

第 2 章 高耐力壁（高倍率、高階高耐力壁）

2.1 開発目標

【高耐力壁の改良及び面材仕様の追加】

2021年度の成果より、構造用合板18mm厚（全層カラマツ）を用いた耐力壁仕様で目標とする耐力・破壊性状（釘の引抜け）を確認することができた。

ただし、破壊性状の一部で土台側受け材の割裂（留付けビスに沿った縦方向の割裂）が確認された。受け材の割裂が生じなかった場合に耐力壁特性に悪影響がないことが未確認のため、試験仕様を改良し確認する。

また、構造用合板の他にMDF、パーティクルボード等の木質ボードを用いた耐力壁仕様の性能評価も行う。

いずれも靱性のある破壊性状（釘の引抜け）を目標とする。

2.2 前期耐力壁試験

2.2.1 試験計画

(1) 試験体仕様

昨年度の No.27～29 の試験の結果、耐力は満足したが、土台側受け材の割裂（ビスに沿った縦方向の割裂）が見られ、そのままでは実設計では用いることが難しいと判断された。

今年度は昨年度の仕様改良を試み、受け材の割裂防止効果の確認し、昨年度との性能の比較を行う。また、厚物木質ボード（MDF・パーティクルボード）を用いた耐力壁仕様の確立にいたっていないため、厚物木質ボードを用いた耐力壁の提案も行う。

試験体の仕様を表 2-1、表 2-2 に示す。概要は下記の通りである。

No. 30：昨年度 No. 29 の受け材留付け方法を改良した仕様①（厚物合板）

→改良方法は写真 2-1 に示す。

No. 31：昨年度 No. 29 の受け材留付け方法を改良した仕様②

→仕様①の結果が良好でなかった場合に実施する。今回 No. 30 が良好であったため未実施とした

No. 30 は No. 27～29 のうち最も耐力が高かった No. 29 を対象とし、改良が有効であった場合には No. 27, 28 も同様の結果が得られるものと考えた。

No. 32：厚物 MDF を用いた仕様①

No. 33：厚物パーティクルボードを用いた仕様

No. 34：厚物 MDF を用いた仕様②

→昨年度まで木質ボードを用いた壁高さ 3.8m の仕様は、長尺板（910mm×3400mm 程度）を用いた一枚張りとしていたが、今年度は施工性の観点から上下 2 枚張りとした。

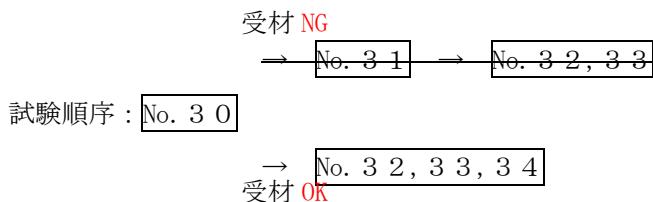


表 2-1 試験体 共通仕様

試験体 No.	30 (29 改良 1)	31 (29 改良 2)	32	33	34
目標耐力*	40kN/m	40kN/m	40kN/m	40kN/m	50kN/m
壁面材	構造用合板, 全層カラマツ t=18mm、両面		MDF 密度 0.7 相当 t=18mm、両面	パーティクル ボード 密度 0.7 相当 t=18mm、両面	MDF 密度 0.7 相当 t=18mm、両面
壁面材の密度・ 含水率	0.55~0.60g/cm ³ (平均 0.57)		0.70~0.70 g/cm ³ (平均 0.70) 8.1~8.5% (平均 8.3)	0.71~0.71 g/cm ³ (平均 0.71) 9.2~9.5% (平均 9.3)	0.68~0.71 g/cm ³ (平均 0.70) 8.3~8.7% (平均 8.5)
接合具	CNZ75@100mm 2列千鳥		CNZ65@100mm 2列千鳥		CNZ65@75mm 2列千鳥
試験体数	1体	1体	1体	1体	1体

表 2-2 試験体 共通仕様

試験方法	タイロッド式試験
壁仕様	床勝ち大壁
壁高さ	3.8m
壁長さ	0.91m
柱、中棧	120mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
土台	120mm×150mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
間柱	120mm×45mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
土台側受け材	120mm×90mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
桁	120mm×360mm、ヒノキ対称異等級集成材、E105-F300
柱頭・柱脚	めり込み補強金物*
床	t=28mm、構造用合板特類 2 級、全層スギ

※柱頭・柱脚のめり込み補強金物は昨年度用いたものと同じ仕様とした

【受け材留付け方法の改良】

ビス 1 列打ちから 2 列千鳥打ちとした



【昨年度仕様】



【改良：今年度仕様 No. 30】

写真 2-1 受け材留付け方法の改良

(2) 計測計画

計測項目及び計測概要図を表 2-3、図 2-2 に示す。なお、見かけのせん断変形角 γ 、真のせん断変形角 γ_0 は下式により算定する。

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

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

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

表 2-3 計測項目一覧

計測項目	記号
梁の水平変位	H 1
土台の水平変位	H 2
加力側柱の鉛直変位	V 3
加力反対側柱の鉛直変位	V 4
加力側タイロッドのひずみ	ひずみ上 5, 下 6
加力反対側タイロッドのひずみ	ひずみ上 7, 下 8

梁-面材の相対変位	変位 9
土台-面材の相対変位	変位 1 0
加力側柱-上面材の相対変位	変位 1 1
反加力側柱-上面材の相対変位	変位 1 2
上面材の対角変位 (加力側上部-反加力側下部)	変位 1 3
上面材の対角変位 (反加力側上部-加力側下部)	変位 1 4
加力側柱-下面材の相対変位	変位 1 5
反加力側柱-下面材の相対変位	変位 1 6
下面材の対角変位 (加力側上部-反加力側下部)	変位 1 7
下面材の対角変位 (反加力側上部-加力側下部)	変位 1 8
加力側柱頭-梁の相対変位	変位 1 9
反加力側柱頭-梁の相対変位	変位 2 0

(5) 耐力壁の短期基準せん断耐力の算出

荷重 - 変形角曲線から完全弾塑性モデルを作成し、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2017 年版)」
((公財) 日本住宅・木材技術センター) に従い耐力壁の短期基準せん断耐力 P_0 を算出した。

① 包絡線の作成

最終破壊させた側の荷重 - 変形角曲線より包絡線を作成する。包絡線は、最初の立ち上がりの計測点を繰り返し点まで結ぶ。その後は、各繰り返し加力のピーク及びその間の適切な点を順次結んで曲線を作成する。最大荷重が繰り返し履歴以降で記録される場合は、最後の繰り返し点と最大荷重点を結ぶ。また、その間で適切に補助的な計測点を結びながら曲線を作成する。最大荷重以降は計測された点を結んで曲線とする。

② 短期基準せん断耐力の算出

- A. 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ第 I 直線を引く。
- B. 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結ぶ第 II 直線を引く。
- C. 包絡線に接するまで第 II 直線を平行移動し、これを第 III 直線とする。
- D. 第 I 直線と第 III 直線との交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行に第 IV 直線を引く。
- E. 第 IV 直線と包絡線との交点の変位を降伏変位 δ_y とする。
- F. 原点と (δ_y, P_y) を結ぶ直線を第 V 直線とし、その勾配を初期剛性 K と定める。
- G. 最大荷重後の $0.8P_{max}$ 荷重低下域の包絡線上の変形角、又は $1/15[\text{rad}]$ のいずれか小さい変形角を終局変位 δ_u と定める。
- H. 包絡線と X 軸及び $x = \delta_u$ の直線で囲まれる面積を S とする。
- I. 第 V 直線と $x = \delta_u$ の直線と X 軸及び X 軸に平行な直線で囲まれる台形的面積が S と等しくなるように X 軸に平行な第 VI 直線を引く。
- J. 第 V 直線と第 VI 直線との交点の荷重を完全弾塑性モデルの終局耐力 P_u と定め、その時の変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 δ_v とする。
- K. 塑性率 $\mu = (\delta_u / \delta_v)$ とする。
- L. 構造特性係数 D_s は、塑性率 μ を用い、 $D_s = 1/\sqrt{2\mu - 1}$ とする。
- M. 変形角が $1/15[\text{rad}]$ を超えても最大荷重に達しない場合には、 $1/15[\text{rad}]$ 時の荷重を最大荷重 P_{max} とする。

N. 次式で短期基準せん断耐力 P_0 を算出する。

<真のせん断変形角評価の場合>

$$P_0 = \min((1-Cv_1 \cdot k_1) \cdot Py, (1-Cv_2 \cdot k_2) \cdot (0.2/Ds)Pu, (1-Cv_3 \cdot k_3) \cdot (2/3)Pmax, (1-Cv_4 \cdot k_4) \cdot P_{1/150})$$

<見かけのせん断変形角評価の場合>

$$P_0 = \min((1-Cv_1 \cdot k_1) \cdot Py, (1-Cv_2 \cdot k_2) \cdot (0.2/Ds)Pu, (1-Cv_3 \cdot k_3) \cdot (2/3)Pmax, (1-Cv_4 \cdot k_4) \cdot P_{1/120})$$

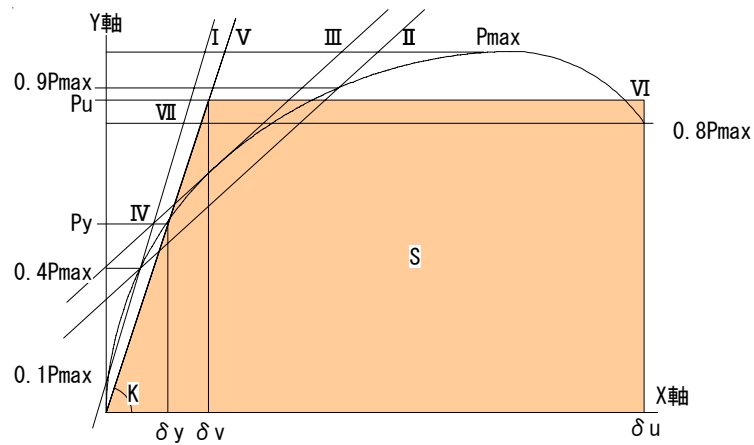
ここで Cv_i : 変動係数、 k_i : 信頼水準 75%における 50%下側許容限界値を求めるための係数

<真のせん断変形角評価の場合>

$$P_0 = \min(Py, (0.2/Ds)Pu, (2/3)Pmax, P_{1/150})$$

<見かけのせん断変形角評価の場合>

$$P_0 = \min(Py, (0.2/Ds)Pu, (2/3)Pmax, P_{1/120})$$



2.2.2 試験結果

(1) 試験結果概要

荷重変形関係の包絡線を図 2-3 に、構造特性値を表 2-4 に示す。

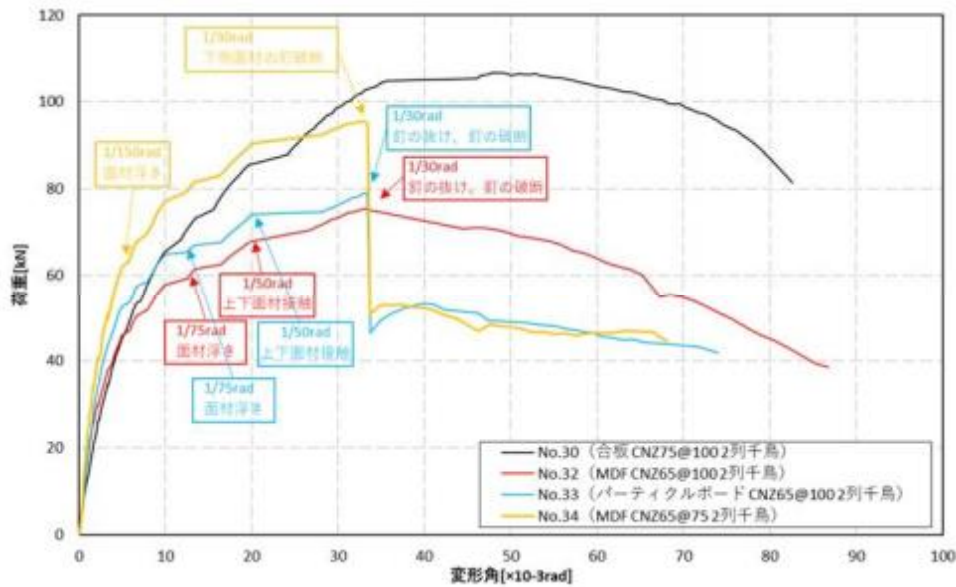


図 2-3 包絡線 (真のせん断変形角)

表 2-4 構造特性値

真のせん断変形角評価

評価項目 \ 試験体No	No. 30	No. 32	No. 33	No. 34
Pmax (kN)	106.65	75.5	79.05	95.55
Py (kN)	56.70	43.40	48.00	55.40
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	59.70	56.80	47.90	54.20
$2/3Pmax$ (kN)	71.10	50.30	52.70	63.70
$P_{1/150}$ (kN)	53.20	50.40	57.40	67.70
初期剛性 (10^3 kN/rad)	7.51	9.64	11.68	13.95
Py (kN)	56.70	43.40	48.00	55.40
θ_y (10^{-3} rad)	7.55	4.50	4.11	3.97
Pu (kN)	98.70	68.10	71.70	86.80
θ_u (10^{-3} rad)	66.67	64.87	37.37	33.42
塑性率 μ	5.07	9.20	6.10	5.37
構造特性係数Ds	0.33	0.24	0.30	0.32
短期基準せん断耐力 (kN) [※]	53.20	43.40	47.90	54.20
壁長さ1mあたり (kN/m) [※]	58.46	47.69	52.64	59.56
相当壁倍率 [※]	29.83	24.33	26.86	30.39

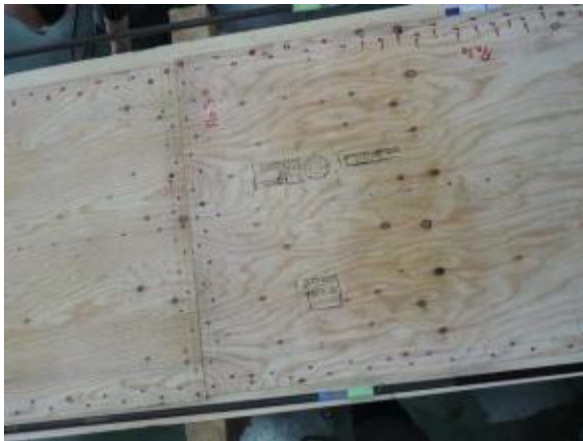
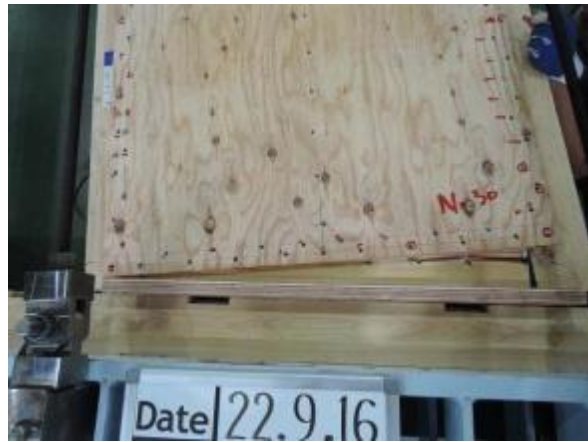
見かけのせん断変形角評価

評価項目 \ 試験体No	No. 30	No. 32	No. 33	No. 34
Pmax (kN)	105.75	75.5	79.05	95.55
Py (kN)	55.70	44.00	46.70	55.50
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	35.90	32.30	29.30	34.10
$2/3Pmax$ (kN)	70.50	50.30	52.70	63.70
$P_{1/120}$ (kN)	32.60	30.90	33.80	35.00
初期剛性 (10^3 kN/rad)	3.30	3.35	3.63	3.76
Py (kN)	55.70	44.00	46.70	55.50
θ_y (10^{-3} rad)	16.86	13.12	12.86	14.77
Pu (kN)	92.90	69.20	71.80	87.30
θ_u (10^{-3} rad)	66.67	66.67	51.04	55.87
塑性率 μ	2.37	3.23	2.58	2.41
構造特性係数Ds	0.52	0.43	0.49	0.51
短期基準せん断耐力 (kN) [※]	32.60	30.90	29.30	34.10
壁長さ1mあたり (kN/m) [※]	35.82	33.96	32.20	37.47
相当壁倍率 [※]	18.28	17.32	16.43	19.12

※n=1の試験体の短期基準せん断耐力等は、ばらつき係数及び低減係数 α は乗じていない。

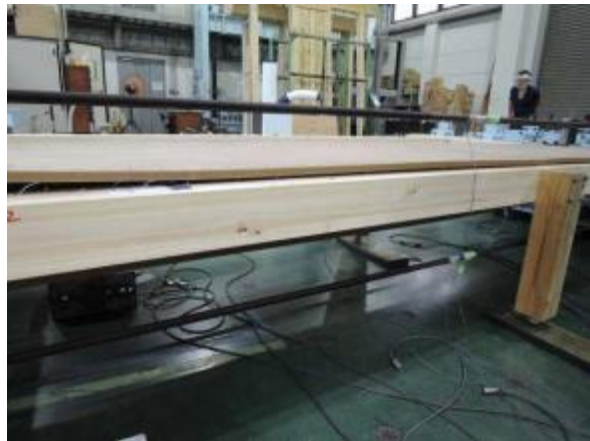
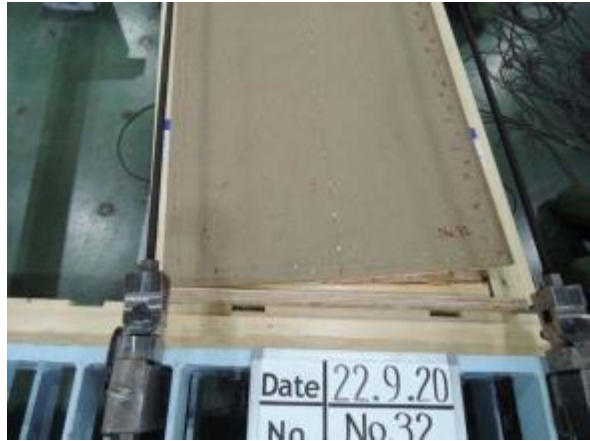
(2) 試験体 No. 30 (合板 18mm CNZ75@100mm 2列千鳥)

概ね靱性のある破壊性状となった。釘頭のめり込みや釘の引抜けが大半を占めた。



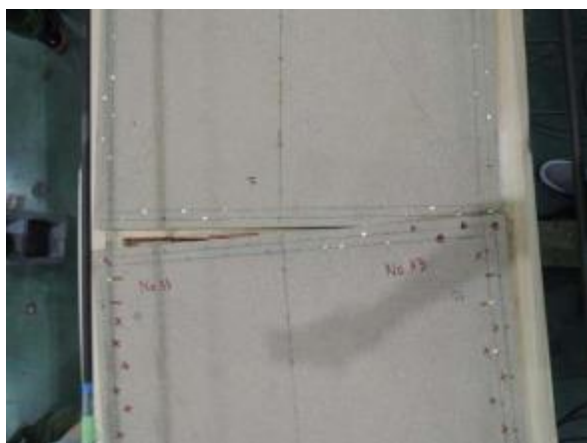
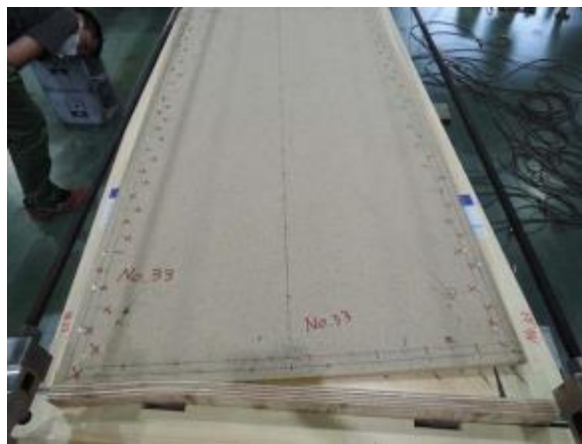
(3) 試験体 No. 32 (MDF18mm CNZ65@100mm 2列千鳥)

No. 32 は $1/75\text{rad}$ 付近から面材の浮き上がり (釘の引抜け) が若干ではあるが確認された。その後、 $1/30\text{rad}$ で釘の引抜けや、釘の破断が生じ、靱性のある程度保ちながら $1/15\text{rad}$ まで加力した。



(4) 試験体 No. 33 (パーティクルボード 18mm CNZ65@100mm 2列千鳥)

No. 33 は $1/75\text{rad}$ 付近から面材の浮き上がり (釘の引抜け) が若干ではあるが確認された。その後、 $1/30\text{rad}$ で釘の引抜けや、釘の破断が生じ、最終の加力サイクルでは荷重が 50kN 程度までしか戻らず $1/15\text{rad}$ まで加力した。釘の破断や中残の割裂が荷重低下の要因と考えられる。



(5) 試験体 No. 34 (MDF18mm CNZ65@75mm 2列千鳥)

No. 34 は $1/75\text{rad}$ 付近から面材の浮き上がり（釘の引抜け）が若干ではあるが確認された。その後、 $1/30\text{rad}$ で釘の破断が生じ、最終の加力サイクルでは荷重が 50kN 程度までしか戻らず $1/15\text{rad}$ まで加力した。釘の破断や中残の割裂が荷重低下の要因と考えられる。



2.2.3 考察・まとめ

(1) 昨年度試験結果との比較 (No. 29 と No. 30)

昨年度 No. 29 (受け材割裂) との受け材留付け方法を改良した No. 30 の結果を比較する。

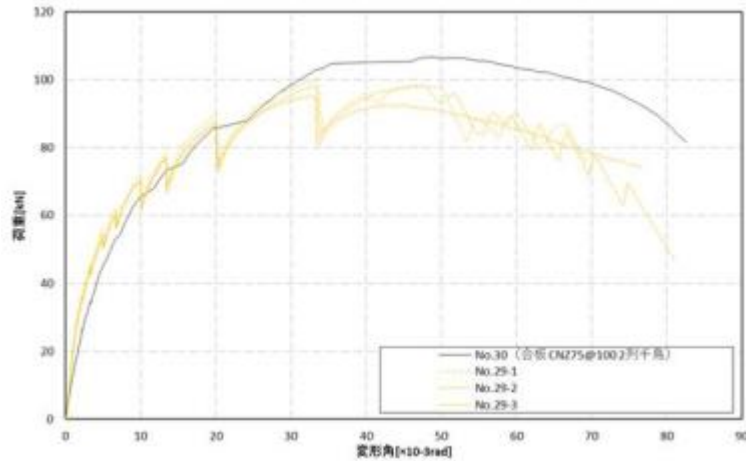


図 2-4 荷重変形関係 (包絡線) の比較

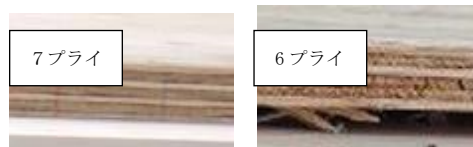
表 2-5 構造特性値の比較

真のせん断変形角評価

評価項目 \ 試験体No	No. 30-1	No. 29-1	No. 29-2	No. 29-3	平均
Pmax (kN)	106.65	99.9	95.3	98.2	97.8
Py (kN)	56.70	53.3	52.2	54.0	53.2
$0.2Pu\sqrt{2}\mu - 1$ (kN)	59.70	70.9	70.5	68.2	69.9
$2/3P_{max}$ (kN)	71.10	66.6	63.6	65.5	65.2
$P_{1/150}$ (kN)	53.20	62.2	60.0	60.4	60.9
初期剛性 (10^3 kN/rad)	7.51	11.8	11.4	10.7	11.3
Py (kN)	56.70	53.3	52.2	54.0	53.2
θ_y (10^{-3} rad)	7.55	4.53	4.60	5.07	4.73
Pu (kN)	98.70	90.2	87.2	89.7	89.0
θ_u (10^{-3} rad)	66.67	63.0	66.7	65.0	64.90
塑性率 μ	5.07	8.22	8.66	7.72	8.20
構造特性係数Ds	0.33	0.25	0.25	0.26	0.25
短期基準せん断耐力 (kN)**	53.20	53.3	52.2	54.0	53.2
壁長さ1mあたり (kN/m)**	58.46	58.6	57.4	59.3	58.4
相当壁倍率**	29.83	29.9	29.3	30.3	29.8

結果

- ・ 特性値的には大差はない。
- ・ No. 29 は P_y だが、No. 30 は $P_{1/150}$ で決定している



→ 同じ全層カラマツ合板だが、層構成 (No. 29 7 プライ、No. 30 6 プライ) の違いによる影響と考えられる。

密度は No. 29、30 とともに 0.57 と同程度であった。

面材の対角変位や面内せん断剛性 (TRS 試験) の比較をしても同程度の性能であった。

⇒ No. 30 を追加で 2 体実施し、安定した性能であることを確認する (No. 30 を追加試験するが、昨年度 No. 27~29 は受け材留付けを改良すれば問題ないと判断する)。

(2) まとめ

- 4体ともに土台側受け材の割裂（ビスに沿った縦方向の割裂）は生じず、昨年度からの受け材留付け方法の改良は良好であった。
- No. 30（合板 CNZ75@100mm 2列千鳥）は釘の引抜け、No. 32（MDF CNZ65@100mm 2列千鳥）は釘の引抜けと釘の破断が主に生じ、土台側受け材は面材釘により割かれる形となった。荷重変形関係を見ても靱性は十分にあると判断できる。
- No. 33（パーティクルボード CNZ65@100mm 2列千鳥）、No. 34（MDF CNZ65@75mm 2列千鳥）は主に下側面材の釘の破断が生じた（上側面材、釘は健全）。最終的には柱の曲げ変形、中棧の割れも生じた。これは上側面材とそれに接する桁、柱部分は矩形を維持するが下側面材はせん断力を負担できない状態のため柱が曲げ変形し、中棧に割れが生じたものと考えられる。
- CNZ65と厚物木質ボード（MDF、パーティクルボード）の組合せでは釘の破断が見られた。
→木質ボードを用いた耐力壁の場合、釘の引抜け破壊させるにはCNZ65の径より太くし破断しにくくする必要がある。また、CNZ75では破断はしないが、パンチングアウトする可能性が高い。
以上より、CNZ75を短くした釘であれば木質ボードと組合せても釘が引抜けると考えられる。

2.3 後期耐力壁試験

2.3.1 試験計画

(0) 釘と面材の組合せによる釘の一面せん断性能

後期耐力壁試験の仕様選定にあたり、前期耐力壁試験のほかに釘の一面せん断試験の結果を基に決定した。

以下に、参考とした釘の一面せん断試験の試験体仕様及び結果を表 2-6、表 2-7 に示す。なお、釘については、釘の引抜きをしやすくする目的で、釘頭が大きいものや長さが短いものも用意した。

