

第3章 150mm 厚小幅度パネル架構の 許容水平耐力(ルート 1)の設定

3.1 定式化の方針

H30 年度事業と同様に許容水平耐力は壁列脚部のモーメントの許容値を基準とし、壁列に取付く垂壁・腰壁の有効枚数、壁幅、開口幅をパラメータとして許容耐力と水平剛性を定式化する。

3.2 部材・接合部の仕様

3.2.1 架構形状

図 3.2.1 に示す 1 スパン架構、2 スパン架構および連続壁架構を対象とする。図示のように全層に腰壁が有る場合(腰壁あり)の他に、1 層に腰壁が無い場合(1F 腰壁なし)、全層に腰壁が無い場合(腰壁なし)を対象とする。

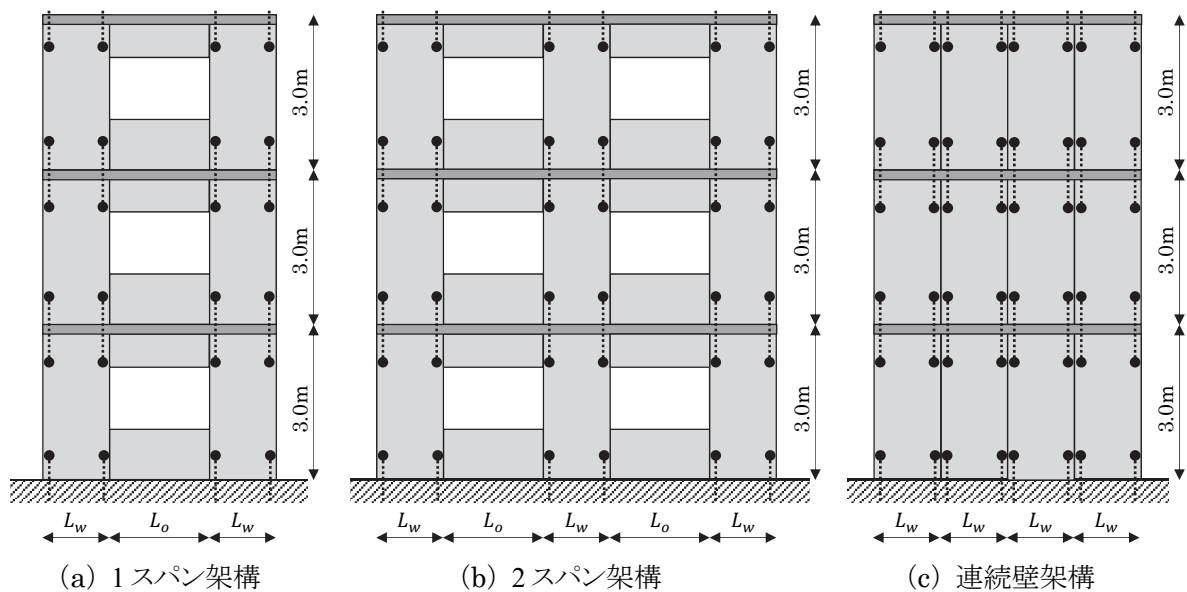


図 3.2.1 対象とする架構形状

3.2.2 部材

- 壁 CLT パネル S60-5-5
- 床 CLT パネルの面外構造性能は無視する(H30 年度と同じ)。

3.2.3 接合部

- 接合部の仕様は次のように設定する。
 - ✓ 引張接合部
 - 壁-基礎 TC-150(χ マーク金物)改、ボルト M22(ABR490、L = 400mm)
 - 想定仕様 ボルト終局耐力比(M22 / M20) 135 / 110 = 1.23
 - ビス本数 $13 \times 1.23 = 15.99 \rightarrow 16$ 本(片面)
 - ベースプレート厚 $19 \times \sqrt{1.23} = 21.1 \rightarrow 22$ mm
 - 壁-壁 TC-150(χ マーク金物)改、ボルト M24(ABR490、L = 210mm)
 - 想定仕様 ボルト終局耐力比(M24 / M20) 159 / 110 = 1.45
 - ビス本数 $13 \times 1.45 = 18.85 \rightarrow 19$ 本(片面)
 - ベースプレート厚 $19 \times \sqrt{1.45} = 22.9 \rightarrow 25$ mm
 - ✓ せん断接合部
 - 壁-基礎 SB-150(χ マーク金物)×耐力 1.5 倍

