

第2章 高耐力壁

2. 高耐力壁

2.1 高耐力壁試験

2.1.1 目的

公益財団法人日本住宅・木材技術センター（以下、住木センター）が発行する「木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計」（以下、「中大規模グレー本」という。）に、本事業で開発した耐力壁仕様を参考資料として掲載するため、本年度も中大規模グレー本が対象としている相当壁倍率 15 倍以下の仕様を充実させることを目標とする。

これまで柱や桁にヒノキ集成材とした耐力壁について十分な成果を得ている。今期は設計者の要望や、より手配しやすいスギ集成材とした耐力壁の性能評価を行う。

2.1.2 試験計画

軸組：軸材にスギ集成材とする。樹種をスギにすることで、材の強度不足となることが懸念されるため、過年度の仕様である柱材「ヒノキ E95-F315、断面 120×120mm」と同等の断面性能となるよう断面寸法を 120×150mm に変更した。また、間柱、受材や同つなぎ材については集成材では規格外の寸法となることから製材に変更した。

面材・釘：面材には構造用合板 18mm 厚（全層カラマツ）、釘には CNZ75 とした。同様の組み合わせは過年度にて軸材ヒノキで性能を確認しているため、比較検証することを目的とする。

また、タテ列の釘間隔は CNZ75@75mm 2 列千鳥（過年度と同じ）、ヨコ列は CNZ75@200mm 2 列千鳥・中央付近は@100mm 2 列千鳥とした（過年度比で釘 1 本増）。

金物：柱頭及び柱脚には過年度までに開発しためり込み補強金物（図 2-2 参照）を配置する。断面 120×120mm 用の金物であるためであるため、それに合わせて 120×150 柱の両端部のみを加工して使用する。

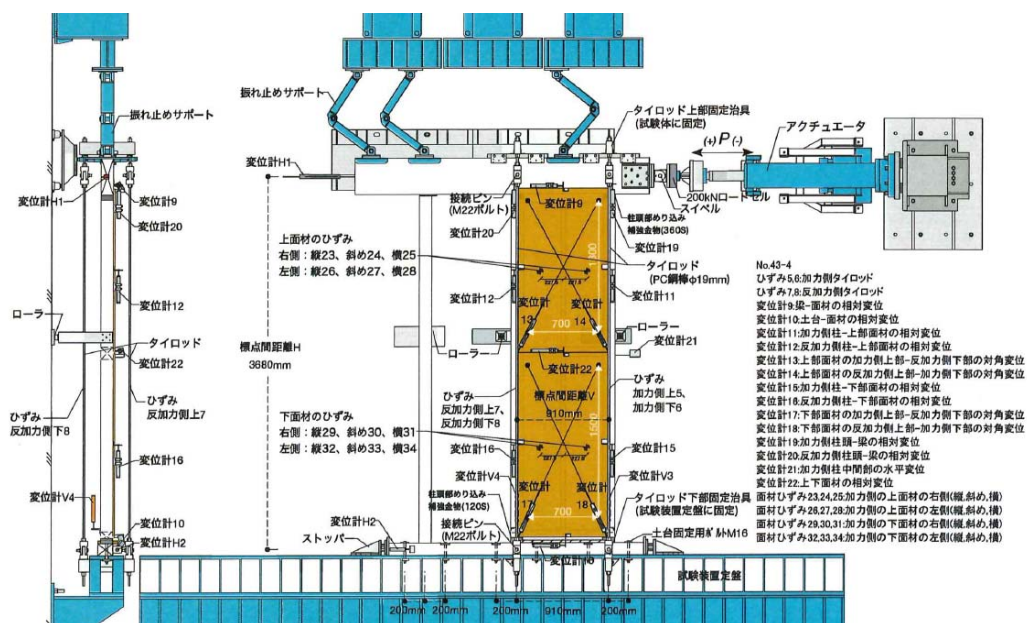
試験体図を図 2-1 に示す。

計測概要図を図 2-3 に示す。なお、見かけのせん断変形角 γ (rad), 真のせん断変形角 γ_0 (rad) は下式により算定する。

$$\text{見かけのせん断変形角 } \gamma = \frac{\text{変位 H1} - \text{変位 H2}}{\text{標点間距離 H}} - \frac{\text{変位 B6} - \text{変位 B7}}{\text{標点間距離 B}}$$

$$\text{脚部のせん断変形角 } \theta = \frac{\text{変位 V3} - \text{変位 V4}}{\text{標点間距離 V}} - \frac{\text{変位 B6} - \text{変位 B7}}{\text{標点間距離 B}}$$

真のせん断変形角 $\gamma_0 = \text{見かけのせん断変形角 } \gamma - \text{脚部のせん断変形角 } \theta$



試験場所：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 構造試験室

加力計画：タイロッド式試験は真のせん断変形角制御で 1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30[rad] (1/30[rad]のみ 1回,その他は各 3回) の正負交番载荷とした。

短期基準せん断耐力の算出：中大規模グレー本に準拠し完全弾塑性処理をしたのち、特性値を算出する。

2.1.3 試験結果

(1) 荷重変形関係

荷重変形関係の包絡線を図 2-4 に示す。荷重変形関係は $1/20\text{rad}$ 程度で最大荷重を迎え、変形が大きくなるにつれて荷重が低下する靱性のある結果となった。破壊性状は主に釘の引抜け破壊となり、柱の一部に釘の引抜けに伴う表層に割れが生じたが荷重が急落することはなかった。

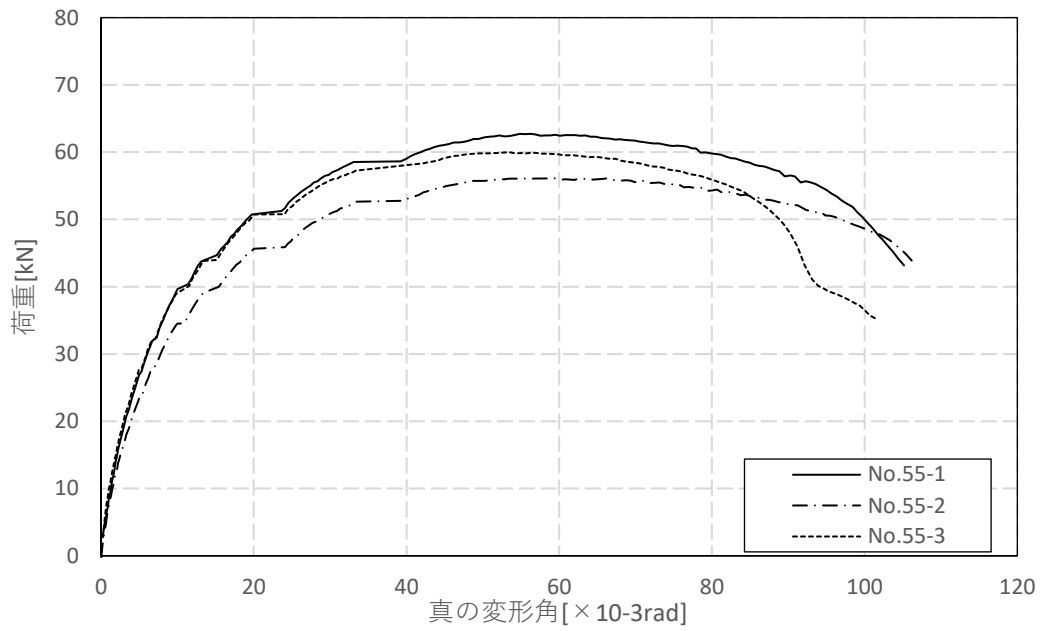


図 2-4 荷重変形関係

(2) 構造特性値

中大規模グレー本に準拠し評価した構造特性値を表 2-1 に示す。また、参考として住木センターが発行する木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2025 年版）（以下、2025 年グレー本）に準拠して評価した構造特性値も併せて示す。

中大規模グレー本に準拠し評価した特性値は $0.2Pu/Ds$ で決定し 50%下限値で相当倍率 15 倍程度となった。

表 2-1 構造特性値一覧

真のせん断変形角評価 ■ 中大規模グレー本準拠 ($\delta u=1/20\text{rad}$ で算出)

評価項目\試験体No	No. 55-1	No. 55-2	No. 55-3	平均値	標準偏差	変動係数 Cv	ばらつき係数	50%下限値	壁長1mあたりの短期基準せん断耐力 (kN/m)	相当倍率
壁長さ (m)	0.91	0.91	0.91							
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68							
Pmax (kN)	62.1	55.7	59.8	59.2	3.2	0.055	0.974	57.8		
Py (kN)	35.2	31.3	33.6	33.4	1.960	0.059	0.972	32.5		
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	29.1	25.6	29.6	28.1	2.179	0.078	0.963	27.1	29.78	15.1
$2/3P_{\text{max}}$ (kN)	41.4	37.1	39.9	39.5	2.183	0.055	0.974	38.5		
$P_{1/150}$ (kN)	31.8	27.9	32.0	30.6	2.312	0.076	0.964	29.5		
初期剛性 (10^3kN/rad)	4.34	3.78	4.57	4.23	0.406	0.096	0.955	4.04		
Py (kN)	35.2	31.3	33.6	33.4	1.960	0.059	0.972	32.5		
θ_y (10^{-3}rad)	8.11	8.29	7.35	7.92	0.499	0.063	0.970	7.69		
Pu (kN)	56.1	50.3	54.6	53.7	3.011	0.056	0.974	52.3		
θ_u (10^{-3}rad)	50.00	50.00	50.00	50.00	0.000	0.000	1.000	50.00		
塑性率 μ	3.87	3.75	4.18	3.93	0.222	0.056	0.973	3.83		
構造特性係数Ds	0.39	0.39	0.37	0.38	0.012	0.030	0.986	0.38		

※低減係数 α は乗じていない

真のせん断変形角評価 ■ グレー本準拠 ($\delta u=1/15\text{rad}$ で算出)

評価項目\試験体No	No. 55-1	No. 55-2	No. 55-3	平均値	標準偏差	変動係数 Cv	ばらつき係数	50%下限値	壁長1mあたりの短期基準せん断耐力 (kN/m)	相当倍率
壁長さ (m)	0.91	0.91	0.91							
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68							
Pmax (kN)	62.7	56.1	60.0	59.6	3.3	0.056	0.974	58.1		
Py (kN)	35.6	31.5	33.7	33.6	2.052	0.061	0.971	32.7		
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	34.6	30.6	35.2	33.5	2.501	0.075	0.965	32.3		
$2/3P_{\text{max}}$ (kN)	41.8	37.4	40.0	39.7	2.212	0.056	0.974	38.7		
$P_{1/150}$ (kN)	31.8	27.9	32.0	30.6	2.312	0.076	0.964	29.5	32.42	16.5
初期剛性 (10^3kN/rad)	4.31	3.75	4.55	4.20	0.411	0.098	0.954	4.01		
Py (kN)	35.6	31.5	33.7	33.6	2.052	0.061	0.971	32.7		
θ_y (10^{-3}rad)	8.26	8.40	7.40	8.02	0.541	0.068	0.968	7.77		
Pu (kN)	58.1	52.1	56.2	55.5	3.066	0.055	0.974	54.1		
θ_u (10^{-3}rad)	66.67	66.67	66.67	66.67	0.000	0.000	1.000	66.70		
塑性率 μ	4.94	4.80	5.40	5.05	0.314	0.062	0.971	4.90		
構造特性係数Ds	0.34	0.34	0.32	0.33	0.012	0.035	0.984	0.33		

※低減係数 α は乗じていない

(3) 破壊性状

各試験体の破壊性状を表 2-2 に示す。破壊性状は釘の引抜け及び釘の引抜けに伴う柱受材の割れ（脆性的な破壊ではない）となった。目標とした靱性のある破壊性状となった。

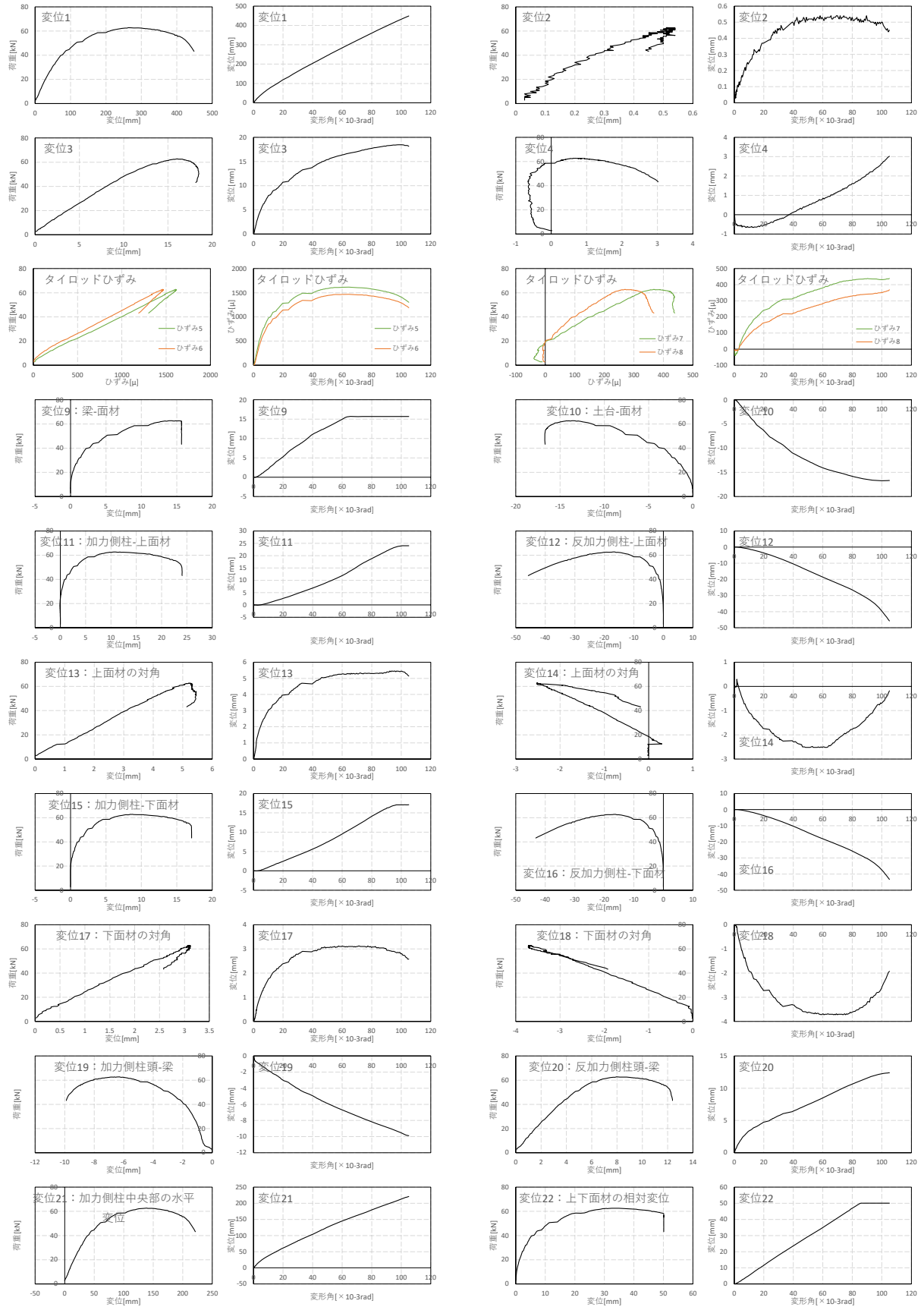
表 2-2 破壊性状

試験体 No.	破壊性状
<p>No.55-1</p>	<p>概要：釘列に沿って柱及び受材の割れ及び釘の引抜け 詳細：1/30rad 程度で面材の浮き（釘の引抜け）、1/20rad 以降で釘の引抜けに伴う柱の割れを確認</p> 
<p>No.55-2</p>	<p>概要：釘列に沿って柱及び受材の割れ及び釘の引抜け 詳細：1/30rad 程度で面材の浮き（釘の引抜け）、1/20rad 以降で釘の引抜けに伴う柱の割れを確認</p> 

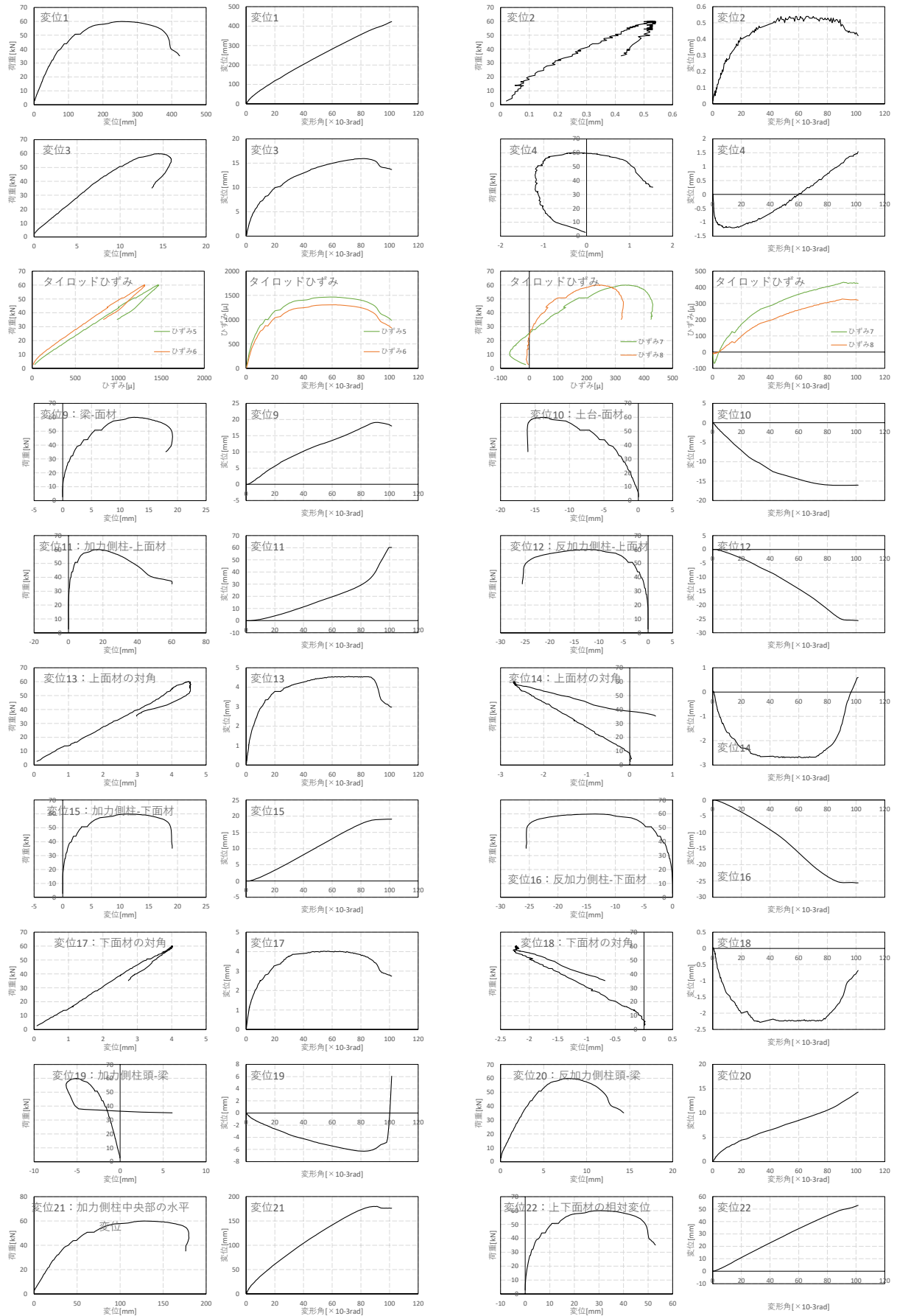
	
<p>No.55-3</p>	<p>概要：釘列に沿って柱及び受材の割れ及び釘の引抜け</p> <p>詳細：1/30rad 程度で面材の浮き（釘の引抜け）、1/20rad 以降で釘の引抜けに伴う柱の割れを確認</p> 

