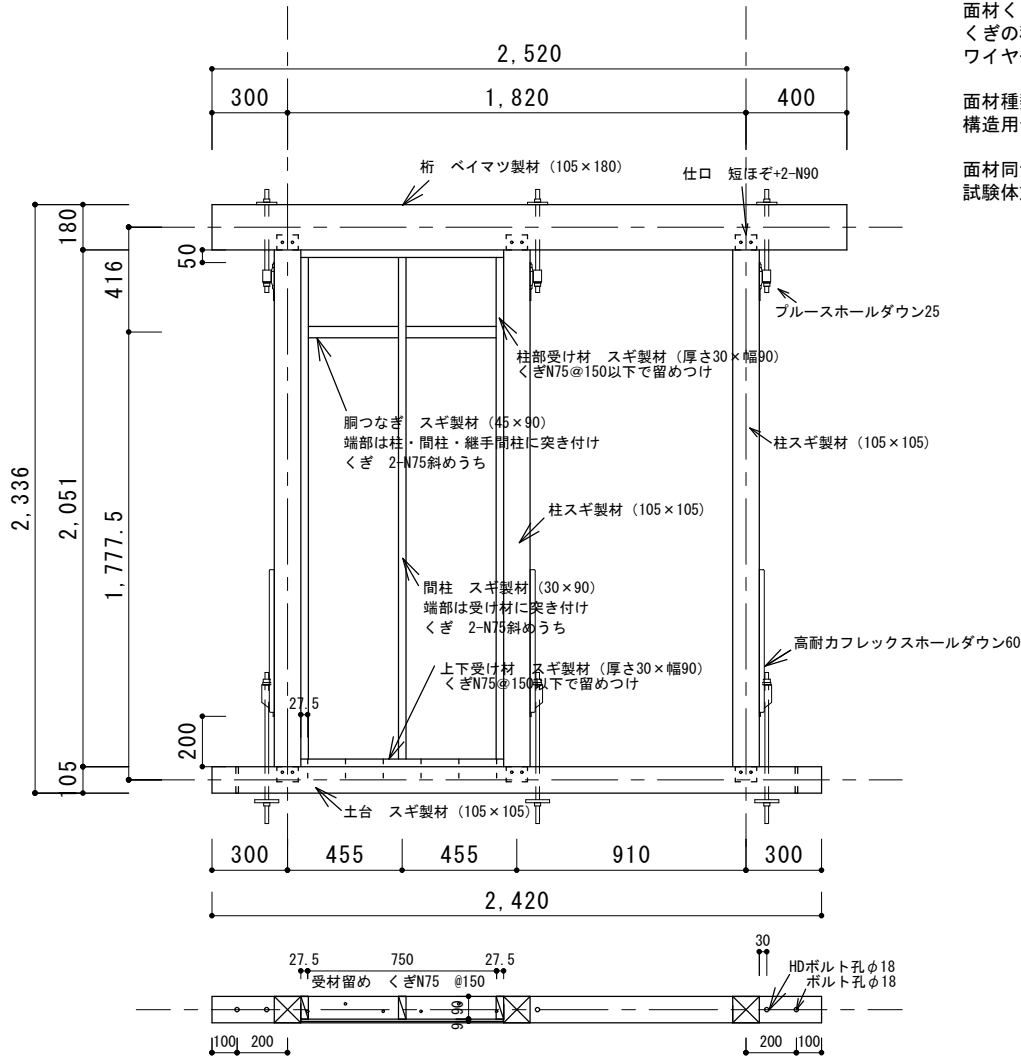


軸材の仕様

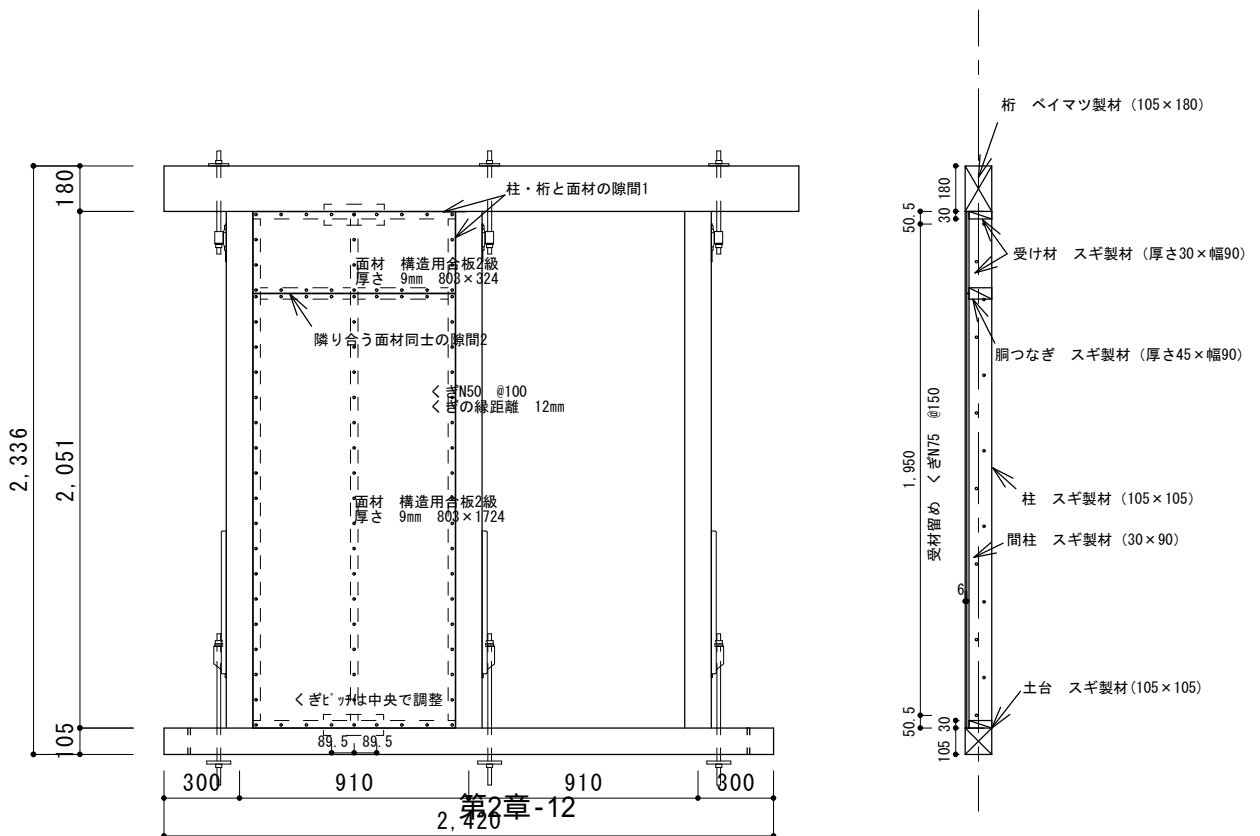
試験体数 3
 ※図中数字は単位mm
 面材くぎピッチ 100mm/100mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
 ワイヤー連結くぎ

面材種類
 構造用合板 2級 (全層カラマツ)

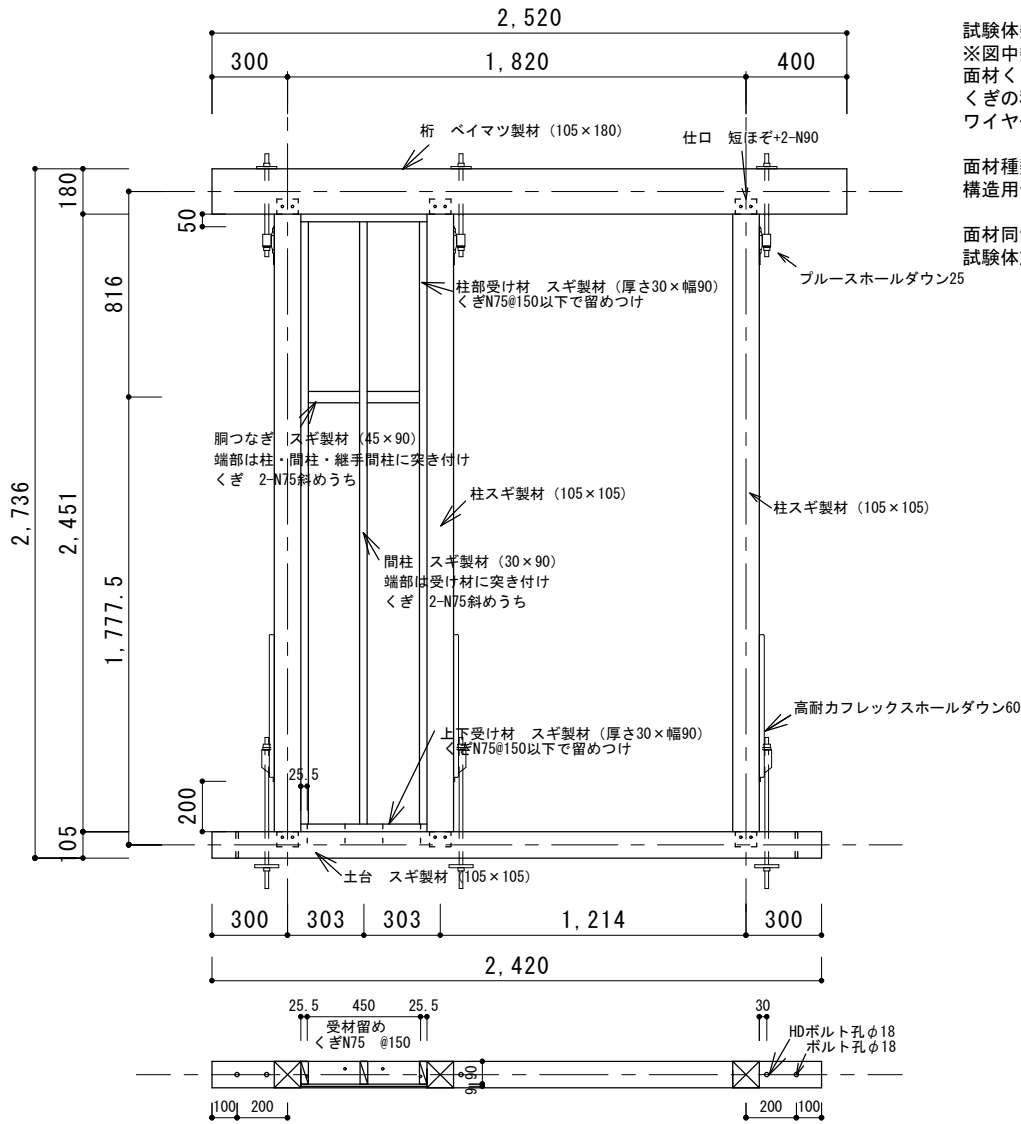
面材同士の隙、軸材と面材の隙については、
 試験体施工後に計測・記録しておく



面材の張り方



軸材の仕様

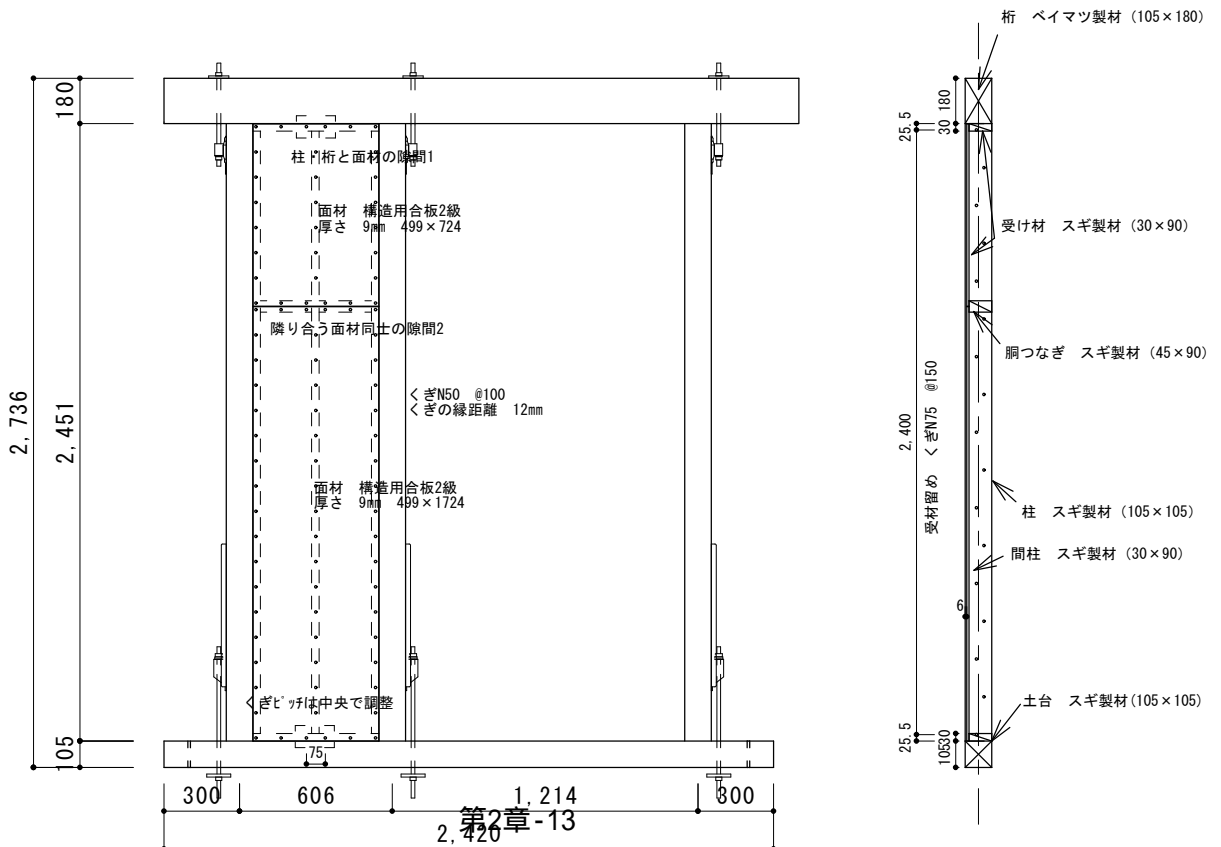


試験体数 1
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結くぎ

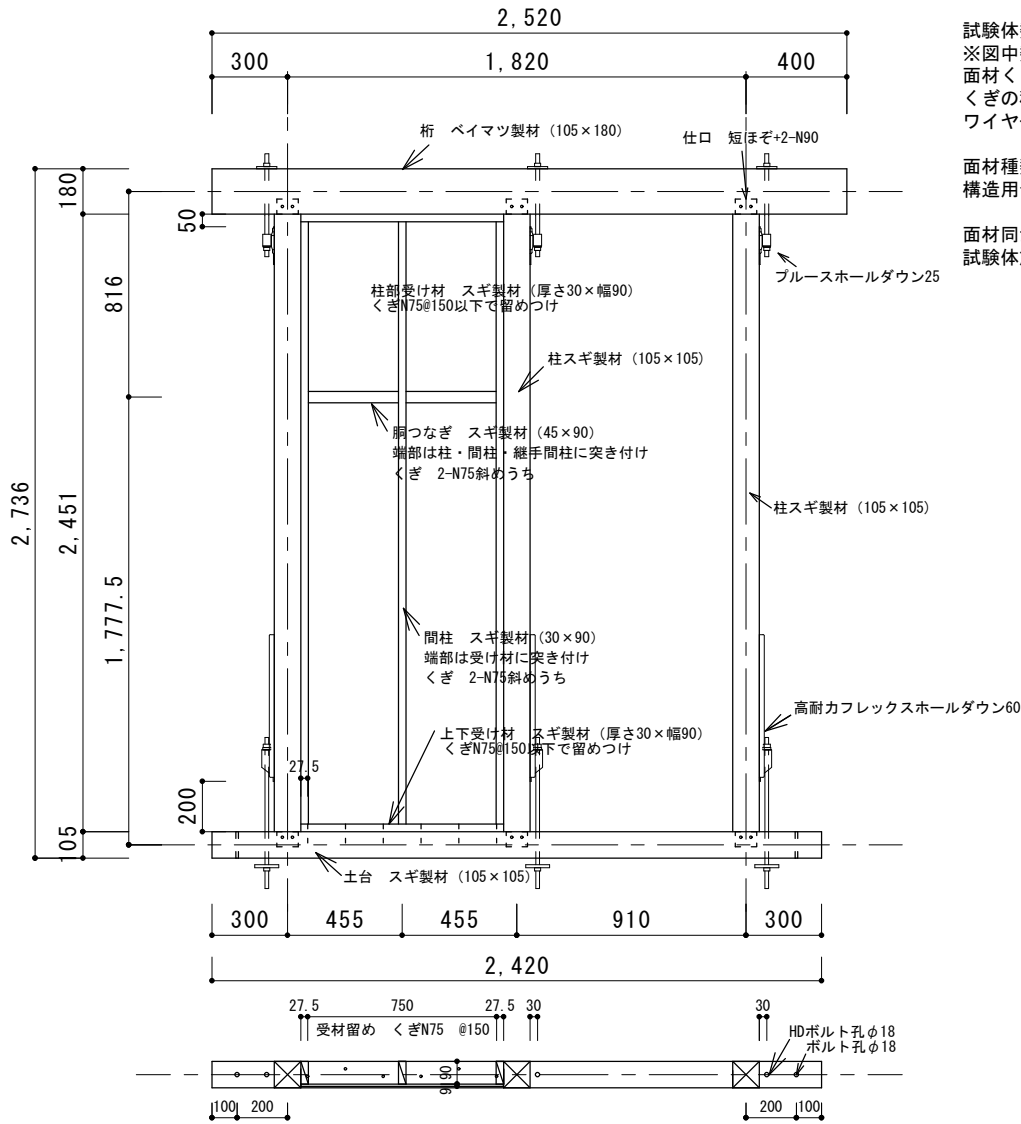
面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様

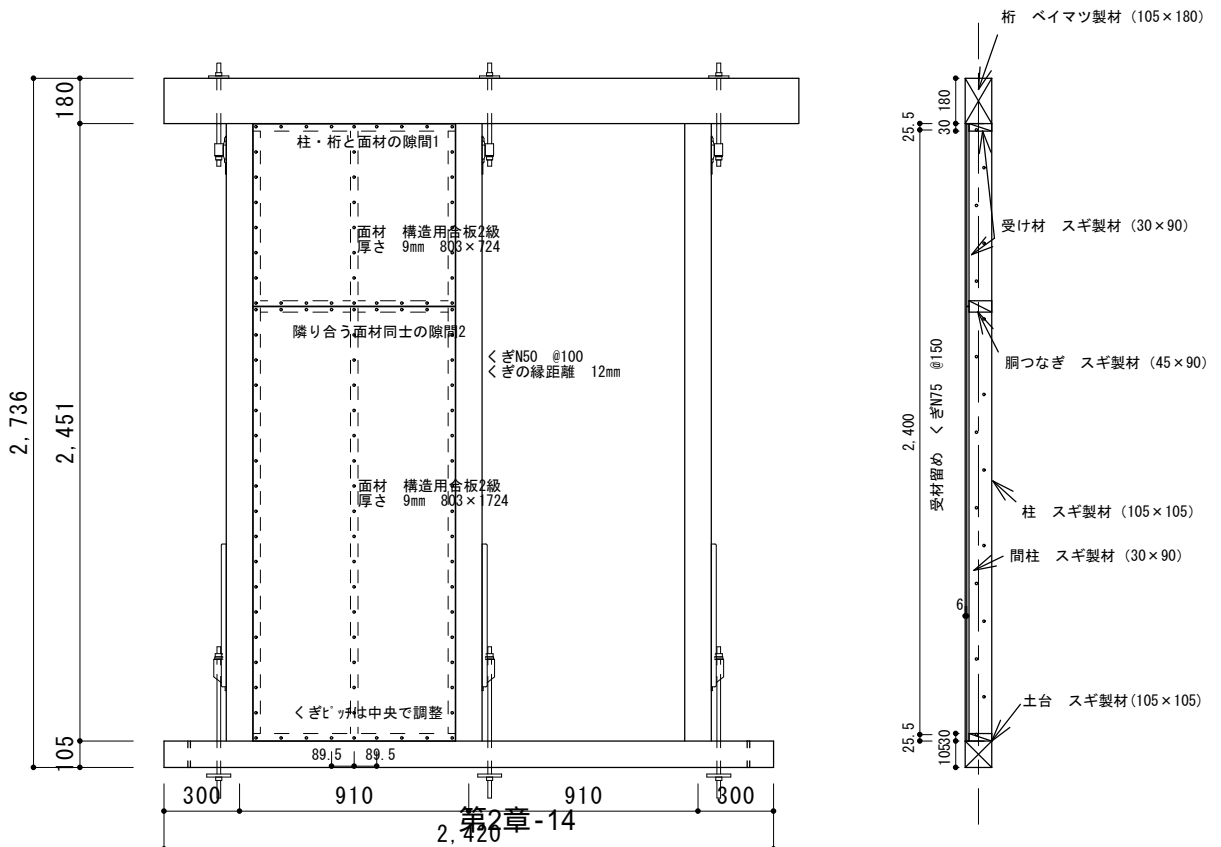


試験体数 3
※図中数字は単位mm
面材ぐきピッチ 100mm/100mm
ぐきの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
ワイヤー連結ぐき

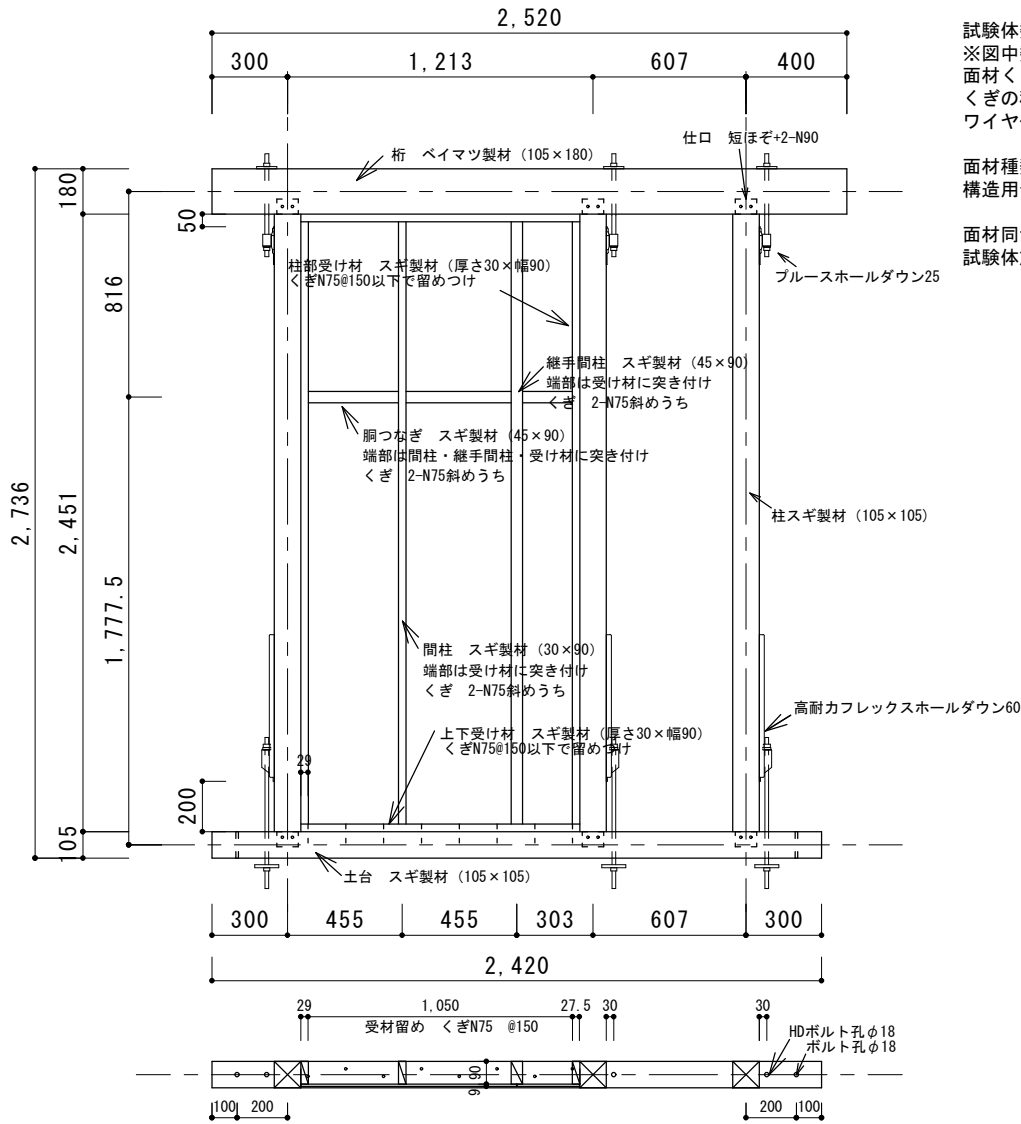
面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様

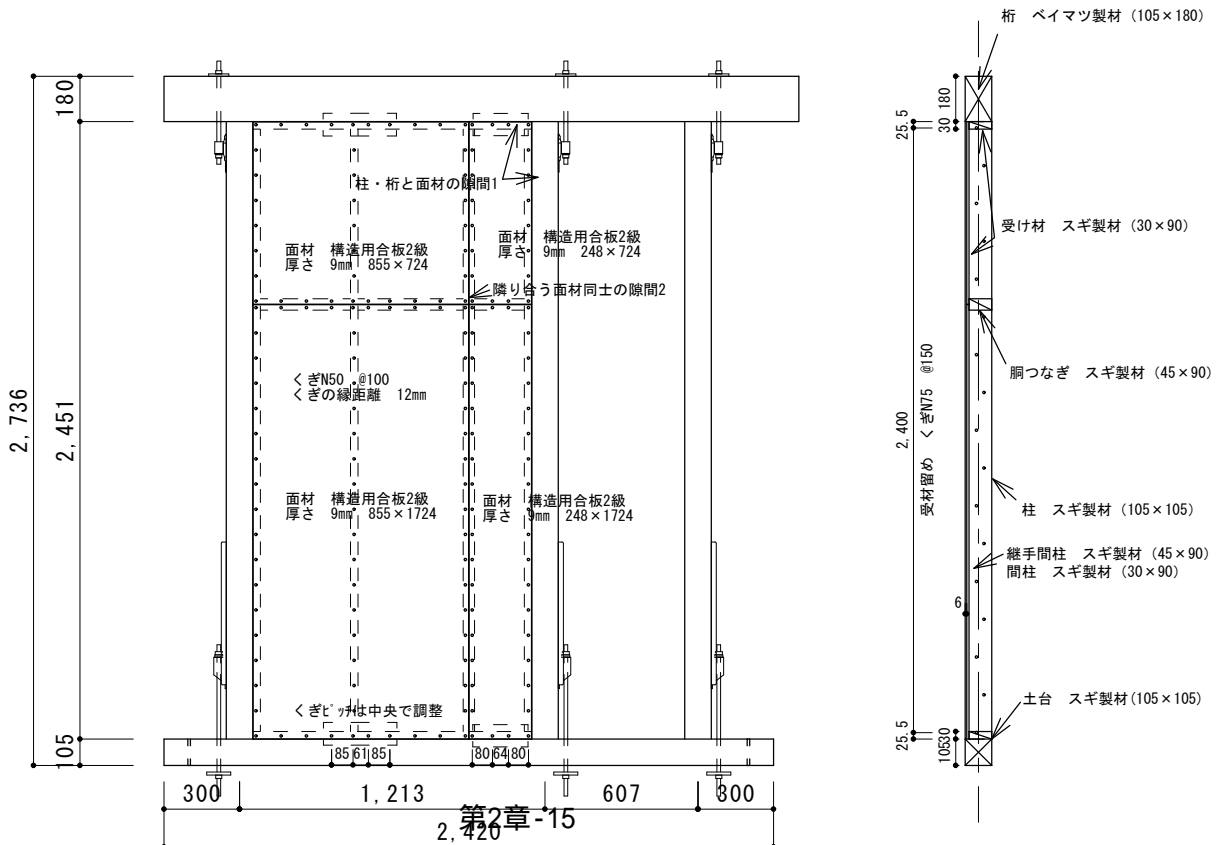


試験体数 1
※図中数字は単位mm
面材くぎピッチ 100mm/100mm
くぎの種類 N50 (JIS A5508:2009)
ワイヤー連結くぎ

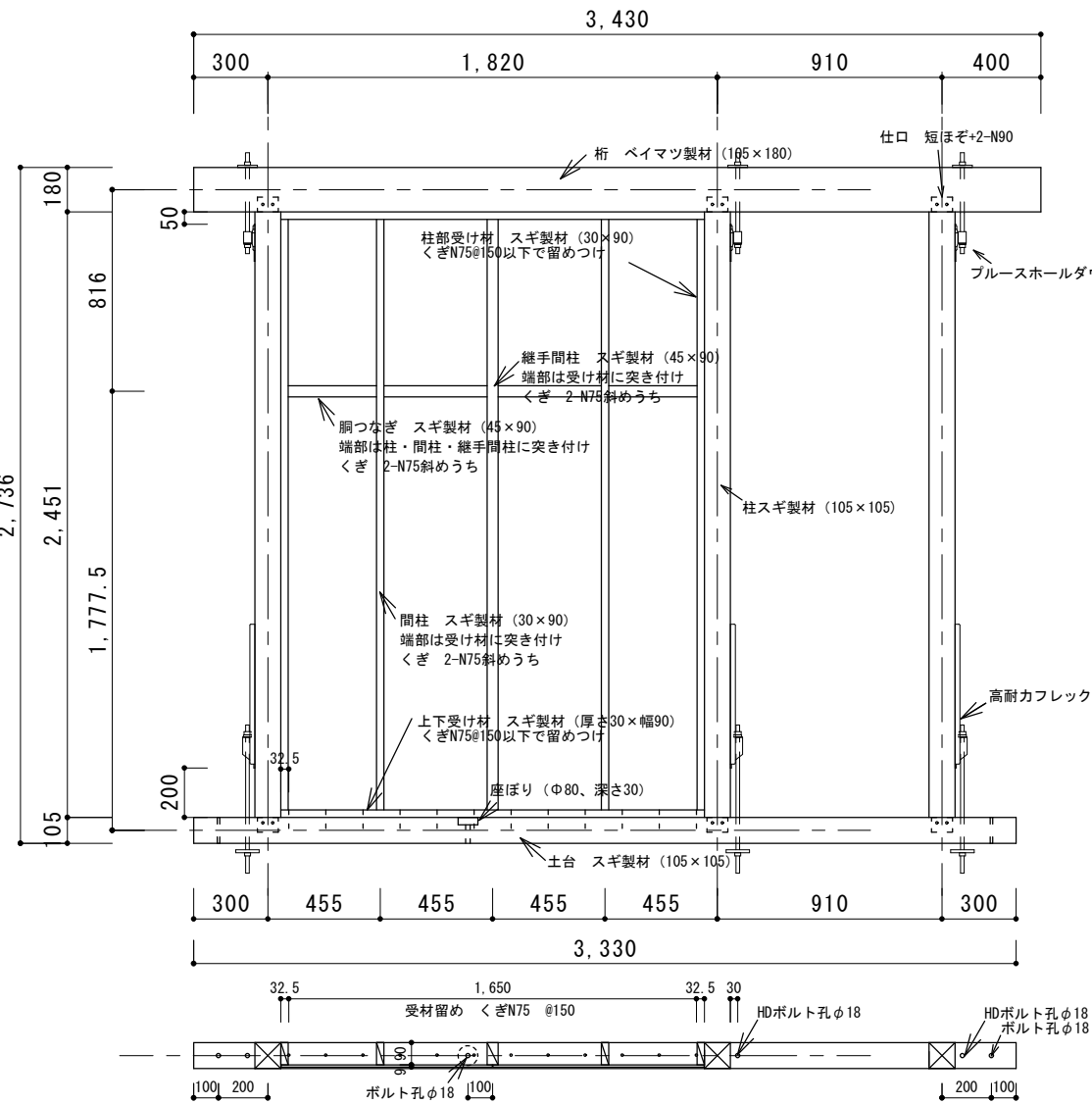
面材種類
構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様

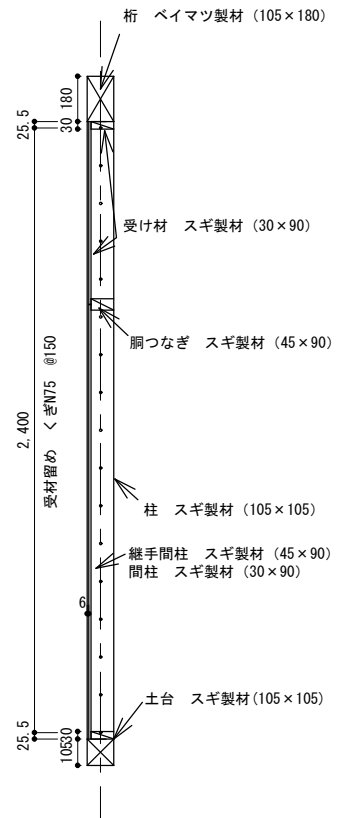
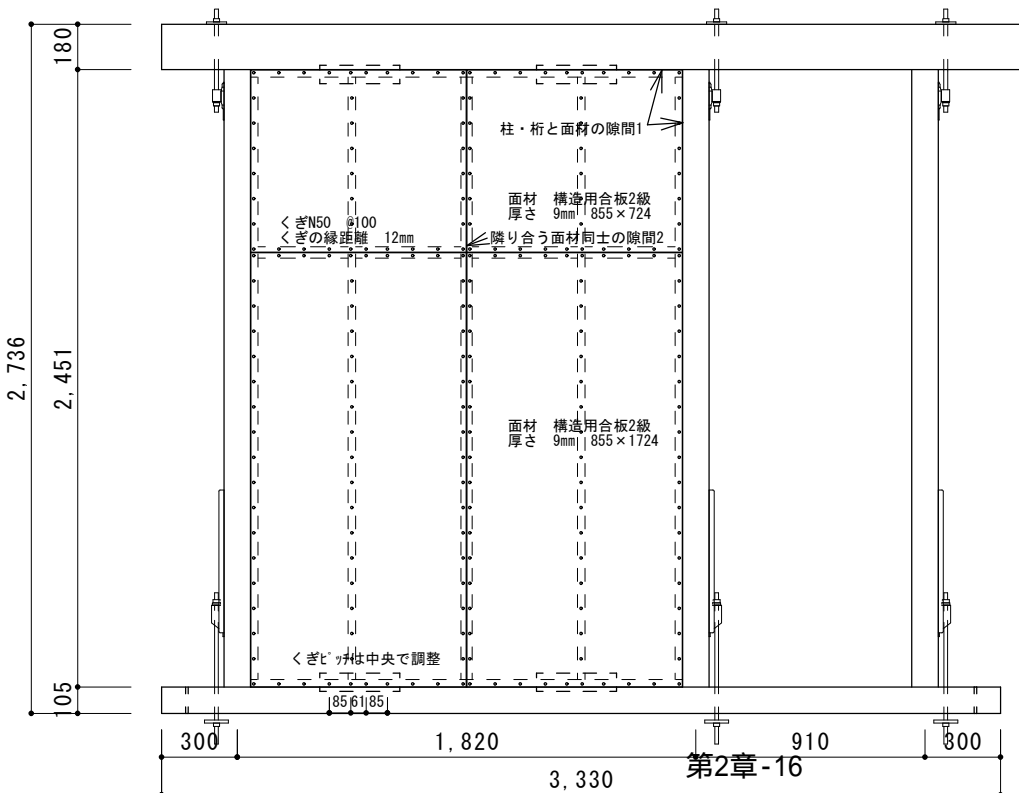


試験体数 1
 ※図中数字は単位mm
 面材くぎピッチ 100mm/100mm
 くぎの種類 N50 (JIS A5508 : 2009)
 ワイヤー連結くぎ

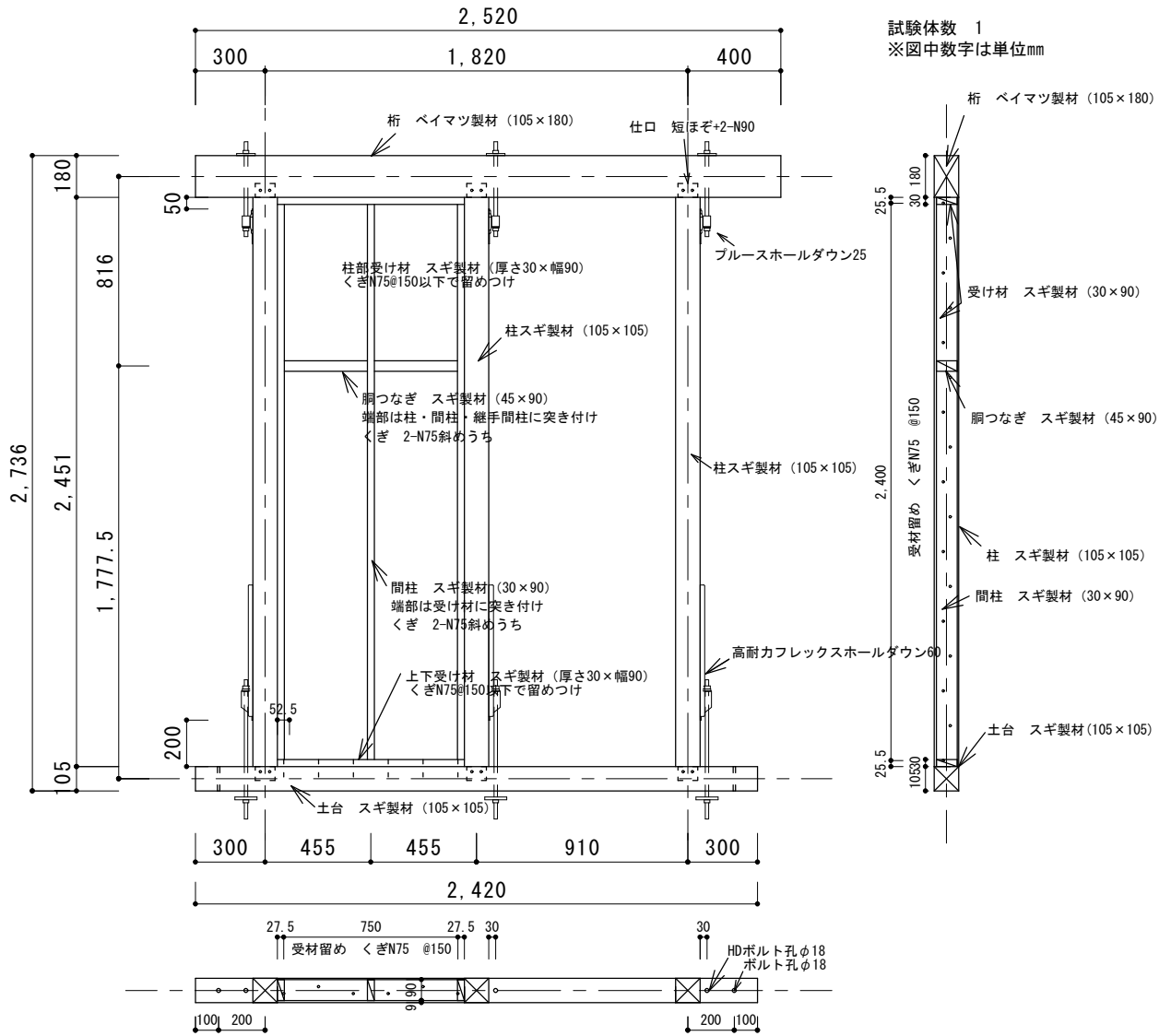
面材種類
 構造用合板 2級 (全層カラマツ)

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



軸材の仕様



(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。なお、土台と面材の間隙は 0 としている。

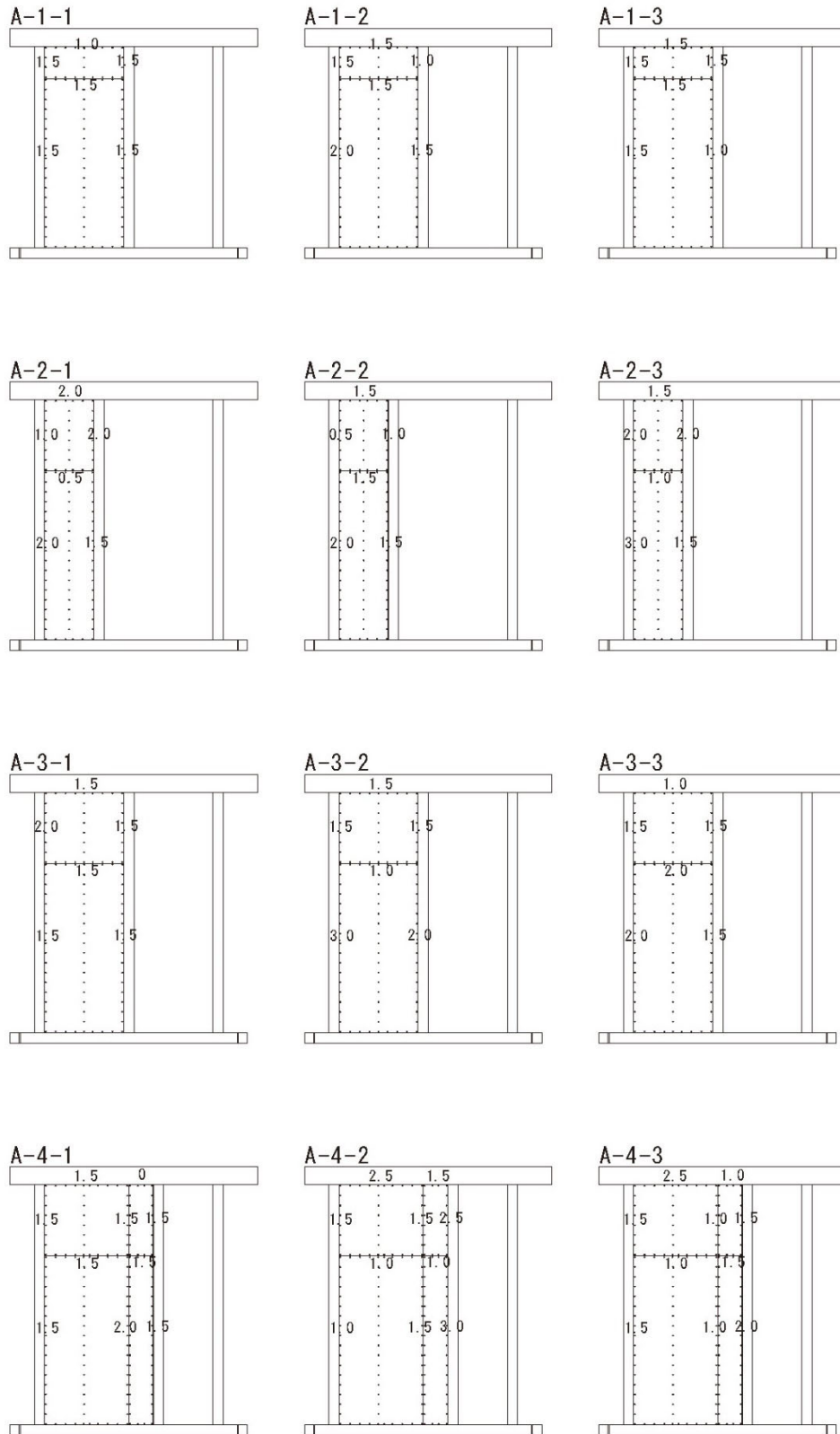


図 2.2.1-1 面材と軸材、面材同士の間隙 (単位: mm)

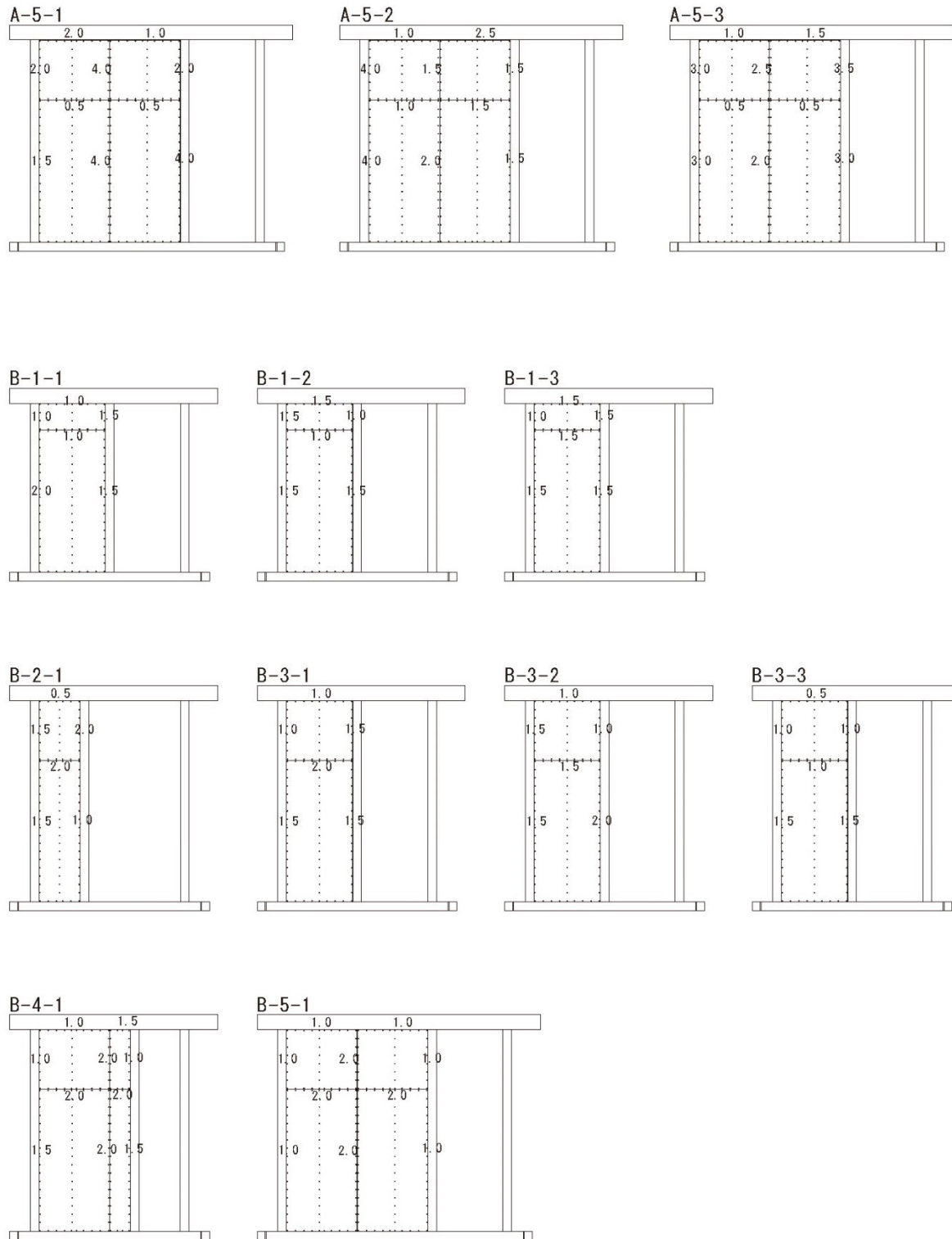


図 2.2.1-2 面材と軸材、面材同士の隙（単位：mm）

(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）

試験体 A-1 (2400-910)

表 2.2.1-4 A-1 試験結果

A-1 (2400-910)

	A-1-1	A-1-2	A-1-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	22.30	22.90	20.00	21.73	1.53	21.01
① 降伏耐力 Py [kN]	11.70	13.00	10.70	11.80	1.15	11.26
降伏変形角 γy [rad]	16.50	18.30	13.20	16.00	2.59	14.78
初期剛性 K [kN/rad]	709.09	710.38	810.61	743.36	58.24	715.93
終局耐力 Pu [kN]	20.10	21.20	18.30	19.87	1.46	19.18
塑性率 μ	2.36	2.25	2.95	2.52	0.38	2.34
構造特定係数 Ds	0.52	0.53	0.45	0.50	0.04	0.48
② 0.2Pu/Ds [kN]	7.75	7.93	8.10	7.93	0.18	<u>7.84</u>
③ 2/3/Pmax [kN]	14.90	15.30	13.30	14.50	1.06	14.00
④ p (1/120) [kN]	8.00	7.90	8.20	8.03	0.15	7.96
					min(①②③ ④) (kN)=	7.84
					L (m)=	0.91
					PO (kN/m)=	8.62
					実験倍率=	<u>4.39</u>

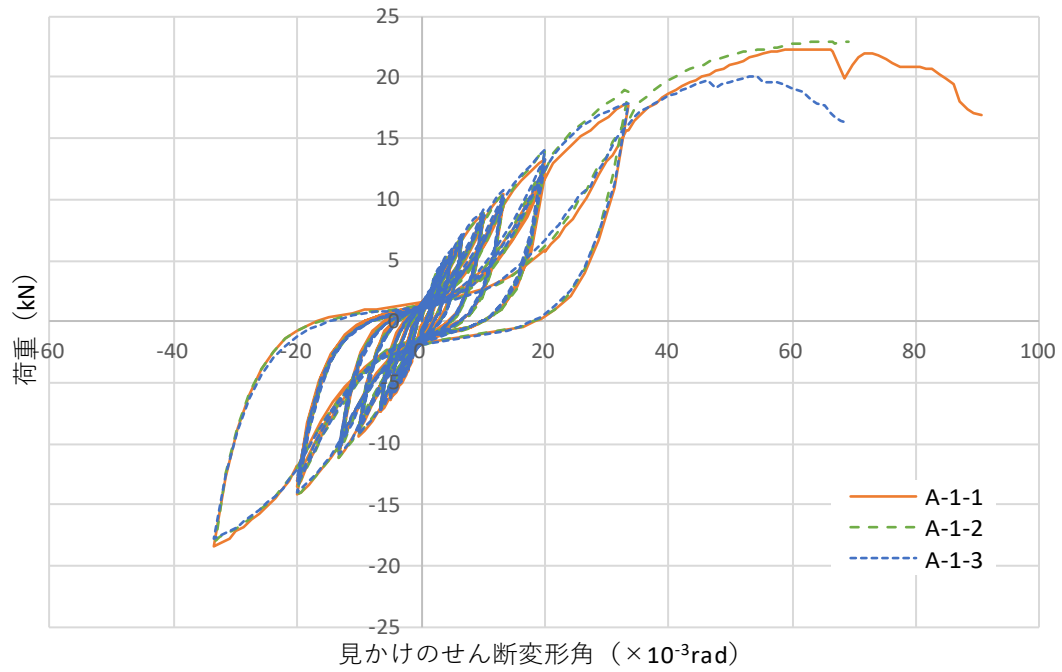


図 2.2.1-1 荷重－変位曲線 (A-1、見かけの変位)

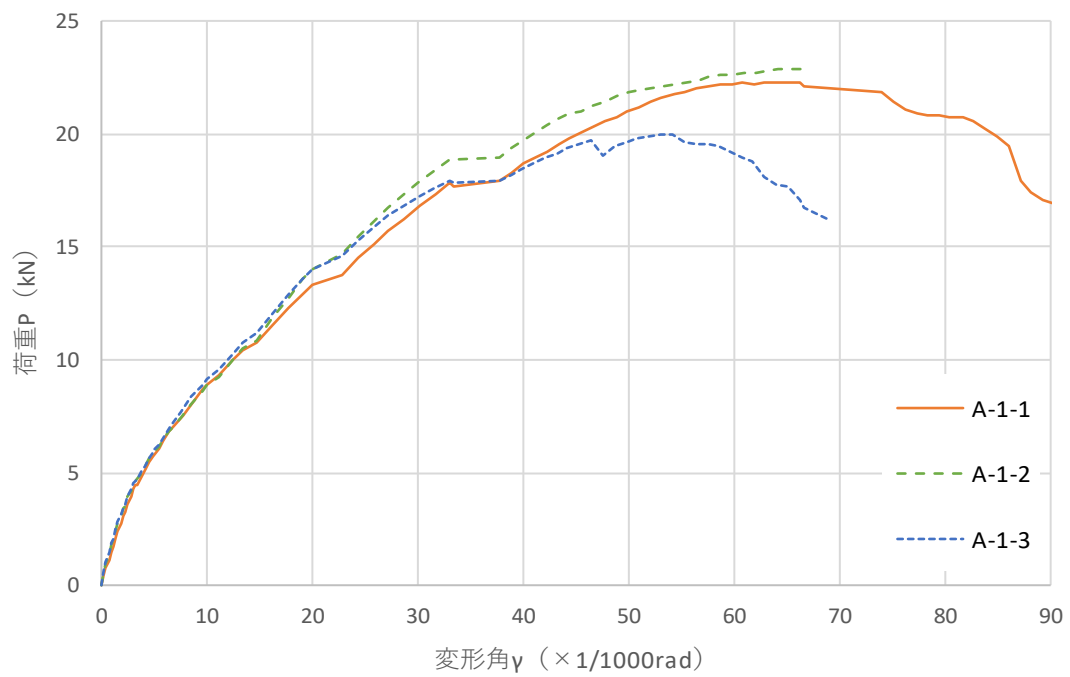
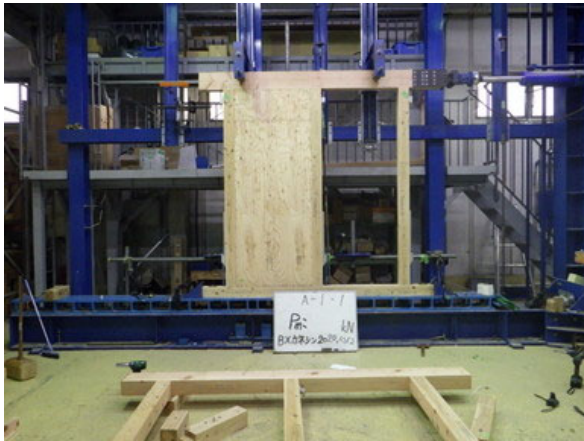


図 2.2.1-2 包絡線 (フレーム含む)

A-1-1



試験前



最大変形時



土台部



面材のたわみ



受材の割れ

A-1-2



試験前



最大変形時



引張側の面材と受材



面材のたわみ



土台と面材

A-1-3



試験前



最大変形時



面材のたわみ



受材の浮き



受材の浮き (裏面)

試験体 A-2 (2800-606)

表 2.2.1-4 A-2 試験結果

A-2 (2800-606)

	A-2-1	A-2-2	A-2-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	14.80	15.00	14.50	14.77	0.25	14.65
① 降伏耐力 Py [kN]	7.90	7.60	7.20	7.57	0.35	7.40
降伏変形角 γ_y [rad]	16.50	17.40	18.10	17.33	0.80	16.96
初期剛性 K [kN/rad]	478.79	436.78	397.79	437.79	40.51	418.71
終局耐力 Pu [kN]	13.40	13.00	12.40	12.93	0.50	12.70
塑性率 μ	2.39	2.25	2.15	2.26	0.12	2.21
構造特定係数 Ds	0.51	0.53	0.55	0.53	0.02	0.52
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	5.21	4.86	4.51	4.86	0.35	4.70
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	9.90	10.00	9.70	9.87	0.15	9.79
④ $p(1/120)$ [kN]	5.30	4.80	4.50	4.87	0.40	4.70
					min(①②③ ④) (kN) =	4.70
					L (m) =	0.606
					PO (kN/m) =	7.74
					実験倍率 =	3.94

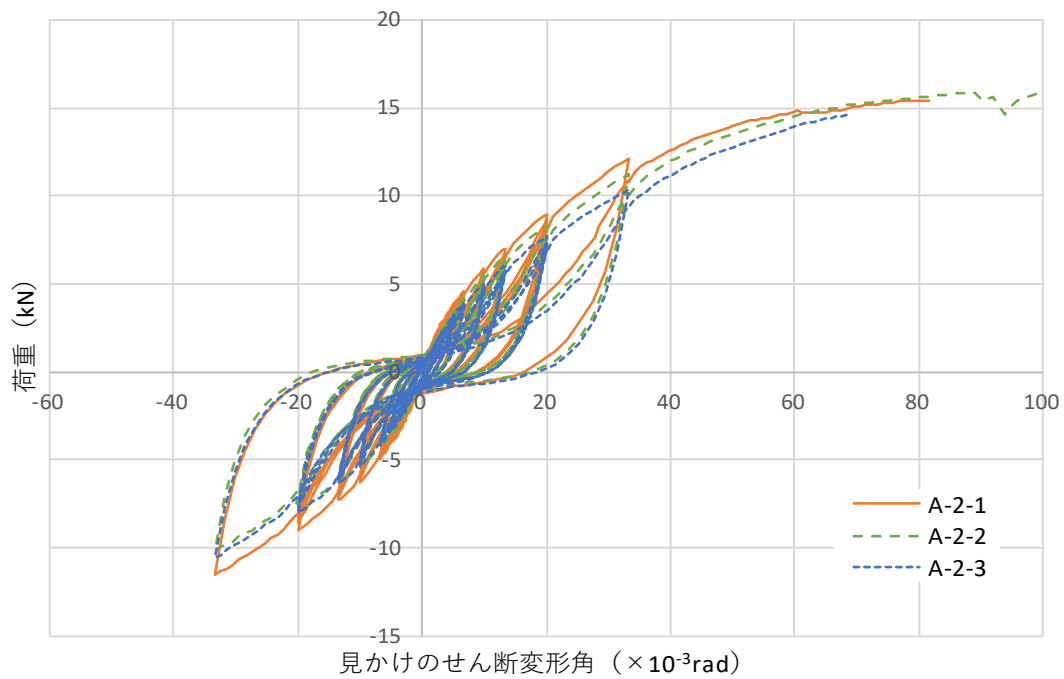


図 2.2.1-3 荷重－変位曲線（A-2、見かけの変位）

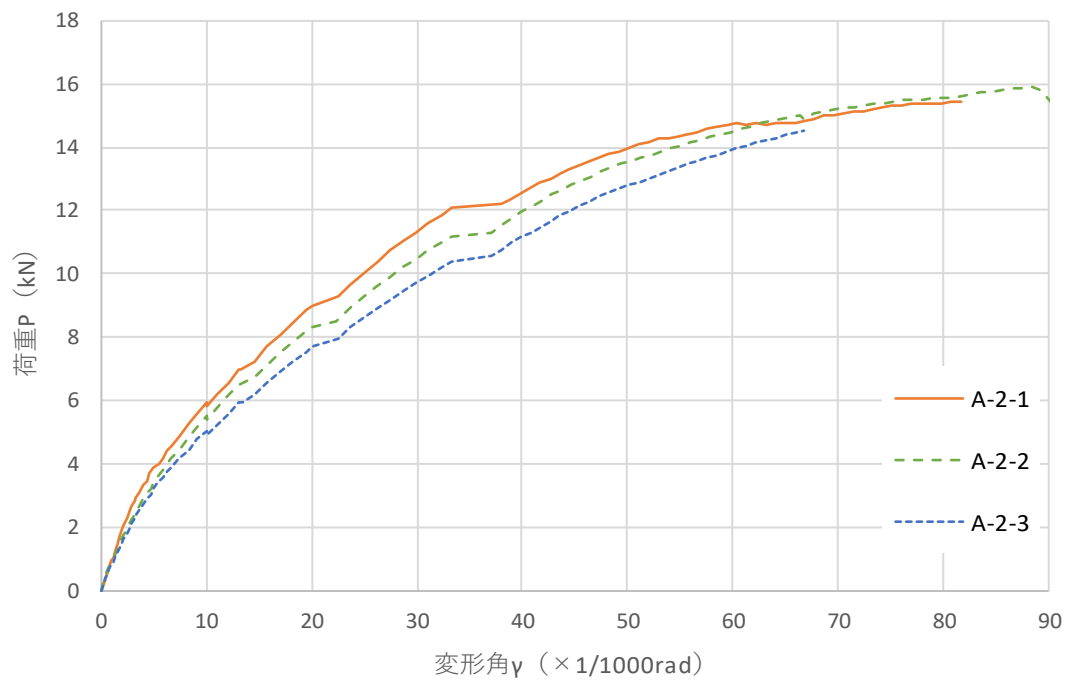


図 2.2.1-4 包絡線（フレーム含む）

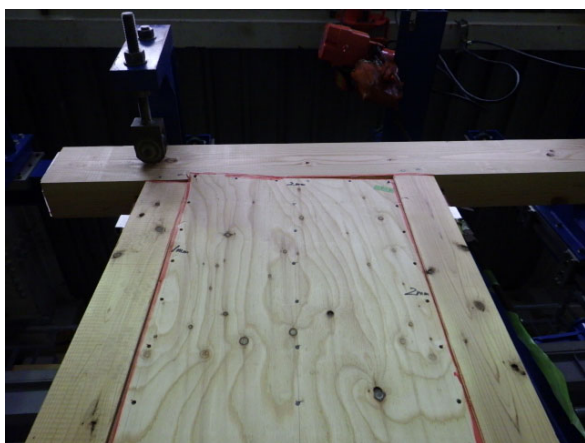
A-2-1



試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触

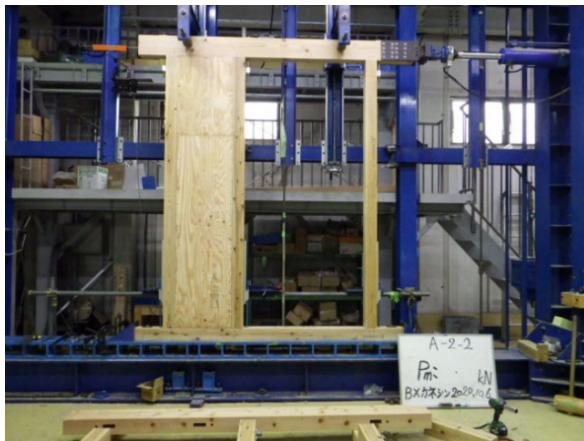


面材土台側



受材・間柱の浮き

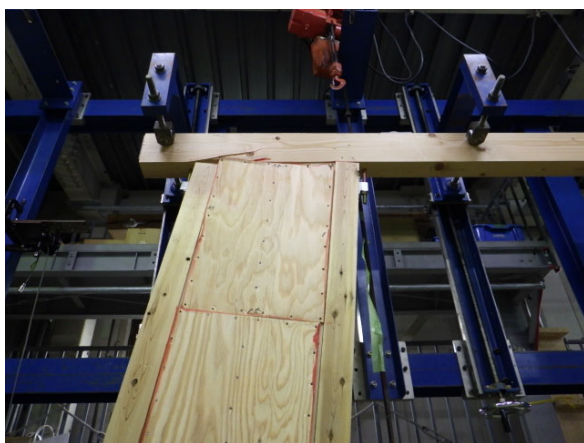
A-2-2



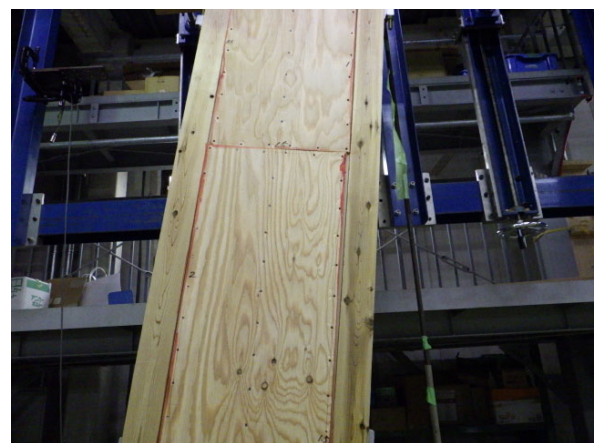
試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触

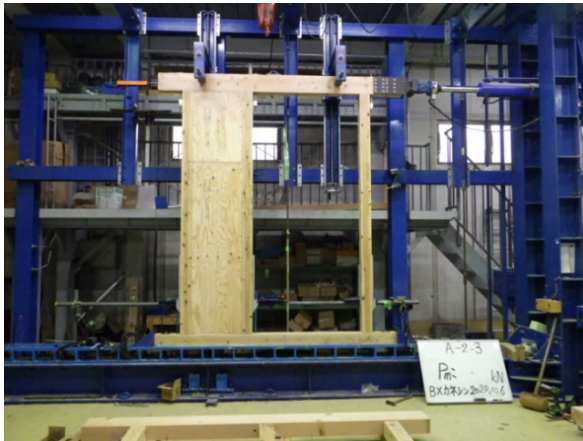


面材と土台の接触



面材土台側の変形

A-2-3



試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触



面材と土台の接触

試験体 A-3 (2800-910)

表 2.2.1-5 A-3 試験結果

	A-3-1	A-3-2	A-3-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	21.20	18.30	20.20	19.90	1.47	19.21
① 降伏耐力 Py [kN]	11.00	10.00	10.70	10.57	0.51	10.32
降伏変形角 γ_y [rad]	14.80	14.70	15.50	15.00	0.44	14.79
初期剛性 K [kN/rad]	743.24	680.27	690.32	704.61	33.83	688.68
終局耐力 Pu [kN]	19.20	17.00	18.60	18.27	1.14	17.73
塑性率 μ	2.58	2.67	2.48	2.58	0.10	2.53
構造特定係数 Ds	0.49	0.48	0.50	0.49	0.01	0.49
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	7.83	7.08	7.40	7.44	0.38	<u>7.26</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	14.10	12.20	13.50	13.27	0.97	12.81
④ $p(1/120)$ [kN]	8.10	7.30	7.50	7.63	0.42	7.44
					min(①②③ ④) (kN)=	7.26
					L (m)=	0.91
					PO (kN/m)=	7.97
					実験倍率=	4.06

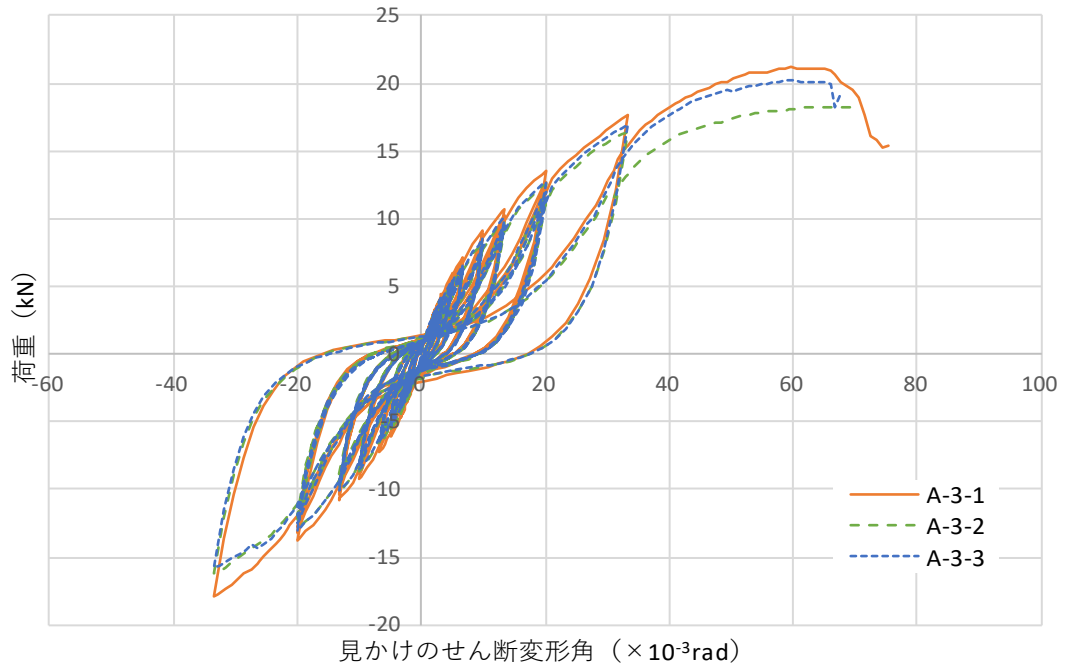


図 2.2.1-5 荷重－変位曲線 (A-3、見かけの変位)

