

第2章 構造特性係数等の合理化に関する検討

2.1 目的

小幅パネル架構、大版パネル架構②、梁勝ち架構を対象として、構造特性係数 D_s 、応力割増し係数 R_f を緩和の方向で見直す。

2.2 D_s, R_f の評価方法

2.2.1 許容耐力時・終局時の定義

荷重増分解析による各層の層せん断力ー層間変位関係に基づいて D_s, R_f を算出する。このとき、許容水平耐力時および終局時を次のように定義する。

許容水平耐力時：下記の 1), 2)のいずれかに最も早く到達する解析ステップ。

- 1) CLT 壁パネル等木質部材と接合部の応力が短期許容耐力に達する。
- 2) 層間変形角が $1/150\text{rad}$ に達する。

終局時：下記の 1)～3)のいずれかに最も早く到達する解析ステップ。

- 1) CLT 壁パネルの面内曲げ応力が下記の M に達する。

$$M = \min(M_{a1}, M_{a2}) \quad (2.2.1)$$

ここで、

$$M_{a1} = \frac{D - 0.85x_n}{2} \cdot C + \frac{D + 2x_n}{6} \cdot T \quad (2.2.2)$$

$$M_{a2} = \left(\frac{N}{D \cdot t \cdot F_c} + 1 \right) \cdot Z \cdot F_b \quad (2.2.3)$$

$$x_n = \frac{N + F_b \cdot t \cdot D / 2}{(0.85^2 \cdot F_c + 1/2 \cdot F_b) \cdot t} \quad (2.2.4)$$

$$T = F_b \cdot t \cdot (D - x_n) / 2 \quad (2.2.5)$$

$$C = 0.85^2 F_c \cdot t \cdot x_n \quad (2.2.6)$$

N : 壁パネルの軸力

F_c : 面内圧縮の基準強度

F_b : 面内曲げの基準強度

Z : 壁パネルの断面係数(全断面有効として)

t : 壁パネルの厚さ

D : 壁パネルの幅

- 2) CLT パネル以外の木質部材の応力度が基準強度に達する。

- 3) 接合部の変形が終局変形に達する。

2.2.2 等価一自由度系に関する諸量

荷重増分解析による各層の層せん断力ー層間変位関係をもとに、限界耐力計算告示(平 12 建告第 1457 号)第 3 を準用して等価一自由度系に関する諸量を(2.2.7)～(2.2.9)式によって求める。

$$A = Q_B \cdot \frac{\sum m_i \cdot d_i^2}{(\sum m_i \cdot d_i)^2} \quad : \text{加速度} \quad (2.2.7)$$

$$\Delta = \frac{\sum m_i \cdot d_i^2}{\sum m_i \cdot d_i} \quad : \text{代表変位} \quad (2.2.8)$$

$$M_u = \frac{(\sum m_i \cdot d_i)^2}{\sum m_i \cdot d_i^2} \quad : \text{有効質量} \quad (2.2.9)$$

ここで、 Q_B : 1 階の層せん断力

m_i : i 階の質量
 d_i : i 階の基礎からの水平変位

2.2.3 D_s の評価方法

(1) 等価一自由度系の塑性率に基づく D_s 【方法 1】

終局時に至るまでの加速度 A - 代表変位 Δ 関係に対応するエネルギー的に等価な完全弾塑性バイリニア関係から計算される塑性率 μ を用いて (2.2.10) 式により D_s を計算する。

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \quad (2.2.10)$$

(2) 限界耐力計算による必要ベースシアに等価な D_s 【方法 2】

限界耐力計算による必要ベースシアに等価な D_s を (2.2.11) 式によって算出する。

$$\left. \begin{array}{l} \text{第一種地盤} \\ \text{第二種地盤} \\ \text{第三種地盤} \end{array} \right\} D_s = \min \left(1.224F_h \cdot p, \frac{0.123F_h^2 \cdot p^2}{\Delta_s} \right) \cdot \frac{R_m}{R_t} \quad (2.2.11)$$

ここで、 p : 階数に応じた係数 (下記の値とする)

平屋建て 0.80 2階建て 0.85 3階建て 0.90 4階建て 0.95 5階建て以上 1.00

$$F_h = \frac{1.5}{1 + 10h} \quad : \text{減衰による加速度低減率} \quad (2.2.12)$$

$$h = 0.2 \left(1 - \sqrt{\frac{\Delta_d \cdot A_s}{\Delta_s \cdot A_d}} \right) + 0.05 \quad : \text{等価一自由度系の減衰定数} \quad (2.2.13)$$

$$R_m = \frac{M_{us}}{\sum m_i} \quad : \text{有効質量比} \quad (2.2.14)$$

Δ_d : 許容耐力時の代表変位
 Δ_s : 終局時の代表変位
 A_d : 許容耐力時の加速度
 A_s : 終局時の加速度
 M_{us} : 終局時の有効質量
 R_t : 昭 55 建告第 1793 号による振動特性係数

2.2.4 R_f の評価方法

部材・接合部を塑性化要素と弾性要素に区分し、それらの R_f を(2.2.15)式、(2.2.16)式によって算出する。塑性化要素とは終局時に塑性化(非線形化)を許容する部材・接合部であり、弾性要素とは終局時においても弾性範囲(終局耐力以下)に留める部材・接合部である。

$$\text{塑性化要素} \quad R_f = \max(R_{f1}, 1.0) \quad (2.2.15)$$

$$\text{弾性要素} \quad R_f = \max(R_{f1}, R_{f2}/\gamma_a, 1.0) \quad (2.2.16)$$

ここで、

$$R_{f1} = \frac{Q_a}{Q_u} \cdot \frac{D_s}{0.2} \quad (2.2.17)$$

$$R_{f2} = \frac{f}{F} \cdot \frac{s_u}{s_a} \quad (2.2.18)$$

γ_a : 1次設計時水平耐力検定比

Q_a : 許容耐力時ベースシア

Q_u : 終局時ベースシア

f : 短期許容応力度または短期許容耐力

F : 基準強度または終局耐力

s_a : 許容耐力時応力

s_u : 終局時応力

技術基準告示第九第二号における応力割増し率の規定では、耐力壁－基礎以外の引張接合部およびせん断接合部が弾性要素、それ以外の部材・接合部が塑性化要素とみなされている。本検討では壁パネル端の引張・圧縮接合部を非線形要素とし、それ以外の部材・接合部は線形要素とする。これに対応すれば、前者を塑性化要素、後者を弾性要素とするのが適切であるが、一方で CLT 壁パネルの終局面内曲げ耐力を、パネル圧縮縁の非線形化による曲げ耐力の上昇効果を考慮した(2.2.1)式で算出することとしており、この点から CLT 壁パネルも塑性化要素とみなすべきかもしれない。現時点ではそれを的確に判断することができないので、全ての部材・接合部について(2.2.17)式、(2.2.18)式による R_{f1} 、 R_{f2} を算出することとする。

2.2.5 D_s 、 R_{f1} の試算

2.2.3 項に示す 2 つの D_s 評価方法、および 2.2.4 項に示す R_{f1} 評価方法により、H26、27 年度振動台実験結果に基づいて算出した D_s 、 R_{f1} を図 2.2.1 および表 2.2.1 に示す。ただし、(2.2.17)式における Q_a 、 Q_u に代えて A_d 、 A_s を用いている。

- A 棟は層間変形角 1/50 時付近で 1 階壁パネルに圧壊が生じており、2.2.1 項に示すクライテリアを満足していない可能性が高い。
- D_s (γ_u 大) の値は B 棟で「方法 1 < 方法 2」、E 棟で「方法 1 > 方法 2」、その他は「方法 1 ≒ 方法 2」。
- B、C 棟では A_d が大きすぎる。実際の R_{f1} は算出結果の 0.6~0.7 程度と考えられる。

表 2.2.1 振動台実験結果に基づく D_s 、 R_{f1}

試験体		A 棟	B 棟	C 棟	D 棟	E 棟	
方法 1	D_s	0.428	0.232	0.248	0.300	0.404	
方法 2 ^{※1}	γ_u 小	D_s	0.637	0.603	0.495	0.565	0.524
		R_{f1}	1.50	2.58	1.56	1.51	1.12
	γ_u 大	D_s	0.424	0.332	0.244	0.316	0.310
		R_{f1}	1.26	1.52	0.84	0.74	0.56

※1 終局時層間変形角 γ_u は、A 棟では「 γ_u 小」で 1/50、「 γ_u 大」で 1/40、B~E 棟では「 γ_u 小」で 1/30、「 γ_u 大」で 1/20 とした。また、許容耐力時は層間変形角 1/200 時とした。

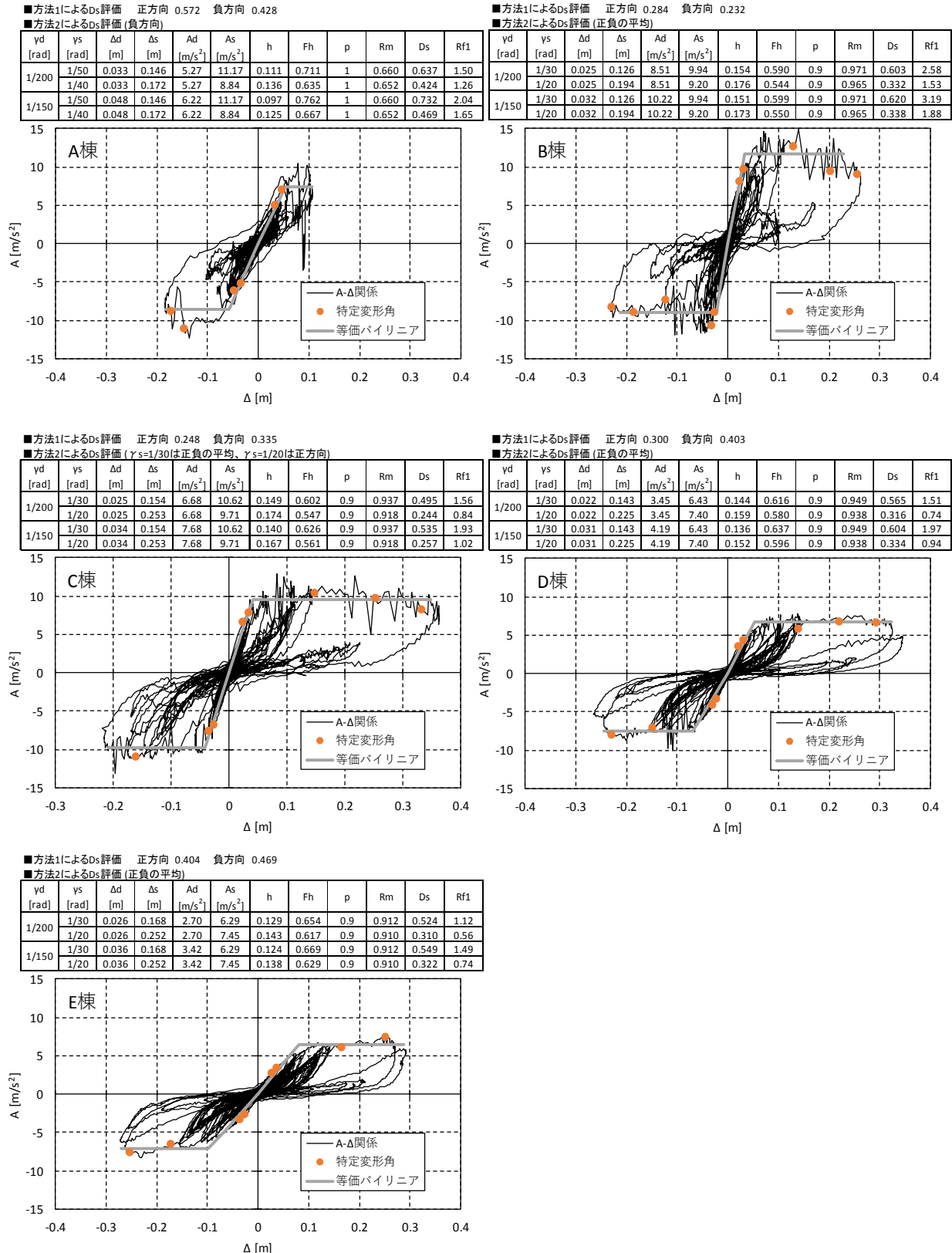


図 2.2.1 H26, 27 年度振動台実験結果に基づく D_s、R_{f1} の評価

2.3 実態に即した構造モデルの検討

2.3.1 構造モデルの構成方法

(1) 概要

「大版パネル架構②」について、構面水平加力実験、接合部要素実験等、及び試験体に対応する構造モデルを用いた解析を実施し、耐震性能が亀裂発生後も保持されるメカニズム、およびそれを保証するための付帯条件を明らかにする。本検討では、既往の実験も含めた大版パネル架構に対応するMS要素を用いたモデル化を提案し、実験結果に適合するための条件を確認する。条件として、接合部の応力変形特性、部材の応力度歪特性、及び水平構面の寄与などが考えられる。ここでは解析結果が既往の実験結果に適合することを目標とし、既往の知見に照らして妥当と考えられる範囲でそれらを調整する。本検討で対象とする①「H25 年度有開口大版パネル構面水平加力実験」、②「H31 年度大版パネル架構②構面水平加力実験」、③「H27 年度振動台実験」の試験体図を次頁以降に示す。

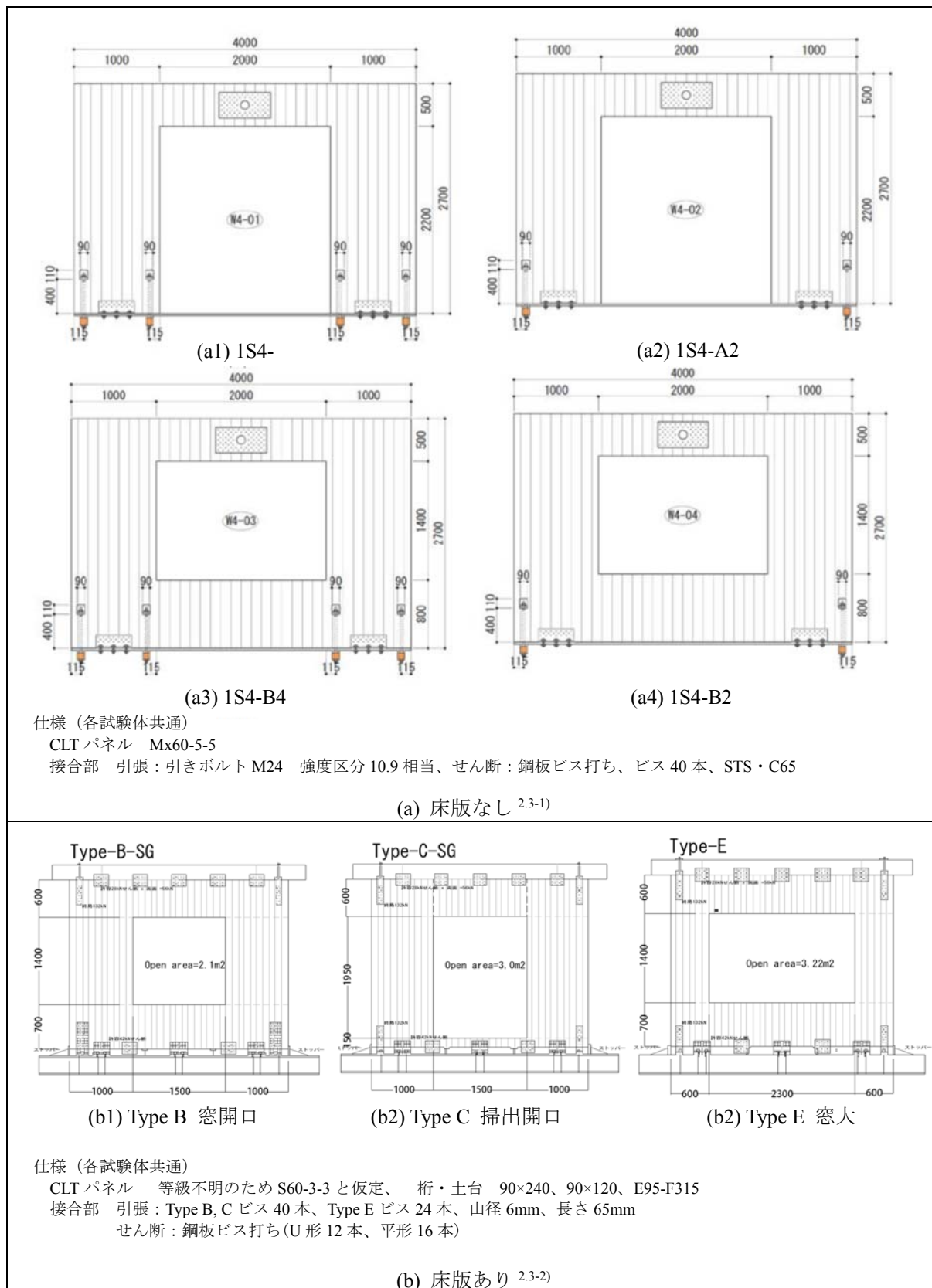


図 2.3.1 H25 年度有開口大版パネル構面水平加力実験の試験体図 2.3-1) 2.3-2)

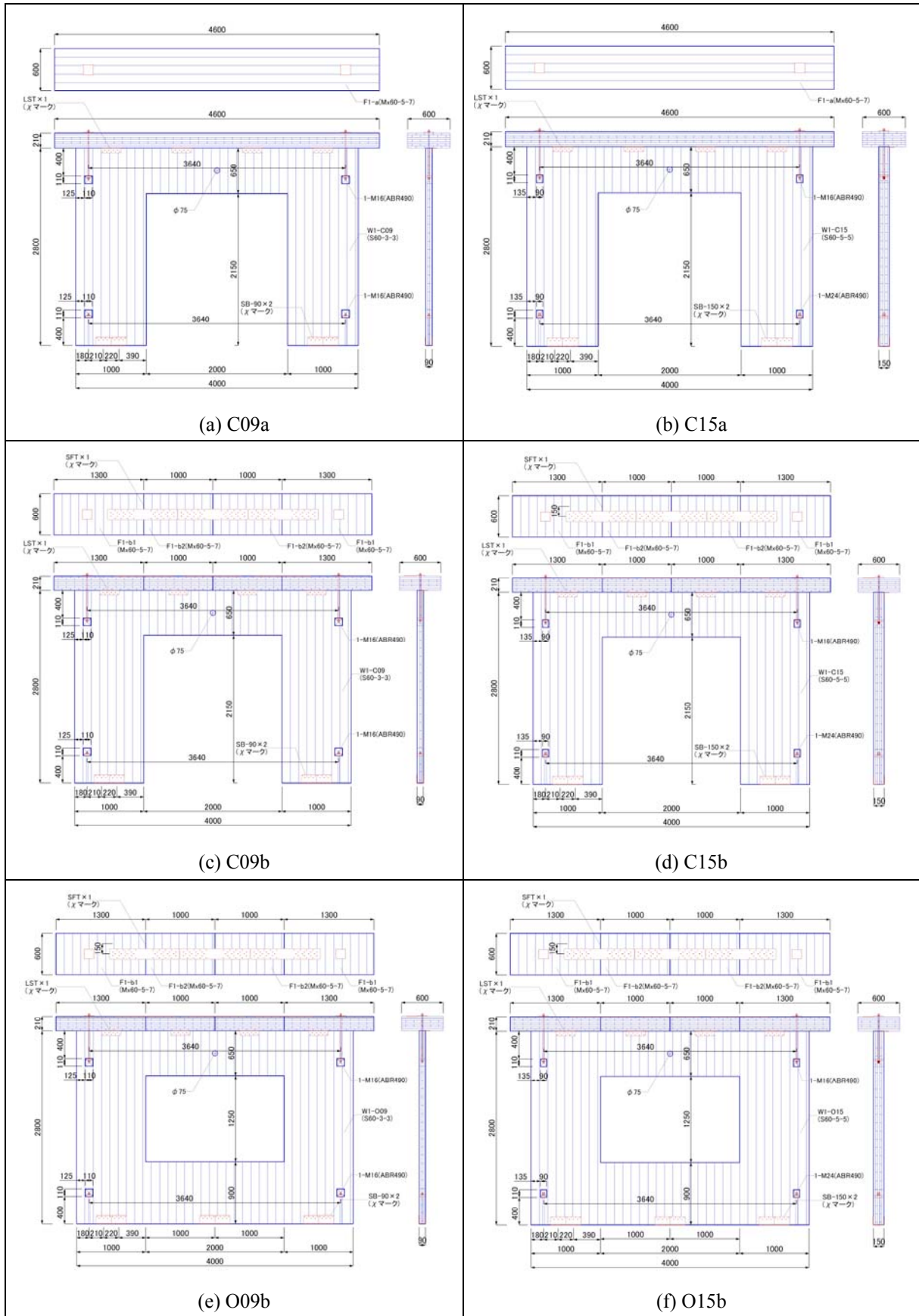
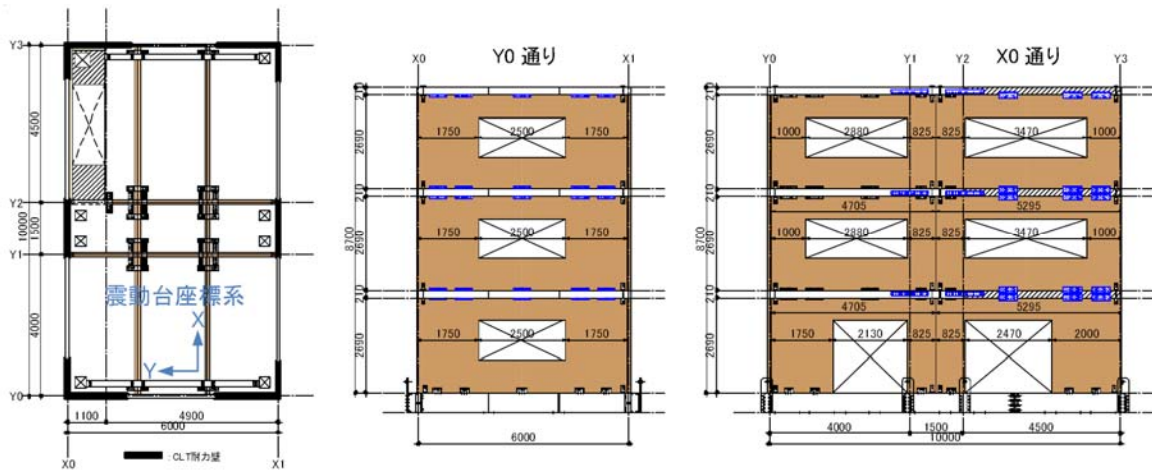
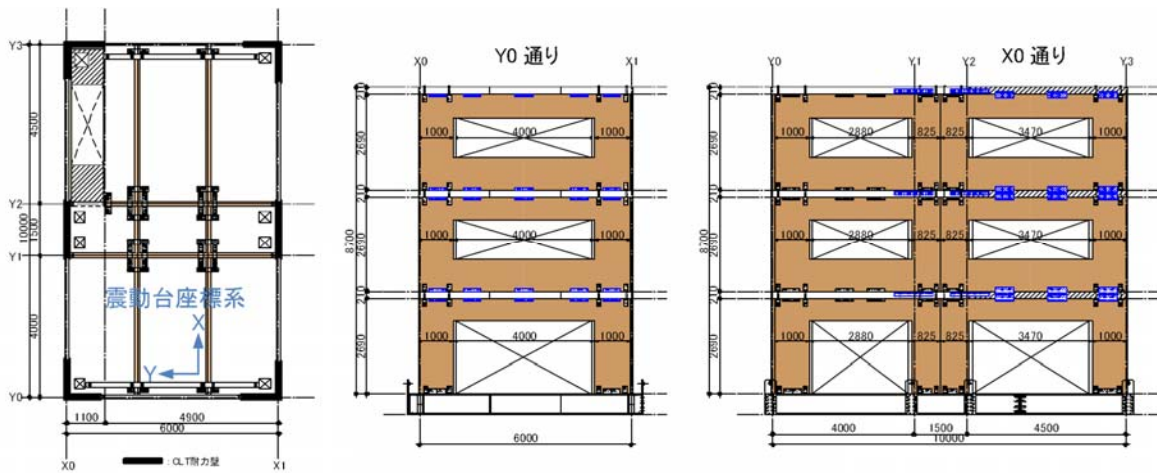


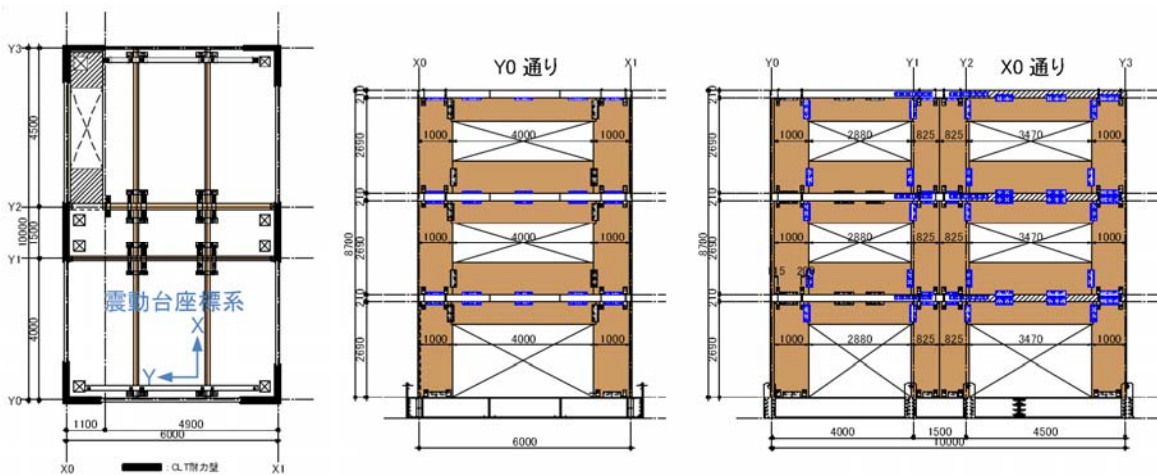
図 2.3.2 H31 年度大版パネル架構②構面水平加力実験の試験体図



(a) C棟



(b) D棟



(c) E棟

図 2.3.3 H27 年度振動台実験振動台実験の試験体・軸組図 2.3-3)

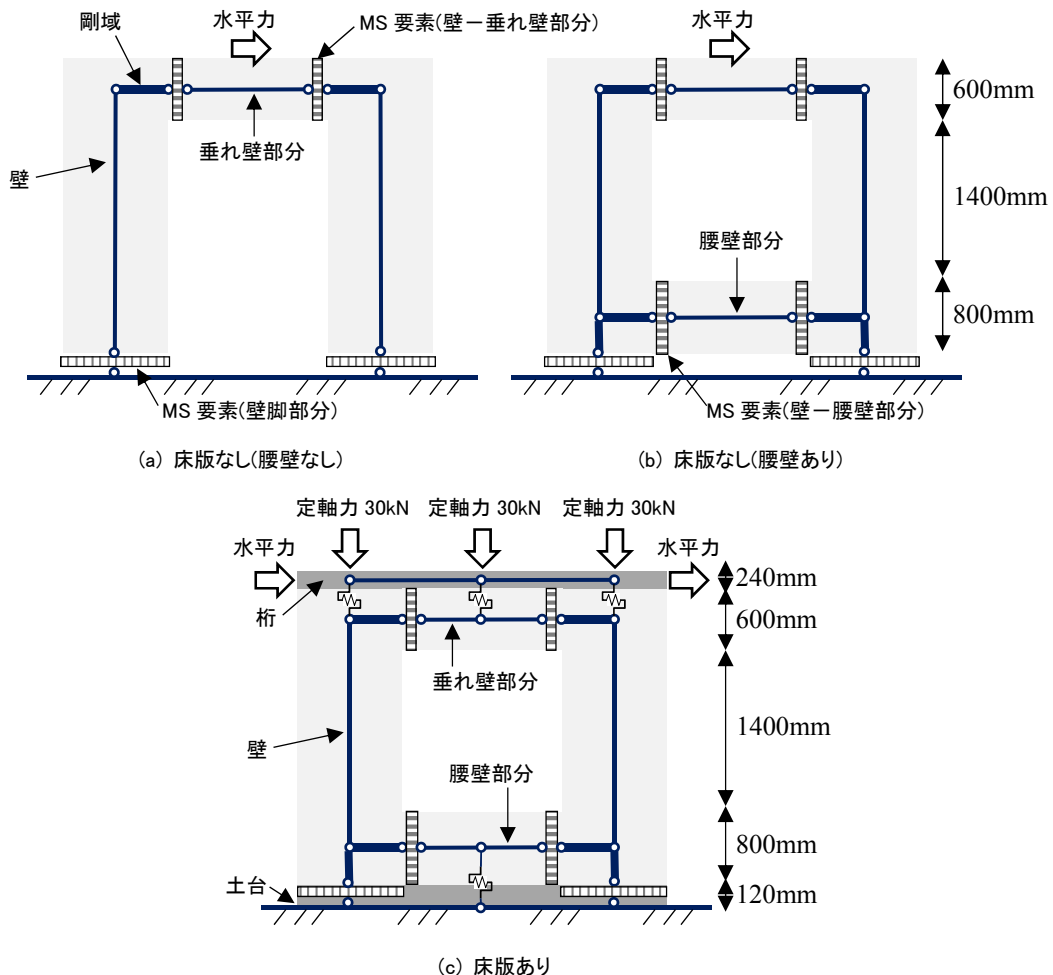
(2) 解析モデル

(2.1) H25 年度有開口大版パネル構面水平加力実験に対応する解析モデル

■モデル化の概要

解析モデルを下図に示す。解析モデルを構成する部材及び接合部は以下のようにモデル化する。

- ① CLT パネル及び集成材梁は、使用材料の材料定数と部材の断面寸法による断面性能を与えた弾性の線材要素に置換し、曲げ変形、せん断変形、軸方向変形を考慮する。
- ② 柱脚部と袖壁－垂れ壁・腰壁部分について、軸・曲げに対しては MS 要素を、せん断力に対しては独立したせん断バネを配置する。なお、MS 要素の断面分割数は 10 分割^{2,3,4)}とする。
- ③ 袖壁－垂れ壁・腰壁部分の MS 要素は袖壁と垂れ壁・腰壁部分の境界位置に配置することとし、袖壁と MS 要素は壁幅の 1/2 の長さの剛材で繋ぐこととする。
- ④ 柱脚部の MS 要素は袖壁と基礎または床・土台の境界位置に配置することとする。腰壁部分がある場合、腰壁部分の材心位置より下側は剛材とする。
- ⑤ 床又は梁を設ける場合、当該部材と柱頭・垂れ壁をせん断バネ要素で繋ぐこととする。
- ⑥ P Δ 効果は考慮することとする。



※MS 要素の断面分割数は壁幅の 1/10 とする

図 2.3.4 大版パネルの解析モデル

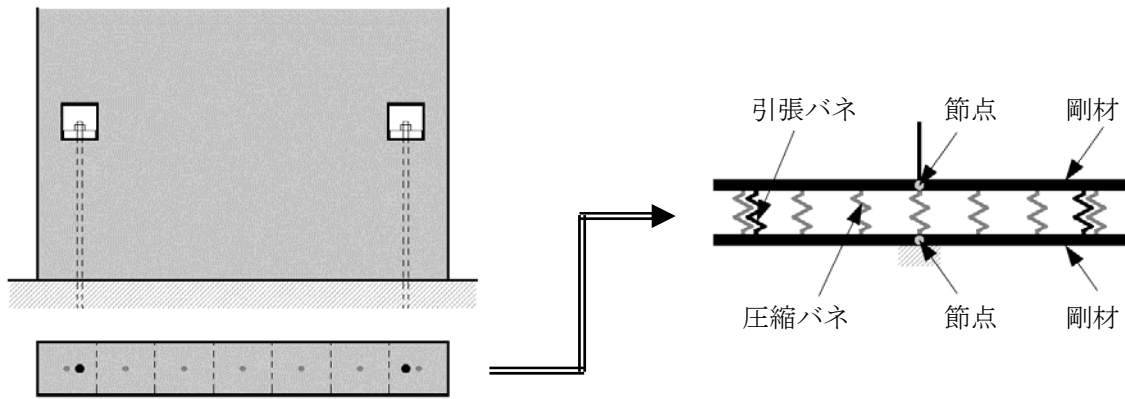


図 2.3.5 MS 要素の断面分割と引張バネの配置

■鉛直荷重、水平力

床版なしでは、垂れ壁中央部に水平力を与える。床版ありでは、床版の両端部に水平力を与える。また、床版ありは、床版に 90kN の定軸力を与えた状態で水平力を与える。解析は、いずれも変位増分解析を行う。

■ CLT パネル

CLT パネルは線材置換でモデル化し、弾性係数を CLT マニュアルに基づき設定する。袖壁、垂れ壁、腰壁は弾性とし、袖壁部分・垂れ壁・腰壁部分のみ弾塑性として MS 要素(断面分割数は 10(等間隔))でモデル化する。なお、当該部分の復元力特性は弱軸方向の面内曲げで表現できると仮定する。基準強度について、引張側は曲げ基準強度 F_b 、圧縮側は圧縮基準強度 F_c とした。応力度 σ -歪 ε 関係を下图に示す。各基準強度は既往の実験結果^{2.3-5) 2.3-6)}に基づき、次頁に示す手順で設定した。

Mx60-5-5(150mm 厚)

$$E_{\text{面内,強軸}}=3000\text{N/mm}^2, E_{\text{面内,弱軸}}=1200\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$F_{c\text{強軸}}=17.00\text{N/mm}^2, F_{c\text{弱軸}}=10.20\text{N/mm}^2$$

$$F_{b\text{強軸}}=13.50\text{N/mm}^2, F_{b\text{弱軸}}=8.10\text{N/mm}^2$$

S60-3-3(90mm 厚)

$$E_{\text{面内,強軸}}=4000\text{N/mm}^2, E_{\text{面内,弱軸}}=2000\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$F_{c\text{強軸}}=22.67\text{N/mm}^2, F_{c\text{弱軸}}=11.33\text{N/mm}^2$$

$$F_{b\text{強軸}}=18.00\text{N/mm}^2, F_{b\text{弱軸}}=9.00\text{N/mm}^2$$

S60-5-5(150mm 厚)[※]

$$E_{\text{面内,強軸}}=3600\text{N/mm}^2, E_{\text{面内,弱軸}}=2400\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$F_{c\text{強軸}}=20.40\text{N/mm}^2, F_{c\text{弱軸}}=13.60\text{N/mm}^2$$

$$F_{b\text{強軸}}=16.20\text{N/mm}^2, F_{b\text{弱軸}}=10.80\text{N/mm}^2$$

※後述の解析結果と実験結果の比較で示すように、「H26_1S4-A2」の CLT パネルを Mx60-5-5 としたときの解析結果の最大耐力が実験結果に対して低かったため、「H26_1S4-A2」のみ CLT パネルを Mx60-5-5 と S60-5-5 としたときの解析も行う。

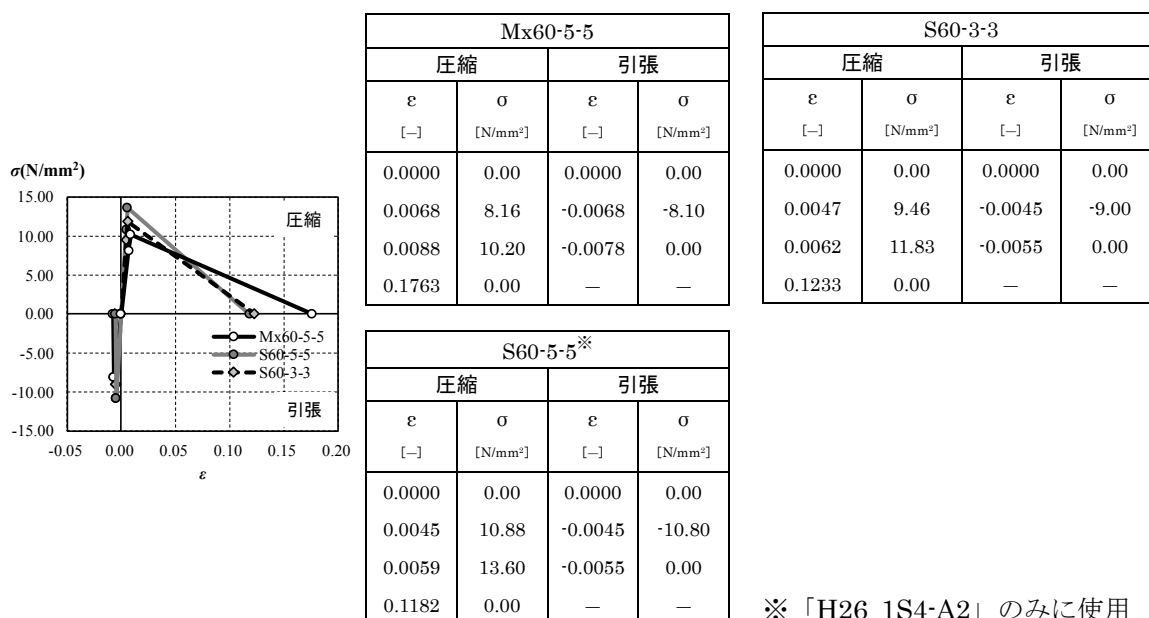


図 2.3.6 袖壁部分・垂れ壁・腰壁部分間の復元力特性

曲げ基準強度

平 13 国交告第 1024 号第三第九号ハに示されている算出方法による。その際、基準強度を平均性能相当と見なせるように、強度分布の 5% 下限値を算出するための調整係数(=0.6)を無視した値としている。ラミナの曲げ強度は同告示の表 1 による値(=27.0N/mm²)とした*。

圧縮基準強度

平 13 国交告第 1024 号第三第九号イに示されている算出方法による。その際、基準強度を平均性能相当と見なせるように、強度分布の 5% 下限値を算出するための調整係数(=0.75)を無視した値としている。ただし、ラミナの圧縮強度を同告示の表 1 による値(=21.6N/mm²)とした場合、後述の既往の実験結果^{2.3-6}と比較して、計算値が 30% 以上低い値であったため、ラミナの圧縮強度を既往の実験結果と概ね適合する値(=34.0N/mm²)とした*。

※S60-5-5、Mx60-5-5、S60-7-7 を対象に、本検討で設定したラミナの基準強度に基づいて算出した F_b と F_c について、既往の実験結果^{2.3-5}^{2.3-6}より得られた F_b と F_c の比較を以下に示す。S60-5-5、S60-7-7 については、計算値と実験値の相違は 10% 以下であった。Mx60-5-5 については実験値の方が 15% 以上高いが、S60-5-5 の実験結果よりも高くなっていることから、内層ラミナが M60 相当以上の性能を有していたためと考えられる。

		曲げ基準強度 F_b (N/mm ²)			圧縮基準強度 F_c (N/mm ²)				
		計算値	実験値	計算値/実験値	計算値 1	計算値 2	実験値	計算値 1/実験値	計算値 2/実験値
S60-5-5	強軸	16.2	14.8	1.09	20.4	13.0	19.4	1.05	0.67
	弱軸	10.8	9.9	1.09	13.6	8.6	14.1	0.96	0.61
Mx60-5-5	強軸	13.5	17.2	0.78	17.0	10.8	20.2	0.84	0.53
	弱軸	8.1	11.1	0.73	10.2	6.5	14.2	0.72	0.46
S60-7-7	強軸	15.4	13.9	1.11	19.4	12.3	18.7	1.04	0.66
	弱軸	11.6	11.6	1.00	14.6	9.3	13.8	1.06	0.67

計算値 1：ラミナの圧縮強度を 34.0N/mm² としたときの計算値

計算値 2：ラミナの圧縮強度を 21.60N/mm² (公称値)としたときの計算値

最大応力度到達後の荷重低下について、引張側は最大応力度到達時の歪 +0.0001 の点で荷重が 0 となるように設定した。圧縮側は、図 4 に示す既往の試験結果^{2.3-4}(高さ 200mm)を参考に、 σ - ε 関係より高さを 200mm としたときに F_c 到達時の変位 δ_{max} の 20 倍の変位で荷重が 0 となるような σ - ε 関係を設定した。

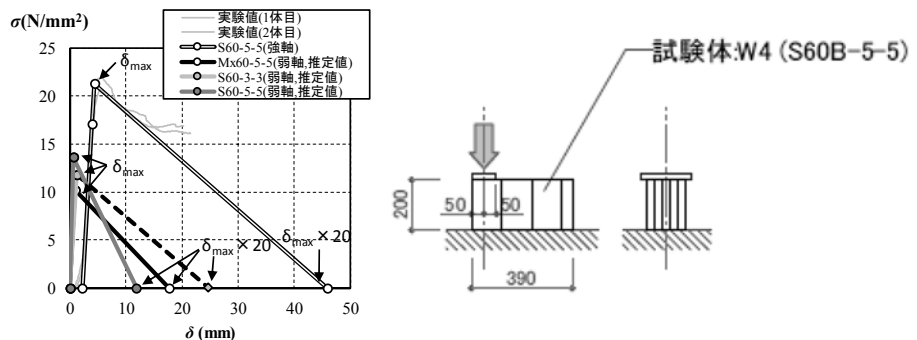
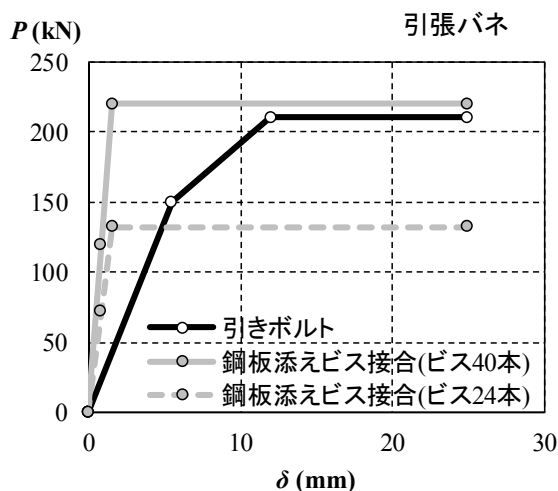


図 2.3.7 CLT パネルの支圧の σ - δ 関係 (高さ 200mm 時)

■ 接合部バネ

[引張バネ]

引張バネの荷重－変位関係を下図に示す。「床版なし」に用いる引きボルト接合部の荷重－変位関係は文献 2.3-3) に準拠し設定し、「床版あり」に用いる鋼板添えビス接合部の荷重－変位関係は CLT 設計施工マニュアル 2.3-7) に基づき、ビス 1 本あたりの剛性(=3.5kN/mm/本)、許容耐力(=3.0kN/本)及び終局耐力(=5.5kN/本)にビス本数を乗じた値とする。



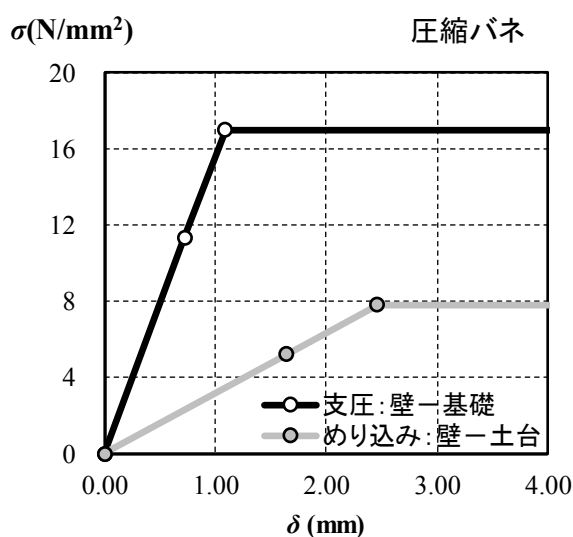
引きボルト ^{※1}		鋼板添えビス接合(ビス40本) ^{※2}		鋼板添えビス接合(ビス24本) ^{※3}	
δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.50	150.0	0.86	120.00	0.86	72.00
12.00	210.0	1.57	220.00	1.57	132.00
25.00	210.0	25.00	220.00	25.00	132.00

※1 「床版なし」に用いる
 ※2 「床版あり」の Type B 窓開口と Type C 掃出開口に用いる
 ※3 「床版あり」の Type E 窓大に用いる

図 2.3.8 引張バネ特性

[圧縮バネ]

1 階脚部の圧縮バネの応力度－変位関係を下図に示す。応力度－変位関係は CLT 設計施工マニュアル 2.3-7) に基づいて算出する。ただし、CLT パネルの圧縮基準強度 F_c は「(2) CLT パネル」に基づいて $F_c=17.00\text{N/mm}^2$ 、土台のめり込み基準強度 F_{cv} は、ヒノキを想定して $F_{cv}=7.8\text{N/mm}^2$ とした。土台の繊維直交方向のヤング係数 E_{90} は木質構造設計規準・同解説 2.3-8) に基づき $E_{90}=E/25$ ($E=9.5\text{kN/mm}^2$) とした。なお、圧縮バネは断面分割数を 10(等間隔)とした MS 要素でモデル化する。



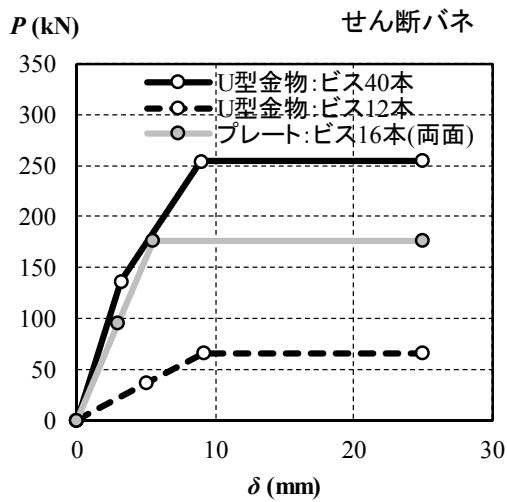
支圧:壁-基礎 ^{※1}		めり込み:壁-土台 ^{※2}	
δ [mm]	σ [N/mm ²]	δ [mm]	σ [N/mm ²]
0.00	0.00	0.00	0.00
0.73	11.33	1.64	5.20
1.09	17.00	2.46	7.80
30.00	17.00	30.00	7.80

※1 「床版なし」に用いる
 ※2 「床版あり」に用いる

図 2.3.9 圧縮バネ特性

[せん断バネ]

せん断バネの荷重－変位関係を下図に示す。「床版なし」に用いる U 型金物(ビス 40 本)の荷重－変位関係は文献 2.3-1)に基づき、要素試験結果 2.3-9)に基づく骨格曲線をビスの本数倍(=40/22=1.818)している。「床版あり」に用いる U 型金物(ビス 12 本)及びプレート(ビス 16 本)接合部の荷重－変位関係は CLT 設計施工マニュアルに基づき、ビス 1 本あたりの剛性(U 型金物の場合 1.0kN/mm/本、プレートの場合 0.6kN/mm/本)、許容耐力(=3.0kN/本)及び終局耐力(=5.5kN/本)にビス本数を乗じた値とする。



U 型金物 (ビス 40 本) ※1		U 型金物 (ビス 12 本) ※2		プレート (ビス 16 本、両面) ※2	
δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.20	136.4	5.00	36.0	1.50	96.0
9.00	254.4	9.16	66.0	2.75	176.0
25.00	254.5	25.00	66.0	25.00	176.0

※1 「床版なし」に用いる

※2 「床版あり」に用いる

図 2.3.10 せん断バネ特性

(2.2) 大版パネル架構②構面水平加力実験に対応する解析モデル

■モデル化の概要

解析モデルを下図に示す。解析モデルを構成する部材及び接合部は以下のようにモデル化する。

- ① CLT パネル及び集成材梁は、使用材料の材料定数と部材の断面寸法による断面性能を与えた弾性の線材要素に置換し、曲げ変形、せん断変形、軸方向変形を考慮する。
- ② 柱脚部と袖壁－垂れ壁・腰壁部分について、軸・曲げに対しては MS 要素を、せん断力に対しては独立したせん断バネを配置する。なお、MS 要素の断面分割数は 10 分割^{2.3.4)}とする。
- ③ 袖壁－垂れ壁・腰壁部分の MS 要素は袖壁と垂れ壁・腰壁部分の境界位置に配置することとし、袖壁と MS 要素は壁幅の 1/2 の長さの剛材で繋ぐこととする。
- ④ 柱脚部の MS 要素は袖壁と基礎または床・土台の境界位置に配置することとする。腰壁部分がある場合、腰壁部分の材心位置より下側は剛材とする。
- ⑤ 床又は梁を設ける場合、当該部材と柱頭・垂れ壁をせん断バネ要素で繋ぐこととする。
- ⑥ PA 効果は考慮することとする。

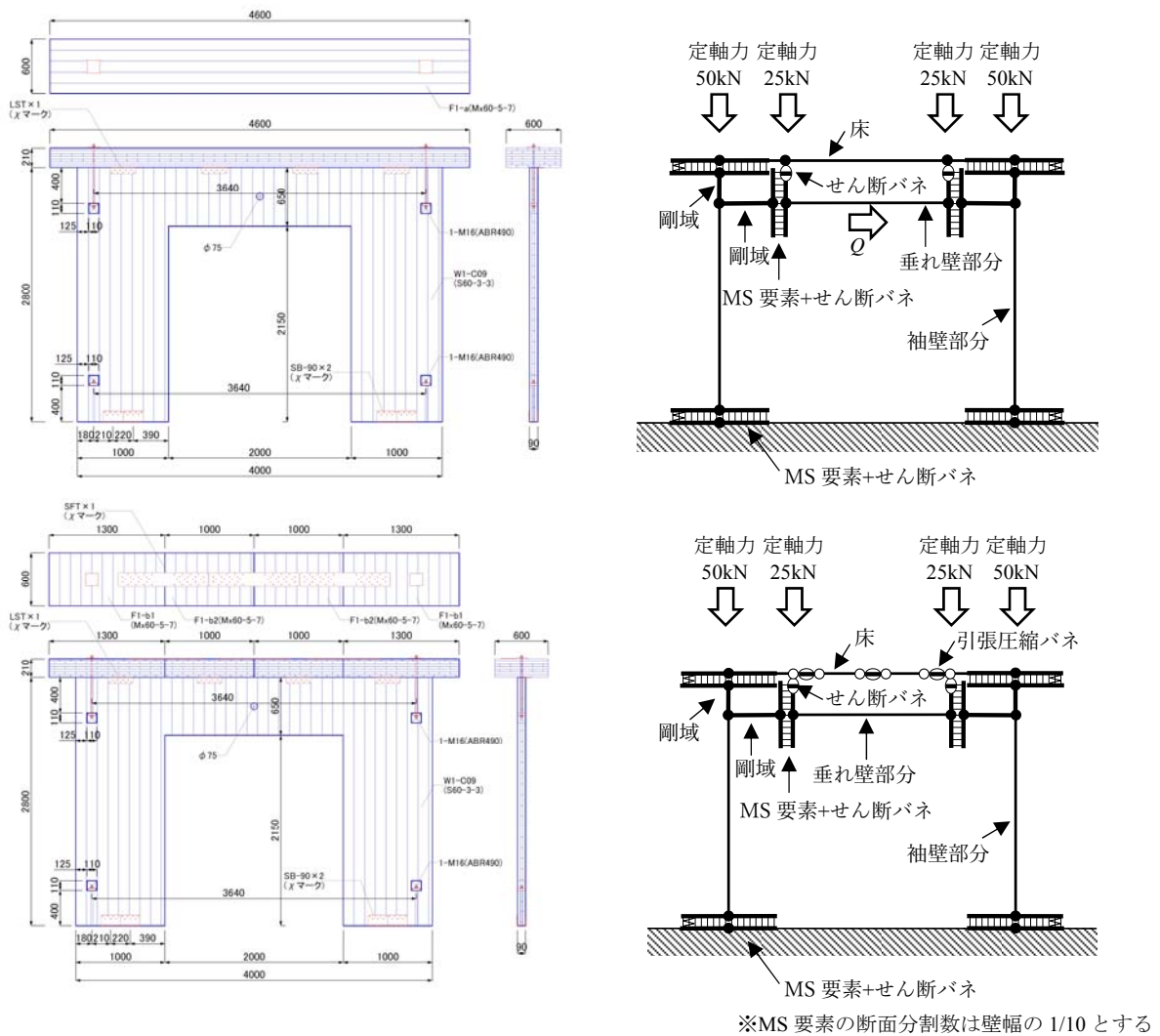


図 2.3.11 大版パネルの解析モデル

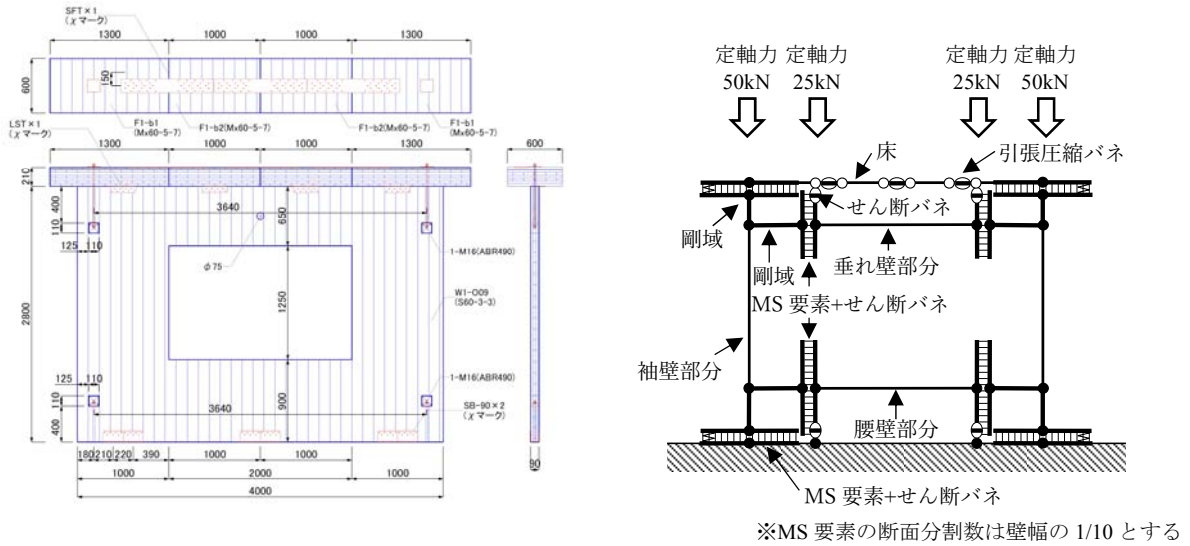


図 2.3.11 続 大版パネルの解析モデル

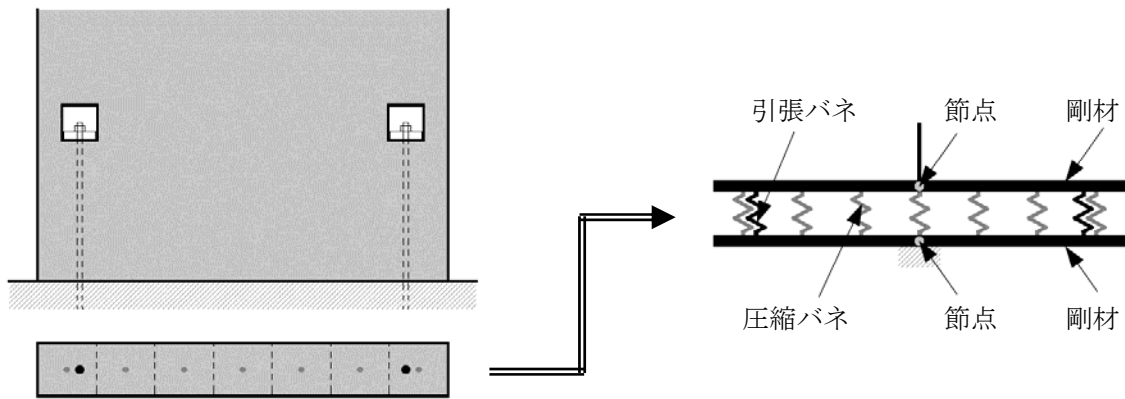


図 2.3.12 MS要素の断面分割と引張バネの配置

■鉛直荷重、水平力分布

水平力は、実験と同様に、垂れ壁中央部に作用させることとし、床版に 150kN の定軸力を与えた状態で変位増分解析を行う。

■CLT パネル

CLT パネルは線材置換でモデル化し、弾性係数を CLT 設計施工マニュアル 2.3-7) に基づき設定する。袖壁、垂れ壁、腰壁、床は弾性とし、袖壁部分・垂れ壁・腰壁部分のみ弾塑性として MS 要素でモデル化する。なお、当該部分の面内曲げ剛性は弱軸方向の面内曲げ剛性 $E_{\text{面内,弱軸}}$ で表現できると仮定する。面内曲げ耐力については、引張側は曲げ基準強度 F_b 、圧縮側は圧縮基準強度 F_c で表現できると仮定する。 F_c は要素試験結果に基づき設定した。 F_b は平 13 国交告第 1024 号第三第九号ハに示されている算出方法による。その際、基準強度を平均性能相当と見なせるように、強度分布の 5% 下限値を算出するための調整係数 (=0.6) で除した値を採用している*1。ラミナの曲げ強度は同告示の表 1 による値 (=27.0N/mm²) とした。応力度 σ - 歪 ε 関係*2 を下図に示す。

S60-3-3(90mm 厚)

$$E_{\text{面内,強軸}}=4000\text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{面内,弱軸}}=2000\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$F_{c\text{強軸}}=25.35\text{N/mm}^2, F_{c\text{弱軸}}=14.40\text{N/mm}^2$$

$$F_{b\text{強軸}}=18.00\text{N/mm}^2, F_{b\text{弱軸}}=9.00\text{N/mm}^2$$

S60-5-5(150mm 厚)

$$E_{\text{面内,強軸}}=3600\text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{面内,弱軸}}=2400\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$F_{c\text{強軸}}=23.57\text{N/mm}^2, F_{c\text{弱軸}}=19.71\text{N/mm}^2$$

$$F_{b\text{強軸}}=16.20\text{N/mm}^2, F_{b\text{弱軸}}=10.80\text{N/mm}^2$$

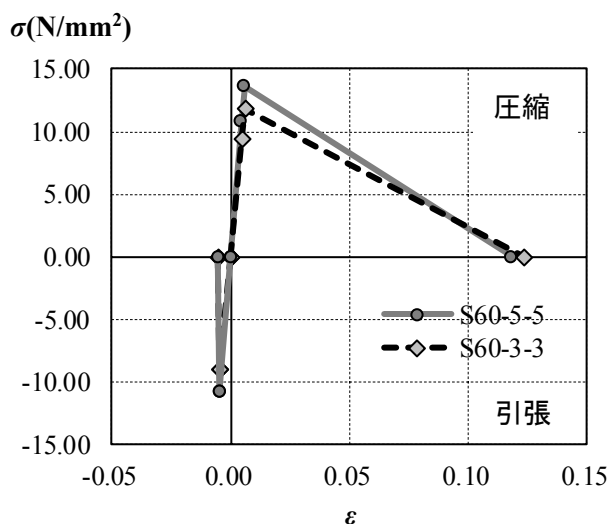
Mx60-5-7(210mm 厚)

$$E_{\text{面内,強軸}}=3600\text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{面内,弱軸}}=2400\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

※要素試験結果に基づく値



S60-3-3			
圧縮		引張	
ε	σ	ε	σ
[-]	[N/mm ²]	[-]	[N/mm ²]
0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.0047	9.46	-0.0045	-9.00
0.0062	11.83	-0.0055	0.00
0.1233	0.00	-	-

S60-5-5			
圧縮		引張	
ε	σ	ε	σ
[-]	[N/mm ²]	[-]	[N/mm ²]
0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.0045	10.88	-0.0045	-10.80
0.0059	13.60	-0.0055	0.00
0.1182	0.00	-	-

図 2.3.13 袖壁部分・垂れ壁・腰壁部分間の復元力特性

※1 F_b について、本検討で算出した値の妥当性を調べるために、S60-5-5、Mx60-5-5、S60-7-7 を対象に、既往の実験結果 2.3-5) 2.3-6) より得られた F_b の比較を下表に示す。S60-5-5、S60-7-7 については、計算値と実験値の相違は 10% 以下であった。Mx60-5-5 については実験値の方が 20% 以上高いが、S60-5-5 の実験結果よりも高くなっていることから、内層ラミナが M60 相当以上の性能を有していたためと推察される。

		曲げ基準強度 F_b (N/mm ²)		
		計算値	実験値	計算値/実験値
S60-5-5	強軸	16.2	14.8	1.09
	弱軸	10.8	9.9	1.09
Mx60-5-5	強軸	13.5	17.2	0.78
	弱軸	8.1	11.1	0.73
S60-7-7	強軸	15.4	13.9	1.11
	弱軸	11.6	11.6	1.00

※2 最大応力度到達後の荷重低下について、引張側は最大応力度到達時の歪+0.0001の点で荷重が0となるように設定した。圧縮側は、下図に示す既往の試験結果^{2,3,4}(高さ200mm)を参考に、 $\sigma - \varepsilon$ 関係より高さを200mmとしたときに F_c 到達時の変位 δ_{max} の20倍の変位で荷重が0となるような $\sigma - \varepsilon$ 関係を設定した。

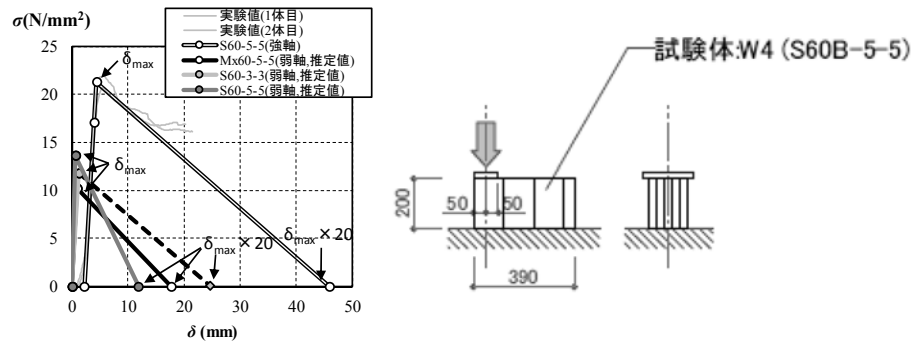
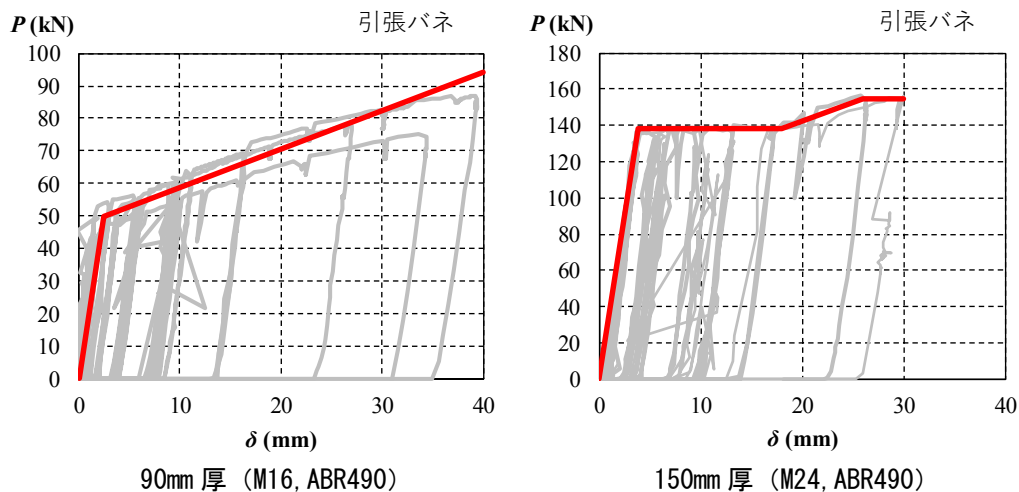


図 2.3.14 CLT パネルの支圧の $\sigma - \delta$ 関係 (高さ 200mm 時)

■ 接合部バネ

[引張バネ]

引張バネの荷重－変位関係を下図に示す。引きボルト接合部の荷重－変位関係は実験結果より得られた同接合部の荷重－変位関係より設定した。なお、荷重は引きボルト端部に設けた荷重計より、変位は柱脚部に設けた変位計より算出した。

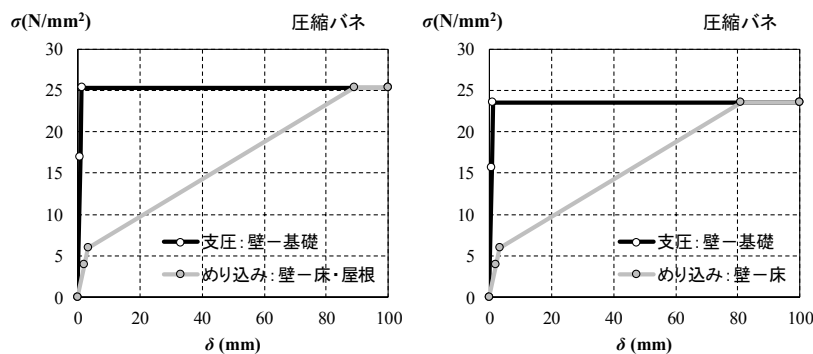


90mm 厚用設定値 (M16, ABR490)	
δ [mm]	P [kN]
0.00	0.0
2.50	50.0
40.00	94.0
150mm 厚用設定値 (M24, ABR490)	
δ [mm]	P [kN]
0.0	0.0
3.8	138.0
18.0	138.0
26.0	155.0

図 2.3.15 引張バネ特性

[圧縮バネ]

圧縮バネの応力度 σ －変位 δ 関係を下図に示す。 σ － δ 関係は CLT 設計施工マニュアル 2.3.7) に基づいて算出する。ただし、CLT パネルの圧縮基準強度 F_c は「(2) CLT パネル」で設定した値とした。なお、圧縮バネは断面分割数を 10(等間隔)とした MS 要素でモデル化する。



90mm 厚用設定値			
支圧: 壁-基礎		めり込み: 壁-床	
δ [mm]	σ [N/mm ²]	δ [mm]	σ [N/mm ²]
0.00	0	0.00	0.0
0.89	16.9	2.21	4.0
1.33	25.4	3.32	6.0
100.00	25.4	88.87	25.4
—	—	100.00	25.4
150mm 厚用設定値			
支圧: 壁-基礎		めり込み: 壁-床	
δ [mm]	σ [N/mm ²]	δ [mm]	σ [N/mm ²]
0	0.0	0.00	0.0
0.777	15.7	2.21	4.0
1.165	23.6	3.32	6.0
100.00	23.6	80.99	23.6
—	—	100.00	23.6

図 2.3.16 圧縮バネ特性

[せん断バネ]

せん断バネの荷重－変位関係を下図に示す。U 型金物(SB-90、SB-150)の荷重－変位関係は CLT 設計施工マニュアル 2.3-7)に示されている値を設定する。なお、鉛直荷重による摩擦抵抗を考慮して、初期剛性は剛相当(10000kN/mm)とした。

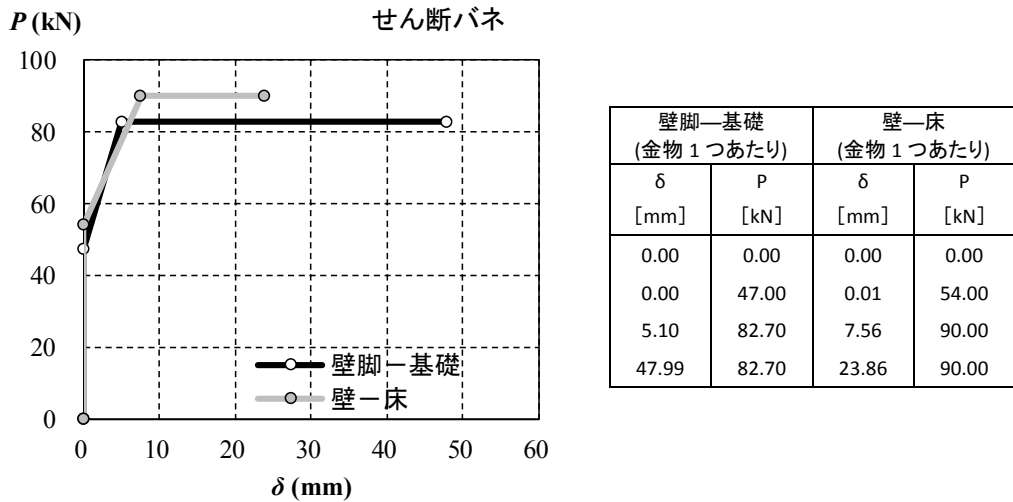


図 2.3.17 せん断バネ特性

・水平構面

水平構面(床－床間)に用いる引張バネ及びせん断バネの荷重－変位関係を下図に示す。「床－床引張 繊維平行方向」、「床－床引張 繊維直交方向」の荷重－変位関係は CLT 関連告示解説書・付録 2.3-10)に示されている値を設定する。

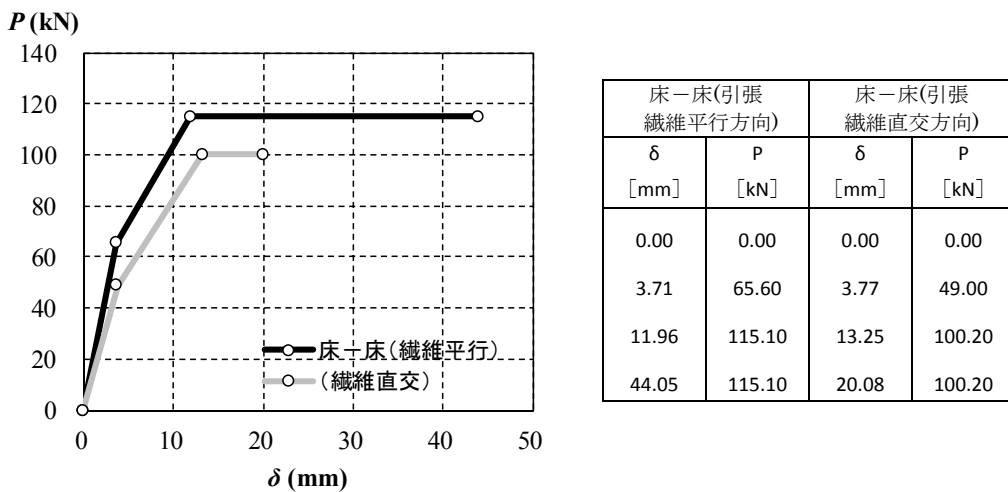


図 2.3.18 水平構面の引張バネ及びせん断バネ特性

(2.3) H27 年度振動台実験に対応する解析モデル

■モデル化の概要

解析モデルを下図に示す。解析モデルを構成する部材及び接合部は以下のようにモデル化する。

- ① 本検討では、いずれも対象とする試験体に対応する 3 次元立体解析モデルを作成し、変位増分解析を行う。
- ② CLT パネル及び集成材梁は、使用材料の材料定数と部材の断面寸法による断面性能を与えた弾性の線材要素に置換し、曲げ変形、せん断変形、軸方向変形を考慮する。
- ③ 柱脚部と袖壁－垂れ壁・腰壁(大版パネル架構の垂れ壁・腰壁部分も含む)間について、軸・曲げに対しては MS 要素を、せん断力に対しては独立したせん断バネを配置する。なお、MS 要素の断面分割数は 10 分割^{2.3-4)}とする。
- ④ 袖壁－垂れ壁・腰壁間の MS 要素は袖壁と垂れ壁・腰壁部分の境界位置に配置することとし、袖壁と MS 要素は壁幅の 1/2 の長さの剛材で繋ぐこととする。
- ⑤ 柱脚部及び柱頭部の MS 要素は袖壁と基礎または床の境界位置に配置することとする。垂れ壁がある場合、垂れ壁の材心位置より上側は剛材とする。同様に、腰壁がある場合も、腰壁の材心位置より下側は剛材とする。
- ⑥ 柱頭部の MS 要素の構成について、袖壁－床間のめり込み(圧縮)については袖壁と床の節点を MS 要素で接合する。袖壁相互の引張バネについては、上階袖壁脚部の節点と下階袖壁頭部の節点を MS 要素で接合する。
- ⑦ 上階と下階で袖壁の幅が異なる場合は、袖壁－床間のめり込み(圧縮)についてはそれぞれ袖壁脚部及び頭部と床の節点を MS 要素で接合する。袖壁相互の引張バネについては袖壁相互の材心が揃うように、幅が小さい方の材心から幅が大きい方の材心位置まで剛材を設けて、上階袖壁脚部の節点と下階袖壁頭部の節点を MS 要素で接合する。
- ⑧ 鉛直力のみ抵抗し、水平力には抵抗しない木質フレームは、弾性の線材要素に置換し、使用材料の材料定数と断面寸法による断面性能を与え、鉛直部材及び横架材の端部はピン接合とする。
- ⑨ 長期荷重(水平構面から鉛直構面への鉛直荷重の伝達)については、CLT 設計施工マニュアル^{2.3-7)}の第Ⅲ部 3.1.3 項(3)に例示されている図を参考に負担部分を設定する。
- ⑩ 地震力については、 A_i 分布に基づき設定する。地震荷重は各通りの床版梁要素に負担床面積に応じた水平力を分配して与える。
- ⑪ PA 効果は考慮することとする。

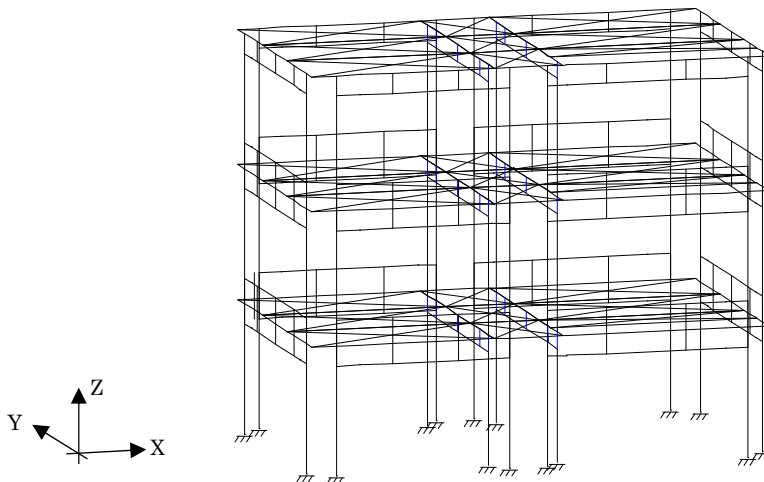
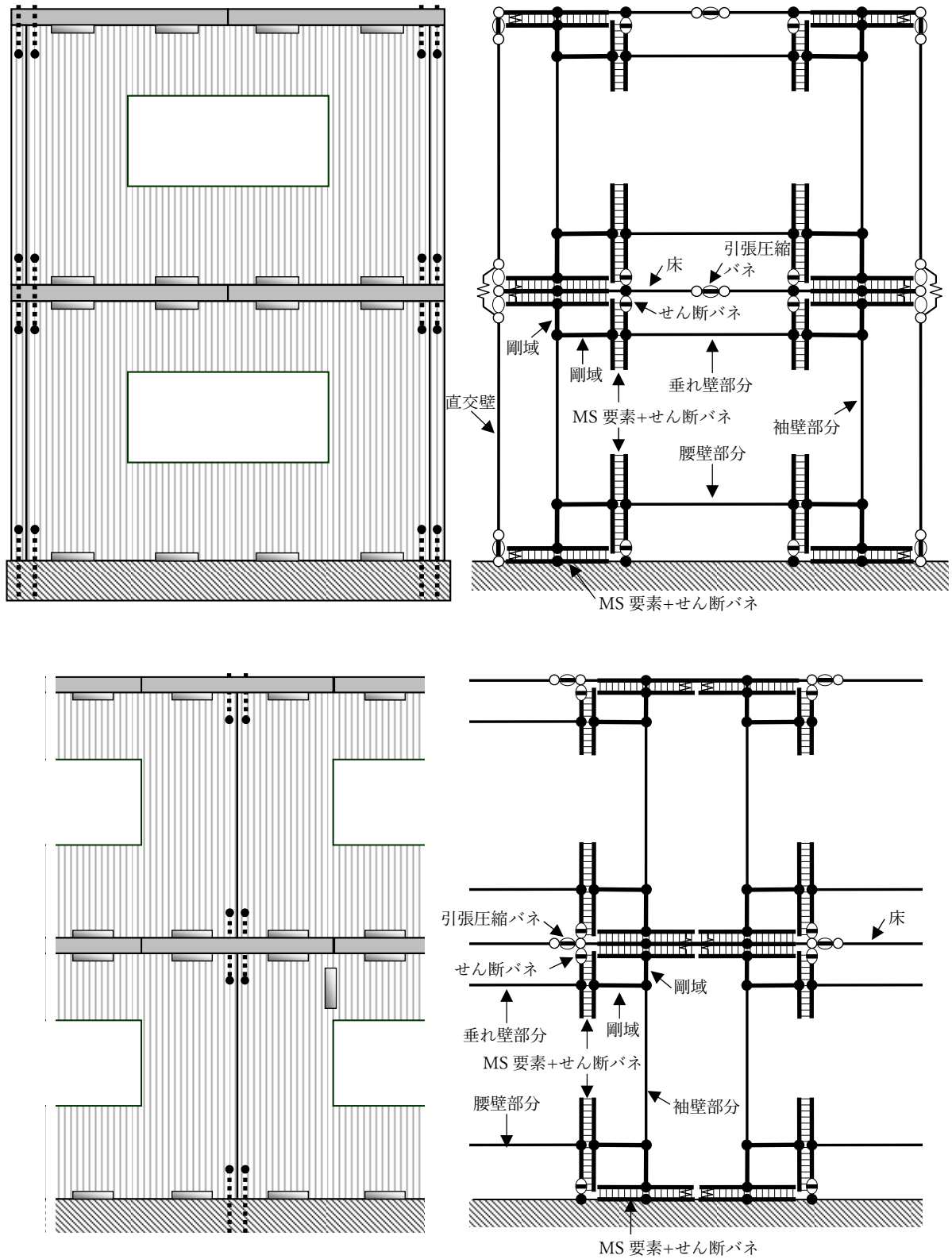
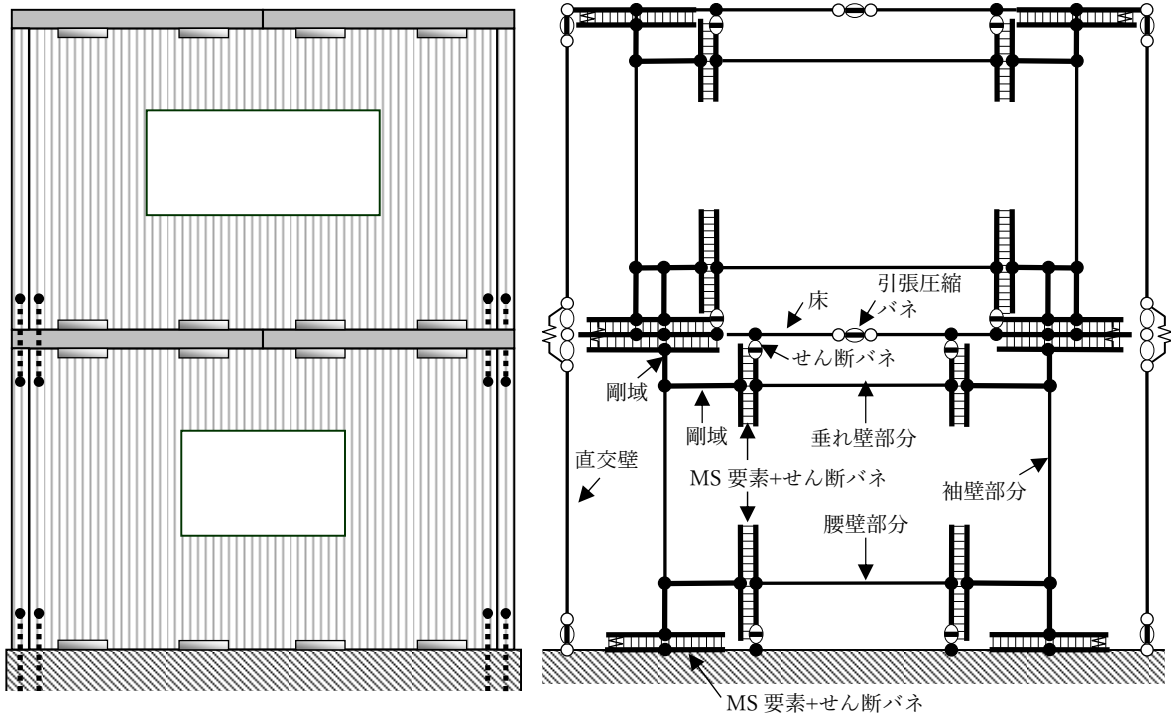


図 2.3.19 3次元解析モデルの例示(E棟)



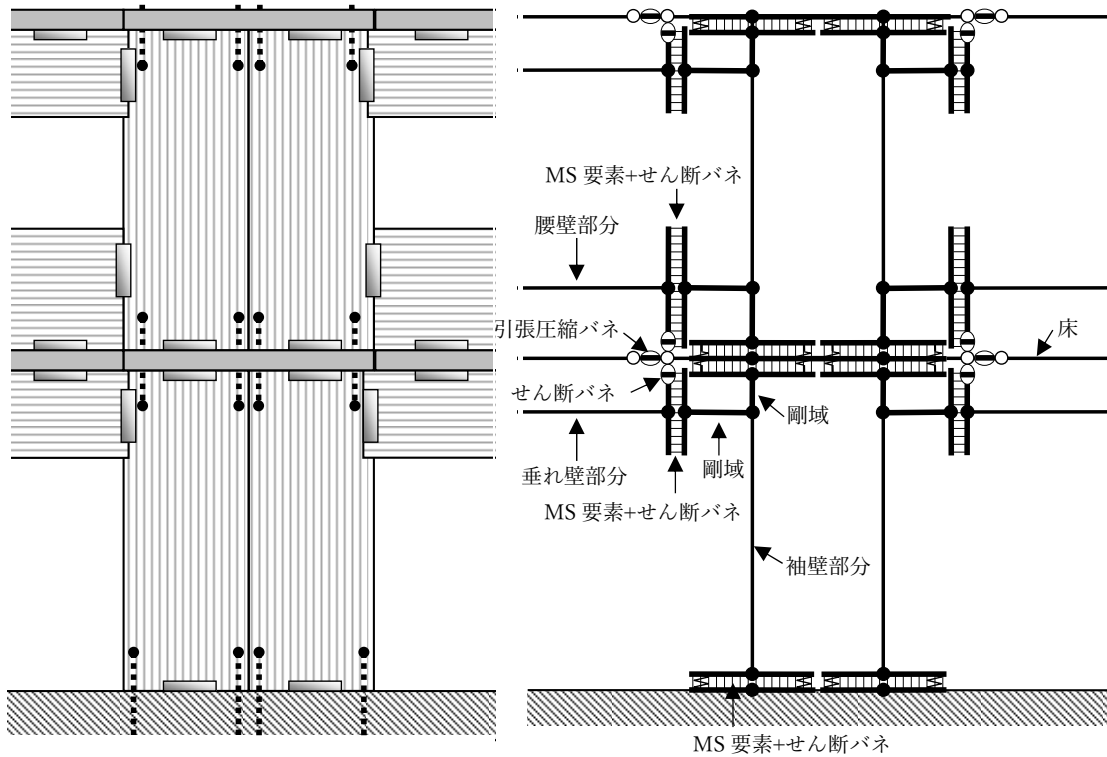
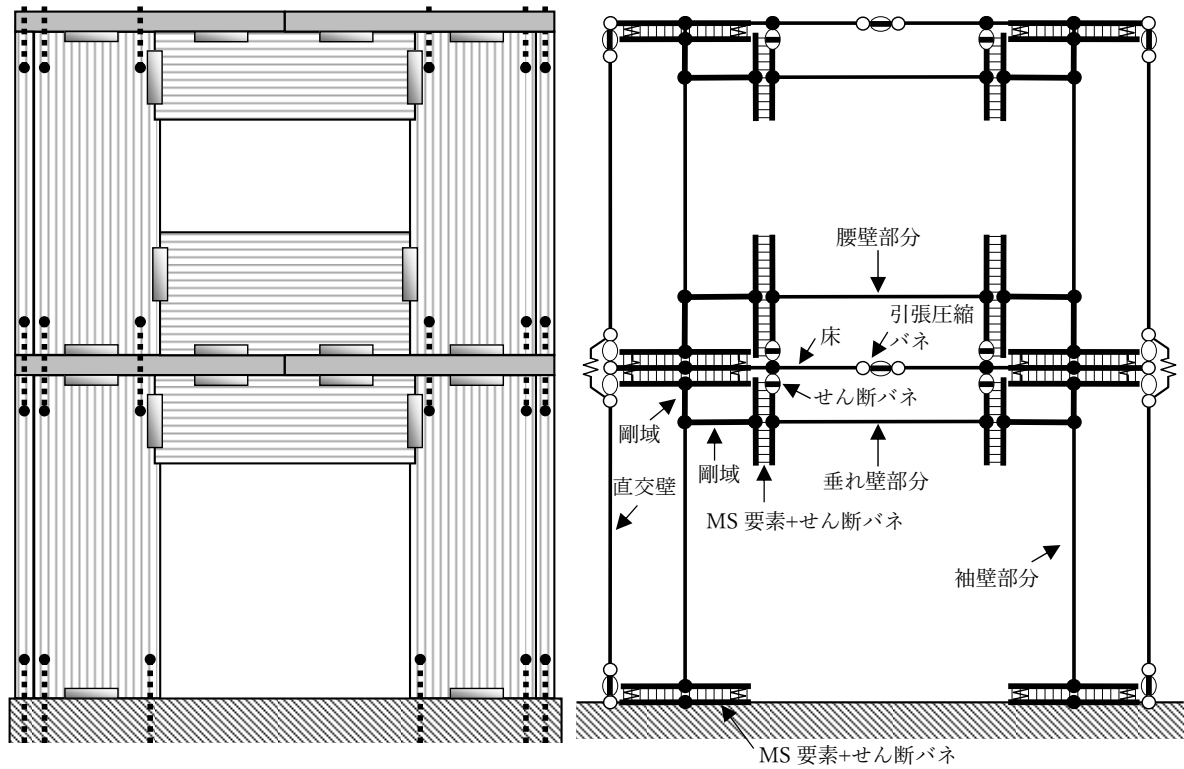
(a) 大版パネル架構の解析モデルの例示(C,D棟)

図 2.3.20 解析モデルの概要



(b) 上下で開口幅が異なる大版パネル架構の解析モデルの例示(C棟)

図 2.3.20 続 解析モデルの概要



(c) 小幅パネル架構の解析モデルの例示(E棟)

図 2.3.20 続 解析モデルの概要

■鉛直荷重、水平力分布

地震力を下表に示す。各階の設計重量は、CLT パネル、被覆材及び仕上げ材による固定重量と建築基準法施行令第 85 条による住宅の居室の積載重量を考慮して設定する。建物重量を鉛直荷重とした解析を荷重増分解析に先立って行い、荷重増分解析ではこの重量分布に基づく A_i 分布による層せん断力分布に対応する水平力分布を設定する。なお、増分解析において $P\Delta$ 効果を考慮している。

表 2.3.1 地震力の算出

C 棟										
層	W_i [kN]	ΣW_i [kN]	A [m ²]	W_i/A [kN/m ²]	α_i [-]	A_i [-]	C_i [-]	Q_{Ei} [kN]	P_{Ei} [kN]	水平力比 [-]
3	193.20	193.20	60.00	3.22	0.24	1.53	0.306	59.21	59.21	1.37
2	309.50	502.70	60.00	5.16	0.62	1.19	0.239	119.91	60.70	1.40
1	313.30	816.00	60.00	5.22	1.00	1.00	0.200	163.20	43.29	1.00
D 棟, E 棟										
層	W_i [kN]	ΣW_i [kN]	A [m ²]	W_i/A [kN/m ²]	α_i [-]	A_i [-]	C_i [-]	Q_{Ei} [kN]	P_{Ei} [kN]	水平力比 [-]
3	189.90	189.90	60.00	3.17	0.24	1.53	0.306	58.13	58.13	1.39
2	304.00	493.90	60.00	5.07	0.62	1.19	0.238	117.64	59.51	1.42
1	304.00	797.90	60.00	5.07	1.00	1.00	0.200	159.58	41.94	1.00

W_i : 各層重量、 A : 床面積、 α_i : i 階重量と 1 階重量の比、 A_i : 層せん断力分布係数、 C_i : 地震層せん断力係数、 Q_{Ei} : 層せん断力、 P_{Ei} : 水平力

■CLT パネル

CLT パネルは線材置換でモデル化し、弾性係数を CLT 設計施工マニュアル 2.3-7)に基づき以下のよう
に設定する。各基準強度は同一樹種、同一等級のラミナで構成された既往の実験結果 2.3-5) 2.3-6)に基
づき、下記に示す手順で設定した。C 棟及び D 棟において、袖壁部分—垂れ壁・腰壁部分のみ弾塑性
とする。なお、当該部分の復元力特性は弱軸方向の面内曲げで表現できると仮定する。基準強度につい
て、引張側は曲げ基準強度 F_b 、圧縮側は圧縮基準強度 F_c とした。応力度 σ —歪 ε 関係を下図に示す。

壁:S60-3-3(90mm 厚)

$$E_{\text{面内,強軸}}=4000\text{N/mm}^2, E_{\text{面内,弱軸}}=2000\text{N/mm}^2$$

$$G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$F_{c\text{強軸}}=22.67\text{N/mm}^2, F_{c\text{弱軸}}=11.33\text{N/mm}^2$$

$$F_{b\text{強軸}}=18.00\text{N/mm}^2, F_{b\text{弱軸}}=9.00\text{N/mm}^2$$

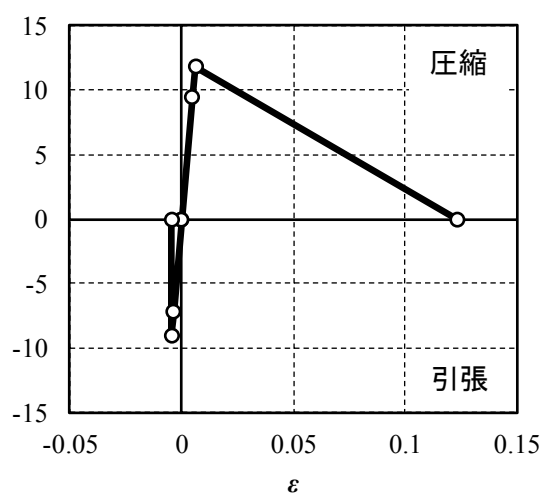
床及び屋根:Mx60-7-7(210mm 厚)

$$E_{\text{面内}}=2571\text{N/mm}^2, G_{\text{面内}}=500\text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{面外,強軸}}=4040\text{N/mm}^2, G_{\text{面外,強軸}}=29.6\text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{面外,弱軸}}=865\text{N/mm}^2, G_{\text{面外,弱軸}}=19.4\text{N/mm}^2$$

$\sigma(\text{N/mm}^2)$



圧縮		引張	
ε [-]	σ [N/mm ²]	ε [-]	σ [N/mm ²]
0.0000	0.00	0.00	0.00
0.0047	9.46	-0.0036	-7.20
0.0062	11.83	-0.0045	-9.00
0.1233	0.00	-0.0046	0.00

図 2.3.21 袖壁部分—垂れ壁・腰壁部分間の復元力特性

曲げ基準強度

平 13 国交告第 1024 号第三第九号ハに示されている算出方法による。その際、基準強度を平均性能相当と見なせるように、強度分布の 5%下限値を算出するための調整係数(=0.6)を無視した値としている。ラミナの曲げ強度は同告示の表 1 による値(=27.0N/mm²)とした*。

圧縮基準強度

平 13 国交告第 1024 号第三第九号イに示されている算出方法による。その際、基準強度を平均性能相当と見なせるように、強度分布の 5%下限値を算出するための調整係数(=0.75)を無視した値としている。ただし、ラミナの圧縮強度を同告示の表 1 による値(=21.6N/mm²)とした場合、後述の既往の実験結果 2.3-5) 2.3-6)と比較して、計算値が 30%以上低い値であったため、ラミナの圧縮強度を既往の実験結果と概ね適合する値(=34.0N/mm²)とした*。