- ・ 壁-床 2-LST(χ マーク金物)×耐力 1.5 倍
- ・ 壁-垂壁・腰壁 2-SP(χ マーク金物)×耐力 1.5 倍

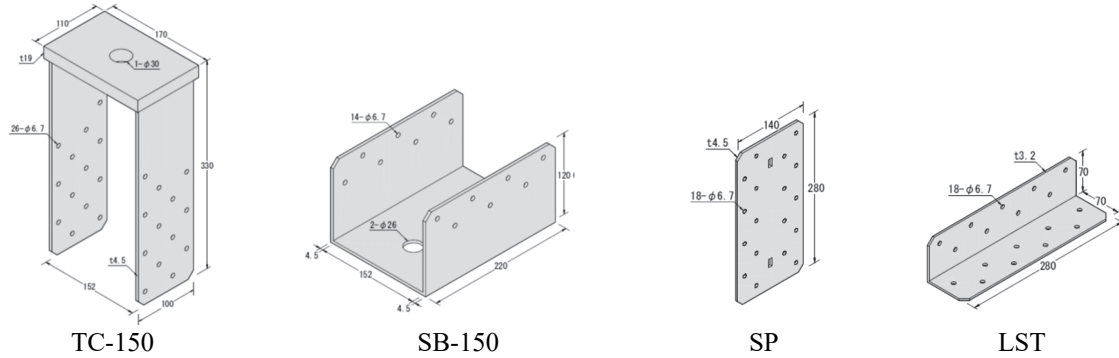


図 3.2.2 基準とする接合金物 (χ マーク)

3.3 解析モデルの構成

3.3.1 解析モデルのバリエーション

図 3.3.3 に示すように H30 年度事業と同じとする。

✓ 架構構成

1 スパン架構・2 スパン架構(腰壁無し、1F 腰壁なし、腰壁あり)、連続壁架構

✓ 解析パラメータ

層数: 1, 2, 3 壁長さ L_w : 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 (m) 開口長さ L_o : 1.0, 2.0, 4.0 (m)