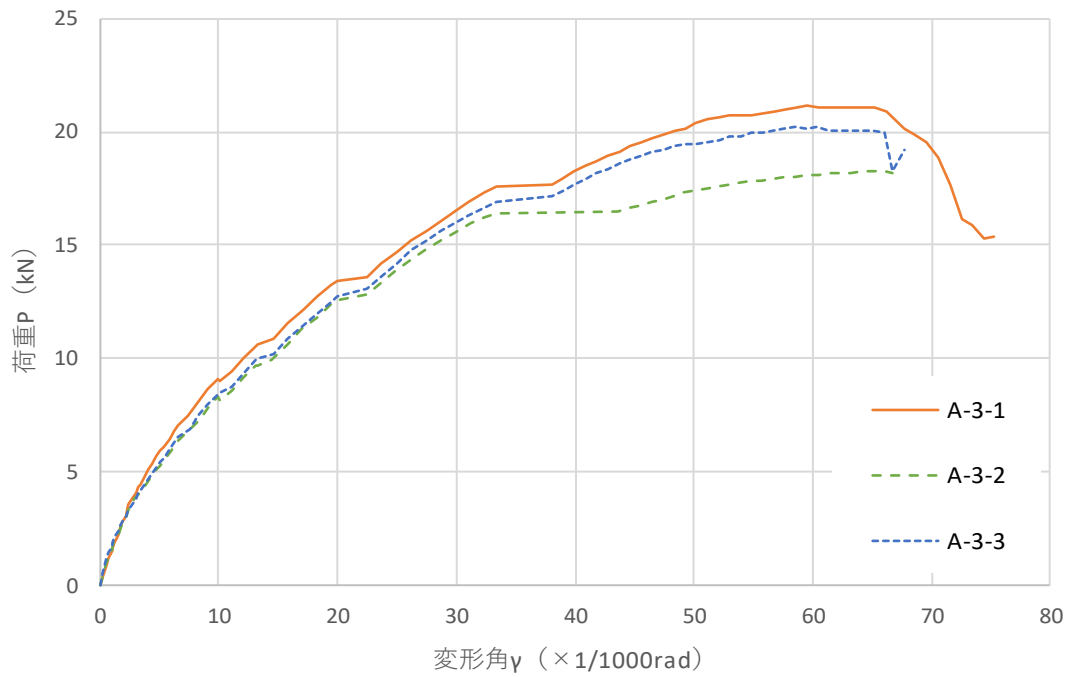
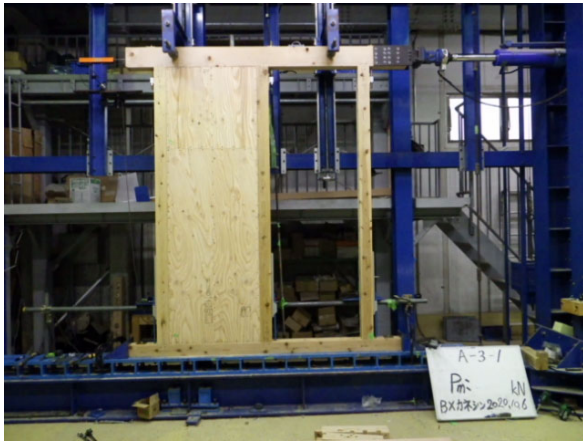


図 2.2.1-6 包絡線 (フレーム含む)

A-3-1



試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触



面材土台側



土台と受材の変形

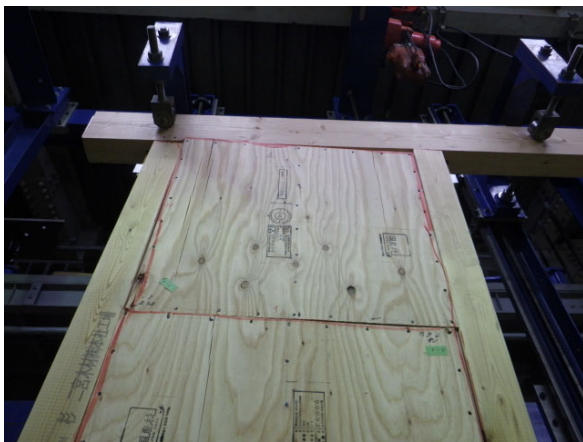
A-3-2



試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触



面材と土台の接触

A-3-3



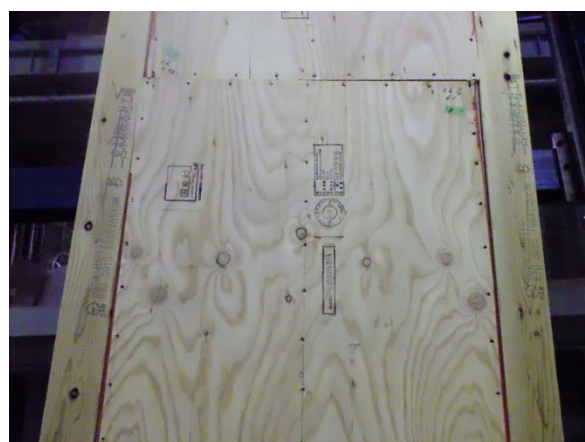
試験前



最大変形時



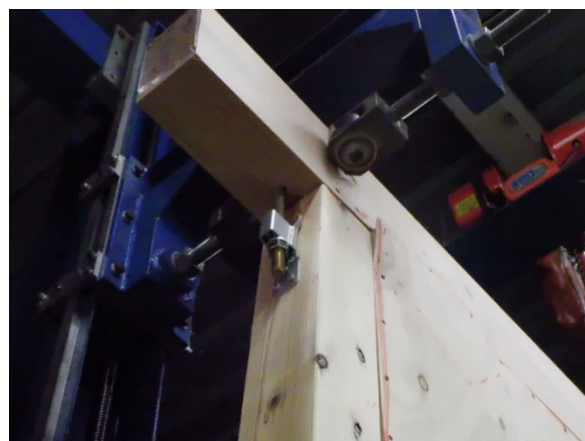
面材と桁の接触



面材と面材の接触



面材と土台の接触



桁側の面材の浮き

試験体 A-4 (2800-1213)

表 2.2.1-6 A-4 試験結果

A-4(2800-1213)

	A-4-1	A-4-2	A-4-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	25.40	26.10	24.70	25.40	0.70	25.07
① 降伏耐力 Py [kN]	13.60	13.80	13.30	13.57	0.25	13.45
降伏変形角 γ_y [rad]	12.60	13.10	11.90	12.53	0.60	12.25
初期剛性 K [kN/rad]	1079.37	1053.44	1117.65	1083.49	32.30	1068.27
終局耐力 Pu [kN]	22.50	23.20	22.30	22.67	0.47	22.44
塑性率 μ	3.09	3.03	3.34	3.15	0.16	3.08
構造特定係数 Ds	0.44	0.44	0.42	0.43	0.01	0.43
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	10.24	10.44	10.63	10.44	0.20	<u>10.34</u>
③ $2/3P_{max}$ [kN]	16.90	17.40	16.50	16.93	0.45	16.72
④ $p(1/120)$ [kN]	11.10	10.80	11.10	11.00	0.17	10.92
					min(①②③ ④) (kN)=	10.34
					L (m)=	1.213
					PO (kN/m)=	8.52
					実験倍率=	<u>4.34</u>

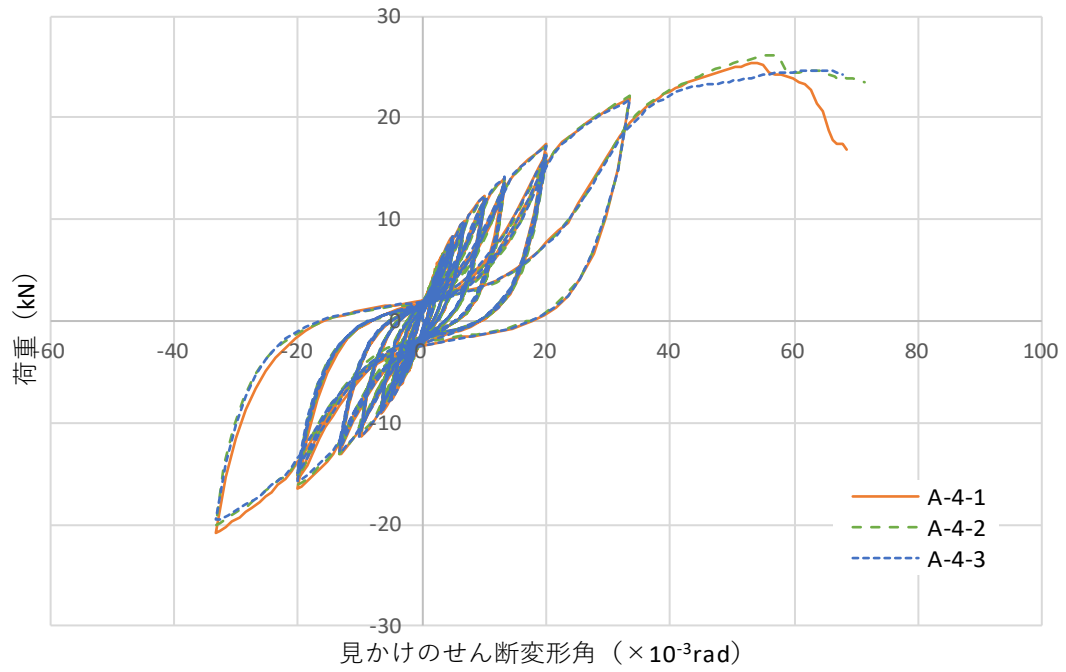


図 2.2.1-7 荷重—変位曲線 (A-4、見かけの変位)

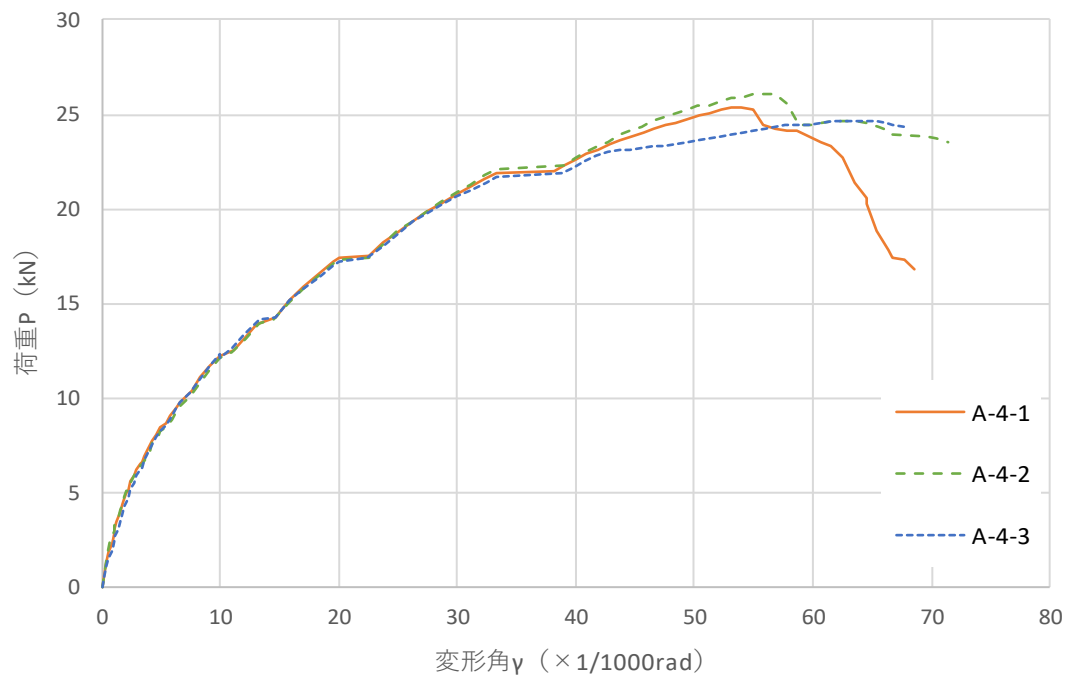
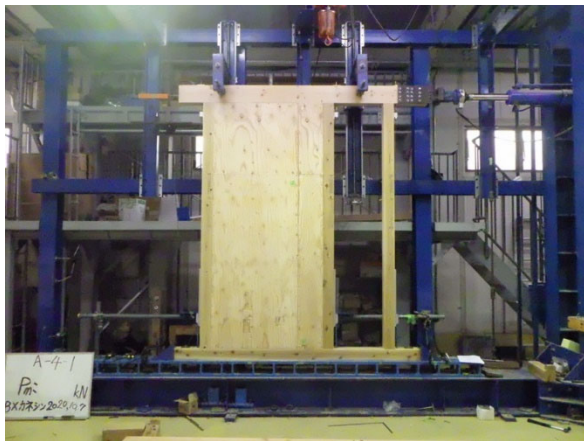


図 2.2.1-8 包絡線 (フレーム含む)

A-4-1



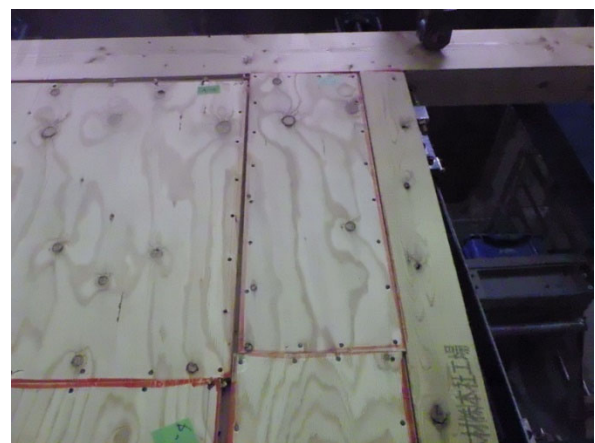
試験前



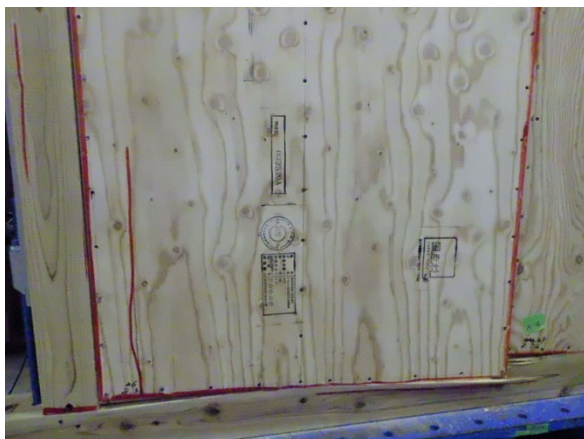
最大変形時



面材の面外への変形



面材と面材の接触



面材土台側



土台と受材の変形

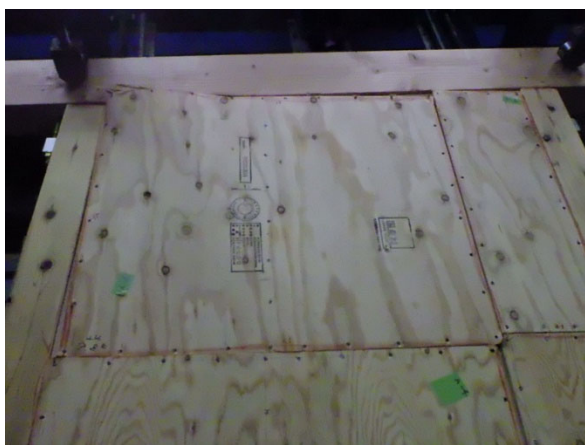
A-4-2



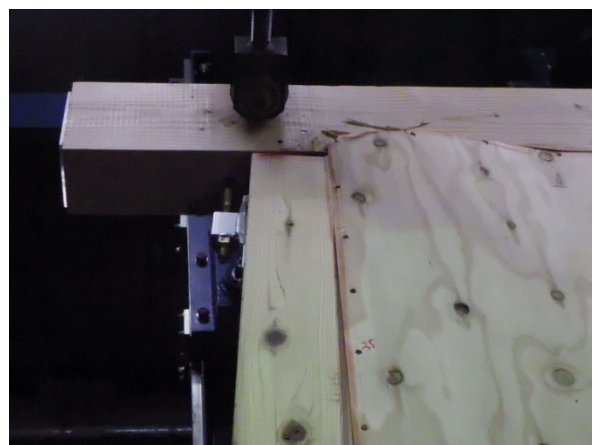
試験前



最大変形時



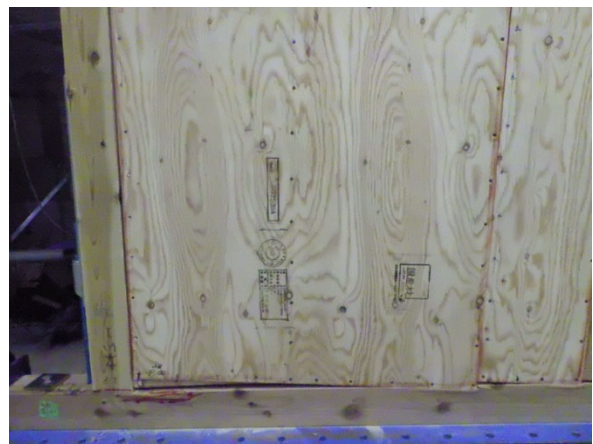
面材と桁の接触



桁側の面材の浮き

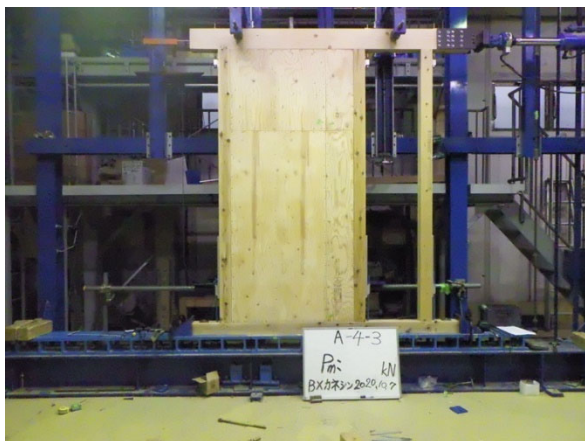


面材と面材の接触

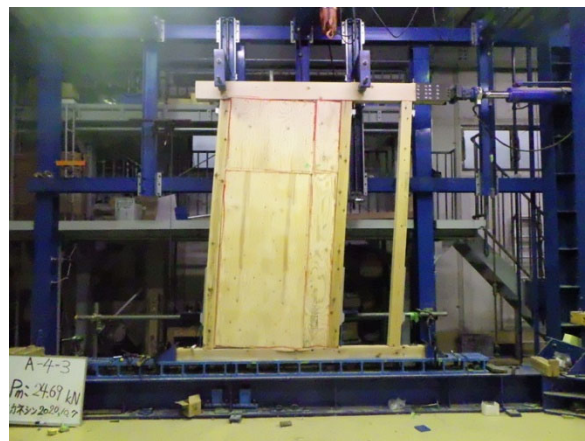


面材と土台の接触

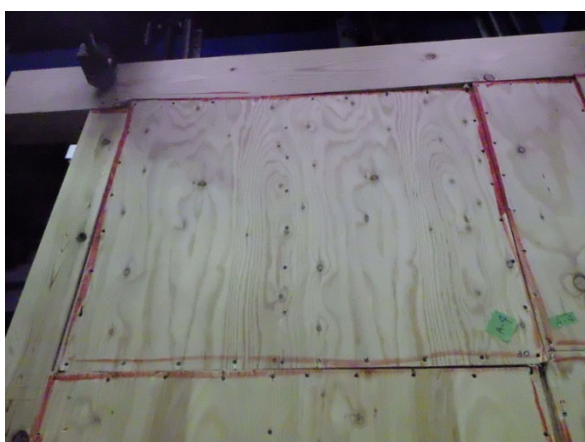
A-4-3



試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触



面材と土台の接触



土台の割れ

試験体 A-5 (2800-1820)

受材の土台への留めつけは、A-5-3 のみ千鳥、そのほかは直列となっていることに注意。留めつけを直列にしたことによって A-5-2 の試験体は 1/30rad 程度で破壊した。詳細については、2.2.2.破壊性状の整理 および 2.2.3 耐力関係の整理 を参照のこと。

表 2.2.1-8 では、A-5-2 を除いた 2 体で算出した結果を示す。2.2.3 耐力関係の整理で示す壁倍率は、特記のない場合は、表 2.2.1-8 の値を示すものとする。

表 2.2.1-7 A-5 試験結果 (3 体全ての結果)

A-5 (2800-1820)		A-5-1	A-5-2	A-5-3	平均	標準偏差	50%下限値
	最大荷重 Pmax [kN]	34.80	31.00	35.00	33.60	2.25	32.54
①	降伏耐力 Py [kN]	19.30	15.00	17.50	17.27	2.16	16.25
	降伏変形角 γ_y [rad]	12.20	7.80	10.40	10.13	2.21	9.09
	初期剛性 K [kN/rad]	1581.97	1923.08	1682.69	1729.25	175.26	1646.70
	終局耐力 Pu [kN]	31.50	26.10	31.90	29.83	3.24	28.31
	塑性率 μ	3.37	2.54	3.51	3.14	0.52	2.89
	構造特定係数 Ds	0.42	0.50	0.41	0.44	0.05	0.42
②	$0.2P_u/D_s$ [kN]	15.09	10.54	15.65	13.76	2.80	12.44
③	$2/3/P_{max}$ [kN]	23.20	20.70	23.30	22.40	1.47	21.71
④	$p (1/120)$ [kN]	15.80	15.70	15.50	15.67	0.15	15.59
						min(①②③)	12.44
						④) (kN)=	
						L (m)=	1.82
						P0 (kN/m)=	6.83
						実験倍率=	3.48

表 2.2.1-8 A-5 試験結果 (2 体の結果 (A-5-2 を除く))

A-5 (2800-1820)

	A-5-1	A-5-2	A-5-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	34.80	—	35.00	34.90	0.14	34.83
① 降伏耐力 Py [kN]	19.30	—	17.50	18.40	1.27	17.50
降伏変形角 γ_y [rad]	12.20	—	10.40	11.30	1.27	10.70
初期剛性 K [kN/rad]	1581.97	—	1682.69	1632.33	71.22	1598.79
終局耐力 Pu [kN]	31.50	—	31.90	31.70	0.28	31.57
塑性率 μ	3.37	—	3.51	3.44	0.10	3.39
構造特定係数 Ds	0.42	—	0.41	0.42	0.01	0.41
② 0.2Pu/Ds [kN]	15.09	—	15.65	15.37	0.40	<u>15.09</u>
③ 2/3/Pmax [kN]	23.20	—	23.30	23.25	0.07	23.20
④ p (1/120) [kN]	15.80	—	15.50	15.65	0.21	15.50
					min(①②③)	15.09
					④) (kN)=	
					L (m)=	1.82
					P0 (kN/m)=	8.29
					実験倍率=	<u>4.22</u>

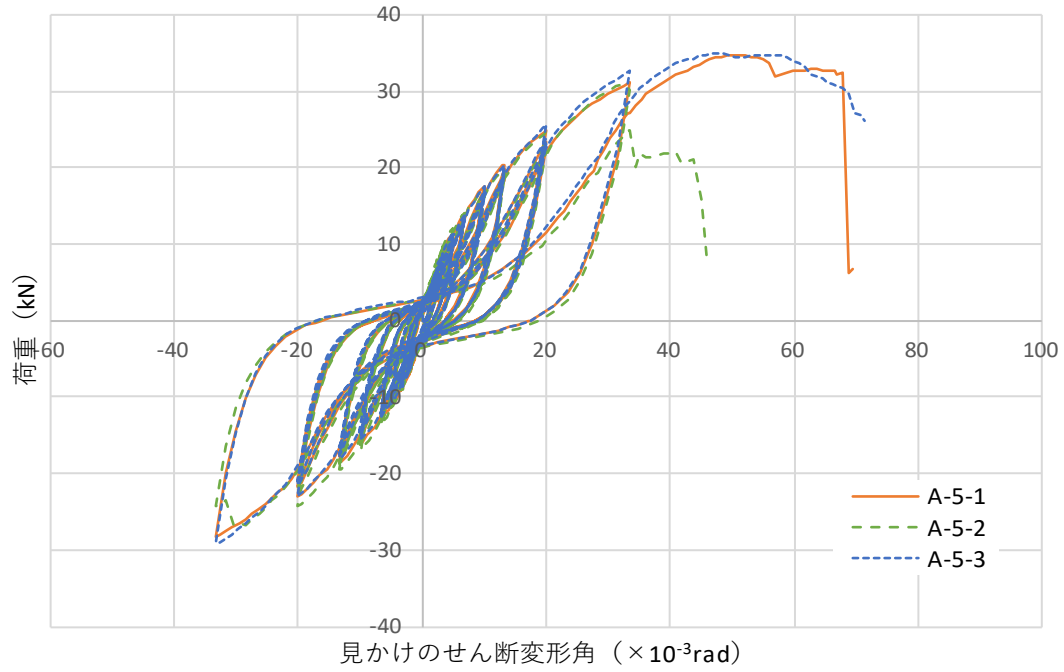


図 2.2.1-9 荷重－変位曲線 (A-5、見かけの変位)

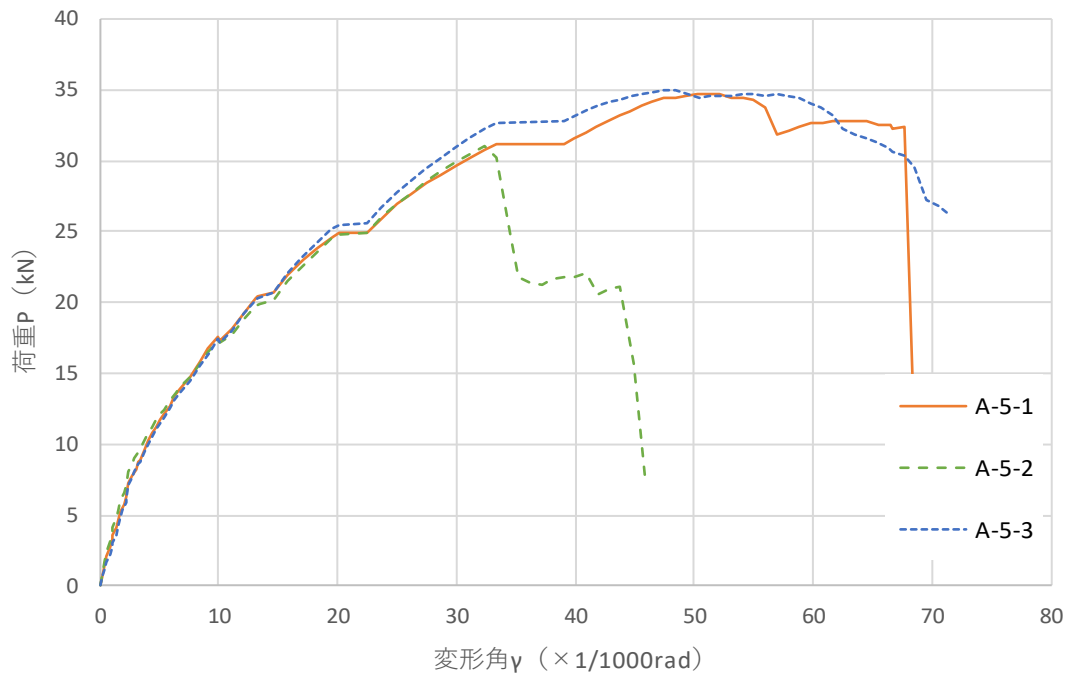


図 2.2.1-10 包絡線 (フレーム含む)

A-5-1



試験前



最大変形時



受材の割れによる変形



受材の割れの状況（土台側）

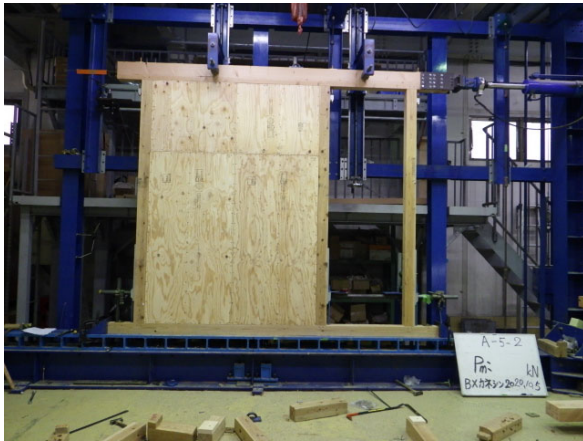


受材の割れの状況（土台側）



受材の割れの状況（柱側）

A-5-2



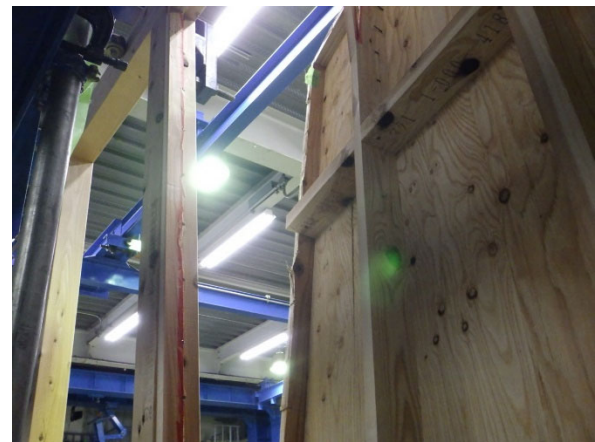
試験前



最大変形時



受材の割れの状況（柱側 表）



受材の割れの状況（柱側 裏）



受材の割れの状況（土台側）



受材の割れの状況（土台側）

A-5-3



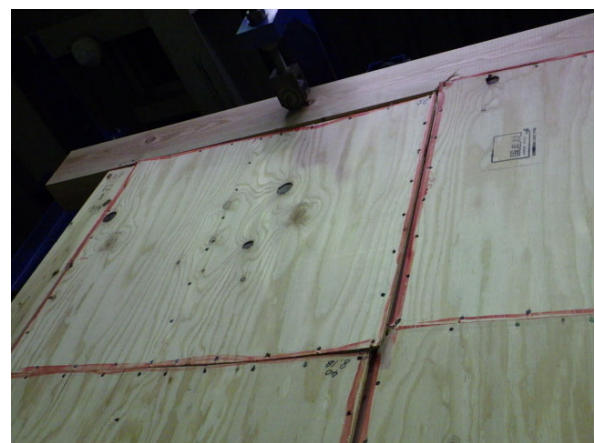
試験前



最大変形時



面材と桁の接触



面材と面材の接触



面材と土台の接触



受材の状況 (割れなし)

試験体 B-1 (2400-910)

表 2.2.1-8 B-1 試験結果

B-1 (2400-910)

	B-1-1	B-1-2	B-1-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	23.00	22.20	19.60	21.60	1.78	20.76
① 降伏耐力 Py [kN]	12.30	11.90	10.00	11.40	1.23	10.82
降伏変形角 γ_y [rad]	15.30	13.80	12.80	13.97	1.26	13.37
初期剛性 K [kN/rad]	803.92	862.32	781.25	815.83	41.83	796.13
終局耐力 Pu [kN]	20.70	19.90	17.50	19.37	1.67	18.58
塑性率 μ	2.15	2.89	2.61	2.55	0.37	2.37
構造特定係数 Ds	0.55	0.46	0.49	0.50	0.05	0.48
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	7.52	8.70	7.19	7.80	0.79	<u>7.43</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	15.30	14.80	13.10	14.40	1.15	13.86
④ $p (1/120)$ [kN]	8.60	8.90	7.80	8.43	0.57	8.17
					min(①②③ ④) (kN)=	7.43
					L (m)=	0.91
					PO (kN/m)=	8.16
					実験倍率=	<u>4.16</u>

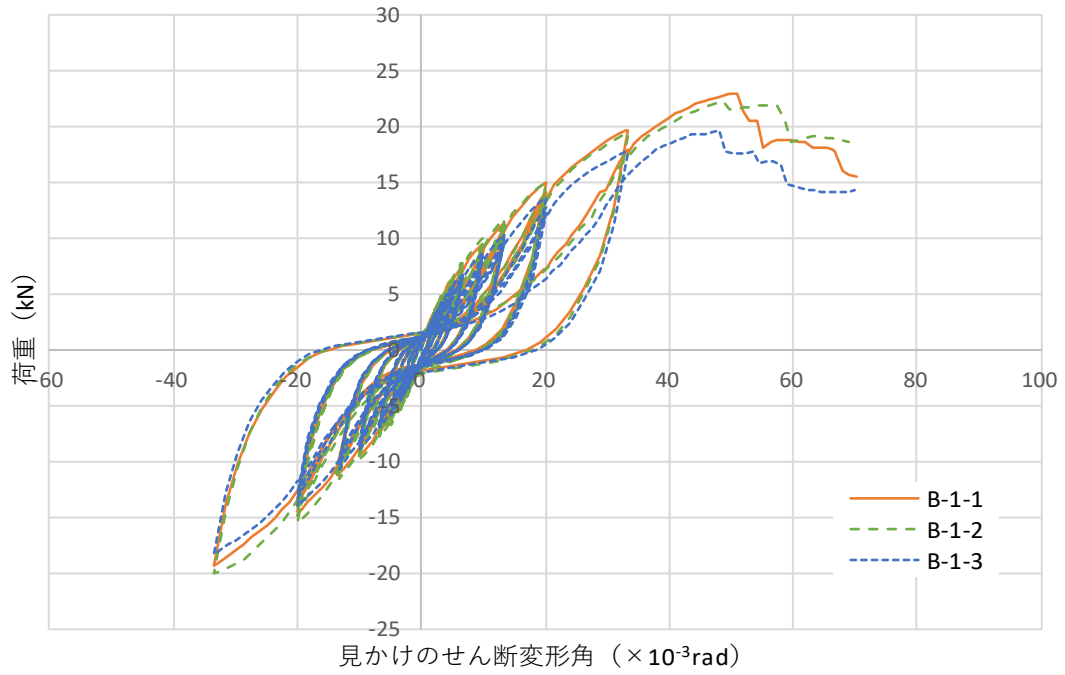


図 2.2.1-11 荷重－変位曲線 (B-1、見かけの変位)

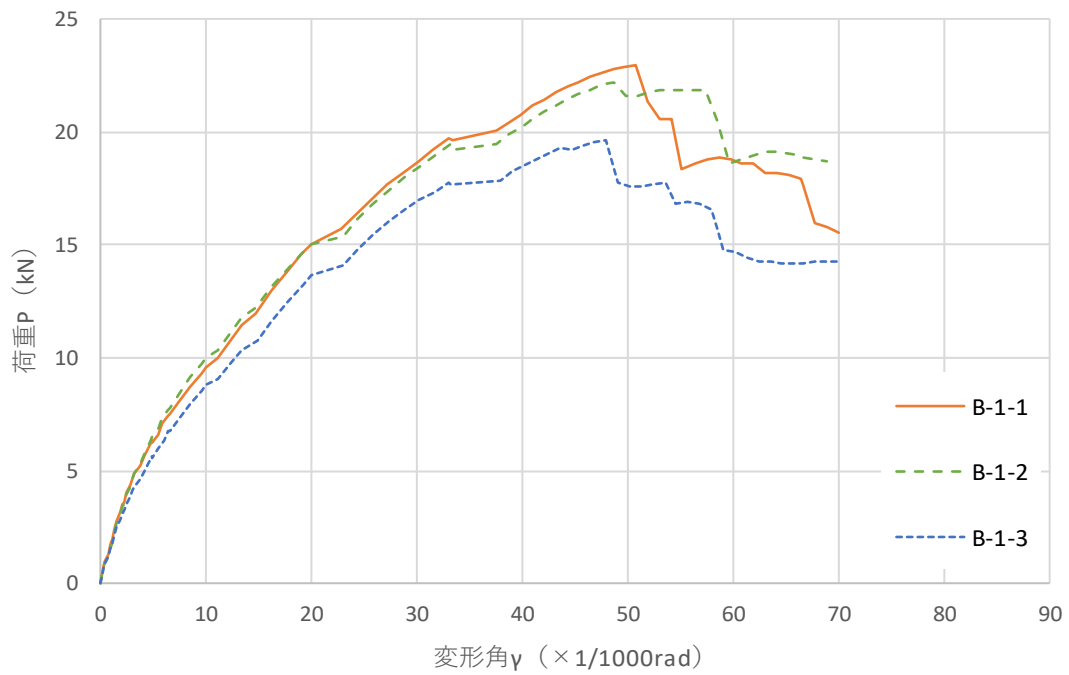
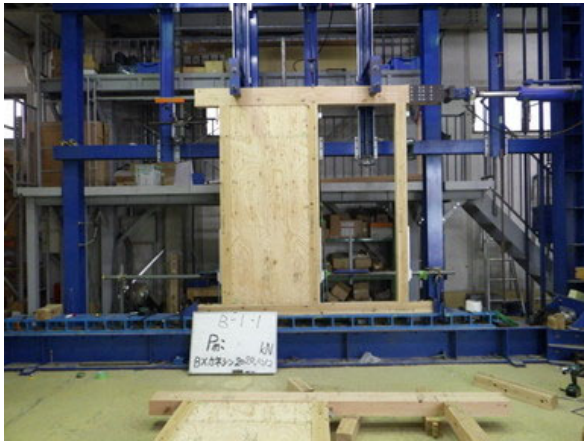


図 2.2.1-12 包絡線 (フレーム含む)

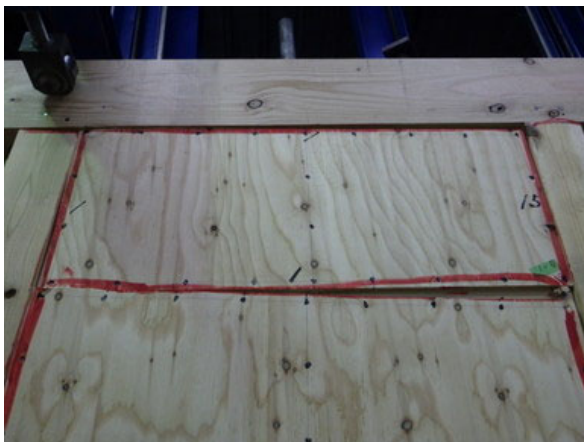
B-1-1



試験前



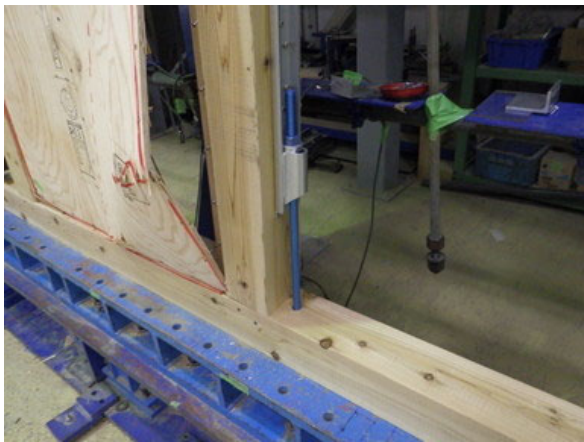
最大変形時



桁側、面材同士の状況



土台側の状況



くぎのパンチングアウト

B-1-2



試験前



最大変形時



桁側、面材同士の状況



土台側の状況



くぎのパンチングアウト

B-1-3



試験前



最大変形時



桁側、面材同士の状況



土台側の状況



くぎのパンチングアウト

試験体 B-2 (2800-606)

表 2.2.1-9 B-2 試験結果

B-2 (2800-606)		B-2-1
最大荷重 Pmax [kN]		15.90
① 降伏耐力 Py [kN]		7.80
降伏変形角 γ_y [rad]		16.70
初期剛性 K [kN/rad]		467.07
終局耐力 Pu [kN]		13.50
塑性率 μ		2.30
構造特定係数 Ds		0.53
② $0.2P_u/D_s$ [kN]		<u>5.12</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]		10.60
④ $p(1/120)$ [kN]		5.30
$\min(①②③④)$ (kN)=		<u>5.12</u>
L (m)=		0.606
P0 (kN/m)=		8.44
実験倍率=		<u>4.31</u>

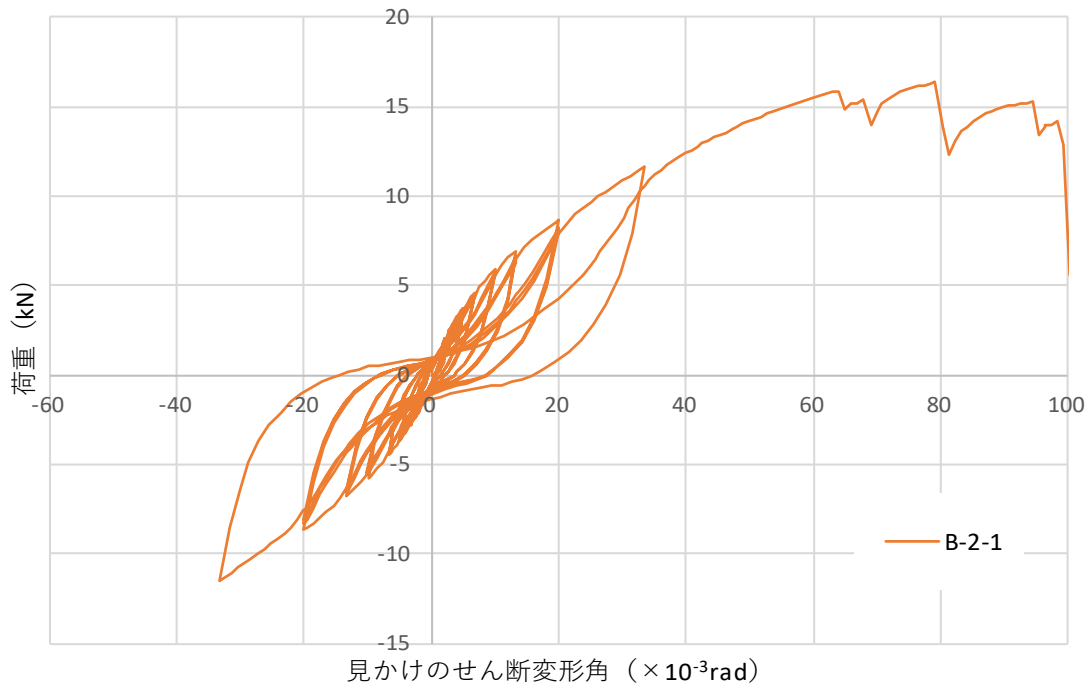


図 2.2.1-13 荷重－変位曲線 (B-2、見かけの変位)

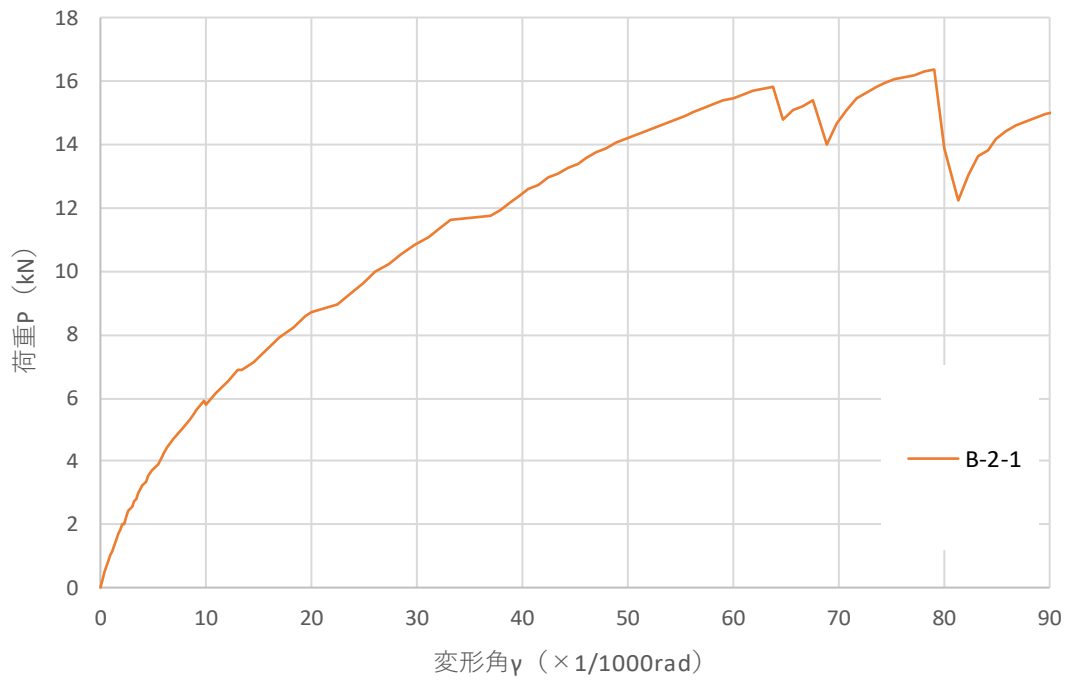
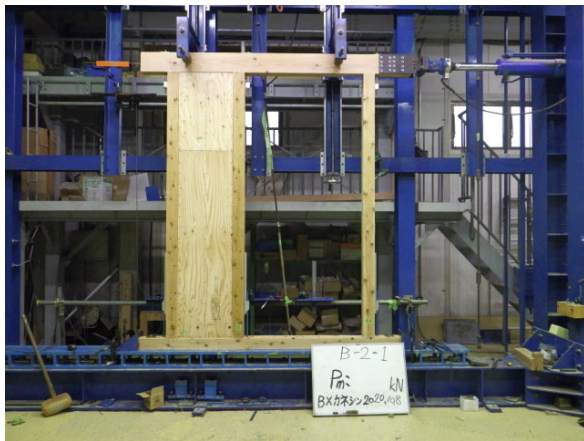


図 2.2.1-14 包絡線 (フレーム含む)

B-2-1



試験前



1/15rad 時



1/15rad 土台側の状況



1/15rad 面材の状況



最終変形時



最終変形時の柱の破壊

試験体 B-3 (2800-910)

表 2.2.1-9 B-3 試験結果

B-3 (2800-910)

	B-3-1	B-3-2	B-3-3	平均	標準偏差	50%下限値
最大荷重 Pmax [kN]	23.40	23.70	20.30	22.47	1.88	21.58
① 降伏耐力 Py [kN]	12.90	12.00	9.90	11.60	1.54	10.87
降伏変形角 γ_y [rad]	15.20	14.40	9.30	12.97	3.20	11.46
初期剛性 K [kN/rad]	848.68	833.33	1064.52	915.51	129.27	854.62
終局耐力 Pu [kN]	21.40	20.70	18.40	20.17	1.57	19.43
塑性率 μ	2.64	2.42	3.83	2.96	0.76	2.61
構造特定係数 Ds	0.48	0.51	0.39	0.46	0.06	0.43
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	8.85	8.11	9.50	8.82	0.70	8.49
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	15.60	15.80	13.50	14.97	1.27	14.37
④ $p (1/120)$ [kN]	9.00	9.00	9.20	9.07	0.12	9.01
					min(①②③ ④) (kN)=	8.49
					L (m)=	0.91
					P0 (kN/m)=	9.33
					実験倍率=	4.76

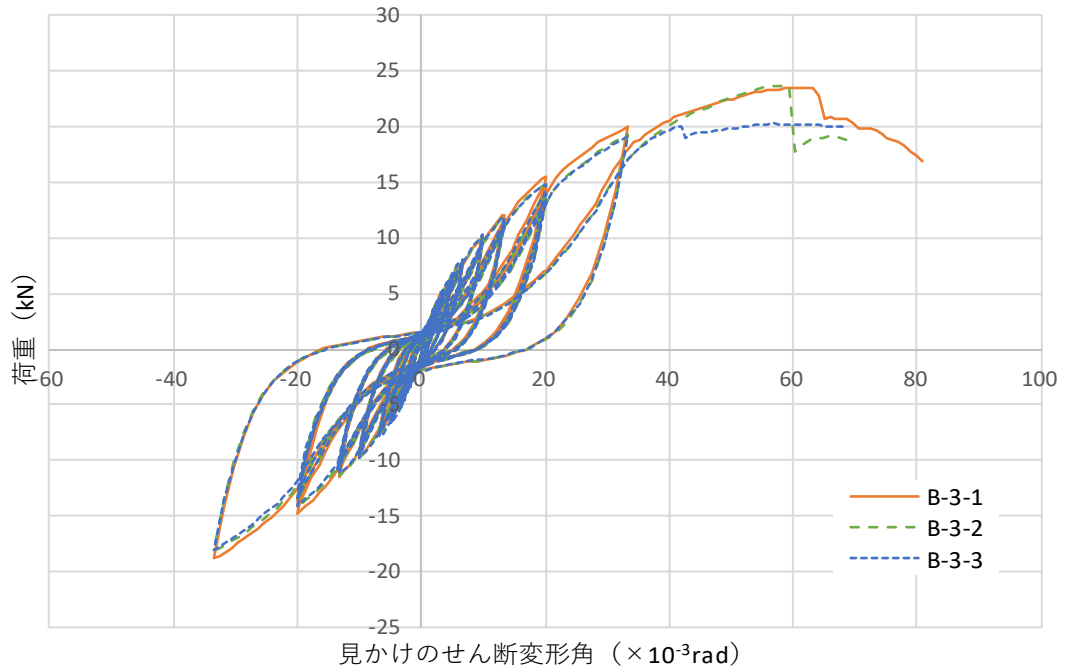


図 2.2.1-15 荷重－変位曲線 (B-3、見かけの変位)

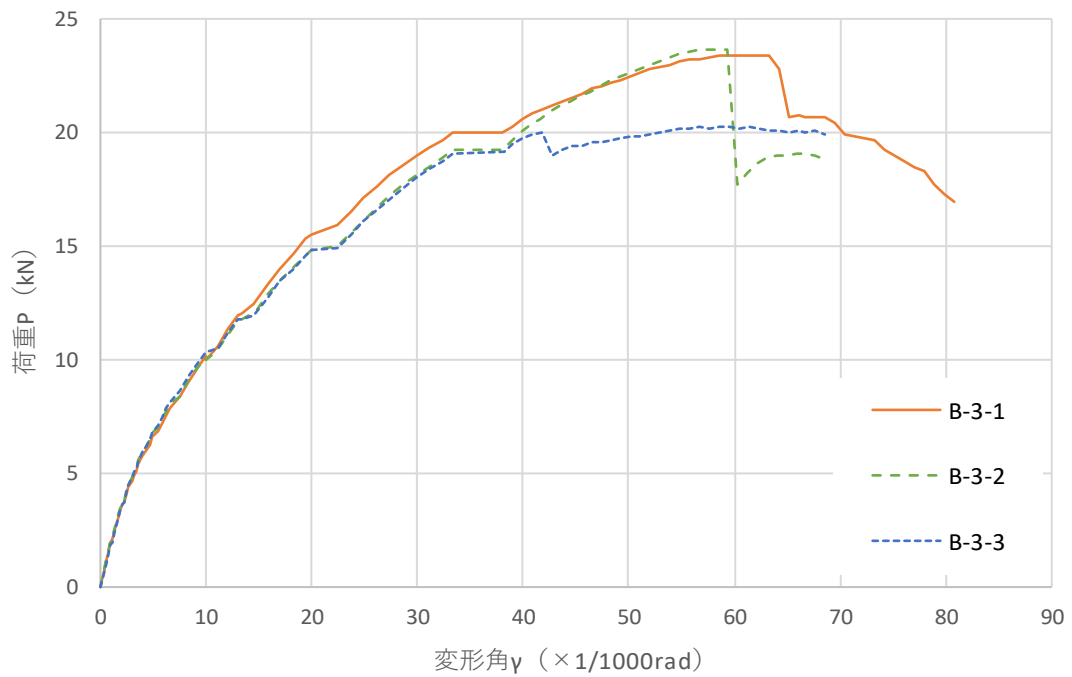
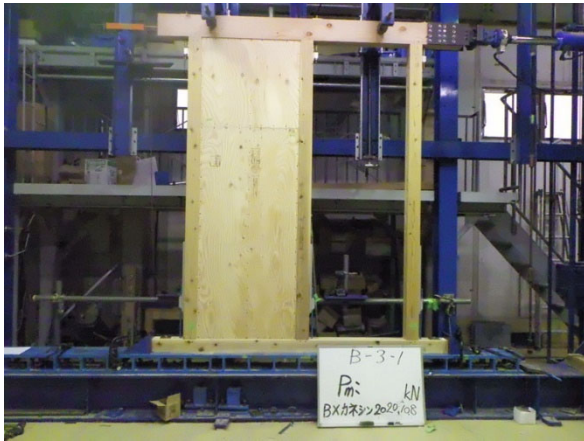


図 2.2.1-16 包絡線 (フレーム含む)

B-3-1



試験前



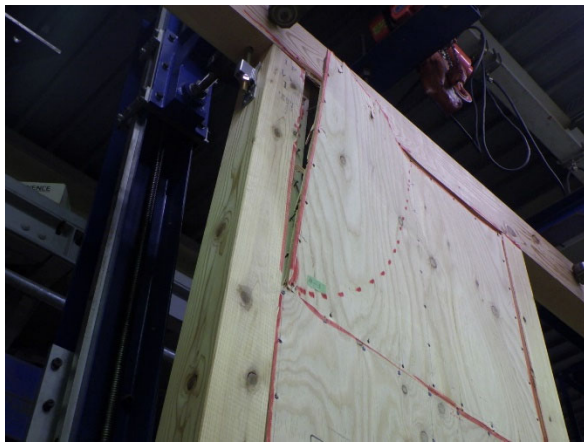
最大変形時



桁側、面材同士の状況



土台側の状況

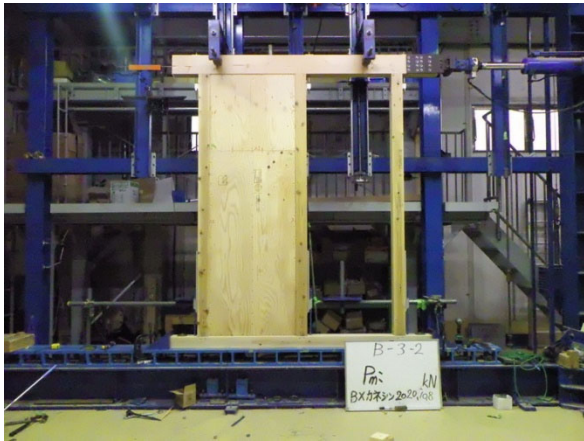


くぎのパンチングアウト

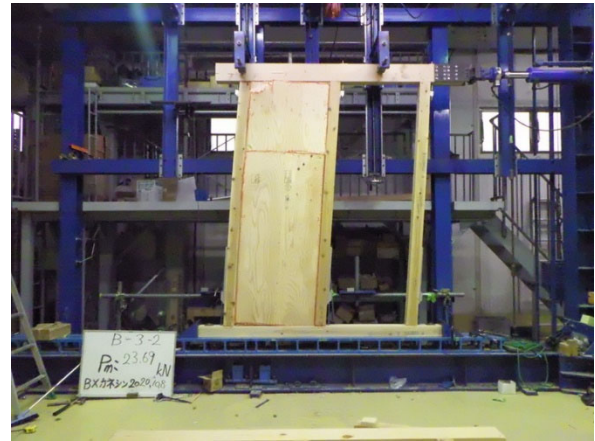


土台側受材の割れ

B-3-2



試験前



最大変形時



桁側、面材同士の状況



土台側の状況



くぎのパンチングアウト

B-3-3



試験前



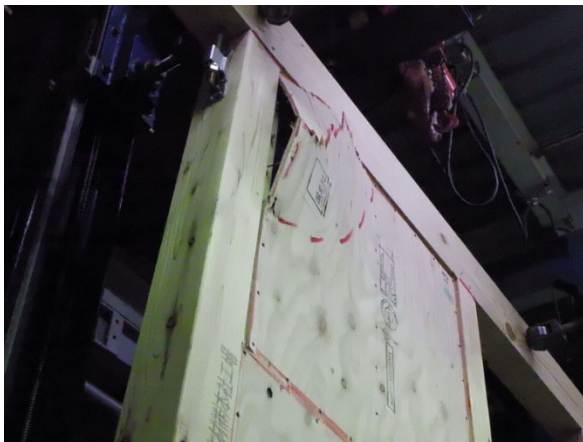
最大変形時



桁側、面材同士の状況



土台側の状況



くぎのパンチングアウト

試験体 B-4 (2800-1213)

表 2.2.1-10 B-4 試験結果

B-4 (2800-1213)

		1 体目
	最大荷重 Pmax [kN]	27.50
①	降伏耐力 Py [kN]	13.80
	降伏変形角 γ_y [rad]	10.70
	初期剛性 K [kN/rad]	1289.72
	終局耐力 Pu [kN]	25.10
	塑性率 μ	3.44
	構造特定係数 Ds	0.41
②	$0.2P_u/D_s$ [kN]	<u>12.17</u>
③	$2/3/P_{max}$ [kN]	18.30
④	$p(1/120)$ [kN]	12.30
	$\min(①②③④)$ (kN)=	12.17
	L (m)=	1.213
	P0 (kN/m)=	10.03
	実験倍率=	<u>5.12</u>

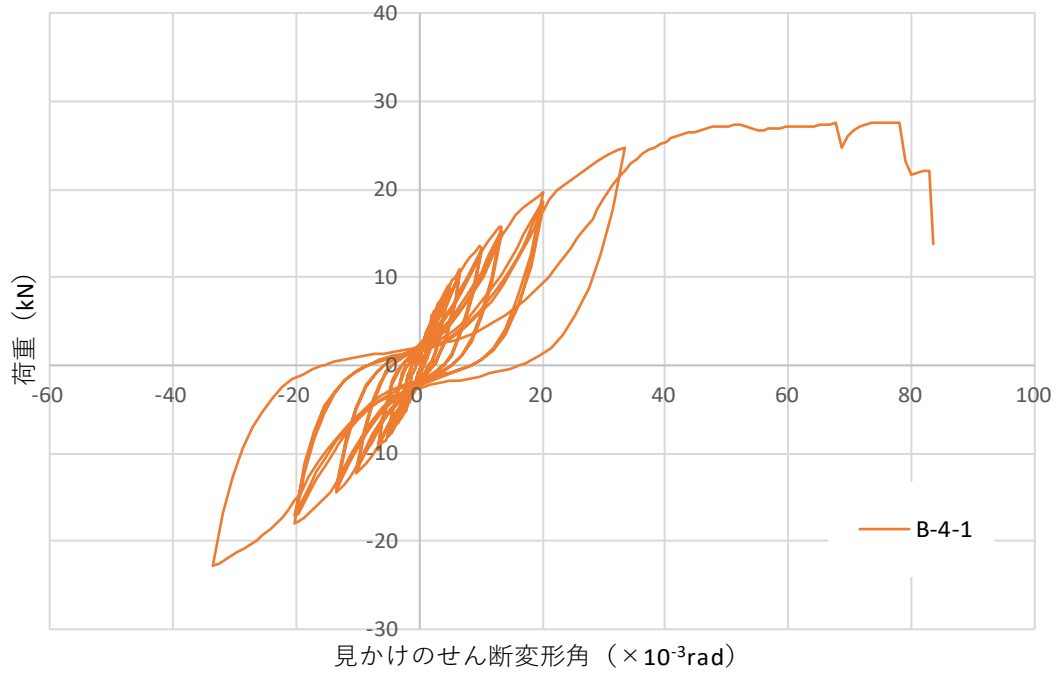


図 2.2.1-17 荷重－変位曲線 (B-4、見かけの変位)

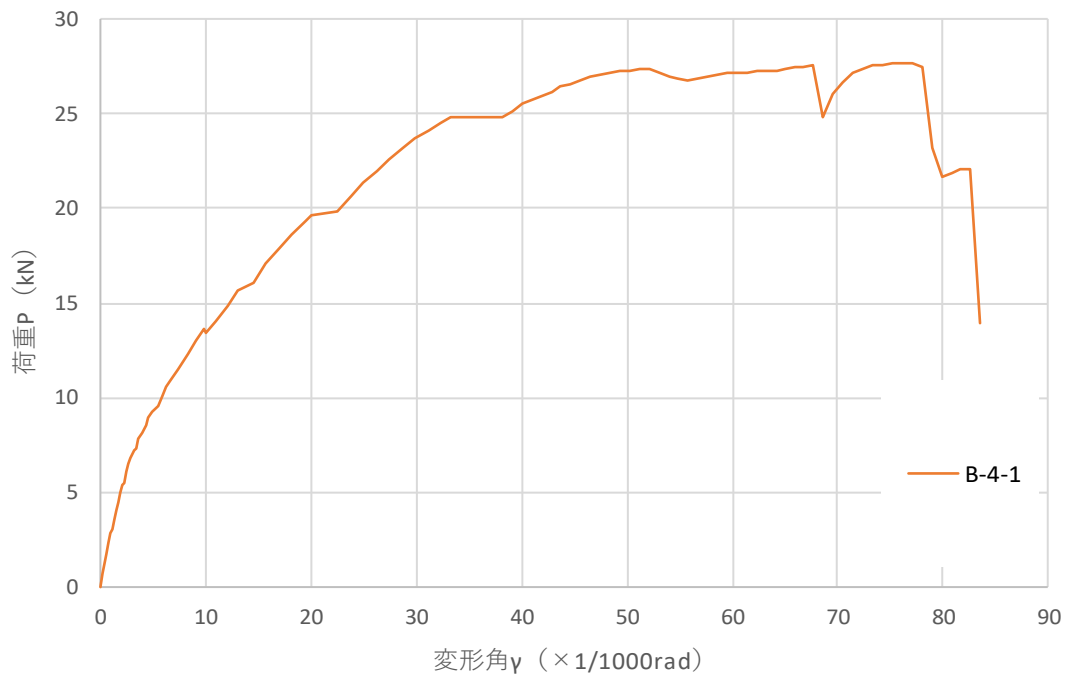


図 2.2.1-18 包絡線 (フレーム含む)

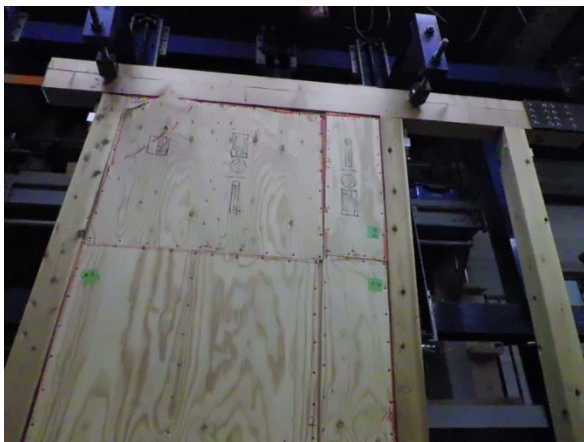
B-4-1



試験前



試験後



桁側、面材の状況



桁側の状況



土台側



土台側の状況

試験体 B-5 (2800-1820)

表 2.2.1-11 B-5 試験結果

B-5 (2800-1820)

1 体目	
最大荷重 Pmax [kN]	36.10
① 降伏耐力 Py [kN]	18.00
降伏変形角 γ_y [rad]	10.80
初期剛性 K [kN/rad]	1666.67
終局耐力 Pu [kN]	32.40
塑性率 μ	3.42
構造特定係数 Ds	0.41
② $0.2P_u/D_s$ [kN]	<u>15.66</u>
③ $2/3/P_{max}$ [kN]	24.10
④ $p(1/120)$ [kN]	15.80
$\min(①②③④)$ (kN)=	15.66
L (m)=	1.82
P0 (kN/m)=	8.60
実験倍率=	<u>4.39</u>

受材の土台への留めつけは千鳥となっていることに注意。

詳細については、2.2.2.破壊性状の整理 および 2.2.3 耐力関係の整理 を参照のこと。

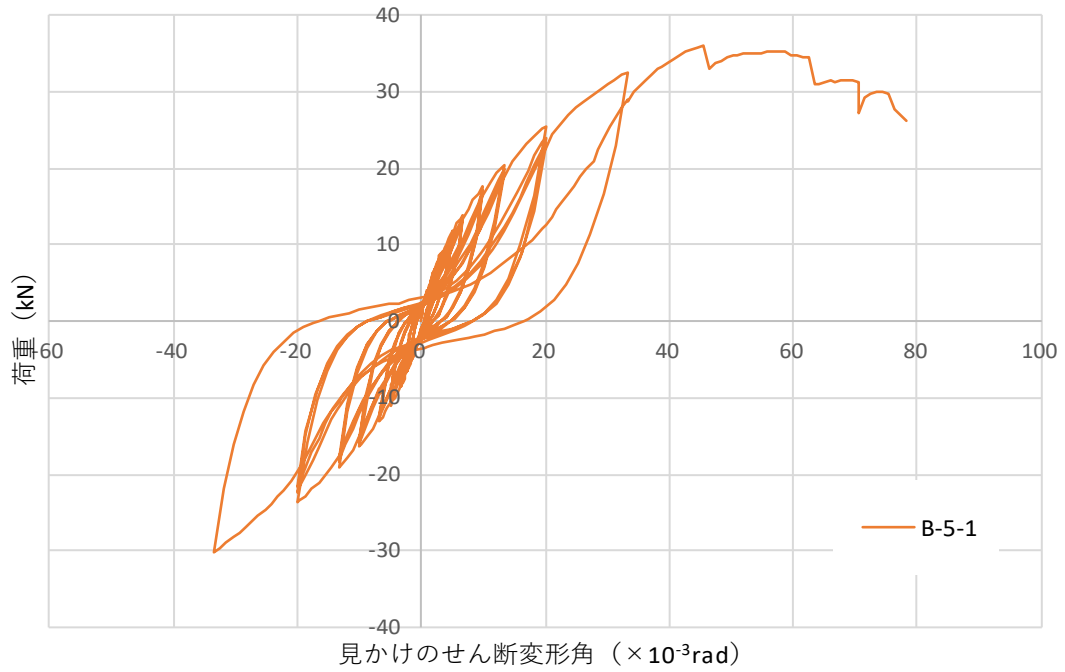


図 2.2.1-19 荷重－変位曲線 (B-5、見かけの変位)