(4) 計測データ

<No.55-1>



<No.55-3>



2.1.4 考察

(1) 過年度仕様（軸材ヒノキ）との比較

軸材にヒノキを用いた No.43 とスギを用いた No.55 の主な仕様比較を表 2-3 に、荷重変形関係を図 2-5 に、構造特性値を表 2-4 に示す。

荷重変形関係は $1/30\text{rad}$ 付近までは概ね一致するが、それ以降ヒノキを用いた No.43 は荷重が低下していく傾向にある。

表 2-3 試験体仕様の比較

	No.43	No.55
桁	120×360 ヒノキ集成材 E105-F300	120×360 スギ集成材、E65-F225
柱	120×120 ヒノキ集成材、E95-F315	120×150 スギ集成材、E65-F255
間柱、受材、同つなぎ材	ヒノキ集成材、E95-F315	スギ製材、E70
面材	構造用合板 18mm 全層カラマツ	構造用合板 18mm 全層カラマツ
面材釘：縦方向	CNZ75@75mm 2 列千鳥	CNZ75@75mm 2 列千鳥
面材釘：横方向	CNZ75@200mm 2 列千鳥	CNZ75@200mm 2 列千鳥 中央は@100mm 2 列千鳥

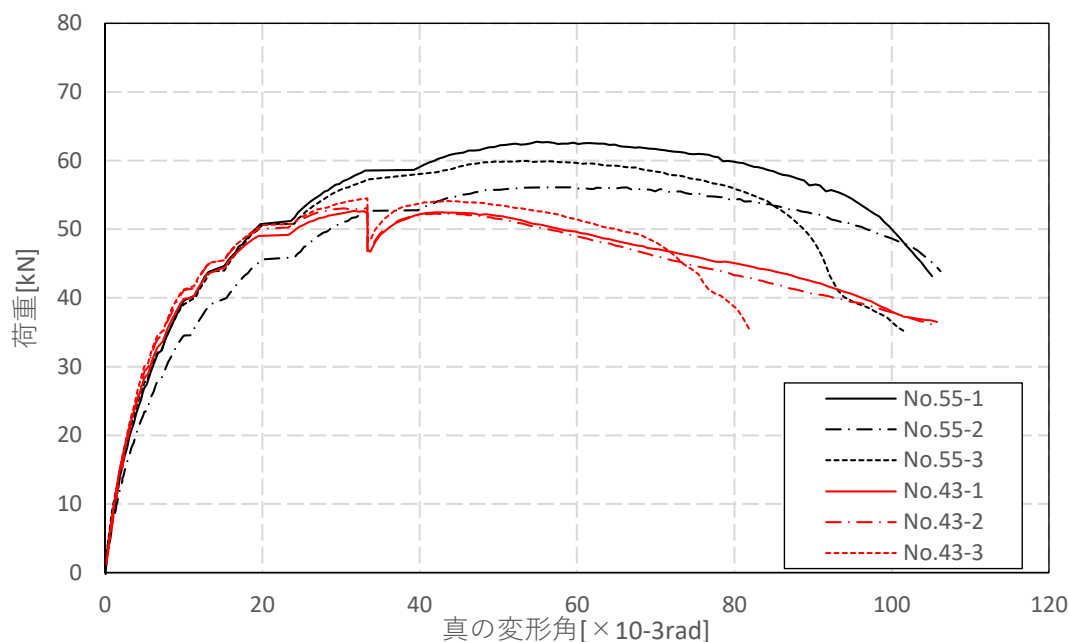


図 2-5 荷重変形関係の比較

軸材樹種の違いによる構造特性値の比較を以下に示す。軸材スギは $1/30\text{rad}$ 以降荷重低下が生じなかったため構造特性値の決定要因は P_y から $0.2P_u/D_s$ となった。耐力は 10%程度低くなる結果となった。

荷重変形角関係では軸材スギ仕様のほうが耐力が高く見えるが、評価は $1/20\text{rad}$ (横軸 $50 \times 10^{-3}\text{rad}$) まで (または $0.8P_{\text{max}}$ に下がった変形角) であり、中大規模グレー本に準拠した評価方法では軸材スギ仕様のほうが耐力が低くなっている。

表 2-4 構造特性値の比較 (3 体平均値及びばらつき考慮)

	No. 43 (軸材ヒノキ)	No. 55 (軸材スギ)
P_y (kN)	<u>30.7</u> (30.3)	33.4 (32.5)
$0.2P_u/D_s$ (kN)	31.3 (31.0)	<u>28.1</u> (27.1)
$2/3P_{\text{max}}$ (kN)	35.6 (35.3)	39.5 (38.5)
$P_{1/150}$ (kN)	33.8 (33.3)	30.6 (29.5)
初期剛性 K (10^3kN/rad)	5.39	4.15

表中の数値は平均値、括弧内数値はばらつきを考慮した値を示す。

(2) 面材と軸材の相対変位

No.55-1 の面材と軸材（柱、横架材）の相対変位のうち、柱との相対変位は変位計 11、12、15、16、横架材との相対変位は変位計 9、10 で計測した。計測例を図 2-6 に示す。いずれも耐力壁が真のせん断変形角 $1/20\text{rad}$ のとき、 $10\sim 15\text{mm}$ 程度の相対変位であることが確認された。

耐力壁における軸材と面材の相対変位 $10\sim 15\text{mm}$ は、釘の一面せん断試験（ASTM 準拠試験）においては最大荷重時を迎えて荷重が低下し始めるころである（図 2-7）。釘の一面せん断試験では荷重低下する変位であるが、耐力壁試験の荷重変形関係（図 2-4）では荷重低下は生じておらず完全な相関関係にはないことを確認した。これは耐力壁試験においては全ての釘箇所が同一の相対変位ではなく、変位の小さい箇所では余力はありそう。

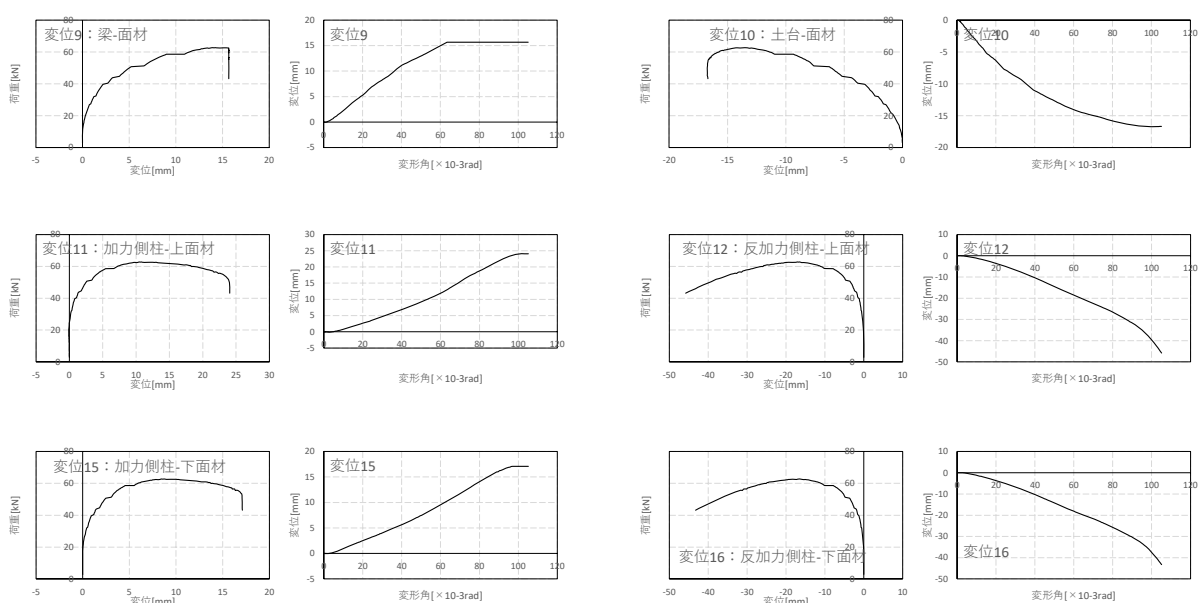


図 2-6 面材と軸材の相対変位例（試験体 No.55-1）

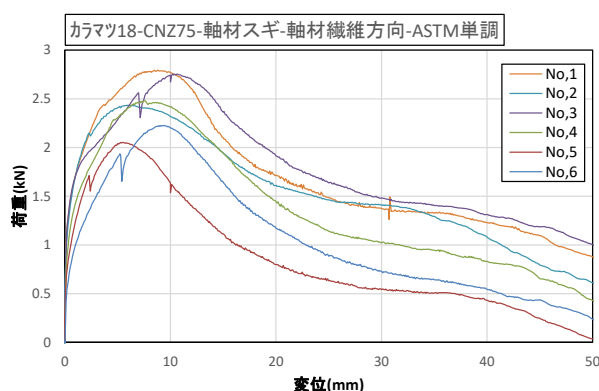


図 2-7 釘の一面せん断試験の荷重変形関係（ASTM 準拠試験、軸材スギ合板 18mm-CNZ75）

2.2 まとめ

実験及び検討の結果、軸材にスギを用いた壁倍率 15 倍相当の高耐力壁の標準仕様を確立した。非住宅建築物においては、より高耐力の仕様の需要もあるため面材、釘、軸材などを変えた高耐力壁の開発が望まれる。

2.3 試験成績書

- ・高耐力壁試験成績書（R07-46_試験成績書）

試験成績書

令和8年1月8日
依頼番号 依R07-46

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会殿

公益財団法人日本住宅・木材技術センター
理事長 宮澤 俊輔



ご依頼の試験結果はつぎのとおりです。

1. 試験依頼者の名称及び住所	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会 東京都中央区湊3-4-4 中央山田ビル2階
2. 試験概要	<p>[目的] 令和6年度(補正)林野庁補助事業「非住宅・中大規模木造建築用の高耐力壁及び各部要素の活用の手引き作成事業」における高倍率、高階高耐力壁の性能確認のため。</p> <p>[試験概要] 厚18mm構造用合板張り大壁床勝ち仕様の木造軸組耐力壁の面内せん断試験を行い、そのせん断性能を確認する。</p> <p>1) 耐力壁の寸法:幅910×高3680mm(芯々寸法) 2) 試験体仕様:厚18mm構造用合板(全層カラマツ)張り大壁床勝ち 接合方法-くぎCNZ75、縦方向外周部@75mm以下の2列千鳥打ち、横方向外周部の端部@200mm以下、中央部@100mm以下の2列千鳥打ち、中通部@150mm以下 3) 軸組材:柱-見付幅150×奥行120mm、スギ集成材、補助柱-120mm角、スギ集成材、土台-幅150×高120mm、スギ集成材、梁-幅120×高360mm、スギ集成材 4) 受材と接合:厚90×幅120mm、スギ製材、四角穴付きタッピンねじSTS6.5・F180を端部2本打ちの@125mm以下の2列千鳥打ち 5) 試験体数:3体</p> <p>[試験方法] タイロッドの上部を試験体に固定し、下部を試験装置に固定する方式のタイロッドを用いた面内せん断試験</p>
3. 試験結果	別紙に示すとおり。(全36頁)
4. 試験受付日	令和7年9月10日
5. 試験実施日	令和7年11月18、19日
6. 試験実施場所	公益財団法人日本住宅・木材技術センター 試験研究所 東京都江東区新砂3丁目4番2号
7. 試験担当者及び試験成績書作成者	構造試験室技術主任 山田 知明 試験研究所次長 後藤 隆洋 構造試験室室長 清水 庸介

この試験成績書を転載するときは、必ず全文を記載してください。

目 次

1. 試験体	.....	P 1
2. 試験方法	.....	P 7
3. 試験結果	.....	P 8
4. 短期基準せん断耐力の算定	.....	P19
写 真	.....	P28

1. 試験体

- (1) 試験体の詳細は、表1. 1及び図1. 1に示す。
- (2) 試験体は、柱間隔 910mm の構造用合板張り大壁床勝ち仕様の耐力壁である。なお、耐力壁の反加力側の柱から 910mm 外側の位置に補助柱を設置している。
- (3) 面材下部の受材の取付けに用いるタッピンねじの形状詳細は図1. 2に示す。
- (4) 耐力壁の柱の柱頭部及び柱脚部の上下横架材へのめりこみを防ぐため、柱頭部及び柱脚部にめりこみ防止用の特注金物を取り付けている。柱頭部及び柱脚部のめり込み補強金物の形状詳細を図1. 3、図1. 4に示す。
- (5) 合板と木材の密度は質量を体積で除して求め、木材の含水率は全乾法により測定した結果を示す。

表1. 1: 試験体の詳細

項目	仕様詳細
試験体記号	No.55
耐力壁仕様	厚 18mm 構造用合板張り大壁床勝ち
試験体数	3 体
耐力壁寸法	幅 910×高 3680mm(芯々寸法)
面材	厚 18mm 構造用合板(JAS) 接着の程度;特類 曲げ性能等;2 級 構成単板;積層数 7 板面の品質;C-D 単板樹種;カラマツ(全層) 寸法;幅 910×長 1820(下)、1622(上)mm 密度;0.53~0.59g/cm ³ (平均 0.56)
面材の接合	接合具;めっき太め鉄丸くぎ CNZ75 (ワイヤー連結くぎ MNF(V)38-75,KN 村田産業(株)製) くぎ間隔;縦方向外周部@75mm 以下の 2 列千鳥打ち、横方向外周部の端部@200mm 以下、中央部@100mm 以下の 2 列千鳥打ち、中通部@150mm 以下 縁端距離;20mm と 40mm 面材と床板との隙間;30mm 継手目地の隙間;2mm くぎ打ち方法;自動くぎ打ち機(HN-90N3)による
受材と接合	寸法;厚 90×幅 120mm 品質等;機械等級区分構造用製材(E70)、スギ 接合具;四角穴付きタッピンねじ STS6.5・F180(図 1.2) ねじ間隔;端部 2 本打ちの@125mm の 2 列千鳥打ち
床下地板と接合	厚 28mm 構造用合板(特類、2 級、全層スギ) 接合方法;めっき鉄丸くぎ NZ75@150mm 密度;0.40~0.40g/cm ³ (平均 0.40)
軸組材	柱;見付幅 150×奥行き 120mm、同一等級構成構造用集成材(E65-F255)、スギ 補助柱;120mm 角、同一等級構成構造用集成材(E65-F255)、スギ 梁;幅 120×高 360mm、対称異等級構成構造用集成材(E65-F225)、スギ 土台;幅 150×高 120mm、同一等級構成構造用集成材(E65-F255)、スギ 間柱;見付幅 45×奥行き 120mm、機械等級区分構造用製材(E70)、スギ 中棧;見付幅 120×奥行き 120mm、機械等級区分構造用製材(E70)、スギ
柱頭、柱脚金物	柱頭;柱頭部めり込み補強金物(360S)(図 1.3)を柱頭に 6-ビス(φ6×L60mm)で留め付け、金物鋼棒部を梁に挿入し、8-φ12×L115mm ドリフトピンで留め付け。 柱脚;柱脚部めり込み補強金物(120S)(図 1.4)を柱脚に 6-ビス(φ6×L60mm)で留め付け、金物鋼棒部を土台に挿入し、4-ビス(φ6×L60mm)で留め付け。

	<p>補助柱の柱頭;柱と梁の間にめりこみ防止プレートのオメガ土台プレートⅡ(厚 12×幅 120×長さ 170mm)を挿入し、ほぞ(幅 90×厚 30×長さ 107mm)差しの上 2-くぎ N90 平打ちし、接合金物チビフリーダムコーナーを留め付ける。</p> <p>補助柱の柱脚;長ほぞ(幅 120×厚 90×長さ 120mm)差しの上 2-くぎ N90 平打ちし、接合金物チビフリーダムコーナーを留め付ける。</p>
木材の密度及び含水率	<p>柱;0.38～0.41g/cm³(平均 0.39)、10.5～12.0%(平均 11.7)</p> <p>補助柱;0.39～0.43g/cm³(平均 0.41)、11.5～11.5%(平均 11.5)</p> <p>梁;0.35～0.38g/cm³(平均 0.36)、10.5～11.0%(平均 10.8)</p> <p>土台;0.37～0.43g/cm³(平均 0.41)、11.0～12.0%(平均 11.3)</p> <p>間柱;0.31～0.37g/cm³(平均 0.34)、12.0～14.5%(平均 13.3)</p> <p>受材;0.41～0.43g/cm³(平均 0.42)、22.0～27.0%(平均 24.2)</p> <p>中棧;0.40～0.41g/cm³(平均 0.40)、16.5～18.0%(平均 17.2)</p>

