

第 2 章 高耐力壁

2. 高耐力壁

2.1 開発目標

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、本年度は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。また、耐力壁の適用範囲を提案するため、壁高さや壁長さをパラメータとした仕様について実験を実施しその特性を整理する。

2.2 前期耐力壁試験（壁長さ、壁高さ）

2.2.1 試験計画

(1) 試験体仕様

前期試験の試験体仕様を表 2-1 に示す。前期試験では耐力壁の適用範囲を検討するため、昨年度、n=3 体実施し性能を評価した No. 43（構造用合板 18mm 厚 全層カラマツ、大壁仕様）、No. 45（構造用合板 24mm 厚 全層スギ、真壁仕様）を標準仕様（H=3.68m、1.0P=910mm）とし、壁長さ（1.5P、2.0P）、壁高さ（H=2.92、3.68m）をパラメータとした。

昨年度からの仕様の変更点として、めり込み補強金物、柱脚接合金物にせん断力を負担する機構を追加した（図 2-1）。また、施工性の観点から真壁仕様の受け材を柱側受け材勝ちから胴つなぎ材勝ちに変更した（図 2-2）。

1.5P、2.0P 試験体の継手間柱相当は 120mm×120mm の材とし、柱脚にはめり込み補強金物（120S）、柱頭側にはめり込み補強金物（210S）を配置する。

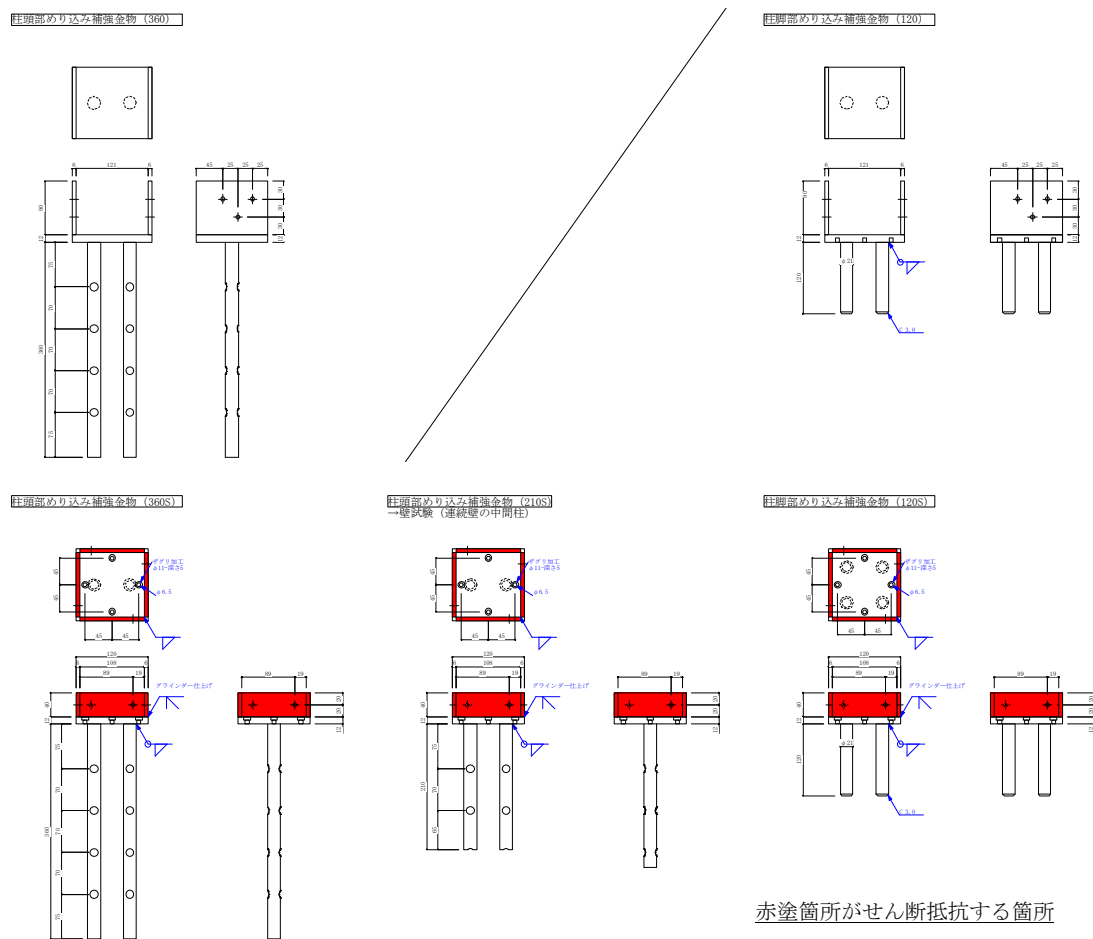
表 2-1 試験体仕様一覧

No.	仕様	壁長さ (mm)	壁高さ (横架材 間距離 (mm))	壁面材	接 合 具	試 験 体 数	試 験 方 法
43-4	大壁	910	3680	全層カラマツ合板 18mm 片面	A	1	タ
45-4	真壁	910	3680	全層スギ合板 24mm 片面	B	1	タ
47-1	大壁	910 + 910	3680	全層カラマツ合板 18mm 片面	A	1	タ
48-1	真壁	910 + 910	3680	全層スギ合板 24mm 片面	B	1	タ
49-1	大壁	455 + 910	3680	全層カラマツ合板 18mm 片面	A	1	タ
50-1	大壁	682.5 + 682.5	3680	全層カラマツ合板 18mm 片面	A	1	タ
51-1	真壁	682.5 + 682.5	3680	全層スギ合板 24mm 片面	B	1	タ
52-1	大壁	910	2920	全層カラマツ合板 18mm 片面	A	1	タ
53-1	真壁	910	2920	全層スギ合板 24mm 片面	B	1	タ

A : CNZ75 @ 75mm 2 列千鳥（横方向 @200mm 2 列千鳥）

B : CNZ75 @ 50mm 2 列千鳥（横方向 @200mm 2 列千鳥）

タ : タイロッド式



赤塗箇所がせん断抵抗する箇所

図 2-1 り込み補強金物の仕様変更

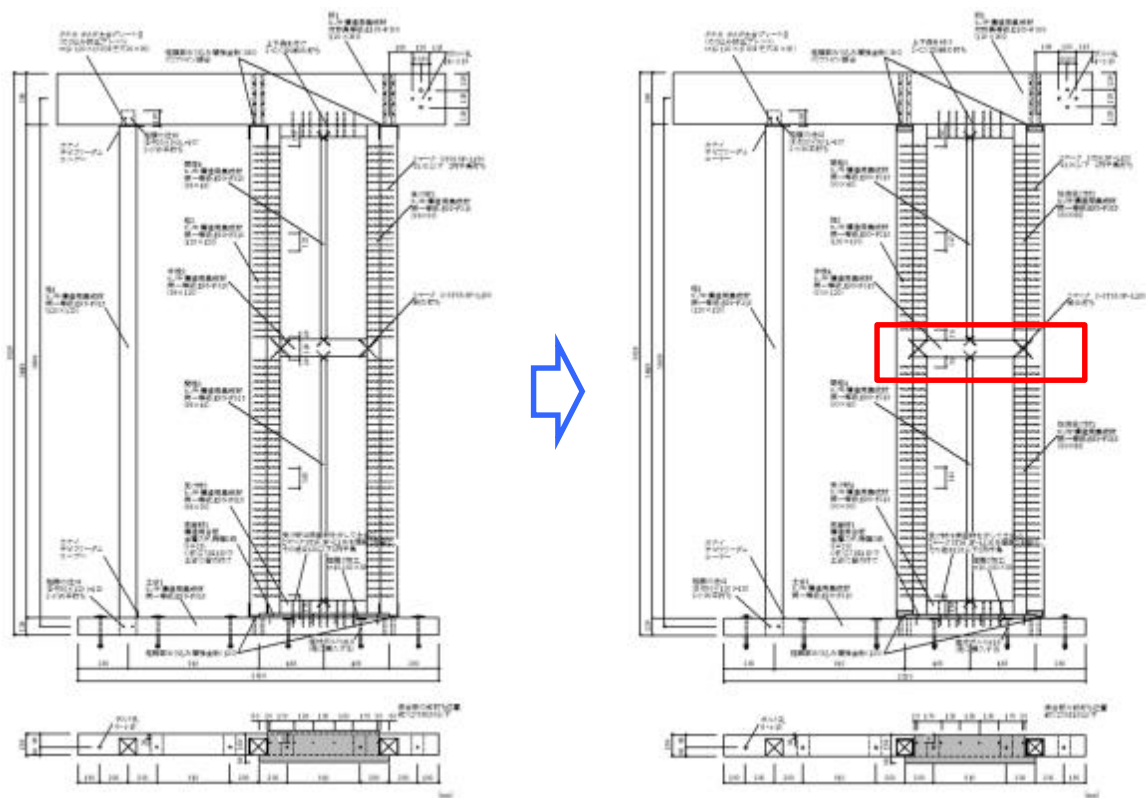
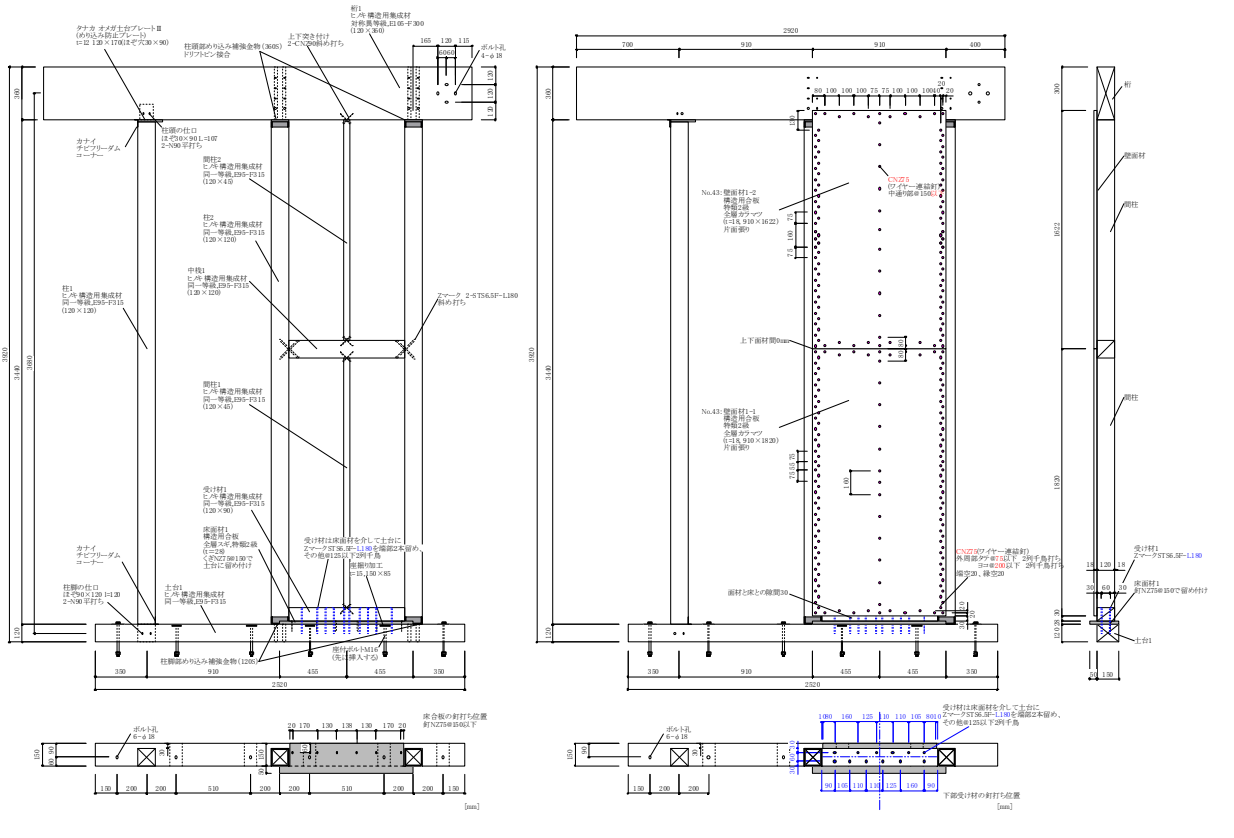
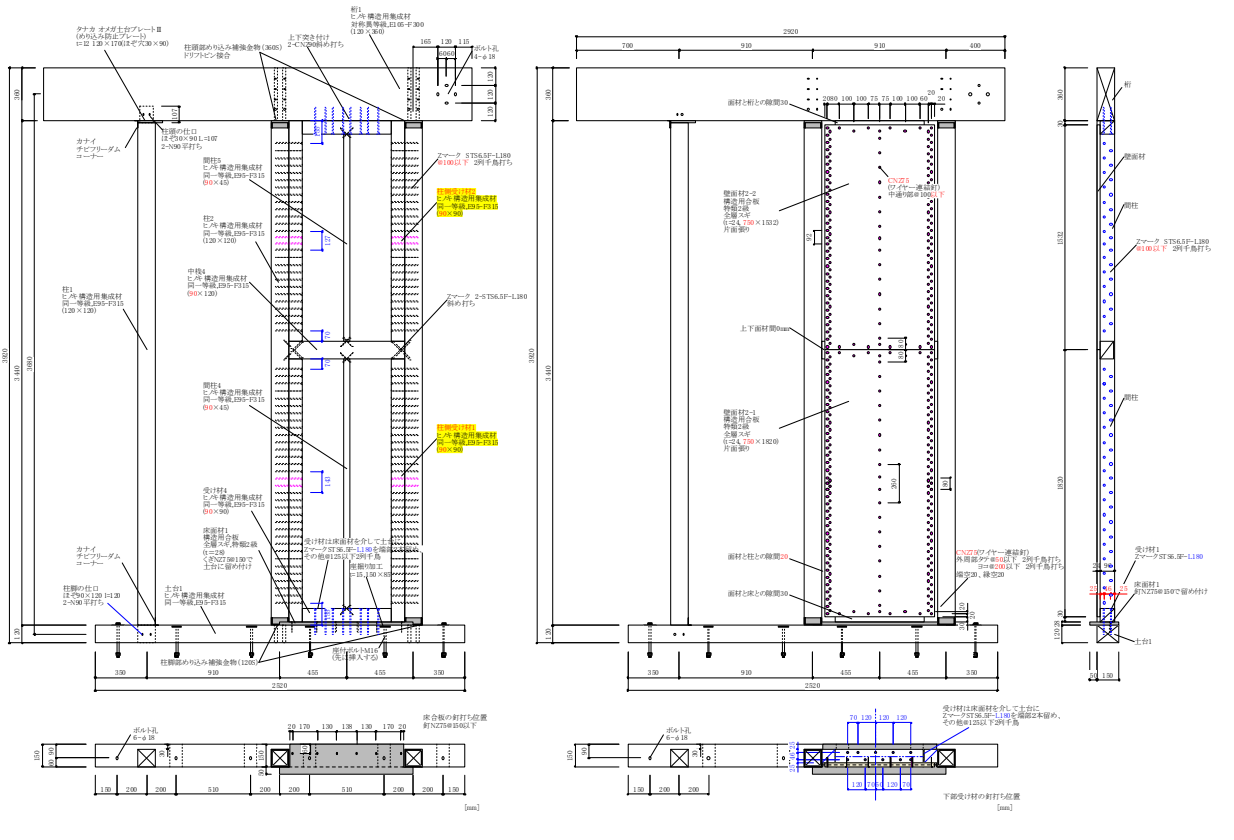


図 2-2 真壁仕様の仕様変更

No.43-4 : 構造用合板18mm片面・大壁、CNZ75@75mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)



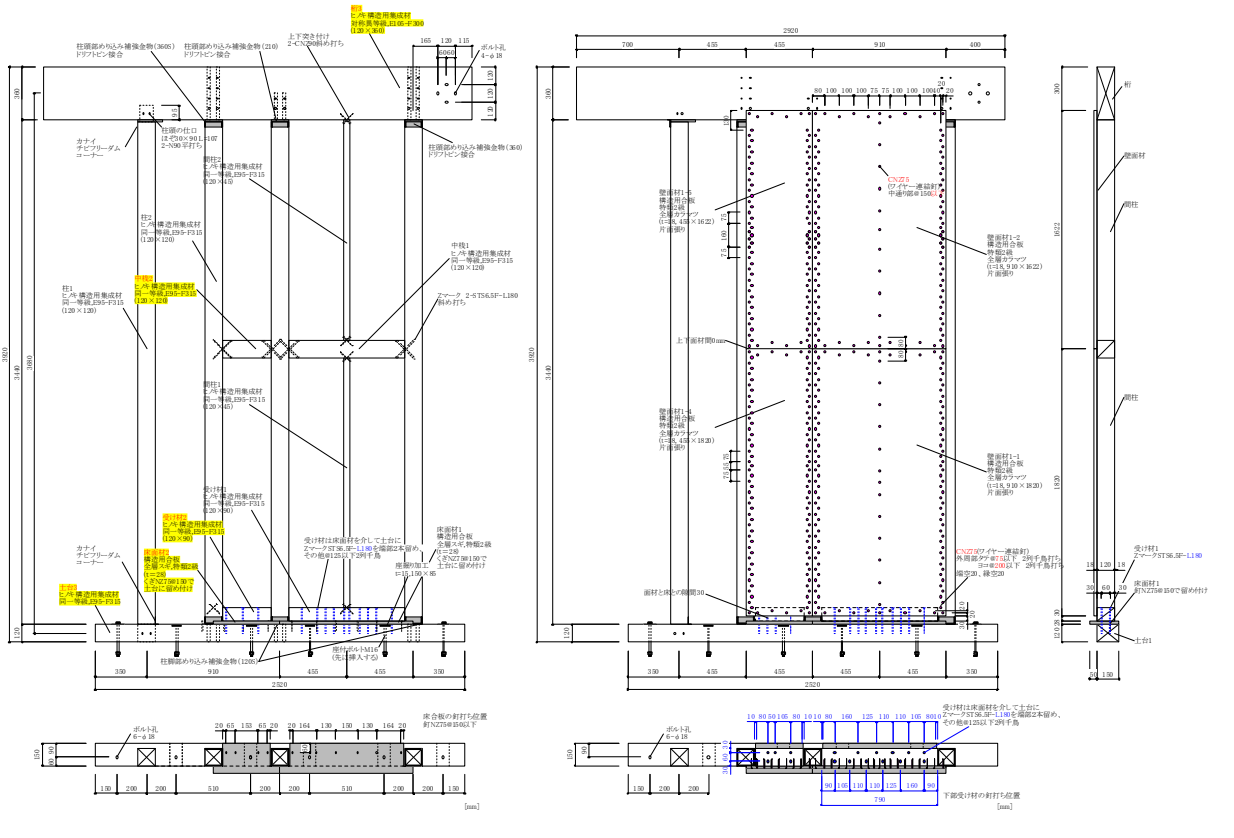
No.45-4 : 構造用合板24mm片面・真壁、CNZ75@50mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)



No.47_ No.43-2Pタイプ: 構造用合板18mm片面・大壁、CNZ75@75mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)

No.48__No.45-2P仕様:構造用合板24mm片面・真壁、CNZ75@50mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)

No.49 __No.43-1P+0.5Pタイプ:構造用合板18mm片面・大壁、CNZ75@75mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)



No.50 __No.43-0.75P+0.75Pタイプ:構造用合板18mm片面・大壁、CNZ75@75mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)

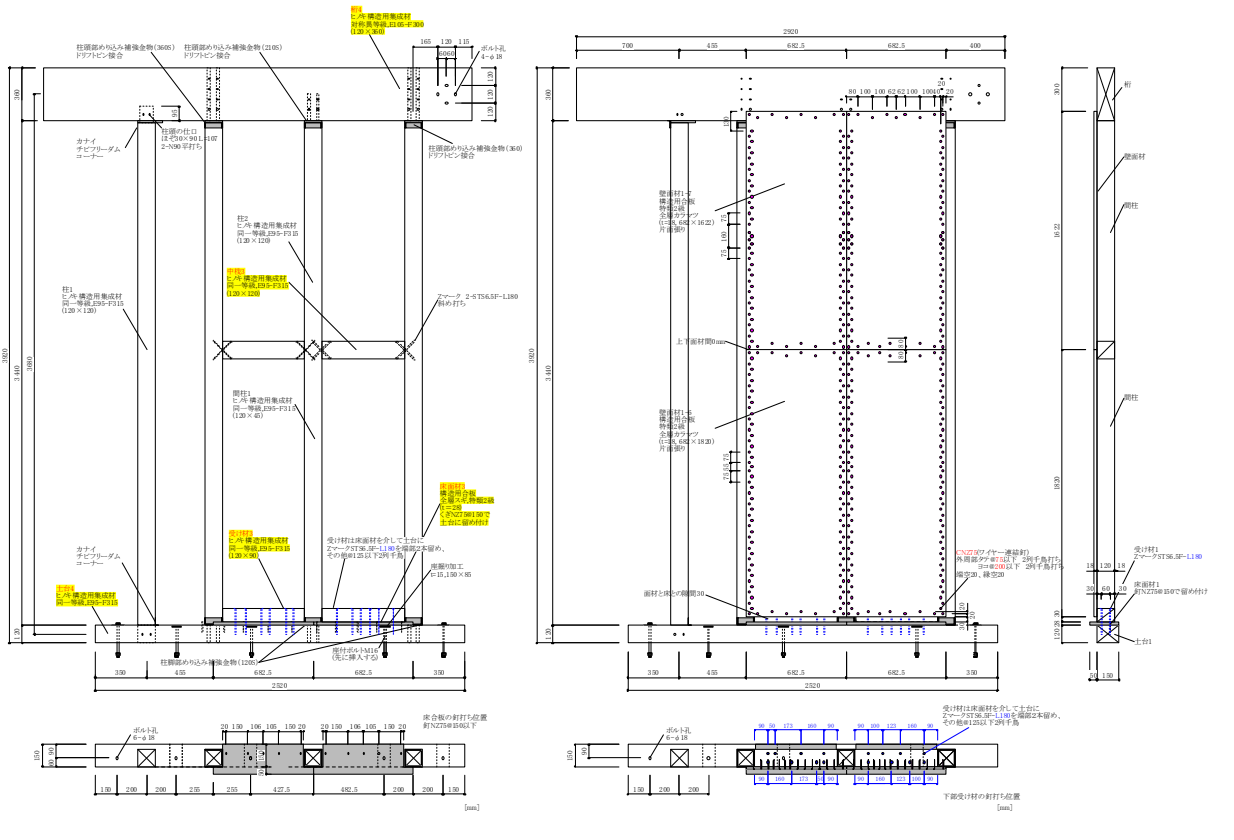
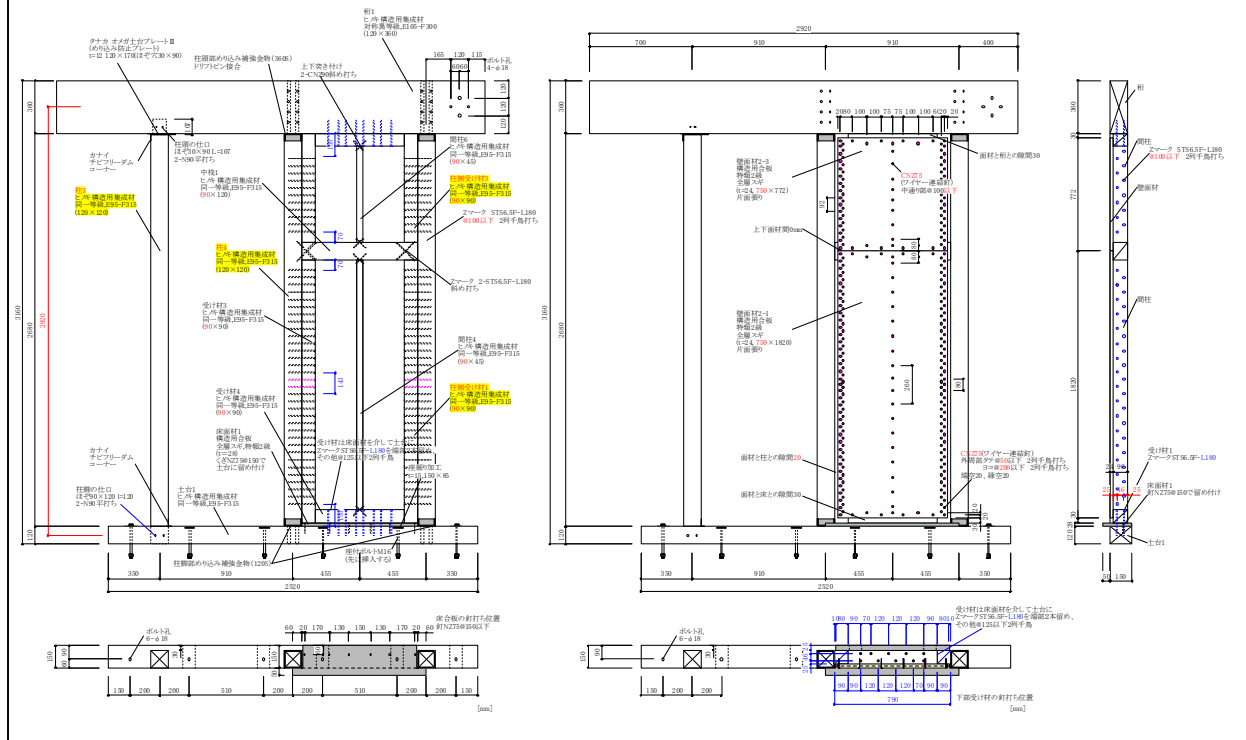


Figure 1: Structural drawings of the main frame and column reinforcement. The figure includes three main diagrams: a plan view of the main frame (top left), a section view of the main frame (top right), and a section view of the column reinforcement (bottom). The plan view shows the layout of the main frame with dimensions and reinforcement details. The section view shows the vertical profile of the main frame with dimensions and reinforcement details. The column reinforcement section view shows the reinforcement details for the columns, including the main reinforcement and stirrups. The drawings are labeled with dimensions in mm and reinforcement specifications.