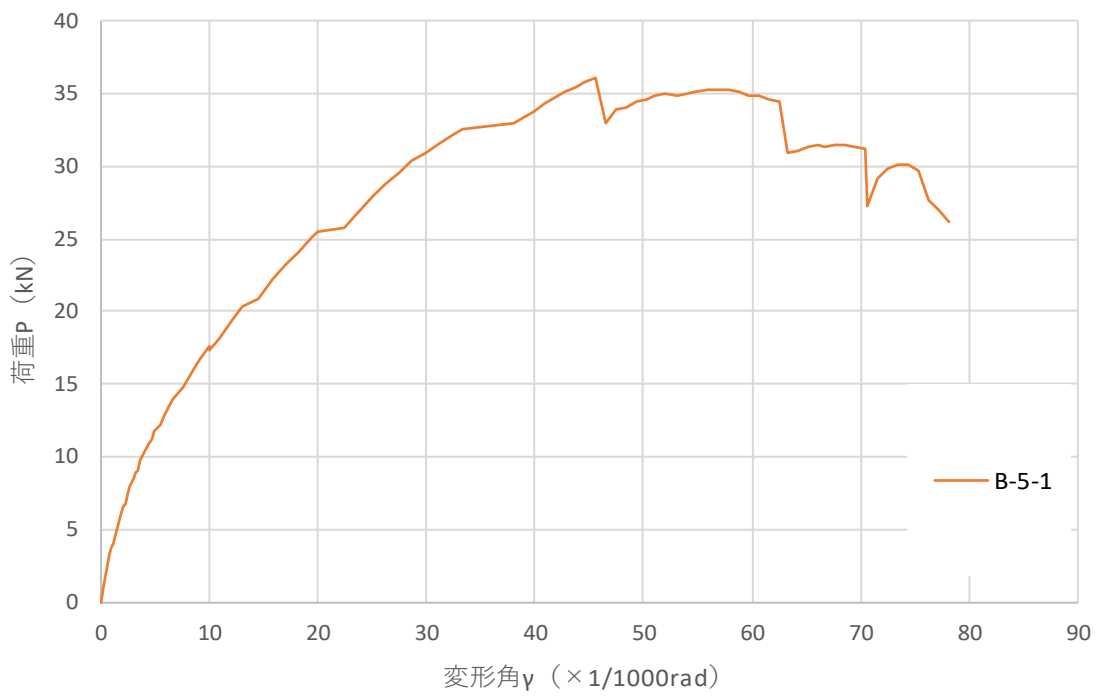


図 2.2.1-20 包絡線 (フレーム含む)

B-5-1



試験前



試験後



土台側の状況



土台側受材の状況



桁側面材の状況



土台側受材の割れ

試験体 C-1 (2800-910 フレーム)

表 2.2.1-12 C-1 試験結果

C-1 (2800-910)		1 体目
最大荷重		5.50
Pmax [kN]		
① 降伏耐力		2.90
Py [kN]		
降伏変形角		27.20
γ_y [rad]		
初期剛性		106.62
K [kN/rad]		
終局耐力		4.80
Pu [kN]		
塑性率		1.51
μ		
構造特定係数		0.70
Ds		
② 0.2Pu/Ds [kN]		1.36
③ 2/3/Pmax [kN]		3.70
④ p (1/120) [kN]		<u>0.80</u>
min(①②③④) (kN)=		0.80
L (m)=		0.91
P0 (kN/m)=		0.87
実験倍率=		<u>0.44</u>

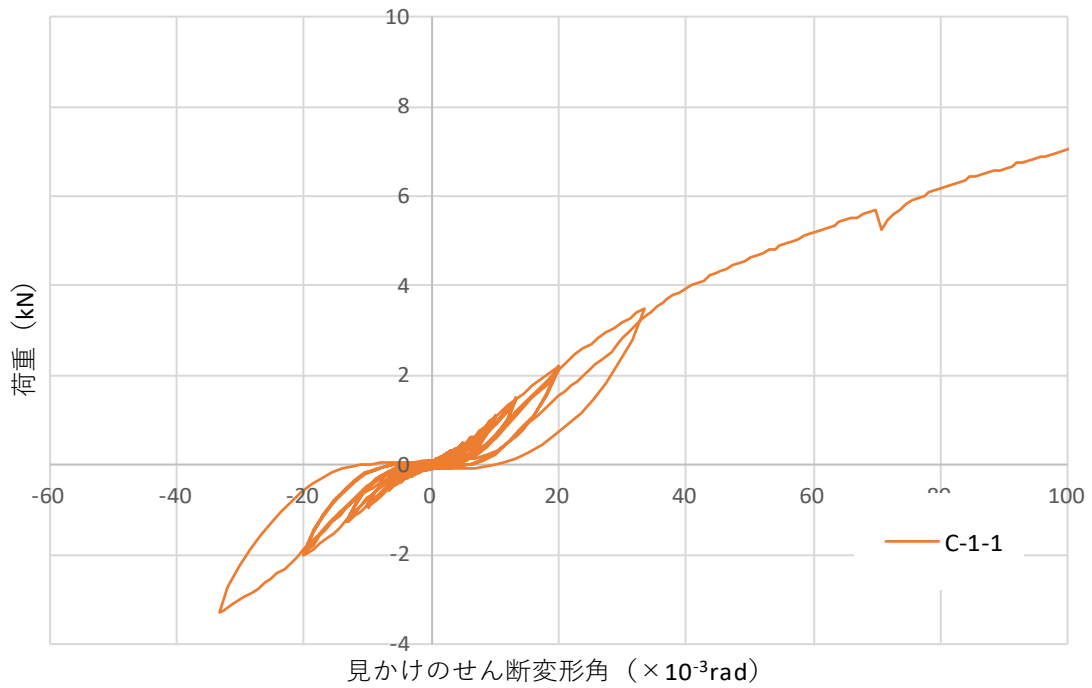


図 2.2.1-21 荷重－変位曲線 (C-1、見かけの変位)

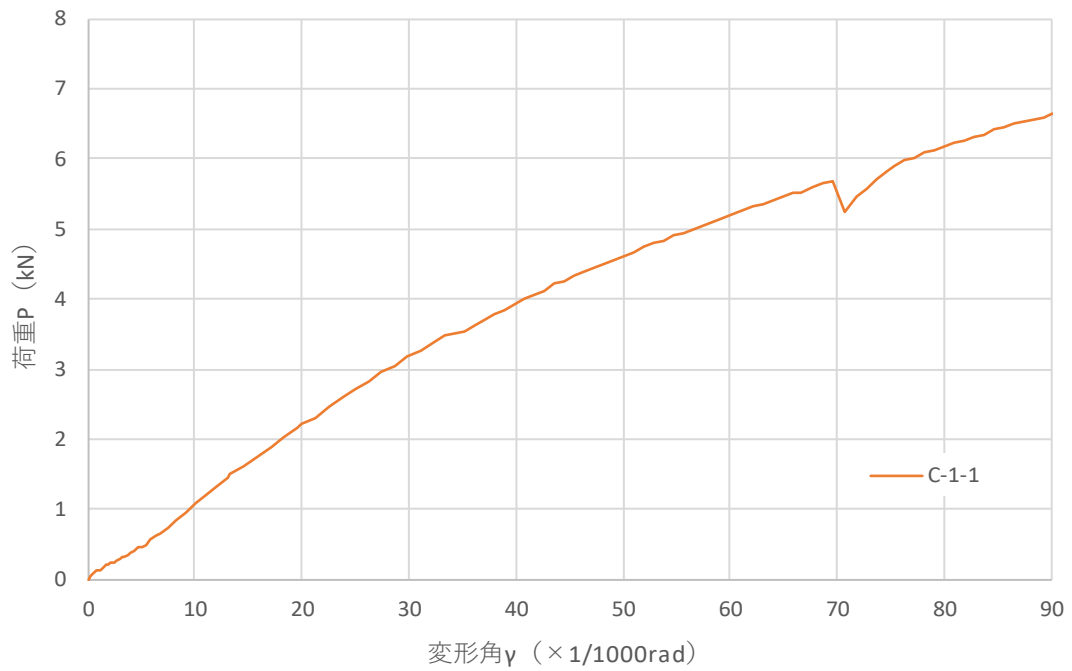


図 2.2.1-22 包絡線 (フレーム含む)

C-1-1



試験前



試験後

2.2.2 破壊性状の整理

各試験体の破壊性状について、表 2.2.2-1 に示す。

A シリーズー面一の破壊性状（後に述べる A-5-1、A-5-2 を除く）

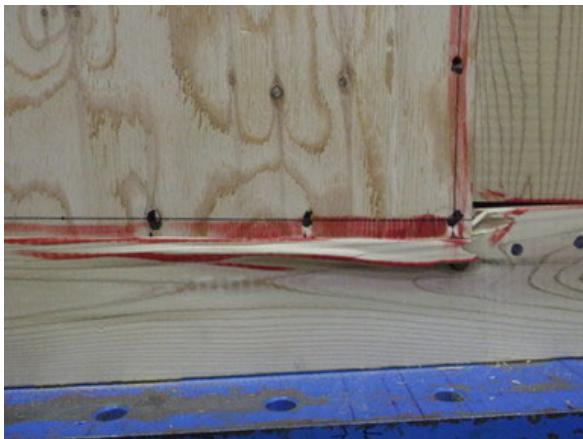
- ・ 幅 606mm (A-2) を除く全ての仕様で、面材が桁および土台にめり込みつつ面外にたわむ、または浮く変形が見られた。
- ・ 土台側では、面材くぎの受け材からの引き抜けが顕著であった。
- ・ 面材を幅方向に継いだ仕様では、面材同士が接触し面外にたわむ変形が見られた。



面材と桁の接触（例：A-3-1 1/13rad 時）



面材と面材の接触（例：A-3-1 1/13rad 時）



面材と土台の接触（例：A-1-2 1/15rad 時）



面材くぎの引き抜け（例：A-1-2 1/15rad 時）



面材と土台の接触（例：A-4-3 1/14rad 時）



面材・土台（例：A-5-3 1/14rad 時）

Bシリーズーちり有りの破壊性状（後に述べる B-5-1 を除く）

- ・ Bシリーズでは、面材の面外へのたわみからの座屈が激しかった。
B-1（高 2400 幅 910）では土台側、B-3（高さ 2800 幅 910）では桁側に生じた。
面材を幅方向に継いだ B-4（高さ 2800 幅 1213）、B-5（高さ 2800 幅 1820）では、桁側、土台側の両方で生じた。
- ・ この破壊は B-2（高さ 2800 幅 600）でのみ観察されなかった。



土台側の面材の座屈（例：B-1-1 1/15rad 時）



桁側の面材の座屈（例：B-3-1 1/12.5rad 時）



桁側・土台側の面材の座屈（例：B-5 1/13rad 時）



面材の状況（例：B-2-1 1/15rad 時）

<受材のくぎの打ち方について>

今回の実験において、当初の計画では受材のくぎを直列に留めつけていたが、下記に示すように受材が割れてしまった。特に A-5-2 では $1/30\text{rad}$ 程度で、受材が完全に割れてパネルが外れるという脆性的な破壊が生じたため、くぎの留めつけを千鳥に変更した。(B-5-1、A-5-1、A-5-2 の 3 体は直列、他の試験体は千鳥)

くぎの留めつけを千鳥に変更をした試験体については、受材の割れはほとんど見られなかった。



受材の割れ（柱側）（例：A-5-2）



受材の割れ（土台側）（例：A-5-2）

表 2.2.2-1 破壊性状の整理

	高さ	幅	破壊性状												加力の状況		
			1/15rad時												最終変形時の 特殊な破壊	最終変形時の 変形角	0.8Pmaxま で至ったも の
			面材の座 屈 (土台 側)	面材の座 屈 (桁 側)	面材のめ りこみ (土台 側)	面材のめ り込み (桁側)	面材の 浮き・踏み 外し (土台 側)	面材の 浮き・踏 み外し (桁側)	面材の たわみ (土台 側)	面材の たわみ (桁側)	面材くぎ の 引き抜け	受材の浮 き	受材の割 れ				
A-1-1	2400	910			○	○	○				○		△		1/11rad	○	
A-1-2	2400	910			○	○	○	○		○	○				1/15rad		
A-1-3	2400	910			○	○		○	○		○	○			1/15rad	○	
A-2-1	2800	606			○	○	○	○			○				1/12rad		
A-2-2	2800	606			○	○	○	○			○				1/7rad	○	
A-2-3	2800	606			○	○					○				1/15rad		
A-3-1	2800	910			○	○	○	○		○	○		△		1/13rad	○	
A-3-2	2800	910			○	○	○	○			○				1/15rad		
A-3-3	2800	910			○	○	○	○		○					1/15rad		
A-4-1	2800	1213			○	○	○	○			○		△		1/15rad	○	
A-4-2	2800	1213			○	○		○	○	○					1/14rad		
A-4-3	2800	1213			○	○	○	○							1/15rad		
A-5-1 ^{※1}	2800	1820			○	○							○		1/15rad	○	
A-5-2 ^{※1}	2800	1820											○		1/25rad	○	
A-5-3	2800	1820			○	○	○	○	○						1/14rad	○	
B-1-1	2400	910	○		○						○				1/15rad	○	
B-1-2	2400	910	○		○										1/15rad		
B-1-3	2400	910	○		○										1/15rad	○	
B-2-1	2800	606			○	○								柱脚部の折損	1/10rad	○	
B-3-1	2800	910		○	○	○	○				○		△		1/12.5rad	○	
B-3-2	2800	910		○	○	○	○				○				1/15rad	○	
B-3-3	2800	910		○	○	○	○				○				1/15rad		
B-4-1	2800	1213		○	○	○	○		○						1/12rad	○	
B-5-1 ^{※1}	2800	1820	○	○	○	○					○		○		1/13rad	○	

※1：受材のくぎの留め付けが直列の試験体。他の試験体は千鳥

△は亀裂のみ

表中の黄マーカーとしているものは、次頁以降に破壊性状の詳細を示す。

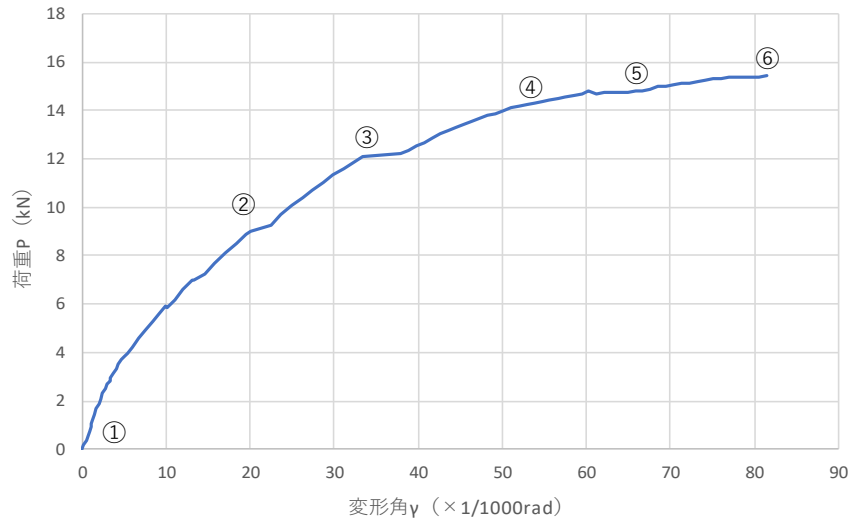
<破壊性状の詳細（一部の試験体のみ）>



以下には、一部の試験体の破壊性状について詳細を示す。今回実施した実験のうち、スケジュール上立ち会って記録のある試験体のみ紹介する。





ここで紹介する試験体は、A-2-1、A-3-2、A-5-1、B-1-1の4体である。（表 2.2.2-1 に色がついているもの）

【A-2-1 (2800-606、面一)】

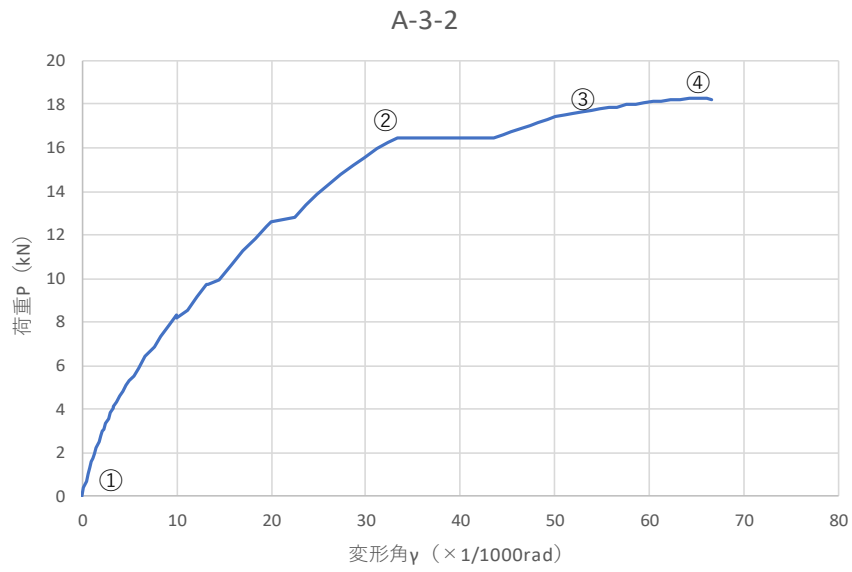
A-2-1





	変形角	破壊性状	写真
①	0	加力前	
②	1/50rad	土台と面材、梁と面材の接触が見られる	

③	1/30rad	土台側のめり込みが見られる。面材くぎの引き抜きが、徐々に生じる	
④	1/18rad	めり込みが大きくなり徐々に面材が徐々に面外へ変形していく	
⑤	1/15rad	面材の踏み外しが見られる。面材くぎの引き抜きが見られる	
⑥	1/12.5rad	最終変形時の様子	

【A-3-2 (2800-910、面一)】



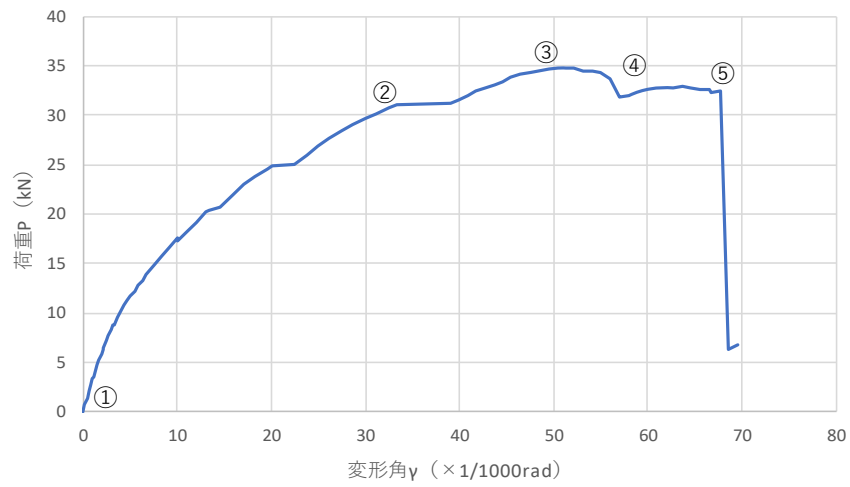
	変形角	破壊性状	写真
①	0	加力前	
②	1/30rad	土台側のめり込みが見られる。面材くぎの引き抜きが、徐々に生じる	

<p>③</p>	<p>1/18rad</p>	<p>めり込みが大きくなり徐々に面材が徐々に面外へ変形していく。面材くぎの引き抜きが見られる</p>	
<p>④</p>	<p>1/15rad</p>	<p>面材の踏み外しが見られる。</p>	




【A-5-1 (2800-1820、面一)】

(注：この試験体は受材のくぎは直列で留めつけている)

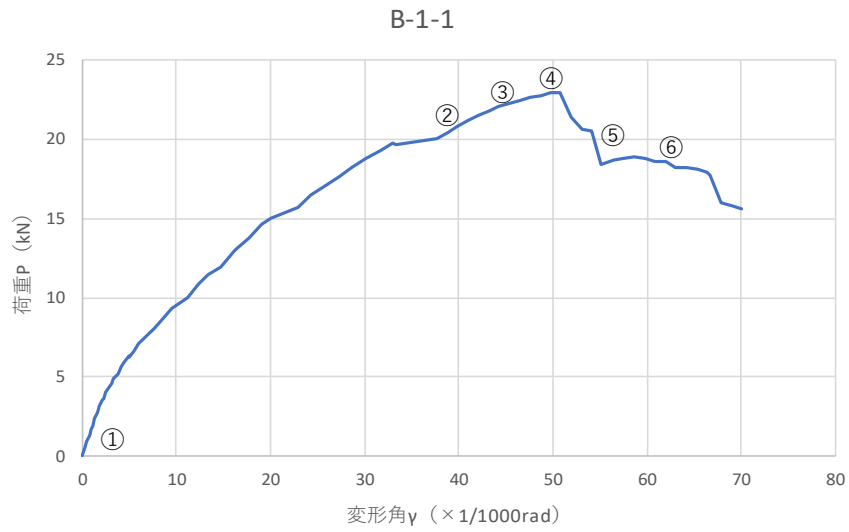
A-5-1







	変形角	破壊性状	写真
①	0	加力前	
②	1/30rad	徐々に土台側のめり込みが大きくなる。	

③	1/20rad	めり込みが大きくなり徐々に面材が徐々に面外へ変形していく。	
④	1/17rad	受け材の割れにより面材の浮きが目立ってくる。(土台側、柱側)	
⑤	1/15rad	受け材の破断により面外への変形（割れが一気に広がった）	

【B-1-1 (2400-910、ちり有り)】



	変形角	破壊性状	写真
①	0	加力前	
②	1/25rad	徐々に土台側のめり込みが大きくなる。	

③	1/22rad	合板が面外に変形し始める	
④	1/20rad	くぎが抜け、合板の面外の変形が大きくなる	
⑤	1/18rad	くぎの抜ける範囲が広がっていく	
⑥	1/16rad	くぎの引き抜けの範囲がさらに広がり、合板の面外への変形が大きくなる	

2.2.3 耐力関係の整理

各試験体の結果について、表 2.2.3-1 に示す。

表 2.2.3-1 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)	1/300radP (kN)		
A-1 (注3)	面一	2400	910	2051	805	3	11.26	7.84	14.00	7.96	5.30	4.39	2.55
A-2 (注3)		2800	606	2451	501	3	7.40	4.70	9.79	4.70	3.30	3.94	4.89
A-3 (注3)		2800	910	2451	805	3	10.32	7.26	12.81	7.44	5.10	4.06	3.04
A-4		2800	1213	2451	1108	3	13.45	10.34	16.72	10.92	7.00	4.34	2.21
A-5 (注3)		2800	1820	2451	1715	3	16.25	12.44	21.71	15.59	11.40	3.48	1.43
A-5 (注2)		2800	1820	2451	1715	2	17.50	15.09	23.20	15.50	-	4.22	1.43
B-1	ちり有り	2400	910	2051	805	3	10.82	7.43	13.86	8.17	5.40	4.16	2.55
B-2 (注3)		2800	606	2451	501	1	7.80	5.12	10.60	5.30	3.40	4.31	4.89
B-3		2800	910	2451	805	3	10.87	8.49	14.37	9.01	6.10	4.76	3.04
B-4 (注3)		2800	1213	2451	1108	1	13.80	12.17	18.30	12.30	8.40	5.12	2.21
B-5 (注3)		2800	1820	2451	1715	1	18.00	15.66	24.10	15.80	10.10	4.39	1.43
C-1	フレーム	2800	910	2451	805	1	2.90	1.36	3.70	0.80	0.30	0.44	3.04

注1：表中のオレンジの網掛け部分については、受材のくぎの留めつけが直列のものを示す（A-5については1体（A-5-3）は千鳥）。また受材のくぎの留めつけを直列にしたことによってA-5-2の試験体は1/30rad程度で破壊した。詳細については、3.実験結果（破壊性状まとめ）を参照。なお他の試験体については全て千鳥で留めつけた。

注2：1/30rad程度で破壊したA-5-2を除く値。以下に示すグラフでは特記のない限り、A-5-2を除いた値としている。

注3：試験時の加力方法は、基本的には0.8Pmaxもしくは1/15radに達するまで加力としているが、1/15radで0.8Pmaxに達しない仕様の場合は、少なくとも1体は0.8Pmaxまで加力することとした

<壁倍率と4指標について>

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 2.2.3-1 に、壁倍率（平均値）を縦軸にしたものを図 2.2.3-2 に示す。表中に示す面材幅 910mm の2点は、高さ違いの試験体を示す。×は1体のみ、△は2体の仕様を示す（2体もしくは3体実施した仕様は50%下限値から算出した壁倍率、1体のみ実施した仕様は実験値から算出した壁倍率を用いている）。

図 2.2.3-3～6 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。

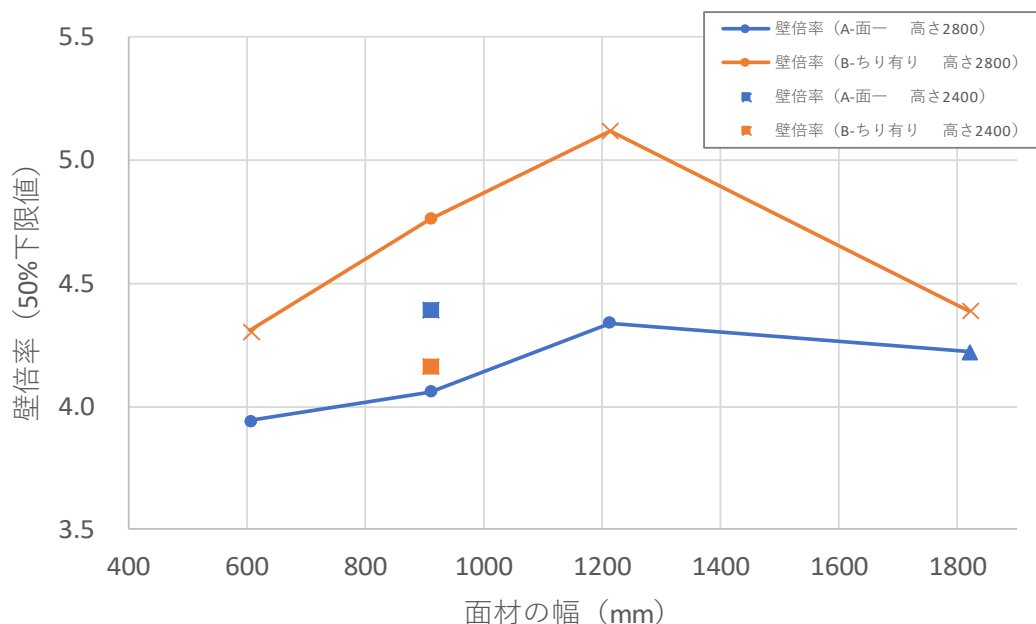


図 2.2.3-1 各試験体の壁倍率（50%下限値）と面材の幅の関係

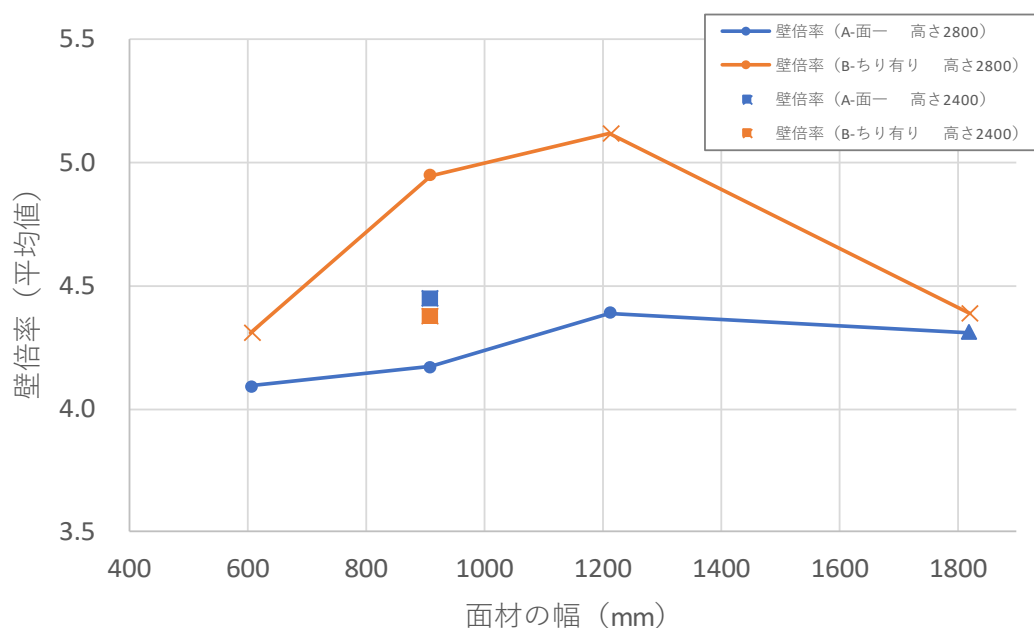


図 2.2.3-2 各試験体の壁倍率（平均値）と面材の幅の関係

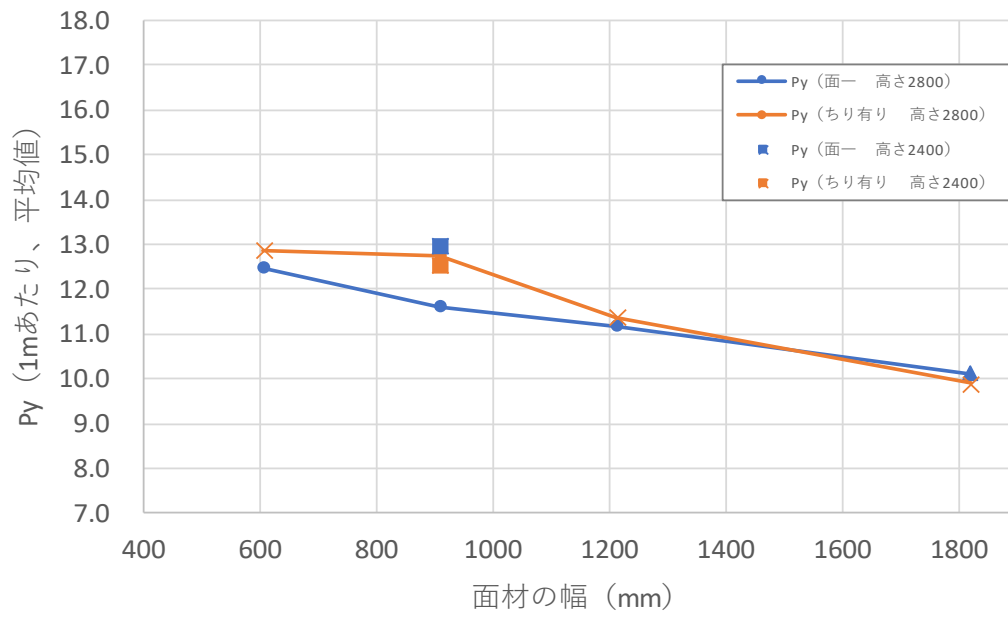


図 2.2.3-3 各試験体の P_y (1m あたり、平均値) と面材の幅の関係

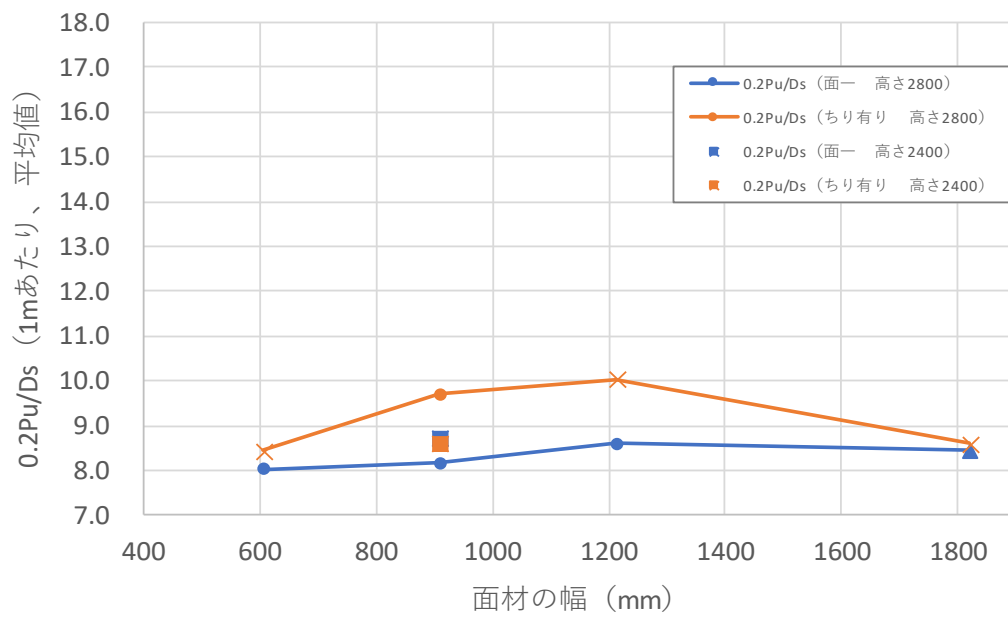


図 2.2.3-4 各試験体の $0.2P_u/D_s$ (1m あたり、平均値) と面材の幅の関係

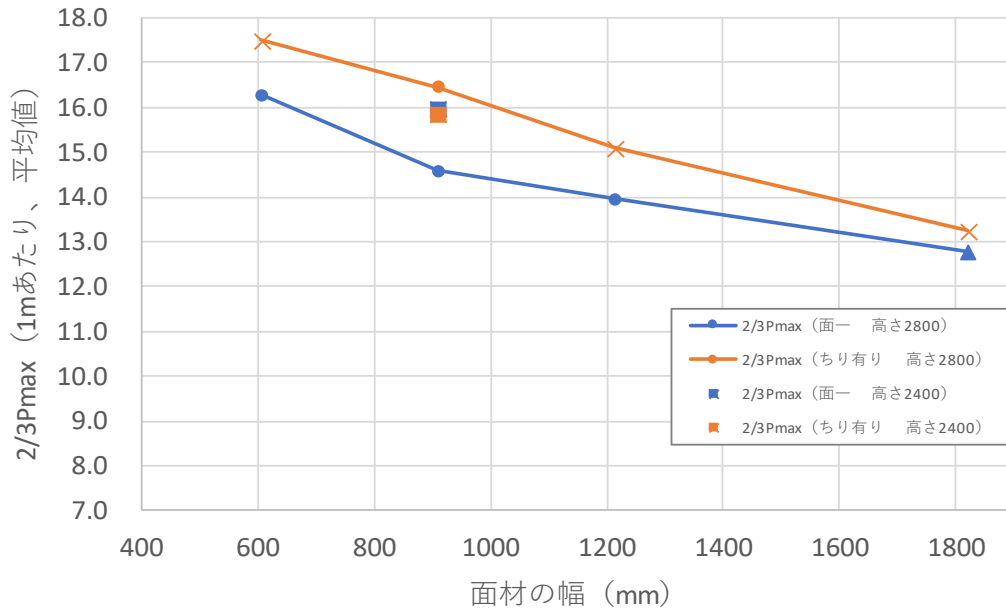


図 2.2.3-5 各試験体の 2/3Pmax (1m あたり、平均値) と面材の幅の関係

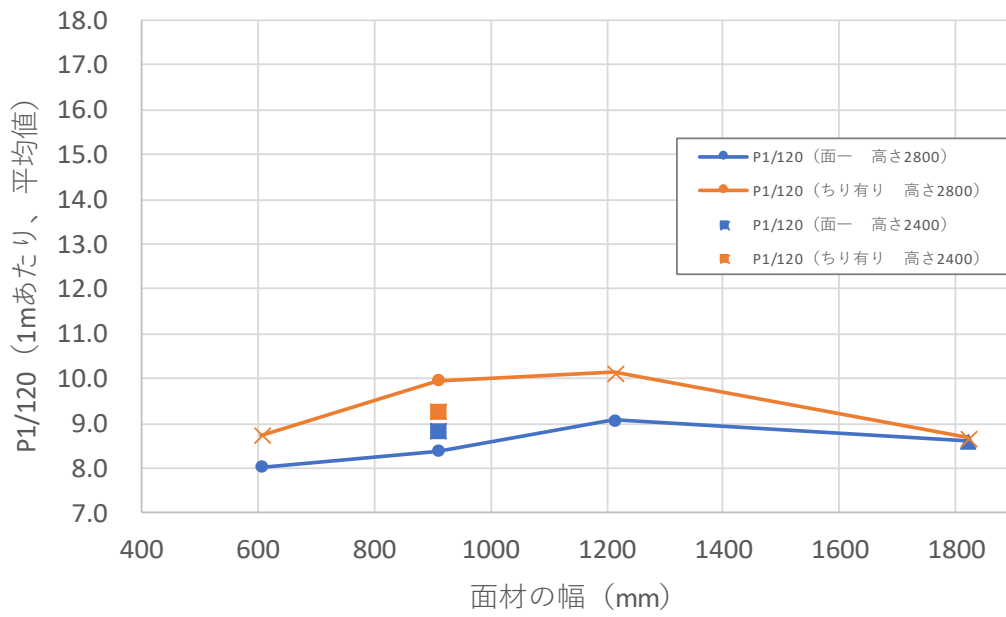


図 2.2.3-6 各試験体の P1/120 (1m あたり、平均値) と面材の幅の関係

図 2.2.3-7 は各試験体のアスペクト比別の壁倍率を示す。3 体実施した仕様についても、それぞれの試験体結果から算出した壁倍率を示している。

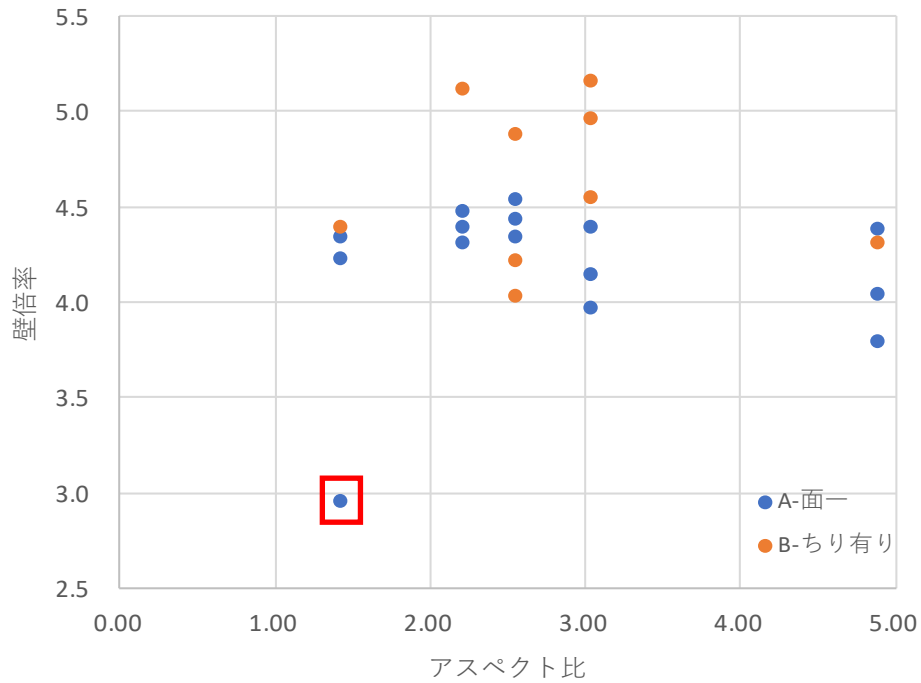


図 2.2.3-7 各試験体の壁倍率とアスペクト比の関係
 (表中の赤の口は A-5-2 (受材のくぎの留めつけが直列で 1/30rad 程度で破壊したもの) を示す)

<面一・ちり有りの包絡線の比較>

以下には、面一（Aシリーズ）・ちり有り（Bシリーズ）の同じ仕様（高さ・幅）の包絡線を重ねたものを示す。

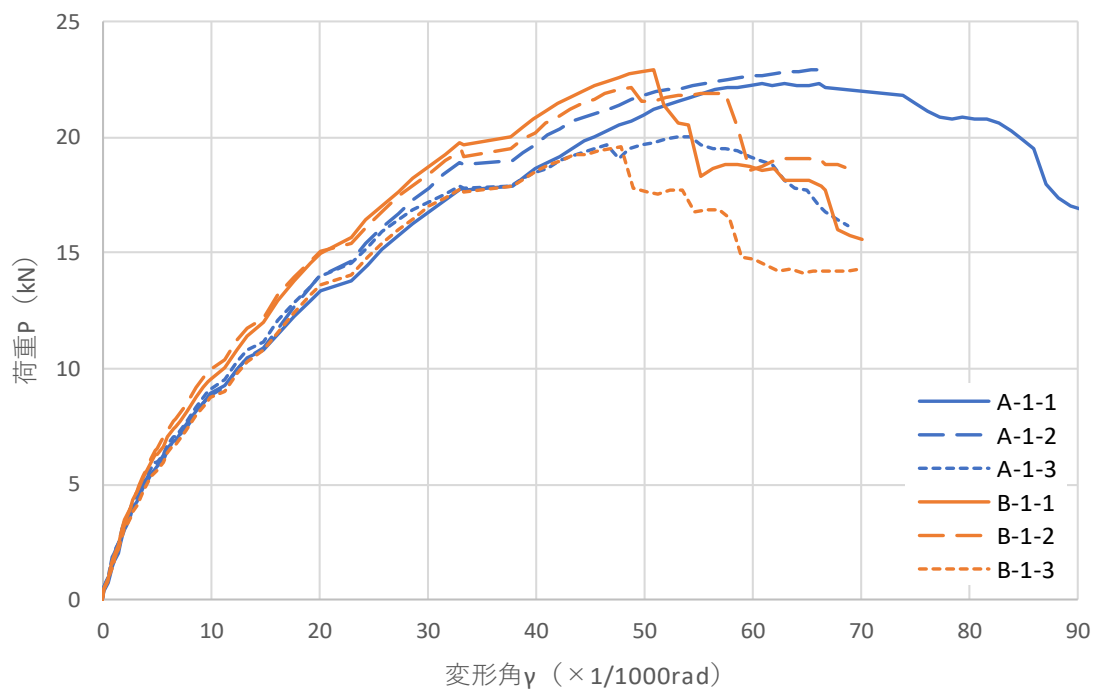


図 2.2.3-8 高さ 2400 幅 910 (A-1,B-1) アスペクト比 2.55

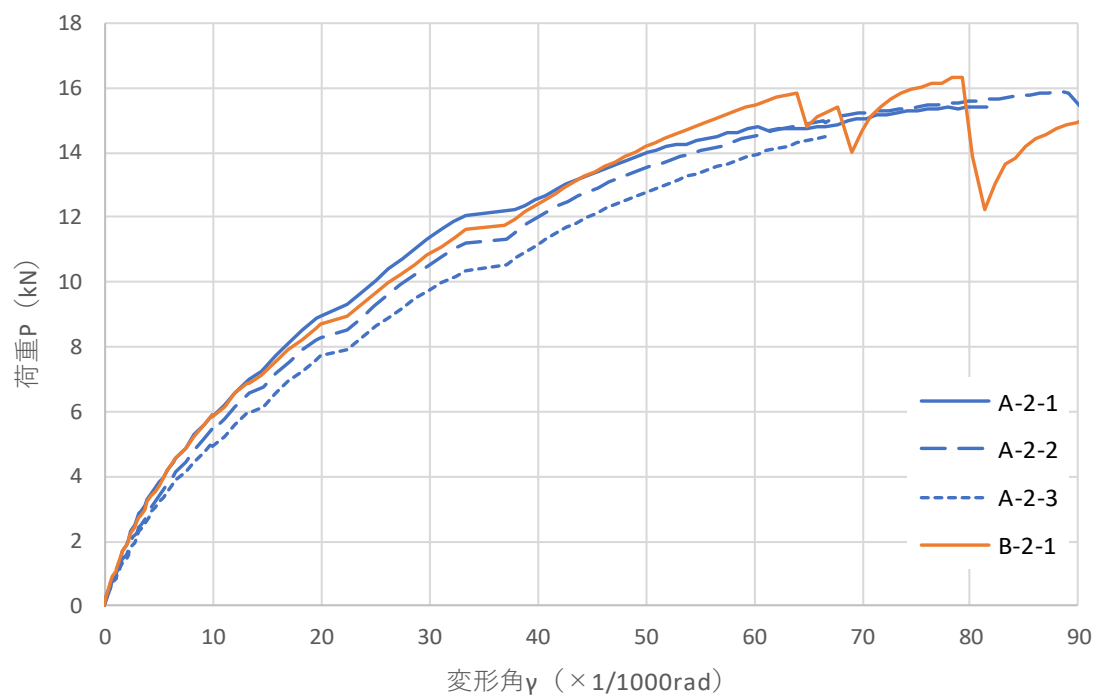


図 2.2.3-9 高さ 2800 幅 606 (A-2,B-2) アスペクト比 4.89

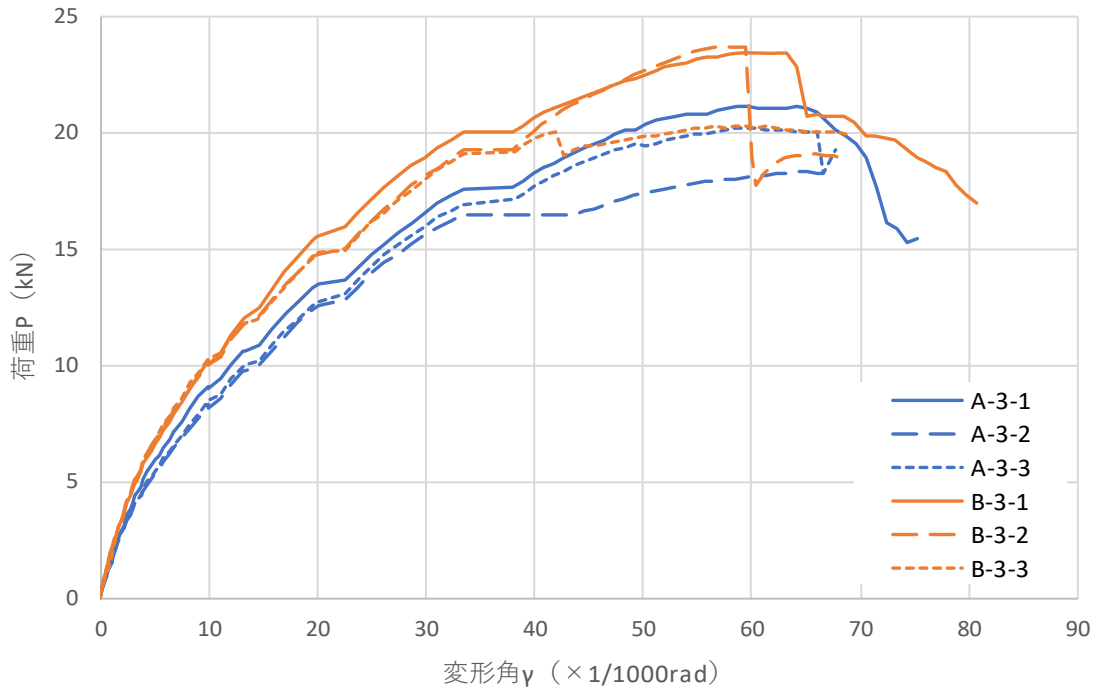


図 2.2.3-10 高さ 2800 幅 910 (A-3,B-3) アスペクト比 3.04

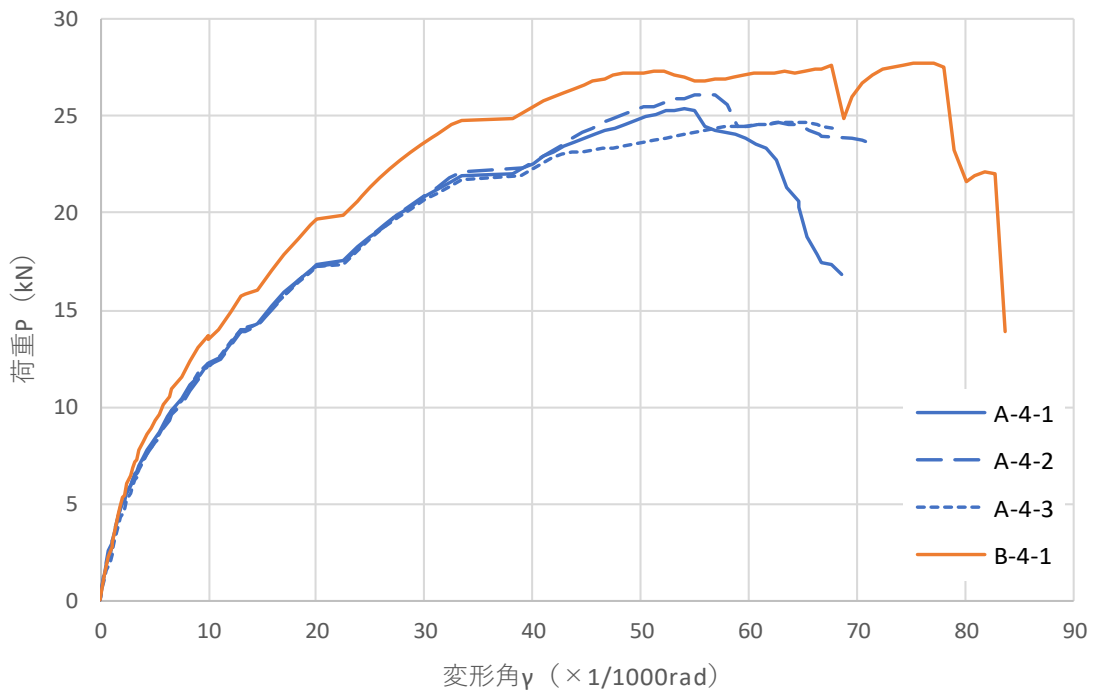


図 2.2.3-11 高さ 2800 幅 1213 (A-4,B-4) アスペクト比 2.21

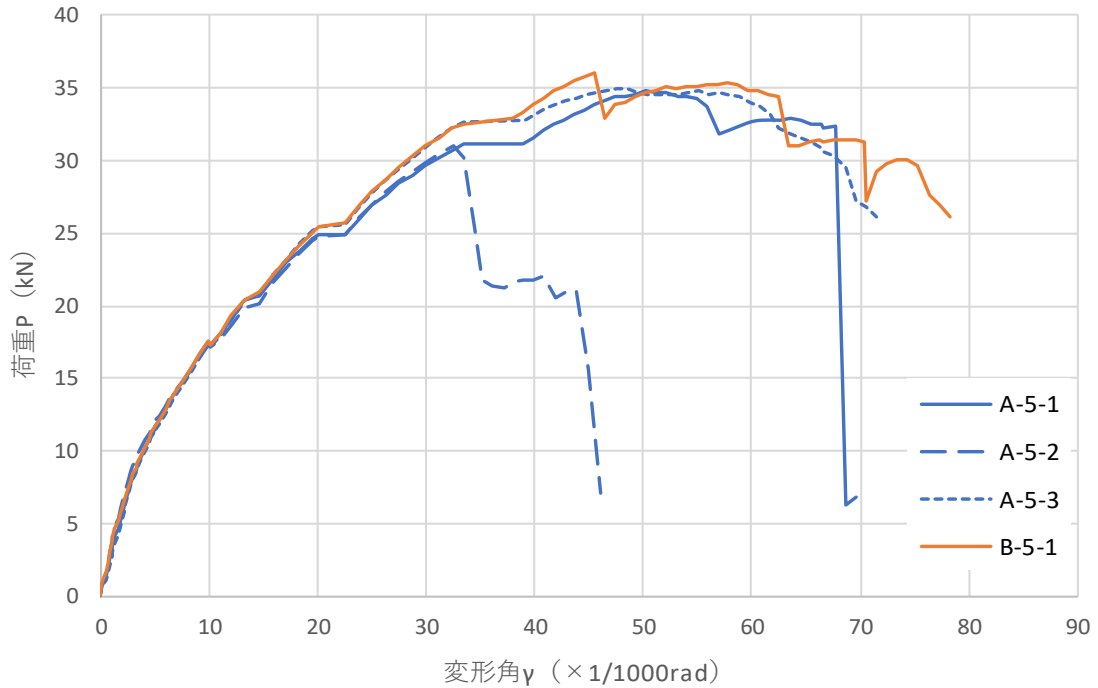


図 2.2.3-12 高さ 2800 幅 1820 (A-5,B-5) アスペクト比 1.47
 ※受材のくぎの留め付けが A-5-3 以外は直列であることに注意

- 図 2.2.3-8～図 2.2.3-12 より面一 (A シリーズ)・ちり有り (B シリーズ) の違いについて、
- ・ いずれの仕様においても、ちり有りの方が最大荷重が大きい。
 - ・ いずれの仕様においても、最大荷重後は、ちり有りの方が極端な荷重低下が見られた。これは、B-2-1 を除き、面材の座屈が生じた影響によるものと考えられる (B-2-1 は面材の座屈が生じなかった)。

<高さの違いによる比較について>

下図（図 2.2.3-1 再掲）より、面材の幅 910mm の場合の壁倍率を見ると、面一・ちり有りで、高さの影響の出方が異なる。面一の場合、高さ 2400（A-1）>高さ 2800（A-3）であるが、ちり有りの場合は、高さ 2800（B-3）>2400（B-1）となる。

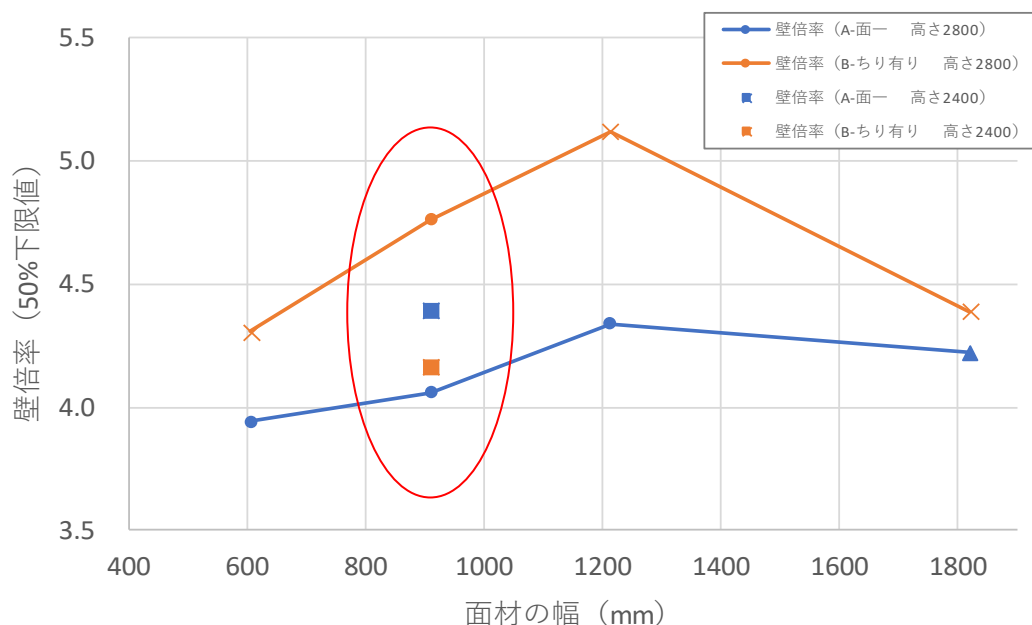


図 2.2.3-1 各試験体の壁倍率と面材の幅の関係（再掲）

図 2.2.3-13 に面一での高さ違い（A-1,A-3）の包絡線を重ねたもの、図 2.2.3-14 にちり有りでの高さ違い（B-1,B-3）の包絡線を重ねたものを示す。

- ・ 面一では、高さが高い方（A-3）が剛性、最大耐力ともに低い傾向が見られる
- ・ ちり有りでは、高さが高い方（B-3）が剛性が若干高く、面材の座屈の影響と思われる耐力低下がより変形の大きなところ（1/15rad 程度）で生じている。

以上のことから、形状としては高さが低くアスペクト比が小さい方が面材の筋交い効果が出やすく剛性・耐力ともに高い値となる一方、ちり有の場合は面材の踏み外し等が生じず、面材にかかる応力が大きくなることで、発生する応力が合板の性能を早い段階で超えてしまい座屈を誘発していると考えられる。この微妙なバランスで、今回のような結果となったと推測できる。したがって、面材の種類が異なった場合には、異なる結果となる可能性が高い。

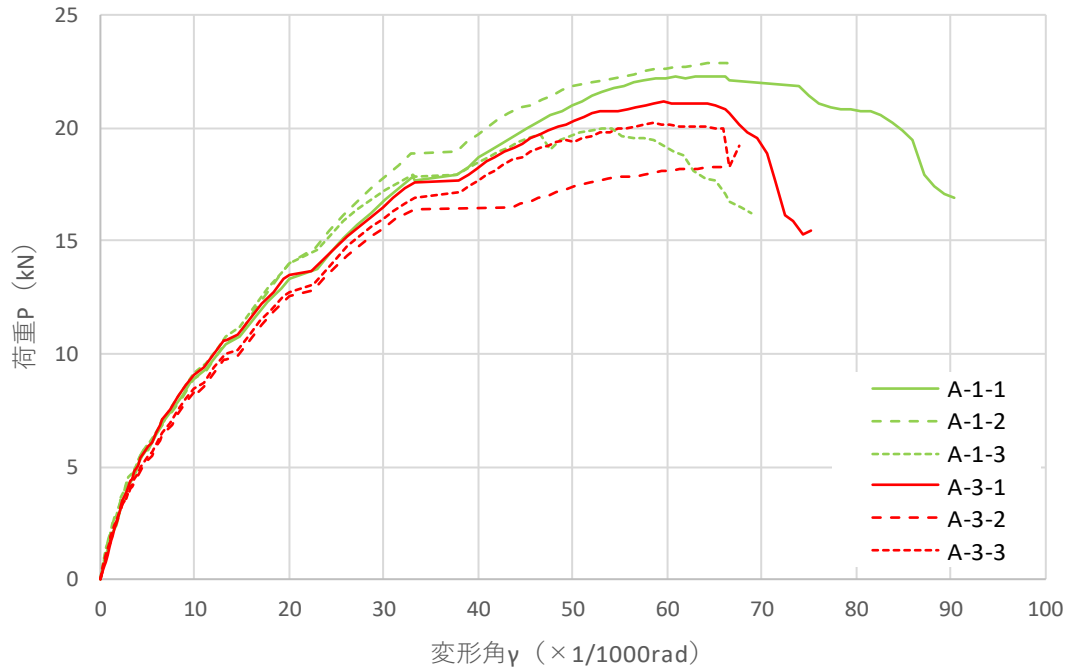


図 2.2.3-13 面一での高さ違いの包絡線重ね合わせ (A-1:2400, A-3:2800)

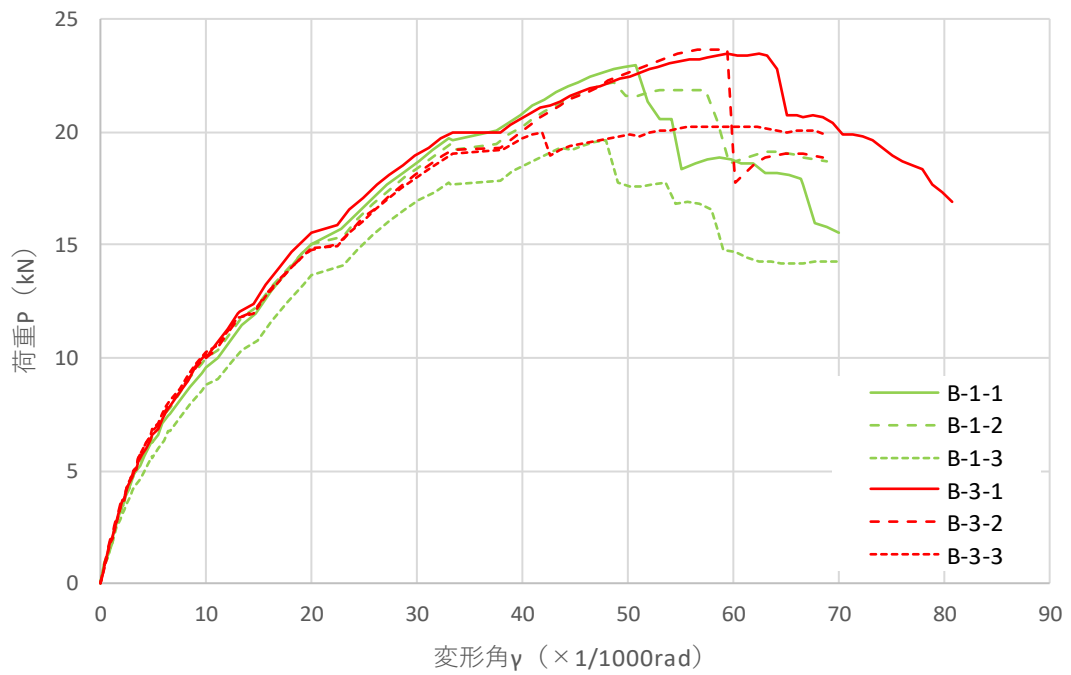


図 2.2.3-14 ちり有りでの高さ違いの包絡線重ね合わせ (B-1:2400, B-3:2800)

第3章 各種材料特性の確認のための要素試験

3.1 検討の目的と方法

第2章で実施した水平せん断試験の各種材料について、材料特性を確認することを目的とし、要素試験を行った。また、第4章の解析に用いる特性値（S27での大壁の検討で用いたもの）については、ここでの要素試験結果から算定したものと大きな差がないこと等を確認するために3.3に整理している。

3.2 各種材料特性の確認のための要素試験

試験は京都大学、東京大学（面内せん断試験のみ）、BX カネシン（面材くぎ試験のみ）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	縦圧縮試験	軸方向圧縮剛性	12/1（柱）、12/2（梁）
3.2.2	横圧縮試験	軸直交方向圧縮剛性	11/27（柱）、11/27、30（梁）
3.2.3	部分圧縮試験 └部分圧縮 └中央圧縮 └端部圧縮	めり込みの剛性・ 降伏荷重	11/24、25（柱）、11/25（梁） 11/25（柱・梁） 11/25（柱・梁）
3.2.4	曲げヤング係数測定試験	曲げヤング係数	11/2（柱・梁）、11/4（継手間柱）
3.2.5	せん断弾性係数測定試験	せん断弾性係数	11/11、12（柱）、11/12（梁）
3.2.6	くぎせん断試験	部材留付けくぎのせん断剛性・降伏荷重	12/3（受け材-柱・梁留付け） 12/4（面材-受材留付け）
3.2.7	くぎ引き抜き試験	くぎ引き抜き耐力	12/9（面材留付け） 12/11（受け材留付け）
3.2.8	くぎ頭貫通試験	くぎ頭貫通耐力	12/14
3.2.9	面材圧縮試験	面材圧縮剛性	12/8（直交・平行共通）
3.2.10	面材曲げ試験	面材曲げ剛性	11/18～20、24（繊維直交） 11/19、20、24（繊維平行）
3.2.11	面内せん断試験	面内せん断係数	12/20
3.2.12	面材くぎ試験	部材留付けくぎのせん断剛性・降伏荷重	10/13、14

3.2.1 縦圧縮試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「JIS Z 2101 木材の試験方法」の「10 縦圧縮試験」に従った。ただし、試験体の断面は真壁水平せん断試験で用いた部材と同一とし、あわせて標点間距離を変更した。

加力は単調圧縮とし、柱・土台は 100kN まで載荷した後に一度除荷し、その後比例限度荷重まで加力した。梁は単調圧縮で比例限度荷重まで加力した。

試験体は各 6 体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図 3.2.1-1 に示す。

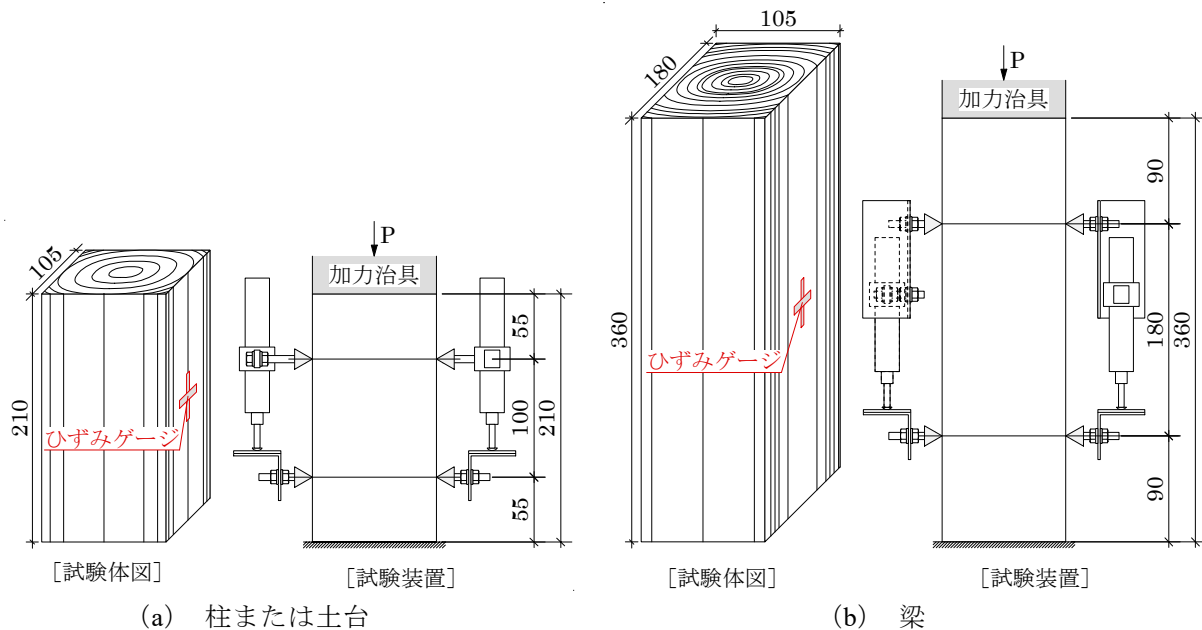


図 3.2.1-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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 A-1-1、2 の土台および、A-2-1～3 の梁から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。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 (kg/m ³)		含水率 (%)	
				平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
縦圧縮	①C-1～6	柱・土台	105×105×210	393.0	24.7	11.1	1.43
	①B-1～6	梁	105×180×360	509.9	24.1	12.5	0.65

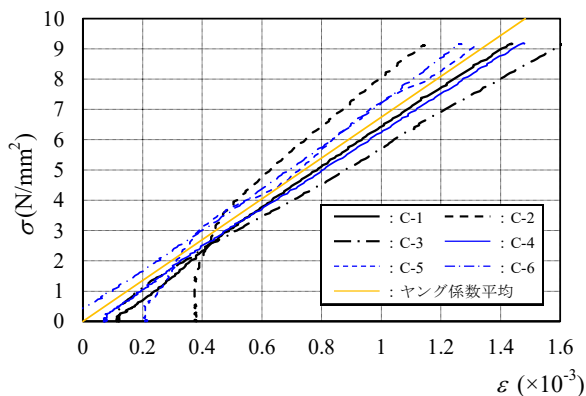
(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。表 3.2.1-2 の柱のヤング係数は、100kN まで載荷時の方は $0.4 \sigma_{\max}$ の点と σ_{\max} (P=100kN 時) の点を結んだ直線の傾きを、比例限度荷重まで載荷時の方は $\sigma = 10\text{N/mm}^2$ の点と $0.6 \sigma_{\max}$ の点を結んだ直線の傾きから求めた。また、表 3.2.1-3 の梁のヤング係数は $0.4 \sigma_{\max}$ の点と $0.6 \sigma_{\max}$ の点を結んだ直線の傾きから求めた。柱、梁ともに、