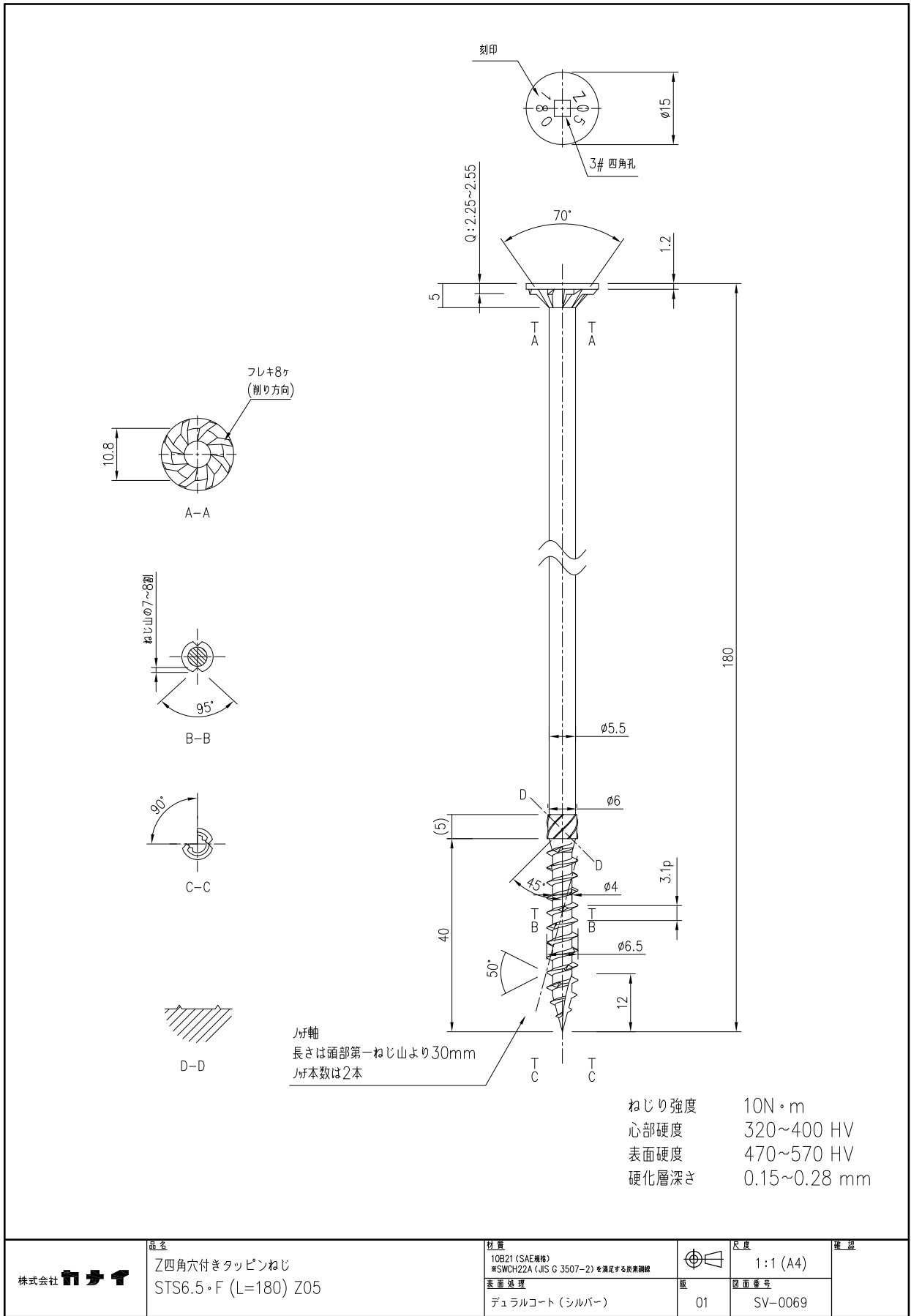
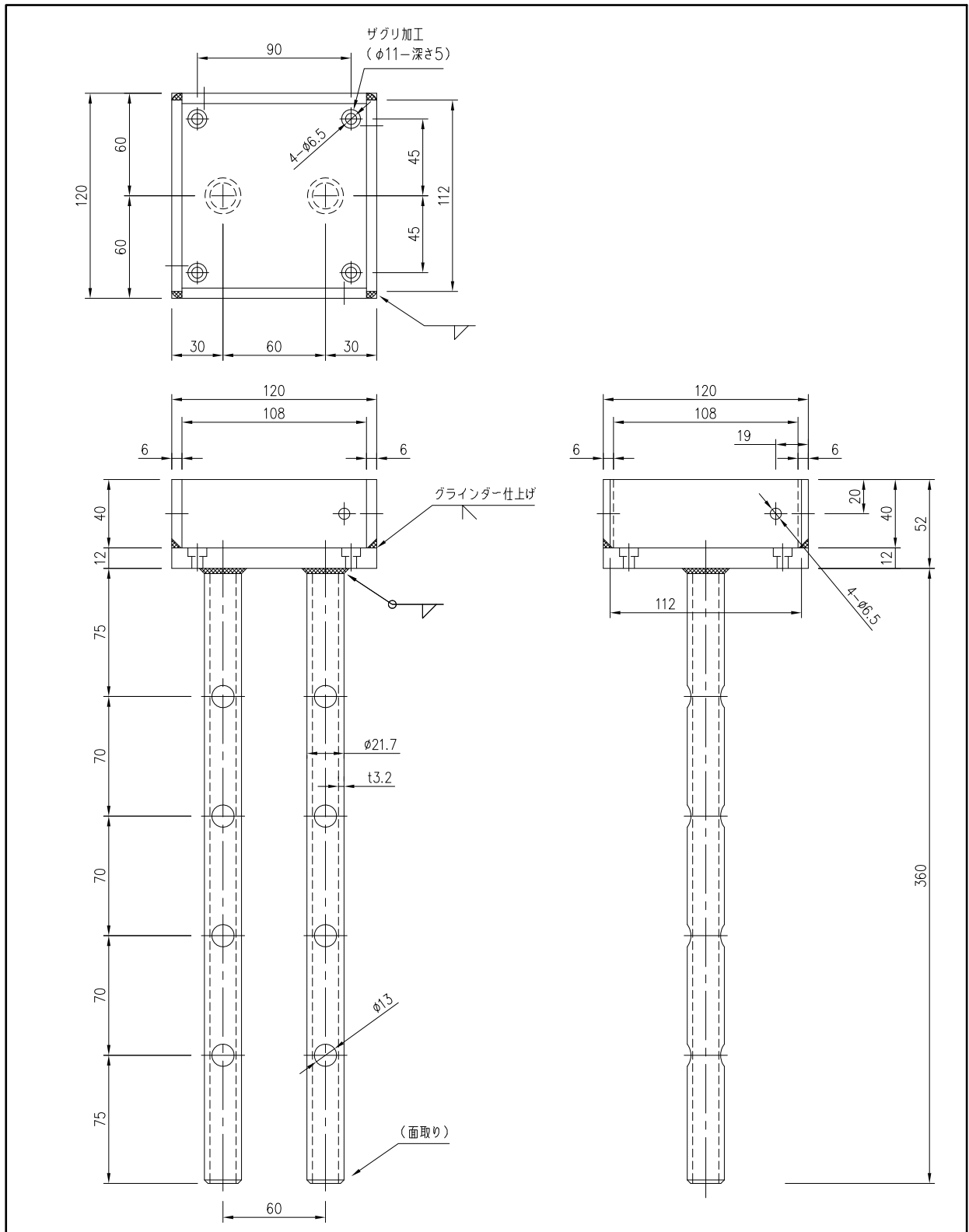
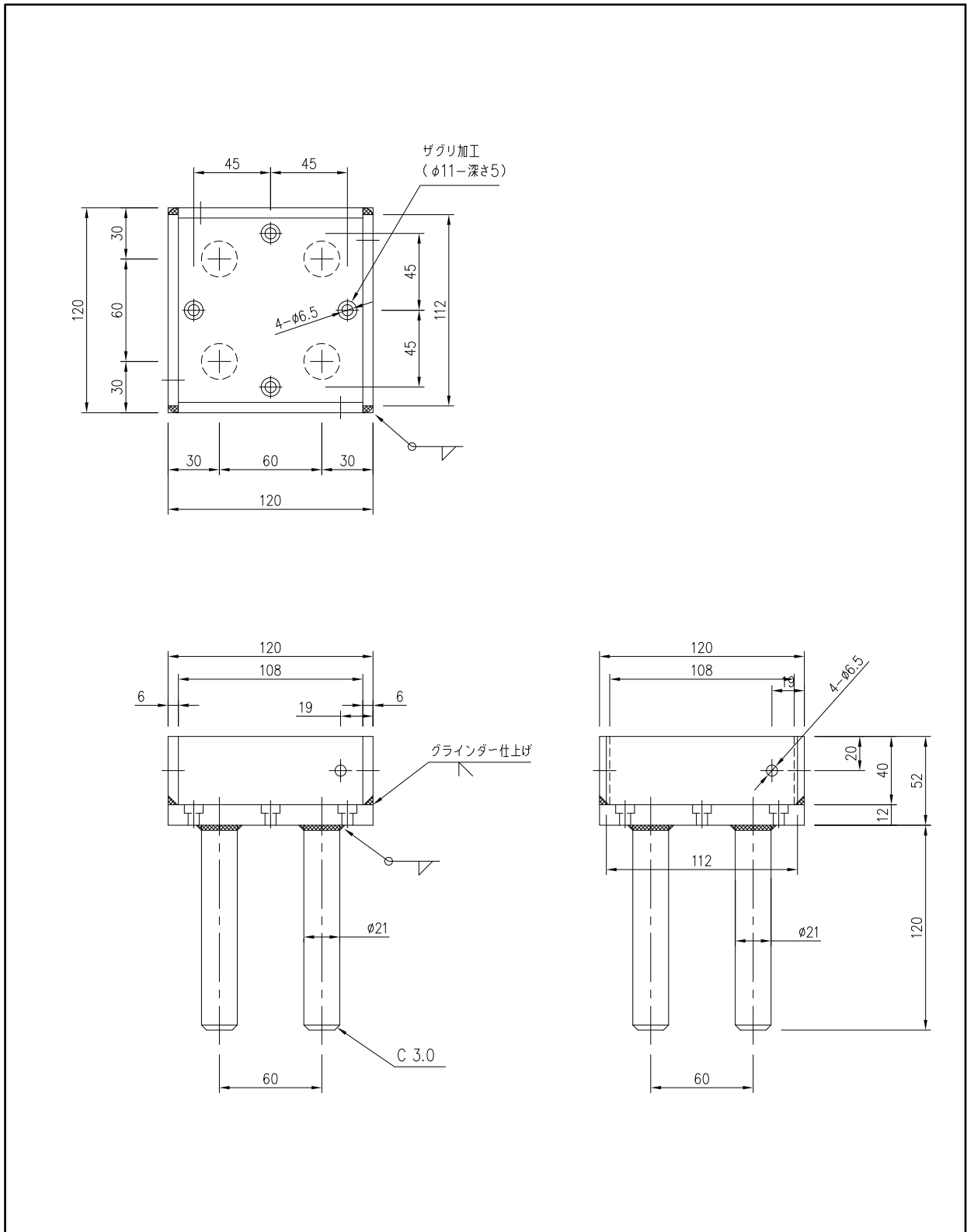


図1. 2: 四角穴付きタッピンねじ STS6.5・F180 の形状詳細 (mm)



		品名 柱頭部めり込み補強金物(360) (改良版)		材質 SS400(JIS G 3101) パイプ部:S45C(JIS G 4051)相当	
		表面処理 -			
改訂日	版	改訂内容	版	1:3 (A4)	製図
			02	1:3 (A4)	確認
			制定日	図面番号	承認
			2024.07.22	TA-0300	

図1. 3:柱頭部めり込み補強金物(360S)の形状詳細 (mm)



株式会社 カネイ	品名 柱脚部めり込み補強金物(120) (改良版)		材質 SS400(JIS G 3101)				
			表面処理 -				
改訂日	版	改訂内容	02	尺度 1:3 (A4)	製図	確認	承認
			判定日 2024.07.25	図面番号 TA-0299			

図1. 4: 柱脚部めり込み補強金物(120S)の形状詳細 (mm)

2. 試験方法

(1) 試験方法は、タイロッドの上部は試験体に固定し、下部は試験装置に固定する方式のタイロッドを用いた面内せん断試験とし、図2. 1に大壁床勝ち仕様の変位及びひずみ計測位置と試験方法の概要を示す。

(2) 試験体の固定方法は、土台を柱芯から両側 200mm の位置で、固定用ボルト M16 と角座金 80×厚 9mm を用い 6 箇所試験装置定盤に固定し、土台の両端にはストッパーを設置した。また、梁は振れ止めサポート及びローラーを用い、両面から挟み込むことで支持した。

(3) タイロッドには $\phi 19\text{mm}$ PC 鋼棒を用い、タイロッド上部は梁上面に取り付けた上部固定治具とピン(ボルト M22)で接続し、タイロッド下部は試験装置定盤に取り付けた下部固定治具とピン(ボルト M22)で接続した。

(4) 繰り返し加力は、真のせん断変形角(変位計 H1-H2)/標点間距離 H-(変位計 V3-V4)/標点間距離 V) 制御で同一ステップ各3回の正負交番繰り返しとし、1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30rad(但し 1/30rad は 1 回)とした。

(5) 計測に用いた機器の詳細は次のとおり。

- ・ロードセル; 容量 200kN, 出力 4000×10^{-6} ひずみ
- ・変位計; 容量 300mm, 出力 $33 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、容量 200mm, 出力 $50 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 、容量 100mm, 出力 $100 \times 10^{-6}/\text{mm}$ 及び容量 50mm, 出力 $200 \times 10^{-6}/\text{mm}$
- ・ひずみゲージ; (ゲージ長 20mm、ゲージ率 2.12 及びゲージ長 60mm、ゲージ率 2.09)

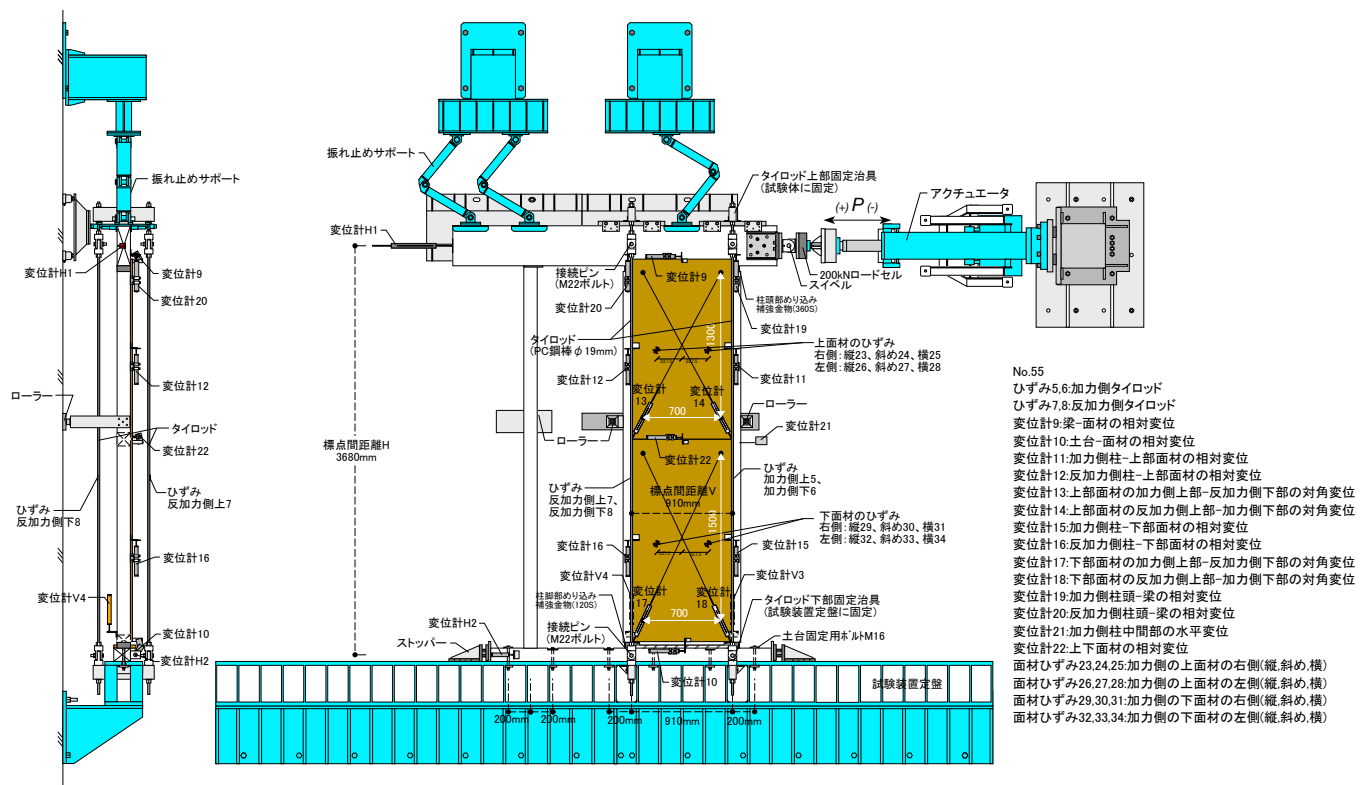


図2. 1: 試験体上部にタイロッドを固定するタイロッドを用いた面内せん断試験方法、変位等計測位置

3. 試験結果

(1) 試験結果の概要は表3. 1に示す。

(2) 見かけのせん断変形角 (γ)、脚部のせん断変形角 (θ) 及び真のせん断変形角 (γ_0) は、次式を用いて算出する。

$$\gamma = (H1-H2) / H$$

$$\theta = (V3-V4) / V$$

$$\gamma_0 = \gamma - \theta$$

ここで、 γ ; 見かけのせん断変形角 (rad)

H1; 試験体頂部の水平変位 (mm)

H2; 試験体脚部の水平変位 (mm)

H; H1 と H2 の距離 (ここでは 3680) (mm)

θ ; 脚部のせん断変形角 (rad)

V3; 試験体加力側脚部の上下方向変位 (mm)

V4; 試験体反加力側脚部の上下方向変位 (mm)

V; V3 と V4 の距離 (ここでは 910) (mm)

γ_0 ; 真のせん断変形角 (rad)

(3) 荷重-せん断変形角曲線は図3. 1～図3. 6に、荷重-変位曲線及びタイロッドの荷重-ひずみ曲線は図3. 7～図3. 29に示す。

(4) 試験体の破壊状況等は写真1～写真27に示す。

表3. 1: 試験結果の概要

試験体 記号	最大荷重時		主な破壊状況
	荷重 (kN)	変形角 γ_0 (rad)	
No.55-1	62.7	1/18	くぎ列に沿って柱及び受材の割れ及びくぎの引き抜け。 面材外周部のくぎ頭のめりこみ。
No.55-2	56.1	1/17	
No.55-3	60.0	1/19	