層間変位比率 λ : なし, 1.0, 0.75, 0.5

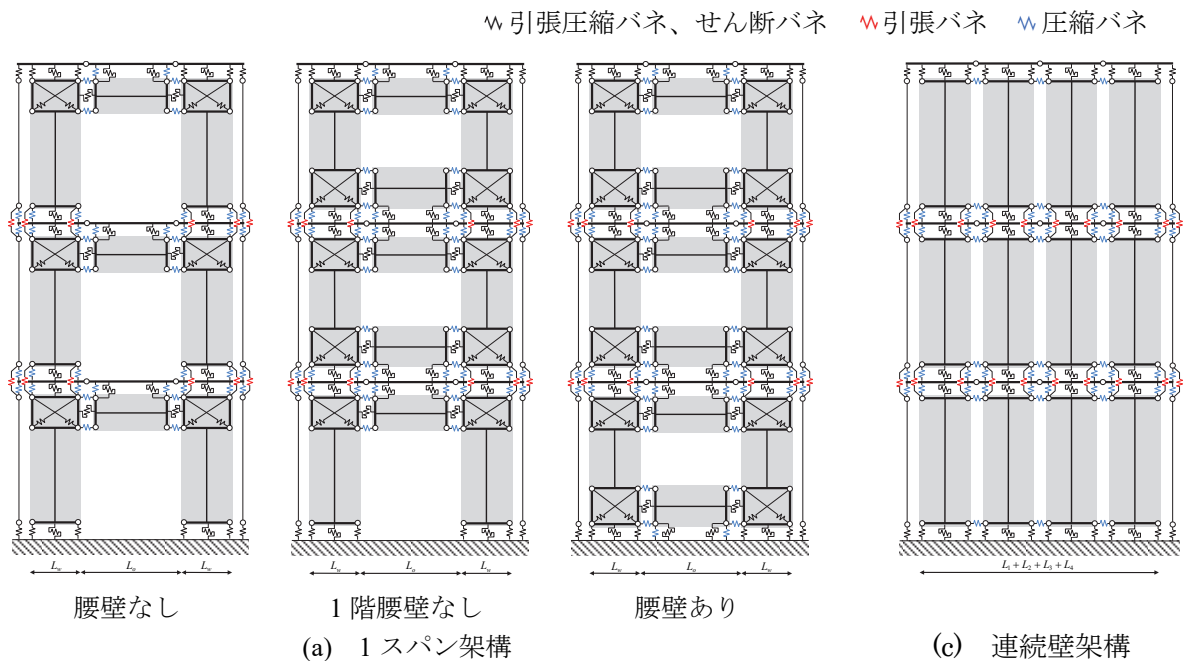
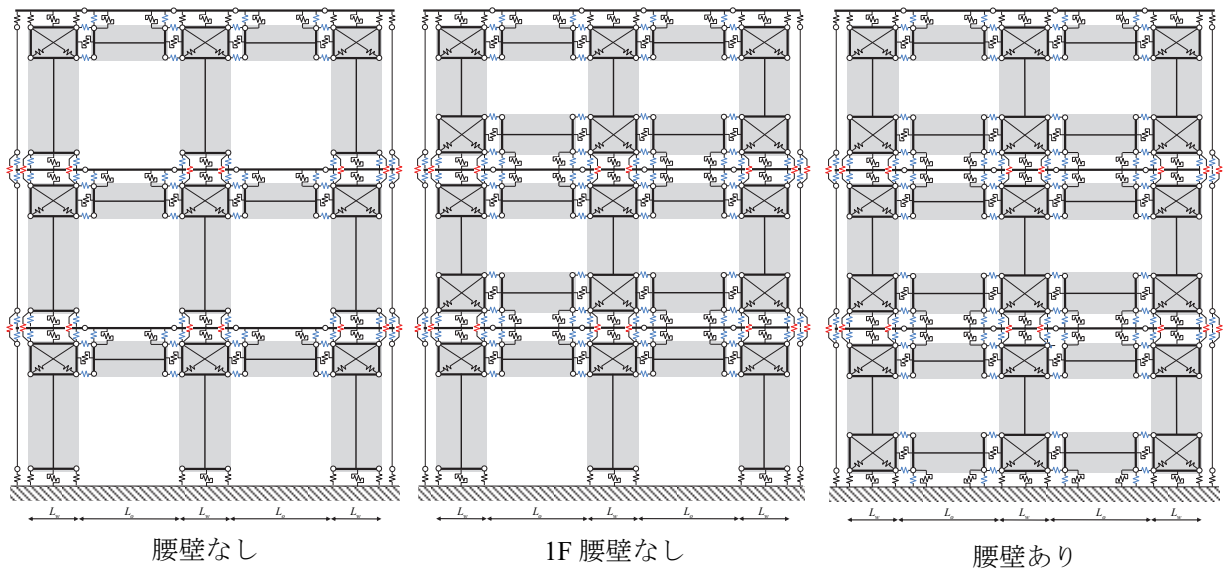


図 3.3.3 検討対象架構

⊘ 引張圧縮バネ、せん断バネ ⊞ 引張バネ ⊚ 圧縮バネ



(b) 2 スパン架構

図 3.3.3 検討対象架構・つづき

3.3.2 接合部の構造性能

3.2.2 項で設定した仕様に応じて図 3.3.1 のように設定する。

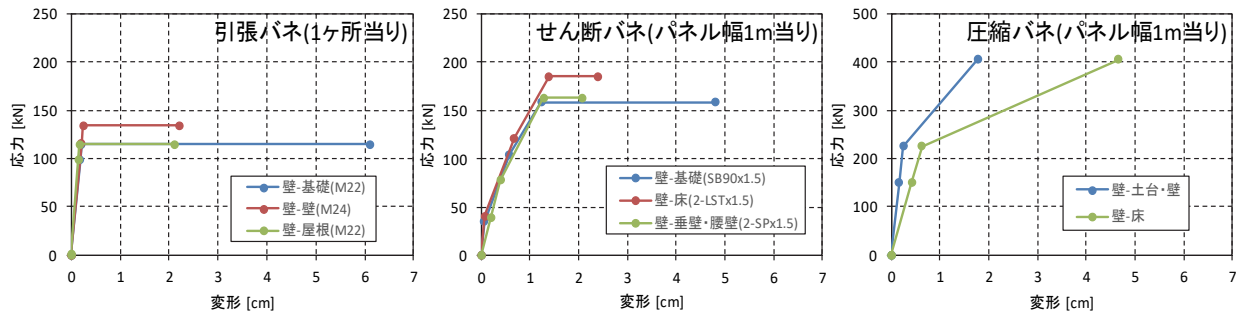


図 3.3.2 接合部の応力変形特性

3.4 許容水平耐力等の評価方法

荷重増分解析結果における許容耐力時と保有耐力時を次のように定義する。

許容耐力時：1/120rad 変形時、CLT パネル短期許容応力度時、接合部短期許容応力度時のいずれかに最初に達するステップ。

保有耐力時：CLT パネル基準強度時、接合部終局変形時のいずれかに最初に達するステップ。

ただし、「CLT パネル基準強度時」については、マニュアル第Ⅲ部 3.2.2(1)項に従い、CLT パネルの面内曲げ応力 M が下式を初めて満足するステップとする。

$$M \geq \frac{D - 0.85x_n}{2} \cdot C + \frac{D + 2x_n}{6} \cdot T \quad (3.4.1)$$