Figure 1: Structural drawings of the main body of the building. The figure includes a front elevation (left), a side elevation (right), and a cross-section (bottom). The front elevation shows a building with a central entrance and two side wings. The side elevation shows the building's profile. The cross-section shows the internal structure, including the roof and floor. Labels indicate various structural components and dimensions in millimeters (mm).

No.53__No.45-低:構造用合板24mm片面・真壁、CNZ75@50mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)



(2) 計測計画

計測概要図を、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。

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

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

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

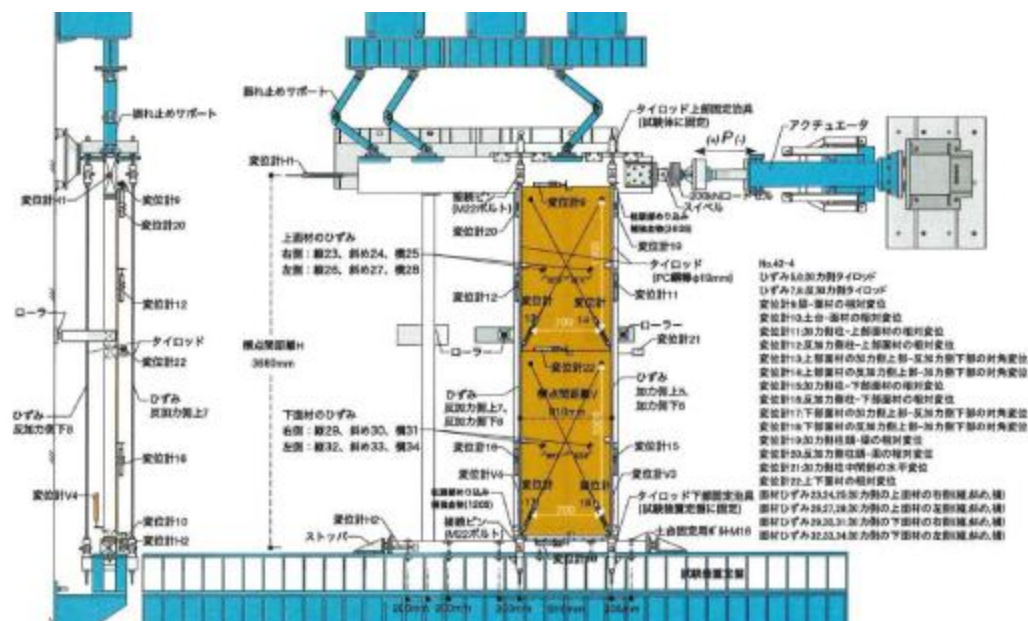


図 2-3 No. 43-4 計測図

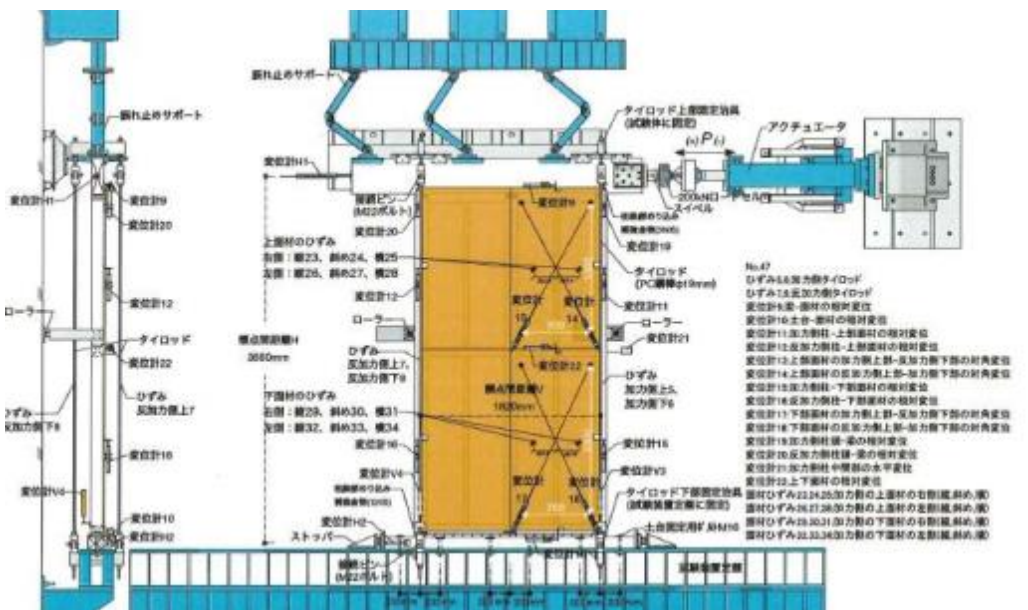
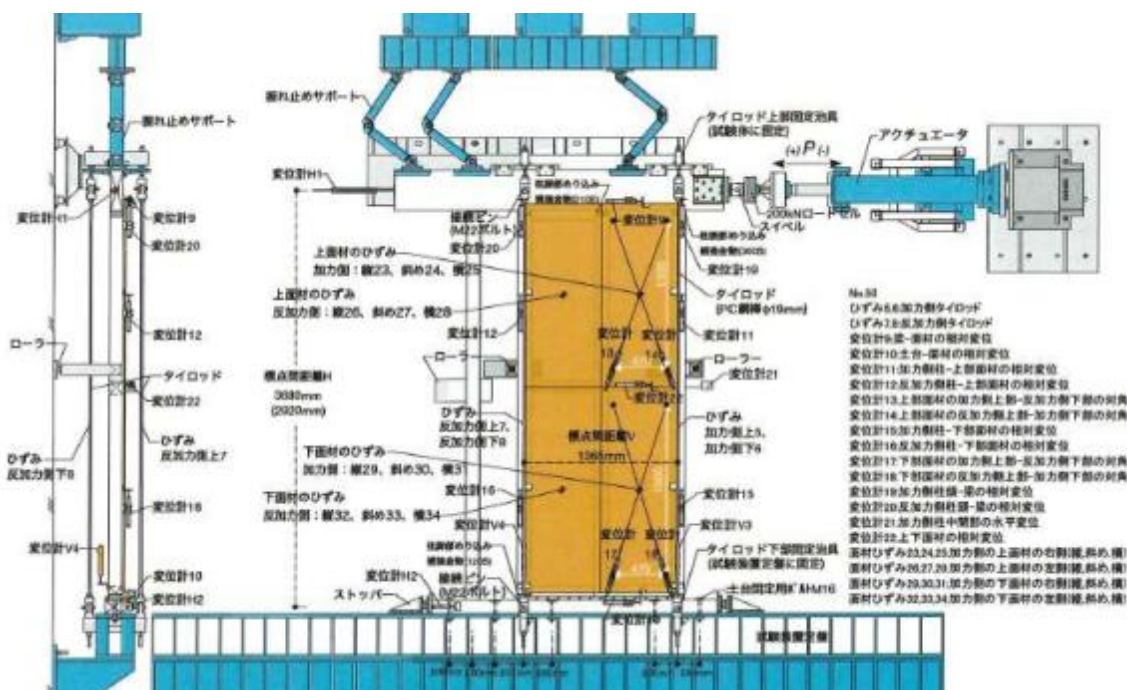
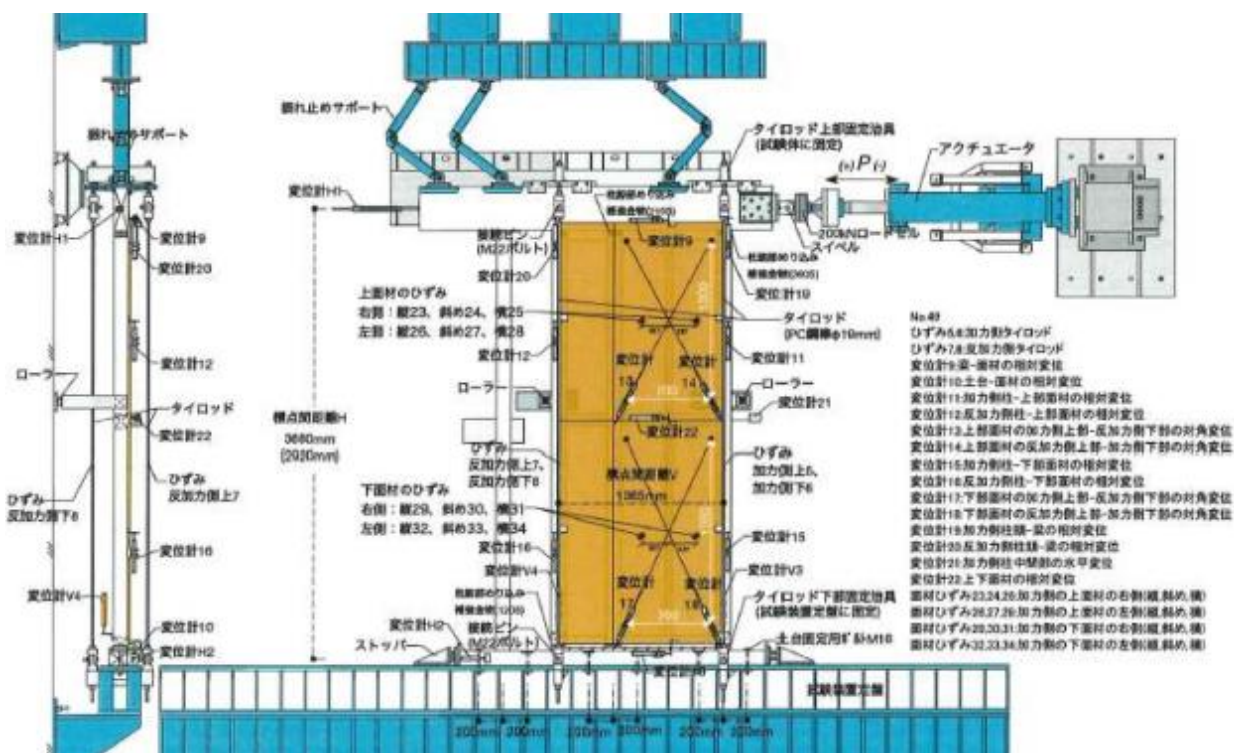


図 2-4 No. 47 計測図



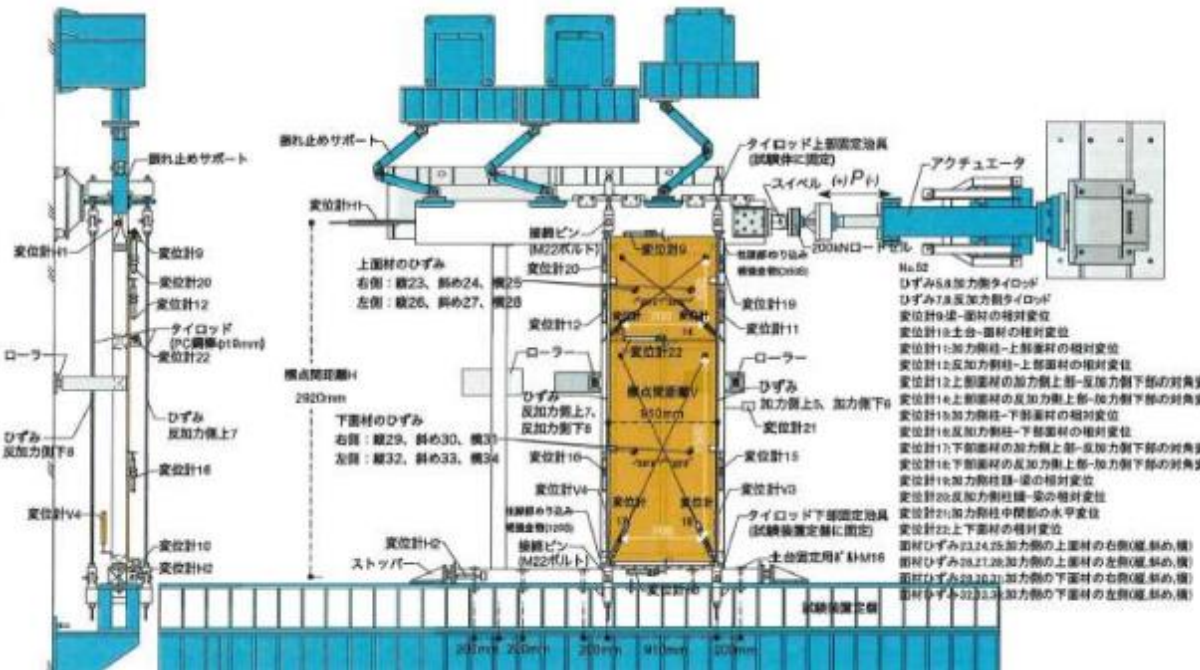


図 2-7 No. 52 計測図

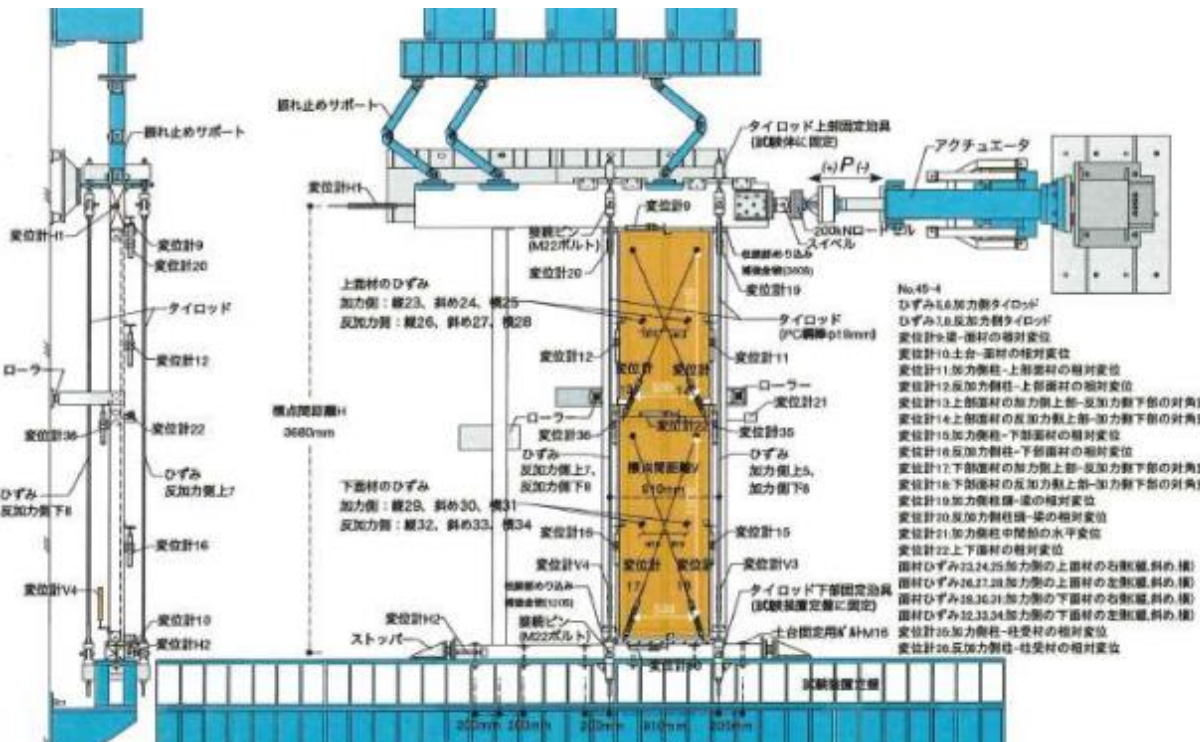
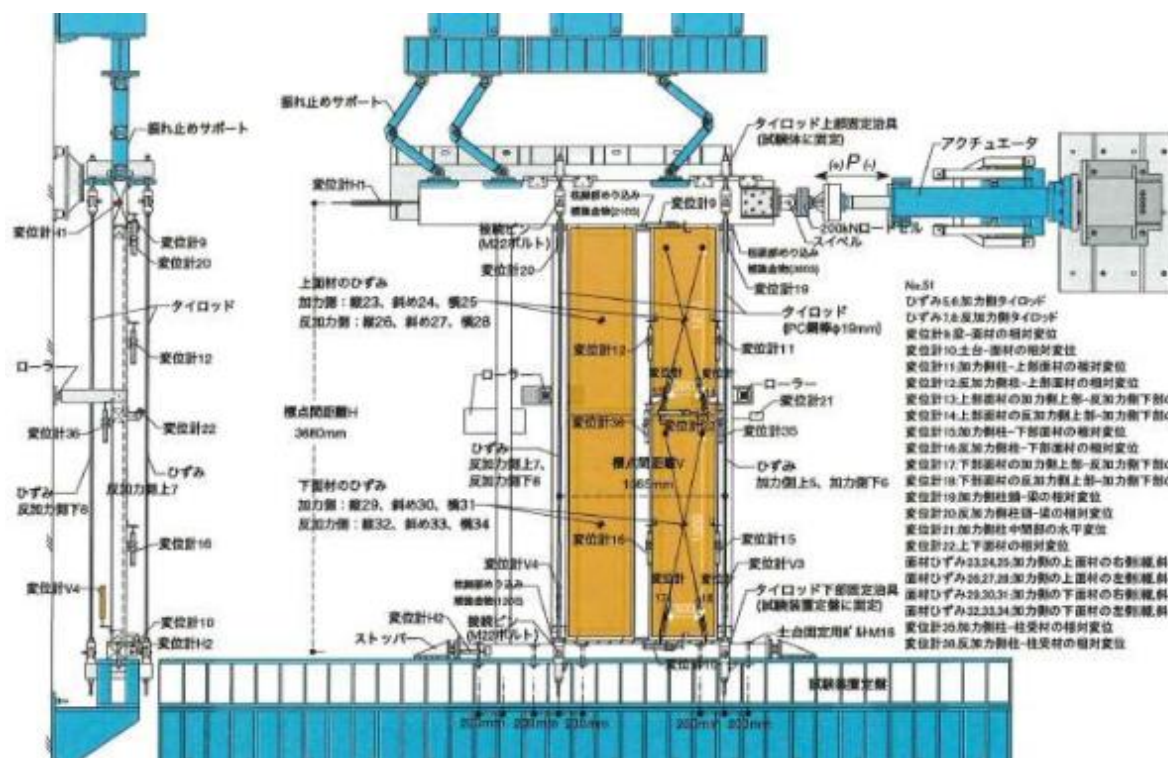
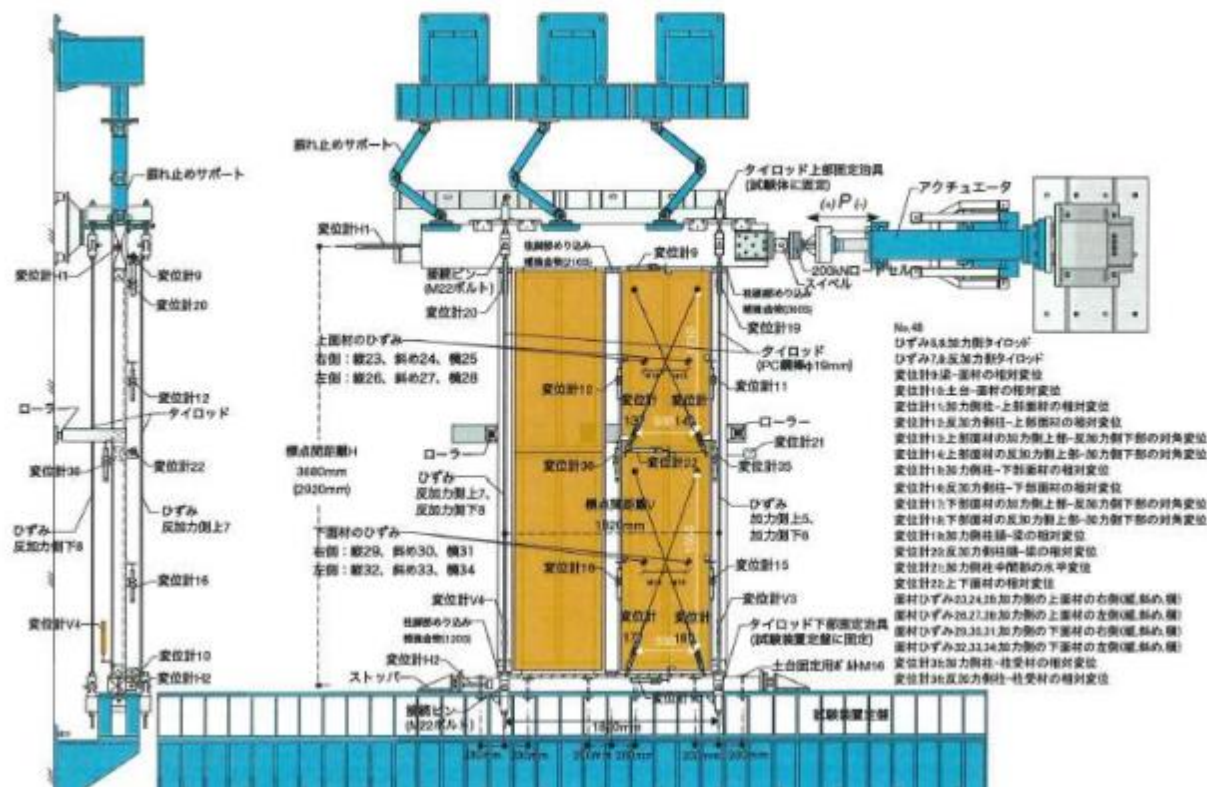


