

第2章 小幅パネル架構・大版パネル架構②の 許容水平耐力(ルート1)

2.1 はじめに

小幅パネル架構および大版パネル架構のルート1における許容水平耐力等に関する検討を行う。検討目的と背景を以下に述べる。

■ 小幅パネル架構

一昨年度の検討により、上下に連層する壁列に対して、その脚部の転倒モーメントを基準とした水平耐力検定方法を提案し、検定に必要な壁列の許容転倒モーメント M_{Ta} と耐力壁の水平剛性を荷重増分解析パラメトリックスタディに基づいて定式化した。しかし、3層壁列で開口幅が最小値(1m)の場合に「腰壁あり」の値が「1階腰壁なし」より小さくなるという逆転現象が生じ、同架構に対しては M_{Ta} がやや過大評価となった。また、「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」¹⁾改訂において、CLTパネルの終局面内耐力算定式が更新されたが、一昨年度の検討ではそれが反映されていないという残課題がある。これらを踏まえ、本年度は、下記の大版パネル架構②の許容水平耐力の再評価と併せて、小幅パネル架構の許容水平耐力等の定式化見直しを中心とした検討を実施する。

■ 大版パネル架構②

大版パネルの垂壁部分・腰壁部分と袖壁部分が接する開口隅角部には水平変形に伴い鉛直方向の亀裂が発生しやすいが、現規定では大版パネル架構②では大地震時においてもこの亀裂を防止することを前提としている。一方、既往の振動台実験等では、亀裂発生に伴う水平耐力低下の度合いは小さく、亀裂発生後も安定した耐力保持能力を有することが確認されている。

昨年度はこの点に着目して、大版パネル架構②においても大地震時の亀裂発生を許容することを条件として、荷重増分解析パラメトリックスタディに基づいて大版パネル架構②の許容水平耐力を評価した。そこでは、大版パネルの垂壁部分・腰壁部分と袖壁部分の間に設定する引張・圧縮バネの応力変形特性は、開口隅を起点とする亀裂発生を伴う変形過程における層せん断力-層間変位関係を荷重増分解析により安全側に評価できることを条件として設定された。しかしながら、この検討では中地震時における亀裂発生は許容しないこととしたことを主原因として、得られた許容水平耐力は現規定による小幅パネル架構の許容水平耐力の0.4~0.9倍程度となり、十分な実用性が得られなかった。

これを踏まえて、本年度は中地震時の亀裂発生を許容することを条件として大版パネル架構②の許容水平耐力の再評価を行う。中地震時における開口隅の亀裂を許容することについては、面材張り耐力壁等において、水平力に対する荷重変形性能に基づく比例限耐力 Q_y 以下に Q_a を設定することを条件として、面材接合具の一部が Q_a 時に許容耐力を超過して非線形領域に至ることが容認されていることと同様と解釈できる。具体的には、昨年度の検討では開口隅の応力集中を考慮し、マニュアルの記述に従って垂壁・腰壁パネルの面内応力に対する短期許容応力度を $2/3 \cdot F/1.5$ としていたが、これを $2/3 \cdot F$ とする。加えて、許容水平耐力を等価一自由度系のA-Δ関係に基づく降伏加速度 A_y に達するときの負担水平力以下とする。

¹⁾ 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,平成28年10月

2.2 許容水平耐力等定式化の方針

2.2.1 想定する水平耐力検定の方法

- 昨年度までの検討と同様に、壁列ごとに、1階脚部の転倒モーメント M_T が許容値 M_{Ta} 以下であることを検定する。
- M_T を算定するための耐力壁の負担水平力 Q_i は水平剛性 K_h 比例で当該階層せん断力を配分する。
- M_{Ta} 、 K_h の定式化が必要。

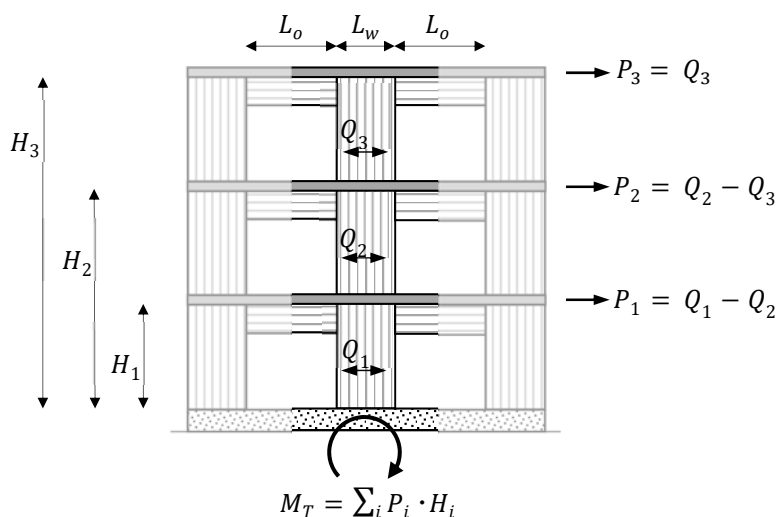


図 2.2.1 水平耐力検定方法の概念

2.2.2 定式化の方法

荷重増分解析パラメトリックスタディによる許容転倒モーメント M_{Ta} ・水平剛性 K_h の定式化を行う。昨年度までの検討と同様に、 M_{Ta} については、上下に連層する壁列ごとに、壁列に取付く垂壁・腰壁の数、壁幅、開口幅等をパラメータとして定式化する。 K_h については、層ごとに、耐力壁に取付く垂壁・腰壁の数、壁幅、開口幅等をパラメータとして定式化する。

大版パネルの垂壁部分・腰壁部分と袖壁部分の間に設定する引張・圧縮バネの応力変形特性は、単一開口の場合は昨年度において、開口隅を起点とする亀裂が発生を伴う変形過程における層せん断力・層間変位関係を荷重増分解析により安全側に評価できることを条件として設定されている。また、6.2節の検討により複数開口の場合についても同様であることが確認されている。

2.3 対象とする鉛直構面の仕様

2.3.1 架構形状

図 2.3.1 に示す 2 スパン架構を対象とする。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。

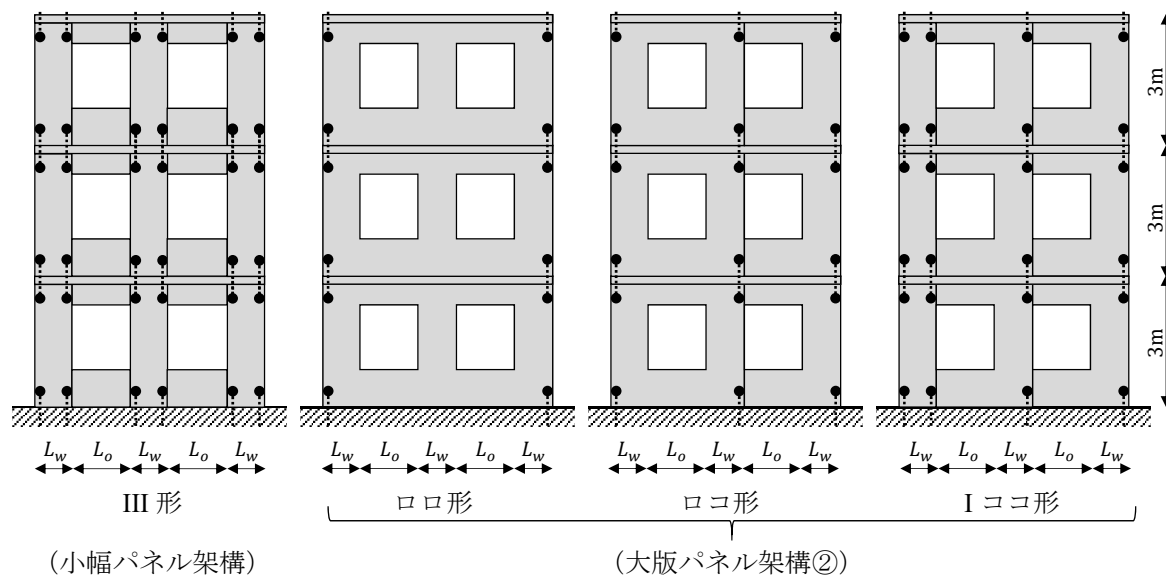


図 2.3.1 検討対象架構

2.3.2 部材・接合部

部材の仕様は次のように設定する。

壁 CLT パネル S60-3-3(90mm 厚)

また、床 CLT パネルの面外構造性能は無視する。

接合部の仕様は次のように設定する。

引張接合部

- ・ 壁-基礎 TB-90(χ マーク金物)、ボルト M16(ABR490、L = 400mm)
- ・ 壁-壁 TC-90(χ マーク金物)、ボルト M20(ABR490、L = 210mm + 梁せい)
- ・ 壁-屋根 同上

圧縮接合部

- ・ 壁-基礎 CLT パネル支圧
- ・ 壁-梁 CLT パネルめり込み
- ・ 壁-床 同上

せん断接合部

下記の弾性剛性を有するバネとして、必要耐力を確認する。

- ・ 壁-基礎 SB-90(χ マーク金物)
- ・ 壁-梁 2-LST(χ マーク金物)

垂壁部分・腰壁部分と袖壁部分が連続する部分には、前述のように昨年度設定された水平方向引張・圧縮バネを設ける。当該部分はせん断に対しては剛とする。

2.4 荷重増分解析パラメトリックスタディ

2.4.1 解析用構造モデル

(1) 構造モデルの構成

図 2.4.1 に示す構造モデルを用いる。なお、同図では 1F 腰壁なしのみを示しているが、その他の架構形状についてもモデル化の方法は同様である。解析パラメータは下記のように設定する。

階高	3.0m
層数	1～3
架構形状	図 2.3.1 に示す4種類
壁幅 L_w	1.0～2.5m@0.5m
開口幅 L_o	0.01, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0m
層間変位比率 λ	なし, 1.0, 0.75, 0.5

⊗ 引張圧縮バネ ≡ 引張バネ ○ 圧縮バネ ⊕ せん断バネ

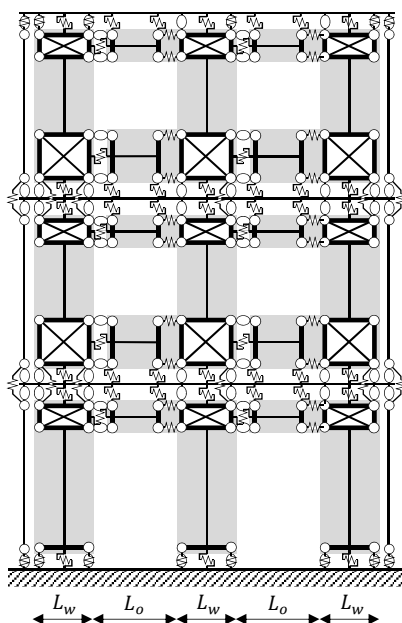


図 2.4.1 構造モデル (1F 腰壁なし)

(2) 部材・接合部の構造性能

CLT パネルの面内弾性係数 E は 4kN/mm^2 (全断面有効として)とする。

接合部に対応する非線形バネの応力変形特性を図 2.4.2 のように設定する。「引張」、「圧縮」および「せん断」についてはマニュアル第Ⅲ部 3.1.2(3)項および 9.3(2)項に準拠して設定している。「引張圧縮」は垂壁部分・腰壁部分に続く袖壁部分との境界面に設定するバネで、昨年度の検討結果に基づき、降伏耐力は垂壁・腰壁部分の断面積の 0.08 倍に CLT パネルの引張の基準強度(5.4N/mm^2)を乗じた値としている。弾性剛性は剛相当の大きな値としている。

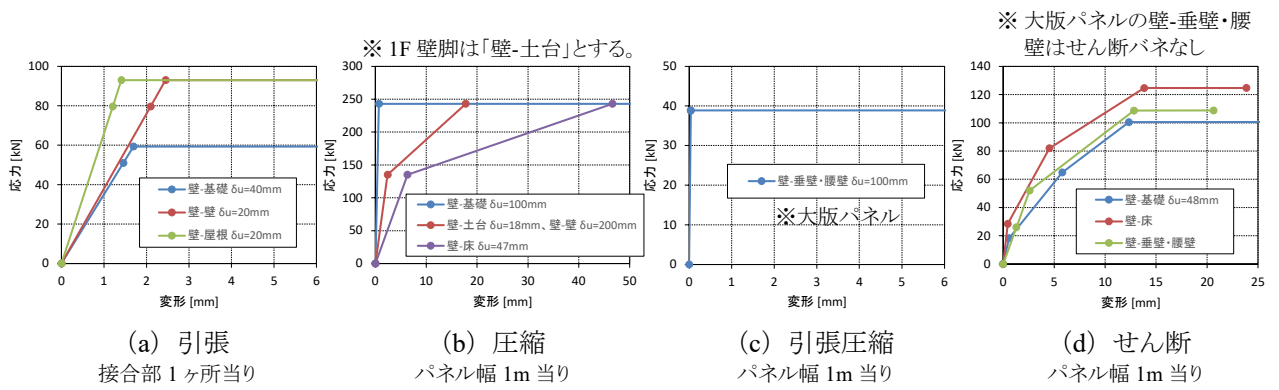


図 2.4.2 接合部の応力変形特性

(3) 鉛直荷重・地震力分布

床重量 w は外壁等を含む均し荷重として 4kN/m^2 、屋根重量は同様に 3kN/m^2 とする。耐力壁量(単位床面積当りの耐力壁長)をXY方向合わせて 20cm/m^2 と仮定し、対象架構各層の負担重量 ${}_sW$ を次のように設定する。

$${}_sW = \frac{sL_w}{0.2} \cdot w \quad (2.4.1)$$

ここで、 ${}_sL_w$ は各層の耐力壁長の合計(m)である。この ${}_sW$ を各耐力壁の幅 L_w に応じて壁パネル左右端の床レベル節点に配分し、増分解析に先立って鉛直集中荷重として与える。増分解析を行う際の地震力分布は A_i 分布とし、 ${}_sW$ の分布に基づいて設定する。また、図 2.3.1 に示す検討対象架構のうち左右非対称のものについては正方向(右向き)加力と負方向(左向き)加力の両方の解析を実施する。