*S60-5-5、Mx60-5-5、S60-7-7 を対象に、本検討で設定したラミナの基準強度に基づいて算出した F_b と F_c について、既往の実験結果 2.3-5) 2.3-6)より得られた F_b と F_c の比較を以下に示す。S60-5-5、

S60-7-7 については、計算値と実験値の相違は 10%以下であった。Mx60-5-5 については実験値の方が 15%以上高いが、S60-5-5 の実験結果よりも高くなっていることから、ラミナが M60 相当以上の性能を有していたためと考えられる。

		曲げ基準強度 F_b (N/mm ²)			圧縮基準強度 F_c (N/mm ²)				
		計算値	実験値	計算値/実験値	計算値 1	計算値 2	実験値	計算値 1/実験値	計算値 2/実験値
S60-5-5	強軸	16.2	14.8	1.09	20.4	13.0	19.4	1.05	0.67
	弱軸	10.8	9.9	1.09	13.6	8.6	14.1	0.96	0.61
Mx60-5-5	強軸	13.5	17.2	0.78	17.0	10.8	20.2	0.84	0.53
	弱軸	8.1	11.1	0.73	10.2	6.5	14.2	0.72	0.46
S60-7-7	強軸	15.4	13.9	1.11	19.4	12.3	18.7	1.04	0.66
	弱軸	11.6	11.6	1.00	14.6	9.3	13.8	1.06	0.67

計算値 1: ラミナの圧縮強度を 34.0N/mm²としたときの計算値

計算値 2: ラミナの圧縮強度を 21.60N/mm² (公称値)としたときの計算値

最大応力度到達後の荷重低下について、引張側は最大応力度到達時の歪+0.0001 の点で荷重が 0 となるように設定した。圧縮側は、下図に示す既往の試験結果(高さ 200mm)を参考に、 $\sigma-\epsilon$ 関係より高さを 200mm としたときに F_c 到達時の変位 δ_{max} の 20 倍の変位で荷重が 0 となるような $\sigma-\epsilon$ 関係を設定した。

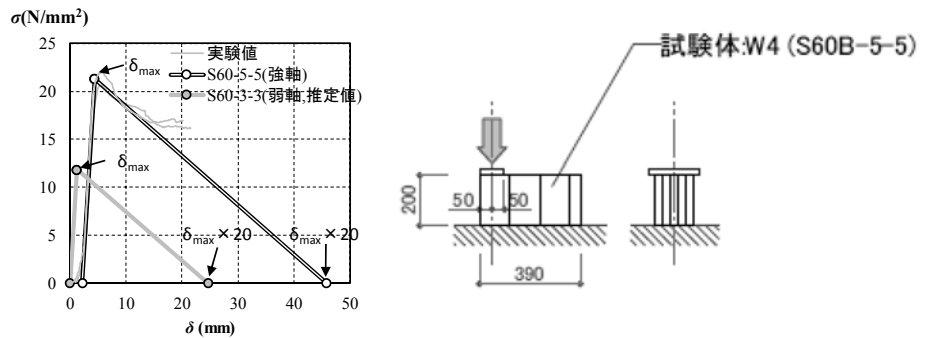
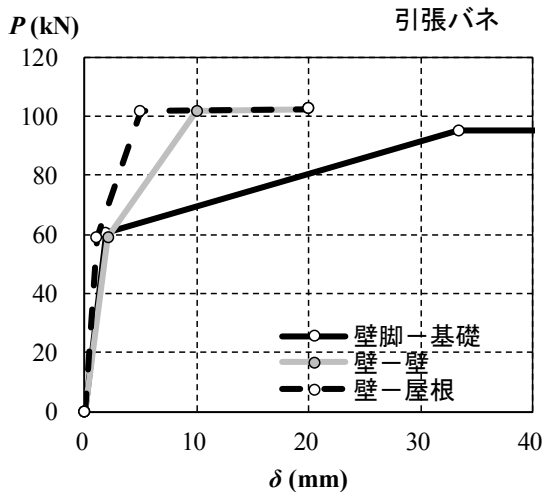


図 2.3.22 GLT パネルの支圧の $\sigma-\delta$ 関係 (高さ 200mm 時)

■接合部バネ

・引張バネ

引張バネの荷重－変位関係を下図に示す。1 階脚部の U 形金物は振動台実験結果及び ABR490 M16 の単体引張試験結果 2.3-3)に基づいて設定する。「壁－屋根」間に設けた U 形引張金物の荷重－変位関係は実験結果 2.3-7)に基づいて設定する。なお、U 形引張金物が上下の壁パネルに取り付く「壁－壁」間の場合は「壁－屋根」の荷重－変位関係の変形を 2 倍して設定する。



壁－基礎		壁－壁		壁－屋根	
δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.90	60.45	2.10	59.00	1.10	59.00
33.35	95.00	10.00	101.69	5.00	101.69
80.00	95.00	20.00	102.51	20.00	102.51

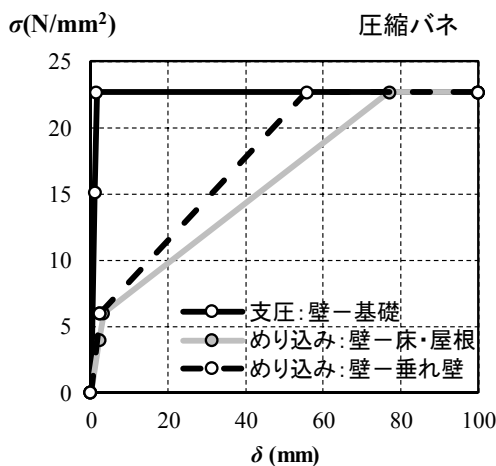
図 2.3.23 引張バネ特性

・圧縮バネ

圧縮バネの荷重－変位関係を下図に示す。圧縮バネは MS 要素を用いてモデル化を行う。その際、断面分割数を 10(等間隔)として、負担面積に応じた圧縮バネを等間隔に配置する。各部の圧縮バネ特性は以下のように設定する。

壁－基礎： 圧縮バネ特性は完全弾塑性とする。弾性剛性は CLT マニュアル 2.3-7)に従い、 $k_e=15.6\text{kN/mm}^3$ とする。圧縮基準強度 F_c は上述の「CLT パネル」の圧縮基準強度 F_c と同じ値(= 22.67N/mm^2)とする。

壁－床、壁－垂れ壁： 圧縮バネ特性はトリニアモデルとする。弾性剛性は CLT マニュアル 2.3-7)に従い設定する。第 1 折れ点はめり込み基準強度 $F_{cr}(=6.0\text{N/mm}^2)$ 到達点、第 2 折れ点は圧縮基準強度 $F_c(=22.67\text{N/mm}^2)$ 到達点とする。



壁－基礎(支圧)		壁－床・屋根(めり込み)※1	
δ [mm]	σ [N/mm ²]	δ [mm]	σ [N/mm ²]
0.00	0	0.00	0.00
0.97	15.1	3.32	6.00
1.45	22.7	65.21	22.67
100.00	22.7	100.00	22.67

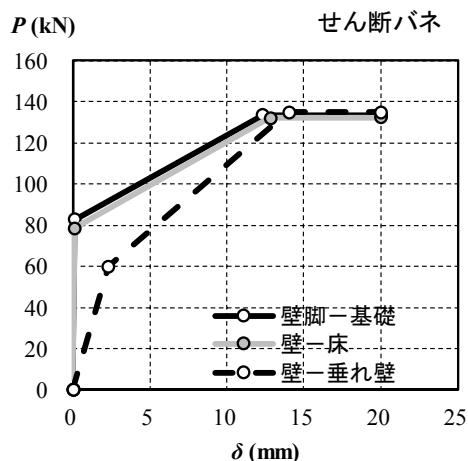
壁－垂れ壁(めり込み)※1,2	
δ [mm]	σ [N/mm ²]
0.00	0.00
2.40	6.00
55.74	22.67
100.00	22.67

※1 降伏後の 2 次剛性は初期剛性の 1/8 とする。
 ※2 E 棟のみ使用する

図 2.3.24 圧縮バネ特性

・せん断バネ

せん断金物 1 個あたりの荷重－変位関係を下図に示す。「壁－基礎」間、「壁－床・屋根」間の荷重－変位関係は実験結果 2.3-11)2.3-12)に準拠し設定する。ただし、鉛直荷重による摩擦抵抗を考慮して初期剛性を実験結果の 100 倍、許容耐力・終局耐力を実験結果の値に当該パネルに取り付く引張接合部の許容耐力・終局耐力に 0.3 を乗じた値をそれぞれ加えた値($P_{a\text{せん断}}+0.3P_{a\text{引張}}$, $P_{u\text{せん断}}+0.3P_{u\text{引張}}$)とする。「壁－垂れ壁」間の荷重－変位関係は実験結果 2.3-12)に準拠し設定する。

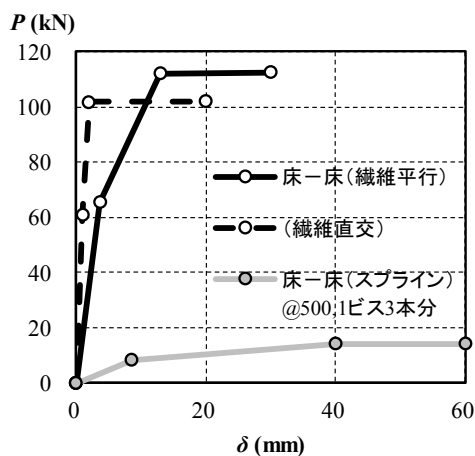


壁－基礎		壁－床		壁－垂れ壁	
δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	82.86	0.10	78.52	2.30	60.00
12.30	133.47	12.80	132.29	14.00	135.00
20.00	133.55	20.00	132.36	20.00	135.00

図 2.3.25 せん断バネ特性

・水平構面

水平構面(床－床間)に用いる引張バネ及びせん断バネの荷重－変位関係を下図に示す。「床－床引張 繊維平行方向」、「床－床引張 繊維直交方向」の荷重－変位関係は文献 2.3-11)の実験結果に、「床－床せん断」の荷重－変位関係は文献 2.3-13)の実験結果に基づき設定する。



床－床(引張 繊維平行方向)		床－床(引張 繊維直交方向)		床－床(せん断) ※ 1	
δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]	δ [mm]	P [kN]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.70	65.46	1.00	60.82	8.64	8.41
13.00	112.17	2.00	101.78	40.00	14.16
30.00	112.47	20.00	101.98	60.00	14.18

※1 ビス3本分の性能

図 2.3.26 引張バネ及びせん断バネ特性

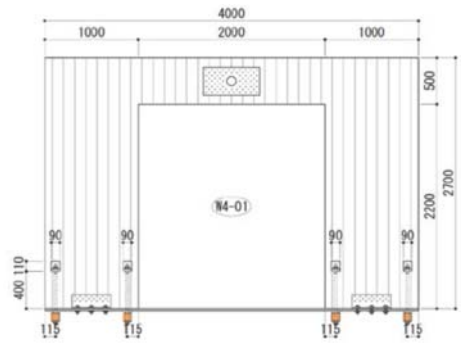
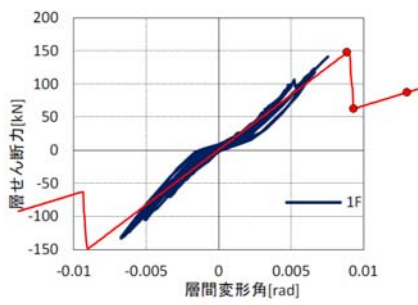
2.3.2 構造モデルの妥当性検証

(1) H25 年度有開口大版パネル構面水平加力実験結果に対する適合性

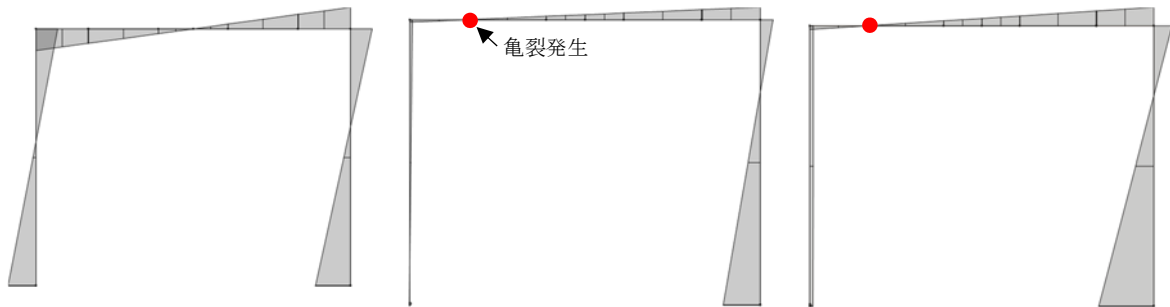
有開口大版パネル構面水平加力実験に対応する変位増分解析結果より得られる層せん断力 Q -層間変形角 R 関係(床版ありでは層せん断力-層間変位関係)を実験結果と比較して次頁以降に示す。一部の試験体を除き、解析結果と実験結果は比較的良好に一致した。「H26_1S4-A2」は袖壁部分-垂れ壁・腰壁部分の材料特性を「Mx60-5-5」とした場合の解析値が実験値に対して最大耐力が低めに評価された。一方で、材料特性を「S60-5-5」とした場合の解析値は概ね実験値と一致しているため、実際の内層ラミナの強度が外層と同程度だったと推察される。床版ありの「E 窓(大)」は亀裂発生時の耐力は解析値が実験値に対してやや高いが、剛性は解析値が実験値に対して低くなる結果となった。

実験結果について、床版なしでは袖壁部分-垂れ壁に亀裂が発生すると急激な荷重低下が生じるが、床版ありでは袖壁部分-垂れ壁間の離反力に対して床版が引張抵抗するため、亀裂発生後も急激な耐力低下は生じない。解析結果においても、これらの現象を再現できていることが層せん断力 Q -層間変形角 R 関係及び層せん断力-層間変位関係より確認され、MS 要素を用いた解析モデルによる有開口大版パネル構面の亀裂発生過程の追跡の妥当性が確認された。

■ 層せん断力－層間変形角関係



黒線：実験値 赤線：解析値 ●：応力図表示 STEP

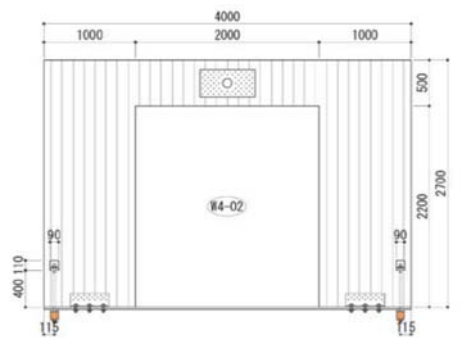
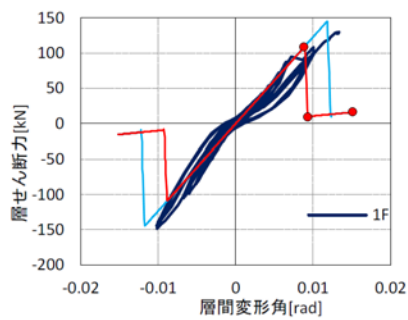


1 点目

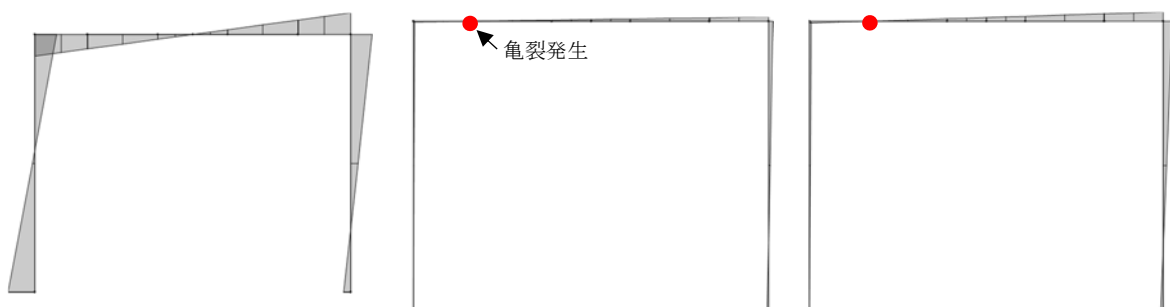
2 点目
H26_1S4-A4

3 点目

■ 層せん断力－層間変形角関係



黒線：実験値 赤線：解析値 (Mx60-5-5) 青線：解析値 (S60-5-5) ●：応力図表示 STEP



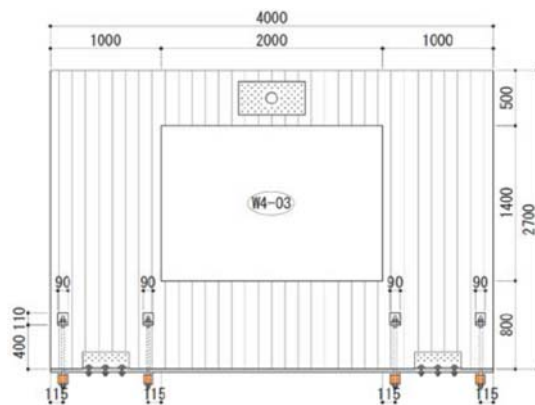
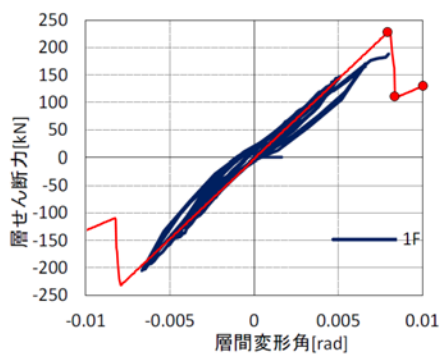
1 点目

2 点目
H26_1S4-A2

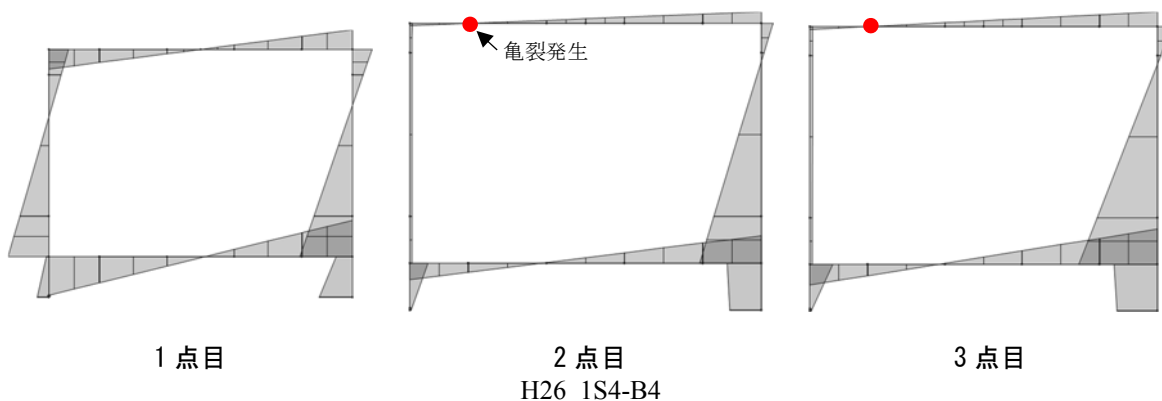
3 点目

図 2. 3. 27 層せん断力－層間変形角関係と応力図

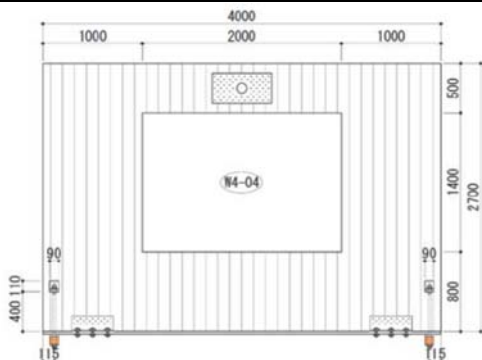
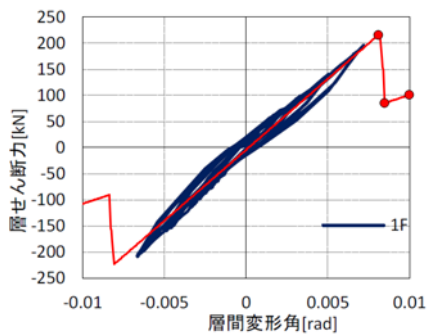
■ 層せん断力－層間変形角関係



黒線：実験値 赤線：解析値 ●：応力図表示 STEP



■ 層せん断力－層間変形角関係



黒線：実験値 赤線：解析値 ●：応力図表示 STEP

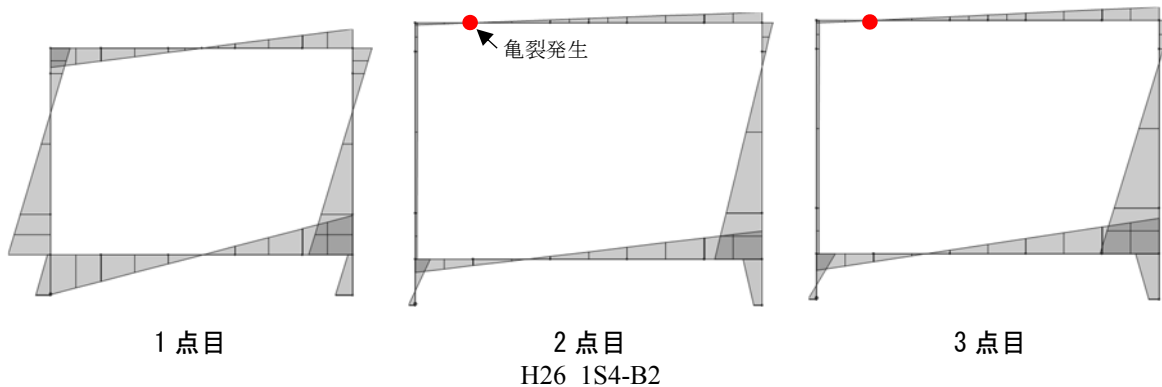
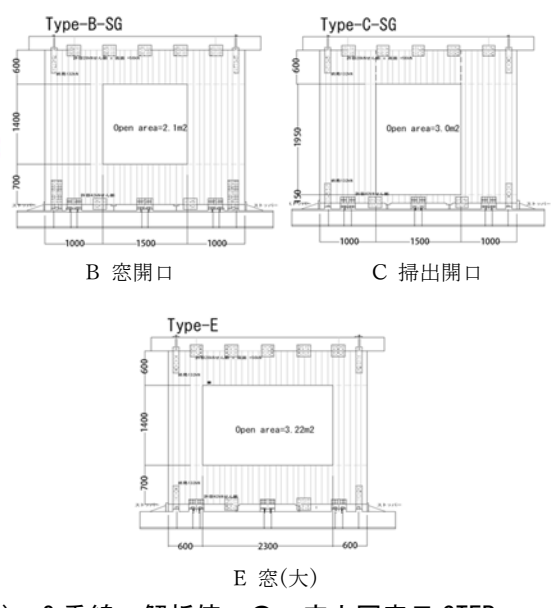
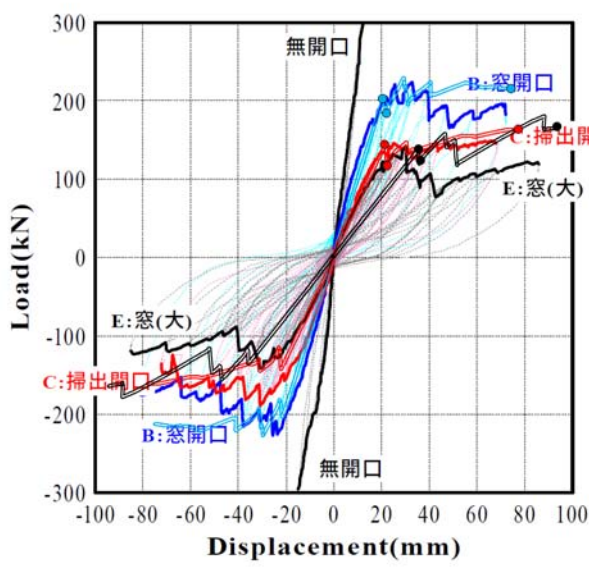


図 2.3.27 続 層せん断力－層間変形角関係と応力図



実線：実験値(包絡線) 点線：実験値(履歴曲線) 2重線：解析値 ●：応力図表示STEP

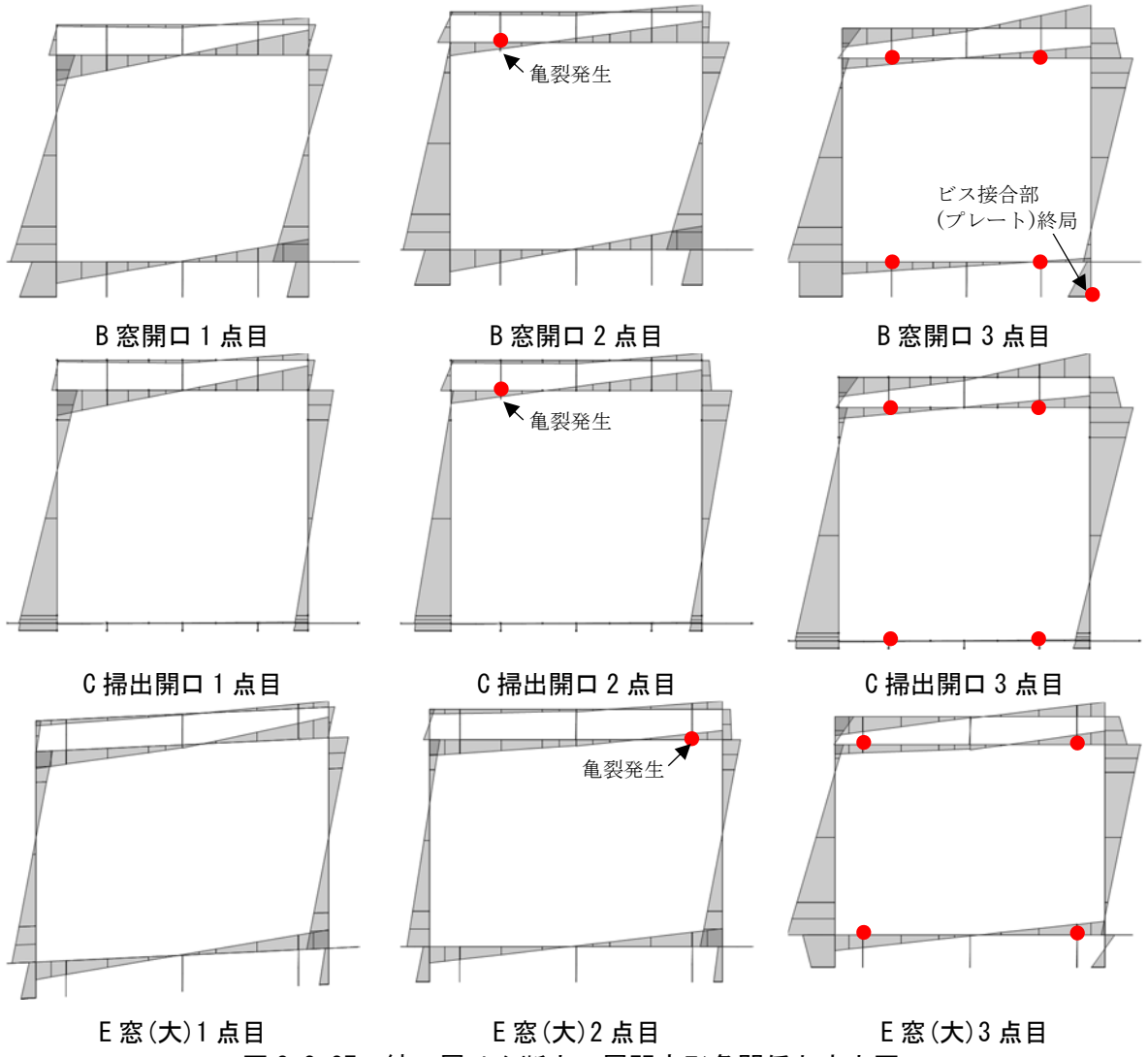


図 2.3.27 続 層せん断力一層間変形角関係と応力図

(2) 大版パネル架構②構面水平加力実験結果に対する適合性

大版パネル架構②構面水平加力実験に対応する変位増分解析結果より得られる層せん断力－層間変位関係を実験結果と比較して次頁以降に示す。「O15b」では最大耐力が実験値に対して解析値が16%程度高い結果となったが、その他の試験体では概ね実験値と解析値の最大耐力は一致している。初期剛性については、いずれの試験体も解析値が実験値に対して高めに評価される傾向にある。本解析では、150kNの定軸力を与えているため、摩擦によるせん断抵抗を期待して初期剛性を剛相当と仮定したが、これらの設定が過大評価の要因と推察される。「O09b」では、正加力の140kn付近で試験体の横滑りが生じたため、140kn以降では実験値と解析値の層せん断力－層間変位関係に乖離が見られる。

袖壁部分－垂れ壁間の離反力に対する床版の引張抵抗により、いずれの試験体も亀裂発生後に急激な耐力低下は生じておらず、解析結果もこれらの現象を再現できていることが確認された。

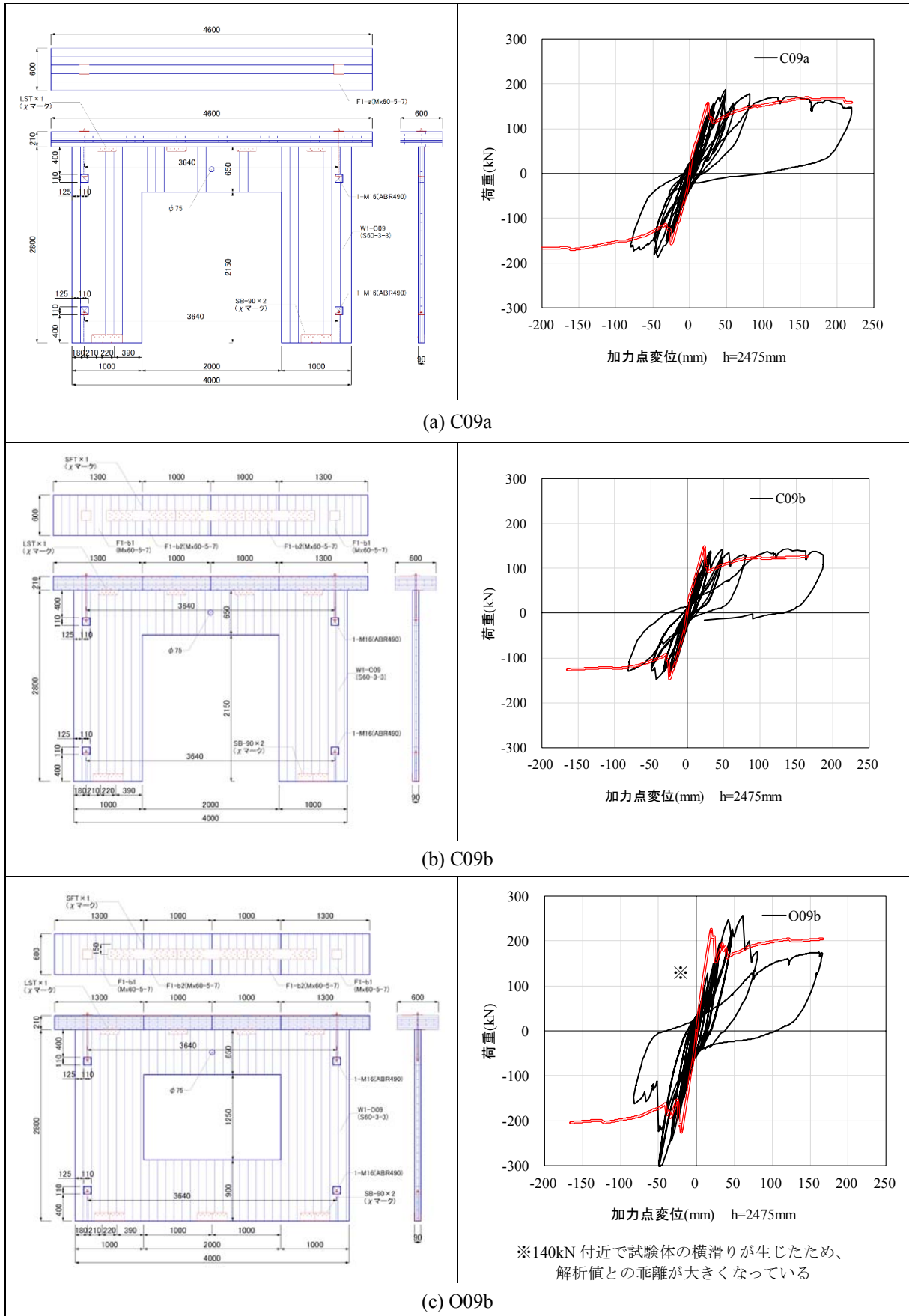
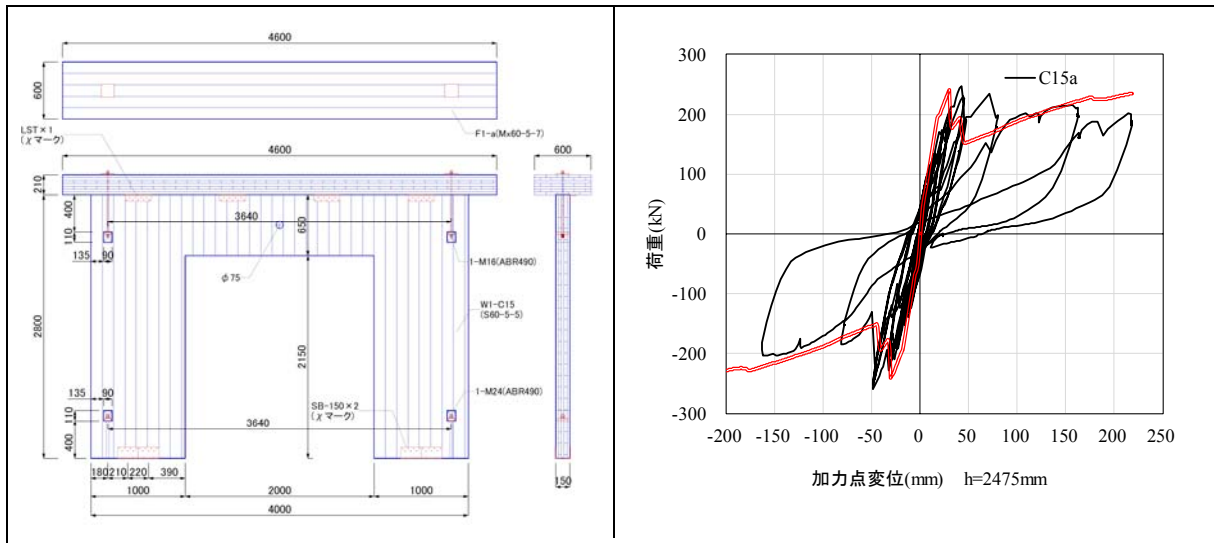
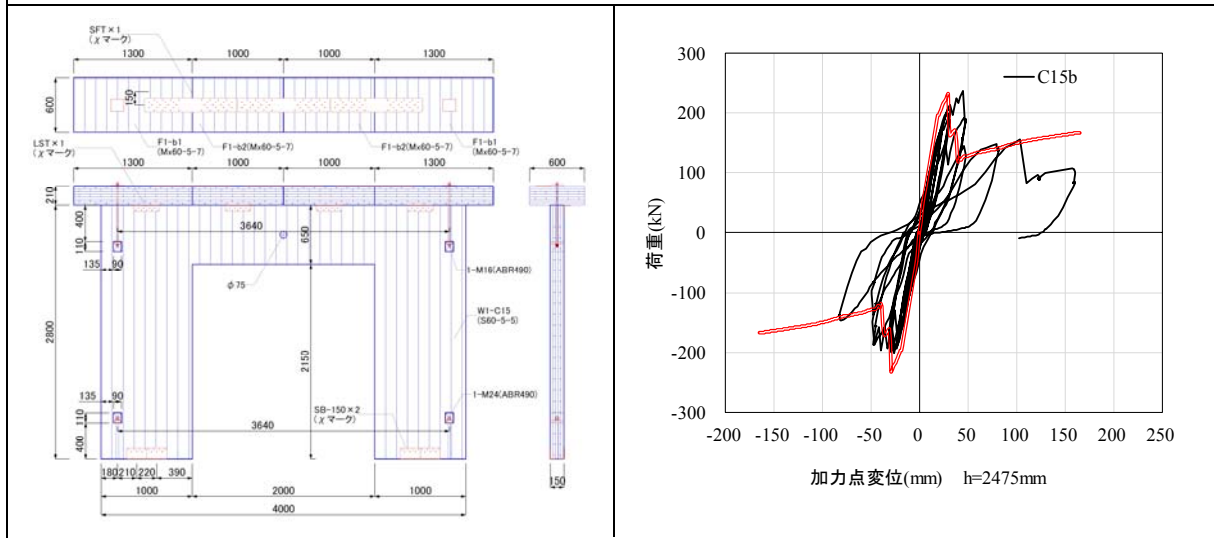


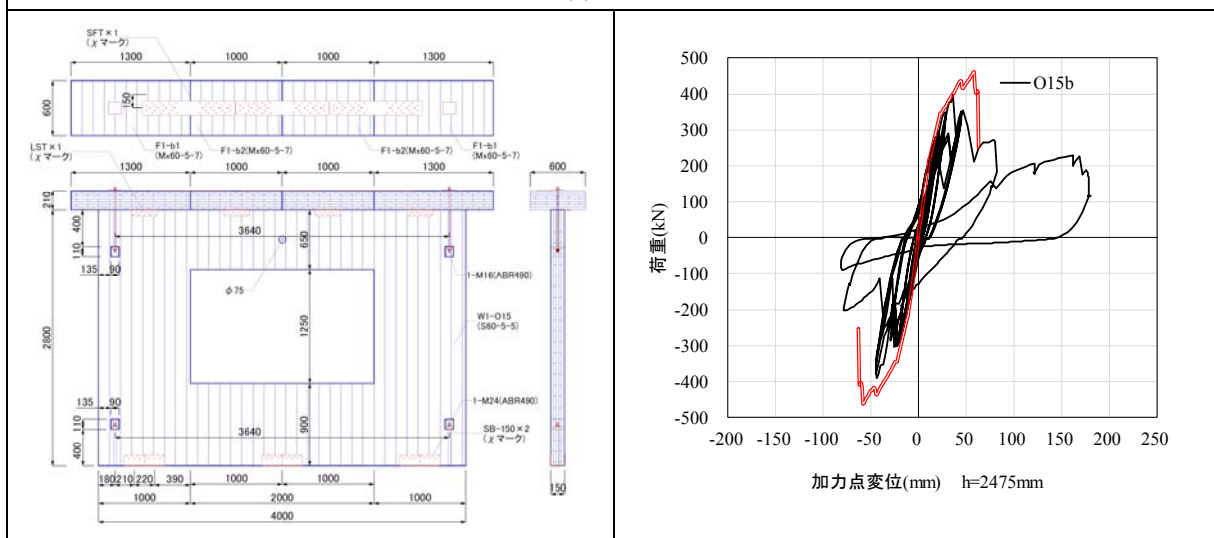
図 2.3.28 層せん断力-層間変位関係



(d) C15a



(e) C15b

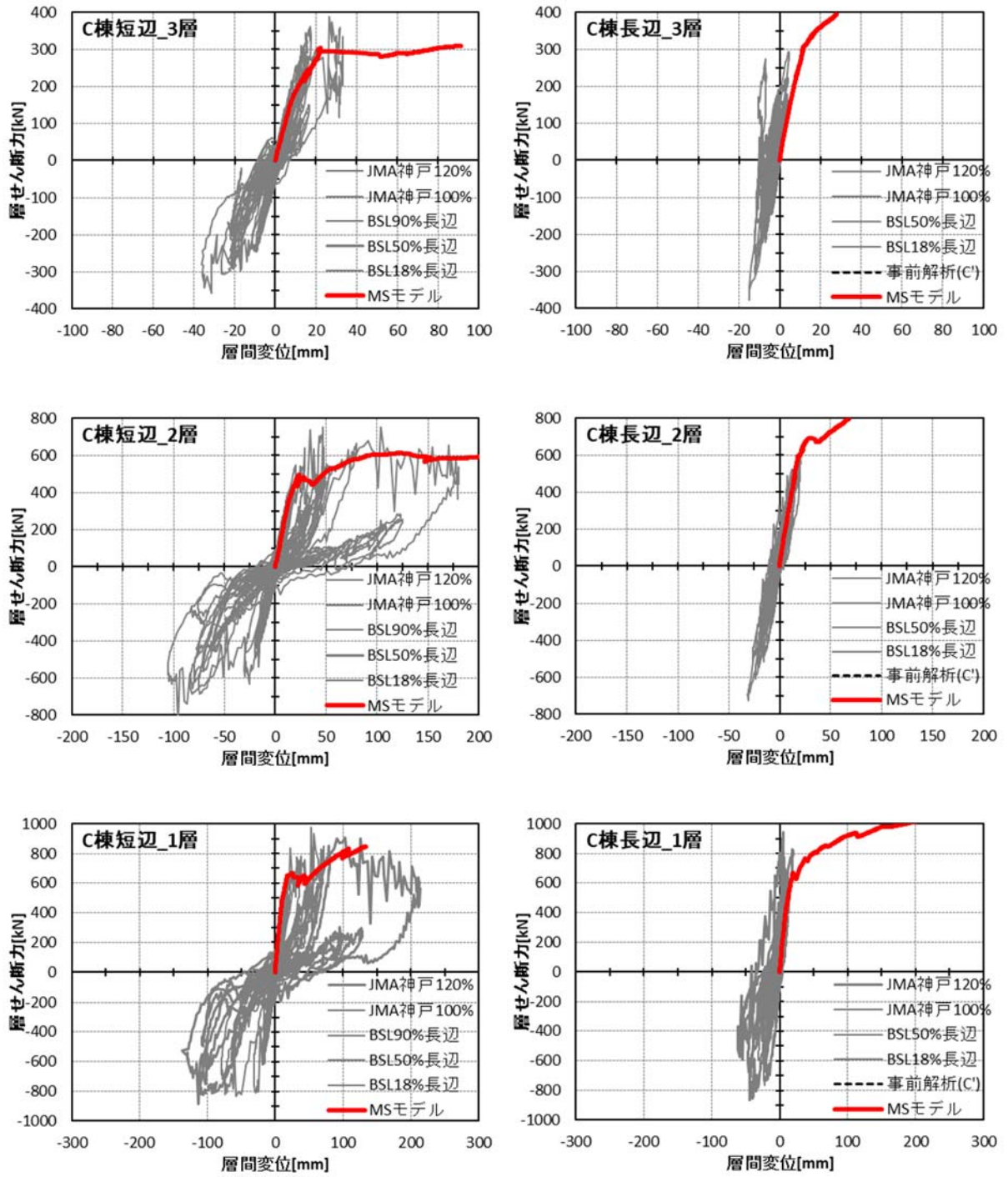


(f) O15b

図 2.3.28 続 層せん断力-層間変位関係

(3) H27 年度振動台実験結果に対する適合性

H27 年度振動台実験に対応する変位増分解析結果より得られる層せん断力一層間変位関係を実験結果と比較して次頁以降に示す。小幅パネル架構(E棟)について、実験結果と解析結果はほぼ適合している。小幅パネル架構(E棟)のみ、CLT 設計施工マニュアル^{2,3,7)}に示されている方法に準拠して作成したフレームモデルの解析結果も併せて図示している。MS 要素を用いた解析モデル(MS モデル)はフレームモデルに比べて終局耐力が増加していることが確認できる。これは、垂れ壁・腰壁による補強効果が適切に考慮されたためと考えられる。大版パネル架構(C,D棟)については、前述の検討結果と同様に、変位増分解析結果が亀裂発生過程を含めてほぼ適合していることを確認した。

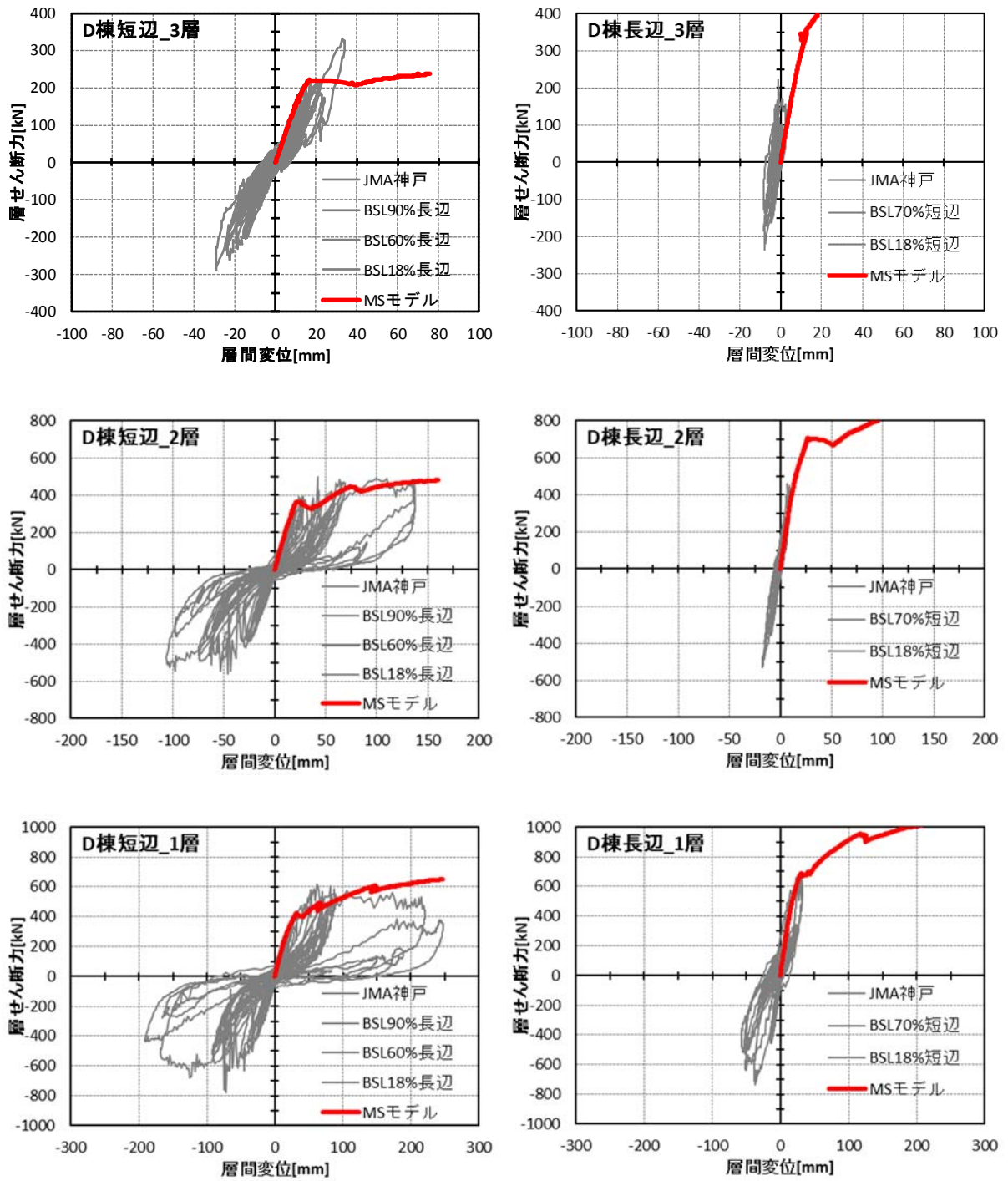


赤線:せん断接合部の鉛直抵抗を考慮、青線:せん断接合部の鉛直抵抗を無視

(a) 短辺方向

(b) 長辺方向

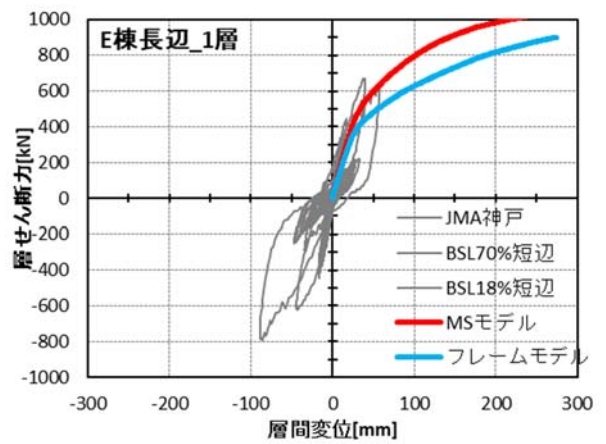
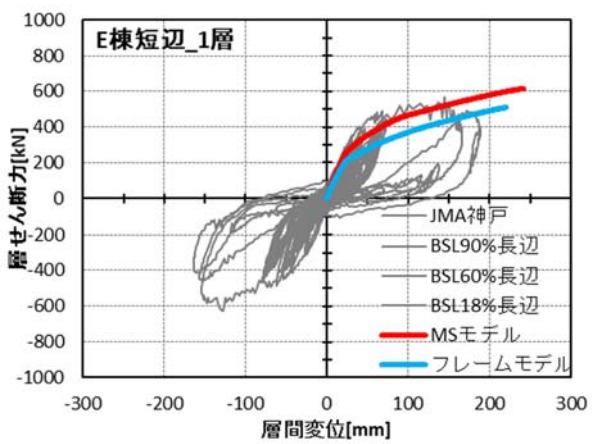
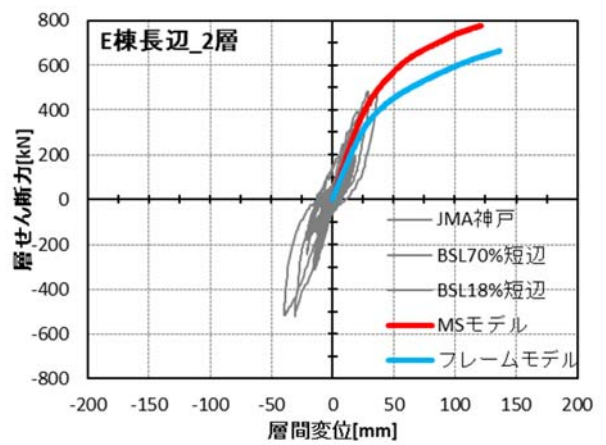
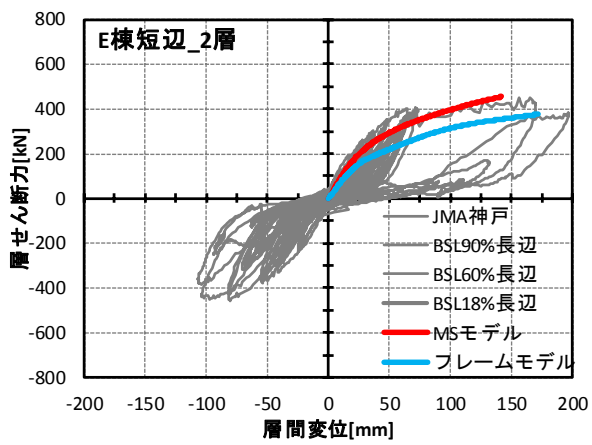
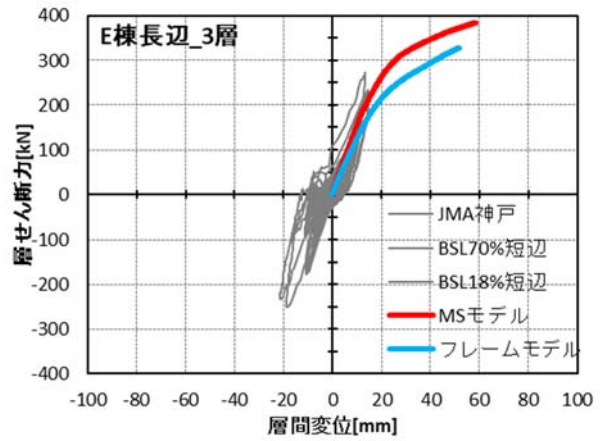
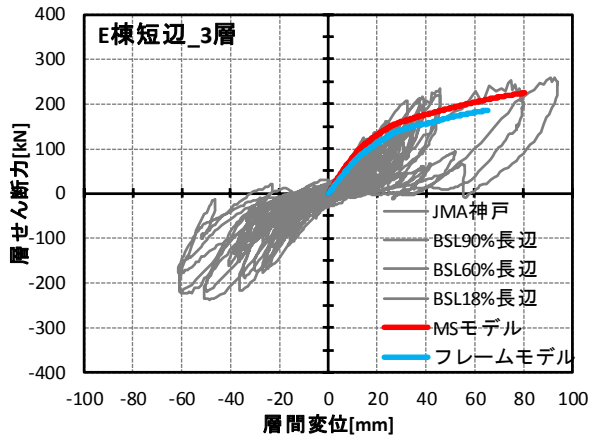
図 2.3.29 振動台実験結果と MS モデルを用いた増分解析結果の比較 (C 棟)



(a) 短辺方向

(b) 長辺方向

図 2. 3. 30 振動台実験結果と MS モデルを用いた増分解析結果の比較 (D 棟)



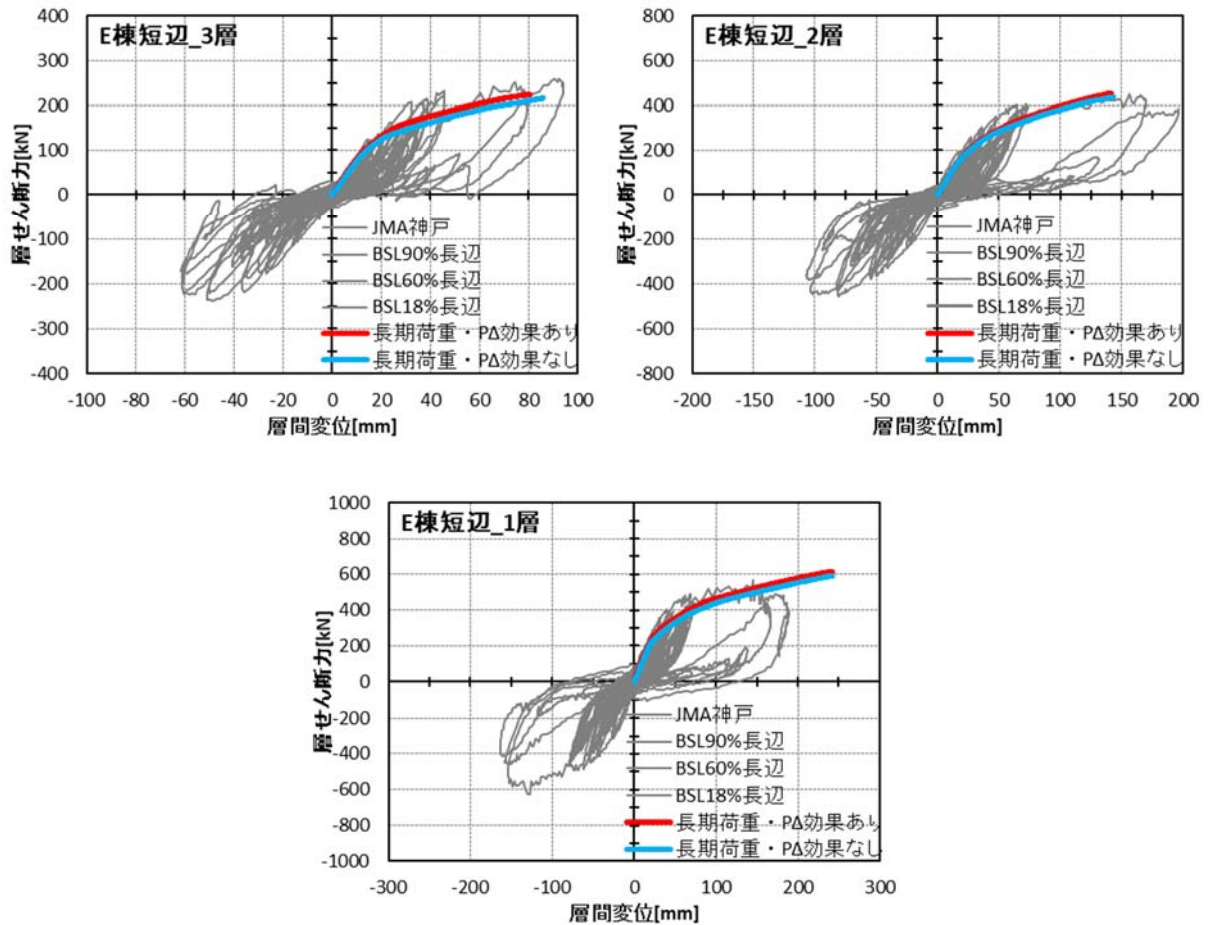
(a) 短辺方向

(b) 長辺方向

図 2.3.31 振動台実験結果と MS モデルを用いた増分解析結果の比較 (E 棟)

PA 効果の影響に関する検討

上述の検討では、解析モデルに長期荷重による抑え込み効果と PA 効果を考慮した場合の解析結果を示した。ここでは、参考値という位置づけで、上記の効果を無視したときの解析結果の比較を行う。対象とする試験体は E 棟の短辺方向加力のみとする。解析結果と実験結果の比較を下図に示す。長期荷重による抑え込み効果と PA 効果を考慮していない場合はわずかに耐力が減少する傾向が確認されたが、その影響は小さいことが確認された。

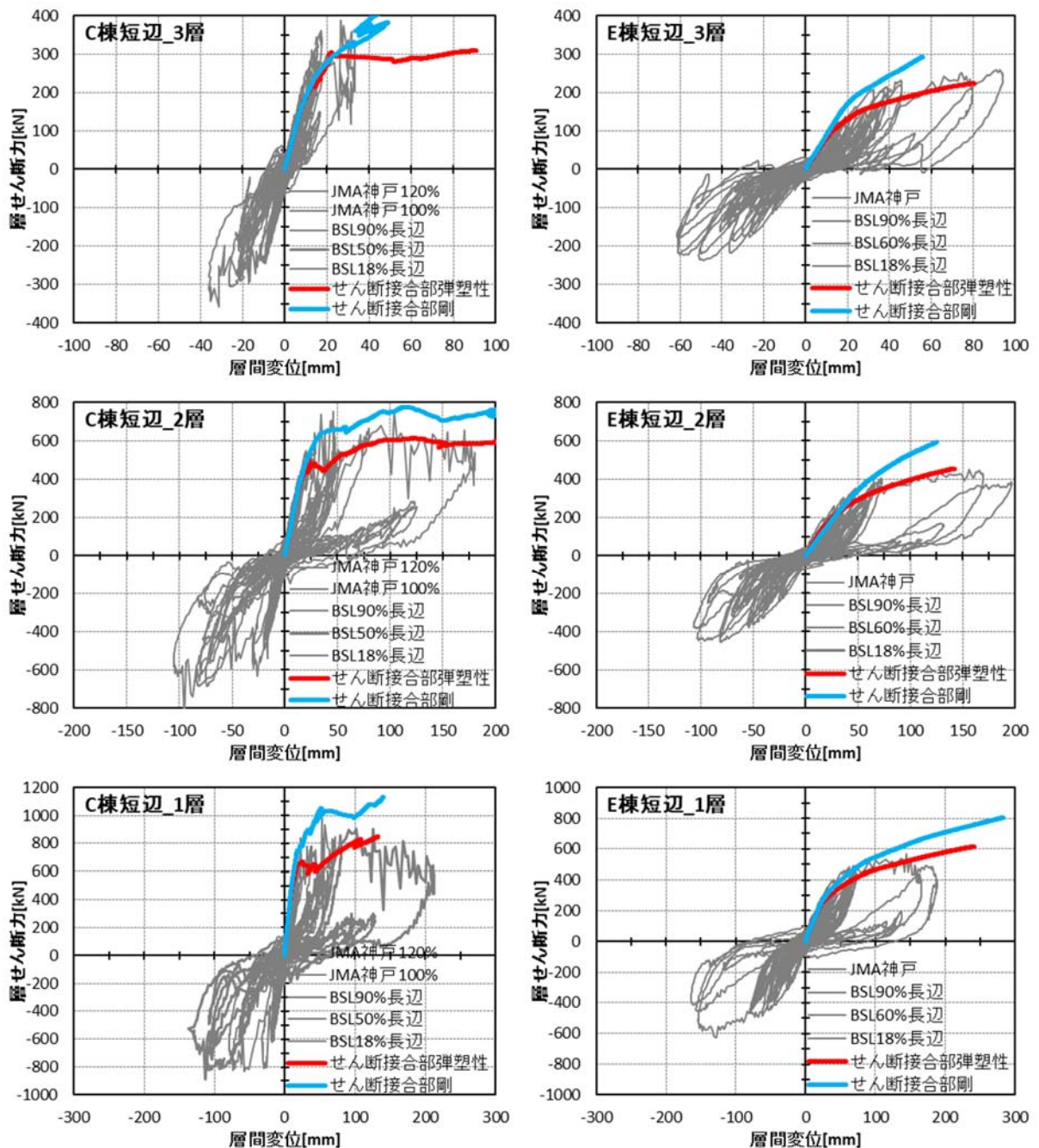


(a) 短辺方向

図 2.3.32 長期荷重による抑え込み効果と PA 効果の有無の影響(E 棟、短辺方向の場合)

摩擦によるせん断抵抗の影響に関する検討

上述の検討では、せん断接合部に摩擦によるせん断耐力の向上を考慮している。具体的には、袖壁・基礎・床間の摩擦係数を 0.3 と仮定し、引張接合部の許容耐力と終局耐力に 0.3 を乗じた値をせん断接合部の許容耐力と終局耐力にそれぞれ乗じている。一方で、振動台実験ではせん断方向の損傷は確認できなかったことから、参考値という位置づけで、せん断接合部を剛としたときの解析結果の比較を行う。対象とする試験体は C 棟と E 棟の短辺方向加力とする。解析結果と実験結果の比較を下図に示す。E 棟では実験結果の最大耐力付近まではせん断接合部を剛としても比較的良好に一致するが、C 棟については耐力を過大評価する傾向が確認された。



(a) C 棟・短辺方向 (b) E 棟・短辺方向

図 2.3.33 摩擦による柱脚部のせん断耐力付与の影響

(4) まとめ

本検討で提案した MS 要素を用いた大版パネルの解析モデルの変位増分解析結果は既往の実験結果の比較を行った。

- ・ 床版なしの試験体では垂れ壁パネルに亀裂が生じた時点で急激な荷重低下が生じており、解析結果からも同様の傾向が得られた。
- ・ 床版ありの試験体では垂れ壁パネルに亀裂発生後においても急激な耐力低下は生じず、一定の変形性能を有しており、解析結果からも同様の傾向が得られた。
- ・ 小幅パネル架構(E 棟)について、実験結果と解析結果はほぼ適合している。MS 要素を用いた解析モデル(MS モデル)は現行のフレームモデルに比べて終局耐力が増加している。これは、垂れ壁・腰壁による補強効果が適切に考慮されたためと考えられる。
- ・ 大版パネル架構(C,D 棟)については、変位増分解析結果が亀裂発生過程を含めてほぼ適合していることを確認した。
- ・ 本検討で用いた大版パネル架構の解析モデルは、袖壁部分－垂れ壁・腰壁部分の隅部の応力集中を考慮していない、即ち平面保持仮定に基づいた弱軸方向の面内曲げ性能でモデル化を行っている。L 形及び T 形試験体による曲げ試験結果^{2,3,7)}では隅部の応力集中により、平面保持仮定に基づいた弱軸方向の面内曲げ性能よりも 0.65 倍程度の耐力低減が生じるという既往の研究成果も報告されており、局部的に見れば応力集中の影響は大きいですが、架構全体で見ればそれらの影響は大きくないと本検討結果より判断でき、提案した解析モデルの妥当性が確認できた。

参考文献

- 2.3-1) 日本システム設計:平成 25 年度(建築基準整備促進事業)CLT パネル構法の構造性能と設計法に関する調査報告書、2014
- 2.3-2) 岡部 実,安村 基,小林 研治:地域産材による直交集成板(CLT)の建築構造への適用 その 7 開口を有する CLT 壁体の正負繰返し水平加力試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.215-216、2014.9
- 2.3-3) 日本 CLT 協会,木を活かす建築推進協議会,日本システム設計:平成 27 年度(住宅市場整備促進事業)CLT を用いた木造建築基準の高度化推進事業報告書、2016.3
- 2.3-4) 日本システム設計:平成 30 年度林野庁補助事業 CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着事業 CLT パネル工法における架構方法の合理化と構造モデルの簡略化検討事業報告書、2019.3
- 2.3-5) 平松靖、宮武敦、新藤健太、渡部博:スギを用いて製造したクロス・ラミネイテッド・ティンバー (CLT)の強度性能 その 5 面内曲げ性能、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.123-124、2013.8
- 2.3-6) 井道裕史、杉本健一、長尾博文、宮武敦、渡部博:スギを用いて製造したクロス・ラミネイテッド・ティンバー(CLT)の強度性能 その 6 縦圧縮およびめり込みに対する性能、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.125-126、2013.8
- 2.3-7) 日本住宅木材技術センター:2016 年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル、2016.10
- 2.3-8) 日本建築学会:木質構造設計規準・同解説、2006.12
- 2.3-9) 三宅 辰哉,松本 和行,槌本 敬大,五十田 博,河合 直人,安村 基:クロス・ラミネイテッド・ティンバーによる構造の耐震性能に関する研究 その 15 3 層実大モデルにおける CLT 接合部の応力変形性能の推定、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.563-564、2013.8
- 2.3-10) 日本住宅木材技術センター:2016 年公布・施行 CLT 関連告示等解説書、2016.6
- 2.3-11) 木構造振興株式会社:平成 25 年度林野庁委託事業 CLT パネルを用いた接合部のデータ等の収集・分析事業報告書、2015.2
- 2.3-12) 木構造振興株式会社:CLT パネルを用いた中高層建築物の構造計画と接合部性能の検証事業報告書、2012.3
- 2.3-13) 銘建工業株式会社:(仮称)CLT スプライン接合部せん断試験、2012

2.4 増分解析ケーススタディ

2.4.1 検討方法

小幅パネル架構、大版パネル架構②、鉄骨梁勝ち架構を対象とし、「2.3 実態に即した構造モデルの検討」において妥当性が検証された MS モデルを用いた増分解析に基づいて D_s, R_f を評価する。評価方法は「2.2 D_s, R_f の評価方法」の結果に基づく。

2.4.2 二次元モデルによるパラメトリックスタディ

(1) 構造モデルの構成、架構バリエーション

図 2.4.1 に本検討の対象架構を示す。

- ・階数は 3,4,5 とする。大版パネル架構②については 3 階建てのみとする。
- ・スパンは 2 スパンとする。
- ・解析パラメータは、耐力壁幅 $L_w = 1.0, 1.5, 2.0, 2.5$ 、開口幅 $L_o = 1.0, 2.0, 4.0$ 、腰壁の有無。腰壁有は小幅パネル架構の 3 階建てのみとする。
- ・階高 3m、垂れ壁高さ 0.5m、腰壁高さ 0.9m。
- ・構面端部に 1m の直交壁(引張接合部 2 個)を設ける。
- ・増分解析の加力方向は図 2.4.1 に示す方向とする。

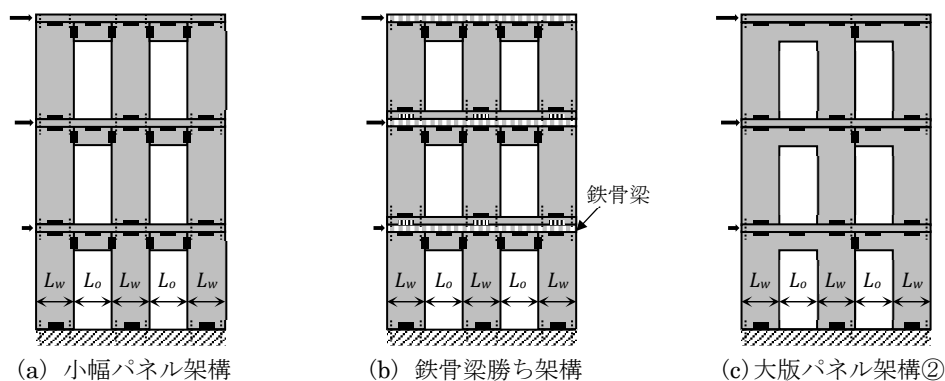


図 2.4.1 検討対象架構

(2) 部材・接合部の仕様

- ・CLT パネルは弾性とする。3 層 : S90-3-3、4 層 : S60-5-5、5 層 : S90-5-5 とする。床パネルの面外剛性は 0 相当とする。
- ・鉄骨梁勝ち架構における鉄骨梁は、3 層 : H-200×100×5.5×8、4 層 : H-200×150×6×9、5 層 : H-300×150×6.5×9 とする。鋼種はいずれも 400N 級 ($F = 235\text{N/mm}^2$) とする。鉄骨梁の端部(垂れ壁端部位置)には全塑性曲げモーメント $M_p (= 1.1 \cdot Z_p \cdot F)$ で折れ曲がるバイリニア型の曲げバネを設ける。また、鉄骨梁勝ち架構では、床パネルはモデル化しない。壁-床-鉄骨梁の圧縮接合部(めり込み抑制鋼棒)については、MS 要素で考慮する。
- ・アンカーボルトは 3 層 : M16、4 層 : M20、5 層 : M24 とする。いずれも ABR490、長さ $L = 25d$ とする。ただし、終局変形 $\delta_{u,B}$ は M16 : 40mm、M20 : 45mm、M24 : 50mm とする。
- ・小幅パネル架構及び大版パネル架構②におけるその他引張接合部は 3 層 : M20、4 層 : M22、5 層 : M27 とする。いずれも ABR490、長さ $L = 210\text{mm}$ 、 $\delta_{u,B} = 21\text{mm}$ とする。
- ・鉄骨梁勝ち架構における壁-鉄骨梁の引張接合部は鋼板挿入ドリフトピン形式(弾性)とする。DP 引張接合部の剛性及び耐力は、3 層については R1 林野庁委託事業の実験、5 層について

は本事業の実験(3.2節)に準拠して設定する。4層のDP引張接合部の剛性及び耐力については、3層と5層の平均値とする。

- ・圧縮接合部はCLTパネルに応じた支圧・めり込み性能とする。鉄骨梁勝ち架構の場合は、壁一床一梁はめり込み抑制鋼棒を考慮する。めり込み抑制棒鋼の剛性及び耐力は、3層についてはR1林野庁委託事業の実験、5層については本事業の実験(3.2節)に準拠して設定する。4層のめり込み抑制棒鋼の剛性及び耐力については、3層と5層の平均値とする。
- ・せん断接合部は弾性とする。3層： χ マーク金物の剛性、耐力、4層： χ マーク金物の剛性、耐力の1.25倍、5層： χ マーク金物の剛性、耐力の1.5倍

(3) 検定・検討項目

- ・1F壁脚引張接合部が T_a に達するときの層せん断力を許容水平耐力 Q_a とする。
- ・1F壁脚引張接合部が $\delta_{u,B}$ に達するときの層せん断力を保有水平耐力とする。
- ・増分解析による各層の層せん断力一層間変形関係をもとに、限界耐力計算告示(平12建告第1457号)第3を準用して等価一自由度系の加速度 A —代表変位 Δ 関係を求める。加速度 A 、代表変位 Δ 及び有効質量 M_u は下式により算出する。

$$A = Q_b \cdot \frac{\sum m_i \cdot d_i^2}{(\sum m_i \cdot d_i)^2} \quad (2.4.1)$$

$$\Delta = \frac{\sum m_i \cdot d_i^2}{\sum m_i \cdot d_i} \quad (2.4.2)$$

$$M_u = \frac{(\sum m_i \cdot d_i)^2}{\sum m_i \cdot d_i^2} \quad (2.4.3)$$

ここで、 Q_B : 1階の層せん断力

m_i : i 階の質量

d_i : i 階の基礎からの水平変位

- ・等価一自由度系の A — Δ 関係から、それに対応するエネルギー的に等価な完全弾性バイリニア関係から計算される塑性率 μ から構造特性係数 D_s を算出する。本検討では D_s ①とする。

$$D_s \text{①} = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \quad (2.4.4)$$

- ・また、限界耐力計算告示(平12建告第1457号)第3を準用して下式により構造特性係数 D_s を算出する。本検討では D_s ②とする。また、式(2.4.5)は第二種地盤と仮定する。 D_s ②は、応答スペクトル法によって得られる最大応答変位を建築物の終局変位以下とするために必要なベースシア係数を R_t で除した値に相当する。

$$D_s \text{②} = \min \left(1.224 F_h \cdot p, \frac{0.278 F_h^2 \cdot p^2}{\Delta_s} \right) \cdot \frac{R_m}{R_t} \quad (2.4.5)$$

$$F_f = \frac{1.5}{1 + 10h} \quad : \text{減衰による加速度低減係数} \quad (2.4.6)$$

$$R_m = \frac{M_{us}}{\sum m_i} \quad : \text{有効質量比} \quad (2.4.7)$$

$$h = 0.2 \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\Delta_d \cdot Q_{Bs} \cdot M_{ud}}{\Delta_s \cdot Q_{Bd} \cdot M_{us}}} \right) + 0.05 \quad : \text{等価一自由度系の減衰定数} \quad (2.4.8)$$

p : 階高に応じた係数 3層： $p=0.90$ 、4層： $p=0.95$ 、5層： $p=1.00$

R_t : 振動特性係数 $R_t = 1.00$
 Δd : 許容耐力時の代表変位
 Δs : 終局時の代表変位
 Q_{Bd} : 許容耐力時の 1 階の層せん断力
 Q_{Bs} : 終局時の 1 階の層せん断力
 M_{ud} : 許容耐力時の有効質量
 M_{us} : 許容耐力時の有効質量

・応力割増し係数 R_f は、接合・部材を塑性化要素と弾性要素に区分し、それらの R_f を下式により算出する。塑性化要素とは終局時に塑性化(非線形化)を許容する部材・接合部であり、弾性要素とは終局時においても弾性範囲内(終局耐力以下)に留める部材・接合部である。

$$\text{塑性化要素} \quad {}_sR_f \textcircled{1} = \max(R_{f1} \textcircled{1}, 1) \quad (2.4.9)$$

$${}_sR_f \textcircled{2} = \max(R_{f1} \textcircled{2}, 1) \quad (2.4.10)$$

弾性要素

$${}_dR_{f_avg} \textcircled{1} = \max(R_{f1} \textcircled{1}, R_{f2_avg}, 1) \quad (2.4.11)$$

$${}_dR_{f_avg} \textcircled{2} = \max(R_{f1} \textcircled{2}, R_{f2_avg}, 1) \quad (2.4.12)$$

$${}_dR_{f_app} \textcircled{1} = \max(R_{f1} \textcircled{1}, R_{f2_app}, 1) \quad (2.4.13)$$

$${}_dR_{f_app} \textcircled{2} = \max(R_{f1} \textcircled{2}, R_{f2_app}, 1) \quad (2.4.14)$$

ここで、

$$R_{f1} \textcircled{1} = \frac{Q_a}{Q_u} \cdot \frac{D_s \textcircled{1}}{0.2} \quad : D_s \textcircled{1} \text{に基づく応力割増し係数} \quad (2.4.15)$$

$$R_{f1} \textcircled{2} = \frac{Q_a}{Q_u} \cdot \frac{D_s \textcircled{2}}{0.2} \quad : D_s \textcircled{2} \text{に基づく応力割増し係数} \quad (2.4.16)$$

$$R_{f2_avg} = \sum \left(\frac{f_i}{F_i} \cdot \frac{s_{ui}}{s_{ai}} \right) / n \quad : \text{部材応力に基づく応力割増し係数} \quad (2.4.17)$$

(下図のプロットの傾きの平均値)

$$R_{f2_app} = \frac{\sum \left(\frac{s_{ai}}{f_i} \cdot \frac{s_{ui}}{F_i} \right)}{\sum \left(\frac{s_{ai}}{F_i} \right)^2} \quad : \text{部材応力に基づく応力割増し係数} \quad (2.4.18)$$

(下図のプロット近似直線の傾き)

f_i : 短期許容応力度または短期許容耐力

F_i : 基準強度または終局耐力

s_{ai} : 許容耐力時応力

s_{ui} : 終局時応力

R_{f2_avg} 及び R_{f2_app} を算出する際、図 2.4.2 に示すように S_{ui}/F_i が 0.5 以上となるものを対象とする。

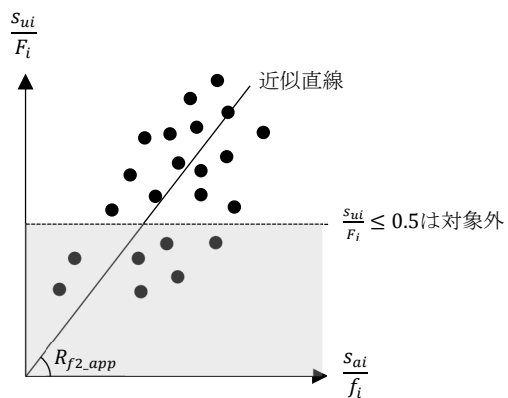


図 2.4.2 R_{f2} の算出方法

(4) 解析モデル概要

- ・解析プログラムは SNAPver.7 とする。
- ・解析モデルは 2D モデルとする。
- ・壁、垂れ壁、腰壁、床及び鉄骨梁はフレーム要素でモデル化する。床については、面外剛性は 0 相当とし、軸剛性は 17.7kN/mm(床-床引張接合部の軸剛性)と等価になる軸断面を設定する。
- ・単位重量比は、3 層 → 1F:2F:3F=1:1:0.75、4 層 → 1F:2F:3F:4F=1:1:1:0.75、5 層 → 1F:2F:3F:4F:5F=1:1:1:1:0.75 とする。壁の長さあたりの重量が 20kN/m になるように負担幅を調整する。
- ・長期荷重を作用させた状態で荷重増分解析を行う。長期荷重は、床及び垂れ壁に等分布荷重として作用させる。
- ・ $P-\delta$ 効果を考慮する。
- ・圧縮接合部及び引張接合部は MS 要素でモデル化する。
- ・各部の引張接合部の荷重-変形関係を図 2.4.3 に示す。

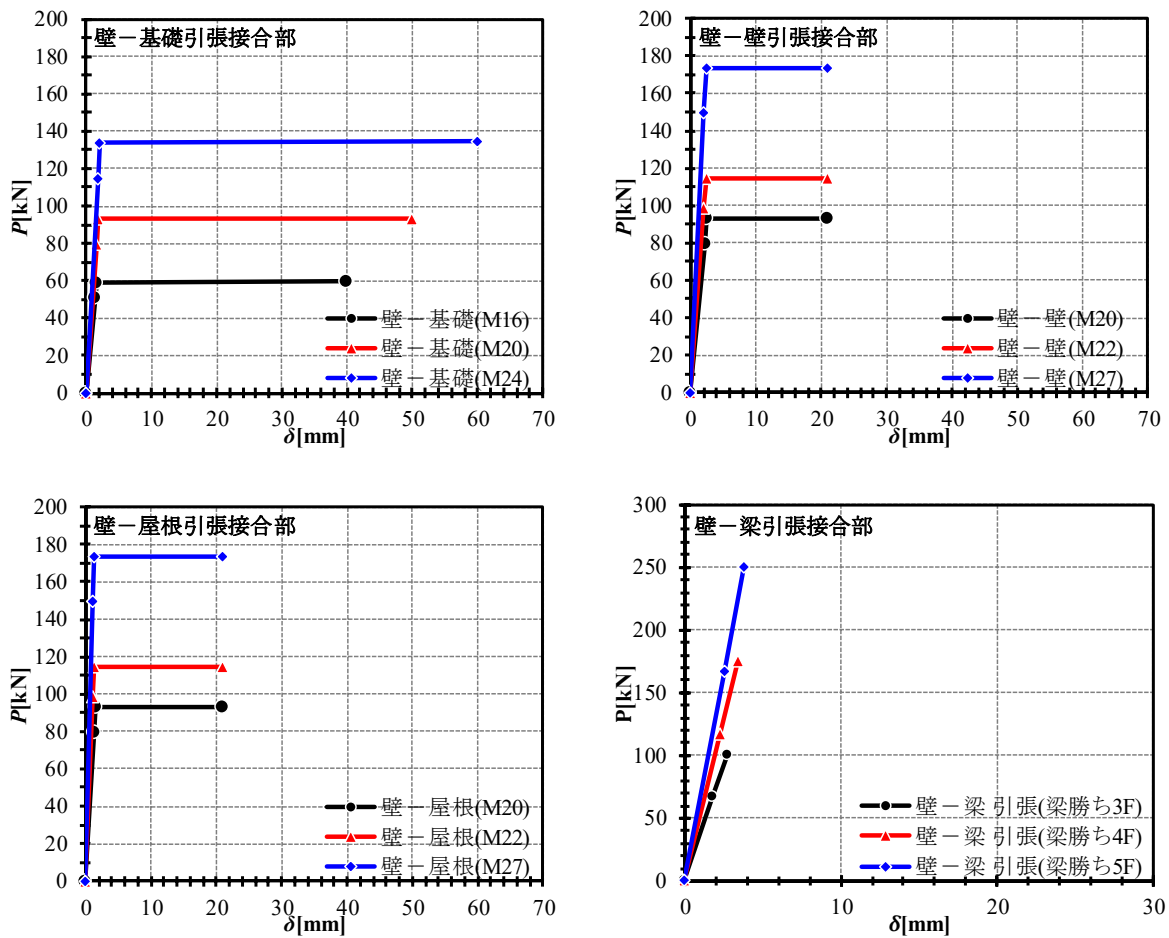


図 2.4.3 各部の引張接合部の荷重-変形関係

- ・各部のせん断接合部の荷重－変形関係を図 2.4.4 に示す。

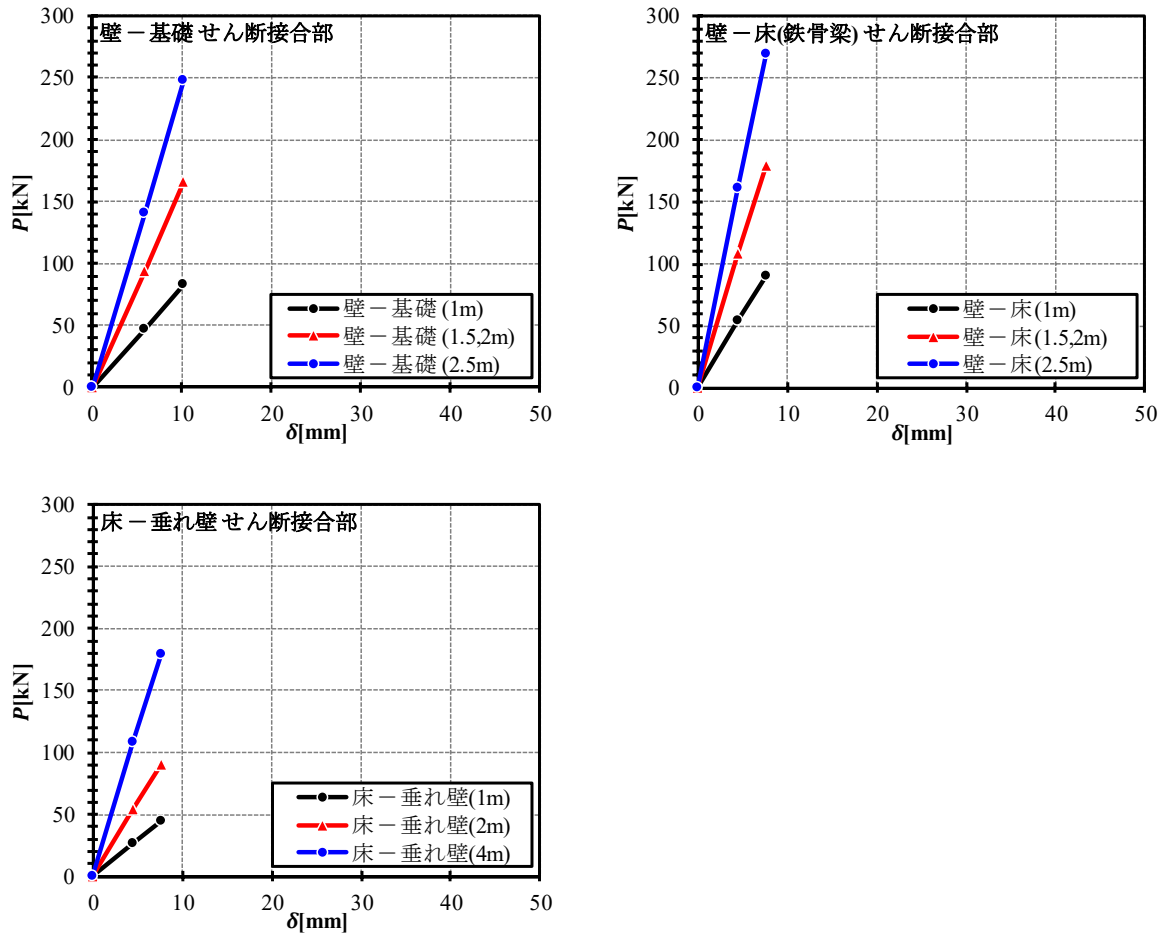


図 2.4.4 各部のせん断接合部の荷重－変形関係

- ・各圧縮バネの降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 、弾性剛性 k_1 及び降伏後剛性 k_2, k_3 は次のように設定する。圧縮バネについては、MSモデルにおいて、断面分割数を10(等間隔)として、負担面積に応じた圧縮バネを等間隔に配置する。図 2.4.5 に圧縮バネの応力変形関係を示す。

壁パネル－基礎、壁パネル－鉄骨梁(支圧型)

$$P_u = F_c \cdot A_e \quad (2.4.19)$$

$$k_1 = k_e \cdot A_e \quad (2.4.20)$$

$$k_2 = k_1 / 10000 \quad (2.4.21)$$

壁パネル－床(めり込み型)

$$P_y = F_{cv} \cdot A_e \quad (2.4.22)$$

$$P_u = F_c \cdot A_e \quad (2.4.23)$$

$$k_1 = \frac{E_{90} \cdot A_e}{Z_0} \quad (2.4.24)$$

$$k_2 = k_1 / 8 \quad (2.4.25)$$

$$k_3 = k_1 / 10000 \quad (2.4.26)$$

壁パネル－垂れ壁パネル(めり込み型)

$$P_y = F_{cv} \cdot A_e \quad (2.4.27)$$

$$P_u = F_c \cdot A_e \quad (2.4.28)$$

$$k_1 = \frac{1.5E_{90} \cdot A_e}{Z_0} \quad (2.4.29)$$

$$k_2 = k_1 / 8 \quad (2.4.30)$$

$$k_3 = k_1 / 10000 \quad (2.4.31)$$

ここで、 F_c : 壁パネルの圧縮基準強度

3層 : $F_c = 13.8\text{N/mm}^2$ 、4層 : $F_c = 9.72\text{N/mm}^2$ 、5層 : $F_c = 12.42\text{N/mm}^2$ 、

A_e : MSモデルにおける負担面積

k_e : 壁パネルの支圧剛性 ($k_e = 15.6\text{N/mm}^3$)

F_{cv} : 壁パネルのめり込み基準強度

3,5層 : $F_{cv} = 7.8\text{N/mm}^2$ 、4層 : $F_{cv} = 6.0\text{N/mm}^2$

E_{90} : 壁パネルのラミナ繊維直交方向のヤング係数

3,5層 : 繊維平行方向のヤング係数 9000N/mm^2 の $1/30=300\text{N/mm}^2$

4層 : 繊維平行方向のヤング係数 6000N/mm^2 の $1/30=200\text{N/mm}^2$

Z_0 : 壁パネルのラミナ幅 ($Z_0 = 120\text{mm}$)

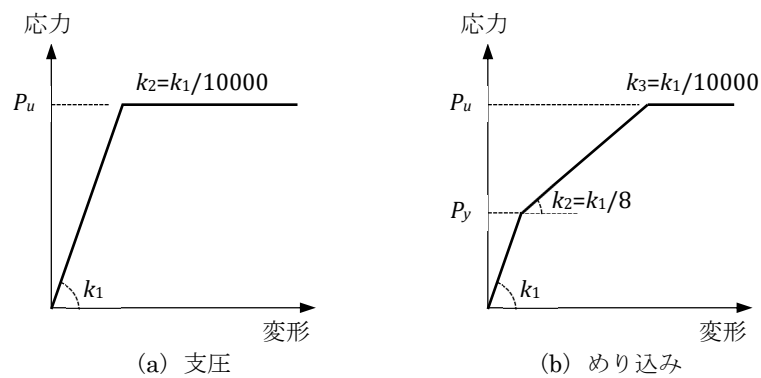


図 2.4.5 圧縮バネの応力変形関係

- ・ 鉄骨梁勝ち架構における壁－床－梁の圧縮接合部(めり込み抑制鋼棒)の荷重－変形関係を図 2.4.6 に示す。

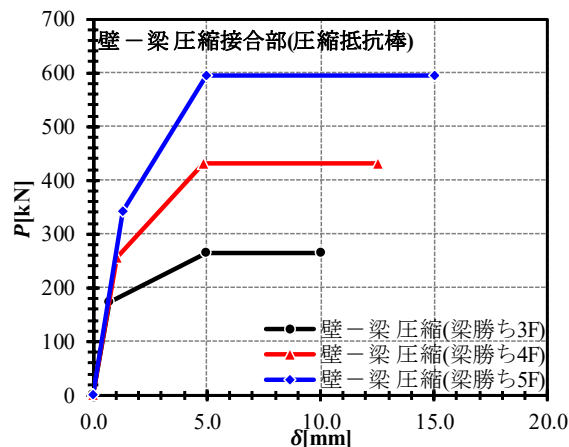


図 2.4.6 壁－床－梁圧縮接合部の荷重－変形関係

- 大版パネル架構②の垂れ壁端部は MS 要素でモデル化する。圧縮及び引張の $\sigma - \varepsilon$ 関係は図 2.4.7 のように設定する。圧縮については F_c 時の歪の 2000 倍に達した時点で $\sigma = 0$ となるような負勾配を設定する。引張については F_b に達した時点で $\sigma = 0$ となるように設定する。ヤング係数 E は 3000N/mm^2 とする。

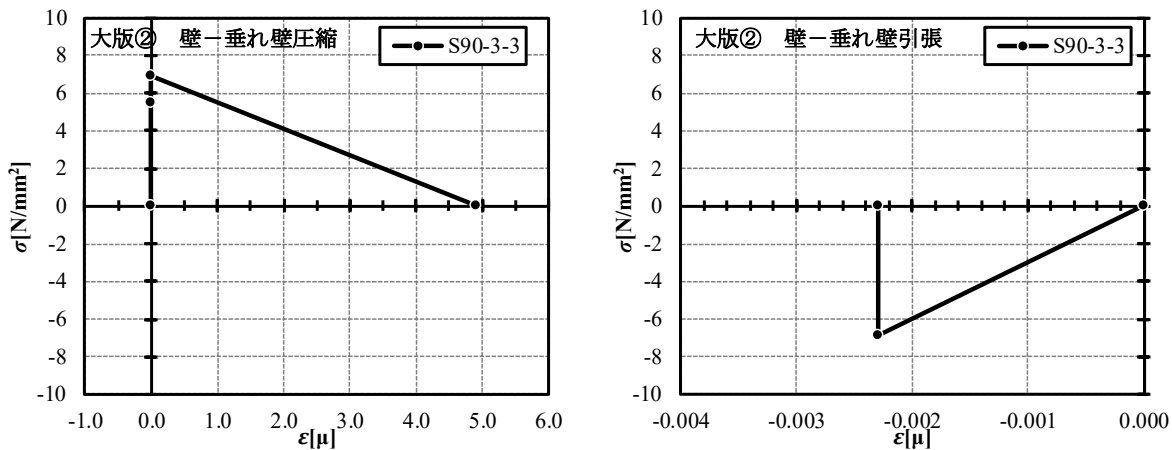


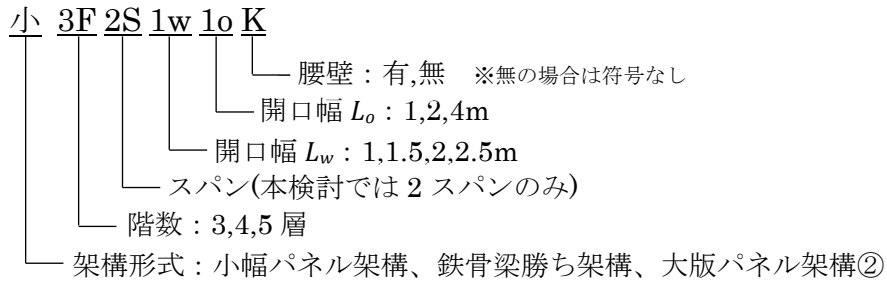
図 2.4.7 大版パネル架構②の垂れ壁端部の圧縮及び引張の $\sigma - \varepsilon$ 関係