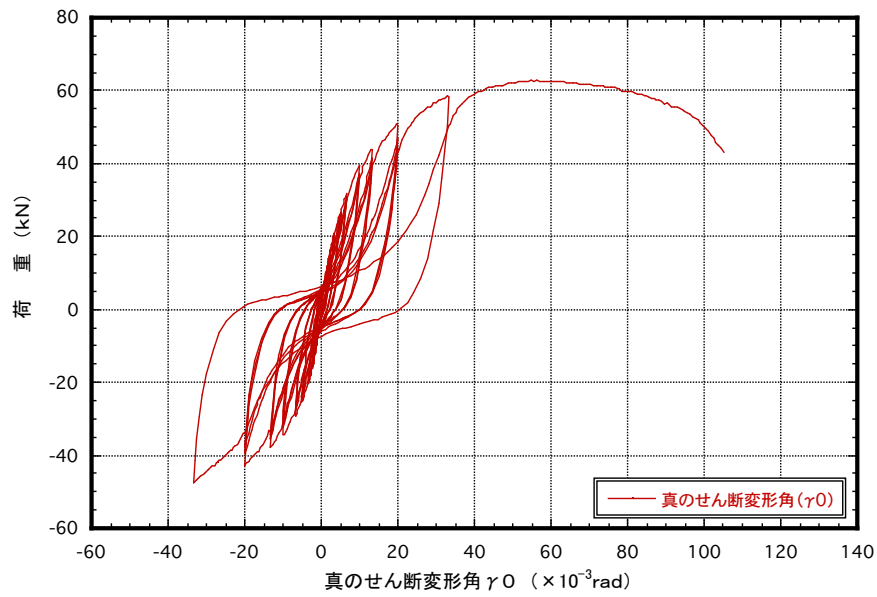


図3.1:No.55-1 荷重-せん断変形角曲線

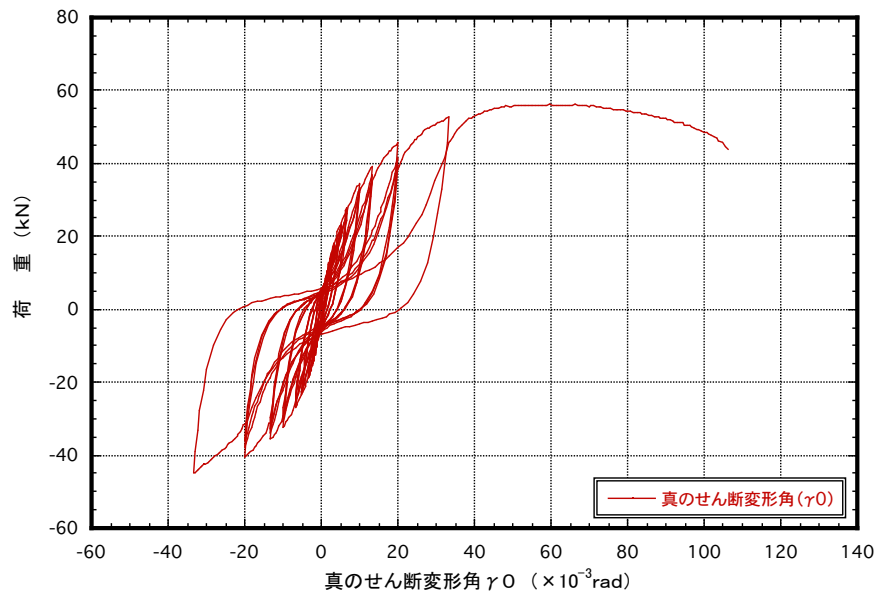


図3.2:No.55-2 荷重-せん断変形角曲線

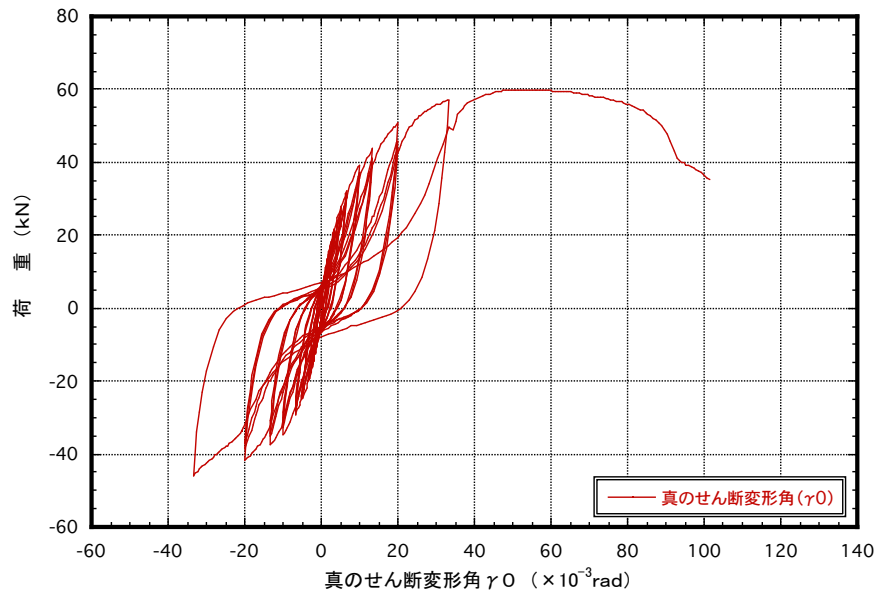


図3.3:No.55-3 荷重-せん断変形角曲線

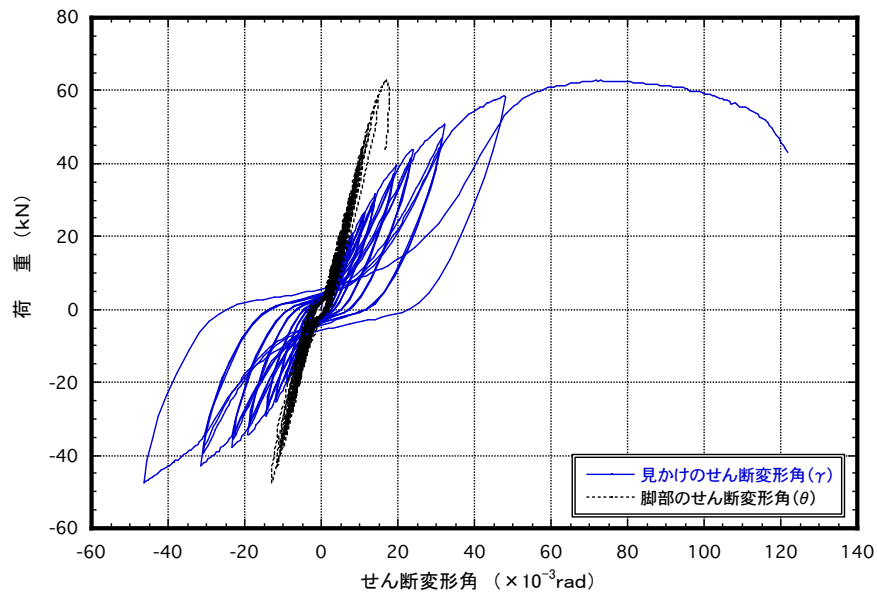


図3.4:No.55-1 荷重-せん断変形角曲線

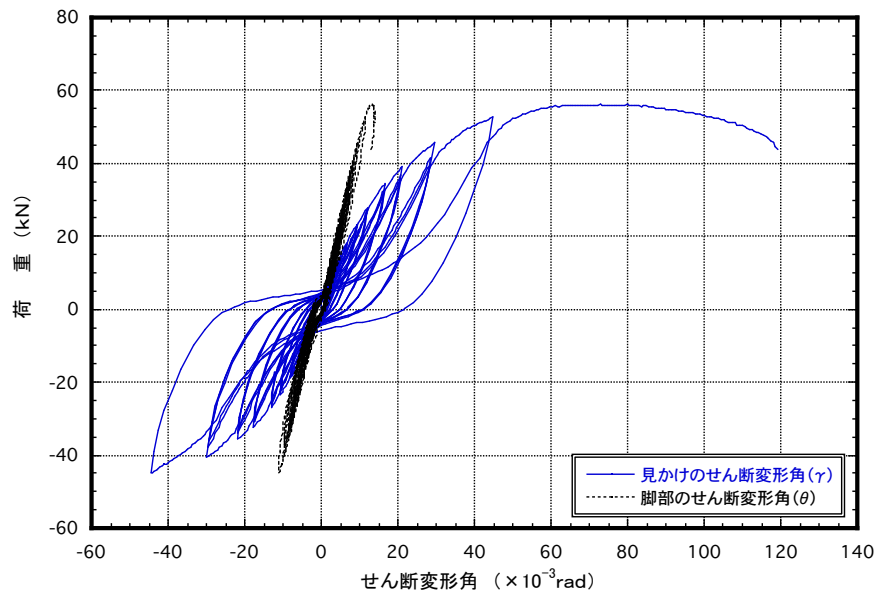


図3.5:No.55-2 荷重-せん断変形角曲線

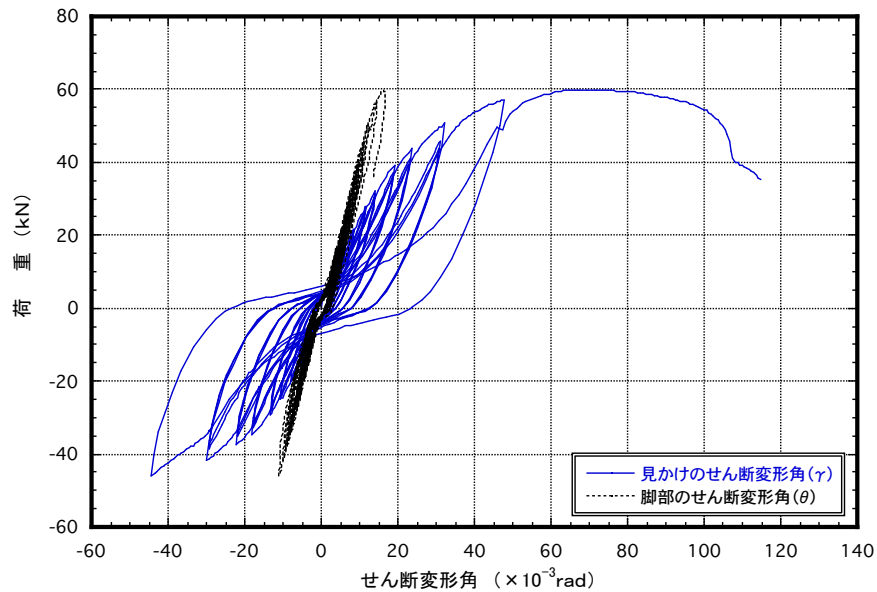


図3.6:No.55-3 荷重-せん断変形角曲線

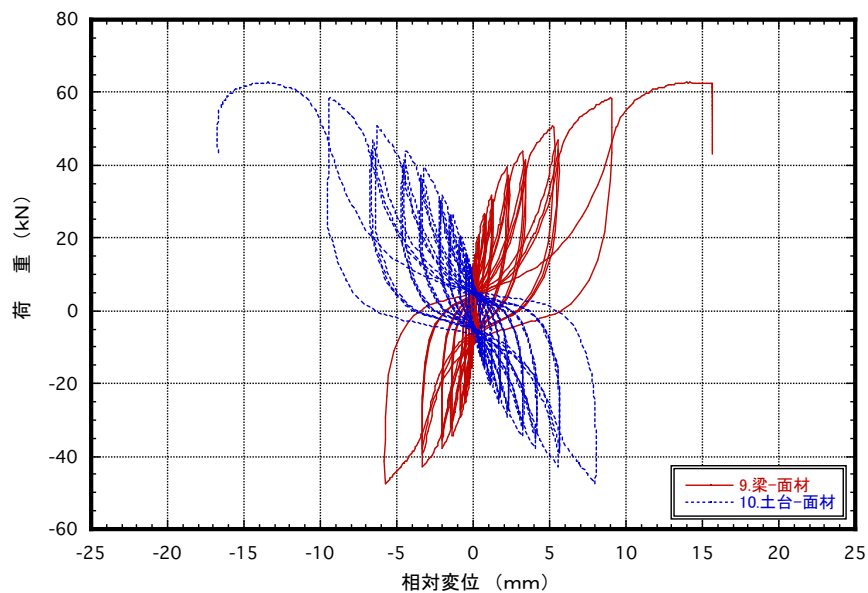


図3.7:No.55-1 荷重-変位曲線

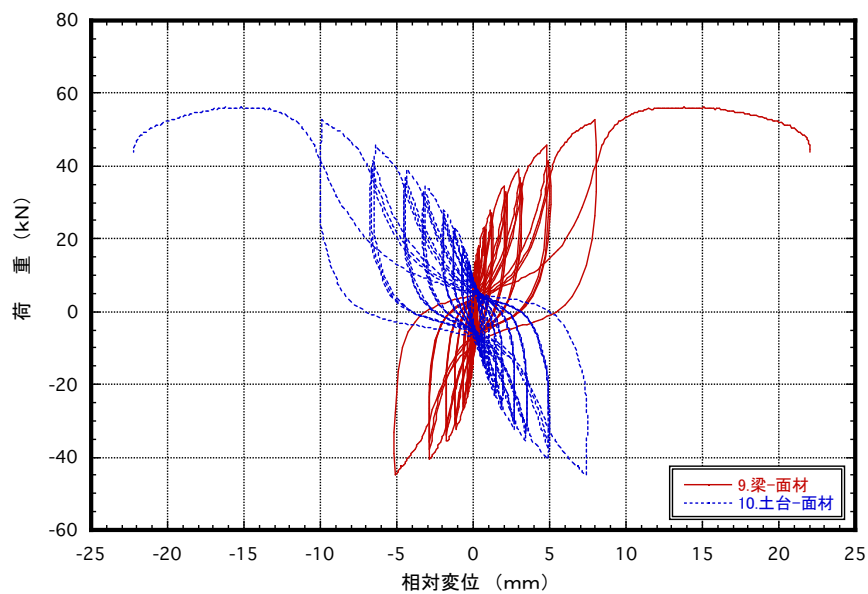


図3.8:No.55-2 荷重-変位曲線

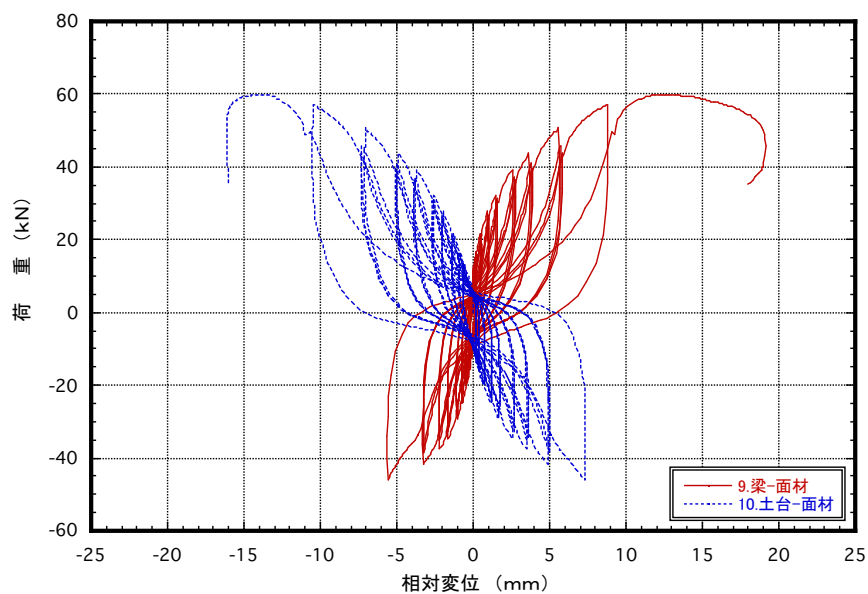


図3.9:No.55-3 荷重-変位曲線

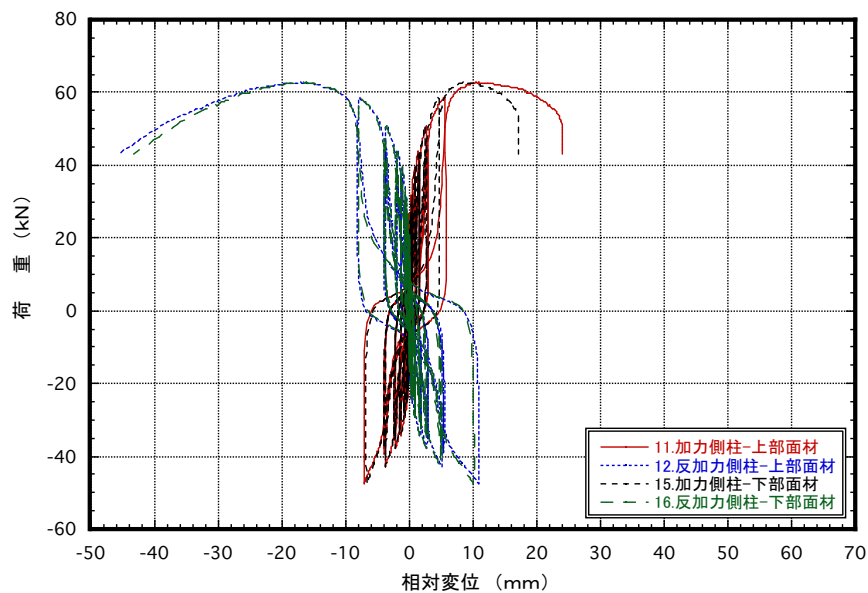


図3.10:No.55-1 荷重-変位曲線

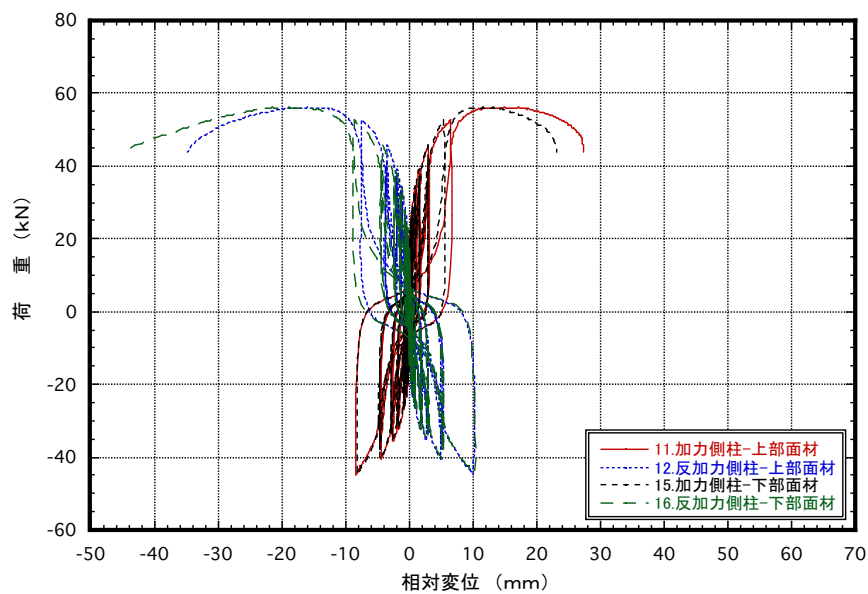


図3.11:No.55-2 荷重-変位曲線

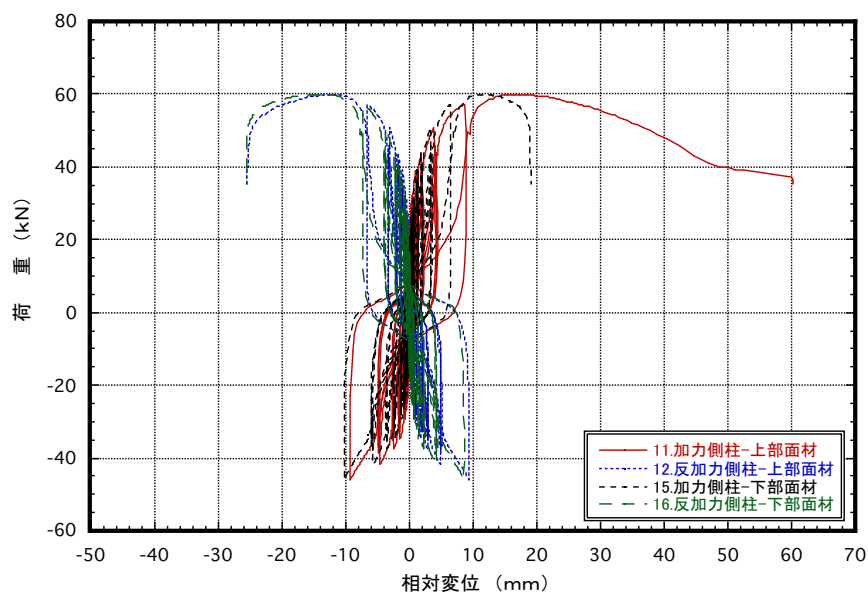


図3.12:No.55-3 荷重-変位曲線

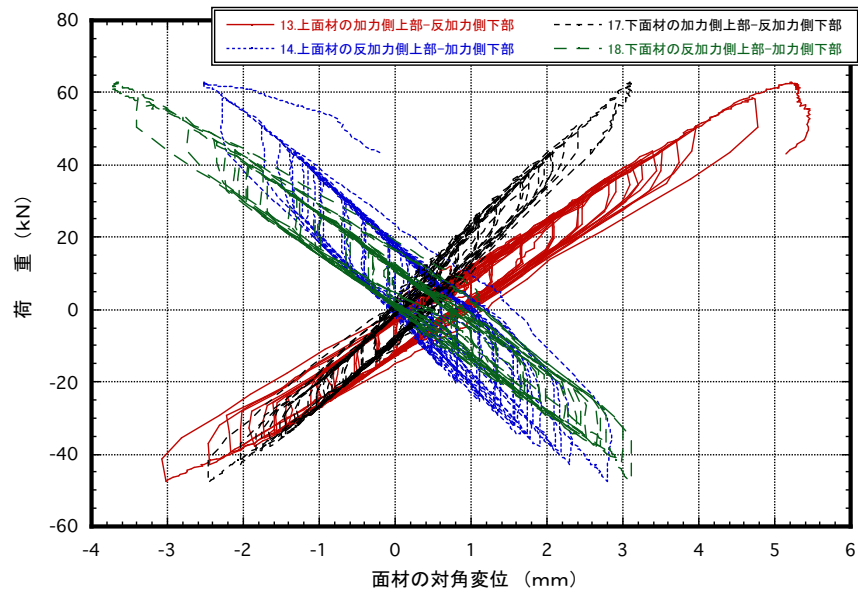


図3.13:No.55-1 荷重-変位曲線

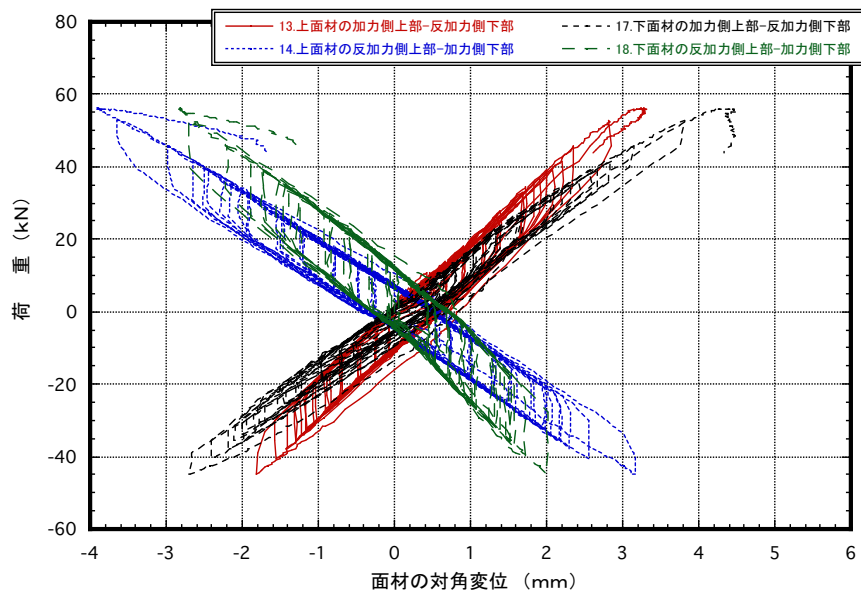


図3.14:No.55-2 荷重-変位曲線

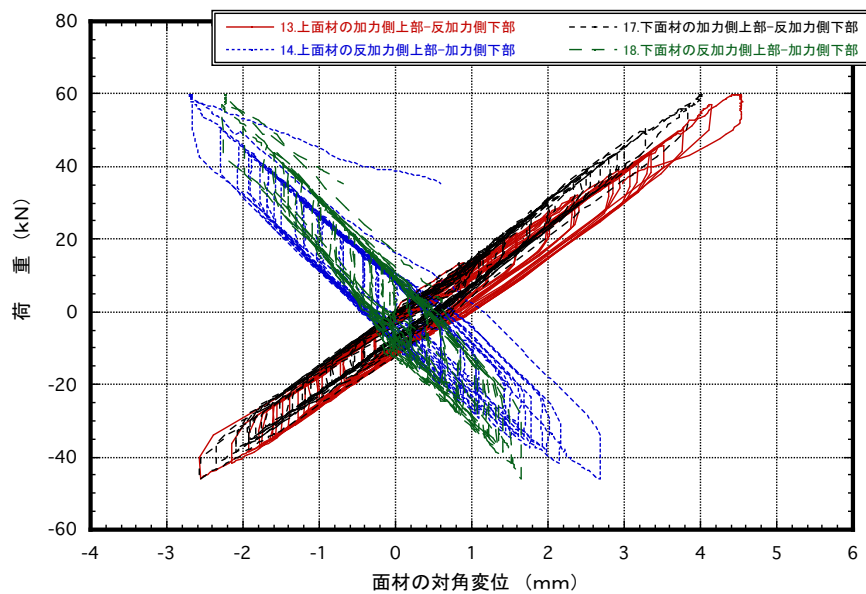


図3.15:No.55-3 荷重-変位曲線

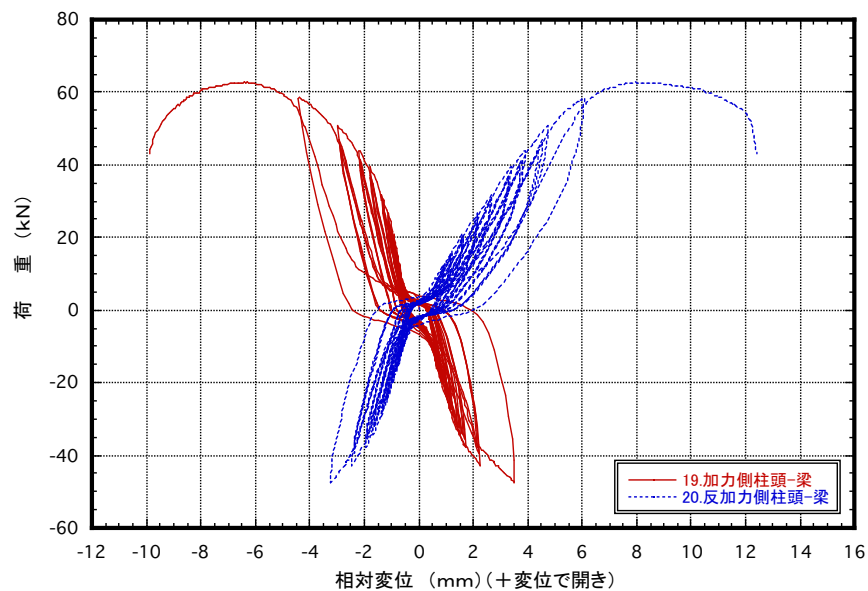