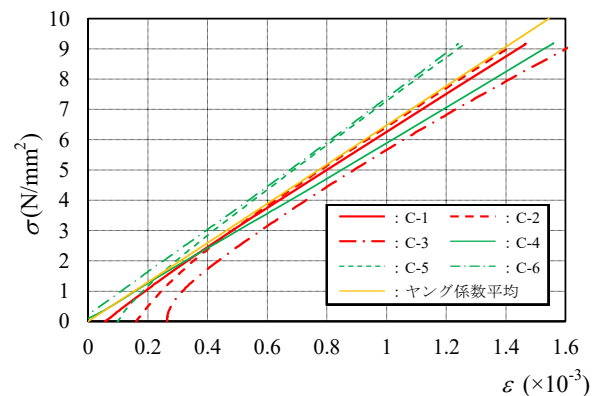
ひずみの比は、加力方向のひずみに対する直交方向のひずみの比のうち、荷重変形関係の直線区間での平均値を示している。また、図 3.2.1-2、図 3.2.1-3 の横軸のひずみは、変位計で計測した変位量を標点間距離 100mm または 180mm で除した値と、ひずみゲージで計測した値で示している。

表 3.2.1-2 縦圧縮試験結果 (柱・土台)

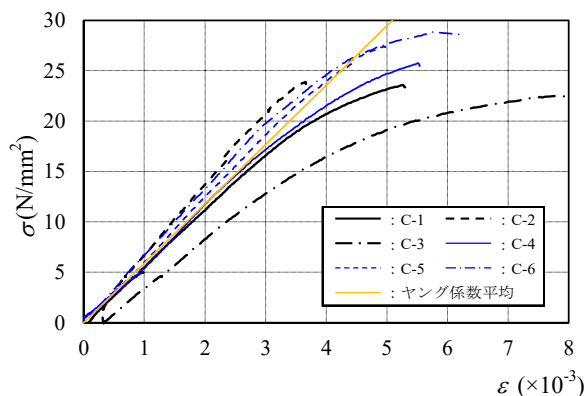
試験体 番号	100kNまで荷重時		比例限度荷重まで荷重時			
	ヤング係数(N/mm ²)		ヤング係数(N/mm ²)		ひずみの比(平均)	
	変位計	ゲージ	変位計	ゲージ	表面	裏面
C-1	6394	6254	5596	5539	0.579	0.212
C-2	7963	6417	6832	5737	0.521	0.008
C-3	5694	5617	4248	4300	0.318	0.004
C-4	6229	5891	5801	5506	0.387	0.683
C-5	6917	7269	6202	6499	0.491	0.591
C-6	7246	7397	6668	6871	0.245	0.429
平均	6741	6474	5891	5742	0.424	0.321



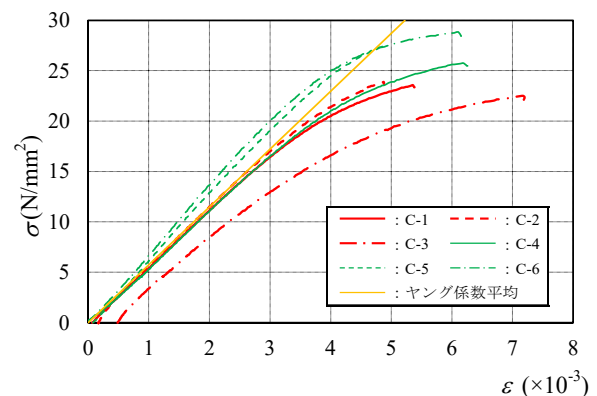
(a) 100kNまで荷重時
(ひずみ計測：変位計)



(b) 100kNまで荷重時
(ひずみ計測：ひずみゲージ)



(c) 比例限度荷重まで荷重時
(ひずみ計測：変位計)



(d) 比例限度荷重まで荷重時
(ひずみ計測：ひずみゲージ)

図 3.2.1-2 $\sigma - \epsilon$ 関係 (柱または土台)

表 3.2.1-3 縦圧縮試験結果（梁）

試験体 番号	比例限度荷重まで载荷時			
	ヤング係数(N/mm ²)		ひずみの比(平均)	
	変位計	ゲージ	表面	裏面
C-1	17941	11802	0.678	0.990
C-2	13930	16407	0.313	1.582
C-3	11856	14321	-0.138	0.937
C-4	7834	9679	0.933	1.164
C-5	8923	10641	0.449	0.651
C-6	11888	11190	0.149	0.360
平均	12062	12340	0.397	0.947

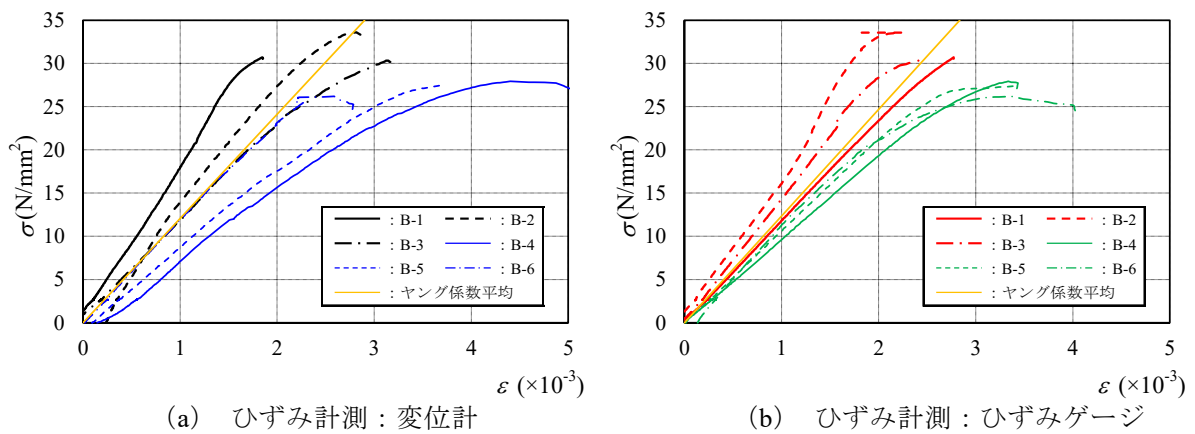


図 3.2.1-3 $\sigma - \varepsilon$ 関係（梁）

3.2.2 横圧縮試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「JIS Z 2101 木材の試験方法」の「11 横圧縮試験」に従った。ただし、試験体の断面は真壁水平せん断試験で用いた部材と同一とし、あわせて標点間距離を変更した。加力は単調圧縮とし、比例限度荷重まで加力した。

試験体は各 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。

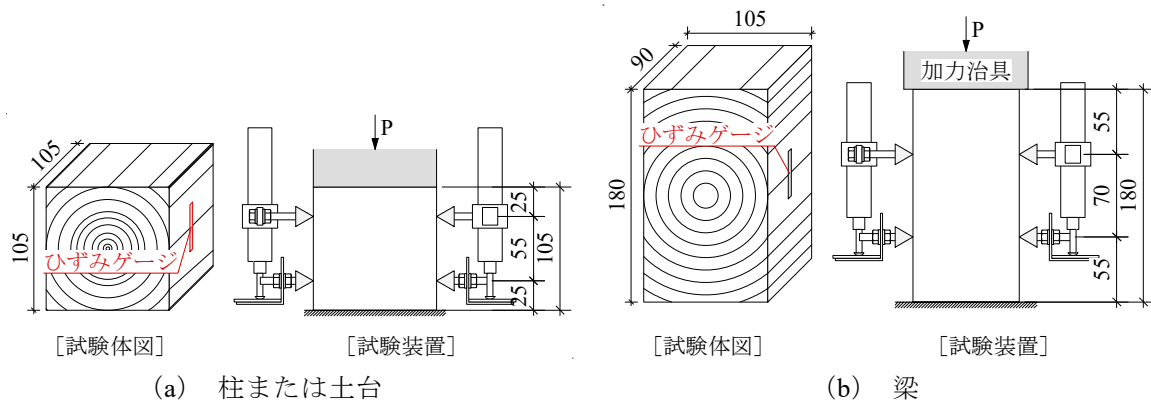


図 3.2.2-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(2) 使用材料

試験体に用いた材料は、真壁耐力壁の水平せん断試験 A-1-1 の柱および、A-2-1、2、3、C-1 の梁から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。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

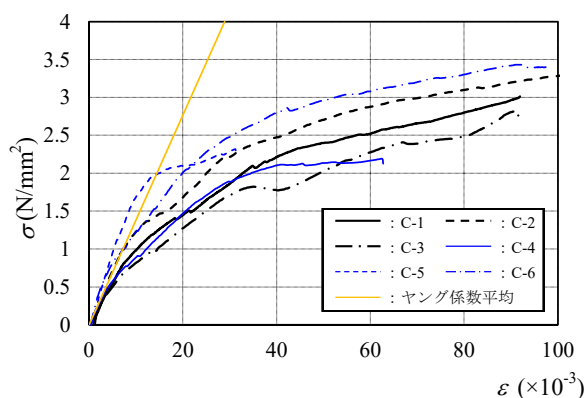
試験名	試験体番号	部材	寸法	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差
横圧縮	②C-1～6	柱・土台	105×105×105	445.6	11.7	11.0	0.21
	②B-1～6	梁	90×105×180	504.4	10.9	11.4	0.74

(3) 試験結果

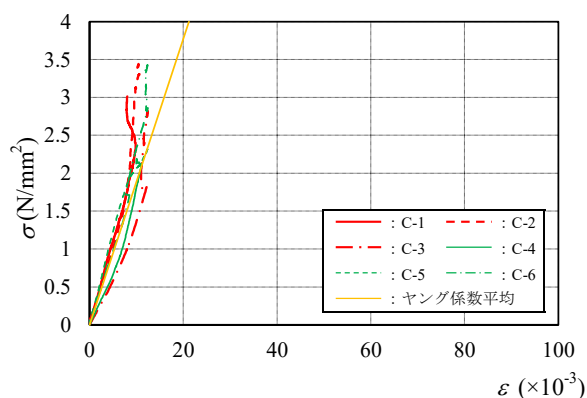
以下に試験結果を示す。表 3.2.2-2、表 3.2.2-3 のヤング係数は目視により直線区間と考えられる 2 点を結ぶ直線の傾きから求めた。柱と梁ともに、ひずみの比は、加力方向のひずみに対する直交方向のひずみの比のうち、荷重変形関係の直線区間での平均値を示している。また、図 3.2.2-2、図 3.2.2-3 の横軸のひずみは、変位計で計測した変位量を標点間距離 100mm または 180mm で除した値と、ひずみゲージで計測した値で示している。

表 3.2.2-2 横圧縮試験結果（柱または土台）

試験体番号	比例限度荷重まで載荷時			
	ヤング係数(N/mm ²)		ひずみの比(平均)	
	変位計	ゲージ	表面	裏面
C-1	109	216	0.013	0.022
C-2	134	207	0.016	0.010
C-3	106	135	0.009	0.019
C-4	126	140	0.010	0.009
C-5	180	245	0.005	0.015
C-6	173	186	0.033	0.014
平均	138	188	0.014	0.015



(a) ひずみ計測：変位計

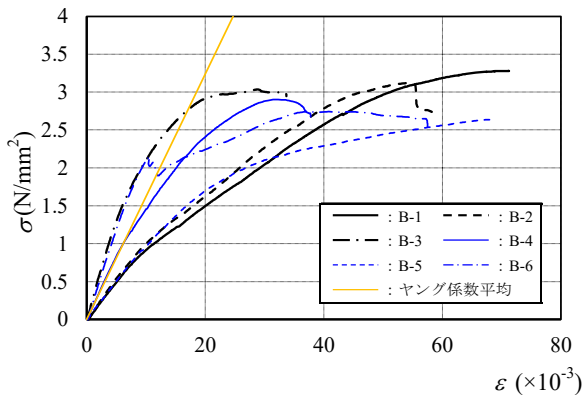


(b) ひずみ計測：ひずみゲージ

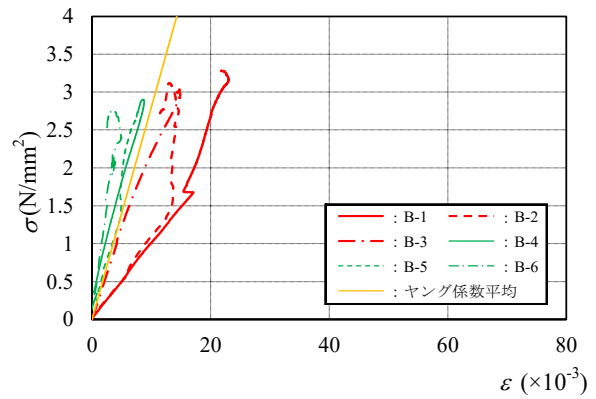
図 3.2.2-2 $\sigma - \epsilon$ 関係（柱または土台）

表 3.2.2-3 横圧縮試験結果（梁）

試験体 番号	比例限度荷重まで载荷時			
	ヤング係数(N/mm ²)		ひずみの比(平均)	
	変位計	ゲージ	表面	裏面
B-1	97	99	0.142	0.050
B-2	106	108	0.033	0.014
B-3	268	247	0.055	0.030
B-4	166	405	0.076	0.034
B-5	100	281	0.129	0.094
B-6	235	538	0.029	-0.017
平均	162	280	0.077	0.034



(a) ひずみ計測：変位計



(b) ひずみ計測：ひずみゲージ

図 3.2.2-3 $\sigma - \varepsilon$ 関係（梁）

3.2.3 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100×200mmの鉄板を用いた部分圧縮試験と、加圧面を面材厚さと同じ9mmとし、加力位置を木材面一とした端部圧縮試験および加力位置を木材の中央部とした中央圧縮試験の3種類である。

加力は単調圧縮とし、変位が25mmに至るまで加力した。

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3.2.3-1に示す。

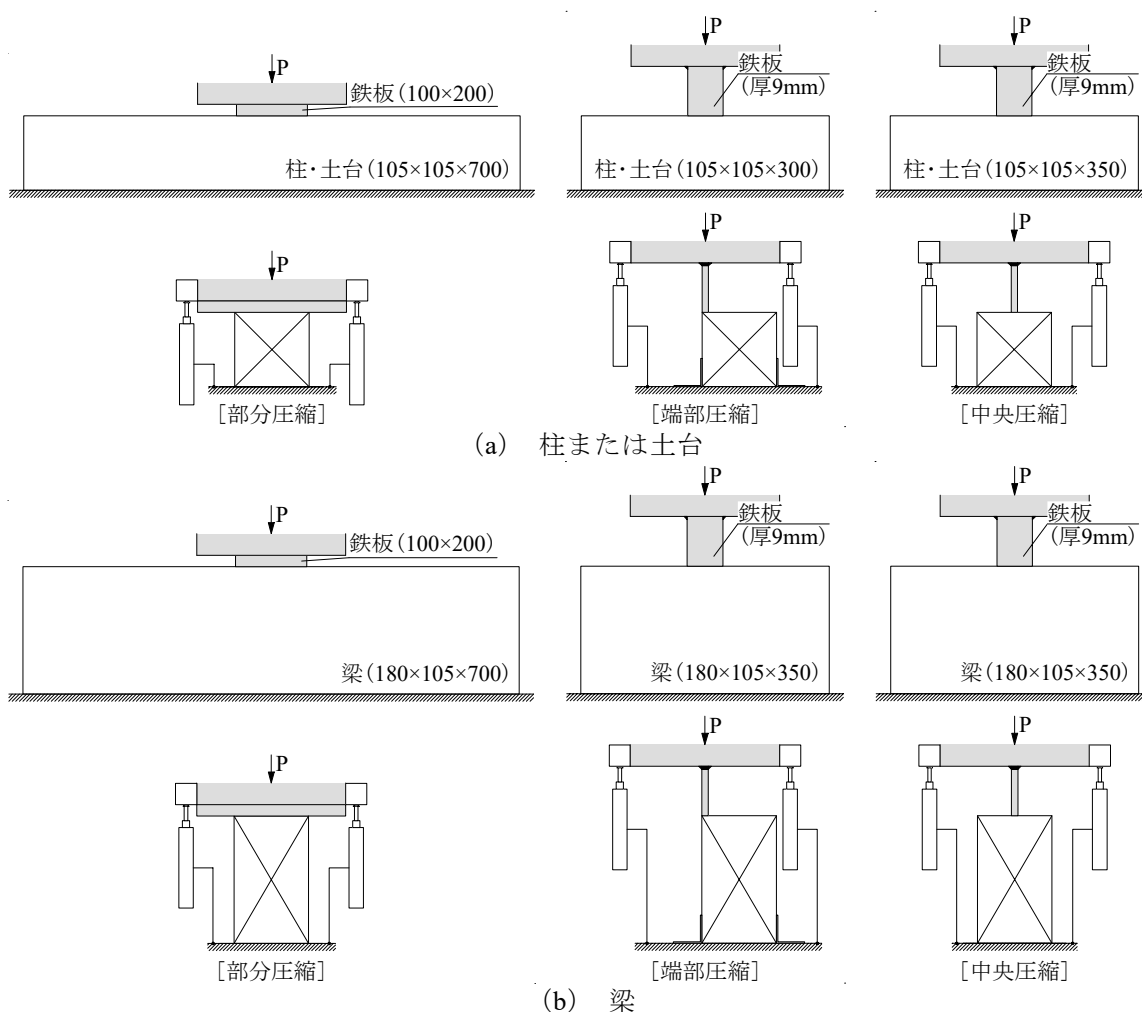


図 3.2.3-1 試験装置図

(2) 使用材料

試験体に用いた材料は、部分圧縮試験では真壁耐力壁の水平せん断試験 A-2-1~3 の柱および、A-1-1~3、A-3-1~3 の梁から切り出し、端部圧縮試験および中央圧縮試験では A-2-1~3、A-3-1・3、B-3-2 の土台および、B-1-1~3、B-2-1、B-3-1、B-5-1 の梁から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。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 (kg/m ³)		含水率 (%)	
					平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
部分 圧縮	部分	③PC-1～6	柱・土台	105×105×700	401.3	28.6	15.6	1.97
		③PB-1～6	梁	105×180×700	515.9	17.3	11.9	0.27
	端部	③EC-1～6	柱・土台	105×105×350	453.0	39.9	14.7	1.51
		③EB-1～6	梁	105×180×350	549.8	19.4	12.8	0.22
	中央	③CC-1～6	柱・土台	105×104×349	450.7	32.5	14.8	1.18
		③CB-1～6	梁	105×180×350	566.8	28.5	13.1	0.55

(3) 試験結果

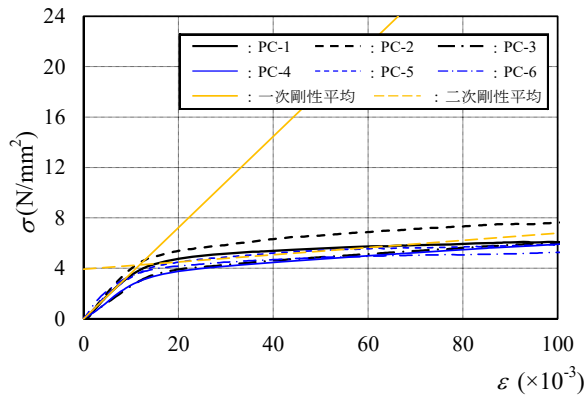
以下に試験結果を示す。図 3.2.3-2、図 3.2.3-3 の応力 σ は、荷重 P を加圧面積 A で除した値を（ただし、 $A : 100 \times 105\text{mm}$ [部分圧縮]、 $9 \times 50\text{mm}$ [端部圧縮および中央圧縮]）、ひずみ ε は変位を試験体せい B で除した値（ただし、 $B : 105\text{mm}$ [柱・土台]、 180mm [梁]）を示している。なお、一次剛性および二次剛性は、目視により直線区間と考えられる 2 点を結ぶ直線の傾きから求めた。

表 3.2.3-2 部分圧縮試験結果（柱または土台）

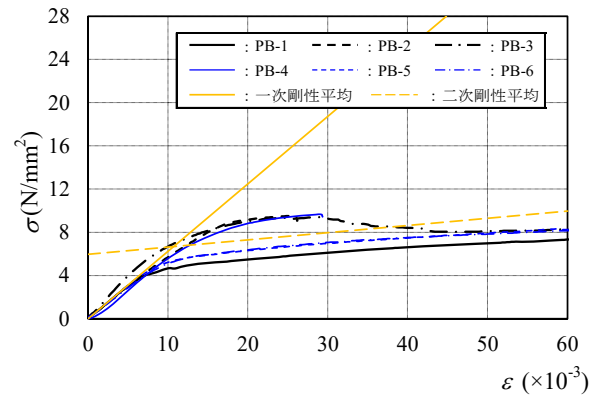
部分圧縮				端部圧縮				中央圧縮			
試験体 番号	剛性(N/mm ²)		降伏応力 (N/mm ²)	試験体 番号	剛性(N/mm ²)		降伏応力 (N/mm ²)	試験体 番号	剛性(N/mm ²)		降伏応力 (N/mm ²)
	一次	二次			一次	二次			一次	二次	
PC-1	360	21	4.81	EC-1	571	142	2.93	CC-1	1443	100	8.49
PC-2	413	41	5.11	EC-2	1219	135	2.83	CC-2	654	127	6.29
PC-3	261	29	3.81	EC-3	492	121	4.00	CC-3	1913	162	11.40
PC-4	267	28	3.68	EC-4	773	118	4.57	CC-4	1323	206	8.46
PC-5	357	31	4.31	EC-5	1132	157	5.86	CC-5	2576	197	13.80
PC-6	511	21	3.95	EC-6	706	271	3.41	CC-6	1397	175	7.35
平均	362	28	4.28	平均	815	157	3.93	平均	1551	161	9.30

表 3.2.1-3 部分圧縮試験結果（梁）

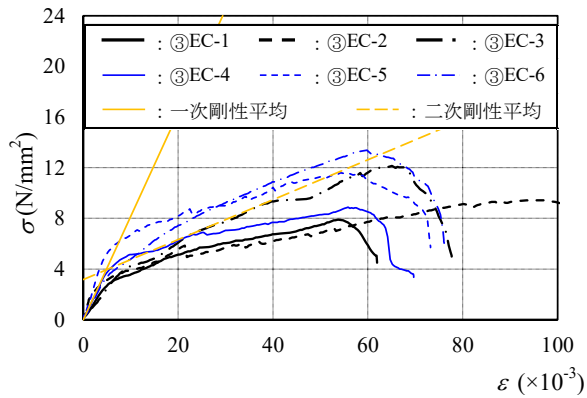
部分圧縮				端部圧縮				中央圧縮			
試験体 番号	剛性(N/mm ²)		降伏応力 (N/mm ²)	試験体 番号	剛性(N/mm ²)		降伏応力 (N/mm ²)	試験体 番号	剛性(N/mm ²)		降伏応力 (N/mm ²)
	一次	二次			一次	二次			一次	二次	
PB-1	610	64	4.68	EB-1	1690	336	5.93	CB-1	3348	551	9.36
PB-2	598	81	8.70	EB-2	2109	704	8.40	CB-2	3423	249	12.68
PB-3	797	23	7.12	EB-3	1220	237	5.75	CB-3	2631	408	13.37
PB-4	555	96	8.42	EB-4	1230	274	11.81	CB-4	2779	654	9.51
PB-5	611	70	5.43	EB-5	1789	577	7.64	CB-5	3215	200	12.85
PB-6	573	66	5.71	EB-6	1695	630	5.53	CB-6	2931	276	8.79
平均	624	67	6.68	平均	1622	460	7.51	平均	3055	390	11.09



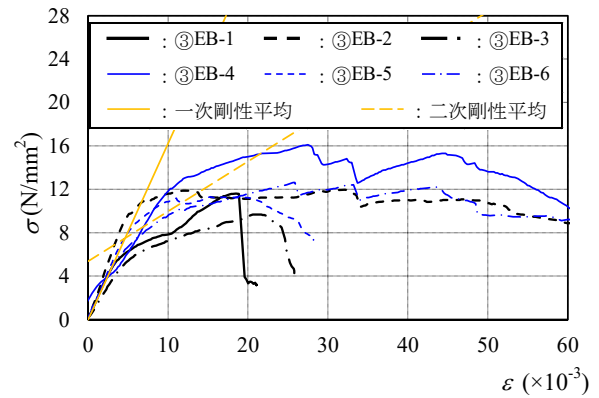
(a) 部分圧縮試験 (柱・土台)



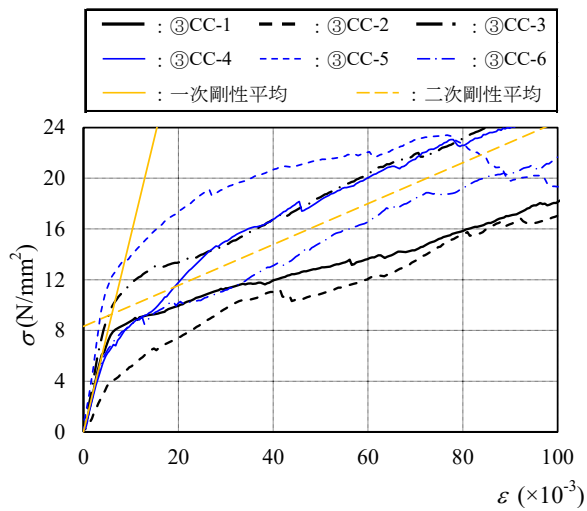
(d) 部分圧縮試験 (梁)



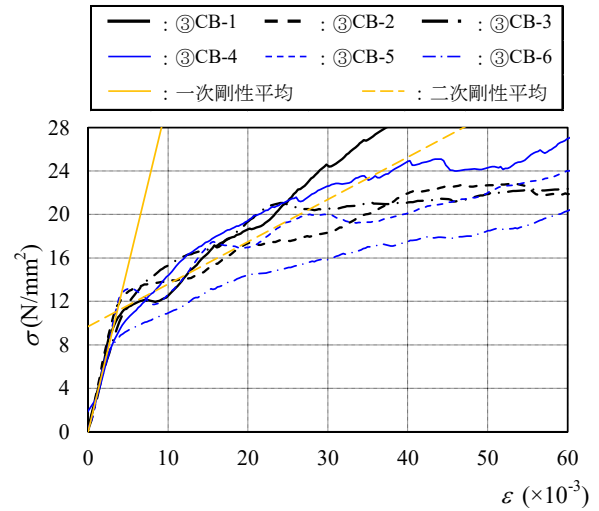
(b) 端部圧縮試験 (柱・土台)



(e) 端部圧縮試験 (梁)



(c) 中央圧縮試験 (柱・土台)



(f) 中央圧縮試験 (梁)

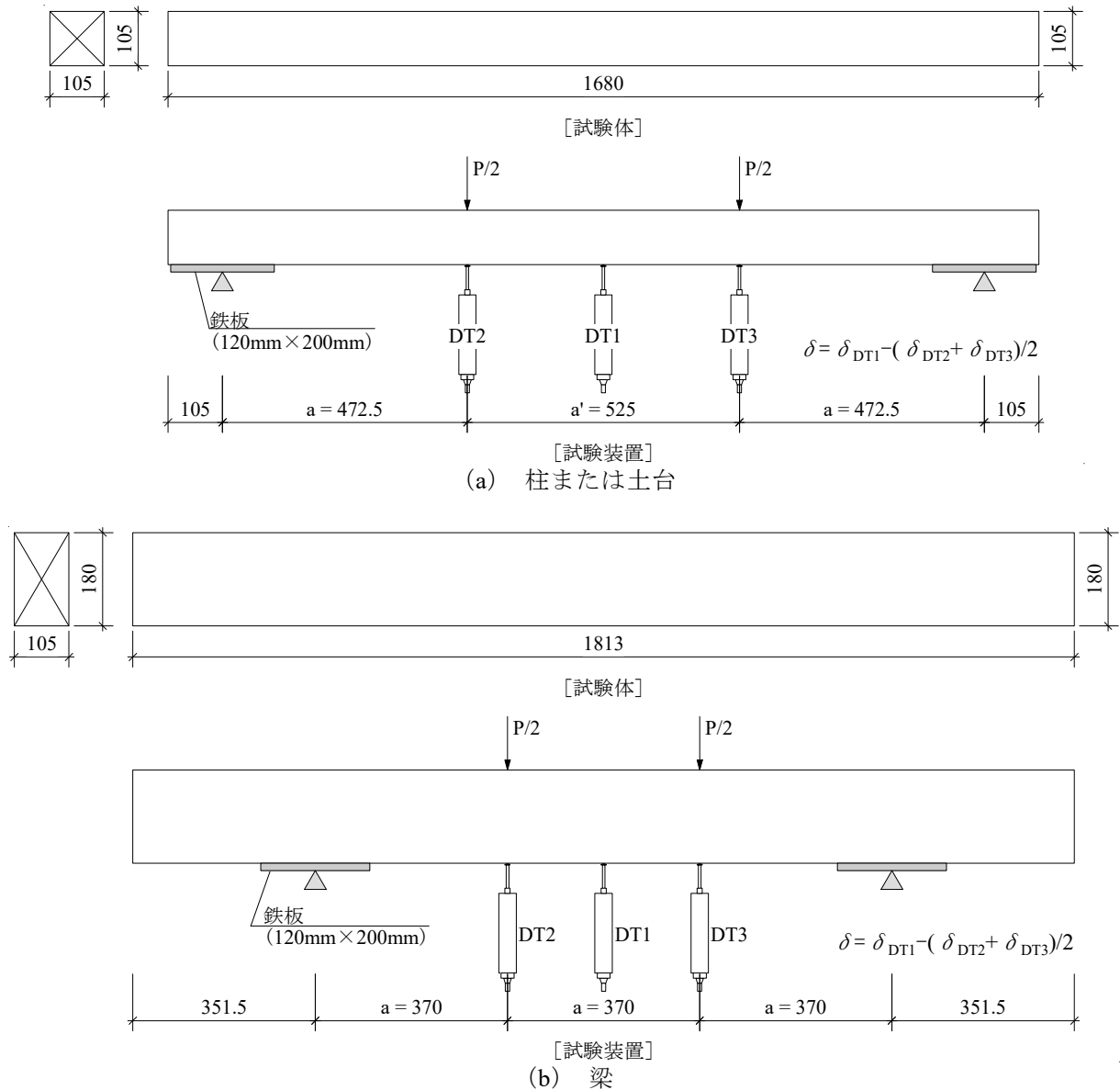
図 3.2.3-2 $\sigma - \varepsilon$ 関係

3.2.4 曲げヤング係数測定試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「JIS Z 2101 木材の試験方法」の「16 曲げヤング係数の測定」に準拠して実施した。加力は、規定荷重（長期曲げ許容応力度の 1.2 倍、柱：10.6kN、梁：41.2kN、継手間柱：3.5kN）を加えた後除荷し、規定荷重を 3 回繰り返す。

試験体は柱、梁および継手間柱の 3 種類の部材から切り出した。試験体数は柱および継手間柱は各 6 体、梁は各 3 体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図 3.2.4-1 に示す。



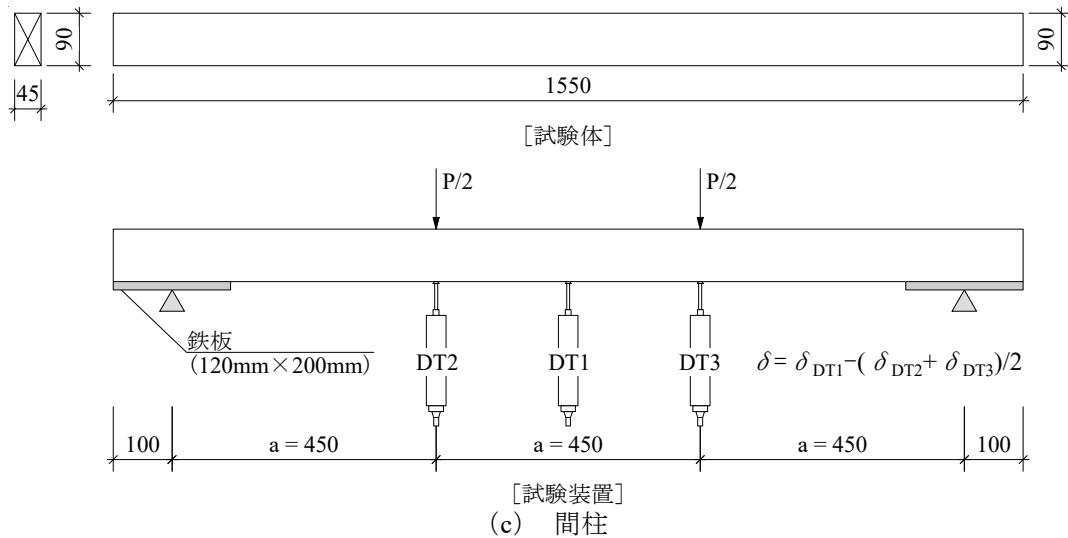


図 3.2.4-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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 A-3-1~3、A-4-1~3 の柱、A-4-1~3 の梁および、A-4-1~3、A-5-1~3 の継手間柱から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。密度・含水率を表 3.2.4-1 に示す。

表 3.2.4-1 試験体の密度・含水率

試験名	試験体番号	部材	寸法	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差
曲げヤング係数測定	④C-1~6	柱・土台	105×105×1680	440.4	41.8	12.8	2.22
	④B-1~3	梁	105×180×1813	527.4	7.4	15.6	0.18
	④S-1~6	間柱	45×90×1550	391.8	20.1	12.4	1.80

(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。表 3.2.4-2 のヤング係数は以下の式により求めた。なお、初期剛性は原点と規定荷重時を通る直線の傾きである。

$$E_{\text{柱}} = \frac{a \times a'^2}{16I} \times K_{\text{柱}}$$

$$E_{\text{梁, 継手間柱}} = \frac{a^3}{16I} \times K_{\text{梁, 継手間柱}}$$

ここで、 $E_{\text{柱}}$, $E_{\text{梁, 継手間柱}}$: 柱または梁, 継手間柱の曲げヤング係数 (N/mm²)

$K_{\text{柱}}$, $K_{\text{梁, 継手間柱}}$: 柱または梁, 継手間柱の荷重変形関係から求めた初期剛性 (N/mm)

a : 支点から加力点までの距離 (mm)

a' : 加力点間距離 (mm)

表 3.2.4-2 曲げヤング係数測定試験結果

試験体 番号	柱・土台			試験体 番号	梁			試験体 番号	間柱		
	1回目	2回目	3回目		1回目	2回目	3回目		1回目	2回目	3回目
④C-1	9073	9122	9307	④B-1	7648	7959	8186	④S-1	12163	12571	12198
④C-2	10016	9769	9814	④B-2	6898	7974	8116	④S-2	9286	9419	9253
④C-3	6666	6810	7003	④B-3	8300	8514	8299	④S-3	8608	8834	8842
④C-4	7380	7633	7535	/	/	/	/	④S-4	9817	9704	9790
④C-5	10480	10511	10603					④S-5	11166	11260	11245
④C-6	8157	8371	8342					④S-6	11696	11188	11242
平均	8629	8703	8767					平均	7615	8149	8200

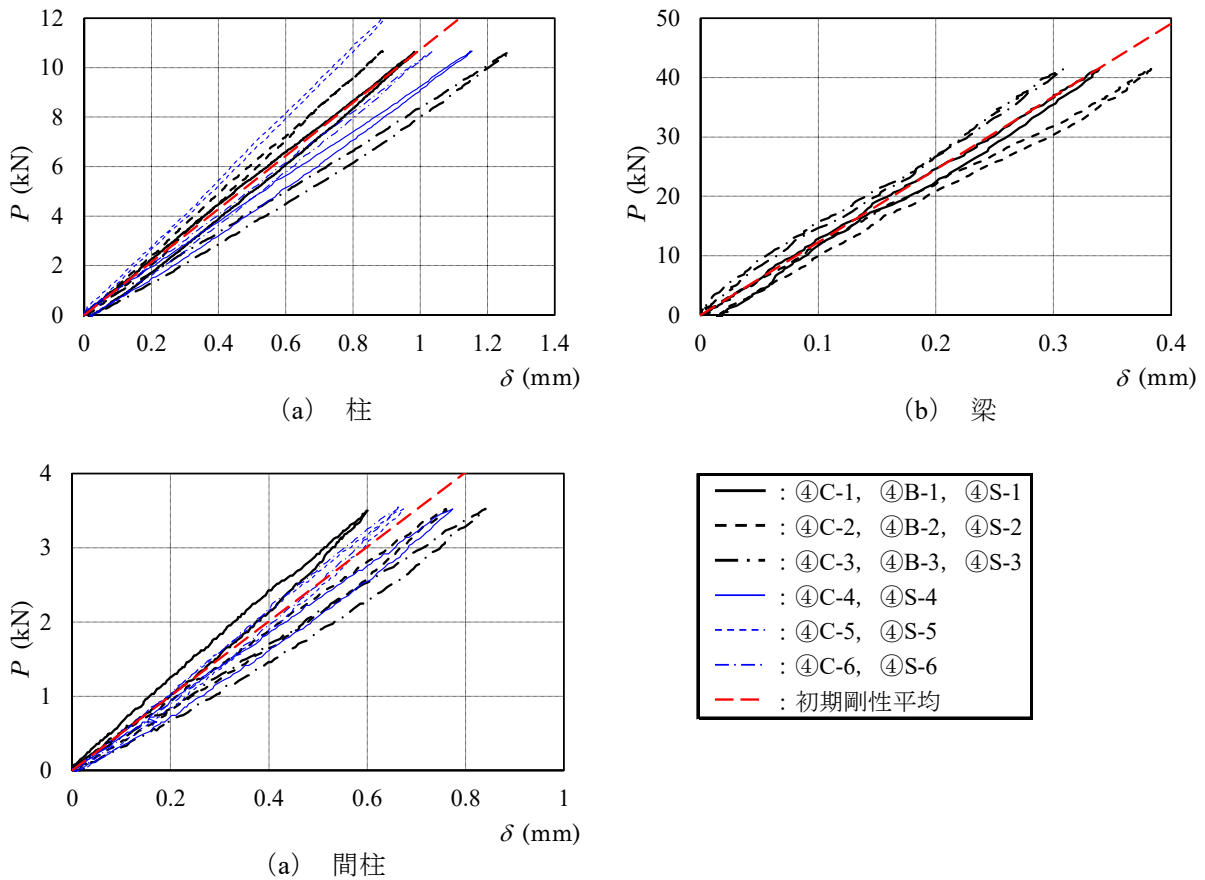


図 3.2.4-2 $P-\delta$ 関係

3.2.5 せん断弾性係数測定試験

(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「1.1.1 基準材料強度及び基準弾性係数」枠組材のせん断の基準弾性係数に関する試験に準拠して実施した。ただし、支点間距離は柱・土台が 6d、9d、12d、15d とし、梁が 6d、7d、8d、9d とした。

加力は単調圧縮とし、規定荷重（長期曲げ許容応力度の 1.2 倍）まで加力した。

試験体は柱および梁の 2 種類の部材から切り出した。試験体数は、柱が 6 体、梁が 3

体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図 3.2.5-1 に示す。

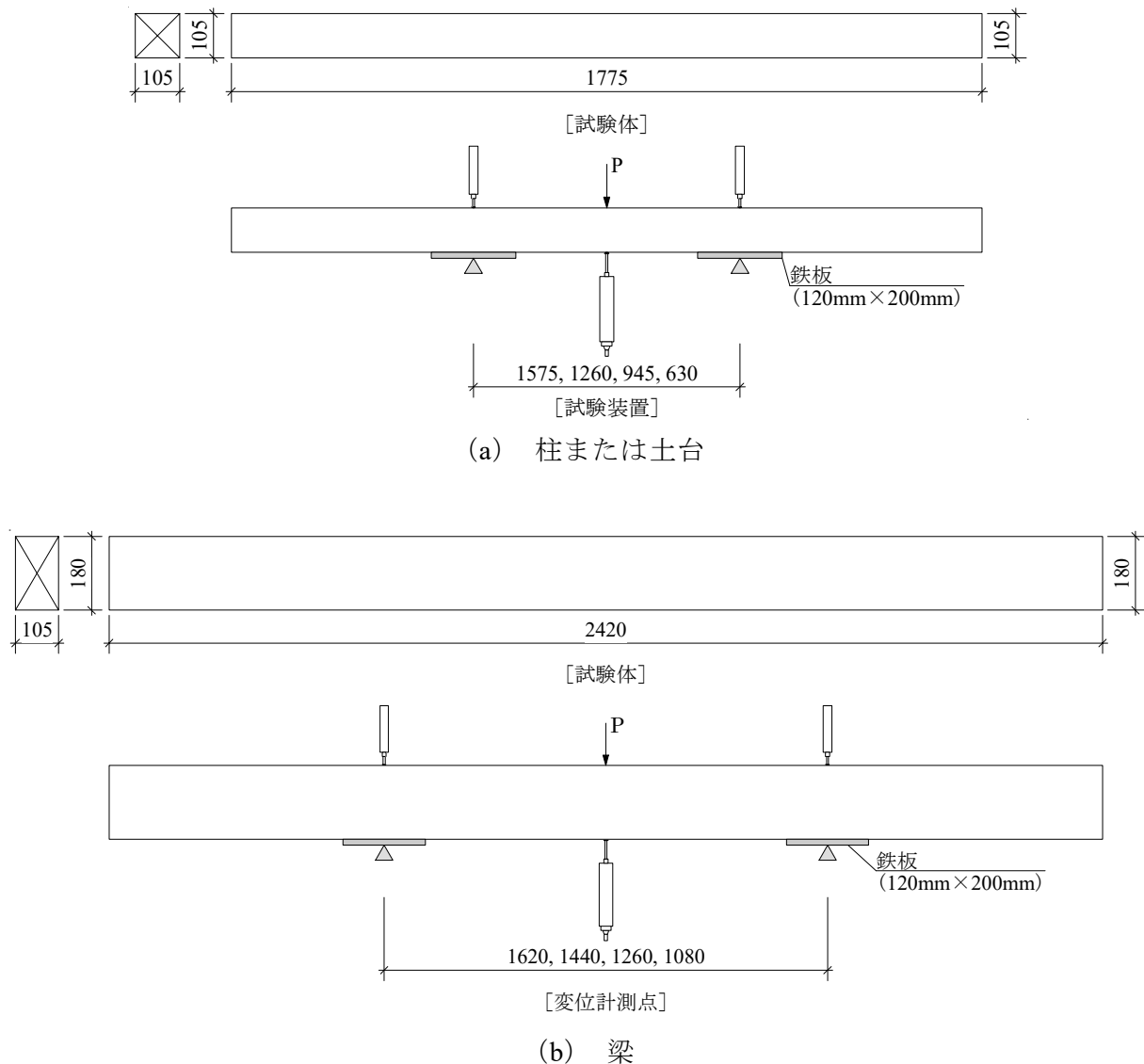


図 3.2.5-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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 B-2-1、B-3-1～3、B-4、B-5 の柱および、A-5-1～3 の梁から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。密度・含水率を表 3.2.5-1 に示す。

表 3.2.5-1 試験体の密度・含水率

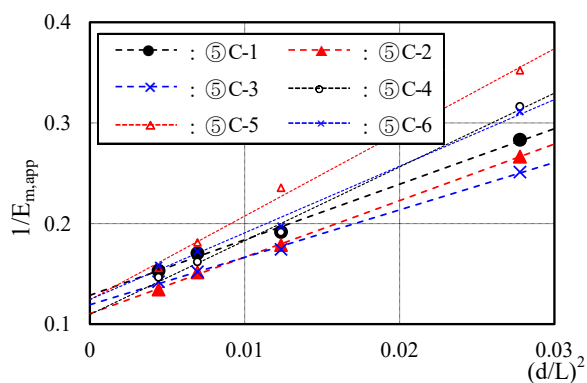
試験名	試験体 番号	部材	寸法	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
				平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
せん断弾性係数測定	⑤C-1～6	柱・土台	105×105×1785	401.9	21.9	12.3	2.44
	⑤B-1～3	梁	105×180×2420	491.0	26.5	15.0	0.70

(3) 試験結果

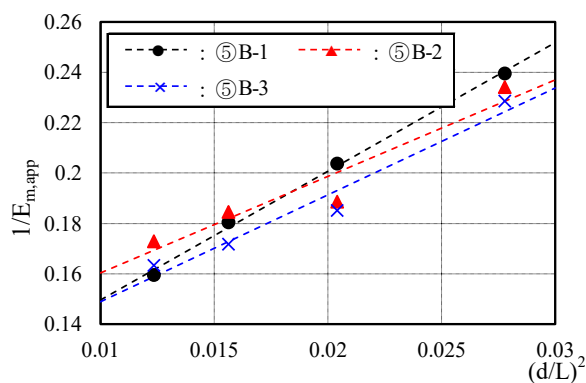
以下に試験結果を示す。

表 3.2.5-2 せん断弾性係数測定試験結果

(柱または土台)						(梁)						
	L (mm)	$E_{m,app}$ (kN/mm ²)	$\frac{1}{E_{m,app}}$	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)		L (mm)	$E_{m,app}$ (kN/mm ²)	$\frac{1}{E_{m,app}}$	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	
⑤C-1	1575	6.519	0.153	7769	218	⑤B-1	1620	6.267	0.160	10141	235	
	1260	5.859	0.171				1440	5.541	0.180			
	945	5.218	0.192				1260	4.908	0.204			
	630	3.530	0.283				1080	4.175	0.240			
⑤C-2	1575	7.443	0.134	9043	214	⑤B-2	1620	5.784	0.173	8191	313	
	1260	6.599	0.152				1440	5.418	0.185			
	945	5.593	0.179				1260	5.303	0.189			
	630	3.753	0.266				1080	4.273	0.234			
⑤C-3	1575	7.028	0.142	8374	255	⑤B-3	1620	6.121	0.163	9390	283	
	1260	6.569	0.152				1440	5.823	0.172			
	945	5.735	0.174				1260	5.399	0.185			
	630	3.981	0.251				1080	4.375	0.229			
⑤C-4	1575	6.817	0.147	9123	164	平均					9240	277
	1260	6.176	0.162									
	945	5.225	0.191									
	630	3.164	0.316									
⑤C-5	1575	6.404	0.156	8048	144							
	1260	5.519	0.181									
	945	4.248	0.235									
	630	2.840	0.352									
⑤C-6	1575	6.310	0.158	8012	182							
	1260	5.798	0.172									
	945	5.066	0.197									
	630	3.214	0.311									
平均				8395	196							



(a) 柱・土台



(b) 梁

図 3.2.5-2 P-δ 関係 (面材-受材留付けくぎ)

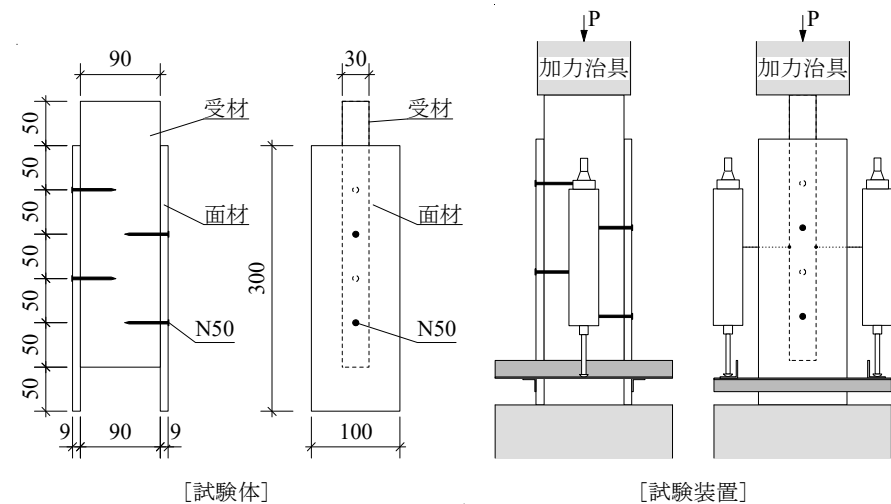
3.2.6 くぎせん断試験

(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。

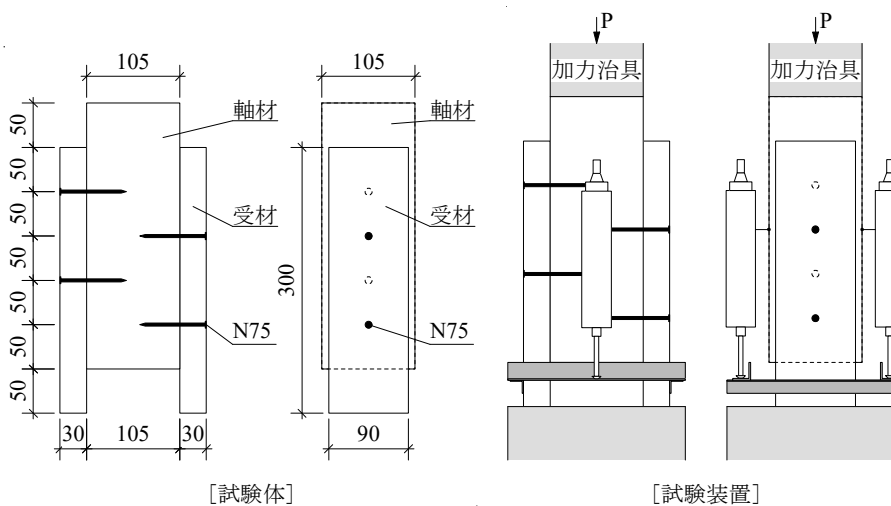
試験体は受材と面材をN50のくぎで留め付けた試験体6体と、柱または梁と受材をN75で留め付けた試験体各6体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図3.2.6-1に示す。



[試験体]

[試験装置]

(a) 面材-受材留付けくぎせん断試験



[試験体]

[試験装置]

(b) 柱-受材留付けくぎせん断試験

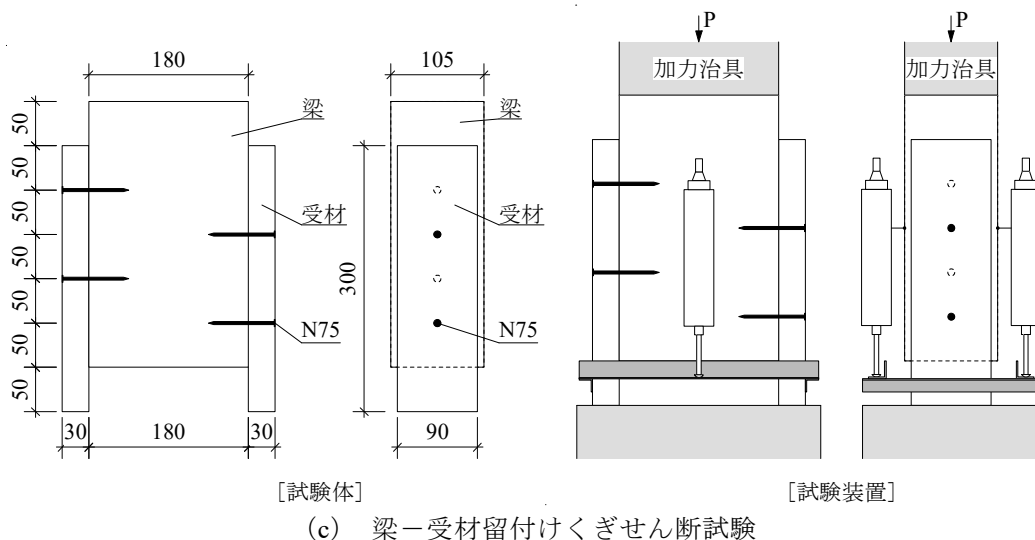


図 3.2.6-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(2) 使用材料

試験体に用いた材料は、柱・土台-受材接合くぎせん断試験は真壁耐力壁の水平せん断試験 A-5-1、2 の柱から切り出し、梁-受材接合くぎせん断試験は B-3-2、3、C-1 の梁から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。受材・面材は水平せん断試験に用いたものと同ロットの材料から切り出した。密度・含水率を表 3.2.6-1 に示す。

表 3.2.6-1 試験体の密度・含水率

試験名		試験体 番号	部材	寸法	密度 (kg/m 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 接合くぎ	⑥R-1~6	受け材	30×90×300	410.9	39.5	12.2	0.44
			面材	9×105×300	579.9	72.7	9.3	0.36
	柱・土台-受 材接合くぎ	⑥C-1~6	柱・土台	105×105×300	416.5	8.9	12.9	0.83
			受け材	30×90×300	405.1	33.6	11.9	0.58
梁-受材 接合くぎ	⑥B-1~6	梁	105×180×300	531.2	18.7	12.9	0.20	
		受け材	30×90×300	418.1	64.1	11.6	0.20	

(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。

表 3.2.6-2 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 δy (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P (kN)	Pmax δ (mm)
◎R-1	0.73	1.04	0.91	2.08	1.36	11.37
◎R-2	0.82	1.94	1.00	3.55	1.51	19.28
◎R-3	0.79	2.33	1.00	4.42	1.51	23.49
◎R-4	0.73	1.04	0.91	3.38	1.46	20.80
◎R-5	0.82	1.94	1.00	3.09	1.26	21.48
◎R-6	0.79	2.33	1.00	4.74	1.52	18.94
平均	0.78	1.77	0.97	3.54	1.44	19.23
標準偏差	0.041	0.595	0.046	0.957	0.105	4.183
変動係数	0.053	-	0.048	-	-	-
ばらつき係数	0.984	-	0.986	-	-	-
基準耐力	0.77	-	0.96	-	-	-

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δy (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δu (mm)	降伏変位 δv (mm)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
◎R-1	0.73	1.04	0.70	28.52	1.82	1.28	15.67	0.18
◎R-2	0.82	1.94	0.42	32.79	3.26	1.37	10.06	0.23
◎R-3	0.79	2.33	0.34	33.08	4.04	1.37	8.19	0.26
◎R-4	0.80	1.86	0.43	31.04	3.11	1.33	9.98	0.23
◎R-5	0.73	2.22	0.33	29.71	3.60	1.18	8.25	0.25
◎R-6	0.69	1.29	0.53	25.62	2.55	1.36	10.05	0.23
平均	0.76	1.78	0.46	30.13	3.06	1.32	10.37	0.23

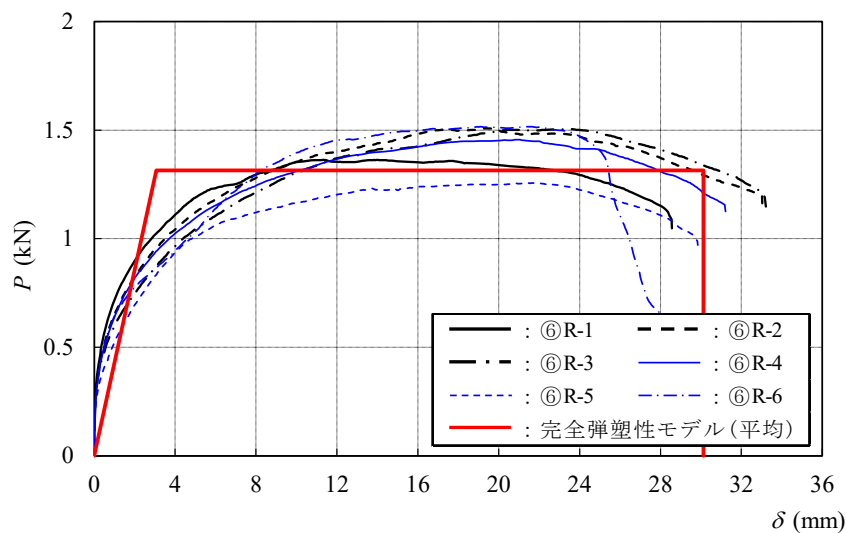


図 3.2.6-2 P-δ 関係 (面材-受材留付けくぎ)

表 3.2.6-3 くぎせん断試験結果 (受材-柱留付けくぎ)

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δy (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P (kN)	Pmax δ (mm)
ⒸC-1	0.95	0.71	1.02	0.93	1.54	20.91
ⒸC-2	0.98	0.87	1.06	1.17	1.59	19.85
ⒸC-3	0.88	0.62	1.04	1.11	1.56	17.64
ⒸC-4	0.95	0.71	1.02	1.03	1.49	19.04
ⒸC-5	0.98	0.87	1.06	1.47	1.78	28.19
ⒸC-6	0.88	0.62	1.04	1.27	1.80	20.56
平均	0.94	0.73	1.04	1.16	1.63	21.03
標準偏差	0.046	0.109	0.018	0.190	0.131	3.698
変動係数	0.049	-	0.017	-	-	-
ばらつき係数	0.985	-	0.995	-	-	-
基準耐力	0.92	-	1.03	-	-	-

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δy (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δu (mm)	降伏変位 δv (mm)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
ⒸC-1	0.95	0.71	1.34	34.76	1.08	1.45	32.19	0.13
ⒸC-2	0.98	0.87	1.13	35.61	1.32	1.49	26.98	0.14
ⒸC-3	0.88	0.62	1.42	35.92	1.04	1.47	34.54	0.12
ⒸC-4	0.93	0.82	1.14	34.31	1.22	1.40	28.12	0.13
ⒸC-5	1.07	1.03	1.03	39.79	1.62	1.67	24.56	0.14
ⒸC-6	1.10	0.81	1.35	40.17	1.24	1.68	32.40	0.13
平均	0.99	0.81	1.24	36.76	1.25	1.53	29.80	0.13

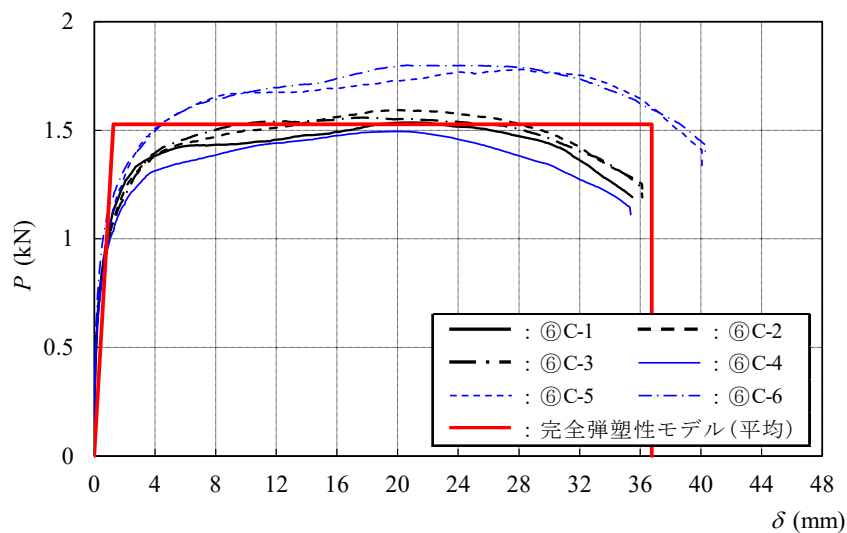


図 3.2.6-3 P-δ 関係 (受材-柱留付けくぎ)

表 3.2.6-4 くぎせん断試験結果 (受材-梁留付けくぎ)

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δy (mm)	2/3Pmax P (kN)	2/3Pmax δ (mm)	Pmax P (kN)	Pmax δ (mm)
◎B-1	1.51	2.99	1.56	3.28	2.34	30.38
◎B-2	1.46	2.47	1.45	2.41	2.17	27.14
◎B-3	1.41	2.86	1.46	3.18	2.19	32.04
◎B-4	1.51	2.99	1.56	3.31	2.53	32.50
◎B-5	1.46	2.47	1.45	3.59	2.19	36.76
◎B-6	1.41	2.86	1.46	2.50	2.47	24.95
平均	1.46	2.77	1.49	3.04	2.32	30.63
標準偏差	0.045	0.240	0.054	0.476	0.157	4.184
変動係数	0.031	-	0.037	-	-	-
ばらつき係数	0.991	-	0.989	-	-	-
基準耐力	1.45	-	1.47	-	-	-

	降伏時 Py (kN)	降伏時 δy (mm)	初期剛性 K (kN/mm)	終局変位 δu (mm)	降伏変位 δv (mm)	終局耐力 Pu (kN)	塑性率 μ	構造特性 Ds
◎B-1	1.51	2.99	0.51	45.03	4.21	2.13	10.70	0.22
◎B-2	1.46	2.47	0.59	43.54	3.40	2.01	12.81	0.20
◎B-3	1.41	2.86	0.49	48.79	4.06	2.00	12.02	0.21
◎B-4	1.62	3.00	0.54	45.94	4.24	2.29	10.83	0.22
◎B-5	1.39	2.96	0.47	48.90	4.13	1.93	11.84	0.21
◎B-6	1.57	2.13	0.73	39.88	3.08	2.27	12.95	0.20
平均	1.49	2.74	0.56	45.35	3.85	2.11	11.86	0.21

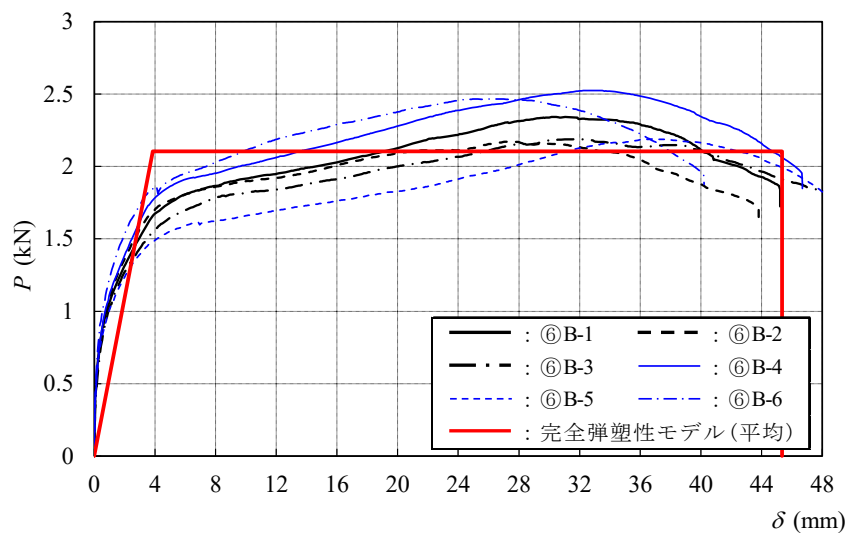


図 3.2.6-4 $\sigma - \varepsilon$ 関係

3.2.7 くぎ引き抜き試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「JIS Z 2101 木材の試験方法」の「24 くぎ引き抜き抵抗の測定」に準拠して実施した。ただし、くぎの打ち込み深さは面材または受材と留め付けた場合に相当する打ち込み深さとする。

加力は単調圧縮とし、最大荷重を計測する。

試験体は柱または土台、梁および受材の3種類の部材から切り出した試験体各6体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図3.2.7-1に示す。

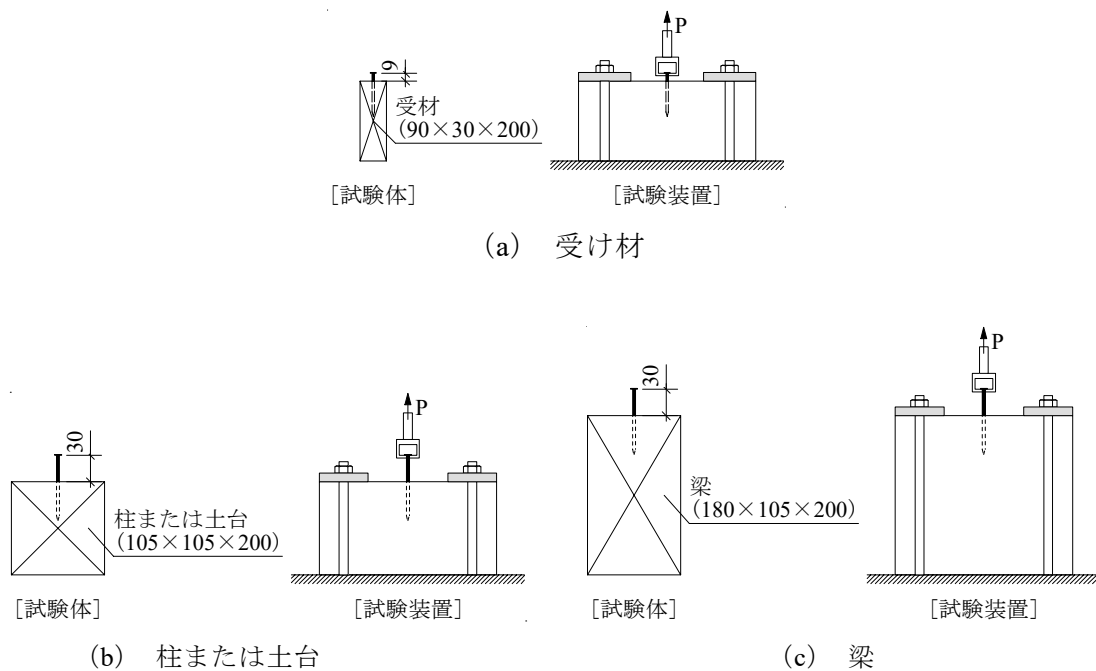


図 3.2.7-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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 B-1-1、2、A-1-2 の柱および、A-5-1～3 の梁から切り出した（詳細は 3.4 を参照）。受材は水平せん断試験に用いたものと同ロットの材料から切り出した。密度・含水率を表 3.2.7-1 に示す。

表 3.2.7-1 試験体の密度・含水率

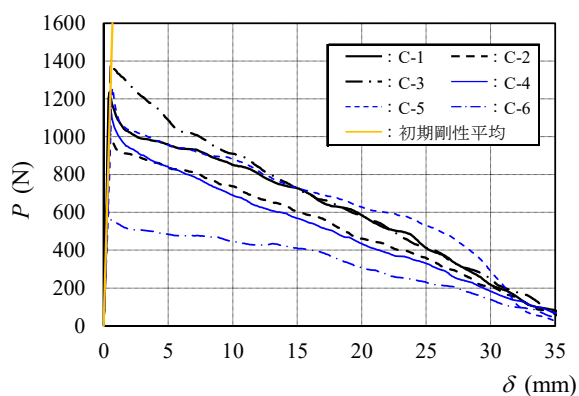
試験名	試験体番号	部材	寸法	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差
くぎ引き抜き	⑦C-1～6	柱・土台	105×105×200	367.7	121.2	11.3	0.16
	⑦B-1～6	梁	105×180×200	485.3	25.5	12.4	0.24
	⑦R-1～6	受材	30×90×200	364.5	11.5	11.9	0.37