(5) 各モデルの解析結果

次頁以降に、各モデルの解析結果を示す。各モデルにつき、層せん断力-層間変形角関係(左図)、1自由度に縮約した加速度-代表変位関係(中央図)及び R_{f2} 算出のための $S_{ui}/F_i - S_{ai}/f_i$ 関係(右図)を示す。

$S_{ui}/F_i - S_{ai}/f_i$ 関係において、図中の太線は $R_{f2} = 2.5$ となる線、細線は最小二乗法により求めた近似直線である。

モデル名称については、下記の通りである。



本検討では以下に示す解析を行った。

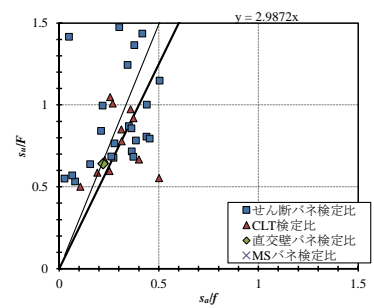
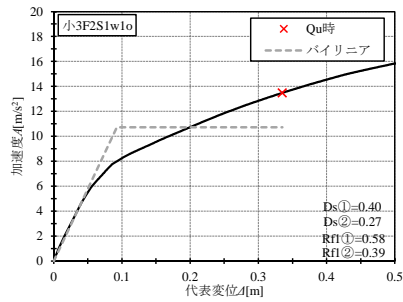
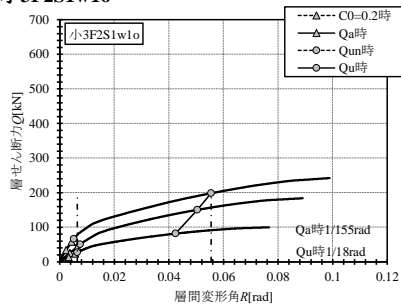
- ・ 小幅パネル架構/3階/2スパン/腰壁無
- ・ 小幅パネル架構/3階/2スパン/腰壁有
- ・ 小幅パネル架構/4階/2スパン/腰壁無
- ・ 小幅パネル架構/5階/2スパン/腰壁無
- ・ 鉄骨梁勝ち架構/3階/2スパン/腰壁無
- ・ 鉄骨梁勝ち架構/4階/2スパン/腰壁無
- ・ 鉄骨梁勝ち架構/5階/2スパン/腰壁無
- ・ 大版パネル架構②/3階/2スパン/腰壁無

上記8種×耐力壁幅 $L_w(1.0,1.5,2.0,2.5\text{m})$ ×開口幅 $L_o(1.0,2.0,4.0\text{m})=96$ ケース

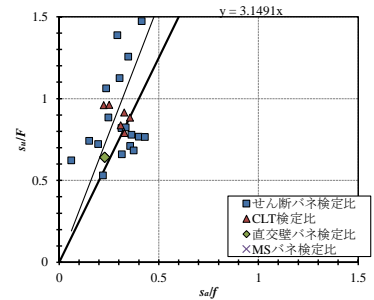
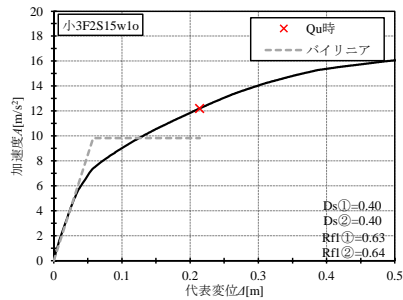
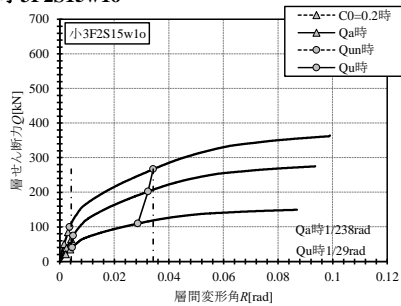
小幅パネル架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

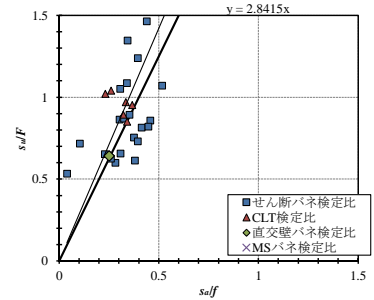
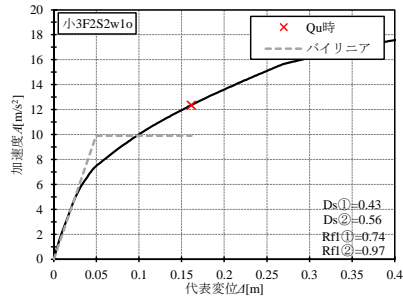
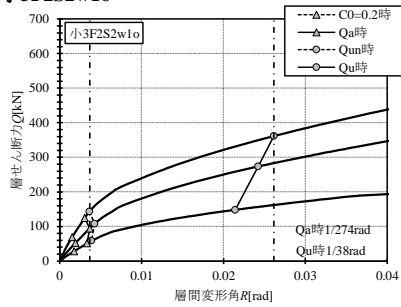
小3F2S1w1o



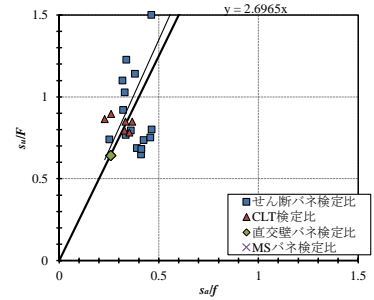
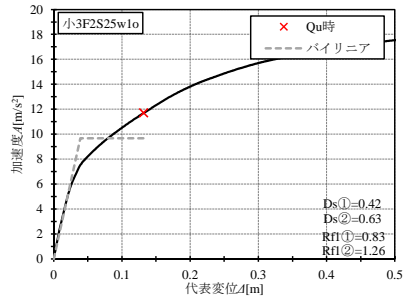
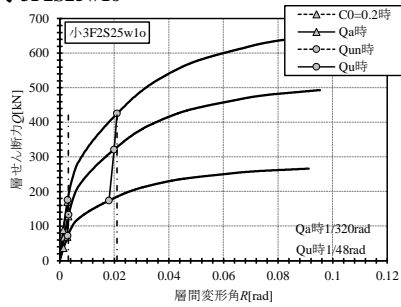
小3F2S15w1o



小3F2S2w1o



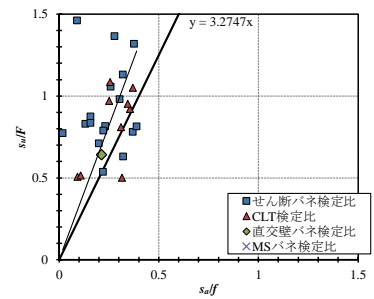
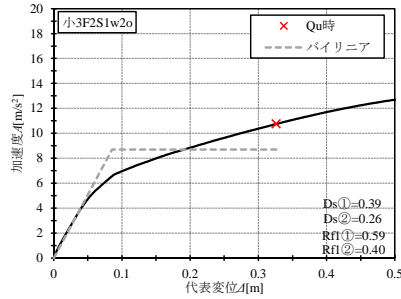
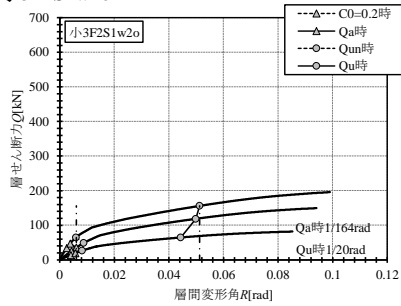
小3F2S25w1o



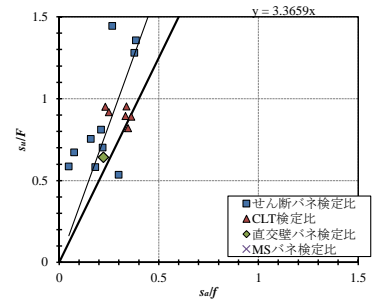
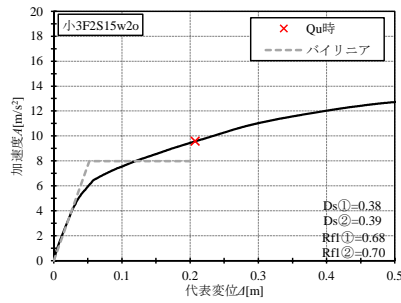
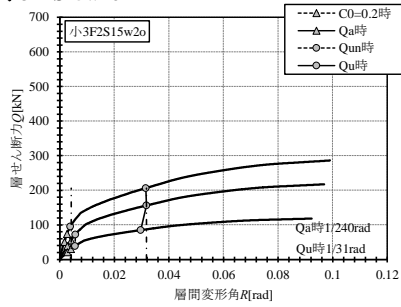
小幅パネル架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=2m$ シリーズ

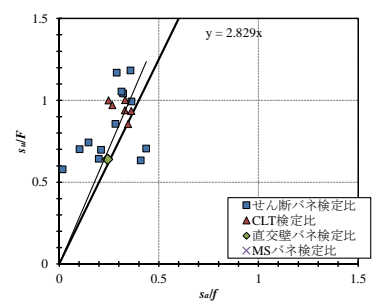
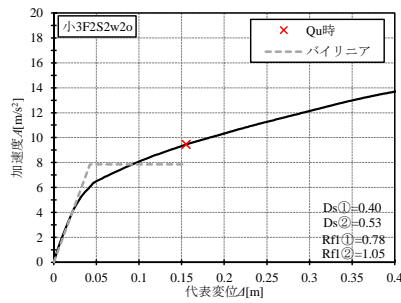
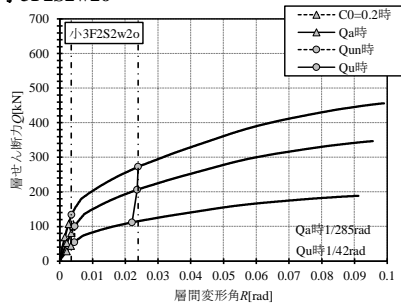
小3F2S1w2o



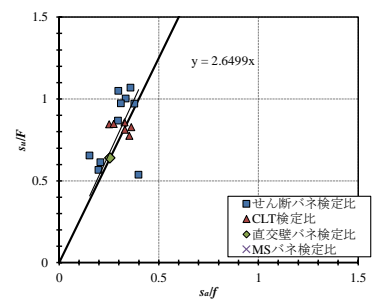
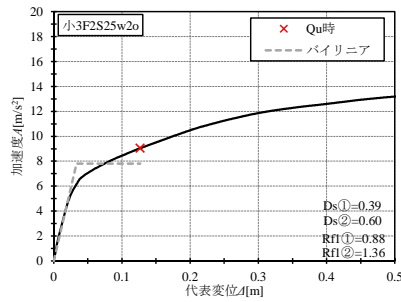
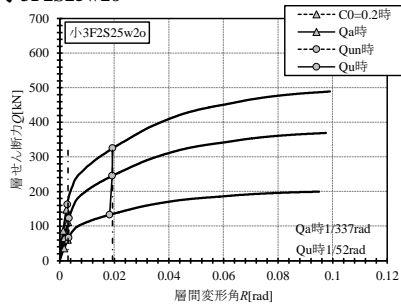
小3F2S15w2o



小3F2S2w2o



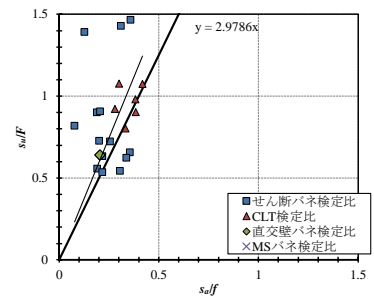
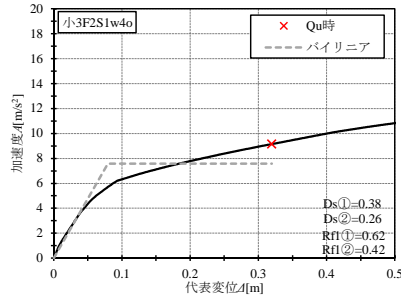
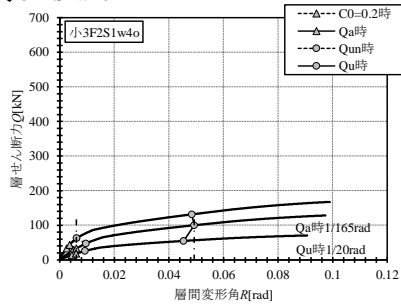
小3F2S25w2o



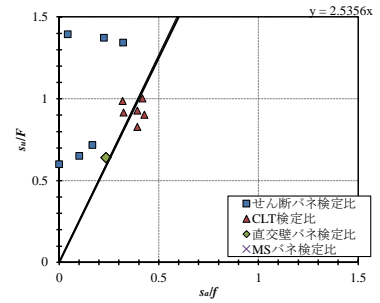
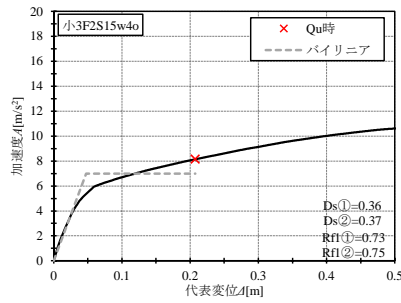
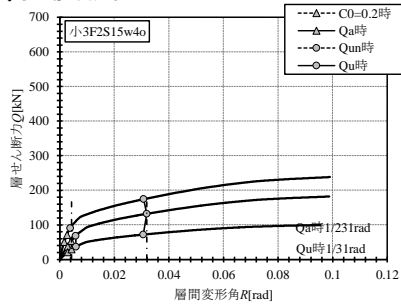
小幅パネル架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=4m$ シリーズ

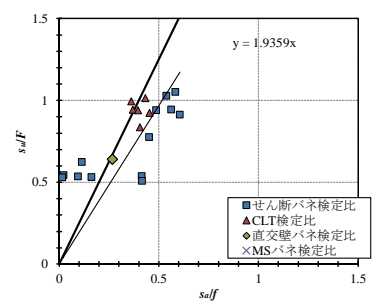
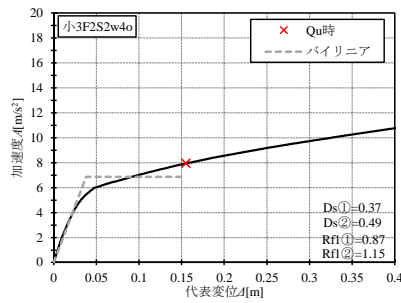
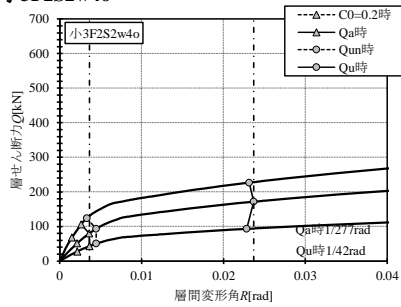
小3F2S1w4o



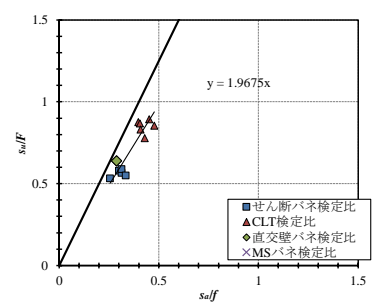
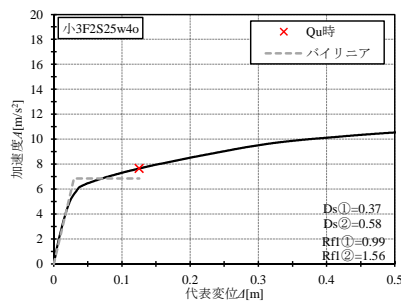
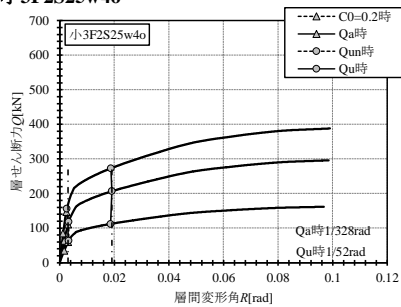
小3F2S15w4o



小3F2S2w4o

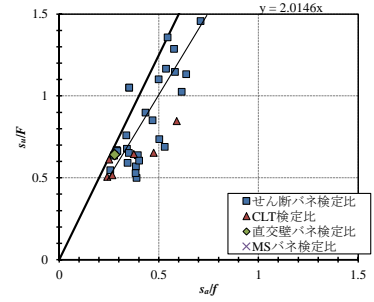
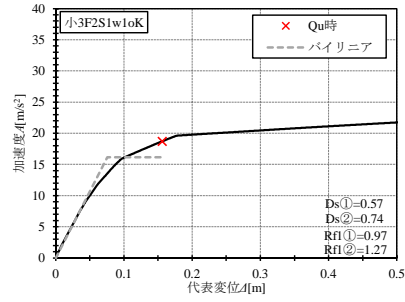
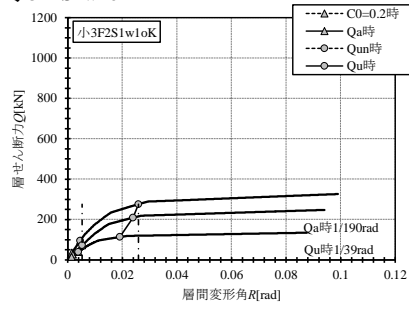


小3F2S25w4o

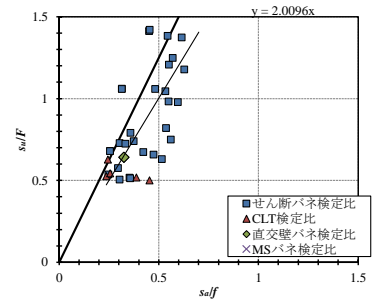
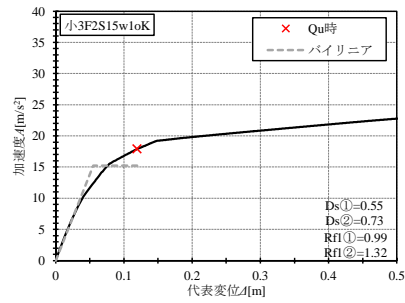
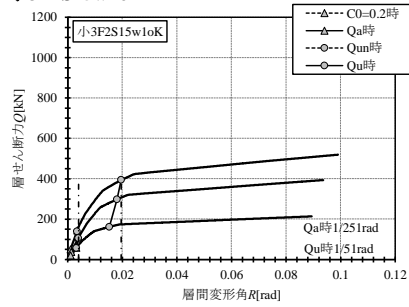


小幅パネル架構/3階建て/2スパン/腰壁有
開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

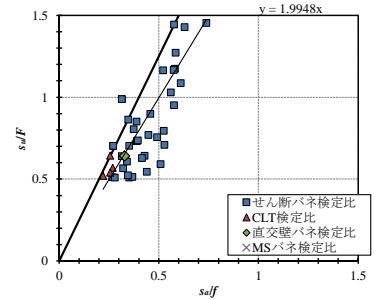
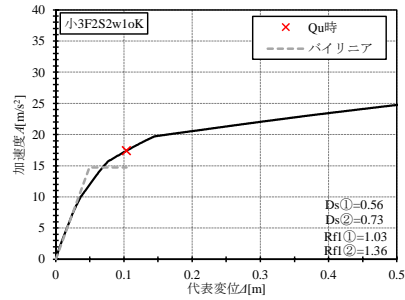
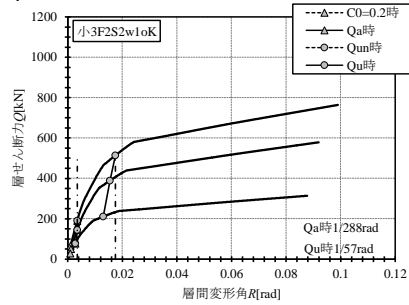
小3F2S1w1oK



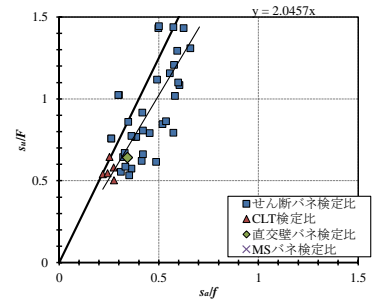
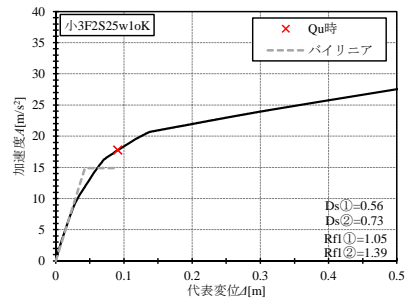
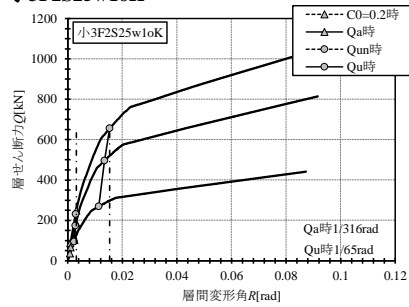
小3F2S15w1oK



小3F2S2w1oK



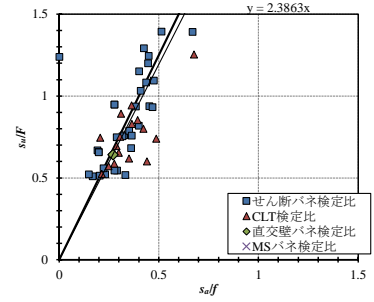
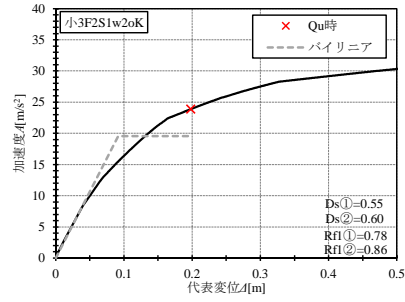
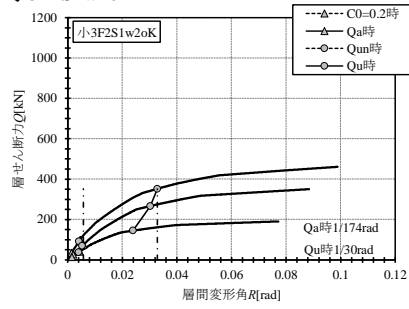
小3F2S25w1oK



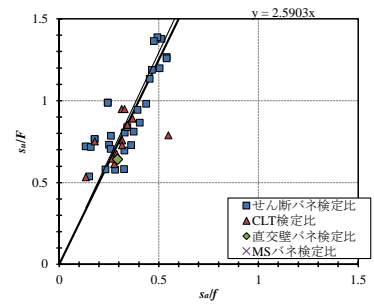
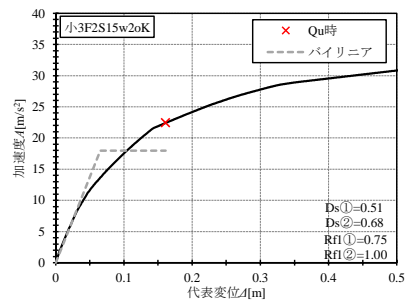
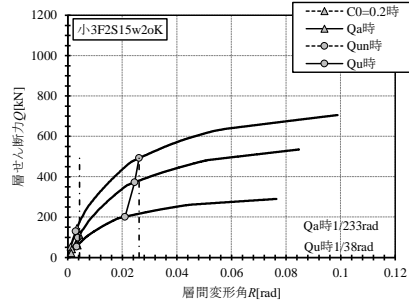
小幅パネル架構/3階建て/2スパン/腰壁有

開口幅 $L_o=2m$ シリーズ

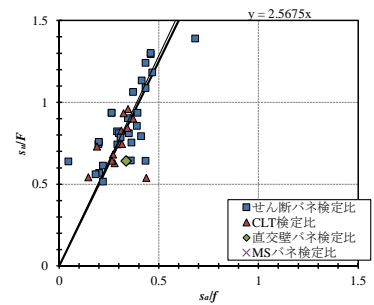
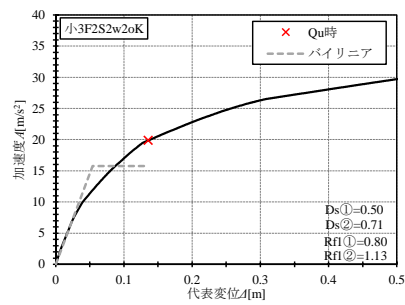
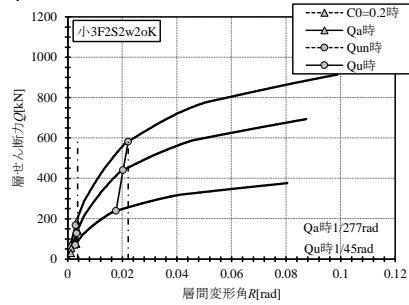
小3F2S1w2oK



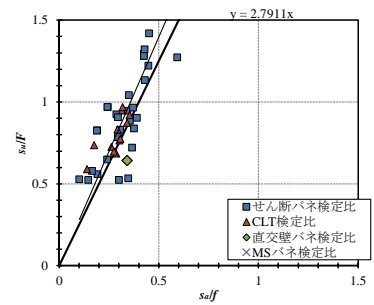
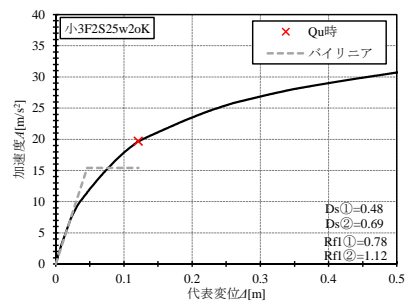
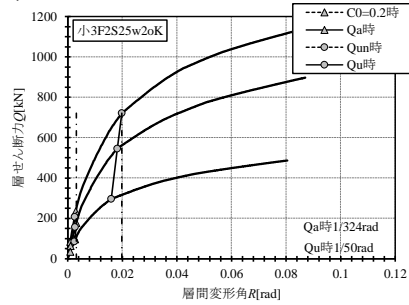
小3F2S15w2oK



小3F2S2w2oK



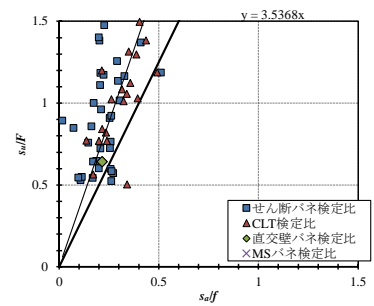
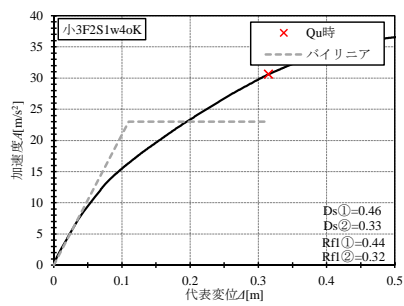
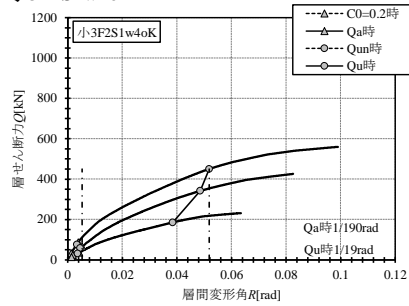
小3F2S25w2oK



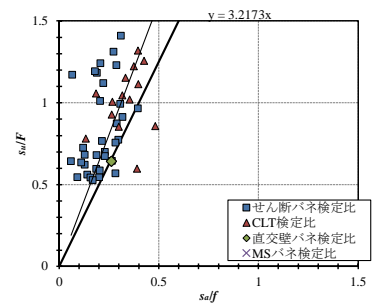
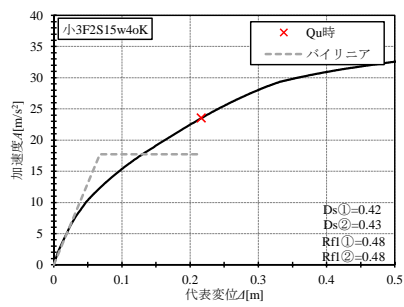
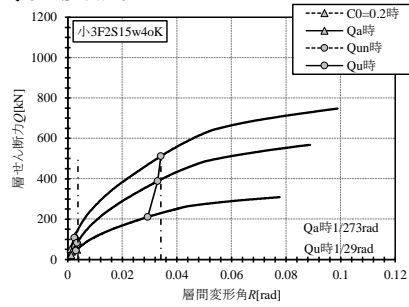
小幅パネル架構/3階建て/2スパン/腰壁有

開口幅 $L_o=4m$ シリーズ

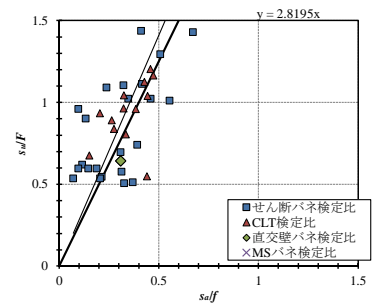
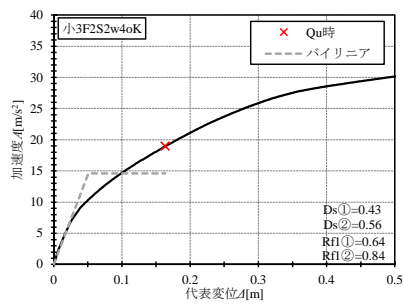
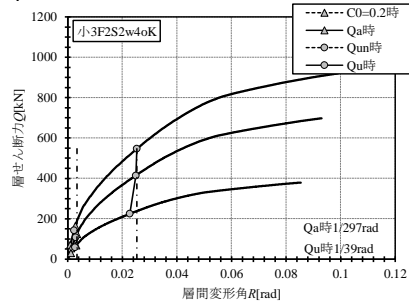
小3F2S1w4oK



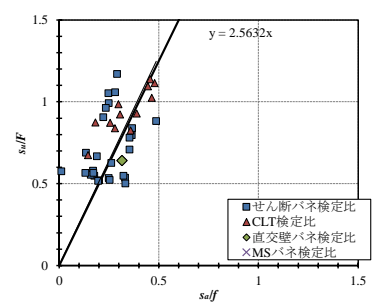
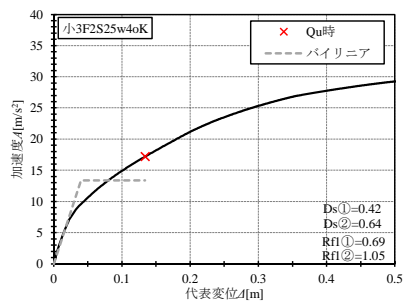
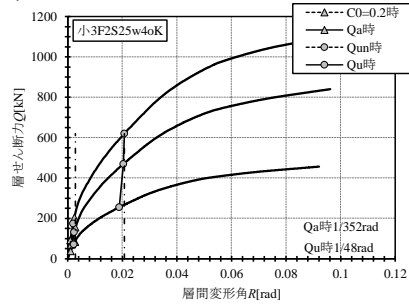
小3F2S15w4oK



小3F2S2w4oK



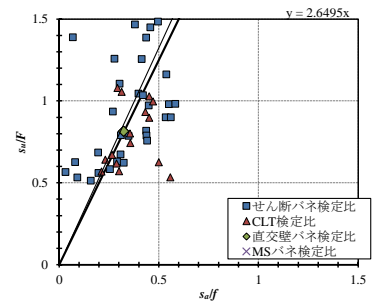
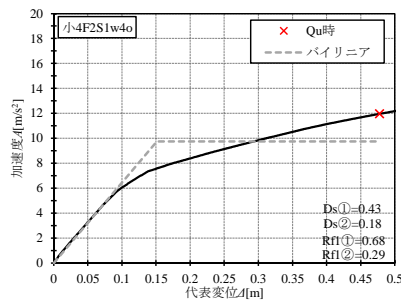
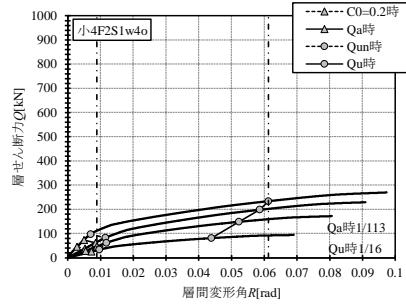
小3F2S25w4oK



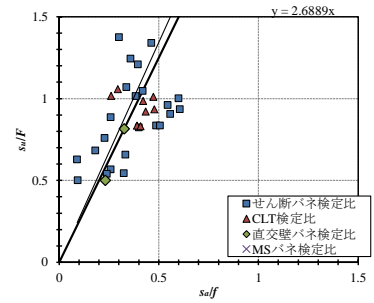
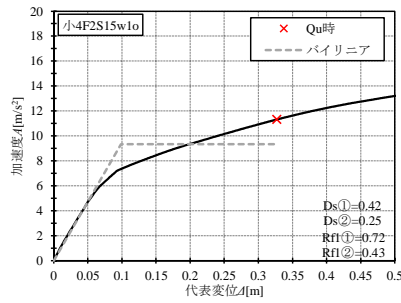
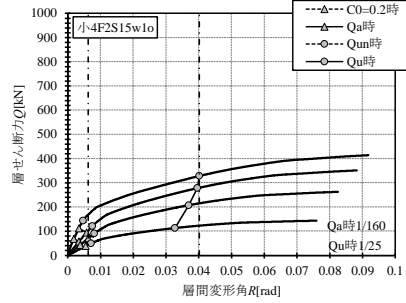
小幅パネル架構/4階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1\text{m}$ シリーズ

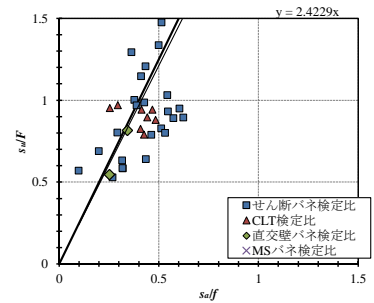
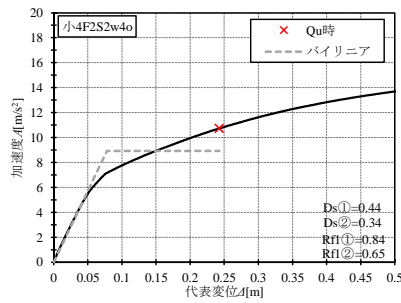
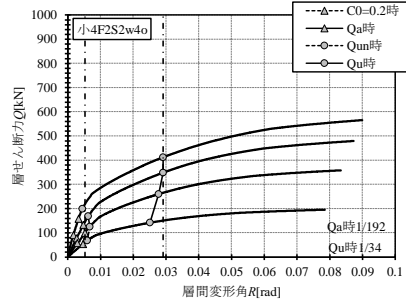
小4F2S1w1o



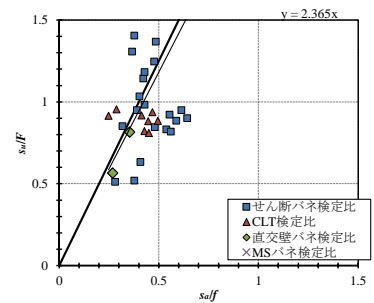
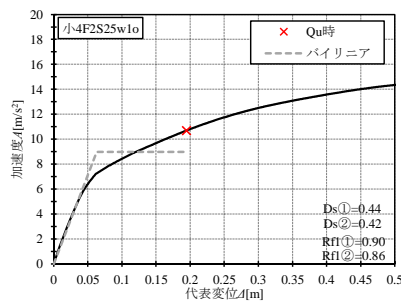
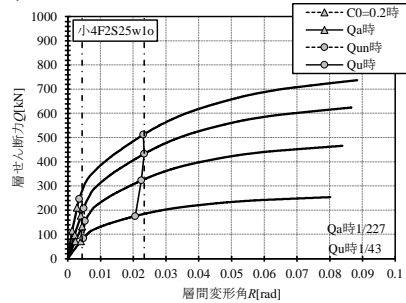
小4F2S15w1o



小4F2S2w1o



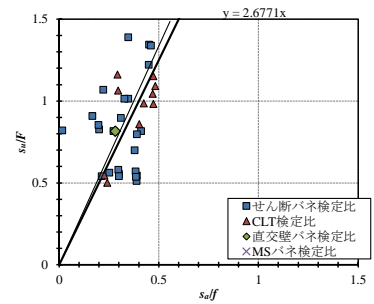
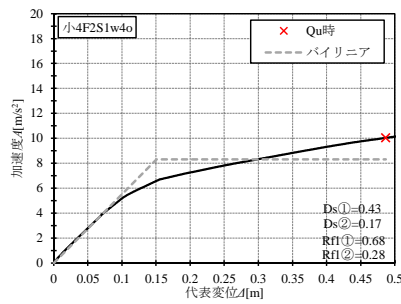
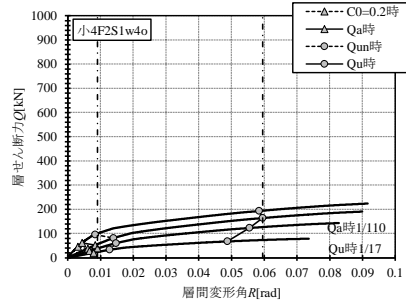
小4F2S25w1o



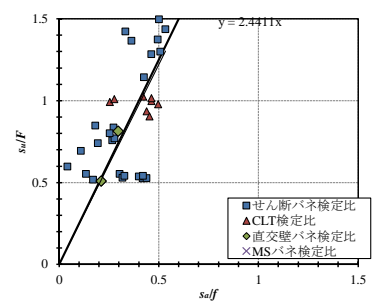
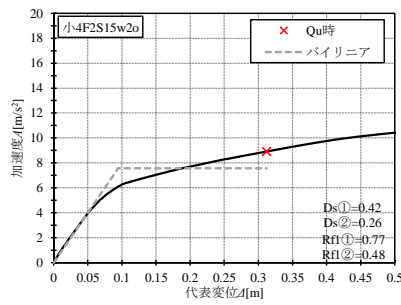
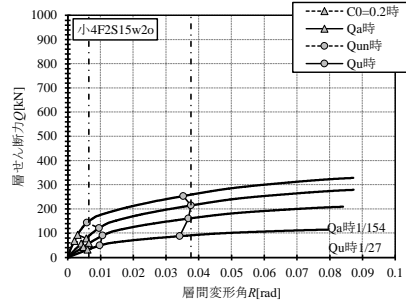
小幅パネル架構/4階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=2m$ シリーズ

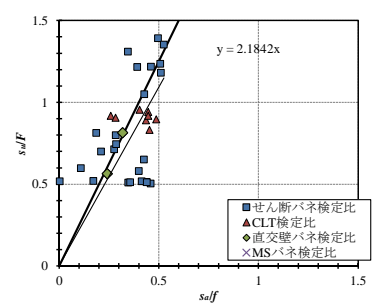
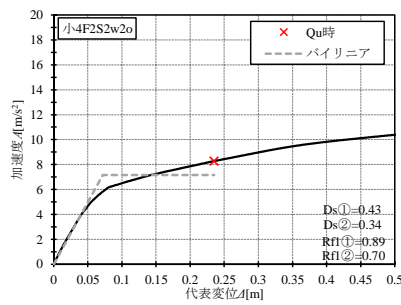
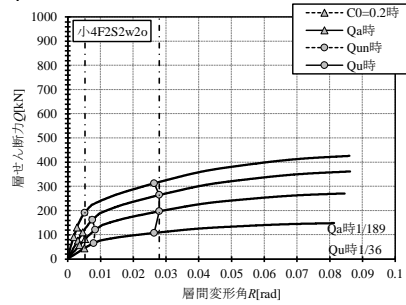
小4F2S1w2o



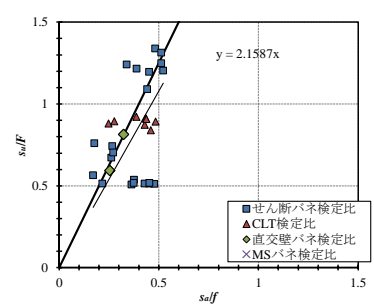
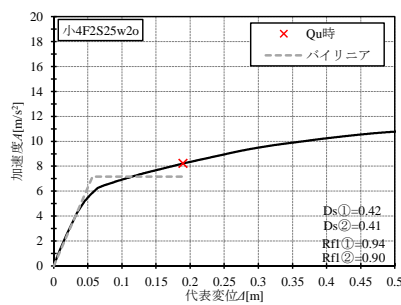
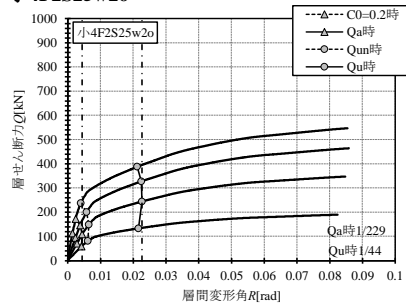
小4F2S15w2o



小4F2S2w2o



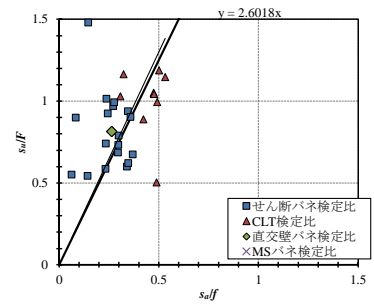
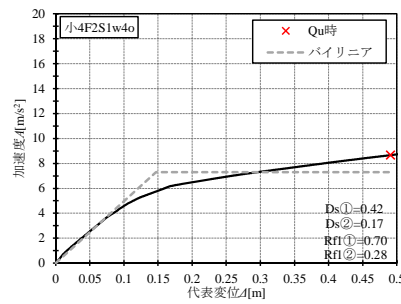
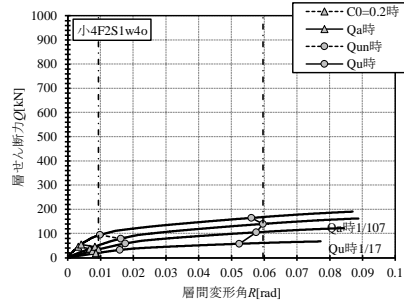
小4F2S25w2o



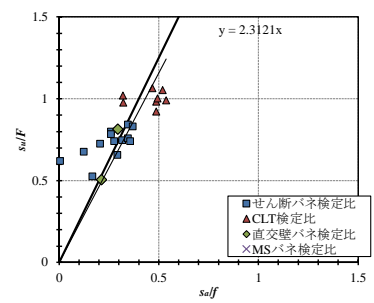
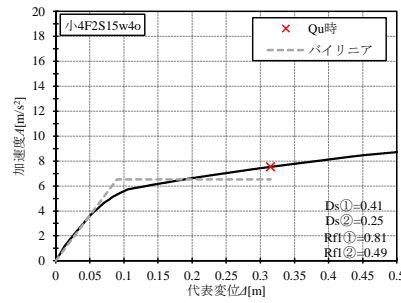
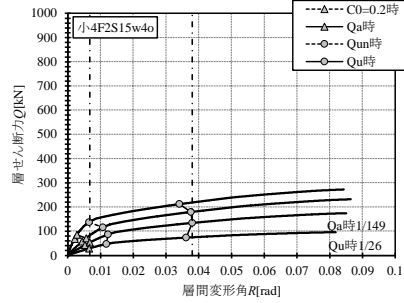
小幅パネル架構/4階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=4m$ シリーズ

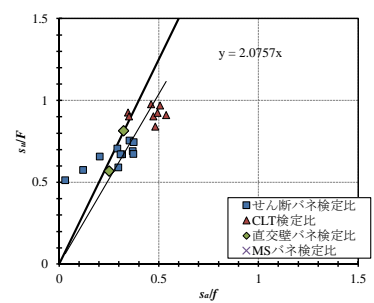
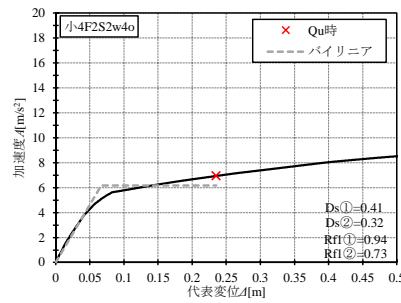
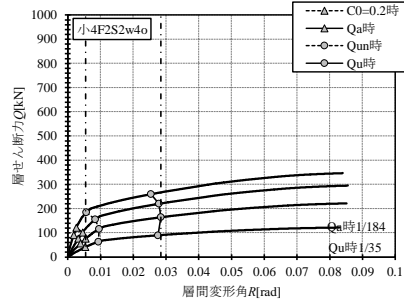
小4F2S1w4o



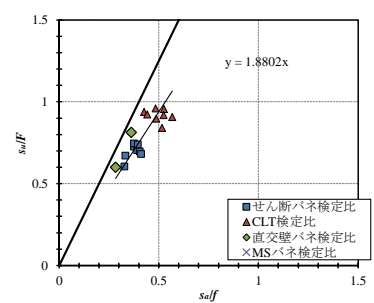
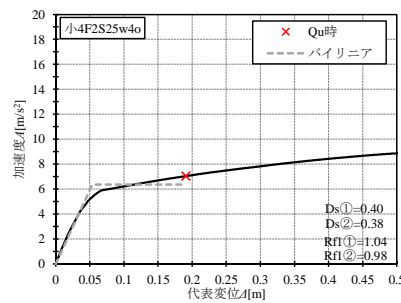
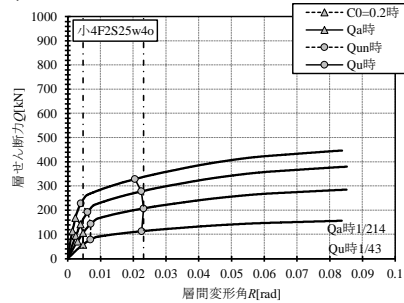
小4F2S15w4o



小4F2S2w4o



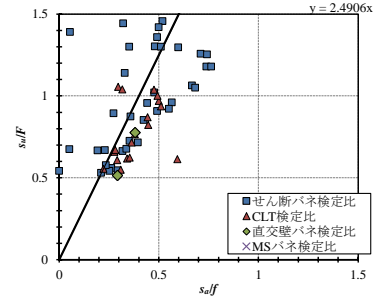
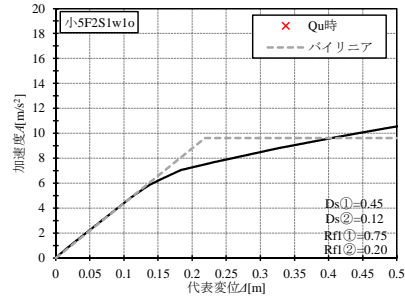
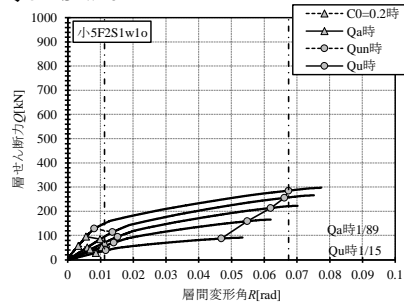
小4F2S25w4o



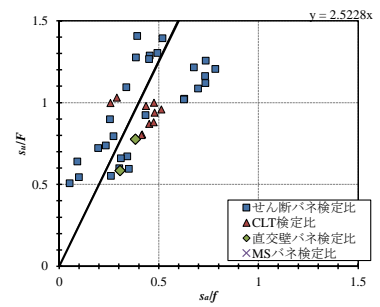
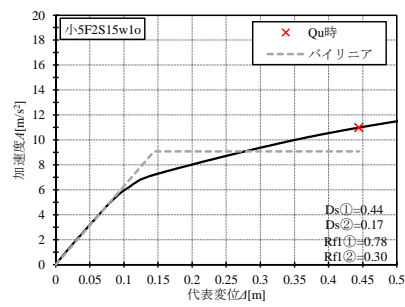
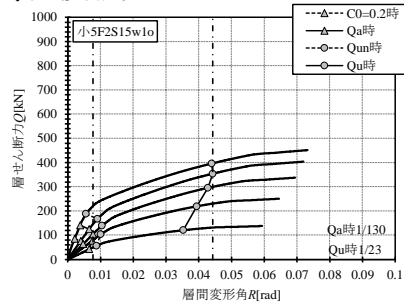
小幅パネル架構/5階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

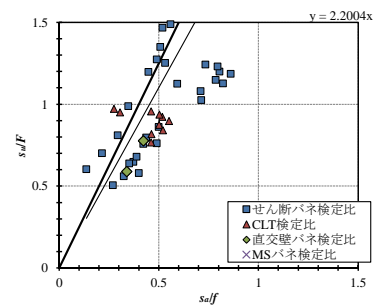
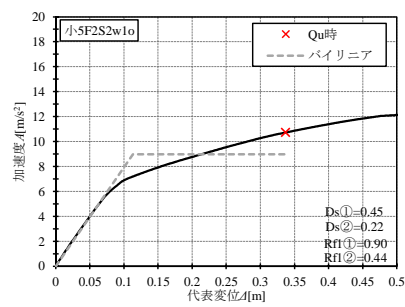
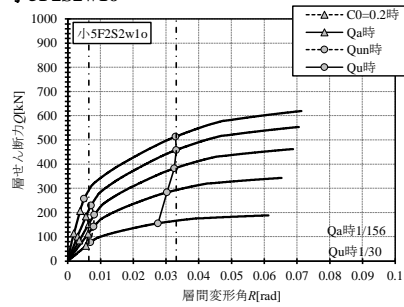
小SF2S1w1o



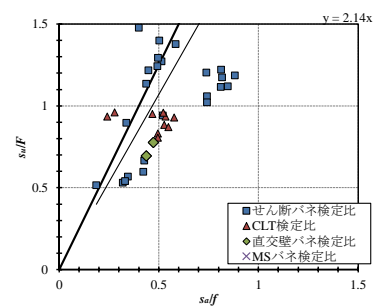
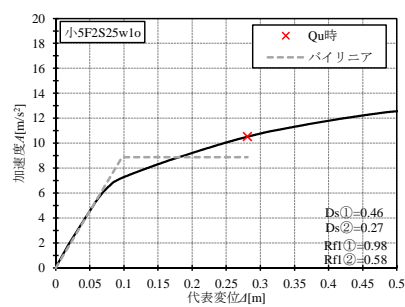
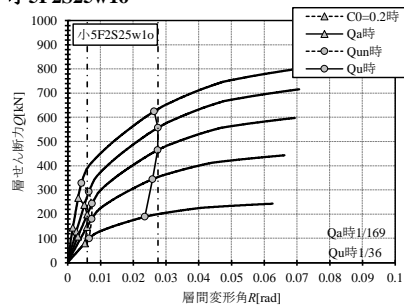
小SF2S15w1o



小SF2S2w1o



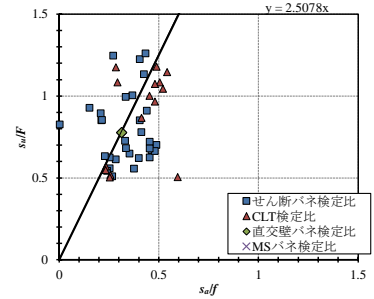
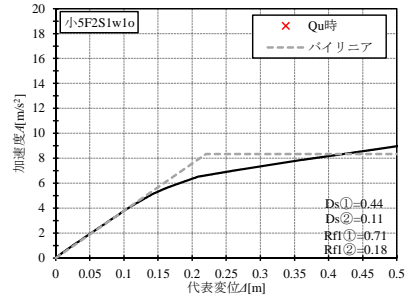
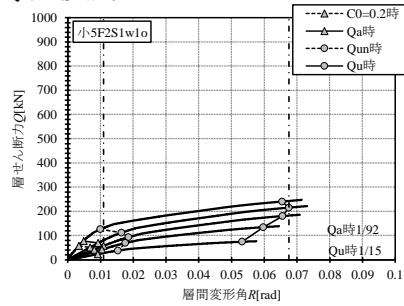
小SF2S25w1o



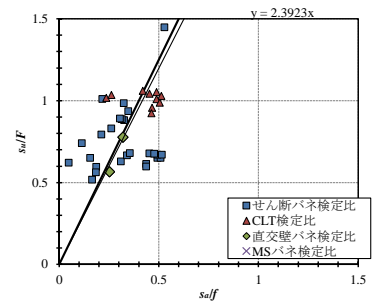
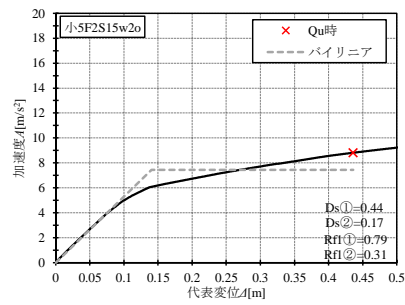
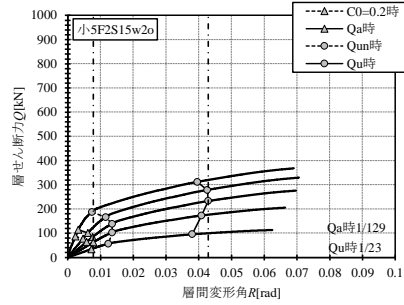
小幅パネル架構/5階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=2m$ シリーズ

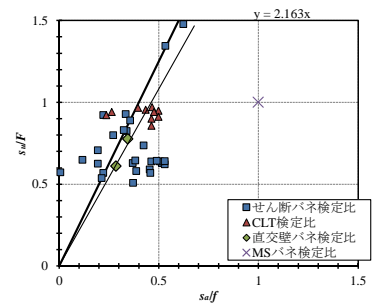
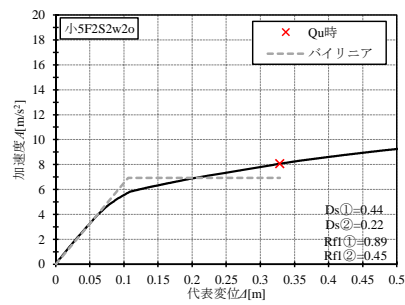
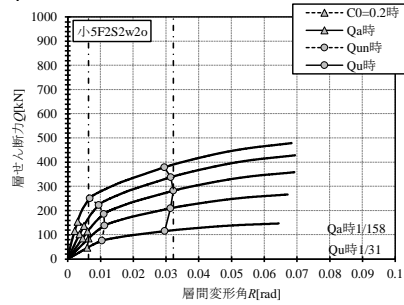
小SF2S1w2o



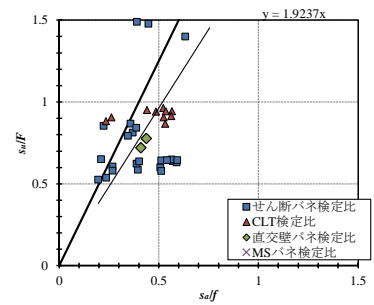
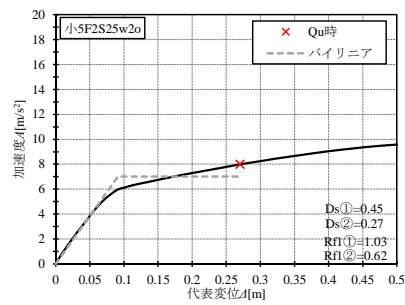
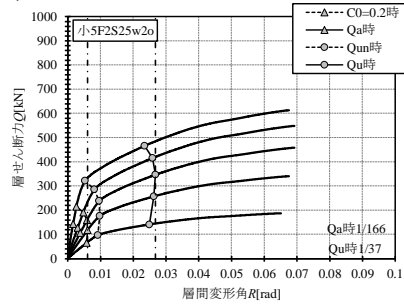
小SF2S15w2o



小SF2S2w2o



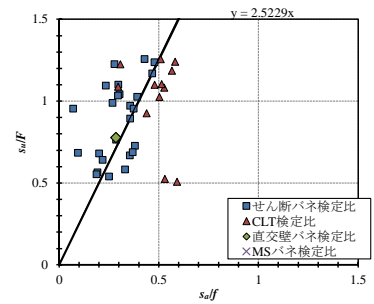
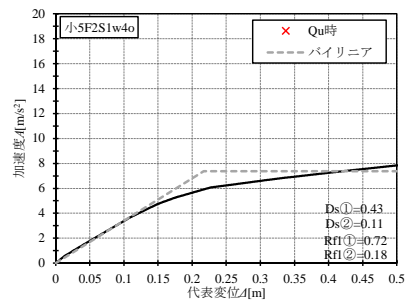
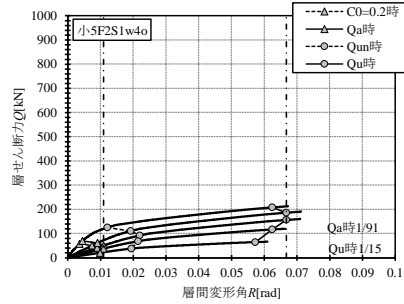
小SF2S25w2o



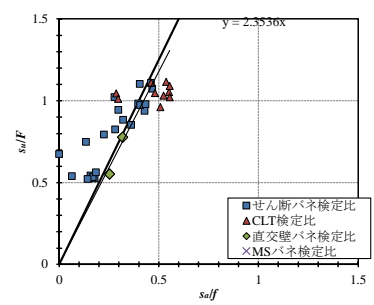
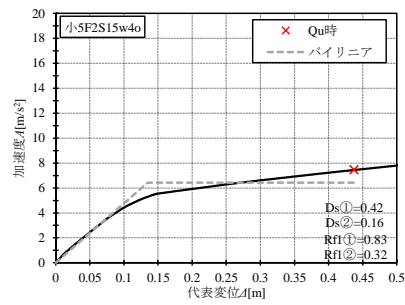
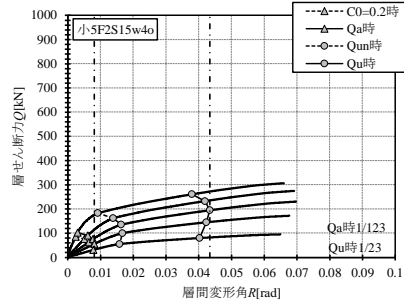
小幅パネル架構/5階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=4m$ シリーズ

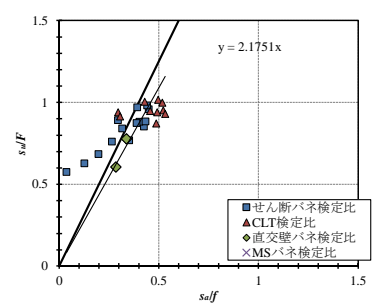
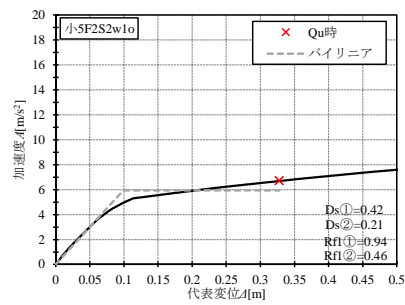
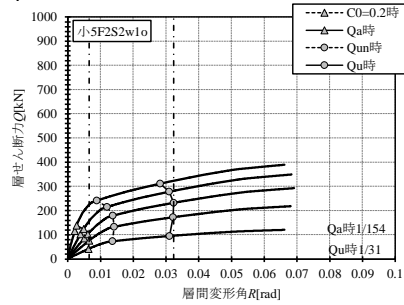
小5F2S1w4o



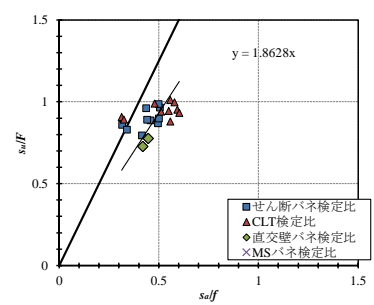
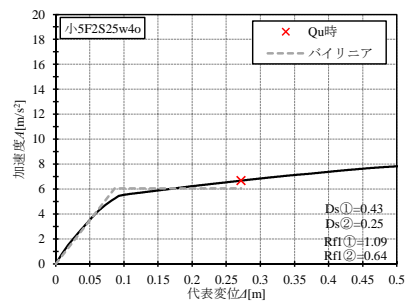
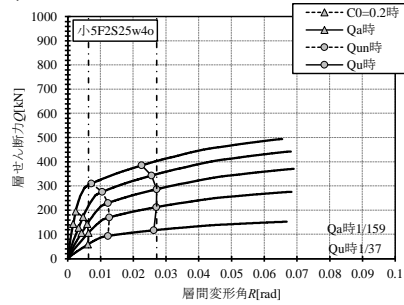
小5F2S15w4o



小5F2S2w4o



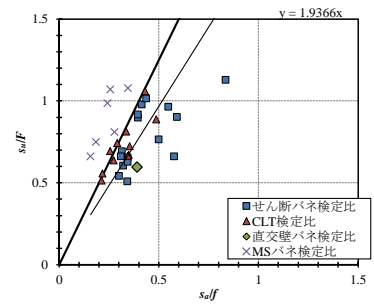
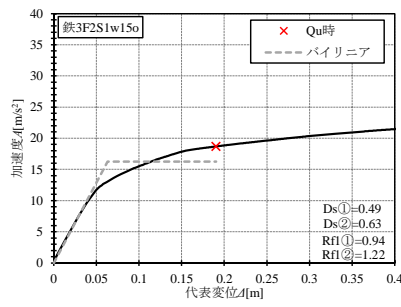
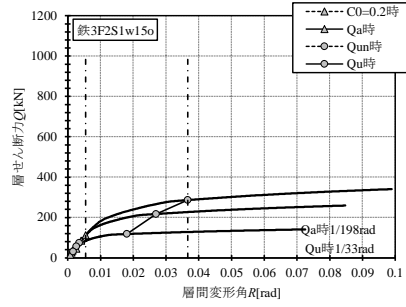
小5F2S25w4o



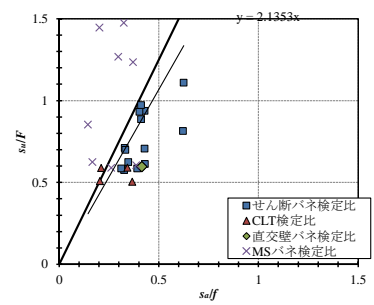
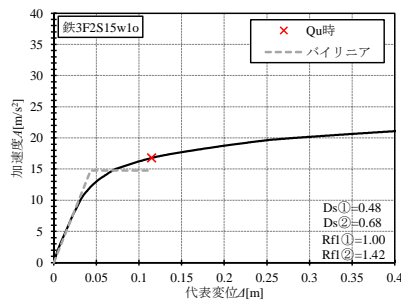
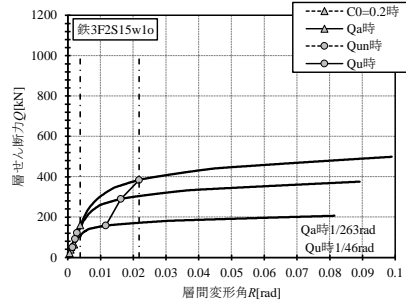
鉄骨梁勝ち架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

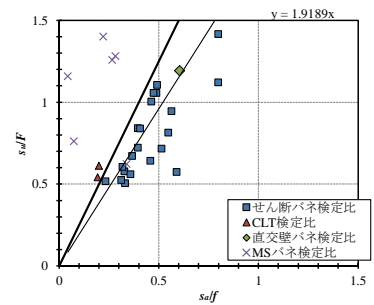
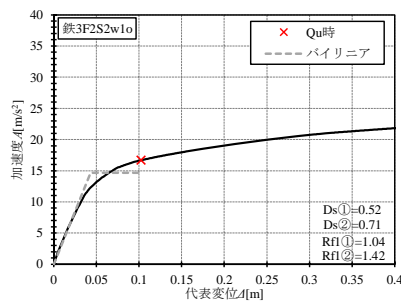
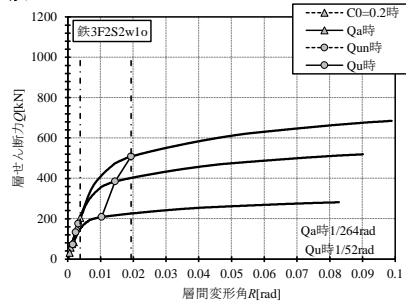
鉄3F2S1w1o



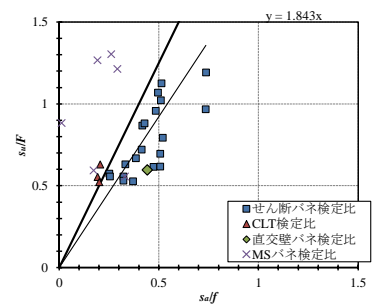
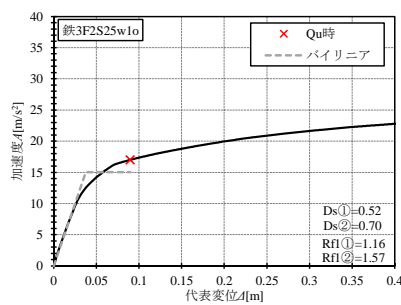
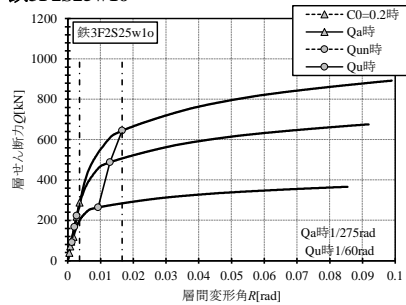
鉄3F2S15w1o



鉄3F2S2w1o



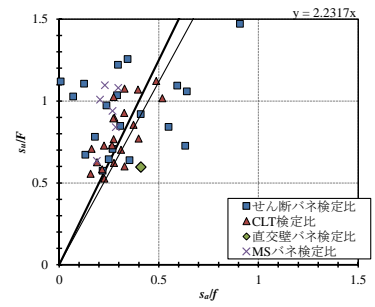
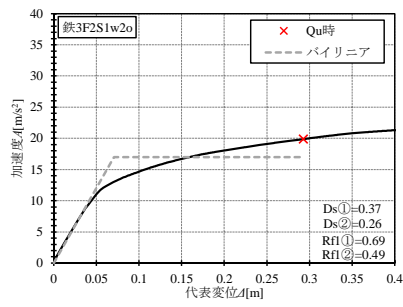
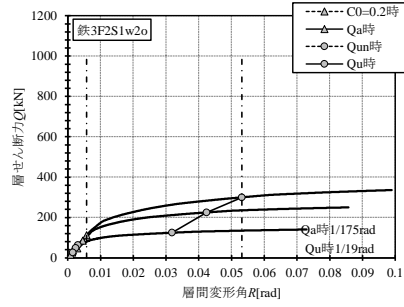
鉄3F2S25w1o



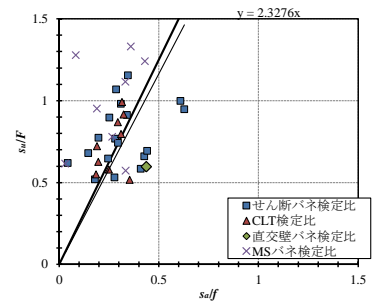
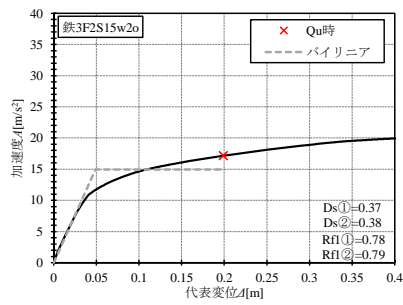
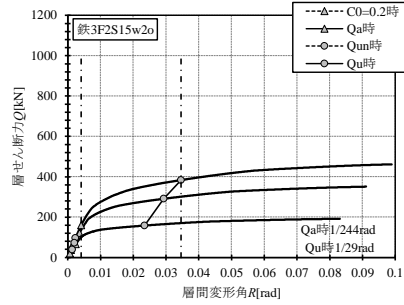
鉄骨梁勝ち架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_0=2m$ シリーズ

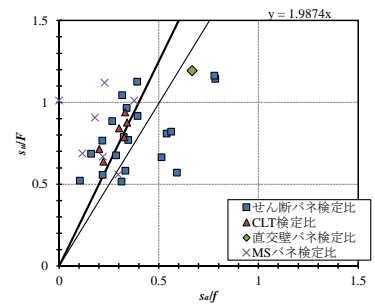
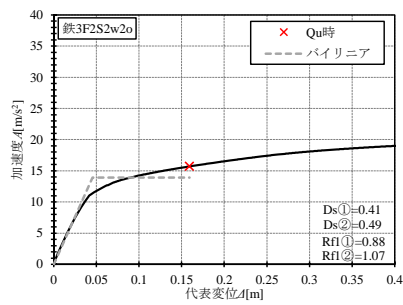
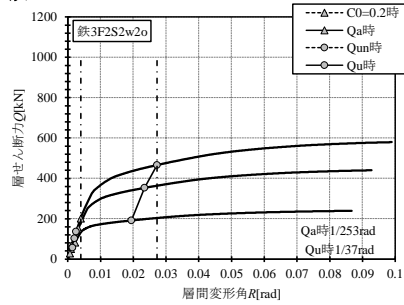
鉄3F2S1w2o



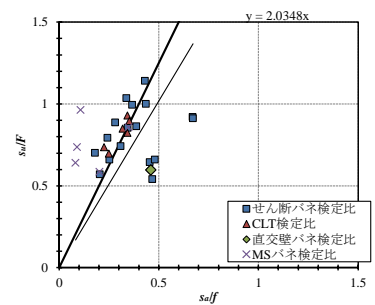
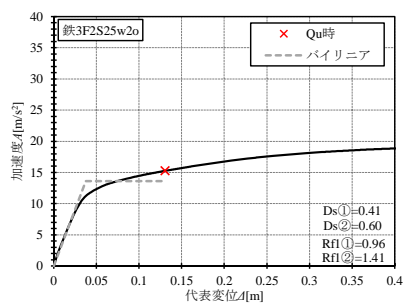
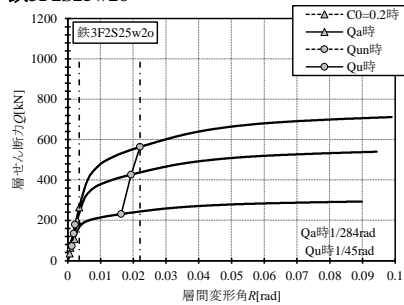
鉄3F2S15w2o



鉄3F2S2w2o



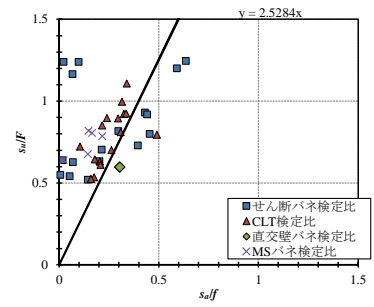
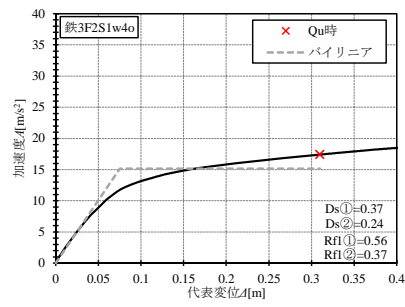
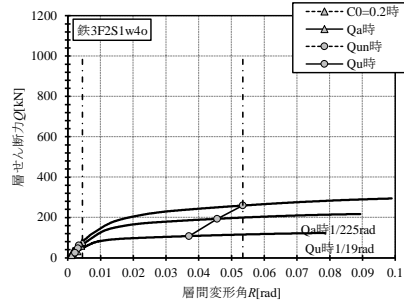
鉄3F2S25w2o



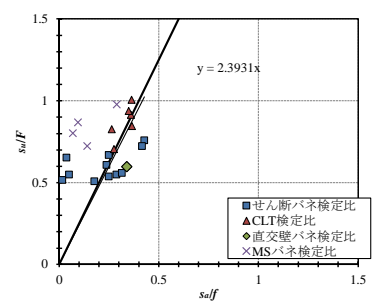
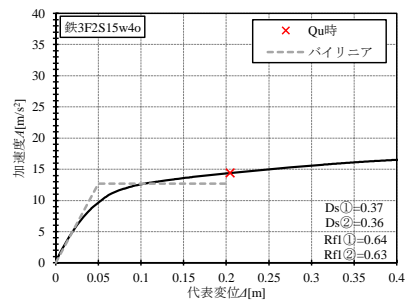
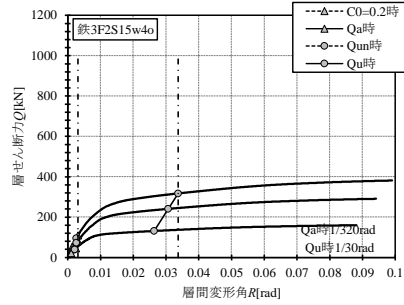
鉄骨梁勝ち架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_0=4m$ シリーズ

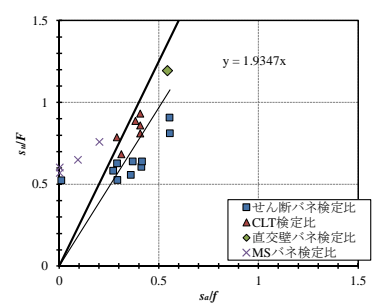
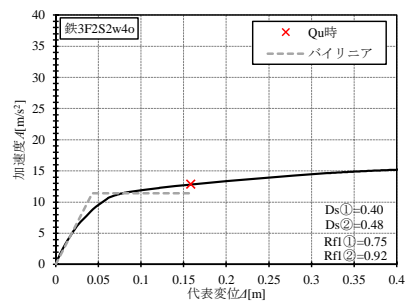
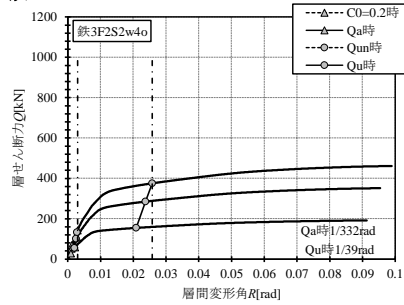
鉄3F2S1w4o



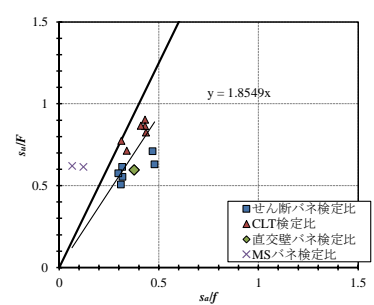
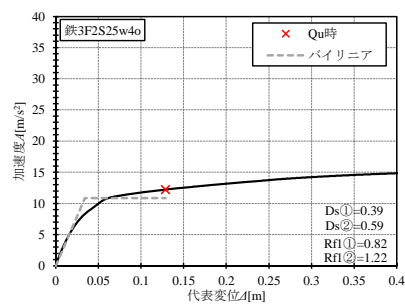
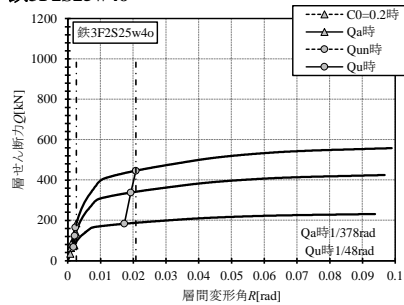
鉄3F2S15w4o



鉄3F2S2w4o



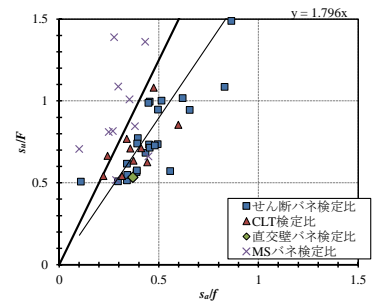
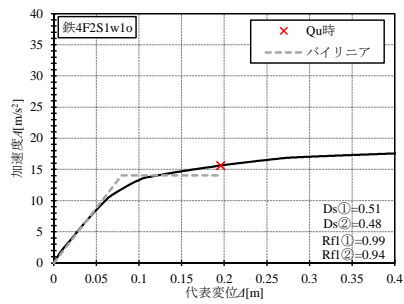
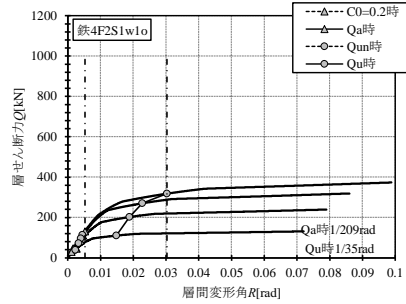
鉄3F2S25w4o



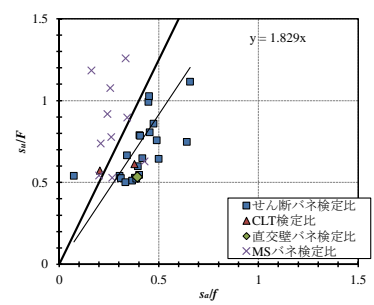
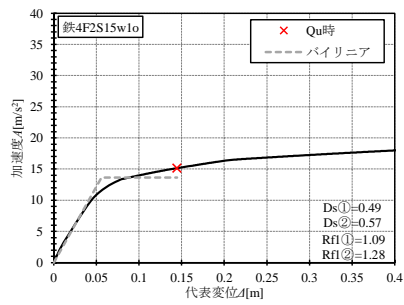
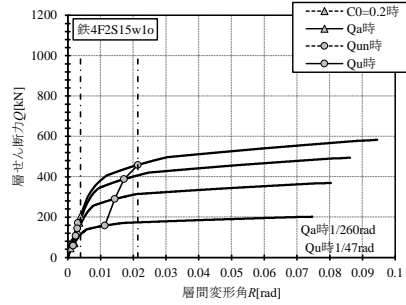
鉄骨梁勝ち架構/4階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

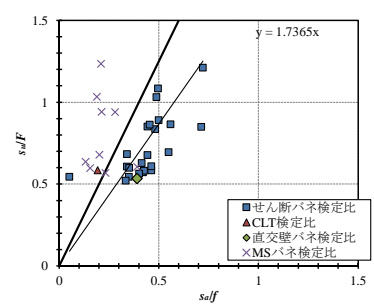
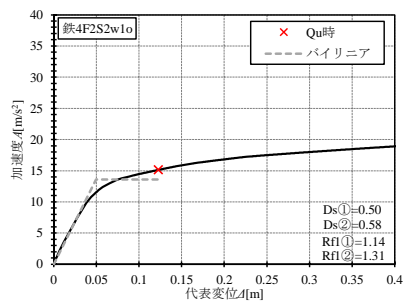
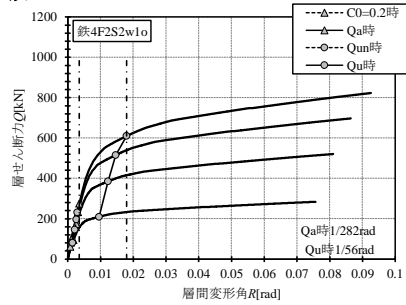
鉄4F2S1w1o



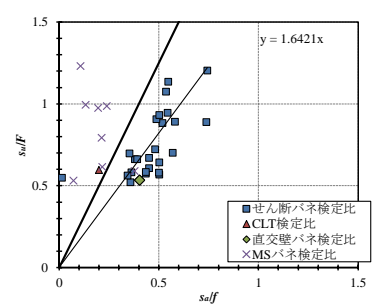
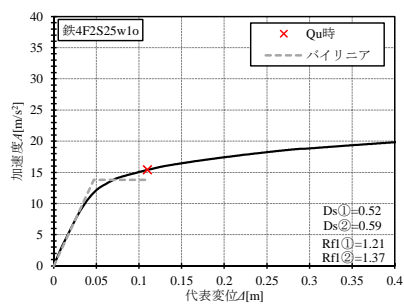
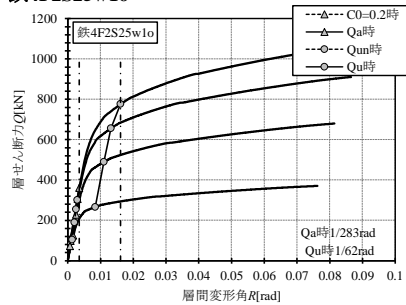
鉄4F2S15w1o



鉄4F2S2w1o



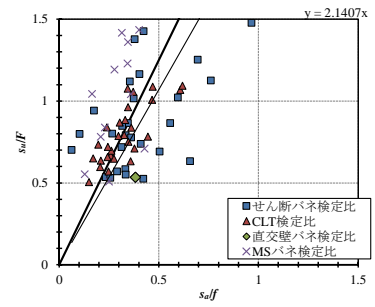
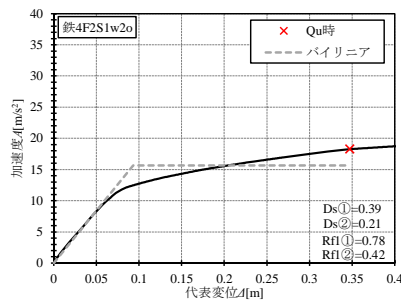
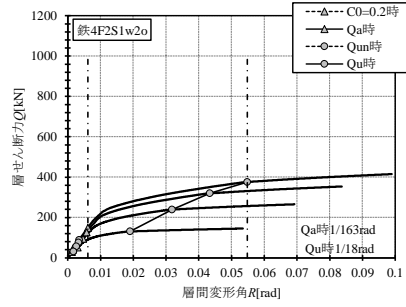
鉄4F2S25w1o



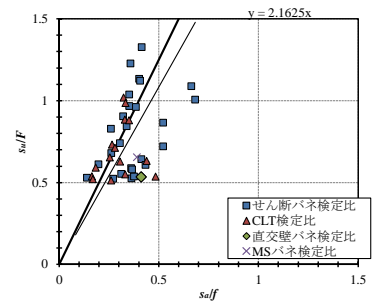
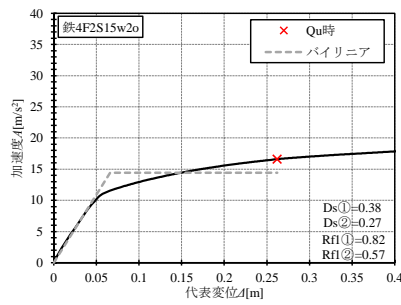
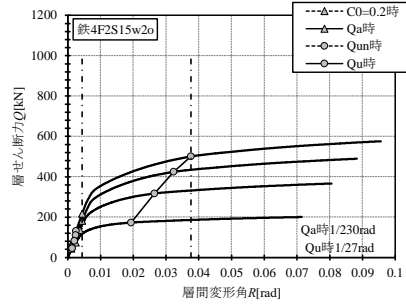
鉄骨梁勝ち架構/4階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_0=2m$ シリーズ

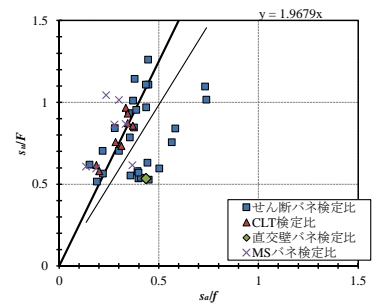
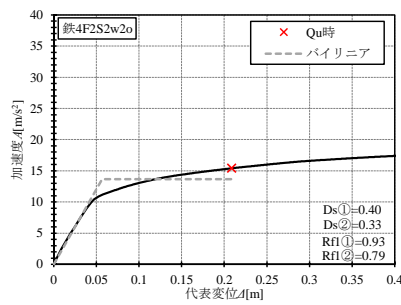
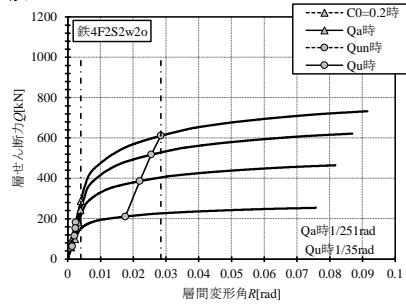
鉄4F2S1w2o



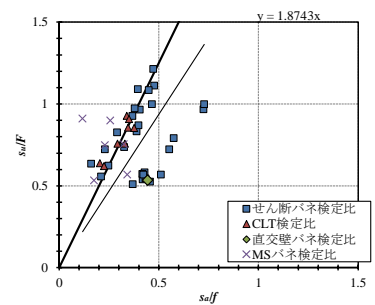
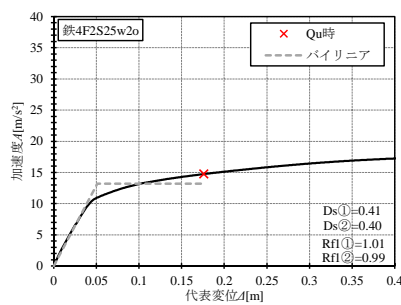
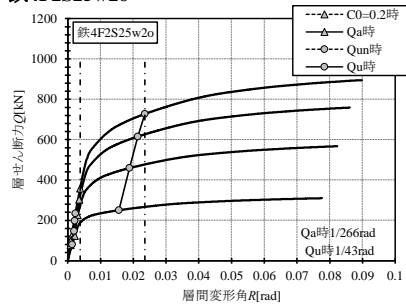
鉄4F2S15w2o



鉄4F2S2w2o



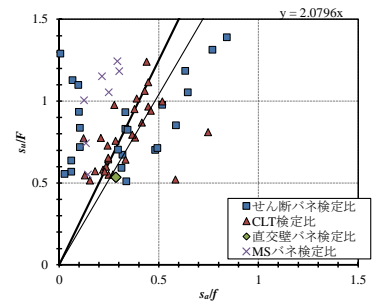
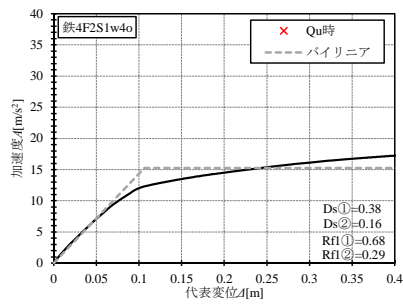
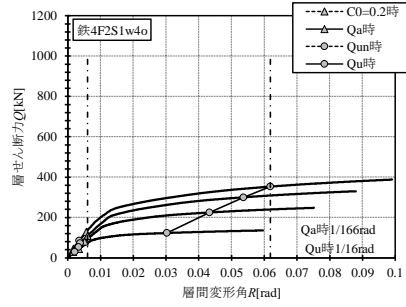
鉄4F2S25w2o



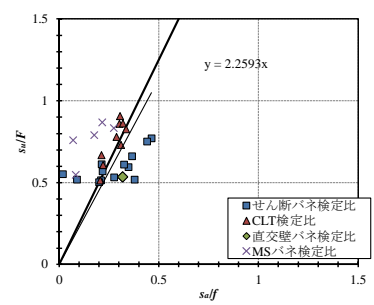
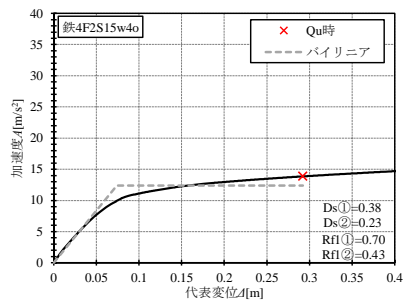
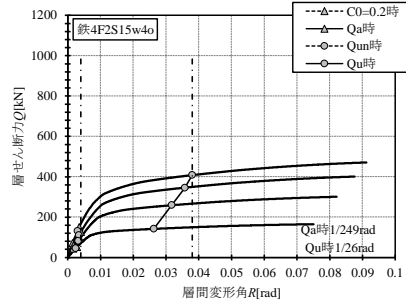
鉄骨梁勝ち架構/4階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=4m$ シリーズ

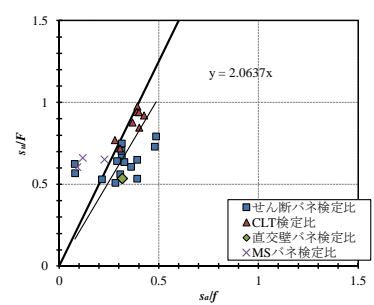
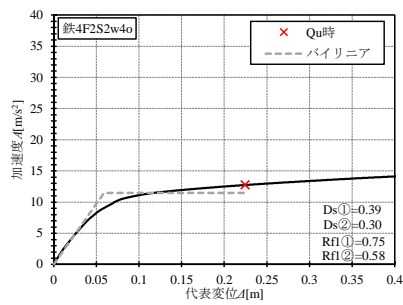
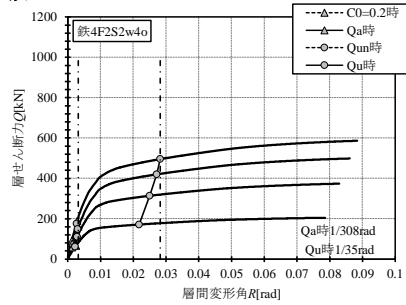
鉄4F2S1w4o



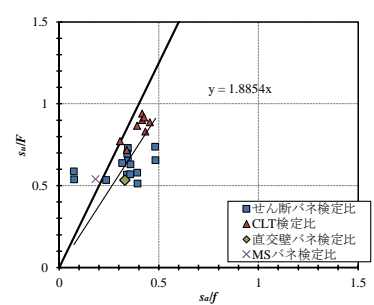
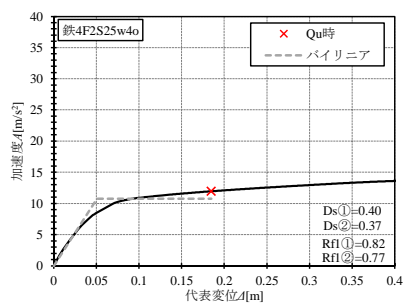
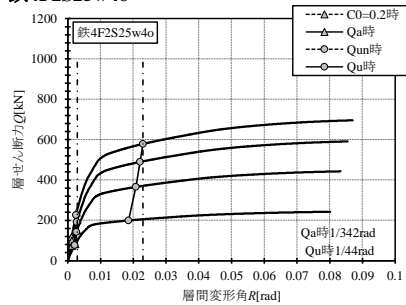
鉄4F2S15w4o



鉄4F2S2w4o



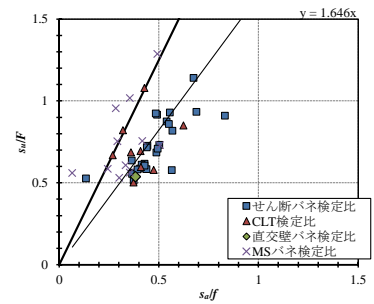
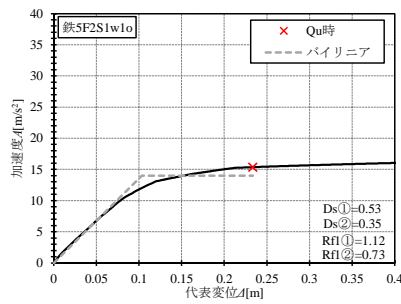
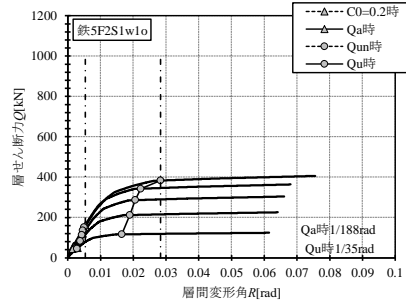
鉄4F2S25w4o



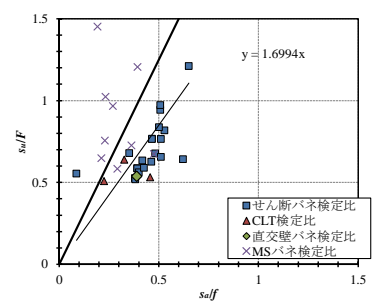
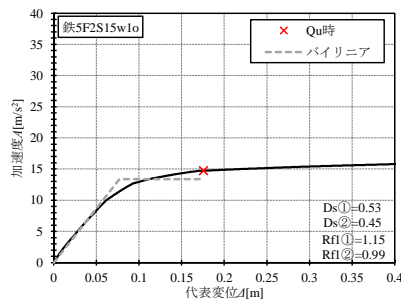
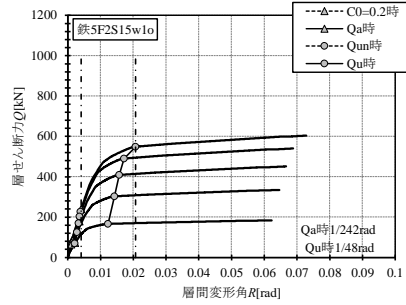
鉄骨梁勝ち架構/5階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