2.4.2 許容水平耐力等の評価方法

(1) 許容耐力時、保有耐力時の定義

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、 A_y 、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：1/30rad 変形時、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。

「接合部短期許容応力度時」について、垂壁・腰壁と壁の連続部分に設定する引張圧縮バネ(図 2.4.2(c))については、当該部分に生じる亀裂による応力再配分等に対する等価性能有する便宜的な要素であるので、許容応力検定の対象としない。また、「CLT パネル短期許容応力度時」について、垂壁・腰壁についてはマニュアル第Ⅲ部 3.2.2(1)項では開口隅角部の応力集中を考慮して CLT パネル面内曲げの短期許容応力度に1/1.5 を乗じることになっているが、本検討ではその効果は上述のバネによって表現されているものとして短期許容応力度の低減は行わない。

そのほか、「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。

$$M \geq \min(M_{u1}, M_{u2}) \quad (2.4.2)$$

ここで、

$$M_{u1} = \frac{D - 0.85x_n}{2} \cdot C + \frac{D + 2x_n}{6} \cdot T \quad (2.4.3)$$

$$M_{u2} = \left(\frac{N}{D \cdot t \cdot F_c} + 1 \right) \cdot Z \cdot F_b \quad (2.4.4)$$

$$x_n = \frac{N + F_b \cdot t \cdot D / 2}{(0.85^2 F_c + 1 / 2 F_b) \cdot t} \quad (2.4.5)$$

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

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

N : 壁パネルの軸力(圧縮を正とする)

F_b : 面内曲げの基準強度

F_c : 面内圧縮の基準強度

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) 許容水平耐力・水平剛性の算出方法

荷重増分解析結果に基づいて次のように算定する。

- 許容転倒モーメント M_{Ta}

$$M_{Ta} = \frac{M_{Td}}{\max(1, R_{f1})} \quad (2.4.6)$$

ここで、

$$R_{f1} = \frac{\sum M_{Td}}{\sum M_{Tu}} \cdot \frac{D_s}{0.2} \quad : \text{塑性化部材の応力割増し係数} \quad (2.4.7)$$

M_{Td} : 許容耐力時の転倒モーメント

M_{Tu} : 保有耐力時の転倒モーメント

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \quad (2.4.8)$$

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 K_h : 許容耐力時の割線剛性

2.4.3 解析(パラメトリックスタディ)の結果

- 解析(パラメトリックスタディ)の結果を次の各図に示す。図 2.3.1 に示す検討対象架構のうち左右非対称のものについては正方向(右向き)加力と負方向(左向き)加力による値の平均値としている。

表 2.4.1 解析結果の掲載図番

架構形状		3層架構	2層架構	1層架構
III形	腰壁あり	2.4.3	2.4.17	2.4.30
	1F腰壁なし	2.4.4	2.4.18	
	2F腰壁なし	2.4.5	2.4.19	
	1,2F腰壁なし	2.4.6		
	腰壁なし	2.4.7	2.4.20	2.4.31
ロコ形	腰壁あり	2.4.8	2.4.21	2.4.32
	1F腰壁なし	2.4.9	2.4.22	
	腰壁なし	2.4.10	2.4.23	2.4.33
ロコ形	腰壁あり	2.4.11	2.4.24	2.4.34
	1F腰壁なし	2.4.12	2.4.25	
	腰壁なし	2.4.13	2.4.26	2.4.35
Iココ形	腰壁あり	2.4.14	2.4.27	2.4.36
	1F腰壁なし	2.4.15	2.4.28	
	腰壁なし	2.4.16	2.4.29	2.4.37