表 2-6 釘の一面せん断試験 試験仕様

試験体記号	側材（面材）	加力に対する面材の繊維方向	接合具（くぎ）
Sa-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ65
Sa-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75
Sb-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ65型 頭径8.1
Sb-2	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 頭径8.3
Sd-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 長さ65
Sc-1	構造用合板 全層カラマツ18mm厚	平行	CNZ75型 頭径9.1
Sa-3	MDF 18mm厚	—	CNZ65
Sa-4	MDF 18mm厚	—	CNZ75
Sb-3	MDF 18mm厚	—	CNZ65型 頭径8.1
Sb-4	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 頭径8.3
Sd-2	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 長さ65
Sc-2	MDF 18mm厚	—	CNZ75型 頭径9.1
Sa-5	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ65
Sa-6	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75
Sb-5	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ65型 頭径8.1
Sb-6	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 頭径8.3
Sd-3	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 長さ65
Sc-3	パーティクルボード 18mm厚	—	CNZ75型 頭径9.1

主材は120mm×120mm、ヒノキ、同一等級構造用集成材を使用

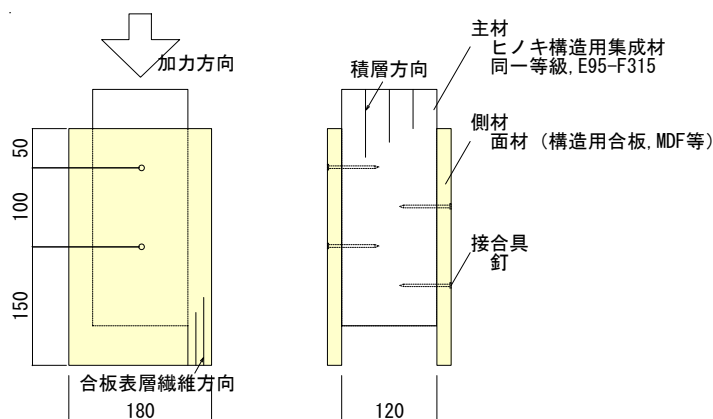


図 2-5 釘の一面せん断試験 試験体概要

釘の一面せん断試験の破壊性状を表 2-7 に示す。

各仕様 6 体ずつ実施しており、釘 24 本 (=4 本/1 体×6 体) のうち何本引抜けたかを各欄に示している。

なお、すべて (24 本) 引抜けた場合には表中○としている。

表 2-7 破壊性状

釘の種類	胴部径 (mm)	釘頭径 (mm)	18mm	18mm	18mm
			合板	MDF	パーティクルボード*
CNZ65	3.33	7.14	Sa-1 △ 22/24=92%	Sa-3 ○ 24/24=100%	Sa-5 ○ 24/24=100%
CNZ75	3.76	7.92	Sa-2 △ 17/24=70%	Sa-4 △ 15/24=63%	Sa-6 ○ 24/24=100%
CNZ65型 頭径8.1	3.33	8.10	Sb-1 ○ 24/24=100%	Sb-3 ○ 24/24=100%	Sb-5 ○ 24/24=100%
CNZ75型 頭径8.3	3.76	8.30	Sb-2 △ 21/24=88%	Sb-4 △ 17/24=70%	Sb-6 △ 23/24=96%
CNZ75型 長さ65	3.76	7.92	Sd-1 ○ 24/24=100%	Sd-2 △ 17/24=70%	Sd-3 ○ 24/24=100%
CNZ75型 頭径9.1	3.76	9.10	Sc-1 △ 17/24=71%	Sc-2 △ 21/24=88%	Sc-3 △ 22/24=92%

○ : 6体(釘24本)すべてで引抜け破壊した
△ : 6体(釘24本中)1本以上パンチングアウトした。釘の引抜け割合を示す

後期試験において MDF を用いた仕様が未定である。

- ・ MDF18mm 厚と CNZ65 の組合せは釘の一面せん断試験では引抜けたが、耐力壁試験では釘が破断した
→CNZ65 では難しい
- ・ 耐力壁試験で釘の破断となると脆性的になる。釘破断させず、釘の引抜けが期待できる組合せは径の太い CNZ75 等になる。
→後期試験では CNZ75 や釘頭の大きい釘などで実施することにした。

(1) 試験体仕様

前期試験及びWG検討の結果以下の仕様とした。なお、No. 35, 36 では、中棧や土台側受け材の面材釘による横方向割裂防止を目的に、横方向に打ち付ける釘ピッチを粗くした（このような縦横比が4に近い試験体では縦方向の釘の方が有効に効くと判断）。

[No. 30-2, 3] : 前期試験 No. 30-1 の追加試験。3 体での評価を行う

[No. 35-1] : MDF18mm 厚と CNZ75 の組合せ。縦方向は@150 2 列千鳥、横方向は@150 1 列とした。引抜けに期待し縦方向の釘をやや間引き、横方向は受け材等の割裂破壊（横引張）を軽減する目的で 1 列打ちとした。

[No. 36-1, 2, 3] : No. 35-1 でパンチングアウトした場合の仕様。CNZ75 の胴径、釘頭径で長さを L=65mm とした仕様。CNZ75 より打ち込み長さが短い分、釘の引抜けに期待した仕様。

[No. 38-1] : No. 30 の面材・釘の仕様で、柱脚金物を配置し柱脚固定式にて実施する。中大木グレ一本の面内せん断剛性+柱脚金物剛性（ロッキング）の剛性との比較を行う。

[共通仕様] : 前期試験にならない、土台側受け材の留付けは STS6. 5F-180 を千鳥打ちとした。

表 2-8 試験体概要

試験体 No.	30-2, 3	35-1	36-1, 2, 3	38 (=30)
目標耐力*	40kN/m (真)	40kN/m (真)	40kN/m (真)	35kN/m (見かけ)
壁面材	構造用合板, 全層カラマツ t=18mm、両面	MDF 密度 0.7 相当 t=18mm、両面	MDF 密度 0.7 相当 t=18mm、両面	構造用合板, 全層カラマツ t=18mm、両面
壁面材の密度・ 含水率	0.55~0.60g/cm ³ (平均 0.57) ——	0.70~0.72 g/cm ³ (平均 0.71) 7.9~8.3% (平均 8.1)	0.70~0.72 g/cm ³ (平均 0.71) 7.6~8.4% (平均 7.9)	0.54~0.57g/cm ³ (平均 0.55) ——
接合具	CNZ75@100mm 2列千鳥	タテ： CNZ75@150mm 2列千鳥 ヨコ： CNZ75@150mm 1列	タテ： CNZ75(L=65mm)@*150mm 2列千鳥 ヨコ： CNZ75(L=65mm)@150mm 1列	CNZ75@100mm 2列千鳥
試験体数	2体	1体	3体	1体

※釘の概要を写真 2-2 に示す。

表 2-9 試験体 共通仕様

試験方法	タイロッド式試験、柱脚固定式試験 (No. 38 のみ)
壁仕様	床勝ち大壁
壁高さ	3.8m
壁長さ	0.91m
柱、中棧	120mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
土台	120mm×150mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
間柱	120mm×45mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
土台側受け材	ヒノキ同一等級集成材、E95-F315
桁	120mm×360mm、ヒノキ対称異等級集成材、E105-F300
柱頭・柱脚	めり込み補強金物 ^{※1} No. 38 は柱脚には柱脚金物 (HD-D9) を配置
床	t=28mm、構造用合板特類 2 級、全層スギ

※1 柱頭・柱脚のめり込み補強金物は昨年度用いたものと同じ仕様とした

今回用いた CNZ75 (L=65mm) はバラ釘から製作した (写真 2-2)。連結釘のものとはやや形状が異なり、形状の実測値の比較を表 2-10、写真 2-3 示す。



写真 2-2 CNZ75 (L=65mm) の加工状況

表 2-10 バラ釘と連結釘の形状比較 (単位 mm)

	釘 頭径	胴部 径	頭部 厚さ	釘頭の 面積比	釘頭の 周長比
連結釘	7.4	3.7	2.0	—	—
バラ釘	7.9	3.7	1.7	1.14	1.07



<連結釘> <バラ釘>

写真 2-3 連結釘・バラ釘の比較

(2) 計測計画

計測項目及び計測概要図を表 2-3、図 2-2 に示す。なお、見かけのせん断変形角 γ 、真のせん断変形角 γ_0 は下式により算定する。

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

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

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

表 2-11 計測項目一覧

計測項目	記号
梁の水平変位	H 1
土台の水平変位	H 2
加力側柱の鉛直変位	V 3
加力反対側柱の鉛直変位	V 4
加力側タイロッドのひずみ	ひずみ上 5, 下 6
加力反対側タイロッドのひずみ	ひずみ上 7, 下 8

梁-面材の相対変位	変位 9
土台-面材の相対変位	変位 1 0
加力側柱-上面材の相対変位	変位 1 1
反加力側柱-上面材の相対変位	変位 1 2
上面材の対角変位 (加力側上部-反加力側下部)	変位 1 3
上面材の対角変位 (反加力側上部-加力側下部)	変位 1 4
加力側柱-下面材の相対変位	変位 1 5
反加力側柱-下面材の相対変位	変位 1 6
下面材の対角変位 (加力側上部-反加力側下部)	変位 1 7
下面材の対角変位 (反加力側上部-加力側下部)	変位 1 8
加力側柱頭-梁の相対変位	変位 1 9
反加力側柱頭-梁の相対変位	変位 2 0
加力側柱中間部の水平変位	変位 2 1

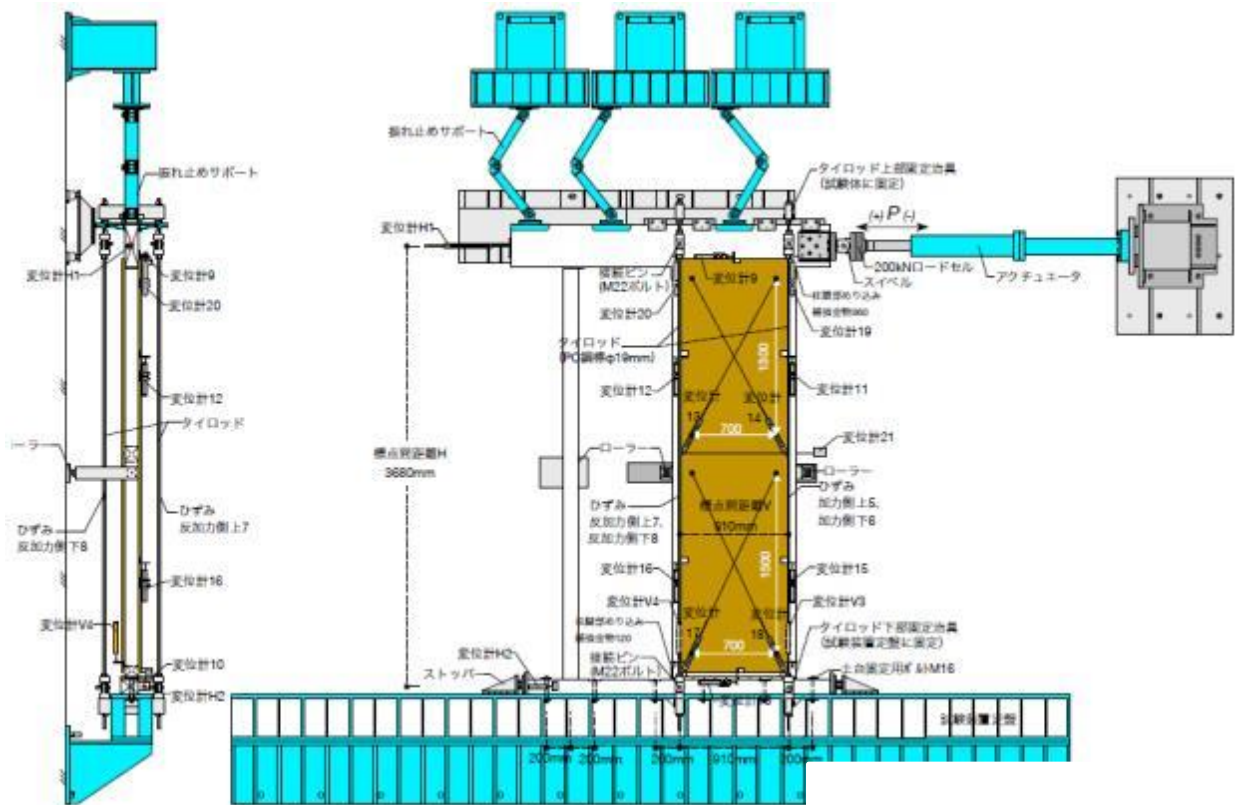


図 2-6 計測図

(3) 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

(4) 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。

柱脚固定式試験は見かけのせん断変形角制御で 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。

(5) 耐力壁の短期基準耐力の算出

2.2.1(5) 耐力壁の短期基準耐力の算出と同じ

2.3.2 試験結果

(1) 試験結果概要

荷重変形関係の包絡線（正側）を図 2-7、図 2-8 に、構造特性値を表 2-12、表 2-13 に示す。

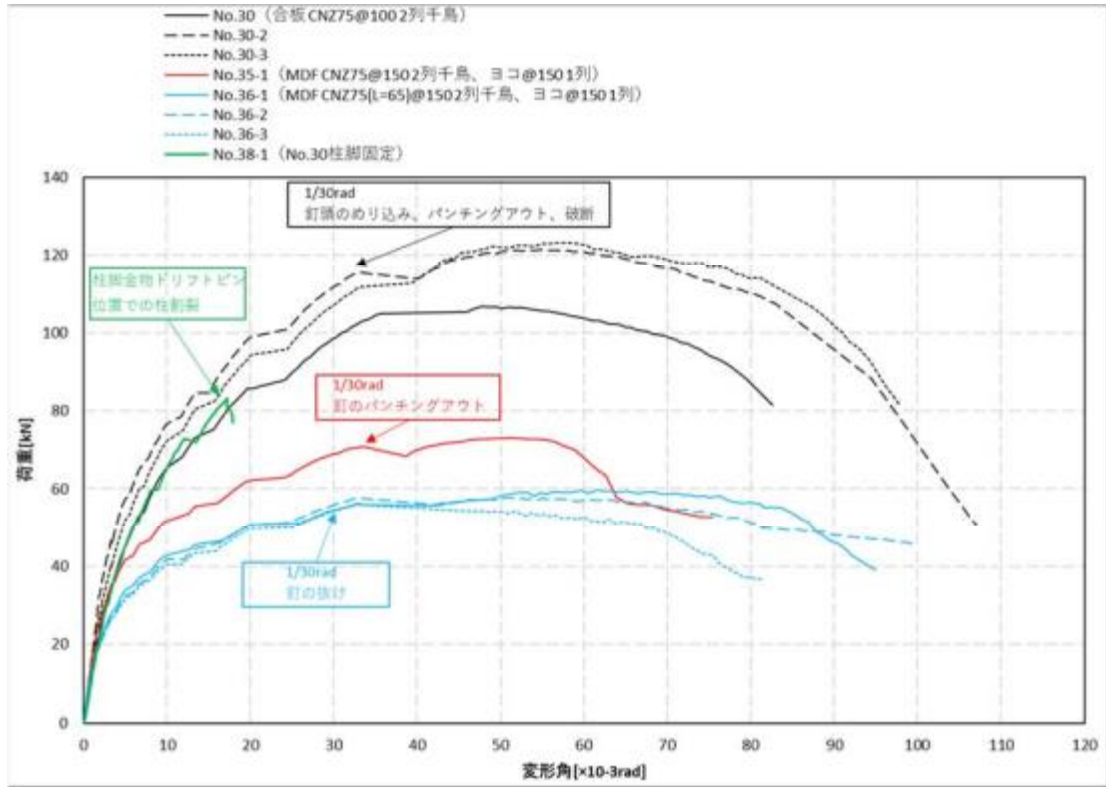


図 2-7 包絡線（真のせん断変形角）

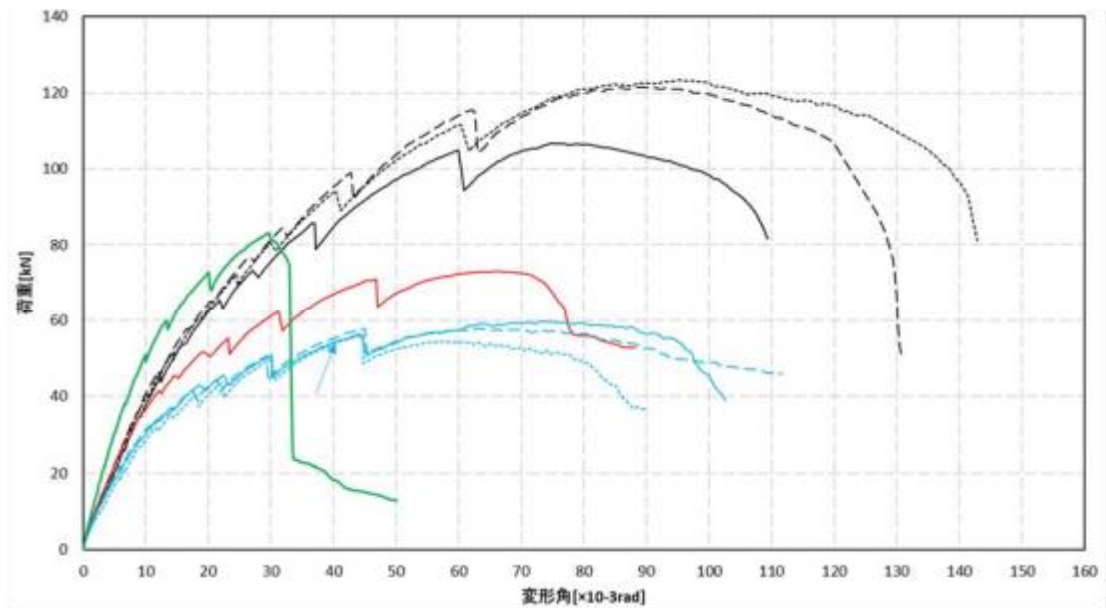


図 2-8 包絡線（見かけのせん断変形角）

構造特性値を表 2-12、表 2-13 に示す。後期試験分については赤字で示す。

表 2-12 構造特性値（真のせん断変形角評価）

真のせん断変形角評価

評価項目 \ 試験体No	No. 30	No. 30-2	No. 30-3	平均	ばらつき	50% 下限値
Pmax (kN)	106.65	121.5	123.3	117.2	0.963	112.8
Py (kN)	56.70	63.70	64.30	61.6	0.968	59.6
0.2Pu√2μ-1 (kN)	59.70	73.80	66.20	66.6	0.950	63.2
2/3Pmax (kN)	71.10	81.00	82.20	78.1	0.963	75.2
P _{1/150} (kN)	53.20	65.00	59.90	59.4	0.953	56.6
初期剛性 (10 ³ kN/rad)	7.51	10.00	8.20	8.6	—	—
Py (kN)	56.70	63.70	64.30	61.6	—	—
θ _y (10 ⁻³ rad)	7.55	6.37	7.84	7.25	—	—
Pu (kN)	98.70	111.4	111.4	107.2	—	—
θ _u (10 ⁻³ rad)	66.67	66.67	66.67	66.67	—	—
塑性率 μ	5.07	5.99	4.91	5.32	—	—
構造特性係数Ds	0.33	0.30	0.34	0.32	—	—
短期基準せん断耐力 (kN) ^{**}	53.20	63.70	59.90	59.4	—	56.6
壁長さ1mあたり (kN/m) ^{**}	58.46	70.00	65.82	65.2	—	62.2
相当壁倍率 ^{**}	29.83	35.71	33.58	33.3	—	31.7

評価項目 \ 試験体No	No. 35	No. 36-1	No. 36-2	No. 36-3	平均	ばらつき	50% 下限値
Pmax (kN)	73.05	59.70	57.75	55.80	57.8	0.984	56.8
Py (kN)	41.50	35.40	32.60	30.80	32.9	0.967	31.8
0.2Pu√2μ-1 (kN)	51.60	41.00	41.70	41.10	41.3	0.996	41.1
2/3Pmax (kN)	48.70	39.80	38.50	37.20	38.5	0.984	37.9
P _{1/150} (kN)	45.40	37.00	35.60	35.00	35.9	0.987	35.4
初期剛性 (10 ³ kN/rad)	8.33	6.14	6.40	6.54	6.4	—	—
Py (kN)	41.50	35.40	32.60	30.80	32.9	—	—
θ _y (10 ⁻³ rad)	4.98	5.77	5.09	4.71	5.19	—	—
Pu (kN)	66.80	55.1	54.3	51.5	53.6	—	—
θ _u (10 ⁻³ rad)	63.76	66.67	66.67	66.67	66.67	—	—
塑性率 μ	7.95	7.41	7.9	8.5	7.91	—	—
構造特性係数Ds	0.26	0.27	0.3	0.3	0.26	—	—
短期基準せん断耐力 (kN) ^{**}	41.50	35.40	32.60	30.80	32.9	—	31.8
壁長さ1mあたり (kN/m) ^{**}	45.60	38.90	35.82	33.85	36.2	—	35.0
相当壁倍率 ^{**}	23.27	19.85	18.28	17.27	18.5	—	17.8

※n=1の試験体の短期基準せん断耐力等は、ばらつき係数及び低減係数αは乗じていない。

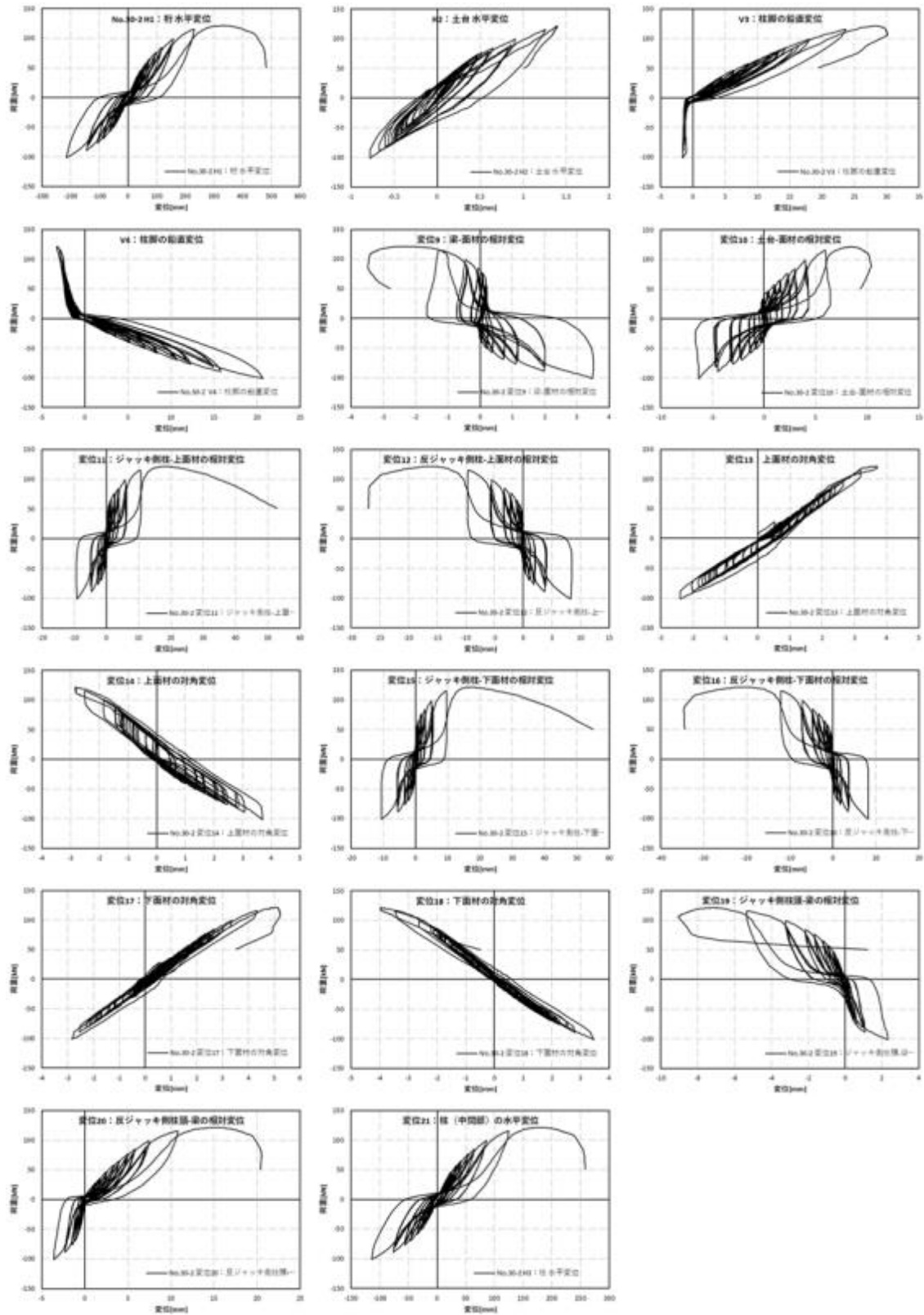
表 2-13 構造特性値（見かけのせん断変形角評価）

評価項目 \ 試験体No	No.38
Pmax (kN)	83.25
Py (kN)	46.60
0.2Pu√2μ-1 (kN)	28.50
2/3Pmax (kN)	55.50
P _{1/120} (kN)	38.22
初期剛性 (10 ³ kN/rad)	5.29
Py (kN)	46.60
θ _y (10 ⁻³ rad)	8.81
Pu (kN)	74.40
θ _u (10 ⁻³ rad)	32.92
塑性率 μ	2.34
構造特性係数Ds	0.52
短期基準せん断耐力 (kN) ^{**}	28.50
壁長さ1mあたり (kN/m) ^{**}	31.32
相当壁倍率 ^{**}	15.98

(2) No. 30-2 (合板 18mm CNZ75@100mm 2列千鳥)



[計測データ]