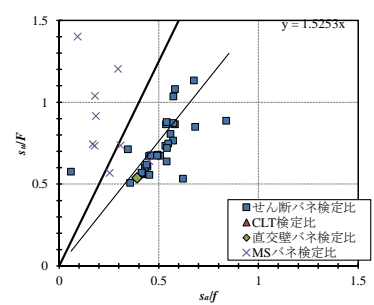
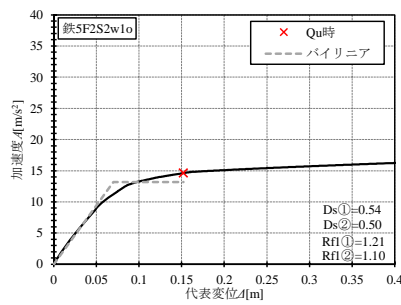
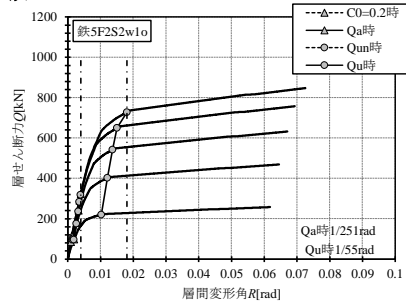
鉄5F2S1w1o



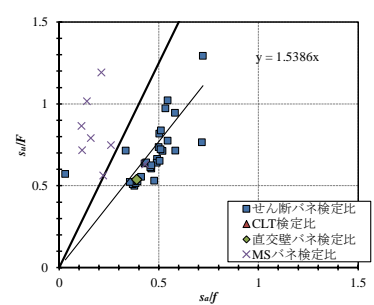
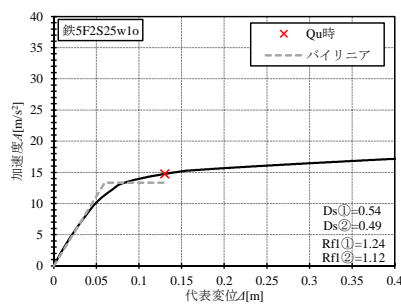
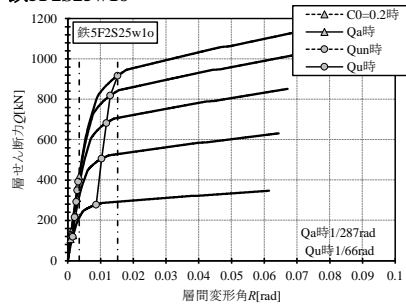
鉄5F2S15w1o



鉄5F2S2w1o



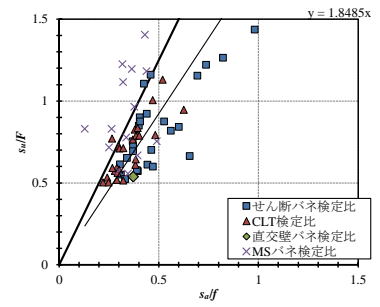
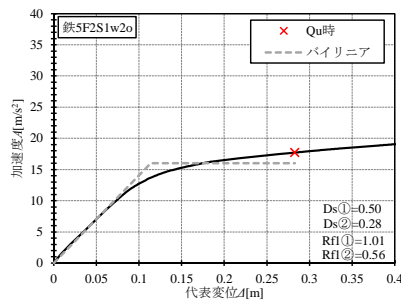
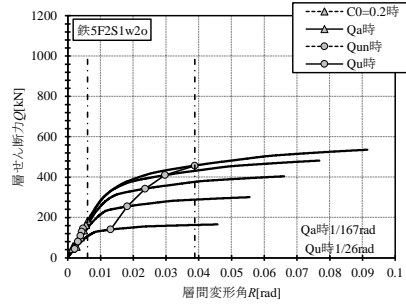
鉄5F2S25w1o



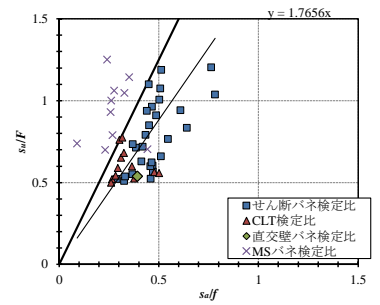
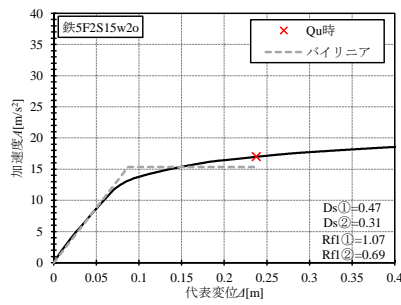
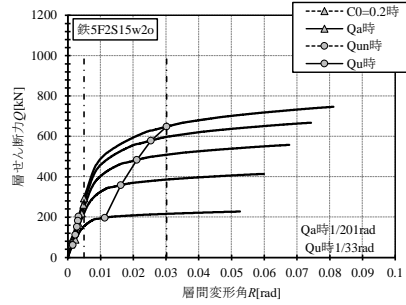
鉄骨梁勝ち架構/5階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=2m$ シリーズ

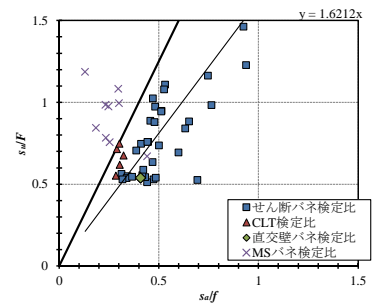
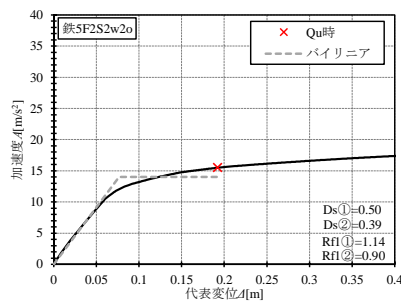
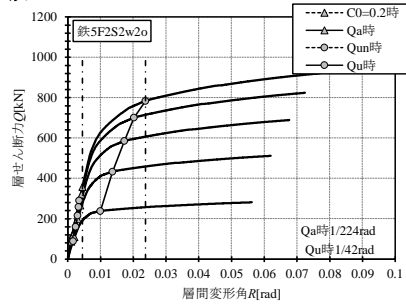
鉄5F2S1w2o



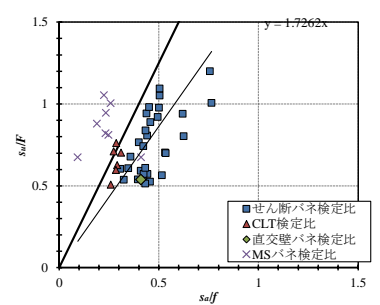
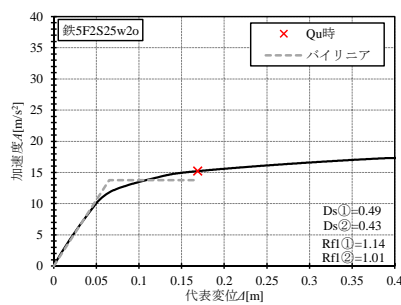
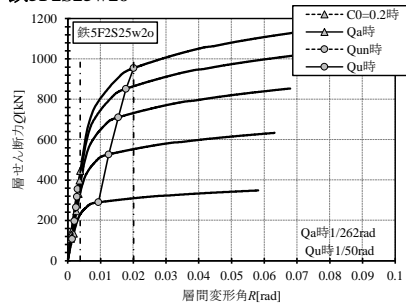
鉄5F2S15w2o



鉄5F2S2w2o



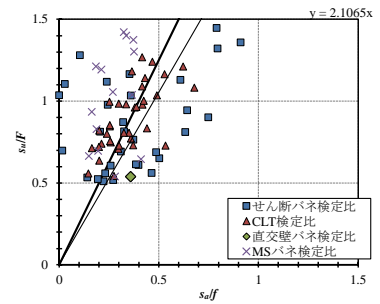
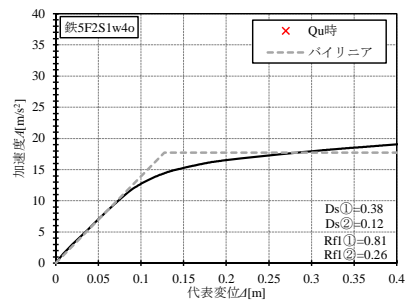
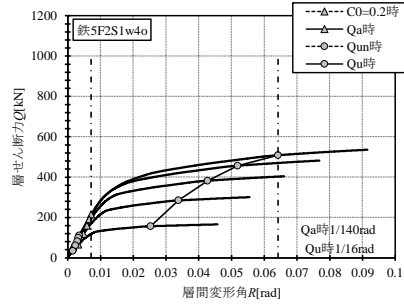
鉄5F2S25w2o



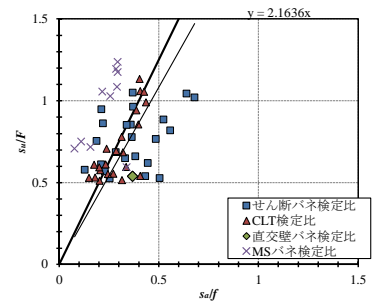
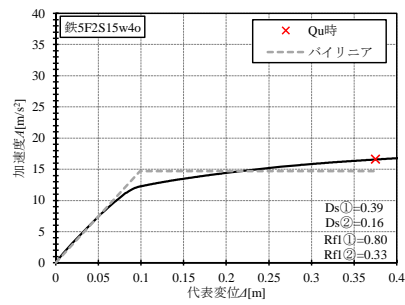
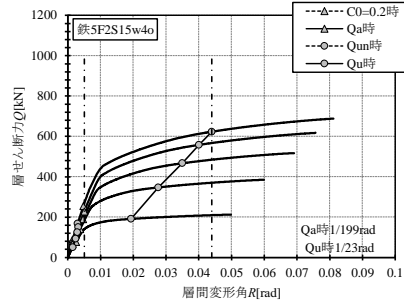
鉄骨梁勝ち架構/5階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=4m$ シリーズ

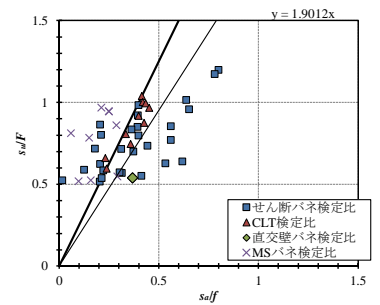
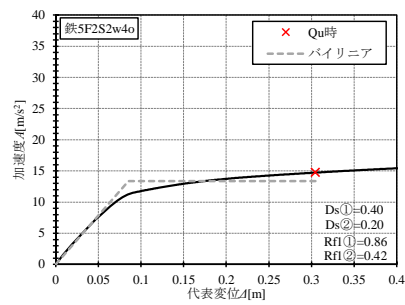
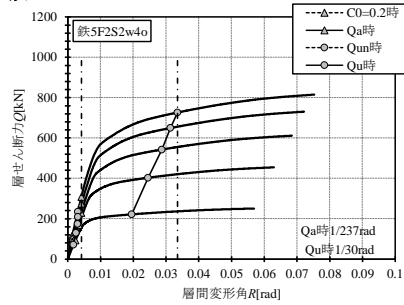
鉄5F2S1w4o



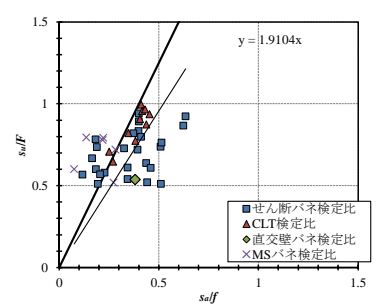
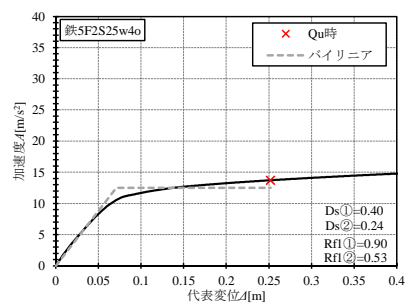
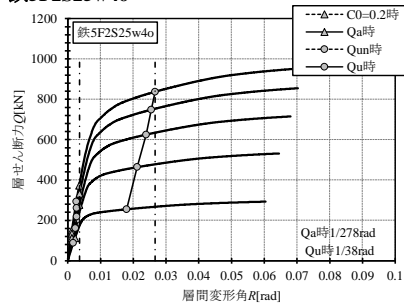
鉄5F2S15w4o



鉄5F2S2w4o



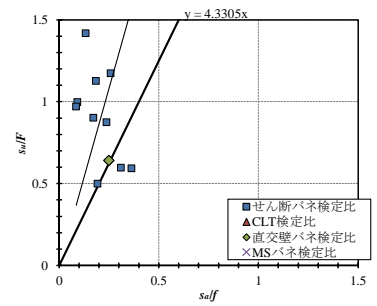
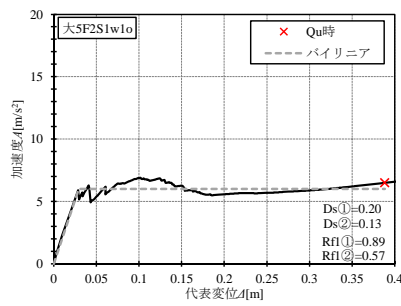
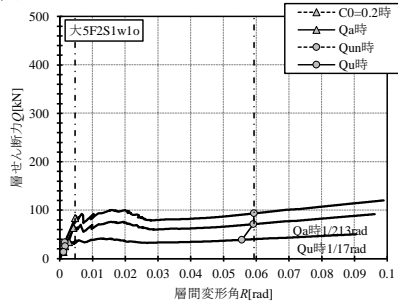
鉄5F2S25w4o



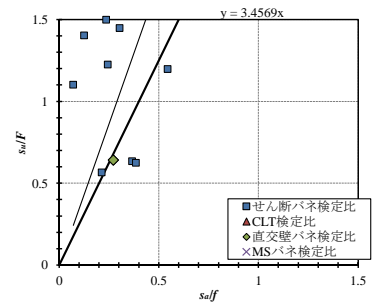
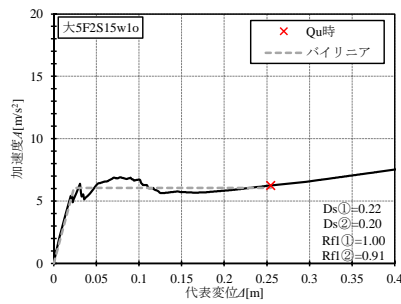
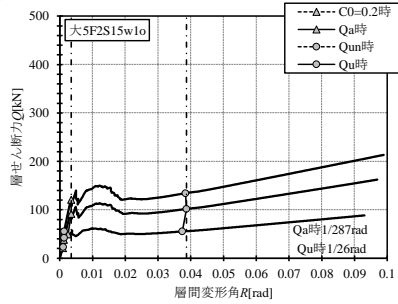
大版パネル架構@架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=1m$ シリーズ

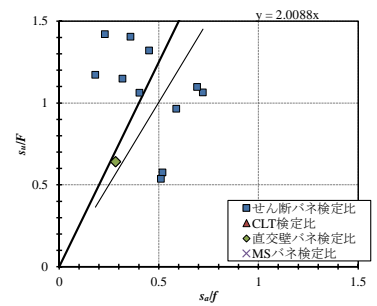
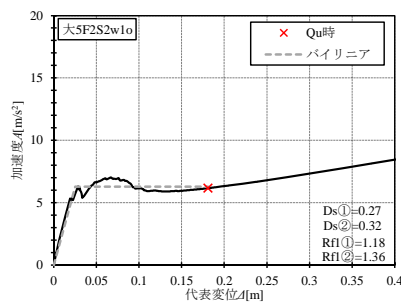
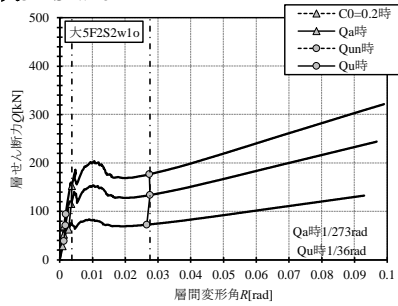
大3F2S1w1o



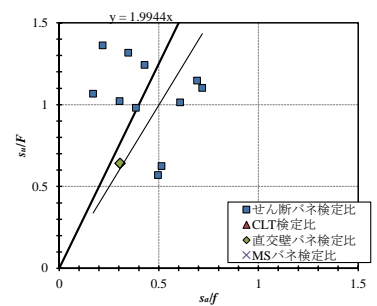
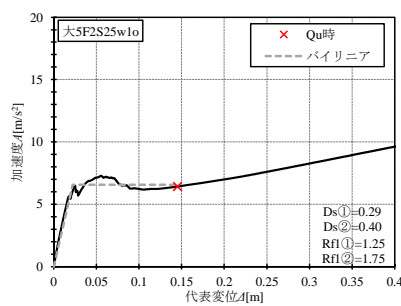
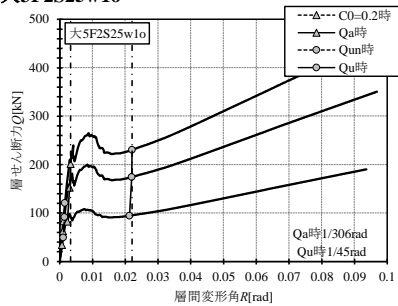
大3F2S15w1o



大3F2S2w1o



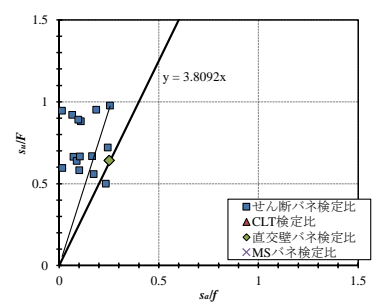
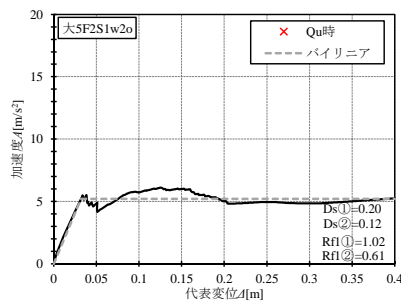
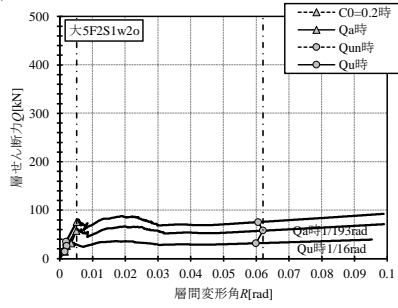
大3F2S25w1o



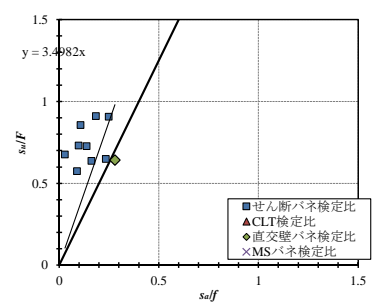
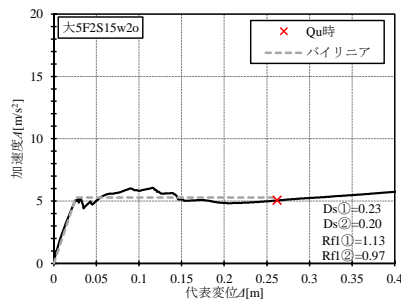
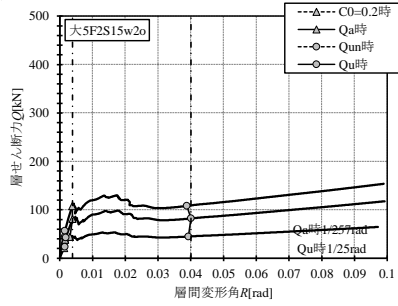
大版パネル架構@架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_o=2m$ シリーズ

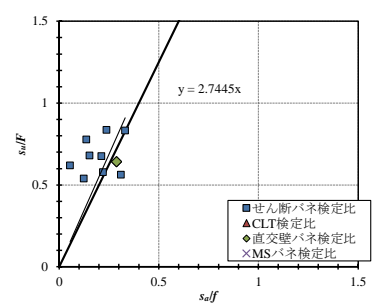
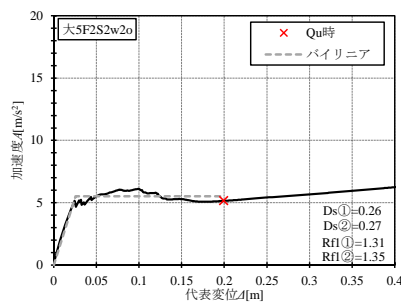
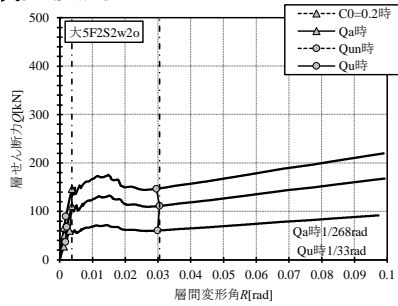
大3F2S1w2o



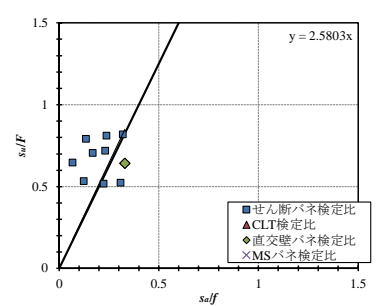
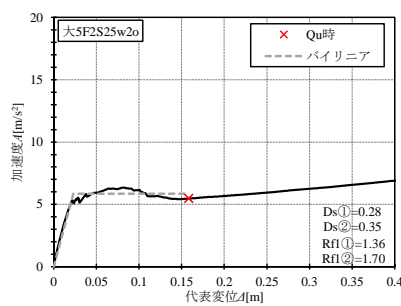
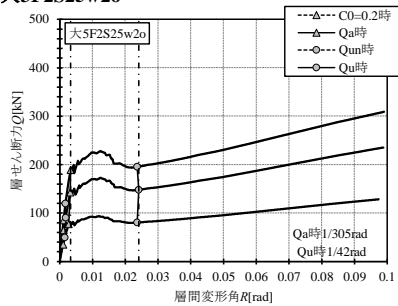
大3F2S15w2o



大3F2S2w2o



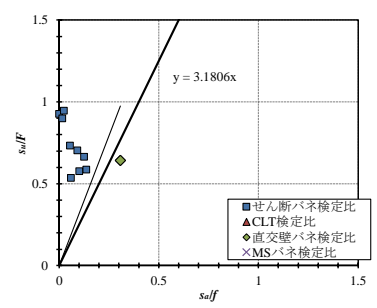
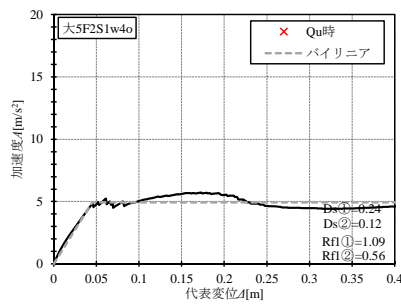
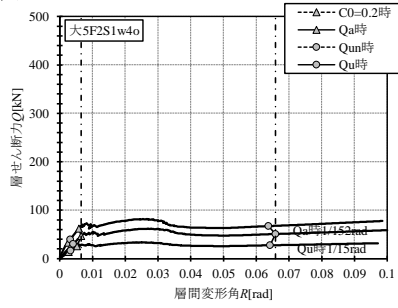
大3F2S25w2o



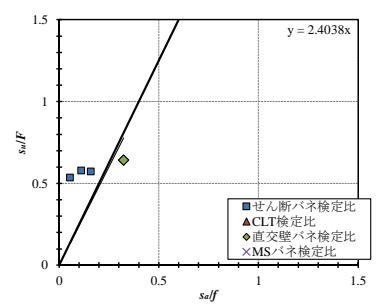
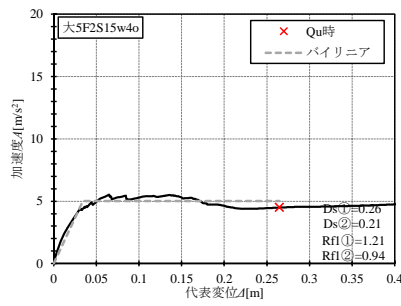
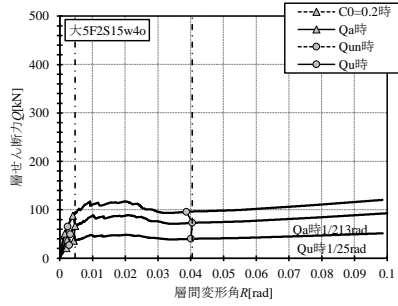
大版パネル架構@架構/3階建て/2スパン/腰壁無

開口幅 $L_0=4m$ シリーズ

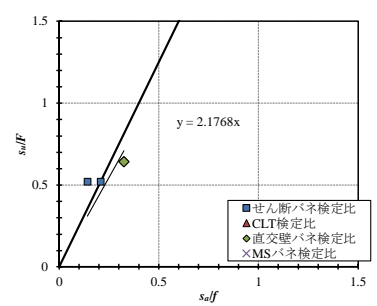
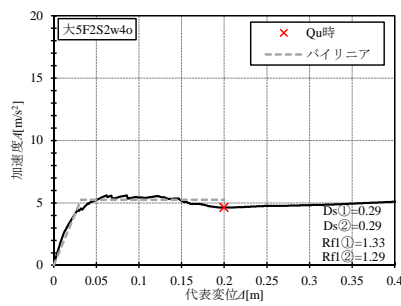
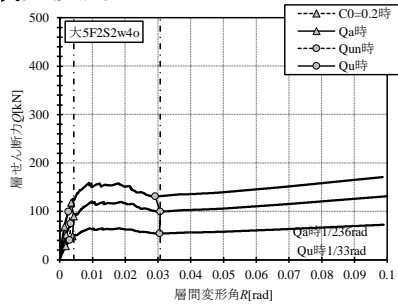
大3F2S1w4o



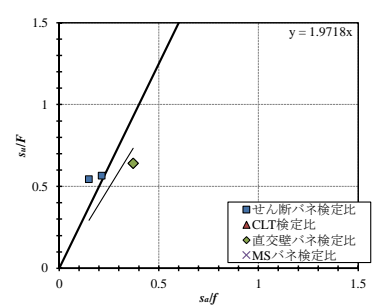
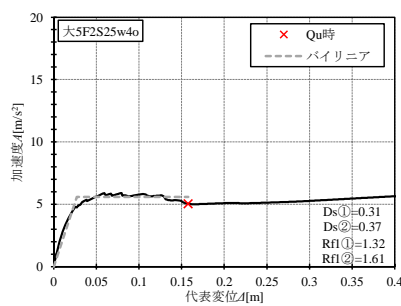
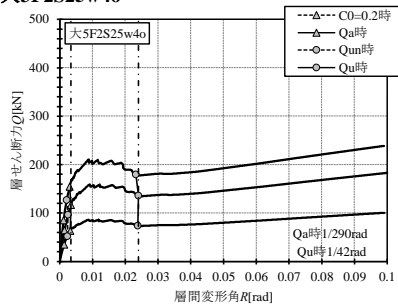
大3F2S15w4o



大3F2S2w4o



大3F2S25w4o



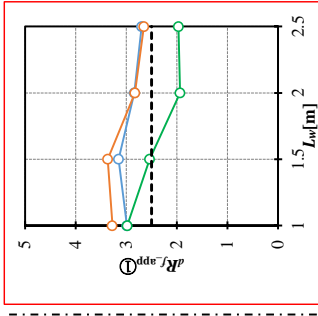
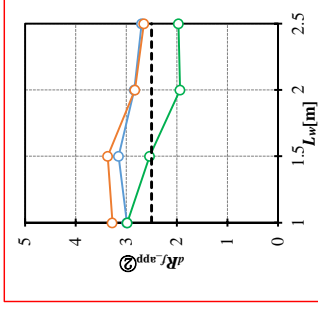
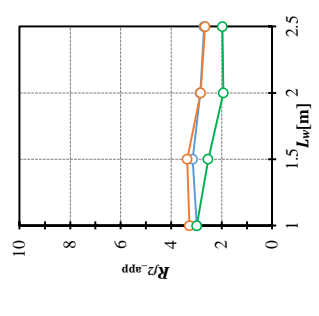
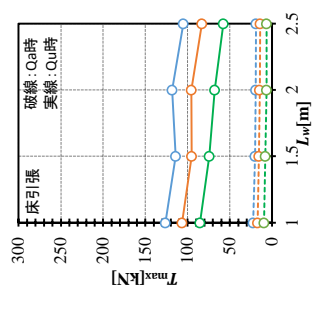
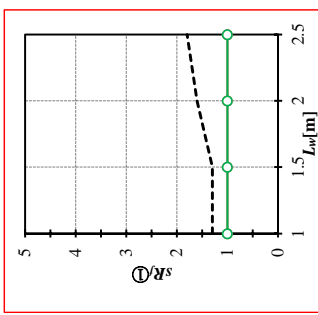
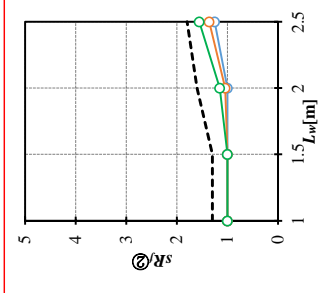
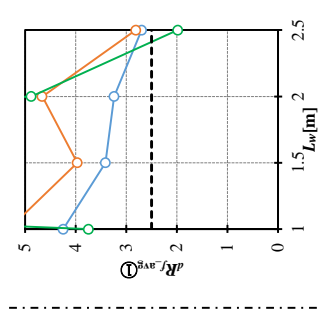
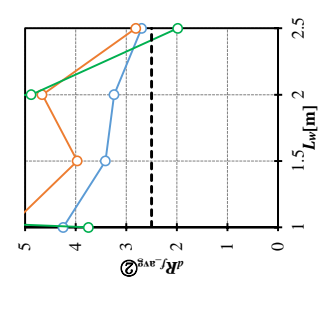
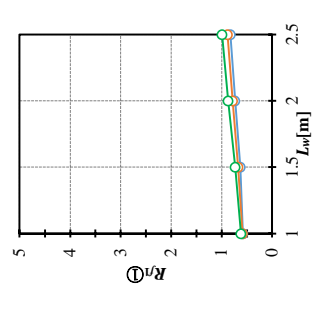
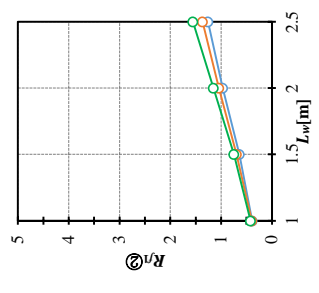
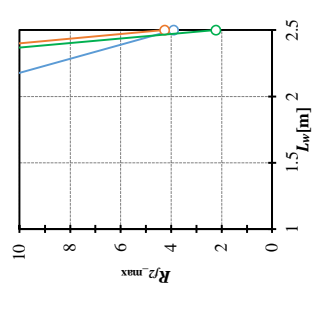
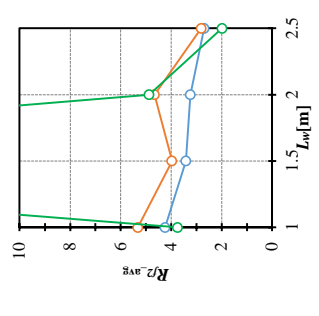
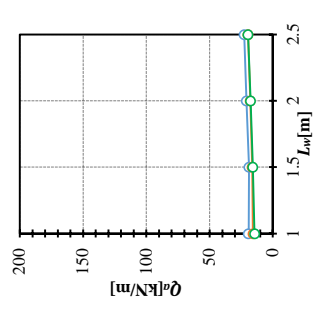
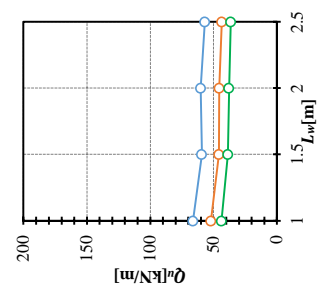
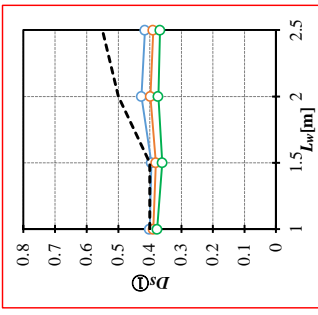
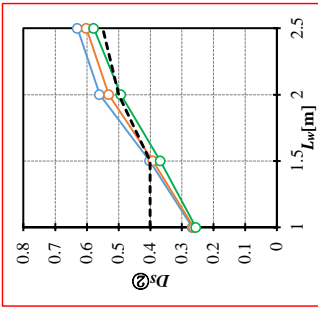
(6) D_s 、 R_f の評価

次頁以降に、二次元モデルによるパラメトリックスタディによる D_s 、 R_f の評価結果を示す。

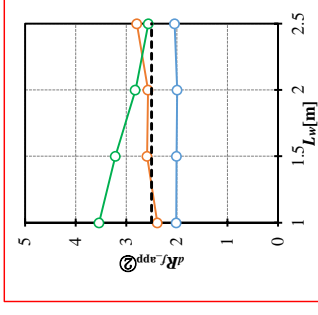
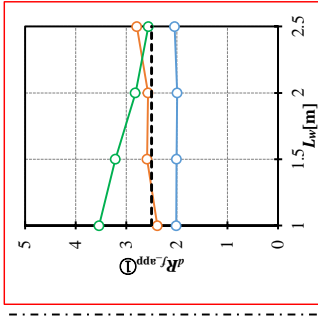
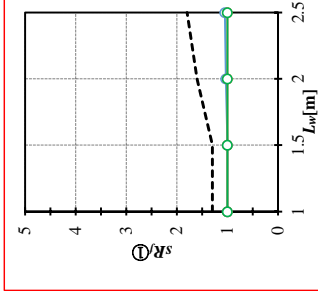
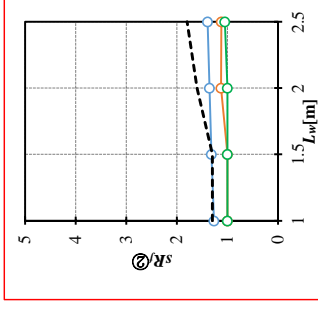
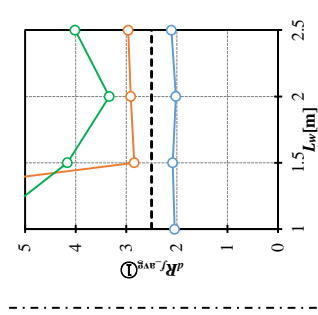
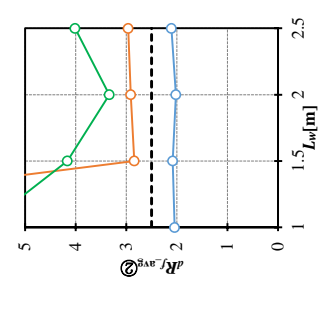
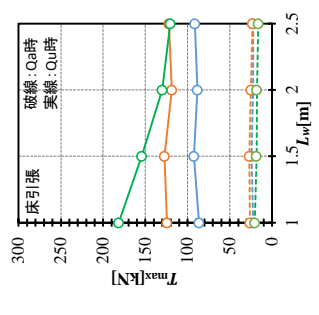
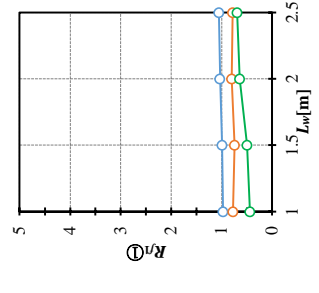
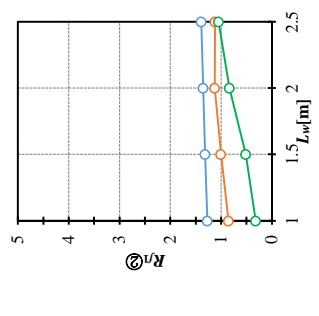
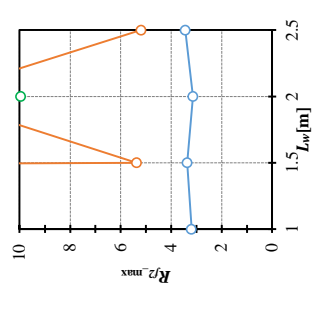
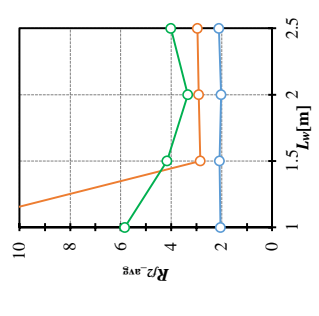
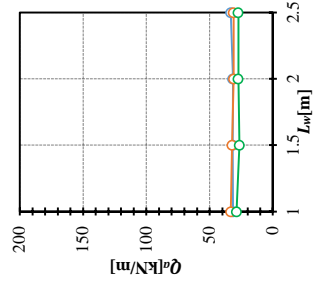
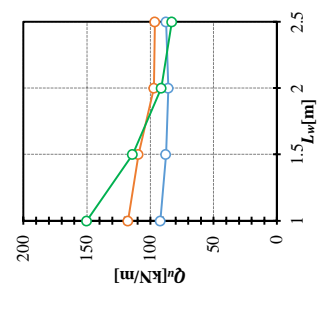
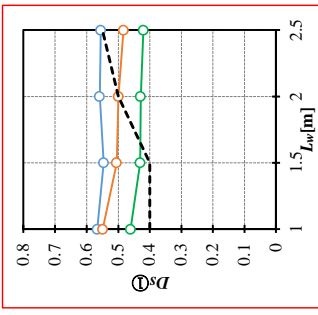
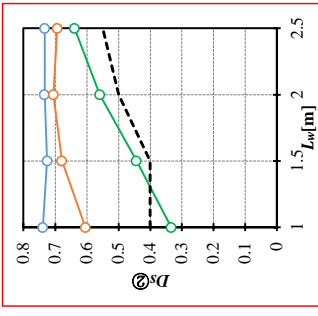
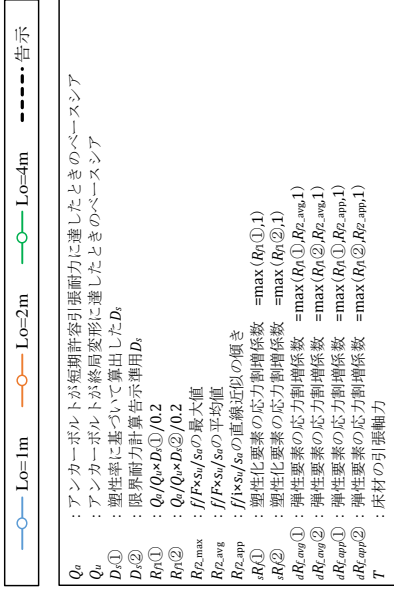
■小幅/3F/2スパン/腰無

○ Lo=1m ○ Lo=2m ○ Lo=4m - - - - 告示

Q_e : アンカーボルトが短期許容引張耐力に達したときのベースシヤ
 Q_b : アンカーボルトが終局変形に達したときのベースシヤ
 $D_s①$: 塑性率に基づいて算出した D_s
 $D_s②$: 限界耐力計算告示運用 D_s
 $R_n①$: $Q_b/Q_n \times D_s① / 0.2$
 $R_n②$: $Q_b/Q_n \times D_s② / 0.2$
 $R_{z,avg}$: $f / f_{xss} / s_s$ の平均値
 $R_{z,max}$: $f / f_{xss} / s_s$ の最大値
 $R_{z,app}$: $f / f_{xss} / s_s$ の直線近辺の傾き
 $sR①$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,avg}, 1)$
 $sR②$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,avg}, 1)$
 $dR_{z,app}①$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,app}, 1)$
 $dR_{z,app}②$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,app}, 1)$
 T : 床材の引張軸力



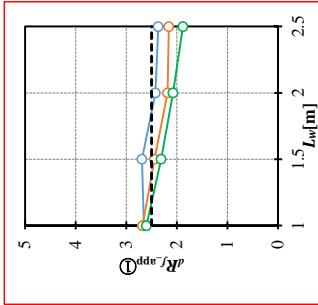
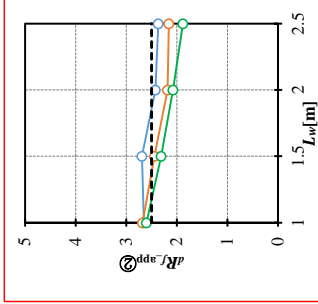
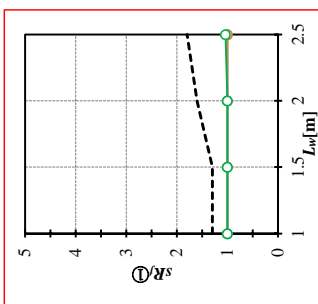
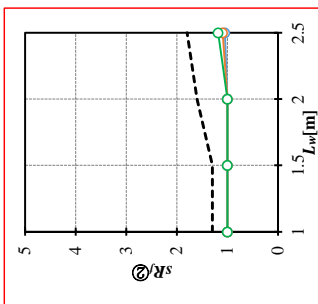
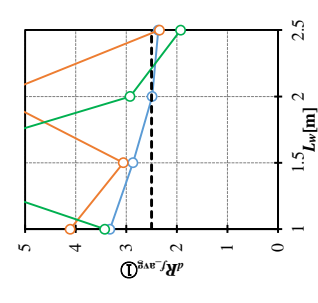
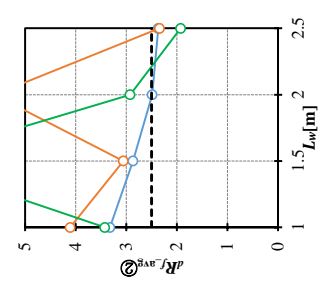
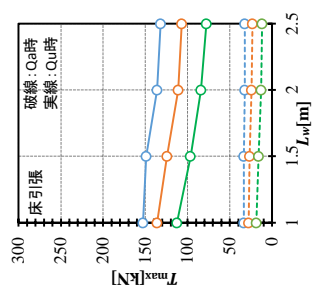
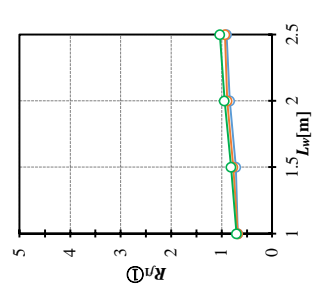
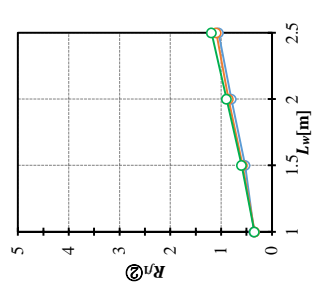
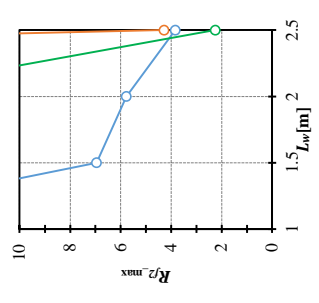
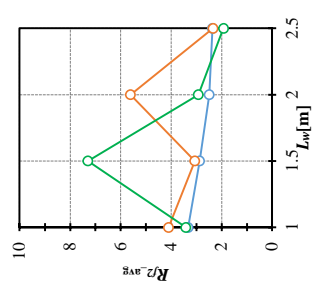
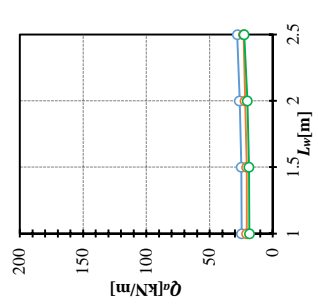
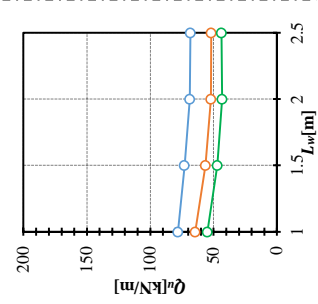
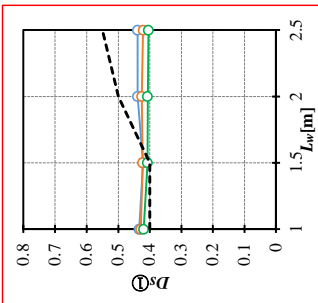
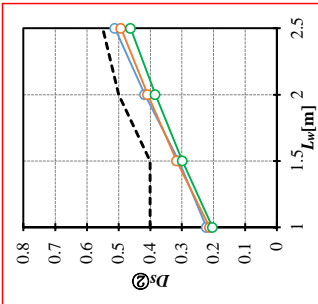
■小幅/3F/2スパン/腰有



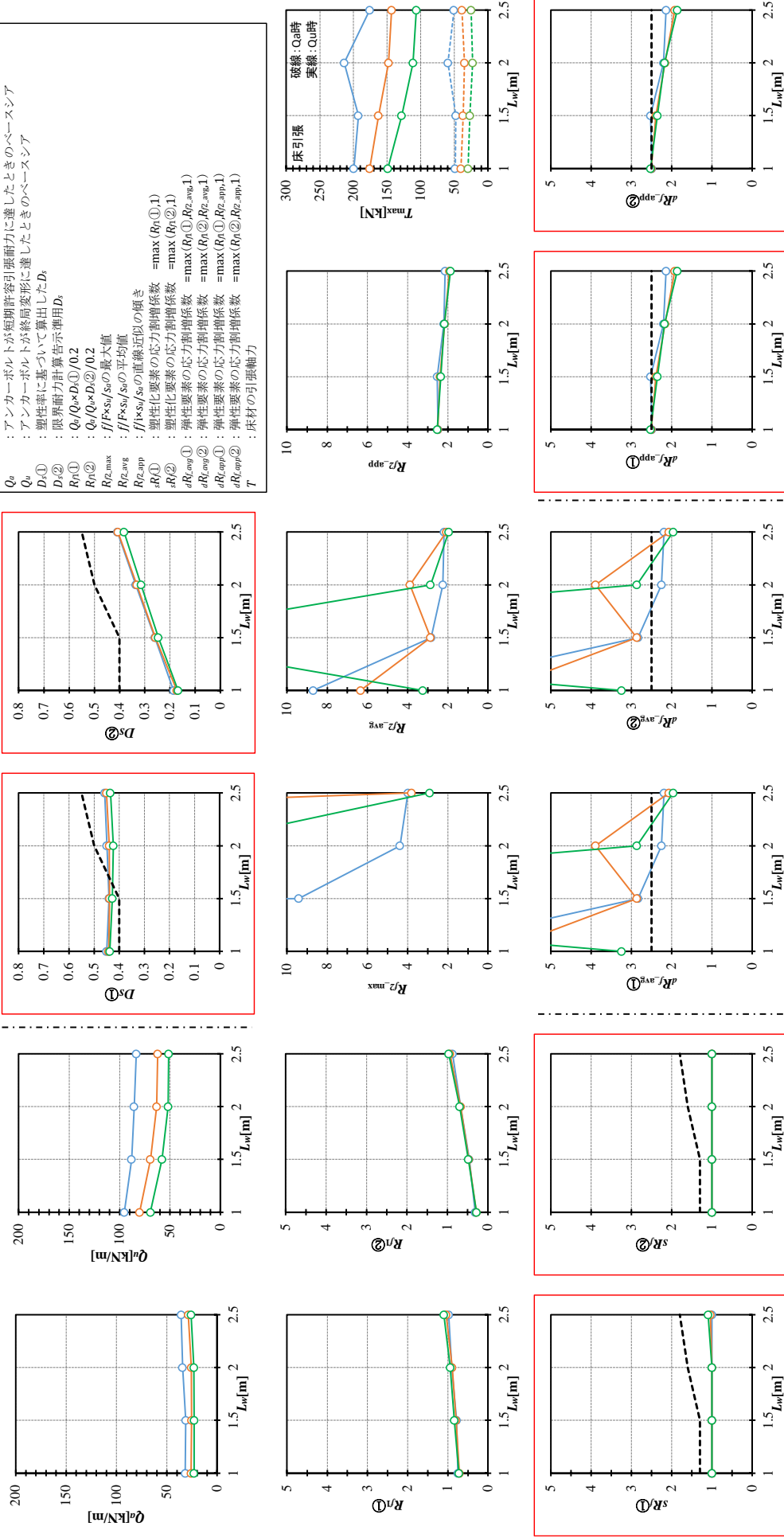
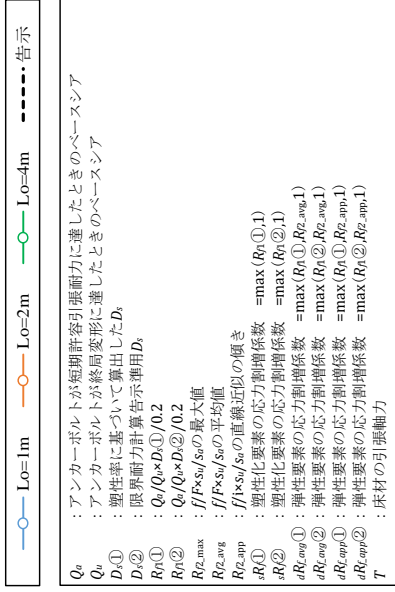
■小幅/4F/2スパン/腰無

○ Lo=1m ○ Lo=2m ○ Lo=4m - - - 告示

Q_e : アンカーボルトが短期許容引張耐力に達したときのペーシング
 Q_b : アンカーボルトが終局変形に達したときのペーシング
 $D_s①$: 塑性率に基づいて算出した D_s
 $D_s②$: 限界耐力計算告示運用 D_s
 $R_n①$: $Q_b/Q_n \times D_s① / 0.2$
 $R_n②$: $Q_b/Q_n \times D_s② / 0.2$
 $R_{z,avg}$: $f / F_{x,s} / s_e$ の平均値
 $R_{z,max}$: $f / F_{x,s} / s_e$ の最大値
 $R_{z,app}$: $f / f_{x,s} / s_e$ の直線近辺の傾き
 $sR①$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,avg}, 1)$
 $sR②$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,avg}, 1)$
 $dR_{z,app}①$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,app}, 1)$
 $dR_{z,app}②$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,app}, 1)$
 T : 床材の引張軸力



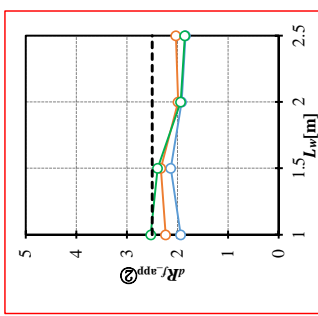
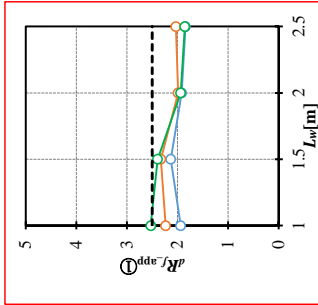
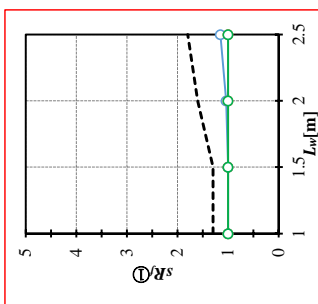
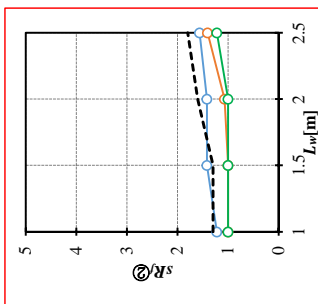
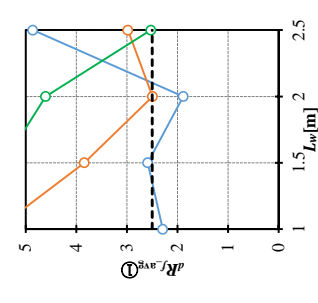
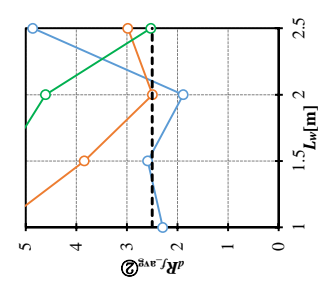
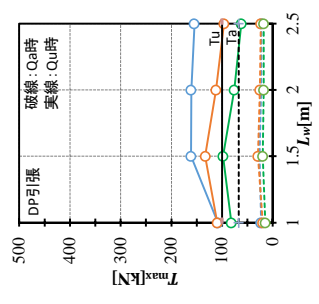
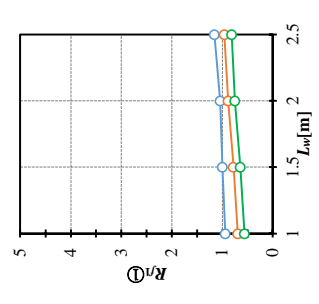
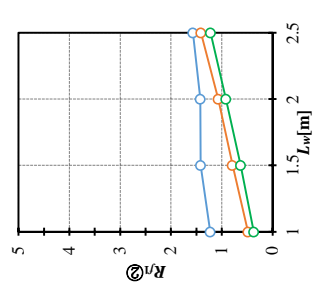
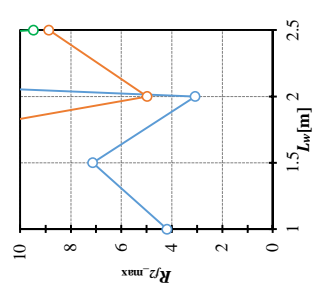
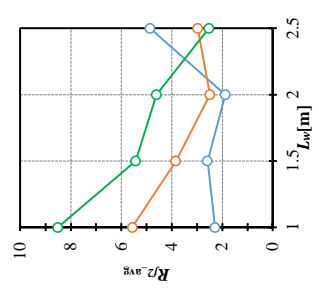
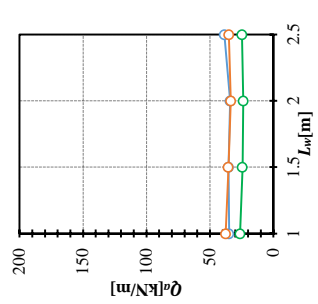
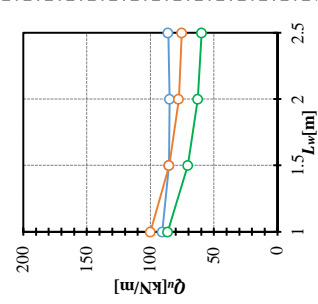
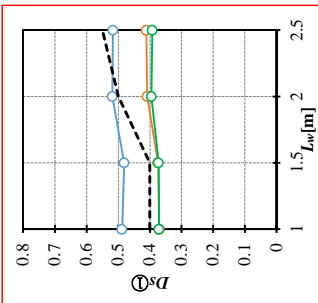
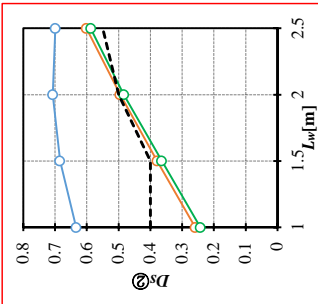
■小幅/5F/2スパン/腰無



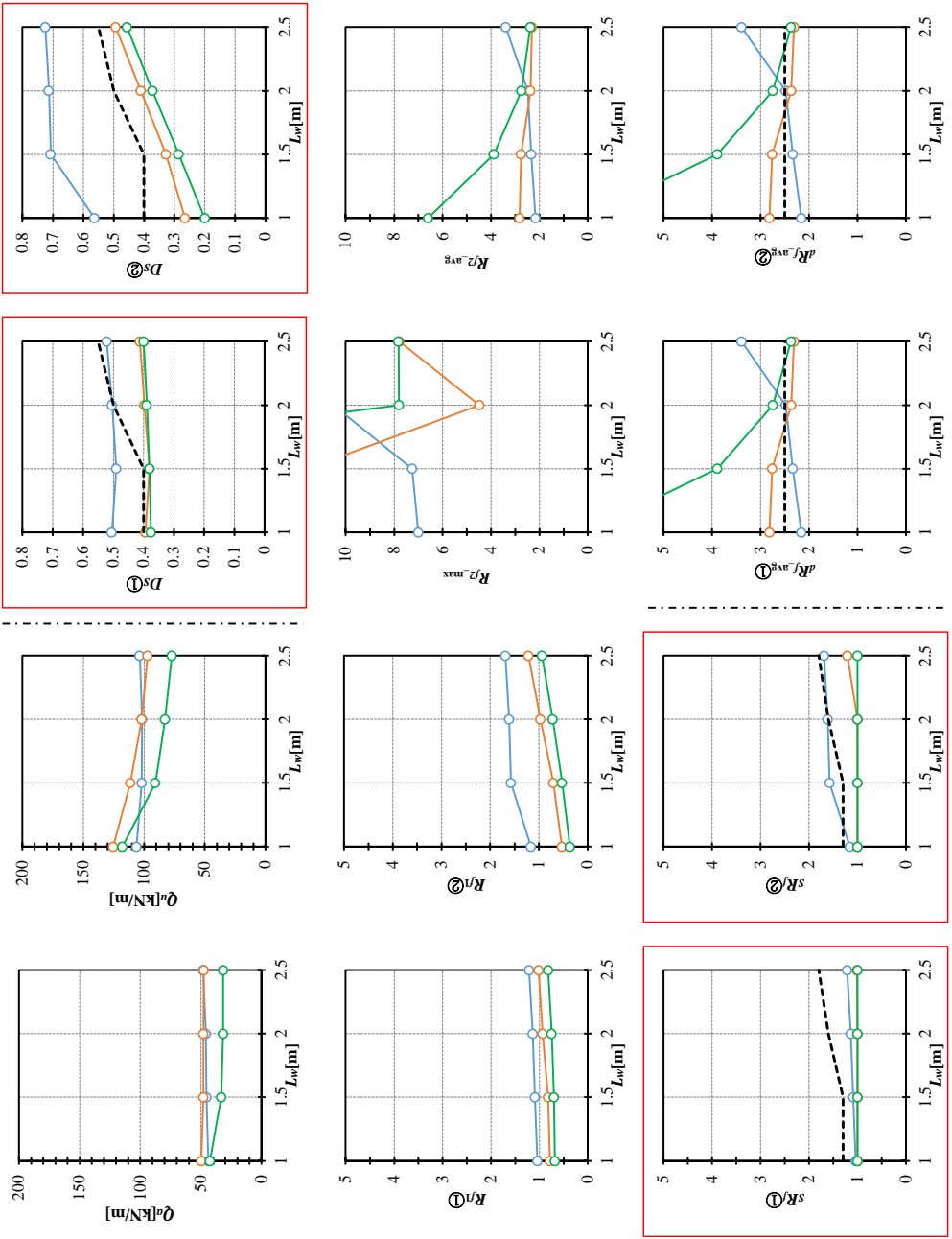
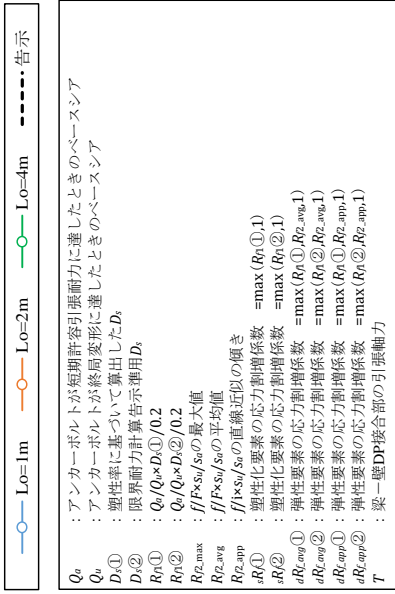
■ 鉄梁勝ち/3F/2スパン/腰無

○ Lo=1m ○ Lo=2m ○ Lo=4m - - - - 告示

Q_0 : アンカーボルトが短期許容引張耐力に達したときのペーシング
 Q_0 : アンカーボルトが終局変形に達したときのペーシング
 $D_s①$: 塑性率に基づいて算出した D_s
 $D_s②$: 限界耐力計算告示運用 D_s
 $R_n①$: $Q_0/Q_0 \times D_s① / 0.2$
 $R_n②$: $Q_0/Q_0 \times D_s② / 0.2$
 $R_{z,max}$: $f_t \times s_s / s_w$ の最大値
 $R_{z,avg}$: $f_t \times s_s / s_w$ の平均値
 $R_{z,app}$: $f_t \times s_s / s_w$ の直線近位の値
 $sR①$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,avg}, 1)$
 $sR②$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,avg}, 1)$
 $dR_{z,app}①$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,app}, 1)$
 $dR_{z,app}②$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,app}, 1)$
 T : 梁-壁DPF接合部の引張軸力



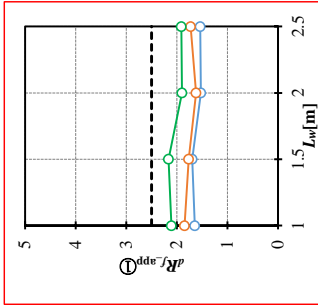
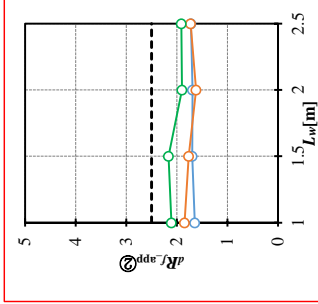
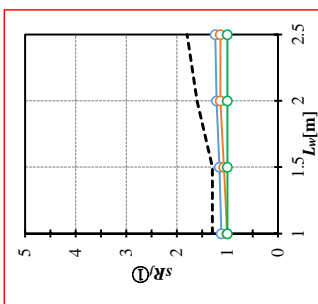
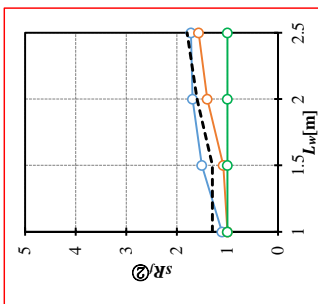
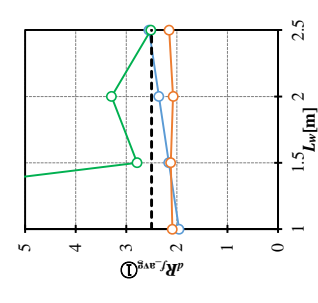
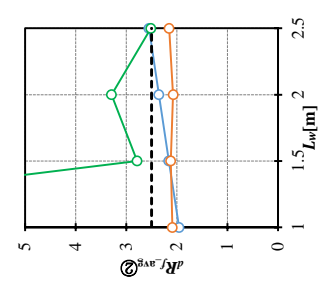
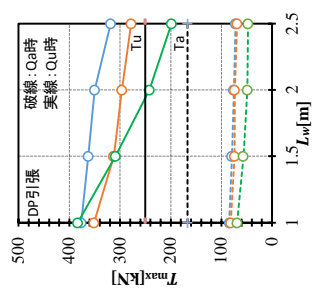
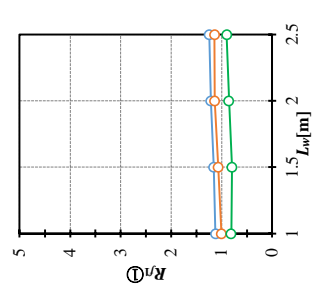
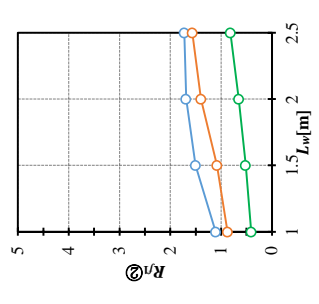
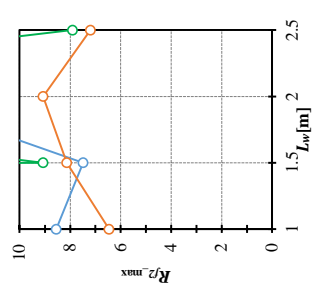
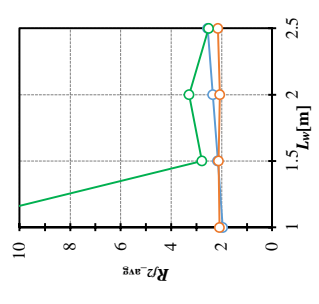
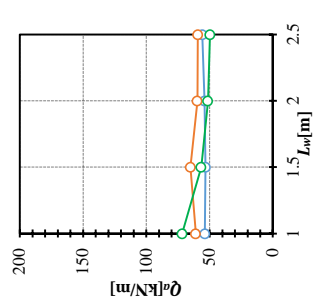
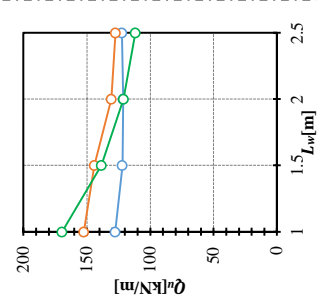
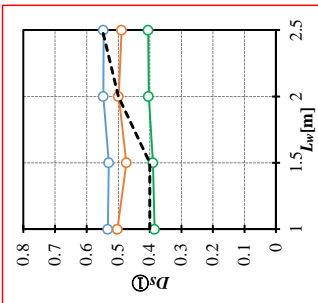
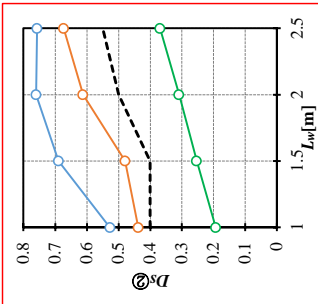
■ 鉄梁勝ち/4F/2スパン/腰無



■ 鉄梁勝ち/5F/2スパン/腰無

● Lo=1m ● Lo=2m ● Lo=4m - - - 告示

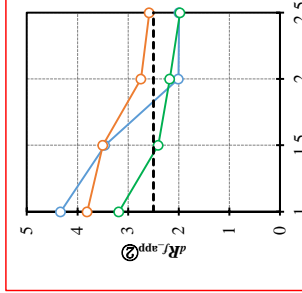
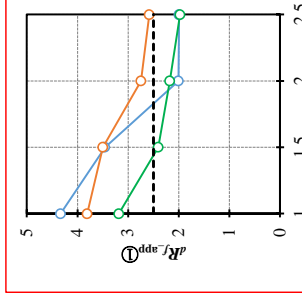
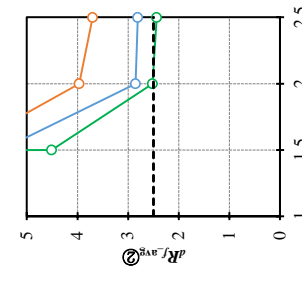
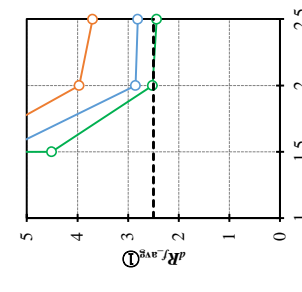
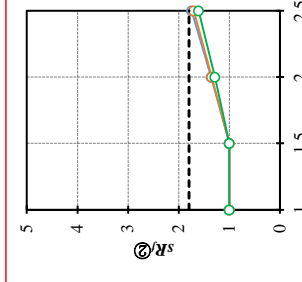
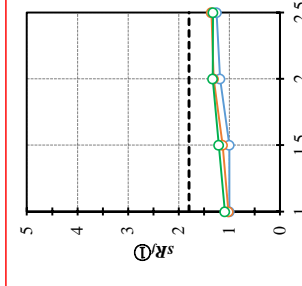
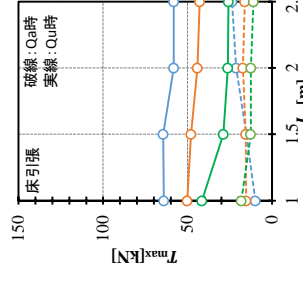
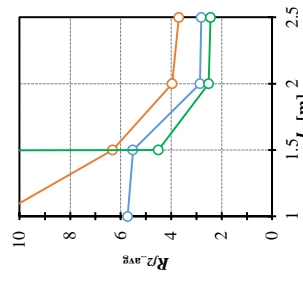
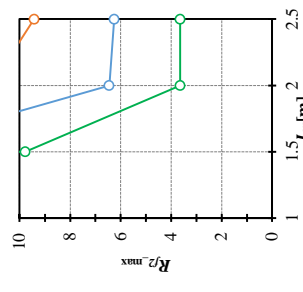
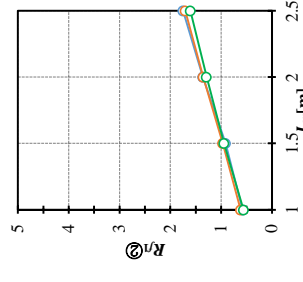
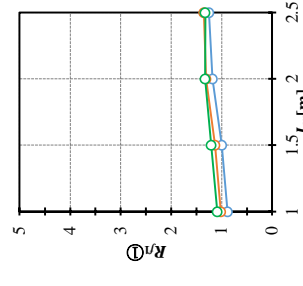
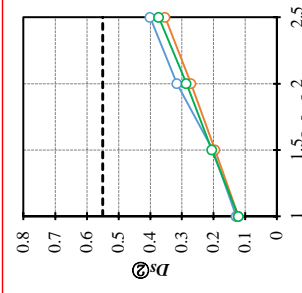
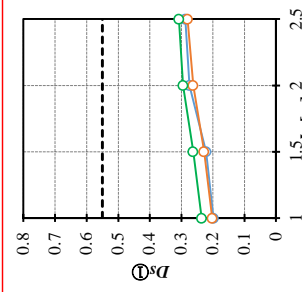
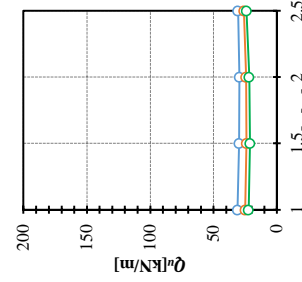
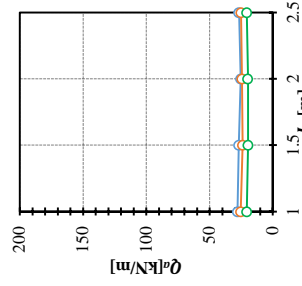
Q_e : アンカーボルトが短期許容引張耐力に達したときのベースシア
 Q_b : アンカーボルトが終局変形に達したときのベースシア
 D_s : 塑性率に基づいて算出した D_s
 D_s ① : 限界耐力計算告示運用 D_s
 R_n ① : $Q_e/Q_b \times D_s$ ①/0.2
 R_n ② : $Q_e/Q_b \times D_s$ ②/0.2
 $R_{z,avg}$: $f/P \times s_i/s_e$ の平均値
 $R_{z,max}$: $f/P \times s_i/s_e$ の最大値
 $R_{z,app}$: $f/P \times s_i/s_e$ の直線近位の値
 sR ① : 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n$ ①, $R_{z,avg}$, 1)
 sR ② : 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n$ ②, $R_{z,avg}$, 1)
 $dR_{z,app}$ ① : 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n$ ①, $R_{z,app}$, 1)
 $dR_{z,app}$ ② : 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n$ ②, $R_{z,app}$, 1)
 T : 梁-壁DP接合部の最大引張軸力



■大版②/3F/2スパン/腰無

—○— Lo=1m —○— Lo=2m —○— Lo=4m 告示

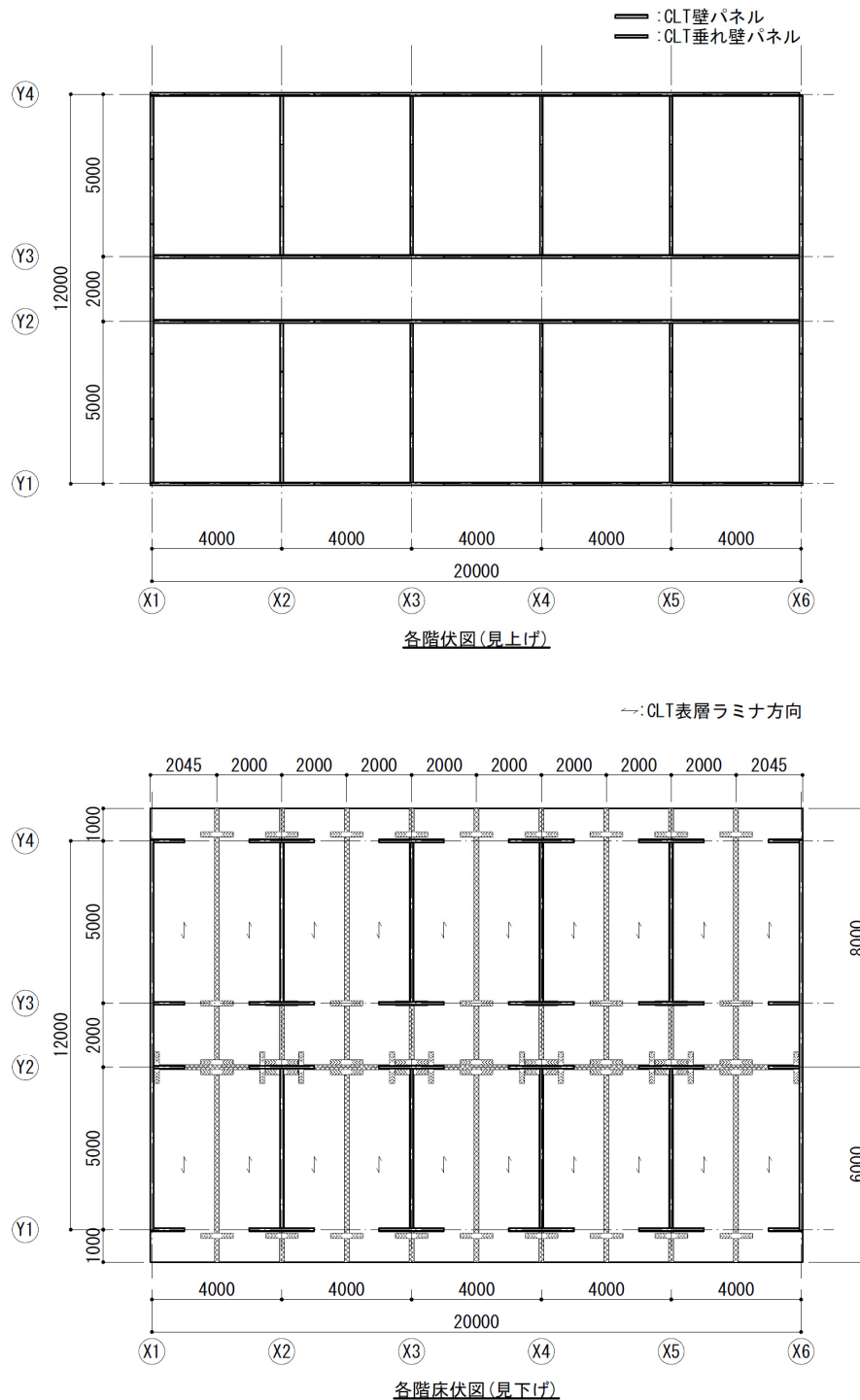
Q_e : アンカーボルトが短期許容引張耐力に達したときのペーシング
 Q_b : アンカーボルトが終局変形に達したときのペーシング
 $D_s①$: 塑性率に基づいて算出した D_s
 $D_s②$: 限界耐力計算告示運用 D_s
 $R_n①$: $Q_b/Q_n \times D_s① / 0.2$
 $R_n②$: $Q_b/Q_n \times D_s② / 0.2$
 $R_{z,avg}$: $f/f_{Pxs}/s_s$ の平均値
 $R_{z,max}$: $f/f_{Pxs}/s_s$ の最大値
 $R_{z,app}$: $f/f_{Pxs}/s_s$ の直線近位の傾き
 $sR①$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,avg}, 1)$
 $sR②$: 塑性化要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,avg}, 1)$
 $dR_{z,app}①$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n①, R_{z,app}, 1)$
 $dR_{z,app}②$: 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,app}, 1)$
 T : 弾性要素の応力割増係数 = $\max(R_n②, R_{z,app}, 1)$
 : 床材の引張軸力



2.4.3 三次元モデルによるケーススタディ

(1) 検討対象架構

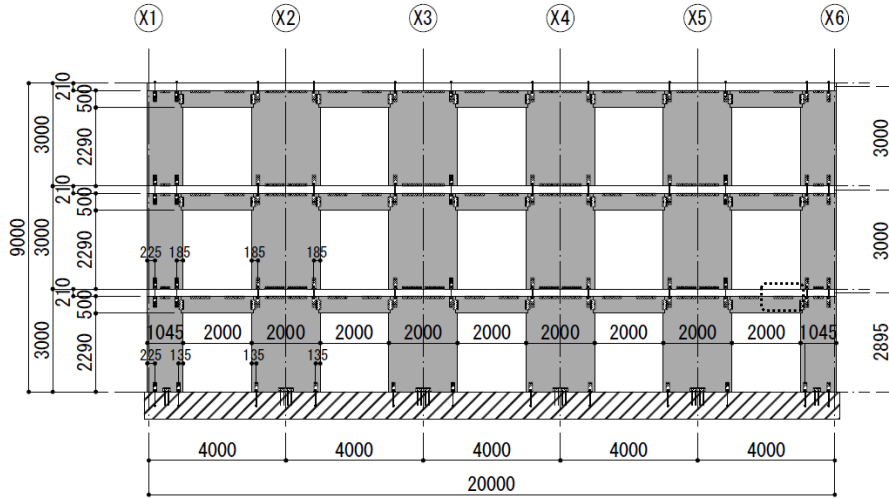
図 2.4.8 に示す 3 階建てプランについて、小幅パネル架構及び鉄骨梁勝ち架構の三次元モデルの荷重増分解析を行い、 D_s, R_f を評価する。図 2.4.8 は小幅パネル架構であるが、鉄骨梁勝ち架構の場合は鉛直構面の内の床パネルを鉄骨梁としてモデル化を行う。長辺方向の総壁長は 40.0m、短辺方向の総壁長は 63.1m である。



(a) 伏図

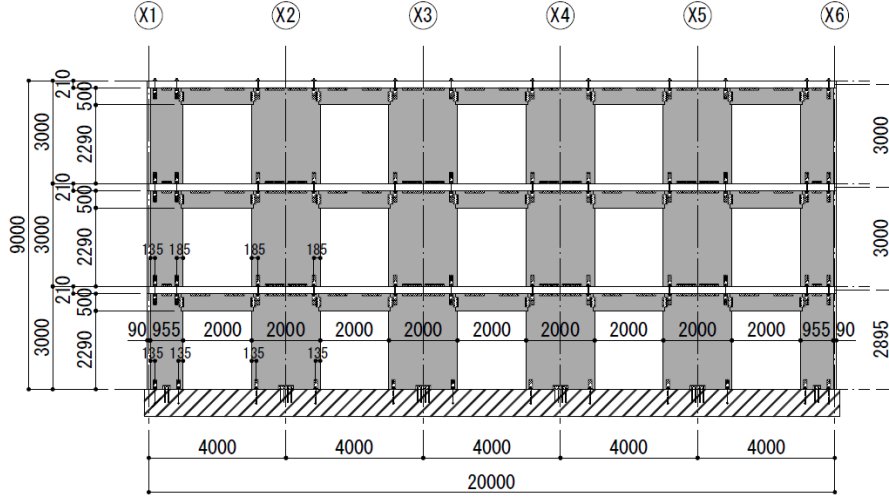
図 2.4.8 3 階建てプラン

※壁幅1045mmの壁-床せん断金物LSTは両面配置



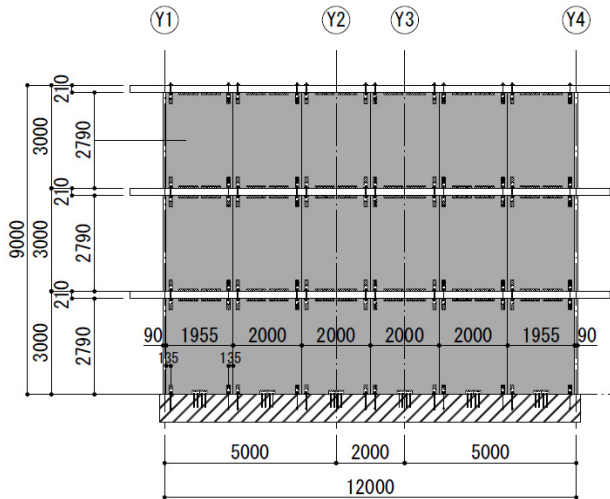
Y1, Y4通り軸組図

※壁幅955mmの壁-床せん断金物LSTは両面配置

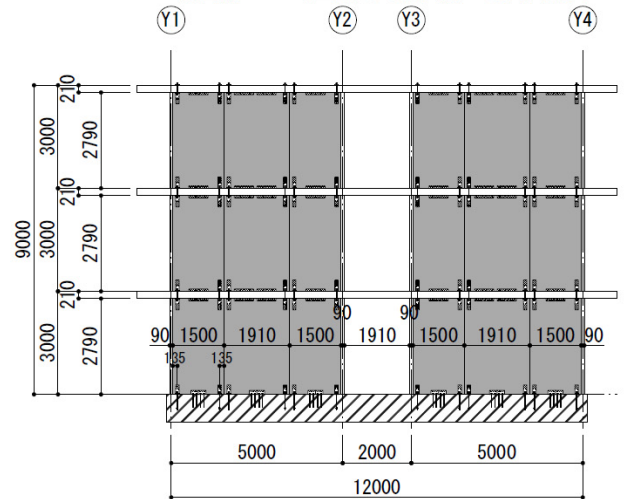


Y2, Y3通り軸組図

※壁幅1500mmの壁-床せん断金物LSTは両面配置



X1, X6通り軸組図



X2, X3, X4, X5通り軸組図

(b) 軸組図

図 2.4.8 3階建てプラン

(2) 部材・接合部の仕様

- ・CLT パネルは弾性とする。強度等級は S90-3-3 とする。床パネルの面外剛性は 0 相当とする。
- ・鉄骨梁勝ち架構における鉄骨梁は H-200×100×5.5×8 とする。鋼種は 400N 級 ($F = 235\text{N/mm}^2$) とする。鉄骨梁の端部(垂れ壁端部位置)には全塑性曲げモーメント $M_p (= 1.1 \cdot Z_p \cdot F)$ で折れ曲がるバイリニア型の曲げバネを設ける。また、鉄骨梁勝ち架構では、床パネルはモデル化しない。壁一床一鉄骨梁の圧縮接合部(めり込み抑制鋼棒)については、MS 要素で考慮する。
- ・アンカーボルトは M16 (ABR490) とする。長さ $L = 25d$ とする。終局変形 $\delta_{u,B}$ は 40mm とする。
- ・小幅度パネル架構におけるその他引張接合部は M20 (ABR490) とする。長さ $L = 210\text{mm}$ 、 $\delta_{u,B} = 21\text{mm}$ とする。
- ・鉄骨梁勝ち架構における壁一鉄骨梁の引張接合部は鋼板挿入ドリフトピン形式(弾性)とする。DP 引張接合部の剛性及び耐力は、R1 林野庁委託事業の実験に準拠して設定する。
- ・圧縮接合部は CLT パネルに応じた支圧・めり込み性能とする。鉄骨梁勝ち架構の場合は、壁一床一梁はめり込み抑制鋼棒を考慮する。めり込み抑制棒鋼の剛性及び耐力は R1 林野庁委託事業の実験に準拠して設定する。
- ・せん断接合部は弾性とする。 χ マーク金物の剛性、耐力とする。

(3) 検定・検討項目

- ・二次元モデルによるパラメトリックスタディと同様とする。

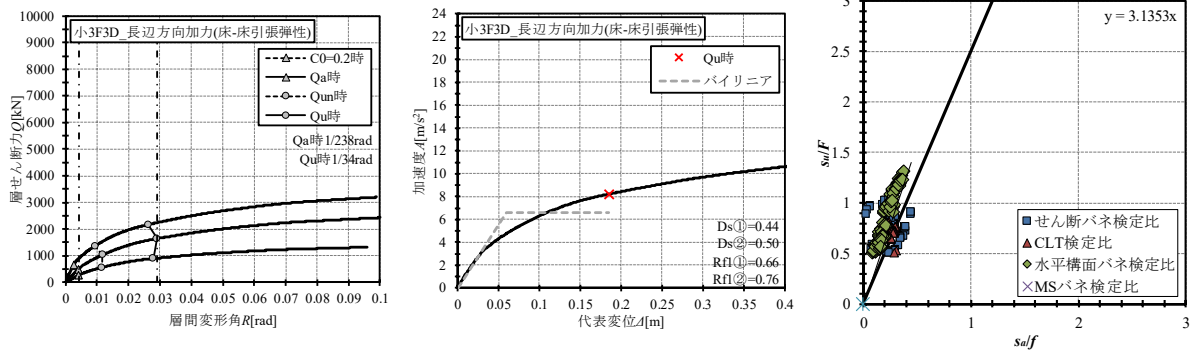
(4) 解析モデル概要

- ・二次元モデルによるパラメトリックスタディと同様とする。
- ・小幅度パネル架構については、床一床の引張接合部が弾性 ($k = 17.7\text{kN/mm}$) の場合と剛とする場合で解析を行う。図 2.4-9 に床一床引張接合部の荷重-変形関係を示す。短辺方向加力の場合は、床一床引張接合部が塑性領域まで達しないため、弾性の場合のみの結果を示す。
- ・長辺方向加力と短辺方向加力のそれぞれの場合において D_s, R_f を評価する

(5) 各モデルの解析結果

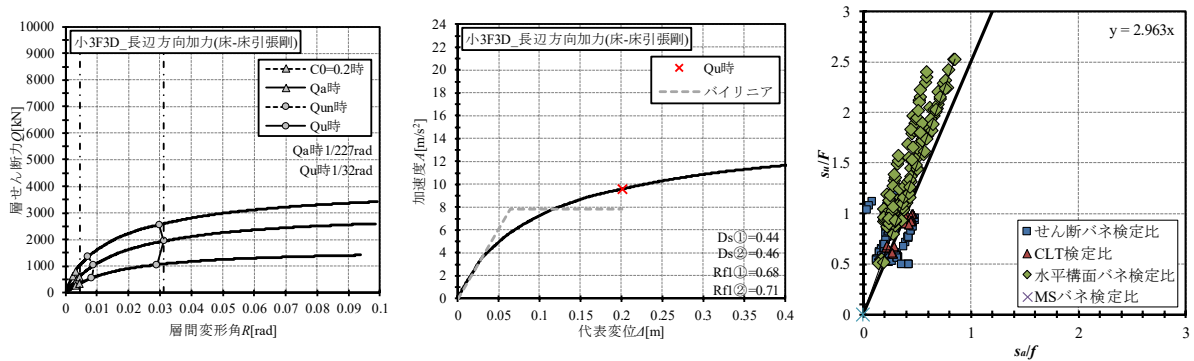
図 2.4.9 及び図 2.4.10 に解析結果を示す。各モデルにつき、層せん断力一層間変形角関係(左図)、1 自由度に縮約した加速度一代表変位関係(中央図)及び R_{f2} 算出のための $S_{ui}/F_i - S_{ai}/f_i$ 関係(右図)を示す。

- ・ 小幅パネル架構において、長辺方向加力では床一床の引張剛性が剛の場合は、有限の剛性の場合($k = 17.7\text{kN/mm}$)の比べ、許容耐力 Q_a 及び保有水平耐力 Q_u は 1.2 倍程度大きくなる。 D_s は同程度である。
- ・ 小幅パネル架構、鉄骨梁勝ち架構ともに、短辺方向(連続壁構面)は長辺方向(垂れ壁付き構面)に比べ、 D_s が 1.2 倍程度大きくなる傾向がある。



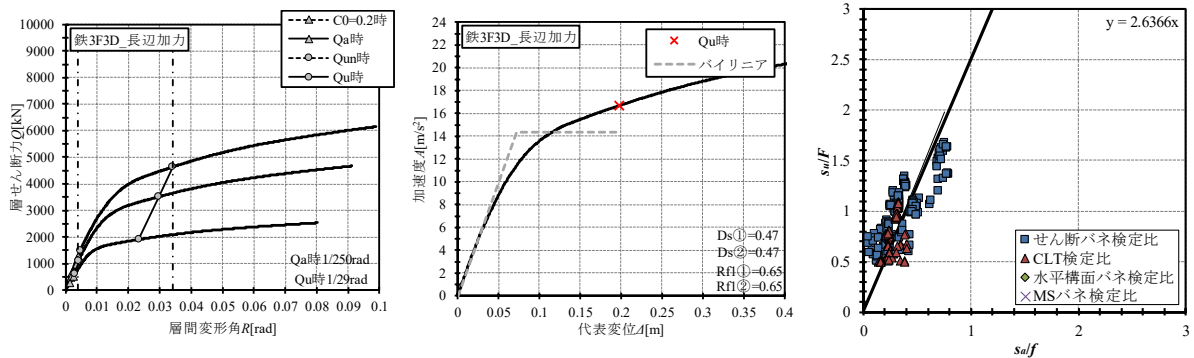
$$Q_a = 652\text{kN}, Q_u = 2170\text{kN} \Rightarrow Q_a = 16\text{kN/m}, Q_u = 54\text{kN/m}$$

(a) 小幅パネル架構(床-床引張弾性) 長辺方向加力



$$Q_a = 794\text{kN}, Q_u = 2558\text{kN} \Rightarrow Q_a = 20\text{kN/m}, Q_u = 64\text{kN/m}$$

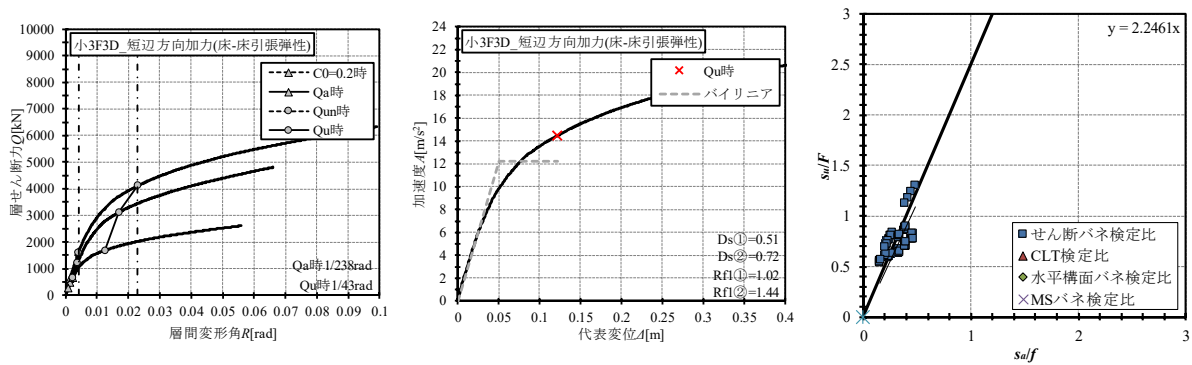
(b) 小幅パネル架構(床-床引張剛) 長辺方向加力



$$Q_a = 1281\text{kN}, Q_u = 4639\text{kN} \Rightarrow Q_a = 32\text{kN/m}, Q_u = 116\text{kN/m}$$

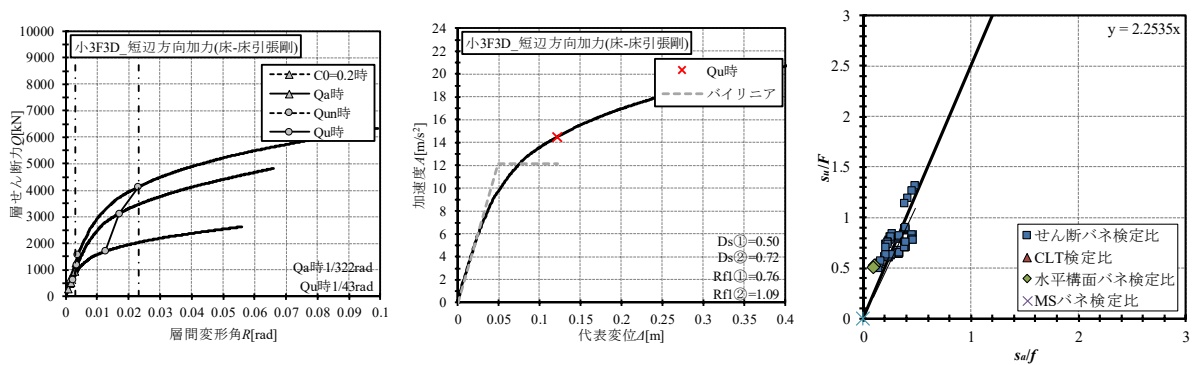
(c) 鉄骨梁勝ち架構 長辺方向加力

図 2.4.9 解析結果(長辺方向加力)