(3) 試験結果

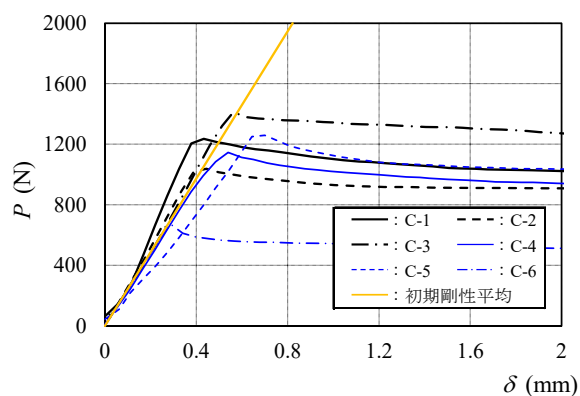
以下に試験結果を示す。

表 3.2.7-2 くぎ引き抜き試験結果

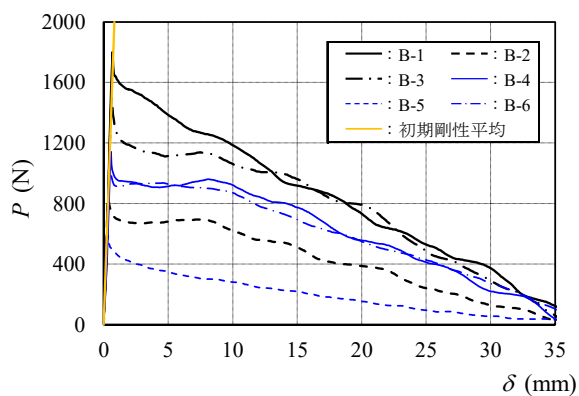
試験体番号	初期剛性 (N/mm)	最大荷重 (N)	試験体番号	初期剛性 (N/mm)	最大荷重 (N)	試験体番号	初期剛性 (N/mm)	最大荷重 (N)
C-1	2977	1235	B-1	2508	1800	R-1	3025	707
C-2	2585	1037	B-2	2810	833	R-2	2154	733
C-3	2477	1412	B-3	2425	1517	R-3	4011	845
C-4	2324	1146	B-4	1834	1141	R-4	2081	607
C-5	1809	1259	B-5	2139	588	R-5	6253	621
C-6	2429	674	B-6	2718	1094	R-6	3051	493
平均	2434	1127	平均	2406	1162	平均	3429	668



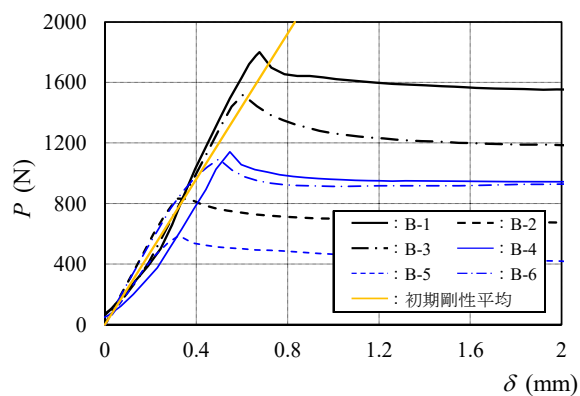
(a) 柱・土台[N75] ($\delta=0\sim 35\text{mm}$)



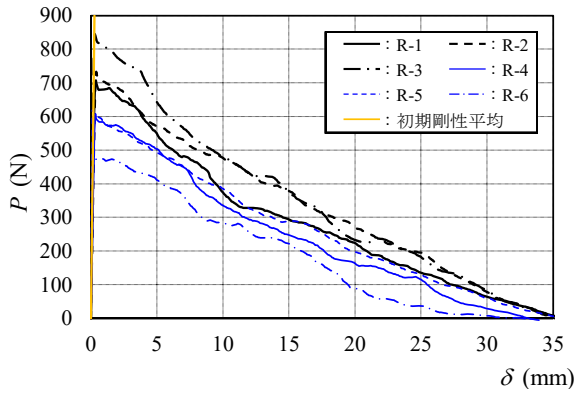
(b) 柱・土台[N75] ($\delta=0\sim 2\text{mm}$)



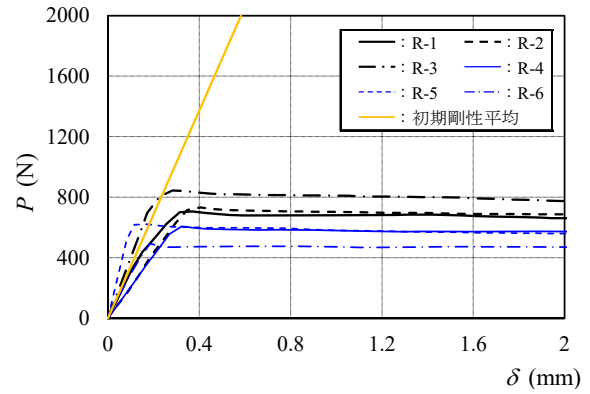
(c) 梁[N75] ($\delta=0\sim 35\text{mm}$)



(d) 梁[N75] ($\delta=0\sim 2\text{mm}$)



(e) 受材[N50] ($\delta=0\sim 35\text{mm}$)



(f) 受け材[N50] ($\delta=0\sim 2\text{mm}$)

図 3.2.7-2 $P-\delta$ 関係

3.2.8 くぎ頭貫通試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「JIS A 5905 繊維板」の「7.16 てい（釘）頭貫通力試験」に準拠して実施した。ただし、くぎは真壁耐力壁の水平せん断試験に用いた面材留付けくぎ N50 に変更した。

加力は単調圧縮とし、柱材は 100kN まで載荷した後に一度除荷し、その後比例限度荷重まで加力した。梁材は単調圧縮で比例限度荷重まで加力した。

試験体は 6 体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図 3.2.8-1 に示す。

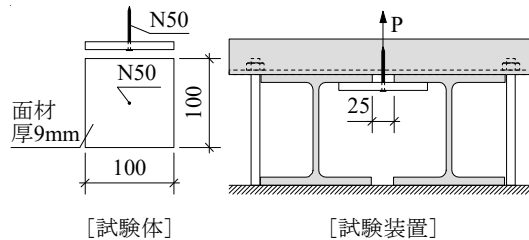


図 3.2.8-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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に用いた面材と同じロットの面材から切り出した。密度・含水率を表 3.2.8-1 に示す。

表 3.2.8-1 試験体の密度・含水率

試験名	試験体 番号	部材	寸法	密度 (kg/m^3)		含水率 (%)	
				平均	標準 偏差	平均	標準 偏差
くぎ頭貫通	⑧No.1~6	面材	9×100×100	577.8	32.0	9.6	0.12

(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。

表 3.2.8-2 くぎ頭貫通試験結果

試験体番号	初期剛性 (N/mm)	降伏荷重 (N)	二次剛性 (N/mm)	最大荷重 (N)
No.1	854	855	141	1471
No.2	1054	772	240	1387
No.3	1020	1064	366	1566
No.4	908	910	333	1384
No.5	620	741	237	1616
No.6	839	738	303	1384
平均	882	847	270	1468

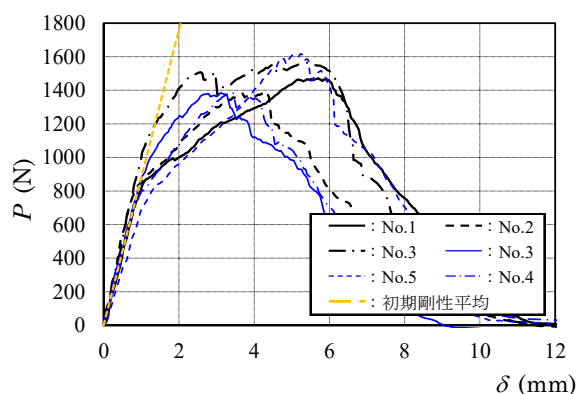


図 3.2.8-2 P- δ 関係

3.2.9 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与える方法とした。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 6 体とし、試験体の形状・寸法および試験装置図を図 3.2.9-1 に示す。

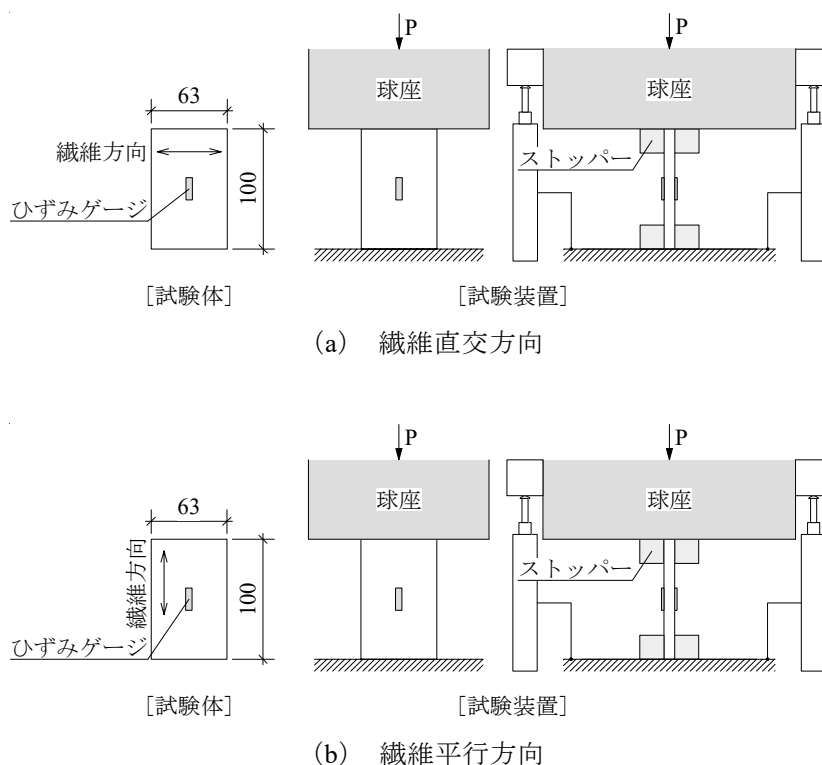


図 3.2.9-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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に用いた面材と同ロットの面材から切り出した。密度・含水率を表 3.2.9-1 に示す。

表 3.2.9-1 試験体の密度・含水率

試験名		試験体番号	部材	寸法	密度 (kg/m 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	584.2	21.5	9.1	0.22
	繊維平行方向	㊟Y-1~6		9×63×100	561.9	19.7	9.1	0.31

(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。図 3.2.9-2 の応力 σ は、荷重 P を試験体断面 A ($A: 100 \times 9\text{mm}$) で除した値を、ひずみ ε は変位を試験体せい B ($B: 100\text{mm}$) で除した値を示している。

表 3.2.9-3 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	473	8.56	Y-1	2050	17.53
X-2	2133	6.44	Y-2	2710	16.67
X-3	1839	9.55	Y-3	5978	25.36
X-4	891	8.87	Y-4	5714	20.79
X-5	1373	7.10	Y-5	7603	28.17
X-6	2212	6.94	Y-6	9397	29.46
平均	1487	7.91	平均	5575	23.00

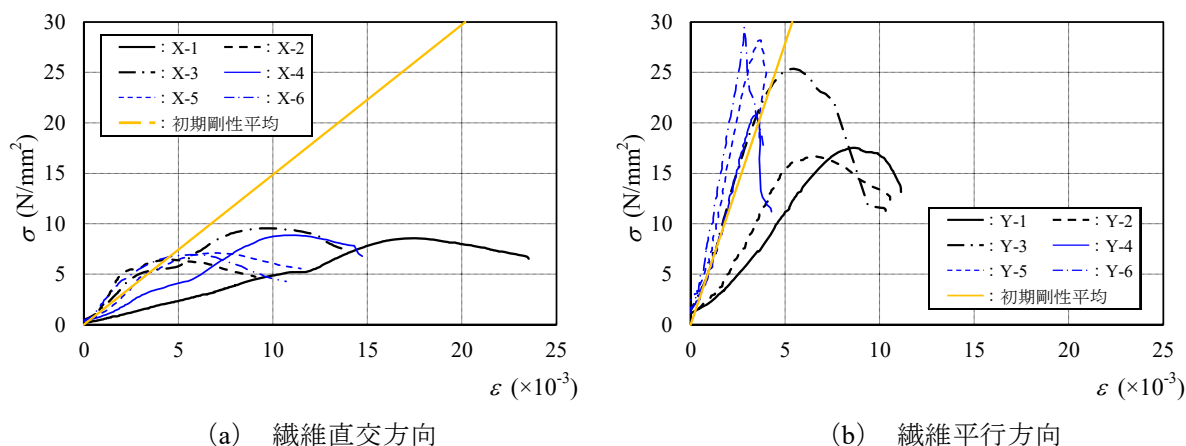


図 3.2.9-2 $\sigma - \varepsilon$ 関係

3.2.10 面材曲げ試験

(1) 試験方法と試験体

試験は「合板の日本農林規格」の「別記3 試験の方法 (11) 曲げ試験 ア 一級の曲げ試験 (ラワン以外用)」に準拠して実施した。ただし、試験体の幅は $25h$ (h :面材厚さ) に変更した。

加力は単調とし、荷重が低下するか変位が 80mm に至るまで加力する。

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、試験体の形状・寸法および試験装置図を図3.2.10-1に示す。

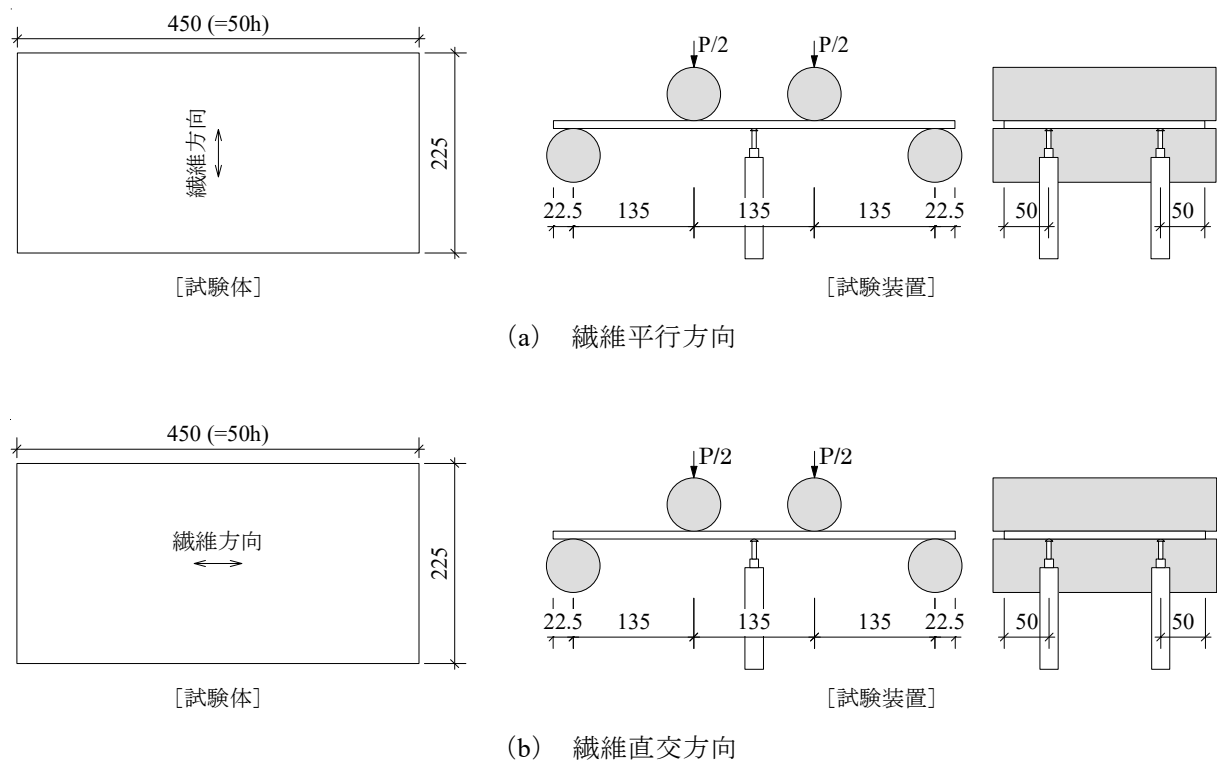


図 3.2.10-1 試験体の形状・寸法および試験装置図

(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に用いた面材と同ロットの面材から切り出した。密度・含水率を表3.2.10-1に示す。

表 3.2.10-1 試験体の密度・含水率

試験名	試験体 番号	部材	寸法	密度 (kg/m^3)		含水率 (%)		
				平均	標準 偏差	平均	標準 偏差	
面材 曲げ	繊維平行方向	⑩X-1~6	面材	9×225×450	579.6	15.4	9.8	0.32
	繊維直交方向				⑩Y-1~6	570.4	38.5	9.4

(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。表 3.2.10-2 のヤング係数 E および曲げ強さ σ_{\max} は以下の式により求めた。

$$E = \frac{23l^2}{108bh^3} \times K$$

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\max}l}{bh^2}$$

ここで、 K ：荷重変形関係から求めた初期剛性 (N/mm)

l ：支点間距離 (mm)

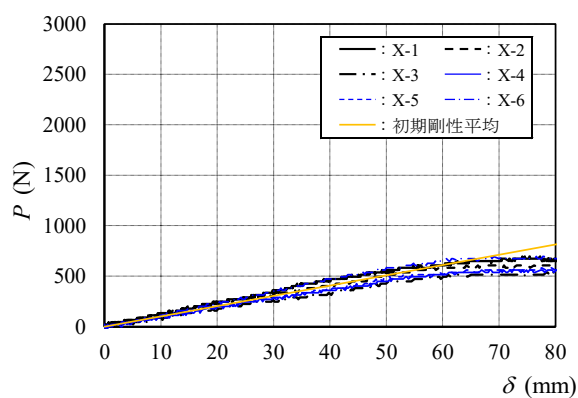
b ：試験体幅 (mm)

h ：試験体厚さ (mm)

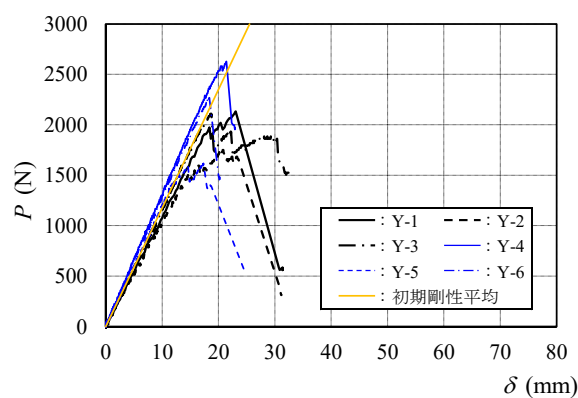
P_{\max} ：加力終了時までの最大荷重 (N)

表 3.2.10-2 縦圧縮試験結果 (柱または土台)

試験体番号	ヤング係数 (N/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)	試験体番号	ヤング係数 (N/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)
X-1	956	15.46	Y-1	9353	47.38
X-2	910	13.47	Y-2	8659	38.91
X-3	738	11.97	Y-3	9932	46.89
X-4	805	12.47	Y-4	11193	58.36
X-5	874	12.97	Y-5	10582	35.91
X-6	974	15.46	Y-6	11039	50.38
平均	876	13.63	平均	10126	46.30



(a) 繊維平行方向



(b) 繊維直交方向

図 3.2.10-2 $\sigma - \varepsilon$ 関係

3.2.11 面内せん断試験

(1) 試験方法と試験体

ASTM D2719 に規定されている面内せん断試験法のうち、“Test Method C, Two Rail Shear Test” に準拠して試験を行った。ただし、治具の関係上、せん断長さは規定の 24 インチ (610 mm) から 560 mm に変更した。

加力は強軸方向に単調引張とし、荷重が十分低下するまで行った。試験体寸法及び試験装置図を写真 3.2.11-1 に示す。

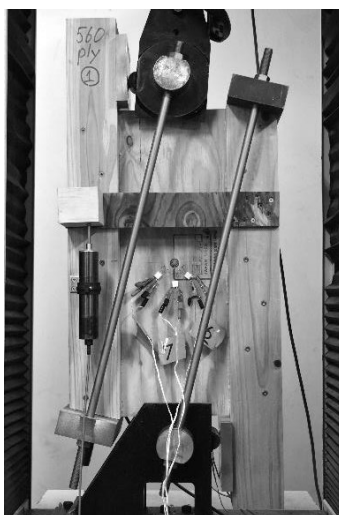


写真 3.2.11-1 加力前の試験体

(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に用いた面材と同一ロットの面材から切り出した。各試験体の密度と含水率を表 3.2.11-1 に示す。

表 3.2.11-1 試験体の密度と含水率

試験体名		部材	実測厚さ [mm]	気乾密度 [kg/m ³]	全乾密度 [kg/m ³]	含水率 [%]
面 内 せ ん 断	560ply-1	構造用合板 t = 9	9.0	411	386	6.3
	560ply-2		9.2	408	382	6.8
	560ply-3		9.0	403	377	6.8
	560ply-4		9.1	375	352	6.5
	560ply-5		9.0	416	390	6.5
	560ply-6		9.2	388	365	6.1

(3) 試験結果

以下に試験結果を示す。以下の式 3.2.11-1、3.2.11-2 からせん断強度 F_s とせん断弾性係数 G を求めた。表 3.2.11-2 に得られた特性値を、図 3.2.11-1 にせん断応力度－せん断ひずみ曲線を示す。

$$F_s = \tau_{max} = \frac{P_{max}}{l \cdot t} \quad (3.2.11-1)$$

$$G = \frac{(0.4 - 0.1) \cdot \tau_{max}}{\gamma_{0.4\tau_{max}} - \gamma_{0.1\tau_{max}}} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (3.2.11-2)$$

ここで、
 P_{max} 最大荷重 [N]
 l せん断長さ [mm]
 t 試験体の実測厚さ [mm]
 γ ゲージ部のせん断ひずみ (表裏の平均値) [無次元]

表 3.2.11-2 試験体の密度と含水率

	せん断強度 F_s [N/mm ²]	せん断弾性係数 G [kN/mm ²]
560ply-1	3.92	0.774
560ply-2	3.44	0.569
560ply-3	3.04	0.761
560ply-4	2.53	0.500
560ply-5	3.37	0.575
560ply-6	3.90	0.724
Ave.	3.37 (± 0.48)	0.650 (± 0.106)

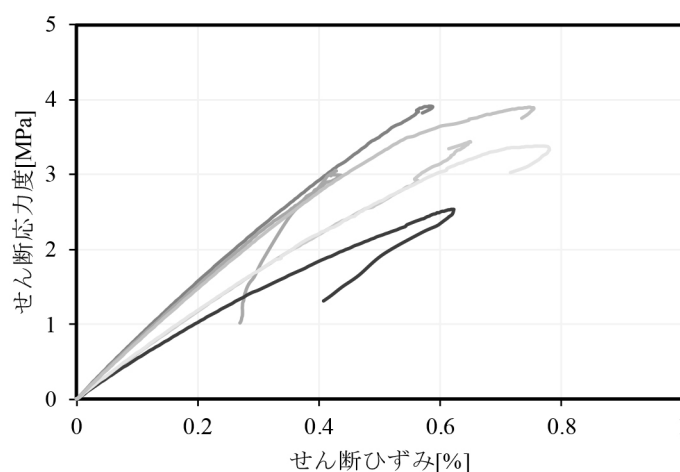


図 3.2.11-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

(4) 文献値との比較

既往の研究との比較を行った。本試験の結果は、既往の研究と比較してやや高めの値を得ていることが分かる。

a. 『構造用合板の手引き』※

ASTM D2719 で規定された試験法で測定した 9 mm 厚の構造用合板の面内せん断性能として、ラワン材は 0.47 (±0.02) kN/mm²、ラーチ材は 0.51 (±0.03) kN/mm²、カナダ産針葉樹材は 0.56 (±0.10) kN/mm² を得ている。

※ 10-1. 構造用合板の曲げ・せん断強度実験データ、“構造用合板の手引き”、東京合板工業組合 / 東北合板工業組合、東京

b. 『木材の事典』※

合板の面内方向のせん断弾性係数は、単板の構成にほとんど影響されず、0.45~0.55 kN/mm²を示す。

※ 浅野猪久夫: 12.4.3 合板の性質.“木材の事典”、朝倉書店、東京、1982、pp. 347-350.

3.2.12 面材くぎ試験

(1) 試験方法

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

加力については、見かけのせん断変形角 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad を目標とした正負交番繰り返し加力を各変位で 3 回行った後、1/30rad の繰り返しを 1 回、その後、一方向に単調載荷で 1/15rad に達するか、もしくは最大荷重の 0.8 倍まで低下するまでとした。

(2) 試験体と使用材料

試験体は 3 体とした。試験体の詳細を以下に示す。

用いた材料は、表 3.2.12-1 の通りである。軸材と面材の密度・含水率は表 3.2.12-2 に示す通りである。

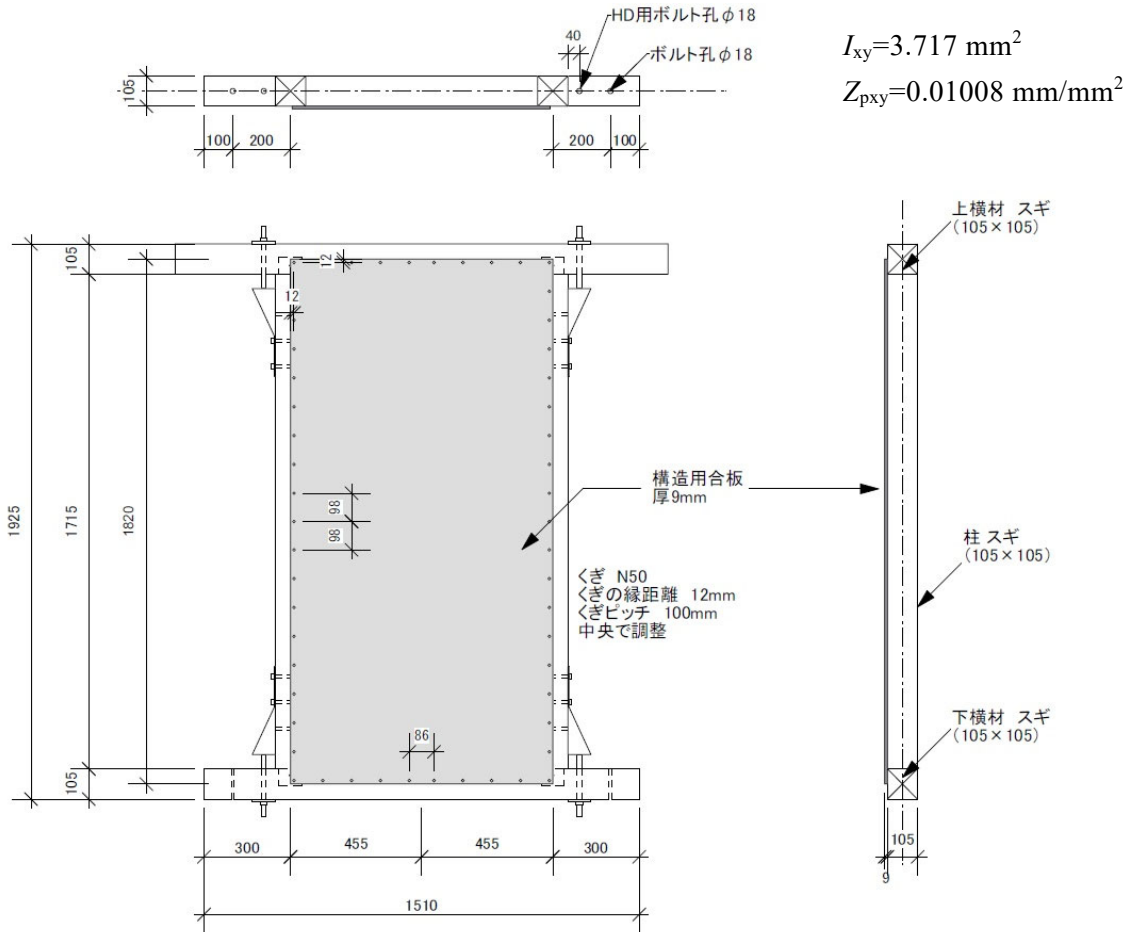


図 3.2.12-1 面材くぎ試験体図

表 3.2.12-1 試験体材料

項目		仕様詳細
面材		構造用合板 (JAS) 厚さ：9mm 単板樹種：カラマツ (全層) 接着の程度：特類 曲げ性能等：2 級
面材の接合		接合具：くぎ N50 (JIS A 5508) くぎ間隔：@100mm (中央で調整) 縁端距離：12mm
軸組材	土台、柱、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：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/cm³)：0.45 以下

表 3.2.12-2 試験体材料の密度、含水率

部位	樹種	数	密度 (kg/m ³)		含水率 (%)		
			平均	標準偏差	平均	標準偏差	
軸組材	柱	スギ	8	463.4	54.0	16.6	5.3
	土台	スギ	4	411.8	40.9	13.4	2.6
	桁	スギ	4	411.1	62.7	12.4	3.9
面材	カラマツ	3	598.4	13.6	19.6	1.4	

(3) 試験結果

以下の結果は、1本あたりの値を算出したものである。

表 3.2.12-3 面材くぎ実験の1本当たりの結果

	せん断耐力 ΔP_v (kN)	降伏変位 δv (mm)	終局変位 δu (mm)	
No.1	1.45	4.17	20.41	
No.2	1.57	3.69	19.24	
No.3	1.58	4.04	19.97	
平均	1.53	3.97	19.87	
標準偏差	0.072	0.248	0.591	
変動係数	0.047	0.063	0.030	せん断剛性 k (kN/mm)
ばらつき係数	0.978	0.971	0.986	
基準耐力	1.50	3.85	19.59	0.39

・モーメント－変形角曲線

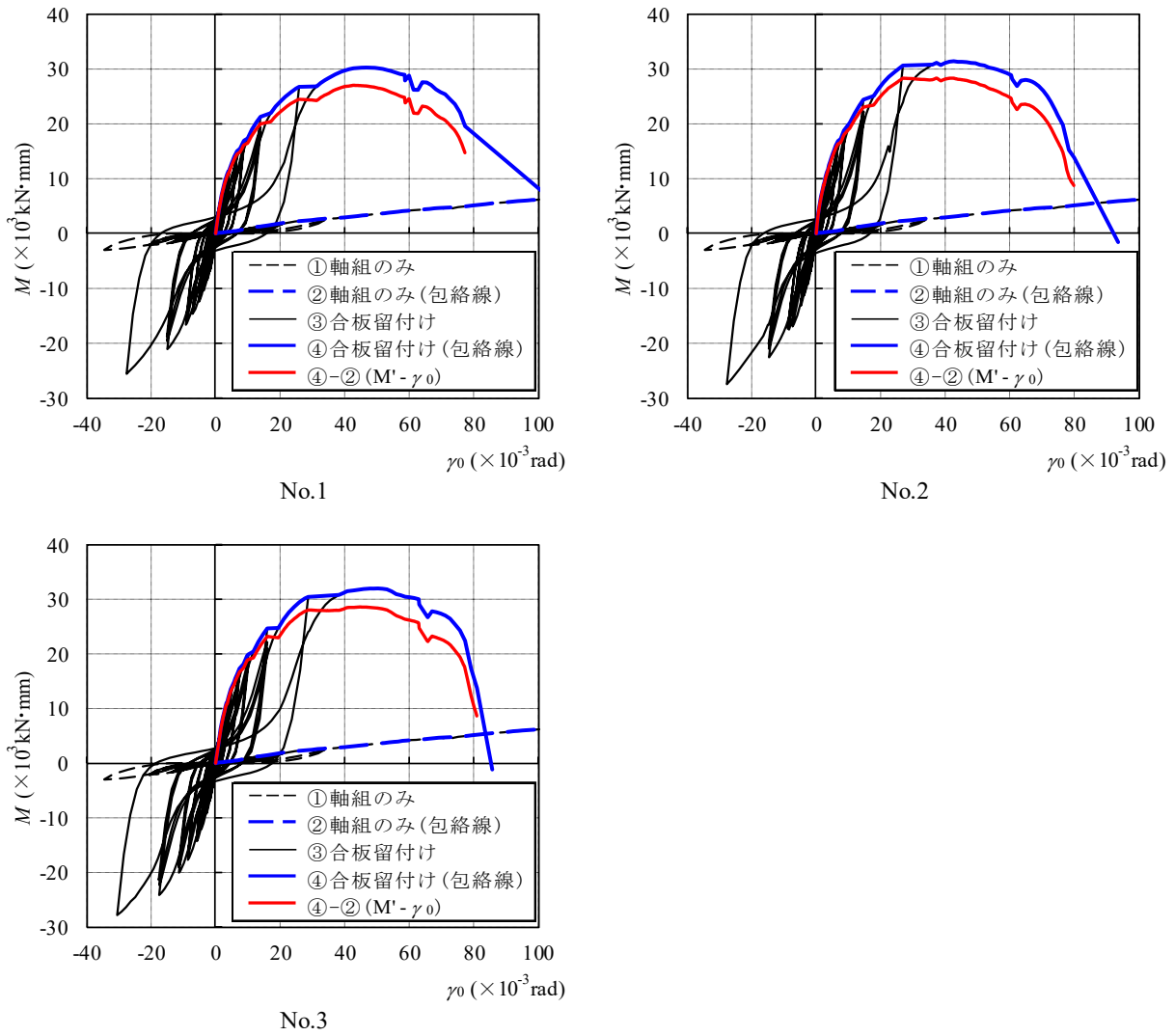


図 3.2.12-2 荷重－変形角関係と包絡線

・包絡線 (④-②) 図 3.2.12-2 の赤線のグラフを重ねたもの (軸組の影響を引いたもの))

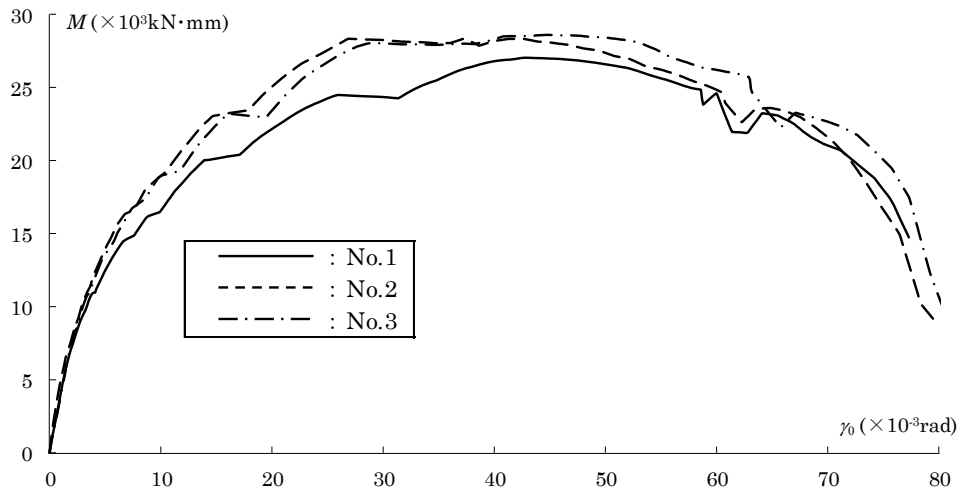


図 3.2.12-3 包絡線

3.3 水平せん断試験で用いた材料の特性値の整理

(1) 水平せん断試験で用いた木材の材料特性

3.2 に示した各種要素試験で得られた木材の材料特性を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 水平せん断試験で用いた木材の材料特性

	ヤング係数 N/mm ²		せん断係数 N/mm ²		ポアソン比	
	試験名	実験結果	試験名	実験結果	試験名	実験結果
梁	3.2.4曲げヤング係数測定試験	7,615	3.2.5せん断弾性係数測定試験	277	3.2.1縦圧縮試験	※3
柱	3.2.4曲げヤング係数測定試験	8,629	3.2.5せん断弾性係数測定試験	196	3.2.1縦圧縮試験	0.3725
継手間柱・間柱	3.2.4曲げヤング係数測定試験	10,456	—	—	—	—
土台	3.2.1縦圧縮試験	6,714	3.2.3部分圧縮試験	※2	3.2.1縦圧縮試験	0.3725
	3.2.2横圧縮試験	138				
面材	3.2.9面材圧縮試験（繊維方向）	5,575	3.2.9面材圧縮試験、3.2.10面材曲げ試験	※2	—	—
	3.2.9面材圧縮試験（直交方向）	1,487				

注) ※1: 表中の「—」は実験結果がないものを指す

※2: 実験結果から算出していない

※3: ひずみの比が負の値となったので除外

(2) くぎ特性値

せん断方向の特性値として、3.2.6 くぎのせん断試験より得られた結果を表 3.3-2 に示す。この特性値は、「2018 年枠組壁工法建築物構造計算指針」の「第 v 編 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）」に準拠して求めた値である。

表 3.3-2 くぎせん断試験（3.2.6）の結果から得られた特性値

		一次剛性 N/mm	降伏耐力 N	終局耐力 N	終局変位 mm
くぎ せん断	面材-受材 [N50]	460	760	1,320	30.13
	受材-柱・土台 [N75]	1,240	990	1,530	36.76
	受材-梁 [N75]	560	1,490	2,110	45.35

軸方向の特性値として、3.2.7 くぎの引き抜き試験および 3.2.8 頭貫通試験の結果を表 3.3-3 に示す。また、くぎの引き抜き特性と頭貫通特性を直列ばねにモデル化し、それらを足し合わせたものを図 3.3-1 に示す。表 3.3-3 の面材-受材 [N50] には、この足し合わせた特性値も示している。

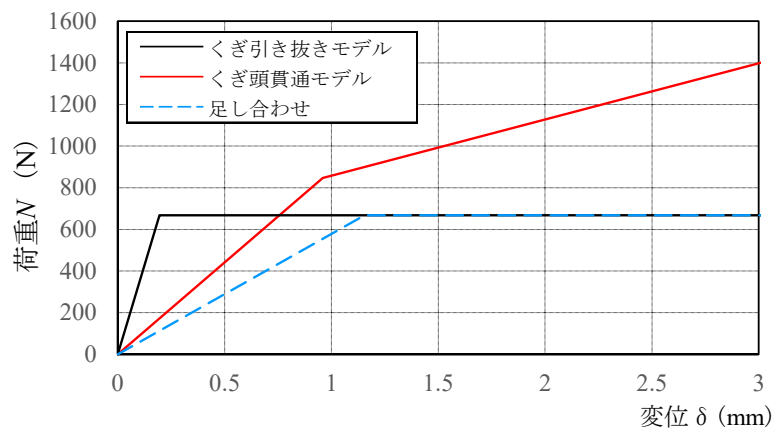


図 3.3.1-1 くぎ引き抜きばねモデルの概念

表 3.3-3 くぎ引き抜き試験の結果から得られた特性値

		一次剛性 N/mm		降伏耐力 N		二次剛性 N/mm		最大耐力 N	
		実験 結果	足し合 わせ	実験 結果	足し合 わせ	実験 結果	足し合 わせ	実験 結果	足し合 わせ
くぎ 引抜き	受材-柱・土台 [N75]	2,434	—	1,127	—	—	—	—	—
	受材-梁 [N75]	2,406	—	1,162	—	—	—	—	—
	面材-受材 [N50]	3,429	578	668	668	—	—	—	—
882		847		270		1,468			
頭貫通									

3.4 要素試験に用いた材料

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、試験体の密度・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 3.4-1～6 に示す。

なお、図 3.4-1～6 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 縦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、⑥くぎせん断試験、⑦くぎ引き抜き試験に用いた受材（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 の再掲）

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（%）： <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

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 の再掲）

	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)	75	433.6	35.8	12.7	5.6
土台 (スギ)	25	427.4	42.0	11.5	3.4
桁 (ベイマツ)	25	525.2	24.9	14.3	4.4
間柱 (スギ)	29	406.8	42.4	12.5	4.0
継手間柱 (スギ)	8	404.2	27.5	13.9	2.3
受材 (スギ)	100	414.8	47.9	13.1	3.9
胴つなぎ (スギ)	62	405.5	41.2	12.2	3.2
面材 (全層カラマツ)	50	559.8	38.5	16.7	1.8

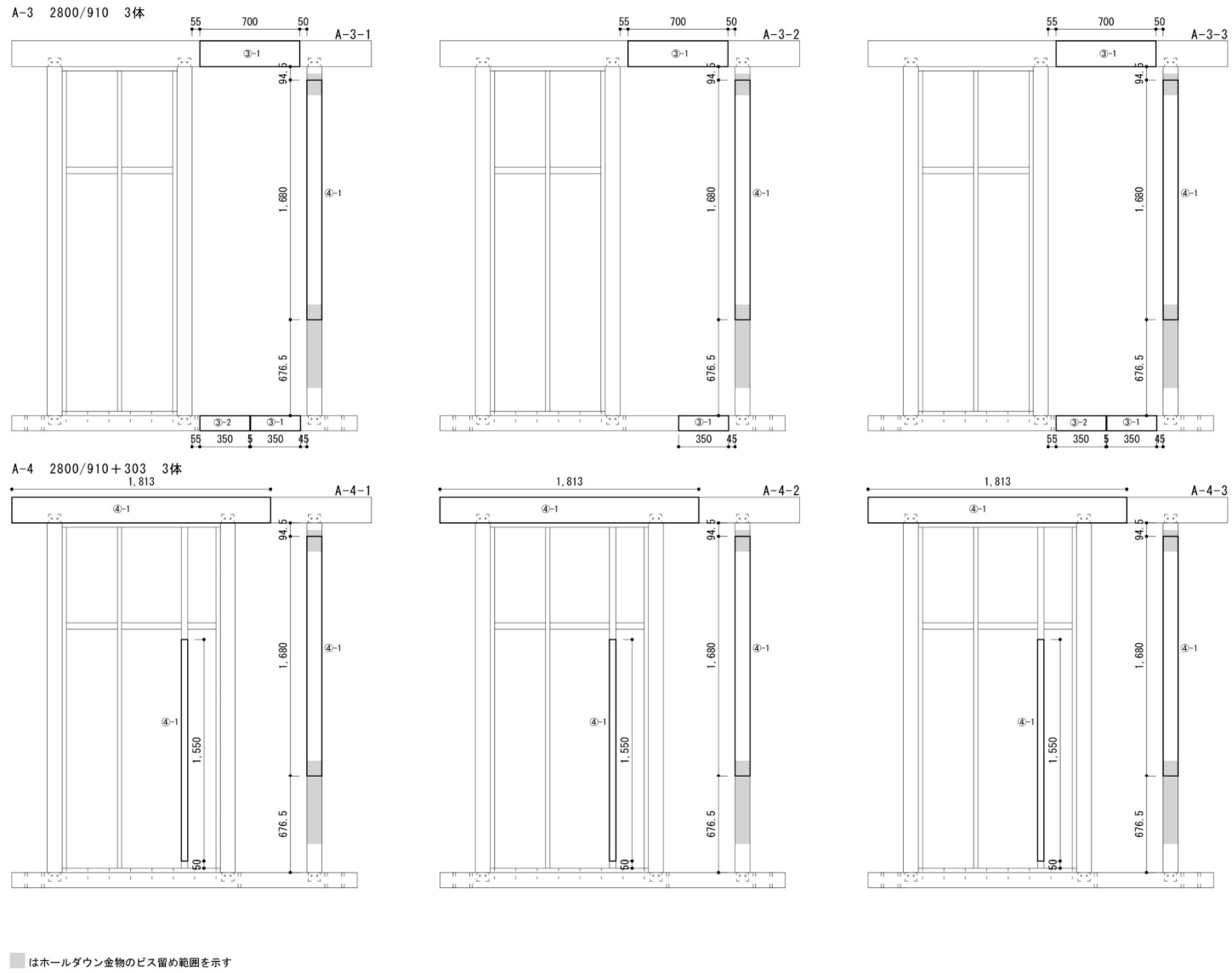
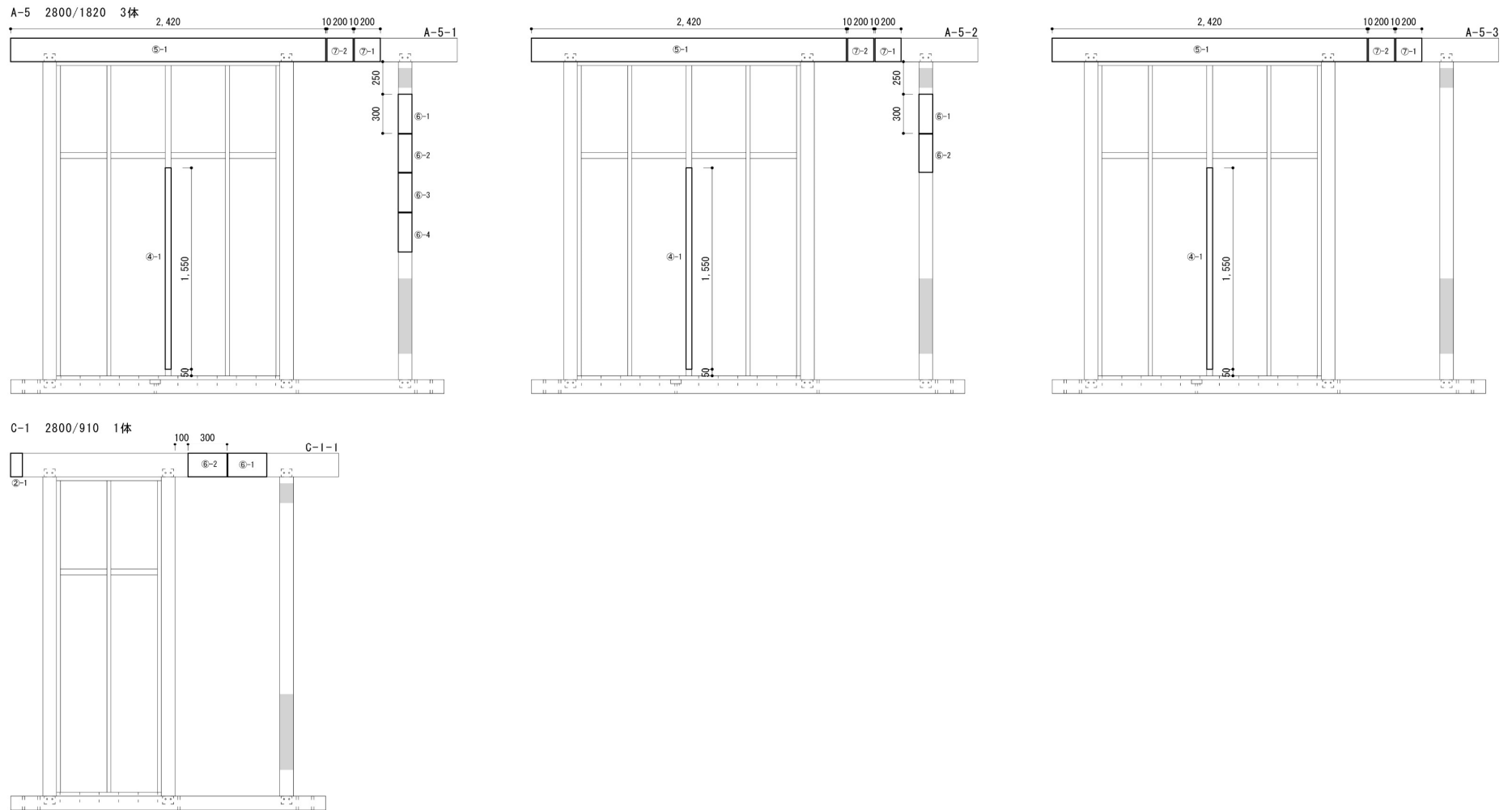


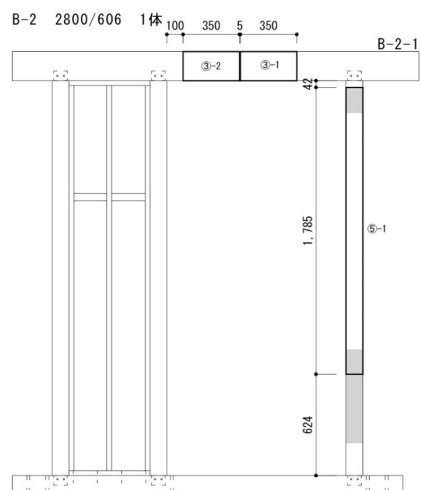
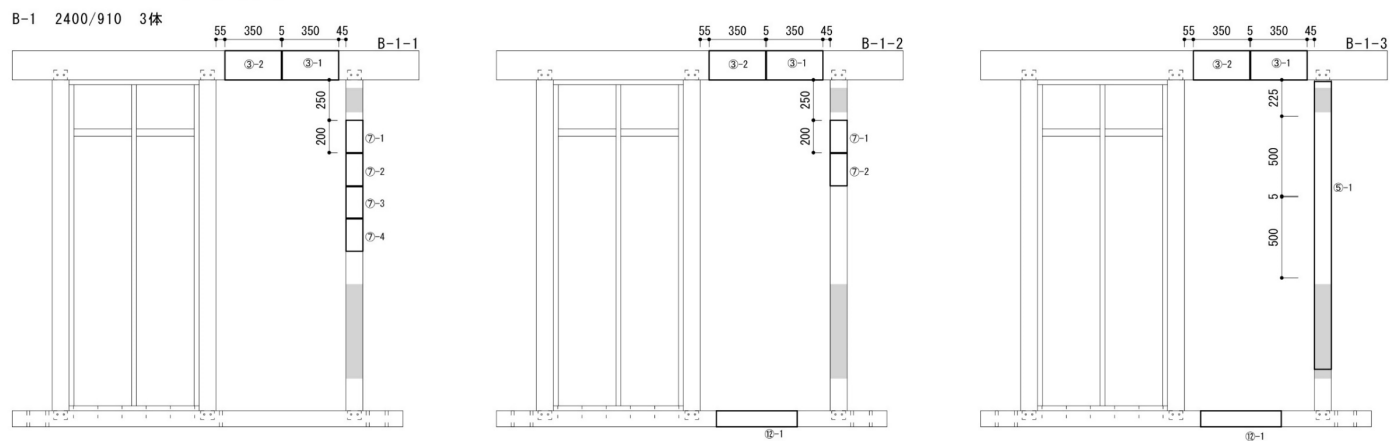
図 3.4-2 要素試験体の切り出し図（軸材）



■はホールダウン金物のビス留め範囲を示す

図 3.4-3 要素試験体の切り出し図（軸材）

ちり有り



■ はホールダウン金物のビス留め範囲を示す

図 3.4-4 要素試験体の切り出し図 (軸材)

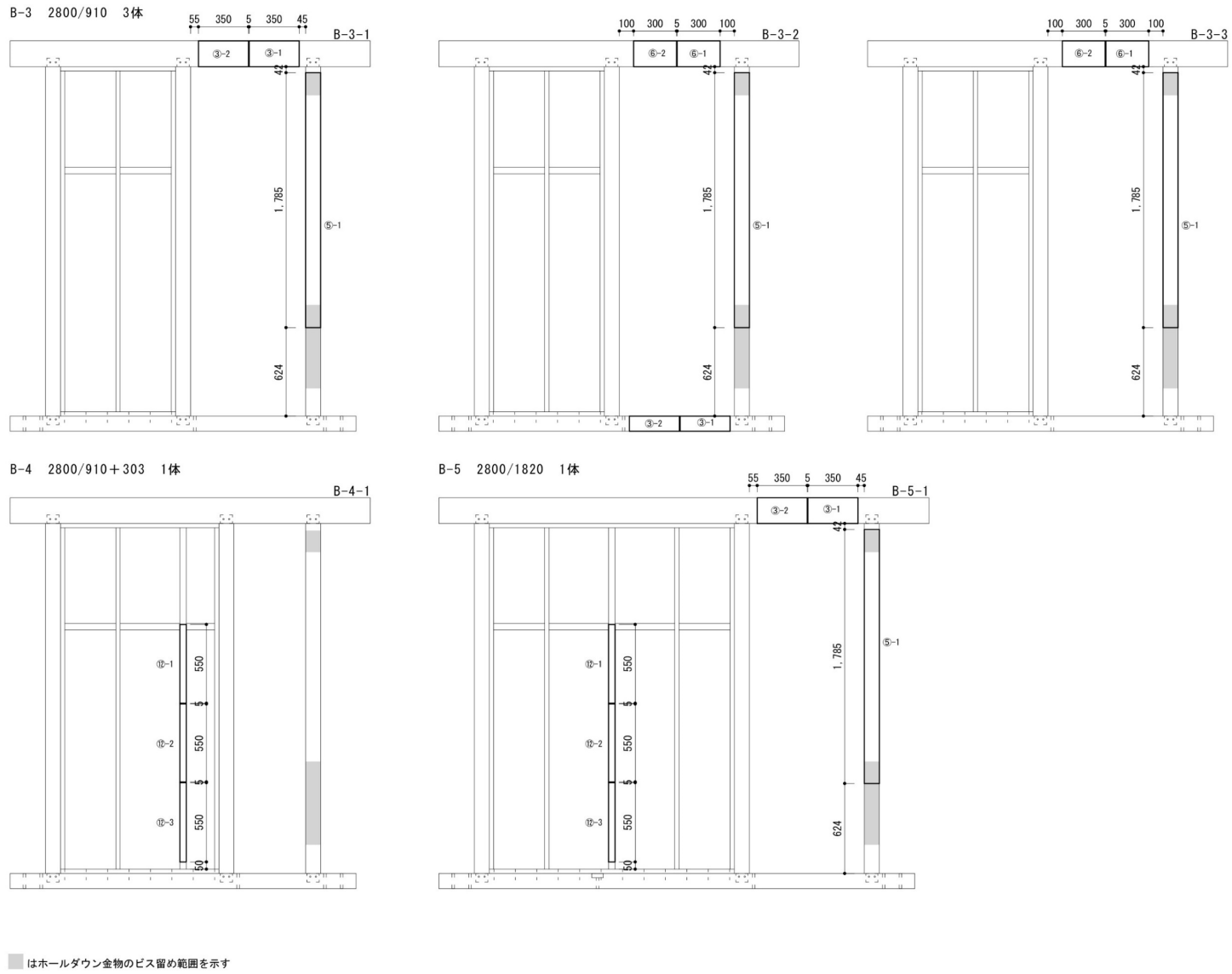


図 3.4-5 要素試験体の切り出し図（軸材）

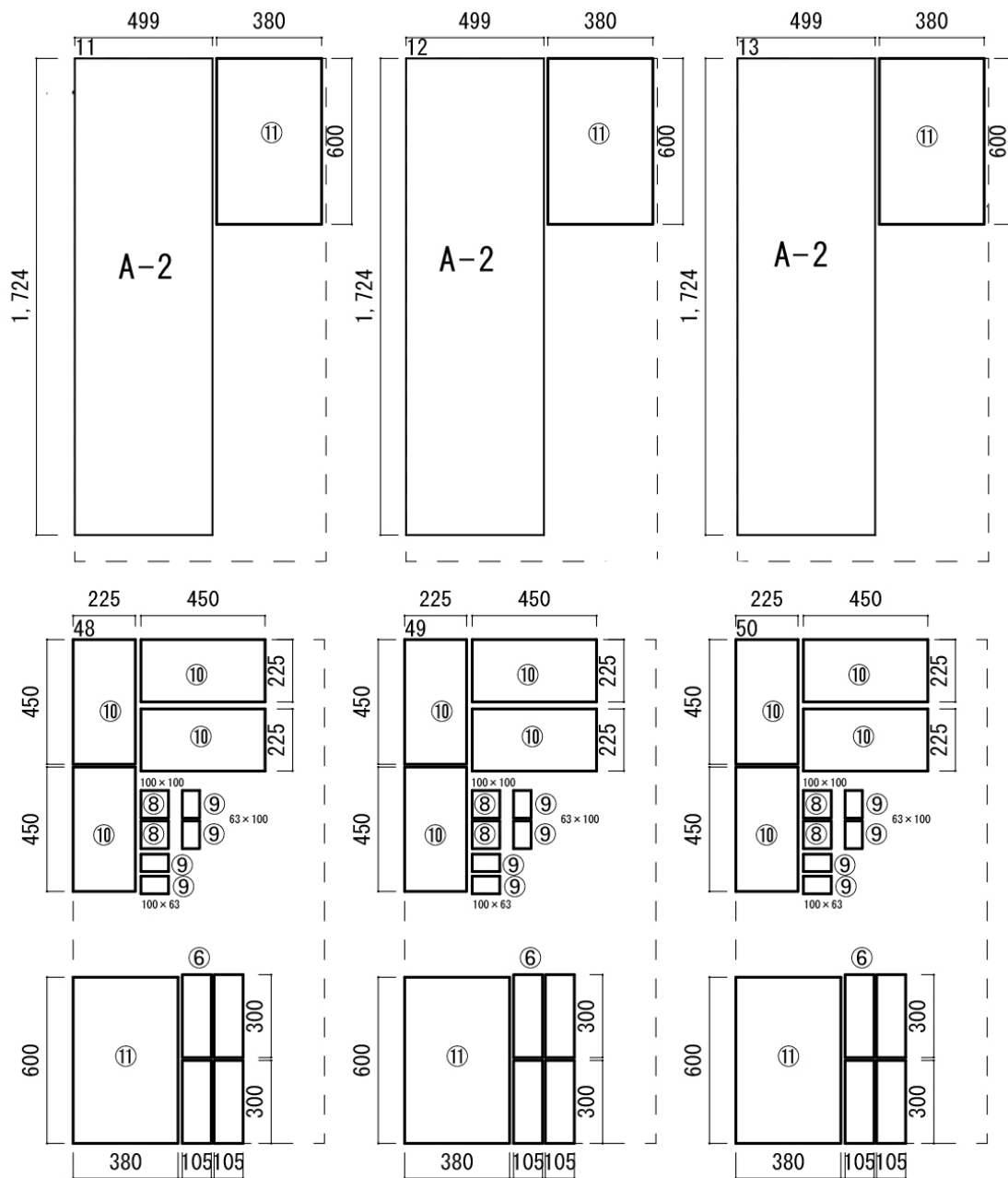


図 3.4-6 要素試験体の切り出し図（面材）

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で、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。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っては、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、昨年度の基整促事業（S27）で指摘した。そのため、昨年度の基整促事業では、解析モデルの構築の前に、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を収集した。

昨年度の基整促事業（S27）で挙げられた課題、および今年度の実大水平せん断試験で明らかになった課題は下記の通りである。

- ・ 真壁の実大水平せん断試験で、ちり寸法により破壊状況が大きく違った。その原因の一つは面材の面外方向変位であり、軸組から面材が外れるか、試験終了後まで軸組に収まっているかの違いが大きく影響した。この違いを再現するためには、面材くぎの抜け出しを再現できるような面材と軸方向バネのモデル化、さらに、くぎの軸組からの抜け出しの影響を力学的に考慮したモデルの作成が必要であり、今後くぎの抜け出しの実験等で現象を追う必要がある。
- ・ 基整促（S27）の実験に限ると、試験終了後まで面材が軸組に収まっていた場合、間柱の座屈により脆性的な破壊となった。大壁の解析モデルのような弾性材料での解析では脆性的な破壊を追うことができないため、座屈挙動についても現在の許容応力度計算法を参考にしつつ、再現方法の構築が今後の課題である。
- ・ 基整促（S27）で実施した面材の隙間の影響確認のための水平せん断試験では、面材同士のめり込みやすさにより最大荷重、変形性能に違いが生じた。大壁に比べ面材接触の影響が大きいと考えられる真壁においては、接触の影響が無視できないと考えられる。実験での面材接触の影響を確認するとともに、面材の接触を考慮した解析モデルの構築も必要である。

今年度は上記を踏まえて、4.2 では、材料特性や接合部仕様、接触条件等の解析条件の検討し、有限要素法による解析モデルの構築を行った。加えて、現段階での解析結果と第2章で示した真壁の実大水平せん断試験の結果と比較した。

4.3 では、木造軸組工法住宅の許容応力度設計に示される詳細計算法による計算結果と第2章での実大水平せん断試験の結果との比較を行った。

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

今回の検討に用いた解析モデルは、基本的には基整促 S27 の大壁仕様の解析モデルをベースとしており、以下にその概要を示す。

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、梁、柱、継手間柱、間柱、胴つなぎ、および受材は等方性弾性の 3D ソリッド要素を、土台は直交異方性弾性の 3D ソリッド要素を用いた（大壁のモデルでは、土台も等方性弾性の 3D ソリッド要素）。

面材は縦に継がず、面材位置は面一とした。当初の検討では、第 2 章の実験と同様に面材を縦に継いだ解析モデルとしていたが、解析を実施したところ最大荷重時の変形や最大荷重後の剛性低下が再現できなかった。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と考えられ、接触箇所を減らすため縦に継がないモデルとした。また、面材位置は第 2 章の実験結果からちり有りのばらつきが大きく、今回の検討の対象から外れると想定されることから、面一に限定した。

面材留付けくぎは図 4.2.1-4 に示すように、面材を受材に留め付けるくぎは 1 本につき、面内方向せん断力を放射状の 16 本のばねで、抜け出しを 1 本のばねでモデル化した。図 4.2.1-4 (a) のように、くぎ面内方向せん断ばねの初期剛性は $K_1=480\text{N/mm}$ 、終局耐力を $P_y=1200\text{N}$ とし、 $P=600\text{N}$ 以上で $K_2=K_1/4.5$ の二次勾配を、 $\delta=17.5\text{mm}$ 以降で $K_3=-K_1/20$ の負勾配を設定した（大壁のモデルでは、 $\delta=14.6\text{mm}$ 以降で $K_3=-K_1/12$ の負勾配）。また、図 4.2.1-4 (b) のように、くぎの抜け出しばねの初期剛性は $K_1=220\text{N/mm}$ 、降伏耐力を $P_y=110\text{N}$ とし、降伏時以降は $K_2=0.21$ の二次勾配を設定した（大壁のモデルでは設定なし）。

境界条件は図 4.2.1-2 に示すように、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 方向変位を拘束した。

図 4.2.1-3 に示すように、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とした。载荷は梁の片側端部中央位置に強制変位を与えた。

図 4.2.1-5 に部材間の接触状況を示す。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。

用いた材料特性は表 4.2.1-1～表 4.2.1-2 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」からスギの値を、梁のヤング係数は E90 の中央値を、面材のヤング係数は『合板の日本農林規格』の「第 6 条 構造用合板の規格」における構造用合板 1 級の 7.6 以上 9.0 未満の値を引用した。くぎの引き抜き荷重は、村上らによる「釘打ちされた面材大壁の面材のせん断座屈とせん断破壊を考慮したせん断設計法に関する研究」のくぎの引き抜き耐力から、せん断によるくぎの抜け出しを考慮し、耐力を半分とした値を用いた。

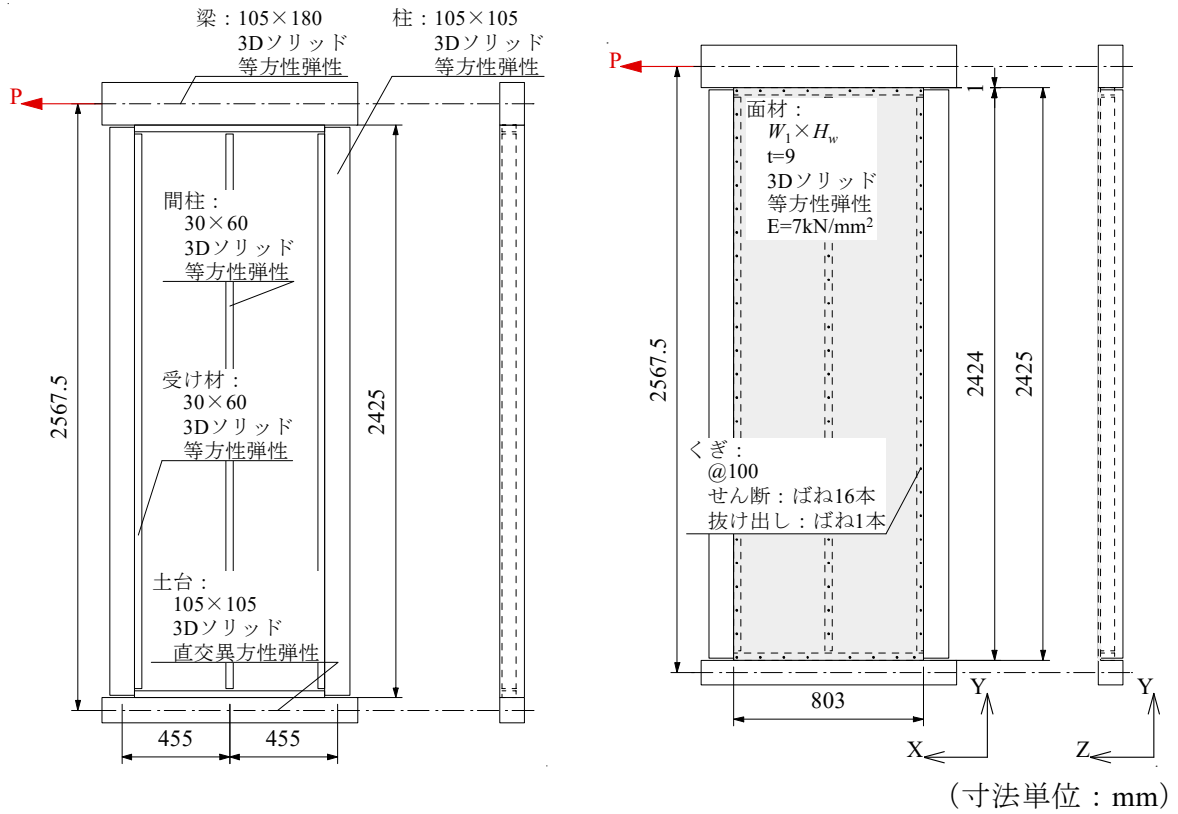


図 4.2.1-1 解析モデル概要

■ : X, Y, Z 方向変位拘束 (土台下面)

■ : Z 方向変位拘束 (梁, 柱頭柱脚)

■ : ピン接合 (柱-梁, 土台接合部)