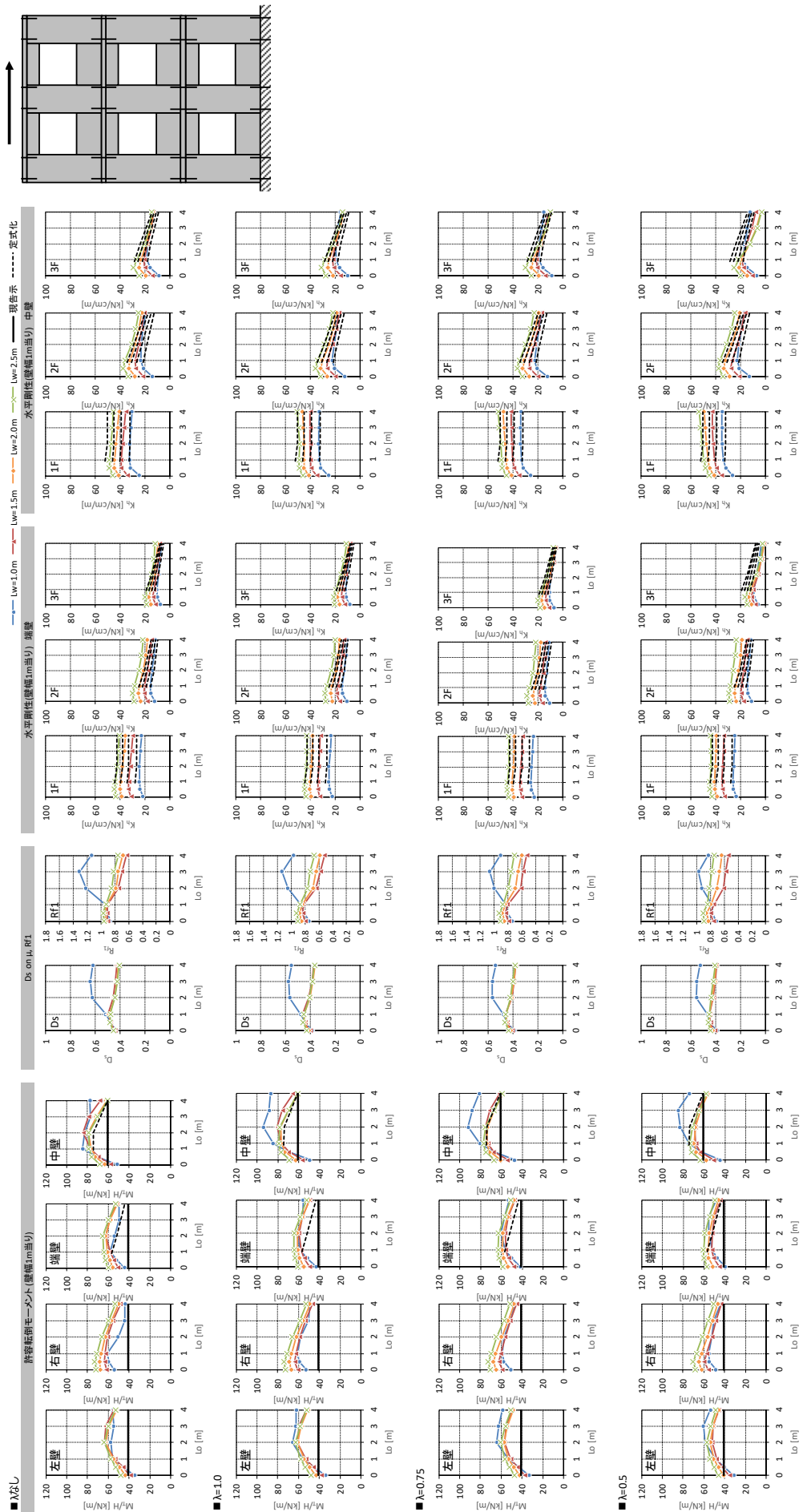


図 2.4.3 解析結果 — 3 層架構・III 形・腰壁あり

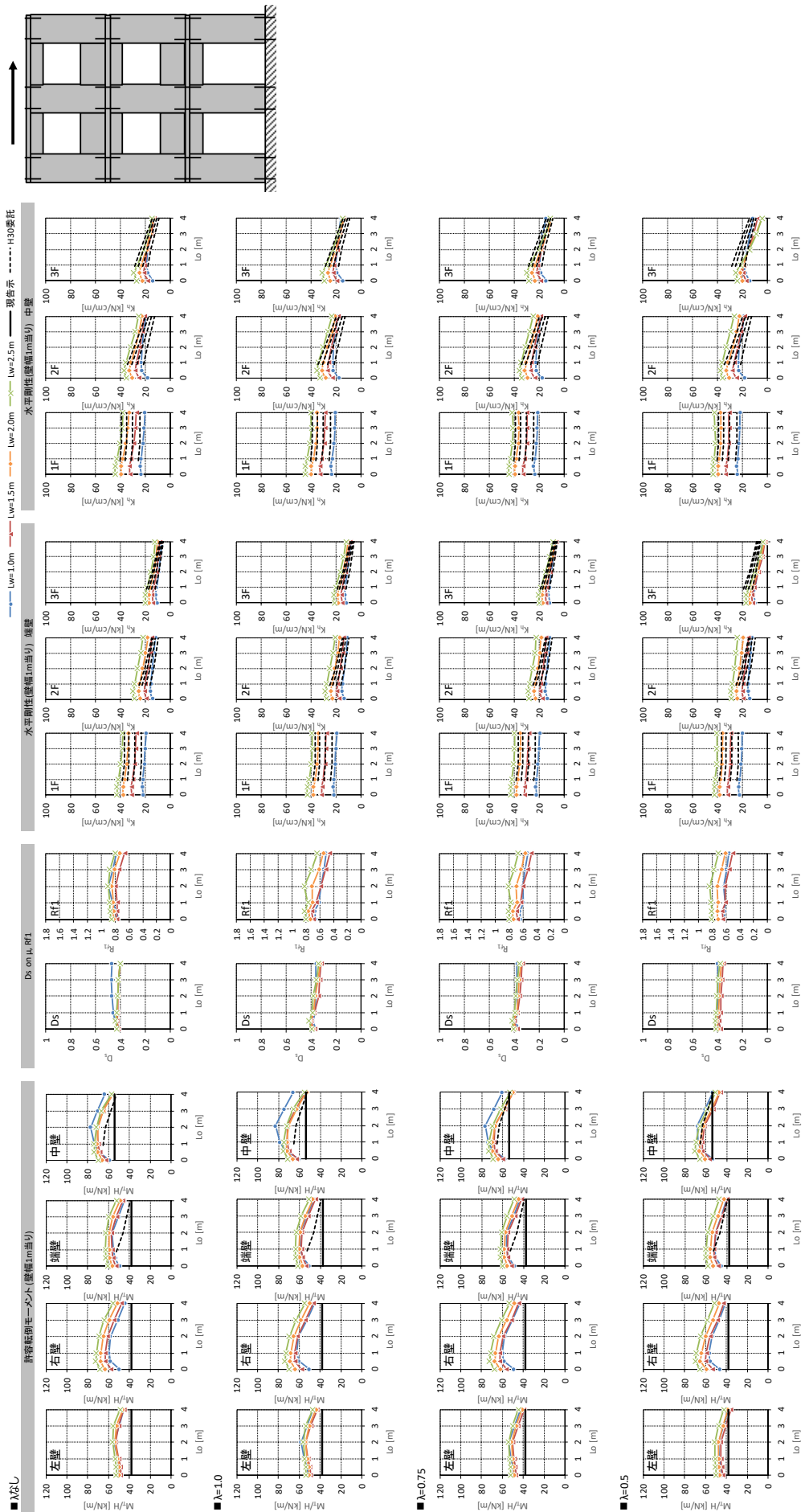


図 2.4.4 解析結果 — 3 層架構・III 形・1F 腰壁なし

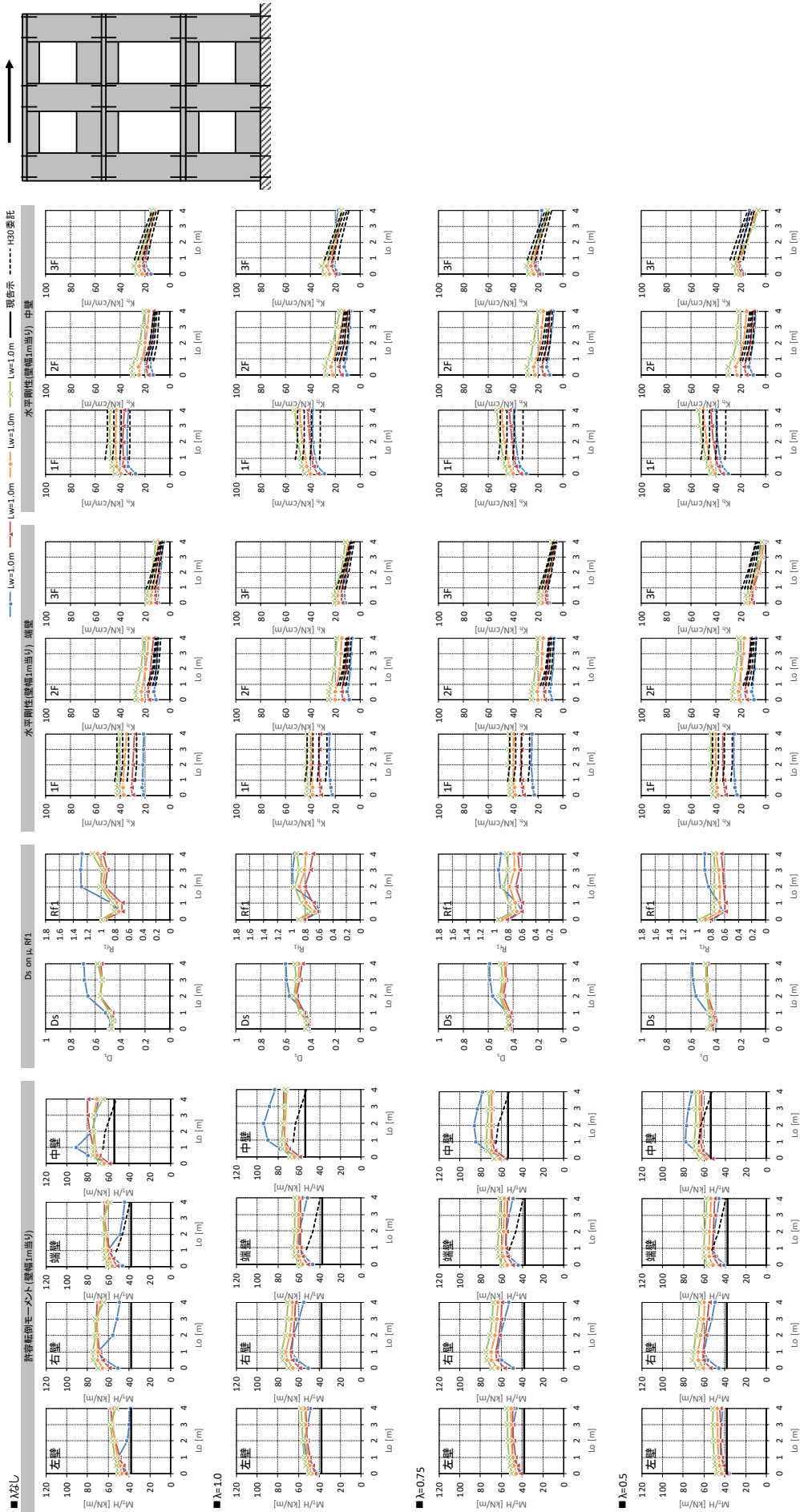


図 2.4.5 解析結果 — 3 層架構・III 形・2F 腰壁なし

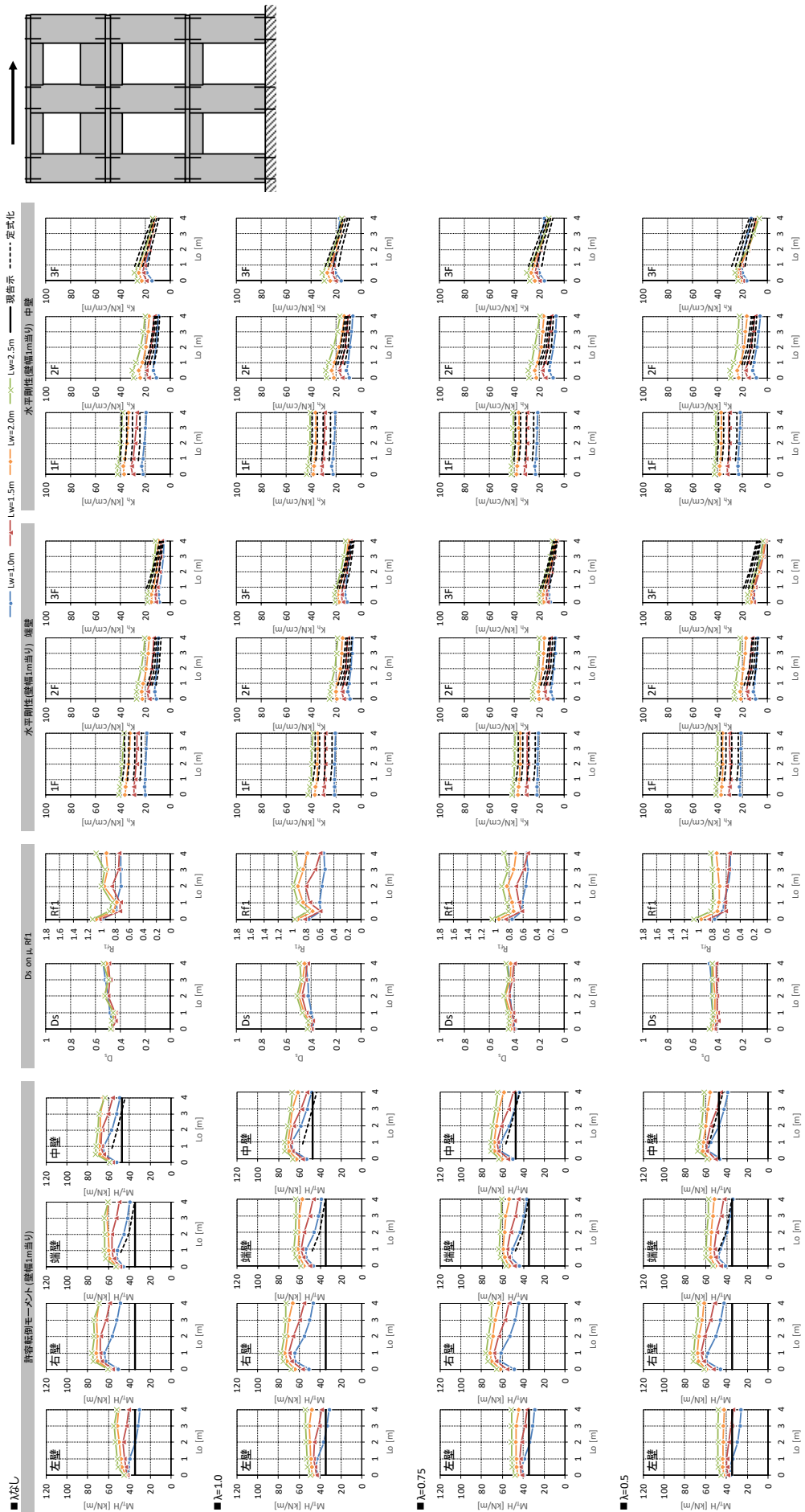