図 2-8 No. 45-4 計測図



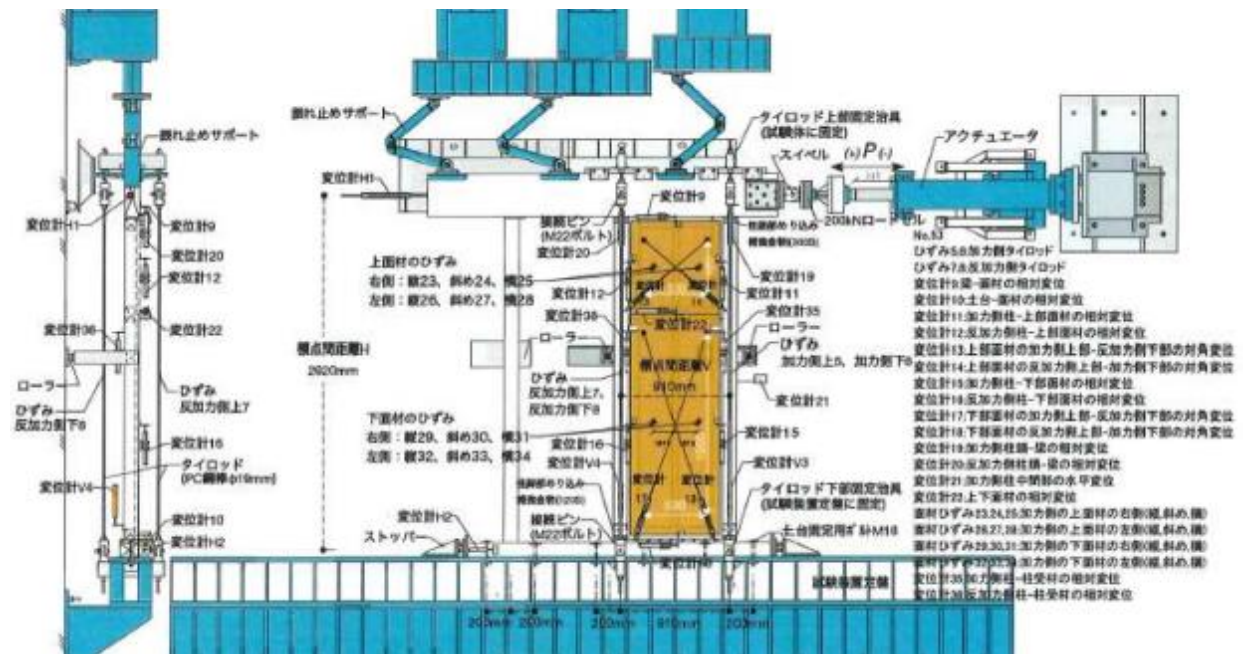


図 2-11 No. 53 計測図

(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。

(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)」(以下、「グレー本」という) 及び中大規模グレー本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-1. 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。(グレー本準拠)
- G-2. 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 $1/20[\text{rad}]$ のいずれか小さい変形角を終局変位 δ_u と定める。(中大規模グレー本準拠)
- 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の面積が 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-1. 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。(グレー本及び中大規模グレー本の見かけのせん断変形角評価、グレー本の真のせん断変形角評価)
- M-1. 変形角が $1/20[\text{rad}]$ を超えても最大荷重に達しない場合には、 $1/20[\text{rad}]$ 時の荷重を最大荷重 P_{max} とする。(中大規模グレー本の真のせん断変形角評価)

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>

$$P_0 = \min((1-C_{V1} \cdot k_1) \cdot P_y, (1-C_{V2} \cdot k_2) \cdot (0.2/D_s)P_u, (1-C_{V3} \cdot k_3) \cdot (2/3)P_{\max}, (1-C_{V4} \cdot k_4) \cdot P_{1/150})$$

<見かけのせん断変形角評価の場合>

$$P_0 = \min((1-C_{V1} \cdot k_1) \cdot P_y, (1-C_{V2} \cdot k_2) \cdot (0.2/D_s)P_u, (1-C_{V3} \cdot k_3) \cdot (2/3)P_{\max}, (1-C_{V4} \cdot k_4) \cdot P_{1/120})$$

ここで C_{Vi} : 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>

$$P_0 = \min(P_y, (0.2/D_s)P_u, (2/3)P_{\max}, P_{1/150})$$

<見かけのせん断変形角評価の場合>

$$P_0 = \min(P_y, (0.2/D_s)P_u, (2/3)P_{\max}, P_{1/120})$$

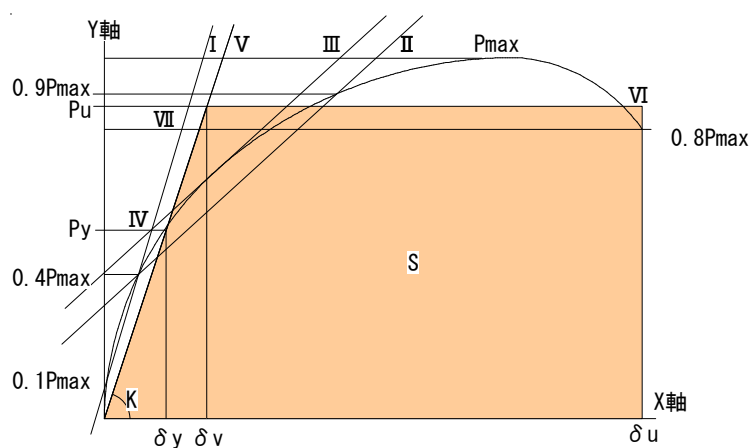


図 2-12 完全弾塑性モデルによる降伏耐力及び終局耐力の求め方

2.2.2 試験結果

(1) 荷重変形関係

荷重変形の包絡線（縦軸は荷重及び単位壁長さあたりの荷重）を図 2-13 に示す。

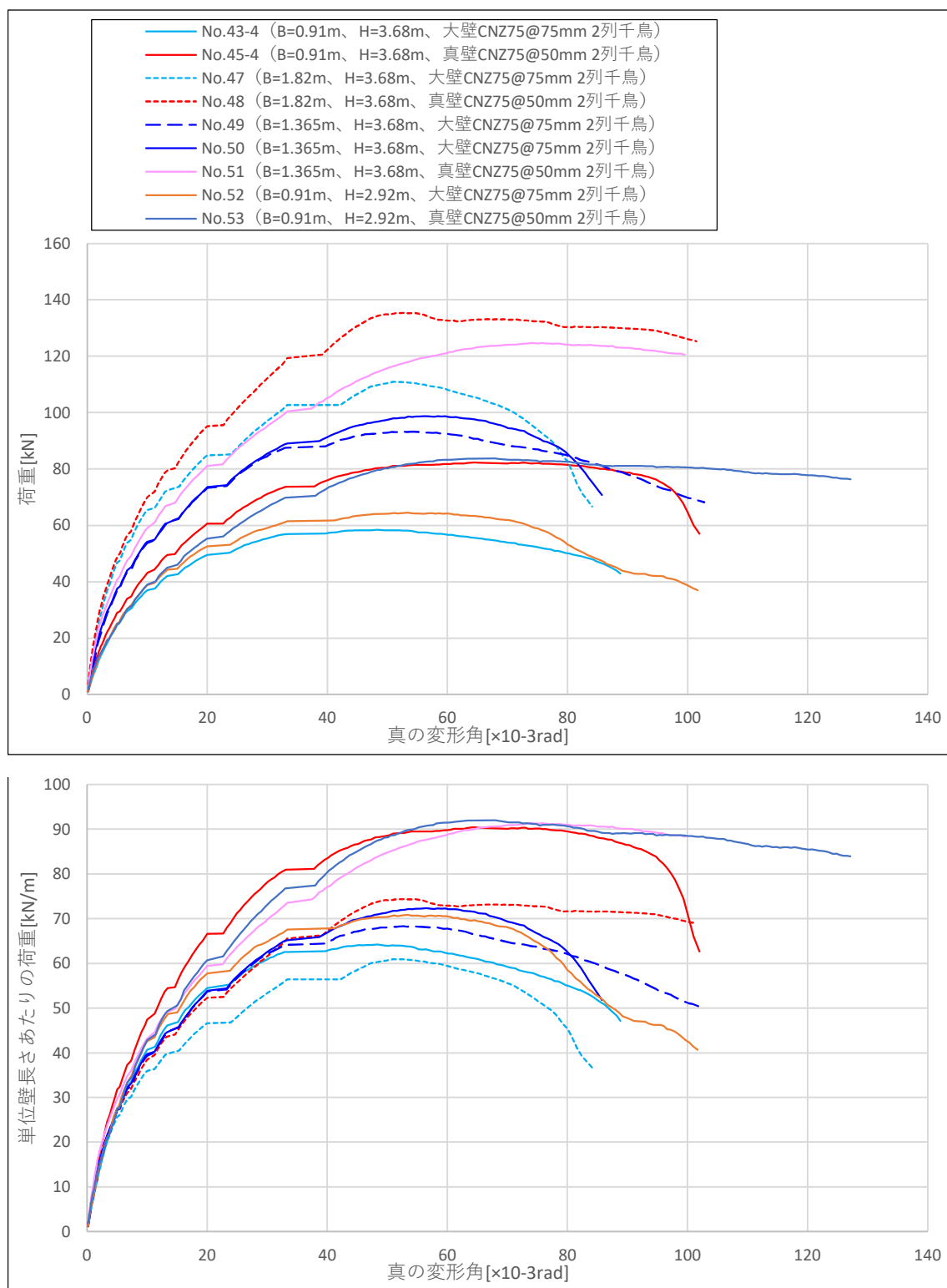


図 2-13 荷重変形関係（包絡線）

(2) 構造特性値

グレー本及び中大規模グレー本に準拠し評価した構造特性値を表 2-2 に示す。グレー本に準拠し評価した構造特性値は、 $P_{1/150}$ で耐力が決まっており、中大規模グレー本のそれでは $0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ で耐力が決まった。

表 2-2 構造特性値一覧

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. 43-4	No. 45-4	No. 47	No. 48	No. 49	No. 50	No. 51	No. 52	No. 53
壁長さ (m)	0.91	0.91	1.82	1.82	1.365	1.365	1.365	0.91	0.91
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	2.92	2.92
Pmax (kN)	58.5	82.3	110.9	135.4	93.3	98.7	123.5	64.5	83.7
Py (kN)	32.5	43.8	57.5	68.0	43.8	50.8	64.3	35.9	43.6
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	32.7	38.8	59.9	63.7	49.1	49.3	51.0	34.1	34.0
2/3Pmax (kN)	39.0	54.9	74.0	90.3	62.2	65.8	82.3	43.0	55.8
$P_{1/150}$ (kN)	29.5	33.9	53.7	56.5	43.5	43.9	47.5	30.3	30.3
初期剛性 (10^3kN/rad)	4.08	4.23	7.47	7.20	5.91	5.77	5.33	4.09	3.45
Py (kN)	32.5	43.8	57.5	68.0	43.8	50.8	64.3	35.9	43.6
$\theta_y (10^{-3}\text{rad})$	7.97	10.36	7.70	9.45	8.17	8.80	12.06	8.78	12.62
Pu (kN)	54.8	75.1	100.2	12.4	85.9	89.3	107.9	60.2	74.8
$\theta_u (10^{-3}\text{rad})$	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67
塑性率 μ	4.96	3.75	4.97	3.94	4.59	4.31	3.29	4.52	3.08
構造特性係数Ds	0.33	0.39	0.33	0.38	0.35	0.36	0.42	0.35	0.44
短期基準せん断耐力 (kN)※	29.5	33.9	53.7	56.5	43.5	43.9	47.5	30.3	30.3
壁長さ1mあたり (kN/m)※	32.4	37.3	29.5	31.0	31.9	32.2	34.8	33.3	33.3
相当壁倍率※	16.5	19.0	15.0	15.8	16.2	16.4	17.7	16.9	16.9

※ばらつき、低減係数 α は乗じていない

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. 43-4	No. 45-4	No. 47	No. 48	No. 49	No. 50	No. 51	No. 52	No. 53
壁長さ (m)	0.91	0.91	1.82	1.82	1.365	1.365	1.365	0.91	0.91
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	2.92	2.92
Pmax (kN)	58.5	82.3	110.9	135.4	93.3	98.7	123.5	64.5	83.7
Py (kN)	32.5	41.9	57.4	67.6	48.1	49.9	59.8	35.6	41.4
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	27.6	32.2	50.3	52.9	41.1	41.2	43.6	28.7	28.6
2/3Pmax (kN)	39.0	54.9	74.0	90.3	62.2	65.8	82.3	43.0	55.8
$P_{1/150}$ (kN)	29.5	33.9	53.7	56.5	43.5	43.9	47.5	30.3	30.3
初期剛性 (10^3kN/rad)	4.08	4.36	7.50	7.23	5.94	5.85	5.79	4.10	3.64
Py (kN)	32.5	41.9	57.4	67.6	48.1	49.9	59.8	35.6	41.4
$\theta_y (10^{-3}\text{rad})$	7.97	9.60	7.65	9.35	8.10	8.53	10.33	8.69	11.38
Pu (kN)	53.9	71.1	96.5	115.2	82.8	84.9	98.8	58.4	69.2
$\theta_u (10^{-3}\text{rad})$	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
塑性率 μ	3.78	3.07	3.89	3.14	3.58	3.45	2.93	3.51	2.63
構造特性係数Ds	0.39	0.44	0.38	0.44	0.40	0.41	0.45	0.41	0.48
短期基準せん断耐力 (kN)※	27.6	32.2	50.3	52.9	41.1	41.2	43.6	28.7	28.6
壁長さ1mあたり (kN/m)※	30.3	35.4	27.6	29.1	30.1	30.2	31.9	31.5	31.4
相当壁倍率※	15.4	18.0	14.1	14.8	15.3	15.3	16.2	16.0	16.0

※ばらつき、低減係数 α は乗じていない

(3) 破壊性状

大壁仕様

No. 43-4	釘の引抜けによる面材の浮き上がり。
No. 47	釘の引抜けによる面材の浮き上がり。 釘列に沿って柱及び継手柱の割裂破壊。
No. 49	釘の引抜け破壊による面材の浮き上がり。 釘列に沿って継手柱の割裂破壊。
No. 50	釘の引抜けによる面材の浮き上がり。 釘列に沿って柱及び継手柱の割裂破壊。
No. 52	釘の引抜けによる面材の浮き上がり。 釘列に沿って柱の割裂破壊。

真壁仕様

No. 45-4	釘の引抜けによる面材の浮き上がり。
No. 48	1/17rad～下側の面材のせん断破壊。 釘頭のめり込み。
No. 51	1/17rad～上下の面材のせん断破壊。 釘列に沿って面材の割れ、釘頭のめり込み。
No. 53	1/15rad～上下の面材のせん断破壊。 釘列に沿って受け材の割れ。釘頭のめり込み。

破壊性状例（大壁仕様）

No. 43-4



No. 47



No. 47



No. 49



No. 50



No. 52



破壊性状例（真壁仕様）

No. 45-4



No. 48



No. 48



No. 51



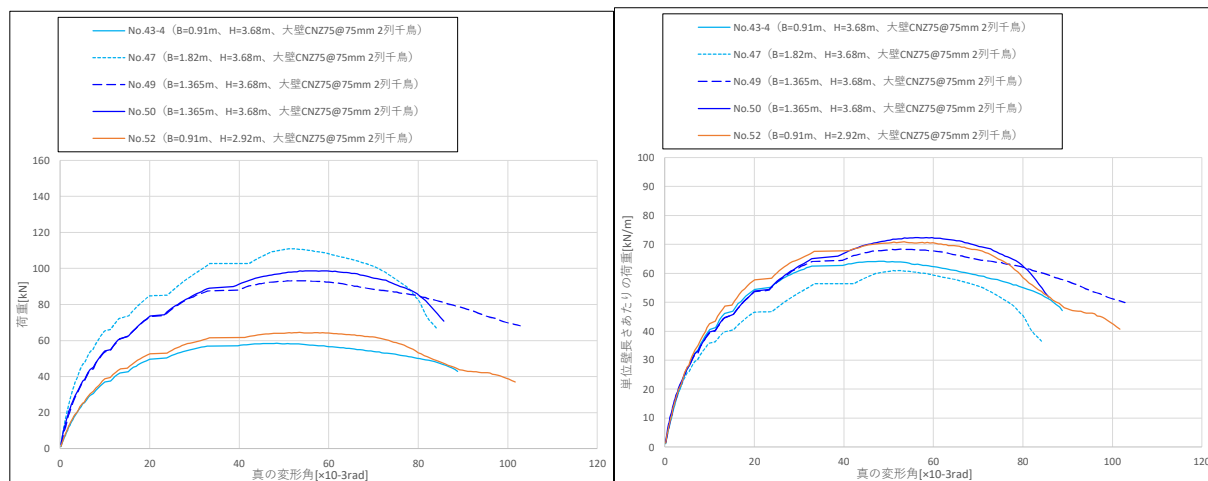
No. 53



(4) 各試験結果の比較

(5) 大壁仕様

大壁仕様の比較結果を以下に示す。



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. 43-4	No. 47	No. 49	No. 50	No. 52
壁長さ (m)	0.91	1.82	1.365	1.365	0.91
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68	3.68	2.92
Pmax (kN)	58.5	110.9	93.3	98.7	64.5
Py (kN)	32.5	57.5	43.8	50.8	35.9
$0.2Pu\sqrt{2\mu-1}$ (kN)	32.7	59.9	49.1	49.3	34.1
$2/3P_{\text{max}}$ (kN)	39.0	74.0	62.2	65.8	43.0
$P_{1/150}$ (kN)	29.5	53.7	43.5	43.9	30.3
短期基準せん断耐力 (kN)※	29.5	53.7	43.5	43.9	30.3
壁長さ1mあたり (kN/m)※	32.4	29.5	31.9	32.2	33.3
相当壁倍率※	16.5	15.0	16.2	16.4	16.9

■ 中大規模グレー本準拠 ($\delta = 1/20\text{rad}$ で算出)

No. 43-4	No. 47	No. 49	No. 50	No. 52
0.91	1.82	1.365	1.365	0.91
3.68	3.68	3.68	3.68	2.92
58.5	110.9	93.3	98.7	64.5
32.5	57.4	48.1	49.9	35.6
27.6	50.3	41.1	41.2	28.7
39.0	74.0	62.2	65.8	43.0
29.5	53.7	43.5	43.9	30.3
27.6	50.3	41.1	41.2	28.7
30.3	27.6	30.1	30.2	31.5
15.4	14.1	15.3	15.3	16.0

※ばらつき、低減係数 α は乗じていない

□ 1.0P と 2.0P の比較 (No. 43-4, No. 47)

→ いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は 1.0P 試験体に対し 2.0P 試験体が $15/16.5 = 0.909$ と 9%程低い結果となった。

□ 1.0P と 1.5P の比較 (No. 43-4, No. 49, No. 50)

→ いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は 1.0P 試験体に対し 1.5P 試験体が $16.2/16.5 = 0.982$ と 2%程しか耐力差はなく、ほぼ同値となった。

□ 1.5P (0.75P+0.75P と 1.0P+0.5P) の比較 (No. 49, No. 50)

→ いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は $16.2/16.4 = 0.988$ とほぼ同値となり、面材の割り付けの影響はほぼないことがわかった。

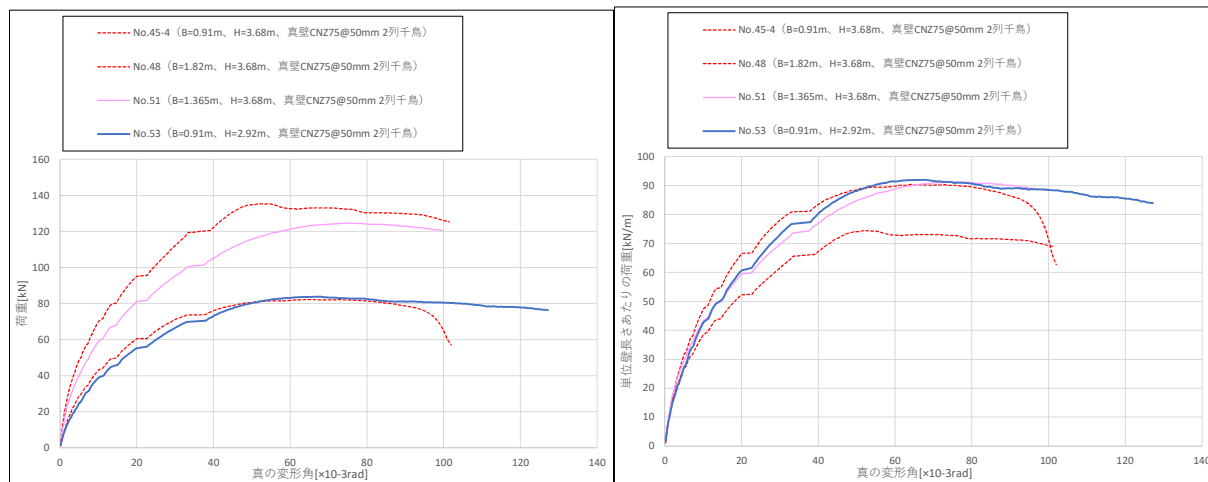
□ 壁高 (H=3.68m、2.92m) による比較 (No. 43-4、No. 52)

→ いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は H=3.68m 試験体に対し、H=2.92m 試験体は $16.9/16.5 = 1.024$ とほぼ同値となった。