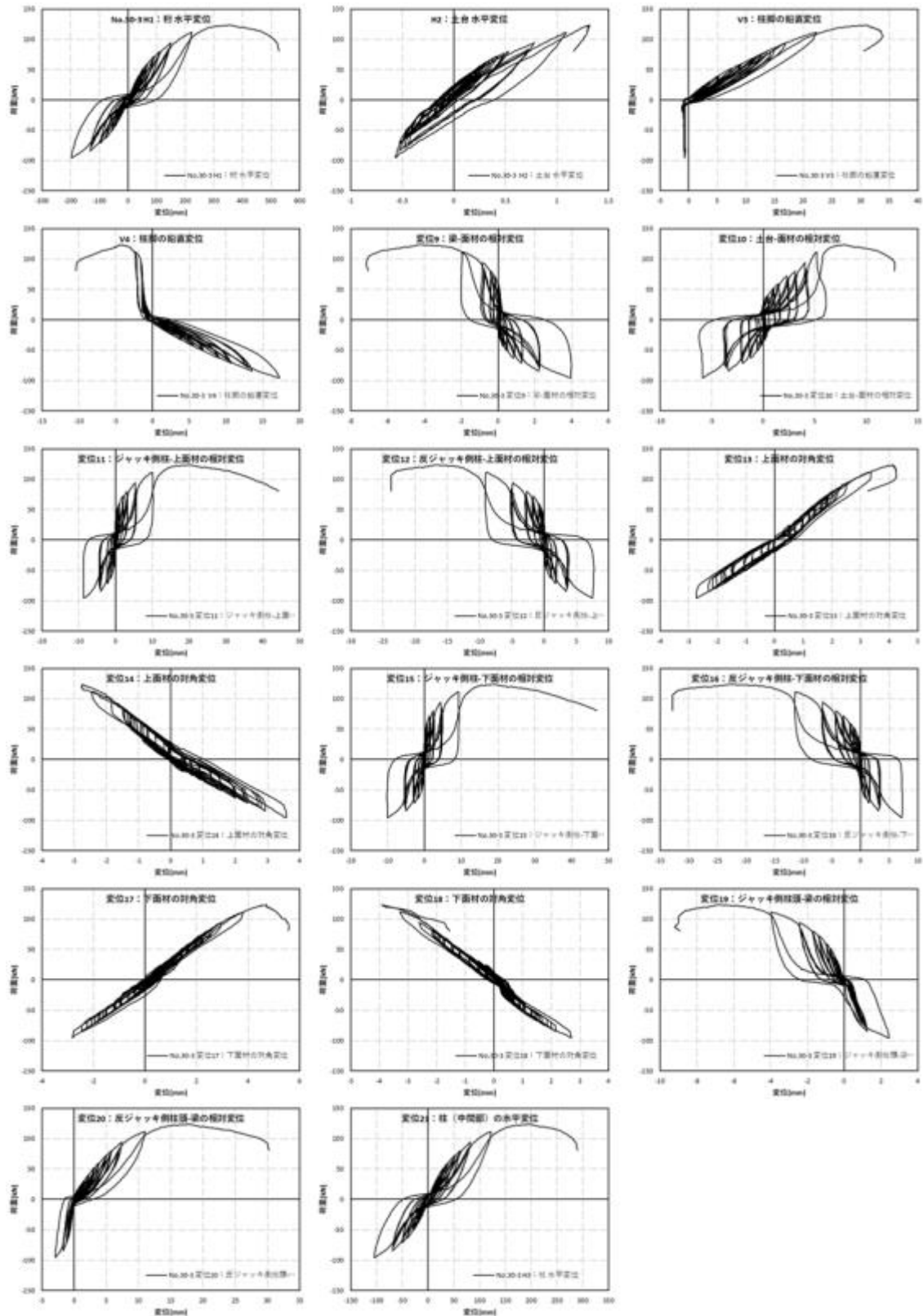


(3) No. 30-3 (合板 18mm CNZ75@100mm 2列千鳥)

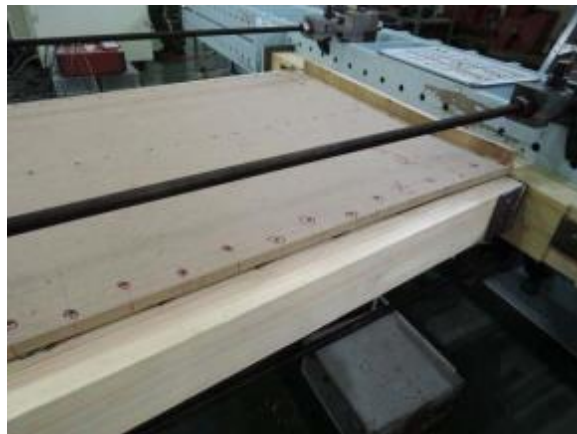
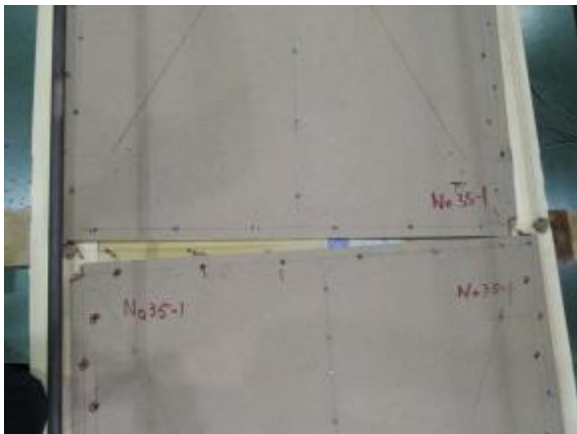
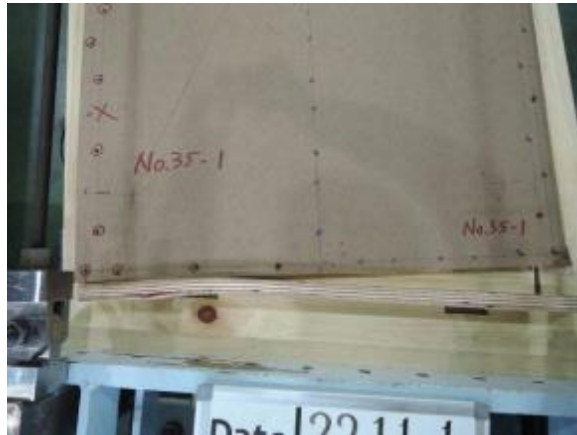


→釘頭のめり込み (パンチングアウト)、釘の引抜け

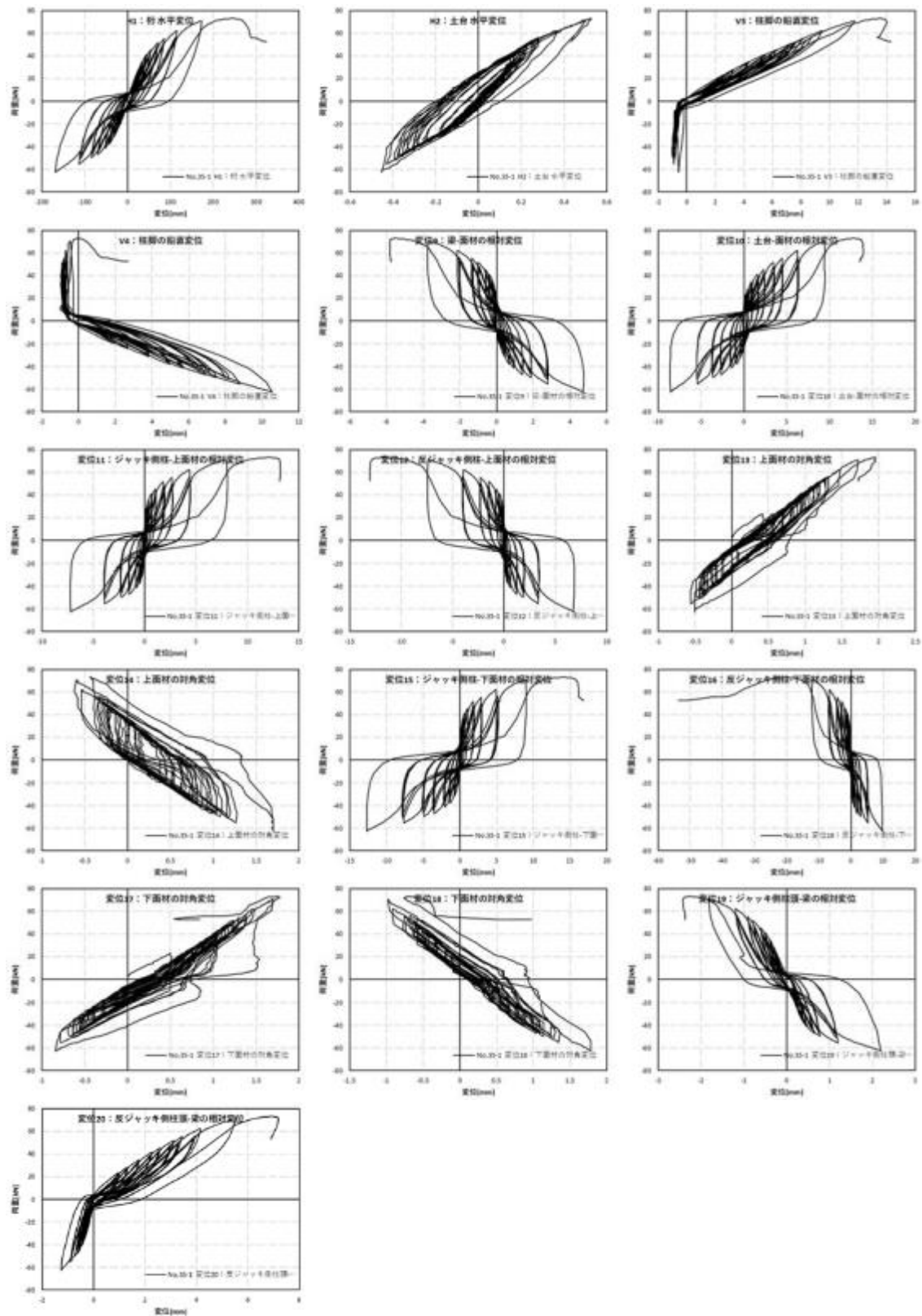
[計測データ]



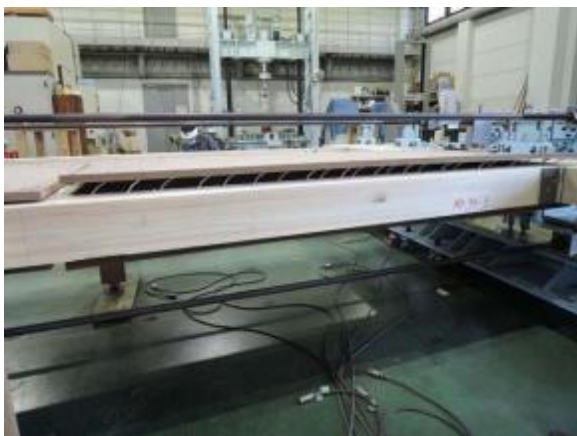
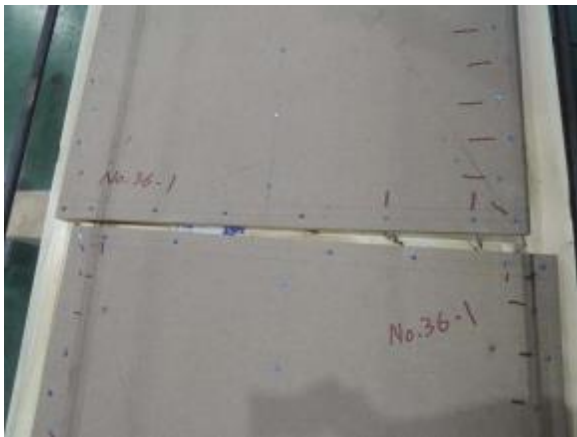
(4) No. 35-1 (MDF18mm CNZ75@150mm 2列千鳥、ヨコ@150mm 1列)



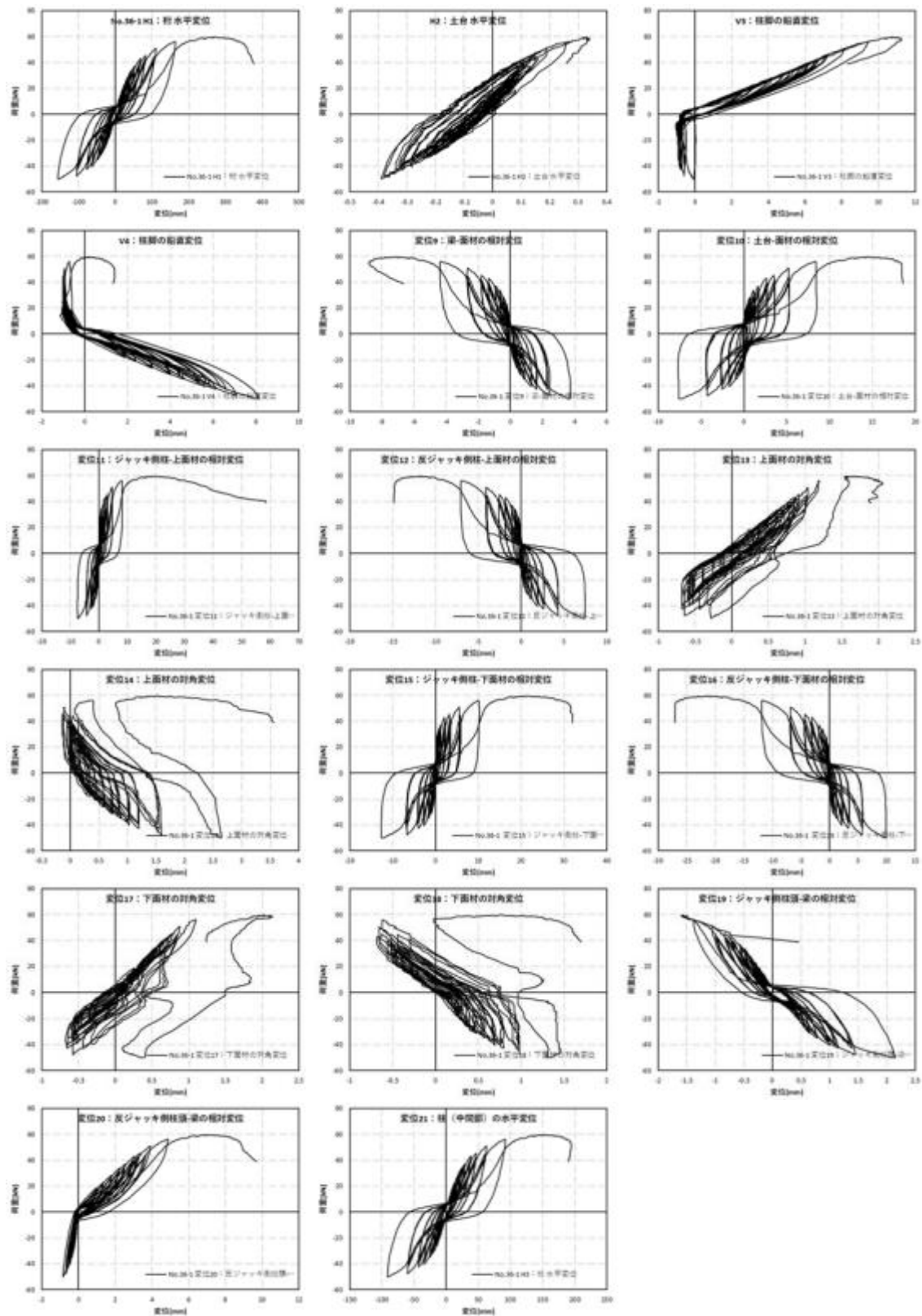
[計測データ]



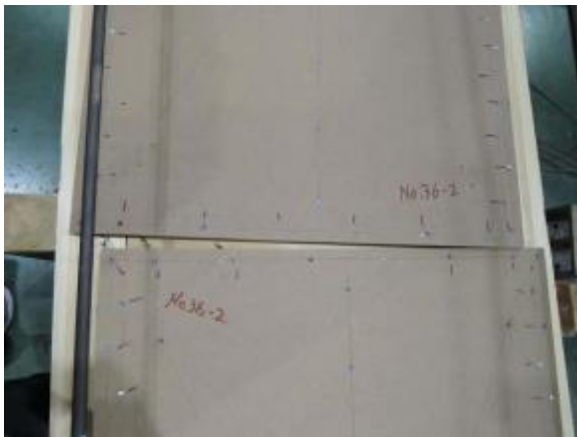
(5) No. 36-1 (MDF18mm CNZ75(L=65mm) @150mm 2列千鳥、ヨコ@150mm 1列)



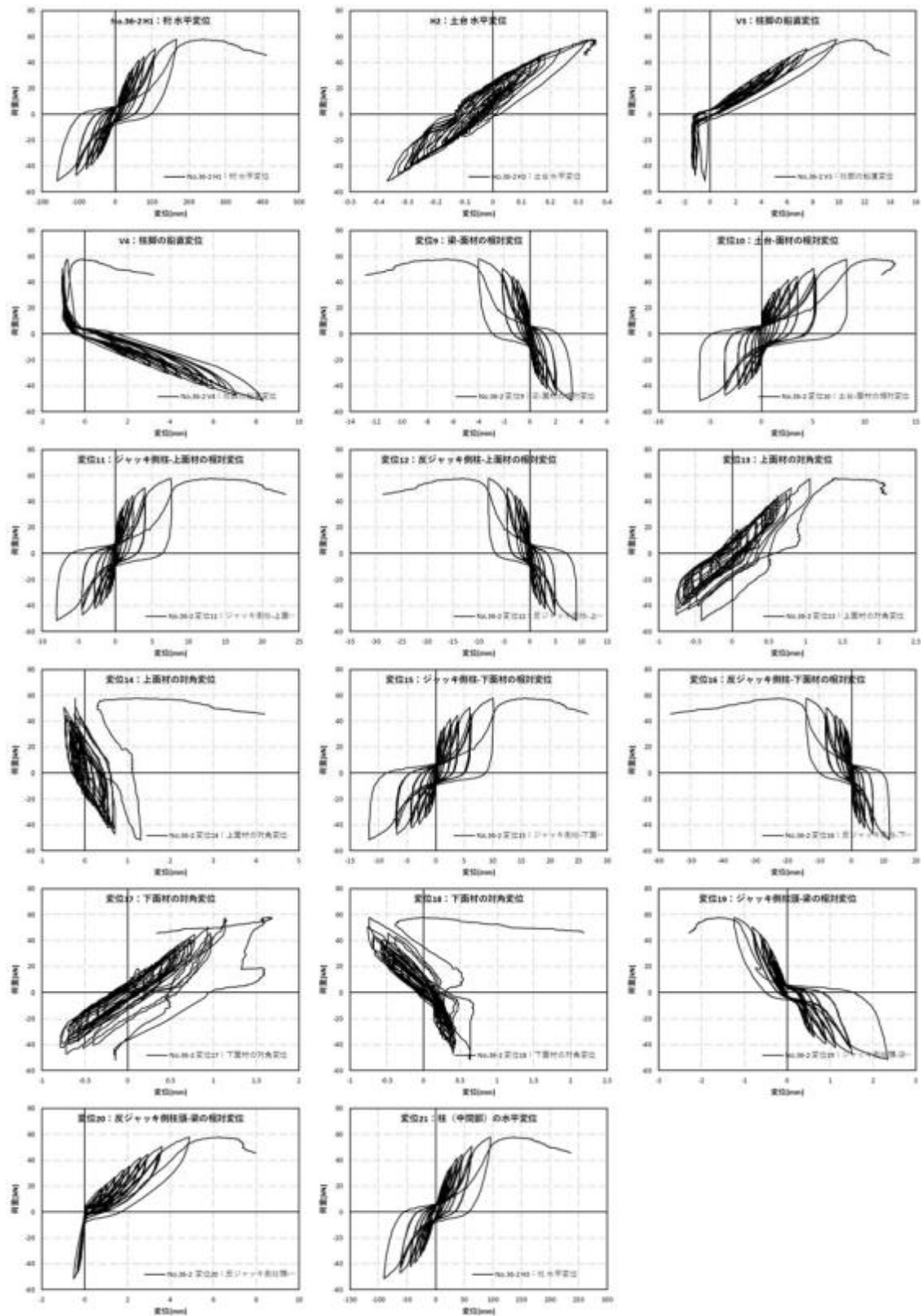
[計測データ]



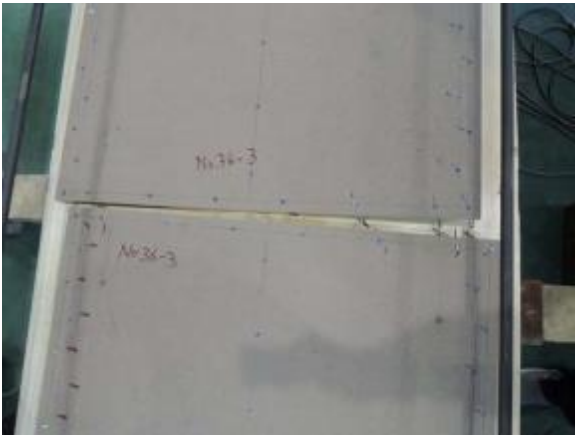
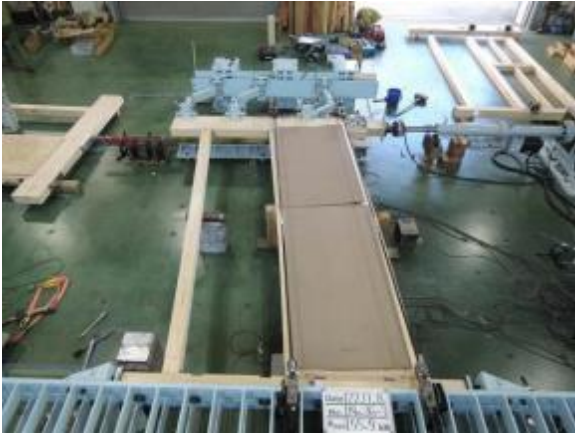
(6) No. 36-2 (MDF18mm CNZ75 (L=65mm) @150mm 2列千鳥、ヨコ@150mm 1列)



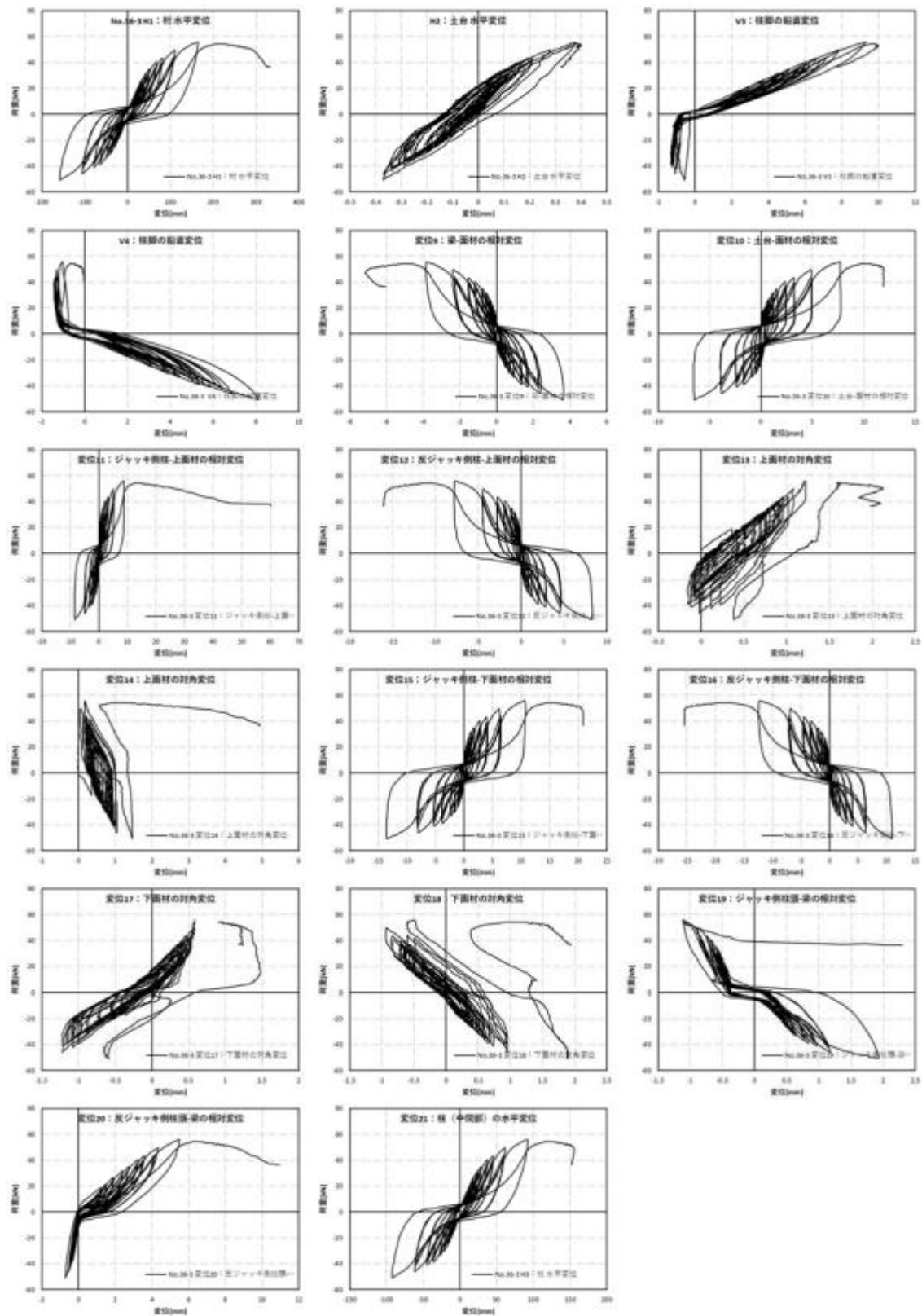
[計測データ]



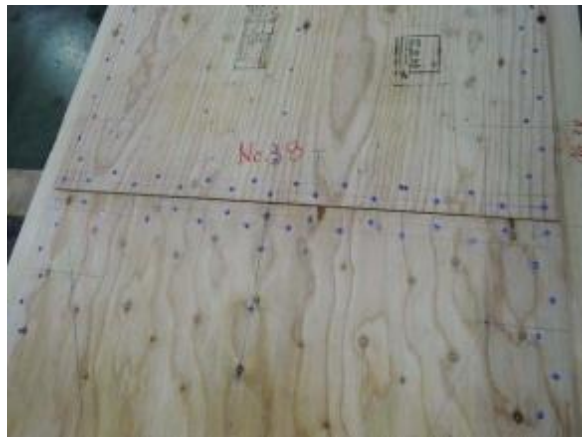
(7) No. 36-3 (MDF18mm CNZ75 (L=65mm) @150mm 2列千鳥、ヨコ@150mm 1列)