図 2.4.6 解析結果 - III 形 - 1, 2F 腰壁なし

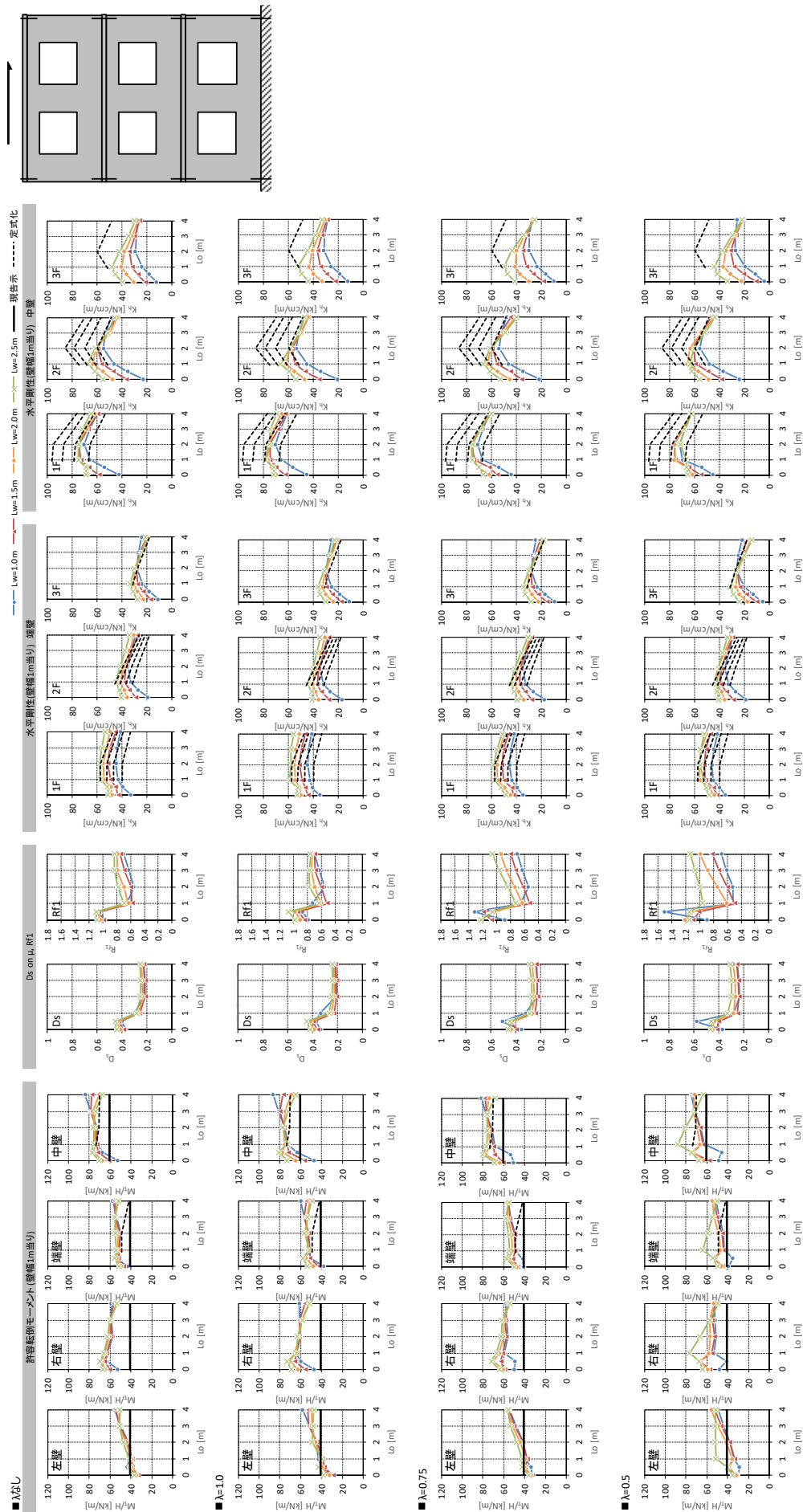


図 2.4.8 解析結果 — 3 層架構・口形・腰壁あり

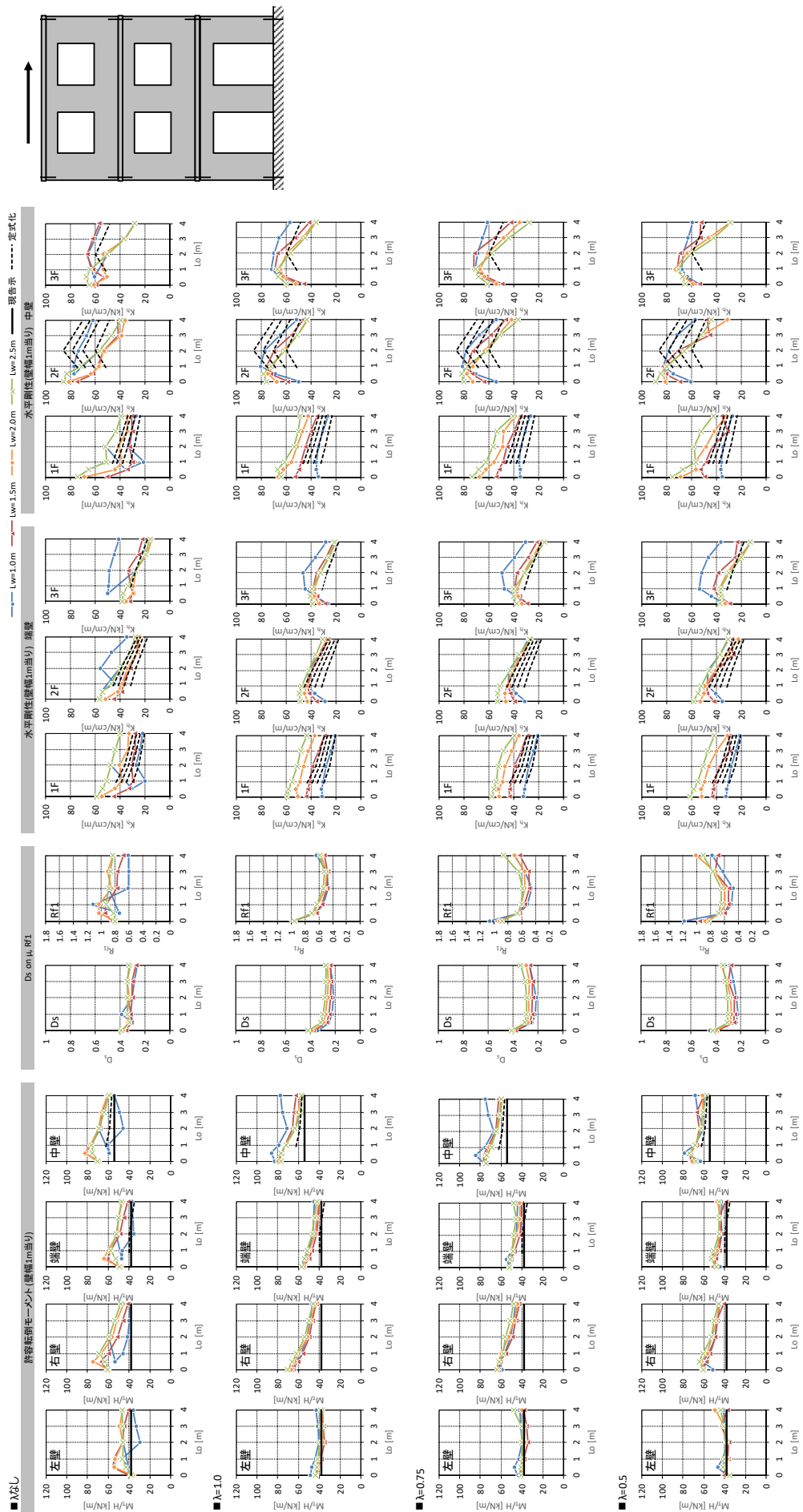


図 2.4.9 解析結果 — 3 層架構・口形・1F 腰壁なし

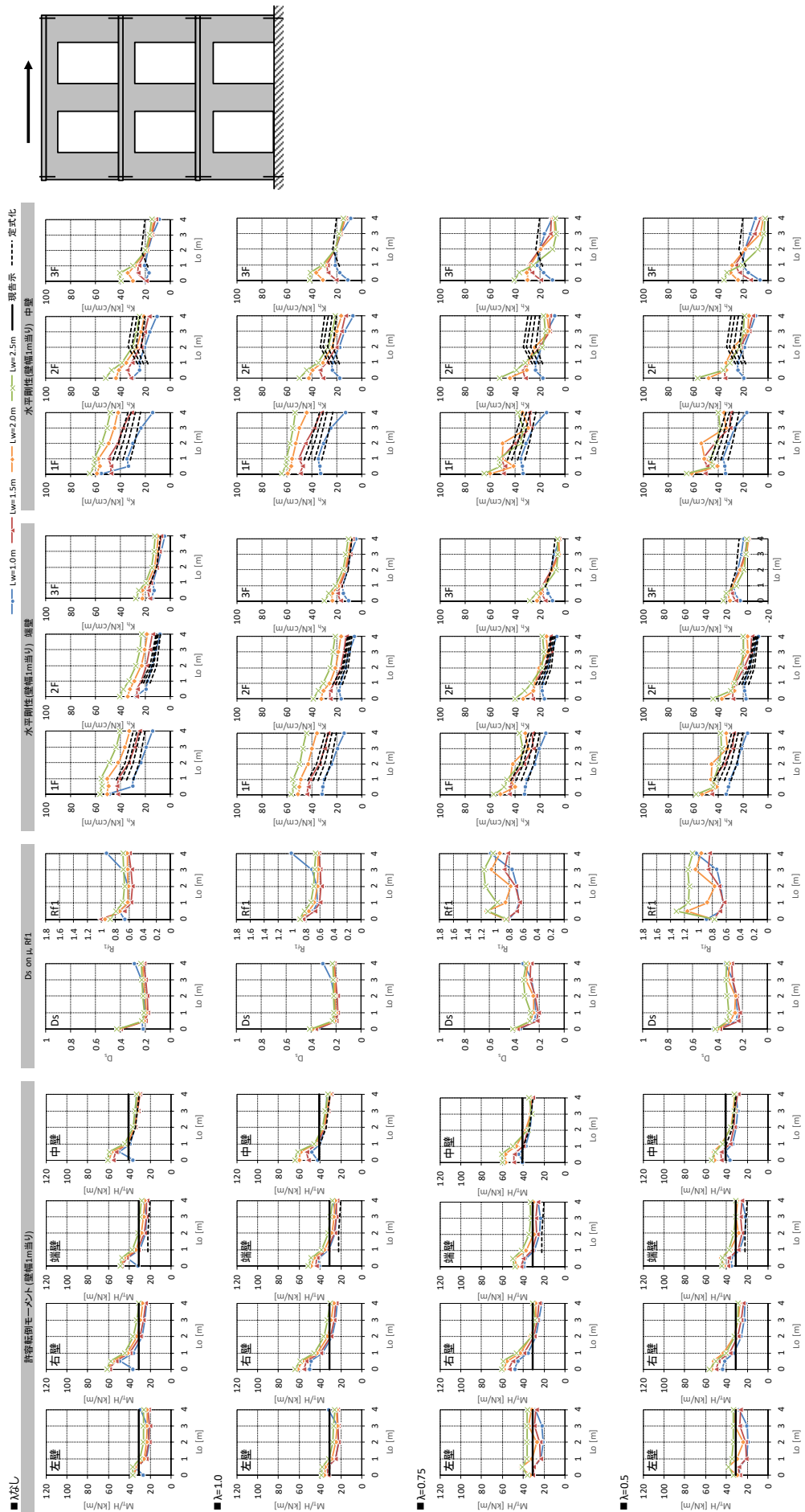


図 2.4.10 解析結果 — 3層架構・口形・腰壁なし