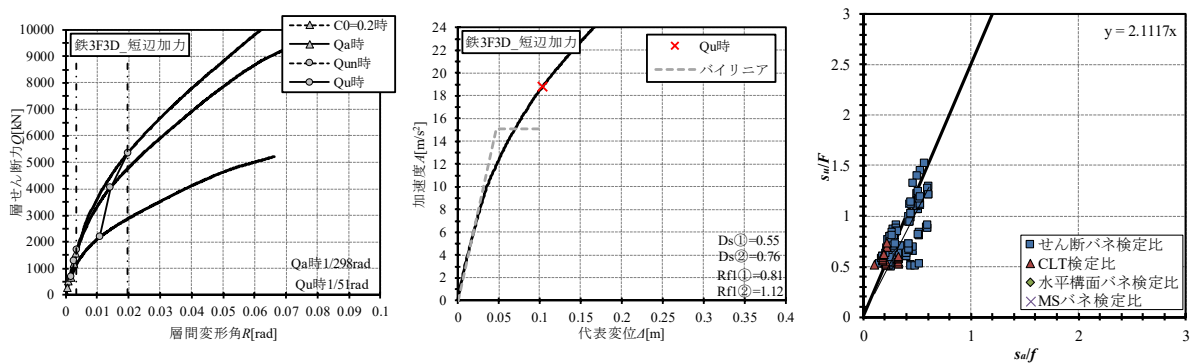
$$Q_a = 1249\text{kN}, Q_u = 4103\text{kN} \Rightarrow Q_a = 20\text{kN/m}, Q_u = 65\text{kN/m}$$

(a) 小幅パネル架構(床-床引張弾性) 短辺方向加力



$$Q_a = 1257\text{kN}, Q_u = 4124\text{kN} \Rightarrow Q_a = 20\text{kN/m}, Q_u = 65\text{kN/m}$$

(b) 小幅パネル架構(床-床引張剛) 短辺方向加力



$$Q_a = 1581\text{kN}, Q_u = 5343\text{kN} \Rightarrow Q_a = 25\text{kN/m}, Q_u = 85\text{kN/m}$$

(c) 鉄骨梁勝ち架構 短辺方向加力

図 2.4.10 解析結果(短辺方向加力)

2.4.4 増分解析ケーススタディまとめ

図 2.4.11 に塑性率 μ から求めた構造特性係数 D_s ①を、図 2.4.12 に等価一自由度系の終局変形に基づく D_s ②を示す。図 2.4.13 に D_s ①から求めた塑性化要素の応力割増し係数 sR_f ①を、図 2.4.14 に D_s ②から求めた塑性化要素の応力割増し係数 sR_f ②を示す。図 2.4.15 に弾性要素の応力割増し係数 aR_f を示す。

表 2.4.1 に D_s 及び R_f 一覧を示す。

- 各架構形式ともに、 D_s ①は耐力壁幅 L_w によっては大きな差がない。小幅パネル架構(腰壁無)では階数が大きくなるにつれて、 D_s ①が大きくなる傾向がある。鉄骨梁勝ち架構では開口幅 L_o が1mの場合、4mの場合に比べ D_s ①が大きくなる傾向がある。
- 各架構形式ともに、 D_s ②は L_w が大きくなるにつれて大きくなる傾向がある。
- 大版パネル架構②の D_s ①及び D_s ②は、垂れ壁端部の亀裂を許容することで、 L_w によらず現告示の $D_s = 0.55$ を下回る。
- D_s ①より算出した sR_f ①は、小幅パネル架構及び鉄骨梁勝ち架構の場合、 L_w が1.5m以下であれば sR_f ①=1.0となる。
- 各架構形式ともに、 sR_f ①及び sR_f ②は現告示の値に比べ、概ね小さい値となる。
- aR_f は L_w が大きくなるにつれて小さくなる傾向がある。小幅パネル架構及び大版パネル架構②では現告示 aR_f の値(=2.5)を上回る場合もある。鉄骨梁勝ち架構では aR_f は概ね2.5以下である。

表 2.4.1 D_s 及び R_f 一覧

架構形式	階数	L_w	D_s ①	D_s ②	sR_f ①	sR_f ②	aR_f
小幅パネル架構 腰壁無	3,4,5F	1.0m	0.38 ~ 0.45	0.17 ~ 0.27	~ 1.00	~ 1.00	2.49 ~ 3.27
	3,4,5F	1.5m	0.36 ~ 0.44	0.25 ~ 0.40	~ 1.00	~ 1.00	2.31 ~ 3.37
	3,4,5F	2.0m	0.37 ~ 0.45	0.31 ~ 0.56	~ 1.00	1.00 ~ 1.15	1.94 ~ 2.84
	3,4,5F	2.5m	0.37 ~ 0.46	0.38 ~ 0.63	1.00 ~ 1.09	1.00 ~ 1.56	1.86 ~ 2.70
小幅パネル架構 腰壁有	3F	1.0m	0.46 ~ 0.57	0.33 ~ 0.74	~ 1.00	1.00 ~ 1.27	2.01 ~ 3.54
	3F	1.5m	0.43 ~ 0.55	0.44 ~ 0.73	~ 1.00	1.00 ~ 1.32	2.01 ~ 3.22
	3F	2.0m	0.43 ~ 0.56	0.56 ~ 0.73	1.00 ~ 1.03	1.00 ~ 1.36	1.99 ~ 2.82
	3F	2.5m	0.42 ~ 0.56	0.64 ~ 0.73	1.00 ~ 1.05	1.05 ~ 1.39	2.05 ~ 2.79
鉄骨梁勝ち架構 腰壁無	3,4,5F	1.0m	0.37 ~ 0.49	0.19 ~ 0.63	~ 1.00	1.00 ~ 1.22	1.65 ~ 2.53
	3,4,5F	1.5m	0.37 ~ 0.48	0.25 ~ 0.68	~ 1.00	1.00 ~ 1.42	1.70 ~ 2.39
	3,4,5F	2.0m	0.39 ~ 0.52	0.31 ~ 0.71	1.00 ~ 1.04	1.00 ~ 1.42	1.53 ~ 1.99
	3,4,5F	2.5m	0.39 ~ 0.52	0.37 ~ 0.70	1.00 ~ 1.16	1.00 ~ 1.57	1.54 ~ 2.03
大版パネル架構② 腰壁無	3F	1.0m	0.20 ~ 0.24	0.12 ~ 0.13	1.00 ~ 1.09	~ 1.00	3.18 ~ 4.33
	3F	1.5m	0.22 ~ 0.26	0.20 ~ 0.21	1.00 ~ 1.21	~ 1.00	2.40 ~ 3.50
	3F	2.0m	0.26 ~ 0.29	0.27 ~ 0.32	1.18 ~ 1.33	1.29 ~ 1.36	2.01 ~ 2.74
	3F	2.5m	0.28 ~ 0.31	0.35 ~ 0.40	1.25 ~ 1.36	1.61 ~ 1.75	1.97 ~ 2.58

- 三次元モデルと二次元モデルの D_s 及び R_f の比較を表 2.4.2 に示す。 D_s ①は三次元モデルの方が大きく、 D_s ②は二次元モデルの方が大きい。

表 2.4.2 三次元モデルと二次元モデルの D_s 及び R_f の比較

モデル	D_s ①	D_s ②	sR_f ①	sR_f ②	aR_f
三次元小幅パネル架構	0.44	0.46	1.00	1.01	2.25
二次元小幅パネル架構 小 3F2S2w2o	0.40	0.53	1.00	1.05	2.83
三次元鉄骨梁勝ち架構	0.47	0.47	1.00	1.00	2.64
二次元鉄骨梁勝ち架構 鉄 3F2S2w2o	0.41	0.49	1.00	1.07	1.99

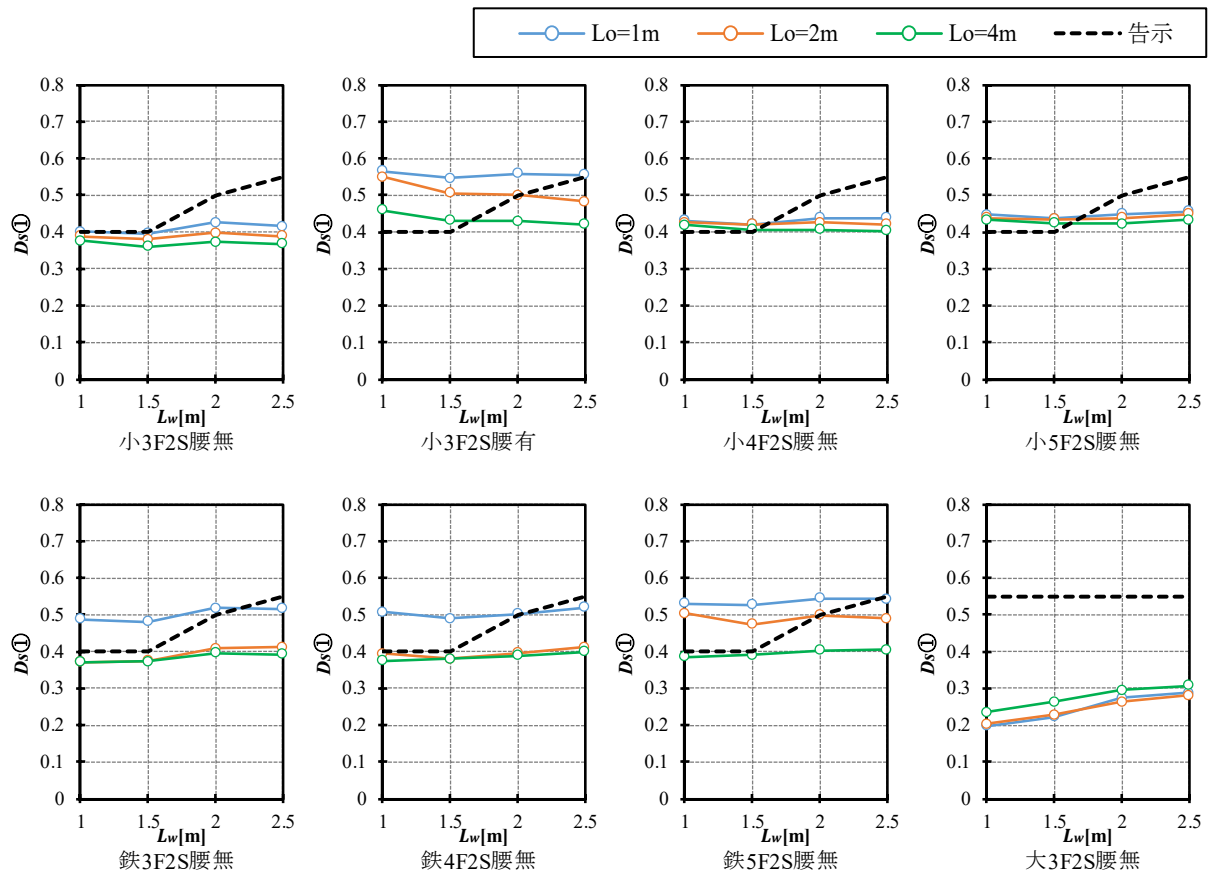


図 2.4.11 塑性率 μ から求めた構造特性係数 D_s ①

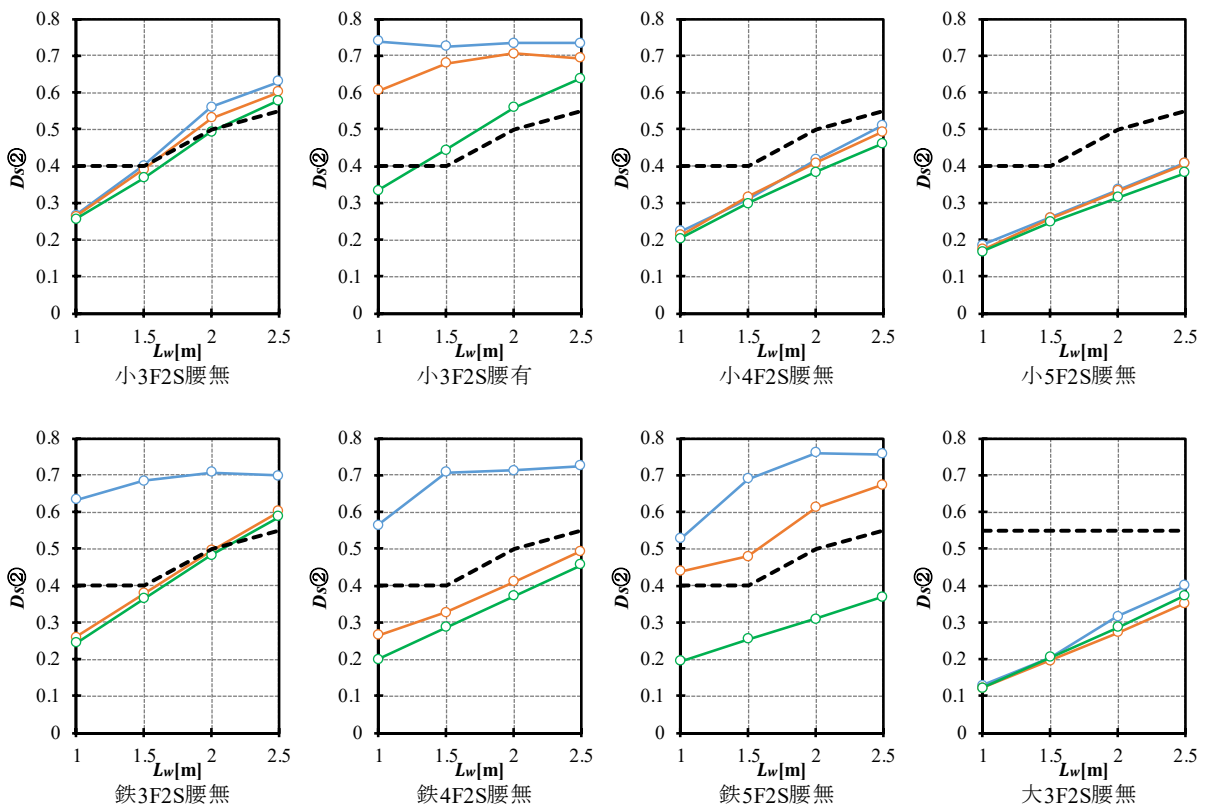


図 2.4.12 等価一自由度系の終局変形に基づく D_s ②

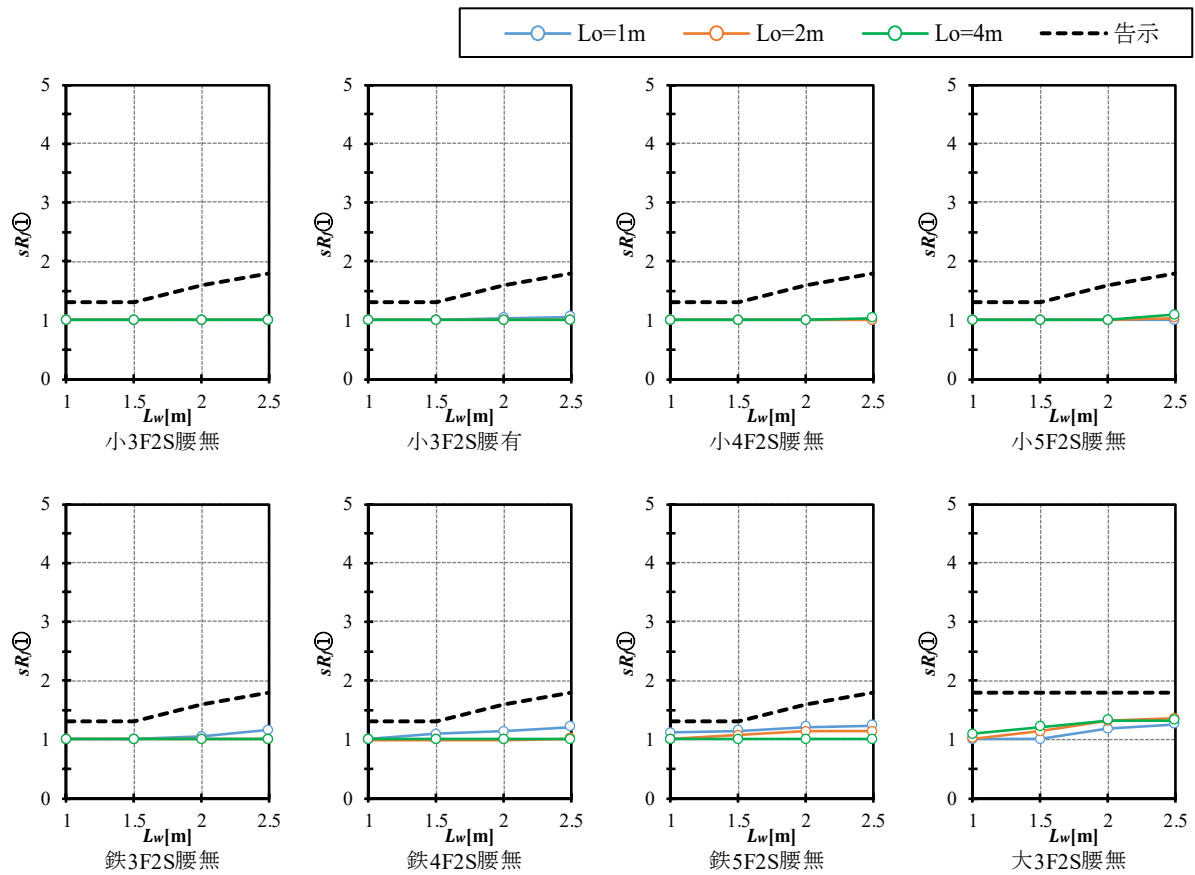


図 2.4.13 D_s ①から求めた塑性化要素の応力割増し係数 sR_f ①

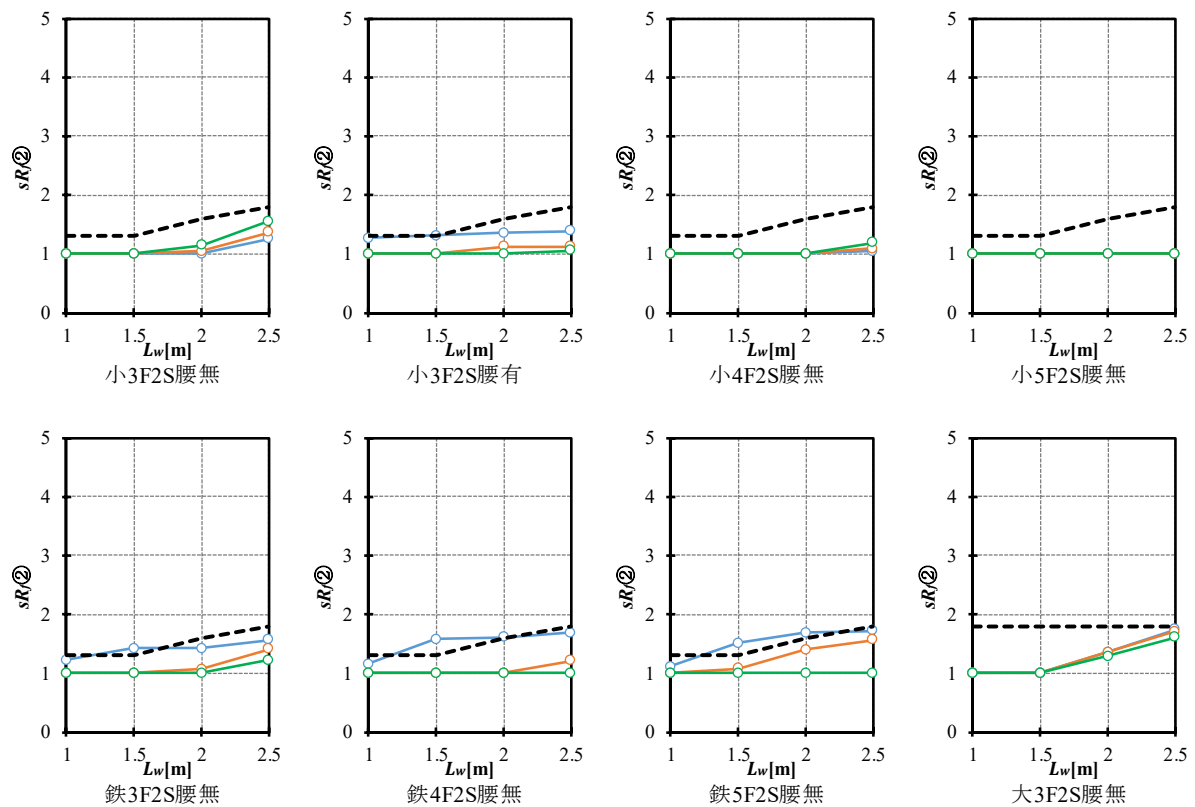


図 2.4.14 D_s ②から求めた塑性化要素の応力割増し係数 sR_f ②

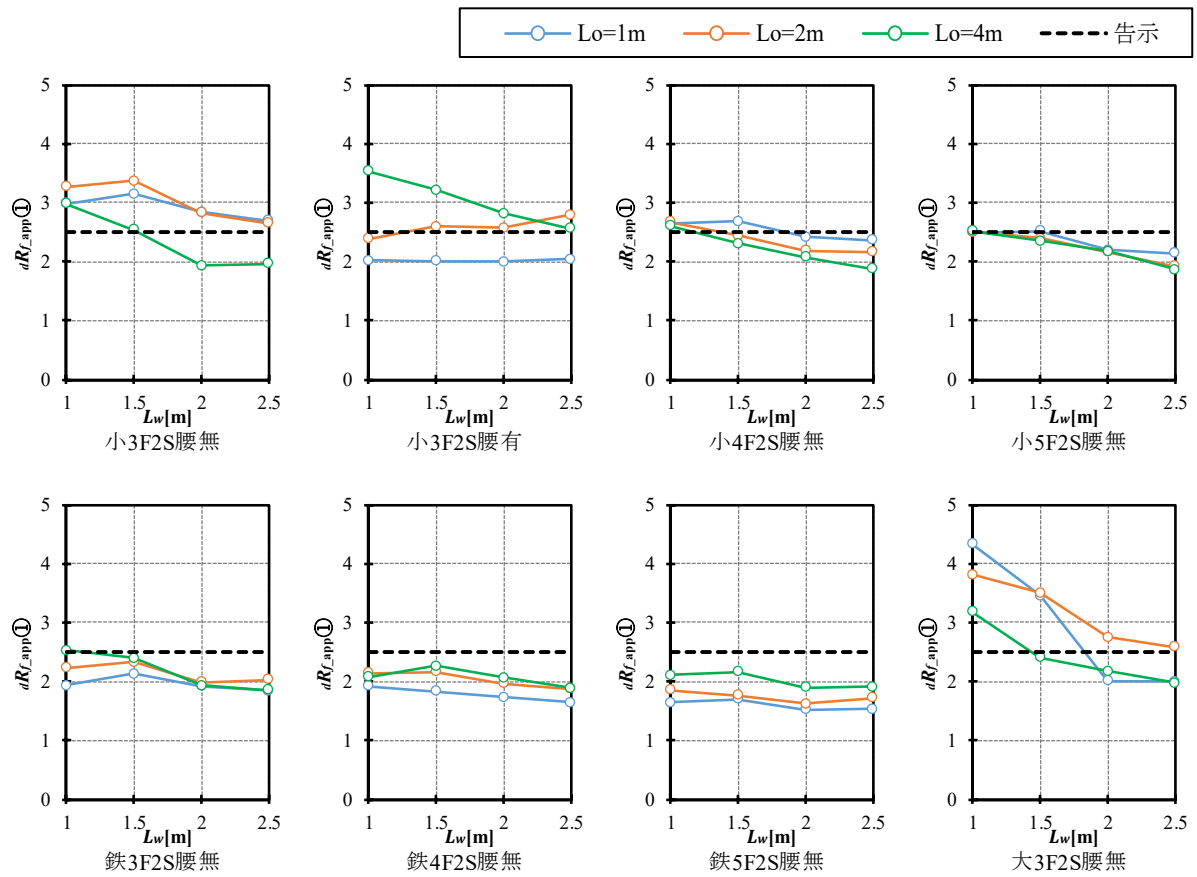


図 2.4.15 弾性要素の応力割増し係数 dR_f

※ dR_f については、すべて $dR_f = R_{f2_app}$ となる。

2.4.5 今後の課題

- ・弾性要素の応力割増し係数 dR_f について、本ケーススタディでは現告示の $dR_f = 2.5$ を超えるケースが存在した。これは、本ケーススタディではせん断バネを弾性としており、 Q_u 時においてせん断バネの応力が上がり続けることによる影響であると考えられる。ルート3では、 Q_u 時にせん断接合部は終局変形以下であれば良いため、ケーススタディでもせん断接合部の非線形化を許容すれば、 dR_f は今回求めた値よりも小さくなると思われる。また、今回はすべての弾性要素からひとつの dR_f を求めたが、部材ごとに dR_f を算出することで部材によっては現告示の $dR_f = 2.5$ を下回る可能性がある。
- ・鉄骨梁勝ち架構について、本ケーススタディでは垂れ壁を設けている。垂れ壁付きの場合、鉄骨梁に加え、垂れ壁も曲げ戻し抵抗し1階のアンカーボルトが早期に終局変形に達してしまうため、特に壁幅 L_w が1mの場合の D_s が現告示の値より高い値となる場合がある。垂れ壁なしであれば、変形能力が増し、 D_s も本ケーススタディで求めた値より小さくなると思われる。今後は鉄骨梁勝ち架構は垂れ壁を設けない前提でケーススタディを実施する必要がある。
- ・小幅パネル架構の腰壁有モデルについて、本ケーススタディでは腰壁一床(基礎)のせん断接合部を設けている。せん断接合部を設けない場合に比べて腰壁の曲げ戻し抵抗が大きくなるが、1階のアンカーボルトが早期に終局変形に達してしまうため、 D_s が現告示の値より高い値となっている。今後は、腰壁一床(基礎)のせん断接合部を設けない場合のケーススタディを実施し、 D_s 、 R_f の値を評価する必要があると考えられる。
- ・長期荷重の設定について、本ケーススタディでは壁の長さあたりの重量が20kN/mになるように負担幅を調整した。CLTパネル工法では、長期荷重の大きさが水平耐力に影響するため、今後は長期荷重の大きさも解析パラメータとして考慮する必要があると考えられる。

2.5 構造実験

2.5.1 大版パネル架構②構面水平加力実験

2.5.1.1 試験体仕様

2.5.1.2 実験方法

2.5.1.3 計測計画

2.5.1.4 試験結果

- (1) データ整理方法
- (2) 荷重変形関係と特性値
- (3) 荷重変形関係と破壊性状
- (4) 壁脚接合部の荷重変形関係
- (5) 架構の応力分布
 - (a) 床パネルのモーメント分布
 - (b) 床パネルの軸力分布
- (6) 床パネル面外曲げ実験
 - (a) 試験体概要
 - (b) 実験・計測方法
 - (c) 実験結果

2.5.1 大版パネル架構②水平加力実験

2.5.1.1 試験体仕様

試験体は、壁長さ4000mm、壁高さ2800mmのCLT壁パネルで、中央部に掃き出し開口(幅2000mm 開口高さ2150mm)または窓開口(幅2000mm 開口高さ1250mm)を有している。

CLT壁パネルは厚さ150mmと90mmの2種類で、壁パネル上部にCLT床パネル(厚さ210mm)が取り付けられている。この床パネルは、壁パネルの面内方向と床パネルの強軸方向が平行なものと、直交しているものがある。なお床パネルが壁パネルの面内方向に対して直交しているものは、床パネルが4分割され補強金物で連結している。

試験体仕様を表2.5.1.1.1に、開口部形状と床パネル配置の概略を図2.5.1.1.1に示す。また試験体を構成する壁及び床CLTパネルの仕様を表2.5.1.1.2に、CLTパネル緊結金物仕様を表2.5.1.1.3に示す。

表 2.5.1.1.1 試験体仕様

記号	壁パネル厚さ(mm)	開口部形状	床パネル配置
(a) C09a	90	掃き出し	平行
(b) C09b			直交
(c) O09b		窓	直交
(d) C15a	150	掃き出し	平行
(e) C15b			直交
(f) O15b		窓	直交

備考:記号で09はCLT壁パネルの厚さ90mm、15はCLT壁パネルの厚さ150mm、Cは掃き出し、Oは窓開口、aは床パネル平行、bは床パネル直交を示す。

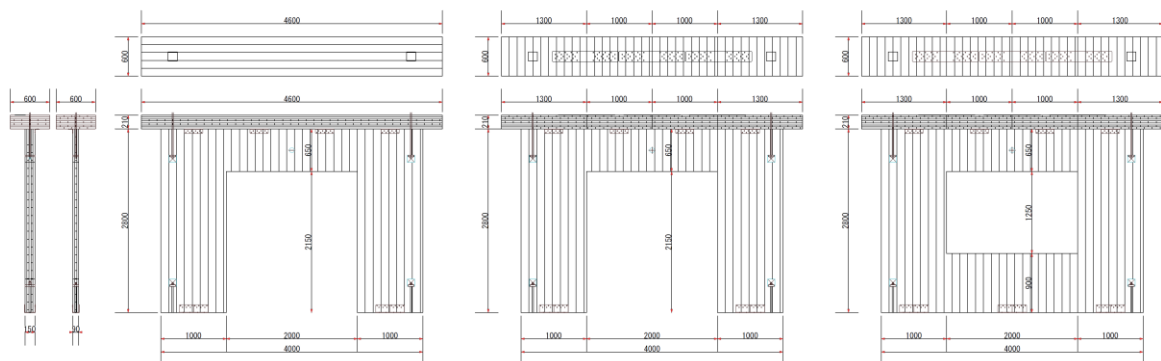


図 2.5.1.1.1 開口部形状と床パネル配置の概略

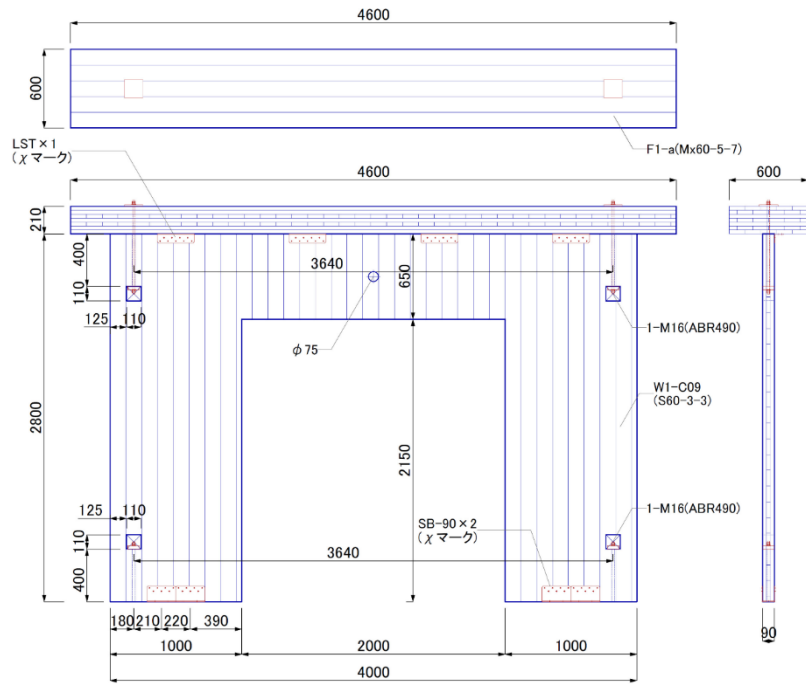
表 2.5.1.1.2 試験体を構成する壁及び床 CLT パネルの仕様

部位	仕様
<p>厚さ 90mm 壁パネル</p>	<p>日本農林規格 JAS 3079:2019 直交集成板 に規定する 同一等級構成直交集成板 強度等級:S60-3-3 厚さ(mm):90 樹種 :スギ ラミナ厚(mm):30 ラミナ幅(mm):122(CLT 切断時に端部ラミナ幅は 122mm 以下) 層構成:3層3プライ 接着剤:水性高分子-イソシアネート系接着剤 ラミナ区分:機械等級区分機による B 種ラミナ その他:引きボルト接合のための加工あり</p>
<p>厚さ 150mm 壁パネル</p>	<p>日本農林規格 JAS 3079:2019 直交集成板 に規定する 同一等級構成直交集成板 強度等級:S60-5-5 厚さ(mm):150 樹種 :スギ ラミナ厚(mm):30 ラミナ幅(mm):122(CLT 切断時に端部ラミナ幅は 122mm 以下) 層構成:5層5プライ 接着剤:水性高分子-イソシアネート系接着剤 ラミナ区分:機械等級区分機による A 種ラミナ その他:引きボルト接合のための加工あり</p>
<p>厚さ 210mm 床パネル</p>	<p>日本農林規格 JAS 3079:2019 直交集成板 に規定する 異等級構成直交集成板 強度等級:Mx60-5-7 厚さ(mm):150 樹種 :スギ ラミナ厚(mm):30 ラミナ幅(mm):122(CLT 切断時に端部ラミナ幅は 122mm 以下) 層構成:5層7プライ 接着剤:水性高分子-イソシアネート系接着剤 ラミナ区分:機械等級区分機による A 種ラミナ その他:壁パネルとの引きボルト接合のための加工あり</p>

表 2.5.1.1.3 CLT パネル緊結金物仕様

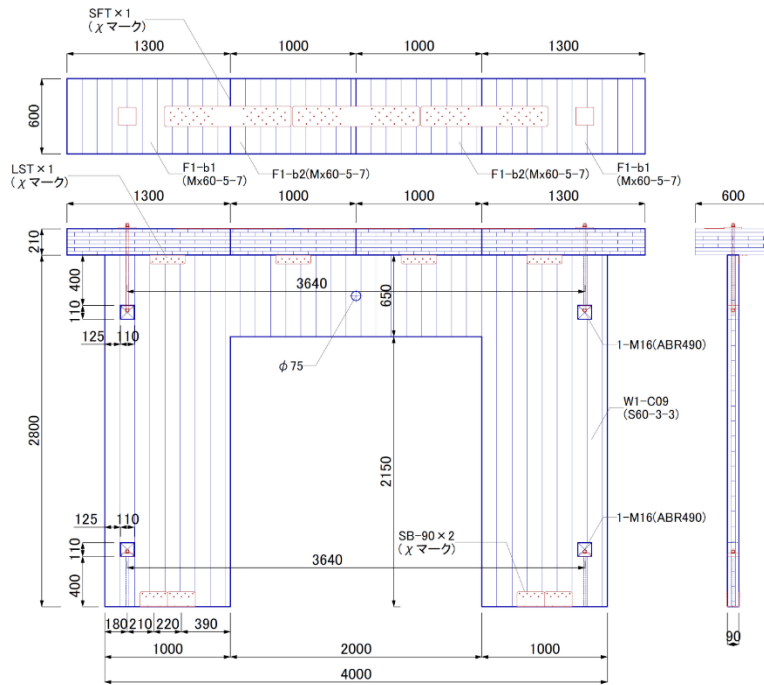
部材	仕様
厚さ 90mm 壁パネル用 上部・下部引きボルト 及び 厚さ 150mm 壁パネル用 上部引きボルト	両ねじボルト・ナット 規格:JIS B 1220 構造用両ねじアンカーボルトセット M16 ABR490 転造ねじ 材質:JIS G 3138 建築構造用圧延棒鋼 SNR490B
厚さ 150mm 壁パネル用 下部引きボルト	両ねじボルト・ナット 規格:JIS B 1220 構造用両ねじアンカーボルトセット M24 ABR490 転造ねじ 材質:JIS G 3138 建築構造用圧延棒鋼 SNR490B
厚さ 90mm 壁パネル用 壁脚部せん断金物	X マーク金物(公益財団法人日本住宅・木材技術センター承認) 名称:せん断金物 SB-90 (PL4.5mm(U 形形状)) 接合部:CLT に対して 14・STS・C65 木ねじ 基礎フレームに対して 2・M16 六角ボルト
厚さ 150mm 壁パネル用 壁脚部せん断金物	X マーク金物(公益財団法人日本住宅・木材技術センター承認) 名称:せん断金物 SB-150 (PL4.5mm(U 形形状)) 接合部:CLT に対して 14・STS・C65 木ねじ 基礎フレームに対して 2・M16 六角ボルト
厚さ 90mm 及び 150mm 壁パネル用 壁頭部せん断金物	X マーク金物(公益財団法人日本住宅・木材技術センター承認) 名称:L 形金物 LST (PL3.2mm(L 形形状)) 接合部:CLT 壁パネルに対して 9・STS・C65 木ねじ CLT 床パネルに対して 9・STS・C65 木ねじ
直交配置床パネル用 金物	X マーク金物(公益財団法人日本住宅・木材技術センター承認) 名称:帯金物 LST (PL3.2mm(L 形形状)) 接合部:片側 CLT 床パネルに対して 20・STS・C65 木ねじ(両側で 40 本)
せん断金物等 緊結木ねじ	X マーク金物(公益財団法人日本住宅・木材技術センター承認) 名称:四角穴付きタッピンねじ STS・C65 呼び径 6.5mm 長さ 65mm 頭部径 10.5mm
厚さ 90mm 壁パネル用 引きボルト座金プレート 及び 厚さ 150mm 壁パネル用 上部引きボルト 座金プレート	座金プレート 規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 SS400 寸法:幅 100mm×奥行 90mm 厚さ 19mm 中央 φ22 孔(壁厚さ 90mm 用) 幅 100mm×奥行 150mm 厚さ 19mm 中央 φ22 孔(壁厚さ 150mm 用)
厚さ 150mm 壁パネル用 下部引きボルト 座金プレート	座金プレート 規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 SS400 寸法:幅 100mm×奥行 150mm 厚さ 25mm 中央 φ30 孔
床パネル用 座金プレート	座金プレート 規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材 SS400 寸法:幅 140mm×奥行 140mm 厚さ 12mm 中央 φ22 孔 (X マーク金物(公益財団法人日本住宅・木材技術センター承認) 名称:角座金 W12 と同一仕様)

試験体図を図 2.5.1.1.2～図 2.5.1.1.7 に示す。



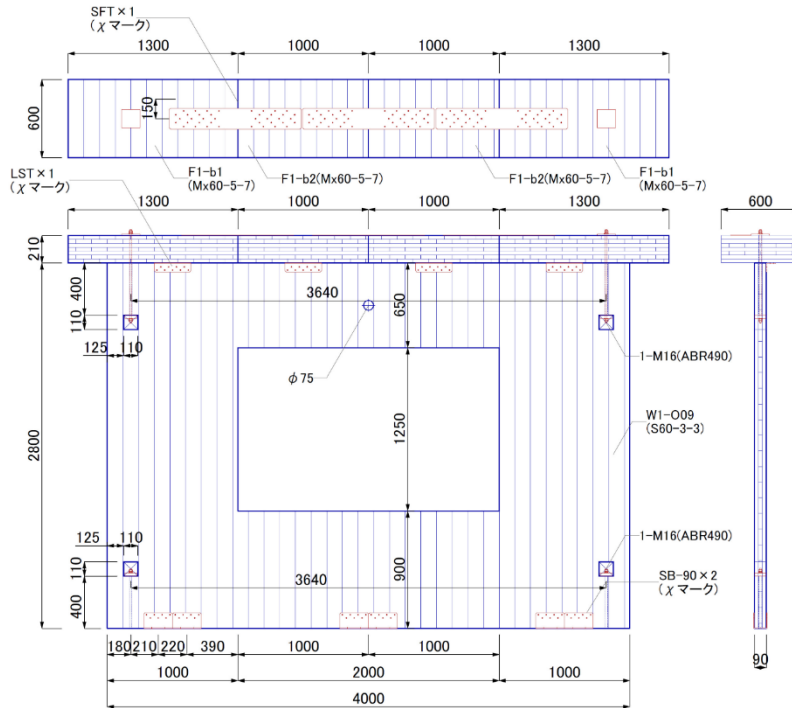
C09a
吐き出し開口
床パネル強軸・一体
壁パネル:S60-3-3 : W1-C09
床パネル:Mx60-5-7 : F1-a

図 2.5.1.1.2 試験体図 ((a) C09a 厚さ 90mm 掃き出し開口 床平行)



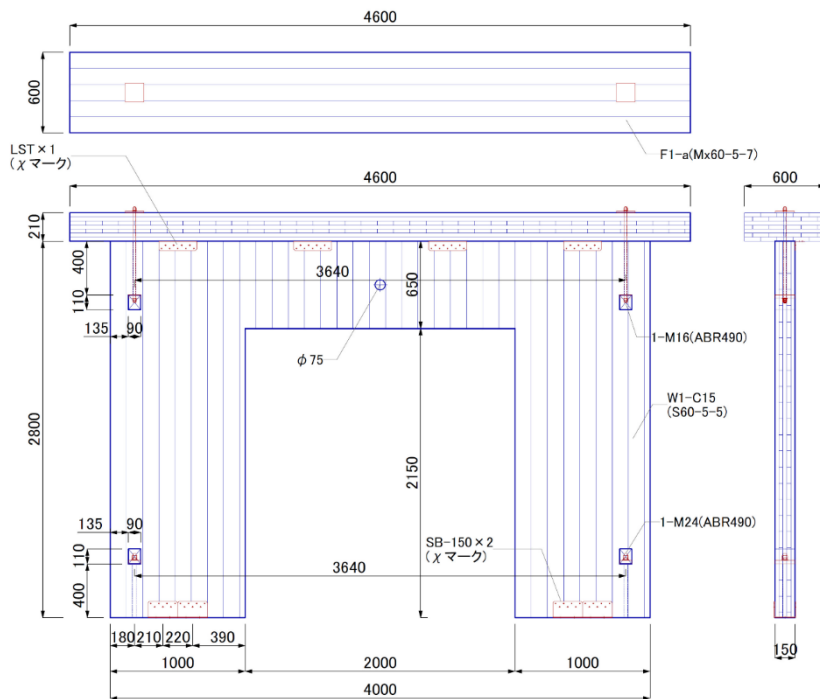
C09b
吐き出し開口
床パネル弱軸・分割
壁パネル:S60-3-3 : W1-C09
床パネル:Mx60-5-7 : F1-b1、F1-b2

図 2.5.1.1.3 試験体図 ((b) C09b 厚さ 90mm 掃き出し開口 床直交)



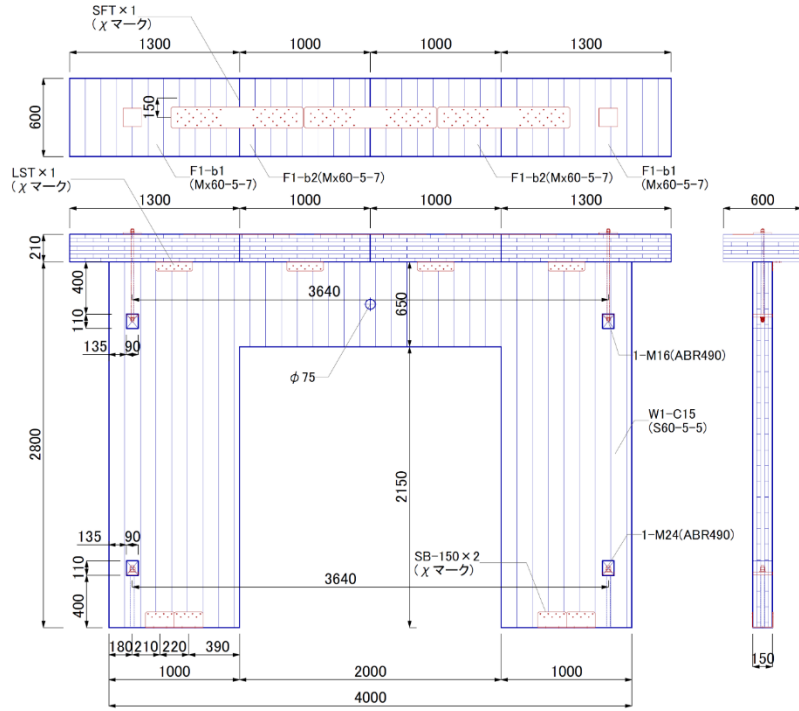
O09b
 窓型開口
 床パネル弱軸・分割
 壁パネル: S60-3-3 : W1-O09
 床パネル: Mx60-5-7: F1-b1、F1-b2

図 2.5.1.1.4 試験体図 ((c) O09b 厚さ 90mm 窓開口 床直交)



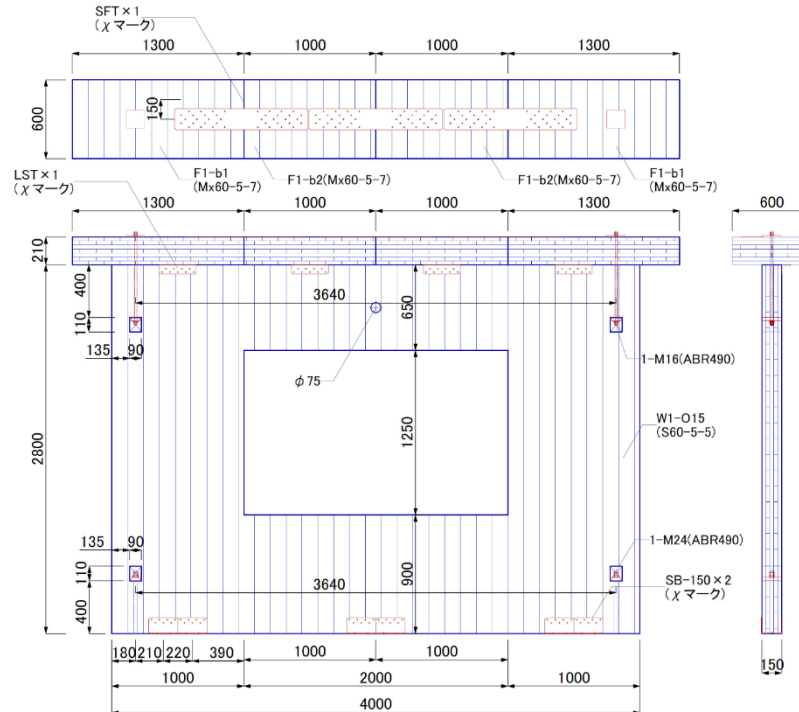
C15a
 吐き出し開口
 床パネル強軸・一体
 壁パネル: S60-5-5 : W1-C15
 床パネル: Mx60-5-7 : F1-a

図 2.5.1.1.5 試験体図 ((d) C15a 厚さ 150mm 掃き出し開口 床平行)



C15b
 吐き出し開口
 床パネル弱軸・分割
 壁パネル:S60-5-5 : W1-C15
 床パネル:Mx60-5-7 : F1-b1、F1-b2

図 2.5.1.1.6 試験体図 ((e) C15b 厚さ 150mm 掃き出し開口 床直交)



O15b
 窓型開口
 床パネル弱軸・分割
 壁パネル:S60-5-5 : W1-O15
 床パネル:Mx60-5-7 : F1-b1、F1-b2

図 2.5.1.1.7 試験体図 ((f) O15b 厚さ 150mm 窓開口 床直交)

CLTの含水率

CLTの含水率は、高周波容量式木材水分計(HM-520(株)ケツト科学研究所)を用い、数カ所測定の平均値とした。CLTの含水率測定結果を表2.5.1.1.4に示す。

表 2.5.1.1.4 CLTの含水率測定結果

試験体記号	含水率(%)					
	非加力側壁	垂れ壁	腰壁	加力側壁	床	平均
(a) C09a	11.7	15.5	---	11.7	13.3	13.0
(b) C09b	13.7	15.2	---	16.5	15.6	15.2
(c) O09b	14.5	13.5	13.0	12.0	13.8	13.4
(d) C15a	15.3	15.5	---	17.5	14.5	15.7
(e) C15b	16.5	15.3	---	14.0	14.8	15.1
(f) O15b	13.8	17.3	16.7	18.5	16.6	16.6

2.5.1.2 実験方法

(1) 加力装置

試験体を、反力床上に設置した基礎フレームに、引きボルト及びせん断金物を介して緊結した。また試験体床パネルを面外拘束パンタグラフと緊結した。

水平加力は、油圧ジャッキ(±1000kN、ジャッキストローク±500mm)を用い、油圧ジャッキ先端に取り付けた加力治具と試験体垂れ壁部の加力点とを、直径 75mm 鋼製ピンで接続して水平加力を行った。

荷重は油圧ジャッキ先端に取り付けた荷重計((株)東京測器研究所 TCLY-1MNA ±1000kN 出力 ±4000μ ひずみ)の値を、アンプを介して電圧出力に変換して計測した。ジャッキ変位は、ワイヤー式変位計の出力を電圧出力として計測した。

加力制御(変位)は、荷重変位自動制御システム(オックスジャッキ)を用い、ジャッキストローク計測用ワイヤー式変位計による変位制御とした。

鉛直荷重は、試験体上部に設置した反力フレームにスライダを介して油圧ジャッキ(100kN ストローク 300mm)を 3 本取り付け、油圧ジャッキせん断、球座と荷重計((株)東京測器研究所 センターホール型荷重計 KCM-100KNA 100kN)を取り付けて載荷した。鉛直荷重制御は、三分岐した油圧が同一と仮定し、中央荷重計の出力により、荷重変位自動制御システム(理研機器)で一定荷重となるよう制御した。

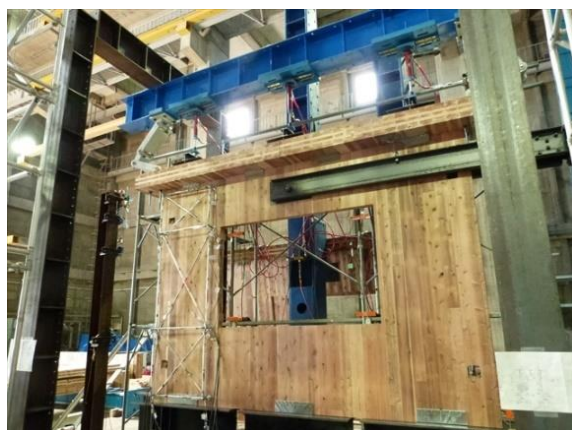
なお基礎フレームに設置した三分力計は、壁パネル厚さ 90mm の構面のみとし、150mm 厚さ試験体では H 形鋼とした。加力装置への試験体設置図を図 2.5.1.2.1、設置状況を写真 2.5.1.2.1 に示す。



窓開口試験体



掃き出し開口試験体



鉛直荷重載荷システム



壁パネル 150mm 三分力計→H形鋼変更

写真 2.5.1.2.1 加力装置への試験体設置状況

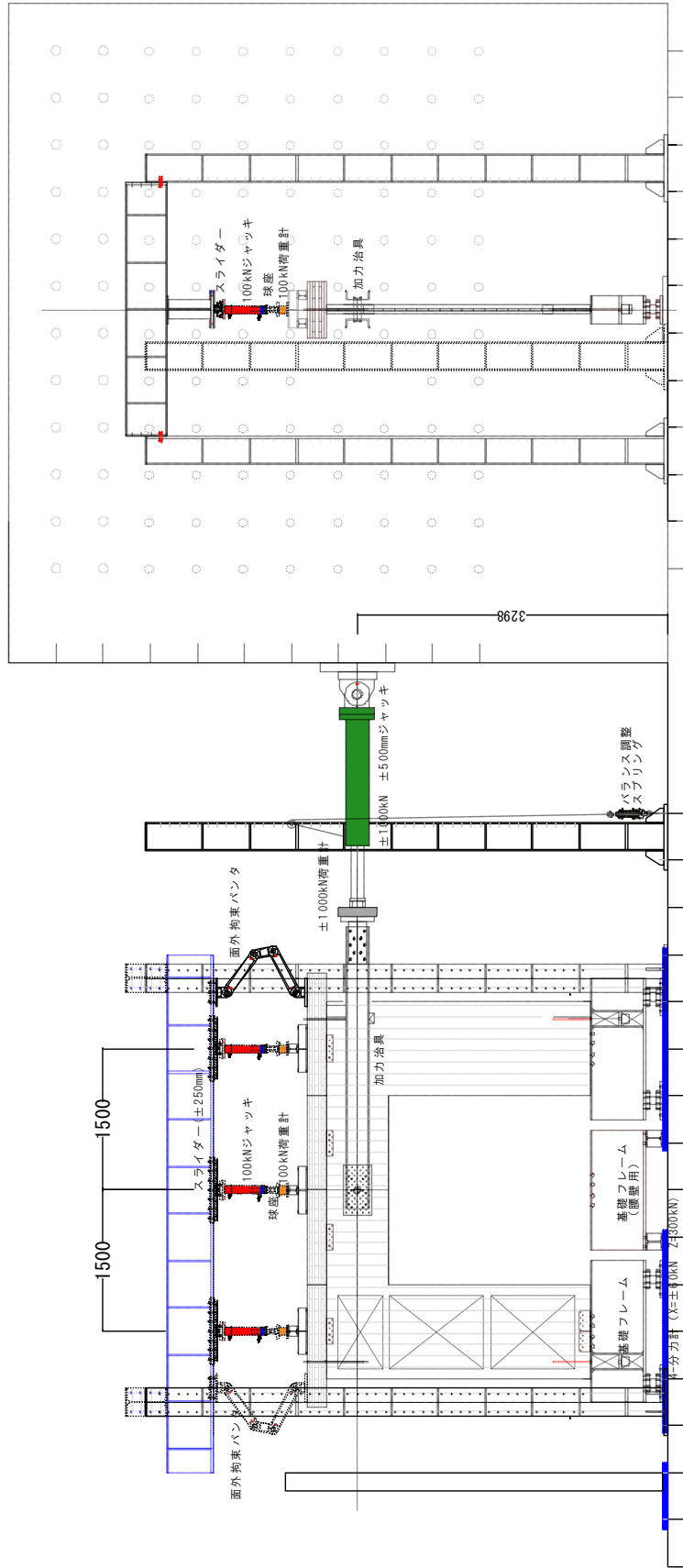


図 2.5.1.2.1 加力装置への試験体設置図

(2) 加力スケジュール

水平加力は、「木造の耐力壁及びその倍率(建築基準法壁倍率性能評価における指定性能評価機関業務方法書)」に規定される正負繰り返し加力方法を参考に、加力点高さ($h=2475\text{mm}$)に対して $1/450$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50\text{rad}$ 変形角(見掛けの変形)で正負 3 回繰り返しを行い、さらに $1/30\text{rad}$ で正負 1 回の繰り返しを行った後、正側 $1/15\text{rad}$ を超えるまで加力した。なお加力途中で試験体が破壊する、もしくは最大耐力の 80%まで耐力が低下したことが確認された段階で、試験を終了した。

加力速度は $1/450\text{rad}$ は 1 秒間に 0.2mm 、 $1/300\text{rad}$ は 1 秒間に 0.5mm 、以降は 1 秒間に 0.67mm (油圧ポンプ最大速度)で設定した。加力点高さに対する水平変位繰り返しスケジュールを図 2.5.1.2.2 に示す。なおジャッキ水平変位で正は、引き側とした。

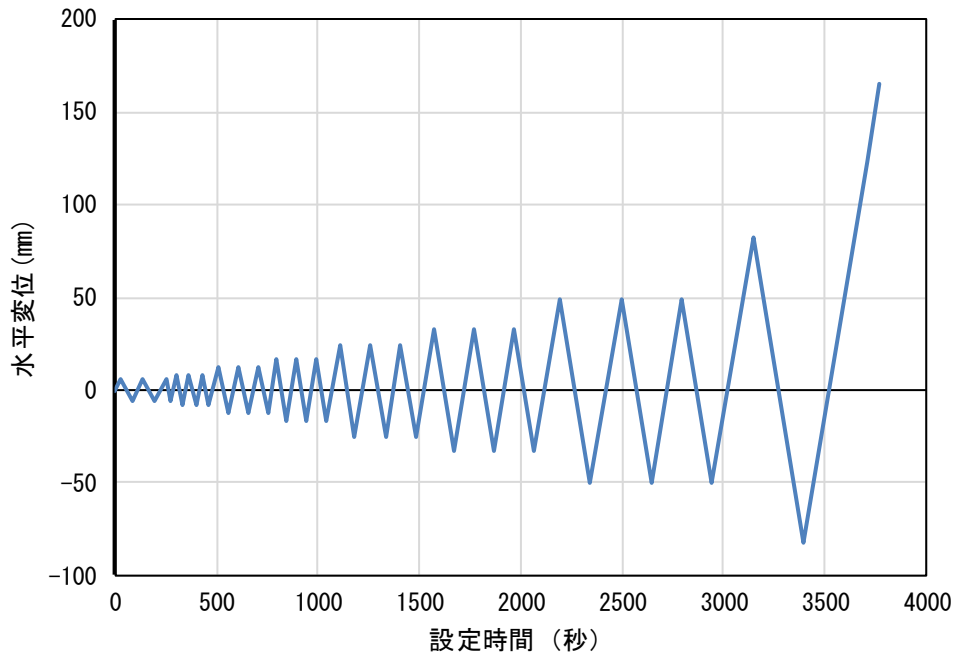


図 2.5.1.2.2 加力点高さに対する水平変位繰り返しスケジュール

鉛直荷重は、壁パネル厚さ、開口形状によらず、ジャッキ 1 本当たり 50kN とした。(3 本合計 150kN)

2.5.1.3 計測計画

掃き出し開口及び窓開口試験体の計測機器設置図を図 2.5.1.3.1 及び図 2.5.1.3.2 に示す。非加力側壁パネルの CLT 面内変形計測位置を図 2.5.1.3.3 に、床パネルのひずみゲージ貼り付け位置を図 2.5.1.3.4 及び図 2.5.1.3.5 に示す。

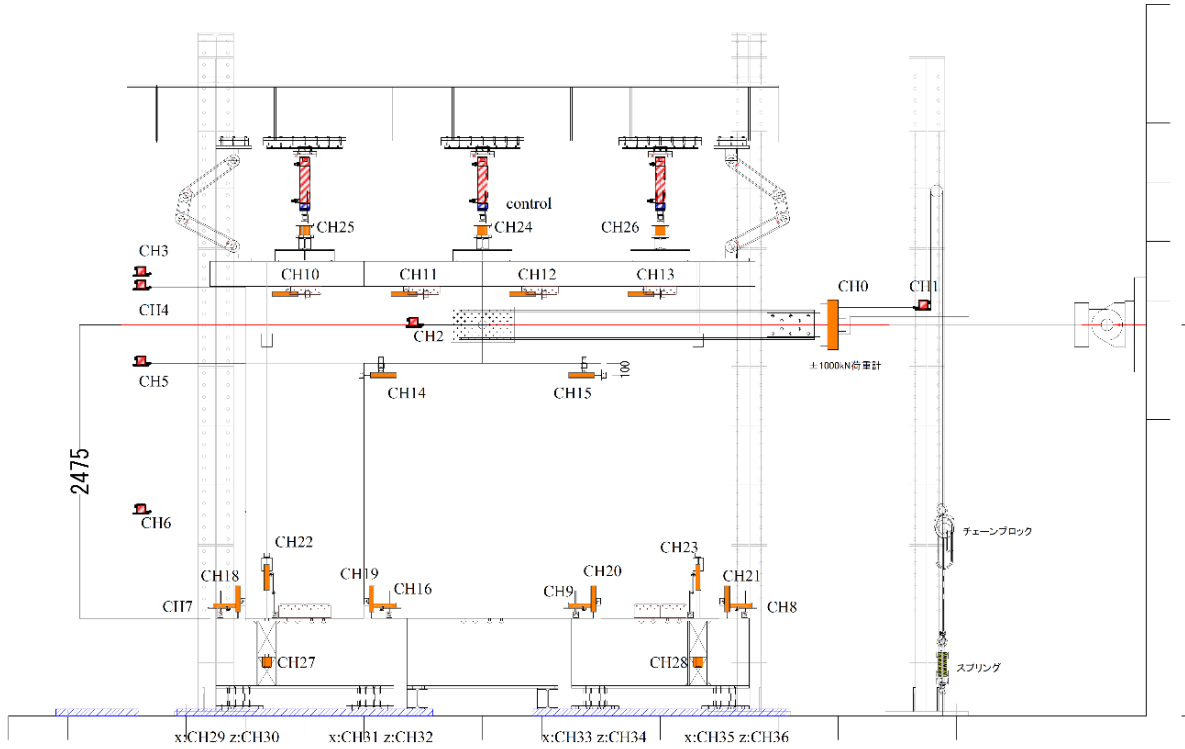


図 2.5.1.3.1 掃き出し開口試験体 計測機器設置図

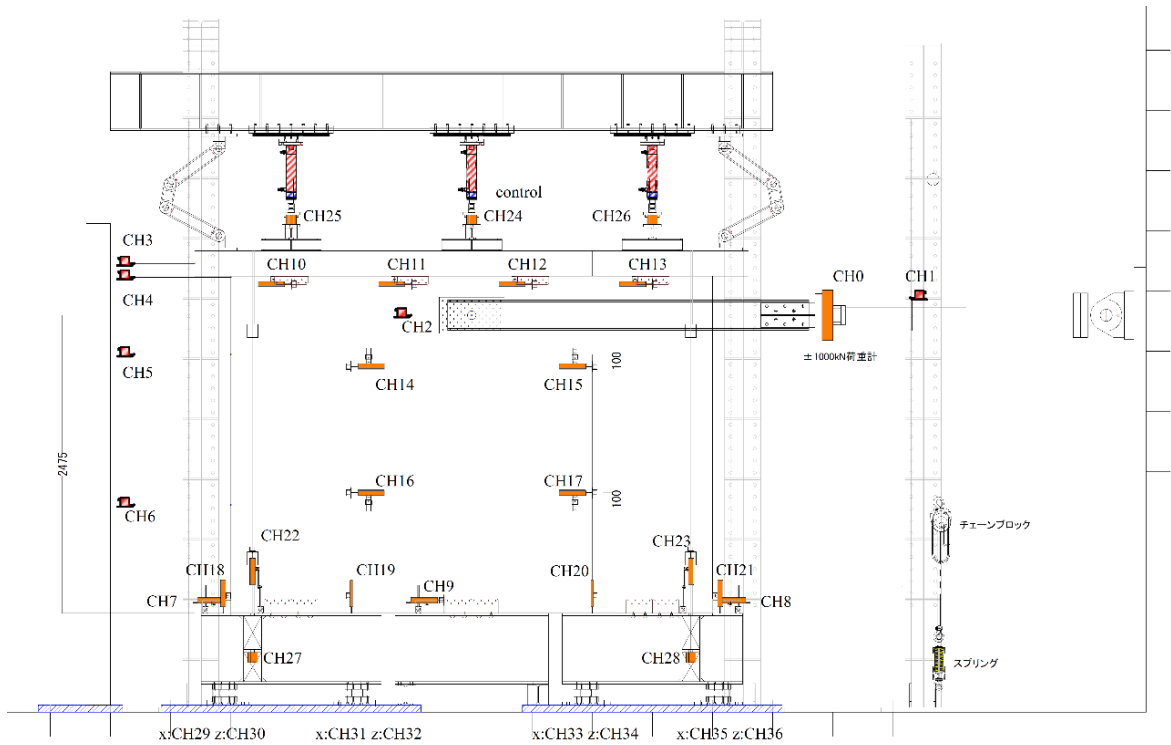


図 3.2 窓開口試験体 計測機器設置図

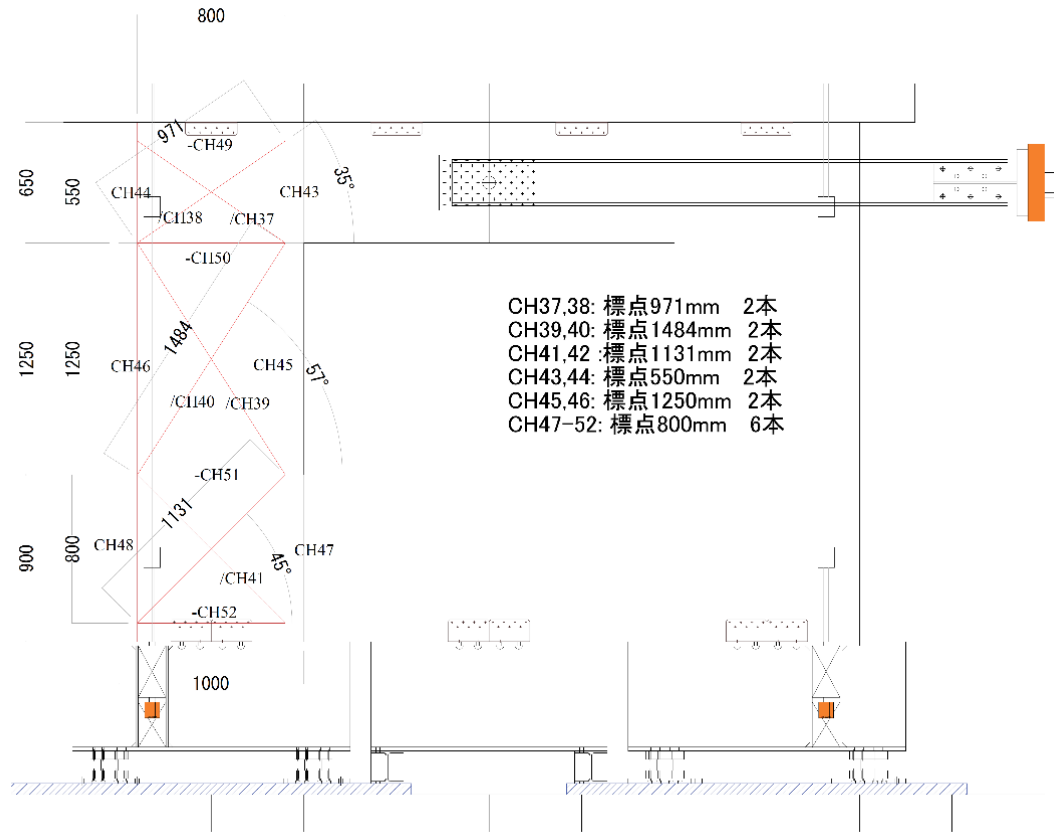


図 2.5.1.3.3 非加力側壁パネルの CLT 面内変形計測位置

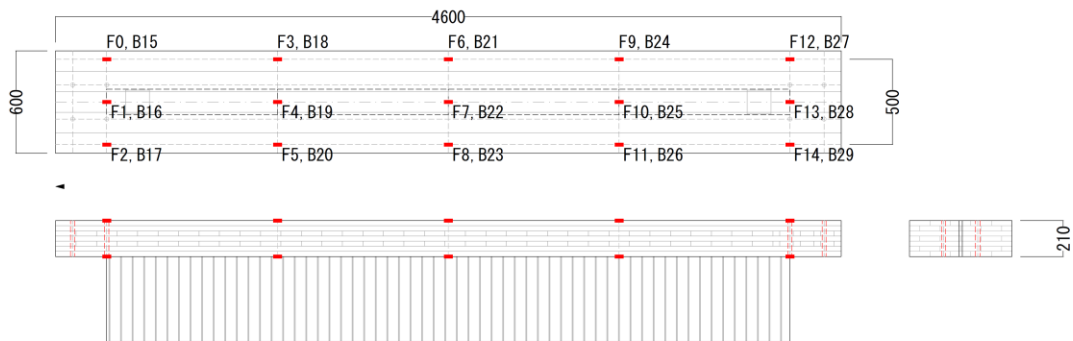


図 2.5.1.3.4 床パネル（平行）ひずみゲージ貼り付け位置

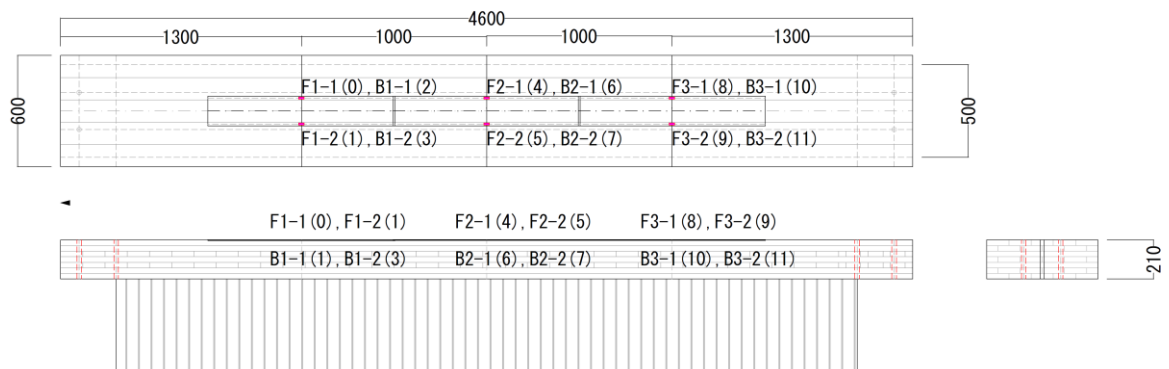


図 2.5.1.3.5 床パネル（直交）ひずみゲージ貼り付け位置

また掃き出し開口及び窓開口部周りで、厚さ 90mm 壁パネルでは中央ラミナに、厚さ 150mm 壁パネルでは 2 層目と 4 層目のラミナにひずみゲージを貼り付け、壁パネル表層ラミナ繊維方向と直交するラミナのひずみを測定した。測定状況を写真 2.5.1.3.1 に示す。



90mm 窓開口

90mm 掃き出し開口



150mm 窓開口

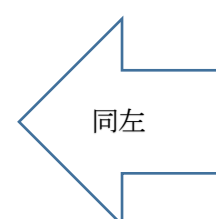
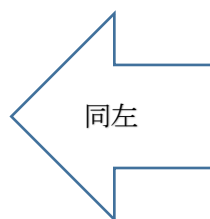
150mm 掃き出し開口

写真 2.5.1.3.1 掃き出し開口及び窓開口部周りひずみゲージ貼り付け位置
(赤丸 ひずみゲージ貼り付け位置)

壁厚さ 90mm の計測リストを表 2.5.1.3.1 に、壁厚さ 150mm の計測リストを表 2.5.1.3.2 に示す。

表 2.5.1.3.1 壁厚さ 90mm 計測リスト

	(a) C09a	(b) C09b	(c) O09b
	CH ラベル	設定	単位
CH0	Load	=CH(0)*1000/100000	kN
CH1	CH1(H.DP)	=CH(1)*1000/100000	mm
CH2	CH2(H.DP)	=CH(2)*1000/10000	mm
CH3	CH3(H.DP)	=CH(3)*1000/10000	mm
CH4	CH4(H.DP)	=CH(4)*1000/5000	mm
CH5	CH5(H.DP)	=CH(5)*1000/10000	mm
CH6	CH6(H.DP)	=CH(6)*1000/5000	mm
CH7	CH7(H.DP)	=CH(7)*100/5000	mm
CH8	CH8(H.DP)	=-CH(8)*100/5000	mm
CH9	CH9(H.DP)	=CH(9)*100/5000	mm
CH10	CH10(RH.DP)	=CH(10)*100/5000	mm
CH11	CH11(RH.DP)	=CH(11)*100/5000	mm
CH12	CH12(RH.DP)	=CH(12)*100/5000	mm
CH13	CH13(RH.DP)	=CH(13)*100/5000	mm
CH14	CH14(R.Corner.DP)	=CH(14)*100/5000	mm
CH15	CH15(R.Corner.DP)	=CH(15)*100/5000	mm
CH16	CH16(R.Corner.DP)	=CH(16)*100/5000	mm
CH17	CH17(R.Corner.DP)	=CH(17)*100/5000	mm
CH18	CH18(RV.DP)	=CH(18)*100/5000	mm
CH19	CH19(RV.DP)	=CH(19)*100/5000	mm
CH20	CH20(RV.DP)	=CH(20)*100/5000	mm
CH21	CH21(RV.DP)	=CH(21)*100/5000	mm
CH22	CH22(V.DP)	=CH(22)*100/5000	mm
CH23	CH23(V.DP)	=CH(23)*100/5000	mm
CH24	CH24(V.load)	=-CH(24)*100/50000	kN
CH25	CH25(V.load)	=-CH(25)*100/3140	kN
CH26	CH26(V.load)	=-CH(26)*100/3130	kN
CH27	CH27(V.load bolt)	=-CH(27)*300/3000	kN
CH28	CH28(V.load bolt)	=-CH(28)*300/3000	kN
CH29	CH29 (X1 load)3037	=-CH(29)*60/2040	kN
CH30	CH30 (Z1 load)3037	=-CH(30)*300/1486	kN
CH31	CH31 (X1 load)3036	=-CH(31)*60/2024	kN
CH32	CH32 (Z1 load)3036	=-CH(32)*300/1481	kN
CH33	CH33 (X1 load)3032	=-CH(33)*60/2027	kN
CH34	CH34 (Z1 load)3032	=-CH(34)*300/1479	kN
CH35	CH35 (X1 load)3031	=-CH(35)*60/2039	kN
CH36	CH36 (Z1 load)3031	=-CH(36)*300/1479	kN



(次頁に続く)

(続き)


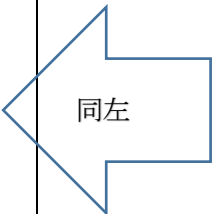
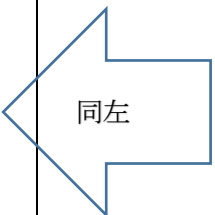
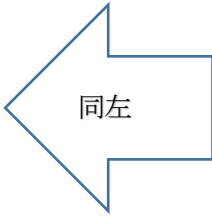
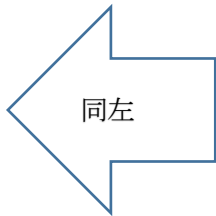
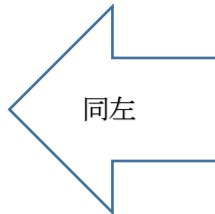
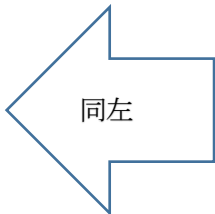
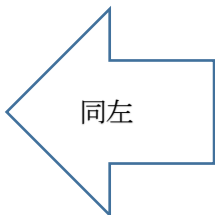
	(a) C09a	(b) C09b	(c) O09b
CH37	CH37(.DP) =CH(37)*25/12500 mm		
CH38	CH38(.DP) =CH(38)*25/12500 mm		
CH39	CH39(.DP) =CH(39)*50/10000 mm		
CH40	CH40(.DP) =CH(40)*50/10000 mm		
CH41	CH41(.DP) =CH(41)*25/12500 mm		
CH42	CH42(.DP) =CH(42)*25/12500 mm		
CH43	CH43(V.DP) =CH(43)*25/12500 mm		
CH44	CH44(V.DP) =CH(44)*25/12500 mm		
CH45	CH45(V.DP) =CH(45)*50/10000 mm		
CH46	CH46(V.DP) =CH(46)*50/10000 mm		
CH47	CH47(V.DP) =CH(47)*25/12500 mm		
CH48	CH48(V.DP) =CH(48)*25/12500 mm		
CH49	CH49(H.DP) =CH(49)*25/12500 mm		
CH50	CH50(H.DP) =CH(50)*50/10000 mm		
CH51	CH51(H.DP) =CH(51)*25/12500 mm		
CH52	CH52(H.DP) =CH(52)*25/12500 mm		
CH60	F0 (CLT) =CH(60)*2/2.11 μ	S0 (Steel) =CH(60)*2/2.09 μ	
CH61	F1 (CLT) =CH(61)*2/2.11 μ	S1 (Steel) =CH(61)*2/2.09 μ	
CH62	F2 (CLT) =CH(62)*2/2.11 μ	S2 (Steel) =CH(62)*2/2.09 μ	
CH63	F3 (CLT) =CH(63)*2/2.11 μ	S3 (Steel) =CH(63)*2/2.09 μ	
CH64	F4 (CLT) =CH(64)*2/2.11 μ	S4 (Steel) =CH(64)*2/2.09 μ	
CH65	F5 (CLT) =CH(65)*2/2.11 μ	S5 (Steel) =CH(65)*2/2.09 μ	
CH66	F6 (CLT) =CH(66)*2/2.11 μ	S6 (Steel) =CH(66)*2/2.09 μ	
CH67	F7 (CLT) =CH(67)*2/2.11 μ	S7 (Steel) =CH(72)*2/2.09 μ	
CH68	F8 (CLT) =CH(68)*2/2.11 μ	S8 (Steel) =CH(68)*2/2.09 μ	
CH69	F9 (CLT) =CH(69)*2/2.11 μ	S9 (Steel) =CH(69)*2/2.09 μ	
CH70	F10 (CLT) =CH(70)*2/2.11 μ	S10 (Steel) =CH(70)*2/2.09 μ	
CH71	F11 (CLT) =CH(71)*2/2.11 μ	S11 (Steel) =CH(71)*2/2.09 μ	
CH72	F12 (CLT) =CH(72)*2/2.11 μ		
CH73	F13 (CLT) =CH(73)*2/2.11 μ	W1 =CH(73)*2/2.11 μ	
CH74	F14 (CLT) =CH(74)*2/2.11 μ	W2 =CH(74)*2/2.11 μ	
CH75	B0 (CLT) =CH(75)*2/2.11 μ		
CH76	B1 (CLT) =CH(76)*2/2.11 μ		
CH77	B2 (CLT) =CH(77)*2/2.11 μ		
CH78	B3 (CLT) =CH(78)*2/2.11 μ		
CH79	B4 (CLT) =CH(79)*2/2.11 μ		
CH80	B5 (CLT) =CH(80)*2/2.11 μ		
CH81	B6 (CLT) =CH(81)*2/2.11 μ		
CH82	B7 (CLT) =CH(82)*2/2.11 μ		
CH83	B8 (CLT) =CH(83)*2/2.11 μ		
CH84	B9 (CLT) =CH(84)*2/2.11 μ		
CH85	B10 (CLT) =CH(85)*2/2.11 μ		
CH86	B11 (CLT) =CH(86)*2/2.11 μ		
CH87	B12 (CLT) =CH(87)*2/2.11 μ		
CH88	B13 (CLT) =CH(88)*2/2.11 μ		
CH89	B14 (CLT) =CH(89)*2/2.11 μ		
CH90	W1 =CH(90)*2/2.11 μ		
CH91	W2 =CH(91)*2/2.11 μ		
CH98		CH98 =CH(98)*100/5000 mm	
CH99		CH99 =CH(99)*100/5000 mm	

表 2.5.1.3.2 壁厚さ 150mm 計測リスト

	(d) C15a			(e) C15b	(f) O15b
	CH ラベル	設定	単位		
CH0	Load	=CH(0)*1000/100000	kN		
CH1	CH1(H.DP)	=CH(1)*1000/100000	mm		
CH2	CH2(H.DP)	=CH(2)*1000/10000	mm		
CH3	CH3(H.DP)	=CH(3)*1000/10000	mm		
CH4	CH4(H.DP)	=CH(4)*1000/5000	mm		
CH5	CH5(H.DP)	=CH(5)*1000/10000	mm		
CH6	CH6(H.DP)	=CH(6)*1000/5000	mm		
CH7	CH7(H.DP)	=CH(7)*100/5000	mm		
CH8	CH8(H.DP)	=-CH(8)*100/5000	mm		
CH9	CH9(H.DP)	=CH(9)*100/5000	mm		
CH10	CH10(RH.DP)	=CH(10)*100/5000	mm		
CH11	CH11(RH.DP)	=CH(11)*100/5000	mm		
CH12	CH12(RH.DP)	=CH(12)*100/5000	mm		
CH13	CH13(RH.DP)	=CH(13)*100/5000	mm		
CH14	CH14(R.Corner.DP)	=CH(14)*100/5000	mm		
CH15	CH15(R.Corner.DP)	=CH(15)*100/5000	mm		
CH16	CH16(R.Corner.DP)	=CH(16)*100/5000	mm		
CH17	CH17(R.Corner.DP)	=CH(17)*100/5000	mm		
CH18	CH18(RV.DP)	=CH(18)*100/5000	mm		
CH19	CH19(RV.DP)	=CH(19)*100/5000	mm		
CH20	CH20(RV.DP)	=CH(20)*100/5000	mm		
CH21	CH21(RV.DP)	=CH(21)*100/5000	mm		
CH22	CH22(V.DP)	=CH(22)*100/5000	mm		
CH23	CH23(V.DP)	=CH(23)*100/5000	mm		
CH24	CH24(V.load)	=-CH(24)*100/50000	kN		
CH25	CH25(V.load)	=-CH(25)*100/3140	kN		
CH26	CH26(V.load)	=-CH(26)*100/3130	kN		
CH27	CH27(V.load bolt)	=-CH(27)*300/3000	kN		
CH28	CH28(V.load bolt)	=-CH(28)*300/3000	kN		
CH29					
CH30					
CH31					
CH32					
CH33					
CH34					
CH35					
CH36					

(次頁に続く)

(続き)

	(d) C15a			(e) C15b			(f) O15b									
CH37	CH37(/.DP)	=CH(37)*25/12500	mm													
CH38	CH38(/.DP)	=CH(38)*25/12500	mm													
CH39	CH39(/.DP)	=CH(39)*50/10000	mm													
CH40	CH40(/.DP)	=CH(40)*50/10000	mm													
CH41	CH41(/.DP)	=CH(41)*25/12500	mm													
CH42	CH42(/.DP)	=CH(42)*25/12500	mm													
CH43	CH43(V.DP)	=CH(43)*25/12500	mm													
CH44	CH44(V.DP)	=CH(44)*25/12500	mm													
CH45	CH45(V.DP)	=CH(45)*50/10000	mm													
CH46	CH46(V.DP)	=CH(46)*50/10000	mm													
CH47	CH47(V.DP)	=CH(47)*25/12500	mm													
CH48	CH48(V.DP)	=CH(48)*25/12500	mm													
CH49	CH49(H.DP)	=CH(49)*25/12500	mm													
CH50	CH50(H.DP)	=CH(50)*50/10000	mm													
CH51	CH51(H.DP)	=CH(51)*25/12500	mm													
CH52	CH52(H.DP)	=CH(52)*25/12500	mm													
CH60	F0 (CLT)	=CH(60)*2/2.11	μ							S0 (Steel)	=CH(60)*2/2.09	μ				
CH61	F1 (CLT)	=CH(61)*2/2.11	μ							S1 (Steel)	=CH(61)*2/2.09	μ				
CH62	F2 (CLT)	=CH(62)*2/2.11	μ							S2 (Steel)	=CH(62)*2/2.09	μ				
CH63	F3 (CLT)	=CH(63)*2/2.11	μ							S3 (Steel)	=CH(63)*2/2.09	μ				
CH64	F4 (CLT)	=CH(64)*2/2.11	μ	S4 (Steel)	=CH(64)*2/2.09	μ										
CH65	F5 (CLT)	=CH(65)*2/2.11	μ	S5 (Steel)	=CH(65)*2/2.09	μ										
CH66	F6 (CLT)	=CH(66)*2/2.11	μ	S6 (Steel)	=CH(66)*2/2.09	μ										
CH67	F7 (CLT)	=CH(67)*2/2.11	μ	S7 (Steel)	=CH(72)*2/2.09	μ										
CH68	F8 (CLT)	=CH(68)*2/2.11	μ	S8 (Steel)	=CH(68)*2/2.09	μ										
CH69	F9 (CLT)	=CH(69)*2/2.11	μ	S9 (Steel)	=CH(69)*2/2.09	μ										
CH70	F10 (CLT)	=CH(70)*2/2.11	μ	S10 (Steel)	=CH(70)*2/2.09	μ										
CH71	F11 (CLT)	=CH(71)*2/2.11	μ	S11 (Steel)	=CH(71)*2/2.09	μ										
CH72	F12 (CLT)	=CH(72)*2/2.11	μ													
CH73	F13 (CLT)	=CH(73)*2/2.11	μ	W1-1	=CH(73)*2/2.11	μ										
CH74	F14 (CLT)	=CH(74)*2/2.11	μ	W1-2	=CH(74)*2/2.11	μ										
CH75	B0 (CLT)	=CH(75)*2/2.11	μ	W2-1	=CH(75)*2/2.11	μ										
CH76	B1 (CLT)	=CH(76)*2/2.11	μ	W2-2	=CH(76)*2/2.11	μ										
CH77	B2 (CLT)	=CH(77)*2/2.11	μ													
CH78	B3 (CLT)	=CH(78)*2/2.11	μ													
CH79	B4 (CLT)	=CH(79)*2/2.11	μ													
CH80	B5 (CLT)	=CH(80)*2/2.11	μ													
CH81	B6 (CLT)	=CH(81)*2/2.11	μ													
CH82	B7 (CLT)	=CH(82)*2/2.11	μ													
CH83	B8 (CLT)	=CH(83)*2/2.11	μ													
CH84	B9 (CLT)	=CH(84)*2/2.11	μ													
CH85	B10 (CLT)	=CH(85)*2/2.11	μ													
CH86	B11 (CLT)	=CH(86)*2/2.11	μ													
CH87	B12 (CLT)	=CH(87)*2/2.11	μ													
CH88	B13 (CLT)	=CH(88)*2/2.11	μ													
CH89	B14 (CLT)	=CH(89)*2/2.11	μ													
CH90	W1-1	=CH(90)*2/2.11	μ													
CH91	W1-2	=CH(91)*2/2.11	μ													
CH92	W2-1	=CH(92)*2/2.11	μ													
CH93	W2-2	=CH(93)*2/2.11	μ													
CH98	CH98	=CH(98)*100/5000	mm	CH98	=CH(98)*100/5000	mm	CH98	=CH(98)*100/5000	mm							
CH99	CH99	=CH(99)*100/5000	mm	CH99	=CH(99)*100/5000	mm	CH99	=CH(99)*100/5000	mm							

2.5.1.4 試験結果

(1) データ整理方法

壁パネルの水平変位は、垂れ壁中央水平変位(CH2)とし変形角は水平変位(CH2)を加力点高さ(h=2475mm)で除して算出した。

得られた荷重－変位曲線から、「木造の耐力壁及びその倍率(建築基準法壁倍率性能評価における指定性能評価機関業務方法書)」に規定される降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K 、終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ の特定値を算出した。なお特性値算出に際し、有効変形角は $1/15\text{rad}$ 以下としている。

降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K は

- (1)最大荷重を P_{max} 、最大荷重時の変位を δP_{max} とする。
- (2)包絡線上の $0.1P_{\text{max}}$ と $0.4P_{\text{max}}$ を結び、第 1 直線とする。
- (3)包絡線上の $0.4P_{\text{max}}$ と $0.9P_{\text{max}}$ を結び、第 2 直線とする。
- (4)包絡線に接するまで第 2 直線を平行移動し、これを第 3 直線とする。
- (5)第 1 直線と第 3 直線の交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行な直線を第 4 直線とする。
- (6)第 4 直線と包絡線の交点を降伏変位 D_y とする。
- (7)原点と降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y を結ぶ直線を第 5 直線とし、傾きを剛性 K とする。

終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ は

- (1)最大荷重後耐力低下域での $0.8P_{\text{max}}$ 時の変位を終局変位 D_u とする。
- (2)包絡線と X 軸及び $X=D_u$ で囲まれた面積を S とする。
- (3)第 5 直線、 $X=D_u$ の直線、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、X 軸に平行に第 6 直線を引く。
- (4)第 5 直線と第 6 直線の交点の荷重を、完全弾塑性モデルの終局耐力 P_u とし、そのときの変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 $D_{y'}$ とする。
- (5)塑性率 μ は、 $D_u/D_{y'}$ とする。

上記特性値の算出方法を図 2.5.1.4.1 に示す。

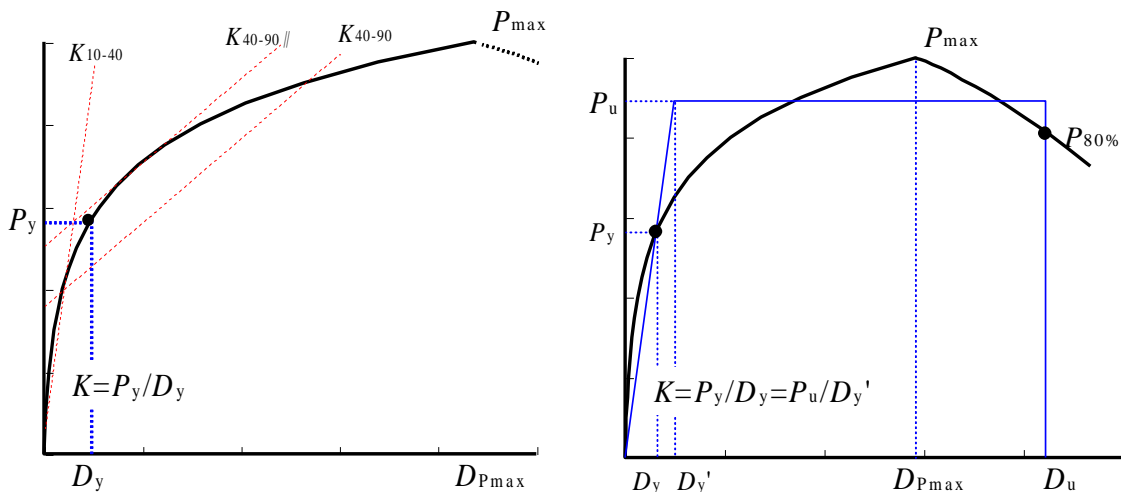


図 2.5.1.4.1 完全弾塑性モデルによる降伏耐力 P_y 及び終局耐力 P_u の算出方法

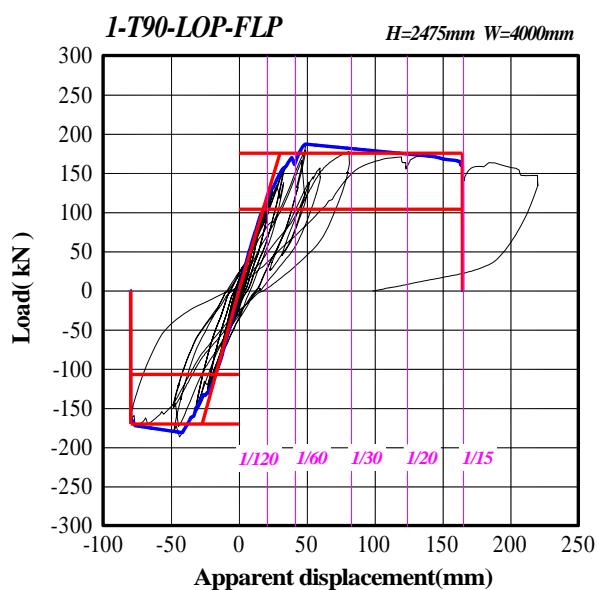
(2) 荷重変形関係と特性値

(a) C09A 壁厚さ 90mm 掃き出し開口 床パネル平行

特性値及び荷重－変位曲線を表 2.5.1.4.1 に、荷重-各測定点測定値(CH42 まで)を図 2.5.1.4.2 に示す。また特定変形角時における各測定点の値を表 2.5.1.4.2 に示す。

表 2.5.1.4.1 特性値及び荷重－変位曲線 (C09a)

	正側	負側
Py(kN)=	103.8	-107.1
Dy(mm)=	17.94	-16.98
K(kN/mm)=	5.78	6.31
Pu(kN)=	175.3	-170.5
Du(mm)=	164.61	-79.61
μ =	5.43	2.95
Ds=	0.318	0.452
0.2Pu/Ds=	110.3	-75.4
2/3Pmax(kN)=	124.6	-124.6
Pmax(kN)=	186.9	-186.9
Dmax(mm)=	48.90	-43.70
P1/300(kN)=	53.2	-58.1
P1/200(kN)=	76.1	-83.0
P1/150(kN)=	98.1	-104.8
P1/120(kN)=	115.7	-122.4
P1/60(kN)=	161.8	-180.4
P1/30(kN)=	148.1	---
P1/20(kN)=	157.5	---
P1/15(kN)=	158.8	---