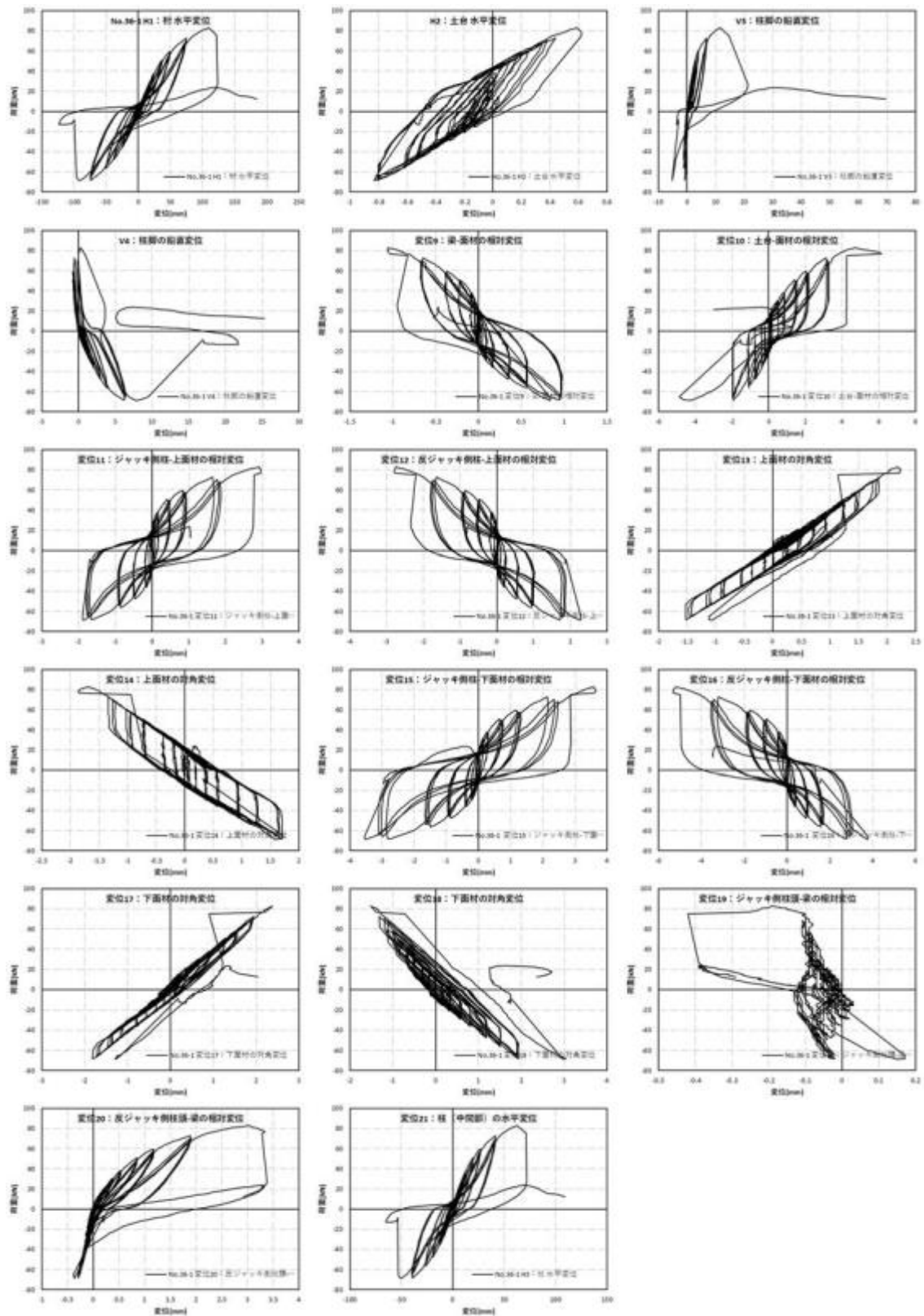
[計測データ]



(8) No. 38-1 (No. 30 柱脚固定式)



[計測データ]



2.3.3 考察・まとめ

(1) 昨年度試験結果との比較 (No. 29 と No. 30)

昨年度 No. 29 (受け材割裂) との受け材留付け方法を改良した No. 30 の結果を比較する。荷重変形関係を図 2-9 に、構造特性値を表 2-14 に示す。

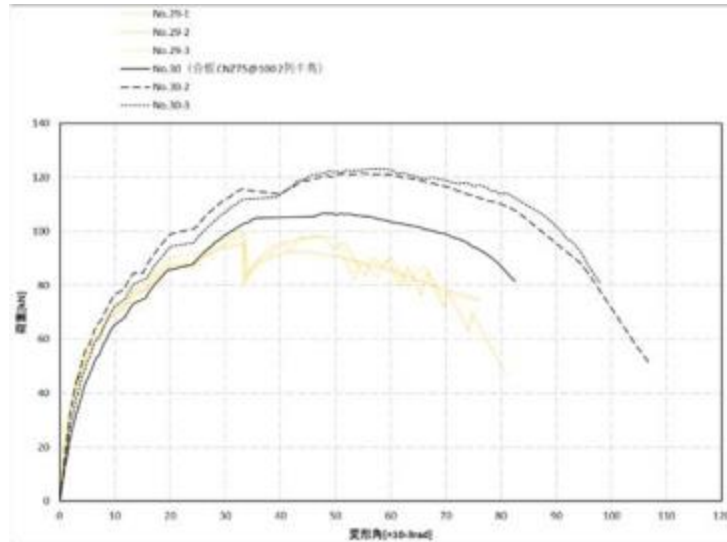


図 2-9 荷重変形関係の比較 (包絡線)

表 2-14 構造特性値の比較 (真のせん断変形角)

評価項目\試験体No	No. 30-1	No. 30-2	No. 30-3	平均	ばらつき	50% 下限値	No. 29-1	No. 29-2	No. 29-3	平均	ばらつき	50% 下限値
Pmax (kN)	106.65	121.5	123.3	117.2	0.963	112.8	99.9	95.3	98.2	97.8	0.989	96.7
Py (kN)	56.70	63.7	64.3	61.6	0.968	59.6	53.3	52.2	54.0	53.2	0.992	52.8
0.2Pu√2μ-1 (kN)	59.70	73.8	66.2	66.6	0.950	63.2	70.9	70.5	68.2	69.9	0.990	69.2
2/3Pmax (kN)	71.10	81.0	82.2	78.1	0.963	75.2	66.6	63.6	65.5	65.2	0.989	64.5
P _{1/150} (kN)	53.20	65.0	59.9	59.4	0.953	56.6	62.2	60.0	60.4	60.9	0.991	60.3
初期剛性 (10 ³ kN/rad)	7.51	10.0	8.2	8.6	—	—	11.8	11.4	10.7	11.3	—	—
Py (kN)	56.70	63.7	64.3	61.6	—	—	53.3	52.2	54.0	53.2	—	—
θ _y (10 ⁻³ rad)	7.55	6.37	7.84	7.25	—	—	4.53	4.60	5.07	4.73	—	—
Pu (kN)	98.70	111.4	111.4	107.2	—	—	90.2	87.2	89.7	89.0	—	—
θ _u (10 ⁻³ rad)	66.67	66.7	66.7	66.67	—	—	63.0	66.7	65.0	64.90	—	—
塑性率μ	5.07	5.99	4.91	5.32	—	—	8.22	8.66	7.72	8.20	—	—
構造特性係数Ds	0.33	0.30	0.34	0.32	—	—	0.25	0.25	0.26	0.25	—	—
短期基準せん断耐力 (kN) [※]	53.20	63.7	59.9	59.4	—	56.6	53.3	52.2	54.0	53.2	—	52.8
壁長さ1mあたり (kN/m) [※]	58.46	70.0	65.8	65.2	—	62.2	58.6	57.4	59.3	58.4	—	58.0
相当壁倍率 [※]	29.83	35.7	33.6	33.3	—	31.7	29.9	29.3	30.3	29.8	—	29.5

※表中の短期基準せん断耐力等は低減係数αを乗じていない

結果

- ・ 構造特性値はいずれも Py で決まっており、大きな差は見られなかった。
- ・ 初期剛性は No. 29 の方が高いが、靱性は No. 30 (改良後) の方があった。

→初期剛性の違いについては層構成 (No. 29 7 プライ、No. 30 6 プライ) の違いによる影響と考えられる。

(2) 耐力壁の変形状況

前期試験では終局時において柱の曲げ変形が確認された。耐力壁の変形状況を確認するため、後期試験ではH/2の位置の柱の水平変位を追加計測した。

以下に特定変形角時における頂部水平変位(H1-H2)とH/2位置の水平変位(H3-H2)を図2-10示す。

- ・いずれの試験体でも1/200~1/50radの範囲において、頂部水平変位に対するH/2位置の水平変位の割合は0.5程度であった。

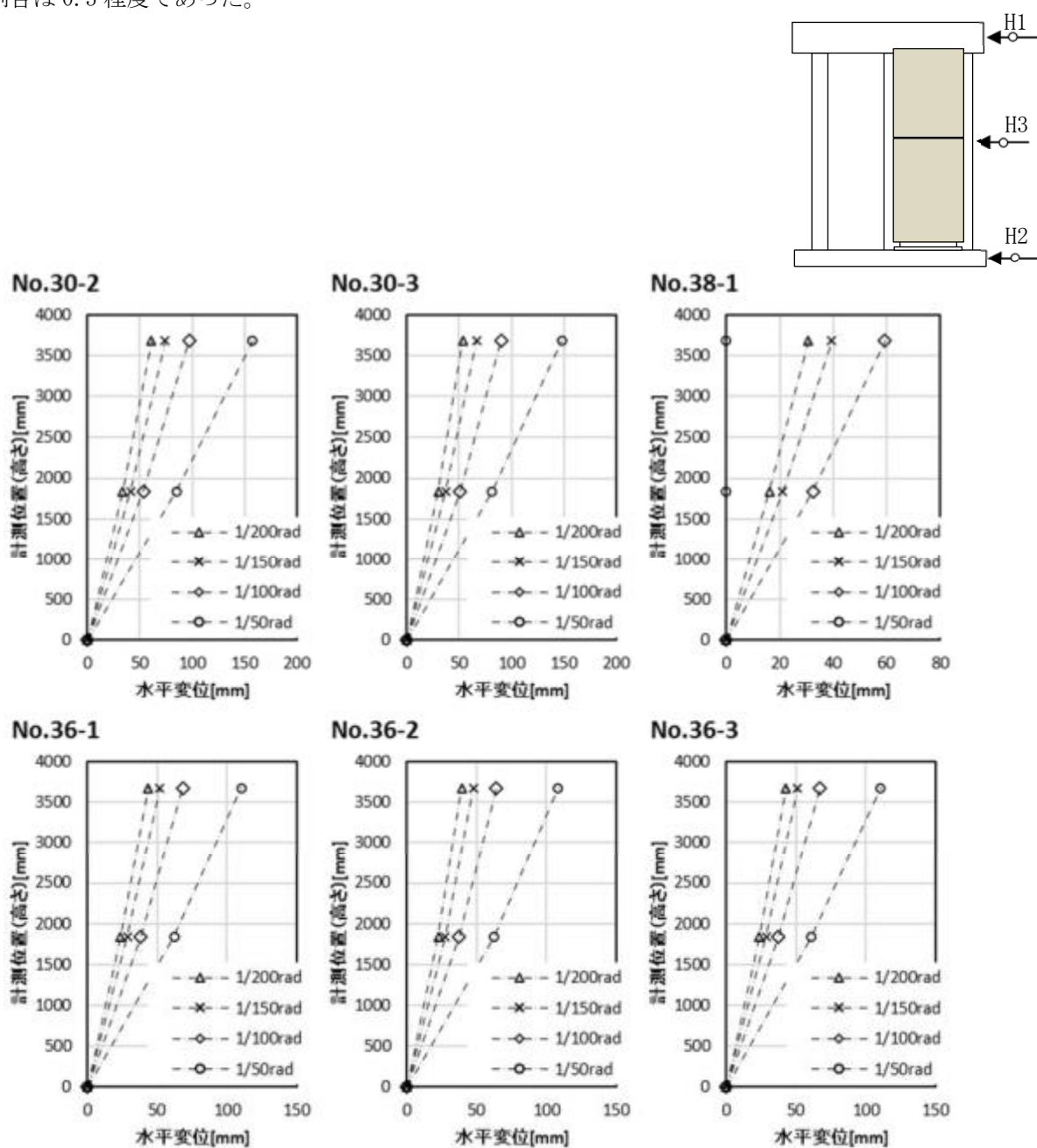


図 2-10 耐力壁の変形状況

2.4 まとめ

2.4.1 試験及び検討結果のまとめ

- ・前期試験及び後期試験の耐力壁仕様及びその結果を示す。

表 2-15 には前期・後期試験のうち 1 体実施した耐力壁仕様を、表 2-16 には 3 体実施した耐力壁仕様について示す。

表 2-15 前期・試験のうち 1 体実施した耐力壁仕様（タイロッド式）

試験体 No.	No. 32	No. 33	No. 34	No. 35
目標耐力	真：40 [kN/m]	真：40 [kN/m]	真：50 [kN/m]	真：40 [kN/m]
短期基準 せん断耐 力 ^{*1}	真：55.9 [kN/m] 見：33.0 [kN/m] OK：耐力満足	真：31.4 [kN/m] 見：25.6 [kN/m] OK：耐力やや不足	真：59.6 [kN/m] 見：37.5 [kN/m] OK：耐力満足	真：45.6 [kN/m] 見：35.5 [kN/m] OK：耐力満足
壁仕様	床勝ち大壁			
床仕様	床勝ち (t=28mm、構造用合板特類 2 級、全層スギ)			
壁高さ	3.8m			
柱頭・ 柱脚	めり込み補強金物			
接合具	CNZ75@100mm 2 列千鳥	CNZ65@100mm 2 列千鳥	CNZ65@75mm 2 列千鳥	タテ： CNZ75@150mm 2 列千鳥 ヨコ： CNZ75@150mm 1 列
壁面材	構造用合板, 特類 2 級	MDF		
	全層カラマツ	密度 0.7 程度		
	t=18mm、両面	t=18mm、両面		
柱	120mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315			
桁	120mm×360mm、ヒノキ対称異等級集成材、E105-F300			
間柱	45mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315			
土台	120mm×150mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315			
土台側受 材	120mm×90mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315（留付け方法改良）			
主な破壊 性状	釘の破断	釘の破断、 中残の割裂	釘の破断、 中残の割裂	釘の破断

※ばらつき係数及び低減係数 α は乗じていない

表 2-16 前期・後期試験のうち3体実施した耐力壁仕様（タイロッド式）

試験体 No.	No. 30	No. 36
目標耐力	真：40 [kN/m]	真：40 [kN/m]
短期基準 せん断耐力 ^{※1}	真：55.9 [kN/m] 見：33.0 [kN/m] OK：耐力満足	真：31.4 [kN/m] 見：25.6 [kN/m] OK：耐力やや不足
壁仕様	床勝ち大壁	
床仕様	床勝ち (t=28mm、構造用合板特類2級、全層スギ)	
壁高さ	3.8m	
柱頭・柱脚	めり込み補強金物	
接合具	CNZ75@100mm 2列千鳥	ﾀ:CNZ75 L65@150 2列千鳥 ヨコ:CNZ75 L65@150mm
壁面材	構造用合板, 特類2級	MDF
	全層カラマツ	密度0.7程度
	t=18mm、両面	t=18mm、両面
柱	120mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315	
桁	120mm×360mm、ヒノキ対称異等級集成材、E105-F300	
間柱	45mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315	
土台	120mm×150mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315	
土台側受材	120mm×90mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315（留付け方法改良）	
主な破壊性状	釘の引抜け、釘頭のめり込み	釘の引抜け、釘頭のめり込み

※ばらつき係数及び低減係数 $\alpha=0.90$ を考慮

2.4.2 2019 年度からの耐力壁開発の成果まとめ

(1) 試験により確認した軸材及び面材の組合せ（タイロッド式）

2019 年度から非住宅・中大規模木造向けの耐力壁開発を行ってきた。同一仕様の試験体 3 体以上実施したものについて、その仕様と性能及び破壊性状等を取りまとめたものを表 2-17、表 2-18、表 2-19 に示す。

表中の○は耐力、破壊性状ともに満足（靱性のある破壊性状）する結果で、表中の仕様で運用可能と判断できる。△は破壊性状が脆性的なものであり、表中の仕様のままでは運用は難しく、脆性的な破壊をしないような仕様に改良する必要があると考える。

表 2-17 構造用 MDF を用いた耐力壁仕様

試験体 No.	△ No. 11	△ No. 21
目標耐力	25.0 [kN/m]	30.0 [kN/m]
短期基準* せん断耐力	真：20.1 [kN/m] 見：14.0 [kN/m] NG：耐力不足	真：30.7 [kN/m] 見：22.1 [kN/m] OK：耐力満足
壁仕様	大壁	真壁
床仕様	床勝ち	床勝ち
壁高さ	3.8m	3.8m
柱頭仕様	めり込み補強金物	めり込み補強金物 (ドリフトピン)
柱脚仕様	めり込み補強金物	めり込み補強金物
壁面材	構造用 MDF、曲げ強度区分 30 タイプ t=9mm、片面 CNZ65@100mm×2 列千鳥	構造用 MDF、曲げ強度区分 30 タイプ t=9mm、両面 CNZ65@120mm×2 列千鳥
柱	120mm×120mm、ヒノキ製材	120mm×120mm、ヒノキ集成材
柱側受け材	—	102mm×60mm、ヒノキ製材 STS6.5F-135@75mm
横架材側受け材	120mm×90mm、ヒノキ製材 STS6.5F-180@75mm	102mm×90mm、ヒノキ製材 STS6.5F-180@75mm
間柱	120mm×45mm、ヒノキ製材	102mm×45mm、ヒノキ製材
中棧	—	—
主な破壊性状	NG：面材の面内せん断破壊 <u>(1/50rad)</u> →面材と土台の接触が要因か	NG：パンチングアウト、釘の破断 <u>(1/50~1/30rad)</u> →面材と釘の組合せが要因か

※ばらつき係数及び低減係数 $\alpha = 0.90$ を考慮

表 2-18 構造用合板を用いた耐力壁仕様-1

試験体 No.	No. 12	No. 22
目標	30.0 [kN/m]	30.0 [kN/m]
短期基準* せん断耐力	真：29.3 [kN/m] 見：23.8 [kN/m] OK：耐力ほぼ満足	真：36.7 [kN/m] 見：26.0 [kN/m] OK：耐力満足
壁仕様	真壁	真壁
床仕様	床勝ち	床勝ち
壁高さ	3.8m	3.8m
柱頭仕様	めり込み補強金物 (丸鋼)	めり込み補強金物
柱脚仕様	めり込み補強金物	めり込み補強金物
壁面材	構造用合板、特類 2 級 全層スギ、t=24mm、片面 CNZ75@75mm×2 列千鳥	構造用合板、特類 1 級 全層ベイマツ、t=15mm、両面 CNZ65@100mm×2 列千鳥
柱	120mm×120mm、ヒノキ集成材	120mm×120mm、ヒノキ集成材
柱側受け材	96mm×90mm、ヒノキ集成材 STS6. 5F-180@75mm	90mm×60mm、ヒノキ製材 STS6. 5F-135@75mm
横架材側受け材	96mm×90mm、ヒノキ集成材 STS6. 5F-180@75mm	90mm×90mm、ヒノキ製材 STS6. 5F-180@75mm
間柱	96mm×45mm、ヒノキ集成材	90mm×45mm、ヒノキ製材
中棧	96mm×120mm、ヒノキ集成材	90mm×120mm、ヒノキ製材
主な破壊性状	OK:釘頭のめり込み	NG:柱側受け材の割れ <u>(1/100~1/30rad)</u> →材料の品質管理が要因か

※ばらつき係数及び低減係数 $\alpha = 0.90$ を考慮

No. 29 の改良仕様である No. 30 の試験結果により、改良により破壊性状の改善は確認された。ただし、構造特性はほぼ変わらなかったことから、昨年度実施の No. 27～No. 29 については受け材留付け方法を改良することで、短期基準せん断耐力は満足できると判断した。

表 2-19 構造用合板を用いた耐力壁仕様-2

試験体 No.	No. 27 改	No. 28 改	No. 29 改
目標耐力	真：40 [kN/m]		
短期基準 せん断耐力 ^{※1}	真：44.3 [kN/m] 見：29.6 [kN/m] OK：耐力満足	真：44.5 [kN/m] 見：30.2 [kN/m] OK：耐力満足	真：52.2 [kN/m] 見：32.4 [kN/m] OK：耐力満足
壁仕様	大壁		
床仕様	床勝ち (t=28mm、構造用合板特類 2 級、全層スギ)		
壁高さ	3.8m		
柱頭・柱脚	めり込み補強金物		
接合具	CNZ65@100mm 2 列千鳥		CNZ75@100mm 2 列千鳥
壁面材	構造用合板, 特類 1 級 (相当)		
	全層カラマツ	全層ヒノキ	全層カラマツ
	t=18mm、両面		
柱	120mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315		
桁	120mm×360mm、ヒノキ対称異等級集成材、E105-F300		
間柱	45mm×120m、ヒノキ同一等級集成材、E105 以上		
土台	120mm×150mm、ヒノキ同一等級集成材、E105 以上		
土台側受材	120mm×90mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315 (留付け方法改良)		
主な破壊性状	—	—	—

※ばらつき係数及び低減係数 $\alpha = 0.90$ を考慮

表 2-20 厚物構造用合板・木質ボードを用いた耐力壁仕様-2

試験体 No.	No. 30	No. 36
目標耐力	真：40 [kN/m]	真：40 [kN/m]
短期基準 せん断耐力 ^{※1}	真：55.9 [kN/m] 見：33.0 [kN/m] OK：耐力満足	真：31.4 [kN/m] 見：25.6 [kN/m] OK：耐力やや不足
壁仕様	床勝ち大壁	
床仕様	床勝ち (t=28mm、構造用合板特類2級、全層スギ)	
壁高さ	3.8m	
柱頭・柱脚	めり込み補強金物	
接合具	CNZ75@100mm 2列千鳥	タテ：CNZ75(L=65mm)@150mm 2列千鳥 ヨコ：CNZ75(L=65mm)@150mm
壁面材	構造用合板, 特類2級	MDF
	全層カラマツ	密度0.7程度
	t=18mm、両面	t=18mm、両面
柱	120mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315	
桁	120mm×360mm、ヒノキ対称異等級集成材、E105-F300	
間柱	45mm×120mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315	
土台	120mm×150mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315	
土台側受材	120mm×90mm、ヒノキ同一等級集成材、E95-F315 (留付け方法改良)	
主な破壊性状	釘の引抜け、釘頭のめり込み	釘の引抜け、釘頭のめり込み

※ばらつき係数及び低減係数 $\alpha = 0.90$ を考慮

2.4.3 次年度に向けての開発の方向性

(1) 接合金物の仕様による構造性能への影響整理

- ・ CNZ75 型 長さ 65mm の釘を用い、釘の引抜けを確認したが、釘を短くした影響か、釘頭が大きかった（バラ釘）影響かの判断が付かなかった。

→要素試験、耐力壁試験を通し釘の仕様による構造性能への影響度合いを整理する必要があると考える。

(2) 耐力壁の仕様について

- ・ No. 36 は MDF18mm 厚に対し CNZ75 型 長さ 65mm の釘を用いることで性能を確認した。特殊な釘であるため、この釘が一般化されないと耐力壁の仕様としても普及が難しい。

そのため、今年度 No. 35 において CNZ75 を用いた仕様の追加試験を行い、3 体での評価を提案する。破壊性状はパンチングアウト等が見られたが、 $P-\delta$ は靱性があるように見えるため、問題ないのではと判断する。

(3) 目標とする破壊性状について

今年度は釘の引抜け破壊する仕様の確立を目指し、各種試験を行ってきた。実験結果を見てみると、パンチングアウトしていても靱性のある荷重変形関係が得られた仕様があることがわかる。

これは面材厚が厚いことで、完全にパンチングアウトするまでの時間を要し、結果荷重変形関係に靱性を稼げたと考えられる。

→目標とする破壊性状について、面材厚が厚い場合に限り緩和して検討を進めてもよいかもしれない。

(4) 耐力壁と接合金物の組合せ、部材断面について

- ・ 現状 120 角柱を用い 40kN/m（真）を満足する仕様を開発してきた。
- ・ No. 30 など耐力が 50kN/m 前後になると柱の圧壊なども見られ、部材断面に限界が見られる。
- ・ No. 30 のようにタイロッド試験で 50kN/m（真）のような性能が出ても、実際にはそれに見合う接合金物が開発されておらず、取り付けた接合金物なりの性能しか担保できないことがわかっている。

→耐力壁の仕様（釘、面材）と部材断面、接合金物のバランスを考え仕様を確立していく必要がある

2.5 試験成績書

- ・依R04-50-1：高倍率、高階高耐力壁の面内せん断試験（前期耐力壁試験）
- ・依R04-50-2：高倍率、高階高耐力壁の面内せん断試験（後期耐力壁試験〔タイロッド式〕）
- ・依R04-50-3：高倍率、高階高耐力壁の面内せん断試験（後期耐力壁試験〔柱脚固定式〕）

[参考（2-16 ページの釘の一面せん断試験に係る報告書）]

- ・管理番号 K22-V218～223：一面せん断試験 1JIS…………… 参2-1
- ・管理番号 K22-V224～229：一面せん断試験2 大頭 …………… 参2-23
- ・管理番号 K22-V230～232：一面せん断試験 3 3.46xL65…………… 参2-45
- ・管理番号 K23-V010～V012：一面せん断試験2 大頭 ……………参2-58

試験成績書

令和5年1月24日
依頼番号 依R04-50-1

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 古久保 英嗣

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 東京都港区赤坂2-2-19 アドレスビル5階
2. 試験概要	<p>[目的] 令和3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高性能準防火壁の開発検討事業(継続)」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] 4仕様の両面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 ①厚 18mmMDF (JIS A 5905,30P,構造用 MDF 相当)両面張り大壁床勝ち 接合方法-くぎ CNZ65、外周部@100mm の2列千鳥打ち,中通部@100mm ②厚 18mm パーティクルボード (JIS A 5908,18P,構造用パーティクルボード相当) 接合方法-くぎ CNZ65、外周部@100mm の2列千鳥打ち,中通部@100mm ③厚 18mmMDF (JIS A 5905,30P,構造用 MDF 相当)両面張り大壁床勝ち 接合方法-くぎ CNZ65、外周部@75mm の2列千鳥打ち,中通部@75mm ④厚 18mm MDF (JIS A 5905,30P,構造用 MDF 相当)両面張り大壁床勝ち 接合方法-くぎ CNZ75、縦方向外周部@150mm の2列千鳥打ち,横方向外周部@150mm,中通部@150mm 3) 試験体数:4仕様×各1体=計4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38頁)
4. 試験受付日	令和4年9月5日
5. 試験実施日	令和4年9月20、21日、11月1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	室長 後藤 隆洋 研究主幹 清水 庸介 技術主任 山田 知明