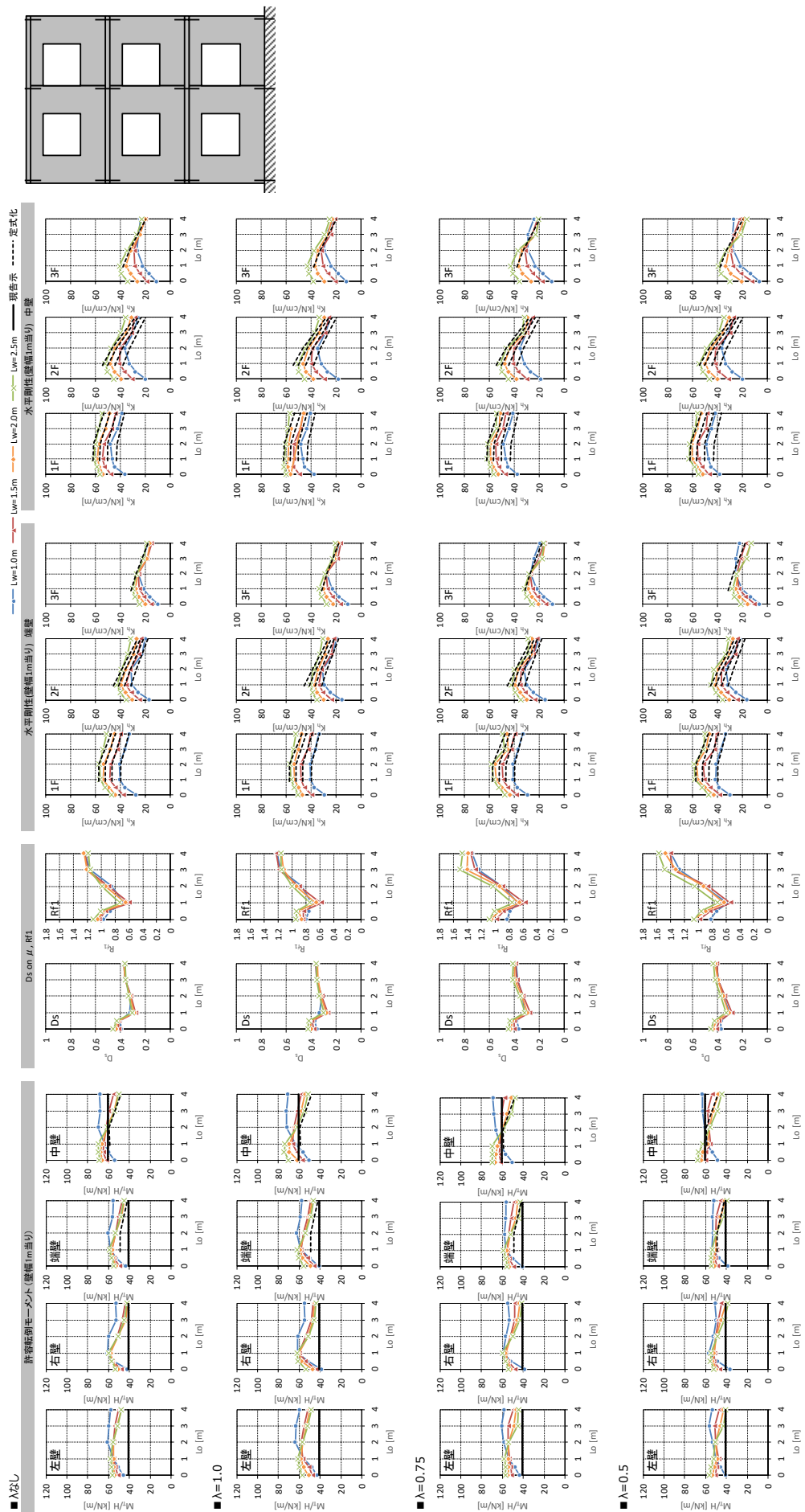


図 2.4.11 解析結果 — 3 層架構・口形・腰壁あり (正負平均)

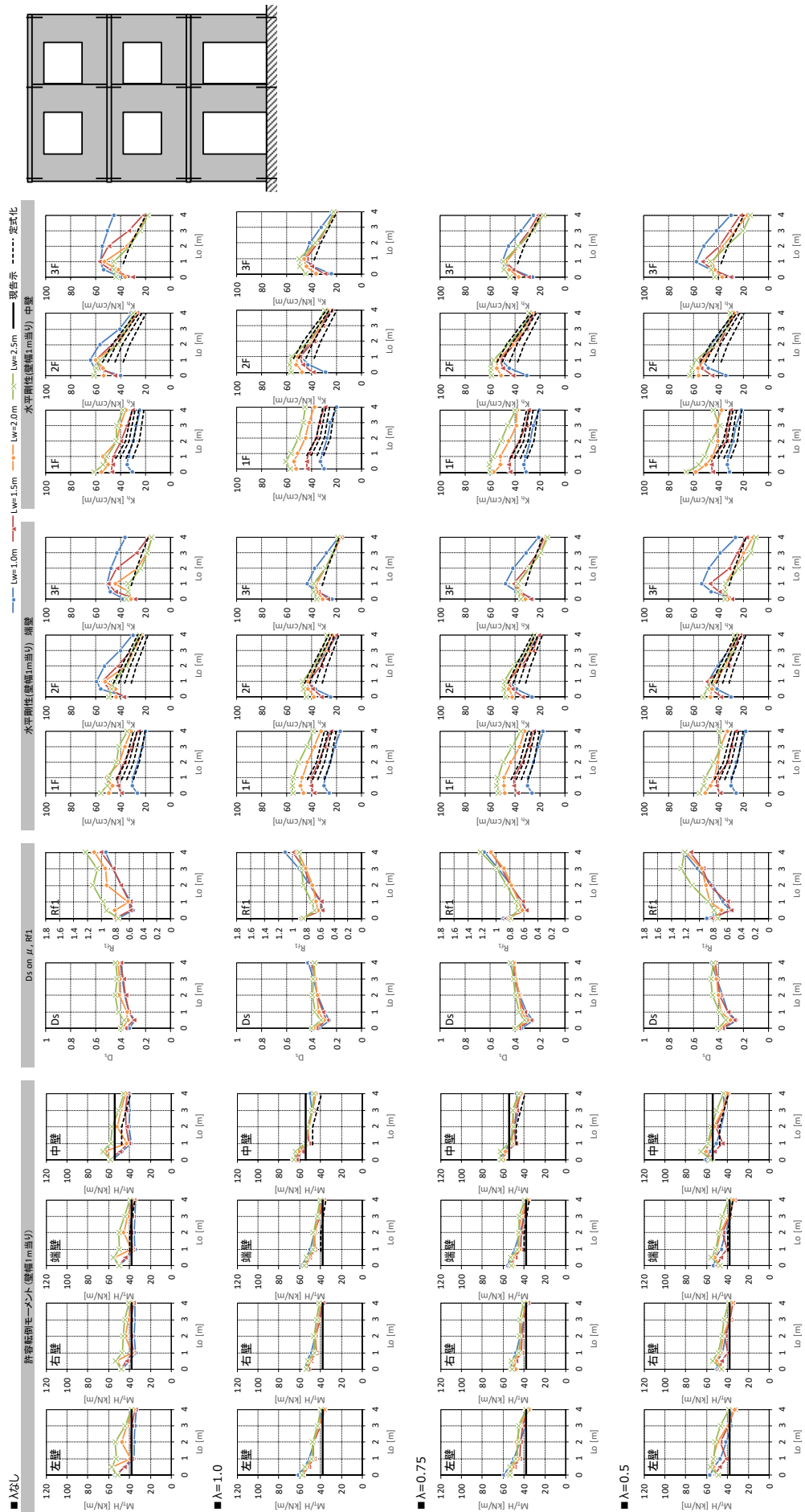


図 2.4.12 解析結果 — 3 層架構・ロコ形・1F 腰壁なし (正負平均)

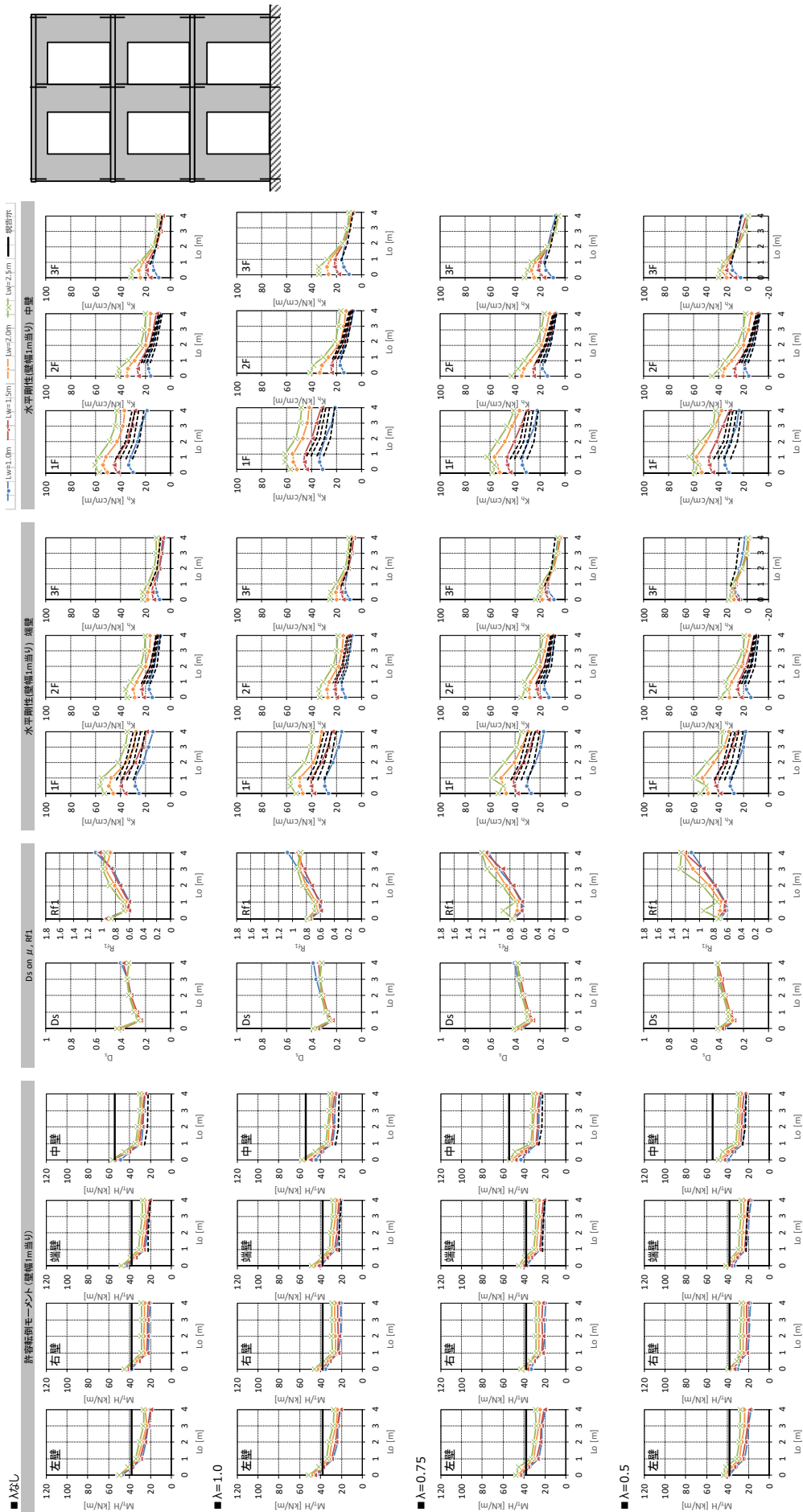


図 2.4.13 解析結果 — 3 層架構・口形・腰壁なし (正負平均)