※グレー本準拠の評価結果についてコメント

(6) 真壁仕様

真壁仕様の比較結果を以下に示す。



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) ■ 中大規模グレー本準拠 ($\delta=1/20\text{rad}$ で算出)

評価項目\試験体No	No. 45-4	No. 48	No. 51	No. 53
壁長さ(m)	0.91	1.82	1.365	0.91
壁高さ(m)	3.68	3.68	3.68	2.92
Pmax (kN)	82.3	135.4	123.5	83.7
Py (kN)	43.8	68.0	64.3	43.6
$0.2Pu\sqrt{2}\mu-1$ (kN)	38.8	63.7	51.0	34.0
$2/3P_{\text{max}}$ (kN)	54.9	90.3	82.3	55.8
$P_{1/150}$ (kN)	33.9	56.5	47.5	30.3
短期基準せん断耐力(kN) [※]	33.9	56.5	47.5	30.3
壁長さ1mあたり(kN/m) [※]	37.3	31.0	34.8	33.3
相当壁倍率 [※]	19.0	15.8	17.7	16.9

No. 45-4	No. 48	No. 51	No. 53
0.91	1.82	1.365	0.91
3.68	3.68	3.68	2.92
82.3	135.4	123.5	83.7
41.9	67.6	59.8	41.4
32.2	52.9	43.6	28.6
54.9	90.3	82.3	55.8
33.9	56.5	47.5	30.3
32.2	52.9	43.6	28.6
35.4	29.1	31.9	31.4
18.0	14.8	16.2	16.0

※ばらつき、低減係数 α は乗じていない

□1P と 2P の比較 (No. 45-4, No. 48)

→いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は 1.0P 試験体に比べ 2.0P 試験体が $15.8/19=0.832$ と 17%程低い結果となった。

□1P と 1.5P の比較 (No. 45-4, No. 51)

→いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は 1.0P 試験体に比べ 1.5P 試験体が $17.7/19=0.932$ と 7%程低い結果となった。

□壁高 (H=3.68m, 2.92m) による比較 (No. 45-4, No. 53)

→いずれも $P_{1/150}$ で決定、相当壁倍率は H=3.68m に比べ H=2.92m が $16.9/19=0.889$ と 11%程低い結果となった。

■まとめ

- ・大壁、真壁いずれも 1.0P、2.0P 試験体の比較では 1.0P の方が 10%以上高い耐力となった
- ・1.5P 試験体の割り付けによる影響はほぼないことがわかった (大壁仕様)
- ・壁高さによる比較では、大壁仕様では耐力はほぼ同値 (H=3.68m の方がやや低い)、真壁仕様では H=3.68m の方が 10%以上高い耐力となった。

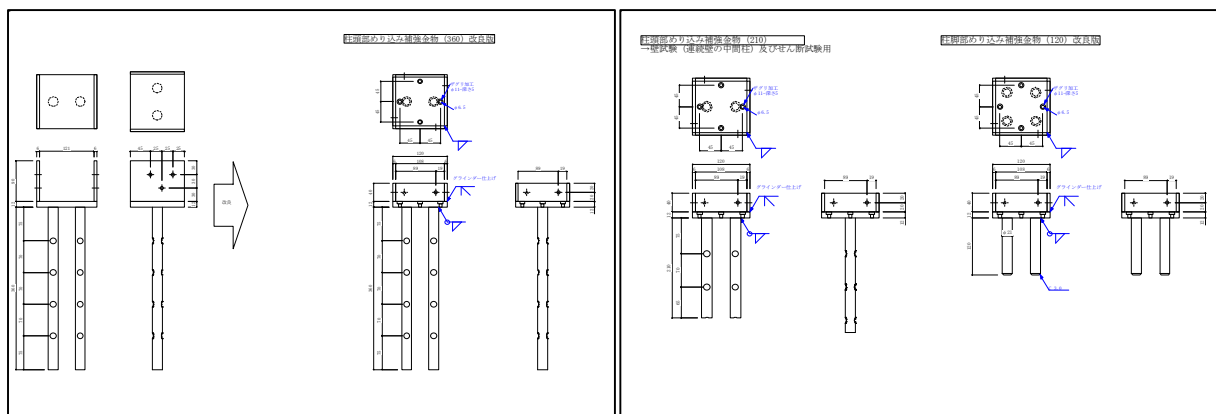
※グレー本準拠の評価結果についてコメント

(7) No. 43-4, 45-4 試験体 昨年度結果との比較

■仕様変更点

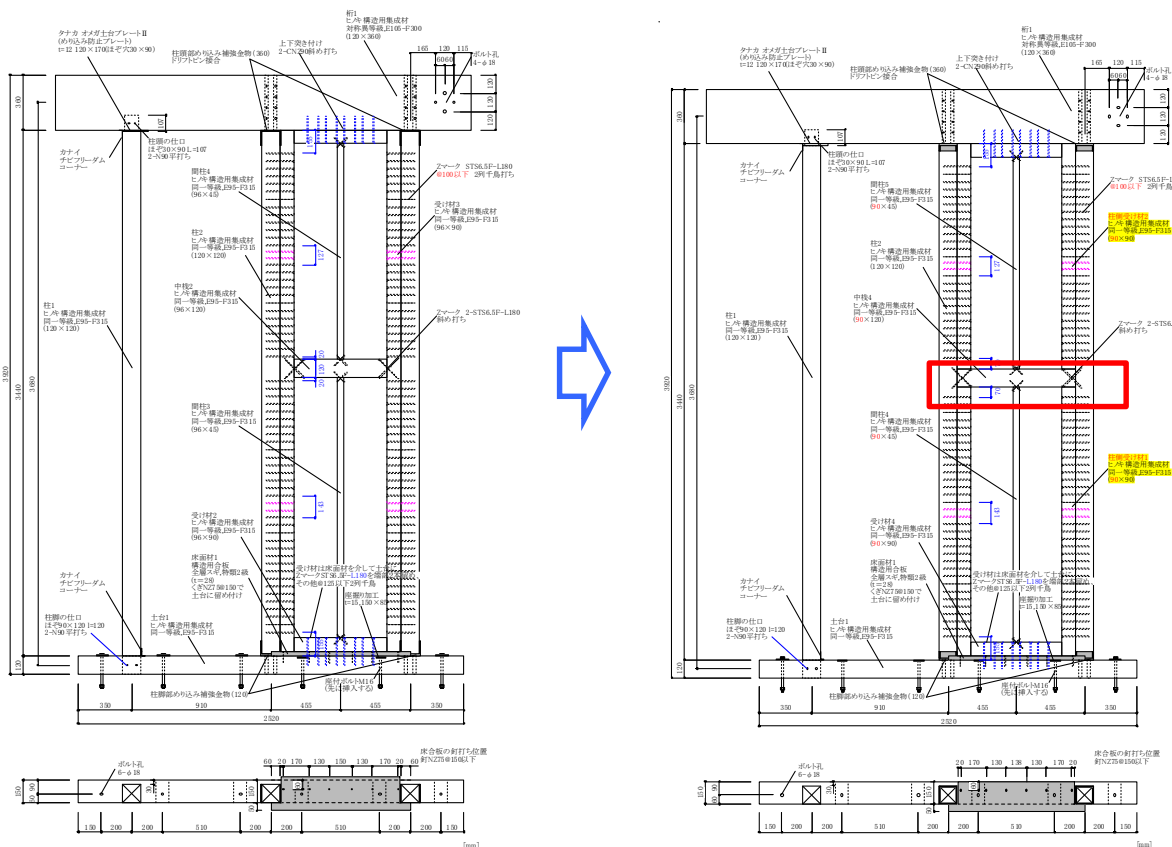
- ・めり込み補強金物 (No. 43-4, No. 45-4 共通)

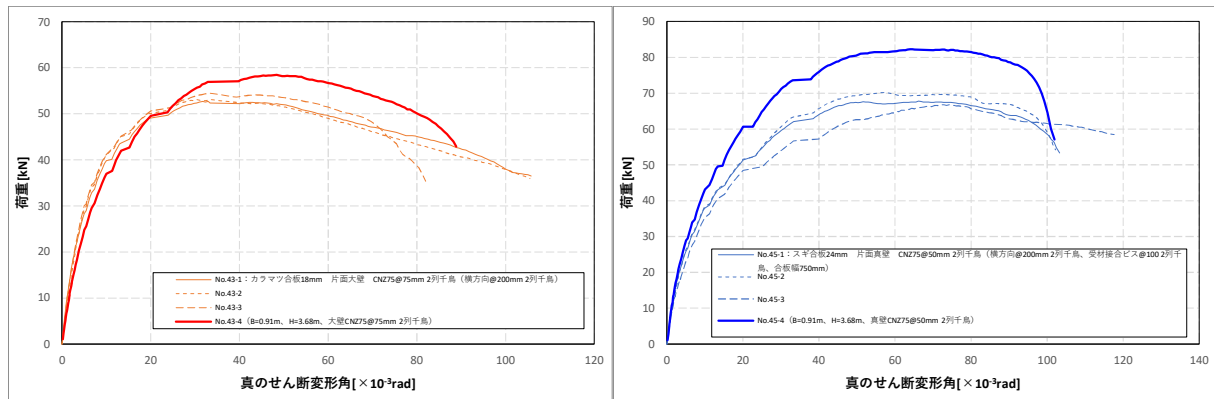
→下図のように、柱頭・柱脚のめり込み補強金物は、直交方向のせん断力も負担できるよう柱が接する面を「コの字」から「四周立ち上り」に変更した。また、柱は欠きこんでめり込み補強金物と面を合わせるようにした。



- ・真壁の受け材納まり (No. 45-4)

→柱側受け材勝ちから胴つなぎ材勝ちに変更した。





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. 43-1	No. 43-2	No. 43-3	平均	No. 43-4
Pmax (kN)	52.7	53.1	54.5	53.4	58.5
Py (kN)	29.7	30.6	31.6	30.6	32.5
$0.2Pu\sqrt{2}\mu^{-1}$ (kN)	36.5	37.4	38.0	37.3	32.7
$2/3P_{max}$ (kN)	35.1	35.4	36.3	35.6	39.0
$P_{1/150}$ (kN)	32.8	34.0	34.6	33.8	29.5
初期剛性 (10^3 kN/rad)	5.38	5.61	5.66	5.55	4.08
Py (kN)	29.7	30.6	31.6	30.6	32.5
$\theta_y (10^{-3} \text{ rad})$	5.52	5.45	5.58	5.52	7.97
Pu (kN)	49.9	50.0	51.4	50.4	54.8
$\theta_u (10^{-3} \text{ rad})$	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67
塑性率 μ	7.20	7.48	7.34	7.34	4.96
構造特性係数Ds	0.27	0.27	0.27	0.27	0.33
短期基準せん断耐力 (kN)※	29.7	30.6	31.6	30.6	29.5
壁長さ1mあたり (kN/m)※	32.6	33.6	34.7	33.7	32.4
相当壁倍率※	16.7	17.2	17.7	17.2	16.5

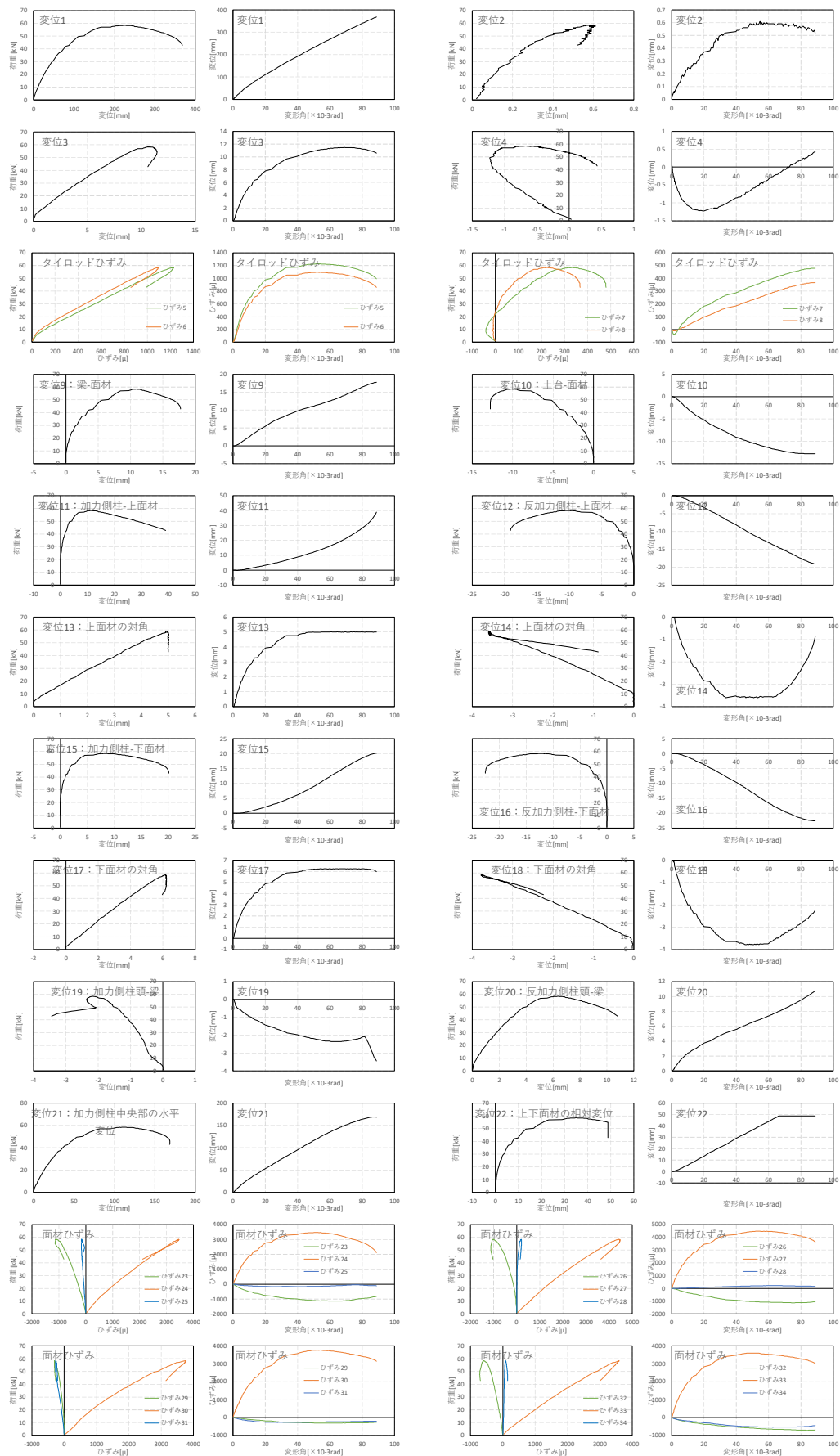
評価項目\試験体No	No. 45-1	No. 45-2	No. 45-3	平均	No. 45-4
Pmax (kN)	67.8	70.2	66.0	68.0	82.3
Py (kN)	35.2	35.6	38.2	36.3	43.8
$0.2Pu\sqrt{2}\mu^{-1}$ (kN)	34.3	35.0	29.7	33.0	38.8
$2/3P_{max}$ (kN)	45.2	46.8	44.0	45.3	54.9
$P_{1/150}$ (kN)	30.5	30.9	27.6	29.7	33.9
初期剛性 (10^3 kN/rad)	4.06	4.11	3.23	3.80	4.23
Py (kN)	35.2	35.6	38.2	36.3	43.8
$\theta_y (10^{-3} \text{ rad})$	8.68	8.67	11.82	9.72	10.36
Pu (kN)	61.9	63.3	59.3	61.5	75.1
$\theta_u (10^{-3} \text{ rad})$	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67
塑性率 μ	4.37	4.32	3.63	4.11	3.75
構造特性係数Ds	0.36	0.36	0.40	0.38	0.39
短期基準せん断耐力 (kN)※	30.5	30.9	27.6	29.7	33.9
壁長さ1mあたり (kN/m)※	33.5	33.9	30.4	32.6	37.3
相当壁倍率※	17.1	17.3	15.5	16.6	19.0

※ばらつき、低減係数は乗じていない

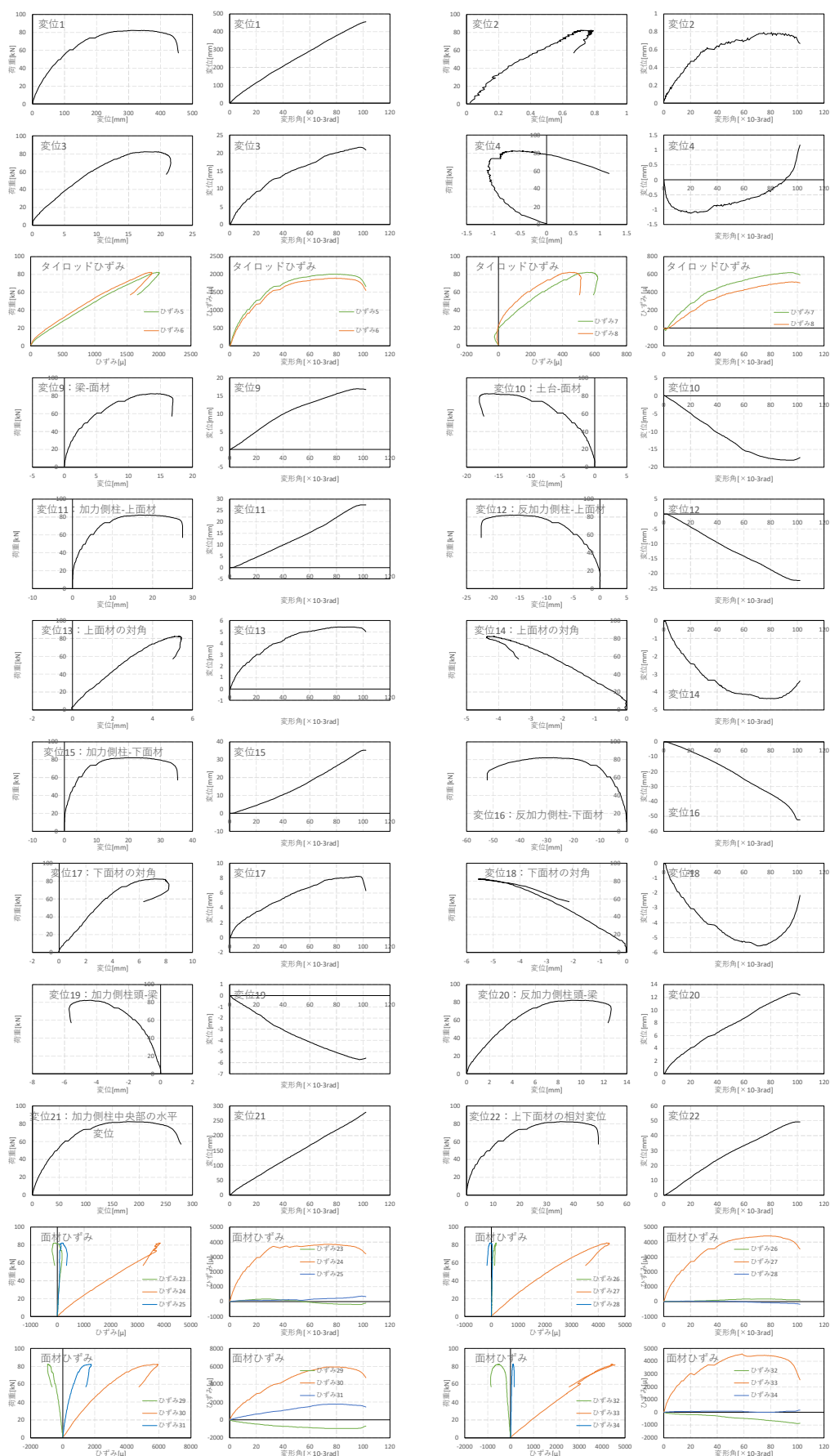
- ・大壁仕様の No. 43-4 は No. 43-1, 2, 3 に比べてやや初期剛性が低く、最大荷重が大きい結果となった。
 - ・真壁仕様の No. 45-4 は No. 45-1, 2, 3 に比べて初期剛性・最大耐力・相当壁倍率が大きい結果となった
- 四周立ち上りのめり込み補強金物によって、初期剛性が高くなることが予想されたが、大壁仕様の試験体には影響がなかった。このことから真壁仕様の性能向上は受け材の納まりを変更したことや合板ロットのばらつきによる影響が要因と考えられる。