ここで、

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

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

$$C = 0.85^2 F_c \cdot t \cdot x_n$$

F_b : 面内曲げの基準強度

F_c : 面内圧縮の基準強度

t : 壁パネルの厚さ

許容転倒モーメントは次のように求める。

$$M_{Ta} = \min(M_{Td}, M_{Tud}) \quad (3.4.2)$$

ここで、 M_{Td} は許容耐力時の転倒モーメントである。 M_{Tud} は終局時転倒モーメントの許容値への換算値であり、次のように求める。

$$M_{Tud} = M_{Tu} \cdot \frac{0.2}{D_s} \quad (3.4.3)$$

ここで、

M_{Tu} : 保有耐力時の転倒モーメント

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \quad (3.4.4)$$

μ : 保有耐力時の等価一自由度系の塑性率

各階の水平剛性は許容耐力時の割線剛性とする。

3.5 許容水平耐力・水平剛性の定式化

3.5.1 許容転倒モーメントの定式化

H30年度と同様に壁列に取付く垂壁・腰壁の有効枚数 n_{eff} の一次関数として定式化する。

$$\text{許容転倒モーメント } M_{Ta} = (A + B \cdot n_{eff}) \cdot H_{ave} \quad [\text{kN} \cdot \text{m}]$$

H_{ave} : 平均階高 (= 基礎天端から軒までの高さ / 階数:3)

$n_{eff} = \sum n_{ti} + 1.5 \sum n_{ki}$: 垂壁・腰壁の有効枚数

n_{ti} : i 階の垂壁枚数 片側付きのとき1.0、左右両側付きのとき1.5

n_{ki} : i 階の腰壁枚数 片側付きのとき1.0、左右両側付きのとき2.0

3.5.1 層壁列ごとに上式の係数 A, B を表 3.5.1 のように設定すれば、図 3.5.1~3.5.3 のようにパラスタによる M_{Ta} に対して概ね安全側の評価となる。

表 3.5.1 許容転倒モーメント計算式の係数

(a) 3層壁列

L_w [cm]	100			150			200			250			
L_o [cm]	100	200	400	100	200	400	100	200	400	100	200	400	
$n_{eff} \leq 6$	A	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	
	B	9.0	7.0	3.0	8.0	7.0	3.5	7.0	6.0	3.0	5.0	4.0	1.0
$n_{eff} > 6$	A	38	20	-4	38	35	17	41	44	14	44	44	14
	B	10.0	11.0	11.0	9.0	8.5	8.0	7.5	6.0	8.0	5.0	4.0	6.0

(b) 2層壁列

L_w [cm]	100			150			200			250			
L_o [cm]	100	200	400	100	200	400	100	200	400	100	200	400	
$n_{eff} \leq 6$	A	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	
	B	8.0	7.0	5.0	8.0	7.0	4.0	7.0	6.0	3.0	5.0	4.0	2.0
$n_{eff} > 6$	A	23	17	-1	29	26	11	32	35	5	35	26	5
	B	10.0	10.0	11.0	9.0	8.5	8.0	7.5	6.0	8.0	5.0	5.5	7.0

(c) 1層壁列

L_w [cm]	100			150			200			250		
L_o [cm]	100	200	400	100	200	400	100	200	400	100	200	400
A	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
B	11.0	8.0	8.0	10.5	8.0	7.5	8.0	8.0	7.5	7.0	7.0	7.0