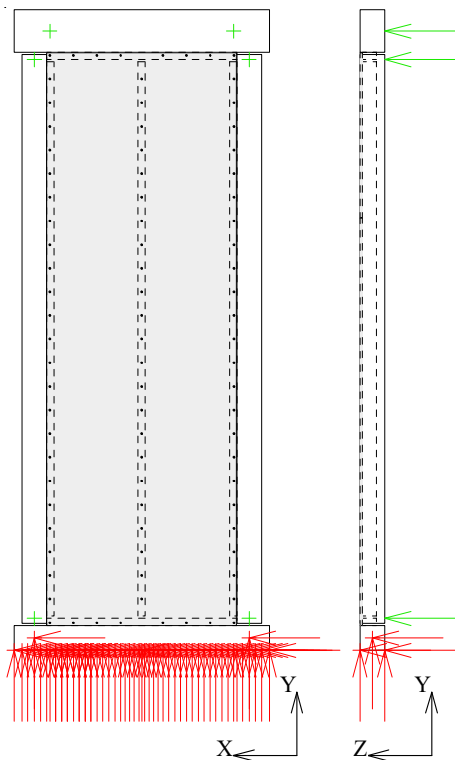


図 4.2.1-2 境界条件

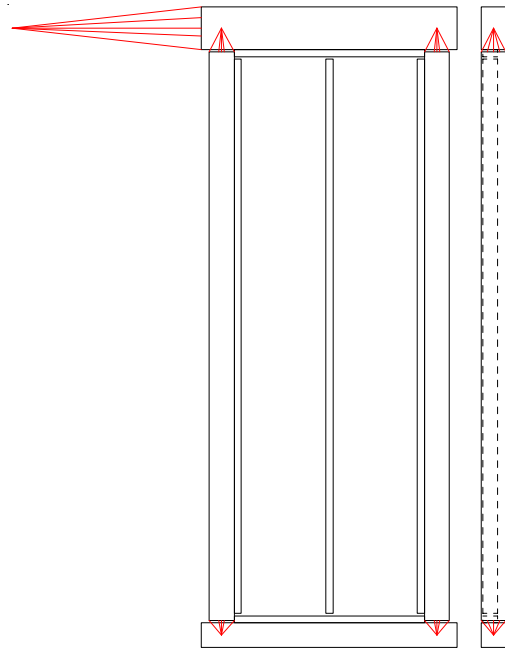


図 4.2.1-3 軸組接合部

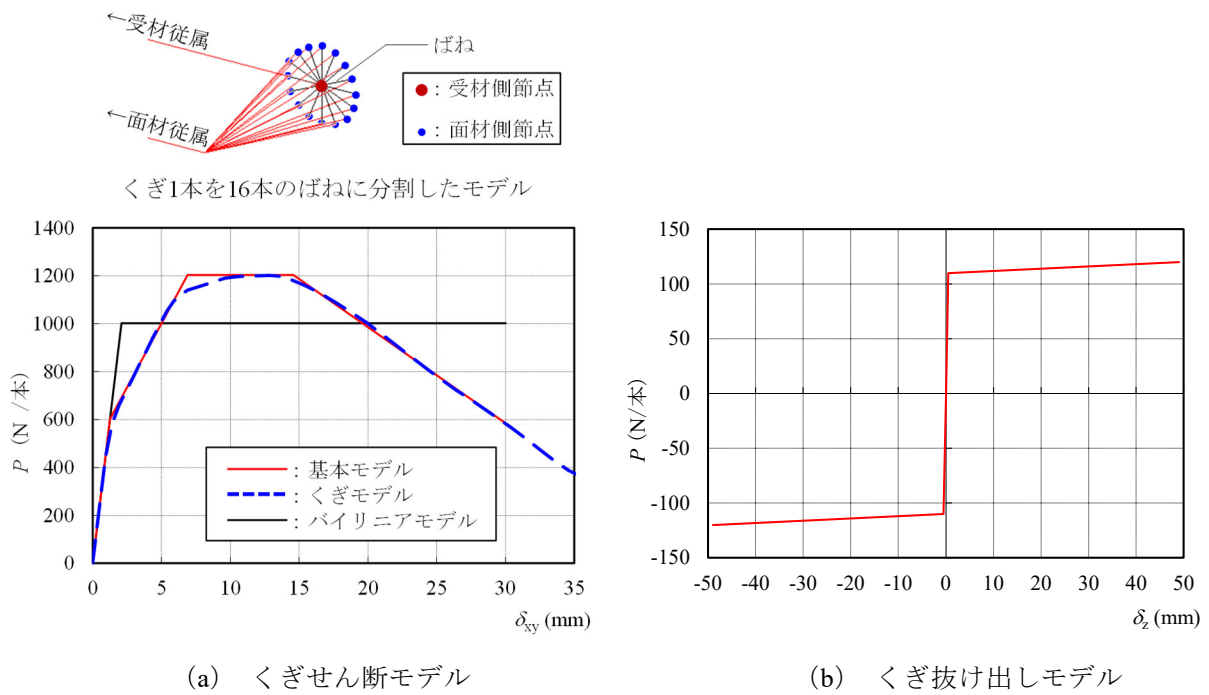


図 4.2.1-4 くぎのモデル化概要

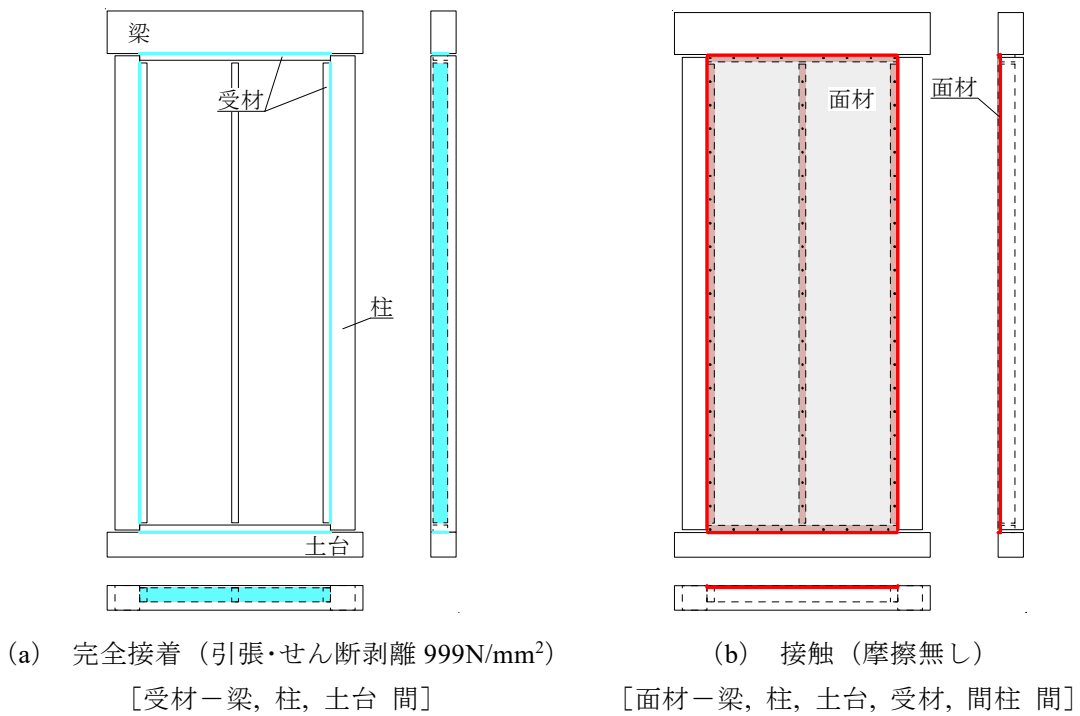


図 4.2.1-5 接触および接着面

表 4.2.1-1 解析に用いた材料特性（木材）

	ヤング係数 N/mm ²		降伏強度 N/mm ²		せん断係数 N/mm ²		ポアソン比	降伏条件	硬化則
	記号	解析入力値	記号	解析入力値	記号	解析入力値			
梁	曲げヤング係数E	9,000	y	1,000,000	S	なし	0.3	Von Mises	等方
柱	曲げヤング係数E	7,350	y	1,000,000	S	なし	0.3	Von Mises	等方
継手間柱・間柱	曲げヤング係数E	7,350	y	1,000,000	S	なし	0.3	Von Mises	等方
土台	繊維方向(E ₁)	7,350	y ₁	※1	S ₁₂ , S ₃₁	300	0.1 ^{※2}	Hill	等方
	繊維直行方向(E ₂ , E ₃)	250	y ₂ , y ₃	※1	S ₂₃	100	0.1 ^{※2}		
面材	曲げヤング係数E	7,000	y ₁	30.0	S	なし	0.3	Von Mises	等方

注) ※1：部分圧縮試験の荷重変形関係に合うようにHillのモデルで以下のように設定した。

降伏応力：45 直応力降伏比 せん断応力降伏比
 Yrdir1：1 Yrshr1：0.025
 Yrdir2：0.06 Yrshr2：0.025
 Yrdir3：0.06 Yrshr3：0.025

※2：解析を安定させるため小さな値とした。

表 4.2.1-2 解析に用いた材料特性（くぎ）

		初期剛性 N/mm	降伏耐力 N	終局耐力 N	二次剛性 N/mm
くぎ	せん断モデル	480	600	1,200	107
	抜け出しモデル	220	110	—	0.21

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。作成した解析モデルの寸法を図 4.2.2-1 に示す。

比較する実験は第 2 章の A-1、A-2、A-3、A-5 で、すべて面材の縦継ぎありの試験体であるものに対し、解析モデルでは面材の縦継ぎをなしとした。なお、面材くぎのピッチを 100mm とするため、面材の縦継ぎの有無で試験体の高さに若干の違いが生じるが、結果の比較においては問題ないものとしている。(桁-土台の芯々距離 縦継ぎあり：2593.5mm、縦継ぎなし：2567.5mm)。

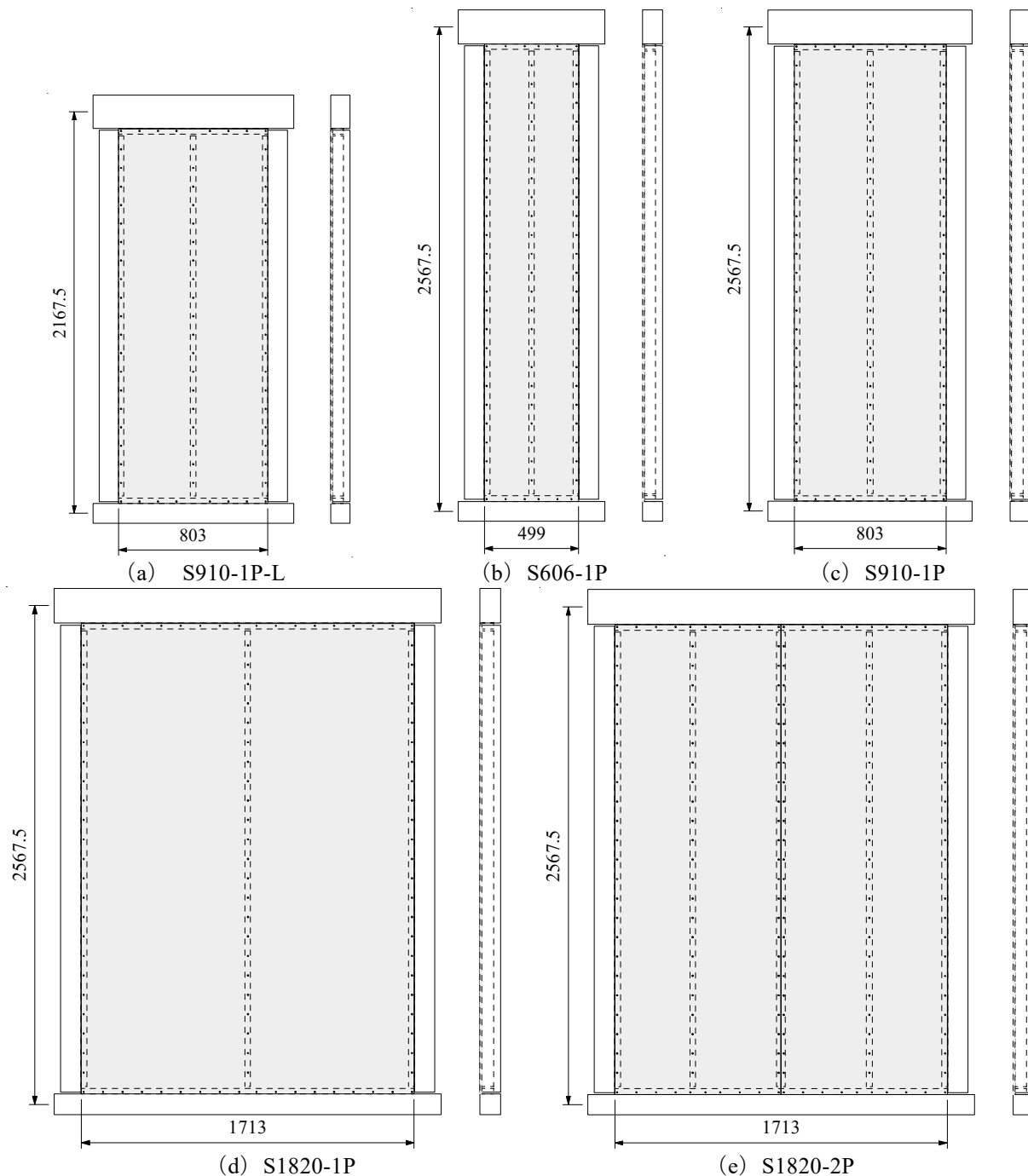


図 4.2.2-1 解析モデルの形状・寸法 (寸法単位：mm)

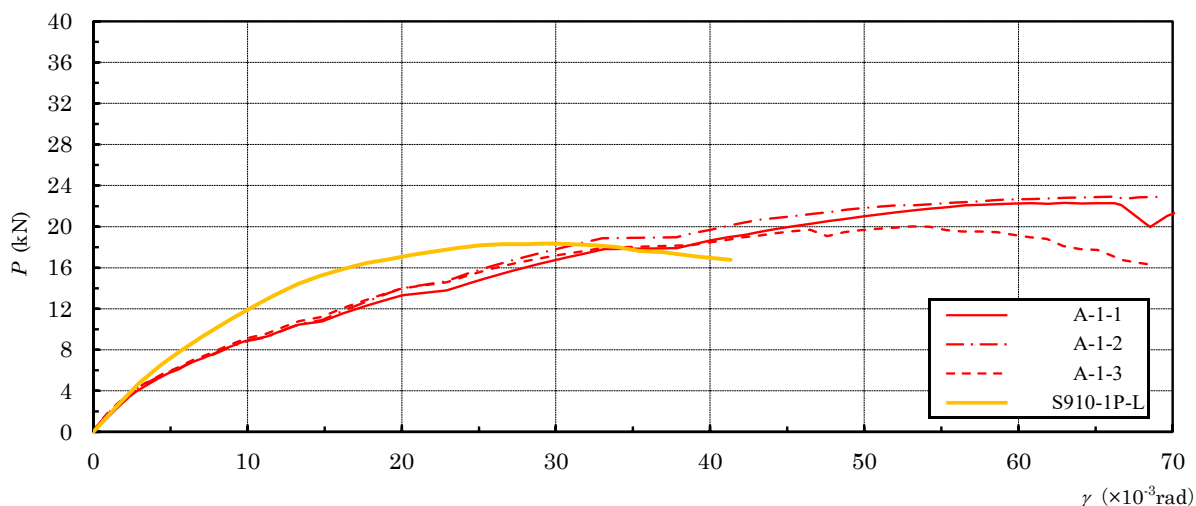
(2) 解析結果と実験結果の比較

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 4.2.3-1～表 4.2.3-4 に、荷重と変形角の関係（包絡線）の比較を図 4.2.3-2～図 4.2.3-5 の (a) に、最大荷重時の応力図を図 4.2.3-2～図 4.2.3-5 の (b) に示す。

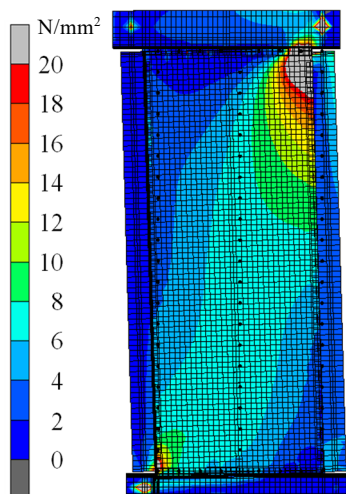
実験結果とは異なる結果となったが、面材の縦継の有無、各材料の特性値の違いの累積が要因として挙げられる。

表 4.2.2-1 4 指標の比較（実験 A-1 と解析 S910-1P-L）

	降伏耐力 Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P(1/120) (kN)	最大荷重 Pmax (kN)	終局耐力 Pu (kN)	初期剛性 K (kN/rad)	塑性率 μ (-)
A-1-1	11.70	7.75	14.90	8.00	22.30	20.10	709.09	2.36
A-1-2	13.00	7.93	15.30	7.90	22.90	21.20	710.38	2.25
A-1-3	10.70	8.10	13.30	8.20	20.00	18.30	810.61	2.95
S910-1P-L	10.02	7.81	12.23	10.45	18.35	17.30	1274.14	3.04



(a) 荷重と変形角の関係（包絡線）の比較

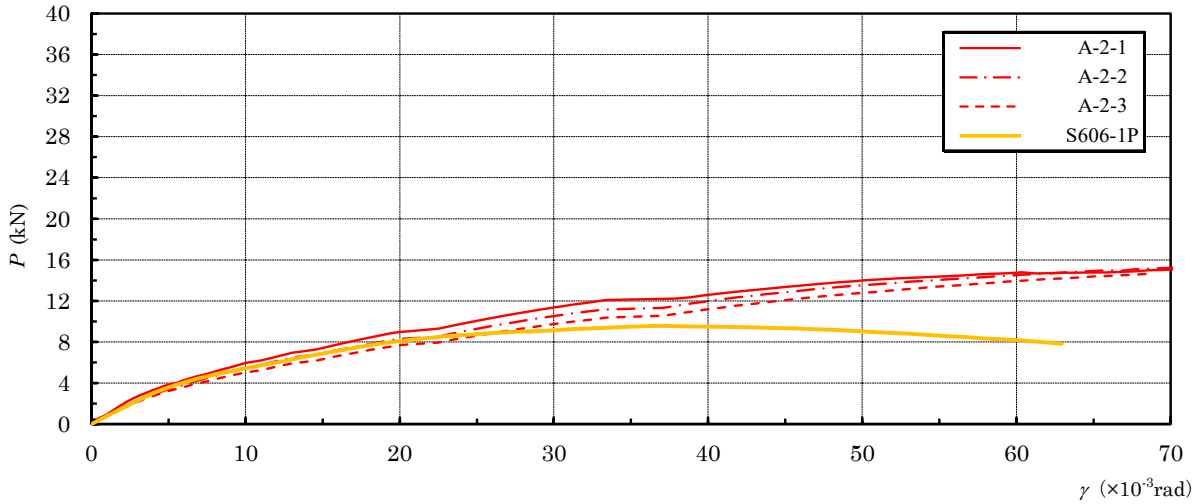


(b) 解析による相当ミーゼス応力図（最大荷重時）

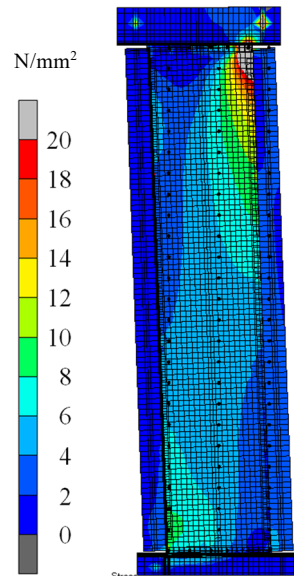
図 4.2.2-2 解析結果および実験結果（実験 A-1 と解析 S910-1P-L）

表 4.2.2-2 4 指標の比較 (実験 A-2 と解析 S606-1P)

	降伏耐力 Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P(1/120) (kN)	最大荷重 Pmax (kN)	終局耐力 Pu (kN)	初期剛性 K (kN/rad)	塑性率 μ (-)
A-2-1	7.90	5.21	9.90	5.30	14.80	13.40	478.79	2.39
A-2-2	7.60	4.86	10.00	4.80	15.00	13.00	436.78	2.25
A-2-3	7.20	4.51	9.70	4.50	14.50	12.40	397.79	2.15
S606-1P	4.73	4.86	6.37	4.91	9.56	8.69	608.89	4.41



(a) 荷重と変形角の関係 (包絡線) の比較

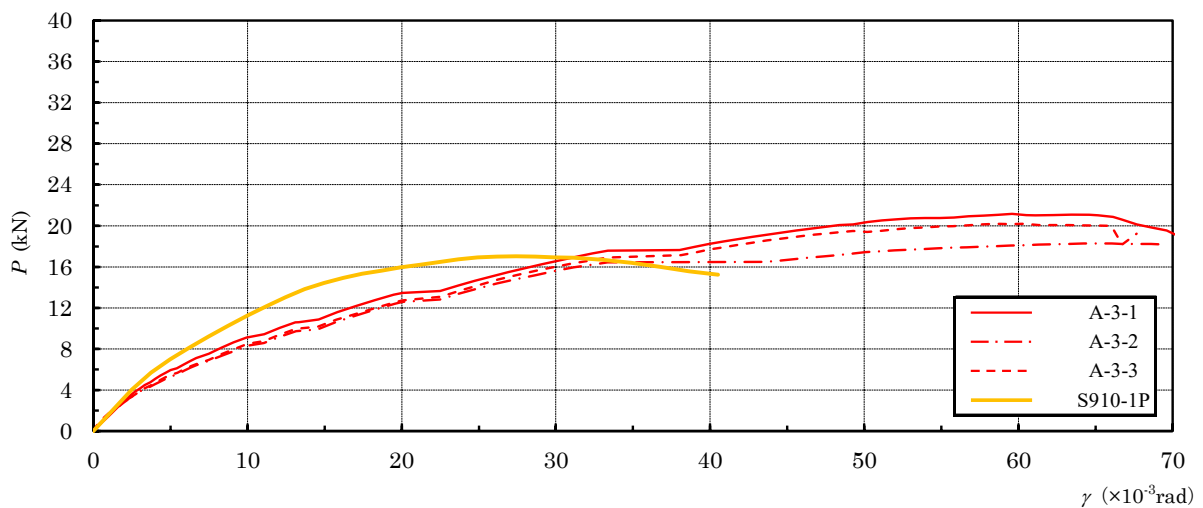


(b) 解析による相当ミーゼス応力図 (最大荷重時)

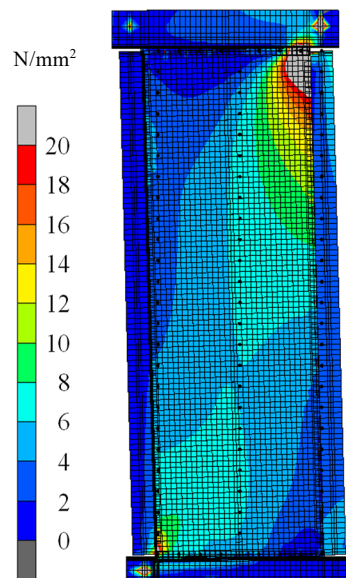
図 4.2.2-3 解析結果および実験結果 (実験 A-2 と解析 S606-1P)

表 4.2.2-3 4 指標の比較 (実験 A-3 と解析 S910-1P)

	降伏耐力 Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P(1/120) (kN)	最大荷重 Pmax (kN)	終局耐力 Pu (kN)	初期剛性 K (kN/rad)	塑性率 μ (-)
A-3-1	11.00	7.83	14.10	8.10	21.20	19.20	743.24	2.58
A-3-2	10.00	7.08	12.20	7.30	18.30	17.00	680.27	2.67
A-3-3	10.70	7.40	13.50	7.50	20.20	18.60	690.32	2.48
S910-1P	8.95	7.37	11.35	9.92	17.03	15.95	1248.56	3.17



(a) 荷重と変形角の関係 (包絡線) の比較

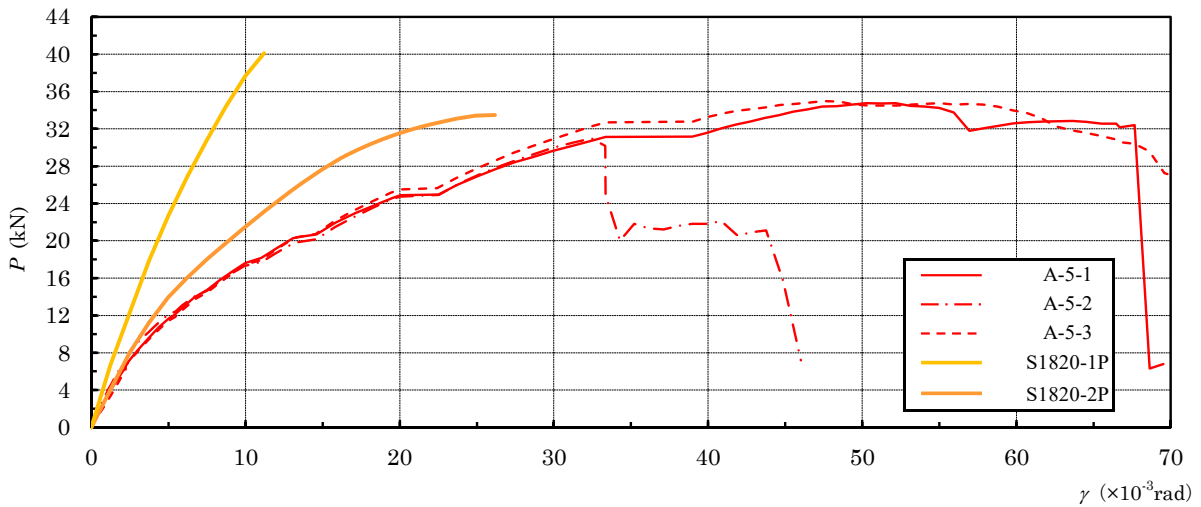


(b) 解析による相当ミーゼス応力図 (最大荷重時)

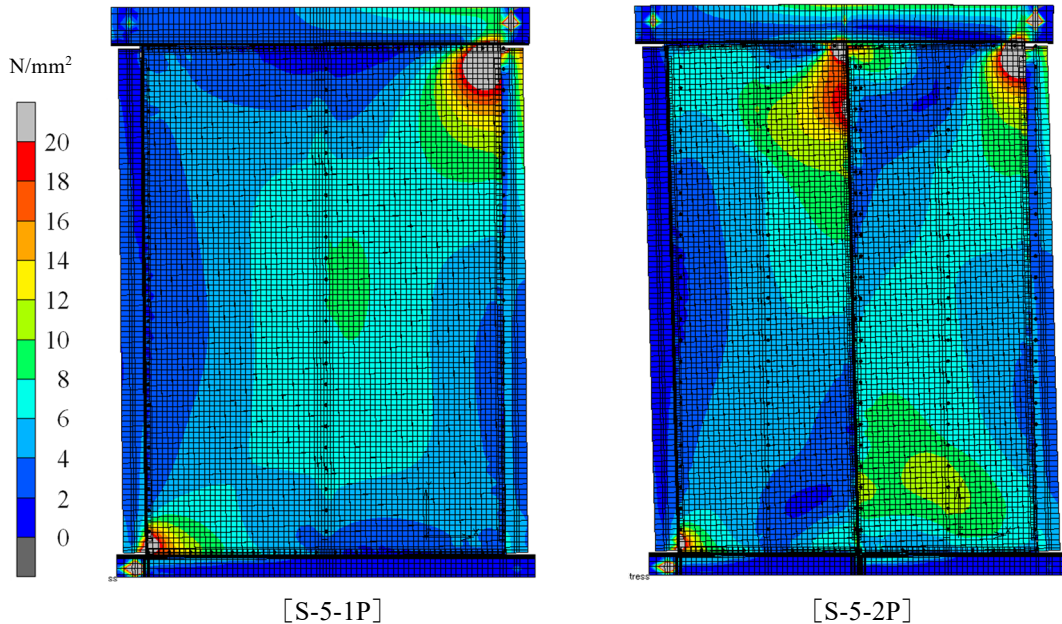
図 4.2.2-4 解析結果および実験結果 (実験 A-3 と解析 S910-1P)

表 4.2.2-4 4 指標の比較 (実験 A-5 と解析 S1820-1P・S1820-2P)

	降伏耐力 Py (kN)	0.2Pu/Ds (kN)	2/3Pmax (kN)	P(1/120) (kN)	最大荷重 Pmax (kN)	終局耐力 Pu (kN)	初期剛性 K (kN/rad)	塑性率 μ (-)
A-5-1	19.30	15.09	23.20	15.80	34.80	31.50	1581.97	3.37
A-5-2	15.00	10.54	20.70	15.70	31.00	26.10	1923.08	2.54
A-5-3	17.50	15.65	23.30	15.50	35.00	31.90	1682.69	3.51
S1820-1P	20.21	9.84	26.74	33.26	40.11	35.06	4639.55	1.48
S1820-2P	16.14	11.12	22.31	19.19	33.47	29.49	2564.46	2.28



(a) 荷重と変形角の関係 (包絡線) の比較



(b) 解析による相当ミーゼス応力図 (最大荷重時)

図 4.2.2-5 解析結果および実験結果 (実験 A-5 と解析 S1820-1P・S1820-2P)

4.2.3 面材の幅・高さによる耐力等の差の検討

4.2.1 で示した通り限定されたモデルであることから、基整促 S27 で実施した大壁の解析のようにくぎピッチの違いによる耐力壁の剛性の差の検討は行わず、面材の幅・高さ寸法の違いによる耐力等の差の検討のみを行った。なお、面材の幅・高さによる耐力等の差については、大壁の解析結果と比較して検討を行うこととした。

比較する解析モデル一覧を表 4.2.3-1、表 4.2.3-2 および図 4.2.3-1、図 4.2.3-2 に示す。

表 4.2.3-1 解析モデル一覧（真壁）

真壁	壁高さ H (mm)	壁幅 l (mm)	アスペクト 比	横継	面材 寸法 (mm)
S606-1P	2567.5	606	4.84	無	2424×499(1枚)
S910-1P	2567.5	910	3.01		2424×803(1枚)
S1820-1P	2567.5	1820	1.41		2424×1713(1枚)
S910-1P-L	2167.5	910	2.52		2024×803(1枚)
S1820-2P	2567.5	1820	1.41	有	2424×855.5(2枚)
S1820-2P-L	2167.5	1820	1.18		2024×855.5(2枚)
S1820-2P-H	2967.5	1820	1.65		2824×855.5(2枚)

表 4.2.3-2 解析モデル一覧（大壁）

大壁	壁高さ H (mm)	壁幅 l (mm)	アスペクト 比	横継	面材 寸法 (mm)
O600-1P	2861.5	600	4.71	無	2824×600(1枚)
O910-1P	2861.5	910	3.10		2824×910(1枚)
O1820-1P	2861.5	1820	1.55		2824×1820(1枚)
O910-1P-L	1661.5	910	1.78		1624×910(1枚)
O1820-2P	2861.5	1820	1.55	有	2824×910(2枚)
O1820-2P-L	1661.5	1820	0.89		1624×910(2枚)
O1820-2P-H	4261.5	1820	2.32		4224×910(2枚)

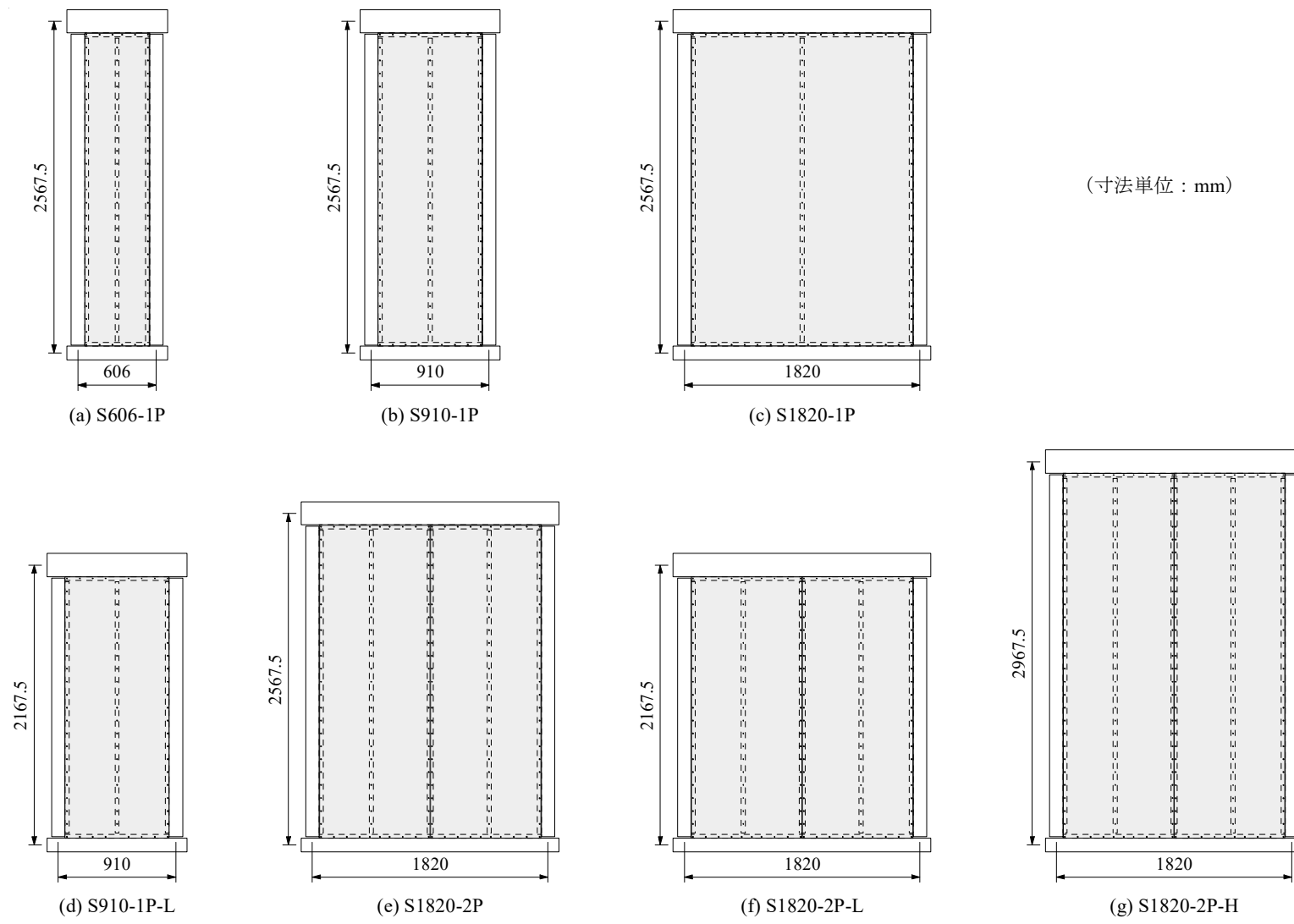


図 4.2.3-1 解析モデル一覧 (真壁)

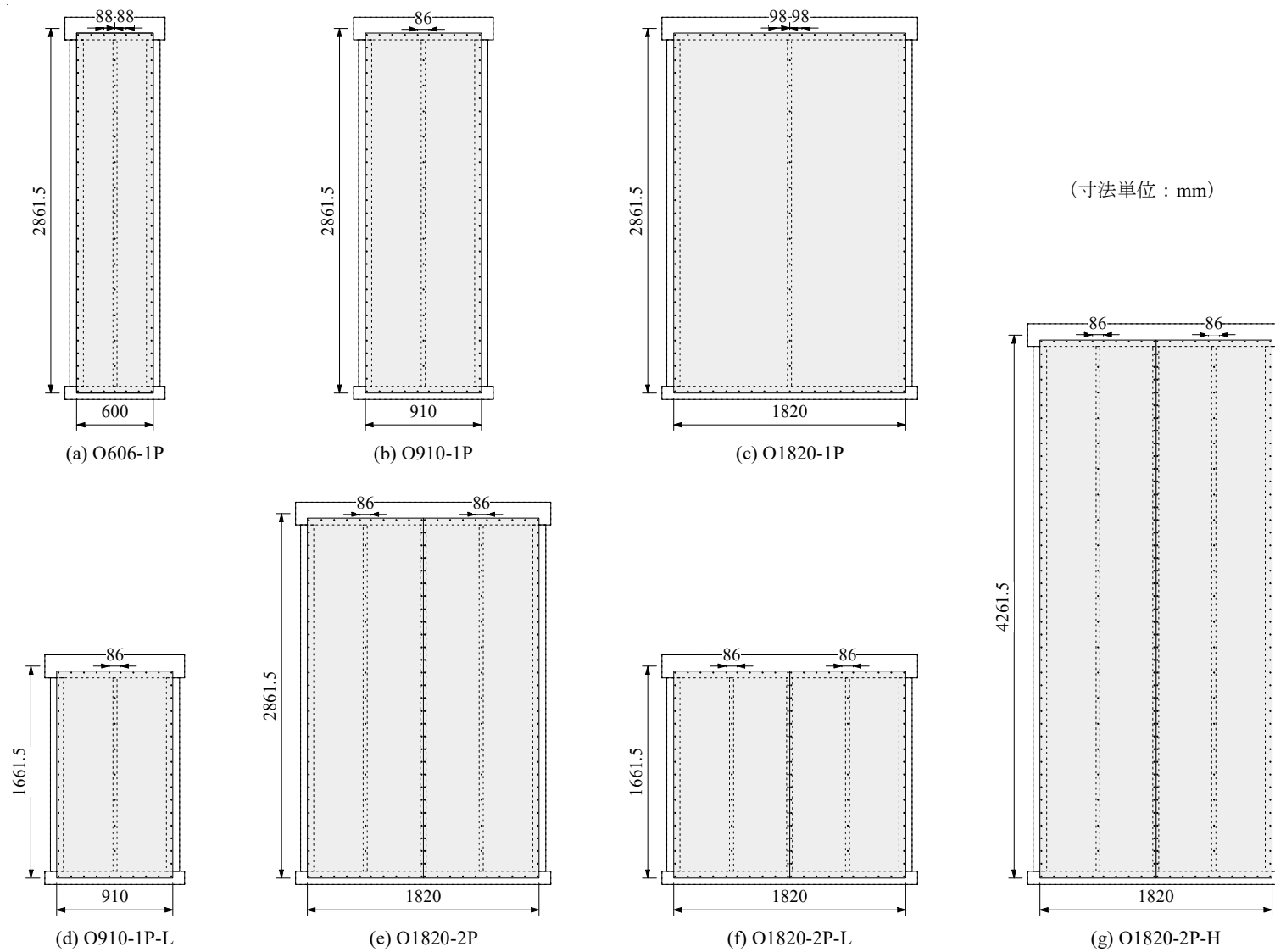


図 4.2.3-2 解析モデル一覧 (大壁)

<荷重変形角関係>

図 4.2.3-3 に真壁解析結果の荷重-変形角関係の比較を示す。また、図 4.2.3-4 に真壁および大壁の単位幅当たりの荷重-変形角関係の比較を示す。

図 4.2.3-4 の単位幅当たりの荷重-変形曲線でそれぞれの仕様における大壁と真壁の差を確認する。

面材の幅の違いについて、幅のみが異なるもの（高さ、面材の横継ぎの状況は同じ）を比較する。

図 4.2.3-4 (b) の大壁 =O600-1P、O910-1P、O1820-1P

図 4.2.3-4 (a) の真壁 =S600-1P、S910-1P、S1820-1P

真壁は 600→910→1820 の順に、剛性・最大荷重ともに大きくなるが、大壁では剛性は同じ傾向が見られるが、最大荷重についてはほとんど差がなく、幅の違いの影響が真壁では大きく出る結果となった。

面材の高さの違いについて、高さのみが異なるもの（幅、面材の横の継ぎの状態は同じ）を比較する。

図 4.2.3-4 (b) の大壁 幅 910=O910-1P・O910-1P-L

幅 1820=O1820-2P・O1820-2P-L・O1820-2P-H

図 4.2.3-4 (a) の真壁 幅 910=S910-1P・S910-1P-L

幅 1820=S1820-2P・S1820-2P-L・S1820-2P-H

包絡線は真壁での差が大壁と比較してわずかに大きい程度でこれらはほぼ同一の仕様と考えてもよいように見える。ただし、大壁では高さが L=1661.5mm、標準=2861.5mm、H=4261.5mm、真壁では高さが L=2167.5mm、標準=2567.5mm、H=2967.5mm であることを考えると、大壁と真壁では同一の仕様とできる高さの範囲については大きな差があると言える。

面材の大きさの違いについて、面材が横方向への継ぎの有無のみが異なるもの（幅 1820、高さ同じ）を比較する。

図 4.2.3-4 (b) の大壁 =O1820-1P、O1820-2P

図 4.2.3-4 (a) の真壁 =S1820-1P、S1820-2P

真壁は継ぎがないものが剛性、最大荷重ともにかなり大きい傾向が見られた。大壁では剛性は同様の傾向が見られるがその程度は小さく、最大荷重には大きな差がなかった。真壁においては、面材の大きさ（この場合は横へ継ぎの有無）による影響が大きいことが分かった。

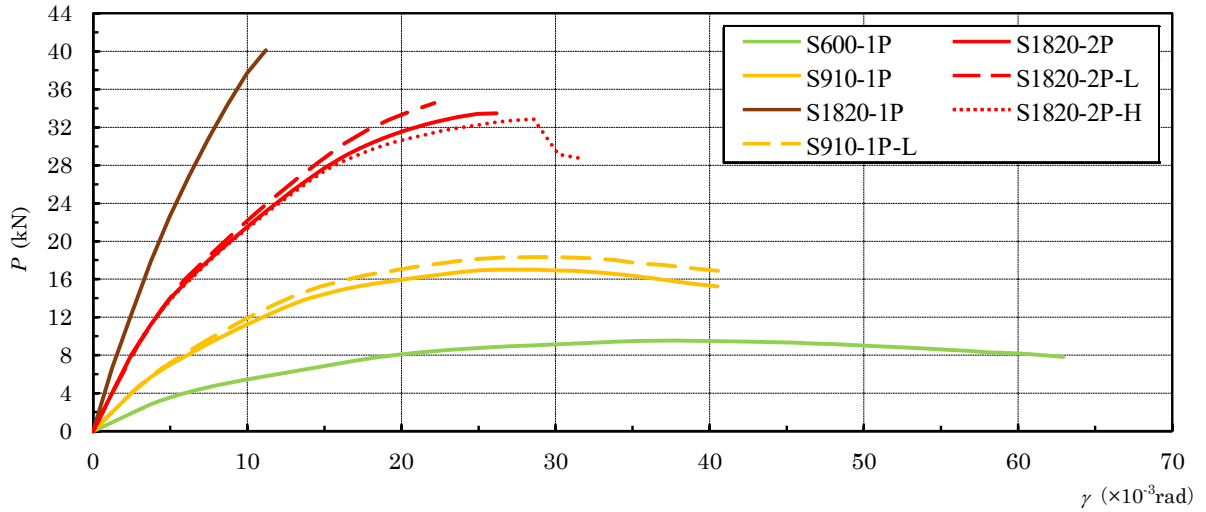
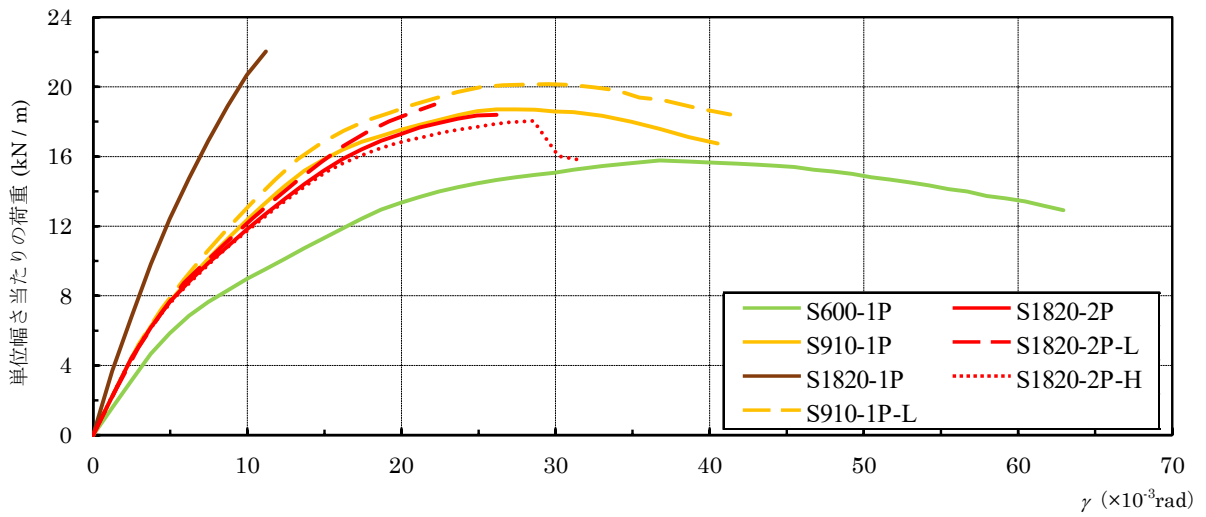
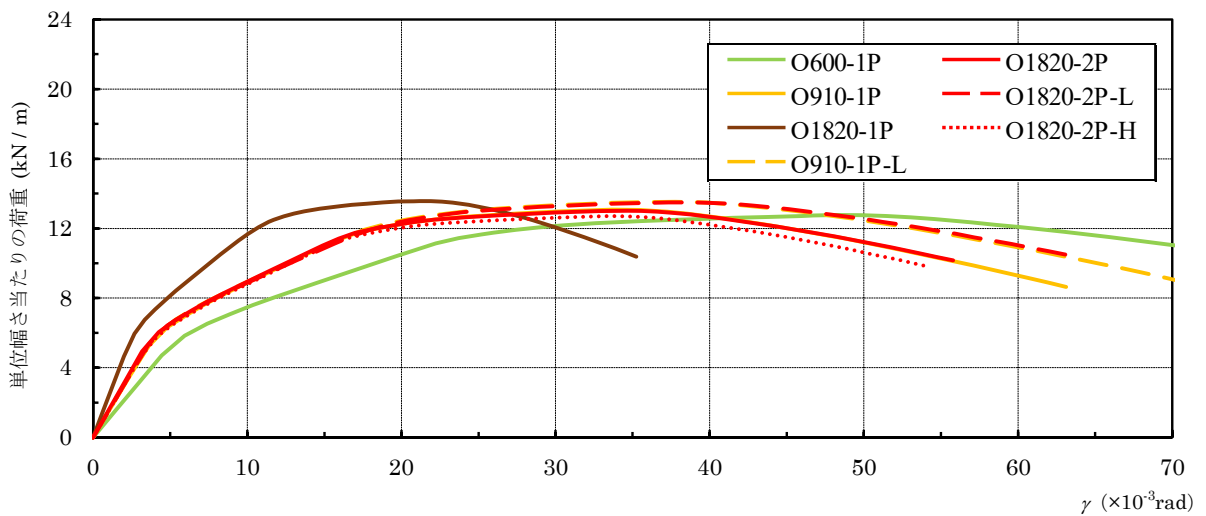


図 4.2.3-3 真壁の荷重 P —変形角 γ 関係



(a) 真壁



(b) 大壁

図 4.2.3-4 単位幅当たりの荷重 P —変形角 γ 関係

<4 指標での比較>

表 4.2.3-3 に真壁の 4 指標と幅 910 を基準とした場合の比を、表 4.2.3-4 に大壁の 4 指標と幅 910 を基準とした場合の比を示す。また、アスペクト比の変化による単位幅当たりの耐力の推移を図 4.2.3-5 に示す。大壁はアスペクト比が変化しても、耐力が一定なのに対し、真壁はアスペクト比の影響を大きく受ける結果となった。

表 4.2.3-3 真壁の4指標と幅910を基準とした場合の耐力比

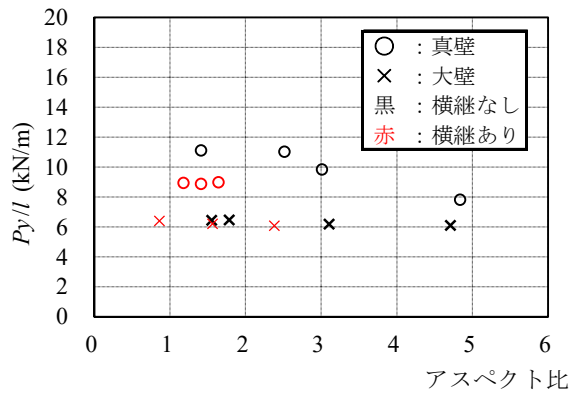
真壁	壁高さ H (mm)	壁幅 l (mm)	アスペクト 比	終局 変形※ ($\times 10^{-3}$ rad)	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot$ $\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$2/3 P_{max}$ (kN)	$P(1/120)$ (kN)	Pa (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力					壁幅1m当たりの耐力比(幅910との比較)				
											P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot$ $\sqrt{2\mu-1}$	$2/3 P_{max}$	$P(1/120)$	Pa	P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot$ $\sqrt{2\mu-1}$	$2/3 P_{max}$	$P(1/120)$	Pa
S606-1P	2567.5	606	4.84	62.94	4.73	4.86	6.37	4.91	4.73	3.97	7.80	8.02	10.52	8.10	7.80	0.79	0.99	0.84	0.74	0.96
S910-1P	2567.5	910	3.01	40.51	8.95	7.37	11.35	9.92	7.37	4.13	9.83	8.10	12.47	10.91	8.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
S1820-1P	2567.5	1820	1.41	11.22	20.21	9.84	26.74	33.26	9.84	2.75	11.10	5.41	14.69	18.27	5.41	1.13	0.67	1.18	1.68	0.67
S910-1P-L	2167.5	910	2.52	41.34	10.02	7.81	12.23	10.45	7.81	4.37	11.01	8.58	13.44	11.48	8.58	1.12	1.06	1.08	1.05	1.06
S1820-2P	2567.5	1820	1.41	26.17	16.14	11.12	22.31	19.19	11.12	6.23	8.87	6.11	12.26	10.54	6.11	0.90	0.75	0.98	0.97	0.75
S1820-2P-L	2167.5	1820	1.18	22.15	16.26	10.16	23.04	19.67	10.16	8.55	8.93	5.58	12.66	10.81	5.58	0.91	0.69	1.02	0.99	0.69
S1820-2P-H	2967.5	1820	1.65	31.81	16.31	12.38	21.91	19.08	12.38	3.46	8.96	6.80	12.04	10.48	6.80	0.91	0.84	0.96	0.96	0.84

※解析では8割まで荷重が低下していないので、解析終了時を終局変形とした。

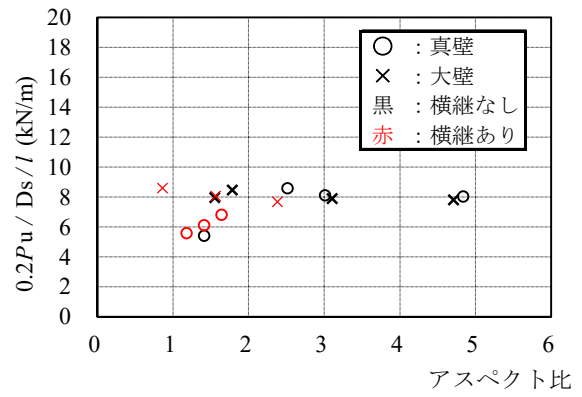
表 4.2.3-4 大壁の4指標と幅910を基準とした場合の耐力比

大壁	面材高さ H (mm)	面材幅 l (mm)	アスペクト 比	終局 変形※ ($\times 10^{-3}$ rad)	P_y (kN)	$0.2 \cdot P_u \cdot$ $\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	$2/3 P_{max}$ (kN)	$P(1/120)$ (kN)	Pa (kN)	壁倍率	壁幅1m当たりの耐力					壁幅1m当たりの耐力比(幅910との比較)				
											P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot$ $\sqrt{2\mu-1}$	$2/3 P_{max}$	$P(1/120)$	Pa	P_y	$0.2 \cdot P_u \cdot$ $\sqrt{2\mu-1}$	$2/3 P_{max}$	$P(1/120)$	Pa
O600-1P	2824	600	4.71	76.73	3.67	4.68	5.11	4.12	3.67	3.11	6.11	7.81	8.51	6.86	6.11	0.99	0.99	0.98	0.84	0.99
O910-1P	2824	910	3.10	54.04	5.64	7.18	7.93	7.41	5.64	3.16	6.20	7.89	8.71	8.14	6.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O1820-1P	2824	1820	1.55	33.84	11.73	14.45	16.46	19.20	11.73	3.28	6.45	7.94	9.04	10.55	6.45	1.04	1.01	1.04	1.30	1.04
O910-1P-L	1624	910	1.78	60.52	5.89	7.70	8.21	7.48	5.89	3.30	6.47	8.46	9.02	8.22	6.47	1.04	1.07	1.04	1.01	1.04
O1820-2P	2824	1820	1.56	54.40	11.30	14.68	15.80	14.96	11.30	9.60	6.21	8.06	8.68	8.22	6.21	1.00	1.02	1.00	1.01	1.00
O1820-2P-L	1624	1820	0.86	61.33	11.65	15.64	16.37	14.87	11.65	6.52	6.40	8.59	9.00	8.17	6.40	1.03	1.09	1.03	1.00	1.03
O1820-2P-H	4224	1820	2.38	52.33	11.07	13.95	15.43	14.70	11.07	3.10	6.08	7.67	8.48	8.08	6.08	0.98	0.97	0.97	0.99	0.98

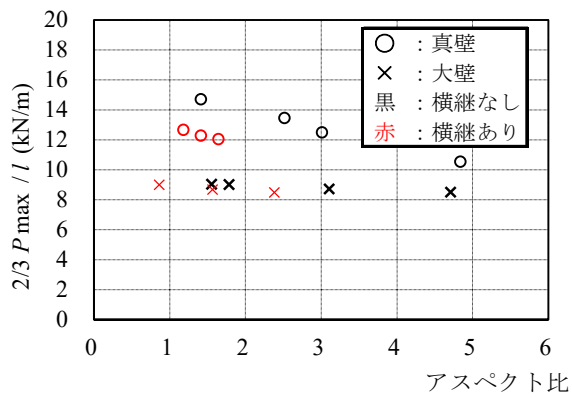
※8割まで荷重低下時を終局変形とした。



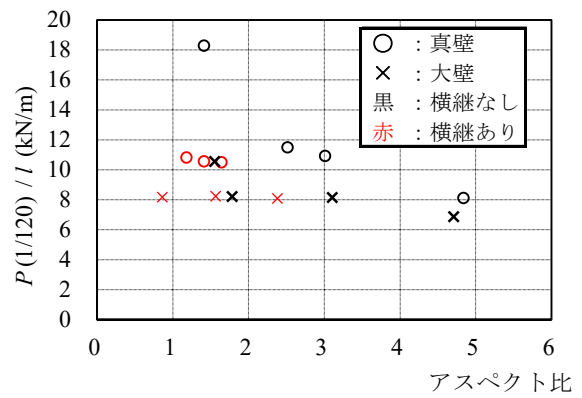
(a) 単位幅当たりの P_y



(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 $P(1/120)$

図 4.2.3-5 アスペクト比の変化による単位幅当たりの耐力の推移

4.3 詳細計算法による事前解析と実験結果の比較

4.3.1 詳細計算法による事前解析

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」の「3.4 面材張り真壁の詳細計算法」に基づいて耐力および壁倍率を算出する。対象とした真壁耐力壁は、第2章で実施した水平せん断試験の真壁耐力壁試験体および、前節4.2.3で示した有限要素解析モデルと同仕様、同寸法のものを含む12仕様であり、一覧を表4.3.1-1に示す。

表 4.3.1-1 計算対象の真壁耐力壁寸法一覧

No.	寸法(呼称)		寸法(内法)		面材幅 (mm)	下側 面材高さ (mm)	上側 面材高さ (mm)	アスペク ト比	同仕様の 試験体又は 解析モデル
	高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)					
①	2400	606	2051	501	499	1724	324	4.09	—
②	2400	910	2051	805	803			2.55	A-1
③	2400	1213	2051	1108	855.5, 248.5			1.85	—
④	2400	1820	2051	1715	855.5 (2枚)			1.20	—
⑤	2800	606	2451	501	499		724	4.89	A-2
⑥	2800	910	2451	805	803			3.04	A-3
⑦	2800	1213	2451	1108	855.5, 248.5			2.21	A-4
⑧	2800	1820	2451	1715	855.5 (2枚)			1.43	A-5
⑨	3200	606	2851	501	499			1124	5.69
⑩	3200	910	2851	805	803		3.54		—
⑪	3200	1213	2851	1108	855.5, 248.5		2.57		—
⑫	3200	1820	2851	1715	855.5 (2枚)		1.66		—
⑬	2800	606	2425	501	499	2424	4.84	S606-1P	
⑭	2800	910	2425	805	803		3.01	S910-1P	
⑮	2400	1820	2425	1715	1713		1.41	S1820-1P	
⑯	2400	910	2025	805	803	2024	2.52	S910-1P-L	
⑰	2800	1820	2425	1715	855.5 (2枚)	2424	1.41	S1820-2P	
⑱	2400	1820	2025	1715		2024	1.18	S1820-2P-L	
⑲	3200	1820	2825	1715		2824	1.65	S1820-2P-H	

注) アスペクト比: 高さ(内法) / 幅(内法)

4.3.2 詳細計算法と実験結果の比較

表4.3.2-1、表4.3.2-2に詳細計算法で求めた耐力および壁倍率を示す。詳細計算法では、特定変形角は1/150であり、実験とは異なる。そこで、実験結果と比較するため、1/120rad時のモーメントを以下の式で求め、P120を求めた。

$$M_{120} = \frac{My}{Ry} \left(\frac{1}{120} \right)$$

また、詳細計算法では、変形性能の計算において「1/30rad付近で面材が圧縮力により面材座屈して耐力が低下する」とし、終局変形角Ruを1/30rad以下としている。しかし、第2章の水平せん断試験結果では、1/30rad時での耐力低下したものはなかった。そこで、終局変形角Ruを1/30rad以下として計算したものと、1/15rad以下として計算したものそれぞれを求めた。詳細計算法による許容せん断耐力Paは、Ru ≤ 1/30とした場合は0.2Pu/Dsで、Ru ≤ 1/15とした場合はP120で決定した。

表 4.3.2-1 詳細計算法で求めた耐力および壁倍率（面一）

No.	寸法(呼称)		アスペクト比	Py (kN)	P150 (kN)	P120 (kN)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/30) (kN)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/15) (kN)	幅1m当たりの耐力				壁倍率 (Ru≤1/30) (kN)	壁倍率 (Ru≤1/15) (kN)
	高さ (mm)	幅 (mm)							Py (kN/m)	P120 (kN/m)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/30) (kN/m)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/15) (kN/m)		
①	2400	606	4.09	6.09	2.02	2.53	1.54	3.09	10.04	4.18	2.54	5.10	1.30	2.13
②	2400	910	2.55	11.23	4.98	6.23	3.80	7.72	12.34	6.85	4.18	8.49	2.13	3.49
③	2400	1213	1.85	13.58	5.73	7.16	4.73	9.62	11.20	5.91	3.90	7.93	1.99	3.01
④	2400	1820	1.20	22.04	10.50	13.12	8.70	17.63	12.11	7.21	4.78	9.68	2.44	3.68
⑤	2800	606	4.89	5.92	2.09	2.61	2.12	3.82	9.77	4.31	3.49	6.30	1.78	2.20
⑥	2800	910	3.04	10.92	5.17	6.47	5.46	9.60	12.00	7.11	6.00	10.55	3.06	3.63
⑦	2800	1213	2.21	13.22	5.87	7.34	6.79	11.52	10.90	6.05	5.60	9.50	2.86	3.09
⑧	2800	1820	1.43	21.38	10.76	13.45	12.62	21.25	11.75	7.39	6.93	11.67	3.54	3.77
⑨	3200	606	5.69	5.81	2.11	2.64	2.21	3.88	9.59	4.36	3.64	6.40	1.86	2.23
⑩	3200	910	3.54	10.59	5.28	6.59	5.89	8.71	11.63	7.25	6.48	9.58	3.30	3.70
⑪	3200	1213	2.57	13.08	6.05	7.56	7.27	10.51	10.78	6.23	6.00	8.67	3.06	3.18
⑫	3200	1820	1.66	21.16	11.12	13.90	13.57	19.23	11.63	7.63	7.46	10.57	3.80	3.90
⑬	2800	606	4.84	5.43	2.06	2.57	1.95	3.27	8.96	4.24	3.22	5.40	1.64	2.17
⑭	2800	910	3.01	9.83	5.34	6.68	5.18	6.57	10.80	7.34	5.69	7.22	2.90	3.68
⑮	2800	1820	1.41	26.60	20.59	25.73	18.88	18.88	14.62	14.14	10.38	10.38	5.29	5.29
⑯	2400	910	2.52	10.12	5.36	6.70	5.42	7.05	11.12	7.36	5.96	7.75	3.04	3.75
⑰	2800	1820	1.41	21.06	11.95	14.93	11.76	14.29	11.57	8.20	6.46	7.85	3.30	4.01
⑱	2400	1820	1.18	21.61	11.92	14.90	12.34	15.40	11.87	8.19	6.78	8.46	3.46	4.18
⑲	3200	1820	1.65	20.62	11.57	14.46	11.30	13.93	11.33	7.94	6.21	7.66	3.17	3.91

注) 壁倍率 (Ru≤1/30)はPy, P120, 0.2Pu/Ds (Ru≤1/30)のうち最も小さい値をPaとして計算した。
 壁倍率 (Ru≤1/15)はPy, P120, 0.2Pu/Ds (Ru≤1/15)のうち最も小さい値をPaとして計算した。

表 4.3.2-2 詳細計算法で求めた耐力および壁倍率（ちりあり）

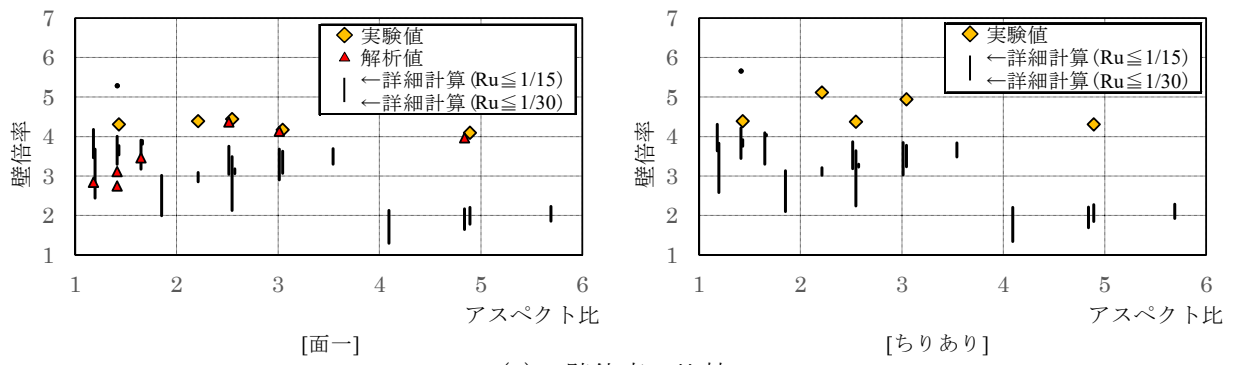
No.	寸法(呼称)		アスペクト比	Py (kN)	P150 (kN)	P120 (kN)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/30) (kN)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/15) (kN)	幅1m当たりの耐力				壁倍率 (Ru≤1/30) (kN)	壁倍率 (Ru≤1/15) (kN)
	高さ (mm)	幅 (mm)							Py (kN/m)	P120 (kN/m)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/30) (kN/m)	0.2Pu/Ds (Ru≤1/15) (kN/m)		
①	2400	606	4.09	6.35	2.09	2.61	1.59	3.27	10.48	4.31	2.63	5.39	1.34	2.20
②	2400	910	2.55	11.93	5.19	6.49	4.00	8.31	13.11	7.13	4.40	9.14	2.24	3.64
③	2400	1213	1.85	14.30	5.96	7.45	5.00	10.36	11.79	6.14	4.12	8.54	2.10	3.13
④	2400	1820	1.20	23.34	10.93	13.66	9.21	19.06	12.83	7.51	5.06	10.47	2.58	3.83
⑤	2800	606	4.89	6.15	2.16	2.70	2.19	4.03	10.14	4.45	3.62	6.64	1.85	2.27
⑥	2800	910	3.04	11.53	5.39	6.73	5.77	10.36	12.67	7.40	6.34	11.39	3.23	3.78
⑦	2800	1213	2.21	13.85	6.10	7.63	7.18	12.39	11.42	6.29	5.92	10.21	3.02	3.21
⑧	2800	1820	1.43	22.53	11.20	14.00	13.38	22.94	12.38	7.69	7.35	12.60	3.75	3.92
⑨	3200	606	5.69	6.01	2.18	2.72	2.28	4.07	9.92	4.49	3.77	6.72	1.92	2.29
⑩	3200	910	3.54	11.12	5.48	6.85	6.21	9.30	12.22	7.53	6.82	10.22	3.48	3.84
⑪	3200	1213	2.57	13.67	6.28	7.85	7.66	11.21	11.27	6.47	6.32	9.24	3.22	3.30
⑫	3200	1820	1.66	22.24	11.55	14.44	14.34	20.57	12.22	7.94	7.88	11.30	4.02	4.05
⑬	2800	606	4.84	5.56	2.10	2.62	2.01	3.40	9.17	4.33	3.31	5.62	1.69	2.21
⑭	2800	910	3.01	10.17	5.48	6.86	5.40	6.90	11.18	7.53	5.93	7.59	3.03	3.84
⑮	2800	1820	1.41	28.18	21.29	26.62	20.19	20.19	15.48	14.63	11.09	11.09	5.66	5.66
⑯	2400	910	2.52	10.52	5.52	6.90	5.68	7.45	11.56	7.58	6.24	8.19	3.18	3.87
⑰	2800	1820	1.41	21.82	12.27	15.34	12.30	15.04	11.99	8.43	6.76	8.26	3.45	4.22
⑱	2400	1820	1.18	22.49	12.29	15.36	12.95	16.29	12.36	8.44	7.12	8.95	3.63	4.31
⑲	3200	1820	1.65	21.30	11.86	14.82	11.77	14.60	11.70	8.14	6.47	8.02	3.30	4.09

注) 壁倍率 (Ru≤1/30)はPy, P120, 0.2Pu/Ds (Ru≤1/30)のうち最も小さい値をPaとして計算した。
 壁倍率 (Ru≤1/15)はPy, P120, 0.2Pu/Ds (Ru≤1/15)のうち最も小さい値をPaとして計算した。

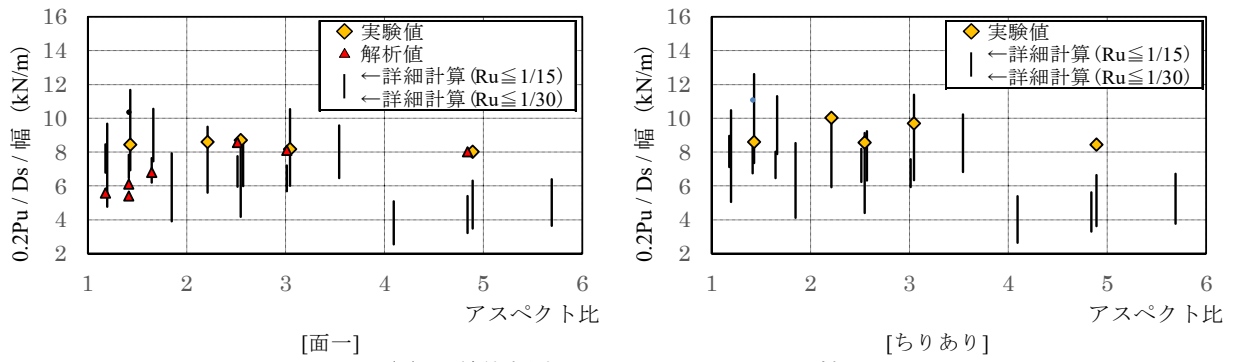
図 4.3.2-1 に詳細計算法と実験結果の比較を示す。面一のグラフには、4.2 の解析結果も併せて示している。図 4.3.2-1 (b) に示す $0.2Pu/Ds$ は $Ru \leq 1/30$ と $Ru \leq 1/15$ で結果が異なるため、幅を持たせて記載した。そのため図 4.3.2-1 (a) に示す壁倍率も幅を持った記載になっている。