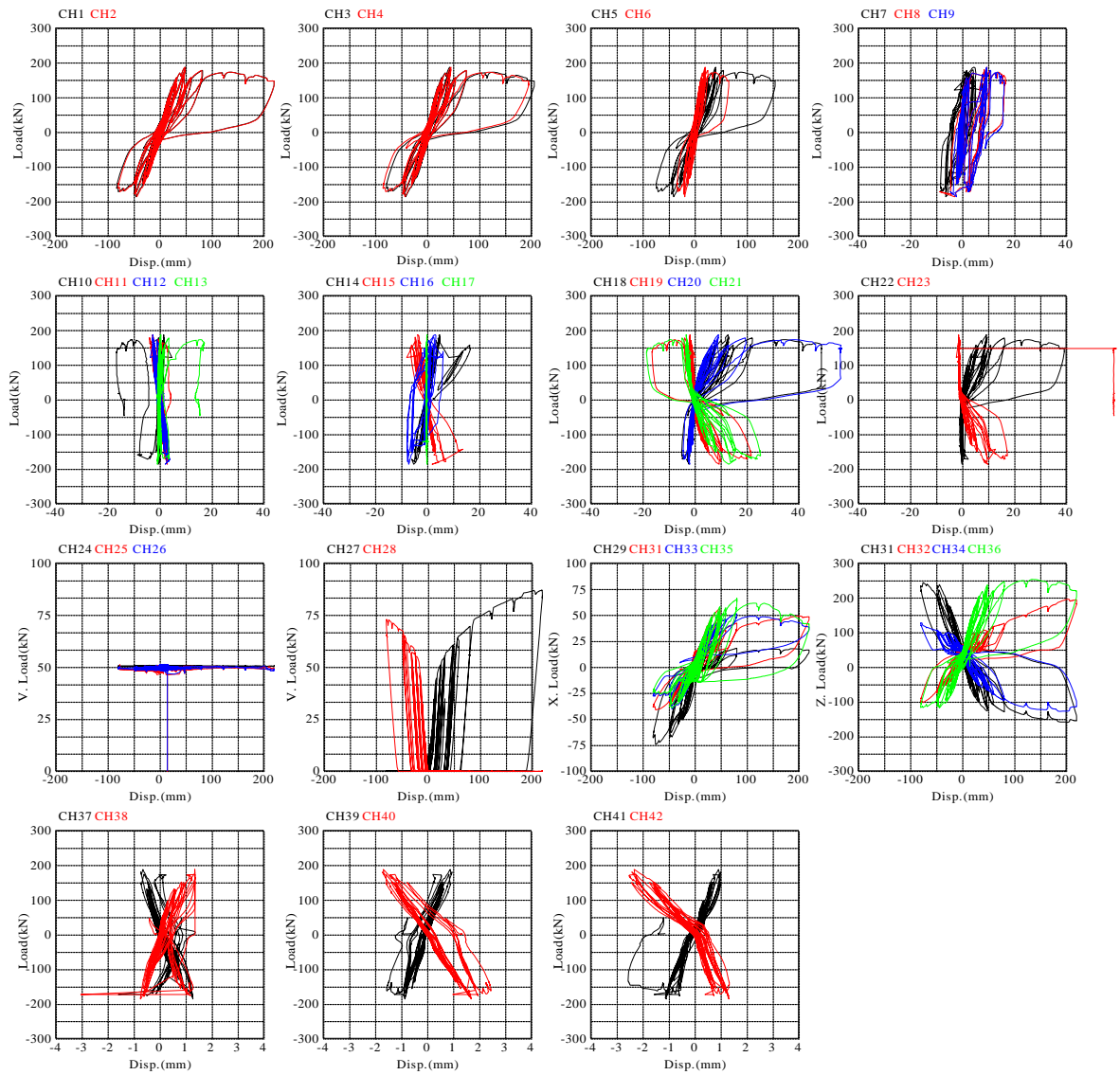


图 2.5.1.4.2 荷重—各测定点测定值 (C09a)

表 2.5.1.4.2 特定変形角時における各測定点の値 (C09a)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
step	195	256	286	394	758	2,728	2,817	2,833	212	302	418	420	884	2,537
Load kN	53.1	76.1	98.1	115.6	161.8	148.1	157.5	158.8	-58.1	-83.0	-104.8	-122.4	-180.4	-162.9
CH1(H.DP) mm	8.01	12.03	16.31	20.24	41.38	83.85	124.48	164.95	-8.94	-13.58	-17.93	-22.02	-43.10	-82.50
CH2(H.DP) mm	8.25	12.38	16.50	20.63	41.25	82.50	123.75	165.00	-8.25	-12.38	-16.50	-20.63	-41.25	-79.55
CH3(H.DP) mm	7.25	10.60	14.05	17.31	36.46	75.48	115.84	152.93	-5.80	-9.47	-13.33	-17.29	-38.75	-78.05
CH4(H.DP) mm	7.41	10.68	14.40	17.91	38.25	70.95	108.31	145.70	-6.34	-10.29	-14.57	-18.69	-40.22	-84.45
CH5(H.DP) mm	7.21	10.40	13.90	16.86	34.21	51.54	80.17	113.87	-6.10	-9.64	-13.49	-17.23	-37.73	-73.60
CH6(H.DP) mm	3.34	4.80	6.40	7.94	15.95	21.97	35.06	48.20	-2.51	-4.10	-5.63	-7.28	-18.06	-34.00
CH7(H.DP) mm	0.13	0.24	0.55	0.93	2.42	0.16	1.60	3.39	-0.15	-0.17	-0.17	-0.63	-5.41	-8.21
CH8(H.DP) mm	0.07	0.16	0.32	0.42	8.38	10.92	13.52	15.47	-0.12	-0.27	-0.37	-0.73	-2.56	2.90
CH9(H.DP) mm	0.24	0.26	0.44	0.53	8.69	10.77	13.11	14.48	-0.15	-0.27	-0.42	-0.78	-2.29	2.35
CH10(RH.DP) mm	0.14	0.18	0.21	0.32	1.53	-6.13	-10.19	-12.44	0.03	0.00	0.09	-0.10	0.06	-7.64
CH11(RH.DP) mm	-0.27	-0.69	-1.09	-1.40	-2.47	-0.88	-0.53	0.62	0.50	0.82	1.09	1.43	2.77	2.20
CH12(RH.DP) mm	-0.41	-0.69	-0.98	-1.22	-2.02	-0.81	-0.98	-0.85	0.25	0.76	1.15	1.38	2.84	3.49
CH13(RH.DP) mm	0.00	0.00	0.05	0.07	0.24	8.12	14.48	16.95	-0.04	-0.05	-0.13	-0.20	-0.63	3.55
CH14(R.Corner.DP) mm	0.58	0.90	1.24	1.60	4.16	31.00	45.88	48.93	-0.65	-1.09	-1.44	-1.96	-4.31	-9.32
CH15(R.Corner.DP) mm	-0.63	-0.96	-1.34	-1.65	-2.53	-10.16	-16.00	-25.97	0.67	1.03	1.44	2.03	4.44	27.91
CH16(R.Corner.DP) mm	0.02	0.15	0.44	0.83	0.95	-3.48	-1.02	0.28	-0.16	-0.17	-0.18	-0.57	-6.80	-10.91
CH17(R.Corner.DP) mm	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.07	-0.18	-0.22	-0.21	-0.06	-0.06	-0.08	-0.06	-0.12	-0.24
CH18(RV.DP) mm	1.09	1.90	2.94	3.93	10.82	21.58	31.57	41.68	-0.58	-0.79	-1.04	-1.27	-2.25	-4.93
CH19(RV.DP) mm	-0.21	-0.38	-0.55	-0.70	-1.47	-4.02	-6.84	-10.34	0.55	1.31	2.22	3.26	8.11	21.68
CH20(RV.DP) mm	0.84	1.60	2.54	3.47	7.23	20.86	34.38	46.49	-0.32	-0.49	-0.71	-0.67	-2.11	-4.33
CH21(RV.DP) mm	-1.35	-1.58	-1.79	-2.02	-2.64	-4.90	-8.36	-11.84	1.51	2.40	3.55	4.81	11.88	25.27
CH22(V.DP) mm	0.69	1.27	1.98	2.74	7.74	16.09	22.97	30.14	-0.68	-0.74	-0.74	-0.75	-0.24	0.98
CH23(V.DP) mm	-0.75	-0.81	-0.88	-0.97	-1.30	-0.88	-0.99	-1.13	0.82	1.47	2.30	3.18	8.46	17.33
CH24(V.load) kN	50.4	50.4	50.4	50.5	50.3	50.5	50.3	50.3	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4	50.4
CH25(V.load) kN	49.2	49.2	49.2	49.2	49.0	49.0	48.9	49.7	48.3	48.4	48.3	48.4	48.3	48.9
CH26(V.load) kN	49.1	49.3	49.3	49.3	48.8	49.6	49.1	49.4	48.8	48.7	48.7	48.7	48.6	49.1
CH27(V.load bolt) kN	20.2	33.9	44.2	48.9	58.5	61.5	74.3	81.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CH28(V.load bolt) kN	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	23.8	39.7	50.9	54.8	61.9	72.7
CH29(X1 load)3037 kN	-2.9	-9.5	-13.9	-16.0	-22.8	-12.4	-14.5	-16.0	24.2	35.1	43.9	48.7	65.0	68.2
CH30(Z1 load)3037 kN	-20.7	-43.1	-62.4	-76.2	-117.5	-106.0	-129.5	-147.1	92.3	119.2	142.4	163.4	230.0	233.9
CH31(X1 load)3036 kN	-18.8	-23.0	-28.8	-34.3	-52.7	-35.1	-40.7	-45.5	6.8	8.9	11.8	17.1	34.6	38.8
CH32(Z1 load)3036 kN	69.1	81.5	90.3	94.7	107.5	121.0	146.1	173.6	1.9	-13.1	-25.4	-36.5	-67.0	-101.4
CH33(X1 load)3032 kN	-14.2	-19.6	-25.8	-29.8	-39.3	-44.8	-45.7	-43.9	11.1	18.5	24.4	28.3	39.5	28.0
CH34(Z1 load)3032 kN	4.8	-8.7	-21.6	-32.3	-47.2	-92.8	-106.1	-119.3	74.4	85.4	92.0	94.7	92.5	126.9
CH35(X1 load)3031 kN	-16.9	-22.9	-28.2	-34.3	-45.3	-54.3	-55.1	-50.9	14.3	18.7	22.7	26.1	38.4	24.6
CH36(Z1 load)3031 kN	90.0	113.9	137.5	157.9	200.6	222.4	233.5	237.6	-26.5	-49.3	-67.3	-79.6	-114.5	-117.3

(次頁に続く)

(続き)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
CH37(V.DP) mm	0.16	0.29	0.44	0.58	1.19	-0.19	-0.04	-0.04	-0.27	-0.39	-0.46	-0.49	-0.60	0.10
CH38(V.DP) mm	-0.07	-0.16	-0.29	-0.40	-0.57	0.93	1.04	1.17	0.15	0.26	0.38	0.49	1.35	1.36
CH39(V.DP) mm	-0.17	-0.29	-0.38	-0.45	-0.89	-0.86	-1.12	-1.39	0.17	0.27	0.44	0.56	0.84	0.31
CH40(V.DP) mm	0.35	0.57	0.77	0.94	1.61	1.86	2.16	2.35	-0.44	-0.63	-0.88	-1.09	-1.59	-1.19
CH41(V.DP) mm	-0.34	-0.55	-0.70	-0.79	-1.09	-0.68	-0.85	-1.16	0.19	0.26	0.44	0.53	0.87	0.77
CH42(V.DP) mm	0.20	0.33	0.46	0.57	1.23	0.68	0.93	1.13	-0.57	-0.86	-1.13	-1.39	-2.18	-2.23
CH43(V.DP) mm	0.10	0.11	0.12	0.13	0.52	-0.63	-1.50	-1.97	-0.03	-0.05	-0.09	-0.13	-0.34	-2.01
CH44(V.DP) mm	-0.20	-0.27	-0.33	-0.39	-0.87	-0.39	-0.53	-0.62	0.32	0.47	0.58	0.67	0.97	1.17
CH45(V.DP) mm	0.22	0.29	0.39	0.49	0.67	0.10	-0.07	-0.37	-0.03	-0.04	-0.09	-0.15	-0.19	-2.07
CH46(V.DP) mm	-0.09	-0.10	-0.16	-0.20	-0.58	0.45	0.50	0.56	0.09	0.21	0.33	0.41	0.82	0.93
CH47(V.DP) mm	-0.16	-0.27	-0.34	-0.37	0.05	-0.16	-0.57	-1.05	0.25	0.27	0.30	0.33	0.75	0.92
CH48(V.DP) mm	0.09	0.18	0.24	0.25	0.22	0.42	0.51	0.62	-0.76	-1.10	-1.43	-1.68	-2.69	-3.13
CH49(H.DP) mm	-0.17	-0.05	-0.03	-0.08	-0.07	-0.10	-0.12	-0.06	0.05	-0.18	-0.10	-0.10	-0.25	-0.07
CH50(H.DP) mm	0.08	0.14	0.24	0.33	1.06	0.77	1.17	1.40	-0.17	-0.29	-0.37	-0.43	-0.41	-0.03
CH51(H.DP) mm	0.03	0.03	0.03	0.05	0.14	0.44	0.52	0.57	0.01	0.01	0.04	0.00	-0.02	0.52
CH52(H.DP) mm	-0.16	-0.26	-0.29	-0.30	-0.30	0.33	0.81	1.06	-0.17	-0.21	-0.19	-0.25	-0.73	0.27
F0 (CLT) μ	25	31	35	41	52	-1	-14	-37	7	3	1	-5	-28	-61
F1 (CLT) μ	28	33	42	50	159	166	189	71	1	-6	-17	-22	47	-45
F2 (CLT) μ	8	9	11	11	13	-11	-5	8	-2	-4	-7	-8	-14	-32
F3 (CLT) μ	-135	-217	-304	-359	-541	-702	-755	-844	167	266	367	457	773	1,411
F4 (CLT) μ	-130	-210	-294	-341	-496	-622	-666	-747	188	294	399	491	834	1,555
F5 (CLT) μ	-140	-220	-304	-361	-550	-731	-791	-891	184	290	395	488	858	1,508
F6 (CLT) μ	5	-7	-12	-28	-198	-128	-127	-235	-3	-5	-14	-16	-122	159
F7 (CLT) μ	0	-10	-18	-33	-184	-116	-115	-207	2	10	13	18	-62	162
F8 (CLT) μ	-36	-44	-49	-60	-213	-152	-159	-277	-41	-38	-37	-36	-115	139
F9 (CLT) μ	203	293	394	487	755	1,414	1,635	1,706	-140	-227	-300	-354	-563	-663
F10 (CLT) μ	14	9	2	13	3	23	17	15	-3	6	1	8	-4	0
F11 (CLT) μ	217	313	415	509	796	1,466	1,631	1,593	-148	-242	-315	-373	-589	-716
F12 (CLT) μ	15	13	11	11	9	-14	-28	-45	33	37	40	42	46	8
F13 (CLT) μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F14 (CLT) μ	-2	-4	-7	-10	-17	-36	-27	-15	6	6	9	9	10	-18

(次頁に続く)

(続き)

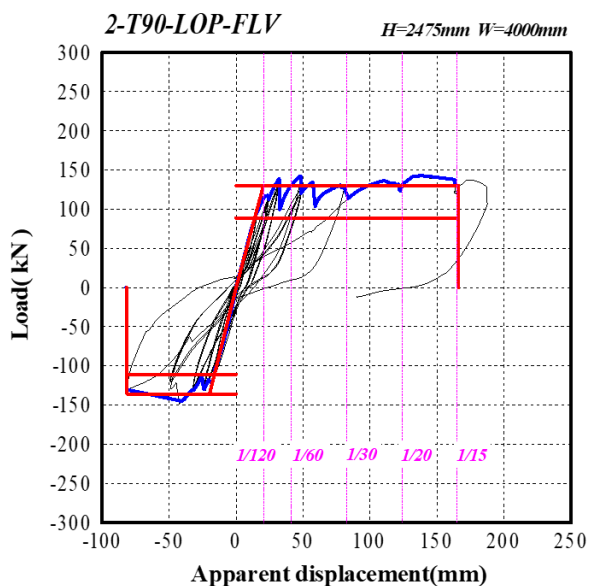
	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
B0 (CLT) μ	8	7	6	5	9	79	92	115	23	26	27	27	36	55
B1 (CLT) μ	27	17	8	2	-113	-525	-1,135	-2,126	7	12	15	3	-13	-54
B2 (CLT) μ	-3	-5	-8	-9	-10	39	38	31	21	25	31	33	42	72
B3 (CLT) μ	139	217	297	352	535	820	889	990	-117	-211	-303	-389	-703	-1,242
B4 (CLT) μ	39	197	396	500	612	1,001	1,074	1,180	-110	-211	-310	-385	-457	-789
B5 (CLT) μ	128	210	297	354	559	933	1,047	1,193	-149	-255	-361	-459	-826	-1,482
B6 (CLT) μ	33	35	29	34	132	191	190	281	60	64	73	76	164	91
B7 (CLT) μ	34	54	64	100	334	387	400	482	91	82	84	73	312	302
B8 (CLT) μ	15	16	10	10	114	188	230	355	33	32	40	44	155	84
B9 (CLT) μ	-162	-252	-352	-444	-742	-1,324	-1,515	-1,568	132	220	296	353	584	810
B10 (CLT) μ	-140	-232	-328	-404	0	0	0	0	155	313	396	442	0	0
B11 (CLT) μ	-172	-261	-366	-462	-778	-1,378	-1,593	-1,656	105	193	272	332	597	907
B12 (CLT) μ	26	31	35	38	50	87	120	158	-7	-14	-18	-21	-21	40
B13 (CLT) μ	-21	-49	-64	-70	-70	-212	-210	-166	12	5	9	-2	-148	-1,576
B14 (CLT) μ	9	11	13	15	16	42	31	10	-7	-10	-11	-14	-8	32
鉛直荷重合計 kN	149	149	149	149	148	149	148	149	148	147	147	147	147	148
分力計 X 合計 kN	-53	-75	-97	-114	-160	-147	-156	-156	56	81	103	120	178	160
分力計 Z 合計 kN	143	144	144	144	143	145	144	145	142	142	142	142	141	142
W1 μ	-1,368	-1,840	-2,284	-2,642	-2,535	-2,729	-893	-521	1,250	1,919	2,552	2,865	1,405	-641
W2 μ	1,027	1,557	2,105	2,581	848	-389	-344	-321	-1,143	-1,673	-2,212	-2,614	-3,750	-3,710

(b) C09b 壁厚さ 90mm 掃き出し開口 床パネル直交

特性値及び荷重－変位曲線を表 2.5.1.4.3 に、荷重－各測定点測定値(CH42 まで)を図 2.5.1.4.3 に示す。また特定変形角時における各測定点の値を表 2.5.1.4.4 に示す。

表 2.5.1.4.3 特性値及び荷重－変位曲線 (C09b)

	正側	負側
Py(kN)=	88.9	-110.5
Dy(mm)=	13.99	-16.19
K(kN/mm)=	6.35	6.82
Pu(kN)=	129.9	-135.6
Du(mm)=	165.90	-81.31
μ =	8.11	4.09
Ds=	0.256	0.373
0.2Pu/Ds=	101.5	-72.7
2/3Pmax(kN)=	95.2	-99.1
Pmax(kN)=	142.8	-148.7
Dmax(mm)=	139.00	-42.30
P1/300(kN)=	54.8	-64.6
P1/200(kN)=	80.0	-88.5
P1/150(kN)=	97.8	-114.8
P1/120(kN)=	113.7	-117.7
P1/60(kN)=	130.3	-146.7
P1/30(kN)=	112.1	---
P1/20(kN)=	129.0	---
P1/15(kN)=	123.2	---



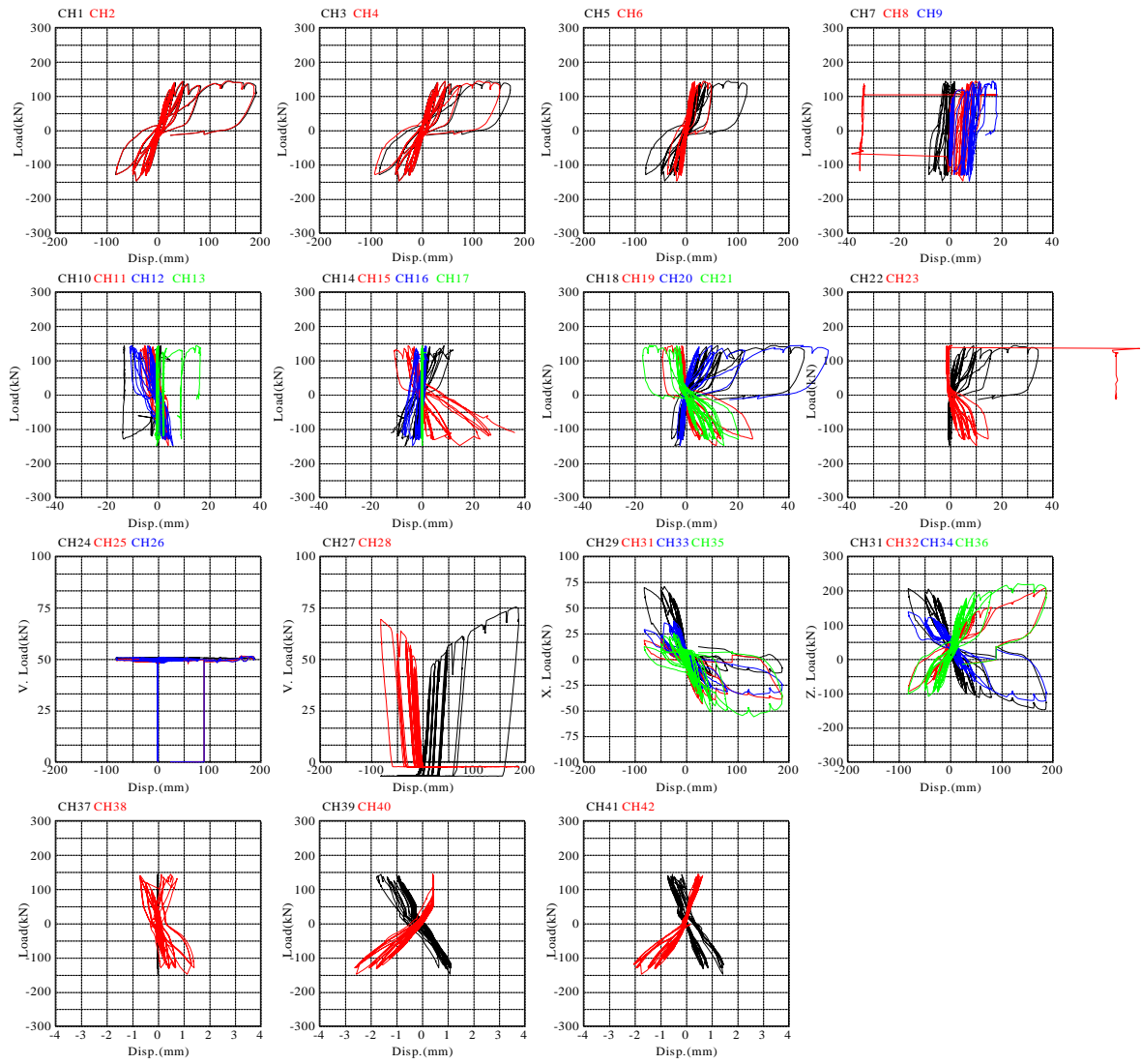


图 2.5.1.4.3 荷重—各测定点测定值 (C09B)

表 2.5.1.4.4 特定変形角時における各測定点の値 (C09b)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
step	213	300	460	462	1,038	1,987	2,085	2,143	229	317	547	549	1,143	0
Load kN	54.8	80.0	97.7	113.7	130.3	112.1	129.0	123.2	-64.6	-88.5	-114.8	-117.7	-146.7	0.0
CH1(H.DP) mm	9.58	13.66	17.66	21.92	42.94	85.10	126.81	168.35	-7.66	-12.05	-16.40	-20.49	-41.15	0.00
CH2(H.DP) mm	8.25	12.38	16.50	20.63	41.25	82.50	123.75	165.00	-8.25	-12.38	-16.50	-20.63	-41.25	0.00
CH3(H.DP) mm	7.08	10.80	14.80	18.87	38.60	80.47	117.92	153.15	-7.65	-12.12	-16.60	-21.13	-43.74	0.00
CH4(H.DP) mm	7.45	11.17	15.05	19.28	38.80	64.64	99.32	133.96	-7.82	-12.23	-16.61	-21.02	-43.14	0.00
CH5(H.DP) mm	7.42	10.85	14.40	17.99	32.66	47.02	73.32	103.10	-7.12	-11.27	-15.01	-19.13	-40.50	0.00
CH6(H.DP) mm	3.52	5.07	6.57	8.55	14.47	18.85	30.60	42.83	-3.21	-4.93	-6.67	-8.21	-17.48	0.00
CH7(H.DP) mm	0.01	0.07	0.24	0.67	1.45	-3.03	-2.00	-0.90	-0.21	-0.34	-0.37	-0.76	-2.90	0.00
CH8(H.DP) mm	0.18	0.42	1.43	2.52	8.04	7.15	9.46	11.22	-0.05	0.06	2.66	0.96	5.07	0.00
CH9(H.DP) mm	0.38	0.65	1.67	2.78	10.82	13.91	16.23	17.46	0.02	0.19	3.00	1.82	7.61	0.00
CH10(RH.DP) mm	0.13	0.16	0.21	0.24	1.07	-13.06	-13.16	-13.18	0.05	0.05	0.10	-0.18	0.13	0.00
CH11(RH.DP) mm	0.31	-0.08	-0.47	-0.94	-2.83	-4.86	-4.93	-4.84	0.69	1.22	1.94	2.30	3.95	0.00
CH12(RH.DP) mm	-0.46	-1.02	-1.52	-2.03	-3.30	-9.14	-9.80	-10.54	0.23	0.86	1.60	2.50	5.74	0.00
CH13(RH.DP) mm	0.05	0.06	0.05	0.07	0.01	10.86	14.61	16.14	-0.07	-0.09	-0.26	-1.25	-0.44	0.00
CH14(R.Corner.DP) mm	0.58	0.98	1.34	1.68	7.53	51.30	51.31	51.29	-0.84	-1.27	-1.80	-2.32	-6.35	0.00
CH15(R.Corner.DP) mm	-0.75	-1.17	-1.52	-1.86	-4.39	54.00	54.01	54.02	0.74	1.15	1.80	3.44	14.40	0.00
CH16(R.Corner.DP) mm	0.01	0.07	0.29	0.75	1.13	-3.73	-2.23	-0.48	-0.19	-0.33	-0.33	-0.62	-3.38	0.00
CH17(R.Corner.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.03	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.00
CH18(RV.DP) mm	0.82	1.77	2.89	4.09	10.18	20.67	30.59	40.89	-0.33	-0.55	-0.79	-1.08	-3.34	0.00
CH19(RV.DP) mm	-0.29	-0.47	-0.62	-0.80	-1.35	-3.04	-5.15	-7.63	0.92	1.90	3.13	4.07	11.22	0.00
CH20(RV.DP) mm	0.90	1.84	2.71	3.56	7.88	25.66	38.29	49.40	-0.45	-0.63	-0.99	-1.64	-2.24	0.00
CH21(RV.DP) mm	-1.40	-1.67	-1.88	-2.14	-3.10	-6.98	-10.99	-14.83	1.92	3.16	5.35	6.62	14.39	0.00
CH22(V.DP) mm	0.51	1.17	1.96	2.83	7.56	15.42	22.74	30.40	-0.49	-0.60	-0.68	-0.50	-0.23	0.00
CH23(V.DP) mm	-0.79	-0.95	-1.08	-1.21	-1.21	-0.40	-0.78	-1.24	1.10	1.92	3.42	3.59	10.08	0.00
CH24(V.load) kN	50.5	50.5	50.5	50.4	50.5	50.5	50.5	50.4	50.5	50.5	50.5	50.6	50.5	0.0
CH25(V.load) kN	49.4	49.4	49.3	49.5	49.4	49.6	49.5	49.7	49.5	49.5	49.6	49.3	49.6	0.0
CH26(V.load) kN	49.2	49.5	49.5	49.5	49.7	49.8	49.4	49.7	49.9	50.0	50.0	49.8	50.3	0.0
CH27(V.load bolt) kN	16.2	33.2	42.0	47.3	52.0	44.0	66.6	69.9	-6.1	-7.0	-7.0	-7.0	-7.0	0.0
CH28(V.load bolt) kN	-2.5	-2.4	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	26.4	40.0	51.1	50.9	63.3	0.0
CH29(X1 load)3037 kN	-1.8	-8.4	-12.9	-16.2	-14.4	-5.6	-10.5	-10.7	32.8	42.0	50.9	54.7	69.6	0.0
CH30(Z1 load)3037 kN	-19.8	-46.4	-64.0	-79.0	-97.1	-84.5	-121.3	-131.3	104.5	129.1	155.3	165.2	201.7	0.0
CH31(X1 load)3036 kN	-21.1	-26.9	-31.3	-36.0	-35.9	-28.1	-34.4	-36.6	1.0	3.6	6.7	9.1	17.7	0.0
CH32(Z1 load)3036 kN	68.2	84.4	93.8	100.7	118.0	130.6	165.2	184.4	-6.1	-19.5	-32.3	-42.2	-69.9	0.0
CH33(X1 load)3032 kN	-10.9	-19.5	-24.2	-27.0	-32.0	-29.4	-32.0	-29.3	20.7	27.8	33.6	31.7	35.0	0.0
CH34(Z1 load)3032 kN	5.1	-10.7	-20.3	-28.6	-56.6	-92.2	-102.2	-106.3	79.8	90.8	101.2	101.3	120.9	0.0
CH35(X1 load)3031 kN	-19.9	-23.7	-27.5	-32.7	-46.0	-47.1	-50.3	-44.9	9.2	14.0	22.1	21.3	22.1	0.0
CH36(Z1 load)3031 kN	90.0	116.8	134.5	151.2	180.4	190.2	202.1	197.2	-33.7	-56.2	-80.1	-80.4	-108.7	0.0

(次頁に続く)

(続き)

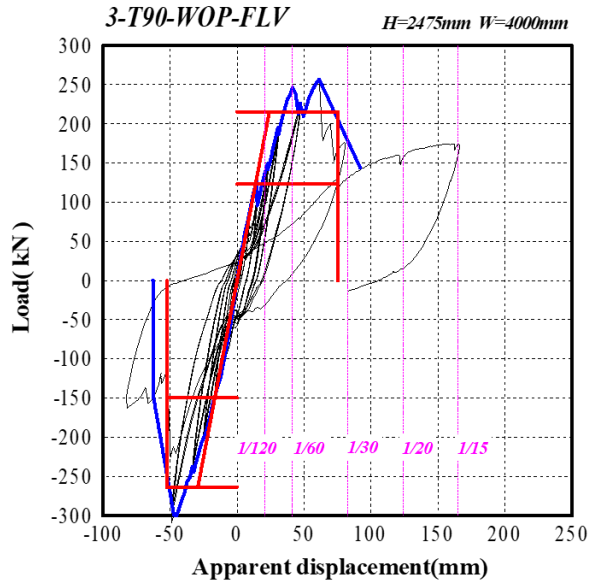
	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
CH37(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH38(V.DP) mm	-0.05	-0.15	-0.26	-0.37	0.13	0.26	0.43	0.50	0.10	0.19	0.28	0.37	1.11	0.00
CH39(V.DP) mm	-0.26	-0.42	-0.57	-0.69	-0.93	-1.32	-1.54	-1.67	0.46	0.63	0.77	0.89	1.08	0.00
CH40(V.DP) mm	0.41	0.43	0.43	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	-0.68	-1.03	-1.41	-1.58	-2.51	0.00
CH41(V.DP) mm	-0.17	-0.29	-0.38	-0.48	-0.11	-0.31	-0.51	-0.56	0.26	0.40	0.51	0.61	1.42	0.00
CH42(V.DP) mm	0.18	0.33	0.43	0.53	0.46	0.30	0.45	0.49	-0.41	-0.68	-0.93	-1.06	-1.70	0.00
CH43(V.DP) mm	0.02	0.02	0.04	0.04	0.06	0.06	0.08	0.08	0.02	0.03	0.02	0.02	0.05	0.00
CH44(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH45(V.DP) mm	0.23	0.32	0.43	0.56	0.13	-0.54	-0.68	-0.74	-0.13	-0.31	-0.55	-0.65	-1.33	0.00
CH46(V.DP) mm	-0.17	-0.18	-0.23	-0.28	0.05	0.50	0.83	0.99	0.20	0.20	0.20	0.24	0.21	0.00
CH47(V.DP) mm	-0.12	-0.18	-0.22	-0.24	-0.21	-0.39	-0.73	-0.93	0.12	0.11	0.09	0.11	0.26	0.00
CH48(V.DP) mm	-0.01	0.03	0.04	0.04	0.13	0.31	0.50	0.60	-0.19	-0.37	-0.55	-0.68	-1.33	0.00
CH49(H.DP) mm	0.13	0.14	0.25	0.14	0.11	0.18	-0.02	0.23	0.08	0.02	0.19	0.10	0.15	0.00
CH50(H.DP) mm	0.20	0.31	0.39	0.48	0.16	0.06	0.01	0.00	-0.29	-0.41	-0.54	-0.62	-0.92	0.00
CH51(H.DP) mm	0.02	0.04	0.03	0.03	0.01	0.09	0.06	0.04	-0.06	-0.07	-0.08	-0.08	-0.01	0.00
CH52(H.DP) mm	0.04	0.10	0.16	0.17	0.36	0.19	0.38	0.55	0.03	0.04	0.08	0.14	0.38	0.00
S0 (steel) μ	-77	-117	-139	-129	229	82	114	118	164	222	266	309	479	0
S1 (steel) μ	-120	-141	-145	-134	52	188	328	391	136	178	226	270	488	0
S2 (steel) μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3 (steel) μ	-258	-285	-308	-386	-477	0	0	0	193	244	292	337	523	0
S4 (steel) μ	59	64	64	61	169	439	448	442	41	42	33	67	126	0
S5 (steel) μ	24	20	13	8	95	503	632	649	18	16	5	38	129	0
S6 (steel) μ	65	75	77	68	165	513	516	513	67	68	55	96	147	0
S7 (steel) μ	-98	0	-37	-53	7,094	7,239	7,278	7,262	-94	-131	11	-9	-114	0
S8 (steel) μ	92	152	191	232	483	9,513	10,215	10,894	-152	-193	-236	-261	-421	0
S9 (steel) μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S10 (steel) μ	-14	8	4	5	7	10	-13	2	7	-9	3	13	-13	0
S11 (steel) μ	158	183	195	207	0	0	0	0	-138	-178	-221	-222	-118	0
鉛直荷重合計 kN	149.1	149.4	149.2	149.4	149.7	150.0	149.4	149.8	149.9	150.1	150.1	149.7	150.4	0.0
分力計 X 合計 kN	-53.6	-78.6	-95.9	-111.9	-128.3	-110.2	-127.2	-121.5	63.6	87.3	113.2	116.8	144.4	0.0
分力計 Z 合計 kN	143.5	144.1	144.1	144.2	144.7	144.2	143.7	144.0	144.5	144.2	144.1	143.9	144.0	0.0
W1 μ	942	1,534	1,889	2,084	-204	0	0	0	-1,317	-1,876	-2,422	-2,821	-3,886	0
W2 μ	-1,148	-1,701	-2,089	-2,451	-2,299	0	0	0	1,138	1,748	2,507	-205	33	0
CH98 mm	0.71	0.84	0.92	0.97	1.33	0.97	1.13	1.21	-0.47	-0.51	-0.52	-0.42	-0.46	0.00
CH99 mm	-0.03	-0.08	-0.19	-0.10	0.02	0.10	0.15	0.15	-0.08	-0.21	-0.40	-0.94	-0.36	0.00

(c) 009b 壁厚さ 90mm 窓開口 床パネル直交

特性値及び荷重－変位曲線を表 2.5.1.4.5 に、荷重－各測定点測定値(CH42 まで)を図 2.5.1.4.4 に示す。また特定変形角時における各測定点の値を表 2.5.1.4.6 に示す。

表 2.5.1.4.5 特性値及び荷重－変位曲線 (009b)

	正側	負側
Py(kN)=	123.3	-149.3
Dy(mm)=	13.80	-16.53
K(kN/mm)=	8.93	9.03
Pu(kN)=	215.2	-263.5
Du(mm)=	75.21	-52.37
μ =	3.12	1.79
Ds=	0.437	0.622
0.2Pu/Ds=	98.5	-84.7
2/3Pmax(kN)=	171.2	-205.8
Pmax(kN)=	256.8	-308.6
Dmax(mm)=	61.30	-48.80
P1/300(kN)=	78.2	-88.5
P1/200(kN)=	112.1	-124.8
P1/150(kN)=	105.8	-149.0
P1/120(kN)=	135.8	-176.1
P1/60(kN)=	245.7	-280.6
P1/30(kN)=	131.3	-148.8
P1/20(kN)=	156.8	---
P1/15(kN)=	173.7	---



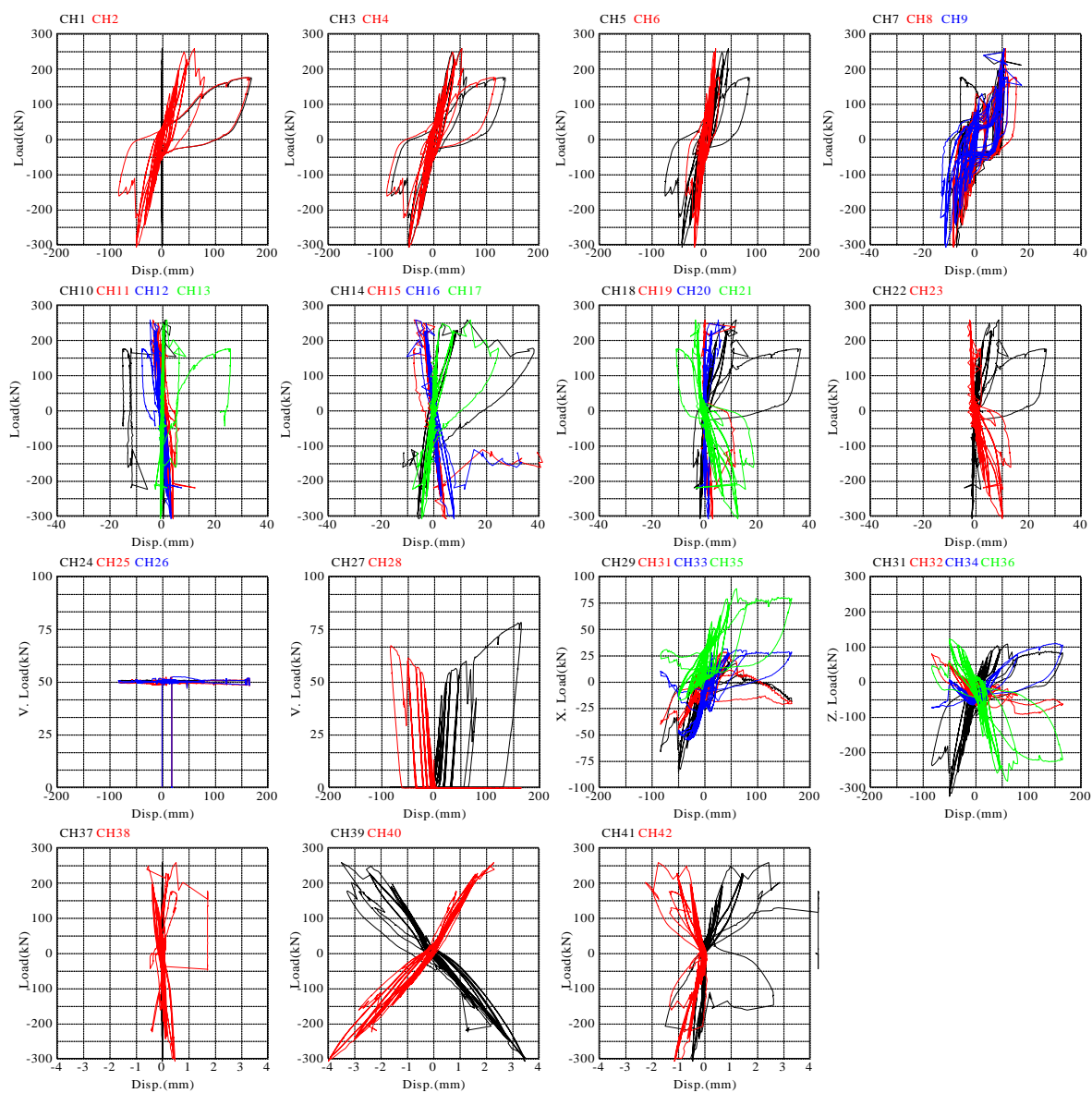


图 2.5.1.4.4 荷重—各测定点测定值 (009b)

表 2.5.1.4.6 特定変形角時における各測定点の値 (009b)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
step	277	369	584	587	968	1,968	2,060	2,113	166	296	389	612	1,088	1,773
Load kN	-78.2	-112.1	-105.8	-135.8	-245.7	-131.3	-156.8	-173.7	88.5	124.8	149.0	176.1	280.6	148.8
CH1(H.DP) mm	0.00	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-85.12	-126.92	-168.50	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.07
CH2(H.DP) mm	8.25	12.38	16.50	20.63	41.25	82.50	123.75	165.00	-8.25	-12.38	-16.50	-20.63	-41.25	-82.50
CH3(H.DP) mm	6.73	9.76	13.71	17.21	35.07	62.86	100.15	136.05	-6.10	-9.70	-13.52	-17.33	-38.45	-79.50
CH4(H.DP) mm	6.99	9.93	14.03	17.91	36.65	51.04	84.49	117.62	-6.65	-10.18	-14.12	-17.93	-37.85	-88.00
CH5(H.DP) mm	6.09	9.04	13.51	17.32	33.76	40.98	60.27	85.09	-6.28	-9.50	-13.02	-16.34	-35.15	-74.40
CH6(H.DP) mm	2.09	3.13	7.69	9.65	18.34	13.96	20.92	28.34	-2.25	-3.49	-5.58	-7.57	-15.22	-35.40
CH7(H.DP) mm	0.29	0.38	4.74	6.41	10.61	0.81	-3.06	-5.48	-0.01	-0.08	-1.72	-3.04	-6.11	-10.34
CH8(H.DP) mm	0.04	0.05	4.49	6.55	10.33	10.14	12.86	15.56	-0.13	-0.58	-1.83	-2.79	-7.33	-1.42
CH9(H.DP) mm	0.63	1.54	5.68	7.41	10.86	9.16	10.88	12.20	-1.00	-2.03	-3.51	-4.88	-10.03	-12.86
CH10(RH.DP) mm	0.38	0.18	0.32	0.31	0.72	-12.30	-12.75	-14.84	0.01	-0.09	-0.05	-0.01	0.52	-13.08
CH11(RH.DP) mm	-0.16	0.01	0.17	0.04	-1.50	0.92	0.81	0.77	0.43	0.79	1.16	1.25	3.56	5.06
CH12(RH.DP) mm	-0.80	-0.90	-0.60	-1.47	-2.96	-4.00	-5.53	-7.59	-0.04	0.11	0.57	0.77	2.70	2.00
CH13(RH.DP) mm	0.18	0.05	0.38	0.37	0.33	13.23	20.06	25.82	-0.08	-0.11	-0.08	-0.01	-0.04	5.58
CH14(R.Corner.DP) mm	0.99	0.84	1.07	1.54	3.38	50.70	50.70	50.71	-0.75	-1.32	-1.57	-1.63	-4.78	-11.46
CH15(R.Corner.DP) mm	-0.38	-0.94	-1.27	-0.91	-3.54	49.32	49.31	49.30	0.62	0.84	1.09	1.71	3.31	40.12
CH16(R.Corner.DP) mm	-0.67	-0.91	-0.70	-2.23	-2.70	48.42	48.42	48.41	0.73	0.99	1.02	1.60	5.20	33.66
CH17(R.Corner.DP) mm	0.75	0.74	0.89	-0.31	3.42	56.89	56.88	56.89	-0.59	-0.89	-1.09	-1.35	-3.27	-5.92
CH18(RV.DP) mm	0.88	1.69	1.43	2.47	7.53	14.51	25.87	36.05	-0.34	-0.53	-0.62	-0.67	-1.12	-4.20
CH19(RV.DP) mm	-0.12	-0.31	-0.07	0.19	0.33	-0.02	0.06	0.15	0.07	0.19	0.32	0.46	2.24	11.90
CH20(RV.DP) mm	-0.05	0.07	0.13	0.23	1.93	2.64	2.24	0.14	0.09	0.06	0.23	0.22	1.02	0.22
CH21(RV.DP) mm	-1.63	-1.80	-2.20	-1.29	-2.05	-4.35	-7.33	-10.54	1.25	1.91	2.65	3.50	9.86	18.84
CH22(V.DP) mm	0.54	0.91	0.81	-0.04	5.31	10.87	19.16	26.77	-0.62	-0.83	-1.07	-1.02	-0.91	1.62
CH23(V.DP) mm	-1.05	-1.05	-1.75	-2.71	-2.12	-0.20	0.79	2.01	0.90	1.54	1.95	2.56	7.91	13.44
CH24(V.load) kN	50.5	50.5	50.4	50.3	50.6	50.5	50.5	50.6	50.5	50.5	50.5	50.5	50.6	50.5
CH25(V.load) kN	49.8	49.8	49.9	49.7	49.9	49.1	48.8	49.0	48.8	48.7	48.8	49.2	49.6	49.8
CH26(V.load) kN	49.2	49.2	49.4	49.4	49.9	49.5	49.1	49.2	49.9	49.8	49.8	49.9	50.2	50.5
CH27(V.load bolt) kN	23.8	36.5	33.1	45.7	56.3	62.1	71.8	78.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
CH28(V.load bolt) kN	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	22.5	36.6	46.5	53.1	58.7	65.3
CH29(X1 load)3037 kN	-5.3	-12.4	-9.6	-15.4	-22.2	-2.4	3.3	15.5	24.2	41.6	42.8	47.8	74.5	66.5
CH30(Z1 load)3037 kN	-28.0	-49.0	-43.8	-61.6	-101.9	-69.5	-82.5	-81.3	97.8	146.1	165.0	187.9	295.3	235.0
CH31(X1 load)3036 kN	-8.7	-11.6	-10.8	-13.4	-27.9	-5.8	4.7	18.8	12.5	20.0	18.9	18.6	39.5	40.8
CH32(Z1 load)3036 kN	46.8	49.8	48.1	45.6	8.2	92.0	88.8	66.0	25.1	-0.7	-6.2	-9.5	-37.8	-79.2
CH33(X1 load)3032 kN	-4.8	-21.5	-21.5	-21.4	-30.8	-26.0	-25.6	-27.6	22.9	33.6	45.4	52.1	50.6	-9.9
CH34(Z1 load)3032 kN	27.7	4.8	8.3	1.0	-28.9	-80.2	-96.5	-103.3	52.6	52.8	53.1	48.3	6.0	74.4
CH35(X1 load)3031 kN	-43.5	-52.5	-47.5	-49.2	-77.9	-72.4	-73.9	-78.2	4.9	5.1	6.2	8.3	17.1	-25.5
CH36(Z1 load)3031 kN	94.2	137.4	130.5	152.6	259.5	204.1	218.0	221.7	-36.4	-56.6	-72.4	-86.0	-114.5	-37.1

(次頁に続く)

(続き)

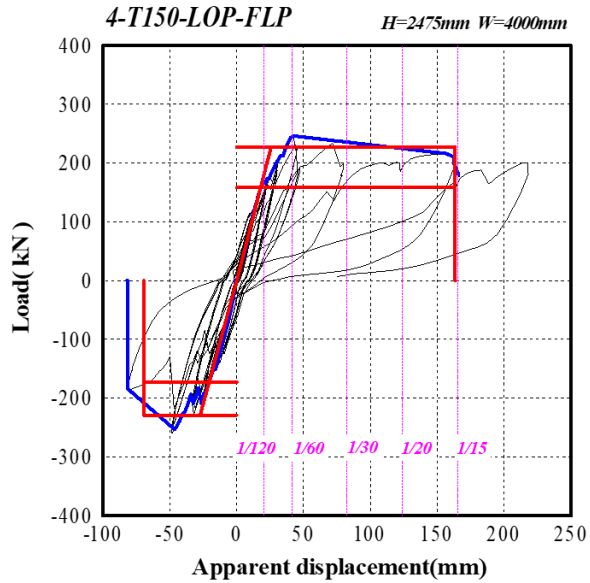
	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
CH37(DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
CH38(DP) mm	-0.06	-0.12	-0.11	-0.18	-0.52	0.48	0.55	0.35	0.04	0.07	0.07	0.06	0.36	-0.09
CH39(DP) mm	-0.70	-1.00	-0.92	-1.15	-2.36	-2.01	-2.47	-2.80	0.92	1.30	1.58	1.95	3.23	1.61
CH40(DP) mm	0.58	0.82	0.79	1.01	2.15	0.58	0.81	0.87	-0.81	-1.24	-1.54	-1.92	-3.50	-2.69
CH41(DP) mm	0.23	0.26	0.40	0.46	0.99	4.33	4.33	4.33	0.01	-0.08	-0.07	-0.03	-0.41	2.62
CH42(DP) mm	-0.20	-0.31	-0.28	-0.33	-0.67	-0.62	-0.85	-1.33	-0.12	-0.37	-0.40	-0.43	-0.75	-1.33
CH43(VDP) mm	0.02	0.04	0.05	0.05	0.11	6.32	6.31	6.30	0.02	0.01	0.01	0.00	-0.08	5.98
CH44(VDP) mm	-0.14	-0.18	-0.15	-0.18	-0.23	1.48	1.59	1.69	0.08	0.10	0.14	0.14	0.18	1.52
CH45(VDP) mm	-0.08	-0.10	-0.07	-0.09	-0.02	-1.81	-2.42	-3.08	0.24	0.31	0.37	0.42	0.43	-1.09
CH46(VDP) mm	-0.09	-0.09	-0.08	-0.07	-0.04	0.43	0.73	1.01	-0.03	-0.12	-0.21	-0.29	-0.68	-0.23
CH47(VDP) mm	-0.08	-0.14	-0.10	-0.14	-0.14	-1.05	-2.61	-5.24	0.27	0.36	0.38	0.44	0.70	4.11
CH48(VDP) mm	0.03	0.07	0.12	0.18	0.33	0.38	0.60	0.79	-0.20	-0.42	-0.54	-0.65	-1.69	-1.34
CH49(H.DP) mm	-0.06	-0.04	-0.09	0.11	-0.12	-0.07	-0.08	-0.05	-0.11	-0.10	0.10	-0.13	-0.05	-0.05
CH50(H.DP) mm	0.17	0.24	0.24	0.31	0.65	0.28	0.35	0.36	-0.17	-0.27	-0.33	-0.43	-0.43	-0.13
CH51(H.DP) mm	-0.33	-0.52	-0.39	-0.54	-1.05	-0.73	-0.77	-0.87	0.21	0.24	0.36	0.46	0.78	0.55
CH52(H.DP) mm	0.24	0.21	0.40	0.45	1.05	4.75	4.75	4.75	-0.24	-0.69	-0.66	-0.59	-1.26	-0.55
S0 (steel) μ	-77	-115	-108	-134	-235	364	509	630	124	177	207	244	377	2,104
S1 (steel) μ	-190	-213	-205	-224	-287	327	475	627	143	182	196	219	351	1,921
S2 (steel) μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3 (steel) μ	-230	-265	-252	-276	-341	0	0	0	157	195	206	220	282	0
S4 (steel) μ	10	13	15	13	16	344	377	412	12	15	15	12	6	213
S5 (steel) μ	10	13	14	10	-5	509	664	838	25	35	39	45	74	562
S6 (steel) μ	61	74	80	78	105	0	0	0	46	60	59	53	45	437
S7 (steel) μ	133	182	180	208	382	1,237	1,641	1,911	-27	-24	-34	-51	-110	230
S8 (steel) μ	42	-29	-70	-43	65	1,030	1,262	1,138	-29	-9	32	-12	56	181
S9 (steel) μ	153	175	159	176	217	880	1,247	1,694	-155	-191	-204	-216	-266	270
S10 (steel) μ	5	9	-1	18	-5	169	171	190	5	6	11	5	-4	29
S11 (steel) μ	186	209	188	202	222	430	0	5,669	-284	-353	-373	-388	-398	651
鉛直荷重合計 kN	149.5	149.5	149.6	149.4	150.3	149.1	148.3	148.8	149.1	149.0	149.1	149.7	150.3	150.9
分力計 X 合計 kN	-62.3	-98.0	-89.4	-99.3	-158.8	-106.6	-91.5	-71.6	64.5	100.2	113.2	126.8	181.7	71.9
分力計 Z 合計 kN	140.7	143.0	143.1	137.6	137.0	146.4	127.8	102.9	139.1	141.6	139.5	140.6	149.0	193.1
W1 μ	-1,462	-1,878	-1,693	-2,152	-3,121	-1,643	-971	-1,809	1,291	1,804	1,484	1,659	1,960	-131
W2 μ	1,165	1,557	1,449	1,806	-213	-185	-165	-140	-1,136	-1,640	-1,924	-2,283	-2,357	-637
CH98 mm	0.71	0.84	0.92	0.97	1.33	0.97	1.13	1.21	-0.47	-0.51	-0.52	-0.42	-0.46	0.00
CH99 mm	-0.03	-0.08	-0.19	-0.10	0.02	0.10	0.15	0.15	-0.08	-0.21	-0.40	-0.94	-0.36	0.00

(d) C15a 壁厚さ 150mm 掃き出し開口 床パネル平行

特性値及び荷重－変位曲線を表 2.5.1.4.7 に、荷重－各測定点測定値(CH42 まで)を図 2.5.1.4.5 に示す。また特定変形角時における各測定点の値を表 2.5.1.4.8 に示す。

表 2.5.1.4.7 特性値及び荷重－変位曲線 (C15a)

	正側	負側
Py(kN)=	158.4	-172.4
Dy(mm)=	17.97	-20.54
K(kN/mm)=	8.81	8.39
Pu(kN)=	227.2	-228.9
Du(mm)=	163.12	-69.22
μ =	6.33	2.54
Ds=	0.293	0.495
0.2Pu/Ds=	155.1	-92.5
2/3Pmax(kN)=	164.1	-173.3
Pmax(kN)=	246.1	-260.0
Dmax(mm)=	42.40	-48.40
P1/300(kN)=	70.3	-87.7
P1/200(kN)=	112.7	-123.4
P1/150(kN)=	147.4	-144.2
P1/120(kN)=	168.2	-172.9
P1/60(kN)=	244.4	-231.3
P1/30(kN)=	169.5	---
P1/20(kN)=	192.3	---
P1/15(kN)=	165.2	---



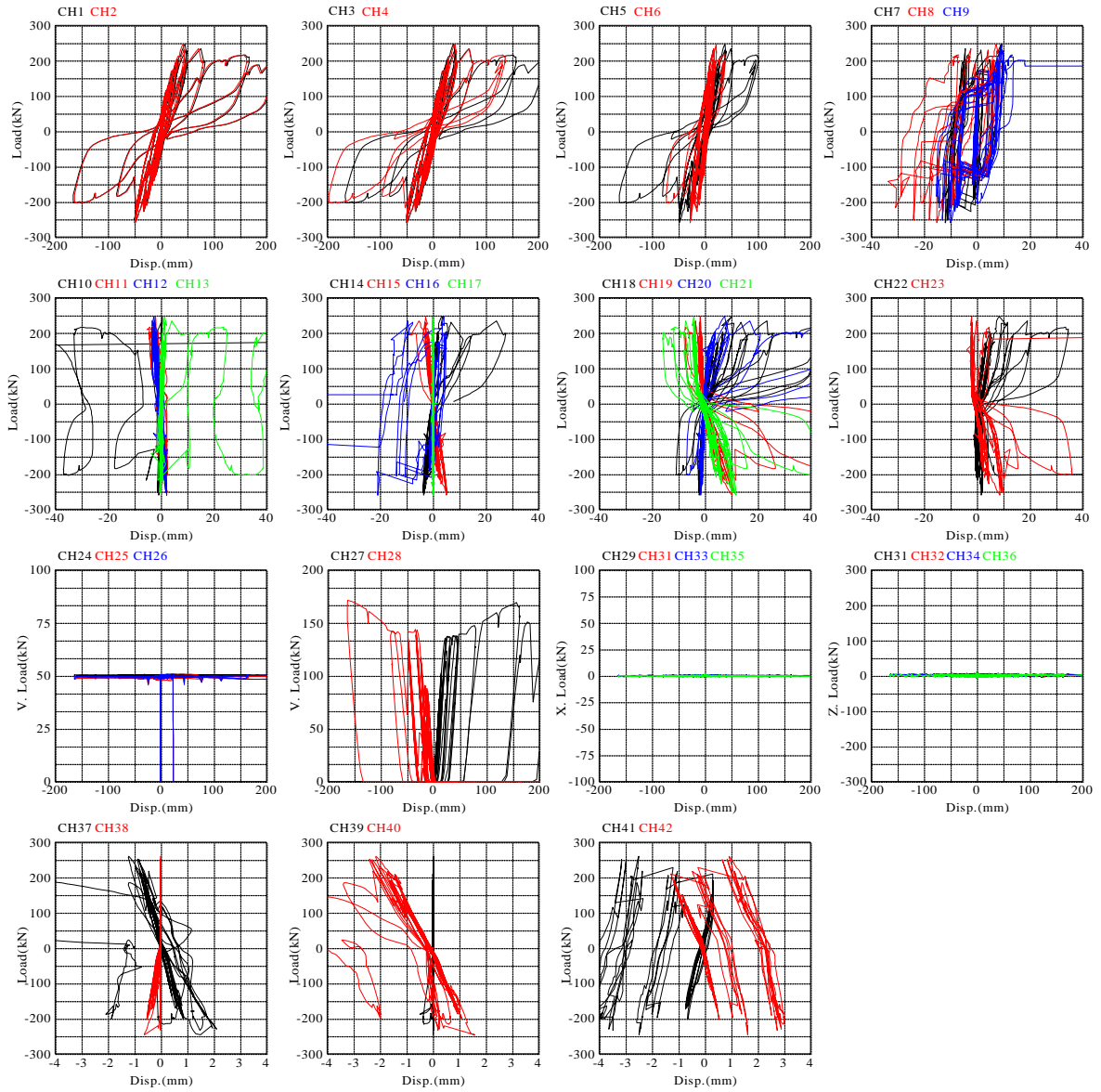


图 2.5.1.4.5 荷重—各测定点测定值 (C15a)

表 2.5.1.4.8 特定変形角時における各測定点の値 (C15a)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
step	224	310	416	418	1,201	1,942	2,038	2,387	239	327	440	442	1,322	2,213
Load kN	70.3	112.7	147.4	168.2	244.4	169.5	192.3	165.2	-87.7	-123.4	-144.2	-172.9	-231.3	-150.2
CH1(H.DP) mm	8.99	13.61	17.90	22.25	44.73	85.63	126.58	168.16	-8.41	-12.79	-17.06	-21.14	-41.46	-81.89
CH2(H.DP) mm	8.25	12.38	16.50	20.63	41.25	82.50	123.75	165.00	-8.25	-12.38	-16.50	-20.63	-41.25	-82.50
CH3(H.DP) mm	7.16	11.31	14.93	18.92	38.45	79.08	120.87	154.90	-7.33	-11.33	-15.69	-19.76	-41.73	-83.17
CH4(H.DP) mm	7.85	11.94	15.97	20.06	40.85	69.28	105.43	126.52	-7.63	-12.06	-16.59	-20.83	-42.45	-105.35
CH5(H.DP) mm	6.75	11.01	14.91	18.76	37.44	49.14	75.74	91.16	-7.43	-11.36	-15.43	-19.34	-42.17	-85.45
CH6(H.DP) mm	3.03	4.94	7.03	9.24	21.09	15.76	27.97	33.80	-3.08	-4.93	-6.50	-8.43	-24.94	-42.65
CH7(H.DP) mm	0.14	0.50	0.99	1.74	9.14	-5.34	-4.07	-4.61	-0.24	-0.39	0.82	-0.81	-11.55	-10.32
CH8(H.DP) mm	0.22	0.24	0.31	2.31	7.19	-10.83	-8.82	5.54	-0.33	-0.86	-4.54	-5.97	-14.25	-18.21
CH9(H.DP) mm	0.14	0.22	0.29	2.31	9.49	9.91	11.87	11.04	-0.34	-0.81	-4.42	-5.54	-8.96	3.93
CH10(RH.DP) mm	0.12	0.17	0.14	0.22	0.52	-14.00	-22.35	-41.10	0.02	-0.05	0.01	-0.47	-0.51	-26.14
CH11(RH.DP) mm	-0.22	-0.55	-0.86	-1.05	-1.97	-2.98	-3.70	0.12	0.52	0.86	1.00	1.16	1.94	2.30
CH12(RH.DP) mm	-0.54	-0.85	-1.22	-1.47	-2.56	-3.08	-3.18	0.50	0.33	0.68	0.79	1.13	1.75	1.03
CH13(RH.DP) mm	0.00	0.09	0.28	0.47	1.37	11.89	18.19	35.57	0.05	0.05	0.41	-0.01	0.07	23.69
CH14(R.Corner.DP) mm	0.38	0.67	0.94	1.27	3.27	34.73	47.24	58.58	-0.74	-1.07	-2.54	-1.86	-2.63	58.58
CH15(R.Corner.DP) mm	-0.62	-0.94	-1.21	-1.42	-2.70	-6.41	-9.26	52.99	0.53	0.91	1.58	1.25	3.89	53.01
CH16(R.Corner.DP) mm	0.18	0.55	1.04	1.77	4.05	-11.46	-9.73	-11.30	-0.17	-0.44	-1.09	-0.75	-20.49	-16.16
CH17(R.Corner.DP) mm	0.26	-0.14	0.14	0.12	-0.22	-0.12	-0.08	0.30	0.12	0.13	0.13	0.02	0.05	-0.06
CH18(RV.DP) mm	1.57	2.52	3.38	4.24	9.94	24.52	34.78	42.82	-0.60	-0.85	-1.60	-1.39	-1.75	-5.40
CH19(RV.DP) mm	-0.64	-0.82	-0.94	-1.09	-1.66	-4.08	-6.00	-7.36	1.29	2.58	3.86	5.39	7.98	31.21
CH20(RV.DP) mm	0.21	0.76	1.70	2.56	7.21	21.66	37.02	55.15	-0.63	-0.78	-0.92	-1.40	-1.13	-3.35
CH21(RV.DP) mm	-3.09	-3.43	-3.66	-3.77	-4.09	-6.63	-9.15	-12.38	1.17	2.08	1.76	3.04	9.24	20.93
CH22(V.DP) mm	1.17	1.87	2.47	3.07	8.24	19.87	27.43	66.36	-0.52	-0.54	-0.52	-0.48	1.51	4.68
CH23(V.DP) mm	-1.80	-1.95	-2.04	-2.17	-1.95	2.20	3.46	4.49	0.75	1.39	1.49	1.69	6.83	18.68
CH24(V.load) kN	50.3	50.3	50.3	49.8	50.4	50.4	50.3	50.3	50.3	50.3	50.2	50.3	50.3	50.4
CH25(V.load) kN	49.5	49.4	49.3	49.1	49.5	49.6	49.3	49.2	49.0	49.0	48.9	48.9	48.8	49.1
CH26(V.load) kN	49.2	49.5	49.5	49.1	49.7	49.8	49.9	50.1	49.4	49.3	49.2	49.3	49.3	49.7
CH27(V.load bolt) kN	57.3	88.0	114.1	132.7	137.2	115.9	153.8	119.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CH28(V.load bolt) kN	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	36.4	66.0	75.1	98.6	141.1	142.3
CH29(X1 load)3037 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH30(Z1 load)3037 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH31(X1 load)3036 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH32(Z1 load)3036 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH33(X1 load)3032 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH34(Z1 load)3032 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH35(X1 load)3031 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH36(Z1 load)3031 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(次頁に続く)

(続き)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
CH37(V.DP) mm	0.22	0.35	0.46	0.56	1.39	0.67	0.40	-1.70	-0.24	-0.39	-0.51	-0.62	-0.93	-1.24
CH38(V.DP) mm	-0.07	-0.15	-0.24	-0.31	-0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH39(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	-0.09	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
CH40(V.DP) mm	0.30	0.52	0.72	0.89	1.50	0.09	0.42	-2.22	-0.71	-0.97	-1.24	-1.44	-1.84	-4.39
CH41(V.DP) mm	-0.39	-0.52	-0.62	-0.69	-2.48	-3.51	-3.96	-4.09	0.12	0.20	0.28	0.29	-2.59	-2.82
CH42(V.DP) mm	0.16	0.27	0.36	0.44	1.62	2.66	2.85	2.84	-0.49	-0.70	-0.91	-1.06	1.17	1.75
CH43(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CH44(V.DP) mm	-0.04	-0.03	-0.03	-0.03	0.04	0.09	0.10	0.10	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02	0.04	0.10
CH45(V.DP) mm	-0.10	0.03	0.17	0.30	0.84	-2.43	-2.03	-5.12	-0.54	-0.74	-0.97	-1.14	-1.67	-8.58
CH46(V.DP) mm	-0.14	-0.18	-0.26	-0.33	-0.55	0.72	0.96	0.82	0.05	0.15	0.29	0.37	0.62	0.35
CH47(V.DP) mm	-0.88	-1.01	-1.06	-1.10	-0.59	-1.90	-2.77	-3.09	-0.09	-0.13	-0.19	-0.22	-0.39	-0.23
CH48(V.DP) mm	0.07	0.11	0.15	0.19	0.45	0.71	0.86	0.74	-0.39	-0.53	-0.64	-0.73	-0.51	-0.43
CH49(H.DP) mm	-0.22	-0.04	-0.08	-0.02	0.14	-0.07	-0.34	11.95	-0.10	-0.12	0.05	0.03	0.02	-0.08
CH50(H.DP) mm	0.08	0.12	0.16	0.19	0.35	0.02	-0.02	0.99	-0.09	-0.14	-0.19	-0.22	-0.35	-1.57
CH51(H.DP) mm	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	0.74	0.80	0.78	0.81	-0.02	-0.02	-0.03	-0.04	0.18	0.85
CH52(H.DP) mm	-0.03	-0.06	-0.08	-0.08	-0.70	-0.65	-0.67	-0.70	-0.06	-0.10	-0.15	-0.18	-0.99	-0.48
F0 (CLT) μ	23	26	27	29	18	-37	-48	-59	7	3	0	-2	-4	-14
F1 (CLT) μ	35	48	61	74	138	116	114	29	-3	-17	-35	-47	-61	-105
F2 (CLT) μ	-24	-35	-50	-54	-169	-292	-299	-336	-23	-37	-52	-53	-188	-320
F3 (CLT) μ	-173	-283	-374	-443	-613	-566	-198	69	297	456	635	768	988	1,629
F4 (CLT) μ	-171	-271	-351	-411	-569	-519	-182	63	274	426	591	717	938	1,609
F5 (CLT) μ	-134	-230	-309	-370	-530	-495	-188	15	259	388	532	641	839	1,445
F6 (CLT) μ	-110	-108	-107	-126	-163	52	430	528	-123	-128	-103	-104	-243	-505
F7 (CLT) μ	-90	-88	-89	-114	-178	14	382	445	-97	-97	-65	-63	-203	-481
F8 (CLT) μ	-136	-136	-138	-161	-229	-38	428	483	-142	-142	-114	-111	-275	-588
F9 (CLT) μ	214	330	447	511	892	1,860	2,208	2,606	-172	-255	-276	-331	-570	-998
F10 (CLT) μ	9	-4	1	2	20	9	14	18	-1	8	-7	-9	19	5
F11 (CLT) μ	149	236	325	374	677	1,443	1,661	1,919	-139	-201	-212	-252	-449	-812
F12 (CLT) μ	6	3	1	0	-4	-28	-40	-50	17	19	16	15	14	-86
F13 (CLT) μ	-29	-30	-24	-19	30	125	100	75	2	11	14	23	84	77
F14 (CLT) μ	5	2	-1	-3	-15	-26	-26	-45	18	22	22	24	35	37

(次頁に続く)

(続き)

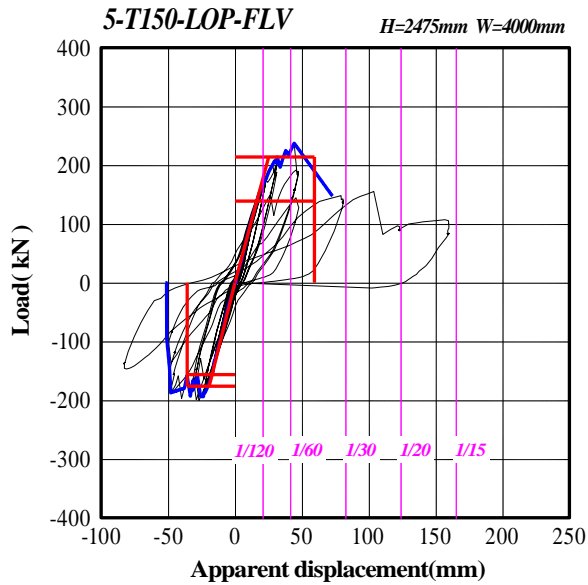
	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
B0 (CLT) μ	-27	-28	-28	-31	-7	65	74	71	-4	0	-2	-5	-9	13
B1 (CLT) μ	60	52	35	33	-93	-1,538	-1,433	1,508	3	-4	20	37	76	1,372
B2 (CLT) μ	-26	-31	-35	-40	-29	59	69	50	7	12	8	5	3	38
B3 (CLT) μ	73	153	220	266	430	526	272	65	-204	-313	-416	-514	-714	-1,053
B4 (CLT) μ	82	166	217	266	440	667	414	134	-240	-361	-426	-471	-713	-994
B5 (CLT) μ	50	128	192	237	386	564	350	133	-196	-300	-397	-490	-691	-1,116
B6 (CLT) μ	114	108	101	108	160	54	-278	-396	129	134	141	138	229	652
B7 (CLT) μ	-3	-10	-17	16	157	119	-259	-387	109	118	132	122	194	889
B8 (CLT) μ	137	129	121	125	190	155	-238	-394	151	160	178	175	281	926
B9 (CLT) μ	-157	-254	-351	-418	-709	-1,454	-1,730	-2,147	93	164	218	260	441	999
B10 (CLT) μ	-143	-248	-345	-430	0	0	0	0	84	153	224	263	0	0
B11 (CLT) μ	-157	-254	-356	-430	-734	-1,552	-1,858	-2,330	70	145	210	254	444	1,155
B12 (CLT) μ	2	4	7	6	21	59	76	111	-24	-26	-18	-19	-20	92
B13 (CLT) μ	3	-3	11	13	23	25	-6	0	61	90	117	100	135	0
B14 (CLT) μ	3	4	6	5	17	38	43	72	-18	-20	-14	-16	-27	30
W1 μ	-117	-181	-135	-59	21	31	-24	1,046	-72	5	-144	-94	31	1,020
W2 μ	953	1,441	1,895	2,217	-321	18	38	-58	-1,283	-1,864	-2,356	-2,689	-2,059	-821

(e) C15b 壁厚さ 150mm 掃き出し開口 床パネル直交

特性値及び荷－変位曲線を表 2.5.1.4.9 に、荷重－各測定点測定値(CH42まで)を図 2.5.1.4.6 に示す。
また特定変形角時における各測定点の値を表 2.5.1.4.10 に示す。

表 2.5.1.4.9 特性値及び荷重－変位曲線 (C15b)

	正側	負側
Py(kN)=	139.0	-156.4
Dy(mm)=	16.38	-17.13
K(kN/mm)=	8.48	9.13
Pu(kN)=	214.0	-176.0
Du(mm)=	59.37	-35.70
μ =	2.35	1.85
Ds=	0.519	0.608
0.2Pu/Ds=	82.5	-57.9
2/3Pmax(kN)=	158.3	-131.4
Pmax(kN)=	237.4	-197.0
Dmax(mm)=	44.30	-39.90
P1/300(kN)=	70.2	-75.3
P1/200(kN)=	106.6	-110.2
P1/150(kN)=	139.9	-152.1
P1/120(kN)=	166.8	-178.9
P1/60(kN)=	222.7	-175.3
P1/30(kN)=	131.1	-145.7
P1/20(kN)=	90.4	---
P1/15(kN)=	---	---



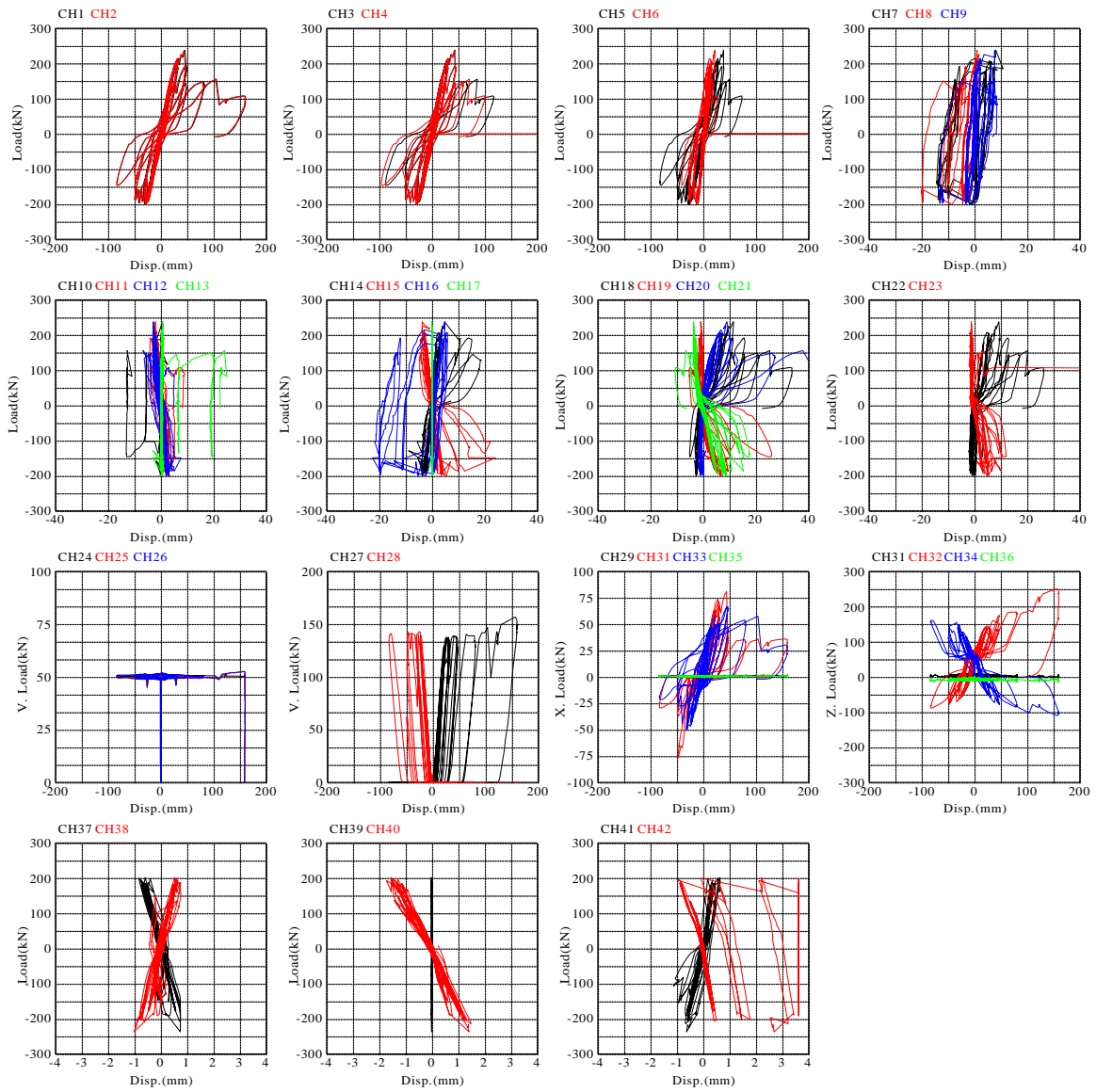


图 2.5.1.4.6 荷重—各测定点测定值 (C15b)

表 2.5.1.4.10 特定変形角時における各測定点の値 (C15b)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
step	220	307	662	664	1,180	2,072	2,176	0	237	324	687	689	1,286	1,990
Load kN	70.2	106.6	139.9	166.8	222.7	131.1	90.4	0.0	-75.3	-110.2	-152.1	-178.9	-175.3	-145.7
CH1(H.DP) mm	8.51	12.98	17.50	21.77	42.85	84.03	124.74	0.00	-9.15	-13.19	-17.58	-21.91	-42.50	-83.08
CH2(H.DP) mm	8.25	12.38	16.50	20.63	41.25	82.50	123.75	0.00	-8.25	-12.38	-16.50	-20.63	-41.25	-82.50
CH3(H.DP) mm	7.41	11.25	15.30	19.41	39.74	67.63	90.58	0.00	-7.45	-11.57	-15.93	-20.63	-42.58	-87.29
CH4(H.DP) mm	7.59	11.67	15.89	19.92	40.65	54.45	75.02	0.00	-7.96	-12.24	-16.71	-21.14	-42.78	-95.66
CH5(H.DP) mm	7.24	10.95	14.81	18.53	36.64	40.61	53.11	0.00	-7.53	-11.67	-15.23	-19.37	-42.35	-81.43
CH6(H.DP) mm	3.09	4.91	7.05	9.14	21.02	11.50	18.48	0.00	-3.45	-5.05	-5.34	-7.39	-24.16	-40.58
CH7(H.DP) mm	0.27	0.57	1.22	2.28	7.98	-8.06	-6.92	0.00	-0.17	-0.22	1.73	1.21	-13.35	-14.09
CH8(H.DP) mm	0.23	0.33	0.48	0.74	1.25	-4.98	-3.50	0.00	-0.15	-0.42	-0.90	-1.56	-19.92	-9.96
CH9(H.DP) mm	0.23	0.41	0.52	0.60	7.62	7.02	6.86	0.00	-0.19	-0.48	-1.04	-1.57	-12.88	1.55
CH10(RH.DP) mm	0.07	0.14	0.16	0.16	0.78	-12.82	-12.72	0.00	-0.04	-0.07	-0.09	-0.14	0.40	-12.93
CH11(RH.DP) mm	0.08	-0.22	-0.61	-0.88	-2.20	-1.98	5.80	0.00	0.35	0.74	1.31	1.63	2.88	5.27
CH12(RH.DP) mm	-0.34	-0.68	-1.12	-1.55	-2.83	-6.28	1.89	0.00	0.09	0.45	0.96	1.62	2.64	2.31
CH13(RH.DP) mm	0.11	0.16	0.24	0.17	0.71	20.80	23.04	0.00	0.00	0.01	0.02	0.27	0.81	19.51
CH14(R.Corner.DP) mm	0.59	0.96	1.25	1.43	4.48	48.58	48.60	0.00	-0.67	-1.07	-1.69	-2.08	-3.91	-7.51
CH15(R.Corner.DP) mm	-0.66	-1.01	-1.49	-1.86	-1.83	52.02	51.99	0.00	0.63	1.06	1.56	1.88	3.93	37.49
CH16(R.Corner.DP) mm	0.22	0.53	1.10	2.21	4.81	-16.03	-15.34	0.00	-0.25	-0.30	1.69	1.06	-19.78	-22.21
CH17(R.Corner.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.11	0.02
CH18(RV.DP) mm	1.97	2.94	3.84	4.61	10.56	20.38	25.96	0.00	-1.73	-1.87	-2.21	-2.46	-2.41	-5.06
CH19(RV.DP) mm	-0.30	-0.45	-0.61	-0.82	-0.77	-2.84	-3.91	0.00	0.54	1.11	2.95	4.13	7.05	25.82
CH20(RV.DP) mm	0.63	1.40	2.45	3.57	8.11	29.83	50.81	0.00	-0.40	-0.52	-0.62	-0.79	-0.59	-1.84
CH21(RV.DP) mm	-2.15	-2.62	-2.87	-3.08	-3.42	-5.20	-8.03	0.00	1.67	2.53	3.46	4.39	8.43	17.53
CH22(V.DP) mm	1.51	2.22	2.90	3.46	8.58	16.65	20.66	0.00	-1.37	-1.53	-1.66	-1.55	0.16	3.07
CH23(V.DP) mm	-1.24	-1.30	-1.32	-1.32	-1.12	1.97	4.63	0.00	1.08	1.60	2.22	2.99	7.07	11.93
CH24(V.load) kN	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.6	50.4	0.0	50.5	50.5	50.5	50.5	50.3	50.3
CH25(V.load) kN	49.9	49.8	49.7	49.7	49.9	49.6	50.8	0.0	49.5	49.6	49.6	49.5	49.4	49.6
CH26(V.load) kN	49.2	50.2	50.4	50.6	50.8	49.8	51.3	0.0	50.9	50.9	50.9	50.8	50.2	50.8
CH27(V.load bolt) kN	45.5	76.7	105.9	128.0	138.3	112.1	134.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CH28(V.load bolt) kN	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	44.4	75.5	107.8	133.1	132.8	137.6
CH29(X1 load)3037 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH30(Z1 load)3037 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH31(X1 load)3036 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH32(Z1 load)3036 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH33(X1 load)3032 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH34(Z1 load)3032 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH35(X1 load)3031 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH36(Z1 load)3031 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(次頁に続く)

(続き)

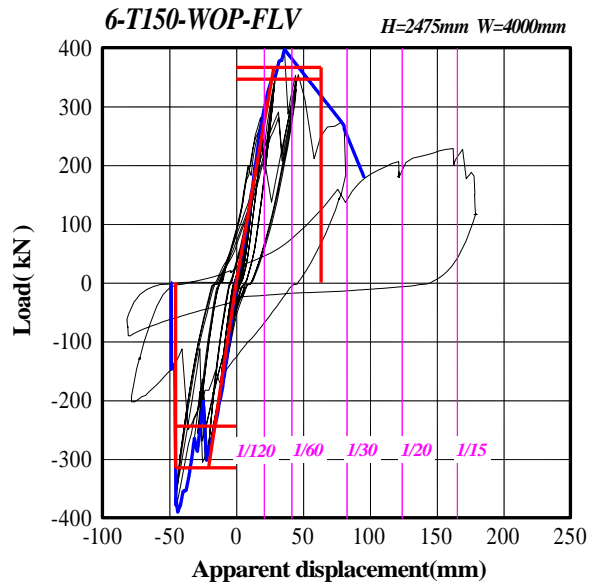
	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
CH37(V.DP) mm	0.24	0.36	0.46	0.54	0.75	-0.15	-0.26	0.00	-0.23	-0.33	-0.52	-0.63	-0.47	-0.51
CH38(V.DP) mm	-0.11	-0.20	-0.30	-0.40	-0.95	-0.03	-0.02	0.00	0.16	0.25	0.42	0.52	0.59	-0.20
CH39(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH40(V.DP) mm	0.36	0.59	0.81	0.97	1.38	0.42	0.37	0.00	-0.43	-0.68	-1.05	-1.25	-1.29	-1.26
CH41(V.DP) mm	-0.23	-0.35	-0.45	-0.54	-0.60	-0.75	-0.94	0.00	0.12	0.17	0.27	0.31	0.24	0.06
CH42(V.DP) mm	0.18	0.27	0.36	0.42	2.66	3.62	3.62	0.00	-0.19	-0.35	-0.62	-0.76	3.62	3.62
CH43(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CH44(V.DP) mm	0.02	0.01	0.01	0.01	-0.10	-0.08	-0.07	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	-0.10	-0.10
CH45(V.DP) mm	0.26	0.40	0.55	0.70	1.82	-0.65	-1.26	0.00	-0.29	-0.44	-0.70	-0.89	-0.91	-1.54
CH46(V.DP) mm	-0.07	-0.11	-0.14	-0.18	-0.13	0.90	1.05	0.00	0.13	0.16	0.26	0.31	0.71	0.63
CH47(V.DP) mm	-0.11	-0.16	-0.19	-0.22	-0.07	-0.57	-1.08	0.00	0.11	0.13	0.12	0.11	0.25	0.27
CH48(V.DP) mm	0.05	0.06	0.07	0.08	0.53	0.76	0.79	0.00	-0.05	-0.14	-0.32	-0.39	0.13	-0.01
CH49(H.DP) mm	0.19	0.20	0.14	-0.05	0.16	0.11	0.14	0.00	0.25	0.32	0.20	0.26	0.15	0.20
CH50(H.DP) mm	0.17	0.26	0.35	0.42	0.71	-0.25	-0.28	0.00	-0.18	-0.28	-0.46	-0.55	-0.75	-0.80
CH51(H.DP) mm	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.38	-0.38	-0.43	0.00	-0.01	-0.02	-0.04	-0.05	-0.56	-0.41
CH52(H.DP) mm	-0.03	-0.05	-0.06	-0.09	0.19	-0.36	-0.34	0.00	-0.03	-0.08	-0.11	-0.13	-0.27	-0.27
S0 (steel) μ	-118	-119	-121	-128	-105	84	1,446	0	166	203	265	288	310	1,070
S1 (steel) μ	-153	-181	-201	-218	-306	174	1,809	0	170	219	321	372	372	1,441
S2 (steel) μ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3 (steel) μ	-132	-163	-184	-196	-243	0	0	0	144	154	191	204	120	0
S4 (steel) μ	32	36	41	47	38	503	0	0	11	13	28	26	48	469
S5 (steel) μ	0	-9	-15	-19	-71	291	0	0	21	27	44	47	70	393
S6 (steel) μ	71	82	94	107	93	0	0	0	27	33	62	57	88	702
S7 (steel) μ	-28	-42	69	51	20	129	1,183	0	20	-41	86	-65	16	2
S8 (steel) μ	247	319	387	444	526	6,063	2,755	0	-39	-36	-24	-17	165	168
S9 (steel) μ	226	299	359	424	531	4,583	1,604	0	-206	-212	-199	-188	-29	407
S10 (steel) μ	-3	-5	1	10	2	200	490	0	0	-14	-6	-4	-7	41
S11 (steel) μ	155	168	169	188	130	-106	-342	0	-301	-376	-398	-433	-376	629
W1-1 μ	1,150	1,737	2,240	2,687	-276	-131	-117	0	-1,257	-1,891	-2,805	-3,247	-2,776	-3,494
W1-2 μ	-892	-1,315	-1,666	-1,998	-1,813	-1,037	-690	0	925	1,376	1,587	1,552	173	193
W2-1 μ	922	1,435	1,895	2,263	1,726	68	261	0	-985	-1,507	-2,284	-2,667	-2,748	-3,832
W2-2 μ	-987	-1,492	-1,976	-2,389	-2,999	-997	-941	0	979	1,484	1,932	2,272	905	72
CH98 mm	0.36	0.49	0.74	0.89	1.94	1.17	1.27	0.00	-0.60	-0.85	-0.89	-1.02	-1.16	-0.70
CH99 mm	-0.08	0.03	0.16	0.26	1.88	1.24	1.06	0.00	-0.24	-0.37	-0.70	-1.06	-1.28	0.34

(f) 015b 壁厚さ 150mm 窓開口 床パネル直交

特性値及び荷重－変位曲線を表 2.5.1.4.11 に、荷重－各測定点測定値(CH42 まで)を図 2.5.1.4.7 に示す。また特定変形角時における各測定点の値を表 2.5.1.4.12 に示す。

表 2.5.1.4.11 特性値及び荷重－変位曲線 (015b)

	正側	負側
Py(kN)=	346.3	-244.2
Dy(mm)=	26.70	-15.91
K(kN/mm)=	12.97	15.35
Pu(kN)=	366.4	-315.1
Du(mm)=	63.53	-45.25
μ =	2.25	2.20
Ds=	0.535	0.542
0.2Pu/Ds=	137.0	-116.3
2/3Pmax(kN)=	264.7	-260.1
Pmax(kN)=	397.1	-390.2
Dmax(mm)=	36.10	-43.70
P1/300(kN)=	101.1	-148.1
P1/200(kN)=	163.9	-201.8
P1/150(kN)=	234.8	-250.4
P1/120(kN)=	292.3	-280.7
P1/60(kN)=	319.8	-374.0
P1/30(kN)=	139.2	---
P1/20(kN)=	189.2	---
P1/15(kN)=	212.7	---



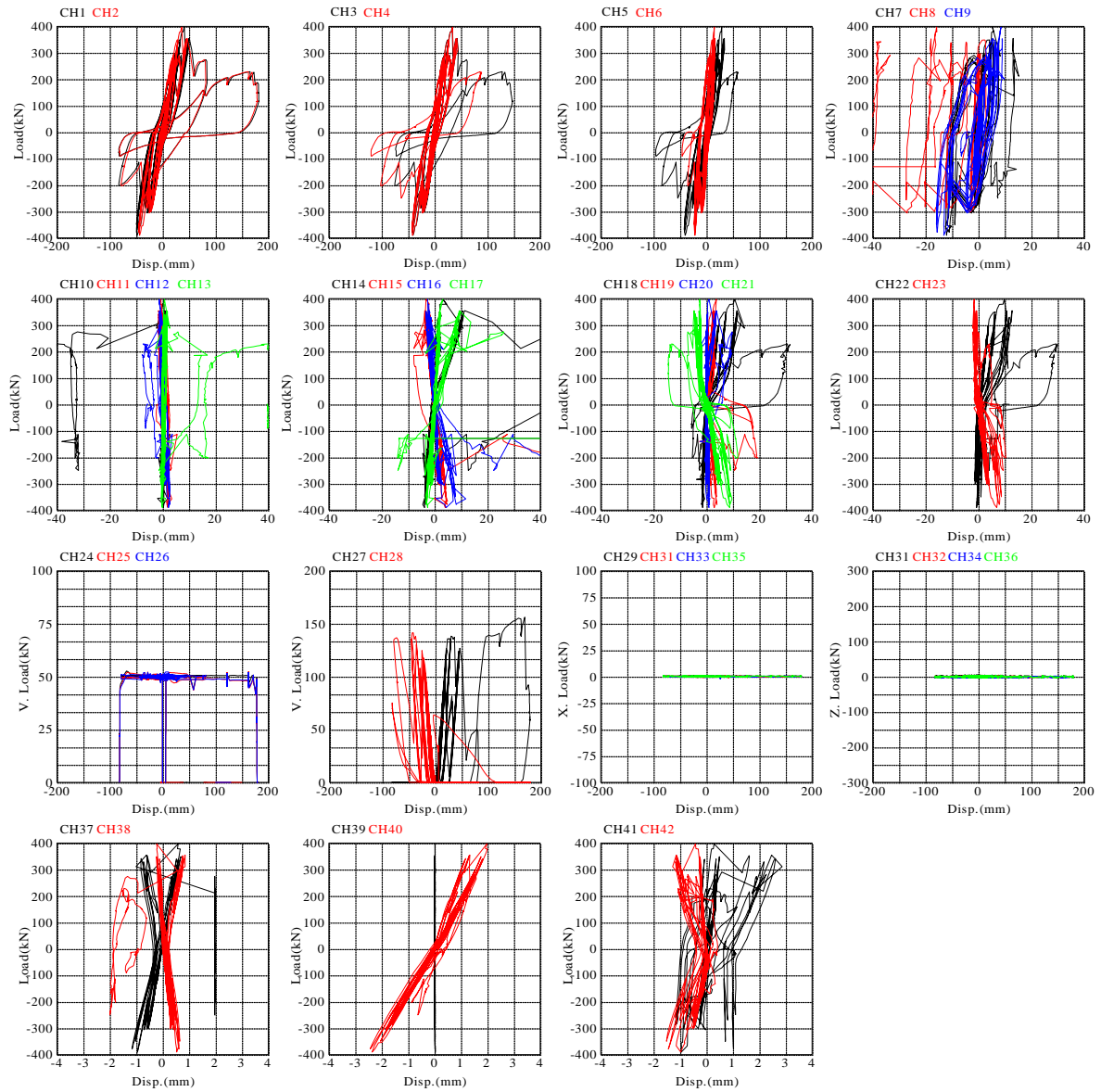


图 2.5.1.4.7 荷重—各测定点测定值 (015b)