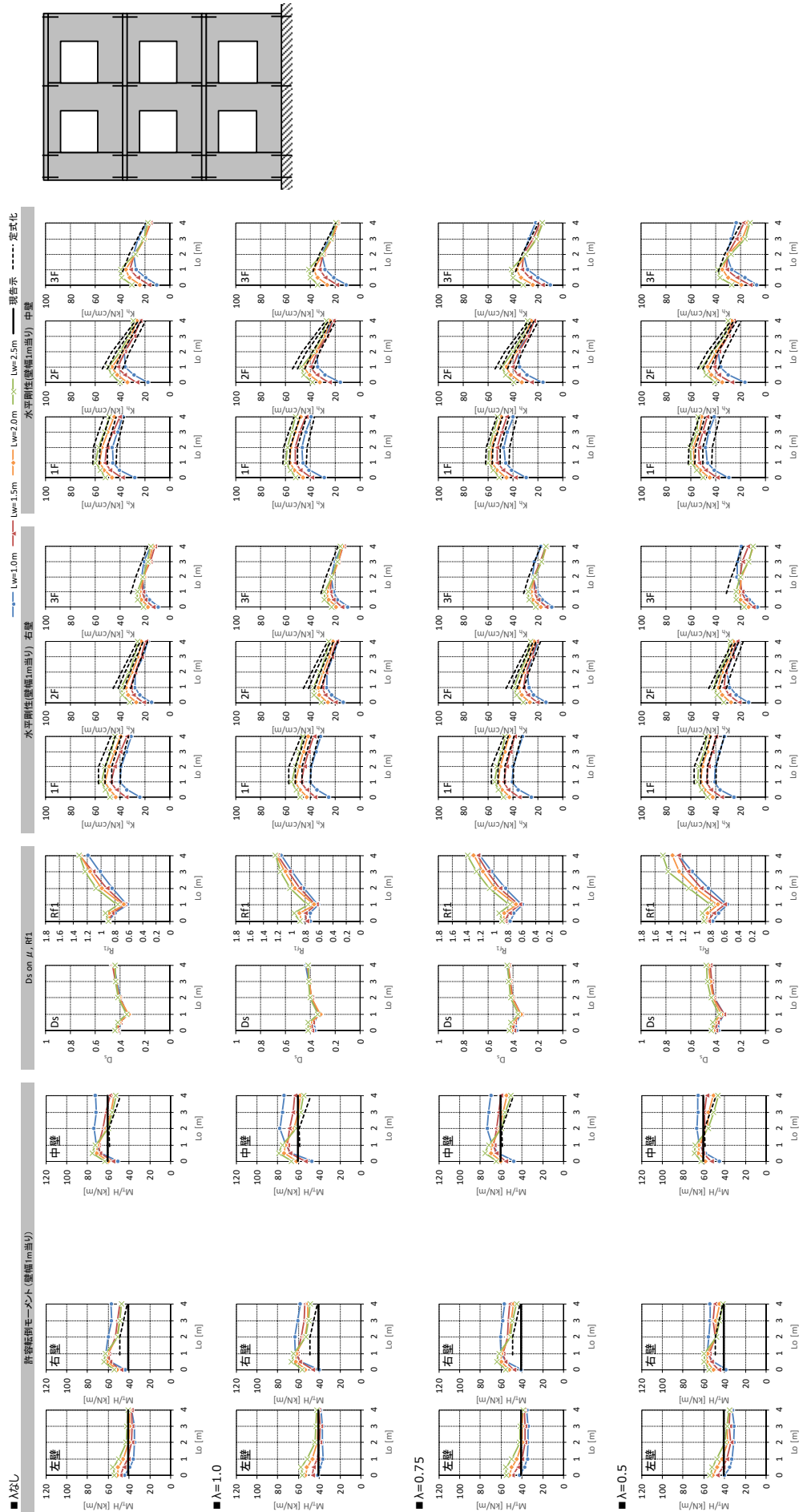


図 2.4.14 解析結果 — 3 層架構・I ココ形・腰壁あり (正負平均)

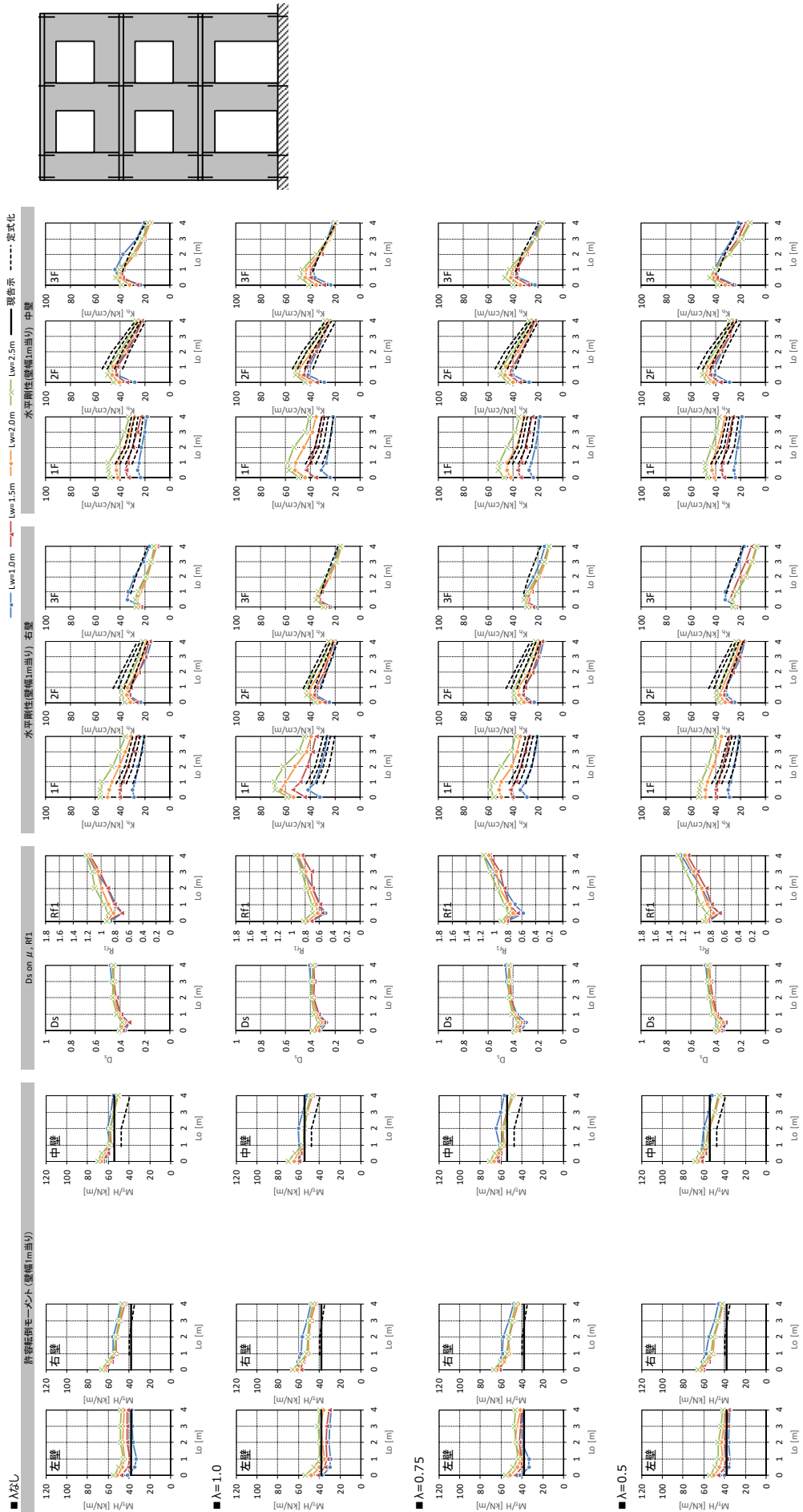


図 2.4.15 解析結果 — 3 層架構・I ココ形・1F 腰壁なし (正負平均)

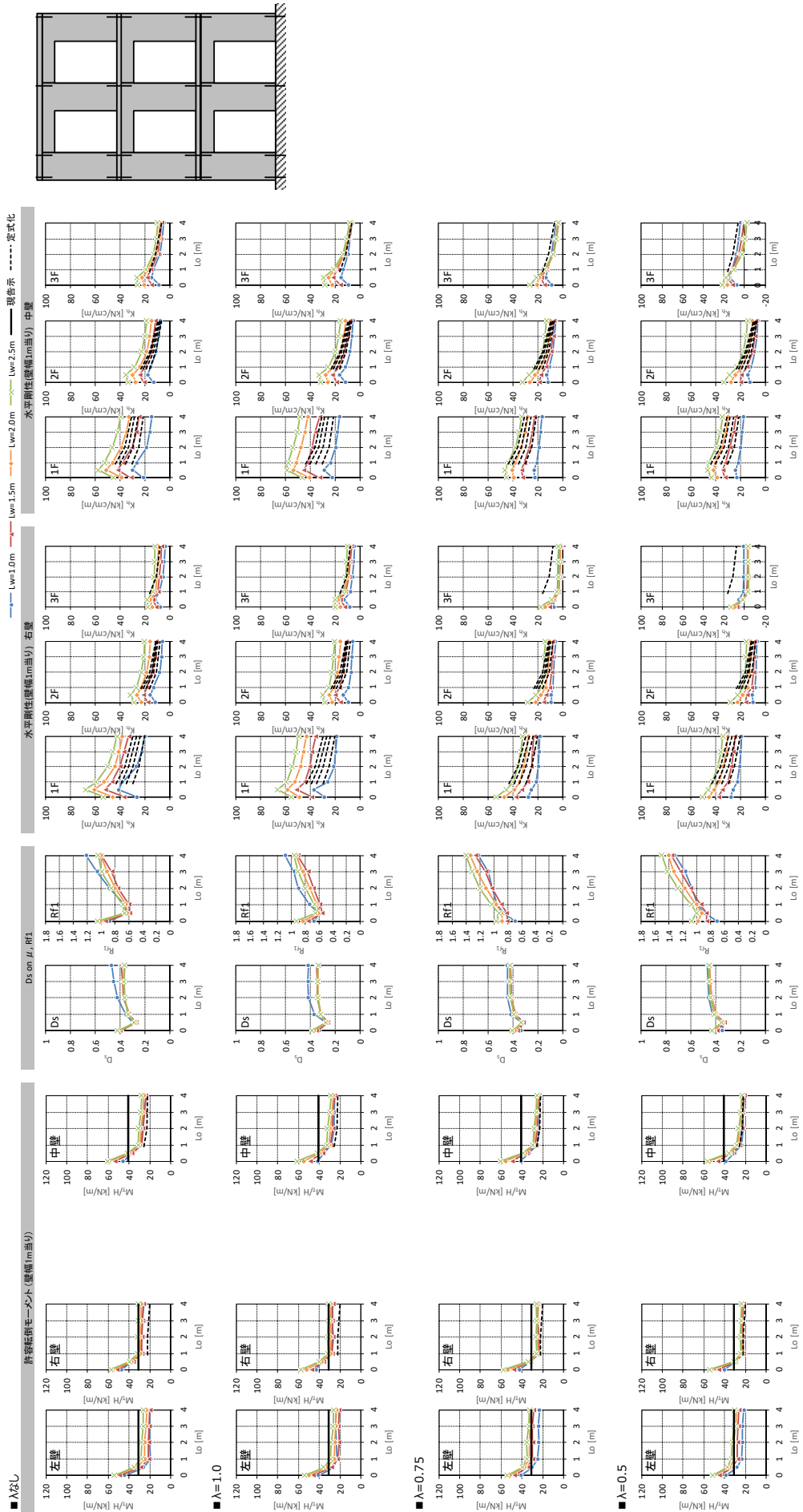


图 2.4.16 解析結果 — 3 層架構・I 字形・腰壁なし (正負平均)