2.2.3 各種計測値

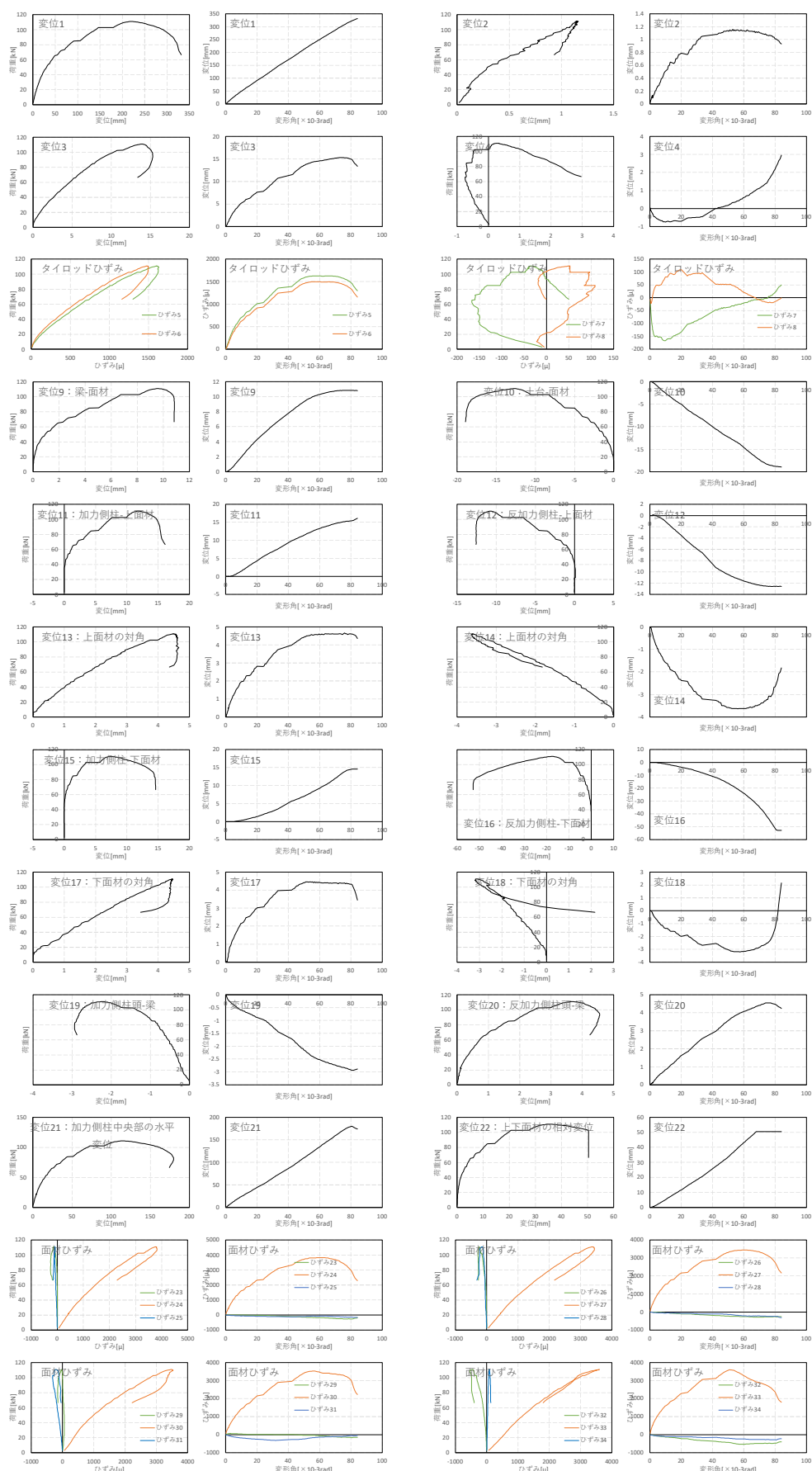
(1) No. 43-4



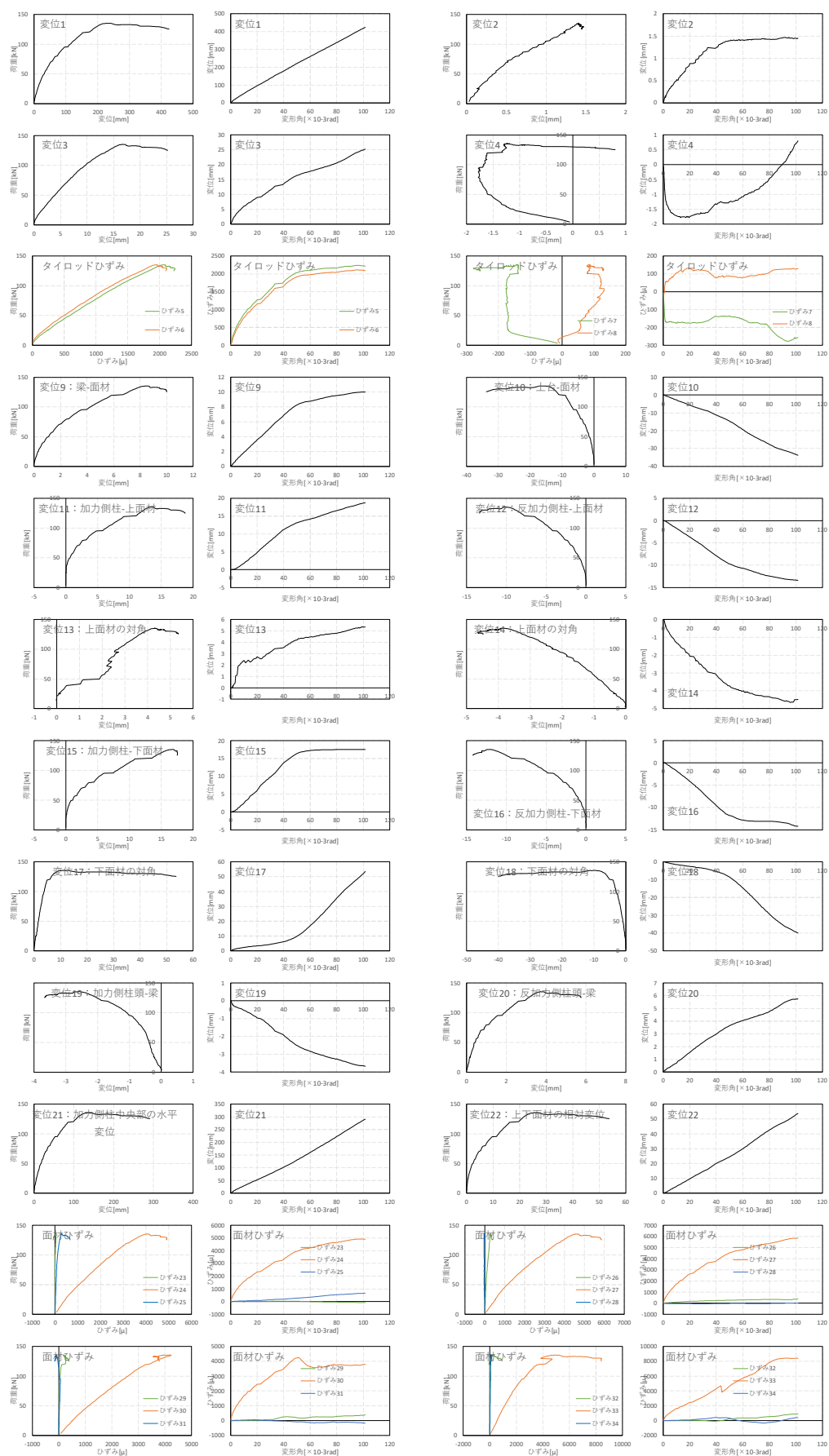
(2) No. 45-4



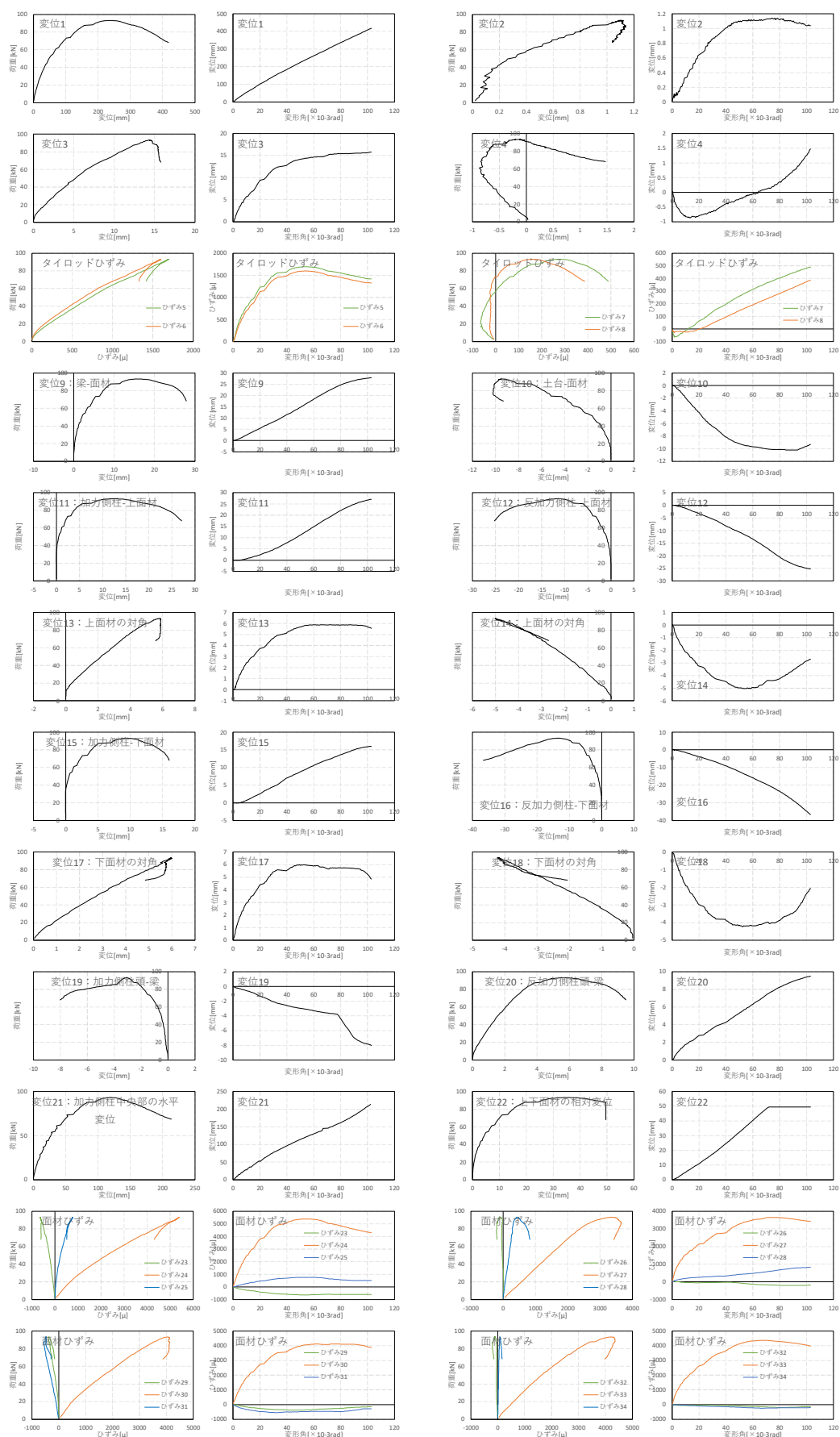
(3) No. 47



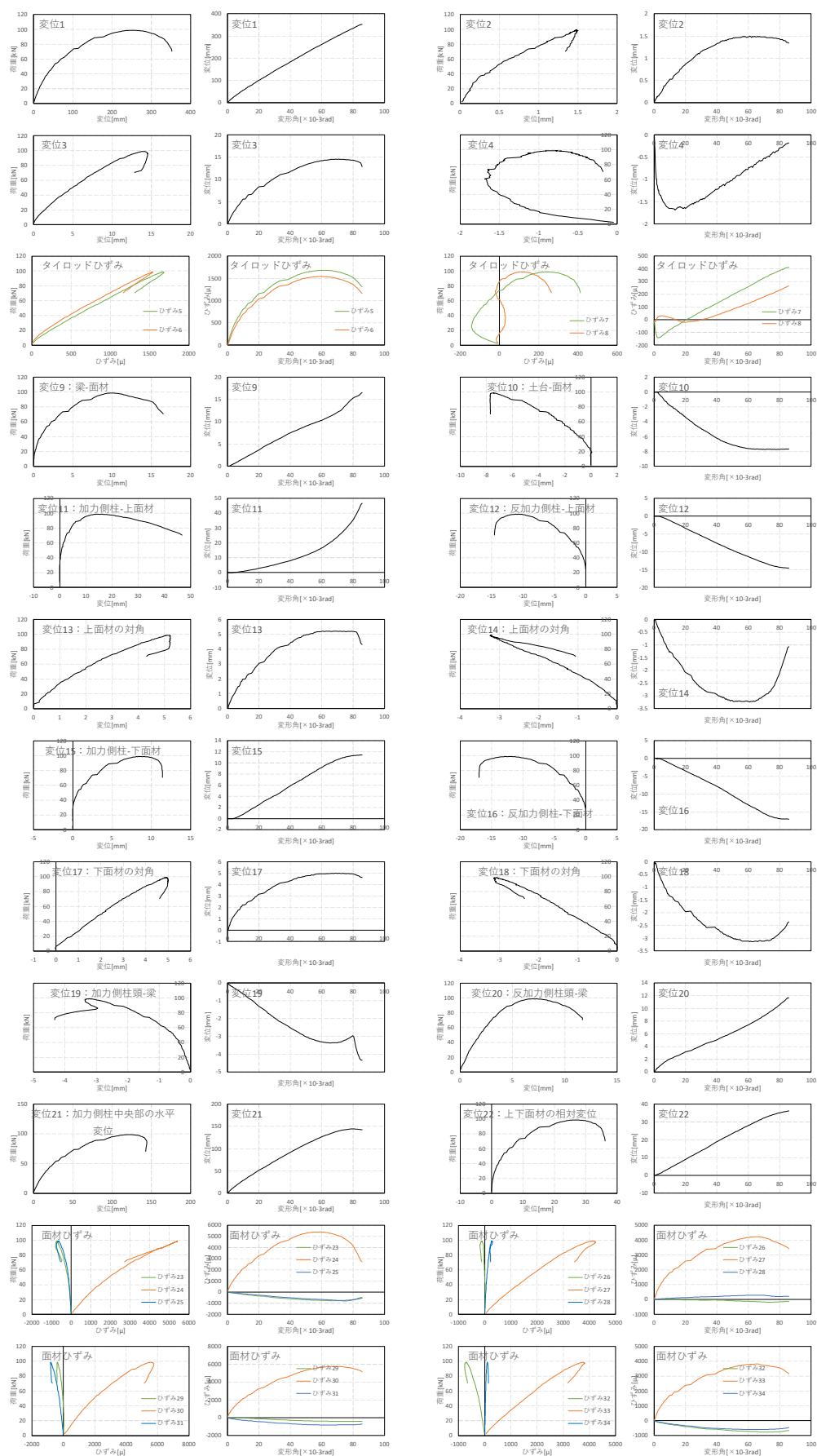
(4) No. 48



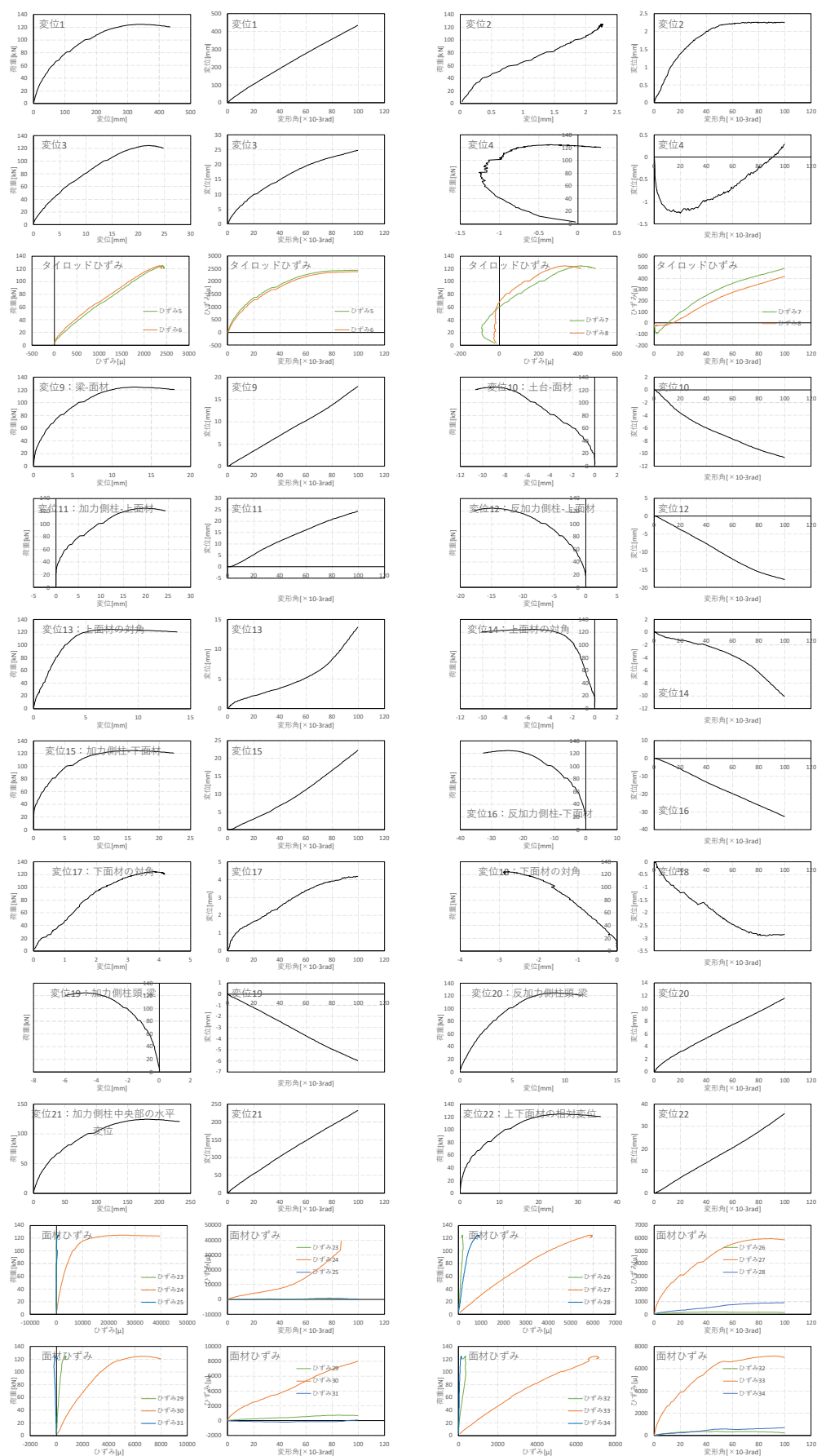
(5) No. 49



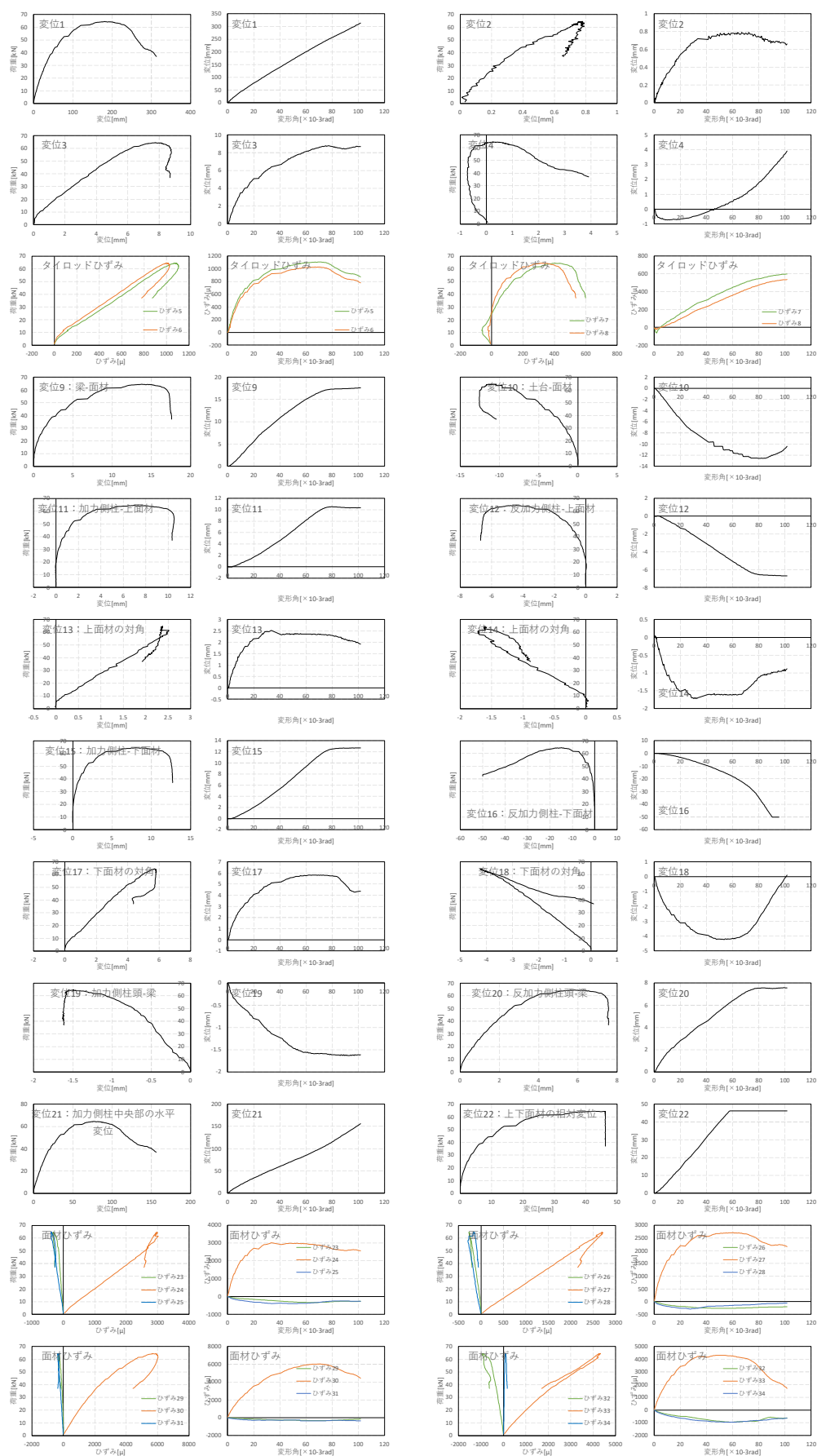
(6) No. 50



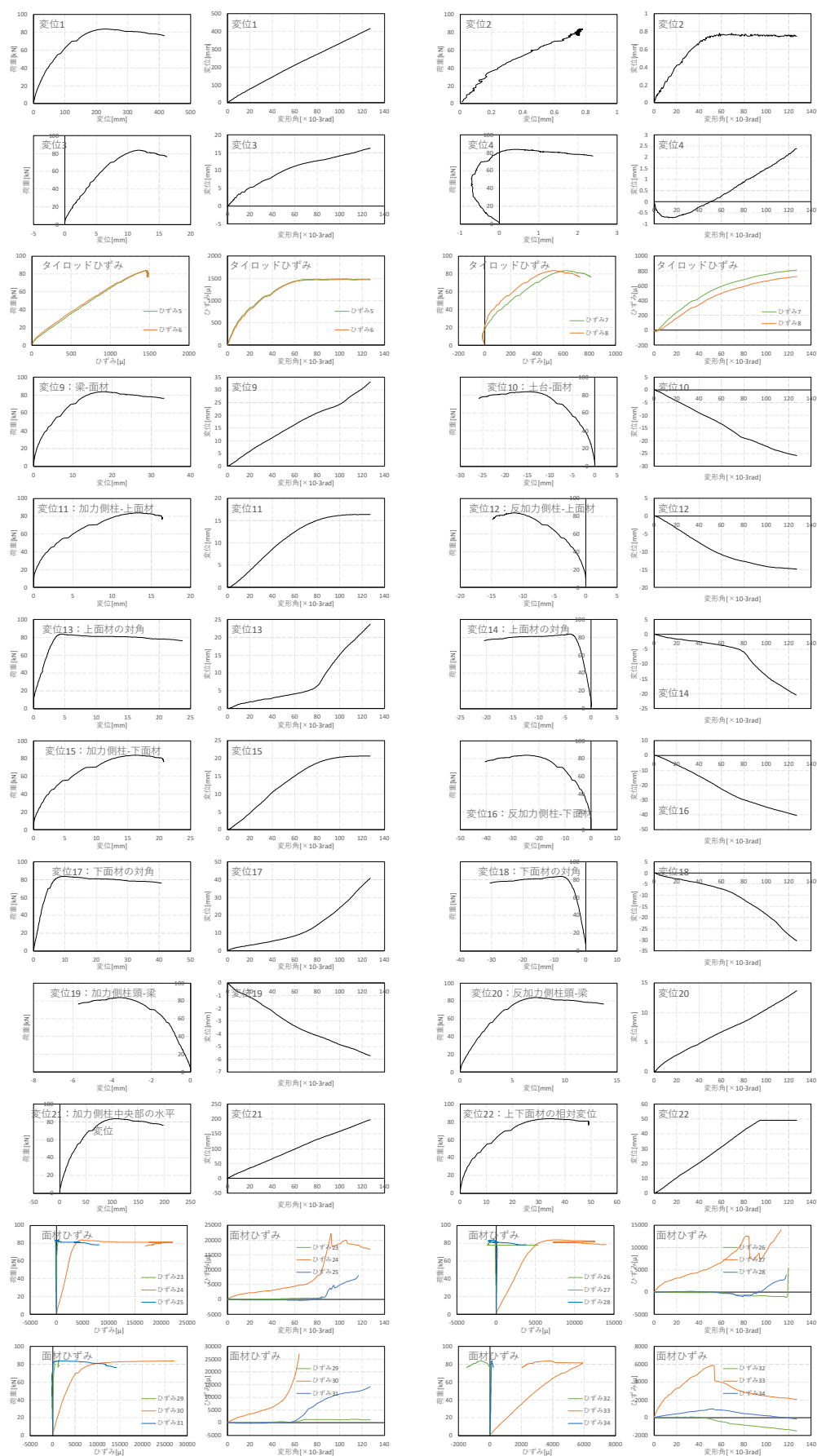
(7) No. 51



(8) No. 52

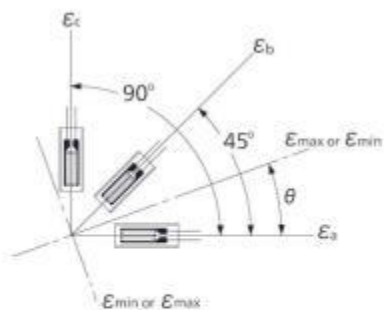
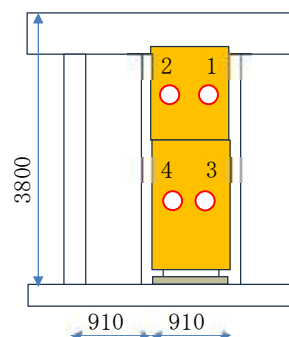