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 9
3. 試験結果	.....	P10
4. 短期基準せん断耐力の試算	.....	P21
写 真	.....	P27

1. 試験体

- (1) 試験体の詳細は、表1. 1及び図1. 1～図1. 3に示す。
 (2) 試験体は、柱間隔 910mm の面材両面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. 4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. 5及び図1. 6に示す。
 (5) 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。また、MDF の密度と含水率は JIS A 5905 に準じて測定し、パーティクルボードの密度と含水率は JIS A 5908 に準じて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.32(図 1.1)	No.33(図 1.1)	No.34(図 1.2)	No.35(図 1.3)
耐力壁仕様	MDF 両面張り大壁床勝ち	パーティクルボード両面張り大壁床勝ち	MDF 両面張り大壁床勝ち	
試験体数	1 体	1 体	1 体	1 体
耐力壁寸法	幅 910×高 3680mm(芯々寸法)			
面材	厚 18mmMDF(JIS A 5905:2014) 曲げ強さによる区分; 30 タイプ 接着剤による区分;P タイプ 構造用 MDF 相当	厚 18mm パーティクルボード(JIS A 5908:2015) 曲げ強さによる区分; 18 タイプ 耐水性による区分;耐 水2(P タイプ) 構造用パーティクル ボード相当	厚 18mmMDF(JIS A 5905:2014) 曲げ強さによる区分;30 タイプ 接着剤による区分;P タイプ 構造用 MDF 相当	
	寸法;幅 910×長 1820(下)、1620(上)mm			
密度	0.70~0.70g/cm ³ (平均 0.70)	0.71~0.71g/cm ³ (平均 0.71)	0.68~0.71g/cm ³ (平均 0.70)	0.70~0.72g/cm ³ (平均 0.71)
含水率	8.1~8.5%(平均 8.3)	9.2~9.5%(平均 9.3)	8.3~8.7%(平均 8.5)	7.9~8.3%(平均 8.1)
面材の接合	接合具;めっき太め鉄丸くぎ CNZ65 (ワイヤー連結くぎ MNF33-65,KN 村田産業(株)製)		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	外周部@100mm の 2 列千鳥打ち、中通り部 @100mm	外周部@75mm の 2 列千鳥打ち、中通り 部@100mm	縦方向外周部 @150mm の 2 列千鳥 打ち、横方向外周部 @150mm、中通部 @150mm	
	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 120×幅 90mm 品質等;同一等級構成構造用集成材(E95-F315)、ヒノキ 接合具;四角穴付きタッピンねじ STS6.5・F180(図 1.4) 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) 接合方法;めっき鉄丸くぎ NZ75@150mm				
密度	0.41g/cm ³	0.40g/cm ³	0.39g/cm ³	0.38g/cm ³	
軸組材	柱;120mm 角、同一等級構成構造用集成材(E95-F315)、ヒノキ 梁;幅 120×高 360mm、対称異等級構成構造用集成材(E105-F300)、ヒノキ 土台;幅 150×高 120mm、同一等級構成構造用集成材(E95-F315)、ヒノキ 間柱;見付幅 45×奥行き 120mm、同一等級構成構造用集成材(E95-F315)、ヒノキ 中棧;見付幅 120×奥行き 120mm、同一等級構成構造用集成材(E95-F315)、ヒノキ				
柱頭、柱脚 の仕口及び 金物	柱頭;柱頭部めり込み補強金物 360(図 1.5)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 120(図 1.6)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。 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。 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。				
木材 の密 度及 び含 水率	柱	0.45,0.47g/cm ³ 、 12.5,13.0%	0.42,0.47g/cm ³ 、 13.0,13.5%	0.46,0.46g/cm ³ 、 12.5,12.5%	0.45,0.45g/cm ³ 、 12.0,12.5%
	梁	0.46g/cm ³ 、11.0%	0.47g/cm ³ 、10.5%	0.47g/cm ³ 、11.0%	0.44g/cm ³ 、11.0%
	土台	0.46g/cm ³ 、12.0%	0.45g/cm ³ 、12.5%	0.48g/cm ³ 、12.0%	0.46g/cm ³ 、12.0%
	間柱	0.45,0.48g/cm ³ 、 12.0,12.0%	0.44,0.47g/cm ³ 、 12.0,12.5%	0.45,0.46g/cm ³ 、 12.0,12.5%	0.44,0.47g/cm ³ 、 12.5,13.0%
	受材	0.46g/cm ³ 、12.0%	0.45g/cm ³ 、12.0%	0.47g/cm ³ 、12.0%	0.45g/cm ³ 、12.0%
	中棧	0.45g/cm ³ 、12.0%	0.48g/cm ³ 、12.5%	0.49g/cm ³ 、12.0%	0.43g/cm ³ 、13.0%

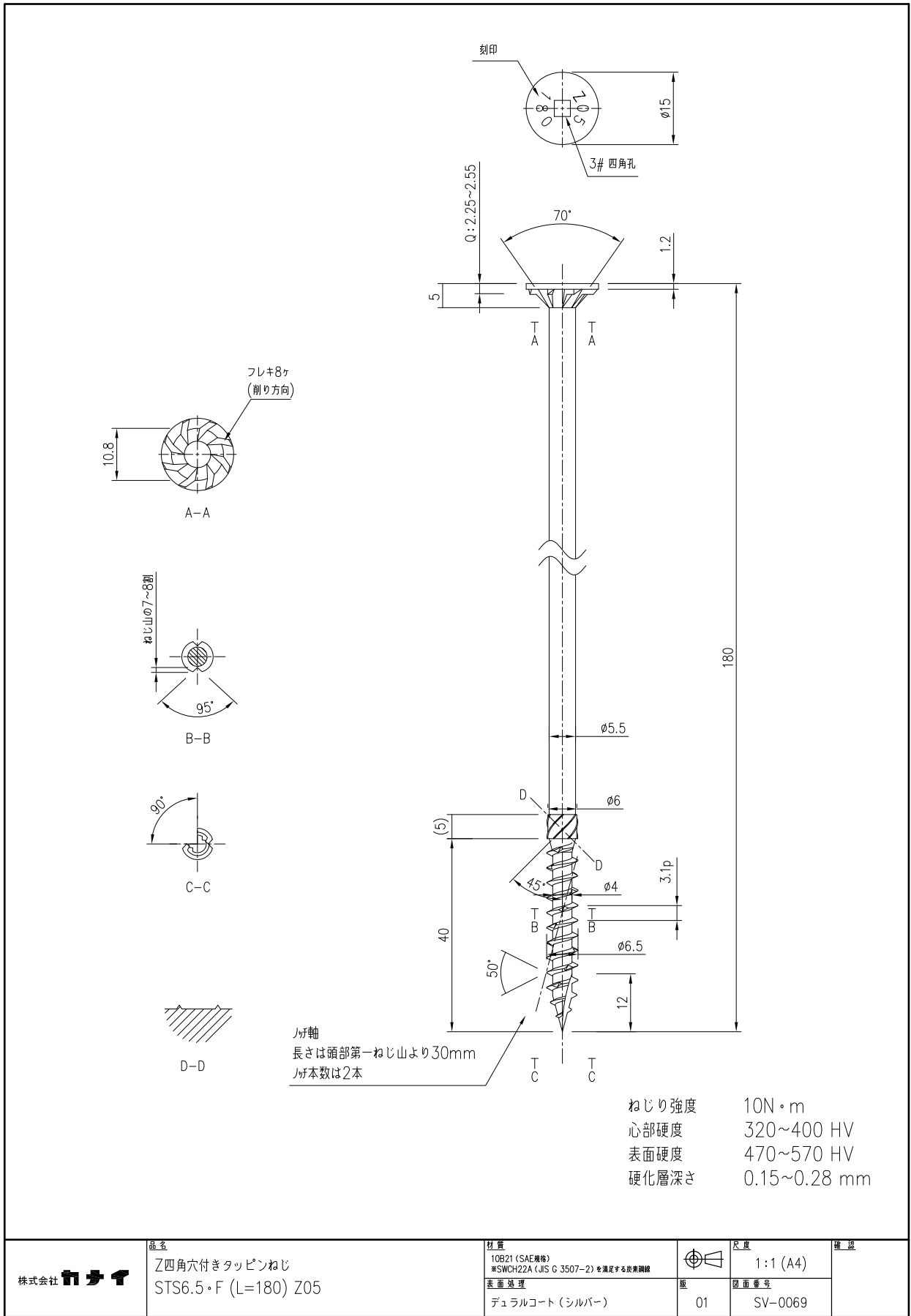


図1. 4: 四角穴付きタッピンねじ STS6.5・F180 の形状詳細 (mm)

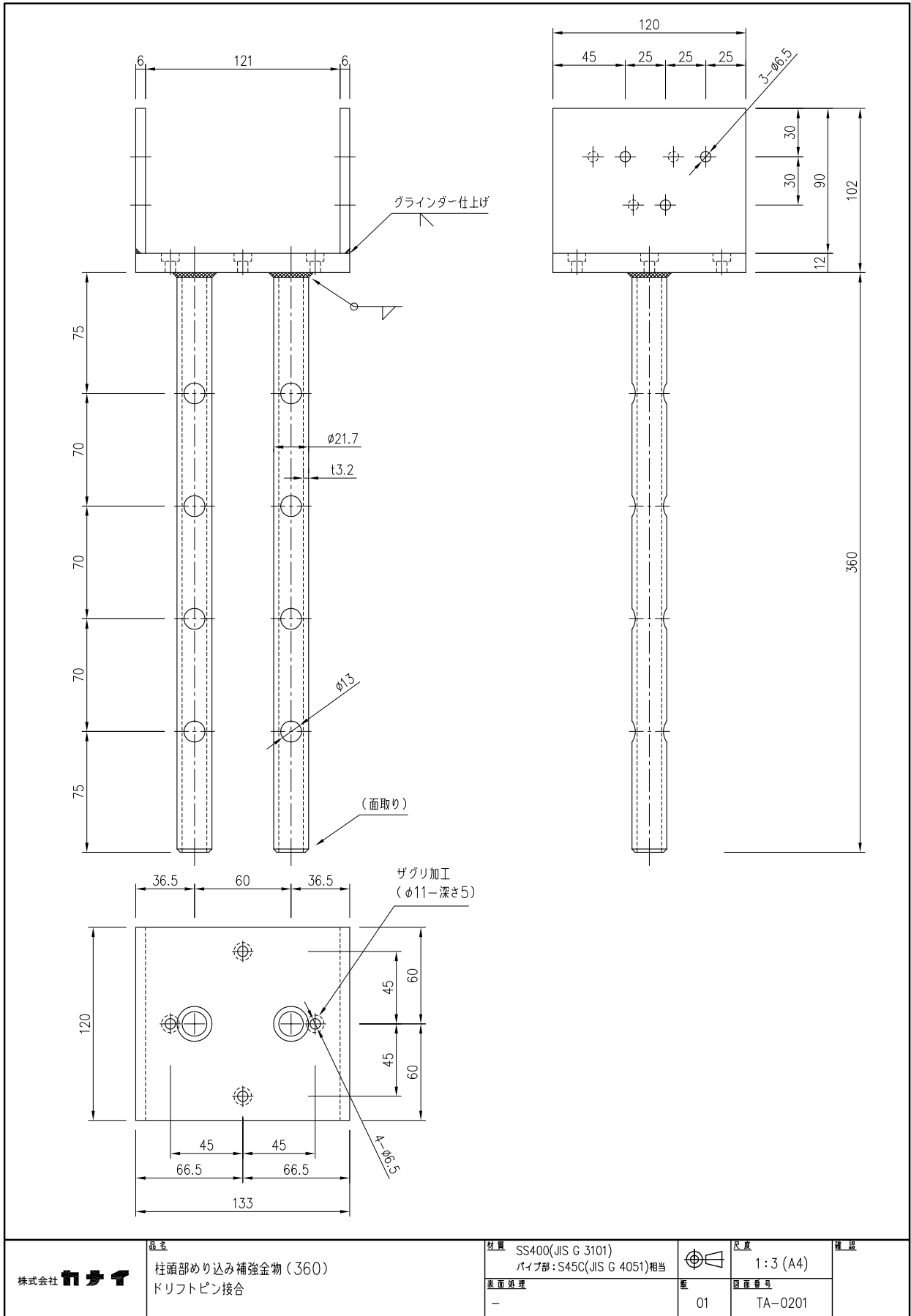


図1. 5: 柱頭部めり込み補強金物(360)の形状詳細(mm)

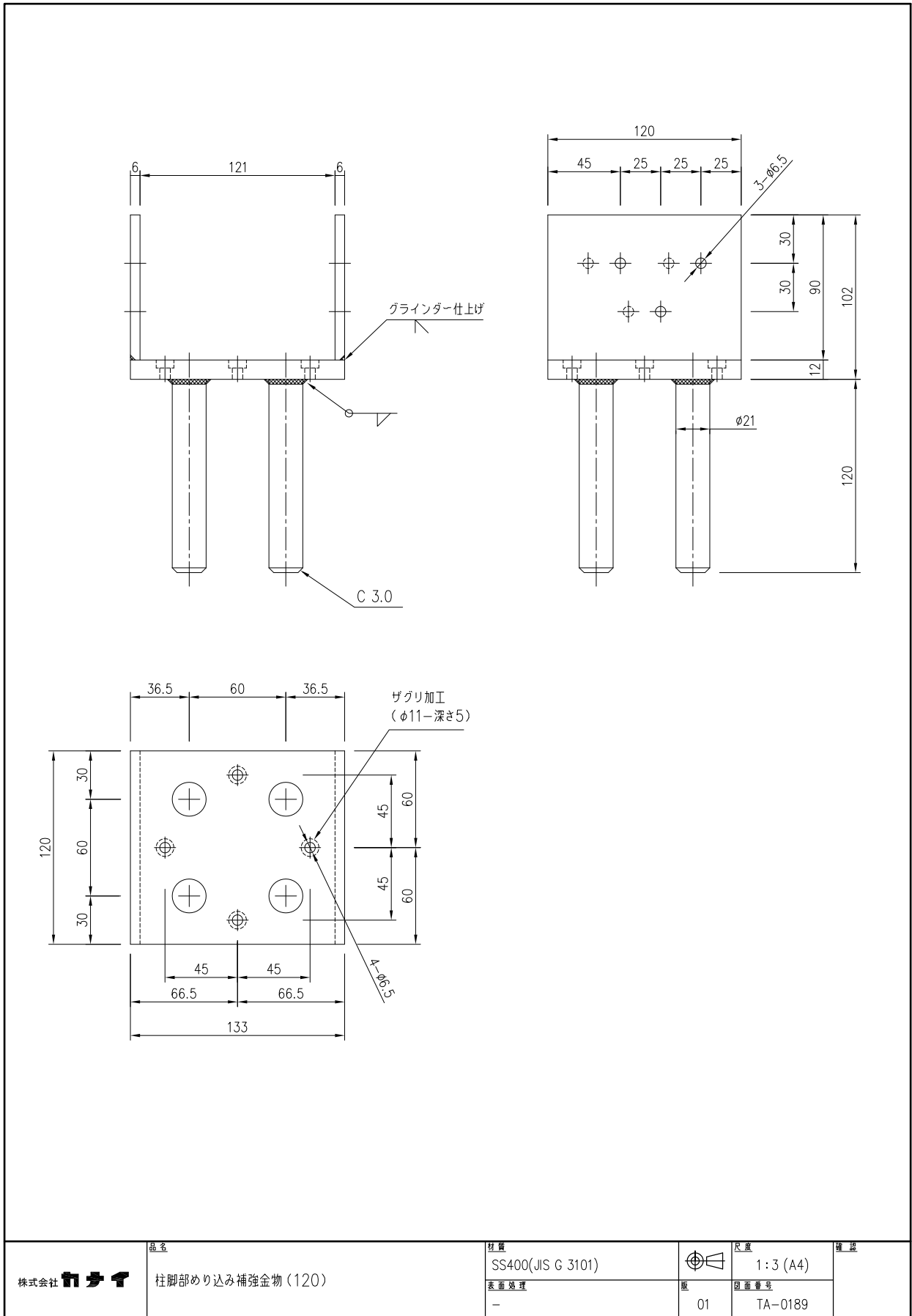


図1. 6: 柱脚部めり込み補強金物(120)の形状詳細(mm)

株式会社 ニサイ	品名 柱脚部めり込み補強金物(120)	材質 SS400(JIS G 3101)	尺度 1:3 (A4)	縮尺
		表面処理 -			版 01	図面番号 TA-0189

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にその概要を示す。

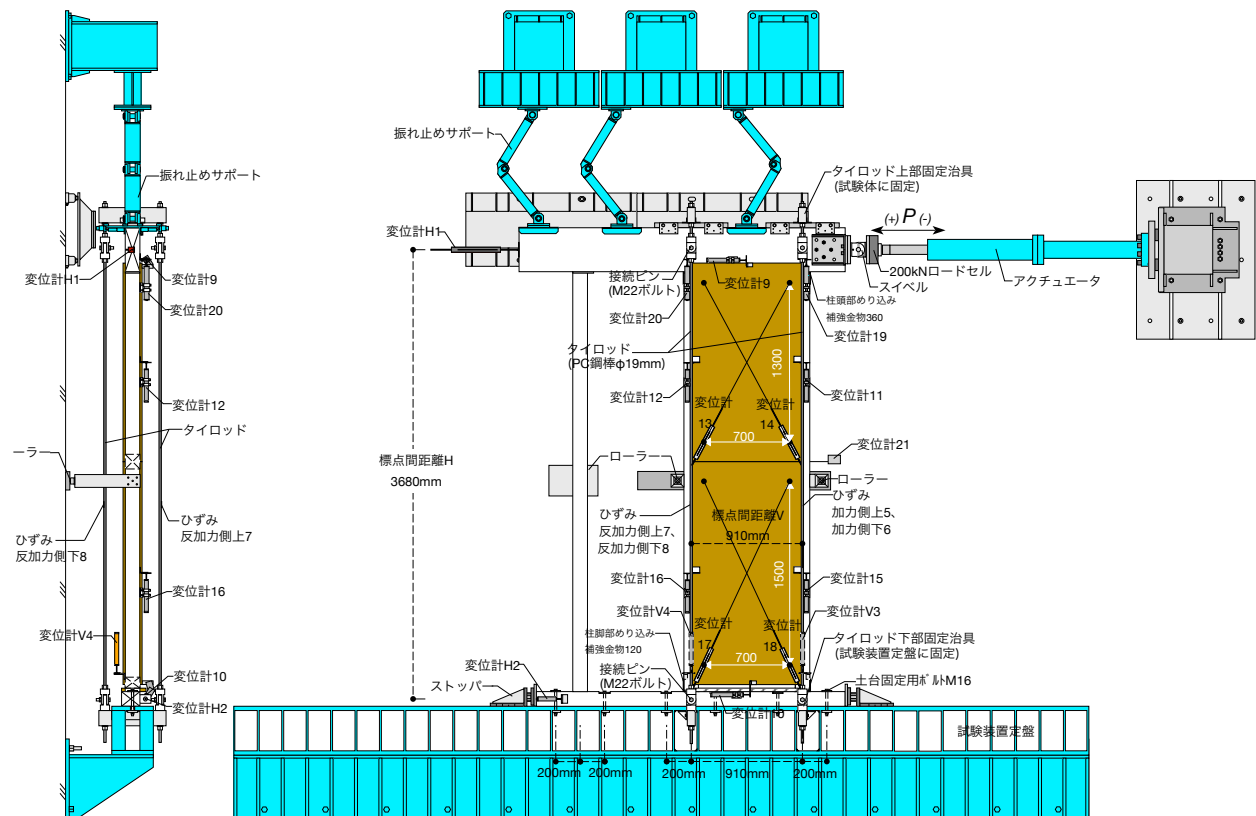
(2) 試験体の固定方法は、土台を柱芯から両側 200mm の位置で、固定用ボルト M16 と角座金 80×厚 9mm を用い 6 箇所試験装置定盤に固定し、土台の両端にはストッパーを設置した。また、梁は振れ止めサポート及びローラーを用い、両面から挟み込むことで支持した。

(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-(変位計 V3-V4)×標点間距離 H/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(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)



- ひずみ5,6:加力側タイロッド
- ひずみ7,8:反加力側タイロッド
- 変位計9:梁-面材の相対変位
- 変位計10:土台-面材の相対変位
- 変位計11:加力側柱-上面材の相対変位
- 変位計12:反加力側柱-上面材の相対変位
- 変位計13:上面材の加力側上部-反加力側下部の対角変位
- 変位計14:上面材の反加力側上部-加力側下部の対角変位
- 変位計15:加力側柱-下面材の相対変位
- 変位計16:反加力側柱-下面材の相対変位
- 変位計17:下面材の加力側上部-反加力側下部の対角変位
- 変位計18:下面材の反加力側上部-加力側下部の対角変位
- 変位計19:加力側柱頭-梁の相対変位
- 変位計20:反加力側柱頭-梁の相対変位
- 変位計21:加力側柱中間部の水平変位

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

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. 8に示す。また、荷重-変位曲線及びタイロッドの荷重-ひずみ曲線は図3. 9～図3. 28に示す。

(4) 試験体の破壊状況等は写真1～写真36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.32	75.4	1/30	面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。 面材のくぎによる受材の割れ破壊。 受材固定用ねじによる受材の割れ。 反加力側柱脚部のめりこみ。
No.33	79.1	1/30	下部の面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。 面材のくぎによる胴つなぎの割れ破壊。 反加力側柱脚部のめりこみ。
No.34	95.6	1/30	下部の面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。 面材のくぎによる胴つなぎの割れ破壊。 面材のくぎによる受材の割れ。 反加力側柱脚部のめりこみ。
No.35	73.1	1/20	下部の面材のパンチングアウト、くぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。 反加力側柱脚部のめりこみ。