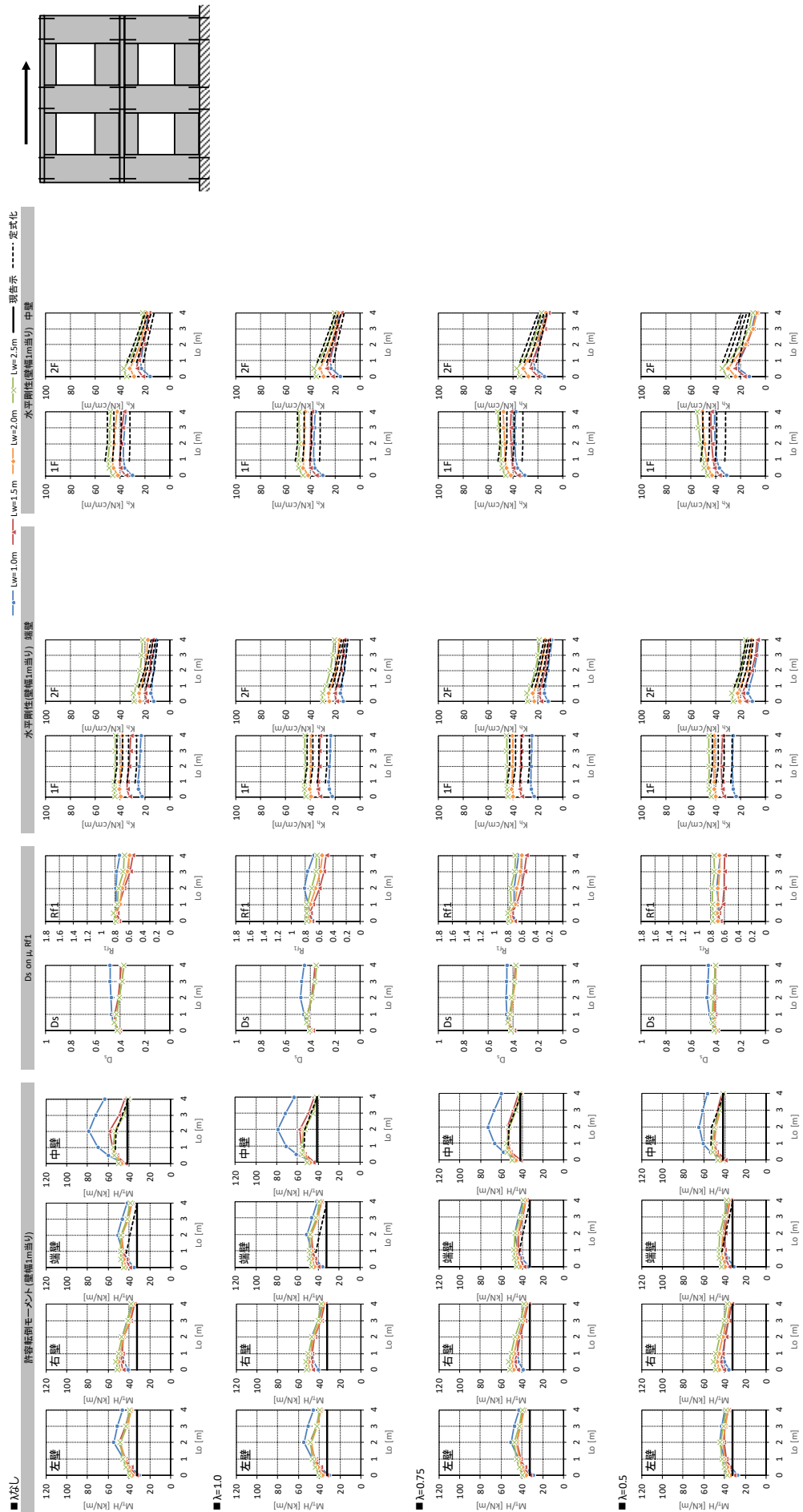


図 2.4.17 解析結果 — 2 層架構・III 形・腰壁あり

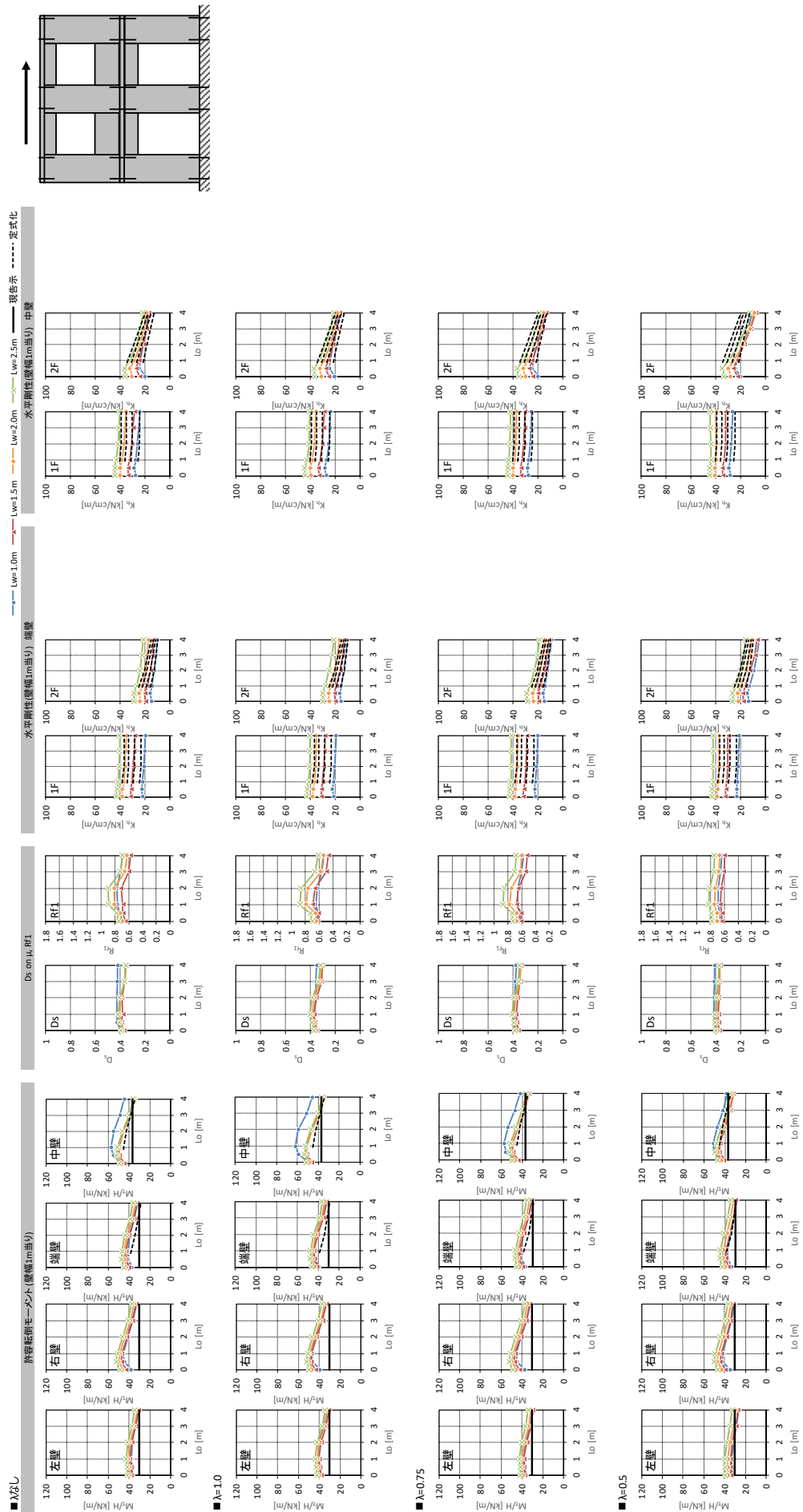


図2.4.18 解析結果 — 2層架構・III形・1F腰壁なし

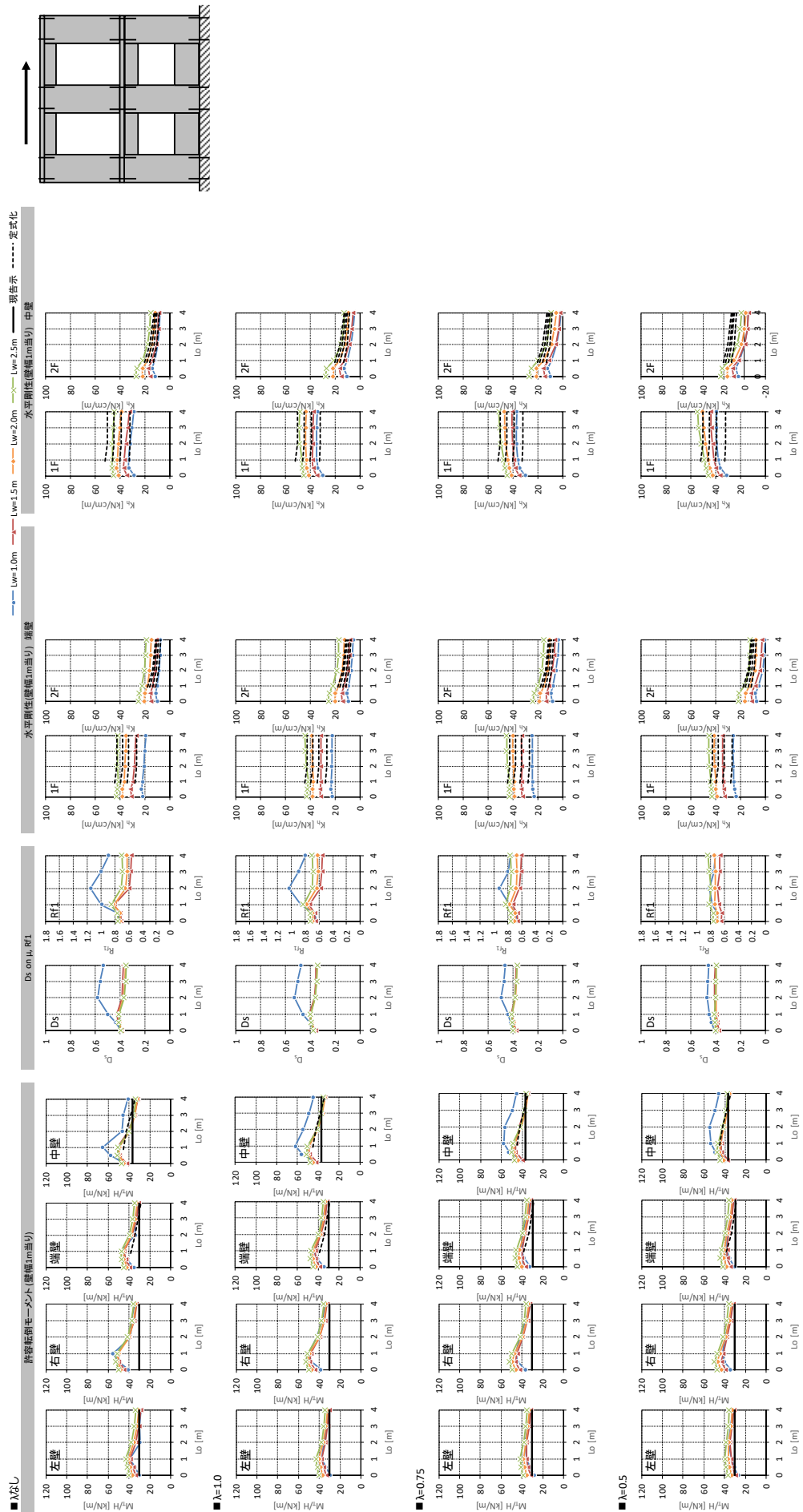


図 2.4.19 解析結果 — 2 層架構・III 形・2F 腰壁なし

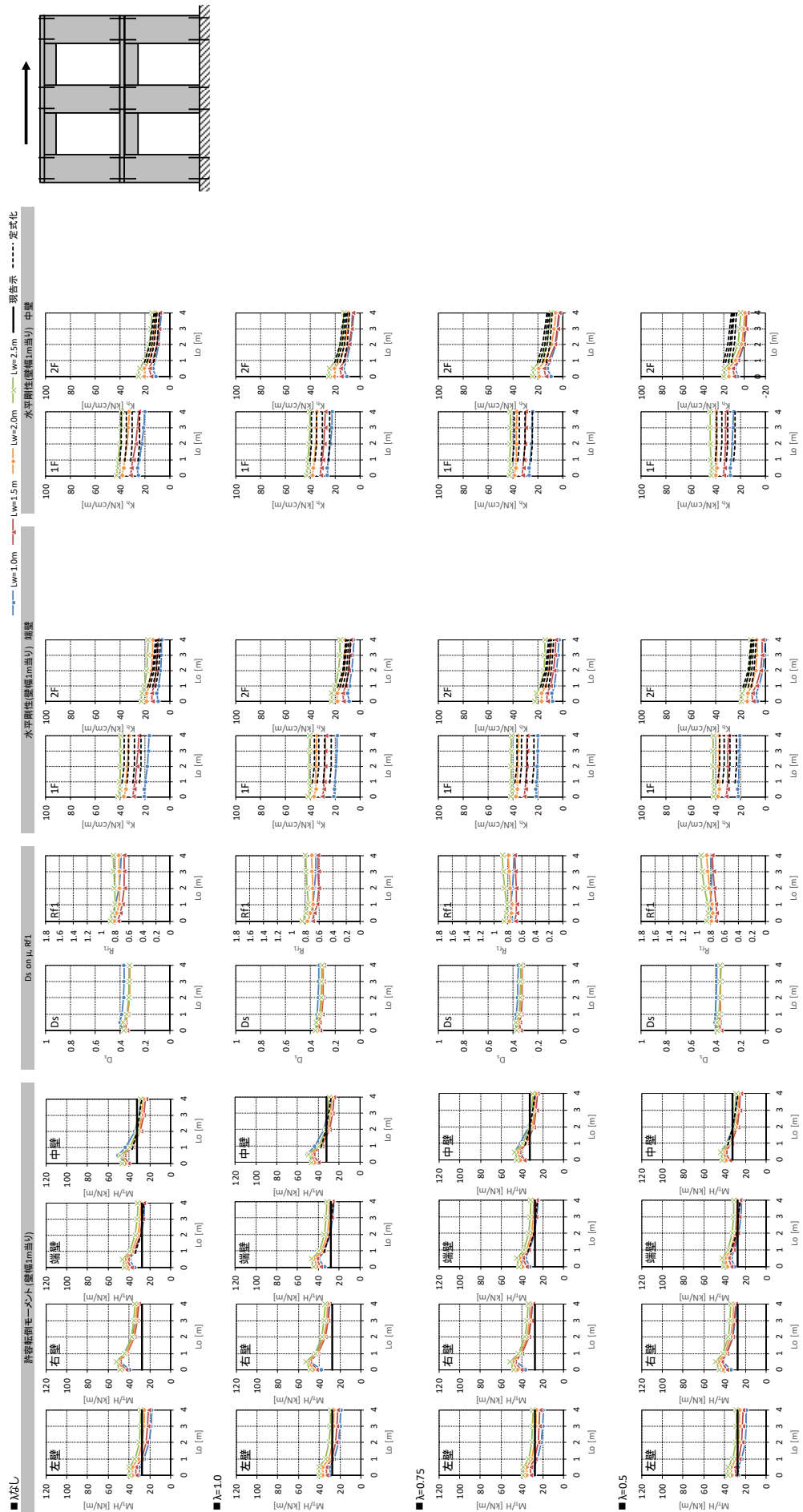


図 2.4.20 解析結果 — 2 層架構・III 形・腰壁なし

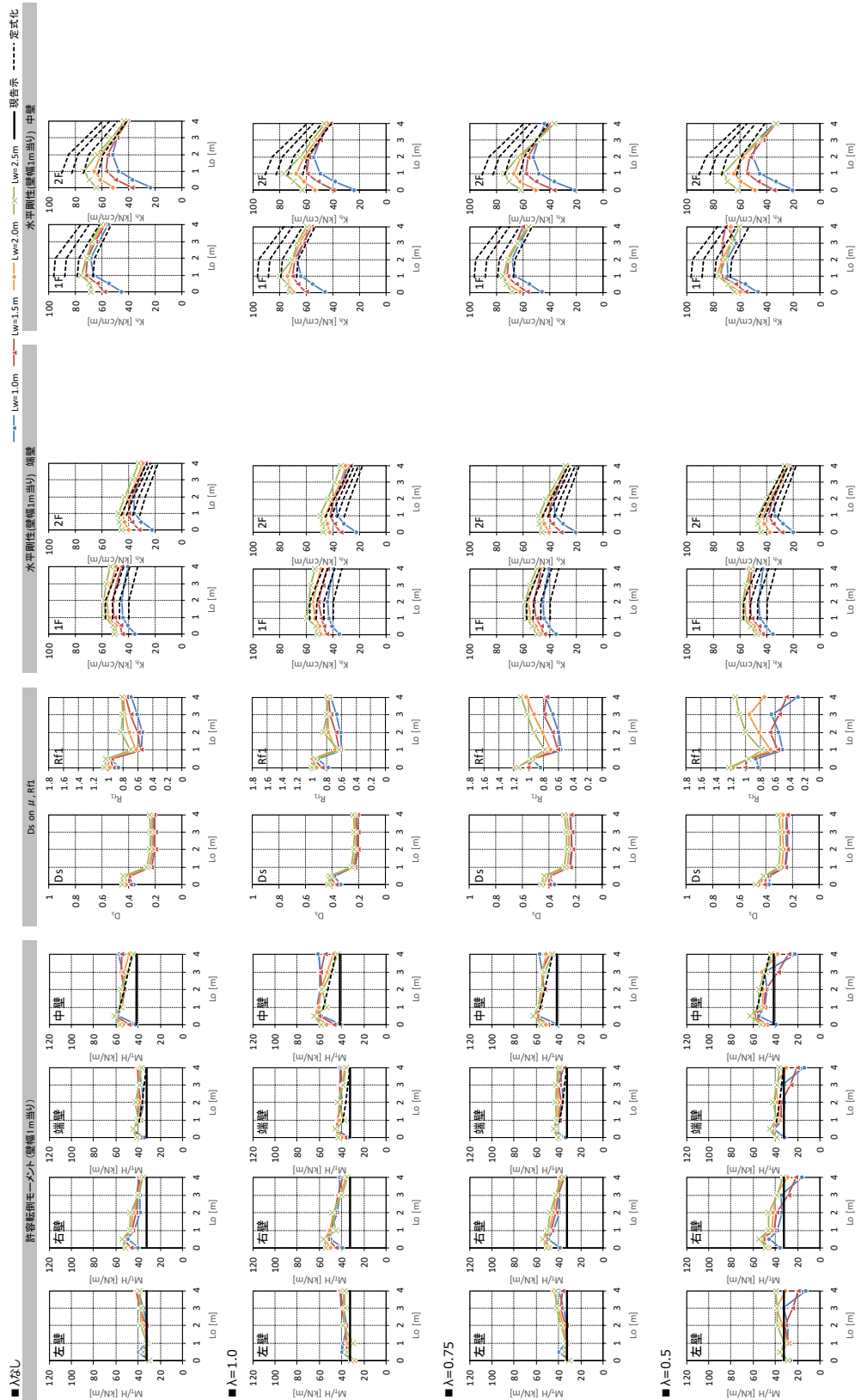
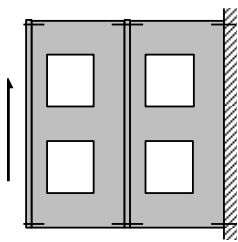


図 2.4.21 解析結果 — 2 層架構・口形・腰壁あり

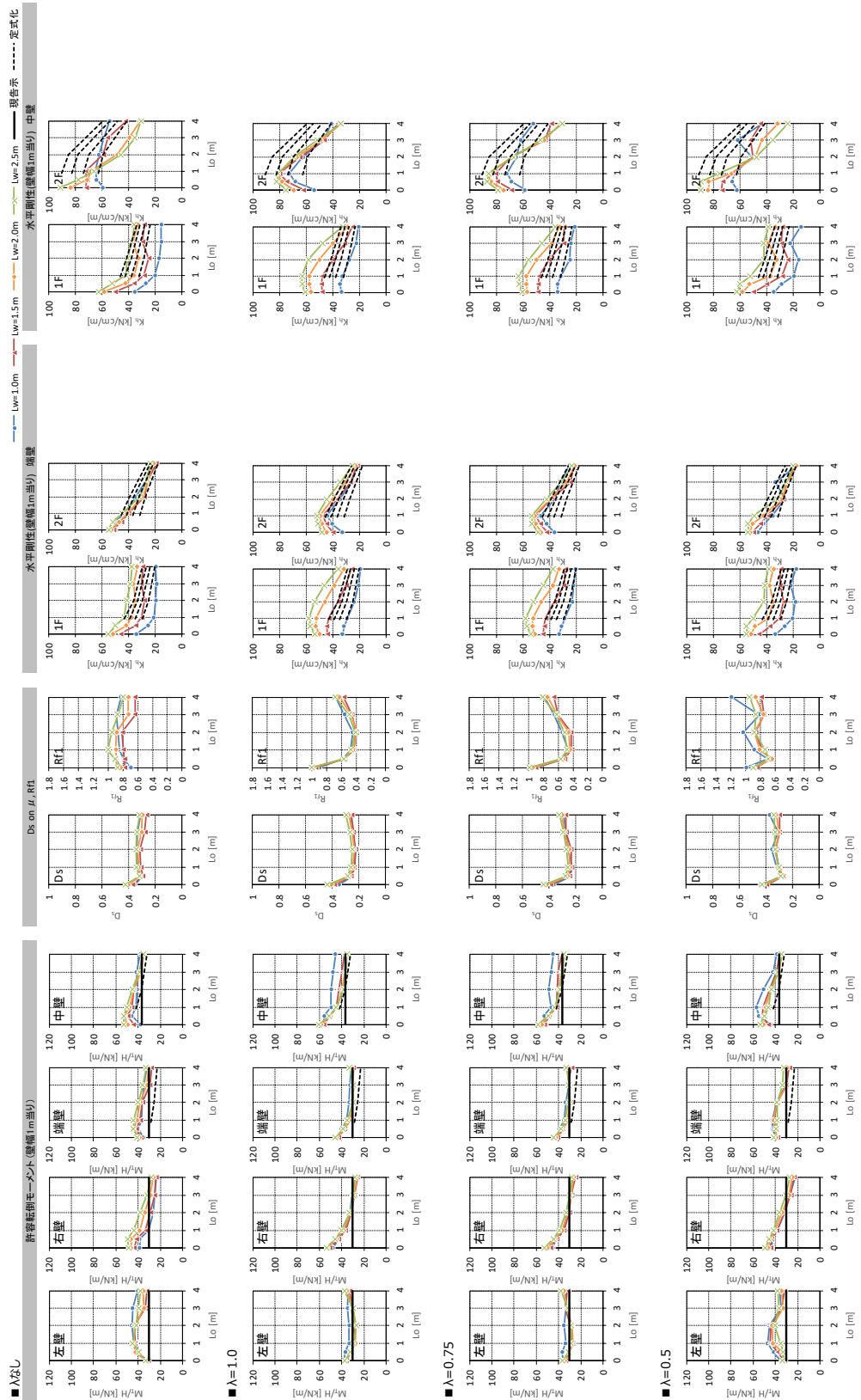
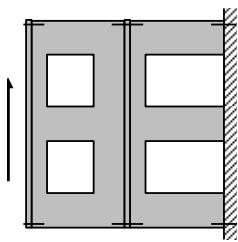