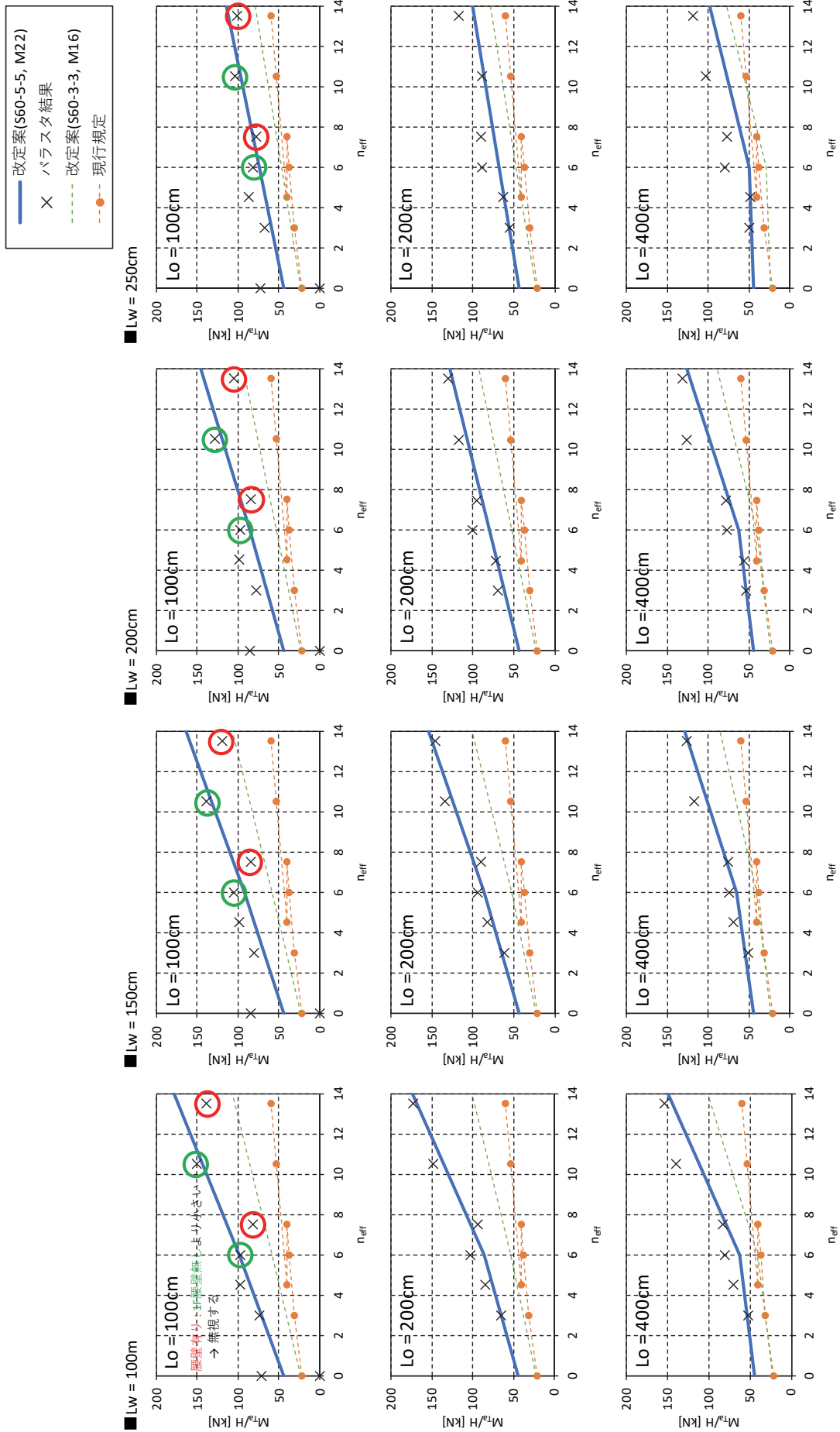


図 3.5.1 許容転倒モーメント・3層壁列