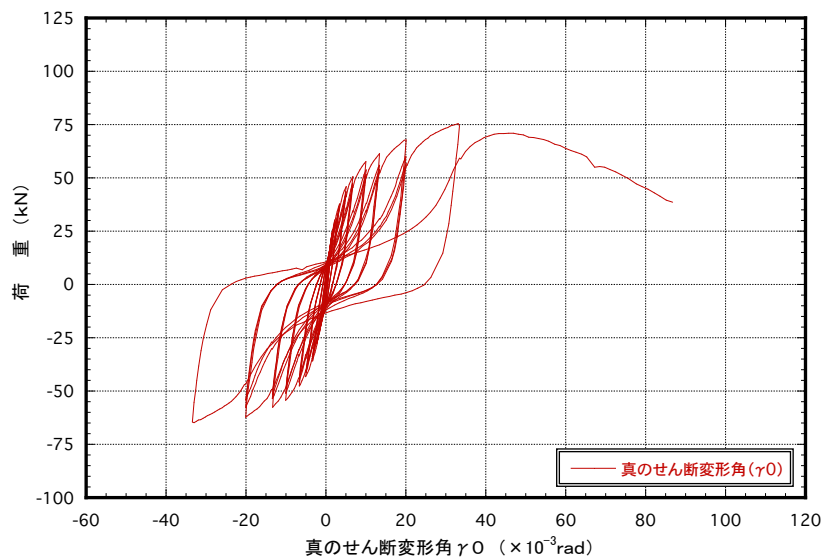


図3.1:No.32 荷重-せん断変形角曲線

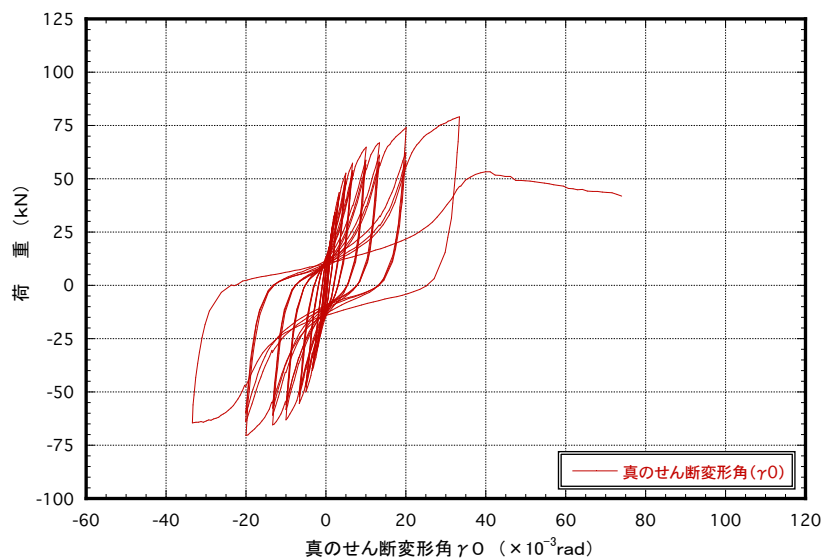


図3.2:No.33 荷重-せん断変形角曲線

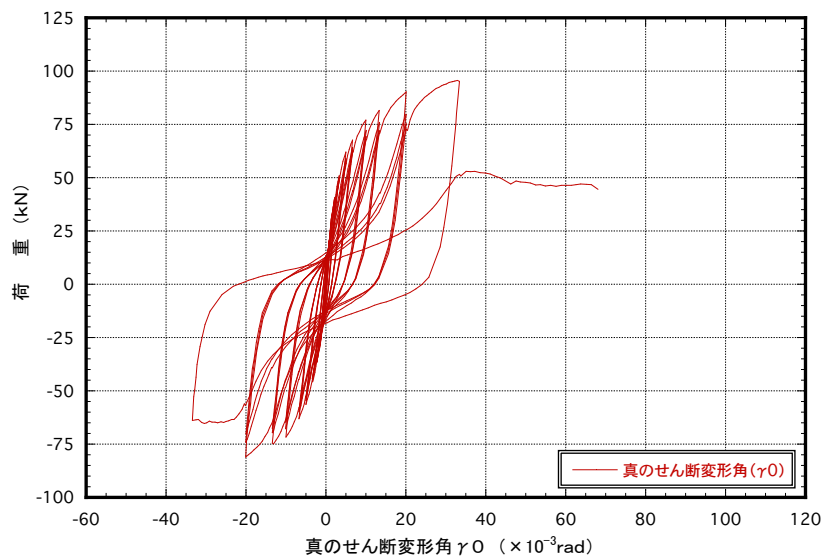


図3.3:No.34 荷重-せん断変形角曲線

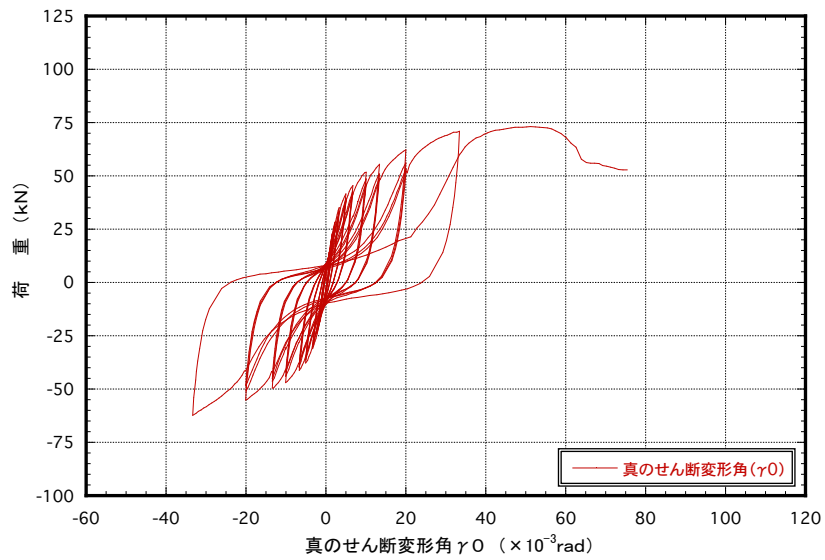


図3.4:No.35 荷重-せん断変形角曲線

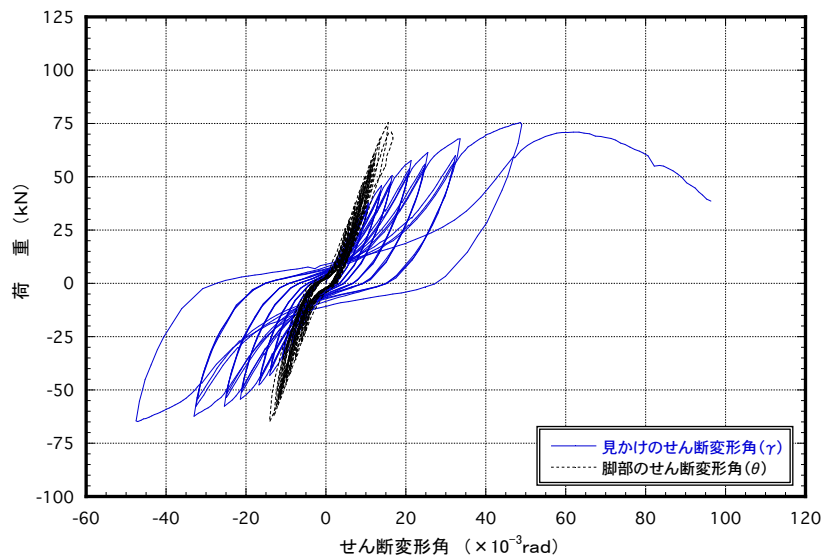


図3.5:No.32 荷重-せん断変形角曲線

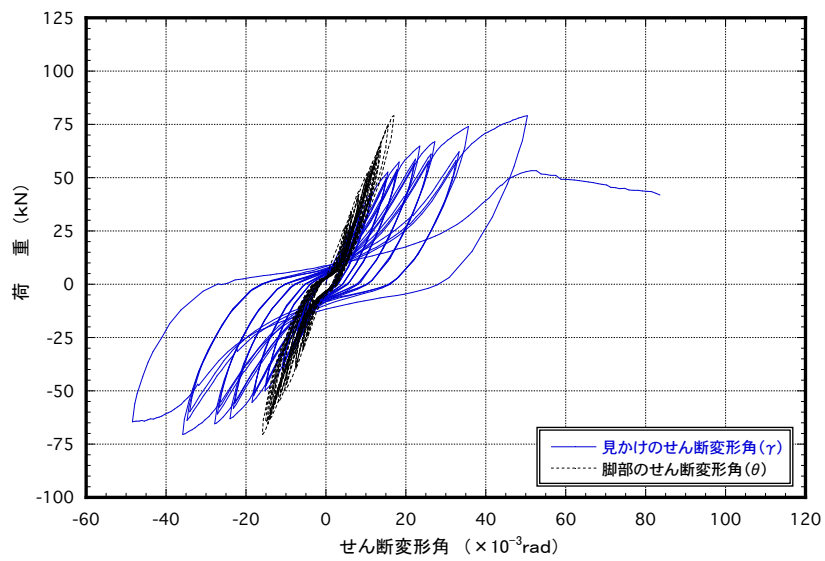


図3.6:No.33 荷重-せん断変形角曲線

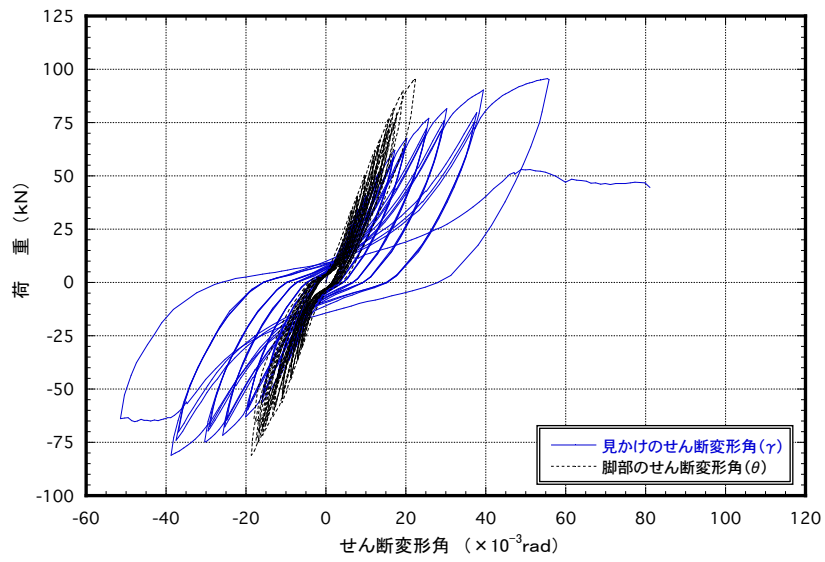


図3.7:No.34 荷重-せん断変形角曲線

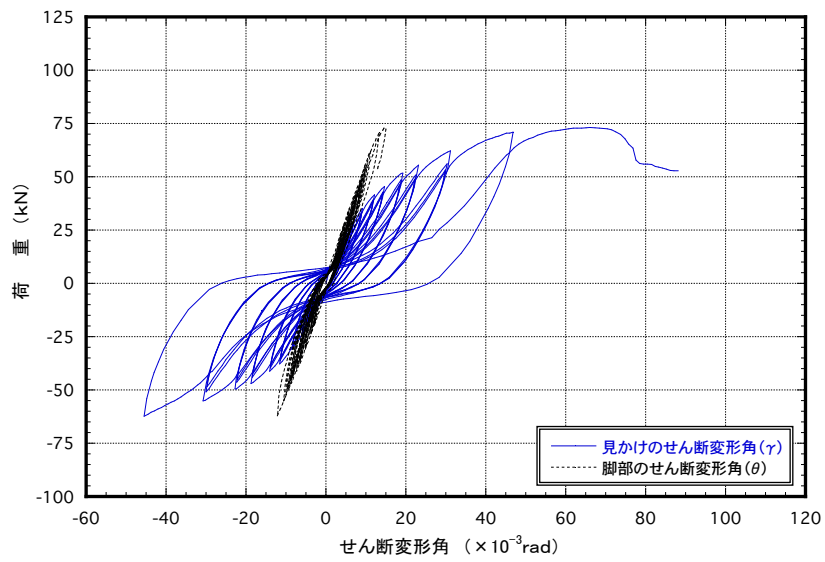


図3.8:No.35 荷重-せん断変形角曲線

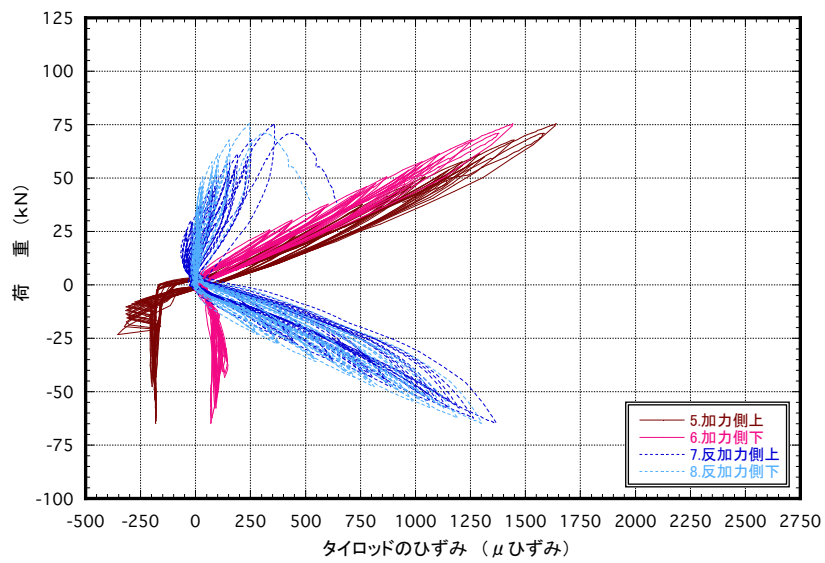


図3.9:No.32 荷重-ひずみ曲線

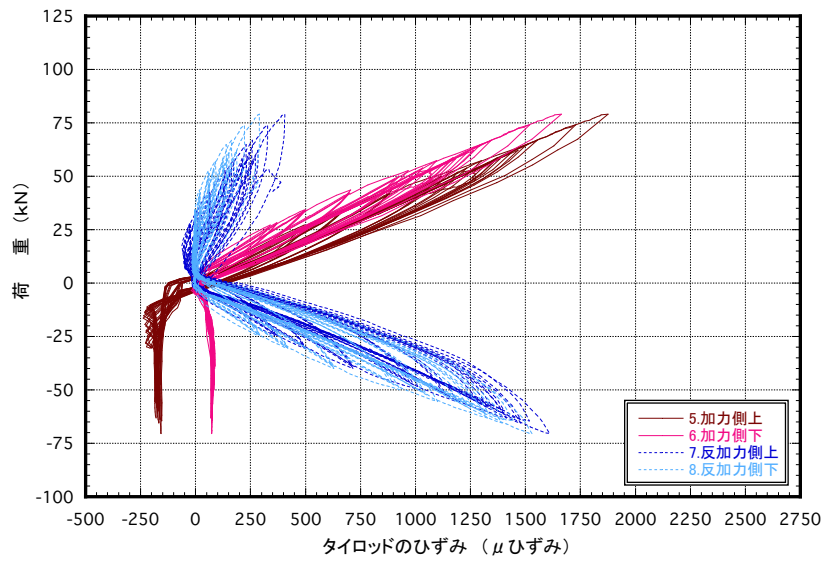


図3.10:No.33 荷重-ひずみ曲線

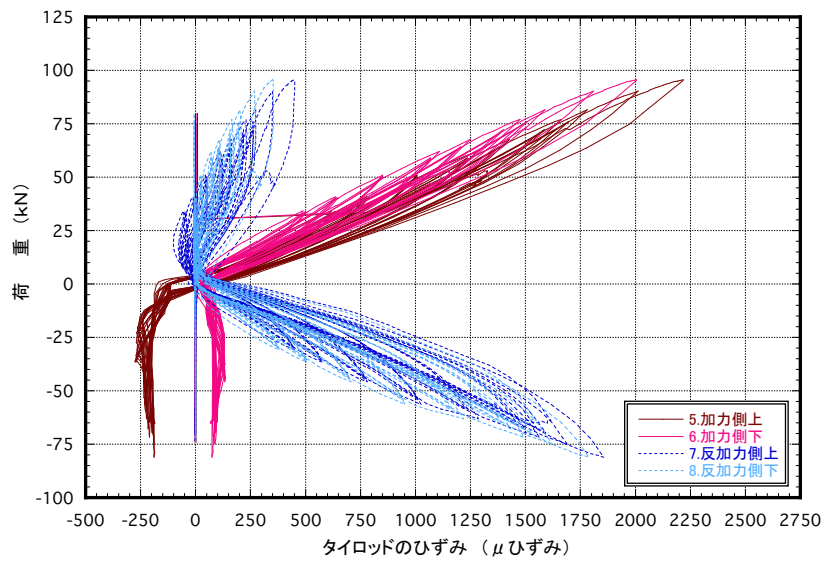


図3.11:No.34 荷重-ひずみ曲線

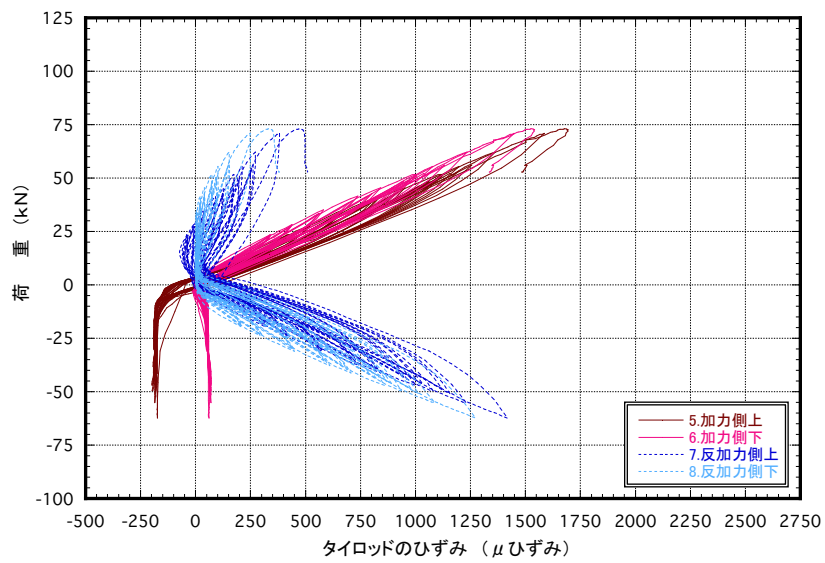


図3.12:No.35 荷重-ひずみ曲線

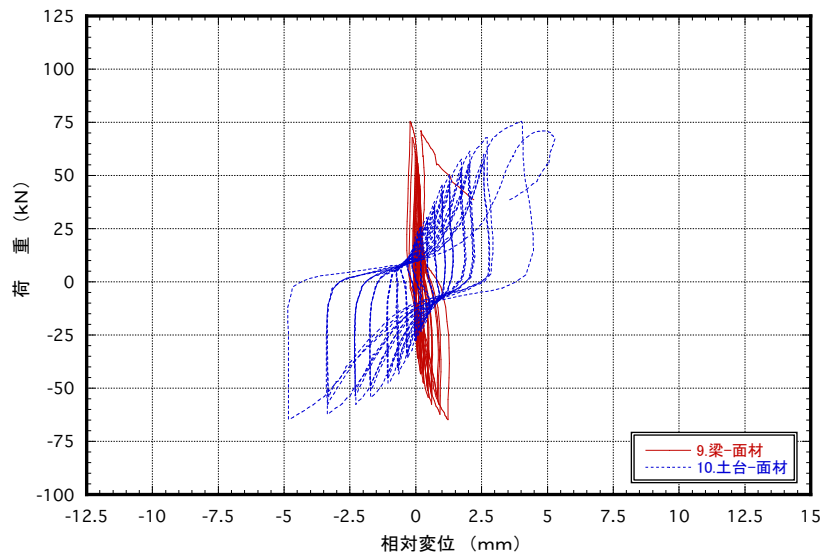


図3.13:No.32 荷重-変位曲線

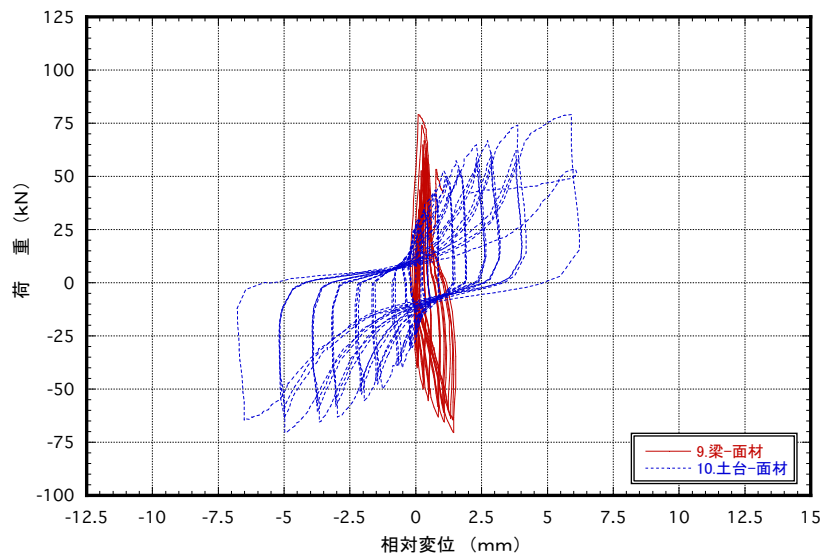


図3.14:No.33 荷重-変位曲線

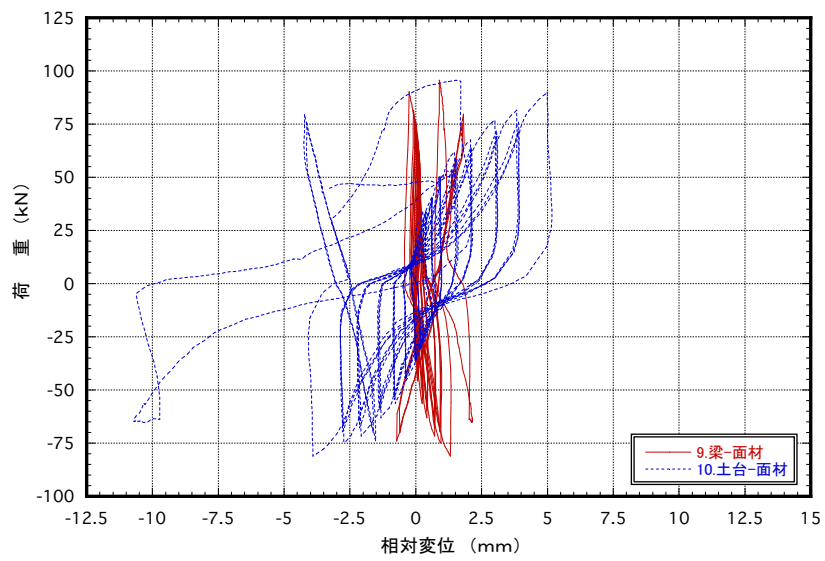


図3.15:No.34 荷重-変位曲線

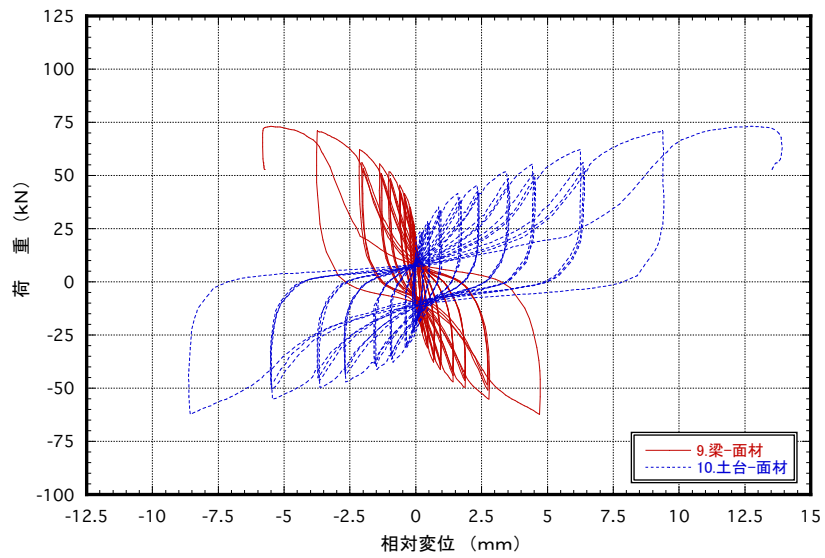


図3.16:No.35 荷重-変位曲線

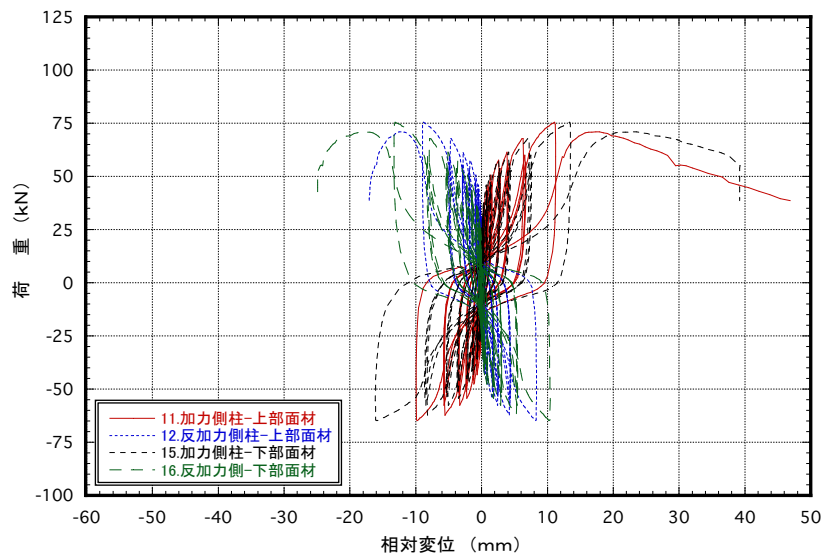


図3.17:No.32 荷重-変位曲線

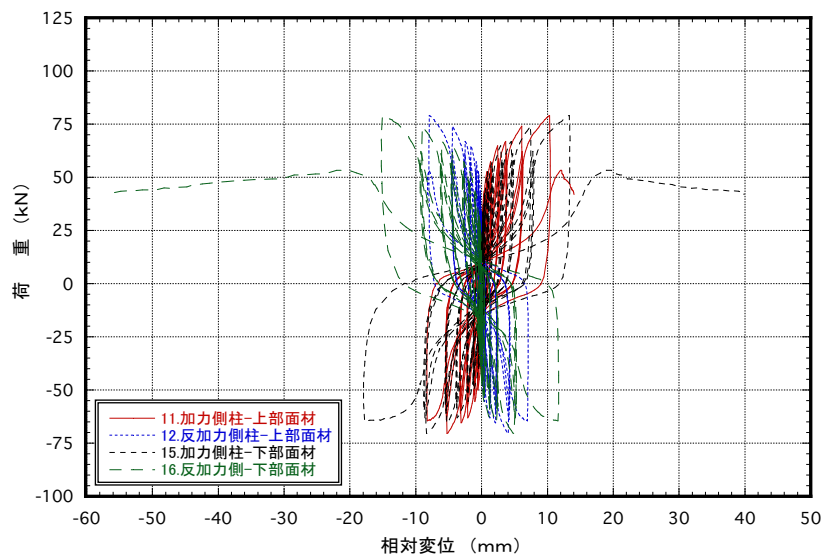


図3.18:No.33 荷重-変位曲線

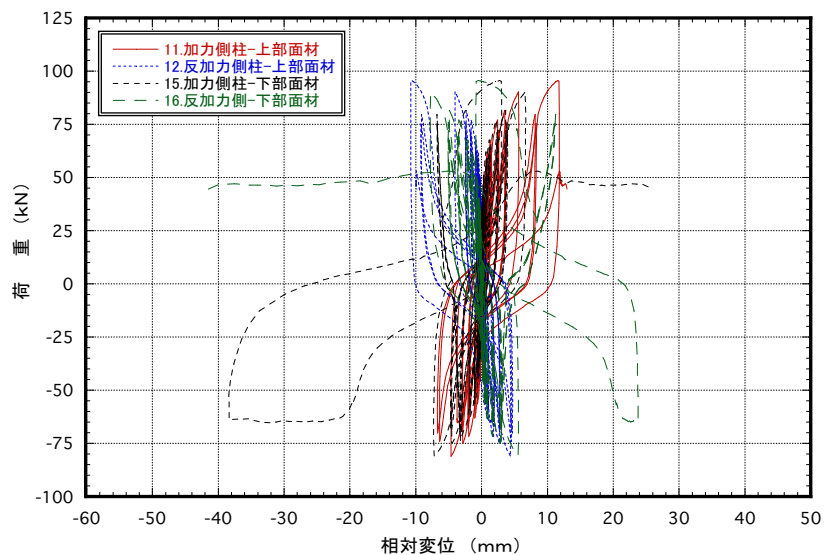


図3.19:No.34 荷重-変位曲線

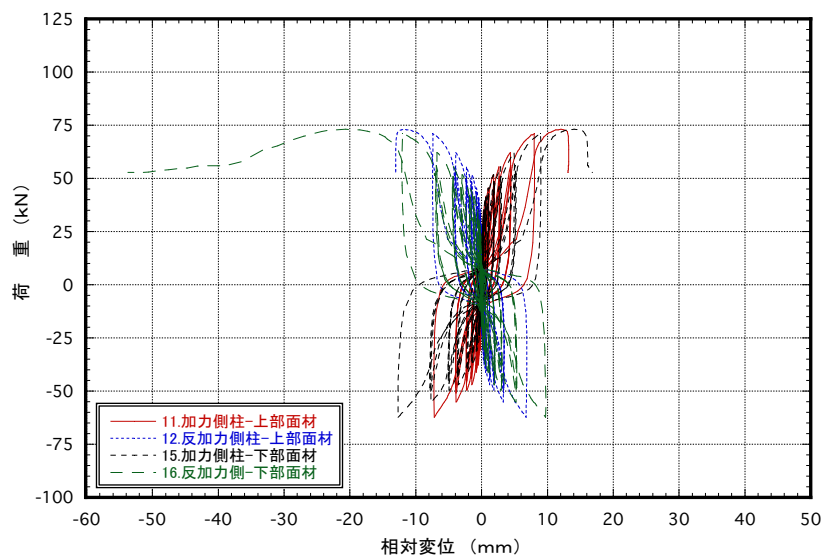


図3.20:No.35 荷重-変位曲線

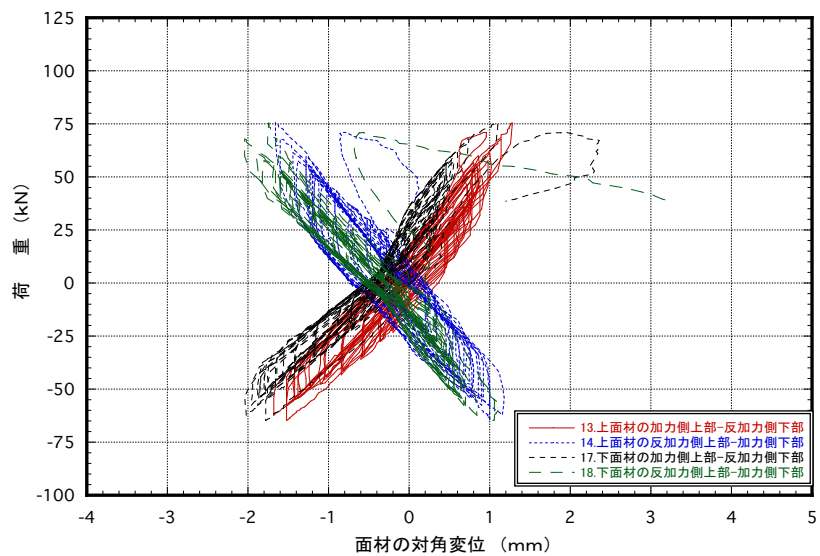


図3.21:No.32 荷重-変位曲線

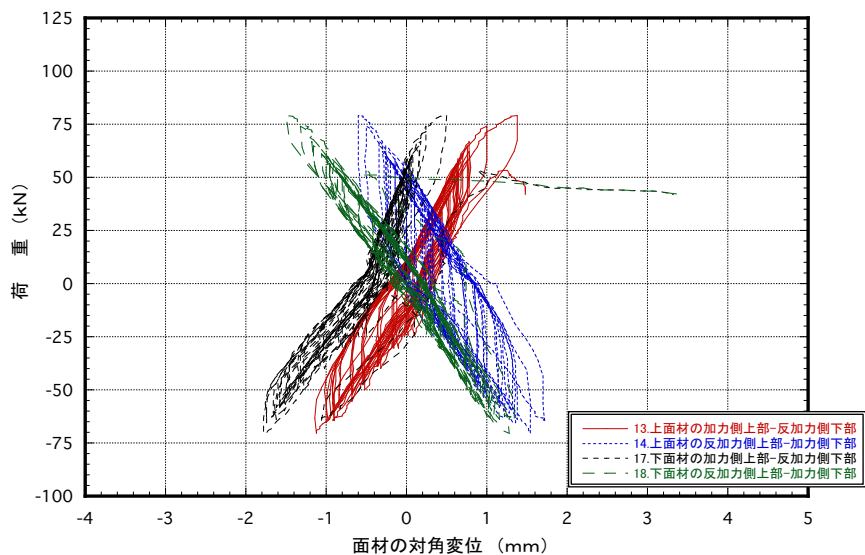


図3.22:No.33 荷重-変位曲線

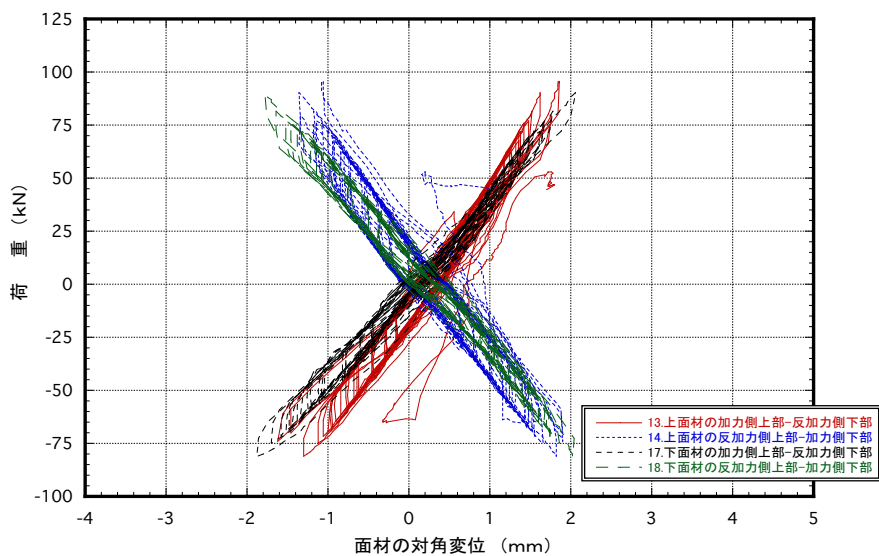


図3.23:No.34 荷重-変位曲線

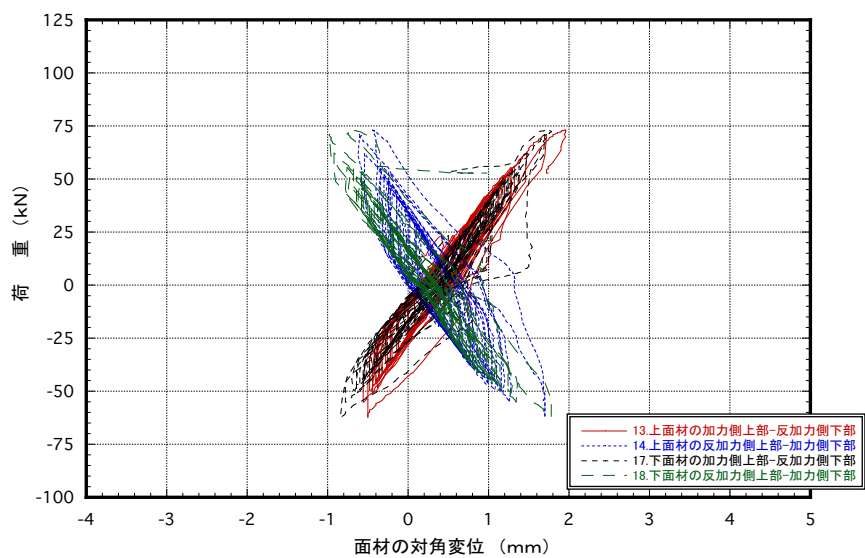


図3.24:No.35 荷重-変位曲線