図3.16:No.55-1 荷重-変位曲線

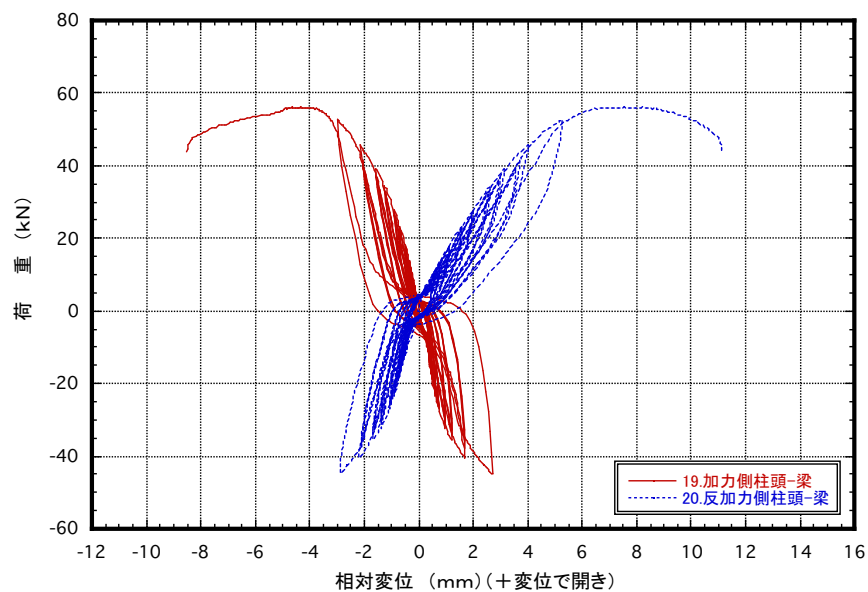


図3.17:No.55-2 荷重-変位曲線

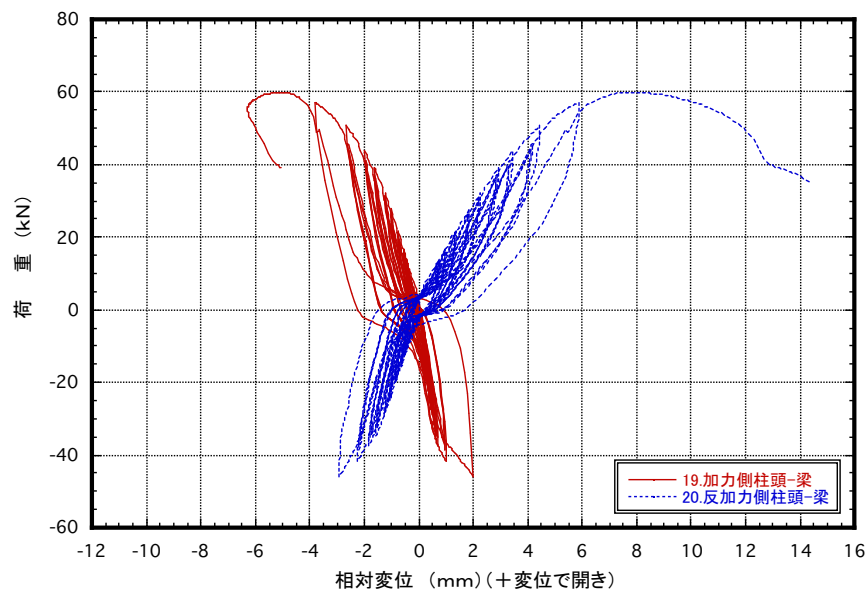


図3.18:No.55-3 荷重-変位曲線

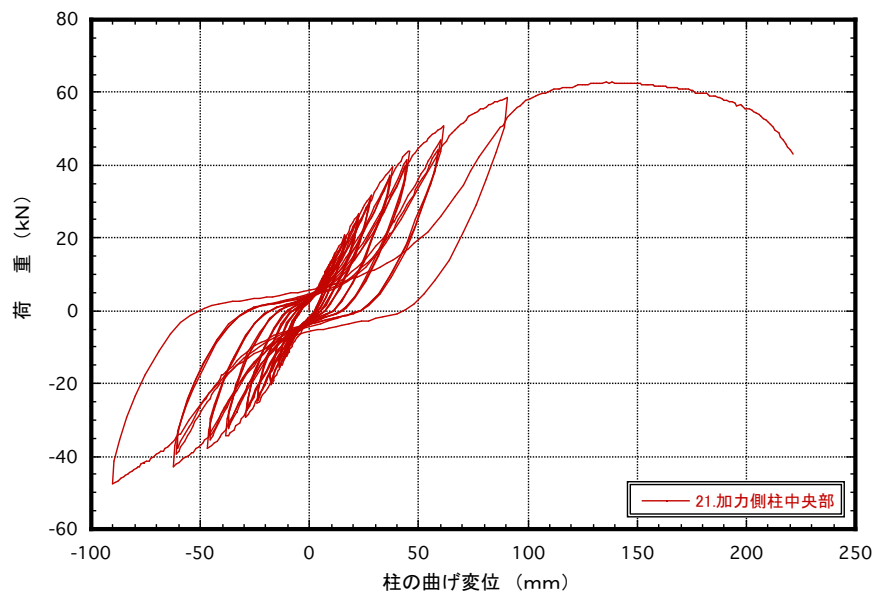


図3.19:No.55-1 荷重-変位曲線

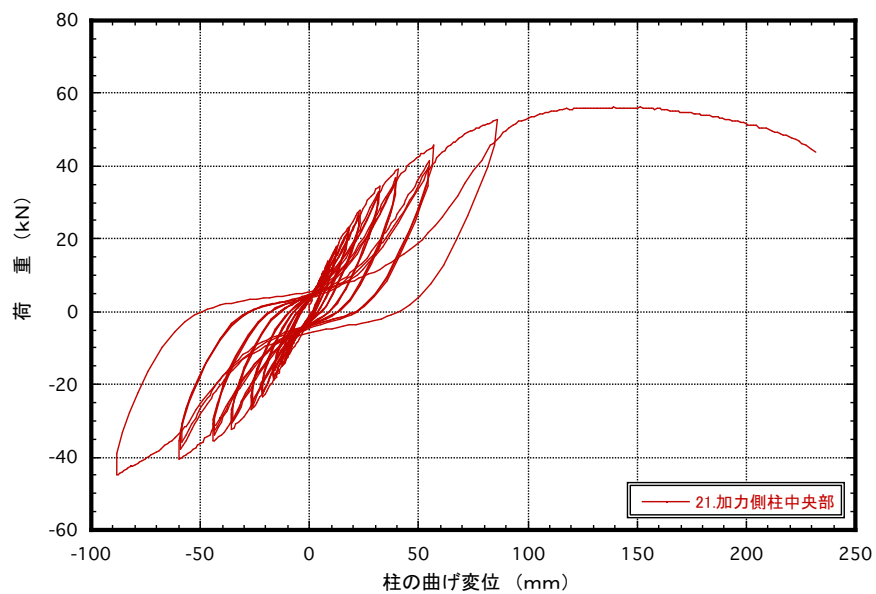


図3.20:No.55-2 荷重-変位曲線

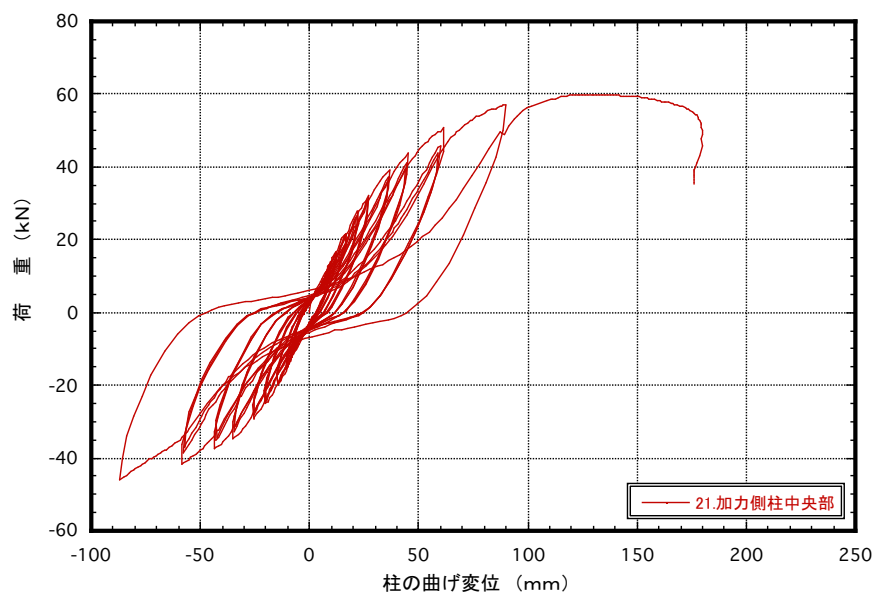


図3.21:No.55-3 荷重-変位曲線

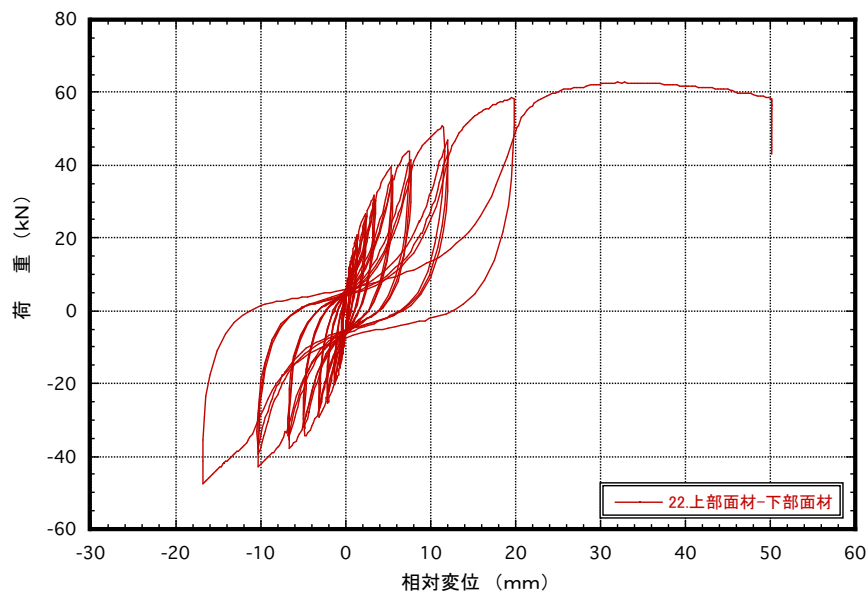


図3.22:No.55-1 荷重-変位曲線

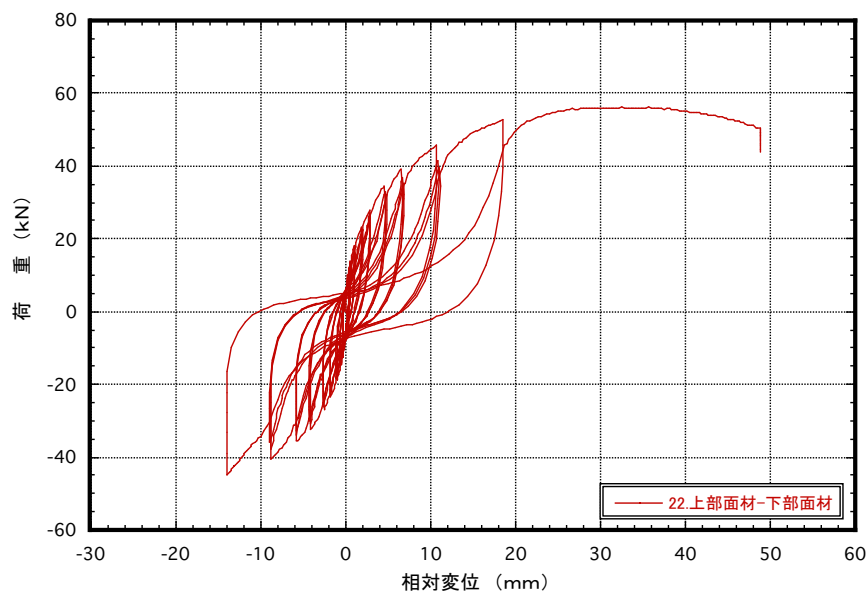


図3.23:No.55-2 荷重-変位曲線

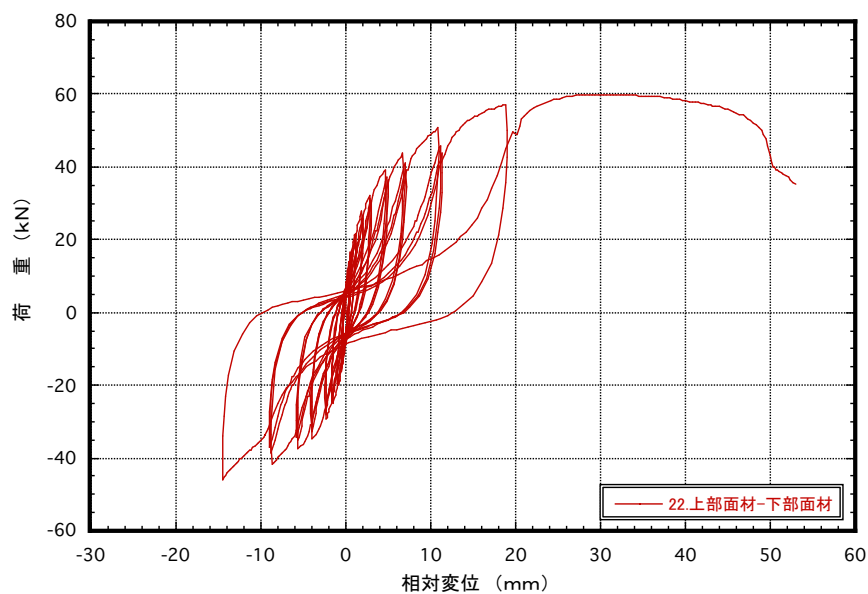


図3.24:No.55-3 荷重-変位曲線

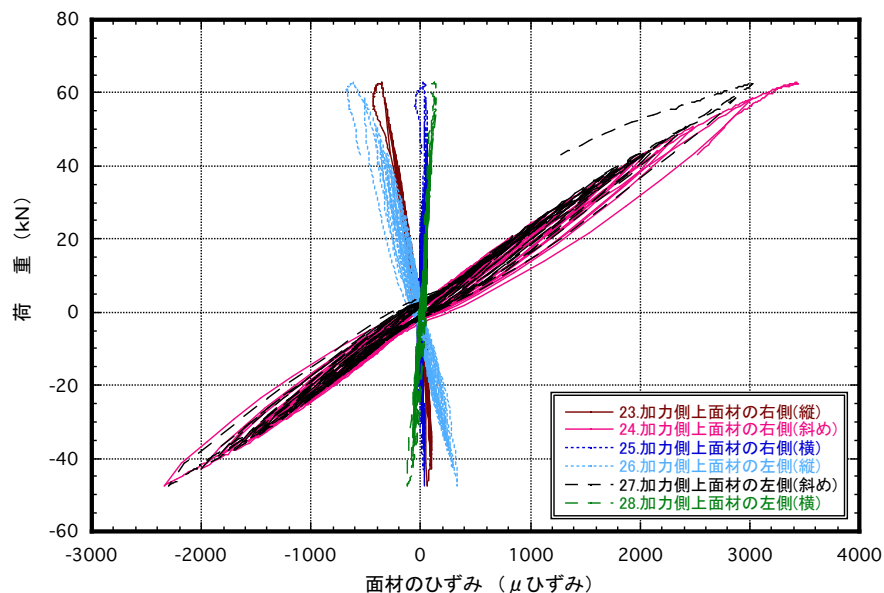


図3.25:No.55-1 荷重-ひずみ曲線

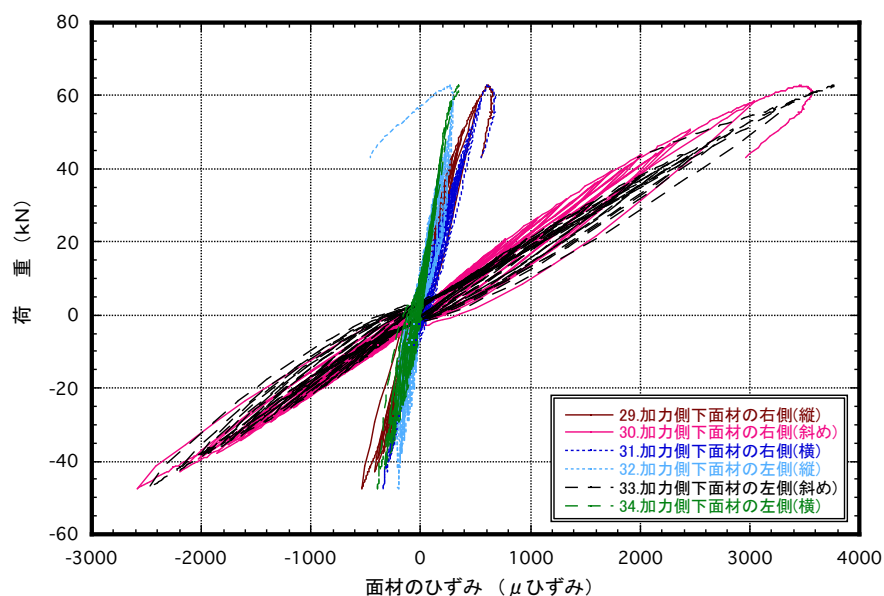


図3.26:No.55-1 荷重-ひずみ曲線

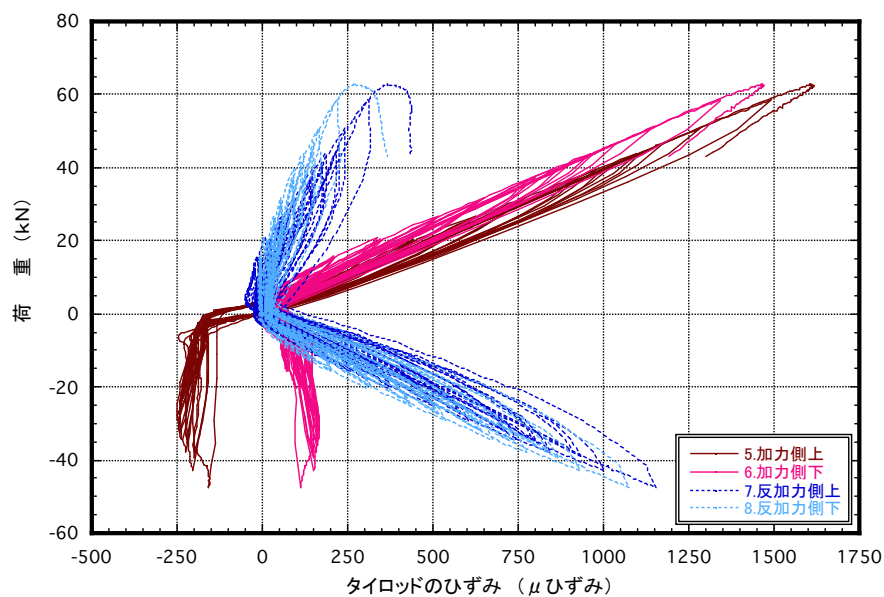


図3.27:No.55-1 荷重-ひずみ曲線

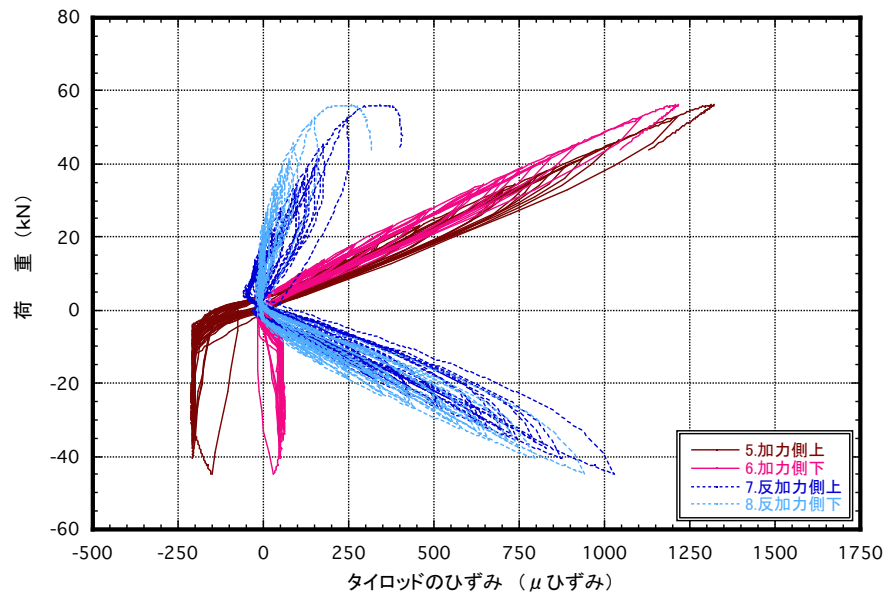


図3.28:No.55-2 荷重-ひずみ曲線

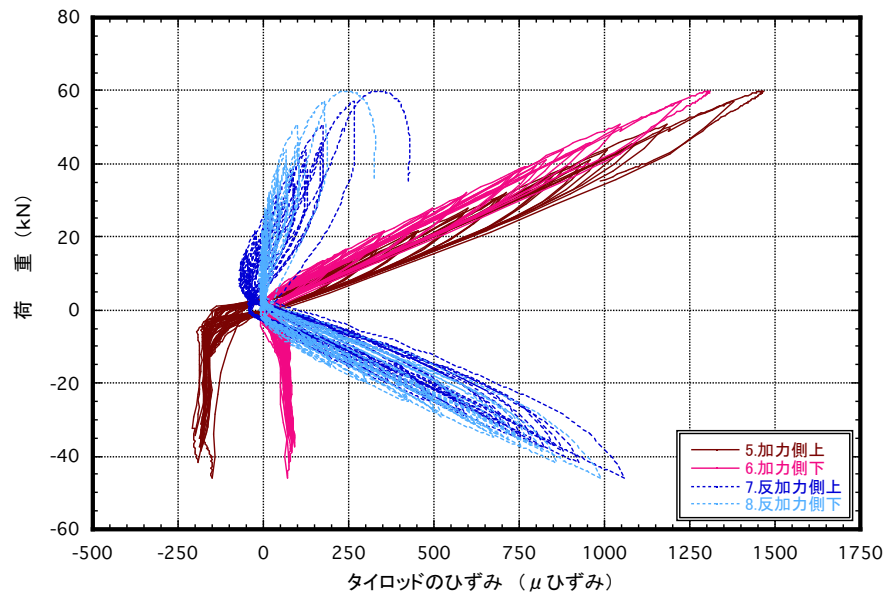


図3.29:No.55-3 荷重-ひずみ曲線

4. 短期基準せん断耐力の算定

4.1 短期基準せん断耐力の算定(終局変形角 $\delta u=1/15\text{rad}$ の場合)

短期基準せん断耐力の算定は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2025年版)」(企画発行(公財)日本住宅・木材技術センター)の鉛直構面の面内せん断試験の評価方法に準拠する。