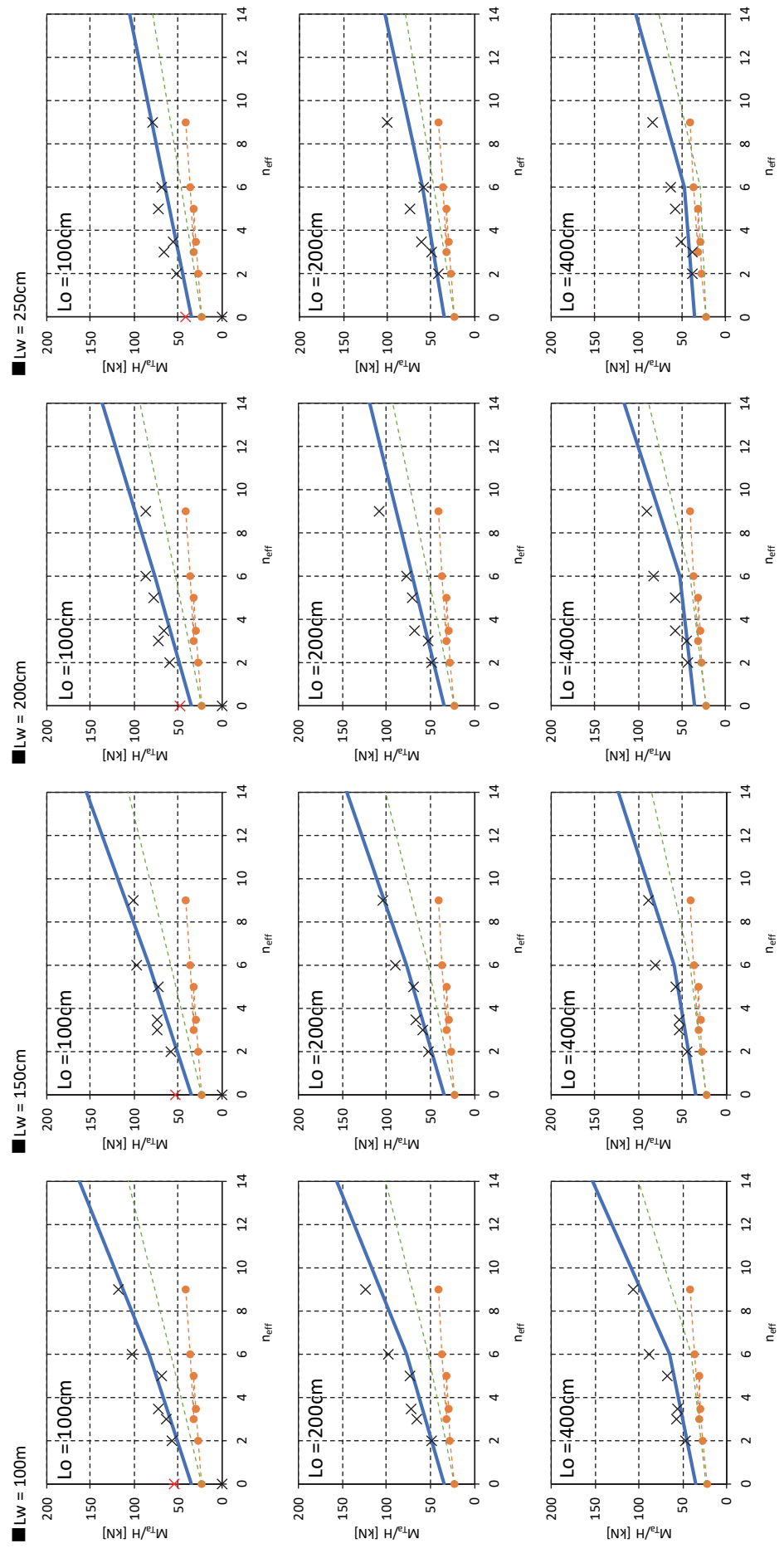
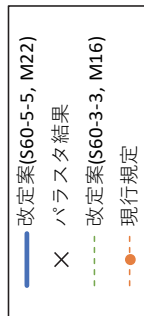