(9) No. 53



2.2.4 面材のせん断応力度について

面材 4 箇所のひずみを 3 軸ゲージで計測を行った。壁試験におけるせん断応力度状況を下式で算定したものを次頁以降に示す。



1 $\varepsilon_a \rightarrow \varepsilon_b \rightarrow \varepsilon_c$ 軸回りを正方向とする

2 角度 θ は

- $\varepsilon_a > \varepsilon_c$ の場合は ε_a 軸と最大主ひずみのなす角をあらわす
- $\varepsilon_a < \varepsilon_c$ の場合は ε_a 軸と最小主ひずみのなす角をあらわす
- ε_a と ε_c の大ききの比較は $\pm$ の符号を含める

最大主ひずみ

$$\varepsilon_{\max} = \frac{1}{2} \left[\varepsilon_a + \varepsilon_c + \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

最小主ひずみ

$$\varepsilon_{\min} = \frac{1}{2} \left[\varepsilon_a + \varepsilon_c - \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

主ひずみの方向 (ε_a 軸から)

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[\frac{2\varepsilon_b - \varepsilon_a - \varepsilon_c}{\varepsilon_a - \varepsilon_c} \right]$$

最大せん断ひずみ

$$\gamma_{\max} = \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}}$$

最大主応力

$$\sigma_{\max} = \frac{E}{2(1-\nu)} \left[(1+\nu)(\varepsilon_a + \varepsilon_c) + (1-\nu) \times \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

最小主応力

$$\sigma_{\min} = \frac{E}{2(1-\nu)} \left[(1+\nu)(\varepsilon_a + \varepsilon_c) - (1-\nu) \times \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

最大せん断応力

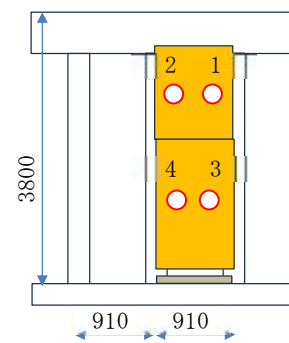
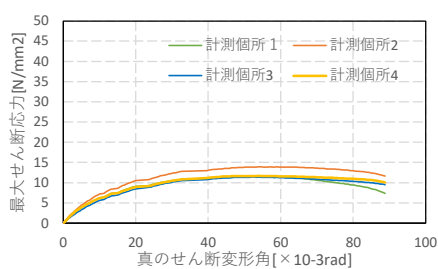
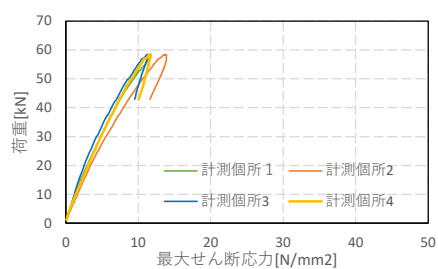
$$\tau_{\max} = \frac{E}{2(1+\nu)} \times \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}}$$

ν : ポアソン比

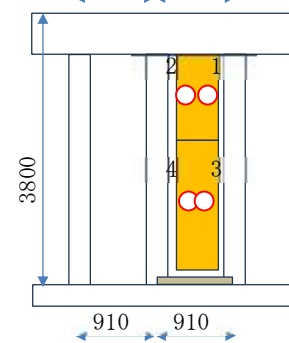
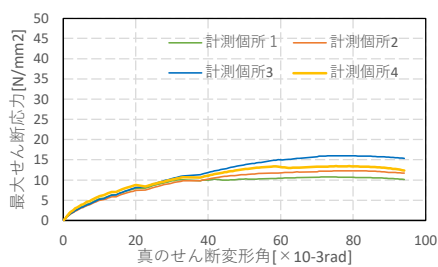
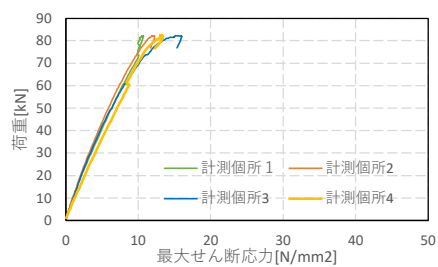
E : 縦弾性係数 (「工業材料の機械的性質」参照)

※ポアソン比は建築学の基礎 1 木質構造より 0.6 とした。縦弾性係数は木構造設計規準・同解説より $4.5 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ とした。

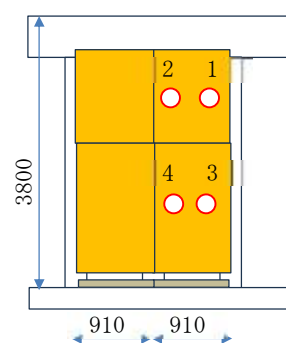
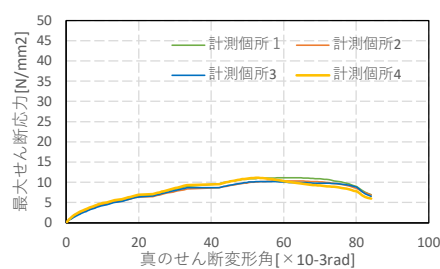
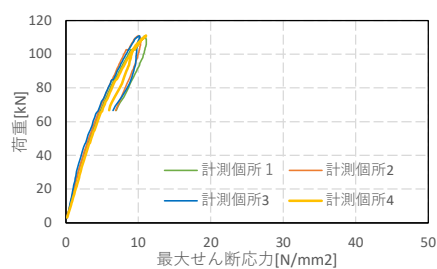
(1) No. 43-4



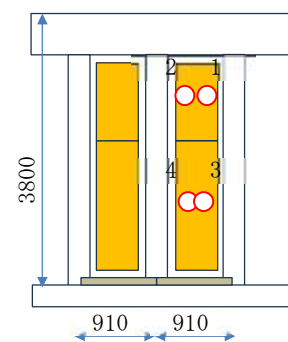
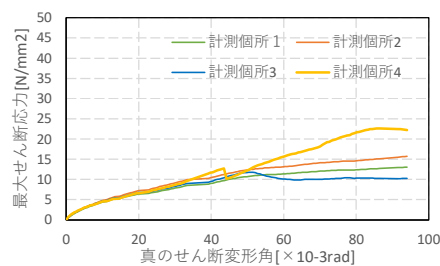
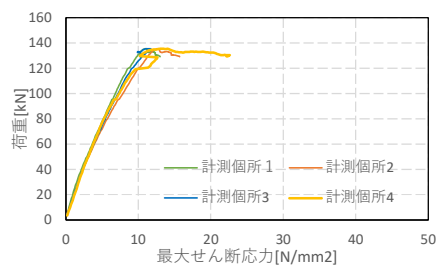
(2) No. 45-4



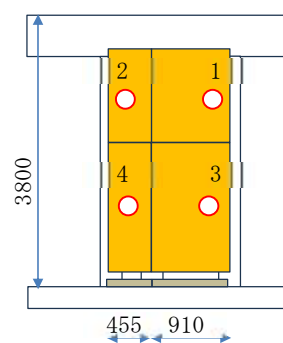
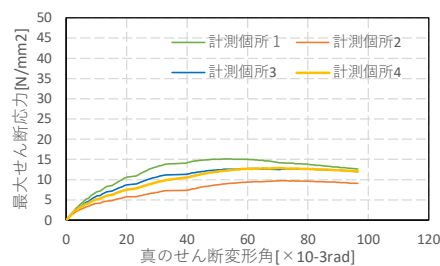
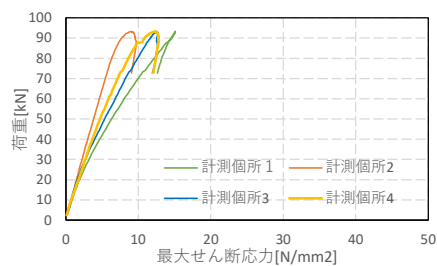
(3) No. 47



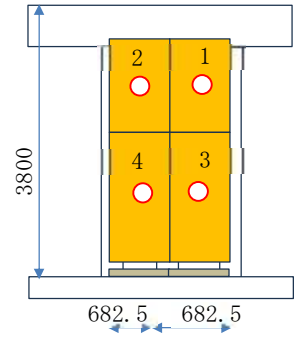
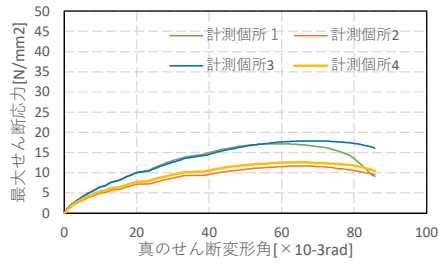
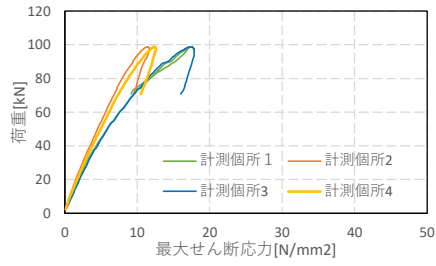
(4) No. 48



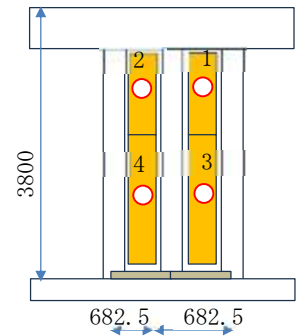
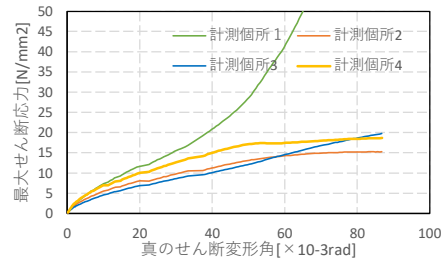
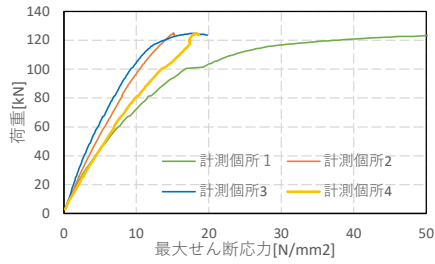
(5) No. 49



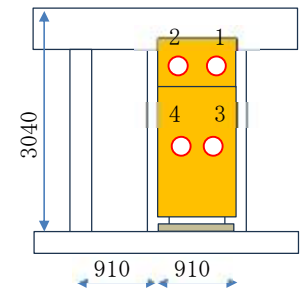
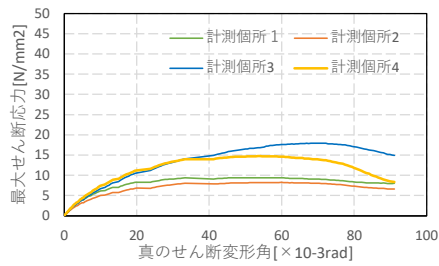
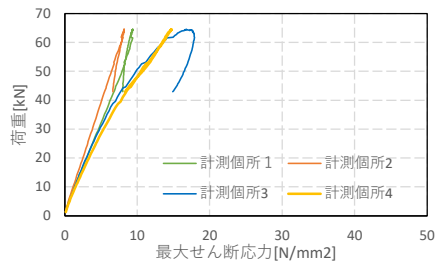
(6) No. 50



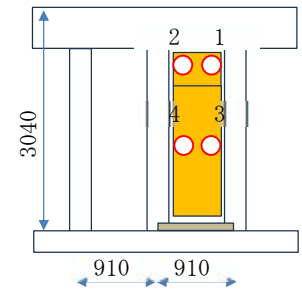
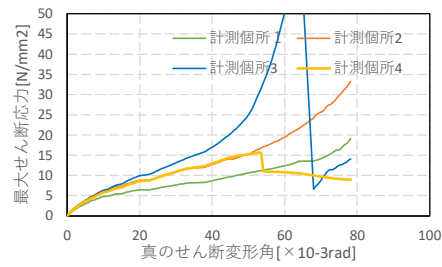
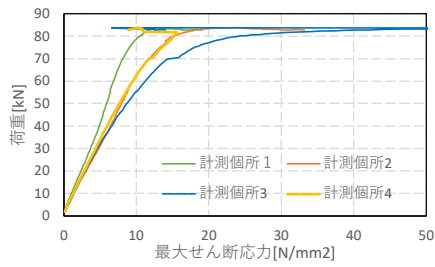
(7) No. 51



(8) No. 52



(9) No. 53



2.2.1 面材のせん断強度について

試験の結果、真壁仕様の一部では面材の面内せん断破壊が生じた。耐力壁試験の P_{max} から求まる平均せん断応力とせん断強度（学会基準値、TRS 試験）の比較検討を行う。

■学会基準値に対する耐力壁試験との比較

学会基準で規定される 2 級構造用合板の基準許容せん断応力度 f_0 (=基準材料強度 $F \times$ 安全係数 $K_f \times$ 基準化係数 K_0) に一般的な安全係数 $k_f=2/3$ 、基準化係数 $K_0=1/2$ を割り返して (2) せん断強度とした。せん断強度に面材厚、面材幅の全長を乗じせん断耐力 Q とした。せん断耐力 Q と耐力壁試験 P_{max} との比較を行う。

試験体No	壁仕様	壁高さ	(1) 2級合板 基準許容せん断応 力度 (N/mm^2)	(2) せん断強度 (N/mm^2)	面材厚さ (mm)	面材幅 (mm)	せん断耐力Q =せん断強度×断面積	耐力壁 実験 P_{max}	P_{max}/Q
No. 45-4	真壁スギ24	3680	0.8	2.4	24	750	43.2	82.3	1.905
No. 53	真壁スギ24	3680	0.8	2.4	24	750	43.2	83.7	1.938
No. 48	真壁スギ24	3680	0.8	2.4	24	750+750	86.4	135.4	1.567
No. 51	真壁スギ24	3680	0.8	2.4	24	523+523	60.2	123.5	2.049
No. 53	真壁スギ24	2980	0.8	2.4	24	750	43.2	83.7	1.938
No. 43-4	大壁カラマツ18	3680	0.8	2.4	18	910	39.3	58.5	1.487
No. 47	大壁カラマツ18	3680	0.8	2.4	18	910+910	78.6	110.9	1.411
No. 49	大壁カラマツ18	3680	0.8	2.4	18	450+910	58.8	93.3	1.587
No. 50	大壁カラマツ18	3680	0.8	2.4	18	682.5+682.5	59.0	98.7	1.674
No. 52	大壁カラマツ18	2980	0.8	2.4	18	910	39.3	64.5	1.641

→No. 45, 53 は高さによる影響度合いは少ない、連続壁は左右の面材は同時に破壊が生じないことから、単純な面材の耐力×枚数という関係にはならないことが分かる。

■TRS 試験値に対する耐力壁試験との比較

面材の TRS 試験の結果からせん断強度（ P_{max} を面材の断面積で除した平均応力）の平均値及び下限値について耐力壁試験の結果との比較を行う。

試験体No	壁仕様	壁高さ	TRR試験 せん断強度 平均値 (N/mm^2)	面材厚さ (mm)	面材幅 (mm)	せん断耐力 =せん断強度×断面積	耐力壁 実験 P_{max}	P_{max}/Q
No. 45-4	真壁スギ24	3680	4.74	24	750	85.3	82.3	0.965
No. 53	真壁スギ24	3680	4.74	24	750	85.3	83.7	0.981
No. 48	真壁スギ24	3680	4.74	24	750+750	170.6	135.4	0.793
No. 51	真壁スギ24	3680	4.74	24	523+523	119.0	123.5	1.037
No. 53	真壁スギ24	2980	4.74	24	750	85.3	83.7	0.981
No. 43-4	大壁カラマツ18	3680	6.12	18	910	100.2	58.5	0.583
No. 52	大壁カラマツ18	3680	6.12	18	910+910	200.5	64.5	0.322
No. 47	大壁カラマツ18	3680	6.12	18	450+910	149.8	110.9	0.740
No. 49	大壁カラマツ18	3680	6.12	18	682.5+682.5	150.4	93.3	0.620
No. 50	大壁カラマツ18	2980	6.12	18	910	100.2	98.7	0.985

試験体No	壁仕様	壁高さ	TRR試験 せん断強度 下限値 (N/mm^2)	面材厚さ (mm)	面材幅 (mm)	せん断耐力 =せん断強度×断面積	耐力壁 実験 P_{max}	P_{max}/Q
No. 45-4	真壁スギ24	3680	4.50	24	750	81.0	82.3	1.016
No. 53	真壁スギ24	3680	4.50	24	750	81.0	83.7	1.033
No. 48	真壁スギ24	3680	4.50	24	750+750	162.0	135.4	0.836
No. 51	真壁スギ24	3680	4.50	24	523+523	113.0	123.5	1.093
No. 53	真壁スギ24	2980	4.50	24	750	81.0	83.7	1.033
No. 43-4	大壁カラマツ18	3680	5.5	18	910	90.1	58.5	0.649
No. 52	大壁カラマツ18	3680	5.5	18	910+910	180.2	64.5	0.358
No. 47	大壁カラマツ18	3680	5.5	18	450+910	134.6	110.9	0.824
No. 49	大壁カラマツ18	3680	5.5	18	682.5+682.5	135.1	93.3	0.690
No. 50	大壁カラマツ18	2980	5.5	18	910	90.1	98.7	1.096

→面材にせん断破壊が生じた真壁仕様は P_{max}/Q が 1.0 前後であり、面材のせん断性能限界まで負担させていたことが分かる。

2.3 後期耐力壁試験（MDF 仕様、柱脚固定式）

2.3.1 試験計画

(1) 試験体仕様

後期試験は厚物 MDF を用いた大壁仕様及び前期試験 No. 43 の柱脚に柱脚接合金物を配置し柱脚固定式試験で性能を確認する。試験体仕様は下表の No. 46, No. 54 とする。

表 2-3 試験体仕様一覧

No.	仕様	壁長さ (mm)	壁高さ (横架材 材芯距離 (mm))	壁面材	接 合 具	試 験 体 数	試 験 方 法
46-1, 2, 3	大壁	910	3680	MDF 18mm 片面	A	3	タ
54-1	大壁	910	3680	全層ガラマツ合板 18mm 片面	A	1	柱

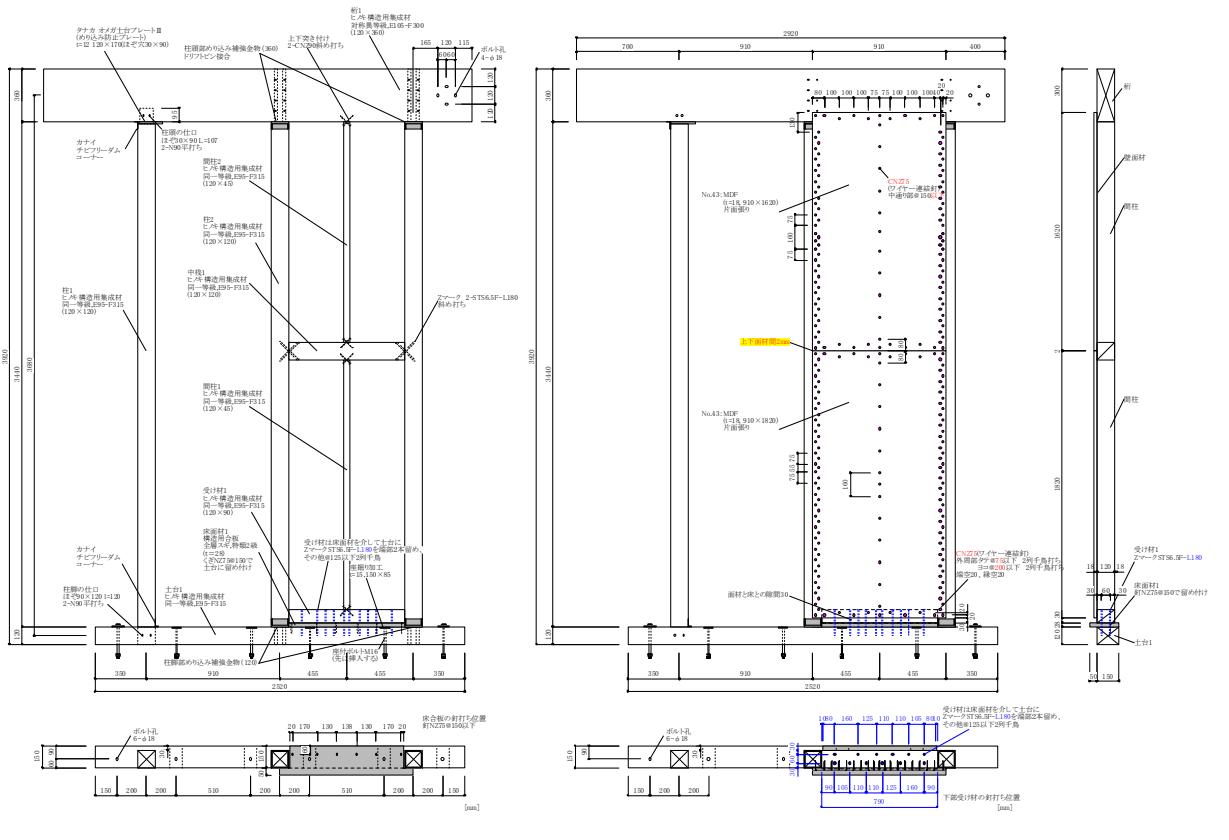
A : CNZ75 @ 75mm 2 列千鳥（横方向 @200mm 2 列千鳥）