図 4.3.2-1 (a) に示す壁倍率を見ると、アスペクト比が 5 付近では実験値と計算結果が大きく乖離している。

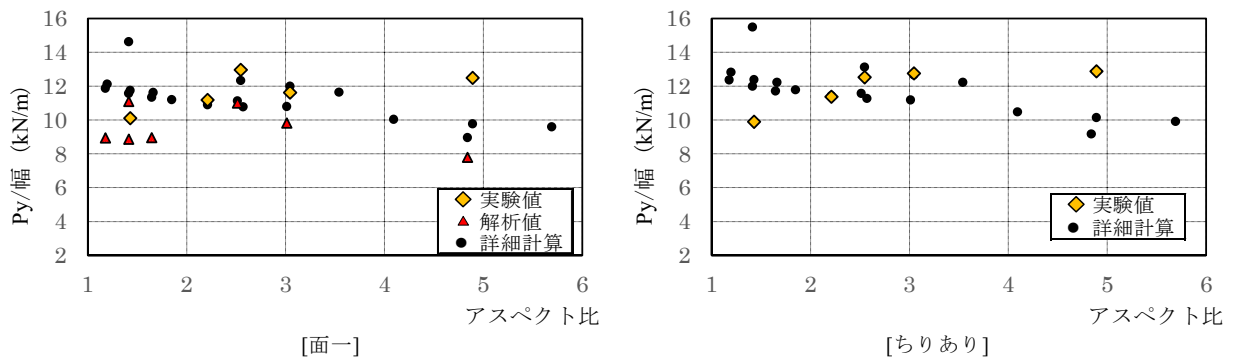
図 4.3.2-1 (b) を見ると、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」に示された通りに $Ru \leq 1/30$ で求めた $0.2Pu/Ds$ は過小評価される結果となった。



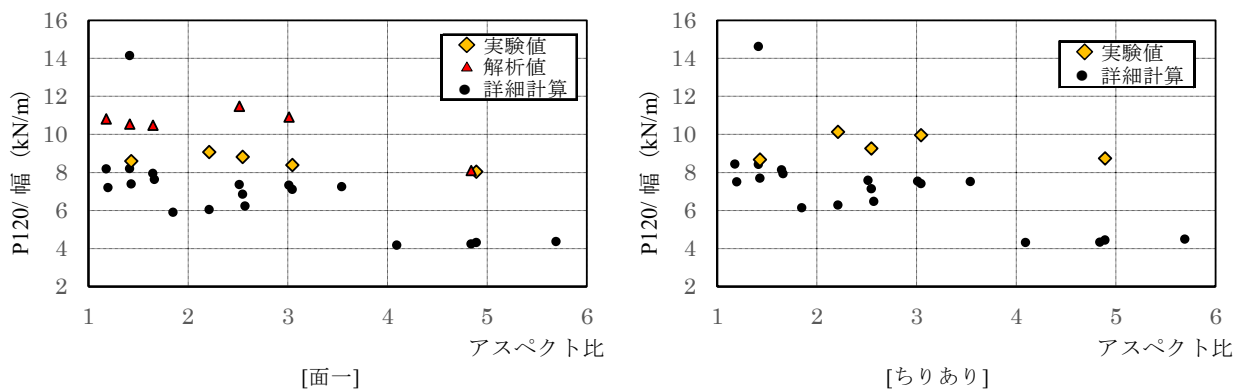
(a) 壁倍率の比較



(b) 単位幅当たりの $0.2Pu/Ds$ の比較



(c) 単位幅当たりの P_y の比較



(d) 単位幅当たりの P_{120} の比較

図 4.3.2-1 詳細計算法と実験結果の比較

4.4 真壁耐力壁の解析的検討におけるまとめ

(1) 有限要素解析における解析モデルの課題

今年度、解析モデルの構築にあたって、当初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、4.2.1の解析モデルに関する説明で示したように、面材を縦に継いだ解析モデルでは最大荷重時の変形や最大荷重後の剛性低下が再現できなかった。これは、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。

そこで条件を絞り、面材を縦に継がない解析モデルとすると計算結果を得ることができた。この結果から、面材の隅角部の木口と横架材の圧縮筋かい効果が大きいことが検証された。

解析モデルの妥当性の検証として、実験結果と解析結果の比較を行う必要がある。しかし、今年度の検討において、面材を縦に継ぐ仕様では実験結果はあるが解析結果が得られず、面材を縦に継がない仕様では実験結果はなく解析結果を得るという状況となった。

以上より、面材を縦に継がない真壁の水平せん断試験による実験結果を得ること、一方で、引き続き、面材同士の接触を考慮した解析モデルの構築を進めることの両方が課題として挙げられる。

(2) 詳細計算法による計算結果と実験値の比較について

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」では「1/30rad付近で面材が圧縮力により面材座屈して耐力が低下する」とし、終局変形角 R_u を 1/30rad 以下としているが、今回の詳細計算法による検討では終局変形角を 1/15rad 以下として計算したものも追加し、実験値との比較を行った。

図 4.3.2-1 に示した通り、詳細計算法の結果は、実験値よりも低くなることから、安全側であることが確認できたが、本事業のように実験との比較検討をしたい場合には、再現が難しいことが分かった。なお、アスペクト比が 4 以上になると壁倍率が下がる傾向が見られ、同一仕様と見なす 5% の範囲を詳細計算法により検証する場合は、注意が必要となる。

第5章 真壁耐力壁の納まり等に関する調査

5.1 真壁耐力壁の納まり等に関する調査の概要

真壁は大壁と異なり、面材の位置、受け材の寸法・留めつけ方法、床との取り合いなど仕様のバリエーションが非常に多く、それらは性能に及ぼす影響が小さくないと考えられる。そこで本事業では、検討の対象とする真壁の仕様を決定するため、関係者にヒアリング調査を行い、仕様の整理を行った。ここでは、仕様の整理の結果、およびヒアリング結果を示す。

ヒアリング調査は、一般社団法人日本木造住宅産業協会において木質面材を用いた真壁耐力壁を使用している会員企業の方々にご協力いただき、表 5.1-1 に示す質問事項に回答いただく形式とした。一般社団法人日本木造住宅産業協会内での協力依頼や意見の集約、本事業事務局とのやりとりにあたっては、本事業委員会の逢坂委員にご協力いただいた。第5章-p3以降は質問事項と併せて送付した真壁のバリエーションを整理したものを示す。

表 5.1-1 ヒアリング質問事項

当該仕様を用いる部位について

- 真壁とする壁の部位は？（外周壁の外壁側、外周壁の内壁側、間仕切り壁）
また、その理由は？
- 真壁の裏面の壁はどのような納まり、材料の壁となることが多いか？（別紙参照）
また、その理由は？
 - ex. 非耐力壁、耐力壁の大壁、真壁-ちり有り、真壁-面一
 - ex. 木質面材各種（構造用合板、構造用パネル、構造用MDF、構造用パーティ等）
せっこうボード各種（石こうボード、強化石こうボード、構造用石こうボード等）

納まり仕様

- 使用している面材の種類と厚さは？
- 面材の納めをどうしているか？（面一・ちりあり（ちり _____mm））
- 間柱、継ぎ手間柱、受け材の断面寸法は？
- 間柱・継ぎ手間柱と受け材との勝ち負けは？（別紙参照）
- 床との取り合いはどうしているのか？（外周壁、間仕切り、片面のみ床あり）（別紙参照）
 - ex. 根太レス工法等で床勝ち、従来のころばし根太床で壁勝ち 等

壁の寸法仕様

- 910 mmモジュール以外に使用しているモジュールはあるか？（メーターモジュール等）
- 独立壁（両端に壁が無い）の場合、最小幅はいくらとしているか？
- 1P（910 mm）～2P（1820 mm）の間でよく使う壁の幅寸法は？
- 使っている壁高さの範囲は？

大臣認定に対する要望について

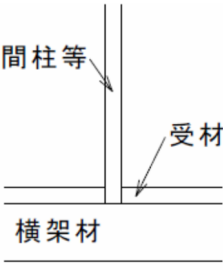
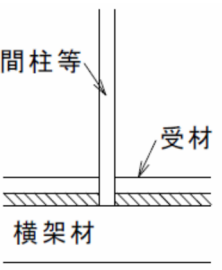
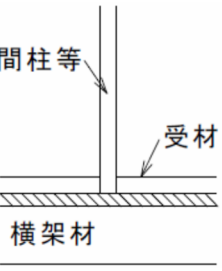
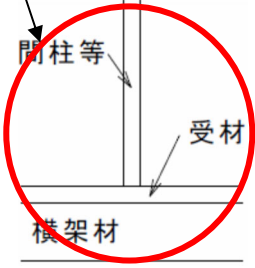
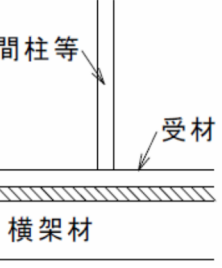
- 自由度の高い高倍率の真壁の告示も整備された中、新たに真壁仕様で大臣認定を取得するニーズはあると思うか？また、あるとするならば、どのようなものが想定されるか？（設計・施工の立場から）

次頁より真壁のバリエーションを整理した資料を示す。

真壁耐力壁 バリエーション整理

◆ 間柱・継手間柱（間柱等）の取り合いと受材の寸法の関係

間柱・継手間柱の取り合い	受材幅の寸法の制約	受材の寸法の最小値
1. 横架材まで	裏面が真壁または大壁床勝ちの場合は、 間柱等の奥行き＝受材幅寸法 裏面が大壁の場合は、 間柱等の奥行きとは関係なく決まる。	告示にある 2.5 倍 30×40
2. 床面材まで (床勝ちのみ)	裏面が真壁または大壁床勝ちの場合は、 間柱等の奥行き＝受材幅寸法 裏面が大壁の場合は、 間柱等の奥行きとは関係なく決まる。 床面材の飲み込み寸法に影響を受ける。	告示にある 2.5 倍 30×40
3. 受材まで	間柱等の奥行き寸法と同じになる。	

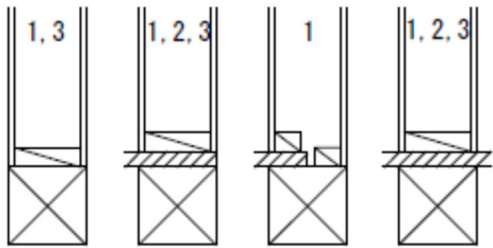
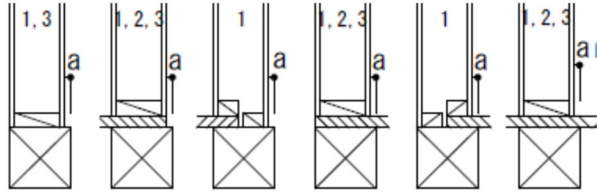
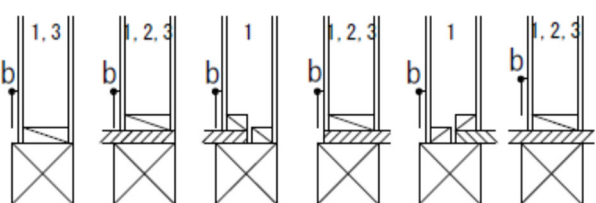
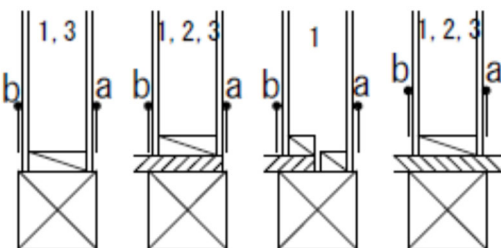
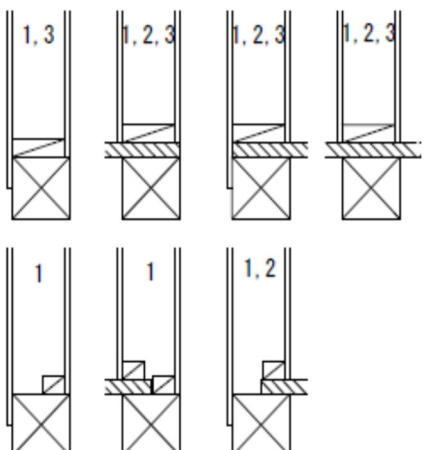
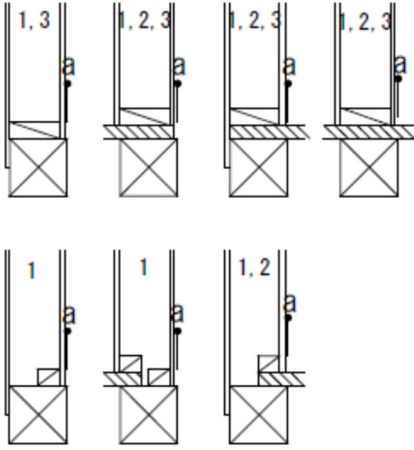
間柱・継手間柱の取り合い	通常	床勝ち
1. 横架材まで		
2. 床面材まで (床勝ちのみ)	<div data-bbox="271 1361 794 1529" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> WG01 にて一定以上 (90 mm) の間柱断面があれば認めて良いとの結論。2×4 と同じ納まり (38×89)。 </div>	
3. 受材まで		

現在の大臣認定では、継手間柱については、1、2のみ認めている。

→ 3を認めるかどうか？ 工場生産のパネル化を排除するためと、柱と同等のせん断力がかかっているとすることが理由。

◆ 対象面と裏面（耐力壁の場合）の面材の納まり（図中の数字は前表の間柱等の取り合いのNO.）

受材幅寸法は、両面が9mmの木質面材とした場合。裏面が石こうボードなら12.5mmで3.5mmの差。

	イ 木質・面一（外装仕上げ）	ロ 木質・ちり有（外周壁の内壁側・間仕切）
イ 面一（外装仕上げ）	<p>受材幅寸法 $105 = 105 - 9 * 2 = 87 < 90$ $120 = 120 - 9 * 2 = 102 > 90$</p>  <p style="text-align: right;">外装－外装</p>	<p>受材幅寸法 $105 = 105 - 9 * 2 - a = 87 - a < 90$ $120 = 120 - 9 * 2 - a = 102 - a \geq 90$ $a \leq 12$</p>  <p style="text-align: right;">外装－内壁</p>
ロ ちり有（外周壁の内壁・間仕切り）	<p>受材幅寸法 $105 = 105 - 9 * 2 - b = 87 - b < 90$ $120 = 120 - 9 * 2 - b = 102 - b \geq 90$ $b \leq 12$</p>  <p style="text-align: right;">内壁－外装</p>	<p>受材幅寸法 $105 = 105 - 9 * 2 - a - b = 87 - a - b < 90$ $120 = 120 - 9 * 2 - a - b = 102 - a - b \geq 90$ $a = b \leq 6$</p>  <p style="text-align: right;">間仕切り</p>
ハ 大壁（外装仕上げ・外周壁の内壁・間仕切）	<p>受材幅寸法 最小 40（1、2の場合） $105 = 105 - 9 = 96 \geq 90$ $120 = 120 - 9 = 111 \geq 90$</p>  <p style="text-align: right;">外壁－外装 内壁－外装</p>	<p>受材幅寸法 最小 40（1、2の場合） $105 = 105 - 9 - a = 96 - a \geq 90 \quad a \leq 6$ $120 = 120 - 9 - a = 111 - a \geq 90 \quad a \leq 21$</p>  <p style="text-align: right;">外装－内壁 間仕切</p>

参考 告示第 1100 号 木質面材

真壁告示仕様（全て床勝ち含む）

面材種類	厚さ	くぎ	くぎピッチ	倍率	受材仕様
構造用合板	7.5 mm以上	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@300
構造用合板	9 mm以上	CN50	@75*150	3.3 倍	3×4 cm N75@200
構造用パネル	(=9 mm以上・4～1 級)	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@300
構造用パネル	9 mm(=4 級)	N50	@75*150	3.3 倍	3×4 cm N75@200
パーティクルボード	12 mm以上	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@300
構造用パーティクルボード	(=9 mm)	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@300
構造用パーティクルボード	(=9 mm)	N50	@75*150	4.0 倍	3×4 cm N75@120
構造用 MDF	(=9 mm)	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@300
構造用 MDF	(=9 mm)	N50	@75*150	4.0 倍	3×4 cm N75@120

大壁告示仕様

面材種類	厚さ	くぎ	くぎピッチ	倍率	床勝ちの場合の 受材仕様
構造用パネル	(=9 mm以上・4～1 級)	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@200
構造用パネル	9 mm(=4 級)	N50	@75*150	3.7 倍	3×6 cm N75@120
構造用合板	7.5 mm以上	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@200
構造用合板	9 mm以上	CN50	@75*150	3.7 倍	3×6 cm N75@120
パーティクルボード	12 mm以上	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@200
構造用パーティクルボード	(=9 mm)	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@200
構造用パーティクルボード	(=9 mm)	N50	@75*150	4.3 倍	3×6 cm N75@120
構造用 MDF	(=9 mm)	N50	@150*150	2.5 倍	3×4 cm N75@200
構造用 MDF	(=9 mm)	N50	@75*150	4.3 倍	3×6 cm N75@120

参考 告示第 1100 号 せっこうボード

真壁告示仕様（全て床勝ち含む）

面材種類	厚さ	くぎ	くぎピッチ	倍率	受材仕様
構造用石こうボード A 種	12 mm 以上	GNF40/GNC40	@150*150	1.5 倍	3 × 4 cm N75@300
構造用石こうボード B 種				1.3 倍	
石こうボード				1.0 倍	
強化石こうボード				1.0 倍	

大壁告示仕様（全て床勝ち含む）

面材種類	厚さ	くぎ	くぎピッチ	倍率 (床勝ち)	床勝ちの場合の 受材仕様
構造用石こうボード A 種	12 mm 以上	GNF40/GNC40	@150*150	1.7 倍(1.6 倍)	3 × 4 cm N75@300
構造用石こうボード B 種				1.2 倍(1.0 倍)	
石こうボード				0.9 倍(0.9 倍)	
強化石こうボード				0.9 倍(0.9 倍)	

5.2 真壁耐力壁の納まり等に関する調査のまとめ

以下は、表 5.1-1 で示した質問事項に対する回答を整理したものである。なお、真壁は一般軸組工法だけでなくパネル工法での採用もあることから、工法別にまとめている部分もある。

(1) 真壁（面一・ちり有り）とする部位

表 5.2-1 では、真壁を使用する部位とその理由について整理した。

表 5.2-1 真壁とする部位とその理由

一般軸組工法	パネル工法
<p>頻度順に並べると、</p> <p>① 間仕切り壁</p> <p>② 外壁室内側</p> <p>③ 外壁室外側：筋かい工法において面材耐力壁を追加する場合に有り</p>	<p>頻度順に並べると、</p> <p>① 外壁室外側</p> <p>② 間仕切り壁</p> <p>③ 外壁室内側</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 真壁耐力壁は、壁量の確保、偏心調整等に用いられ、外壁の層構成や納まりに影響の少ない間仕切壁、外壁の室内側の一部に用いられる。 ・ 木造軸組工法も外壁室外側に構造用合板等の耐力壁用面材を設けることが増え、③は相対的に少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全ての外壁は、耐力壁若しくは耐力壁と同様の構成の壁として部品化（パネル化）し、耐力壁用面材と枠組を一体で製造、供給している。 ・ 壁量の確保、偏心率調整等のため、間仕切壁を真壁仕様の壁パネルとして設置することがある。 ・ 木造軸組にあつては、柱-柱間にパネルを配置する計画が一般的。

(2) 面材の納まり位置

面一の他、ちりがある場合は 12～21mm（12、15、18、20mm）。

(3) 面一とちり有りを使用する部位

面一

- ・ パネル工法では、面一の納まりが一般的。
- ・ 一般的な木造軸組の外壁室外側を真壁とするケースは少ないが、する場合には面一が一般的。
- ・ 一般的な木造軸組の外壁室内側、間仕切りを真壁にする場合も、面一が一般的。

ちり有り

- ・ 外壁の室外側をちり有りの真壁とすることは無い。
- ・ 間仕切壁、外壁の室内側は面一が一般的であるが、室内仕上げをちり有りの真壁等とすることもある。

- ・ 和室等の真壁納まりや電子機器の設置等の特殊な納まりにあつては、ちり(段差)有りとするところがある。

(4) 真壁(面一・ちり有り)の裏面の仕様

外壁室内側の裏面(外壁室外側)の仕様

- ・ 外壁の室外側はパネル工法では真壁面一、一般軸組工法では大壁仕様又はきざり + 外装

間仕切り壁の裏面の仕様

- ・ 大壁のせっこうボード(クロス下地として)
- ・ 一部の工事店等では、防耐火性能に関わらない部分は構造用合板等の木質面材とすることも有?
- ・ 「現しの真壁造(真壁仕様)」の計画が少なくなっており、裏面側が「現しの真壁造(真壁仕様)」となるケースは一般的な軸組でも少ない。間仕切り壁の両面が真壁となる納まりはほとんど無い。

(5) 真壁にする場合に使用する面材の種類と厚さ

- ① 構造用合板 9、12 (15、24) mm
- ② 構造用パネル 9.5mm
- ③ 構造用 PB 9mm
- ④ 構造用 MDF 9mm
- ⑤ 火山性ガラス質複層板 9、12mm
- ⑥ 繊維混入スラグせっこう板 12mm

(6) 間柱、受材の勝ち負け

表 5.2-2 では、間柱・受材の勝ち負けについて工法別に整理した。

表 5.2-2 工法別の間柱・受材の勝ち負け

	一般軸組工法	パネル工法
桁側	<p>頻度順に並べると、間柱、継手間柱とも</p> <p>① 梁に短ほぞ差し又は 間柱欠き</p> <p>② 受材勝ち</p> <p>①、②とも大きな性能の差はなしということが整理されることを希望。</p>	<p>間柱・継ぎ手間柱とも受材勝ち</p>
床側	<p>間柱・継手間柱とも、①受材まで、②床面材まで、③横架材まで があるが、真壁を多用している案件では①、②が多い。</p> <p>① 受け材とはパネル工法ではT字型取合いでフラット打ち (N90 の平打ち等) 一般軸組み工法では突きつけ斜め打ち (N75 の斜め釘打ち等)</p> <p>② 床下地板とは突きつけ斜め釘打ち (N75 の斜め釘打ち等)</p> <p>③ 横架材とは突きつけ斜め釘打ち (N75 の斜め釘打ち等)</p>	

※部分的に真壁耐力壁とする場合は、間柱勝ち（上端：短ホゾ、下端：突き付け）が一般的。

(7) 間柱・受材の寸法

見付け： 間柱 30mm、継手間柱 45mm、受材 30mm ← 間柱幅 27mm も有りかと

- 奥行： ・ 裏面が大壁の場合は、間柱・継手間柱の奥行きは面一の場合は（柱一面材厚）、真壁の場合は（柱一面材厚－チリ寸）となる。受け材の奥行きは、床勝ち・受け材勝ちの場合、間柱奥行寸法となる。
- ・ 部分的に真壁耐力壁とする場合は、間柱勝ち（上端：短ホゾ、下端：突き付け）が一般的で、間柱は上と同じだが、この場合の受材は耐力壁用面材のみを受けるため、受け材は 30×40mm の納まりが多い。

(8) 壁の幅・高さ寸法

- ・ モジュールは、910mm 以外に、909mm、(980mm、960mm) 、1,000mm、(600×2mm、1,200mm、・・・) 等もある。（下線が主。）
- ・ 1P (910mm) ～2P (1820mm) の間でよく使う壁の幅寸法は、1,000mm、1137.5mm (1.25P)、1,200mm、1,365mm (1.5P)、1,500mm、1,650mm。（下線が多い。）
- ・ 狭小敷地での計画等では、耐力壁の最小幅は、600mm (455mm) が必要
- ・ 使っている壁高さの範囲は、土台天～はり天端：1,365mm～3.850 (1,820×2+210) mm。4,100mm までの利用もある。

(9) 今後ニーズがあると考えられる大臣認定の仕様

- ・ 構造用合板を用いた高倍率耐力壁：壁倍率 5 倍の耐力壁 →告示仕様は合板、OSB は 3.7 倍
間仕切壁の内部（片面真壁納まり）にて倍率 5 倍があると使い易い
- ・ 木質系面材耐力壁（4 種類）以外の真壁高倍率耐力壁
- ・ 具体イメージはないが、木質系面材以外の製造企業では真壁需要も
- ・ 面材留付け用接合具のバリエーション追加：N50、CN50、CNZ50、ビス、...
- ・ 受材留付具の仕様見直し：N90@120mm →120mm ビス@150mm 等
- ・ 既大臣認定の再整理（見直し）：幅・高さの適用範囲の拡充
- ・ 既認定構造を含め本検討により適用可能となるとよいが、試験を伴わない性能評価として再評価（再大臣認定）の需要は多いと推測

第6章 まとめ

6.1 真壁耐力壁の高さ・幅方向の違いによる性能差の考え方

真壁の高さ・幅の違いによる性能差については、解析モデルの構築が途中であることから、今年度は実験結果を中心に考察を行う。

「性能協木質構造部会の内規等」によると一の仕様とするものの考え方は以下のように示されているため、これを加味しながら結果を確認してみる。なお、内規で示されている5%、10%の根拠については、本事業の委員会の中でも工学的な根拠は無く、運営上キリが良い数字としたのではないかとのことであった。

壁倍率認定・評価における一仕様の考え方【補足】

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

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

認定される壁倍率と一仕様となる範囲における壁倍率について

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

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

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

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

認定される壁倍率は、実際の性能評価試験の結果より、4 つの指標において、それぞれ 3 体以上の試験結果の平均値に、ばらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値を採用しているため、採用されなかった他の 3 つ指標の性能についても考慮すると実際の構造安全性にはかなりの余裕があると考えられる。さらに、壁倍率は平均値を用いているた

め、3体のうち最低1体は認定される壁倍率を下回ることから、一定の範囲内であれば平均値よりも下側の値も許容できると考えられる。従って、一仕様となる範囲における壁倍率の差の5%のうち、認定される壁倍率の2.5%が認定される壁倍率を下回った場合であっても構造安全性に全く問題はないと判断される。

今年度は、モジュールの違い（幅 910mm と 1000mm）、面材のたて継ぎの有無による違いについては実験を実施していないため、取り上げない。

表 6.1-1 に、今回実施した面一、ちり有りと昨年度基整促 S27 で実施した大壁の実験結果を整理した表を示す。なお、大壁については、昨年度基整促事業 S27 での幅方向の検証実験結果から抽出しているため、幅 1820mm の試験結果はない。

表 6.1-1 面一、ちり有り、大壁の試験体寸法と実験結果

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	壁倍率 (50%下 限值)	壁倍率 (平均 値)	アスペク ト比
		高さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)	幅 (mm)				
A-1	面一	2400	910	2051	805	3	4.39	4.44	2.55
A-2		2800	606	2451	501	3	3.94	4.09	4.89
A-3		2800	910	2451	805	3	4.06	4.17	3.04
A-4		2800	1213	2451	1108	3	4.34	4.39	2.21
A-5		2800	1820	2451	1715	2	4.22	4.31	1.43
B-1	ちり有り	2400	910	2051	805	3	4.16	4.38	2.55
B-2		2800	606	2451	501	1	4.31	4.31	4.89
B-3		2800	910	2451	805	3	4.76	4.95	3.04
B-4		2800	1213	2451	1108	1	5.12	5.12	2.21
B-5		2800	1820	2451	1715	1	4.39	4.39	1.43
2800-606	大壁	2800	606	2824	600	3	3.35	3.56	4.71
2800-910		2800	910	2824	910	3	3.47	3.51	3.10
2800-1213		2800	1213	2824	1213	3	3.21	3.45	2.33
2800-1510		2800	1510	2824	1510	3	3.34	3.42	1.87

(1) 面一・ちり有り・大壁における幅の違いによる性能差について

今回実施した実験値について、面一、ちり有りの壁倍率の比較を行った。面一の A-5 は 2 体で評価していること、ちり有りでは幅方向の比較は 1 体のみの実験としていることから、以下は基本的には平均値で比較することとし、50%下限値は参考として示すこととする。

図 6.1-1 は、横軸を壁幅、縦軸を壁倍率とし、面一の A-3 を基準とした 5%、10%の範囲を示したグラフである（図 6.1-2 は壁倍率を 50%下限値としたもの）。

また、図 6.1-3 は、横軸を壁幅、縦軸をアスペクト比とし、面一の A-3 を基準とした 5%、10%の範囲を示したグラフである（図 6.1-4 は壁倍率を 50%下限値としたもの）。

これらのグラフを見る限りは、面一、ちり有りを同一仕様としてみなすことはできないと考えられる。実験値の比較、事前解析（詳細計算法）との比較を踏まえた検討は（3）に示す。

以下、図 6.1-1～5 で、○は基準、×は 1 体の結果、△は 2 体の結果を示す。

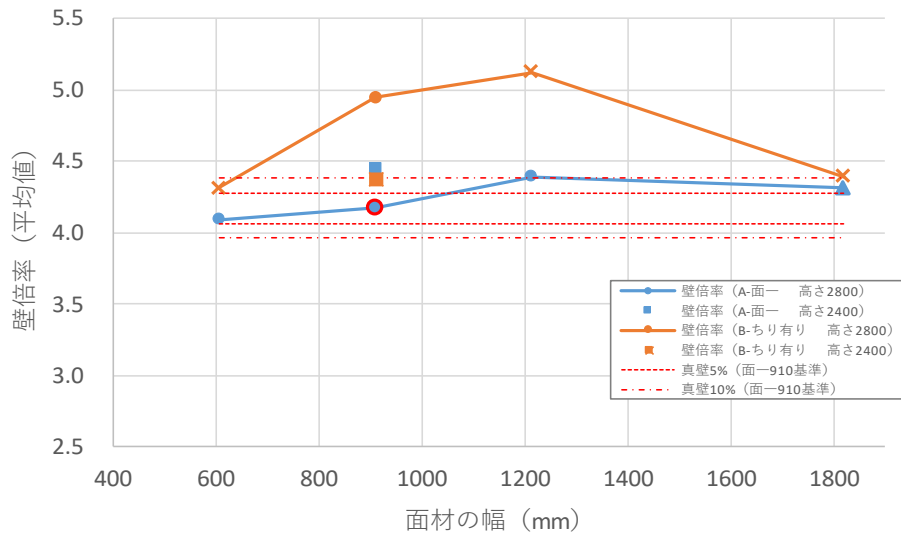


図 6.1-1 真壁実験結果と真壁面一 2800-910 を基準とした 5%・10%の範囲 (壁倍率は平均値)

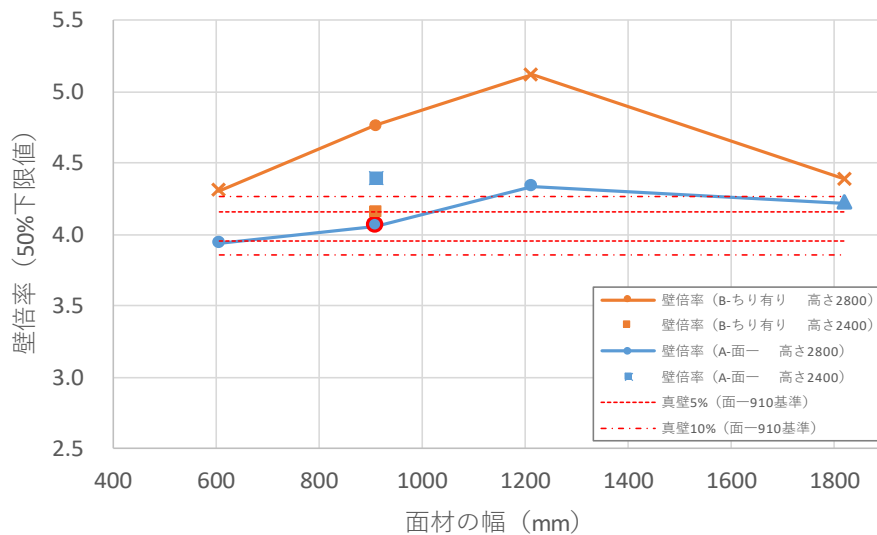


図 6.1-2 真壁実験結果と真壁面一 2800-910 を基準とした 5%・10%の範囲 (壁倍率は50%下限値)

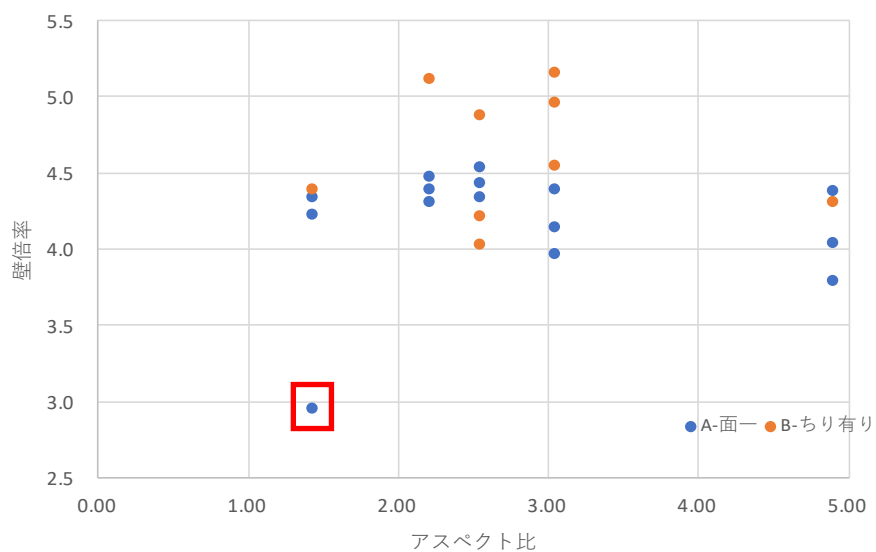
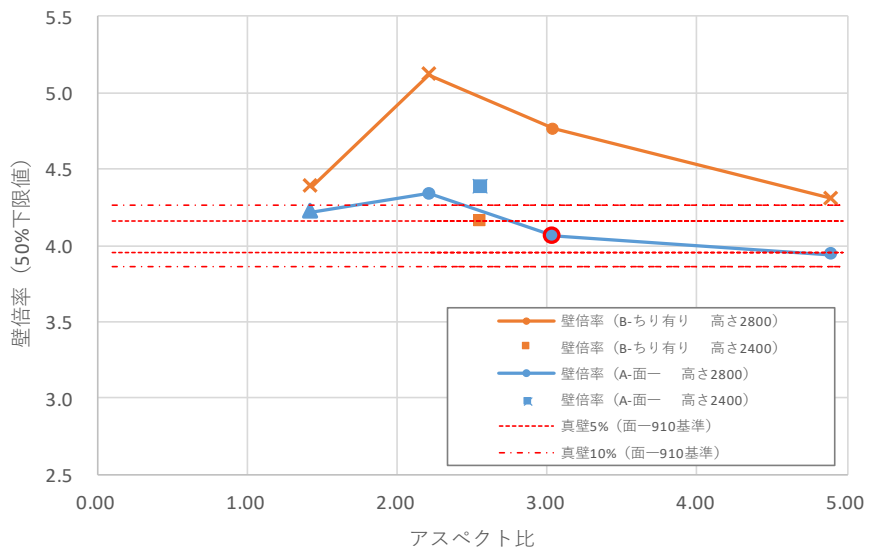
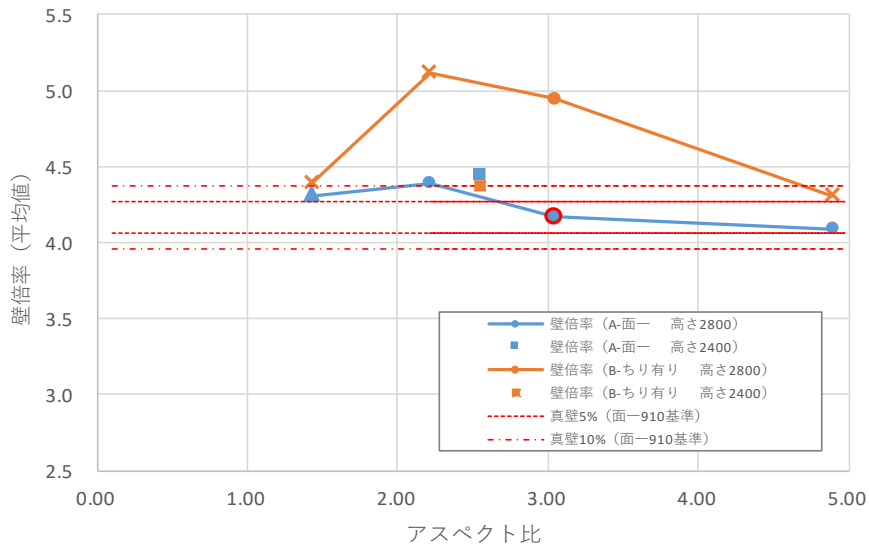


図 6.1-3 真壁実験結果と真壁面-2800-910を基準とした5%・10%の範囲(アスペクト比)
(最下段の図は図 2.2.3-7 の再掲)

次に、面一、ちり有り、大壁（昨年度 S27 で実施）の 3 仕様について、壁倍率（平均値、50%下限値）を図 6.1-4、6.1-5 に示す。これらグラフには、それぞれの仕様の A-3、B-3、2800-910 の壁倍率を基準とした 5%、10%の線を追加している。

図 6.1-4、6.1-5 よりちり有りについては、他の 2 つの仕様に比べ、幅によって生じる壁倍率の差が大きく、ちり有りに限定したとしても幅をかなり絞り込まない限り同一仕様の範囲を検討することは難しいと考えられる。

面一では、5%を超える仕様がほとんどとなるが、ちり有りほど壁倍率の差は大きくない。ここで、大壁を見ると、平均値では概ね 5%の範囲内であるが 50%下限値では 5%の範囲を超えているものが見られる。大壁では実験結果を踏まえた解析結果から同一仕様の範囲を決定していることを考慮すると、面一においても、解析結果を踏まえた検討を進めることで、同一仕様とみなしてよい範囲を示すことができる可能性があると考えられる。

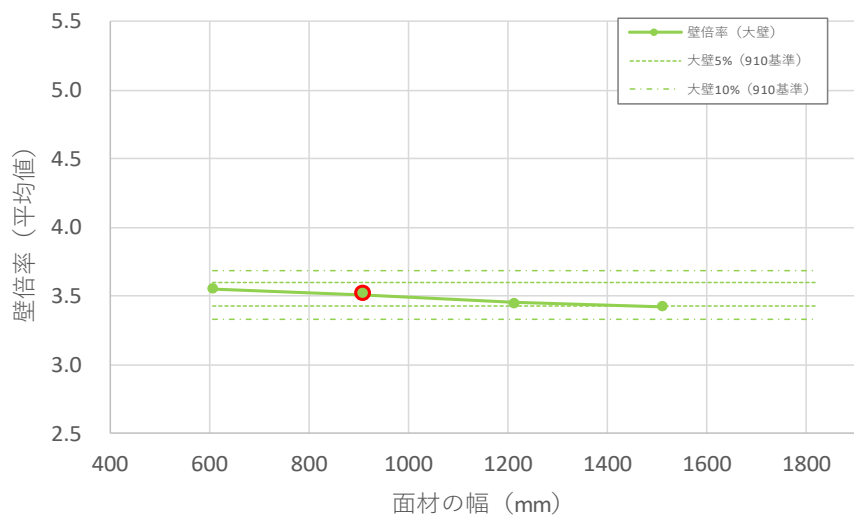
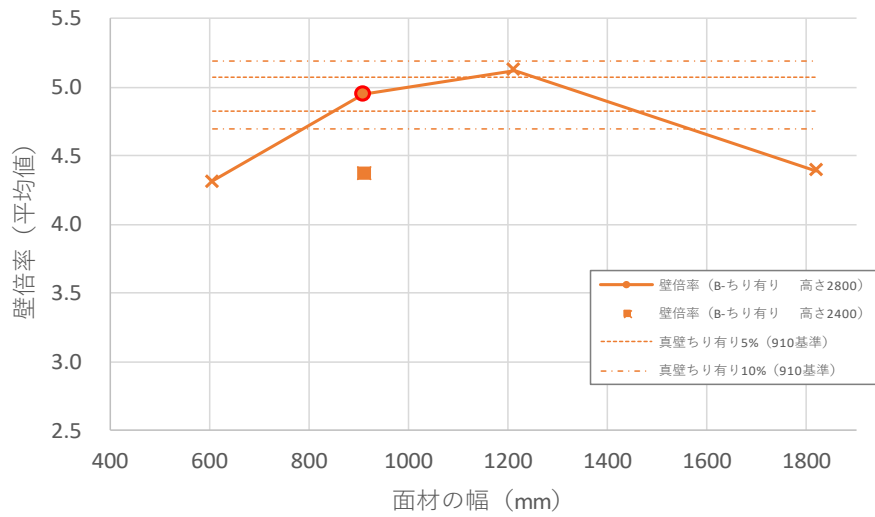
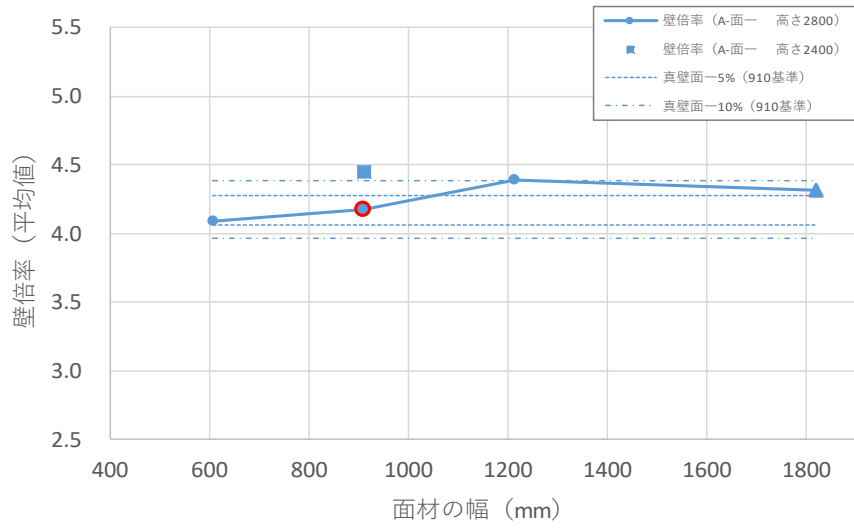


図 6.1-4 壁倍率 (平均値) の各仕様 (上: 真壁面一、中: 真壁ちり有り、下: 大壁)

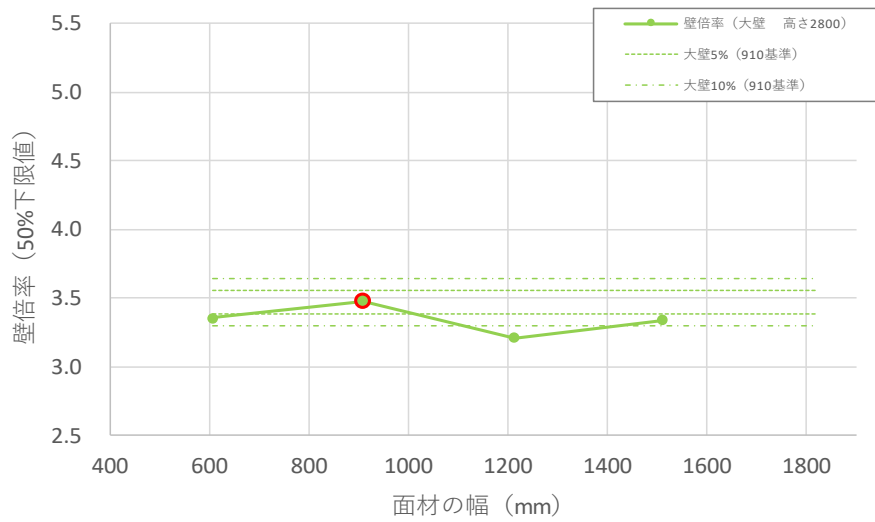
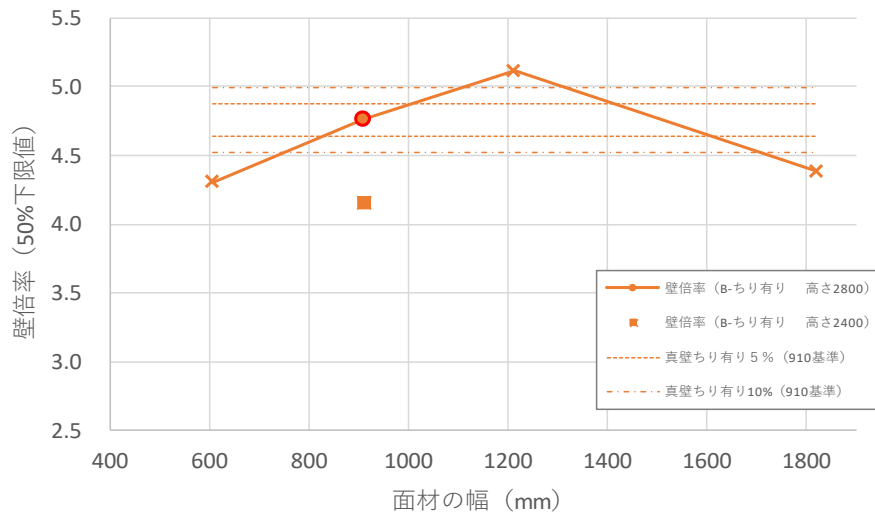
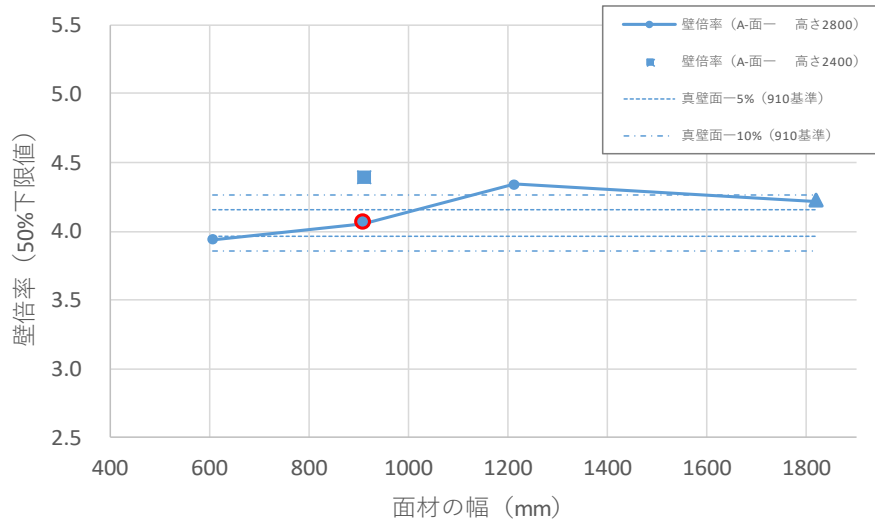


図 6.1-5 壁倍率 (50%下限値) の各仕様 (上: 真壁面一、中: 真壁ちり有り、下: 大壁)

(2) 同一仕様における試験体3体のばらつきについて

以下には、幅・高さの仕様ごとに3体実施しているものについて、その3体のばらつきを比較するため、4指標のそれぞれの変動係数についてグラフを作成した。横軸を壁幅（呼称）としたものを図 6.1-6 に、横軸をアスペクト比としたものを図 6.1-7 に示す。これらの図では、面一の5仕様（A-1、A-2、A-3、A-4、A-5）、ちり有りの2仕様（B-1、B-3）、昨年度基整促 S27 で実施した大壁試験体の4仕様（(1)と同様に幅 600mm、910mm、1213mm、1510mm）をプロットしている。なお、面一の A-5 のみ2体の結果から算出した変動係数を用いている。

ほとんどの仕様では、 $0.2Pu/Ds$ で基準耐力が決定していることから、 $0.2Pu/Ds$ の変動係数を示す図を見ると、壁幅に関わらず、面一よりも大壁の方が変動係数が大きい。また壁幅 910mm のみではあるが、面一、大壁よりも、ちり有りの方が変動係数が大きい。ちり有りの変動係数が大きくなるのは第 2 章 2.2.3 に示したように面材の座屈による影響が見られるものと考えられる。

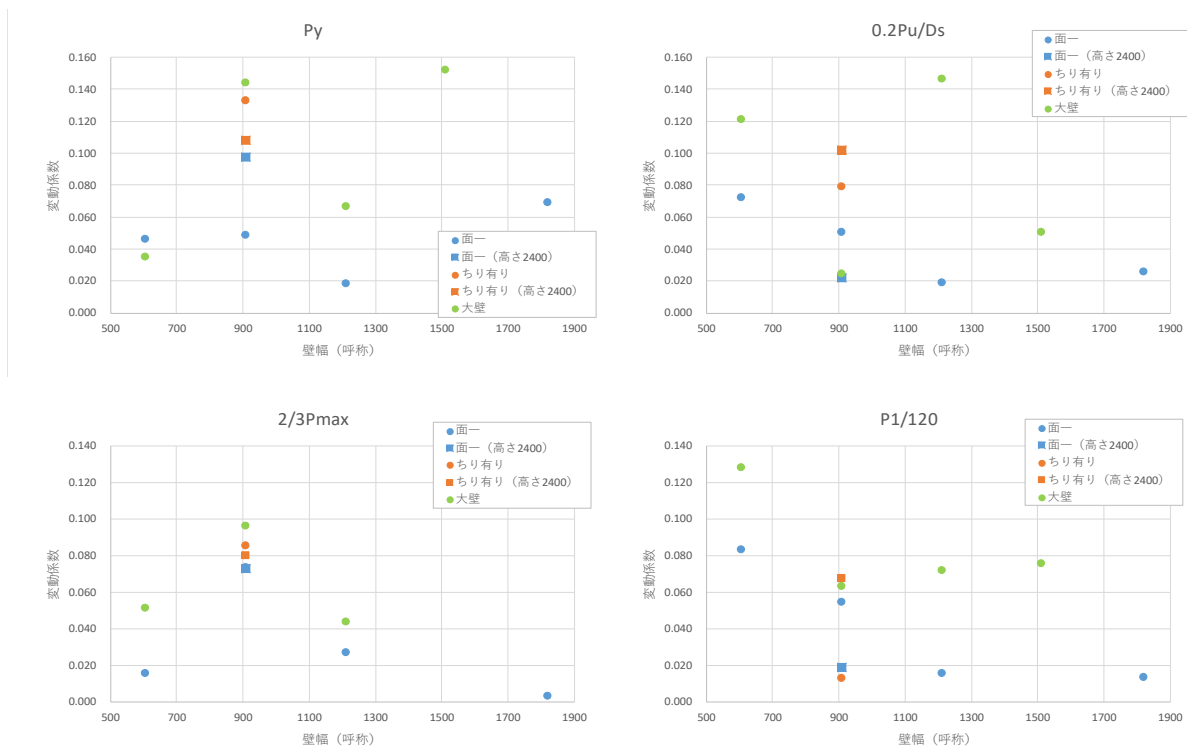


図 6.1-6 各仕様における壁幅（呼称）と変動係数

横軸をアスペクト比にした図 6.1-7 のうち、 $0.2Pu/Ds$ を見ると、真壁・面一仕様については、アスペクト比が大きくなるにつれて、変動係数が大きくなる傾向が見られる。

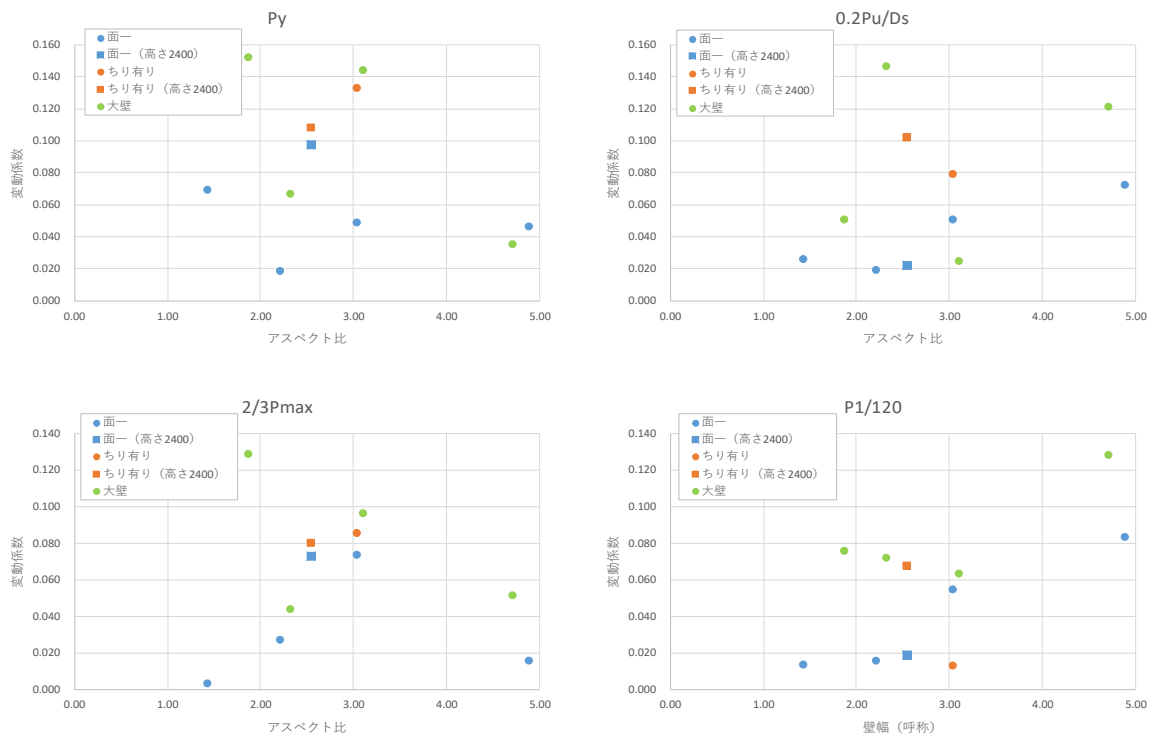


図 6.1-7 各仕様におけるアスペクト比と変動係数

(3) 面一—ちり有りの性能差について

面一とちり有りを同一の仕様とみなせるかどうかを考察するために、表 6.1-2 に今回実施した実験結果の壁倍率と、同一形状でのちり有りとならぬ面一の比 (%) をアスペクト比順に示す。ただし、ちり有りの試験体数はアスペクト比が 2.55 と 3.04 の仕様で 3、他は 1 であることから、面一、ちり有りの壁倍率のうち 3 体実施した仕様については 50%下限値ではなく平均値で示している。

試験体数を考慮に入れるため、図 2.2.3-7 で面一、ちり有り共に試験体数が 3 であるアスペクト比が 3.04 と 2.55 の壁倍率を比較すると、前者では明らかに 面一<ちり有り となっているが、後者ではそのような差が見られず、ちり有りのばらつきが大きいことから 面一>ちり有り となっている。

表 6.1-2 面一とちり有りの壁倍率とその比 (実験)

試験体 形状	幅 (内法)	1715	1108 (910+ 303)	805	805	501
	高さ (内法)	2451	2451	2051	2451	2451
	アスペクト比	1.43	2.21	2.55	3.04	4.89
壁倍率	面一	4.31	4.39	4.44	4.17	4.09
	ちり有り	4.39	5.12	4.38	4.95	4.31
比	(ちり有り—面一) ／面一	+1.9%	+16.6%	-1.6%	+18.6%	+5.3%

※青字は試験体 1 の仕様、他は 3。

※赤字は 3 体中、受け材の留め付けが直列のものを除いた値。

壁倍率はほとんどの形状で 面一<ちり有り となった。これは、面材の軸組みからの踏み外しや面材による軸材の端部の割れ等が発生しにくいちり有の方が、面材に発生する応力が大きくなり、それが性能にも影響を与えたと考えられる。

一方、高さが 2051 (呼称 2400) のみ 面一>ちり有り となった理由は以下のようなことが考えられる。形状としては高さが低い (アスペクト比が小さい) 方が面材の筋交い効果が出やすく剛性・耐力ともに高い値となる一方、ちり有りの場合は面材にかかる応力が大きくなることで、発生する応力が合板の性能を早い段階で超えてしまい座屈を誘発しやすい。このアスペクト比による面材に発生する応力の差と面材の性能の微妙なバランスで、今回のような結果となったと推測できる。この推測が正しければ、面材の種類が異なった場合には、異なる結果となる可能性が高い。

実験の結果からは面一とちり有りの差は、ほとんどの形状において 5%をゆうに超える値となり、ちり有りの試験体数が 1 であることを考慮しても、これらを同一の仕様とすることは難しいと考えられる。

ちり有りの木質面材の真壁仕様は、実際の設計・建設からの要望の中でも比較的優先順位が低い。そこで、解析結果を待つ必要があるが、現段階では面一とちり有りの仕様につ

いては異なる仕様として扱い、本事業の今後の対象としては、面一に絞ったものとする
ことを提案する。

表 6.1-3 には、4.3.2 に示した詳細計算法による結果（終局変形角 1/30rad、1/15rad までの
両方の結果）を示した。こちらでは、全ての試験体で 面一<ちり有り となり、また、
実験による壁倍率とは大きな差があった（図 6.1-8）。

表 6.1-3 面一とちり有りの壁倍率とその比（詳細計算法）

モデル形状	幅（内法）	1715	1108	805	805	501
	高さ（内法）	2451	2451	2051	2451	2451
	アスペクト比	1.43	2.21	2.55	3.04	4.89
壁倍率 (1/30rad)	面一	3.54	2.86	2.13	3.06	1.78
	ちり有り	3.75	3.02	2.24	3.23	1.85
比	(ちり有り－ 面一) / 面一	+5.9%	+5.6%	+5.2%	+5.6%	+3.9%
壁倍率 (1/15rad)	面一	3.77	3.09	3.49	3.63	2.20
	ちり有り	3.92	3.21	3.64	3.78	2.27
比	(ちり有り－ 面一) / 面一	+4.0%	+3.9%	+4.3%	+4.1%	+3.2%

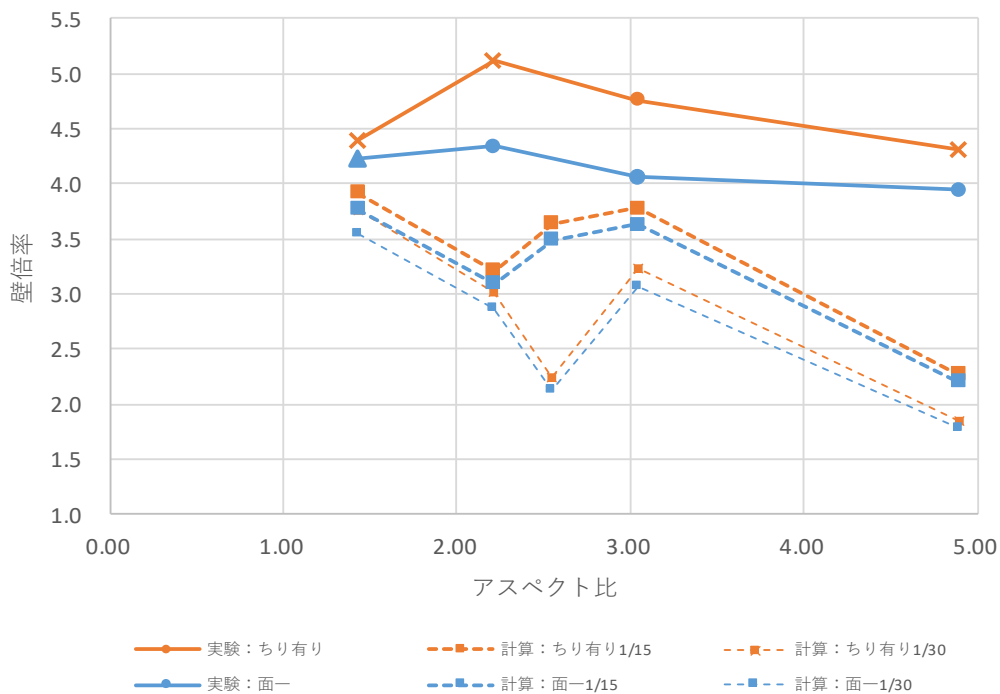


図 6.1-8 面一とちり有りの壁倍率（実験と詳細計算法の結果）

(4) 面一仕様のアスペクト比・面材の張り方と壁倍率の関係

表 6.1-4 に面一仕様の壁倍率とアスペクト比別の比 (A-3 : 高さ 2451・幅 805 を標準とした%) について、実験と詳細計算法の結果および張られている面材の大きさ・面積を示す。

実験値において、A-3 (アスペクト比 3.04) を基準とした時に、壁倍率の差が±2.5%に収まっているものは A-2 (アスペクト比 4.89) のみであった。ただし、それ以外の仕様についても、実験でみられるばらつきを考慮すると極端に大きな差ではなく、前にも述べたように解析においては 5%範囲に入ってくる可能性はあると推測できる。(大壁仕様の実験では最大 7.8%であった。)

表 6.1-5 に各試験体の破壊性状を示す。A-4 (アスペクト比 2.21)、A-1 (アスペクト比 2.55) の面材の変形の様子を見ると、大きな面材ではたわみやはらみだしが顕著で、小さい面材はその傾向が小さい。この影響により壁倍率が高く出ている可能性がある。表 6.1-4、表 6.1-5 を踏まえて、一定の面材の張り方の条件を整理することができれば、幅方向の寸法の違いは同一の仕様と判断できる可能性があると考えられる。

図 6.1-9 に横軸をアスペクト比、縦軸を壁倍率としたグラフを示す。また図 6.1-10 に横軸を面材部分の面積 (試験体寸法の幅 (内法) ×高さ (内法))、縦軸を壁倍率としたグラフを示す。

上記に示した破壊性状の傾向を踏まえると、A-4 (アスペクト比 2.21)、A-1 (アスペクト比 2.55) を除いた場合は、アスペクト比が大きくなるほど壁倍率が低くなる傾向が見られる。A-4、A-1 はこの傾向には乗らず壁倍率が高くなる傾向があり、破壊性状で見たように小さい面材が存在するため、その部分が耐えることで靱性が確保され、耐力の低下が緩和されている可能性がある。表 6.1-3 に、各仕様において最も大きな 1 枚の面材の面積を 1 とし、張られている面材の面積を比で示したものを示している。A-4、A-1 ではマーカーで示したように、面積比で小さい面材があるため、この影響があるものと推測される。

一方で、壁の面材の総面積が大きくなると壁倍率が下がるという仮説も成り立つ。そこで図 6.1-10 に面一仕様の壁倍率と面材部分の総面積の関係を示した。ここでは、仮説とは逆で面材部分の総面積が大きくなるほど壁倍率も大きくなっていることが読み取れる。真壁においては、面材部分の総面積よりもアスペクト比が性能に大きく影響している可能性が考えられる。

もし張られる面材の大きさが剛性・耐力に影響をするならば、以下のようなことが生じる可能性があるため、確認は必要となるか？

1. 3×6 板の面材をたて継ぎする場合とたて継ぎがない場合には、同一仕様であっても性能の差が大壁と比較して大きくなる可能性がある。
2. アスペクト比が同一の仕様 (相似形) であっても実寸法が異なる場合には、張られる面材の形状が異なるので、性能差が大壁と比較して大きくなる可能性がある。
3. 面材のたわみ・はらみだしが性能に大きく影響をおよぼすので、面材の種類や厚さが異なると、小さい面材が存在することで生じる影響の程度が異なる可能性がある。

表 6.1-4 面一の壁倍率と 2451-805 を標準とした場合の比（実験と詳細計算法の結果）






試験体番号		A-5	A-4	A-1	A-3	A-2
試験体 形状	幅（内法）	1715	1108 910+303	805	805	501
	高さ（内法）	2451	2451	2051	2451	2451
	アスペクト比	1.43	2.21	2.55	3.04	4.89
	面材部分の面積（m ² ）	4.20	2.72	1.65	1.97	1.23
壁倍率（実験値、平均値）		4.31	4.39	4.44	4.17	4.09
比（実験値、平均値）		+3.4%	+5.3%	+6.6%	0%	-1.9%
壁倍率（実験値、50%下限値）		4.25	4.34	4.39	4.06	3.94
比（実験値、50%下限値）		+4.7%	+6.9%	+8.1%	0%	-3.0%
壁倍率（詳細計算法）		3.02	2.47	2.13	2.90	1.76
比（詳細計算法）		+4.1%	-14.8%	-26.6%	0%	-39.3%
貼られている面材の 寸法（mm、上段） 面積（m ² 、中段） 各仕様で最大の面材に 対する面積比（下段）	855×1724	855×1724	808×1724	803×1724	499×1724	
	1.47	1.47	1.39	1.43	0.86	
	1	1	1	1	1	
	855×1724	855×724	808×324	803×724	499×724	
	1.47	0.62	0.26	0.60	0.36	
	1	0.42	0.19	0.42	0.42	
	855×724	248×1724				
	0.62	0.43				
	0.42	0.29				
	855×724	248×724				
	0.62	0.18				
	0.42	0.12				