(1)包絡線は、終局加力側の荷重-真のせん断変形角曲線より作製し、図4.1~図4.4に示す。なお、図4.1に包絡線の比較を示す。また、終局加力側の荷重-見かけのせん断変形角曲線より作製した包絡線は図4.5~図4.8に示し、図4.5に包絡線の比較を示す。

(2)真のせん断変形角包絡線から完全弾塑性モデルにより降伏耐力等の特性値を算定し、表4.1に示す。また、見かけのせん断変形角包絡線から算出した特性値は表4.3に示す。

(3)短期基準せん断耐力は、下記の①~④に掲げる耐力の平均値にばらつき係数を乗じ、50%下限値を求め、耐力の最も小さい値を短期基準せん断耐力とする。また、見かけのせん断変形角包絡線から算定する場合は下記④は見かけのせん断変形角が $1/120\text{rad}$ 時の耐力 P_{120} とする。

①降伏耐力 P_y

②終局耐力 $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2u-1}$

③最大耐力 $P_{\max} \cdot 2/3$

④真のせん断変形角が $1/150\text{rad}$ 時の耐力 P_{150} 、見かけのせん断変形角包絡線の場合は見かけのせん断変形角が $1/120\text{rad}$ 時の耐力 P_{120}

(4)壁長 1m あたりの短期基準せん断耐力は、表4.2の真のせん断変形角包絡線より算定した短期基準せん断耐力を試験体の壁長 0.91m で除して求め表4.5に示す。また、表4.4の見かけのせん断変形角包絡線より算定した短期基準せん断耐力を試験体の壁長 0.91m で除して求めた値も併せて示す。

参考に下式より試算した相当倍率も併せて示す。

試算倍率 = 壁長 1m あたりの短期基準せん断耐力 $\times (1/1.96)$

ここで、1.96; 倍率 = 1 の基準値 (kN/m)

表4.5: 壁長 1m あたりの短期基準せん断耐力の算定と試算した相当倍率 ($\delta u=1/15\text{rad}$ の場合)

試験体 記号	真のせん断変形角より算定			見かけのせん断変形角より算定		
	決定因子	短期基準せん断耐力 (kN/m)	相当倍率	決定因子	短期基準せん断耐力 (kN/m)	相当倍率
No.55	P150	32.41	(16.5)	P120	23.40	(11.9)