図 3.5.2 許容転倒モーメント・2層壁列

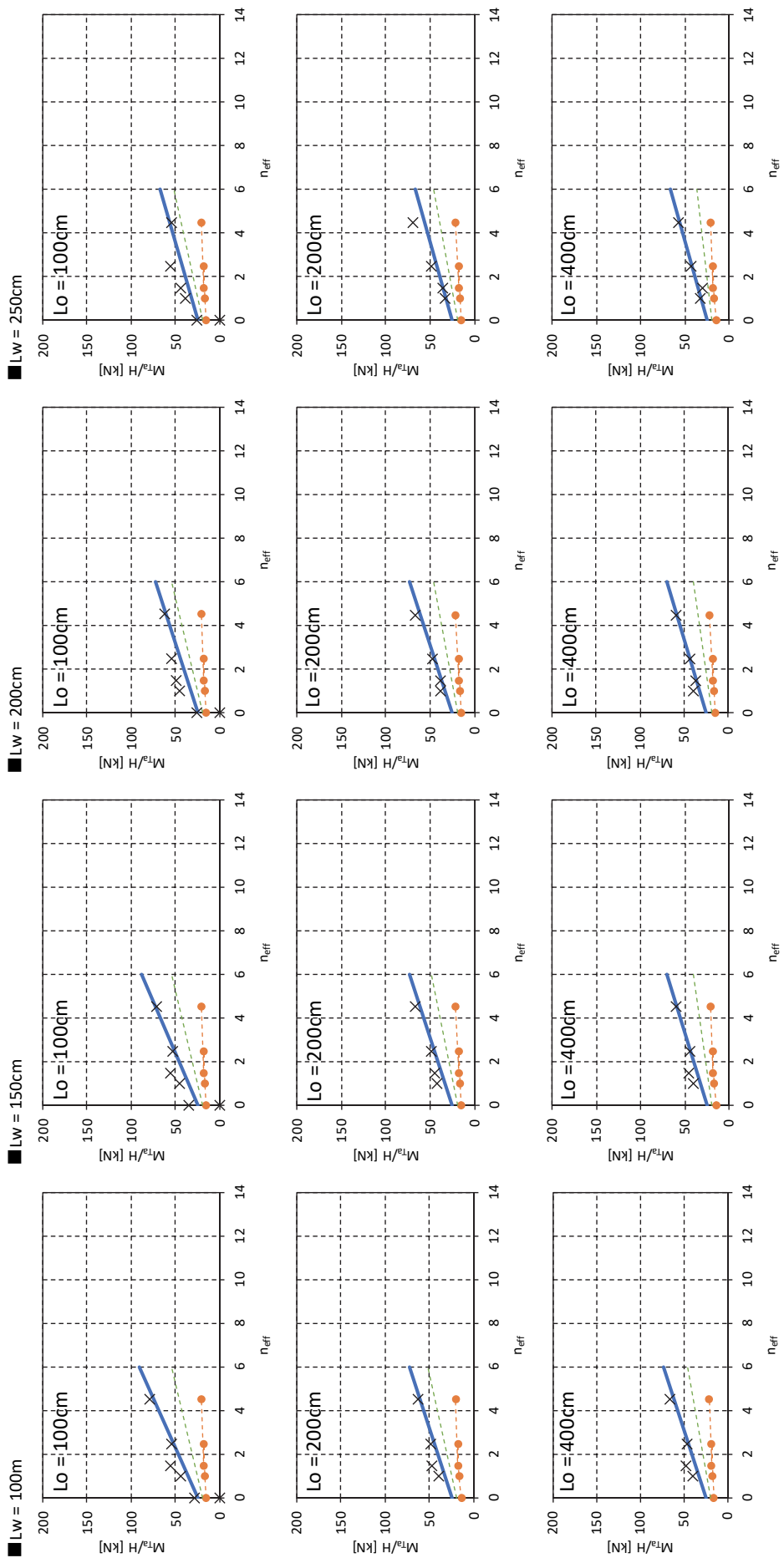
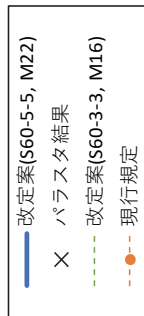


図 3.5.3 許容転倒モーメント・1層壁列

3.5.2 水平剛性の定式化

H30年度と同様に壁列に取付く垂壁・腰壁の有効枚数 n_{eff} の一次関数として定式化する。

$$\text{水平剛性 } K = A + B \cdot n_{eff} \quad [\text{kN/cm/m}]$$

n_{eff} : 垂壁・腰壁の有効枚数 (階ごと)

3,2,1層の壁ごとに上式の係数 A, B を表 3.5.2 のように設定すれば、図 3.5.1~3.5.3 のようにパラスタによる水平剛性 K_h に対して概ね平均的な評価となる。