表 2.5.1.4.12 特定変形角時における各測定点の値 (015b)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
step	206	292	441	443	952	1,820	1,936	1,991	224	353	467	567	1,072	0
Load kN	101.1	163.9	234.7	292.3	319.8	139.2	189.2	212.6	-148.1	-201.8	-250.4	-280.7	-374.0	0.0
CH1(H.DP) mm	8.37	12.31	18.67	23.92	45.66	83.53	126.12	168.37	-11.52	-15.85	-20.49	-24.74	-45.53	0.00
CH2(H.DP) mm	8.25	12.38	16.50	20.63	41.25	82.50	123.75	165.00	-8.25	-12.38	-16.50	-20.63	-41.25	0.00
CH3(H.DP) mm	6.41	10.02	14.55	18.71	37.05	61.38	96.54	129.39	-7.73	-10.94	-14.38	-18.10	-38.47	0.00
CH4(H.DP) mm	6.31	10.25	14.70	18.81	37.60	30.67	60.24	86.76	-8.41	-11.66	-14.95	-18.80	-38.87	0.00
CH5(H.DP) mm	5.66	9.00	12.85	16.43	30.42	22.33	40.52	57.88	-7.89	-10.49	-13.55	-17.27	-37.77	0.00
CH6(H.DP) mm	1.74	3.35	5.40	7.12	14.09	3.91	10.61	15.86	-2.83	-4.11	-5.25	-7.45	-20.89	0.00
CH7(H.DP) mm	0.31	0.76	1.28	1.92	5.61	6.26	2.42	0.07	-0.11	-0.07	-0.04	-1.78	-11.56	0.00
CH8(H.DP) mm	-0.11	-0.10	0.14	0.62	-18.27	-13.16	-9.89	-6.20	-0.58	-0.85	-1.19	-2.87	-40.80	0.00
CH9(H.DP) mm	0.56	1.47	2.75	3.82	9.01	0.19	3.88	5.12	-0.90	-1.71	-2.47	-4.16	-12.31	0.00
CH10(RH.DP) mm	0.13	0.22	0.18	0.52	1.58	-32.46	-34.72	-41.63	0.16	0.02	0.06	-0.07	-0.12	0.00
CH11(RH.DP) mm	0.14	0.16	0.00	-0.24	-1.25	1.25	1.05	1.39	0.33	0.49	0.69	1.02	1.86	0.00
CH12(RH.DP) mm	-0.19	-0.30	-0.37	-0.83	-1.06	-4.69	-5.37	-5.87	0.31	0.37	0.61	1.14	2.26	0.00
CH13(RH.DP) mm	0.06	0.08	0.23	0.62	1.77	18.84	28.77	39.67	-0.09	-0.06	-0.05	-0.32	0.05	0.00
CH14(R.Corner.DP) mm	0.47	1.00	1.28	1.18	8.83	56.01	56.39	56.33	-0.46	-1.25	-1.60	-1.81	-4.34	0.00
CH15(R.Corner.DP) mm	-0.65	-0.76	-1.40	-2.01	-1.14	65.71	66.05	66.11	1.35	1.17	1.48	2.38	2.95	0.00
CH16(R.Corner.DP) mm	-0.56	-0.96	-1.50	-1.59	-2.61	64.41	63.99	64.03	0.90	1.09	1.45	1.62	3.29	0.00
CH17(R.Corner.DP) mm	0.44	0.92	1.36	1.24	8.43	48.65	48.71	48.72	-0.46	-0.98	-1.27	-1.27	-2.11	0.00
CH18(RV.DP) mm	1.76	2.50	3.50	4.30	11.45	12.03	21.39	30.95	-0.66	-0.88	-1.08	-1.11	-1.31	0.00
CH19(RV.DP) mm	0.09	0.06	0.29	0.65	3.02	-0.01	0.03	0.01	0.15	0.34	0.61	0.99	2.70	0.00
CH20(RV.DP) mm	0.07	0.28	0.12	0.28	3.08	6.54	9.03	4.91	0.09	0.03	0.09	0.10	0.70	0.00
CH21(RV.DP) mm	-1.51	-1.87	-2.08	-2.23	-2.56	-7.35	-10.33	-13.33	2.27	2.94	3.59	4.38	7.70	0.00
CH22(V.DP) mm	1.47	2.15	2.96	3.59	10.13	15.54	21.98	29.50	-0.77	-1.02	-1.17	-1.44	-0.49	0.00
CH23(V.DP) mm	-1.05	-1.04	-1.40	-1.41	-1.38	1.26	2.51	4.32	1.60	1.86	2.41	3.28	5.94	0.00
CH24(V.load) kN	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	49.8	47.8	50.5	50.4	50.5	50.3	50.2	0.0
CH25(V.load) kN	50.0	49.9	49.8	49.8	49.6	48.9	49.8	45.0	48.8	48.7	49.0	49.1	49.3	0.0
CH26(V.load) kN	49.2	49.1	48.8	48.8	50.1	48.8	49.8	45.5	50.0	49.9	50.1	49.7	49.6	0.0
CH27(V.load bolt) kN	33.7	63.6	97.5	125.3	106.2	84.6	134.0	148.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CH28(V.load bolt) kN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.3	62.9	86.6	105.2	140.2	0.0
CH29(X1 load)3037 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH30(Z1 load)3037 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH31(X1 load)3036 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH32(Z1 load)3036 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH33(X1 load)3032 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH34(Z1 load)3032 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH35(X1 load)3031 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CH36(Z1 load)3031 kN	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(次頁に続く)

(続き)

	特定変形角時 各測定位置の値													
	1/300	1/200	1/150	1/120	1/60	1/30	1/20	1/15	-1/300	-1/200	-1/150	-1/120	-1/60	-1/30
CH37(V.DP) mm	0.19	0.31	0.45	0.56	-0.50	1.98	1.98	1.98	-0.27	-0.36	-0.44	-0.51	-0.92	0.00
CH38(V.DP) mm	-0.04	-0.07	-0.09	-0.14	0.68	-1.40	-1.31	-1.50	0.16	0.21	0.28	0.30	0.52	0.00
CH39(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
CH40(V.DP) mm	0.54	0.82	1.21	1.51	1.22	0.79	1.07	1.25	-0.83	-1.14	-1.46	-1.70	-2.23	0.00
CH41(V.DP) mm	0.07	0.31	0.35	0.42	1.45	0.79	0.54	0.01	-0.08	-0.13	-0.19	-0.26	-0.93	0.00
CH42(V.DP) mm	-0.08	-0.15	-0.18	-0.21	-1.01	-0.82	-0.97	-1.02	-0.09	-0.23	-0.39	-0.45	-0.91	0.00
CH43(V.DP) mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.36	-0.63	-1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CH44(V.DP) mm	0.01	0.01	0.03	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.03	0.03	0.06	0.00
CH45(V.DP) mm	0.04	0.02	0.01	0.00	-0.92	-0.21	-1.04	-1.55	0.19	0.27	0.32	0.34	0.06	0.00
CH46(V.DP) mm	0.08	0.09	0.20	0.27	0.91	0.21	0.63	0.79	-0.11	-0.15	-0.19	-0.25	-0.43	0.00
CH47(V.DP) mm	-0.08	-0.11	-0.17	-0.21	-0.46	-0.42	-1.11	-1.84	0.15	0.19	0.21	0.29	0.66	0.00
CH48(V.DP) mm	0.18	0.32	0.46	0.57	0.77	0.03	0.37	0.53	-0.43	-0.64	-0.86	-0.97	-1.60	0.00
CH49(H.DP) mm	0.20	0.02	0.06	0.17	-0.13	0.90	0.56	-0.38	-0.08	0.07	-0.06	-0.16	0.11	0.00
CH50(H.DP) mm	0.19	0.33	0.45	0.57	0.27	-0.63	-0.63	-0.63	-0.31	-0.43	-0.56	-0.63	-0.59	0.00
CH51(H.DP) mm	-0.15	-0.30	-0.39	-0.46	-0.64	0.24	0.10	0.06	0.15	0.21	0.27	0.29	-0.04	0.00
CH52(H.DP) mm	0.08	0.17	0.24	0.31	0.56	0.38	0.41	0.31	-0.25	-0.43	-0.64	-0.77	-1.05	0.00
S0 (steel) μ	-92	-88	-134	-141	-289	-106	136	297	74	54	55	70	149	0
S1 (steel) μ	-52	-81	-44	-41	62	126	413	572	144	231	282	267	336	0
S2 (steel) μ	-134	-193	-263	-266	-493	0	0	0	-150	-214	-269	-317	-516	0
S3 (steel) μ	-150	-217	-209	-226	93	1,034	1,410	1,574	180	273	322	299	371	0
S4 (steel) μ	-1	-3	-4	-6	80	413	560	682	22	27	28	27	30	0
S5 (steel) μ	5	7	6	2	60	252	293	342	11	5	6	9	55	0
S6 (steel) μ	8	13	19	21	167	642	802	936	42	47	48	44	58	0
S7 (steel) μ	-95	-58	-121	-102	-118	7,526	7,422	7,467	-54	-59	-131	-79	-125	0
S8 (steel) μ	183	146	301	329	376	1,324	1,862	2,286	-90	-83	-78	-80	-104	0
S9 (steel) μ	63	167	93	118	210	1,406	1,538	1,774	-69	-95	-117	-125	-165	0
S10 (steel) μ	-19	-5	-9	-17	-7	35	28	39	10	2	14	22	-15	0
S11 (steel) μ	103	223	138	165	250	0	0	0	-210	-279	-326	-330	-367	0
W1-1 μ	-1,475	-2,135	-2,895	-3,362	-3,993	-2,979	-4,157	-5,262	1,808	2,405	2,445	1,294	-220	0
W1-2 μ	-712	-1,150	-1,570	-1,889	-2,597	-2,148	-4,052	-4,322	917	1,225	1,441	1,589	329	0
W2-1 μ	1,363	623	691	728	-335	-267	-269	-259	-1,855	-2,411	-2,880	-2,877	-3,316	0
W2-2 μ	1,268	1,915	985	1,037	-142	96	92	102	-1,707	-2,135	-2,358	-2,269	-2,795	0
CH98 mm	0.46	0.69	1.01	1.37	2.16	-0.35	-0.28	-1.07	-0.94	-1.39	-1.79	-2.13	-2.56	0.00
CH99 mm	0.55	0.85	1.15	1.02	1.29	1.08	2.00	1.87	-0.51	-0.56	-0.74	-1.18	-4.15	0.00

(3) 荷重変形関係と破壊性状

(a) C09a



写真 2.5.1.4.1 試験体全景 (加力前)

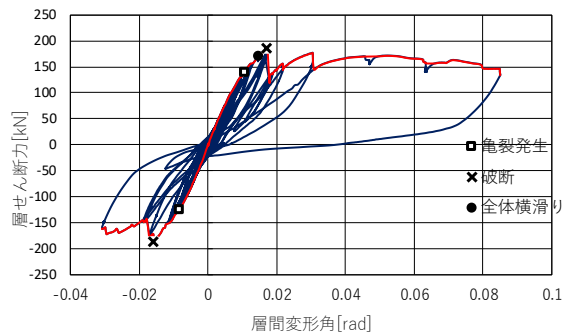
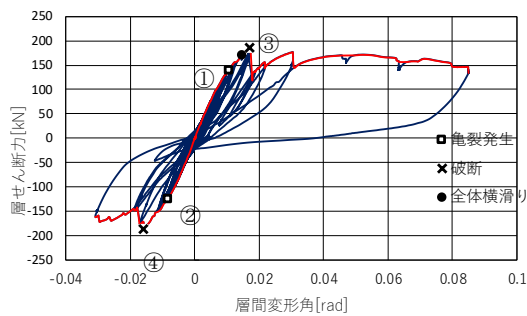


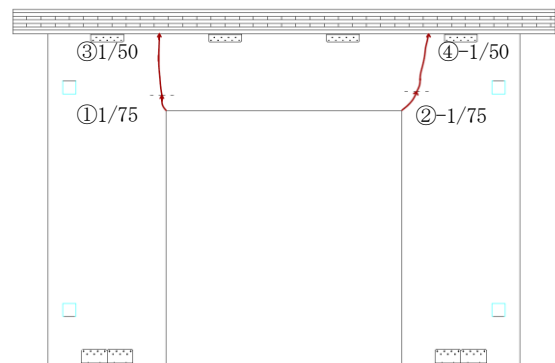
図 2.5.1.4.8 荷重変形関係 (C09a)

表 2.5.1.4.13 実験経過, 破壊性状

目標変形角 [rad]	引	試験経過
-1/100	押	試験体が浮き上がり始める, うっすら亀裂が入る (開口部右上)
1/75	引	開口部 (左上) にうっすら亀裂, せん断力により引き側に全体がずれるように動く (一度荷重低下)
1/50	引	開口部 (左上) の亀裂が進み割れ荷重低下, 開口部 (左下) で圧壊
-1/50	押	開口部 (右上) の亀裂が進む, 開口部 (右下) で圧壊
-1/30	押	開口部 (右上) の亀裂が進み割れる, 開く側と逆の開口部が押しつぶれる
1/15	引	右下部分が土台にめり込む



C09a 荷重変形関係



C09a 破壊箇所

図 2.5.1.4.9 亀裂発生時期 (C09a)



開口部(左下)圧壊(1/50 引)



開口部(左上)亀裂(1/50 引)



開口部(右上)亀裂(-1/50 押)



開口部(右上)亀裂(-1/30 押)



開口部(閉じる側)押しつぶれる
(引き切り)



右下めり込み(引き切り)



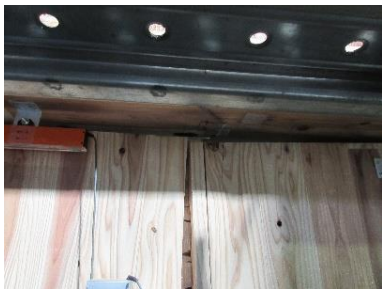
開口部閉じる側(引き切り)



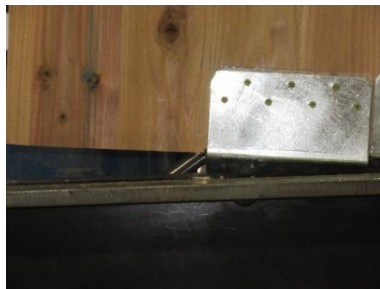
開口部開く側(引き切り)



開口部開く側裏(引き切り)



壁パネル上部曲げ(引き切り)



U字金物曲げ

写真 2.5.1.4.2 破壊性状(C09a)

(b) C09b



写真 2.5.1.4.3 試験体全景 (加力前)

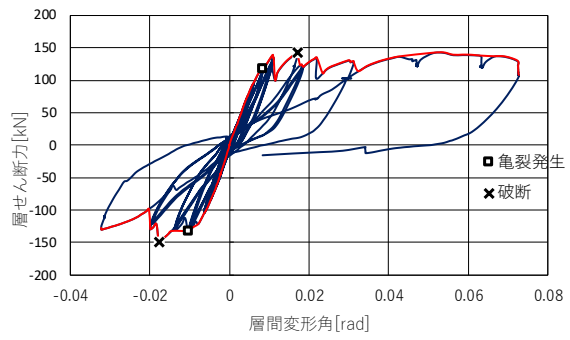
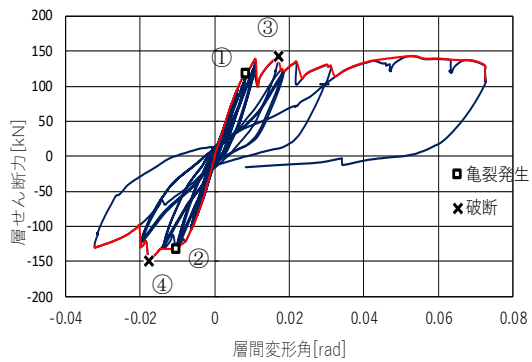


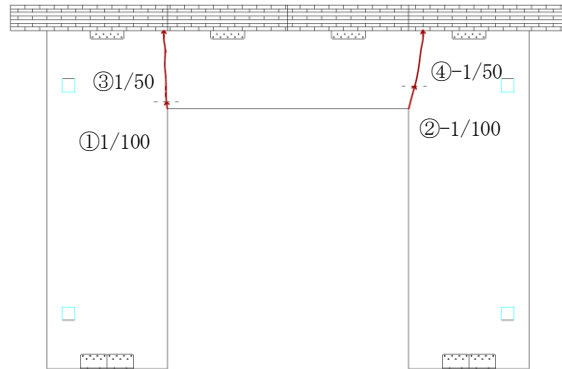
図 2.5.1.4.10 荷重変形関係 (C09b)

表 2.5.1.4.14 実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引	試験経過
-1/150	押	脚部が少し浮き始める
-1/100	押	開口部(右上)亀裂が入る,裏側も同様
-1/75	押	床パネルがS字に歪む様子がうかがえた
1/50	引	開口部(左上)亀裂が入る
1/20	引	開口部閉じる側(右上)圧縮により押しつぶれる
1/15	引	開口部閉じる側(右上)が圧縮されることにより右側の床パネルが持ち上がる



C09b 荷重変形関係



C09b 破壊箇所

図 2.5.1.4.11 亀裂発生時期 (C09b)



表側開口部右上亀裂(-1/100 押)



裏側開口部左上亀裂(-1/100 押)



開口部左上亀裂(1/50 引)



右側床パネル浮き上がり(1/20 引)



開口部左上破断(試験終了時)



U字金物曲げ(試験終了時)



試験体全景(試験終了時)

写真 2.5.1.4.4 破壊性状(C09b)

(c) 009b



写真 2.5.1.4.5 試験体全景 (加力前)

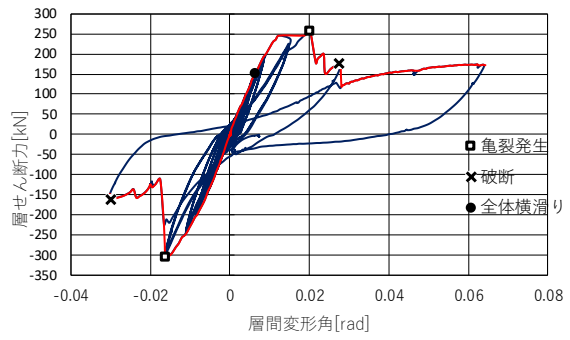
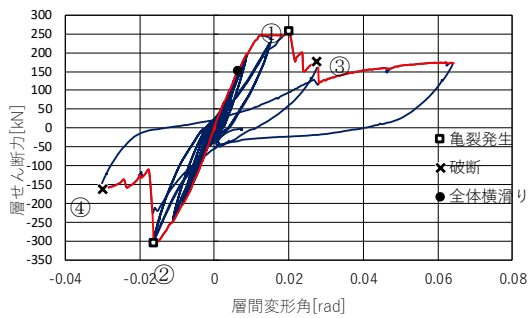


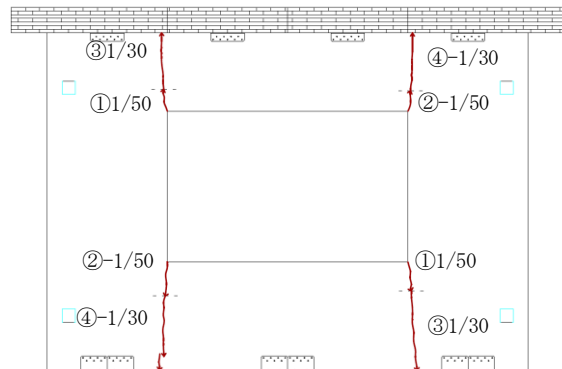
図 2.5.1.4.12 荷重変形関係 (009b)

表 2.5.1.4.15 実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引 押	試験経過
1/150	引	せん断力により全体が引き側にずれるように動く
-1/100	押	角が土台から浮き始める
1/50	引	開口部(左下, 右上)に亀裂
-1/50	押	開口部(右下, 左上)に亀裂
1/30	引	亀裂が進み開口部から破断、荷重が下がる



009b 荷重変形関係



009b 破壊箇所

図 2.5.1.4.13 亀裂発生時期 (009b)



試験体全景(終了後)



開口部(左上)から亀裂(-1/50 押)



開口部(右下)から亀裂(-1/50 押)



開口部(右上)から亀裂(1/50 引)



開口部(左下)から亀裂(1/50 引)



開口部(左上)破断(試験終了時)



開口部(右下)破断(試験終了時)

写真 2.5.1.4.6 破壊性状(009b)

(d) C15a



写真 2.5.1.4.7 試験体全景 (加力前)

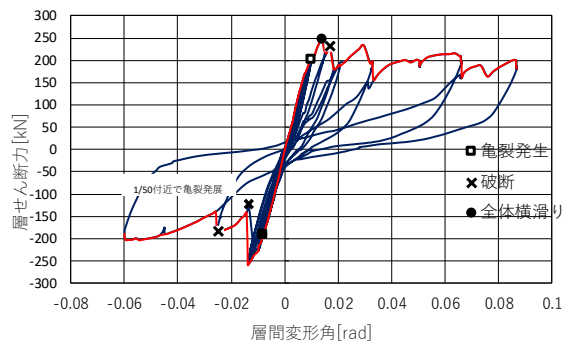
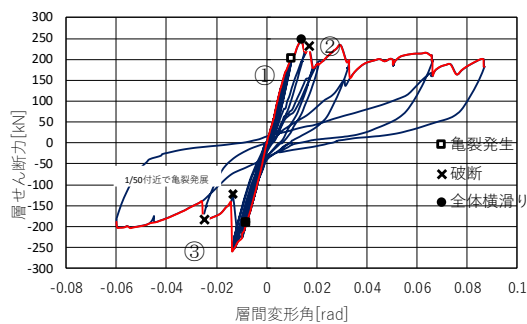


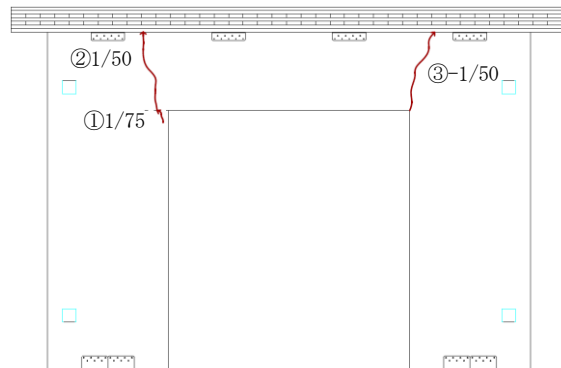
図 2.5.1.4.14 荷重変形関係 (C15a)

表 2.5.1.4.16 実験結果及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引	試験経過
加力前	-	加力前から右下が少し浮いている
-1/100	押	開口部(右上)裏側に亀裂,横ずれが生じ始める
-1/50	押	開口部(右上)亀裂
1/50	引	開口部(左上)割れる,開口部隣のラミナの継ぎ目で割れる、荷重少し低下
-1/30	押	開口部(右上)割れる,荷重少し低下
1/20	引	左上が床パネルにめり込む様子が見れる



C15a 荷重変形関係



C15b 破壊箇所

図 2.5.1.4.15 亀裂発生時期 (C15a)



開口部右上(裏側)亀裂(-1/100 押)



開口部左上亀裂(1/50 引)



壁パネル左上めり込み(1/20 引)



開口部右上破断(-1/20 押)



開口部左上破断(引き切り)



開口部右上圧縮(引き切り)



U字金物曲げ



L型金物ビスせん断
写真 2.5.1.4.8 破壊性状(C15a)



試験体全景(試験終了後)

(e) C15b



写真 2.5.1.4.9 試験体全景 (開始前)

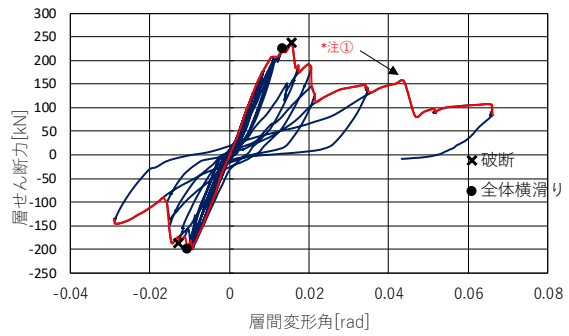
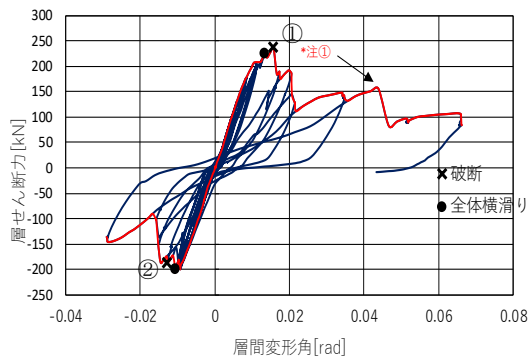


図 2.5.1.4.16 荷重変形関係 (C15b)

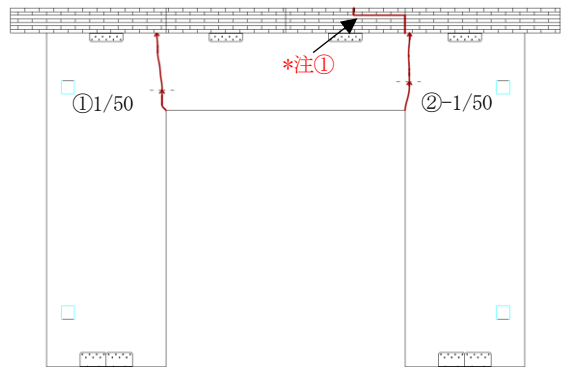
*注①: 開口部の開く側では破断が進み閉じる側では圧壊が進んだことにより右側の床パネルが千切れ床パネルによる拘束力がなくなったことによる荷重低下

表 2.5.1.4.17 実験経過及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引	試験経過
-1/75	押	左の壁パネルが押し側に横ずれする(以後1/50rad2回目まで押し引きでその方向に横ずれ)
1/50	引	-1/50rad1回目で右の壁パネルも左と同様に横ずれ(以後2回目の引きまで押し引きでその方向に横ずれ)
1/50	引	2回目の引きで開口部(左上)が割れる,左の壁パネルに横ずれなし
-1/50	押	3回目の押し開口部(右上)が割れる,壁パネルの横ずれなし
1/20	引	床パネルが割れる



C15b 荷重変形関係



C15b 破壊箇所

①, ②ともに変形角が 1/50rad の一回目に亀裂が入り 2 回目に破断した。

図 2.5.1.4.17 亀裂発生時期 (C15b)



(1) 開口部右上亀裂(-1/50 押)



(2) 開口部右上裏側亀裂(-1/50 押)



(3) 開口部左上亀裂(1/50 引)



(4) 開口部右上亀裂(-1/30 押)



(5) 開口部左上亀裂(引き切り)



(6) *注①床パネル破壊(引き切り)



(7) U字金物曲げ



(8) 試験体全景(引き切り)



(7) U字金物曲げ

①, ②ともに変形角が $1/50\text{rad}$ の一回目に亀裂が入り 2 回目に破断した。
写真 2. 5. 1. 4. 10 破壊性状 (G15b)

(f)015b



写真 2.5.1.4.11 試験体全景(加力前)

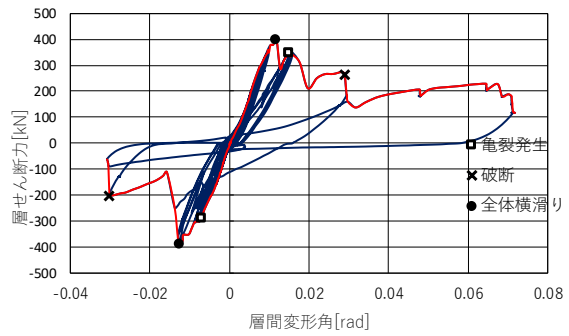
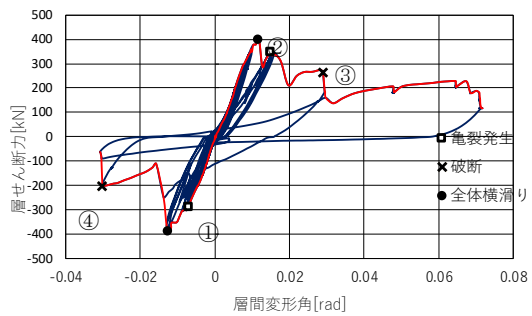


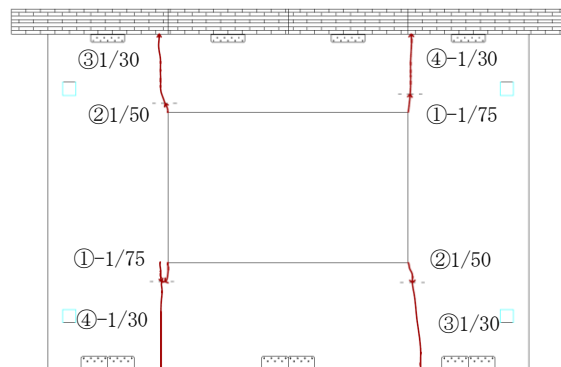
図 2.5.1.4.18 荷重変形関係 (015b)

表 2.5.1.4.18 実験結果及び破壊性状

目標変形角 [rad]	引	試験経過
-1/100	押	開口部左下,右上にうっすら亀裂
1/75	引	開口部右下,左上にうっすら亀裂、引き側に横滑り(以降押し引きでその方向に横ずれ)
1/30	引	開口部左上,右下にて破断、右下脚部若干圧壊
-1/30	押	開口部右上,左下にて破断、左下脚部若干圧壊
引き切り	引	左上L型金物ビスせん断



015b 荷重変形関係



015b 破壊箇所

図 2.5.1.4.19 亀裂発生時期 (015b)



開口部右下亀裂(1/75 引)



開口部左上亀裂(1/75 引)



引き側に横すべり(1/75 引)



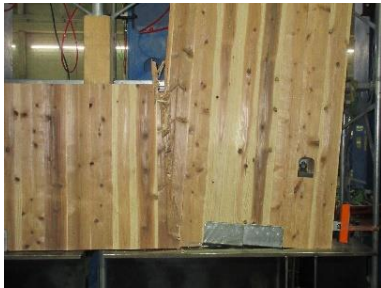
右下脚部少し圧壊(1/30 引)



開口部右上破断(-1/30 押)



開口部左下破断(-1/30 押)



開口部右下破断(引き切り)



開口部左上破断(引き切り)



U字金物曲げ



床パネル開き



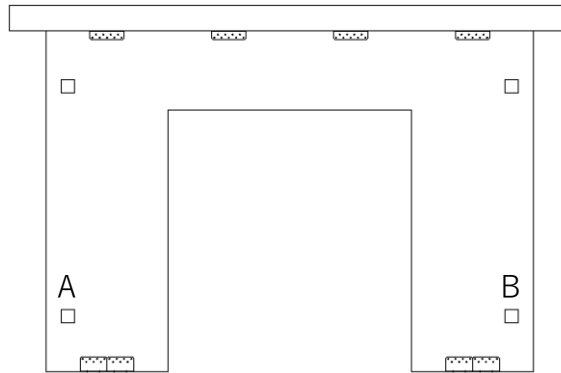
L字金物ビスせん断
写真 2.5.1.4.12 破壊性状(015b)



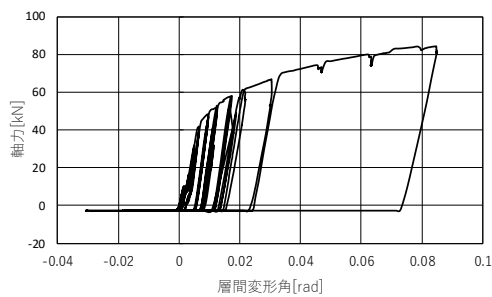
試験体全景(試験終了後)

(4) 壁脚接合部の荷重変形関係

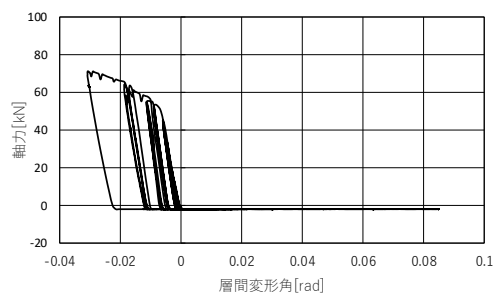
試験体脚部と架台を接合する引きボルトにかかる軸力関係を示す。



脚部番号 (C09a)

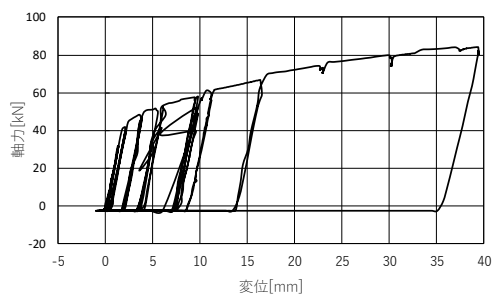


A

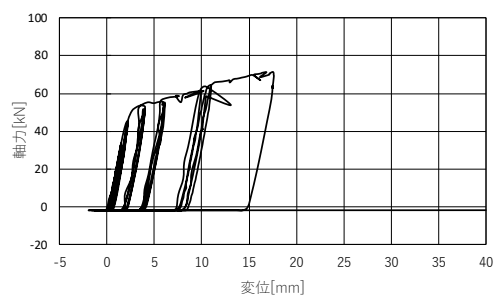


B

図 2.5.1.4.20 脚部軸力—層間変形角関係

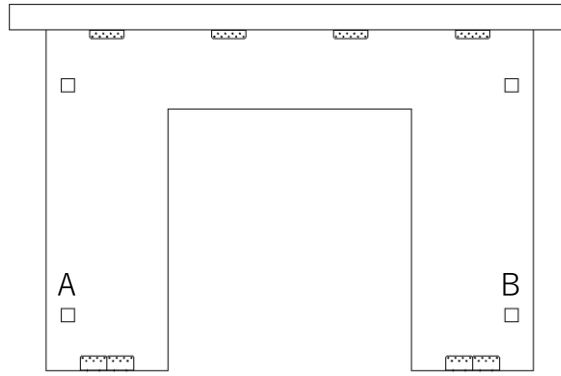


A

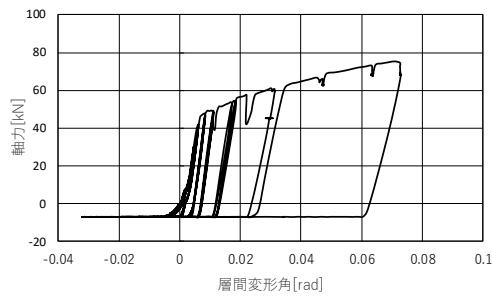


B

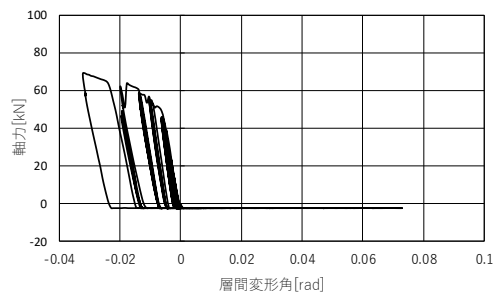
図 2.5.1.4.21 脚部軸力—浮き上がり関係
(a) C09a



脚部番号 (C09b)

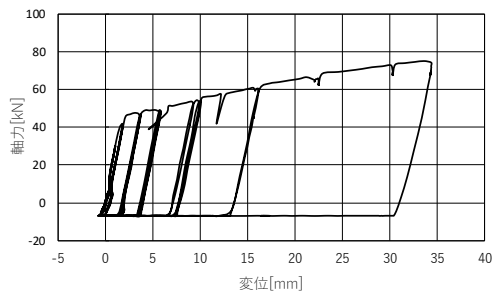


A

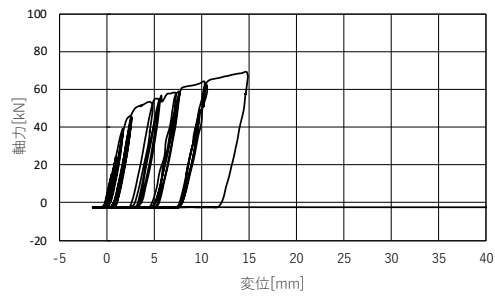


B

図 2. 5. 1. 4. 22 脚部軸力—層間変形角関係

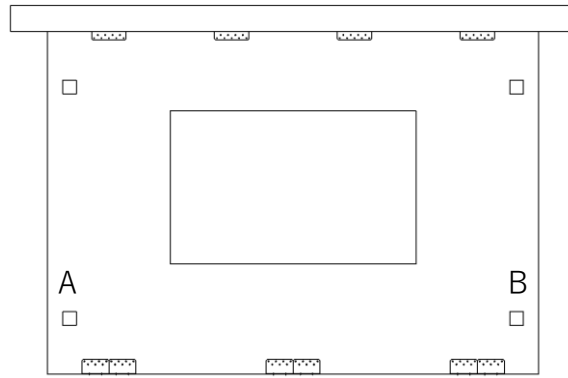


A

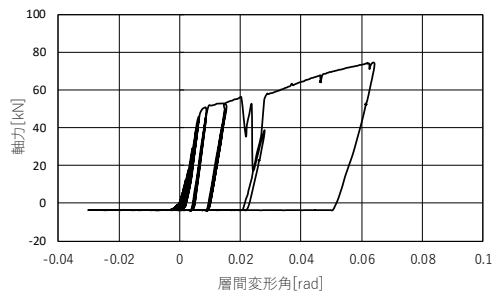


B

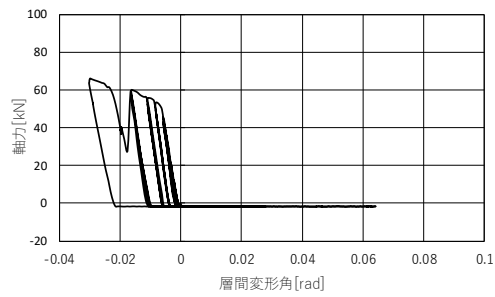
図 2. 5. 1. 4. 23 脚部軸力—浮き上がり関係
(b) C09b



脚部番号 (009b)

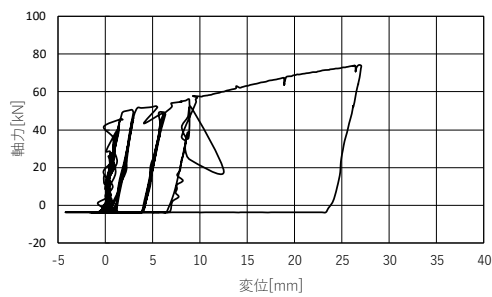


A

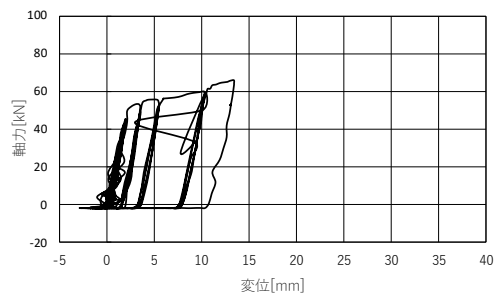


B

図 2.5.1.4.24 脚部軸力—層間変形角関係

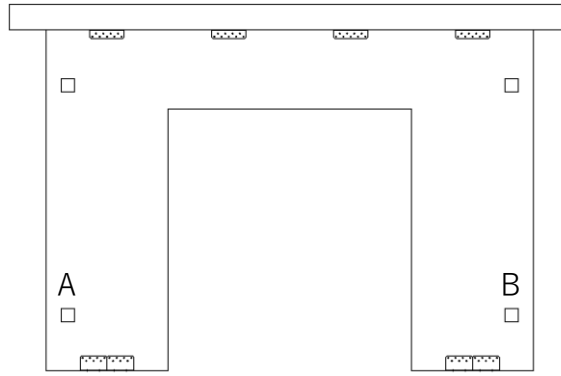


A

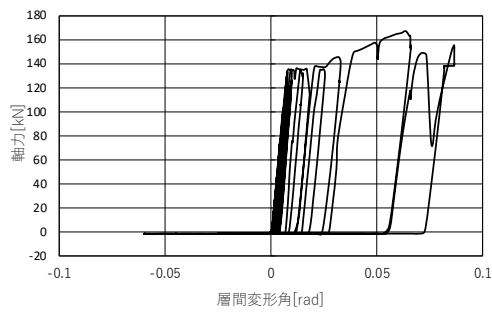


B

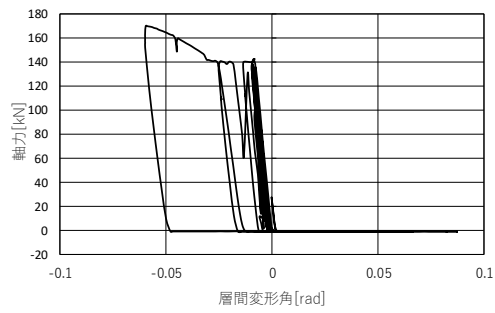
図 2.5.1.4.25 脚部軸力—浮き上がり関係
(c) 009b



脚部番号 (C15a)

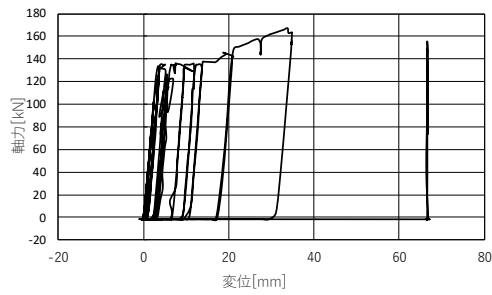


A

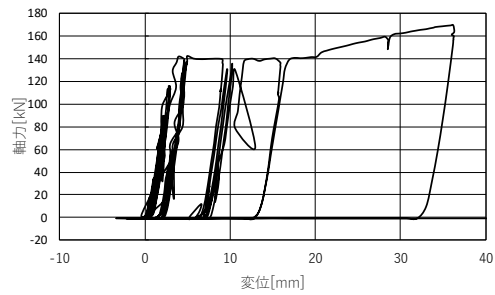


B

図 2.5.1.4.26 脚部軸力—層間変形角関係

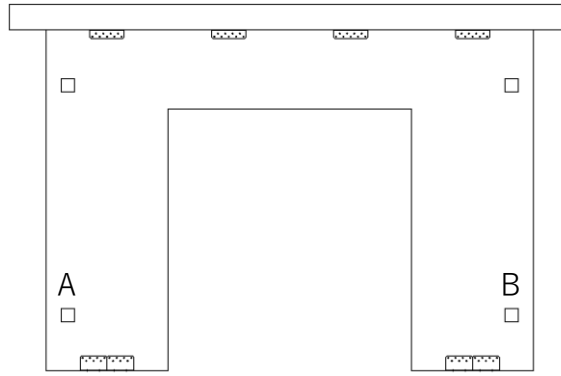


A

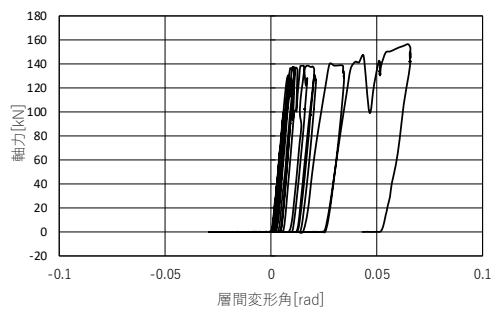


B

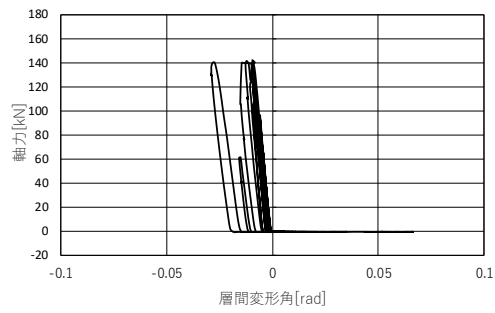
図 2.5.1.4.27 脚部軸力—浮き上がり関係
(d) C15a



脚部番号 (C15b)

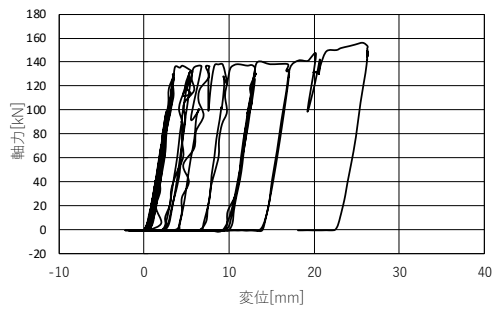


A

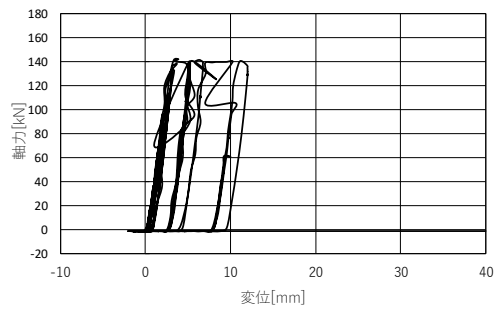


B

図 2. 5. 1. 4. 28 脚部軸力—層間変形角関係

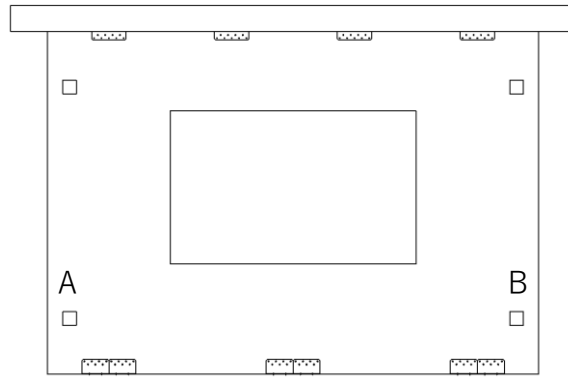


A

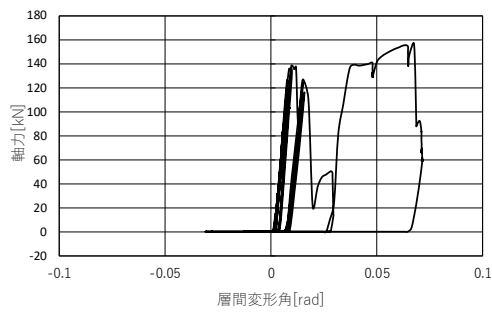


B

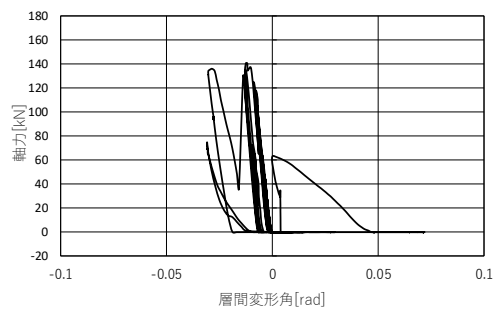
図 2. 5. 1. 4. 29 脚部軸力—浮き上がり関係
(e) C15b



脚部番号 (015b)

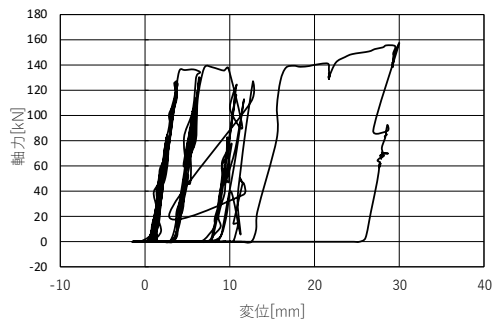


A

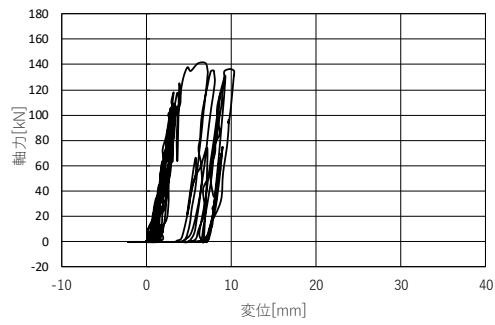


B

図 2.5.1.4.30 脚部軸力—層間変形角関係



A



B

図 2.5.1.4.31 脚部軸力—浮き上がり関係
(f) 015b

(5) 架構の応力分布

(a) 床パネルのモーメント分布

CLT の床パネルの曲げ挙動を把握するために床パネルに張り付けられたひずみゲージから曲げひずみを算出しそこから曲げ応力度、曲げモーメントを算出し特定変形角(1/100,1/75,1/50,1/30,1/15rad)ごとに算出し床パネルの曲げ挙動を見る。床パネルが強軸一体のものは CLT の上面、下面それぞれにひずみゲージを貼り付け、床パネルが弱軸分割のものは、床パネルどうしを接合している引張金物の上面、下面それぞれにひずみゲージを貼り付けた。

各値算出方法

図 2.5.1.4.32 に示すように割り振った範囲のひずみゲージの数値を平均したものをその範囲のひずみ ϵ とする。

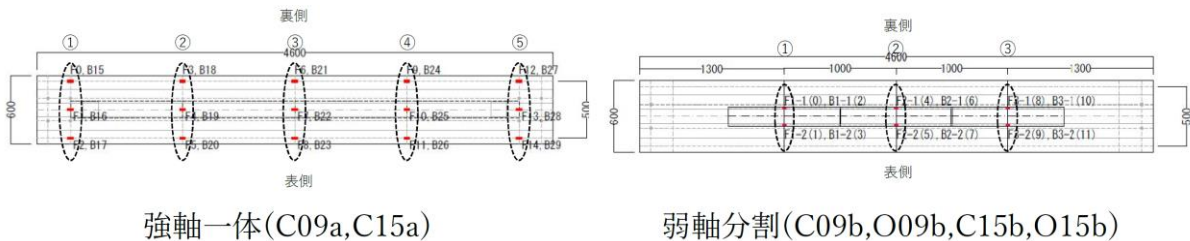


図 2.5.1.4.32 ひずみゲージ配置

・曲げひずみ: ϵ_M

$$\epsilon_M = \frac{\epsilon_{\text{上面}} - \epsilon_{\text{下面}}}{2} \quad (1)$$

・軸ひずみ: ϵ_N

$$\epsilon_N = \frac{\epsilon_{\text{上面}} + \epsilon_{\text{下面}}}{2} \quad (2)$$

ここで、

$\epsilon_{\text{上面}}$: 各範囲の上面の平均 $\epsilon_{\text{下面}}$: 各範囲の下面の平均

・強軸一体の曲げ応力度: σ_a

曲げひずみ ϵ_M にヤング係数 E を乗じて、式(3)により各部の曲げ応力度を算出した。

$$\sigma_a = \epsilon_M \times E_{CLT} \quad (3)$$

ここで、

ϵ_M : 式(1)で求めた曲げひずみ E_{CLT} : CLTヤング係数^{*}=7550[N/mm²](強軸一体)

^{*}CLTのヤング係数は(6)床パネル面外曲げ実験の結果より。

・強軸一体の曲げモーメント: M_a

$$M_a = \sigma_a \times Z_{CLT} \quad (4)$$

$$Z_{CLT} = \frac{b \times h^2}{6}$$

ここで、

σ_a : 式(3)で求めた曲げ応力度[N/mm²]

Z_{CLT} : CLT 床パネルの断面係数[mm³]

b: 床パネルの有効断面の幅=600[mm]

h: 床パネルの有効断面の高さ=210[mm]

・弱軸分割の曲げ応力度: σ_b

$$\sigma_a = \varepsilon_M \times E_S \quad (5)$$

ここで、

ε_M :式(1)で求めた曲げひずみ

E_S :接合金物のヤング係数=205000[N/mm²] (弱軸分割)

・弱軸・分割の曲げモーメント: M_b

[$\varepsilon_M > 0$]

$$M_b = T \times j \quad (6)$$

$$T = \sigma_b \times A$$

ここで、

σ_b :式(6)で求めた曲げ応力度[N/mm²]

A:接合金物の断面積=512[mm²]

T:接合金物の軸力

j:中立軸までの距離=5/6×h[mm]

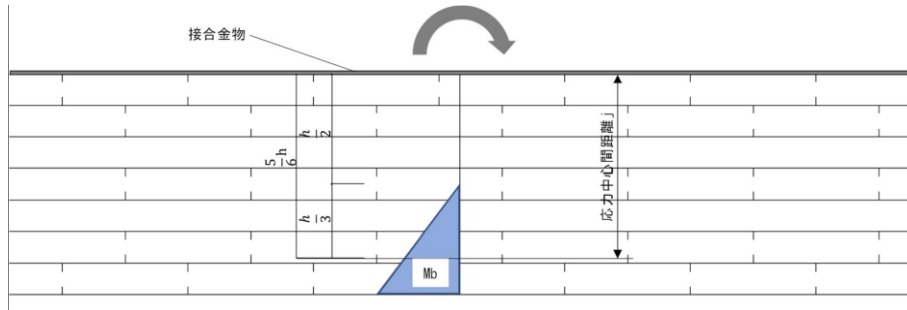


図 2.5.1.4.33 中立軸位置

[$\varepsilon_M < 0$]

$$M_b = \sigma_b \times Z_S \quad (7)$$

$$Z_S = \frac{b \times h^2}{6}$$

ここで、

Z_S :接合金物の断面係数

b:床パネルの有効断面の幅=600[mm]

h:床パネルの有効断面の高さ=210[mm]

表 2.5.1.4.19~2.5.1.4.24 に各試験体の特定変形角時の曲げひずみの算出結果を示す。

表 2.5.1.4.19 曲げひずみ ε 算出結果(強軸一体)(C09a)

C09a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	22.91	-415.80	-64.61	459.56	-0.47
1/100 押し	-15.48	493.05	-40.28	-332.23	18.56
1/75 引き	39.97	-473.14	-107.74	491.31	-2.92
1/75 押し	-13.74	580.09	-81.67	-407.27	28.12
1/50 引き	70.93	-578.04	-180.09	611.37	-7.74
1/50 押し	-15.96	859.24	-108.21	-415.64	56.56
1/30 引き	141.86	-807.90	-166.82	924.80	-22.04
1/30 押し	-36.02	1323.70	-6.32	-515.80	252.05
1/15 引き	332.70	-972.35	-309.32	1084.20	-18.01

表 2.5.1.4.20 曲げひずみ ε 算出結果(弱軸分割)(C09b)

C09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	132.54	-7.66	63.88
1/100 押し	-21.29	0.72	-82.06
1/75 引き	158.61	-1813.64	152.15
1/75 押し	-39.00	16.27	-94.50
1/50 引き	415.31	-1749.04	273.68
1/50 押し	260.29	-1741.39	4.78
1/30 引き	148.56	-1772.25	972.25
1/30 押し	753.59	-1724.64	-4.78
1/15 引き	136.12	-1689.95	5465.55

表 2.5.1.4.21 曲げひずみ ε 算出結果(弱軸分割)(O09b)

O09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	45.22	-70.10	-40.91
1/100 押し	11.96	17.46	37.80
1/75 引き	37.56	-90.43	-20.33
1/75 押し	22.73	26.08	12.92
1/50 引き	315.79	-123.92	-16.99
1/50 押し	63.64	41.15	11.24
1/30 引き	-88.52	-210.53	8.61
1/30 押し	1005.02	27.27	-77.75
1/15 引き	309.81	-165.79	-784.69

表 2.5.1.4.22 曲げひずみ ε 算出結果(強軸一体) (C15a)

C15a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	12.95	-405.85	-37.44	359.87	-6.16
1/100 押し	-32.07	636.81	-29.86	-268.88	4.90
1/75 引き	6.32	-467.30	-58.93	355.29	-3.00
1/75 押し	-46.92	642.34	-101.42	-270.30	-1.74
1/50 引き	29.07	-558.77	-32.39	538.86	-4.42
1/50 押し	-60.03	916.27	-165.09	-446.05	32.15
1/30 引き	90.52	-788.63	-5.69	1083.73	-4.42
1/30 押し	-57.03	1594.16	-354.66	-601.90	109.64
1/15 引き	-164.93	75.04	624.80	1461.93	-23.85

表 2.5.1.4.23 曲げひずみ ε 算出結果(弱軸分割) (C15b)

C15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	10.77	5.50	186.36
1/100 押し	71.05	5.02	60.29
1/75 引き	18.18	-27.51	225.60
1/75 押し	75.12	26.79	177.51
1/50 引き	394.26	13.16	247.61
1/50 押し	110.29	59.33	193.30
1/30 引き	61.00	8.13	876.08
1/30 押し	627.99	52.63	-21.77
1/15 引き	117.22	160.29	2726.55

表 2.5.1.4.24 曲げひずみ ε 算出結果(弱軸分割) (O15b)

O15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	75.12	-23.92	76.56
1/100 押し	78.95	11.48	31.58
1/75 引き	98.80	-22.25	69.86
1/75 押し	110.29	2.63	27.03
1/50 引き	56.70	14.59	97.85
1/50 押し	166.99	0.96	5.02
1/30 引き	69.85	-1847.85	314.83
1/30 押し	1274.16	-1914.35	237.32
1/15 引き	-172.97	-305.74	1020.10

表 2.5.1.4.25～2.5.1.4.30 に各試験体の特定変形角時の曲げ応力度の算出結果を示す。

表 2.5.1.4.25 曲げ応力度 σ [N/mm²] の算出結果 (強軸一体) (C09a)

C09a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	0.20	-3.69	-0.57	4.07	0.00
1/100 押し	-0.14	4.37	-0.36	-2.95	0.16
1/75 引き	0.35	-4.20	-0.96	4.36	-0.03
1/75 押し	-0.12	5.14	-0.72	-3.61	0.25
1/50 引き	0.63	-5.13	-1.60	5.42	-0.07
1/50 押し	-0.14	7.62	-0.96	-3.69	0.50
1/30 引き	1.26	-7.16	-1.48	8.20	-0.20
1/30 押し	-0.32	11.74	-0.06	-4.57	2.23
1/15 引き	2.95	-8.62	-2.74	9.61	-0.16

表 2.5.1.4.26 曲げ応力度 σ (接合金物) [N/mm²] の算出結果 (弱軸分割) (C09b)

C09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	27.17	-1.57	13.09
1/100 押し	-4.36	0.15	-16.82
1/75 引き	32.52	-371.80	31.19
1/75 押し	-7.99	3.33	-19.37
1/50 引き	85.14	-358.55	56.11
1/50 押し	53.36	-356.98	0.98
1/30 引き	30.46	-363.31	199.31
1/30 押し	154.49	-353.55	-0.98
1/15 引き	27.91	-346.44	1120.44

表 2.5.1.4.27 曲げ応力度 σ (接合金物) [N/mm²] の算出結果 (弱軸分割) (O09b)

O09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	9.27	-14.37	-8.39
1/100 押し	2.45	3.58	7.75
1/75 引き	7.70	-18.54	-4.17
1/75 押し	4.66	5.35	2.65
1/50 引き	64.74	-25.40	-3.48
1/50 押し	13.05	8.44	2.31
1/30 引き	-18.15	-43.16	1.77
1/30 押し	206.03	5.59	-15.94
1/15 引き	63.51	-33.99	-160.86

表 2.5.1.4.28 曲げ応力度 σ [N/mm²] の算出結果 (C15a)

C15a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	0.11	-3.58	-0.33	3.18	-0.05
1/100 押し	-0.28	5.63	-0.26	-2.38	0.04
1/75 引き	0.06	-4.13	-0.52	3.14	-0.03
1/75 押し	-0.41	5.67	-0.90	-2.39	-0.02
1/50 引き	0.26	-4.94	-0.29	4.76	-0.04
1/50 押し	-0.53	8.09	-1.46	-3.94	0.28
1/30 引き	0.80	-6.97	-0.05	9.57	-0.04
1/30 押し	-0.50	14.08	-3.13	-5.32	0.97
1/15 引き	-1.46	0.66	5.52	12.91	-0.21

表 2.5.1.4.29 曲げ応力度 σ (接合金物) [N/mm²] の算出結果 (C15b)

C15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	2.21	1.13	38.20
1/100 押し	14.57	1.03	12.36
1/75 引き	3.73	-5.64	46.25
1/75 押し	15.40	5.49	36.39
1/50 引き	80.82	2.70	50.76
1/50 押し	22.61	12.16	39.63
1/30 引き	12.51	1.67	179.60
1/30 押し	128.74	10.79	-4.46
1/15 引き	24.03	32.86	558.94

表 2.5.1.4.30 曲げ応力度 σ (接合金物) [N/mm²] の算出結果 (O15b)

O15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	15.40	-4.90	15.69
1/100 押し	16.18	2.35	6.47
1/75 引き	20.25	-4.56	14.32
1/75 押し	22.61	0.54	5.54
1/50 引き	11.62	2.99	20.06
1/50 押し	34.23	0.20	1.03
1/30 引き	14.32	-378.81	64.54
1/30 押し	261.20	-392.44	48.65
1/15 引き	-35.46	-62.68	209.12

表 2.5.1.4.31～2.5.1.4.36 に各試験体の特定変形角時の曲げモーメントの算出結果を示す。

表 2.5.1.4.31 曲げモーメント M[kN・m]の算出結果(強軸一体) (C09a)

C09a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	0.90	-16.26	-2.53	17.97	-0.02
1/100 押し	-0.61	19.28	-1.58	-12.99	0.73
1/75 引き	1.56	-18.50	-4.21	19.21	-0.11
1/75 押し	-0.54	22.68	-3.19	-15.92	1.10
1/50 引き	2.77	-22.60	-7.04	23.91	-0.30
1/50 押し	-0.62	33.60	-4.23	-16.25	2.21
1/30 引き	5.55	-31.59	-6.52	36.16	-0.86
1/30 押し	-1.41	51.76	-0.25	-20.17	9.86
1/15 引き	13.01	-38.02	-12.10	42.39	-0.70

表 2.5.1.4.32 曲げモーメント M[kN・m]の算出結果(弱軸分割) (C09b)

C09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	2.43	0.00	1.17
1/100 押し	0.00	0.01	0.00
1/75 引き	2.91	-0.10	2.79
1/75 押し	0.00	0.30	-0.01
1/50 引き	7.63	-0.10	5.03
1/50 押し	4.78	-0.10	0.09
1/30 引き	2.73	-0.10	17.86
1/30 押し	13.84	-0.10	0.00
1/15 引き	2.50	-0.09	100.39

表 2.5.1.4.33 曲げモーメント M[kN・m]の算出結果(弱軸分割) (O09b)

O09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	0.83	0.00	0.00
1/100 押し	0.22	0.32	0.69
1/75 引き	0.69	-0.01	0.00
1/75 押し	0.42	0.48	0.24
1/50 引き	5.80	-0.01	0.00
1/50 押し	1.17	0.76	0.21
1/30 引き	0.00	-0.01	0.16
1/30 押し	18.46	0.50	0.00
1/15 引き	5.69	-0.01	-0.04

表 2.5.1.4.34 曲げモーメント M[kN・m]の算出結果(強軸一体) (C15a)

C15a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	0.50	-15.81	-1.46	14.02	-0.24
1/100 押し	-1.25	24.81	-1.16	-10.47	0.19
1/75 引き	0.25	-18.20	-2.30	13.84	-0.12
1/75 押し	-1.83	25.02	-3.95	-10.53	-0.07
1/50 引き	1.13	-21.77	-1.26	20.99	-0.17
1/50 押し	-2.34	35.69	-6.43	-17.38	1.25
1/30 引き	3.53	-30.72	-0.22	42.22	-0.17
1/30 押し	-2.22	62.10	-13.82	-23.45	4.27
1/15 引き	-6.42	2.92	24.34	56.95	-0.93

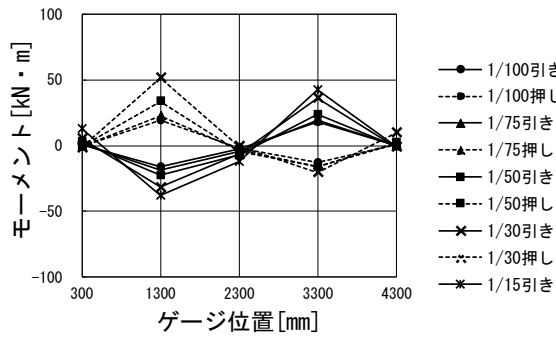
表 2.5.1.4.35 曲げモーメント M[kN・m]の算出結果(弱軸分割) (C15b)

C15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	0.20	0.10	3.42
1/100 押し	1.31	0.09	1.11
1/75 引き	0.33	0.00	4.14
1/75 押し	1.38	0.49	3.26
1/50 引き	7.24	0.24	4.55
1/50 押し	2.03	1.09	3.55
1/30 引き	1.12	0.15	16.09
1/30 押し	11.53	0.97	0.00
1/15 引き	2.15	2.94	50.08

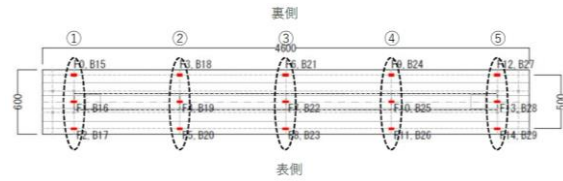
表 2.5.1.4.36 曲げモーメント M[kN・m]の算出結果(弱軸分割) (O15b)

O15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	1.38	0.00	1.41
1/100 押し	1.45	0.21	0.58
1/75 引き	1.81	0.00	1.28
1/75 押し	2.03	0.05	0.50
1/50 引き	1.04	0.27	1.80
1/50 押し	3.07	0.02	0.09
1/30 引き	1.28	-0.10	5.78
1/30 押し	23.40	-0.11	4.36
1/15 引き	-0.01	-0.02	18.74

図 2.5.1.4.34～2.5.1.4.39 に各試験体の特定変形角時の曲げモーメントの分布を示す。

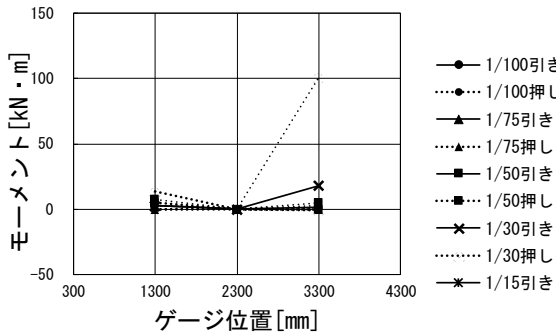


モーメント分布

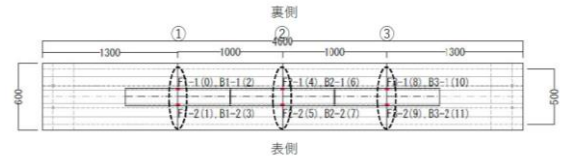


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.34 C09a (強軸・一体)

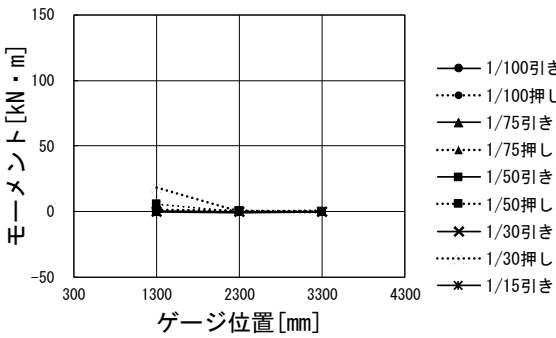


モーメント分布

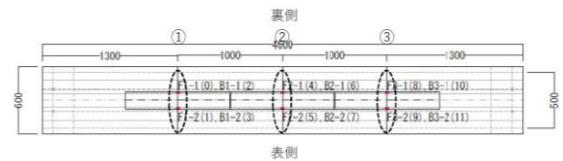


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.35 C09b (弱軸・分割)

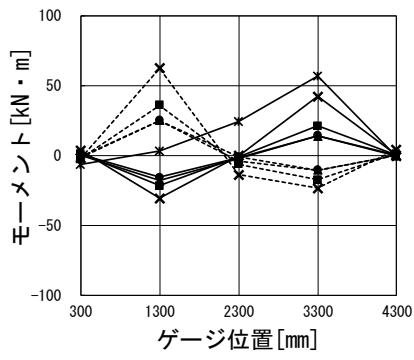


モーメント分布

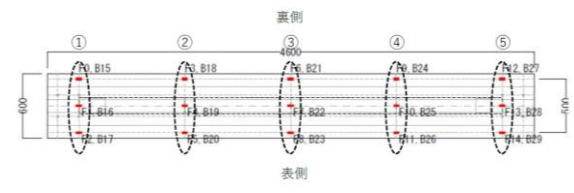


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.36 009b (弱軸・分割)

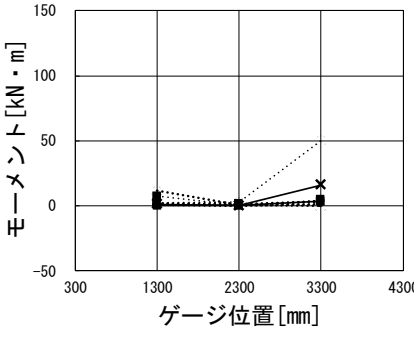


モーメント分布

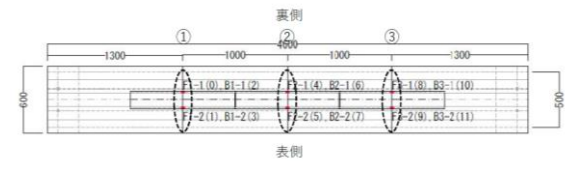


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.34 C15a (強軸・一体)

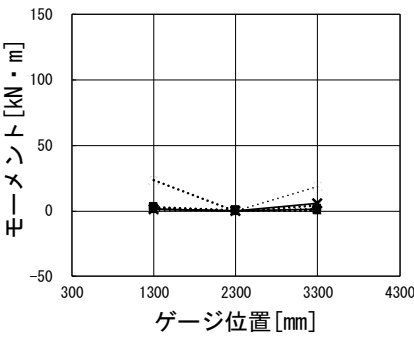


モーメント分布

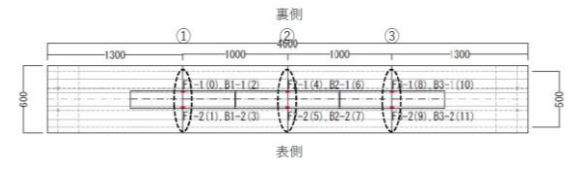


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.35 C15b (弱軸・分割)



モーメント分布



ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.36 O15b (弱軸・分割)

(b)床パネルの軸力分布

床パネルに配置したひずみゲージから床パネルの軸力を算出し、特定変形角ごとに床パネルの軸力分布を確認した。

各値算出方法

・軸ひずみ: ε

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{\text{上面}} + \varepsilon_{\text{下面}}}{2} \quad (8)$$

・軸力: N

軸ひずみ ε にヤング係数 E と断面積 A を乗じて、下式により各部の軸力 N [kN]を算出した。

$$N = \varepsilon \times E \times A \quad (9)$$

ここで、

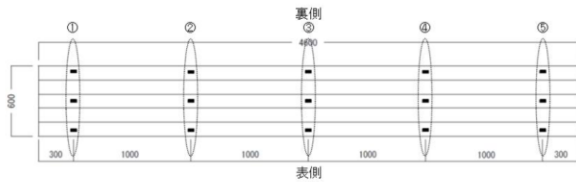
ε :式(1)で求めた軸ひずみ

E : CLT ヤング係数=7550[N/mm²](強軸・一体)

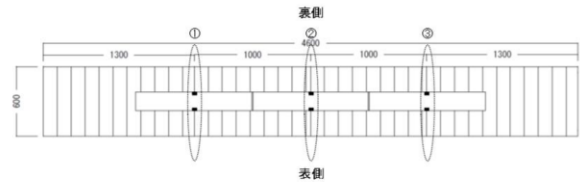
接合金物ヤング係数=2050000[N/mm²](弱軸・分割)

A : CLT の断面積(強軸方向の断面積)=90000[mm²](強軸・一体)

接合金物の断面積=512[mm²](弱軸・分割)



強軸・一体



弱軸・分割

表 2.5.1.4.37～2.5.1.4.42 に各試験体の特定変形角時の床パネル軸力の算出結果を、図 2.5.1.4.37～2.5.1.4.42 に各試験体の特定変形角時の床パネル軸力分布を示す。

表 2.5.1.4.37 軸力 N[kN] の算出結果(強軸一体) (C09a)

C09a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	3.54	7.30	-6.12	-47.98	-9.98
1/100 押し	-4.51	16.64	11.06	49.70	-3.92
1/75 引き	3.11	7.41	1.50	6.66	-9.93
1/75 押し	-3.97	24.69	7.62	60.11	-8.80
1/50 引き	0.11	9.77	-5.80	10.52	-8.91
1/50 押し	-1.18	48.20	47.12	10.63	-31.99
1/30 引き	-32.20	54.10	27.05	16.32	-9.82
1/30 押し	-15.24	102.73	96.83	36.60	-183.83
1/15 引き	-226.07	92.21	36.71	8.05	-17.39

表 2.5.1.4.38 軸力 N[kN] の算出結果(弱軸分割) (C09b)

C09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	-28.17	3.36	16.90
1/100 押し	34.83	4.90	-20.82
1/75 引き	-30.16	193.47	16.57
1/75 押し	46.23	11.95	-18.31
1/50 引き	-19.69	197.14	29.83
1/50 押し	27.32	217.88	-2.11
1/30 引き	15.59	222.73	73.02
1/30 押し	79.10	230.99	1.00
1/15 引き	14.29	236.74	572.76

表 2.5.1.4.39 軸力 N[kN] の算出結果(弱軸分割) (O09b)

O09b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	-24.08	8.46	5.15
1/100 押し	25.06	1.08	-17.18
1/75 引き	-26.89	10.45	7.81
1/75 押し	28.20	0.13	-20.29
1/50 引き	-25.01	20.59	13.89
1/50 押し	35.81	-1.00	-20.87
1/30 引き	61.22	64.23	20.94
1/30 押し	105.99	37.77	26.54
1/15 引き	33.02	82.84	230.61

表 2.5.1.4.40 軸力 N[kN] の算出結果 (強軸一体) (C15a)

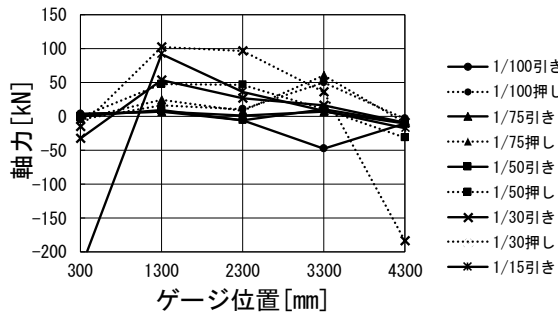
C15a	①	②	③	④	⑤
	平均	平均	平均	平均	平均
1/100 引き	-3.65	-41.97	-6.33	-38.43	-1.61
1/100 押し	-11.49	90.71	28.66	32.85	11.92
1/75 引き	-14.81	-45.30	-4.40	17.71	1.61
1/75 押し	-20.93	68.49	10.73	-7.84	24.37
1/50 引き	-24.26	-21.36	20.50	26.73	8.37
1/50 押し	-24.90	103.70	20.72	-68.86	31.94
1/30 引き	-76.75	16.32	56.89	47.45	16.10
1/30 押し	-53.57	192.04	105.74	44.23	-55.82
1/15 引き	31.56	88.35	77.83	47.66	13.85

表 2.5.1.4.41 軸力 N[kN] の算出結果 (弱軸分割) (C15b)

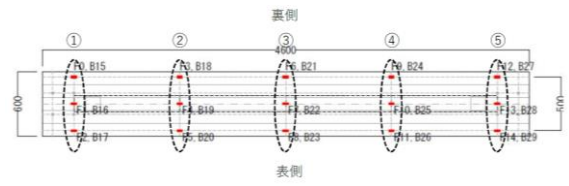
C15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	-19.46	1.58	29.00
1/100 押し	28.05	3.49	-16.82
1/75 引き	-22.60	5.30	33.47
1/75 押し	14.31	-5.57	-14.87
1/50 引き	-20.39	11.27	39.35
1/50 押し	35.88	4.37	0.45
1/30 引き	6.40	36.26	115.86
1/30 押し	65.91	39.72	32.32
1/15 引き	12.30	34.50	298.68

表 2.5.1.4.42 軸力 N[kN] の算出結果 (弱軸分割) (O15b)

O15b	①	②	③
	平均	平均	平均
1/100 引き	-17.73	2.51	15.12
1/100 押し	9.59	0.65	-13.66
1/75 引き	-21.12	2.23	16.67
1/75 押し	5.60	1.93	-14.04
1/50 引き	-17.50	5.60	25.14
1/50 押し	5.67	4.52	-16.65
1/30 引き	68.75	234.23	33.90
1/30 押し	92.25	232.17	26.82
1/15 引き	64.31	86.98	107.87

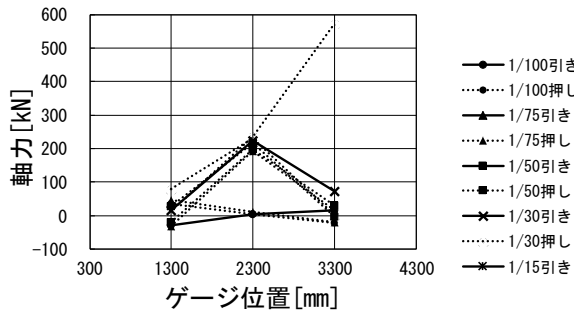


床軸力分布

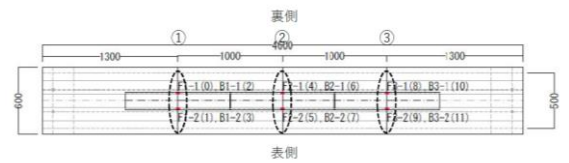


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.37 C09a (強軸・一体)

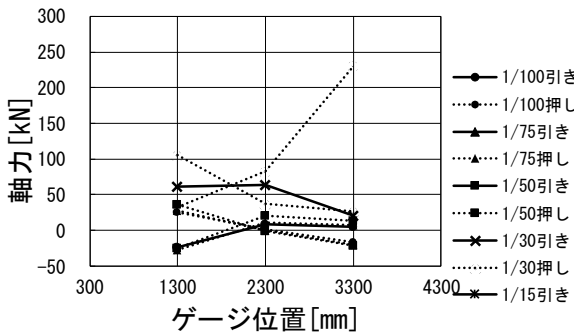


床軸力分布

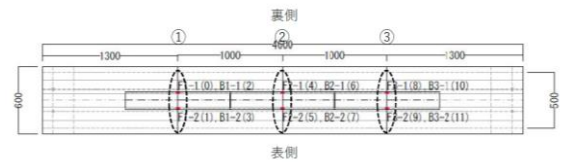


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.38 C09b (弱軸・分割)

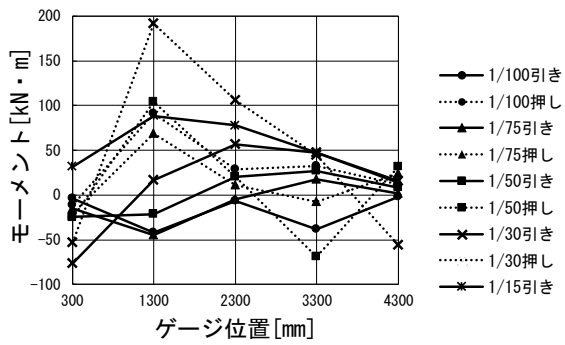


床軸力分布

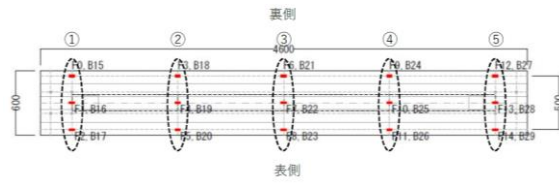


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.39 009b (弱軸・分割)

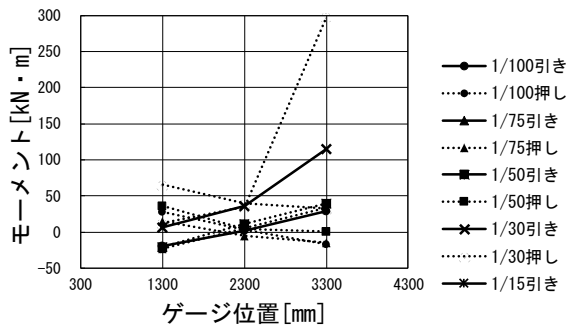


床軸力分布

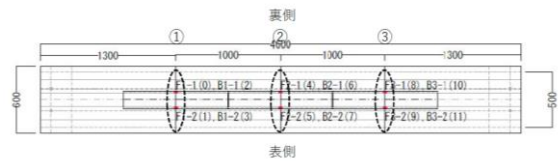


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.40 C15a (強軸・一体)

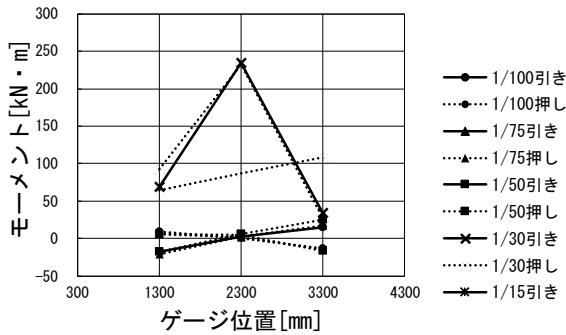


床軸力分布

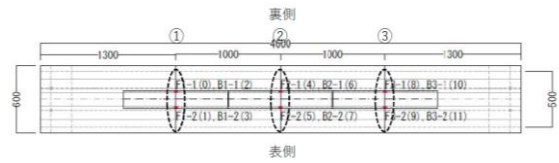


ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.41 C15b (弱軸・分割)



床軸力分布



ひずみゲージ配置

図 2.5.1.4.42 O15b (弱軸・分割)

(6) 床パネル面外曲げ実験

(a) 試験体概要

試験体製作前に壁パネルの面内方向と平行な床パネル 2 体について、曲げ試験により曲げ剛性を確認した。

床パネルは、表に示す幅 300mm、長さ 4600mm、厚さ 210mm の 5 層 7 プライからなる直交集成板 (異等級構成直交集成板 強度等級: Mx60-5-7 樹種: スギ) で、構面試験の試験体記号 (1) C09a 及び (4) C15a に用いる床パネルとなっている。

(b) 実験・計測方法

試験体詳細及び曲げ試験方法を図 2.5.1.4.43 に示す。曲げ試験は、JIS A 1414-2: 建築用パネルの性能試験方法—第 2 部: 力学特性に関する試験 5.3 曲げ試験に記載されている三等分点二線荷重とし、スパン $L=4200\text{mm}$ の三等分点二線荷重とし、中央モーメント一定区間は $L_2=1400\text{mm}$ ($L_1=L_2:L_1$ は支点—加力点間距離) とした。試験体厚さ $h=210\text{mm}$ に対し曲げスパン $L=4200\text{mm}$ で厚さのなっているため、厚さの 20 倍となっている。計測は、荷重と、パネル中央絶対変位 2 点、支点変位 (両側各 1 点)、モーメント一定区間の変位 (片側 1 点) 及び試験体中央上面及び下面の曲げスパン方向のひずみ 4 点とした。

曲げ試験実施状況を写真 2.5.1.4.13 に示す。

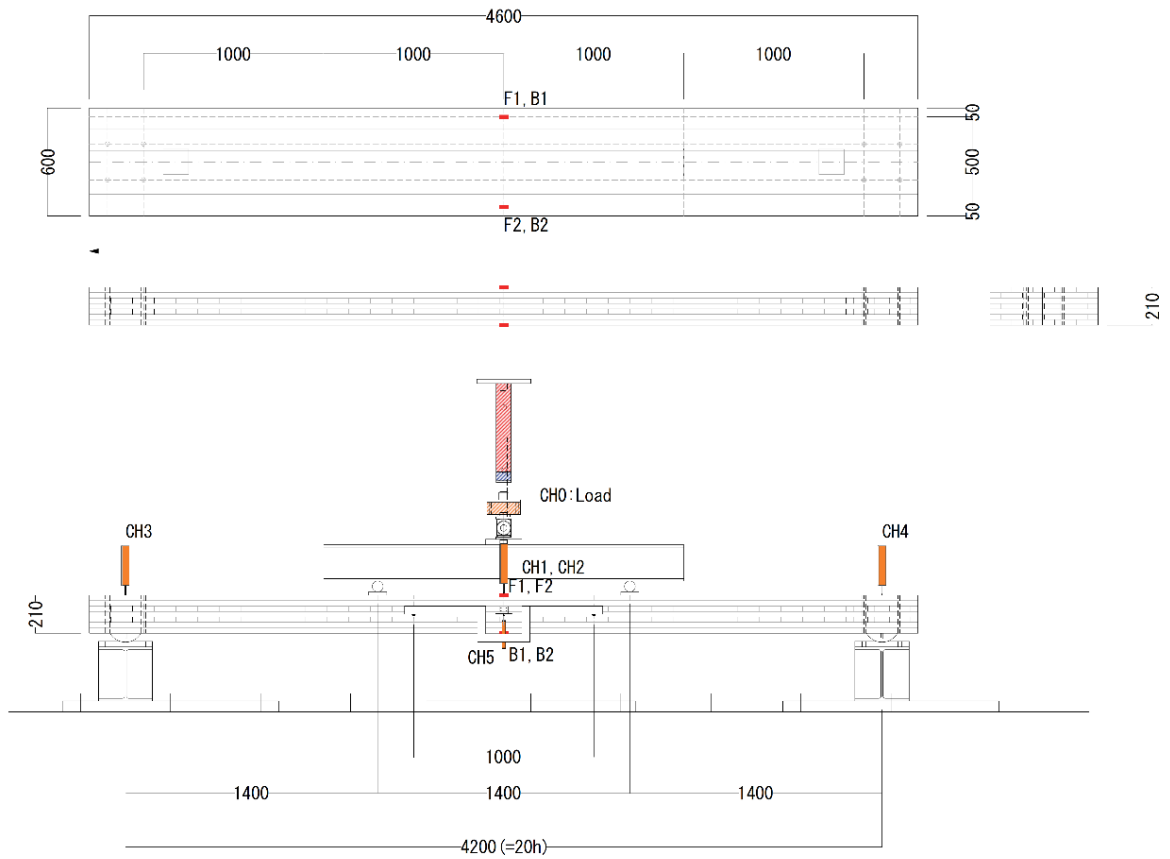


図 2. 5. 1. 4. 43 試験体図 詳細及び曲げ試験方法



写真 2. 5. 1. 4. 13 曲げ試験実施状況

加力は、日本農林規格 JAS 3079:2019 直交集成板 で示される Mx60-5-7 の曲げ強さ 12.2(N/mm²)より曲げ応力 12.2(N/mm²)となる荷重 P=38.4kN を(1)式で算出し、その約 1/2(=20kN)までとした。なお剛性の再現性を確認するため、20kN までの単調加力を 2 回繰り返した。

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{\frac{PL}{6}}{\frac{bh^2}{6}} = \frac{PL}{bh^2}$$

$$P = \sigma bh^2 \frac{L}{6} = \frac{\sigma bh^2 L}{6}$$

試験で得られた荷重－変位から、全たわみ δ_{global} を(2)式で算出し、全たわみ及びモーメント一定区間たわみ δ_{local} から曲げヤング係数を(3)式、(4)式で算出した。(3)式で $L_1=1400\text{mm}$ 、 $L_2=1000\text{mm}$ とした。)

$$\delta_{global} = \frac{CH1 + CH2}{2} - \frac{CH3 + CH4}{2}$$

$$E = \frac{23 \times L^3 \Delta P}{1296 \times I \Delta \delta_{global}}$$

$$E_{local} = \frac{L_1 \times L_2^2}{16 \times I} \times \frac{\Delta P}{\Delta \delta}$$

(c) 実験結果

曲げ試験結果を表 2.5.1.4.43 に、荷重－全たわみ曲線を図 2.5.1.4.44 に、荷重－モーメント一定区間たわみを図 2.5.1.4.45 に示す。

表 2.5.1.4.43 曲げ試験結果

	T90mm 構面試験用 床パネル	T150mm 構面試験用 床パネル
全たわみから算出した ヤング係数(N/mm ²)	7.55	7.52
M 一定たわみから算出した ヤング係数(N/mm ²)	8.13	8.43

備考 日本農林規格 JAS 3079:2019「直交集成板」における Mx60-5-7 曲げヤング係数:4.8(N/mm²)

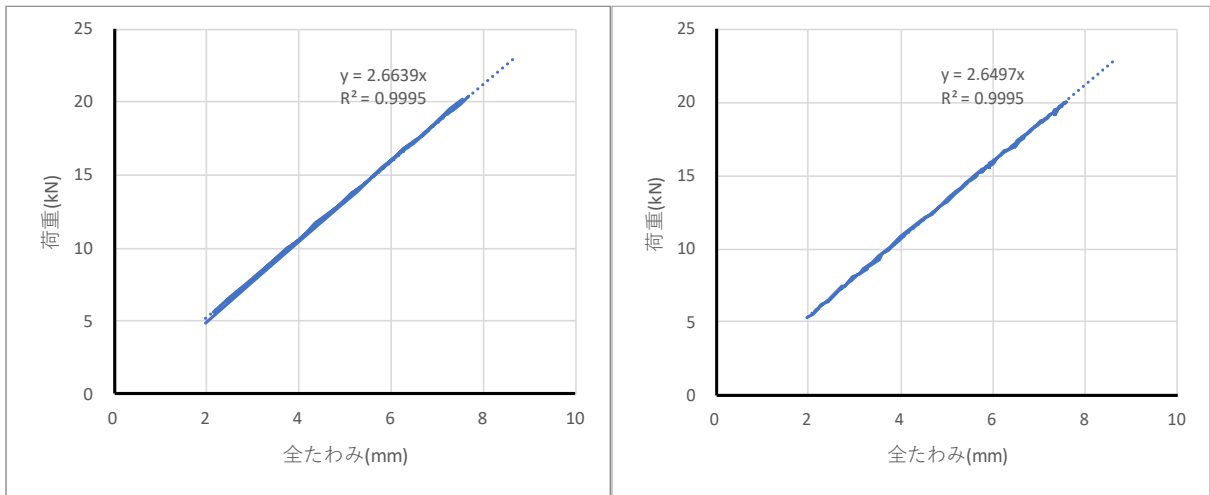


図 2.5.1.4.44 荷重—全たわみ (左 : C09a 構面用 右 : C15a 構面用)

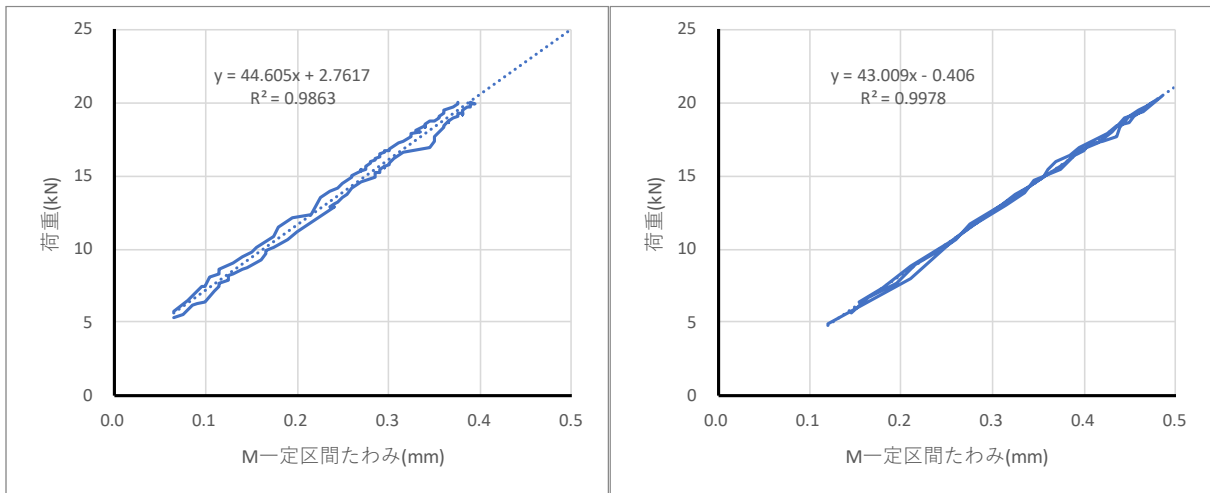


図 2.5.1.4.45 荷重—モーメント一定区間たわみ (左 : C09a 構面用 右 : C15a 構面用)

2.5.2 梁勝ち架構接合部要素実験

2.5.2.1 壁ドリフトピン接合部 引張・圧縮実験

- (1) 試験体仕様
- (2) 加力・計測方法
 - (a) 引張実験
 - (b) 圧縮実験
- (3) データ整理方法
- (4) 引張実験結果
 - (a) 荷重変形関係、特性値
 - (b) 破壊性状
- (5) 圧縮実験結果
 - (a) 荷重変形関係、特性値
 - (b) 破壊性状

2.5.2.2 壁端金物-床-梁接合部 引張・圧縮実験

- (1) 試験体仕様
- (2) 加力・計測方法
 - (a) 引張実験
 - (b) 圧縮実験
- (3) データ整理方法
- (4) 引張実験結果
 - (a) 荷重変形関係、特性値
 - (b) 破壊性状
- (5) 圧縮実験結果
 - (a) 荷重変形関係、特性値
 - (b) 破壊性状