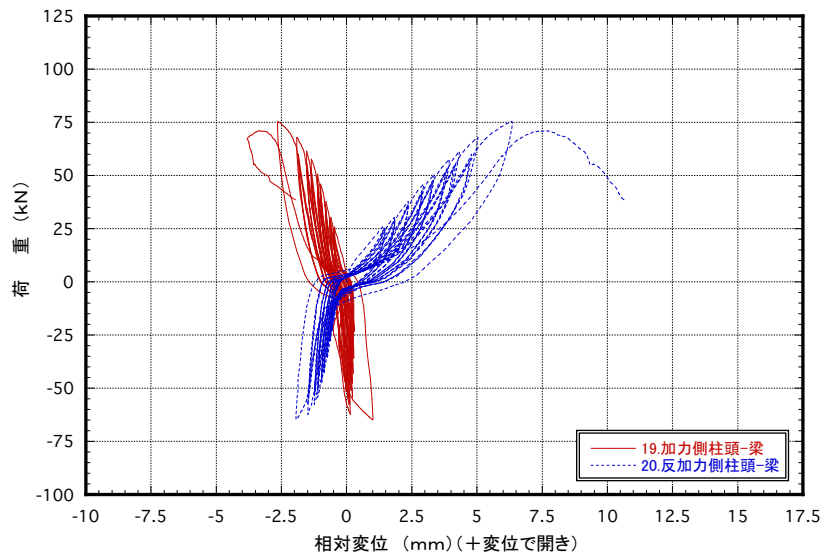


図3.25:No.32 荷重-変位曲線

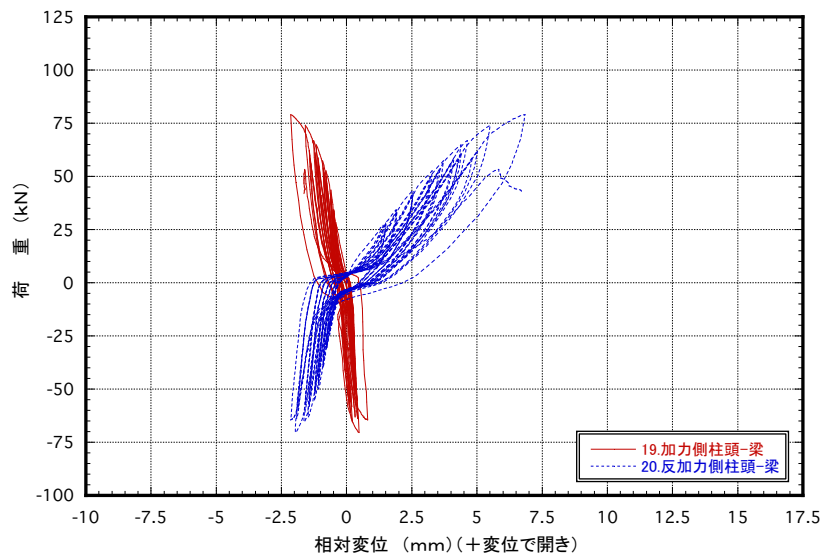


図3.26:No.33 荷重-変位曲線

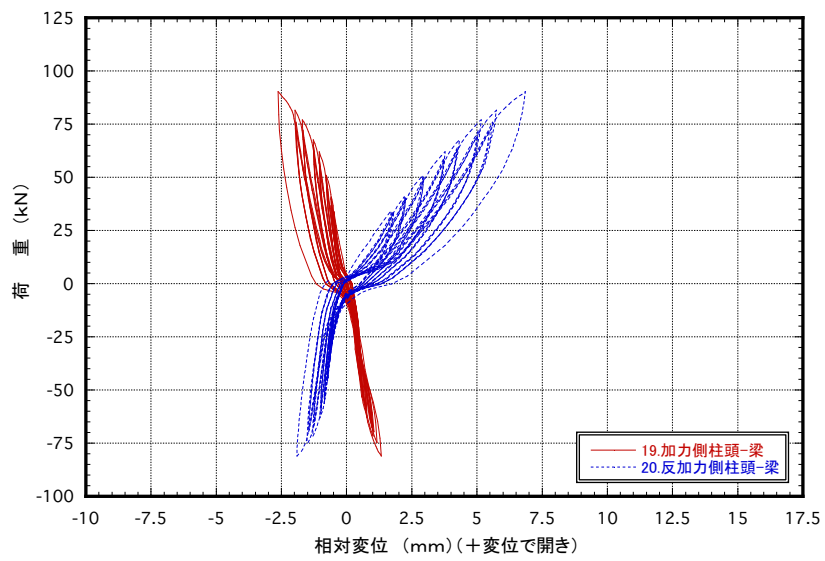


図3.27:No.34 荷重-変位曲線

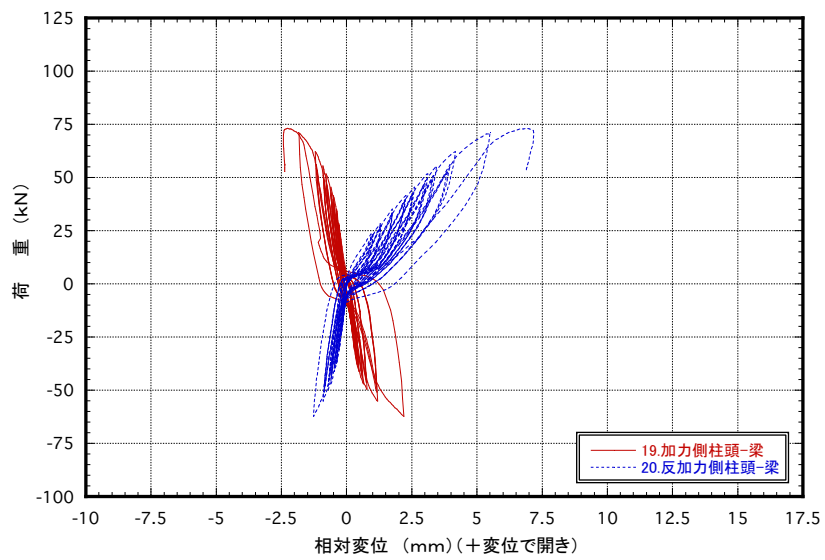


図3.28:No.35 荷重-変位曲線

4. 短期基準せん断耐力の試算

短期基準せん断耐力の試算は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版)」(企画編集(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。また、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出し、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. 2に示す。

(3)短期基準せん断耐力は、下記の①～④に掲げる耐力のうち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出する場合は下記④は見かけのせん断変形角が1/120rad時の耐力P120とする。なお、ここでは試験体数が各仕様1体のためばらつき係数は乗じていない。

①降伏耐力 P_y

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

③最大耐力 $P_{max} \cdot 2/3$

④真のせん断変形角が1/150rad時の耐力P150、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1/120rad時の耐力P120

(4)壁長1mあたりの短期基準せん断耐力は、表4. 1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. 3に示す。また、表4. 2の見かけ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. 3: 壁長1mあたりの短期基準せん断耐力の試算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出			見かけのせん断変形角より算出		
	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.32	P_y	47.7	(24.3)	P120	34.0	(17.3)
No.33	$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	52.6	(26.8)	$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	32.2	(16.4)
No.34	$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	59.6	(30.4)	$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	37.5	(19.1)
No.35	P_y	45.6	(23.2)	$P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$	35.5	(18.1)