表 3.5.2 水平剛性計算式の係数

(a) 1層

Lo	1	2	4
A	4.5	4.5	3.8
B	21	18	15

(b) 2層

Lo	1	2	4
A	4.5	4.5	4
B	7	4	2

(c) 3層

Lo	1	2	4
A	3.5	3.5	3
B	4.5	2	1

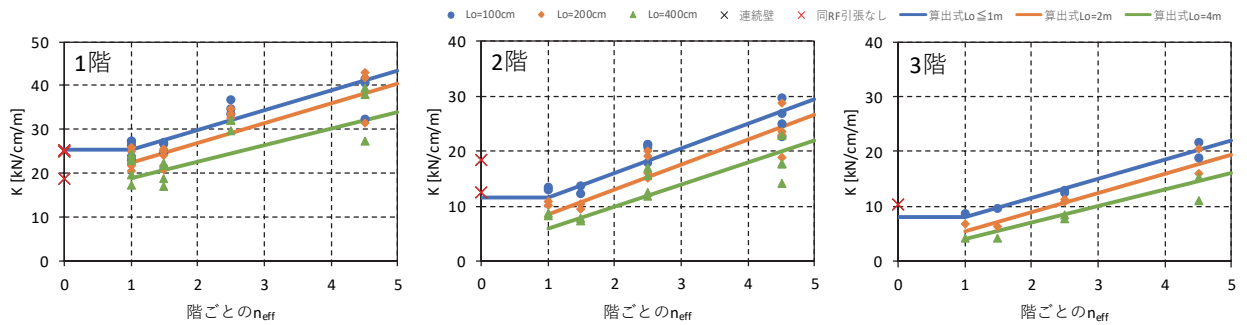


図 3.5.4 水平剛性

3.6 まとめ

耐力壁に S60-5-5,150mm 厚の CLT パネルを用いる場合の許容水平耐力を許容転倒モーメントとして定式化した。その値は現規定による許容水平耐力を転倒モーメントに換算した値の 1.5~2.5 倍程度となった。

また、許容水平耐力の定式化において、3 層壁列で開口幅が最小値(1m)の場合に「腰壁あり」の許容耐力が「1 階腰壁なし」より小さくなることもあり、その場合は定式化の基準から除外することとした。しかし、下図のように「腰壁あり」の場合は許容耐力、終局耐力ともに「1 階腰壁なし」より小さい場合があり、その扱いの妥当性確認は今後の課題である。

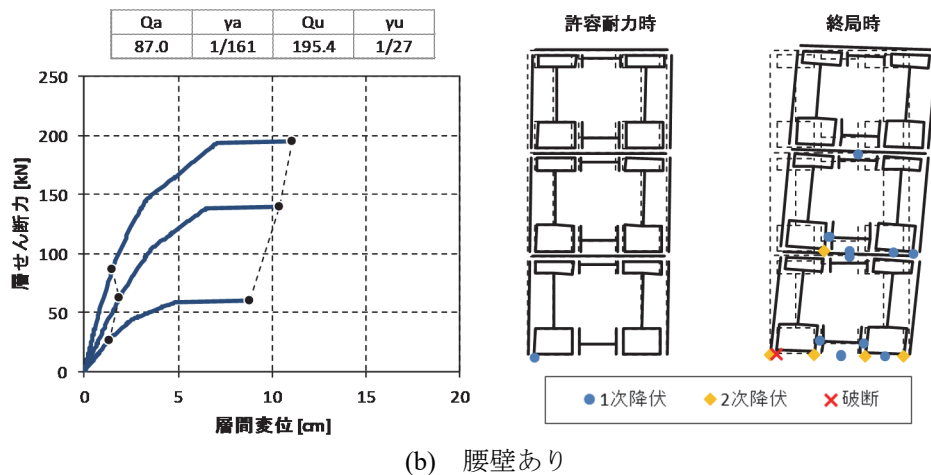
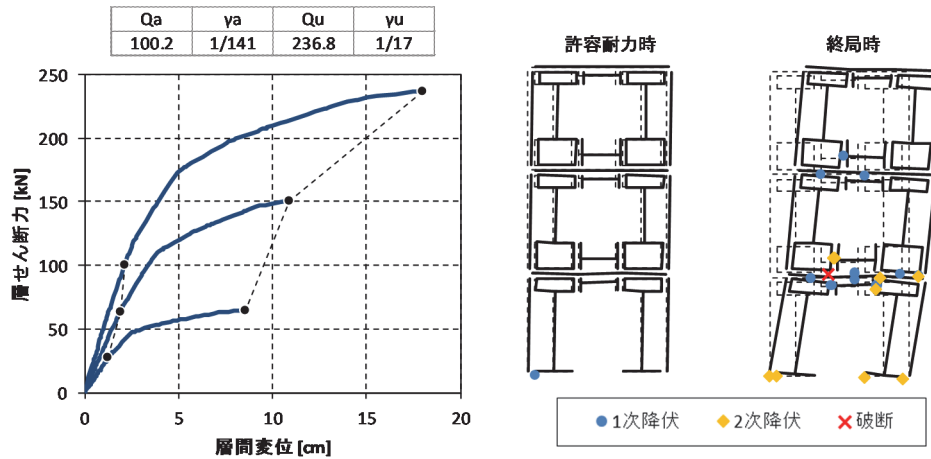


図 3.6.1 1 階腰壁有無による水平耐力性能の差異 ($L_w = 1.0m$, $L_o = 1.0m$)