B : CNZ75 @ 50mm 2 列千鳥（横方向 @200mm 2 列千鳥）

タ : タイロッド式

柱 : 柱脚固定式

No.46-1,2,3 :MDF18mm片面・大壁、CNZ75@75mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)



No.54__No.43-柱脚固定式：構造用合板18mm片面・大壁、CNZ75@75mm 2列千鳥(横方向@200mm 2列千鳥)

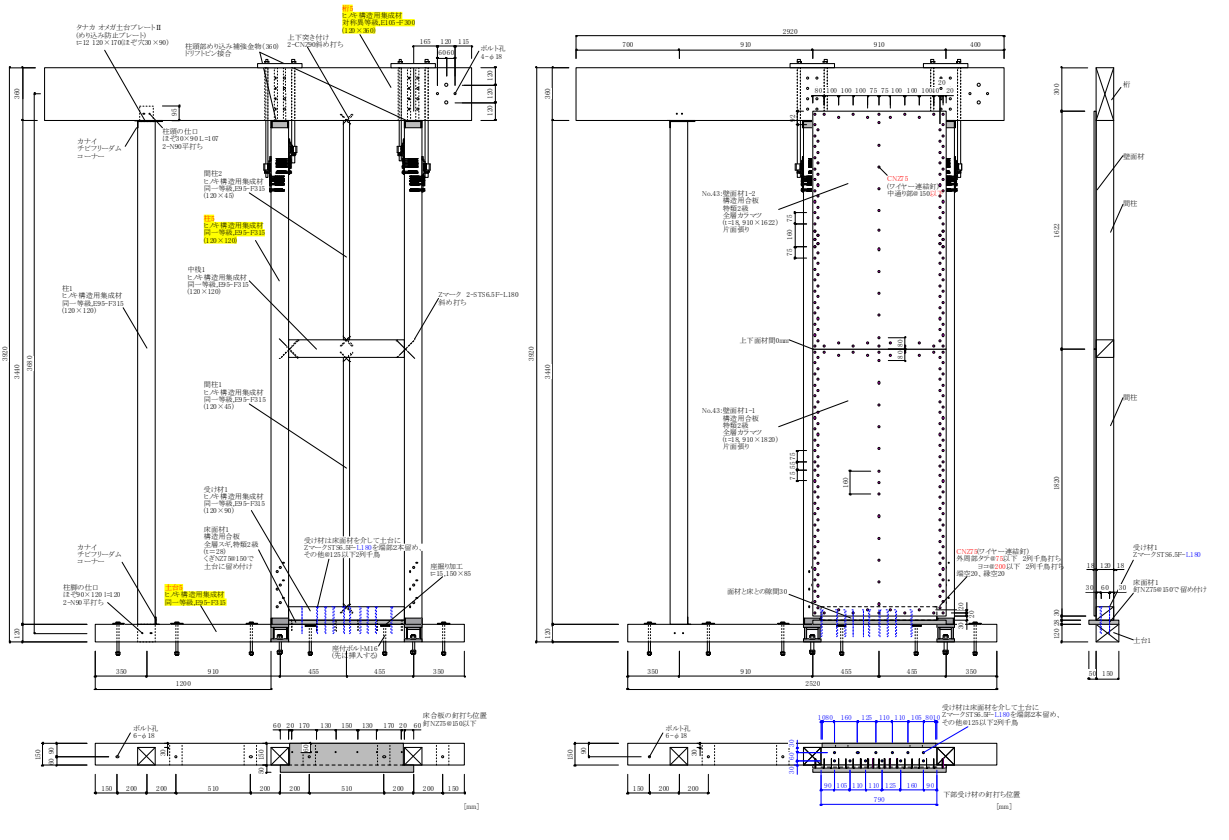


図 2-14 試験体図

(2) 計測計画

前期試験と同じ。ただし、面材のひずみの計測は No. 46 では 3 体中 1 体実施。

(3) 試験場所

前期試験と同じ

(4) 加力計画

タイロッド式の No. 46 は前期試験と同じ。柱脚固定式の No. 54 は見かけのせん断変形角制御で同一ステップ各 3 回の正負交番繰り返しとし、 $1/450$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50$ 、 $1/30\text{rad}$ ($1/30\text{rad}$ は 1 回) とした。

(5) 耐力壁の短期基準耐力の算出

前期試験と同じ

2.3.2 試験結果

(1) 試験結果概要

① No. 46

荷重変形関係を図 2-15 に、構造特性値を表 2-4 に示す。

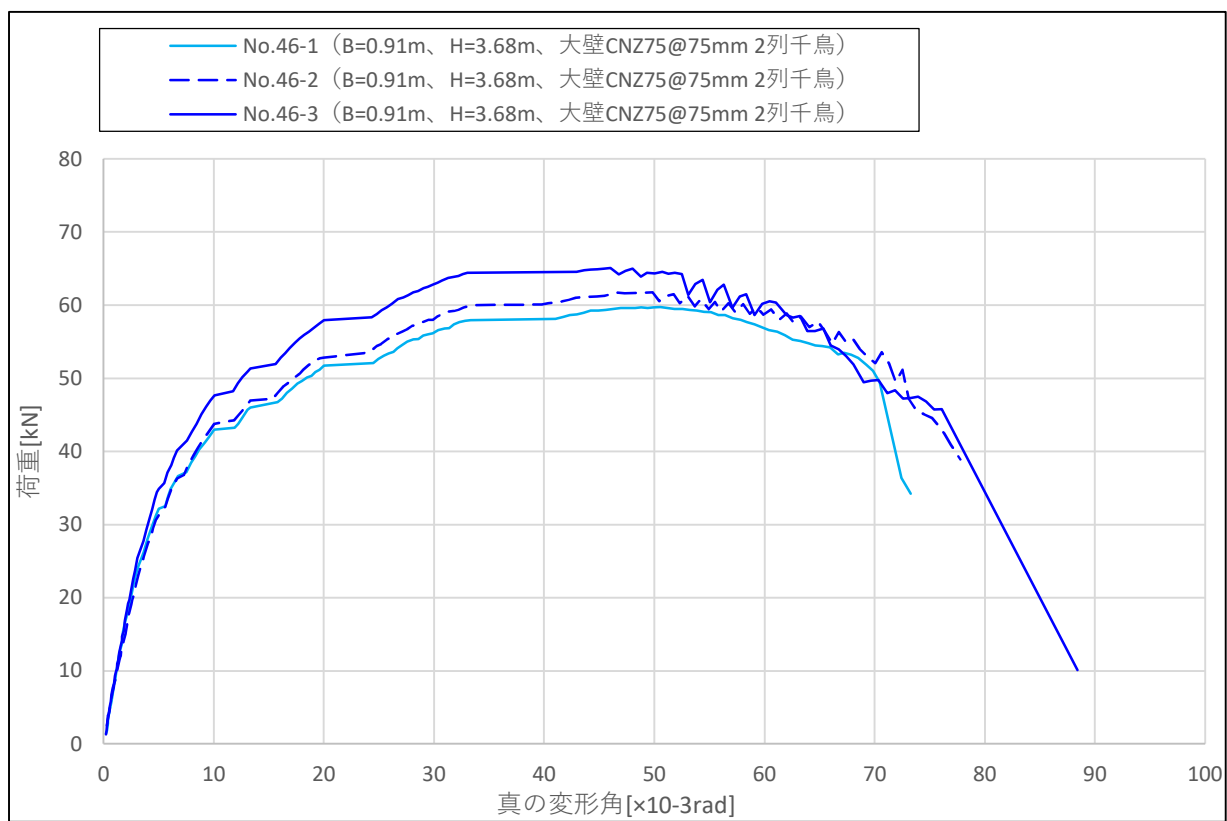


図 2-15 荷重変形関係（包絡線）

表 2-4 構造特性値

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. 46-1	No. 46-2	No. 46-3	平均値	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)	59.7	61.8	65.1	62.2	61.2		
Py (kN)	35.2	36.9	38.1	36.7	36.2	39.8	20.3
$0.2Pu\sqrt{2}\mu -1$ (kN)	39.4	38.7	43.5	40.5	39.5		
$2/3P_{\max}$ (kN)	39.8	41.2	43.4	41.5	40.8		
$P_{1/150}$ (kN)	36.4	36.3	40.1	37.6	36.8		
初期剛性 (10^3kN/rad)	5.68	5.31	6.31	5.77	5.57		
Py (kN)	35.2	36.9	38.1	36.7	36.2		
θ_y (10^{-3}rad)	6.55	7.46	6.62	6.88	6.68		
Pu (kN)	55.4	57.4	60.4	57.7	56.8		
θ_u (10^{-3}rad)	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67		
塑性率 μ	6.83	6.17	6.97	6.66	6.49		
構造特性係数Ds	0.28	0.30	0.28	0.29	0.28		

※低減係数 α は乗じていない■ 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. 46-1	No. 46-2	No. 46-3	平均値	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)	59.7	61.8	65.1	62.2	61.2		
Py (kN)	35.2	36.9	38.1	36.7	36.2		
$0.2Pu\sqrt{2}\mu -1$ (kN)	33.5	32.8	37.1	34.5	33.6	36.9	18.8
$2/3P_{\max}$ (kN)	39.8	41.2	43.4	41.5	40.8		
$P_{1/150}$ (kN)	36.4	36.3	40.1	37.6	36.8		
初期剛性 (10^3kN/rad)	5.68	5.31	6.31	5.77	5.57		
Py (kN)	35.2	36.9	38.1	36.7	36.2		
θ_y (10^{-3}rad)	6.20	6.95	6.04	6.40	6.21		
Pu (kN)	54.7	56.6	60.4	57.2	56.1		
θ_u (10^{-3}rad)	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00		
塑性率 μ	5.20	4.69	5.22	5.04	4.92		
構造特性係数Ds	0.33	0.35	0.33	0.34	0.33		

※低減係数 α は乗じていない

② No. 54

荷重変形関係を図 2-16 に、構造特性値を表 2-5 に示す。

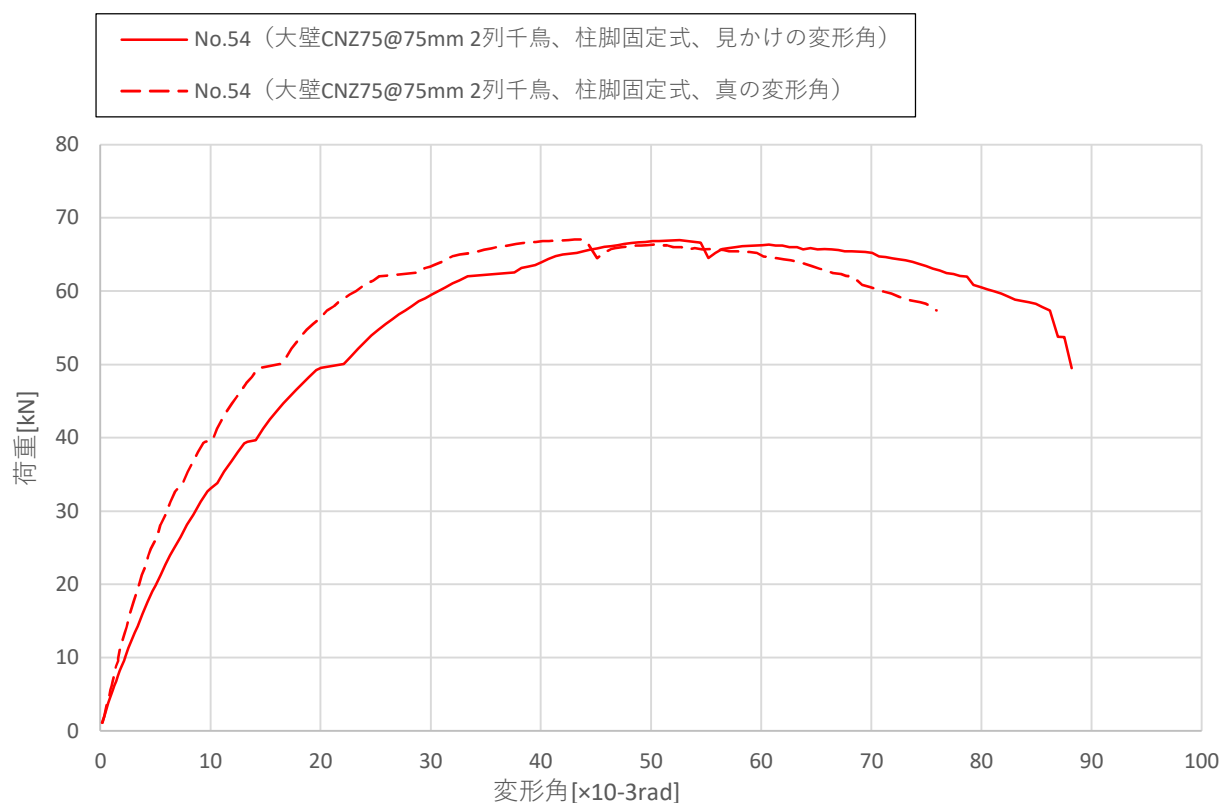


図 2-16 荷重変形関係（包絡線）

表 2-5 構造特性値

評価項目\試験体No	No. 54 (見かけ) ※1	No. 54 (真) ※1	No. 54 (真) ※2
壁長さ (m)	0.91	0.91	0.91
壁高さ (m)	3.68	3.68	3.68
Pmax (kN)	67.1	67.1	67.1
Py (kN)	35.7	36.1	36.1
$0.2Pu\sqrt{2}\mu-1$ (kN)	29.9	36.5	30.7
$2/3P_{max}$ (kN)	44.7	44.7	44.7
$P_{1/150}, P_{1/120}$ (kN)	29.2	32.3	32.3
初期剛性 (10^3 kN/rad)	3.15	4.43	4.43
Py (kN)	35.7	36.1	36.1
θ_y (10^{-3} rad)	11.32	8.14	8.14
Pu (kN)	62.3	63.0	62.0
θ_u (10^{-3} rad)	66.67	66.67	50.00
塑性率 μ	3.38	4.69	3.57
構造特性係数Ds	0.42	0.35	0.40
短期基準せん断耐力 (kN) ※	29.2	32.3	30.7
壁長さ1mあたり (kN/m) ※	32.1	35.5	33.7
相当壁倍率 ※	16.3	18.1	17.2

※1グレー本準拠 ($\delta u=1/15$ rad)、

※2中大規模グレー本準拠 ($\delta u=1/20$ rad)

なお、特性値はばらつき係数、低減係数 α は乗じていない

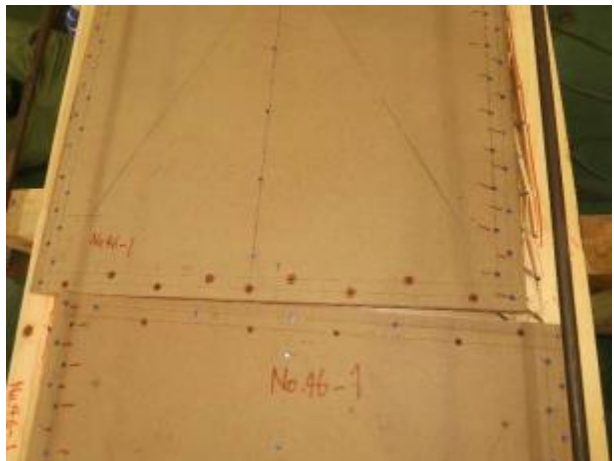
(2) 破壊性状

No. 46-1	1/20rad から釘列に沿って柱の割れによる釘の引抜け。 中残で面材のパンチングアウト。
No. 46-2	1/20rad から釘列に沿って柱の割れによる釘の引抜け。 中残で面材のパンチングアウト。
No. 46-3	1/20rad から釘列に沿って柱の割れによる釘の引抜け。 1/13rad から釘列に沿って柱及び間柱の割裂破壊。 中残で面材のパンチングアウト。
No. 54	柱脚部で柱脚金物のドリフトピンと面材の釘列に沿って柱の割裂破壊。 柱中間部で面材の釘列に沿って柱の割裂破壊。

① No. 46-1

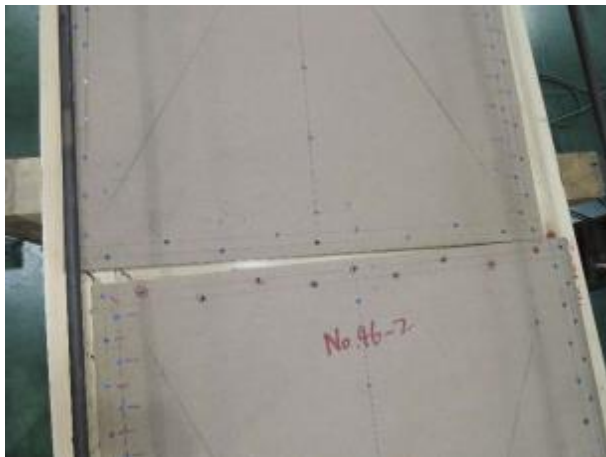
1/30rad サイクルまでは特に損傷無し

単調載荷 1/20rad 付近で P_{max} を迎え荷重が下がり始める（このとき、釘の引抜けや、釘の引抜けに伴う柱の割裂等が生じた）



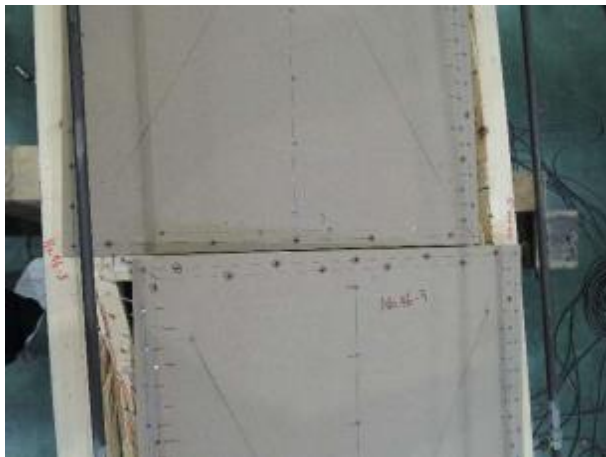
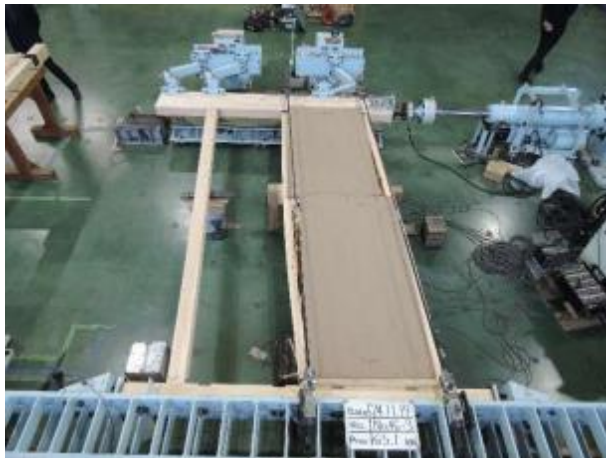
② No. 46-2