注)この相当倍率には低減係数 α は乗じていない。

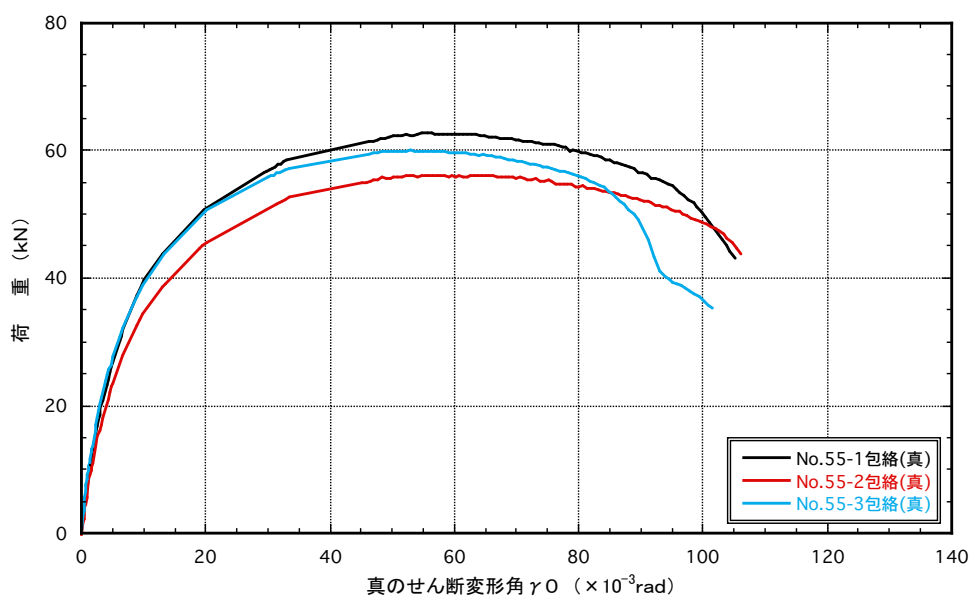


図4.1: No.55-1~3の荷重-変形角包絡線

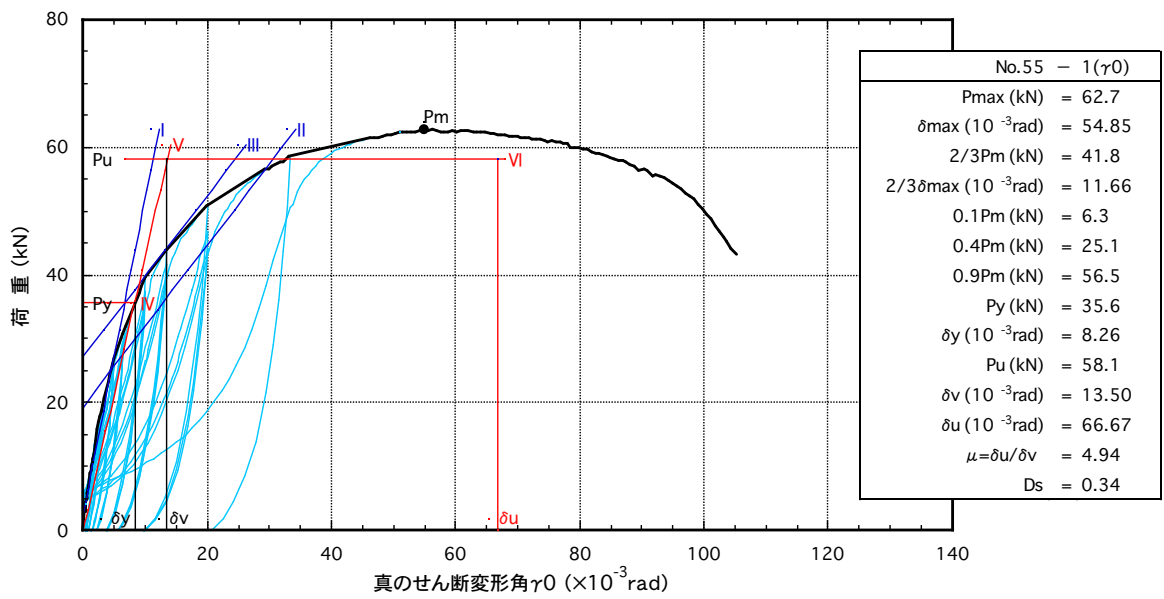


図4.2:No.55-1 包絡線及び完全弾塑性モデル

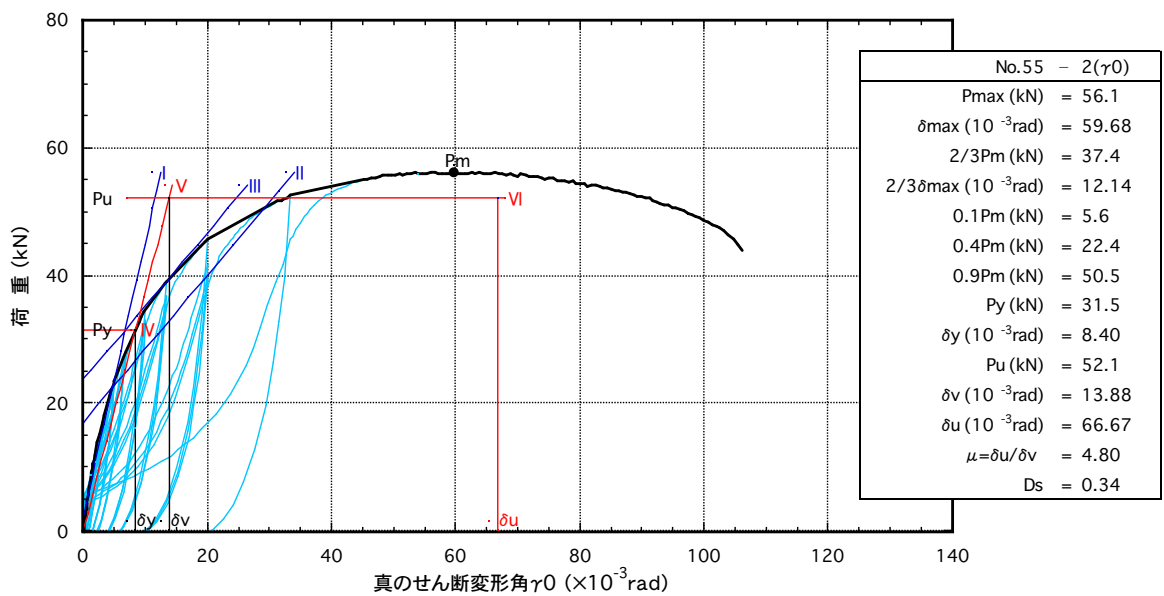


図4.3:No.55-2 包絡線及び完全弾塑性モデル

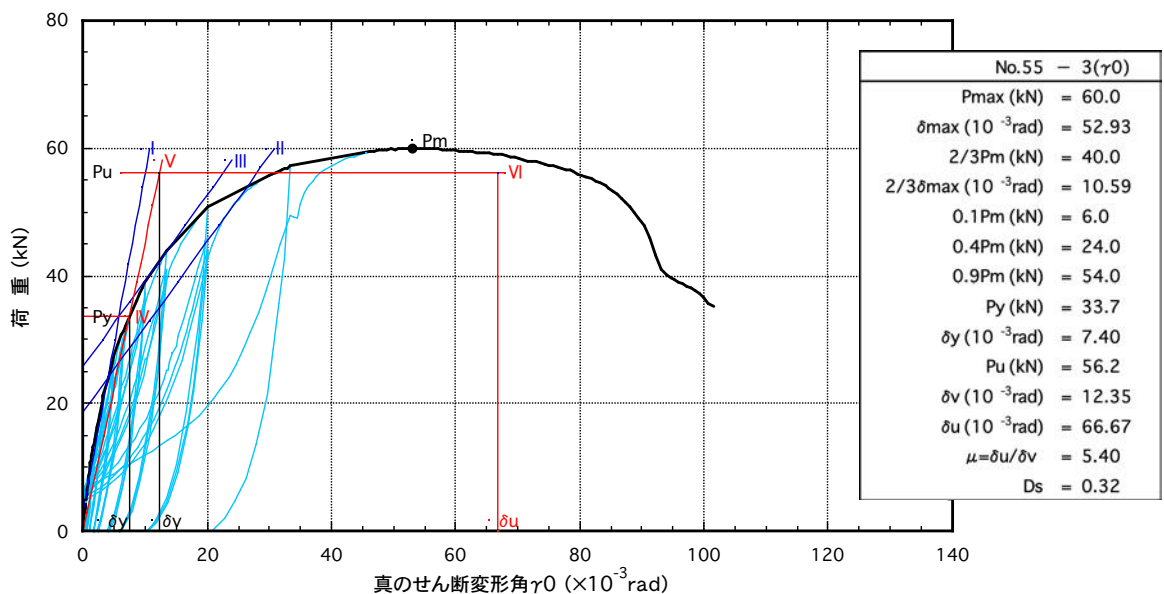


図4.4:No.55-3 包絡線及び完全弾塑性モデル

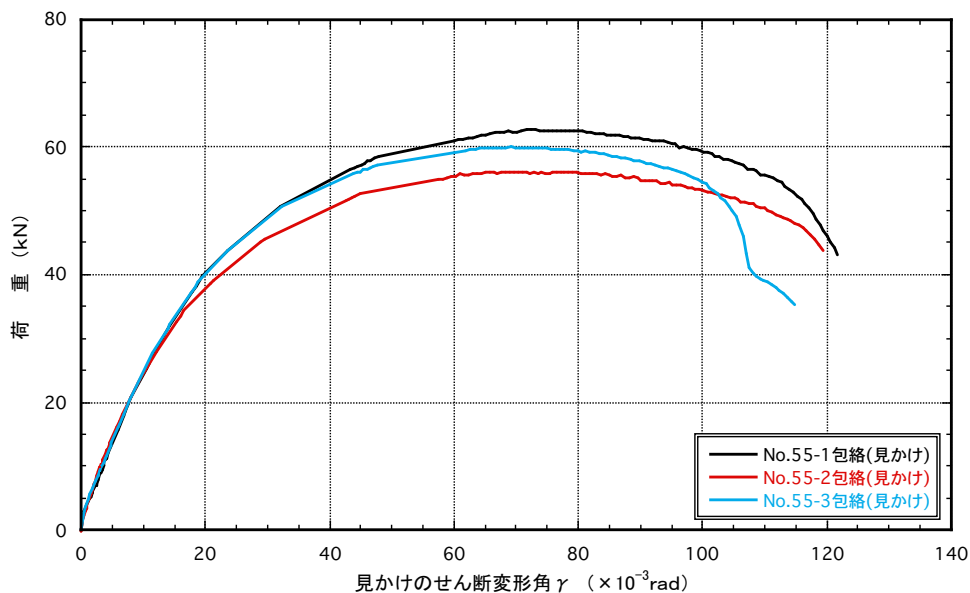


図4.5:No.55-1～3の荷重－変形角包絡線

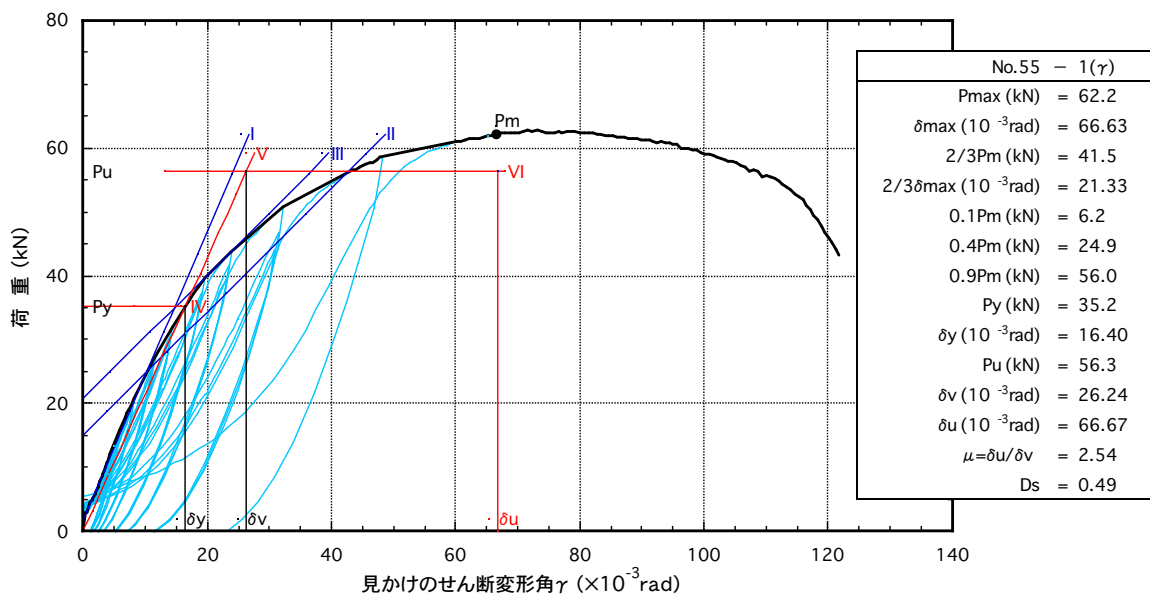


図4.6:No.55-1 包絡線及び完全弾塑性モデル

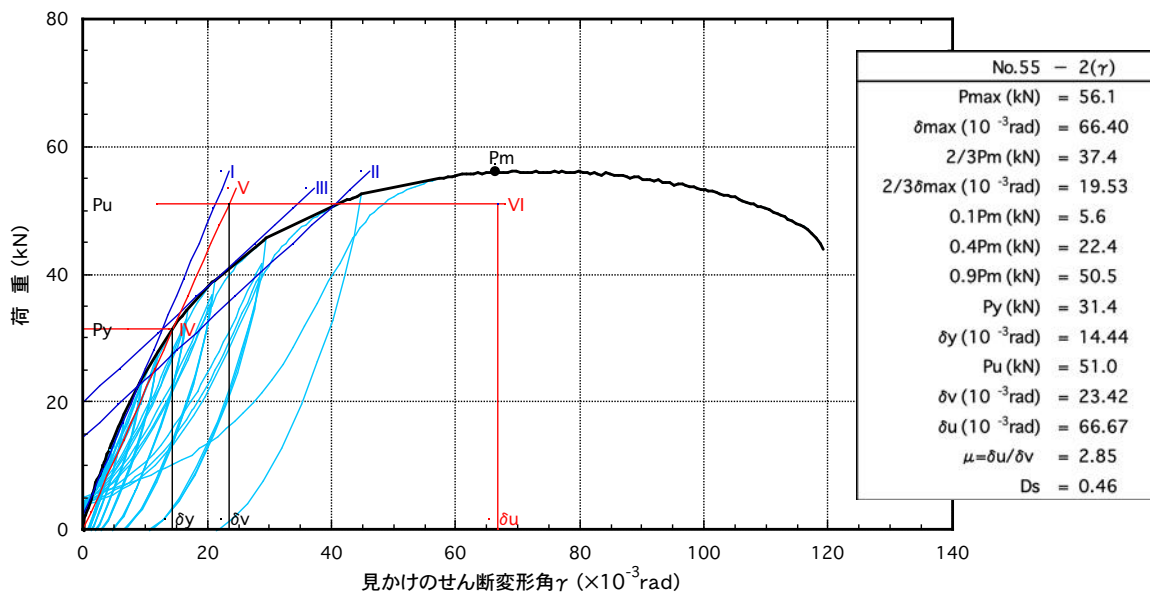


図4.7:No.55-2 包絡線及び完全弾塑性モデル

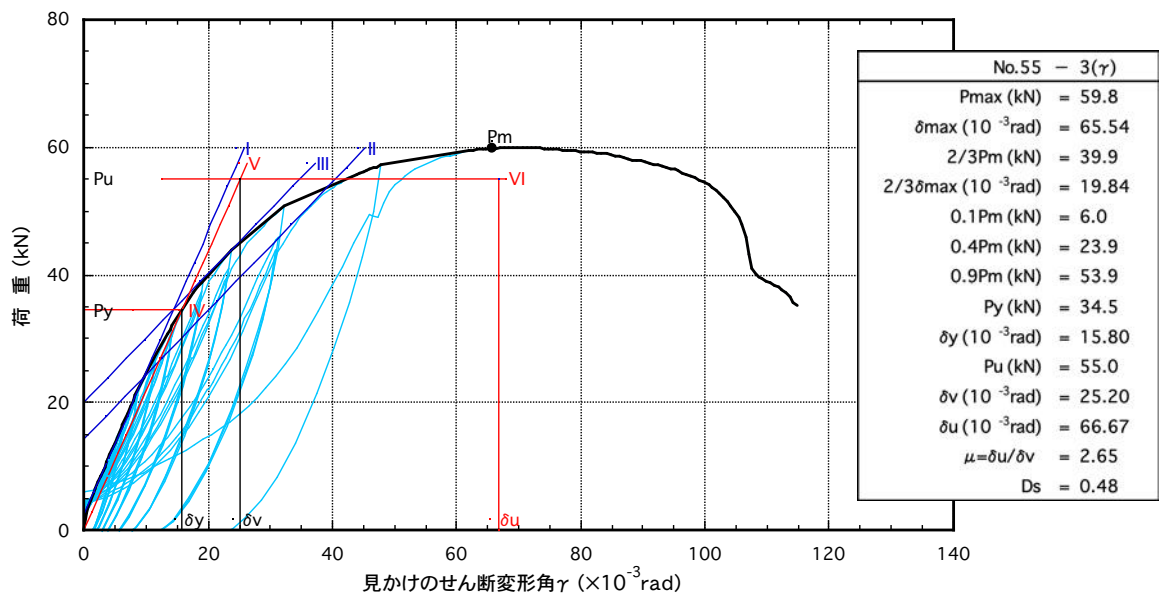


図4.8:No.55-3 包絡線及び完全弾塑性モデル

表4. 1: 算定した特性値(真のせん断変形角) (終局変形角 $\delta u=1/15\text{rad}$ として算定)

変形角	真のせん断変形角					
試験方法	試験体上部にタイロッドを固定するタイロッド式					
壁長	0.91m					
試験体記号	No.55-1	No.55-2	No.55-3	平均値	標準偏差	変動係数
最大耐力 Pmax (kN)	62.7	56.1	60.0	59.6	3.32	
最大耐力時変形角 $\delta_{\text{max}} (10^{-3}\text{rad})$	54.85	59.68	52.93	55.82	3.48	
①降伏耐力 Py (kN)	35.6	31.5	33.7	33.6	2.05	0.061
降伏変形角 $\delta_y (10^{-3}\text{rad})$	8.26	8.40	7.40	8.02	0.54	
終局耐力 Pu (kN)	58.1	52.1	56.2	55.5	3.07	
終局変形角 $\delta_u (10^{-3}\text{rad})$	66.67	66.67	66.67	66.67	0.00	
降伏点変形角 $\delta_v (10^{-3}\text{rad})$	13.50	13.88	12.35	13.24	0.80	
剛性 K (MN/rad)	4.31	3.75	4.55	4.20	0.41	
塑性率 μ	4.94	4.80	5.40	5.05	0.31	
構造特性係数 Ds	0.34	0.34	0.32	0.33	0.01	
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	34.6	30.6	35.2	33.5	2.50	0.075
③ $2/3P_{\text{max}}$ (kN)	41.8	37.4	40.0	39.7	2.21	0.056
一定変形時耐力(kN)						
真 1/300rad	20.7	18.1	21.8	20.2	1.90	0.094
真 1/200rad	26.9	23.4	27.7	26.0	2.29	
④真 1/150rad	31.8	27.9	32.0	30.6	2.31	0.075

表4. 2: 試験荷重と50%下限値(壁長 0.91m あたり) (終局変形角 $\delta u=1/15\text{rad}$ として算定)

項目	試験荷重(平均値) (kN)	ばらつき係数	50%下限値 (kN)
① Py(kN)	33.6	0.971	32.6
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	33.5	0.965	32.3
③ $2/3P_{\text{max}}$ (kN)	39.7	0.974	38.7
④ 真 P150(kN)	30.6	0.965	<u>29.5</u>

表4. 3: 算定した特性値(見かけのせん断変形角)(終局変形角 $\delta u=1/15\text{rad}$ として算定)

変形角	見かけのせん断変形角					
試験方法	試験体上部にタイロッドを固定するタイロッド式					
壁長	0.91m					
試験体記号	No.55-1	No.55-2	No.55-3	平均値	標準偏差	変動係数
最大耐力 Pmax (kN)	62.2	56.1	59.8	59.4	3.07	
最大耐力時変形角 $\delta_{\text{max}} (10^{-3}\text{rad})$	66.63	66.40	65.54	66.19	0.57	
①降伏耐力 Py (kN)	35.2	31.4	34.5	33.7	2.02	0.060
降伏変形角 $\delta_y (10^{-3}\text{rad})$	16.40	14.44	15.80	15.55	1.00	
終局耐力 Pu (kN)	56.3	51.0	55.0	54.1	2.76	
終局変形角 $\delta_u (10^{-3}\text{rad})$	66.67	66.67	66.67	66.67	0.00	
降伏点変形角 $\delta_v (10^{-3}\text{rad})$	26.24	23.42	25.20	24.95	1.43	
剛性 K (MN/rad)	2.15	2.17	2.18	2.17	0.02	
塑性率 μ	2.54	2.85	2.65	2.68	0.16	
構造特性係数 Ds	0.49	0.46	0.48	0.48	0.02	
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	22.7	22.1	22.8	22.5	0.38	0.017
③ $2/3P_{\text{max}}$ (kN)	41.5	37.4	39.9	39.6	2.07	0.052
一定変形時耐力(kN)						
見かけ 1/300rad	9.5	10.4	10.0	10.0	0.45	
見かけ 1/200rad	13.8	14.6	13.9	14.1	0.44	
④見かけ 1/120rad	21.2	21.5	21.4	21.4	0.15	0.007

表4. 4: 試験荷重と50%下限値(壁長 0.91m あたり)(終局変形角 $\delta u=1/15\text{rad}$ として算定)

項目	試験荷重(平均値) (kN)	ばらつき係数	50%下限値 (kN)
① Py(kN)	33.7	0.972	32.8
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	22.5	0.992	22.3
③ $2/3P_{\text{max}}$ (kN)	39.6	0.976	38.6
④ 見かけ P120(kN)	21.4	0.997	<u>21.3</u>

4.2 短期基準せん断耐力の算定(終局変形角 $\delta u=1/20\text{rad}$ として算定)

短期基準せん断耐力の算定は、「木造軸組工法中大規模建築物の許容応力度設計(2024 年版)」(企画発行(公財)日本住宅・木材技術センター)の鉛直構面の面内せん断試験の評価方法に準拠する。

(1)包絡線は、終局加力側の荷重-真のせん断変形角曲線より作製し、図4.9～図4.11に示す。

(2)真のせん断変形角包絡線から完全弾塑性モデルにより降伏耐力等の特性値を算定し、表4.6に示す。

(3)短期基準せん断耐力は、下記の①～④に掲げる耐力の平均値にばらつき係数を乗じ、50%下限値を求め、耐力の最も小さい値を短期基準せん断耐力とする。

①降伏耐力 P_y

②終局耐力 $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2u-1}$

③最大耐力 $P_{\max} \cdot 2/3$

④真のせん断変形角が $1/150\text{rad}$ 時の耐力 P_{150}

(4)壁長 1m あたりの短期基準せん断耐力は、表4.7の真のせん断変形角包絡線より算出した短期基準せん断耐力を試験体の壁長 0.91m で除して求め表4.8に示す。

参考に下式より試算した相当倍率も併せて示す。

試算倍率 = 壁長 1m あたりの短期基準せん断耐力 $\times (1/1.96)$

ここで、1.96; 倍率 = 1 の基準値 (kN/m)

表4.8: 終局変形角 $\delta u=1/20\text{rad}$ として算定した壁長 1m あたりの短期基準せん断耐力と試算した相当倍率

試験体 記号	真のせん断変形角より算定		
	決定因子	短期基準せん断耐力 (kN/m)	相当倍率
No.55	$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2u-1}$	29.78	(15.1)

注)この相当倍率には低減係数 α は乗じていない。

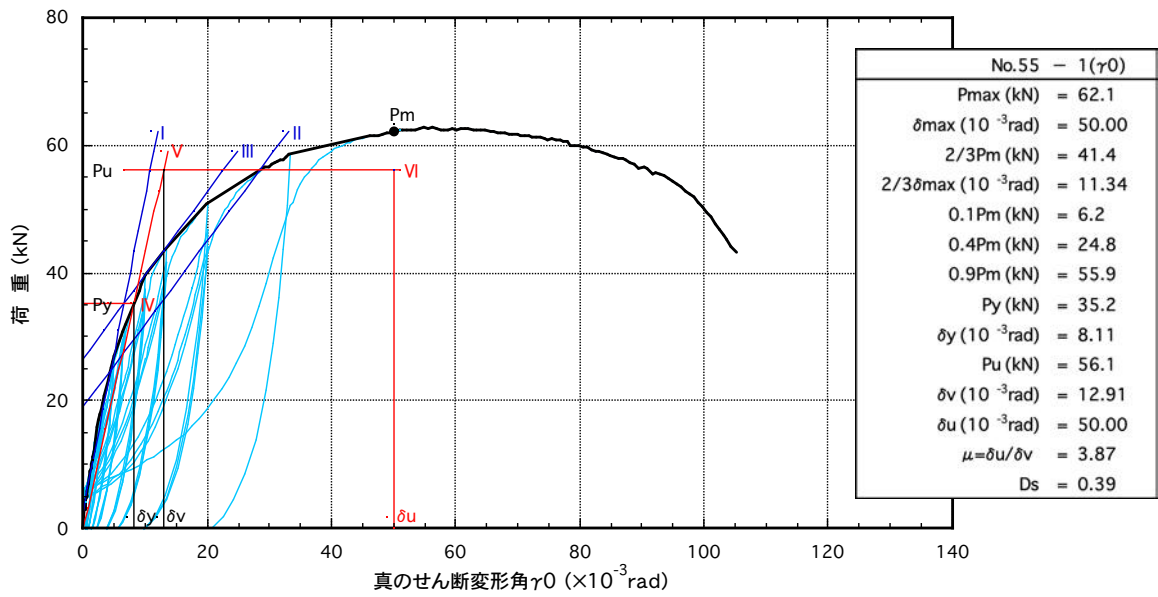


図4.9:No.55-1 包絡線及び完全弾塑性モデル

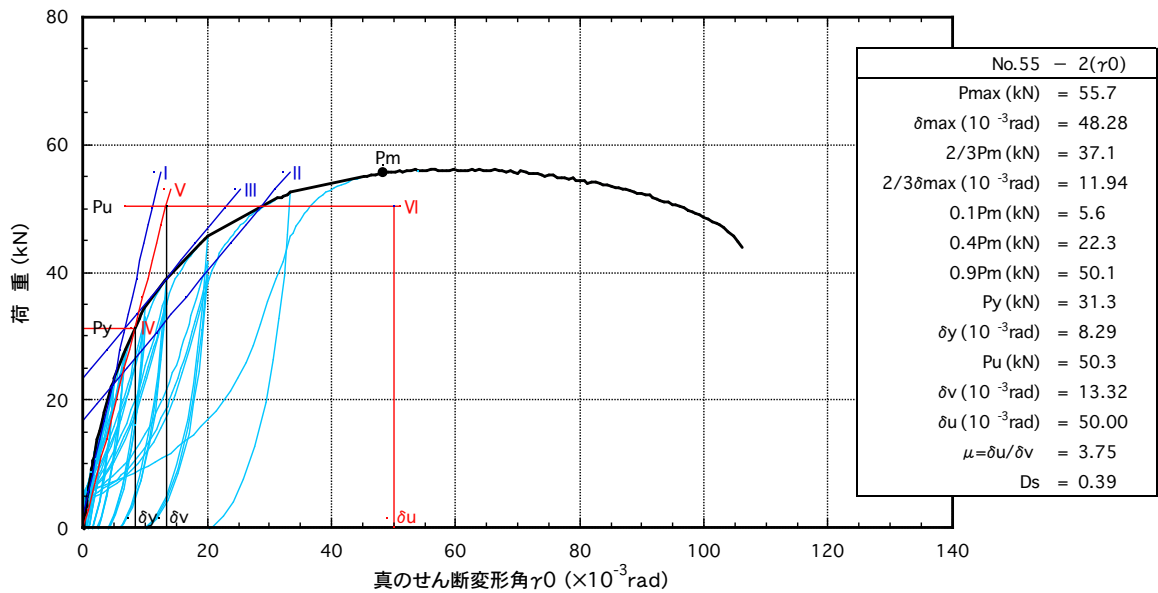


図4.10:No.55-2 包絡線及び完全弾塑性モデル

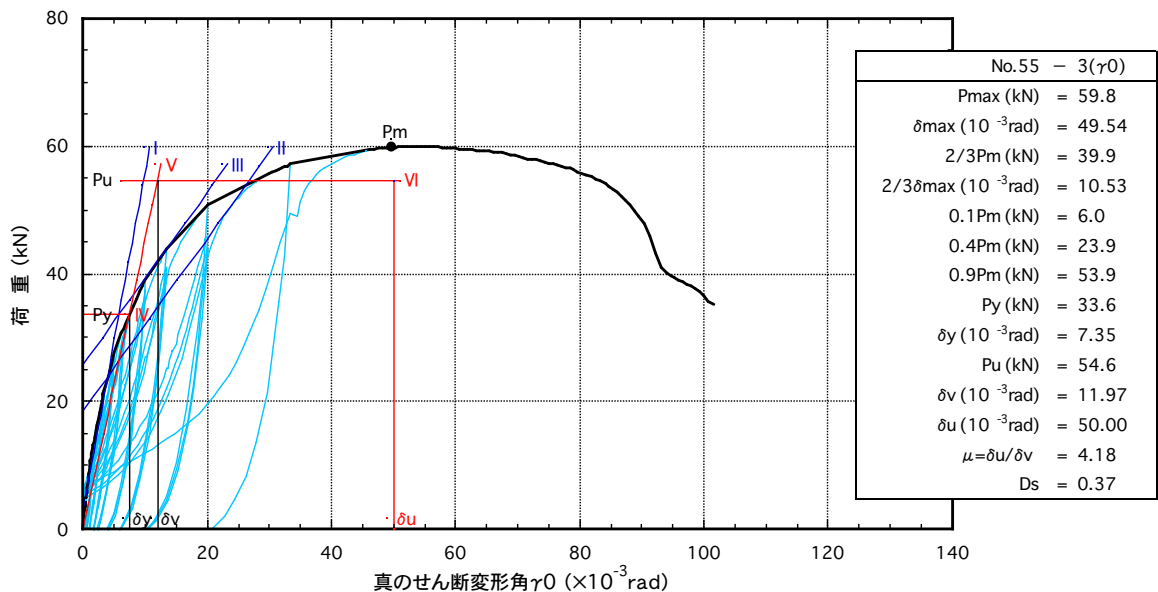


図4.11:No.55-3 包絡線及び完全弾塑性モデル

表4. 6: 終局変形角 $\delta u=1/20\text{rad}$ より算定した特性値(真のせん断変形角)