注) 短期基準せん断耐力にはばらつき係数は乗じていない。また、相当倍率には低減係数 α は乗じていない。

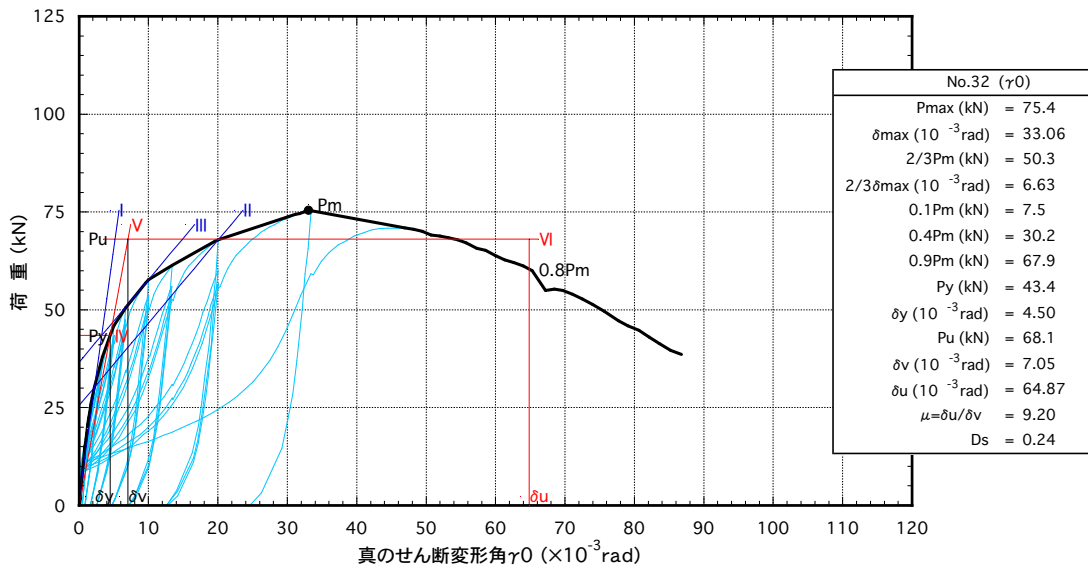


図4.1:No.32 包絡線及び完全弾塑性モデル

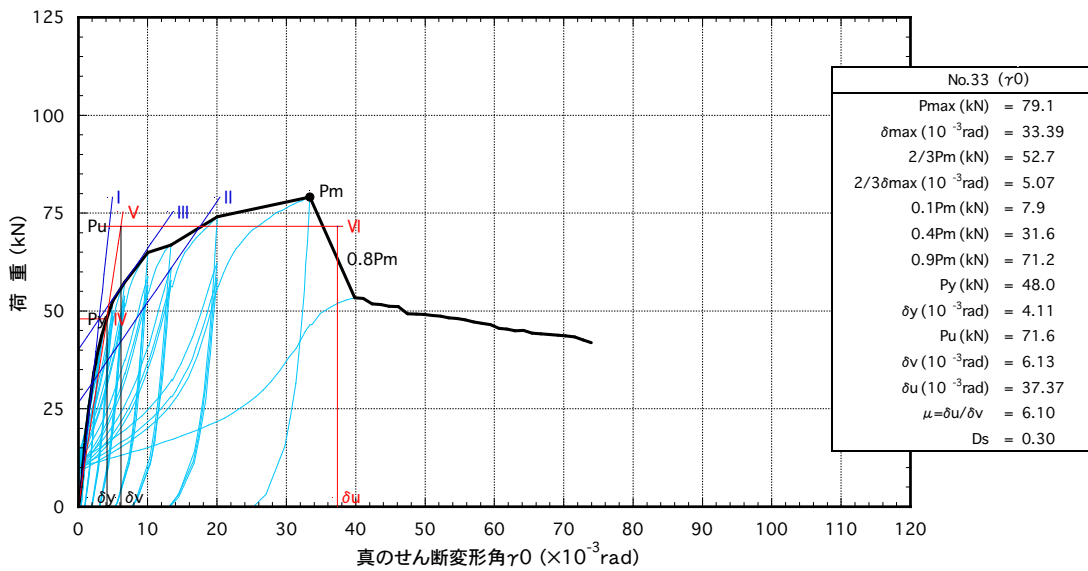


図4.2:No.33 包絡線及び完全弾塑性モデル

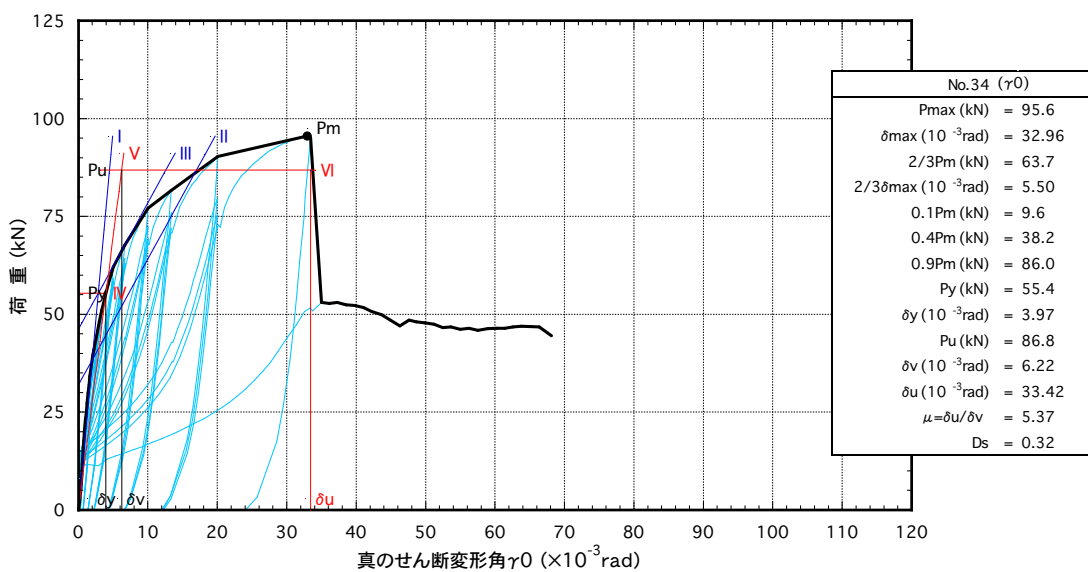


図4.3:No.34 包絡線及び完全弾塑性モデル

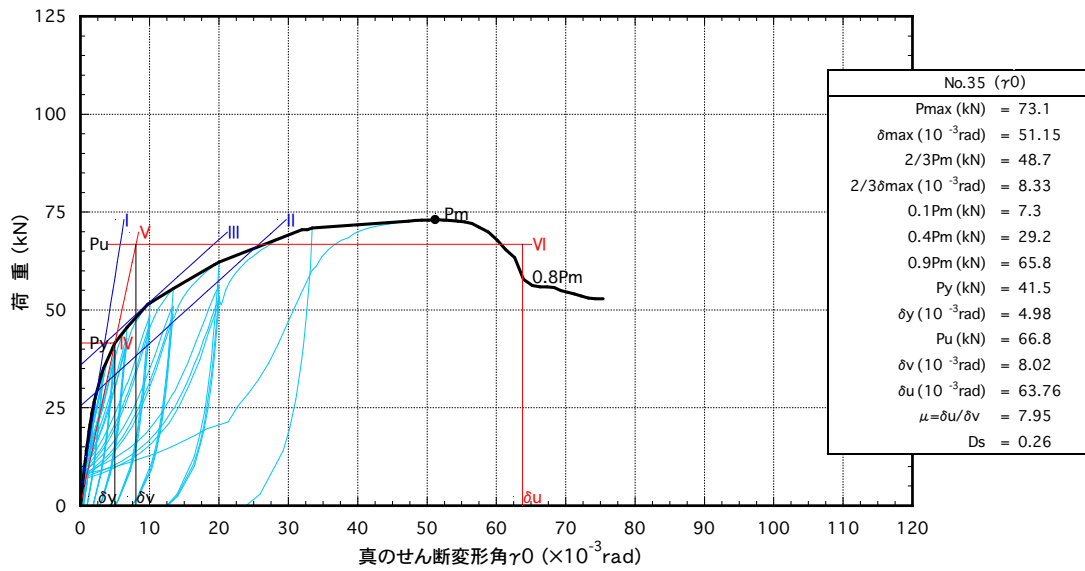


図4.4:No.35 包絡線及び完全弾塑性モデル

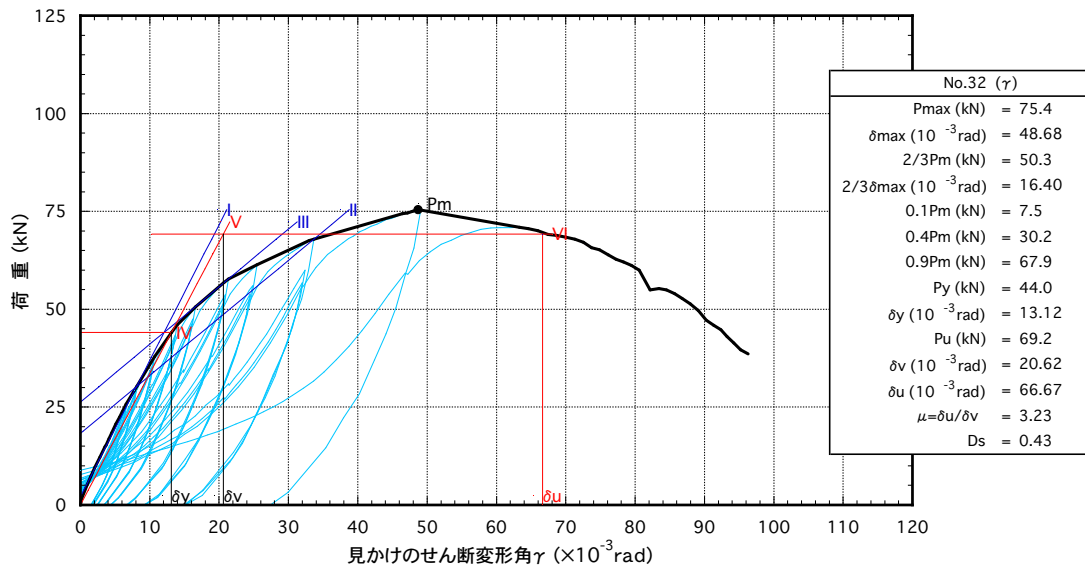


図4.5:No.32 包絡線及び完全弾塑性モデル

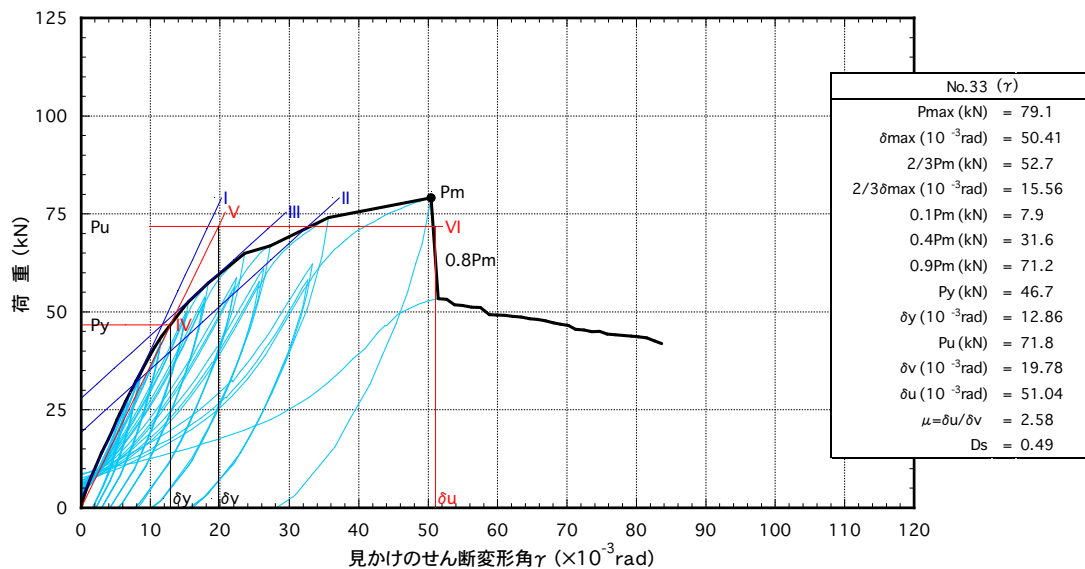


図4.6:No.33 包絡線及び完全弾塑性モデル

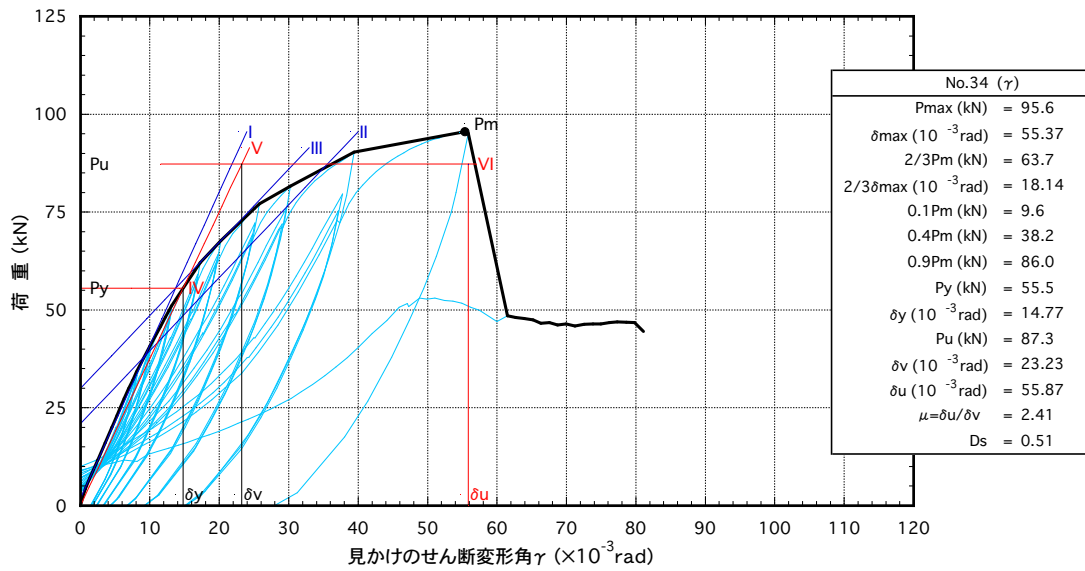


図4.7:No.34 包絡線及び完全弾塑性モデル

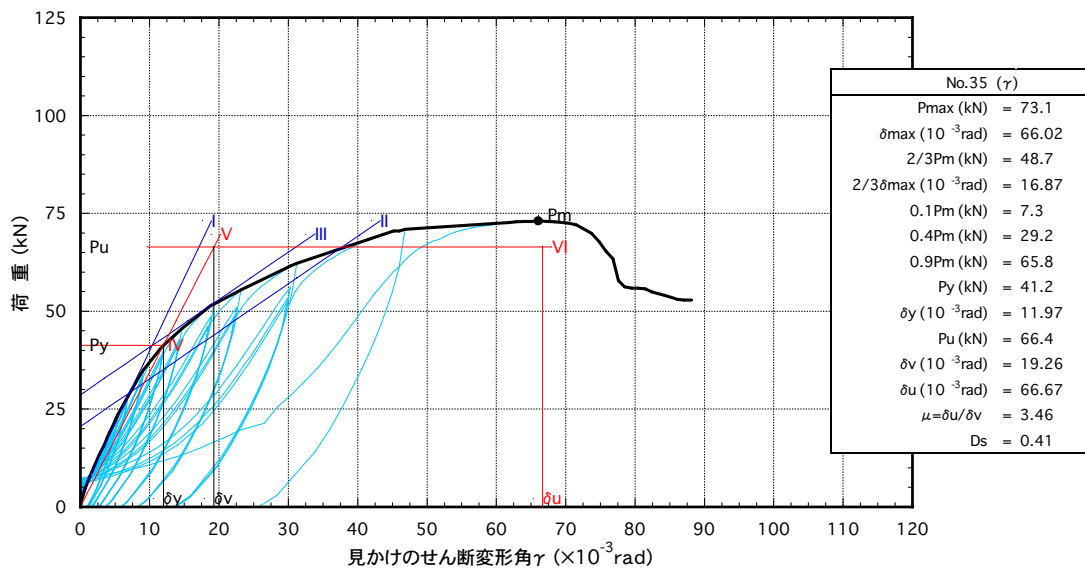





図4.8:No.35 包絡線及び完全弾塑性モデル


表4. 1:算出した特性値(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.32	No.33	No.34	No.35
最大耐力 Pmax (kN)	75.4	79.1	95.6	73.1
最大耐力時変形角 δ_{max} (10^{-3} rad)	33.06	33.39	32.96	51.15
①降伏耐力 Py (kN)	<u>43.4</u>	48.0	55.4	<u>41.5</u>
降伏変形角 δ_y (10^{-3} rad)	4.50	4.11	3.97	4.98
終局耐力 Pu (kN)	68.1	71.7	86.8	66.8
終局変形角 δ_u (10^{-3} rad)	64.87	37.37	33.42	63.76
降伏点変形角 δ_v (10^{-3} rad)	7.05	6.13	6.22	8.02
剛性 K (MN/rad)	9.64	11.68	13.95	8.33
塑性率 μ	9.20	6.10	5.37	7.95
構造特性係数 Ds	0.24	0.30	0.32	0.26
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	56.8	<u>47.9</u>	<u>54.2</u>	51.6
③ $2/3P_{max}$ (kN)	50.3	52.7	63.7	48.7
一定変形時耐力(kN)				
真 1/300rad	37.7	43.5	50.9	35.1
真 1/200rad	45.8	52.5	62.0	41.6
④真 1/150rad	50.4	57.4	67.7	45.4

表4. 2:算出した特性値(見かけのせん断変形角)

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.32	No.33	No.34	No.35
最大耐力 Pmax (kN)	75.4	79.1	95.6	73.1
最大耐力時変形角 δ_{max} (10^{-3} rad)	48.68	50.41	55.37	66.02
①降伏耐力 Py (kN)	44.0	46.7	55.5	41.2
降伏変形角 δ_y (10^{-3} rad)	13.12	12.86	14.77	11.97
終局耐力 Pu (kN)	69.2	71.8	87.3	66.4
終局変形角 δ_u (10^{-3} rad)	66.67	51.04	55.87	66.67
降伏点変形角 δ_v (10^{-3} rad)	20.62	19.78	23.23	19.26
剛性 K (MN/rad)	3.35	3.63	3.76	3.44
塑性率 μ	3.23	2.58	2.41	3.46
構造特性係数 Ds	0.43	0.49	0.51	0.41
② $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{2\mu - 1}$ (kN)	32.3	<u>29.3</u>	<u>34.1</u>	<u>32.3</u>
③ $2/3P_{max}$ (kN)	50.3	52.7	63.7	48.7
一定変形時耐力(kN)				
見かけ 1/300rad	14.0	15.4	15.1	15.5
見かけ 1/200rad	20.1	21.7	21.9	22.1
④見かけ 1/120rad	<u>30.9</u>	33.8	35.0	32.8

<p>写真番号 1</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>厚 18mmMDF 両面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 CNZ65 外周部@100mm 2列千鳥, 中通り部@100mm)</p> <p>耐力壁芯々寸法:幅 910×高 3680mm</p>	
<p>写真番号 2</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了時。 $P_{max} = 75.4\text{kN}$</p>	
<p>写真番号 3</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験体下部の状況。</p> <p>面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。 くぎによる受材の割れ破壊。 面材の回転。</p>	

<p>写真番号 4</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>加力側柱脚部の状況。</p> <p>面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 5</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験体上部の状況。</p> <p>面材のくぎの引き抜け及び破断。</p>	
<p>写真番号 6</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>反加力側柱脚部の状況。</p> <p>柱端部のめりこみ。 面材のくぎ頭のめりこみ。</p>	

<p>写真番号 7</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了後の受材部の解体状況。</p> <p>面材のくぎ及び受材のねじによる受材の割れ。</p>	
<p>写真番号 8</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p> <p>概要説明</p> <p>面材の留め付けに用いたくぎ</p> <p>めっき太め鉄丸くぎ CNZ65 の ワイヤー連結くぎ MNF33-65</p>	
<p>写真番号 9</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.32</p> <p>概要説明</p> <p>受材の留め付けに用いたねじ</p> <p>四角穴付きタッピンねじ STS6.5・F180</p>	

写真番号 10
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年9月20日
 試験体記号
 No.33

概要説明

厚18mmパーティクルボード両面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 CNZ65 外周部@100mm 2列千鳥, 中通り部@100mm)

耐力壁芯々寸法:幅 910×高 3680mm



写真番号 11
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年9月20日
 試験体記号
 No.33

概要説明

試験終了時。
 $P_{max} = 79.1kN$

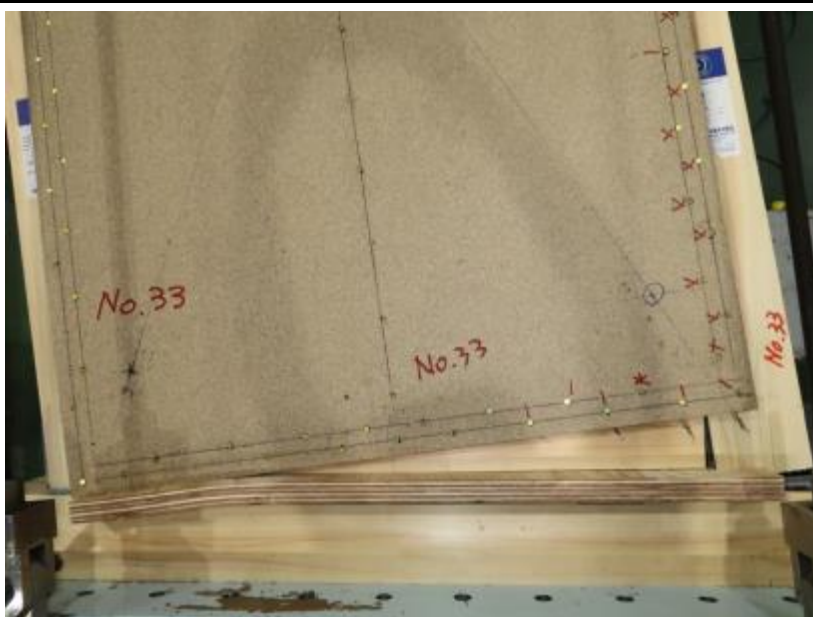



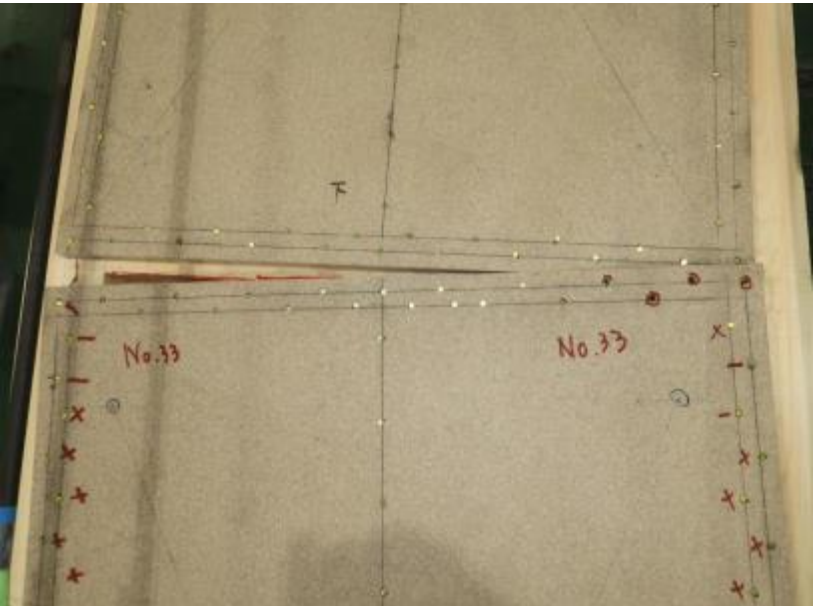
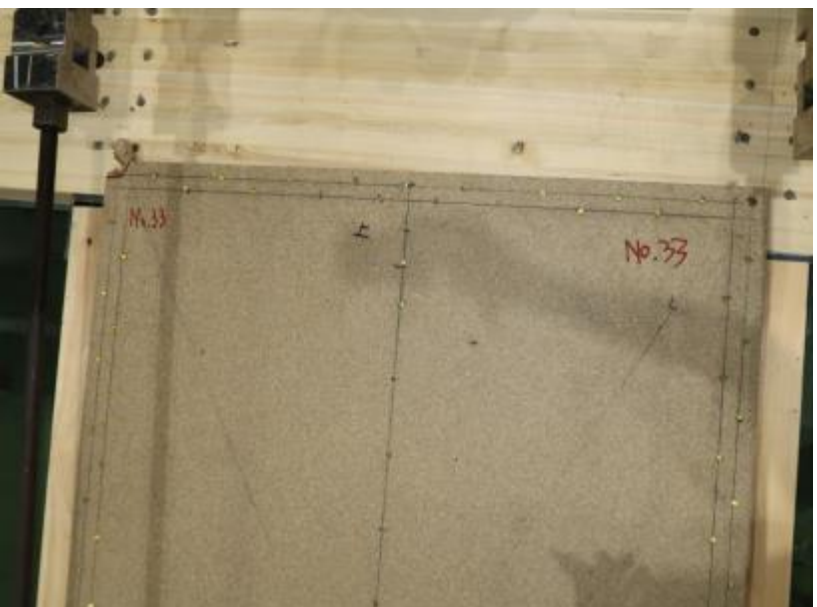
写真番号 12
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年9月20日
 試験体記号
 No.33




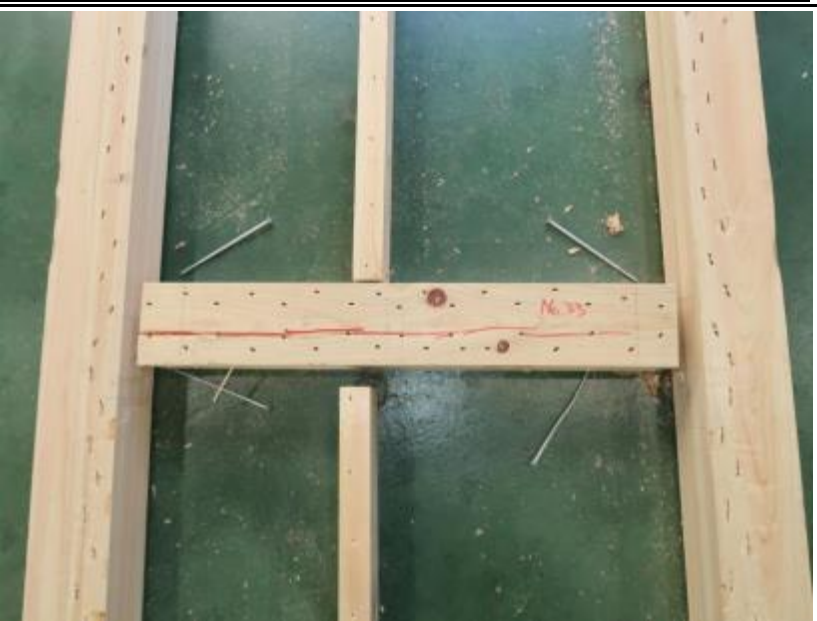
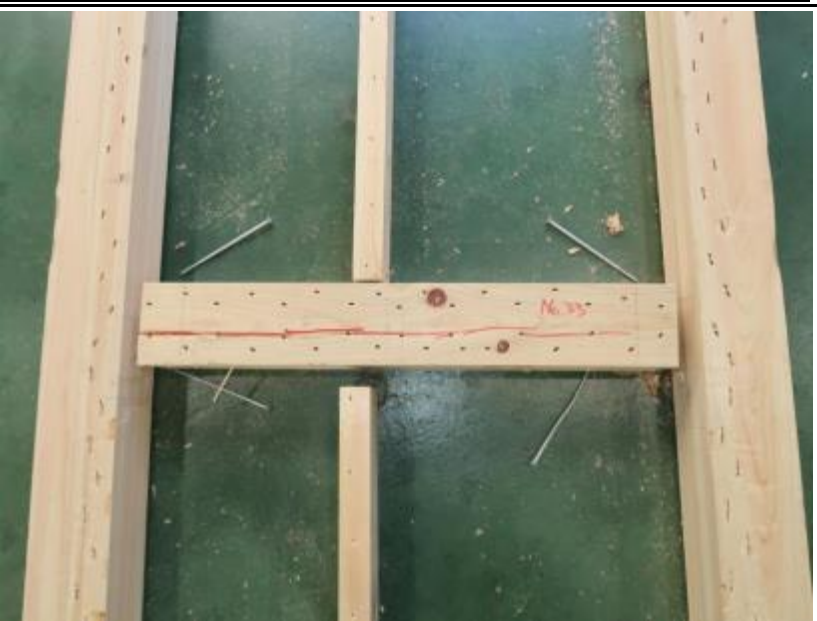
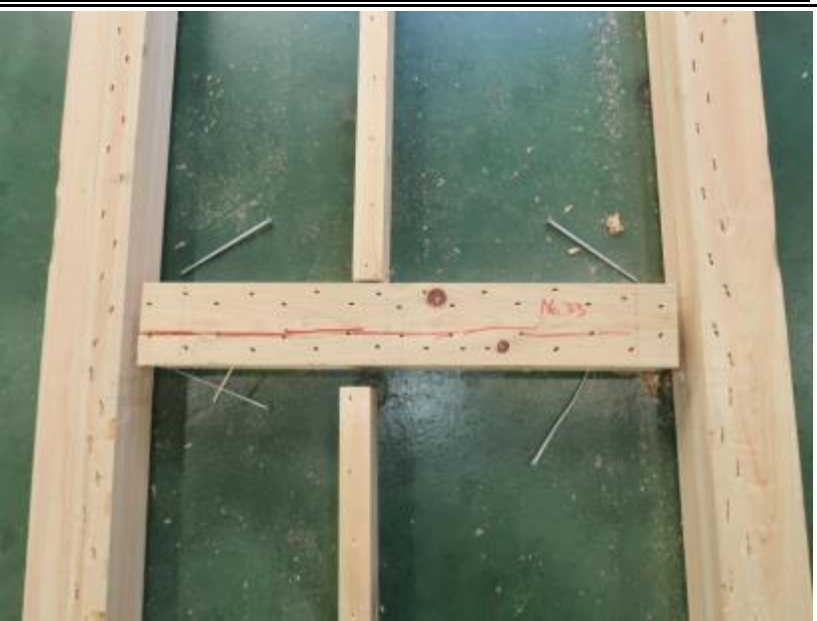
概要説明

試験体下部の状況。

面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。
 面材の回転による床合板へのめりこみ。



<p>写真番号 13</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.33</p>	
<p>概要説明</p> <p>加力側柱部の状況。</p> <p>面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 14</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.33</p>	
<p>概要説明</p> <p>面材継手部の状況。</p> <p>面材のくぎによる中棧の割れ。</p>	
<p>写真番号 15</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.33</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験体上部の状況。</p> <p>面材の角かけ。</p> <p>面材のくぎ頭のめりこみ。</p>	

<p>写真番号 16</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.33</p>	
<p>概要説明</p> <p>反加力側柱部の状況。</p> <p>面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 17</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.33</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了後の受材部の解体状況。</p> <p>面材のくぎ及び受材のねじによる受材の割れなし。</p>	
<p>写真番号 18</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月20日</p> <p>試験体記号 No.33</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了後の中棧部の解体状況。</p> <p>面材のくぎによる中棧の割れ。</p>	

写真番号 19
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年9月21日
 試験体記号
 No.34

概要説明

厚 18mmMDF 両面張り大壁床
 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 CNZ65 外周部@75mm
 2列千鳥、中通り部@100mm)

耐力壁芯々寸法:幅 910×高
 3680mm



写真番号 20
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年9月21日
 試験体記号
 No.34

概要説明

試験終了時。
 $P_{max} = 95.6 \text{ kN}$






写真番号 21
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年9月21日
 試験体記号
 No.34

概要説明

試験体下部の状況。
 面材のくぎの破断及び引き抜
 けによる面材の浮き上がり。
 くぎによる受材の割れ。
 面材の回転による床合板への
 めりこみ。



<p>写真番号 22</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月21日</p> <p>試験体記号 No.34</p>	
<p>概要説明</p> <p>加力側柱脚部の状況。</p> <p>裏側の面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 23</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月21日</p> <p>試験体記号 No.34</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験体上部の状況。</p> <p>面材のくぎ頭の傾き。</p>	
<p>写真番号 24</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月21日</p> <p>試験体記号 No.34</p>	
<p>概要説明</p> <p>面材継手部の状況。</p> <p>面材のくぎによる中棧の割れ。面材相互の接触によるめりこみ。</p>	

<p>写真番号 25</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月21日</p> <p>試験体記号 No.34</p>	
<p>概要説明</p> <p>反加力側柱脚部の状況。</p> <p>面材のくぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 26</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月21日</p> <p>試験体記号 No.34</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了後の受材部の解体状況。</p> <p>面材のくぎによる受材の割れ。</p>	
<p>写真番号 27</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年9月21日</p> <p>試験体記号 No.34</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了後の中棧部の解体状況。</p> <p>面材のくぎによる柱及び中棧の割れ。</p> <p>中棧端部の柱へのめりこみ。</p>	

写真番号 28
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年11月1日
 試験体記号
 No.35

概要説明

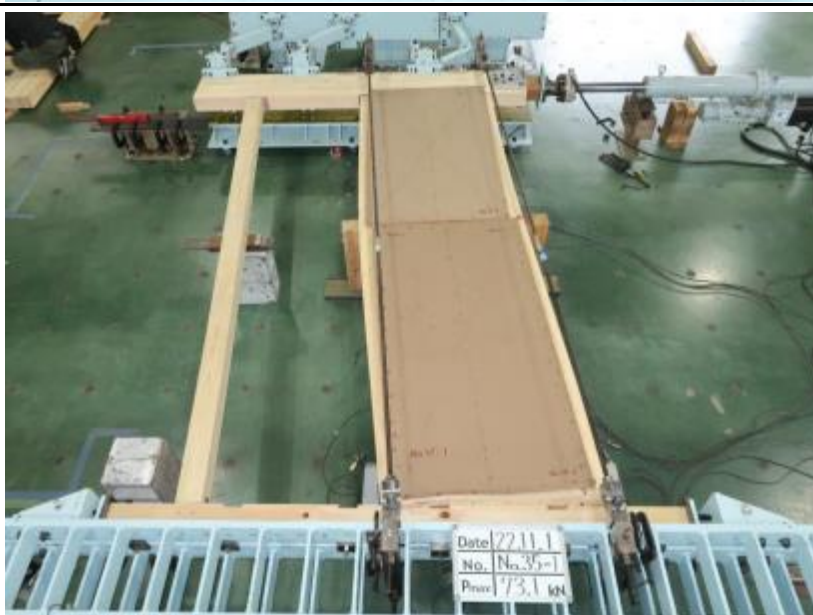
厚 18mm パーティクルボード両面張り大壁床勝ち仕様の木造軸組耐力壁の面内せん断試験前の状況。
 (くぎ CNZ75 縦方向外周部@150mm2列千鳥,横方向外周部@150mm,中通部@150mm)
 耐力壁芯々寸法:幅 910×高 3680mm



写真番号 29
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年11月1日
 試験体記号
 No.35

概要説明

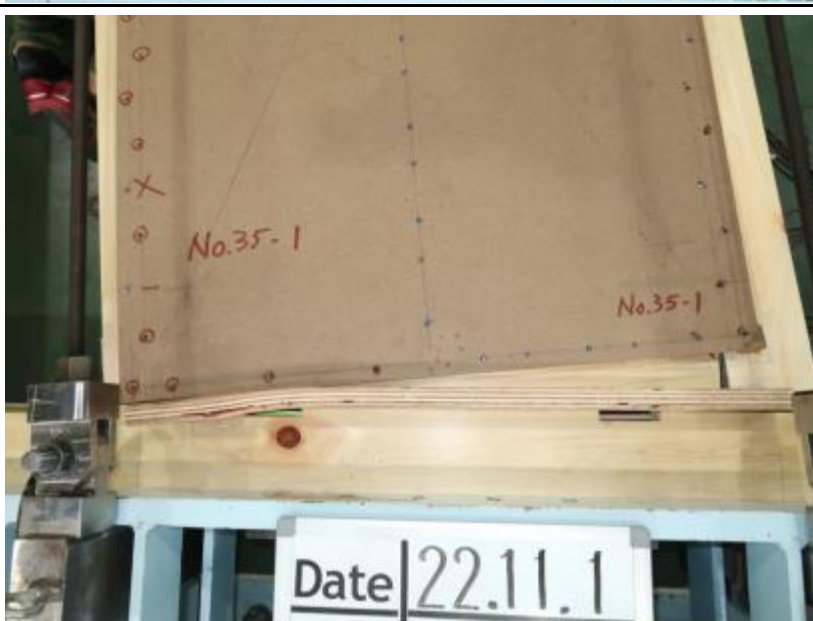
試験終了時。
 $P_{max} = 73.1kN$



写真番号 30
 依頼番号依R04-50-1
 試験実施日
 令和4年11月1日
 試験体記号
 No.35

概要説明

試験体下部の状況。
 面材のパンチングアウト、くぎの破断及び引き抜けによる面材の浮き上がり。
 面材の回転による床合板へのめりこみ。



<p>写真番号 31</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年11月1日</p> <p>試験体記号 No.35</p>	
<p>概要説明</p> <p>面材継手部の状況。</p> <p>面材相互のずれ。 面材の角かけ、くぎの引き抜け及びくぎ頭のめりこみ。</p>	
<p>写真番号 32</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年11月1日</p> <p>試験体記号 No.35</p> <p>概要説明</p> <p>試験体上部の状況。</p> <p>面材の角かけ及びくぎ頭のめりこみ。</p>	
<p>写真番号 33</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年11月1日</p> <p>試験体記号 No.35</p> <p>概要説明</p> <p>反加力側柱部の状況。</p> <p>面材のパンチングアウトによる面材の浮き上がり。</p>	

<p>写真番号 34</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年11月1日</p> <p>試験体記号 No.35</p>	
<p>概要説明</p> <p>反加力側柱脚部の状況。</p> <p>裏側の面材のパンチングアウト及び引き抜けによる面材の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 35</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年11月1日</p> <p>試験体記号 No.35</p>	
<p>概要説明</p> <p>試験終了後の受材部の解体状況。</p> <p>受材に割れなし。</p>	
<p>写真番号 36</p> <p>依頼番号依R04-50-1</p> <p>試験実施日 令和4年11月1日</p> <p>試験体記号 No.35</p>	
<p>概要説明</p> <p>面材の留め付けに用いたくぎ</p> <p>めっき太め鉄丸くぎ CNZ75 のワイヤー連結くぎ MNF(V)38-75</p>	

試験成績書

令和5年1月24日
依頼番号 依R04-50-2

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 古久保 英嗣



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 東京都港区赤坂2-2-19 アドレスビル5階
2. 試験概要	<p>[目的] 令和3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高性能準防火壁の開発検討事業(継続)」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] 2仕様の両面張り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 ①厚 18mm 構造用合板(JAS,特類2級,全層カラマツ)両面張り大壁床勝ち 接合方法-くぎ CNZ75、外周部@100mm の2列千鳥打ち,中通部@100mm ②厚 18mmMDF(JIS A 5905,30P,構造用MDF相当) 接合方法-くぎ CNZ75を長さ65mmにしたもの、縦方向外周部@150mm の2列千鳥打ち,横方向外周部@150mm,中通部@150mm 3) 試験体数:2仕様×各3体=計6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54頁)
4. 試験受付日	令和4年9月5日
5. 試験実施日	令和4年9月16日、11月1、2、7、8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	室長 後藤 隆洋 研究主幹 清水 庸介 技術主任 山田 知明

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。