※青字は試験体 1 の仕様、他は 3。

※赤字は 3 体中、受け材の留め付けが直列のものを除いた値。

※「比」は、「((A-○) - (A-3)) / (A-3)」で計算した値。

表 6.1-5 面一の試験体の破壊性状

A-5 アスペクト比 1.43	A-4 アスペクト比 2.21
	
A-1 アスペクト比 2.55	A-3 アスペクト比 3.04
	
A-2 アスペクト比 4.89	
	

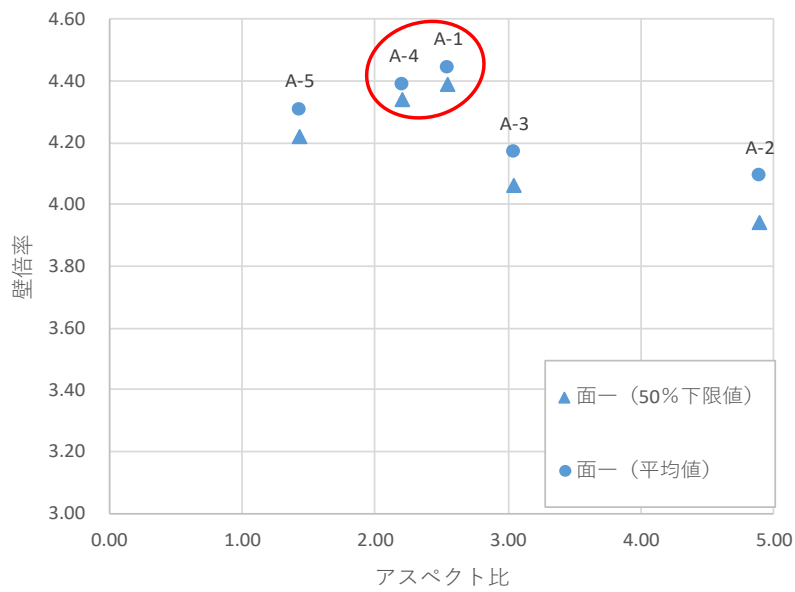


図 6.1-9 面一仕様の壁倍率とアスペクト比の関係

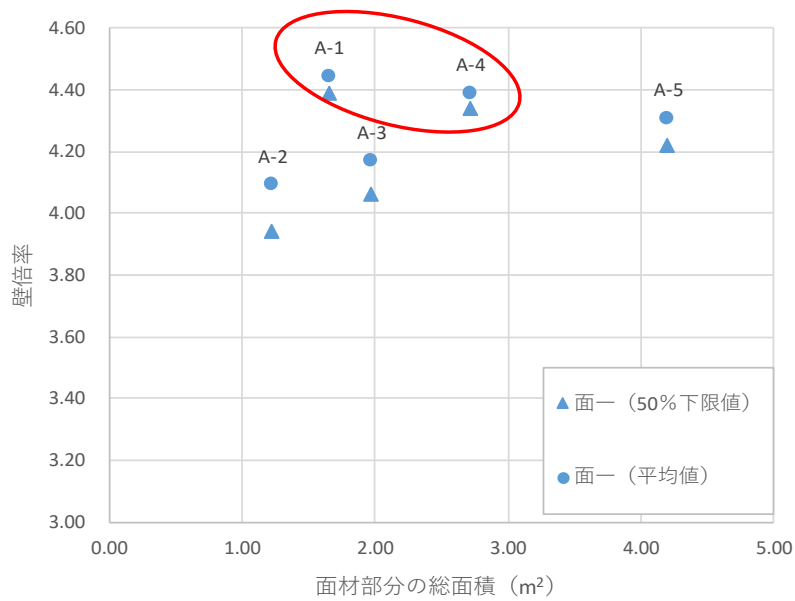


図 6.1-10 面一仕様の壁倍率と面材部分の総面積の関係

6.2 次年度へ向けた課題

今年度は、実験による検討では、6.1に示したように面一・ちり有りの仕様を同一とみなすには難しいことや、面一に限定しても張られる面材の大きさが剛性・耐力に影響する可能性があること等の知見が得られた。また、解析的検討では、4.4に示したように解析モデルの再現性を高めていくのが非常に難しい中で、まずは計算が止まらない解析モデルを構築できた。

これらを踏まえ、次年度では以下の課題に取り組む必要があると考えられる。

- ・ 今年度、解析モデルの妥当性の検証において、面材を縦に継ぐ仕様では実験結果はあるが解析結果が得られず、面材を縦に継がない仕様では実験結果はなく解析結果を得るという状況となった。そのため、面材を縦に継がない真壁の水平せん断試験による実験結果を得ること、一方で、引き続き、面材同士の接触を考慮した解析モデルの構築を進めることの両方が課題として挙げられる。
- ・ 今年度の実験では、面材に構造用合板を用いた。今回の実験結果、解析結果より面材のたわみ・はらみだしが性能に大きく影響を及ぼすので、面材の種類や厚さが異なると結果が異なる可能性がある。解析的検討を進める前に、実験によって面材の違いによる性能への影響を確認しておく必要がある。
- ・ アスペクト比による実験結果、解析結果の検証を行ってきたが、アスペクト比が同一の仕様（相似形）であっても実寸法が異なる場合には、張られる面材の形状が異なるので、性能差が大壁と比較して大きくなる可能性があることが分かった。特に、小さい面材が存在することで耐力壁の剛性等への影響が異なる可能性があり、こちらも解析的検討を進める前に、実験によって確認しておいた方がよいと考えられる。

第7章 添付資料

7.1 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2年6月25日(木) 15:00~17:00	Zoomによるオンラインミーティング
第2回	令2年11月5日(木) 15:00~16:30	同上
第3回	令和3年2月3日(水) 15:30~17:30	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	2020年6月25日 木曜日 15:00~17:00				
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
		後藤隆洋	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	青木亮	佐々木雄河	内海暉	
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 補助事業概要(交付申請書抜粋)

資料 03:実験全体計画

資料 04:真壁バリエーション整理

資料 05:令和2年度 実験用試験体図

資料 06:真壁耐力壁の詳細計算法での試算

資料 07:真壁耐力壁のFEM事前解析

参考資料 01: R01 成果報告パワポ

参考資料 02: 2020 基整促 S33 真壁_年間スケジュール

1. 国交省挨拶・今年度の事業の確認(資料 01、02)

- ・ 委員会のメンバーについては、一般社団法人建築性能基準推進協会の木質構造部会から日総試今西氏、建築研究所から山崎氏が参加。

2. 実験全体計画について(資料 03)

- ・ 実験計画において、高さ方向では、2800、2400mm の 1P=910 を実施し、幅方向では 606、910、1000、910+303、1820(2P) の高さ 2800mm を実施する。いずれも面材継手ありの仕様とし、面一をメインとして 3 体ずつ、ちり有りについては、1 体ずつ(1P=910 は 3 体)とする。予算上厳しければ、幅 1000mm は実施しない。
→昨年度の基整促 S27 の大壁の検討では、高さは 1800mm~としていた。今年度の真壁では、同一仕様と見なせる範囲が狭い可能性が高いため、高さ 2400mm で設定した。また幅についても同時に検討し、アスペクト比から検証した上で、高い方の条件を検討する。
- ・ その他、面材くぎ試験、受け材のくぎ試験、面材・軸材の圧縮試験等の材料試験も実施する。
- ・ 次年度は、高さ方向の検討、床勝ち仕様の検討、面材の種類・厚さ、面材くぎのピッチが大きい場合の検討、柱見付けが変わった場合の検討などを候補としているが、今年度の実験結果

によって検討方針を決定していく。

3. 真壁バリエーション整理について(資料 04)

- 資料 04 は、間柱・継手間柱(間柱等)の取り合いと受け材の寸法の関係、対象面と裏面(耐力壁の場合)の面材・受け材の納まりのバリエーションを整理したものである。ここでは床勝ちも含めて、どのようなバリエーションがあり得るか整理している。
- 本事業での検討対象としては、ツーバイフォーに倣って、間柱・継手間柱の奥行き寸法を 90mm とし、受け材勝ちとする。
- 過去の実験では、2P(1820mm)の壁において、間柱・継手間柱の奥行き寸法が 60mm と 90mm のもので実験結果に差があった。1Pであればあまり差がない可能性はある。真壁の実験結果を予測するのは非常に難しく、事業期間の 2 年で一定の結論を出すために、同一の仕様とみなしてよい可能性が高そうな条件を設定して検討を進めたい。
→奥行き寸法については、まずは 90mm で検討を進めてよいと思う。ただし、真壁和室のちり有りの納まりで柱が 105mm の場合は、片面のみが真壁であっても、仕上げで石膏ボード＋クロス、もしくはラスボード＋塗り壁といったことを踏まえると、奥行き寸法が 60mm でないと納まらない、もしくはちりがかなり小さくなるため、今後奥行き 60mm も検討の対象としていただきたい。なお、両面ちり有りの納まりは実用上あまりない。
- 間柱・継手間柱の納まりを受け材勝ちとすることについて、ツーバイフォーの場合と比較して考えると、ツーバイフォーは縦枠が軸力を負担し下枠材勝ち、軸組構造では軸力を負担しない間柱・継手間柱が受け材勝ちという考え方の差はあるが、耐力壁の性能という面では問題ないと思われる。
→外壁側でサイディングを間柱等にとめつけ、風圧力をうける場合、間柱の上下がせん断を受けることになるため、計算上では足りなくなるはずであるが、受け材勝ちとして本当によいのだろうか。国交省としてこのような仕様も認めるということでのよいのか。
→この場で明確に示すことは難しい。省内にて別途検討が必要となる。
→過去に解釈を変更した例として、床を張った上に筋かいを設けることができるようになったことが挙げられる。
- 実態としては、間柱・継手間柱と受け材では、受け材勝ちとすることが多いと思われるため、もし受け材勝ちが OK ということであれば、それを前提に検討をしていただくのは現場としてはありがたい。
- また、床とのおさまりは、大壁・真壁に関わらず、床に合板を張り、間柱・継手間柱は床勝ちとすることが増えてきている。プレカットでは合板に柱欠きはするが間柱欠きはしないことが多い。
- 壁幅は 2P(1820mm)までを対象とするのか。告示上は、例えば 4P の連続壁のようなものも可能であるが、そういった壁も検討対象とするのか。
→過去の実験では、2P でも 1P より性能が多少落ちる傾向が見られるため、本事業ではまず

は最大 2P(1820mm)までで検討を進める。

- ・ 木質面材は 9mm をベースとして検討するのか。
→まずは 9mm で検討する。どこまで広げることができるかは、次年度検討する必要がある。
- ・ 壁倍率は何倍ぐらいを狙っているのか。
→くぎを 100mm ピッチとしており、3～3.5 倍程度である。壁倍率は低い場合は、面材のブレース効果の影響が大きいため、今回は壁倍率が少し高めの条件としている。また、構造用合板・構造用パネルの告示仕様では、2.5 倍、3.3 倍があり、大臣認定を取得する場合は 3.3 倍以上を狙うことが多いのではないかと考えている。今回の検討では面材は合板を対象としているが、パーティクルボード、MDF など対象として欲しいという要望もあるかもしれない。ただ、パーティクルボード、MDF は告示上で 4.0 倍であるため、そもそも大臣認定を取得する必要があるのかが分からない。
→壁倍率が高い場合は、くぎではなくビスをしたい、受け材をスギではないものになりたい、という要望が挙がる可能性も考えられる。例えばビスの場合、性能や挙動がくぎとは異なるため、くぎで同一仕様として認められる範囲を、ビスにおいてそのまま適用することは難しく、別途検討が必要となると思われる。
- ・ 上記を踏まえて、真壁の仕様の実態や需要について、木住協の会員を対象にヒアリングの協力を依頼する。
→事務局にて、質問事項等を整理し木住協に提出。協力者が見つければ、8 月頃に実施予定。

4. 試験体図について(資料 05)

- ・ 試験体図では、面材同士の隙 2mm、軸材と面材の隙が 1mm(土台と面材は 0mm)と書かれているが、面材同士の隙は空けるのが一般的なのか。
→一般的な試験体や大臣認定の試験体でも、試験体図と同様に隙間を空けていることが多い。隙間の寸法は、面材同士の隙 2～3mm、軸材と面材の隙 1～2mm 程。
→住宅施工の現場では、認定書に基づきスペーサーを挟み、隙を確保している。面材の伸び縮みに対応可能なように隙を空けている。
→試験体施工時に、面材のカットのばらつき、軸材のばらつきを考慮すると、パネルと軸組の隙を 1mm で管理するのは、施工が非常に難しいのではないか。そのため、本試験体では施工誤差を許容することとし、試験体製作時に各隙を計測・記録しておく(隙間の寸法は現在の試験体図の通りとしておく)。
- ・ 受け材のくぎピッチが 100mm となっているが、くぎが多いのではないか。
→告示の 3.3 倍のもので 200mm ピッチ、4.0 倍のもので、120mm ピッチであることから、それらよりも確かにくぎの本数は多い。今回の実験の目的や解析の観点からできるだけ受け材の動きを抑えたいと考えている。ただ、過去の基整促での実験でのピッチや受け材のすべり等を確認し、見直すようにする。試験体施工時まで検討しておく。
- ・ 間柱の位置について、資料 06・07 の解析(次項)では面材の中心で割り付けている(解析上、中通りのくぎを面材の中心としたいため)が、試験体図では柱の芯々で均等に割ったスパン

(例えば柱の芯々が910なら柱-間柱の芯々が455)で間柱・継手間柱を割り付けている。実態としてはどちらの仕様としているのか。

→実態としては基本的には試験体図の通り、柱の芯々で均等に割ったスパンで間柱・継手間柱を配置する。

→実態に合わせて試験体図はこのままとする。なお、面材のくぎの留めつけにあたって、間柱と胴つなぎの接合部にくぎがこないよう、くぎのピッチを調整する。

5. 詳細計算法での試算、FEM 事前解析について(資料 06、07)

- ・ 資料 06 は、試験体図(資料 05)をベースとした仕様で、グレー本に基づき詳細計算法で試算した結果を示したものである。高さ、幅でそれぞれ性能差が大きい結果となった。 $0.2Pu/Ds$ の値のばらつきの影響が大きい。
- ・ 試算にあたっては、間柱の位置について、面材の中心で割り付けている。
- ・ FEM 解析については昨年度に引き続きモデル化の検討を進めている。くぎが引き抜けていく場合のモデル化の考え方について、今年度検討を行う。また、今年度の実験で軸材や面材の要素実験も行い、それら値を利用して、モデルの精度を上げる。

6. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第 2 回委員会 11 月 5 日 15:00～ @ZOOM
- ・ 第 3 回委員会は 2 月上旬を予定し、詳細日程は第 2 回委員会時に決定する。

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	2020年11月5日 木曜日 15:00~16:30				
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
		後藤隆洋	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	青木亮	佐々木雄河	内海暉	
事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美		

配付資料

資料 01: 前回委員会議事録(6/25)

資料 02: 真壁試験結果速報

資料 03: 真壁耐力壁の詳細計算法での試算

資料 04-1: 要素実験計画全体構成

資料 04-2: 部材実験計画 20201029

資料 05: 事前解析 1029

資料 06: 1102 ヒアリング内容整理

資料 07: 2020 基整促_S33 壁量_年間スケジュール

1. 議事録の確認(資料 01)

- ・ 前回議事録の、面材の隙に関する議論の中で、大臣認定の試験体において面材の隙について規定があるように読める部分があるが、そういったことはない。以下のように修正。
(修正前)→大臣認定の試験体では、試験体図と同様に隙間を空ける。隙間の寸法は、面材同士の隙 2~3mm、軸材と面材の隙 1~2mm 程で、評価書の添付書類にも明記されている。
(修正後)→一般的な試験体や大臣認定の試験体でも、試験体図と同様に隙間を空けていることが多い。隙間の寸法は、面材同士の隙 2~3mm、軸材と面材の隙 1~2mm 程。**性能協木質部会で、隙間の寸法を決めた内規はなく、評価機関の委員会で判断している。**

2. 真壁実験結果速報(資料 02)

- ・ 10月に実施した真壁実験の結果を事務局より報告。今後、実験のとりまとめを進めることと、グレー本の詳細計算法による試算(資料 03に今回の実験仕様を追加)との比較等を進める。
- ・ 使用している面材の仕様は何か。
→全層カラマツの3プライを使用した。報告書にまとめる際には、構成を見直し、材料等の仕様を冒頭に示す。
- ・ 面材の接触はどの程度の変形の時に生じていたのか。
→隙が1mm程度であることから早い段階で接触していたものと考えられる。前回委員会での

指摘にもあったように、施工時の隙については計測・記録をしている。ちなみに、面材のカットを現場で行っていたこともあり、隙が均一になっているわけではない。

- ・ 図 1 に示すグラフを見ると、高さ 2400mm 幅 910mm の仕様(A-1、B-1)の場合のみ面一の方が壁倍率が高い。なぜか。
→詳細な分析がまだできていない。ただ、ちり有り(B-1)では早い段階で面材の座屈が生じていたため、その影響があると思われる(図 7 包絡線参照)。また、高さ 2800mm 幅 910mm の仕様(A-3、B-3)を見ると、同じくちり有り(B-3)で座屈が生じているが、 $1/15\text{rad}$ に近いところで座屈していることや、そもそもちり有り(B-3)の方が初期剛性や最大耐力が高い。上記を踏まえて、結果の整理を進める。

3. 要素実験の概要について(資料 04)

- ・ 要素実験の全体像と、試験計測計画等について事務局より報告。要素実験は 12 月頃に実施予定。
- ・ ③の部分圧縮試験のうち、ちり有りを想定した「中央圧縮」について、今回の真壁実験でのちり有り仕様とはちり寸法(6mm)が異なる。「端部圧縮」の結果と合わせて、今回のちり有り仕様の性能を補間して決定するという考え方が。
→ご指摘の通り今回の試験体の仕様を再現しようとするのであれば、ちり寸法 6mm の圧縮試験が必要と思われる。ただし、まずは、資料 04 に示した「中央圧縮」で実験を進め、「端部圧縮」の結果を含めて解析に反映していく方針で進める。検討結果次第では、追加試験が必要な可能性も考えられる。
- ・ ③の部分圧縮試験は、各 6 体実施するとのことであるが、端部圧縮は材料の繊維の傾きに影響をうけるため、結果がばらつく可能性がある。

4. 事前解析について(資料 05)

- ・ 現在の解析モデルの進捗について五十田委員より報告。現在の解析モデルでは、解析が途中で止まってしまうため、面材のめりこみが原因になっているか確認しているところ。もし面材のめりこみが原因となっている場合は、ソリッドでの解析をやめて、マルチスプリングのようなモデルに修正することを考えている。
- ・ 解析条件に面材のせん断剛性を入れていると思われるが、今後 MDF や OSB、樹種の異なる合板などのせん断剛性の異なる面材に置き換えた際に、どの程度影響があるのか解析上確認することができるものと思われる。
→初期剛性に影響するため、せん断剛性の高い面材になった場合は、 $0.2P_u/D_s$ の値が高くなると考えられる。なお、OSB・MDF と合板のせん断剛性の差に比べると、合板の樹種違いによるせん断剛性の差はほとんどない。
- ・ 早く面材がめりこみを始めてしまうと、筋かい効果が大きくなり、くぎのピッチがあまり関係なくなる可能性もある。解析がうまく再現できてれば、そういった検討もできるとと思われる。
- ・ 解析条件を見ると、梁は等方性となっているので、現在の解析では梁の方のめり込みはそれほど考慮していないということになるか。

→そういうことになる。まずは現在の解析モデルを完成させ、その後梁のめり込みも考慮したモデルに変更できるよう検討を進める。

5. 真壁バリエーションに関するヒアリングについて(資料 06)

- ・ 木住協にご協力いただき真壁のバリエーションに関する実態や要望等のヒアリング結果を事務局より報告。
- ・ 要望の一部に壁高さ 1.35m というものがあるが、これは 2.7m 階高の半分のもので欲しいというもので、かなり特殊な例であると思われる。実用的には 1.8~2m 程度からでほとんどの物件がカバーできると思う。
- ・ 資料 06 にあるように、実態としては面一の利用が多い。真壁和室が少なくなっていることから、ちり有りが必要な場面が少ない。

6. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第 3 回委員会 2021 年 2 月 3 日(水) 15:30~ @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	2021年2月3日 水曜日 15:30~17:30				
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
		後藤隆洋	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	青木亮	佐々木雄河	内海暉	
事務局	平野陽子	山崎渉	佐々木留美		
<p>配付資料</p> <p>資料01: 前回委員会議事録(11/5)</p> <p>資料02: 報告書目次案</p> <p>資料03-1: 真壁実大実験の報告(報告書第2章)</p> <p>資料03-2: 真壁実大実験の報告(報告書6.1)</p> <p>資料04: 真壁解析モデルのための要素試験の報告(報告書第3章)</p> <p>資料05-1: 事前解析(詳細計算法)</p> <p>資料05-2: 有限要素解析(0203資料)</p> <p>資料06: 2020 基整促_S33 壁量_年間スケジュール</p> <p>1. 議事録の確認(資料01)</p> <p>2. 真壁実大実験の報告(資料03シリーズ)</p> <ul style="list-style-type: none"> 10月に実施した真壁実験の結果について、今年度実験のまとめを事務局より報告。 面外座屈がどの程度の変形角で起きているか分析はできているか。 → ちり有りの試験体では、包絡線で最大荷重が急に落ちているところで座屈が生じているため、包絡線を確認すれば座屈が起きた変形角は分かる。面一の試験体では座屈は生じていない。 → 面材同士がぶつかることによって早い段階で座屈が生じる場合があるなど、座屈が生じるタイミングはばらつく。 <p>3. 要素実験の概要について(資料04)</p> <ul style="list-style-type: none"> 各要素実験の材料は、真壁試験体と同じものと考えてよいか。 → 資料03-1で示した真壁実験の試験体から切り出したもので各要素実験を行っている。報告書では、試験体からの切り出し記録および材料の仕様を追加する。 					

4. 解析の進捗について(資料 05 シリーズ)

【詳細計算法による試算について】

- 資料 05-1 は、今回実施した実験と同じ仕様の真壁の壁倍率を詳細計算法により算出したものである。詳細計算法では、変形 1/30rad、特定変形角時耐力は P1/150 で算出されるが、今回の真壁実験に合わせて変形 1/15rad、P1/120 も算出し、実験結果との比較を示した。
- 資料 05-1 p3 での実験結果との壁倍率の比較で、アスペクト比が 2 付近と 5 付近で実験結果と算出結果が大きく異なる。
 - 壁倍率は特定変形角時耐力で決まっている。これは詳細計算法で設定している面材同士、面材と軸材の接触の状況と、実験での接触の状況の違いが影響していると考えられる。実験と解析が合わない原因について、報告書に考察を示しておく。
 - 特定変形角時耐力はアスペクト比で 4 以上になると小さくなる。ストラット効果の影響を受けるため、アスペクト比が異なると特定変形角時耐力も大きく異なる。

【有限要素解析による結果について】

- 資料 05-2 は、有限要素解析の進捗状況を示したものである。昨年度実施した大壁の解析との比較も合わせて示している。解析結果においても、大壁に比べ真壁の方がばらつきが大きいことが伺える。また、資料 05-2 p7 のグラフで、幅 1820 で実験と解析の値が大きく異なるのは、実験は幅方向に面材が継がれているが、解析は 1 枚の面材としているためである。
- 解析モデルにおいて、面材の分割が難しいことは理解できる。大壁の解析の際には面材の分割はできていたのか。
 - 大壁ではできていた。真壁の場合は、分割した面材同士の接触の計算が増える等の影響により、実態を再現したモデル化が難しい。
- この解析モデルでは、受材と柱の間がずれるようになっているか。
 - 今回のモデルでは受材と柱の間は固定としている。詳細を検討するのであれば、受材と柱の固定の違いを確認するようなパラスタを実施したいところであるが、今回は難しい。

5. その他

- 最終報告書は、国交省への提出が 3 月 15 日(先方着)となる。その後修正等を行い、最終版の報告書は 4 月上旬頃にデータを送付する予定。
- 来年度の計画について、要望等があれば事務局へ連絡。

7.2 ワーキンググループ、要素実験打合せ議事録

本事業で実施した WG、要素実験打合せは以下の通りである。

	日 時	場 所
第 1 回	令和 2 年 5 月 25 日 (月) 10 : 00 ~ 12 : 00	Zoom によるオンラインミーティング
第 2 回	令和 2 年 6 月 19 日 (金) 17 : 30 ~ 19 : 30	同上
第 3 回	令和 2 年 7 月 10 日 (金) 10 : 00 ~ 12 : 00	同上
第 4 回	令和 2 年 9 月 10 日 (木) 10 : 00 ~ 12 : 00	同上
第 5 回	令和 2 年 10 月 29 日 (木) 10 : 15 ~ 12 : 00	同上
第 6 回	令和 2 年 12 月 4 日 (金) 18 : 00 ~ 20 : 00	同上
第 7 回	令和 3 年 1 月 27 日 (水) 16 : 00 ~ 18 : 00	同上

	日 時	場 所
要素実験 打合せ	令和 2 年 9 月 23 日 (水) 18 : 00 ~ 19 : 00	Zoom によるオンラインミーティング

次ページから、WG、要素実験打合せの議事録を掲載する。

第1回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討WG

日時	2020年5月25日 月曜日 10:00~12:00
場所	ZOOM
委員	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 協力委員:荒木康弘、秋山信彦 行政:青木亮、佐々木雄河 事務局:平野陽子(議事録作成)、山崎渉
配付資料	資料01:関係者名簿 資料02:S33補助事業概要(交付申請書抜粋) 資料03:R01成果報告パワポ 資料04:R01報告書まとめと今後の課題 資料05:真壁バリエーション整理 資料06:面材耐力壁の挙動の見える化と抵抗機構—大壁、真壁、引き寄せ金物について 資料07:研究計画メモ(五十田メモ)
1. 今年度の事業の確認(資料01、02、03、04)	<ul style="list-style-type: none"> 委員会のメンバーについては、一般社団法人建築性能基準推進協会の木質構造部会から大臣認定の評価側の組織の代表が参加→住木センター、ハウスプラス
2. 検討対象とする真壁の仕様についての検討(資料05、資料07)	<p>【間柱と継手間柱(面材が継がれる位置にある間柱)の横架材との関係について】</p> <ul style="list-style-type: none"> 継手間柱が受材に留め付けられる仕様についても、継手間柱の断面寸法が一定以上であれば、負担するせん断力に対して問題は無いのではないか。2×4は、原則このような納まりとなる。 見付の寸法は一般的に間柱30mm以上、継手間柱45mm以上で施工されているので、その寸法以上と条件を付ければ問題無いと思われる。(2×4は38mm) 奥行きについては、裏面がどのような仕様の壁になるかによるが、60mm以上としておけば、105mm角の柱でも両面真壁が可能なので、問題無いのでは。また、性能的にも60mm以上は確保したい。(ツーバイフォーは89mm) <p>【その他の仕様について】</p> <ul style="list-style-type: none"> 検討内容をシンプルにするために、今年度は、床勝ちのものは外して検証する。真壁の場合、床勝ちだと性能が1割近くは必ずアップすることが既に確認できている。(面材が横架材を割ったり踏み外したりする破壊性状が無いため。) 面材の位置は、「面一」と「ちり有り」を想定して実施。

- ・ 面材の位置は、面材耐力壁の4周ともが同じ納まりでは無い場合もありえるが、まずは、全面一、全面ちり有りで検証を行う。
- ・ その他、検証する仕様等については、別紙を参照。(資料07にWGでの検討を追記したもの)。

4. 次回までに実施または着手すること

- ・ 検討する仕様として、どのような耐力壁の組み合わせがあるか(表面と裏面)の壁倍率の整理(壁倍は合計5.0倍まで) →事務局担当
- ・ カネシンとカナイの試験場で実施できる試験体の高さの限界を確認 →青木
- ・ 実験対象の仕様をグレー本の詳細計算法にて事前解析を行う。その際に必要な材料実験およびその方法を提案 →加藤
- ・ FEM解析で現在どの要素までを再現できるか等を整理 →加藤

5. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第1回委員会、第2回WGは、以下の日程を候補に調整。
6月19日 17:30～、6月25日 13:00～、15:00～
→6月25日 15:00～に決定

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
令和 2 年度の研究計画メモ

05/25/2020 五十田+WG

今年度実施する内容（案）

高さ：3 種類

幅：3 種類

面材位置：面一（メインに検討）、ちり有り

両面で 5.0 倍の仕様をイメージして、片面 3.0 倍ぐらいで実施。

試験体数（ ）はちり有り；仕様の詳細と優先順位は委員会で確認

	低い (2400) 面材継手無し	標準 (2800) 面材継手有り	高い (3200) 試験場所の限界 面材継手有り
狭い (1P=606)	1 (1)	3 (1)	1 (1)
標準 (1P=910)	3 (1)	3 (3)	3 (1)
(1.5P)継手間柱			
標準 (2P=1820) 継手間柱 横張りはニーズがあるか？	1 (1)	3 (1)	1 (1)

合計 面一 19 体+ちり有り 11 体 =30 体

- ・ 高さ→欲しい範囲は?? (試験機関・ユーザーのニーズ確認)
- ・ 面材同士の隙間 1~2 mm
- ・ 面材と横架材の隙間 上・左右の 3 方は 1~2 mm
- ・ 今年度は、標準±400 mmで実施。予算の関係で、なるべく安く実施可能な試験場の最高高さから決める。

来年度に検討すべき内容（案） 今年度の結果を踏まえて・・・

- ・ 高さの幅を広げて実験を実施 (at BL 等) and or 仕様の幅を広げる (床勝ち等)
- ・ 面材の種類・厚さ (筋かい効果で真壁だと大壁よりも影響が出やすいか?)
- ・ 面材くぎのピッチが大きいと (性能が低いと) 筋かい効果が出やすい
- ・ 柱の見付が変わると縦横比が変わるため、性能が変わるか (狭い 606 で確認すれば大丈夫?)

事前に確認 モデル化

グレー本 詳細計算法 (面材と横架材の隙間 上・左右の 3 方は 1~2 mmが前提)

FEM → 現状でどこまでできそうかを整理

その他

※使用する材料データ (面材くぎ等) のデータの計画が必要 どの試験方法で実施するか。

第2回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討WG

日時	2020年6月19日 金曜日 17:30~19:30
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
	事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美

配付資料

資料 01-1:WG01 の議事録(5/25)

資料 01-2:WG01 の議事録(別紙)

資料 02-1:真壁バリエーション整理

資料 02-2:真壁仕様整理

資料 03:試験体図

資料 04:詳細計算法での試算

資料 05:真壁耐力壁の FEM 事前解析

資料 06:真壁仕様と真壁床勝ち仕様に係る性能評価の取扱いについて

1. 前回議事録の確認(資料 01-1)

2. 実験計画の検討(資料 01-2、資料 03、資料 06)

【実験計画に関する議論(床勝ちを含む)】

- ・ 資料 6 にあるように床勝ちの検討も含めるように、国交省から要望があった。
→研究計画メモ(資料 01-2)の来年度検討すべき内容(案)に床勝ちの検討を含める。
- ・ 基整促 S27 では、床勝ちを検討の対象としないとされた。ただし、床材の厚さ、留めつけるくぎの長さ、ピッチによって検討が必要かもしれないという議論があった。
→過去の大臣認定時のデータを整理すると、面一仕様の真壁において床勝ちで 1 割弱強くなる実態があった。ちり有りになれば、面材の踏み外しや土台の欠け等が生じず、このような差が生じない可能性がある。
- ・ 面一の場合、材料や施工精度の影響などにより、実験結果が非常にばらつく。過去に、大臣認定取得時にばらつきが大きくでたものについては、認定しないものもあった。今回の実験では、面一のばらつきが大きく同一認定とは見なせない、という結論となるのではないかと考えている。そのため、まずは面一の仕様をメインとして実験結果を示す。
→ニーズを無視して工学的な判断をするのであれば、ばらつきが小さいと考えられるちり有りの仕様での合理化が先行する可能性がある。

- ・ また、真壁においては、2P(1820)試験体は同一仕様にはならないのでは、と考えている。
- ・ 試験体の間柱・継手間柱の奥行き寸法は、まずはツーバイフォーと同程度の 90mm とする。奥行き寸法が 60mm のニーズがあれば来年度検討する。

【真壁試験体について】

- ・ 予算上、前回 WG で決定した試験体数 39 体から 26 体程度に減らす必要がある。
→修正した実験計画については別紙参照。
- ・ 高さ方向については、標準(2800)、低い(2400)を実施する。
→試験体が高い(3200)仕様については、今年度は実施しない。今年度の実験結果を踏まえて、来年度の実験として進めるかどうか検討する。
- ・ 幅方向については、606、910、1000、1213(910+303)、1820mm とする。なお、1000mm については、他の実験結果からアスペクト比での検証が可能であることも踏まえて、実施についての優先順位は低い。
- ・ フレームの試験体は標準(2800)の幅 910 の 1 体とする。
- ・ 各部の仕様として、継手間柱、間柱は奥行き 90mm とする(合わせてちり寸法も変更)。ホールダウン金物は、詳細計算法による事前解析結果を踏まえ、柱脚側を 60kN に変更する。
- ・ 試験体材料については、昨年度と同様に同ロットのもので揃える。面材についてもロットを揃える必要があるため、幅 1000 の実験を行う場合には、1000 モジュールのもので揃える。いずれも 1~2 割程度多めに発注し、試験体施工時は、昨年度と同様に密度を計測し、材を選別して試験体を製作する。
- ・ 実験については解析結果を待たずに委員会にて承認後、発注等を進める。

【材料関係の試験について】

- ・ 解析に必要な材料関係の試験としては、以下を実施する。
 - ①面材くぎ試験 3 体
 - ②受け材のくぎ試験(ロケット型)
 - ③柱・面材の圧縮試験
 - ④材のヤングの計測
- ・ ②、③、④の試験体は、試験後の真壁試験体から、材料を切り出して製作。どういう試験体とするかは今後検討。(担当:加藤)
- ・ ②のうち受け材については、試験後の真壁試験体からの切り出しが難しいため、加工時の端材とする。
- ・ 接合部引張、接合部曲げ試験は実施しない。

3. 真壁のバリエーション整理について(資料 02 シリーズ)

- ・ 検討する仕様として、どのような耐力壁の組み合わせがあるか(表面と裏面)の壁倍率の整理(壁倍率は合計 5.0 倍まで)を行った(資料 02 シリーズ)。この資料をもとに、実際用いられることの多い仕様や、使わない仕様等についてヒアリングを実施する。ヒアリング先は木住協とす

る。

→別途事務局より木住協逢坂氏に依頼済。委員会の際にも概要を説明する。

4. 解析関係の進捗について(資料 04、05)

- ・ 詳細計算法での結果(資料 4)を見ると、幅方向の性能の違いが大きい。
→0.2Pu/Ds が影響しているものと思われる。
→資料 4 で示されている Py、P150、0.2Pu/Ds のデータに、単位長さあたりの値を追加して、改めて確認する。
- ・ グレー本では面材の縦継ぎの計算方法は記載がないため、それぞれの面材を計算して足し合わせたものとしている。
→グレー本の作成時に面材の縦継ぎの検証も実施したが、住木センターが真壁の縦継ぎを認めていないためグレー本には記載がない。
- ・ 計算が煩雑にならないよう、試験体図(資料 3)とはくぎの中通りの留めつけ位置(間柱の位置)を変更している。
→試験体は柱ピッチの中間に間柱を配置している。実験はどちらに合わせるのがよいか委員会で意見を募る。

5. 委員会への準備等

- ・ 本 WG での議論・実験計画に基づいて、試験体図を修正(担当:事務局)。
- ・ 詳細計算法での結果に、単位長さ当たりのデータを追記(担当:加藤)。
- ・ 他の委員会資料として、本 WG 資料(追記・修正を反映したもの)+今年度の事業概要、昨年度成果報告のパワポとする。
- ・ 委員会では、今年度事業説明・実験計画説明に加えて、真壁ヒアリングに関する説明、試験体の間柱位置について、委員の方々に意見を募る。

6. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第 1 回委員会 6 月 25 日(木) 15:00~17:00
- ・ 第 3 回 WG 7 月 10 日(金) 10:00~12:00

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
 実験全体計画（令和2年度～3年度）

2020/06/25

●検討する内容（案）

高さ・幅は以下の通り

面材位置：面一（メインに検討）、ちり有り

両面で5.0倍の仕様をイメージして、片面3.0倍ぐらいで実施。

試験体数（ ）はちり有り；仕様の詳細と優先順位は委員会で確認

赤字は今年度実施/青字は今年度の結果を見て来年度実施

幅方向	低い (2400) 面材継手有り	標準 (2800) 面材継手有り	高い (3200) 面材継手有り
最小幅 606		3 (1)	1 (1) 未定
標準 (1P=910)	3 (3)	3 (3) + フレーム 1	3 (3) 未定
1000		3 (1) ※優先順位低	
910+303		3 (1)	
910+455			
910+600			
標準 (2P=1820) 継手間柱タイプ		3 (1)	1 (1) 未定

合計 実大実験：面一 18体+ちり有り 10体+フレーム 1本=29体

幅 1000 については、予算の関係で来年度にまわす可能性あり。

面材くぎ実験 3体

- ・ 高さ→欲しい範囲は??（試験機関・ユーザーのニーズ確認）
- ・ 面材同士の隙間 1～2 mm
- ・ 面材と横架材の隙間 上・左右の3方は1～2 mm

●来年度に検討すべき内容（案） 今年度の結果を踏まえて・・・

- ・ 高さの範囲を広げて実験を実施（今年度のアスペクト比の関係を確認し）
- ・ 床勝ち仕様の検討（面一の場合は床勝ちかどうか性能を大きく左右する 国交省からの要請あり）
- ・ 面材の種類・厚さ（筋かい効果で真壁だと大壁よりも影響が出やすいか？）
- ・ 面材くぎのピッチが大きいと（性能が低いと）筋かい効果が出やすい。ただし、告示でカバーできるので、ニーズは無い？
- ・ 柱の見付が変わると縦横比が変わるため、性能が変わるか（狭い 606 で確認すれば大丈夫？）

第3回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討WG

日時	2020年7月10日 金曜日 10:00~12:00
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
	事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美

配付資料

資料 01-1:WG02 の議事録(6/19)

資料 01-2:委員会 01 の議事録(6/25)

資料 02:試験体一覧・試験体図

資料 03:詳細計算法での試算(委員会提出分)

資料 04:受け材くぎピッチ 参考資料

参考資料 01:釘打ちされた面材大壁の面材のせん断座屈とせん断破壊を考慮したせん断設計法に関する研究

1. 前回 WG 議事録、委員会議事録の確認(資料 01)

- ・ 委員会議事録を以下の通り修正
面材のブレース効果の影響が大きくなり解析に反映するのが難しくなるため、
→の仕様と見なせる範囲が限られるため

2. 試験体図の詳細(資料 02、04)

【試験体の仕様】

- ・ 2P=1820 の試験体について、継手間柱の芯から幅方向に 100mm の位置に土台を座ぼりし、アンカーボルトを設ける。(業務方法書通り)
- ・ 高耐力用の両ねじボルトの長さや試験装置の関係から、脚部のホールダウン金物の高さ位置は、土台上面からホールダウン金物の下端までを 200mm とする。(昨年度基整促 S27 において、同じ金物を用いた真壁試験体では 150mm、Z マーク金物を用いた大壁試験体では 50mm となっている。)
- ・ 第1回委員会で指摘のあった受け材のくぎピッチは、現図面(資料 03)での 100mm から 150mm に変更する。
 - ・ 資料 04 には参考として現在の告示のくぎピッチと過去の実験のくぎピッチを示している。
 - ・ 試験で設定した受け材のくぎピッチが、同一仕様とみなす場合の条件となってしまう可能性がある。

- ・ 告示仕様では壁倍率 3.3 倍のときに受け材のくぎピッチは 200mm である。今回の試験体は資料 03 の詳細計算法での試算では、壁倍率はおよそ 3.3~3.4 倍で、P1/150 で決まっているが、Py が P1/150 の 1.5~2 倍程度となっている。実験では P1/150 以外で決まる可能性があり、壁倍率がもう少し高くなることも考えられるため、150 mmピッチとする。

- ・ 実験時に受け材の浮き上がりが大きくなるようであれば、くぎピッチを見直す。
→性能が最も高い 2P 幅=1820mm の試験体を最初に実施し、くぎピッチの見直しを判断する。

3. 解析関係の進捗状況

- ・ 現在のモデルは、面材くぎと受け材が面外方向に同じ変形をするモデルとなっているため耐力が落ちない。また、面材の角部分のくぎの面外方向の拘束を解除しても、角部分以外のくぎの影響により、面材が土台から脱落するような変形にならない。これらの影響によって解析結果が実験と合わない。面材くぎの引き抜きのデータがあればそれを解析モデルに取り込みたいと考えている。
→くぎの引き抜きのデータが黄表紙に出っていたのでそれを利用してはどうか。(秋山委員より参考資料 01 提供)
- ・ 軸組の圧縮(面材による中央部分圧縮・端部部分圧縮、全面圧縮)について、FEM 解析の結果と実験値が合わないため、今年度も軸組の圧縮実験を行いそのデータを真壁の解析に利用することでよいか。
→実際の動きを再現するという今年度の解析方針としてはそれでよいと思われる。ただし、圧縮の解析結果と実験値が合わないのは、今後の課題となる。
- ・ 軸組の圧縮の解析ではヤング、せん断弾性係数はどのような値を用いているのか。
→ここではデータを用意できていないので解析条件等については次回 WG で示す。

4. 要素試験について

- ・ 受け材のくぎのせん断試験(ロケット型)は単調載荷とする。
- ・ 面材の圧縮、軸材の圧縮、ヤングの計測に用いる試験体は、壁試験体終了後に切り出す。
→試験体寸法、試験体採取位置等を指示する(担当:加藤)

5. その他

- ・ 次回 WG では、下記の項目について検討。
 - ・真壁試験の開始前状況報告
 - ・要素試験の試験体加工について
 - ・事前解析の進捗状況
 - ・真壁バリエーションに関する木住協へのヒアリング結果報告

【次回以降の予定】

- ・ 第4回WG 9月10日(木) 10:00~12:00
- ・ 第2回委員会 11月5日(木) 15:00~17:00

第4回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討WG

日時	2020年9月10日 木曜日 10:00~12:00
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
	事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美

配付資料

資料 01-1:WG03 の議事録(7/10)

資料 02-1:真壁実験スケジュール

資料 02-2:真壁試験体リスト・試験体図

資料 02-3:試験方法・測定計画

資料 03-1:部材実験計画

資料 03-2:要素試験体リスト・切り出し図

資料 04:真壁バリエーション 調査

資料 05:要素解析

1. 前回WG議事録の確認(資料01)

2. 真壁試験のスケジュール・試験方法(資料02シリーズ)

- ・ 実験のスケジュールが、現在は試験体番号順となっているが、高さが同じものを続けて試験できるように順番を変更した方がよいのではないかと。途中で高さを入れ替える必要があると、加力装置の変更等でかなり手間がかかる。
→試験実施スケジュールを再度検討し、納品変更の手配を進める。
- ・ 加力計画については、資料02-3の通り昨年度と同様とする。

3. 要素試験の詳細(資料03シリーズ)

【今回の提案以外で実施する候補に挙げられたもの(資料03-1に追加)】

- ・ 以下の候補については、試験体寸法・試験方法の検討を進める(担当:加藤)。
 - ・ 面材-受材くぎせん断試験(ロケット型)
 - ・ 面材の面内せん断試験(Two rail shear 法)
→東大にて実施予定。試験体寸法は600×400mm。
 - ・ 面材の面外曲げ試験
 - ・ 梁と受材留めつけくぎせん断試験
 - ・ 梁の縦圧縮試験

- ・ 梁の横圧縮試験
- ・ 梁の軸組圧縮試験
- ・ 梁の曲げヤング係数測定試験
→念のため計測しておくもので、解析の値を決定する際の参考とする。フレームの試験体から切り出す予定。
- ・ 梁のせん断弾性係数測定試験
→念のため計測しておくもので、解析の値を決定する際の参考とする。どの試験体から切り出すかは要検討。
- ・ くぎの引き抜き(受材と合板)
→試験方法について要検討
- ・ くぎの引き抜き(受材と横架材)
→この部分は浮き上がらないようくぎピッチを決定しているが、真壁試験体の高さによってはくぎが引き抜ける可能性が考えられる。念のため実施しておく。

【試験体数の考え方・方針】

- ・ 要素試験体は、資料 03-2 に示すように壁がない部分の土台と、添え柱から切り出すこととしているが、追加される試験が増えることから、その他の部分を利用することとする。試験体数については、これらを総合的に判断して決定する。

【各要素試験についての意見】

②縦圧縮試験

- ・ JIS Z 2101 では、試験体の両端から、正方形断面の一辺の長さの半分以上の距離をとったところに標点を定めることとしている。本試験体では、試験体の両端から 52.5mm としており、結果として標点距離は 105mm となっている。
→試験が実施しやすいよう標点距離を 100mm として進めてはどうか。(試験体両端から 55mm)
→標点距離を修正する。
- ・ 変位計の精度によってはうまく計測できない場合も考えられるため、ひずみゲージで計測したほうがよいのではないか。
→京大で過去に実施した同様の試験では、変位計とひずみゲージでほぼ同じ値となっている。念のためひずみゲージも貼る。

③横圧縮試験

- ・ ②と同様にひずみゲージも貼る。
- ・ 試験体寸法(50×50×105mm)は JIS Z 2101 を参考に決定した。
→結果に影響はないと考えられるため、加工手間を考慮し 105×105×105mm に変更する。

④軸組圧縮試験

- ・ 合板ではなく鉄板で加力するのはなぜか。
→合板の変形の影響が出ないようにしたいと考えている。また、昨年度と同じ試験方法として

いる。

- ・ 軸材の固定、加力側の鉄板の固定を図面に追記しておく。
- ・ 加力側の鉄板の幅の寸法は決めているのか。
→京大にある鉄板の幅で進めようとしていたため、現段階では幅の指示はしていない。
- ・ 鉄板の、木材に接触する側の面については、Rまたはテーパがかかっているかどうか確認しておいた方がよい。角が出ている場合は、鉄板によって木材の繊維を破断してしまう可能性があり、合板とは異なる挙動になる可能性がある。

⑤面材圧縮試験

- ・ 昨年度の試験では合板が座屈してしまったため、試験体寸法を小さくしている。(63mm×100mm)
→図面を見ると細長く感じるため、座屈する可能性も考えられる。
→幅の広い試験体を追加する。試験体寸法・試験体数については、別途検討する。

⑥曲げヤング係数測定試験(4点曲げ)

- ・ 載荷方法について、JISZ2101に基づき、規定荷重を3回繰り返す。

⑦せん断弾性係数測定試験(変動スパン法)

- ・ スパン630mmでは支点の鉄板へのめり込みが大きくなるが問題ないか。
→想定されるめり込みは、たわみに対して5%程度であるため、特に問題ないと思われる。材料のばらつきによるたわみへの影響はそれ以上である可能性が高い。ただし、支点の変位も計測しておく。その際、変位計の精度に注意する。

4. 要素解析について(資料05)

- ・ 資料05は要素試験のうち④軸組圧縮試験壁試験体の解析条件・結果を示している。昨年度の実験値と解析結果が合っていないが、せん断の影響を加味して荷重が低下するモデルとすれば合ってくるかと考えている。今年度の実験結果を見てから解析モデルを調整する。
- ・ ポアソン比が0.1となっているがどういう決め方をしたのか。
→特に明確な根拠はない。まずはポアソン比を変更して解析結果に影響があるかないかを確認する。また入力値については、根拠のある値を入れるよう検討する。

5. 真壁バリエーション ヒアリング調査について(資料04)

- ・ 真壁の納まり(勝ち負け、裏面の仕様等)について、木住協にヒアリングを実施した内容の途中経過を報告。
- ・ この調査で出てきた結果から、今年度の真壁試験体の仕様が、実態とずれているものはないことは確認できた。来年度+ α の検討を進める際に、ニーズをチェックする資料として今後活用する。

6. その他

【次回以降の予定】

- ・ 要素試験打合せ 9月23日(水) 18:00~19:00

- ・ 第5回 WG 10月29日(木) 10:15~12:00
- ・ 第2回委員会 11月5日(木) 15:00~17:00

第 5 回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討 WG

日時	2020 年 10 月 29 日 木曜日 10:15~12:00
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
	事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美

配付資料

資料 01-1:WG04 の議事録(9/10)

資料 02:真壁試験結果速報

資料 03-1:部材実験計画 20201029

資料 03-2:要素試験体リスト・切り出し図

資料 04:事前解析

資料 05:年間スケジュール

資料 06:1029 ヒアリング内容整理

1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)

2. 真壁試験結果速報(資料 02)

- ・ 面一とちり有りで実験時の変形の違いはどのように見られたか。
→面一では面材が土台にめり込みながら面外に変形していった。面材が踏み外して急に耐力が落ちるといったことはなかった。ちり有りでは、面材が土台にめりこみ面材の変形が大きくなり座屈した。上記のような変形の違いが、壁倍率の差として表れた可能性はある。
→面材のはらみ・座屈といった破壊性状が主であるとすると、面材の種類(合板の樹種違いも含む)によって、面一とちり有りの傾向が今回の結果と異なる可能性がある。
- ・ 高さ 2400 幅 910 の試験体(A-1、B-1)は他の仕様と異なり、ちり有り(B-1)の方が壁倍率が低い。なぜか。
→破壊性状、グラフ等では、他の仕様と比べ特に変わったところは見られない。他の仕様も含めて、面一、ちり有りのグラフを重ねてみる。
- ・ 今回の結果の整理ではフレームの影響を除去しなくてよい。解析結果との比較時に、フレームの影響を除く場合が必要であれば作成する(必要な場合は日総試で作業)。
- ・ 今回の実験結果について、下記の作業を追加する。
 - ・破壊性状を一覧で整理
 - ・縦横比のグラフについて、3 体実施した仕様も、下限値ではなくそれぞれの実験結果をプロットする

- ・同一仕様(幅・高さ)の面一・ちり有りのグラフを重ねる
- ・壁倍率だけでなく4指標それぞれの結果も整理

3. 要素試験の詳細(資料 03 シリーズ)

- ・ 縦圧縮試験の試験体に、加力の直交方向にもひずみゲージを追加する。得られたデータを用いて可能であればポアソン比を算出する。
- ・ 京大での実験は、別の実験により11月中に完了するのは難しいため、当初予定よりも遅れる見込み。

4. 要素解析・事前解析について(資料 04)

- ・ 現在の事前解析では、変形の早い段階で解析が止まってしまう。面材と土台のめりこみ変形が、解析にうまく取り込めていないためと考えられる。
→まずは解析モデルの詳細を確認して、面材と土台のめりこみ部分の設定が影響しているようであれば、ばねなどの違う要素に置き換える選択もあり得る。
- ・ 面材と土台の変形(めり込み)以外の原因は何か考えられるか。
→土台の真ん中に面材を配置しているもの(ちり有りを想定)は、面材の面外への変形が大きいため、その変形が影響している可能性がある。

5. 真壁仕様のヒアリング結果について(資料 06)

- ・ 木住協からの追加の情報が提供されたので、それを含めてまとめなおす。

6. 今後の進め方について

- ・ 次回 WG では実験より得られた結果をどのようにとりまとめていくか検討する。その際、グレー本での詳細計算法と比較できるように準備しておく(担当:加藤一 既に第一回の委員会で第一案は提出済)
- ・ 第2回委員会の資料は下記を準備
 - ・真壁実験結果速報の指摘事項を可能な範囲で反映
 - ・要素試験・解析結果については、WG 資料のままとする
 - ・年間スケジュールは実験の遅れを反映させる

7. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第2回委員会 11月5日(木) 15:00~17:00
- ・ 第6回 WG 12月4日(金) 18:00~20:00

第 6 回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討 WG

日時	2020 年 12 月 4 日 金曜日 18:00~20:00
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
	事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美
配付資料	
	資料 01-1:WG05 の議事録(10/29)
	資料 01-2:委員会 02 の議事録(11/5)
	資料 02-1:真壁実大実験 報告書案(第 2 章)
	資料 02-2:真壁実大実験 報告書案(第 5 章 5.1)
	資料 03-1:要素実験リスト(20201204)
	資料 03-2:要素実験結果(速報)
	資料 03-3:端部接合部引張(プルーンスホールダウン)
	資料 03-4:端部接合部引張(高耐力フレックスホールダウン)
	資料 03-5:端部接合部曲げ試験体図(案)
	資料 04-1:事前解析(有限要素法)
	資料 04-2:事前解析(詳細計算法)
	資料 05:全体スケジュール
	資料 06:報告書 目次案
	1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)
	2. 真壁試験結果報告書案(資料 02 シリーズ)
	【資料 02-1 真壁実験のとりまとめについて】
	・ 試験体寸法の考え方として、高さ方向では①試験体最大高さ(桁上~土台下)、②横架材中心間、③横架材内法(面材高さ)の 3 種類、幅方向では④柱中心間、⑤柱内法(面材幅)の 2 種類があるが、今後アスペクト比による検討を進めるためにどの寸法とするのがよいか。 なお、大壁(昨年度 S27 の事業)の時には、面材高さ・面材幅を用いた。 →真壁においても、③横架材内法(面材高さ)、⑤柱内法(面材幅)を用いて、とりまとめを進めることとする。
	・ 表 2.2.3-1 に示す各試験体の結果をとりまとめた表に単位を追記しておく。

- ・ 立ち会った試験などで、破壊性状について試験体ごとにどの段階でどの変形が生じたかが分かるものについては、記録を整理しておく。ただし、立ち会わず記録がないものとは明確に分けて混乱しないようにまとめる。

【資料 02-2 真壁実験結果・性能差の考え方について】

- ・ 資料 02-2 では、面一とちり有りの性能差について、面一仕様のアスペクト比・面材の張り方と壁倍率の関係について整理した。
- ・ 表 5-1、5-2、5-3 の表で「比」と示された部分について、比をどのように算出したか明記しておく。
- ・ 表 5-1 では、ちり有りの一部(青字)は 1 体のみ実施で試験値そのまま、他の仕様は 3 体の下限値が示されている。ここで面一とちり有りの性能差(壁倍率)の比較は、下限値ではなく平均値に変更する。
- ・ 資料 02-2 で示した項目に加え、3 体実施した同一仕様内でもばらつきがあるので、その点を追記しておく。その際、壁倍率だけでなく、4 指標についても確認しておく。また、壁倍率については、大壁と比較してみる。
- ・ 資料 02-2 において、結果の再整理と併せて文章表現について見直す。

3. 要素実験の全体像+結果速報(資料 03 シリーズ)

【要素実験の全体像について】

- ・ ⑫～⑯までの試験名を端部接合部→柱頭柱脚接合部とする。
- ・ ⑭柱頭柱脚接合部 曲げは、今年度は実施しないこととする。
- ・ 資料 03-1 では⑯柱頭柱脚接合部 せん断は実施しないとしているが、解析ではどのような値を入れる予定なのか。
→ピンとする、もしくはほぞのせん断の実験結果(本事業外の結果等による)を用いると考えているが、方針が決まっているわけではない。まずは柱頭柱脚接合部にせん断ばねを入れたもの・入れないものの解析を行い、その影響度合いを確認する。解析結果によっては、⑯の実験が必要となる可能性が考えられる。

【要素実験速報について】

- ・ ①縦圧縮試験等でグラフの曲線から剛性を決めている部分がある。それぞれの値について、事前解析での応力レベルと大きな違いがないか確認しておく。

4. 事前解析について(資料 04 シリーズ)

【有限要素解析について】

- ・ 要素解析について、前回 WG では解析が途中で止まってしまうという話があったが、今回の資料では止まっていない。何を改善したのか。
→剛性マトリクスで、負になる場合は計算を終了するという設定があったので、計算を終了しないよう変更した。解析モデルは同じもので変更していない。ただし、2 枚の面材を幅方向に

継いだ幅 1820mm の試験体の解析では、その設定を変更しても止まってしまう。原因については、まだよく分かっていない。

- ・ 要素解析の変形を見ると間柱の端部が面外へ変形しているが、端部の固定をどのように考えているか。
→現在は固定していないので、くぎのせん断を入れて対応することとする。

【詳細計算法による解析について】

- ・ 実験結果に対してかなり壁倍率が小さい。グレー本の詳細計算法では、座屈が $1/30\text{rad}$ で発生する設定となっており、 $0.2P_u/D_s$ が小さくなっていることが影響している。座屈を $1/15\text{rad}$ という設定に変更すると、壁倍率が概ね 3 以上になった。面材高さ・面材幅のばらつきについてはまだ分析できていないが、詳細計算法の結果の方が、ばらつきが大きいように思われる。
→座屈の設定を変更したときの各値の変動状況が分かるように、グラフで示すようにする。
- ・ 詳細計算法では、面材のくぎを受材のくぎと直列ばねにして計算する方法がとられているが、算出された結果が面材のくぎ・受材のくぎの性能を適正に反映しているのかよく分からな
い。また、構面の変形を追えていない計算法となっている。これらの懸念点があるが、計算結果としては安全側であるという判断をしている。

5. 報告書目次案について(資料 06)

- ・ 木住協からのヒアリングとりまとめが抜けているため、第 5 章に追加。

6. その他

【次回以降の予定】

- ・ 第 7 回 WG 2021 年 1 月 27 日(水) 16:00~18:00
- ・ 第 3 回委員会 2021 年 2 月 3 日(水) 15:30~17:30

第 7 回 大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討 WG

日時	2021 年 1 月 27 日 水曜日 16:00~18:00
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
	事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美
配付資料	<p>資料 01:WG06 の議事録(12/04)</p> <p>資料 02-1:真壁実大実験 報告書案(第 2 章)</p> <p>資料 02-2:真壁実大実験 報告書案(第 6 章 6.1)</p> <p>資料 03-1:要素実験リスト(20210127)</p> <p>資料 03-2:報告書第 3 章</p> <p>資料 04-1:解析状況 0126</p> <p>資料 04-2:事前解析(詳細計算法)</p> <p>資料 05:全体スケジュール</p> <p>資料 06:報告書 目次案</p> <p>1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)</p> <p>2. 真壁試験結果報告書案(資料 02 シリーズ)</p> <p>【資料 02-1 真壁実験のとりまとめについて】</p> <ul style="list-style-type: none"> 幅方向・高さ方向について一仕様と認められる範囲を検討するために、大壁と比較してどの程度のばらつきがあるのか示しておく図が必要。図 2.2.3-1(壁倍率を縦軸、面材の幅を横軸としたグラフ)に大壁の結果を追加するイメージで図を作成する。 A-5 は 2 体で壁倍率の 50%下限値を出しているがどのように算出したか。 →係数 k の値を 3 体のものを適用して算出していた。2 体の係数($k=1/\sqrt{2}$)を用いてデータを修正する。なお、ちり有りの試験体は 1 体実施したものが多く、また面一でも実験結果のうち 2 体のみを採用していることから、50%下限値ではなく、平均値による比較を主に示しておく方針で取りまとめることとする。 破壊性状の詳細(表 2.2.2-1)について、破壊性状の詳細映像・写真があるもの(4 体)以外は、写真だけを見て破壊性状のチェックがどの程度正確にできているのか。 →写真だけを見て破壊性状をチェックした試験体は、1/15rad 時、最終変形時の写真を見て判断している。詳細形状を確認した試験体と同様の破壊性状と見られることから、実際に起きている変形がチェックできていると考えている。

3. 要素実験の結果(資料 03 シリーズ)

- ・ 計画した要素実験が終了し、それらを資料 03-2 にとりまとめた。また、資料 03-2 の p28 では、要素実験から得られた結果のまとめと、解析に用いる値の整理を行った。
- ・ 資料 03-2 に東大で実施した⑪面材せん断試験の結果を追記する。
→⑪面材せん断試験はすでに実施しており、せん断弾性係数 $G_T=0.65\text{GPa}$ となっていた。
委員会資料として簡易的な報告資料は作成する予定である。

4. 事前解析について(資料 04 シリーズ)

【事前解析(詳細計算法)について】

- ・ 資料 04-2 の p3 で特定変形角時耐力(P1/120)について、詳細計算法で求めた値に幅がある。これはなぜか。
→詳細計算法では特定変形角時の荷重は P1/150 で求めることになっているが、ここでは本事業の実験と合わせ P1/120 も計算した。この資料ではその両方を示している。
- ・ ここで算出している詳細計算法による結果は、どのように活用される情報となるのか。
→評価機関にもよるが、現在は、同一仕様と見なす 5%の範囲を詳細計算法の結果を用いても OK とするところもあるため、その妥当性を確認することができる。

【有限要素解析について】

- ・ 現在のモデルは、面材を 4 枚張った(幅方向 2 枚、縦継ぎあり)もので、面材等の接触部分で要素同士が貫通してしまって計算が収束しない状況になっている。接触部分のメッシュを細かくして、対応できるかどうか確認中。また柱端部の固定度が影響していると考え、引き寄せ金物を模擬したばねを削除、間柱・胴つなぎの突き付け部を面外方向に動かないように固定等の対応を進めている。
→面材の継ぎがないモデル、つまり面材同士の接触がない 1 枚の面材で作成したモデルであればうまく解析がまわる可能性はあるか。
→縦継ぎのない幅方向 2 枚張ったモデルでは、以前うまく解析がまわった。ただし、そのときの受材の寸法は 30×60 であり、今は試験体に合わせて 30×90 にしているため、寸法の変更が必要となる。
- ・ 現在は荷重低下まで解析で再現しようとしている。しかし、そこまで追えなくても、応力状態を見ながら、ある限界点の応力を設定し、そこで解析終了として得られたデータを整理して性能を確認する方法とするのが現実的ではないだろうか。まずはうまくまわるモデルを見つけるのがよいと考えられる。
→現在の解析モデルの要素のうち、荷重低下する要素は何か。もしあるなら、それが影響して計算が止まっている可能性がある。
→くぎのモデルはそうになっている。負勾配にならないよう、あるところから水平状態になるような要素に変更し、解析モデルの検討を進めてみる。

5. その他

- ・ 委員会資料のうち、真壁実験(第2章)、要素実験(第3章)、まとめ(第6章6.1)は、本日の指摘事項を修正し、報告書ベースで整理したものとする。
- ・ 解析については、最終的な取りまとめ方のイメージが可能な資料を準備する。

【報告書の締切】

- ・ 第4章(解析)以外 2021年2月12日(金)
- ・ 第4章(解析) 2021年2月26日(金)

【次回以降の予定】

- ・ 解析打合せ 2021年2月2日(火) 17:00~18:00
- ・ 第3回委員会 2021年2月3日(水) 15:30~17:30

大臣認定耐力壁(真壁)の適合範囲の合理化等検討 要素実験打合せ

日時	2020年9月23日 水曜日 18:00~19:00
場所	ZOOM
委員	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
	協力委員:荒木康弘、秋山信彦
	行政:青木亮、佐々木雄河、内海暉
事務局:平野陽子、山崎渉、佐々木留美	
<p>配付資料</p> <p>資料 01:WG04 の議事録(9/10)</p> <p>資料 02:部材実験計画 0923</p> <p>資料 03:過去の実験</p> <p>資料 04:要素試験リスト</p> <p>資料 05:要素試験体切り出し図</p> <p>資料 06:面材切り出し図</p> <p>1. 前回 WG 議事録の確認(資料 01)</p> <p>2. 要素試験の全体像(資料 04)</p> <ul style="list-style-type: none"> 以下の通り、要素試験リストを修正(別添を参照) <ul style="list-style-type: none"> ①~⑦について、柱と土台は寸法・樹種が同じなので同一のデータを用いることとし、試験体は柱・土台どちらからでも採取可能とする。 ⑫端部接合部 引張(柱、継手間柱)、⑮端部接合部 曲げ(柱)を追加する。 解析モデルにおいて、現段階では柱の端部接合部は、大壁の時と同様にばねを入れずピンとしている。真壁では突き上げを考慮して、柱梁接合部のばねが必要となるので、⑫端部接合部 引張、⑮端部接合部 曲げの試験を実施する。試験体は、真壁試験体から切り出すことができないため、新規材料にて用意する。 <ul style="list-style-type: none"> →追加で実施できるかどうかカネシンに相談する(または実験データがあればもらう。) 柱の端部接合部について、圧縮方向はどのようなばねとするのか。 <ul style="list-style-type: none"> →解析モデルでは、柱・梁・土台をソリッド要素で作っているため、圧縮は考慮される。ただし、メッシュの切り方によっては圧縮がうまく反映されていないことも考えられるため、③部分圧縮試験の結果を確認して、解析モデルを調整する。 解析上、継手間柱の上下端をピンとしているのであれば、接合部の性能を確認しておく方がよいのではないか。 	

→材料を切り出しておいて、解析上必要となる場合は、⑫端部接合部 引張(継手間柱)を実施する。

3. 要素試験の詳細(資料 02、03)

【各要素試験についての意見】

①縦圧縮試験

- ・ ここで得られたデータは解析でどのように使用するのか。
→①縦圧縮試験(と②横圧縮試験)は軸材を異方性弾性で入力するときが必要。
- ・ ④曲げヤングも計測するがどのように使い分けるのか。
→2つの結果が合うかどうか確認したい。基本は①の結果を利用する予定。

②横圧縮試験

- ・ 柱および土台について、計測方法は図面のままとし、試験体寸法は 105×105×105 とする。

③部分圧縮試験

- ・ 鉄板は、京大からの提案の通り治具に溶接する。
- ・ 一つの試験体でいくつか圧縮試験を実施できないか。
→端部圧縮、中央圧縮は、同じ材料で実施できるよう試験体採取を検討する。
→部分圧縮は材料の使い回しをせずに、1体ずつ材料を確保する。
- ・ 部分圧縮の試験体は余長が短いのではないか。
→鉄板の幅が 100mm であるため、片側 3 倍をとって、試験体の全長を 700mm とする。(構造用木材の強度試験マニュアル(住木センター)によれば、試験体の全長は 6d(今回の梁の場合は全長 1080mm)欲しいところ。)

⑩面材面外曲げ試験

- ・ 強軸、弱軸の両方のデータが必要か。
→解析上は、面材を等方性弾性としているため必要かどうか現在のところ分からないが、念のため試験体採取しておく。

4. 要素試験体の切り出しについて(資料 05、06)

- ・ 特に、梁の④曲げヤング、⑤せん断の試験体は、試験後の割れ等も考えられるため、計画通りに切り出しできない可能性がある。
- ・ 合板については、余り 4 枚程度から試験体寸法の大きいもの(⑪面材せん断試験)から切り出す。足りない場合は、試験後の合板から切り出すこととする。
- ・ 要素試験体の全体の材積が分かり次第、京大に連絡する。

5. その他

- ・ 加藤、事務局ですりあわせし、最終案を関係者に報告する。

要素試験リスト

試験名	試験番号	試験体数	求めたい性能	試験体を採用する部位						備考	
				柱スギ	土台スギ	梁 ベイマツ	継手間柱 スギ	受材 スギ	面材 カラマツ		くぎ
① 縦圧縮試験			柱・土台の縦圧縮ヤング		○						
			梁〃			○					
② 横圧縮試験			柱・土台の横圧縮ヤング		○						
			梁〃			○					
③ 部分圧縮試験	部分圧縮		柱・土台の降伏応力、剛性（一次および二次）		○						
			梁〃			○					
	端部圧縮		柱・土台の降伏応力、剛性（一次および二次）		○						
			梁〃			○					
	中央圧縮		柱・土台の降伏応力、剛性（一次および二次）		○						
			梁〃			○					
④ 曲げヤング係数測定試験（4点曲げ）			柱・土台の曲げ剛性、最大応力		○						
			梁〃			○					
			継手間柱〃				○				
⑤ せん断弾性係数測定試験（変動スパン法）			柱・土台のせん断弾性係数		○						
			梁〃			○					
⑥ くぎせん断試験			受材と柱・土台を留めるくぎのせん断剛性、降伏応力		○			○		○	
			受材と梁〃			○		○		○	
			受材と面材〃					○	○	○	
⑦ くぎ引き抜き試験			柱・土台に留めつけるくぎの引き抜き耐力		○					○	
			梁〃			○				○	
			受材〃					○		○	
⑧ くぎ頭貫通試験（面材）									○	○	
⑨ 面材圧縮試験			面材の面内方向の剛性、最大応力						○		
⑩ 面材曲げ試験			面材の面外方向の曲げ剛性、最大応力						○		
⑪ 面材せん断試験			面材の面内方向のせん断剛性						○		
⑫ 端部接合部 引張				○		○					カネシンで実施（聞いてみる） 試験体材料は新規で発注
⑬ 端部接合部 圧縮				○				○			材料をとっておく→必要な場合は次第実施
⑭ 端部接合部 せん断											必要なし？③部分圧縮でOK
⑮ 端部接合部 曲げ				○		○					カネシンで実施（聞いてみる） 試験体材料は新規で発注