変形角	真のせん断変形角					
試験方法	試験体上部にタイロッドを固定するタイロッド式					
壁長	0.91m					
試験体記号	No.55-1	No.55-2	No.55-3	平均値	標準偏差	変動係数
最大耐力 Pmax (kN)	62.1	55.7	59.8	59.2	3.24	
最大耐力時変形角 $\delta_{\text{max}} (10^{-3}\text{rad})$	50.00	48.28	49.54	49.27	0.89	
①降伏耐力 Py (kN)	35.2	31.3	33.6	33.4	1.96	0.059
降伏変形角 $\delta_y (10^{-3}\text{rad})$	8.11	8.29	7.35	7.92	0.50	
終局耐力 Pu (kN)	56.1	50.3	54.6	53.7	3.01	
終局変形角 $\delta_u (10^{-3}\text{rad})$	50.00	50.00	50.00	50.00	0.00	
降伏点変形角 $\delta_v (10^{-3}\text{rad})$	12.91	13.32	11.97	12.73	0.69	
剛性 K (MN/rad)	4.34	3.78	4.57	4.23	0.41	
塑性率 μ	3.87	3.75	4.18	3.93	0.22	
構造特性係数 Ds	0.39	0.39	0.37	0.38	0.01	
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	29.1	25.6	29.6	28.1	2.18	0.078
③ $2/3P_{\text{max}}$ (kN)	41.4	37.1	39.9	39.5	2.18	0.055
一定変形時耐力(kN)						
真 1/300rad	20.7	18.1	21.8	20.2	1.90	0.094
真 1/200rad	26.9	23.4	27.7	26.0	2.29	
④真 1/150rad	31.8	27.9	32.0	30.6	2.31	0.075

表4. 7: 終局変形角 $\delta u=1/20\text{rad}$ より算定した試験荷重と50%下限値(壁長 0.91m あたり)

項目	試験荷重(平均値) (kN)	ばらつき係数	50%下限値 (kN)
① Py(kN)	33.4	0.972	32.5
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	28.1	0.963	<u>27.1</u>
③ $2/3P_{\text{max}}$ (kN)	39.5	0.974	38.5
④ 真 P150(kN)	30.6	0.965	29.5

写真番号 1
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-1

概要説明
 厚 18mm 構造用合板(全層カラマツ)張り大壁床勝ち仕様の木造軸組耐力壁の面内せん断試験前の状況。(くぎ CNZ75 縦方向外周部@75mm 以下の2列千鳥打ち,横方向外周部の端部@200mm 以下,中央部@100mm 以下の2列千鳥打ち,中通部@150mm 以下)、耐力壁芯々寸法:幅 910×高 3680mm



写真番号 2
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-1

概要説明
 タイロッド上部の固定方法。
 タイロッドの上部は試験体に固定。



写真番号 3
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-1

概要説明
 タイロッド下部の固定方法。
 タイロッドの下部は試験装置に固定。



写真番号 4
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-1

概要説明

試験終了時。
 $P_{max} = 62.7\text{kN}$



写真番号 5
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-1

概要説明

加力側柱中間部の状況。
くぎ列に沿って柱の割れ及びくぎの引き抜け。



写真番号 6
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-1

概要説明

反加力側柱脚部の状況。
くぎの引き抜けによる面材の浮き上がり。



写真番号 7
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-1

概要説明

反加力側柱頭部の状況。
くぎの引き抜けによる面材の浮き上がり。



写真番号 8
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-1

概要説明

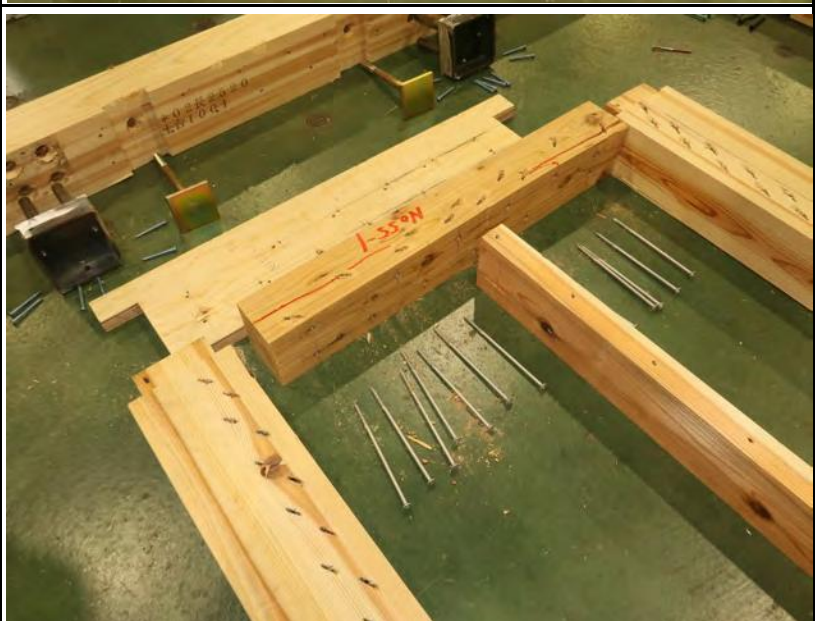
試験終了後の試験体の解体状況。
くぎ列に沿って加力側の柱及び受材の割れ。



写真番号 9
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55

概要説明

試験終了後の試験体下部の解体状況。
くぎ列に沿って受材の割れ。



写真番号 10
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-1

概要説明

試験終了後の試験体上部の解体状況。

くぎ列に沿って加力側の柱の割れ。

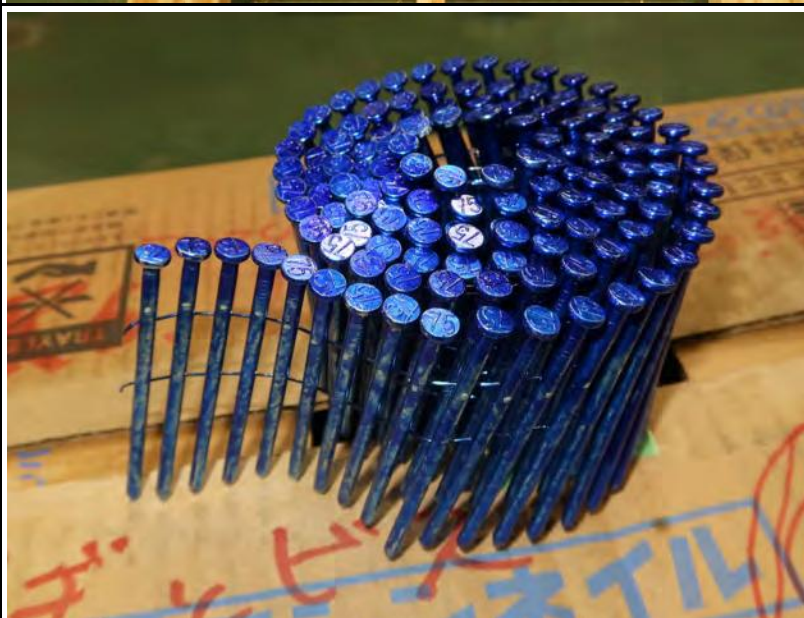


写真番号 11
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55

概要説明

面材の留め付けに用いたくぎ

めっき太め鉄丸くぎ CNZ75 のワイヤー連結くぎ MNF(V)38-75



写真番号 12
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55

概要説明

受材の留め付けに用いたねじ

四角穴付きタッピンねじ
STS6.5・F180



写真番号 13
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-2

概要説明

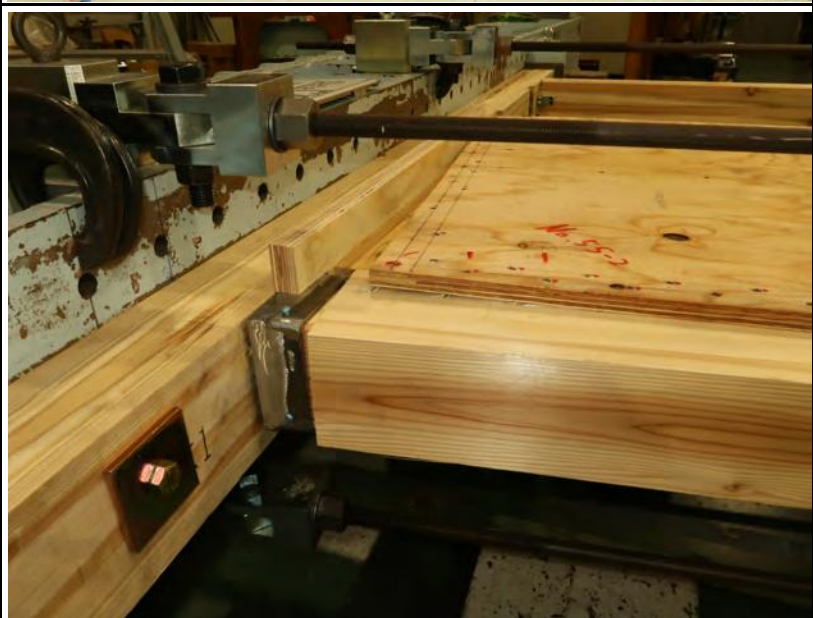
試験終了時。
 $P_{max} = 56.1 \text{ kN}$



写真番号 14
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-2

概要説明

加力側柱脚部の状況。
 くぎの引き抜け及びくぎ頭のめりこみによる面材の浮き上がり。



写真番号 15
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-2

概要説明

加力側柱中間部の状況。
 くぎ列に沿って柱の割れ及びくぎの引き抜け。



写真番号 16
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-2

概要説明

反加力側柱中間部の状況。
くぎの引き抜けによる面材の浮き上がり。
くぎ頭のめりこみ。



写真番号 17
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-2

概要説明

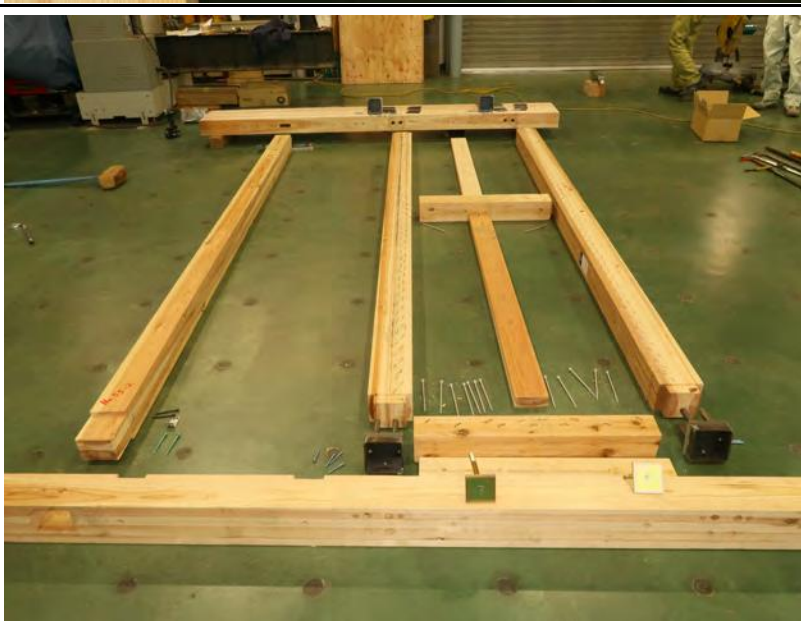
反加力側柱頭部の状況。
くぎの引き抜けによる面材の浮き上がり。



写真番号 18
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月18日
試験体記号
No.55-2

概要説明

試験終了後の試験体の解体状況。
くぎ列に沿って反加力側の柱の割れ。

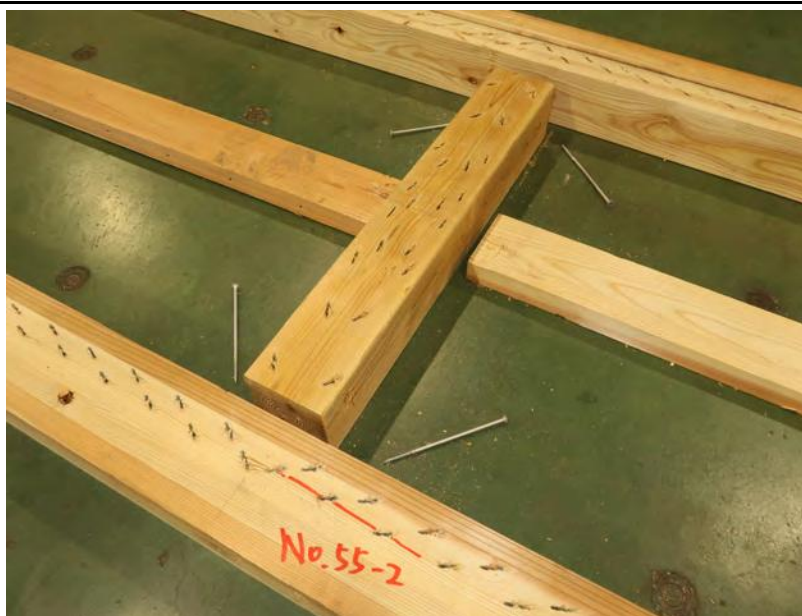


写真番号 19
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月18日
 試験体記号
 No.55-2

概要説明

試験終了後の試験体中央付近の解体状況。

くぎ列に沿って加力側の柱の割れ。



写真番号 20
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月19日
 試験体記号
 No.55-3

概要説明

試験終了時。
 $P_{max} = 60.0 \text{ kN}$



写真番号 21
 依頼番号依R07-46
 試験実施日
 令和7年11月19日
 試験体記号
 No.55-3

概要説明

加力側柱中間部の状況。

くぎ列に沿って柱の割れ及びくぎの引き抜け。



写真番号 22
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月19日
試験体記号
No.55-3

概要説明

写真番号18の裏面の状況。
面材の浮き上がり。



写真番号 23
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月19日
試験体記号
No.55-3

概要説明

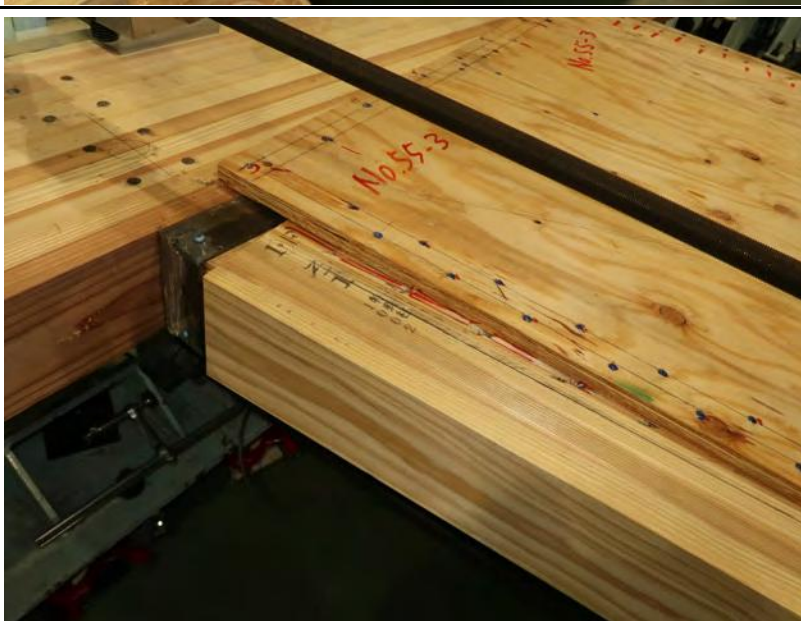
反加力側柱中間部の状況。
くぎ列に沿って柱の割れ。
くぎ頭のめりこみ。



写真番号 24
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月19日
試験体記号
No.55-3

概要説明

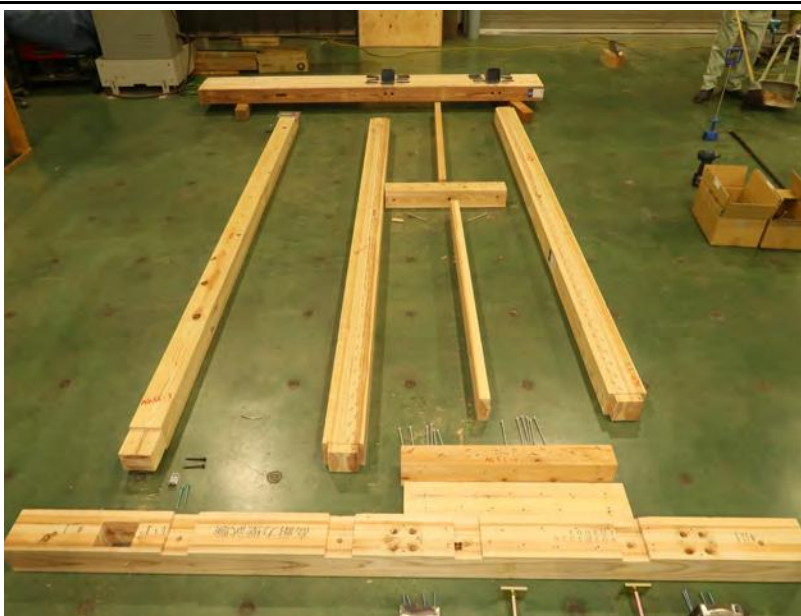
反加力側柱頭部の状況。
くぎ列に沿って柱の割れ。



写真番号 25
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月19日
試験体記号
No.55-3

概要説明

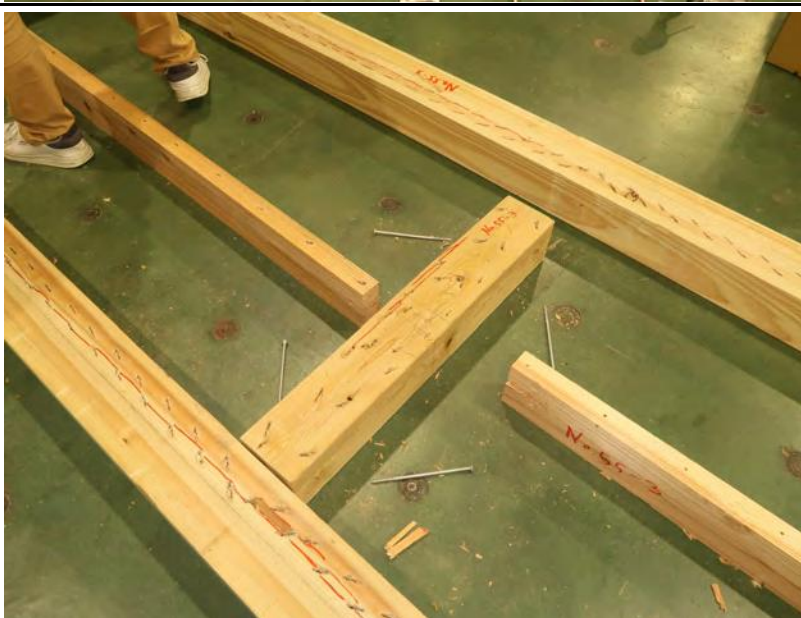
試験終了後の試験体の解体状況。
くぎ列に沿って柱及び受材の割れ。



写真番号 26
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月19日
試験体記号
No.55-3

概要説明

試験終了後の中央付近の解体状況。
くぎ列に沿って柱及び中棧の割れ。



写真番号 27
依頼番号依R07-46
試験実施日
令和7年11月19日
試験体記号
No.55-3

概要説明

試験終了後の試験体上部の解体状況。
くぎ列に沿って反加力側の柱の割れ。