単調載荷にて釘の引抜けが生じた（柱の割裂破壊は生じていない）



③ No. 46-3

単調載荷 1/20rad 付近で釘の引抜けや釘の引抜けに伴う柱の割裂が生じ始める。



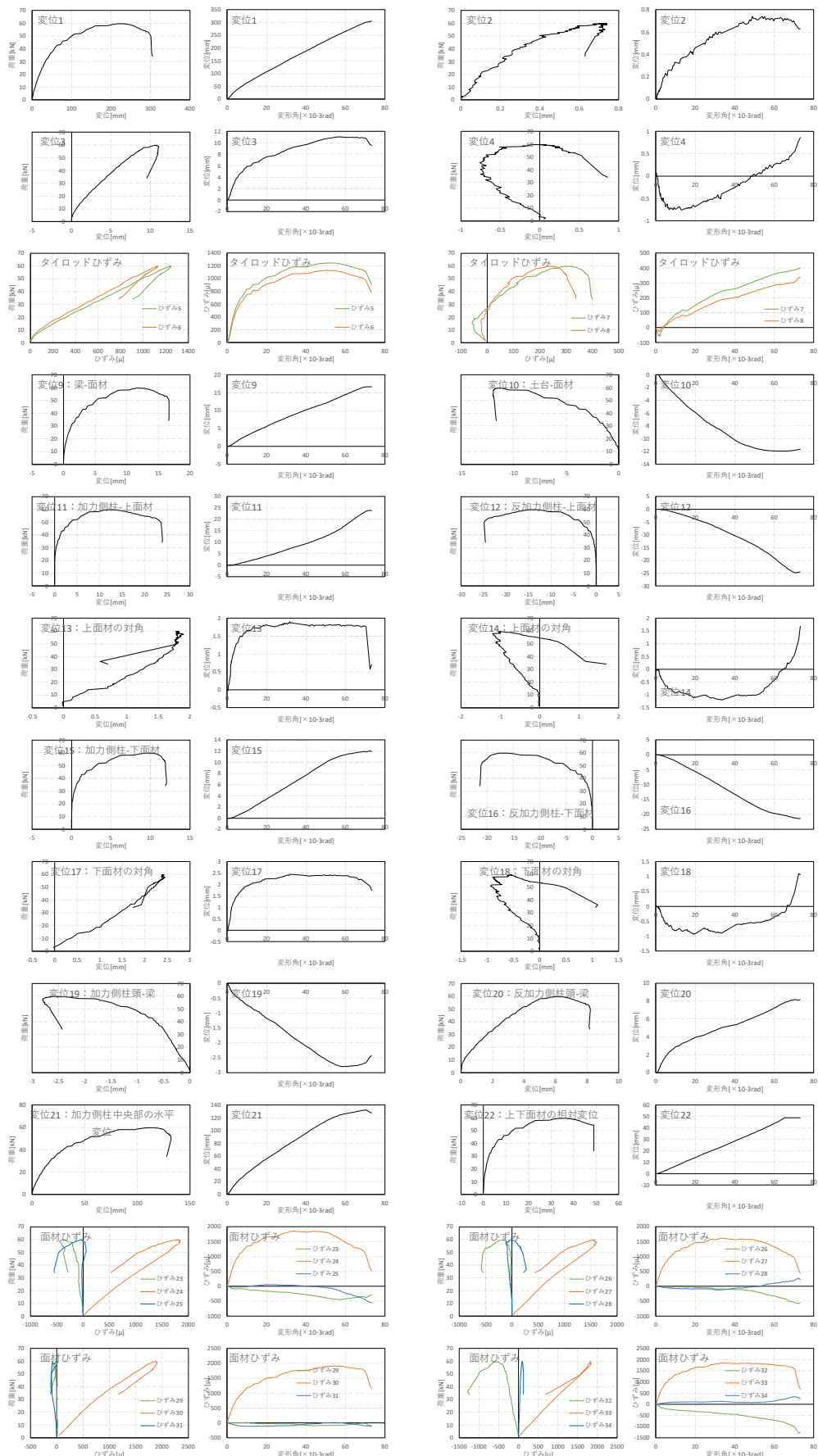
④ No. 54

単調載荷 1/18rad 付近（見かけの変形角、 $55 \times 10^{-3} \text{rad}$ ）で引張側の柱脚金物付近で柱の割裂が生じ始める。

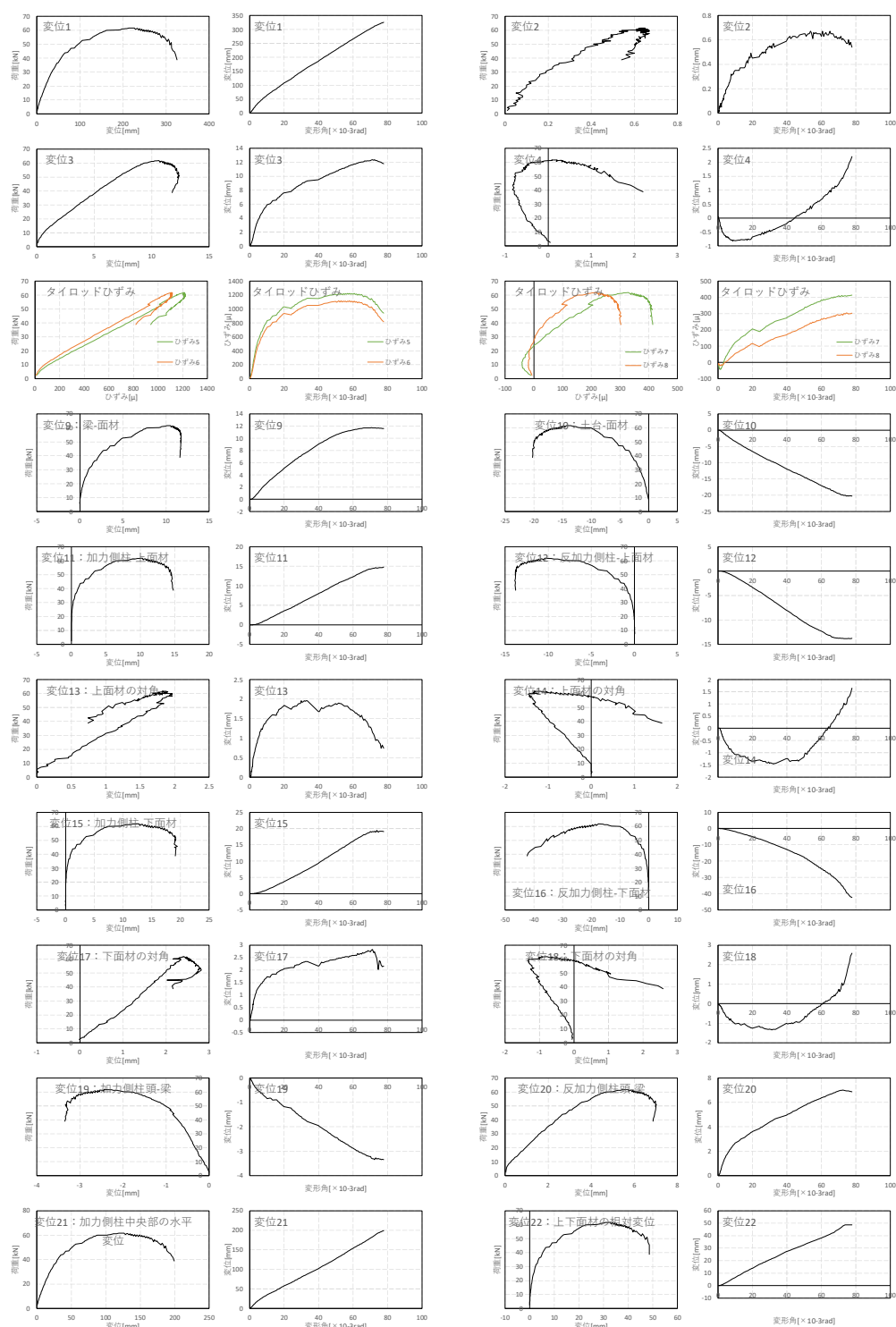


(3) 各種計測値

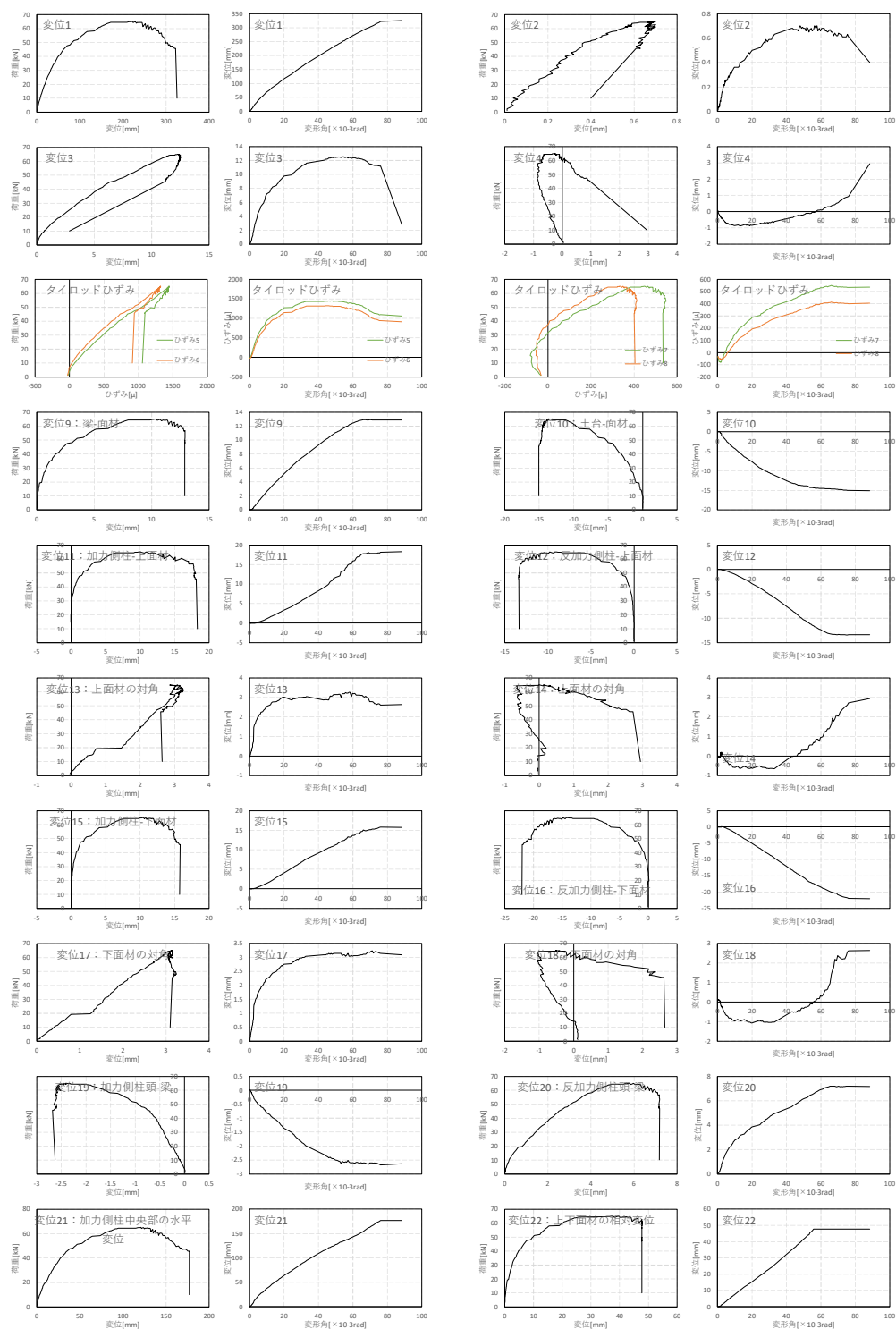
① No. 46-1



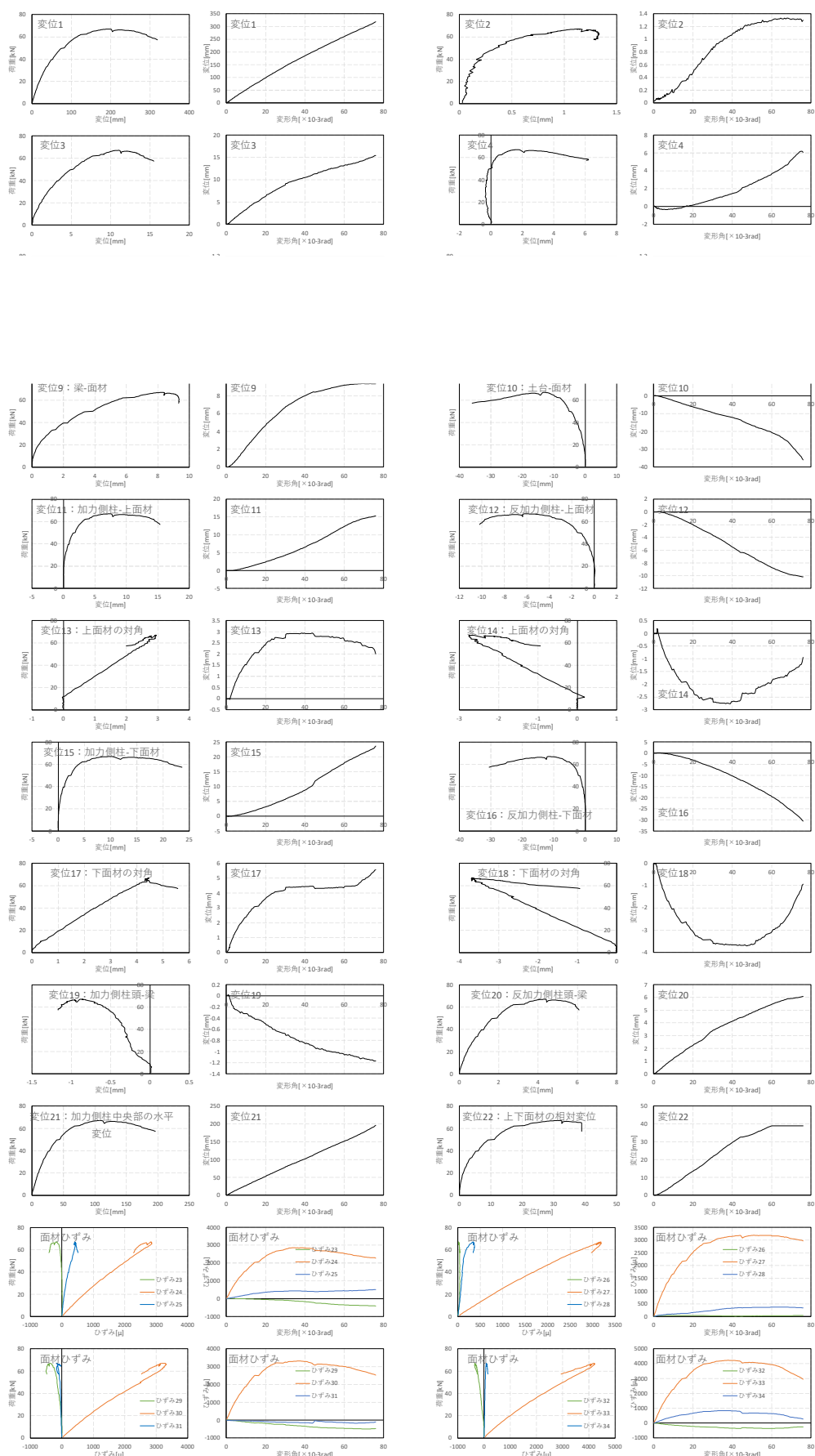
② No. 46-2



③ No. 46-3

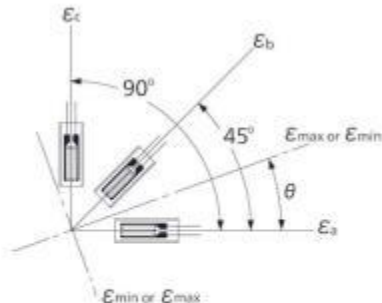
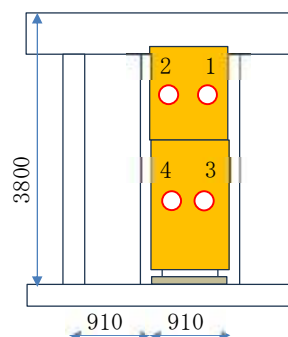


④ No. 54-1



(4) 面材のせん断応力度

面材 4 箇所のひずみを 3 軸ゲージで計測を行った。壁試験におけるせん断応力度状況を下式で算定したものを次頁以降に示す。



- 1 $\varepsilon_a \rightarrow \varepsilon_b \rightarrow \varepsilon_c$ 軸回りを正方向とする
- 2 角度 θ は
 - ・ $\varepsilon_a > \varepsilon_c$ の場合は ε_a 軸と最大主ひずみのなす角をあらわす
 - ・ $\varepsilon_a < \varepsilon_c$ の場合は ε_a 軸と最小主ひずみのなす角をあらわす
 - ・ ε_a と ε_c の大ききの比較は $\pm$ の符号を含める

最大主ひずみ

$$\varepsilon_{\max} = \frac{1}{2} \left[\varepsilon_a + \varepsilon_c + \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

最小主ひずみ

$$\varepsilon_{\min} = \frac{1}{2} \left[\varepsilon_a + \varepsilon_c - \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

主ひずみの方向 (ε_a 軸から)

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left[\frac{2\varepsilon_b - \varepsilon_a - \varepsilon_c}{\varepsilon_a - \varepsilon_c} \right]$$

最大せん断ひずみ

$$\gamma_{\max} = \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}}$$

最大主応力

$$\sigma_{\max} = \frac{E}{2(1-\nu)} \left[(1+\nu)(\varepsilon_a + \varepsilon_c) + (1-\nu) \times \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

最小主応力

$$\sigma_{\min} = \frac{E}{2(1-\nu)} \left[(1+\nu)(\varepsilon_a + \varepsilon_c) - (1-\nu) \times \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}} \right]$$

最大せん断応力

$$\tau_{\max} = \frac{E}{2(1+\nu)} \times \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}}$$

ν : ポアソン比

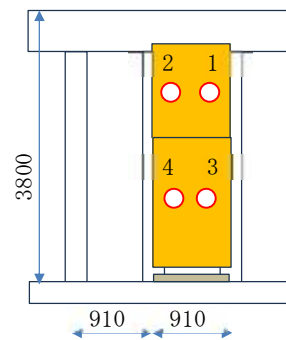
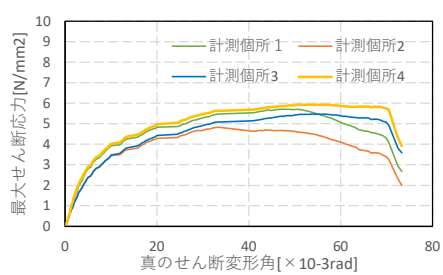
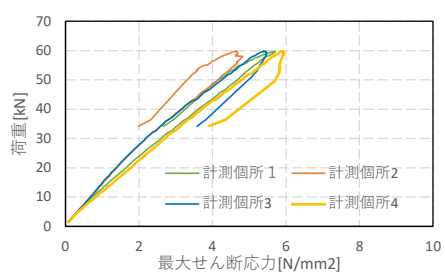
E : 縦弾性係数 (「工業材料の機械的性質」参照)

※ポアソン比は建築学の基礎 1 木質構造より 0.6、縦弾性係数は木構造設計規準・同解説より $4.5 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ とした。

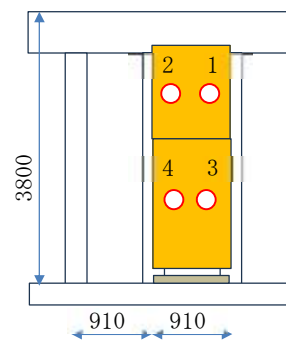
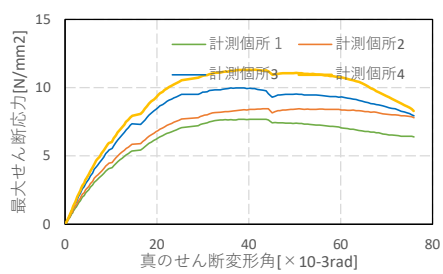
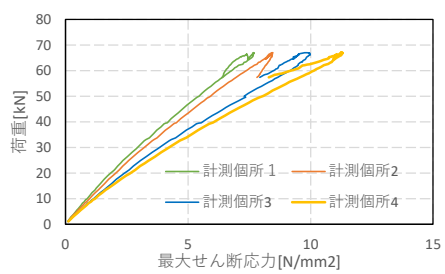
面材のポアソン比の数値は無垢材等とは異なるとされているため、面材のポアソン比の妥当な数値については検討が必要である (次年度以降の課題)。

次頁にせん断応力の計算結果を示す。せん断応力の傾向は概ね追えていることが分かる。

① No. 46-1



② No. 54-1



2.4 まとめ

2.4.1 試験及び検討結果のまとめ

(1) 今年度の実験結果のまとめ

■前期試験（壁長さ、壁高さをパラメータ）

[構造用合板 18mm 厚全層カラマツ、大壁仕様]

- ・壁長さは 1.0P 試験体に比べ、1.5P や 2.0P 試験体の耐力は 10%以内に収まった。
- ・壁高さは H=3.68m 試験体に比べ、H=2.92m 試験体の耐力はほぼ同値となった。
- ・めり込み補強の仕様変更（せん断力を負担する機構）の影響はほぼないことを確認した。

[構造用合板 24mm 厚全層スギ、真壁仕様]

- ・壁長さは 1.0P 試験体に比べ、1.5P や 2.0P 試験体の耐力は 20%以内に収まった。
- ・壁高さは H=3.68m 試験体に比べ、H=2.92m 試験体の耐力は 11%程度低くなった。
- ・1/20rad を過ぎたあたりから面材の面内せん断破壊が生じる試験体があったが、荷重変形関係的には脆性的な挙動とはならなかった。

■後期試験

[MDF18mm 厚大壁仕様]

- ・目標耐力 15 倍を満足し、破壊性状も靱性のある結果となった。

[構造用合板 18mm 厚全層カラマツ、大壁仕様（柱脚固定式）]

- ・柱脚固定式においても目標耐力を満足する結果となった。
- ・1/20rad 以降に柱脚金物部における柱の割裂等が生じ脆性的な破壊となった。

(2) 耐力壁の仕様及び適用範囲

昨年度及び今年度実施した耐力壁試験の結果から、面材、釘、軸材等の仕様から壁幅、壁高さの適用範囲を検討することができた。耐力壁の仕様及び適用範囲（案）の概要を以下に示す。

適用範囲の妥当性能検証ができていないため、次年度実施したいと考える。

■耐力壁仕様および適用範囲（案）の概要

項目		仕様 1	仕様 2	仕様 3
壁仕様		大壁	大壁	真壁
面材		構造用合板 18mm 厚 全層カラマツまたは全層ヒノキ、 片面・上下 2 枚張り	MDF18mm 厚または PB18mm 厚（密度 0.7g/cm ³ 程度）、 片面・上下 2 枚張り	構造用合板 24mm 厚、 全層スギ、 片面・上下 2 枚張り
接 合 具	外周	縦：CNZ75@75mm 2 列千鳥 横：CNZ75@200mm 2 列千鳥	縦：CNZ75@50mm 2 列千鳥 横：CNZ75@200mm 2 列千鳥	縦：CNZ75@75mm 2 列千鳥 横：CNZ75@200mm 2 列千鳥
	中通	CNZ75@150mm 1 列千鳥	CNZ75@150mm 1 列千鳥	CNZ75@150mm 1 列千鳥
柱頭		めり込み補強金物(360S)	めり込み補強金物(360S)	めり込み補強金物(360S)
柱脚		めり込み補強金物(120S)	めり込み補強金物(120S)	めり込み補強金物(120S)
柱		120×120、同一等級構成集成材、E95-F315、樹種ヒノキ		
柱側受け材		—	—	90×90、同一等級構成集成材。 E95-F315、樹種ヒノキ (STS6.5F-L180 @ 100 2 列千鳥)
桁		120×360、対称異等級構成集成材、E105-F300、樹種ヒノキ		
桁側、土台 側受け材		120×90、同一等級構成集成材。 E95-F315、樹種ヒノキ (STS6.5F-L180@端部 2 本留め、そ の他 125 以下 2 列千鳥)	120×90、同一等級構成集成材。 E95-F315、樹種ヒノキ (STS6.5F-L180@端部 2 本留め、そ の他 125 以下 2 列千鳥)	90×90、同一等級構成集成材。 E95-F315、樹種ヒノキ (STS6.5F-L180@端部 2 本留め、そ の他 125 以下 2 列千鳥)
壁高さ 横架材間距 離		2980～3680mm	2980～3680mm	2980～3680mm
壁幅		1P=910 1.5P=1365mm 2.0P=1820mm	1P=910mm 1.5P=1365mm 2.0P=1820mm	1P=910mm 1.5P=1365mm 2.0P=1820mm
短期許容せん断耐力※		29.8kN/m	33.1N/m	28.5kN/m

※グレー本準拠の評価。いずれもばらつき係数、低減係数 α を乗じた値

2.4.2 次年度に向けての開発の方向性

■構造用合板 24mm 厚 全層スギについて

No. 45 等の構造用合板 24mm 厚 全層スギを用いた耐力壁では、目標耐力の 15 倍相当を目指す面材の面内せん断破壊が生じる場合があることが確認された。

これは真壁仕様にする事で面材の幅が 910mm→750mm と狭くなることでせん断耐力がその分低下することや、全層スギがその他樹種にくらべてせん断強度が低いことも要因と考えられる。

そこで以下の耐力壁試験の仕様を提案する。

- ・ 構造用合板 24mm 厚（全層スギ）を用いた大壁仕様（面材幅 910mm）→真壁仕様との比較
- ・ 構造用合板 28mm 厚（全層スギ）を用いた真壁仕様（面材厚 24mm→28mm）★→面材の強度向上を狙う
- ・ 構造用合板 24mm 厚（表層カラマツ、中間層スギ）を用いた真壁仕様 ★→面材の強度向上を狙う

■軸材の樹種・断面について

本事業においては耐力壁の柱仕様は 120×120mm（同一等級構成集成材、E95-F315、樹種ヒノキ）としているが、樹種スギとしたいという要望も挙がっている。柱の樹種スギとする場合は、柱の寸法を大きくする必要がある。

そこで以下の耐力壁試験の仕様を提案する

- ・ 柱：120mm×180mm や 150mm×150mm など（同一等級構成集成材、E〇〇-F〇〇、樹種スギ）★
- ・ 面材、釘：No. 43、No. 45 仕様★

■要素試験

上記★印は要素試験のデータがないため、併せて要素試験（釘の一面せん断試験等）を提案する。

2.5 試験成績書

- ・ 依 R06-47-1 試験成績書
- ・ 依 R06-47-2 試験成績書
- ・ 依 R06-47-3 試験成績書