2.5.2.3 壁端金物-梁接合部 引張実験

- (1) 試験体仕様
- (2) 加力・計測方法
- (3) データ整理方法
- (4) 実験結果
 - (a) 荷重変形関係、特性値
 - (b) 破壊性状

2.5.2.1 壁ドリフトピン接合部 引張・圧縮実験

(1) 試験体仕様

CLT 壁パネルの仕様を表 2.5.2.1.1 に、鋼板挿入壁端接合部の仕様を表 2.5.2.1.2 に、直径 20mm ドリフトピンの仕様を表 2.5.2.1.3 に示す。また引張試験の CLT 試験体図を図 2.5.2.1.1 に、圧縮試験の CLT 試験体図を図 2.5.2.1.2 及に、鋼板挿入壁端接合部金物の詳細図を図 2.5.2.1.3 に示す。なお試験体数は、引張試験 3 体、圧縮試験 3 体とした。

表 2.5.2.1.1 CLT 仕様

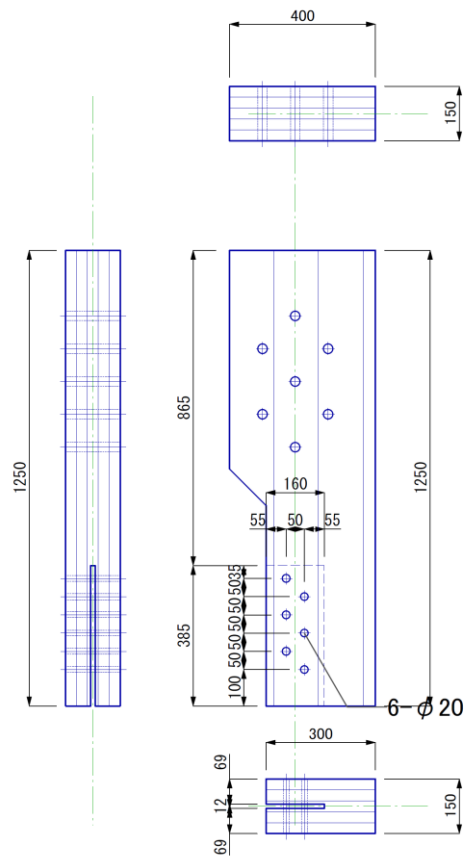
項目	仕様
CLT 壁パネル	日本農林規格 JAS 3079:2019 直交集成板 に規定する 同一等級構成直交集成板 強度等級:S90-5-5 厚さ(mm):150 樹種 :ヒノキ ラミナ厚(mm):30 ラミナ幅(mm):122 (CLT 切断時に端部ラミナ幅は 122mm 以下) 層構成:5 層 5 プライ 接着剤:水性高分子-イソシアネート系接着剤 ラミナ区分:機械等級区分機による B 種ラミナ 鋼板挿入部 スリット幅(mm):12 スリット深さ(mm):160 ドリフトピン穴径(mm):20

表 2.5.2.1.2 鋼板挿入壁端接合部の仕様

項目	仕様
鋼板挿入壁端 接合金物 (記号:K2-1)	<p>鋼板挿入部</p> <p>規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材(SS400)</p> <p>厚さ(mm):9</p> <p>幅(mm) :150</p> <p>ドリフトピン穴径(mm):21</p> <p>ドリフトピン穴配置:千鳥 間隔 50mm(縦横とも)</p> <p>端部ボックス金物上部下部 隅肉溶接(のど部 9mm)</p> <p>端部ボックス部上部及び下部プレート</p> <p>規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材(SS400)</p> <p>厚さ(mm):19</p> <p>寸法(mm):150×150</p> <p>スチフナ補強 厚さ 9mm</p> <p>下部プレート 4-D22mm 孔加工</p>

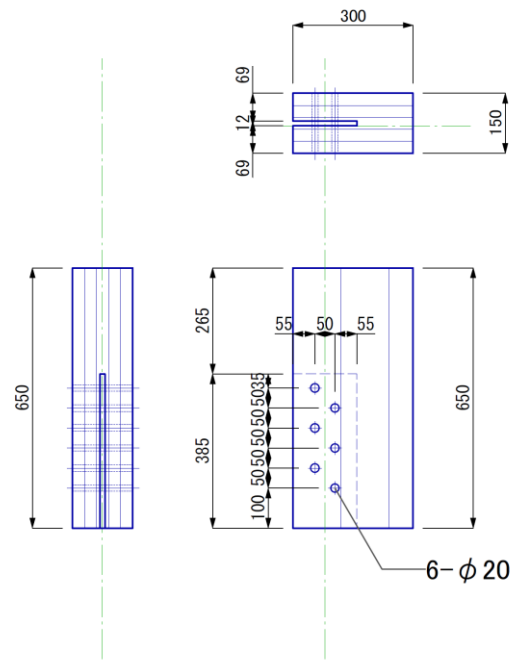
表 2.5.2.1.3 ドリフトピン仕様

項目	仕様
ドリフトピン	<p>規格:JIS G 3191</p> <p>熱間圧延棒鋼及びバーインコイルの形状, 寸法, 質量 及びその許容差</p> <p>材質:SS400</p> <p>直径(mm):20</p> <p>長さ(mm):150</p> <p>表面処理:電気亜鉛めっき JIS H 8610</p>



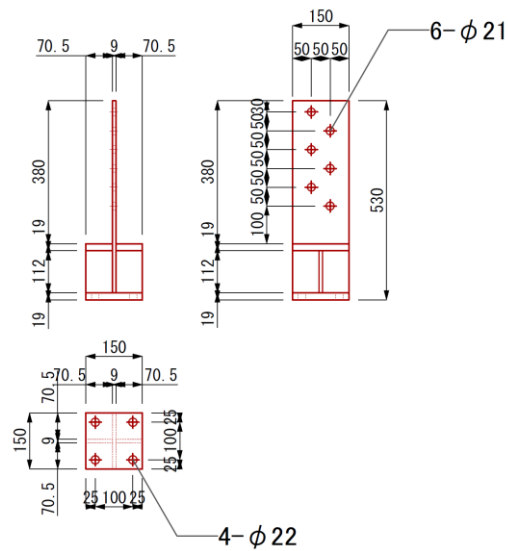
W2-1 (S90-5-5)

図 2.5.2.1.1 CLT 詳細図 (引張試験体)



W2-2 (S90-5-5)

図 2.5.2.1.2 CLT 詳細図 (圧縮試験体)



K2-1

図 2.5.2.1.3 鋼板挿入壁端接合金物詳細図

CLT の密度、含水率

CLT の密度は、試験終了後に接合金物を取り除き測定した CLT 質量を体積(ボルト孔スリット部除く)で除して算出した。含水率は高周波容量式木材水分計(HM-520(株)ケツト科学研究所)を用い、3カ所測定の平均値とした。

CLT の密度、含水率測定結果を表 2.5.2.1.4 に、質量測定状況の例を写真 2.5.2.1.1 に示す。

表 2.5.2.1.4 CLT の密度、含水率測定結果

試験体		密度(kg/m ³)	含水率(%)
引張試験体 S90-5-5 ヒノキ	1 体目	460	15.0
	2 体目	455	13.8
	3 体目	455	13.8
	平均	457	14.2
圧縮試験体 S90-5-5 ヒノキ	1 体目	453	14.8
	2 体目	455	14.7
	3 体目	459	14.2
	平均	456	14.6

備考:密度は試験体の実測質量を体積で除して算出した。

含水率は、高周波容量式木材水分計((株)ケツト科学研究所 HM-520)を用い、3 点測定 of 平均値とした。



写真 2.5.2.1.1 CLT 質量測定状況の例 (引張試験体)

(2) 加力・計測方法

(a) 引張実験

試験体つかみ部は、両面鋼板($t=12\text{mm}$)添え板 7-M24 ボルト(強度区分 10.9)接合部とし、この添え板鋼板を鋼材(厚さ 80mm、奥行 151mm、幅 320mm)に高力ボルト M24(F10T)を用い鋼板一枚当たり 4 本で緊結した。

鋼材中央部に 42mm 孔を開け、PC 鋼棒(異形棒鋼 ネジボン JIS G 3109 D32)を貫通させ反力フレームに設置したセンターホール型ジャッキにて、試験体接合部に引張力を単調加力で作用させた。

荷重は、センターホール型ジャッキ上部に 1000kN 荷重計(KCM-1MN(株)東京測器研究所)を挿入して引張力を測定した。

変位は鉛直方向とし、CLT に挿入した鋼板の上部の CLT 部鉛直変位(絶対変位 CH1,CH2)と鋼板挿入壁端接合金物の上部プレートと試験体固定フレームの鉛直方向変位(相対変位 CH3,CH4)及び壁パネル長さ方向の鋼板の上部の CLT 部鉛直変位(絶対変位 CH5,CH6)とした。

試験装置への試験体設置状況を図 2.5.2.1.4 に示す。

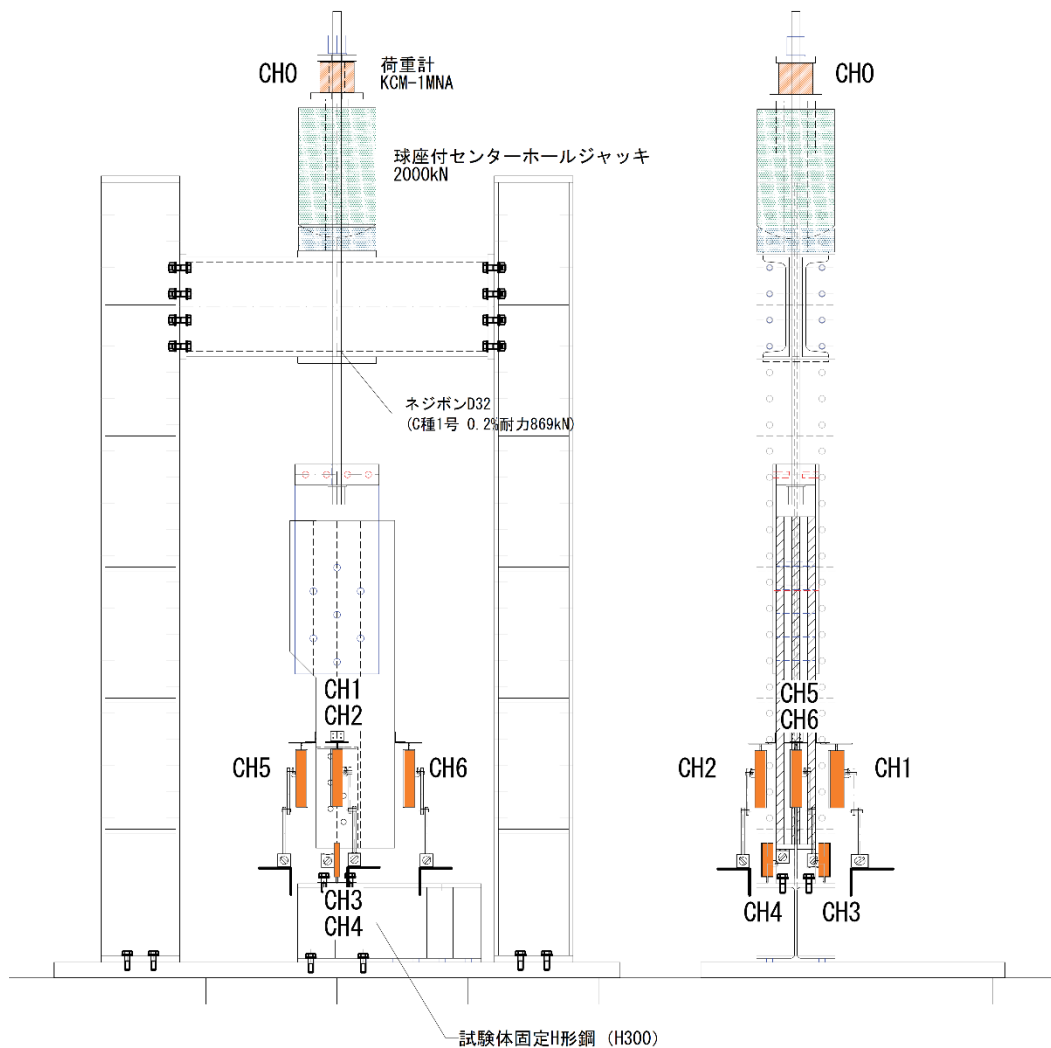


図 2.5.2.1.4 引張試験 試験装置への試験体設置

(b) 圧縮試験

試験体圧縮部に鋼板(150×300mm 厚さ 19mm)を設置し、直径 150mm 球座をドリフトピン接合部上部に配置し、球座を 1000kN 油圧ジャッキを用いて単調加力で加圧した。荷重は油圧ジャッキに取り付けた荷重計(KCE-1MN(株)東京測器研究所)で測定した。

変位は鉛直方向とし、CLTに挿入した鋼板の上部の CLT 部鉛直変位(CH1、CH2 絶対変位)と鋼板挿入壁端接合金物の上部プレートと試験体固定フレームの鉛直方向変位(CH3、CH4 相対変位)及び CLTに挿入した鋼板の上部の CLT 部鉛直変位(壁長さ方向 CH5、CH6 相対変位)とした。

試験装置への試験体設置状況を図 2.5.2.1.5 に示す。引張試験実施状況を写真 2.5.2.1.2、圧縮試験実施状況を写真 2.5.2.1.3 に示す。

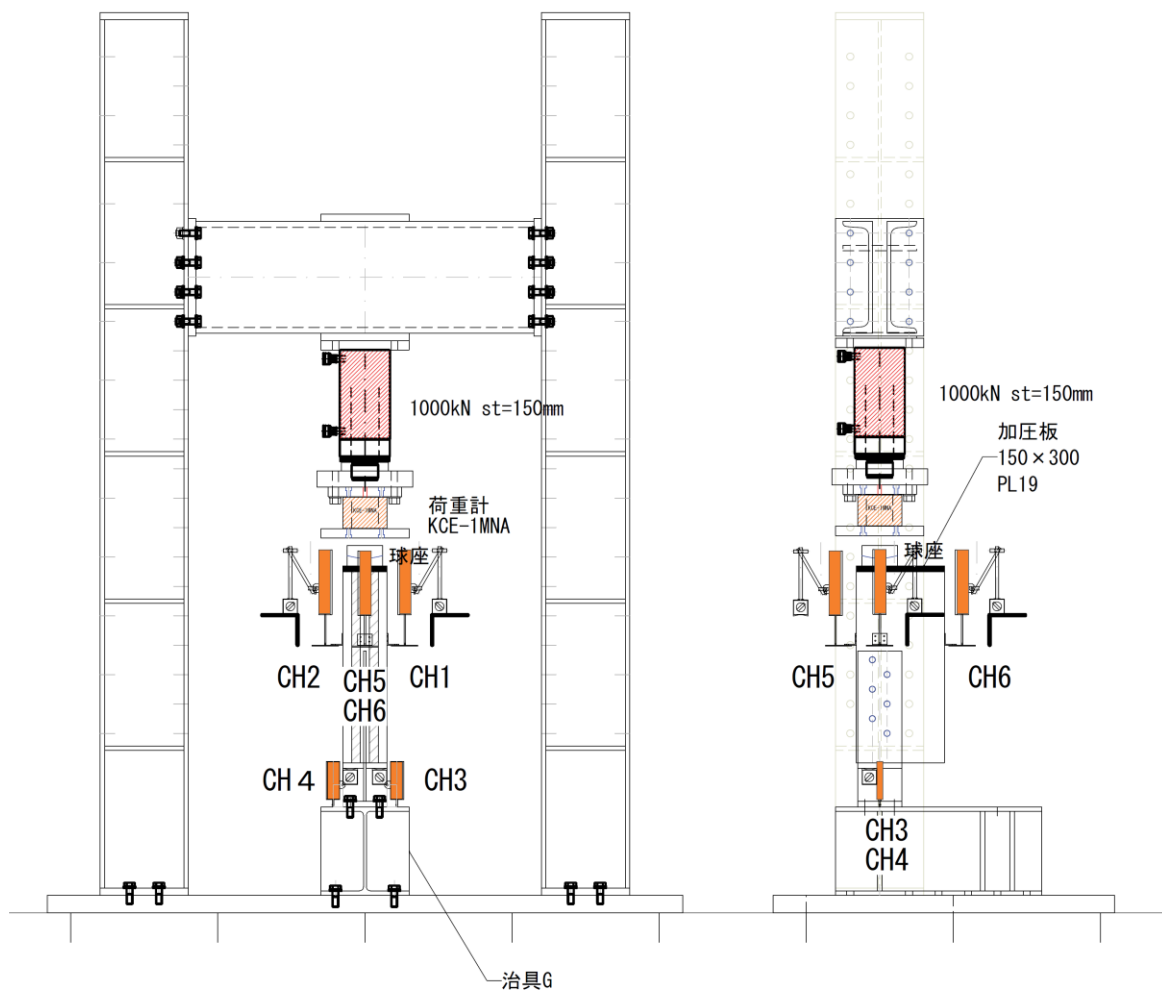


図 2.5.2.1.5 圧縮試験 試験装置への試験体設置



写真 2.5.2.1.2 引張試験状況



写真 2.5.2.1.3 圧縮試験状況

引張実験及び圧縮実験の鉛直変位 δ は、鋼板挿入ドリフトピン接合壁端金物上部の両側鉛直変位 CH1 と CH2 の平均とし下式で算出した。荷重は荷重計での計測値とした。荷重及び変位はデータロガー (TDS-302 (株) 東京測器研究所) を介してパーソナルコンピュータに記録した。(静的計測ソフトウェア TDS-7130v2 (株) 東京測器研究所)

$$\delta = \frac{CH1 + CH2}{2}$$

(3) データ整理方法

実験で得られた荷重-変位曲線の包絡線から、降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K 、終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ 、最大荷重 P_{max} 、最大荷重時変位 δP_{max} 及び特定変形角時の耐力を求めた。圧縮試験は、接合具曲げ降伏型の変形を示さないことから、特定変位時耐力、最大耐力及び最大耐力時変位とした。また接合部剛性は、最大耐力の 10%と 40%の荷重、変位から算出した。

降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K は

- (1)最大荷重を P_{max} 、最大荷重時の変位を δP_{max} とする。
- (2)包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結び、第 1 直線とする。
- (3)包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結び、第 2 直線とする。
- (4)包絡線に接するまで第 2 直線を平行移動し、これを第 3 直線とする。
- (5)第 1 直線と第 3 直線の交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行な直線を第 4 直線とする。
- (6)第 4 直線と包絡線の交点を降伏変位 D_y とする。
- (7)原点と降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y を結ぶ直線を第 5 直線とし、傾きを剛性 K とする。

終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ は

- (1)最大荷重後耐力低下域での $0.8P_{max}$ 時の変位を終局変位 D_u とする。
- (2)包絡線と X 軸及び $X=D_u$ で囲まれた面積を S とする。
- (3)第 5 直線、 $X=D_u$ の直線、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、X 軸に平行に第 6 直線を引く。
- (4)第 5 直線と第 6 直線の交点の荷重を、完全弾塑性モデルの終局耐力 P_u とし、そのときの変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 $D_{y'}$ とする。
- (5)塑性率 μ は、 $D_u/D_{y'}$ とする。

上記特性値の算出方法を図 2.5.2.1.6 に示す。

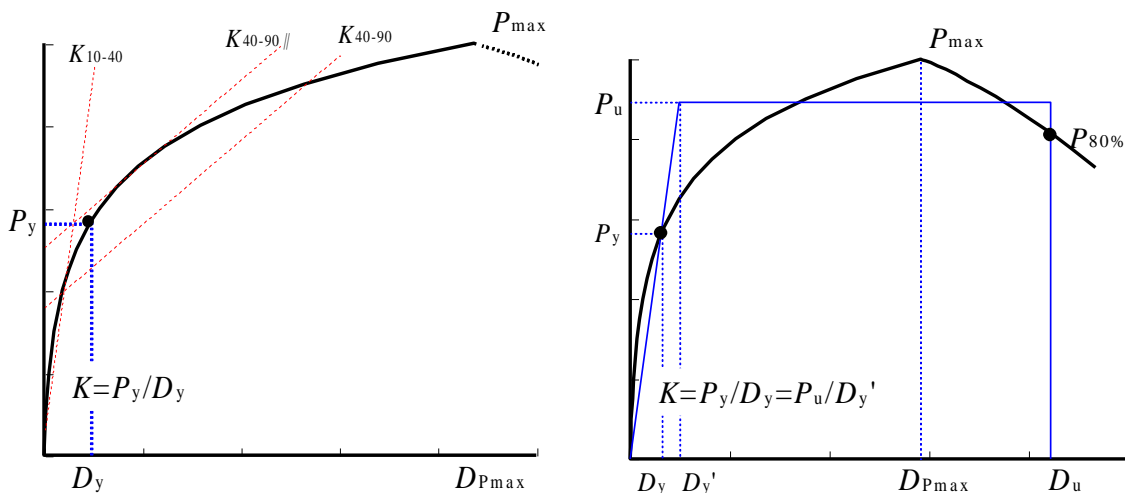


図 2.5.2.1.6 完全弾塑性モデルによる降伏耐力 P_y 及び終局耐力 P_u の算出方法

(4) 引張実験結果

(a) 荷重変形関係、特性値

引張試験結果を表 2.5.2.1.5 及び表 2.5.2.1.6 に、荷重－変位曲線を図 2.5.2.1.7 に示す。

表 2.5.2.1.5 引張試験結果

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	標準偏差	5%下限値
1.0mm 耐力(kN)	44.8	87.0	99.2	77.0	28.5	-13.0
2.0mm 耐力(kN)	161.4	197.7	209.3	189.5	25.0	110.7
5.0mm 耐力(kN)	291.5	306.7		299.1	10.7	265.3
2/3 Pmax(kN)	194.9	213.6	179.1	195.9	17.2	141.5
最大耐力 Pmax(kN)	292.3	320.3	268.7	293.8	25.9	212.3
最大耐力時変位 (mm)	7.20	8.32	3.23	6.25	2.67	----
降伏耐力 Py(kN)	173.9	195.2	195.6	188.2	12.4	149.1
降伏変位 Dy(mm)	2.12	1.98	1.82	1.97	0.15	----
剛性 K (kN/mm)	81.9	98.8	107.6	96.1	13.1	----
終局耐力 Pu(kN)	278.3	304.0	248.7	277.0	27.7	189.7
終局変位 Du(mm)	7.91	8.32	3.23	6.48	2.83	----

備考 変位は、CH1 と CH2 で測定した平均値とした。

剛性 K(kN/mm)は、降伏耐力(kN)を降伏変位 Dy(mm)で除して算出した。

5%下限値は、(5%下限値)=(平均値)－3.152×(標準偏差)で算出した。

表 2.5.2.1.6 引張試験特性値

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
Pmax	292.3	320.3	268.7	293.8	21.12	0.072	0.773	227.21
D(Pmax)	7.2	8.3	3.2	6.3	2.18	0.349		
D(0.1Pmax)	0.8	0.5	0.4	0.6	0.19	0.318		
D(0.4Pmax1)	1.6	1.3	1.1	1.3	0.22	0.164		
D(0.4Pmax2)	1.6	1.3	1.1	1.3	0.22	0.164		
D(0.9Pmax)	3.4	3.6	2.4	3.1	0.51	0.163		
曲線に接する点 P	0.7	234.0	194.7	143.1	101.99	0.713		
曲線に接する点 D	0.0	2.4	1.8	1.4	1.03	0.730		
二直線の交点 Py	177.9	198.8	194.3	190.3	8.97	0.047	0.851	162.06
二直線の交点 D(Py)	2.1	1.9	1.8	1.9	0.14	0.071		
曲線上の点 δy	2.2	2.0	1.8	2.0	0.15	0.078		
D(0.8Pmax):δu	7.2	8.3	3.2	6.3	2.18	0.349		
初期剛性 K	82.1	98.6	108.5	96.4	10.90	0.113		
Pu	275.1	301.8	235.8	270.9	27.11	0.100	0.685	185.43
D(Pu):δv	3.3	3.1	2.2	2.9	0.50	0.175		
μ=δu/δv	2.1	2.7	1.5	2.1	0.50	0.237		
Ds=1/sqrt(2μ-1)	0.6	0.5	0.7	0.6	0.10	0.171		

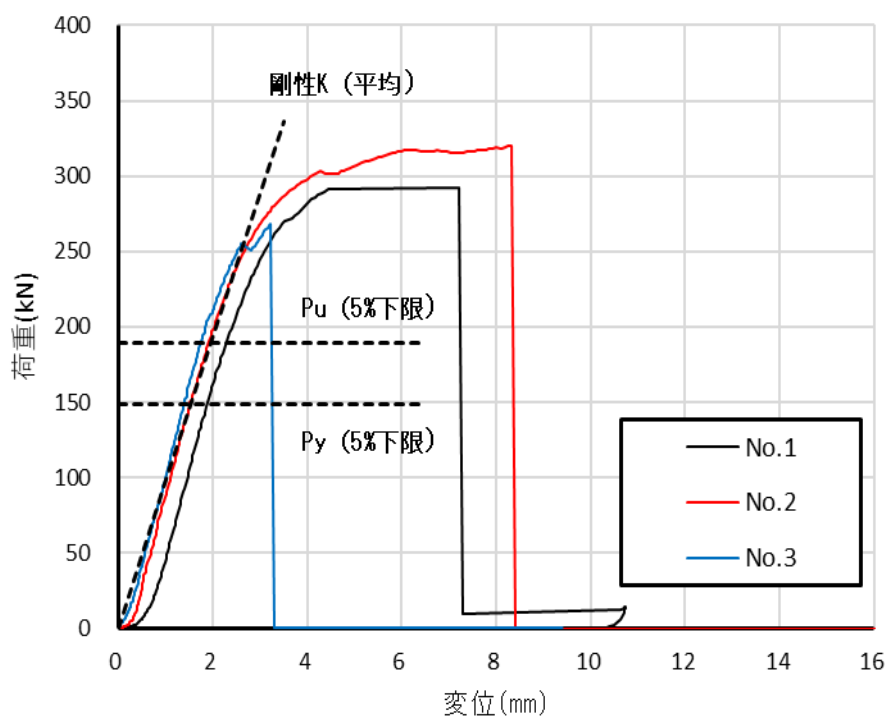


図 2.5.2.1.7 荷重-変位曲線

(b) 破壊性状

破壊性状を表 2.5.2.1.7 及び写真 2.5.2.1.4～写真 2.5.2.1.6 に示す。

表 2.5.2.1.7 破壊状況

試験体	破壊状況
1 体目	ドリフトピン最上部 CLT ラミナ引張破壊 鋼板-ドリフトピン接合部の鋼板支圧変形(下側) ドリフトピンの微かな曲げ
2 体目	ドリフトピン最上部 CLT ラミナ引張破壊 ドリフトピン列木部のせん断破壊 鋼板-ドリフトピン接合部の鋼板支圧変形(下側) ドリフトピンの微かな曲げ
3 体目	ドリフトピン最上部 CLT ラミナ引張破壊 ドリフトピン列木部のせん断破壊 ドリフトピンの微かな曲げ



試験前



ラミナ引張破壊



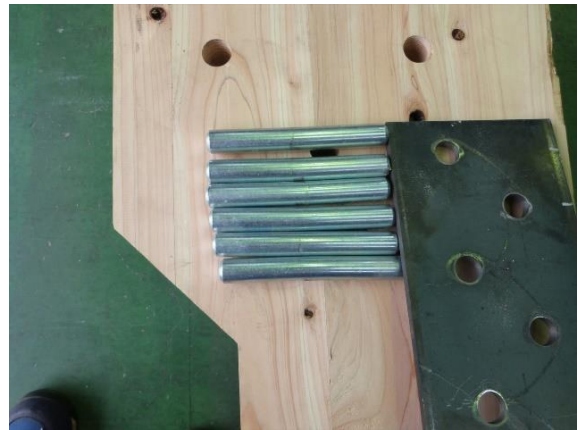
ラミナ引張破壊



破壊状況



鋼板孔部 支圧変形



ドリフトピン 状況

写真 2.5.2.1.4 引張試験状況 (1 体目)



ラミナ引張破壊



ラミナせん断破壊



ドリフトピンの曲げ変形及び木部せん断破壊



木部せん断破壊



鋼板孔部 支圧変形



鋼板孔部 支圧変形

写真 2.5.2.1.5 引張試験状況 (2 体目)



試験前



ラミナ引張破壊



木部せん断破壊



木部せん断破壊



ドリフトピン 状況



鋼板孔部 状況

写真 2.5.2.1.6 引張試験状況 (3 体目)

(5) 圧縮実験結果

(a) 荷重変形関係、特性値

圧縮試験結果を表 2.5.2.1.8 及び表 2.5.2.1.9 に、荷重－変位曲線を図 2.5.2.1.8 に示す。

表 2.5.2.1.8 圧縮試験結果

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値
0.5mm 耐力(kN)	33.8	36.6	38.8	36.4
1.0mm 耐力(kN)	99.4	128.7	112.4	113.5
2.0mm 耐力(kN)	361.9	372.2	340.9	358.3
5.0mm 耐力(kN)	----	654.4	662.7	----
2/3 Pmax(kN)	438.6	447.4	448.7	444.9
最大耐力 Pmax(kN)	658.0	671.0	673.0	667.3
最大耐力時変位(mm)	4.64	4.30	5.91	4.95
10% Pmax 時変位(mm)	0.78	0.69	0.72	0.73
40% Pmax 時変位(mm)	1.62	1.60	1.72	1.65
90% Pmax 時変位(mm)	3.44	3.16	3.59	3.40
剛性 K(kN/mm)	234.4	220.7	201.7	219.0
Y 切片(kN)	-117.5	-85.2	-78.5	-93.8

備考 変位は、CH1 と CH2 で測定した平均値とした。

剛性 K は、最大耐力の 10%及び 40%時の耐力及び変位から算出した。

Y 切片は、 $Y=KX+b$ の b の値とした。

表 2.5.2.1.9 圧縮試験特性値

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	標本標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5%下限値
Pmax	657.9	671.0	673.0	667.3	6.68	0.010	0.968	646.27
D(Pmax)	4.6	4.2	5.9	4.9	0.69	0.141		
D(0.1Pmax)	0.8	0.7	0.7	0.7	0.04	0.049		
D(0.4Pmax1)	1.6	1.6	1.7	1.7	0.05	0.031		
D(0.4Pmax2)	1.6	1.6	1.7	1.7	0.05	0.031		
D(0.9Pmax)	3.4	3.2	3.6	3.4	0.18	0.052		
曲線に接する点 P	457.4	0.0	507.7	321.7	228.41	0.710		
曲線に接する点 D	2.4	0.0	2.7	1.7	1.21	0.712		
二直線の交点 Py	528.0	3169.9	804.9	1500.9	1185.55	0.790	-1.490	-2235.90
二直線の交点 D(Py)	2.8	14.7	4.4	7.3	5.29	0.726		
曲線上の点 δy	2.9	3.2	3.6	3.2	0.29	0.091		
D(0.8Pmax): δu	4.9	6.4	7.4	6.2	1.03	0.166		
初期剛性 K	183.2	191.2	168.8	181.1	9.27	0.051		
Pu	575.5	613.2	650.5	613.0	30.63	0.050	0.843	516.50
D(Pu): δv	3.1	3.2	3.9	3.4	0.32	0.095		
$\mu=\delta u/\delta v$	1.5	2.0	1.9	1.8	0.20	0.108		
Ds=1/sqrt(2 μ -1)	0.7	0.6	0.6	0.6	0.05	0.081		

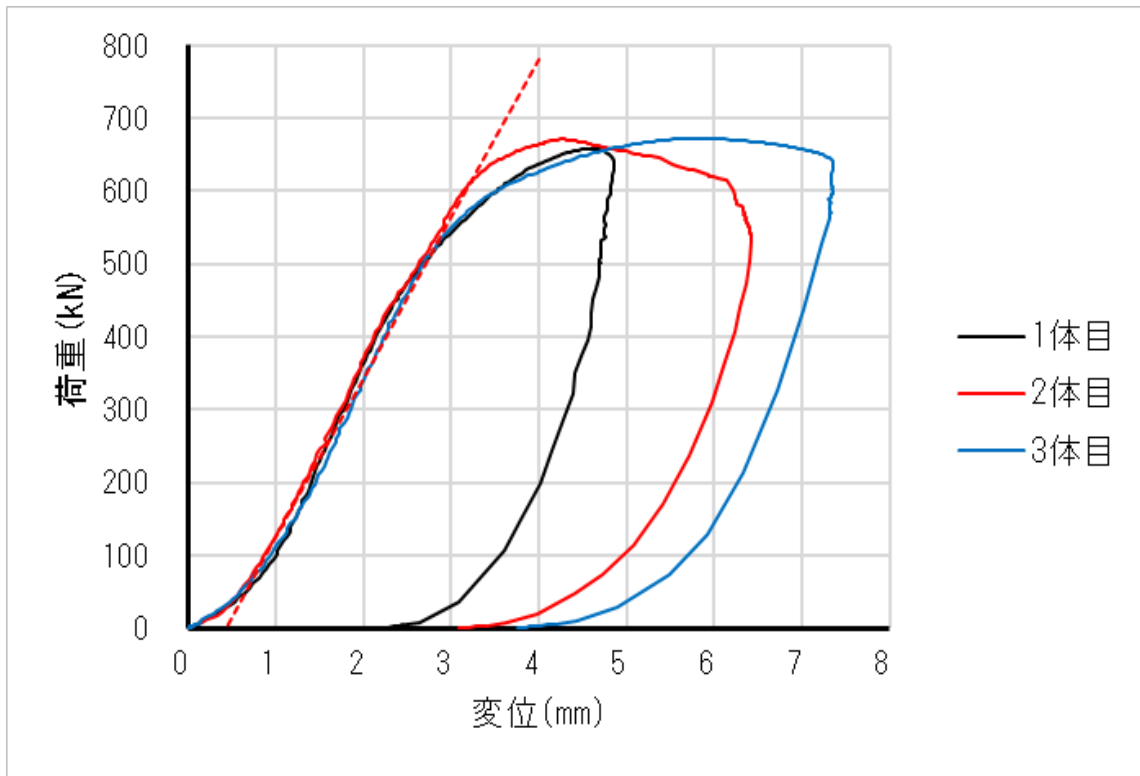


図 2.5.2.1.8 荷重－変位曲線

(b) 破壊性状

破壊性状を表 2.5.2.1.10 及び写真 2.5.2.1.7～写真 2.5.2.1.9 に示す。

表 2.5.2.1.10 破壊状況

試験体	破壊状況
1 体目	ドリフトピン最上部 CLT の繊維方向ラミナ圧縮破壊 加力点 CLT の繊維方向ラミナ圧縮破壊
2 体目	ドリフトピン最上部 CLT の繊維方向ラミナ圧縮破壊 加力点 CLT の繊維方向ラミナ圧縮破壊
3 体目	ドリフトピン最上部 CLT の繊維方向ラミナ圧縮破壊 加力点 CLT の繊維方向ラミナ圧縮破壊



試験前



加力点圧縮破壊



加力点圧縮破壊



ドリフトピン最上部 圧縮破壊



ドリフトピン最上部 圧縮破壊

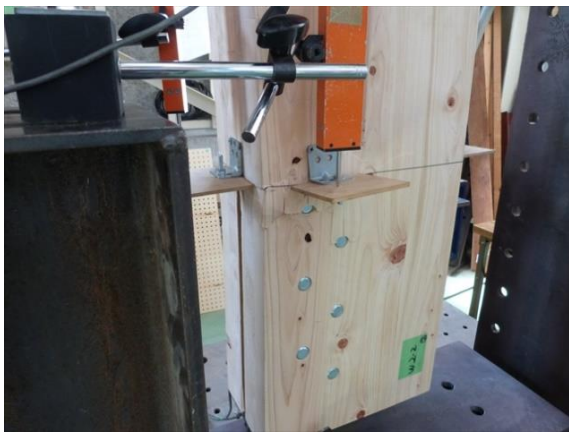
写真 2.5.2.1.7 圧縮試験状況 (1 体目)



試験前



試験終了時



ドリフトピン最上部 圧縮破壊



ドリフトピン最上部 圧縮破壊

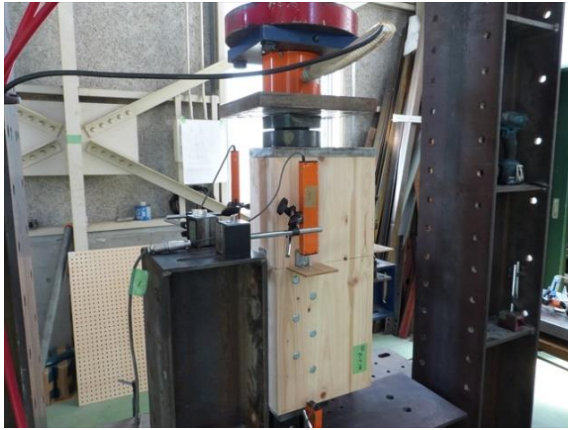


ドリフトピン最上部 圧縮破壊



ドリフトピン最上部 圧縮破壊

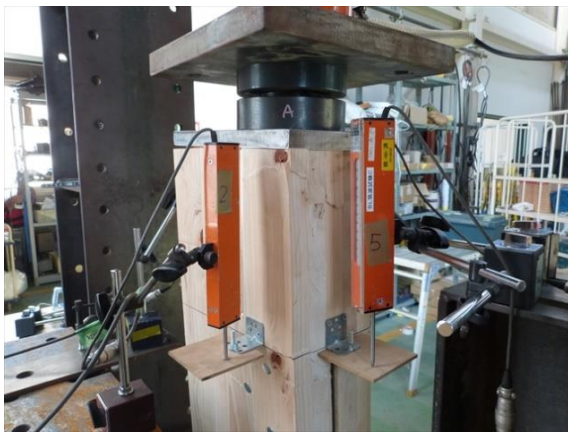
写真 2.5.2.1.8 圧縮試験状況 (2 体目)



試験前



ドリフトピン最上部 圧縮破壊



加力点部 圧縮破壊



ドリフトピン最上部 圧縮破壊



ドリフトピン最上部 圧縮破壊



加力点部 状況

写真 2.5.2.1.9 圧縮試験状況 (3 体目)

2.5.2.2 壁端金物一床一梁接合部 引張・圧縮実験

(1) 試験体仕様

CLT 床の仕様を表 2.5.2.2.1 に、壁端接合金物の仕様を表 2.5.2.2.2 に、梁接合金物の仕様を表 2.5.2.2.3 に示す。また壁端接合金物と梁接合金物を緊結するボルトの仕様及び圧縮試験における補強丸鋼仕様を表 2.5.2.2.4 に示す。引張試験及び圧縮試験の試験体図を図 2.5.2.2.1 に、CLT 床加工図及び金物図を図 2.5.2.2.2 に示す。なお試験体数は、引張試験 3 体、圧縮試験 3 体とした。圧縮試験体組立状況を写真 2.5.2.2.1 に示す。）

表 2.5.2.2.1 CLT 床の仕様

項目	仕様
CLT	日本農林規格 JAS 3079:2019 直交集成板 に規定する 異等級構成直交集成板 強度等級:Mx60-5-7 厚さ(mm):210 樹種 :スギ ラミナ厚(mm):30 ラミナ幅(mm):122 層構成:5層7プライ 接着剤:水性高分子・イソシアネート系接着剤 ラミナ区分:機械等級区分機による A 種ラミナ

表 2.5.2.2.2 壁端接合金物の仕様

項目	仕様
壁端接合金物 (記号:K2-2)	上部及び下部プレート 規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材(SS400) 厚さ(mm):19 寸法(mm):150×150 スチフナ補強 厚さ9mm 上部プレート 4-D22mm 孔加工(試験装置固定側) 下部プレート 4-D17mm 孔加工

表 2.5.2.2.3 梁接合金物の仕様

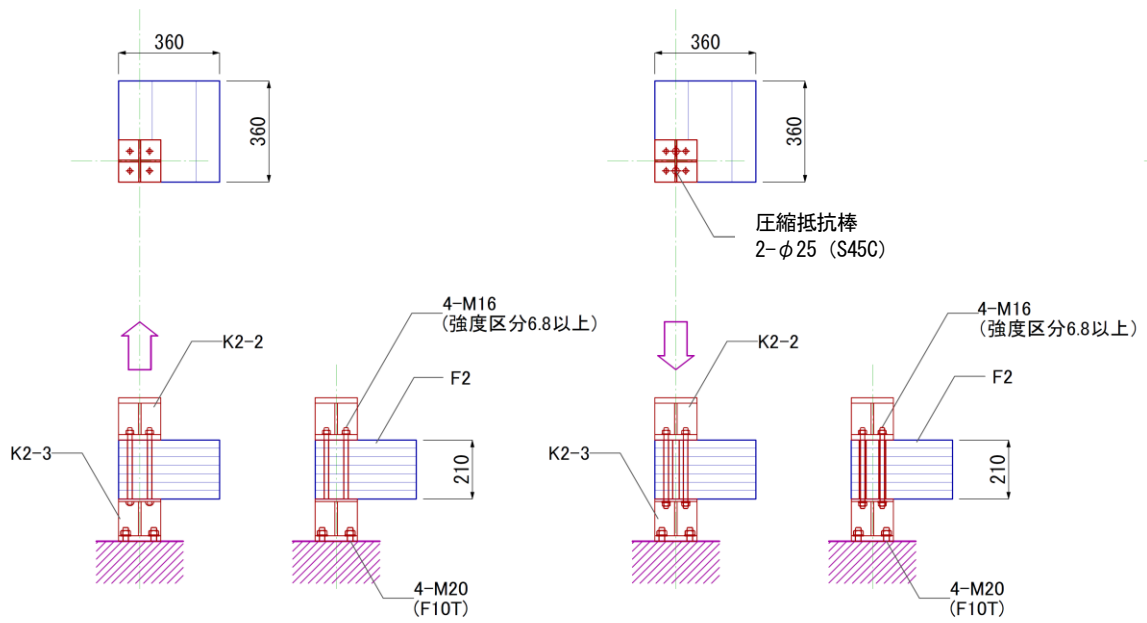
項目	仕様
壁端接合金物 (記号:K2-2)	上部及び下部プレート 規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材(SS400) 厚さ(mm):上部プレート9 下部プレート19 寸法(mm):150×150 スチフナ補強 厚さ9mm 上部プレート 4-D17mm 孔加工 下部プレート 4-D22mm 孔加工(試験装置固定側)

表 2.5.2.2.4 壁端接合金物と梁接合金物を緊結するボルト仕様 及び 圧縮試験における補強丸鋼仕様

項目	仕様
壁端接合金物と梁接合金物を緊結するボルト仕様	両ネジボルト M16 及びナット、ワッシャー 規格:JIS B 1180 六角ボルト相当 強度区分:6.8 以上(強度区分特定できず) 呼び径:16 長さ(mm):250(全ネジボルト)
圧縮試験における 圧縮抵抗棒	丸鋼 丸鋼 規格:JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材 S45C 寸法(mm):直径 25 長さ 210



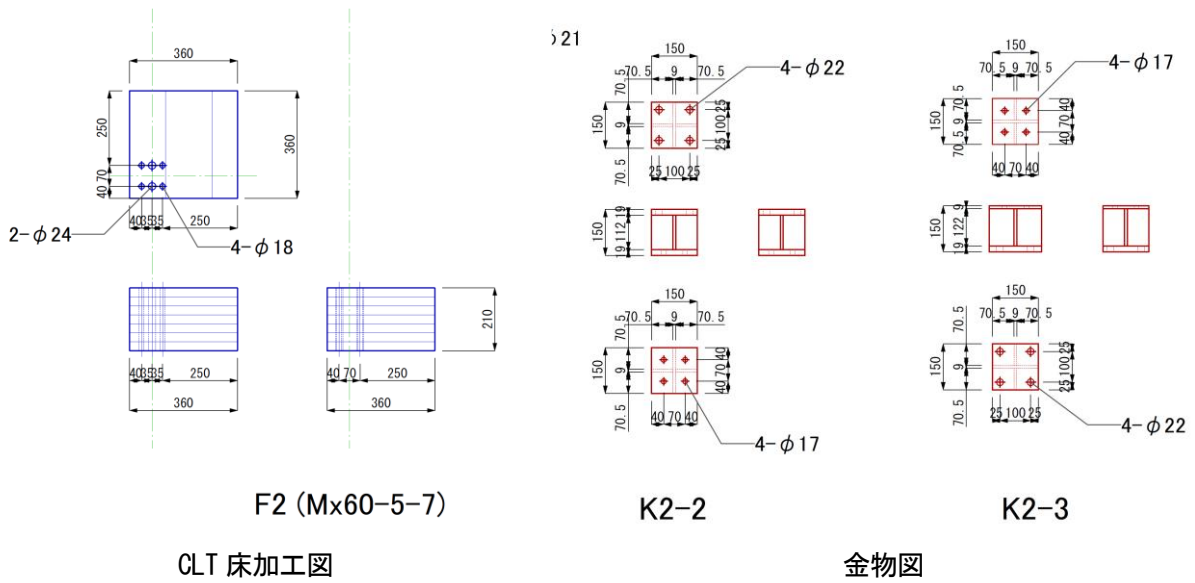
写真 2.5.2.2.1 試験体組立状況 (圧縮試験体)



実験2-3
壁端金物-床-梁接合部 引張実験

実験2-4
壁端金物-床-梁接合部 圧縮実験

図 2.5.2.2.1 引張試験及び圧縮試験 試験体図



CLT 床加工図

金物図

図 2.5.2.2.2 CLT 床加工図及び金物図

CLTの密度、含水率

CLTの密度、含水率測定結果を表 2.5.2.2.5 に示す。

表 2.5.2.2.5 CLTの密度、含水率測定結果

試験体		密度(kg/m ³)	含水率(%)
引張試験体 Mx60-5-7 スギ	1 体目	428	14.8
	2 体目	423	16.5
	3 体目	428	14.3
	平均	426	15.2
圧縮試験体 Mx60-5-7 スギ	1 体目	453	16.5
	2 体目	427	15.3
	3 体目	425	13.3
	平均	435	15.0

備考:密度は試験体の実測質量を体積で除して算出した。

含水率は、高周波容量式木材水分計((株)ケット科学研究所 HM-520)を用い、3点測定の平均値とした。

(2) 加力・計測方法

(a) 引張実験

梁接合金物を基礎フレームに 4-M20 ボルト (F10T) で緊結し、壁端接合金物上部を引張治具 (PL 32mm) と 4-M20 ボルト (強度区分 10.9 首下 220mm) で接続し、引張治具中央部に 42mm 孔を開け、PC 鋼棒 (異形棒鋼 ネジボン JIS G 3109 D32) を貫通させ反力フレームに設置したセンターホール型ジャッキにて、試験体接合部に引張力を単調加力で作用させた。

荷重は、センターホール型ジャッキ上部に 1000kN 荷重計 (KCM-1MN (株) 東京測器研究所) を挿入して引張力を測定した。変位は壁端接合金物と基礎フレーム間相対変位 2 点 (CH1、CH2) と、梁接合金物と基礎フレームの相対変位 2 点 (CH3、CH4) とした。試験装置への試験体設置状況を図 2.5.2.2.3 に示す。

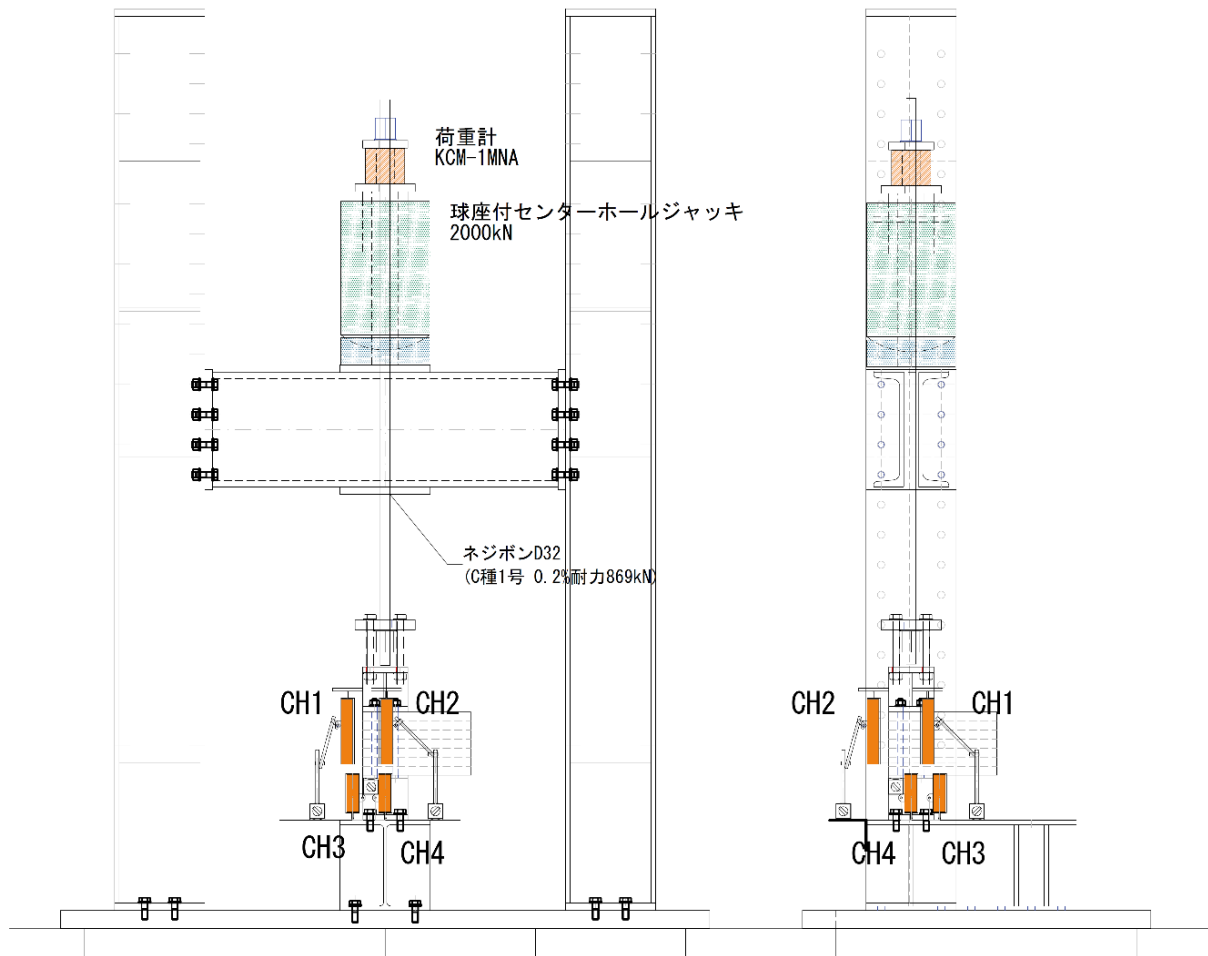


図 2.5.2.2.3 試験装置への試験体設置状況 (引張試験)

(b) 圧縮実験

梁接合金物を基礎フレームに 4-M20 ボルト (F10T) で緊結し、壁端接合金物上部に球座を設置し、油圧ジャッキにより試験体に圧縮力を単調加力で作用させた。

荷重は、ジャッキ先端に設置した 1000kN 荷重計 (KCM-1MN (株) 東京測器研究所) で測定した。変位は壁端接合金物と CLT 床パネル間相対変位 2 点 (CH1、CH2) と、CLT と基礎フレームの相対変位 2 点 (CH3、CH4) 及び壁端接合金物と基礎フレーム相対変位 2 点 (CH5、CH6) とした。試験装置への試験体設置状況を 図 2.5.2.2.4 に示す。

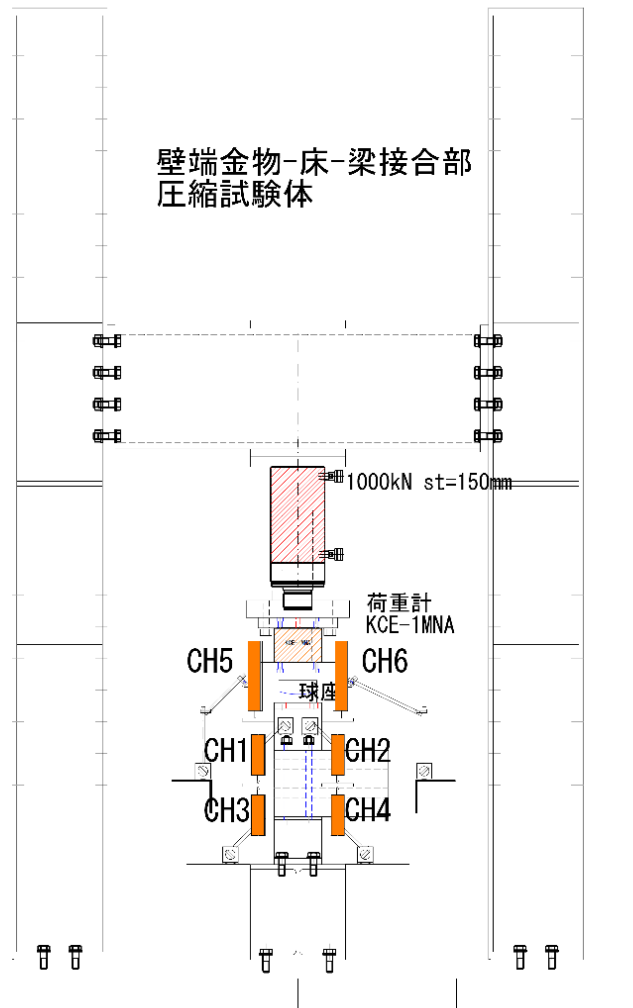


図 2.5.2.2.4 試験装置への試験体設置状況 (圧縮試験)

引張実験及び圧縮実験の鉛直変位 δ は、壁端金物上部と基礎フレームの相対変位(引張試験はCH1、CH2、圧縮試験はCH5、CH6)の平均とし下式で算出した。荷重は荷重計での計測値とした。荷重及び変位はデータロガー(TDS-302(株)東京測器研究所)を介してパーソナルコンピュータに記録した。(静的計測ソフトウェアTDS-7130v2(株)東京測器研究所)

$$\delta_{\text{tension}} = \frac{CH1 + CH2}{2}$$

$$\delta_{\text{compression}} = \frac{CH5 + CH6}{2}$$

データ処理は、特定変位時耐力、最大耐力及び最大耐力時変位とした。また接合部剛性は、最大耐力の10%と40%の荷重、変位から算出した。引張試験実施状況及び圧縮試験状況を写真2.5.2.2.2に示す。



引張試験状況



圧縮試験状況

写真 2.5.2.2.2 引張試験状況及び圧縮試験状況

(3) データ整理方法

実験で得られた荷重-変位曲線の包絡線から、降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K 、終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ 、最大荷重 P_{max} 、最大荷重時変位 δP_{max} 及び特定変形角時の耐力を求めた。

圧縮試験は、接合具曲げ降伏型の変形を示さないことから、特定変位時耐力、最大耐力及び最大耐力時変位とした。また接合部剛性は、最大耐力の 10%と 40%の荷重、変位から算出した。

降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K は

- (1)最大荷重を P_{max} 、最大荷重時の変位を δP_{max} とする。
- (2)包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結び、第 1 直線とする。
- (3)包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結び、第 2 直線とする。
- (4)包絡線に接するまで第 2 直線を平行移動し、これを第 3 直線とする。
- (5)第 1 直線と第 3 直線の交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行な直線を第 4 直線とする。
- (6)第 4 直線と包絡線の交点を降伏変位 D_y とする。
- (7)原点と降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y を結ぶ直線を第 5 直線とし、傾きを剛性 K とする。

終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ は

- (1)最大荷重後耐力低下域での $0.8P_{max}$ 時の変位を終局変位 D_u とする。
- (2)包絡線と X 軸及び $X=D_u$ で囲まれた面積を S とする。
- (3)第 5 直線、 $X=D_u$ の直線、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、X 軸に平行に第 6 直線を引く。
- (4)第 5 直線と第 6 直線の交点の荷重を、完全弾塑性モデルの終局耐力 P_u とし、そのときの変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 D_v とする。
- (5)塑性率 μ は、 D_u/D_v とする。

上記特性値の算出方法を図 2.5.2.2.5 に示す。

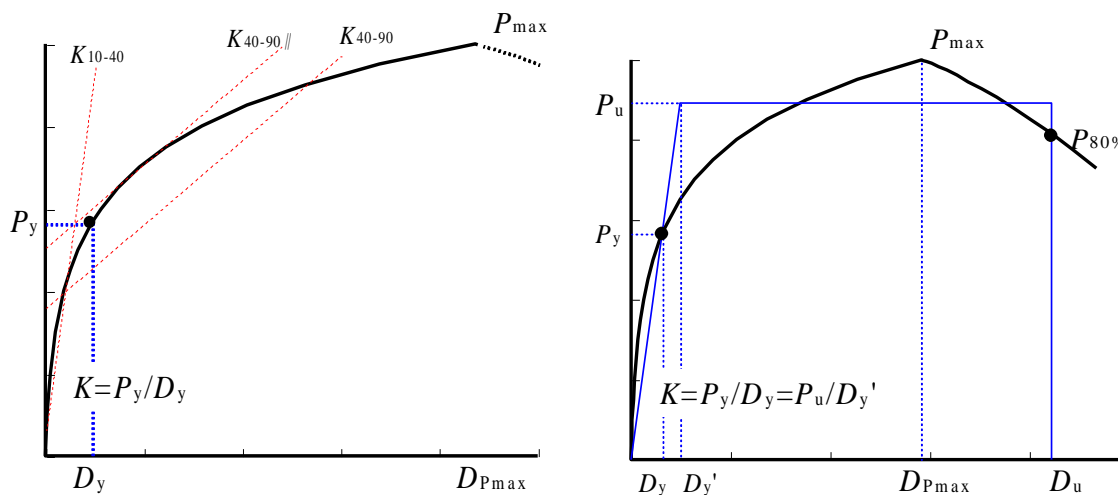


図 2.5.2.2.5 完全弾塑性モデルによる降伏耐力 P_y 及び終局耐力 P_u の算出方法

(4) 引張実験結果

(a) 荷重変形関係、特性値

引張試験結果を表 2.5.2.2.6 及び表 2.5.2.2.7 に、荷重－変位曲線を図 2.5.2.2.6 に示す。なお本試験は M16 全ネジボルト 4 本の引張試験と考え、ボルトの強度区分を 6.8、8.8、10.9 とした場合の降伏耐力及び破断強度を表 2.5.2.2.8 に示す。

表 2.5.2.2.6 引張試験結果

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値
0.5mm 耐力(kN)	169.7	128.2	128.9	142.2
1.0mm 耐力(kN)	267.7	230.3	225.5	241.2
2.0mm 耐力(kN)	374.7	366.0	351.8	364.1
5.0mm 耐力(kN)	----	467.2	485.2	476.2
2/3 Pmax(kN)	292.0	346.9	364.2	334.4
最大耐力 Pmax(kN)	438.0	520.3	546.3	501.6
最大耐力時変位(mm)	4.00	8.08	9.01	7.03
10% Pmax 時変位(mm)	0.00	0.15	0.15	0.10
40% Pmax 時変位(mm)	0.53	0.90	0.96	0.80
90% Pmax 時変位(mm)	2.41	5.04	5.25	4.24
剛性 K(kN/mm)	249	206	204	219.8
Y 切片(kN)	43.8	21.7	23.5	29.7

備考 変位は、CH1 と CH2 で測定した平均値とした。

剛性 K は、最大耐力の 10% 及び 40% 時の耐力及び変位から算出した。Y 切片は、 $Y=KX+b$ の b の値とした。

表 2.5.2.2.7 引張試験特性値

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	標本標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5% 下限値
Pmax	462.7	520.3	546.3	509.8	34.96	0.069	0.784	399.58
D(Pmax)	4.6	8.1	8.9	7.2	1.88	0.262		
D(0.1Pmax)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.02	0.168		
D(0.4Pmax1)	0.6	0.9	1.0	0.8	0.17	0.204		
D(0.4Pmax2)	0.6	0.9	1.0	0.8	0.17	0.204		
D(0.9Pmax)	3.0	5.0	5.2	4.4	0.99	0.224		
曲線に接する点 P	334.7	369.0	374.0	359.2	17.48	0.049		
曲線に接する点 D	1.5	2.0	2.3	1.9	0.34	0.176		
二直線の交点 Py	281.5	337.6	320.3	313.1	23.47	0.075	0.764	239.16
二直線の交点 D(Py)	0.9	1.5	1.5	1.3	0.28	0.212		
曲線上の点 δ_y	1.1	1.7	1.7	1.5	0.28	0.193		
D(0.8Pmax): δ_u	4.6	8.6	9.0	7.4	1.96	0.265		
初期剛性 K	262.5	202.2	190.7	218.5	31.48	0.144		
Pu	417.7	468.5	493.7	460.0	31.62	0.069	0.783	360.31
D(Pu): δ_v	1.6	2.3	2.6	2.2	0.42	0.194		
$\mu=\delta_u/\delta_v$	2.9	3.7	3.5	3.4	0.33	0.098		
$D_s=1/\sqrt{2\mu-1}$	0.5	0.4	0.4	0.4	0.03	0.060		

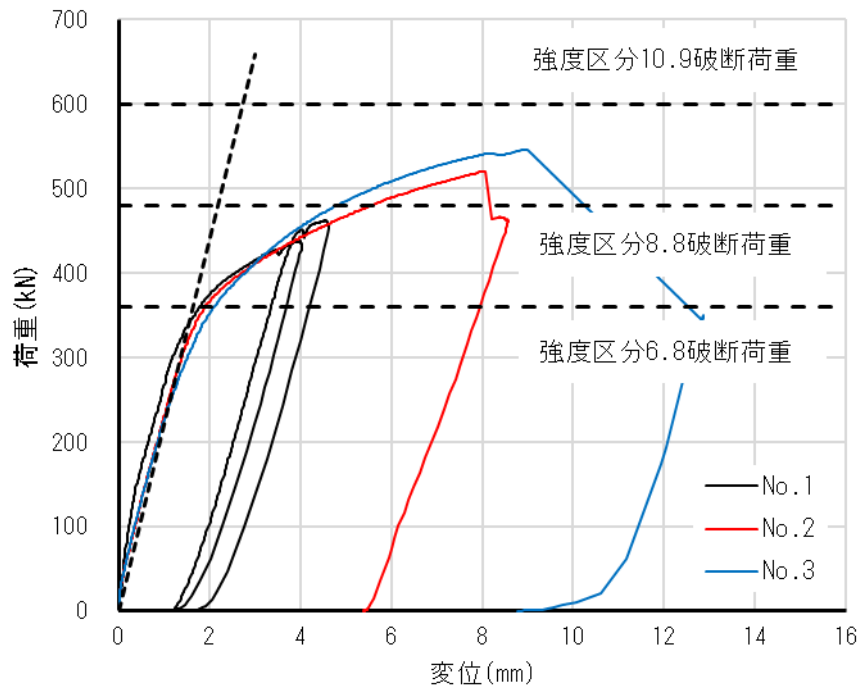


図 2.5.2.2.6 荷重—変位曲線

表 2.5.2.2.8 M16 ボルトにおける強度区分毎のボルト 4 本の降伏荷重、破断荷重の計算値

強度区分	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	M16 胴部 断面積(mm ² /本)	ネジ部 断面積(mm ² /本)	降伏荷重 (kN)	破断荷重 (kN)
6.8	480	600	200	150	288	360
8.8	640	800			384	480
10.9	900	1000			540	600

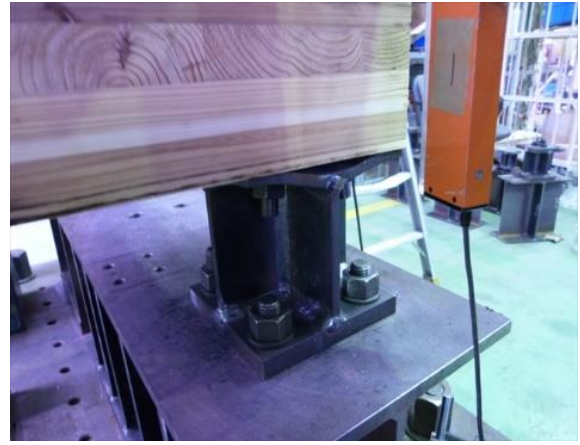
備考:強度区分の最初の数字は引張強度を、小数点以下は引張強度に対する降伏強度の比率を示す。

(b)破壊性状

破壊性状を表 2.5.2.2.9 及び写真 2.5.2.2.3 に示す。

表 2.5.2.2.9 破壊状況

試験体	破壊状況
1 体目	鋼製梁接合金物(記号:K2-3)フランジ部の変形
2 体目	鋼製梁接合金物(記号:K2-3)フランジ部の変形
3 体目	鋼製梁接合金物(記号:K2-3)フランジ部の変形



1 体目



2 体目



3 体目

写真 2.5.2.2.3 破壊状況

(5) 圧縮実験結果

(a) 荷重変形関係、特性値

圧縮試験結果を表 2.5.2.2.10 及び表 2.5.2.2.11 に、荷重－変位曲線を図 2.5.2.2.7 に示す。

表 2.5.2.2.10 圧縮試験結果

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値
0.5mm 耐力(kN)	240.9	204.8	182.3	209.3
1.0mm 耐力(kN)	368.2	327.8	300.4	332.1
2.0mm 耐力(kN)	456.0	422.0	417.2	431.7
5.0mm 耐力(kN)	582.6	556.4	563.8	567.6
2/3 Pmax(kN)	500.2	465.1	478.5	481.3
最大耐力 Pmax(kN)	750.3	697.6	717.8	721.9
最大耐力時変位(mm)	17.85	14.70	16.30	16.28
10% Pmax 時変位(mm)	0.16	0.19	0.20	0.18
40% Pmax 時変位(mm)	0.69	0.77	0.93	0.80
90% Pmax 時変位(mm)	8.85	7.71	8.40	8.32
剛性 K(kN/mm)	424.7	364.6	293.0	360.8
Y 切片(kN)	7.08	-0.24	14.07	1.60

備考 変位は、CH5 と CH6 で測定した平均値とした。

剛性 K は、最大耐力の 10% 及び 40% 時の耐力及び変位から算出した。

Y 切片は、 $Y = KX + b$ の b の値とした。

表 2.5.2.2.11 圧縮試験特性値

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	標本標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5% 下限値
Pmax	750.3	697.6	717.8	721.9	21.71	0.030	0.905	653.45
D(Pmax)	17.5	14.4	15.3	15.7	1.31	0.083		
D(0.1Pmax)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.01	0.072		
D(0.4Pmax1)	0.7	0.8	0.9	0.8	0.10	0.129		
D(0.4Pmax2)	0.7	0.8	0.9	0.8	0.10	0.129		
D(0.9Pmax)	8.9	7.7	8.4	8.3	0.47	0.057		
曲線に接する点 P	498.6	474.8	493.5	489.0	10.21	0.021		
曲線に接する点 D	2.8	2.9	3.3	3.0	0.24	0.079		
二直線の交点 Py	415.1	380.7	396.1	397.3	14.05	0.035	0.889	353.02
二直線の交点 D(Py)	1.0	1.0	1.3	1.1	0.15	0.136		
曲線上の点 δy	1.4	1.4	1.7	1.5	0.14	0.089		
D(0.8Pmax): δu	25.3	22.4	24.4	24.0	1.22	0.051		
初期剛性 K	291.7	265.7	231.0	262.8	24.88	0.095		
Pu	682.6	640.5	658.3	660.4	17.26	0.026	0.918	606.04
D(Pu): δv	2.3	2.4	2.9	2.5	0.23	0.089		
$\mu = \delta u / \delta v$	10.8	9.3	8.5	9.5	0.94	0.098		
Ds = $1/\sqrt{2\mu - 1}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.01	0.051		

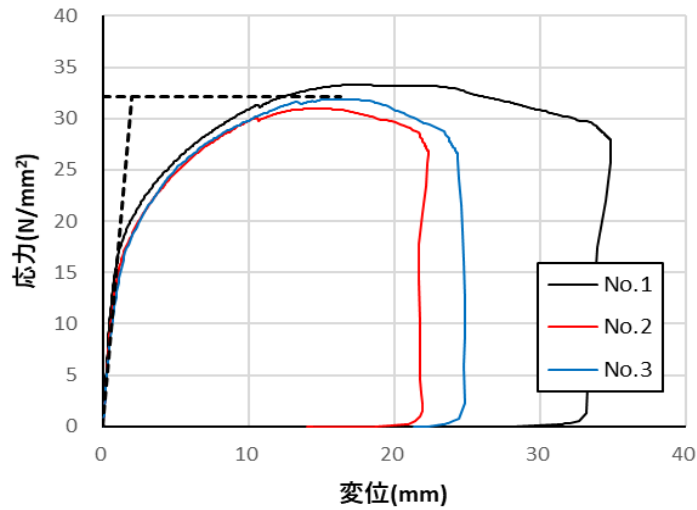
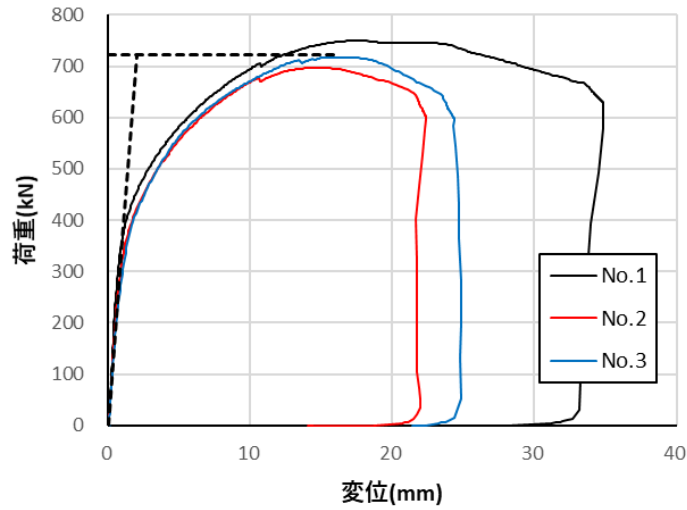


図 2.5.2.2.7 荷重－変位曲線（上）及び応力－変位曲線（下）
 注：応力は荷重を壁端金物接触面積(150mm×150mm)で除して算出した。
 図中の黒点線は、剛性及び最大荷重(応力)の平均値を示す。

(b) 破壊性状

破壊性状を表 2.5.2.2.12 及び写真 2.5.2.2.4～写真 2.5.2.2.5 に示す。

表 2.5.2.2.12 破壊状況

試験体	破壊状況
1 体目	梁接合金物(K2-3)フランジ部の変形 壁端接合金物 (K6-2) 及び梁接合金物(K2-3)の CLT 床版へのめり込み 圧縮抵抗棒の変形
2 体目	梁接合金物(K2-3) フランジ部の変形 壁端接合金物 (K2-2) 及び梁接合金物(K2-3)の CLT 床版へのめり込み 圧縮抵抗棒の変形
3 体目	梁接合金物(K2-3) フランジ部の変形 壁端接合金物 (K2-2) 及び梁接合金物(K2-3)の CLT 床版へのめり込み 圧縮抵抗棒の変形



1 体目



2 体目



3 体目

写真 2.5.2.2.4 破壊状況



CLT 上面及び壁端金物状況 圧縮抵抗棒の座屈

写真 2.5.2.2.5 CLT 上面、壁端金物状況及び圧縮抵抗棒 状況

2.5.2.3 壁端金物—梁接合部 引張実験

(1) 試験体仕様

壁端接合金物、鋼製梁及び接合ボルトの仕様を表 2.5.2.3.1 に、引張試験の試験体図を図 2.5.2.3.1 に、金物部品図を図 2.5.2.3.2 に示す。試験体数は、引張試験 3 体。試験体組立状況を写真 2.5.2.3.1 に示す。

表 2.5.2.3.1 壁端接合金物、鋼製梁及び接合ボルトの仕様

項目	仕様
壁端接合金物 (記号:K2-2)	上部及び下部プレート 規格:JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材(SS400) 厚さ(mm):19 寸法(mm):150×150 スチフナ補強 厚さ9mm 上部プレート 4-D22mm 孔加工(試験装置固定側) 下部プレート 4-D17mm 孔加工(鋼製梁接続側)
鋼製梁	H形鋼 JIS G 3192 熱間圧延形鋼 H300-150-6.5-9 材質:SS400 (JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材) 中央スチフナ PL9mm 補強 上孔 4-D17mm 孔加工(壁端接合金物接続側) 下孔 4-D22mm 孔加工(試験装置固定側)
接合ボルト	六角ボルト、六角ナット、ワッシャー JIS B 1180、JIS B 1181 M16 並目ねじ 強度区分 10.9(試験体仕様 6.8 以上)

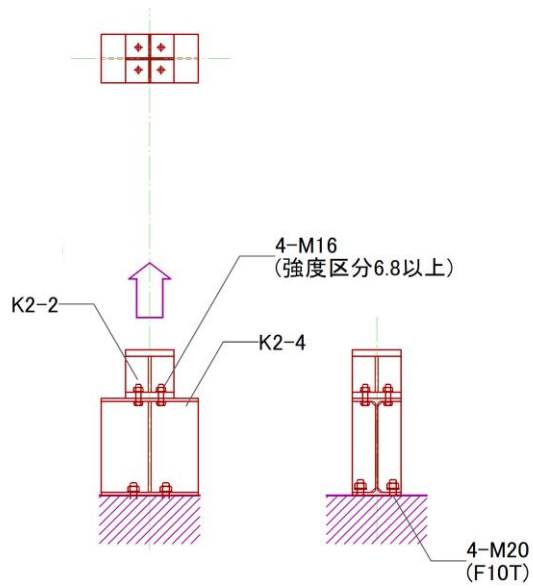


図 2.5.2.3.1 壁端金物-梁接合部 引張実験 試験体図

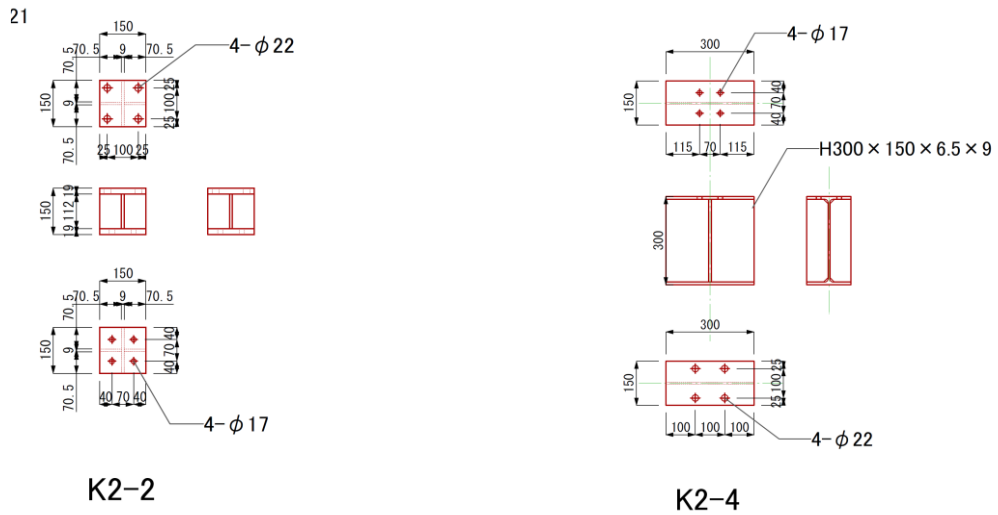


図 2.5.2.3.2 試験体図



写真 2.5.2.3.1 試験体組立状況及び接合ボルト

(2) 加力・計測方法

鋼製梁を基礎フレームに 4-M20 ボルト(F10T)で緊結し、壁端接合金物上部を引張治具(PL 32mm)と 4-M20 ボルト(強度区分 10.9 首下 220mm)で接続し、引張治具中央部に 42mm 孔を開け、PC 鋼棒(異形棒鋼 ネジボン JIS G 3109 D32)を貫通させ反力フレームに設置したセンターホール型ジャッキにて、試験体接合部に引張力を単調加力で作用させた。

荷重は、センターホール型ジャッキ上部に 1000kN 荷重計(KCM-1MN(株)東京測器研究所)を挿入して引張力を測定した。変位は壁端接合金物と鋼製梁間相対変位 2 点(CH1、CH2)と、鋼製梁と基礎フレームの相対変位 2 点(CH3、CH4)とした。試験装置への試験体設置状況を図 2.5.2.3.3 に示す。

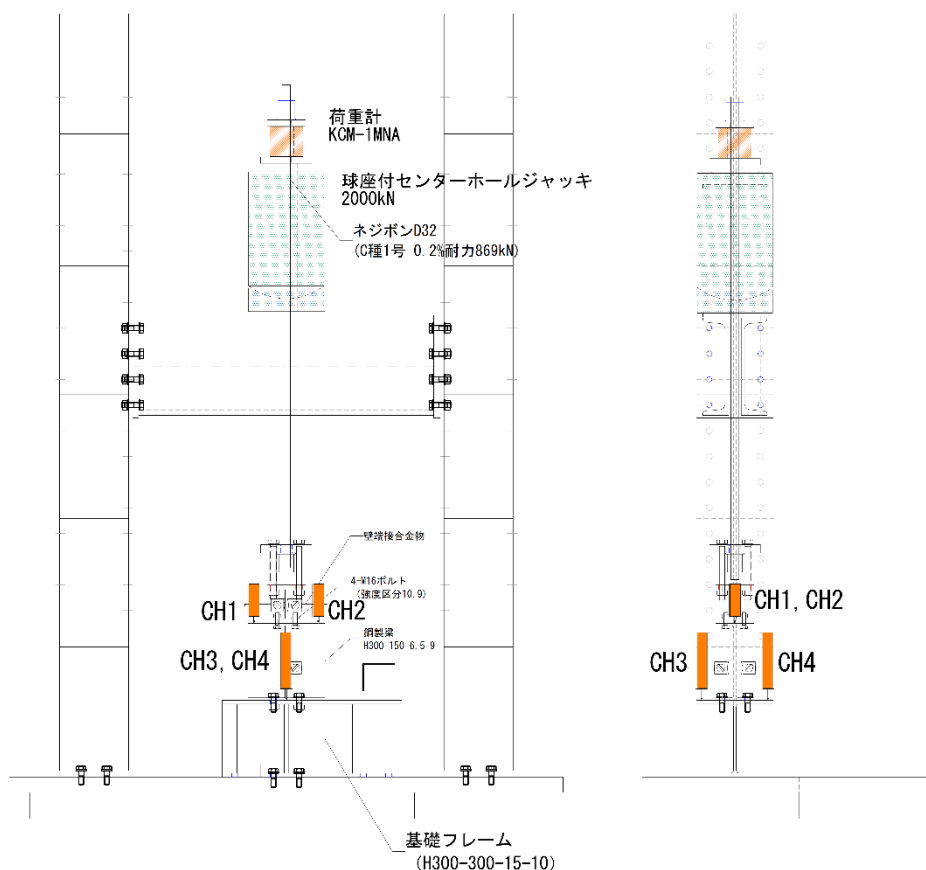


図 2.5.2.3.3 試験装置への試験体設置状況 (引張試験)

引張実験の鉛直変位 δ は、壁端接合金物と鋼製梁の相対変位(CH1、CH2)の平均とし下式で算出した。荷重は荷重計での計測値とした。荷重及び変位はデータロガー(TDS-302(株)東京測器研究所)を介してパーソナルコンピュータに記録した。(静的計測ソフトウェア TDS-7130v2(株)東京測器研究所)

$$\delta_1 = \frac{CH1 + CH2}{2}$$

$$\delta_2 = \frac{CH3 + CH4}{2}$$

(3) データ整理方法

実験で得られた荷重-変位曲線の包絡線から、降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K 、終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ 、最大荷重 P_{max} 、最大荷重時変位 δP_{max} 及び特定変形角時の耐力を求めた。

圧縮試験は、接合具曲げ降伏型の変形を示さないことから、特定変位時耐力、最大耐力及び最大耐力時変位とした。また接合部剛性は、最大耐力の 10%と 40%の荷重、変位から算出した。

降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、剛性 K は

- (1)最大荷重を P_{max} 、最大荷重時の変位を δP_{max} とする。
- (2)包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結び、第 1 直線とする。
- (3)包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結び、第 2 直線とする。
- (4)包絡線に接するまで第 2 直線を平行移動し、これを第 3 直線とする。
- (5)第 1 直線と第 3 直線の交点の荷重を降伏耐力 P_y とし、この点から X 軸に平行な直線を第 4 直線とする。
- (6)第 4 直線と包絡線の交点を降伏変位 D_y とする。
- (7)原点と降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y を結ぶ直線を第 5 直線とし、傾きを剛性 K とする。

終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ は

- (1)最大荷重後耐力低下域での $0.8P_{max}$ 時の変位を終局変位 D_u とする。
- (2)包絡線と X 軸及び $X=D_u$ で囲まれた面積を S とする。
- (3)第 5 直線、 $X=D_u$ の直線、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、X 軸に平行に第 6 直線を引く。
- (4)第 5 直線と第 6 直線の交点の荷重を、完全弾塑性モデルの終局耐力 P_u とし、そのときの変位を完全弾塑性モデルの降伏点変位 D_v とする。
- (5)塑性率 μ は、 D_u/D_v とする。

上記特性値の算出方法を図 2.5.2.3.4 に示す。

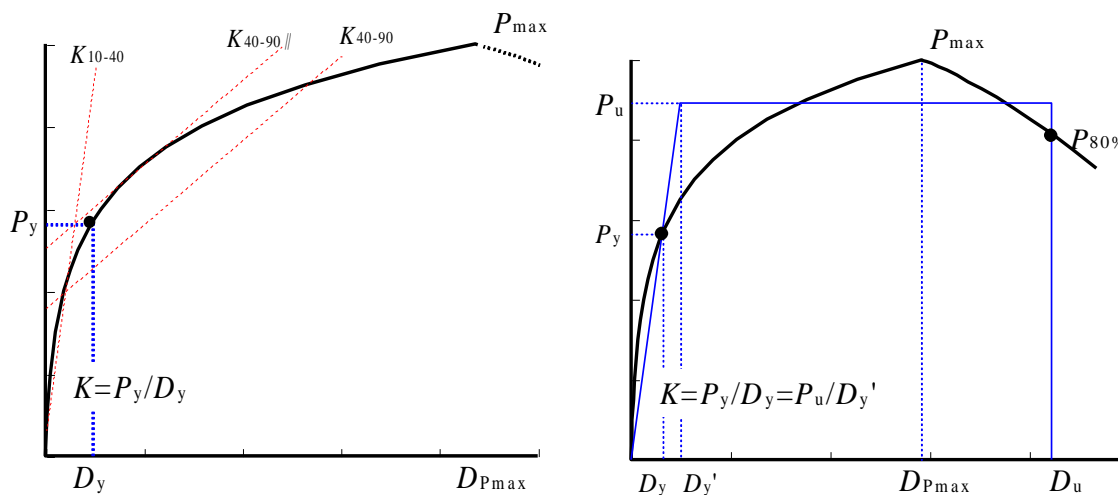


図 2.5.2.3.4 完全弾塑性モデルによる降伏耐力 P_y 及び終局耐力 P_u の算出方法

(4) 実験結果

(a) 荷重変形関係、特性値

壁端接合金物と鋼製梁の相対変位 $\delta 1$ での引張試験結果を表 2.5.2.3.2 及び表 2.5.2.3.3 に、鋼製梁と基礎フレームの相対変位 $\delta 2$ での引張試験結果を表 2.5.2.3.4 に、荷重-変位曲線を図 2.5.2.3.5 及び図 2.5.2.3.6 に示す。なお本試験は M16 全ネジボルト 4 本の引張試験と考え、ボルトの強度区分を 6.8、8.8、10.9 とした場合の降伏耐力及び破断強度を表 2.5.2.3.5 に示す。

表 2.5.2.3.2 壁端接合金物と鋼製梁の相対変位 $\delta 1$ 引張試験結果

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値
0.5mm 耐力(kN)	265.7	250.1	260.4	258.7
1.0mm 耐力(kN)	310.3	299.3	311.0	306.9
2/3 Pmax(kN)	274.7	309.8	285.1	289.9
最大耐力 Pmax(kN)	412.0	464.7	427.7	434.8
最大耐力時変位(mm)	0.93	1.70	1.23	1.29
10% Pmax 時変位(mm)	0.01	0.00	0.00	0.00
40% Pmax 時変位(mm)	0.175	0.250	0.204	0.210
90% Pmax 時変位(mm)	0.75	1.13	0.81	0.89
剛性 K(kN/mm)	749	558	629	632
Y 切片(kN)	33.7	46.5	42.8	41.4

備考 変位は、CH1 と CH2 で測定した平均値とした。

剛性 K は、最大耐力の 10% 及び 40% 時の耐力及び変位から算出した。

Y 切片は、 $Y=KX+b$ の b の値とした。

表 2.5.2.3.3 壁端接合金物と鋼製梁の相対変位 $\delta 1$ 引張試験特性値

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値	標本標準偏差	変動係数	ばらつき係数	5% 下限値
Pmax	412.0	464.7	427.7	434.8	22.08	0.051	0.840	365.18
D(Pmax)	0.9	1.7	1.2	1.3	0.32	0.248		
D(0.1Pmax)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.394		
D(0.4Pmax1)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.03	0.139		
D(0.4Pmax2)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.03	0.139		
D(0.9Pmax)	0.7	1.1	0.8	0.9	0.17	0.188		
曲線に接する点 P	298.3	340.3	314.7	317.8	17.29	0.054		
曲線に接する点 D	0.5	0.6	0.5	0.5	0.07	0.128		
二直線の交点 Py	223.5	282.3	243.2	249.7	24.44	0.098	0.691	172.67
二直線の交点 D(Py)	0.3	0.4	0.3	0.3	0.06	0.191		
曲線上の点 δy	0.3	0.5	0.3	0.4	0.07	0.193		
D(0.8Pmax): δu	0.9	1.7	1.3	1.3	0.33	0.250		
初期剛性 K	775.4	620.5	715.4	703.8	63.74	0.091		
Pu	366.8	426.6	393.2	395.5	24.47	0.062	0.805	318.38
D(Pu): δv	0.5	0.7	0.5	0.6	0.09	0.156		
$\mu=\delta u/\delta v$	2.0	2.5	2.3	2.3	0.22	0.098		
$Ds=1/\sqrt{2\mu-1}$	0.6	0.5	0.5	0.5	0.03	0.065		

表 2.5.2.3.4 鋼製梁と基礎フレームの相対変位 δ_2 引張試験結果

	1 体目	2 体目	3 体目	平均値
0.5mm 耐力(kN)	188.2	179.7	139.0	168.9
1.0mm 耐力(kN)	253.7	234.8	195.7	228.0
2.0mm 耐力(kN)	307.8	293.3	253.4	284.8
5.0mm 耐力(kN)	0.0	383.9	352.8	245.6
2/3 Pmax(kN)	274.7	309.8	285.1	289.9
最大耐力 Pmax(kN)	412.0	464.7	427.7	434.8
最大耐力時変位(mm)	5.39	8.91	8.12	7.47
10% Pmax 時変位(mm)	0.00	0.00	0.00	0.00
40% Pmax 時変位(mm)	0.395	0.543	0.754	0.564
90% Pmax 時変位(mm)	4.35	6.56	6.22	5.71
剛性 K(kN/mm)	313	257	170	231
Y 切片(kN)	41.2	46.5	42.8	43.5

備考 変位は、CH3 と CH4 で測定した平均値とした。

剛性 K は、最大耐力の 10% 及び 40% 時の耐力及び変位から算出した。

Y 切片は、 $Y=KX+b$ の b の値とした。

表 2.5.2.3.5 M16 ボルトにおける強度区分毎のボルト 4 本の降伏荷重、破断荷重の計算値

強度区分	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	M16 胴部 断面積(mm ² /本)	ネジ部 断面積(mm ² /本)	降伏荷重 (kN)	破断荷重 (kN)
6.8	480	600	200	150	288	360
8.8	640	800			384	480
10.9	900	1000			540	600

備考: 強度区分の最初の数字は引張強度を、小数点以下は引張強度に対する降伏強度の比率を示す。

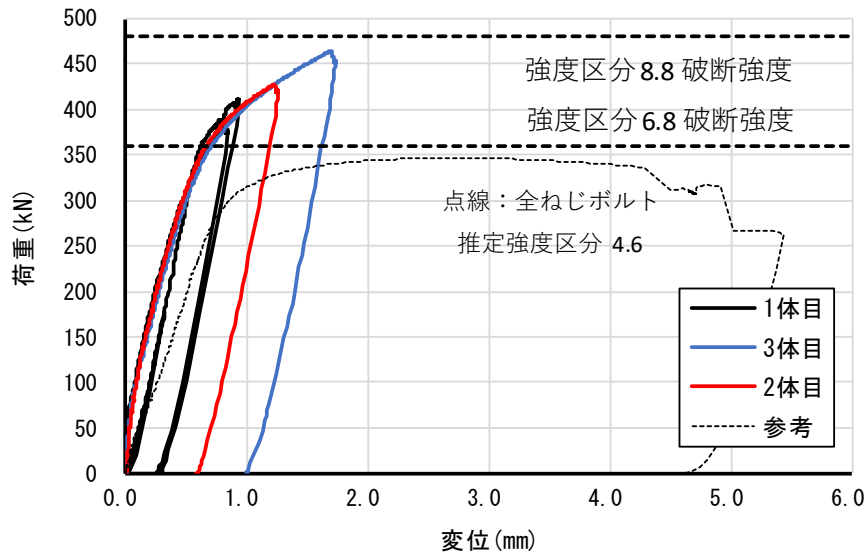


図 2.5.2.3.5 荷重－変位 $\delta 1$ 曲線

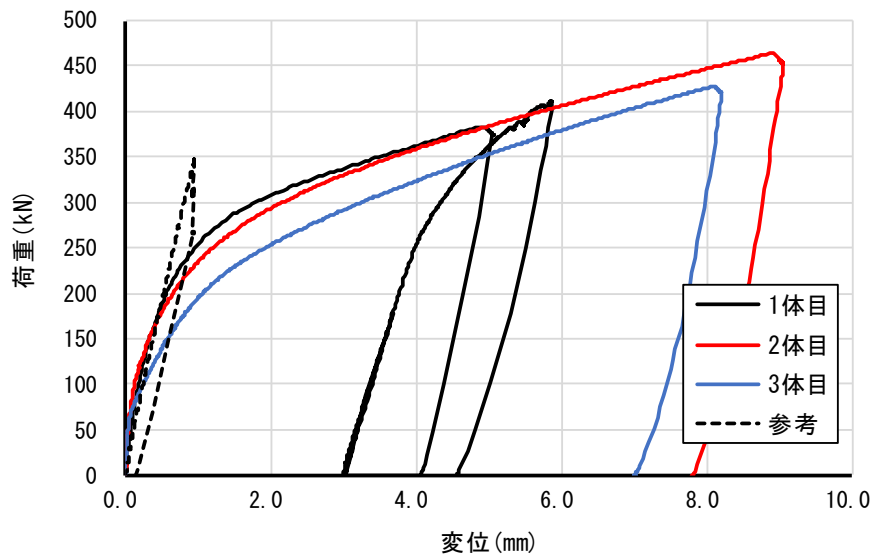


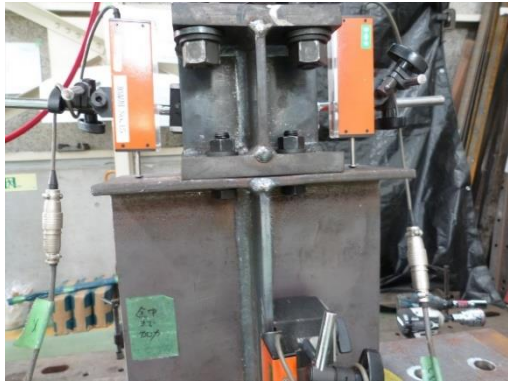
図 2.5.2.3.6 荷重－変位 $\delta 2$ 曲線

(b) 破壊性状

破壊性状を表 2.5.2.3.6 及び写真 2.5.2.3.2 に示す。

表 2.5.2.3.6 破壊状況

試験体	破壊状況
1 体目	鋼製梁接合金物(記号:K2-4)フランジ部の変形 ボルトネジ部の塑性化
2 体目	鋼製梁接合金物(記号:K2-4)フランジ部の変形 ボルトネジ部の塑性化
3 体目	鋼製梁接合金物(記号:K2-4)フランジ部の変形 ボルトネジ部の塑性化



1 体目 壁端接合金物と鋼製梁



1 体目 鋼製梁と基礎



2 体目 壁端接合金物と鋼製梁



2 体目 鋼製梁と基礎



3 体目 鋼製梁と基礎



3 体目 鋼製梁底部の変形



推定強度区分区分 4.6 ボルト塑性



推定強度区分区分 4.6 試験状況 (参考)

写真 2.5.2.3.2 破壊状況