図 2.4.22 解析結果 — 2 層架構・口形・1F 腰壁なし

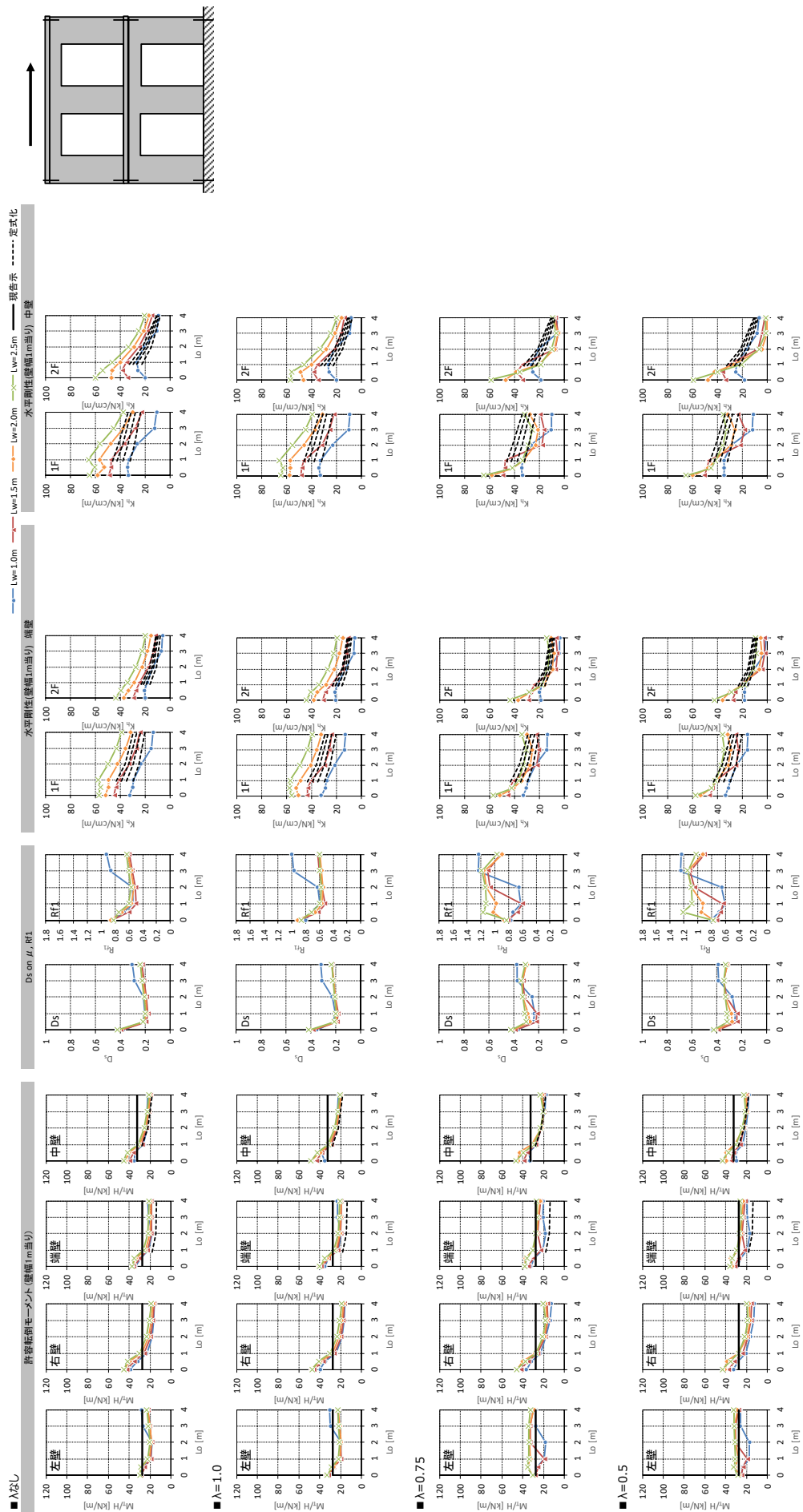


図 2.4.23 解析結果 — 2 層架構・口形・腰壁なし

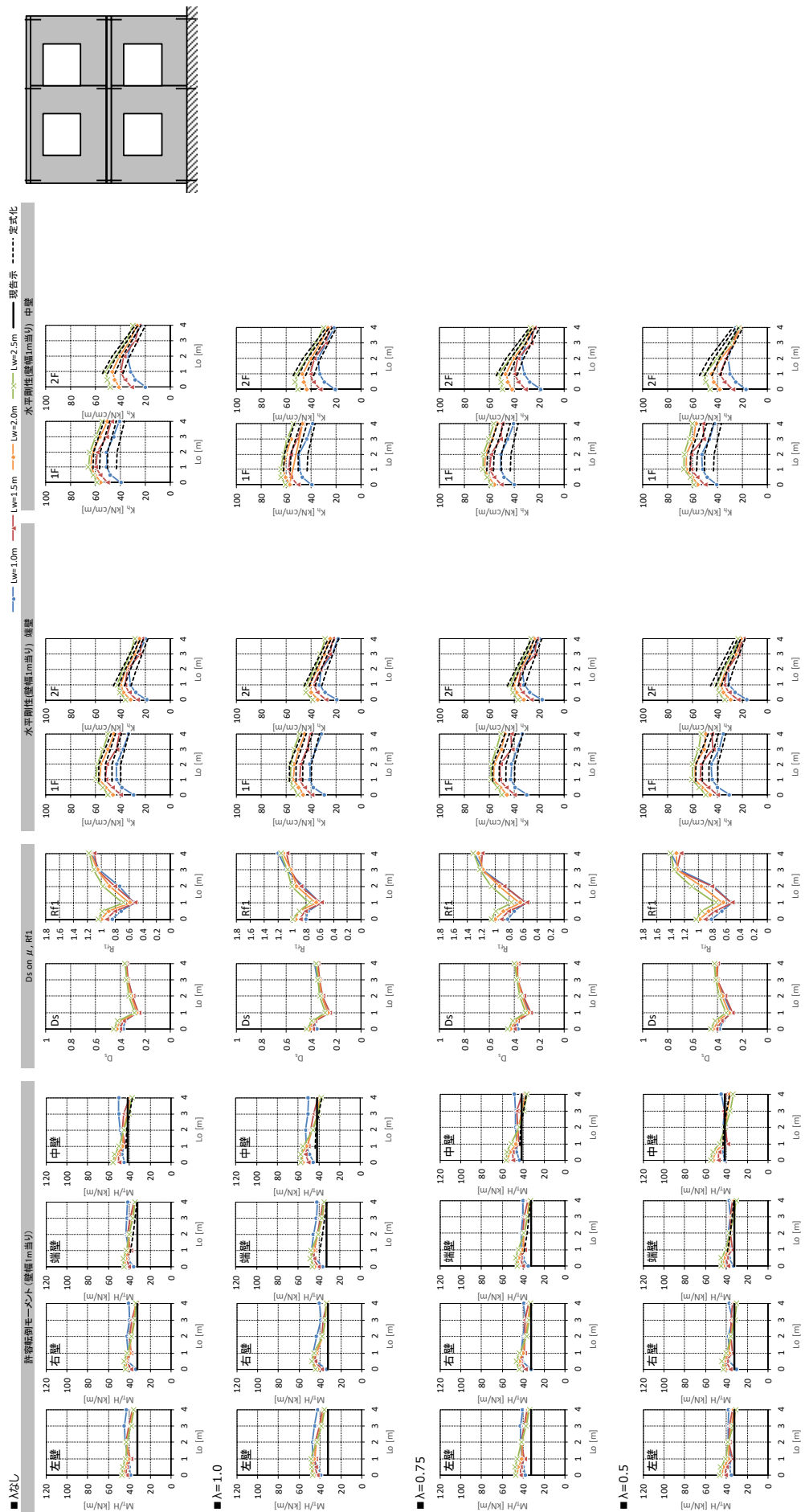


図 2.4.24 解析結果 — 2 層架構・口形・腰壁あり (正負平均)

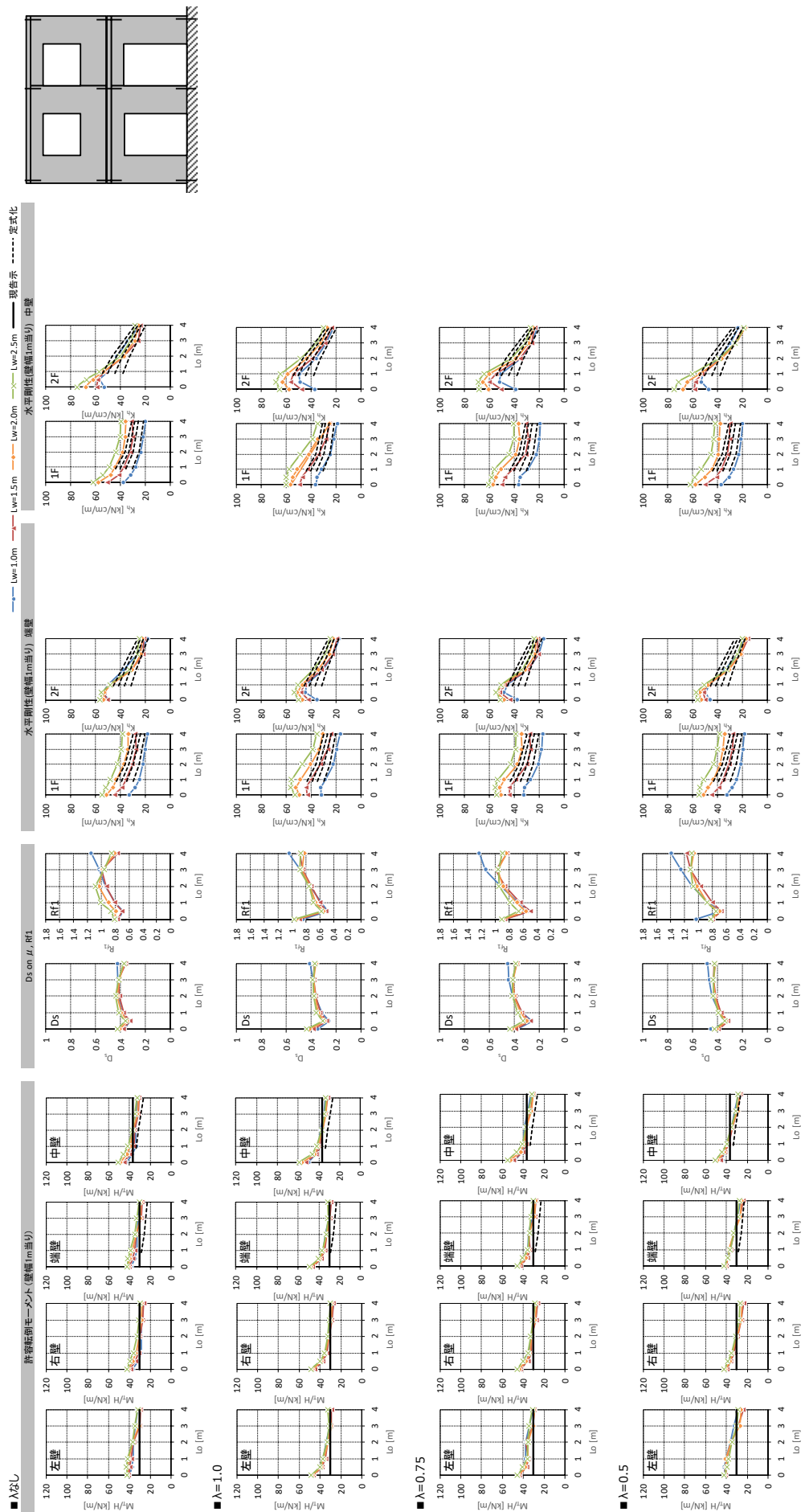


図 2.4.25 解析結果 — 2 層架構・ロコ形・1F 腰壁なし (正負平均)

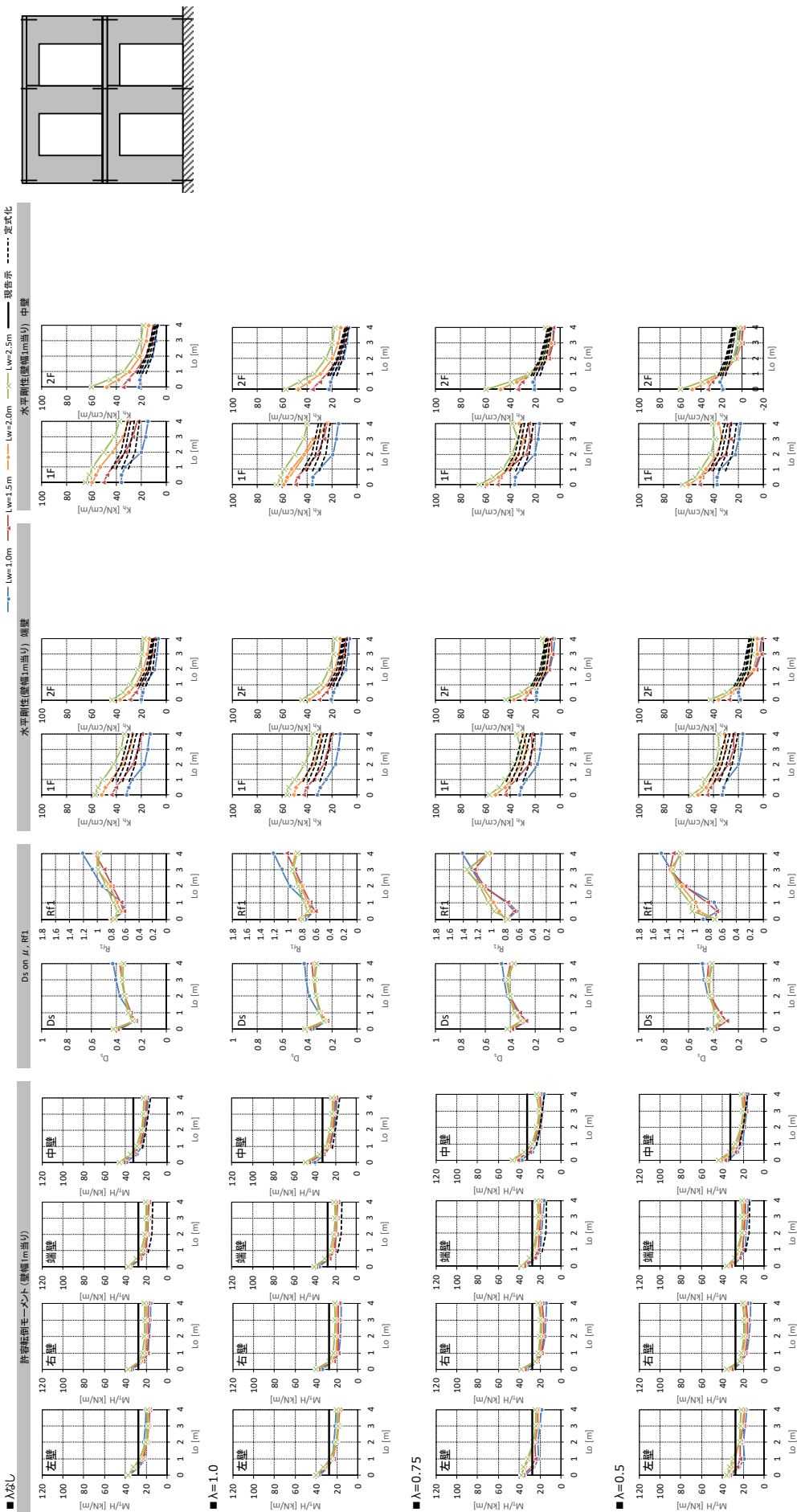
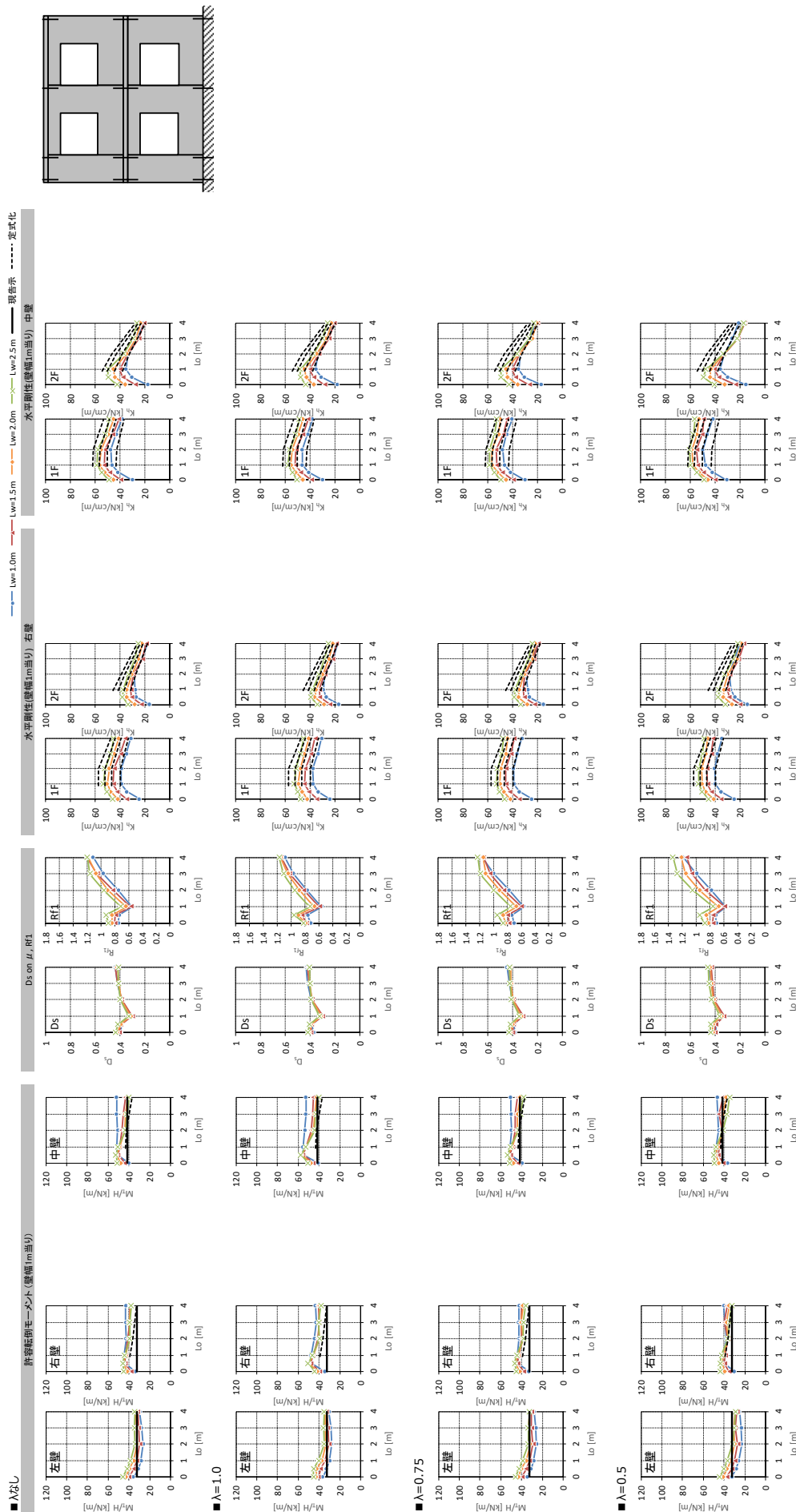


図 2.4.26 解析結果 — 2 層架構・口コ形・腰壁なし (正負平均)



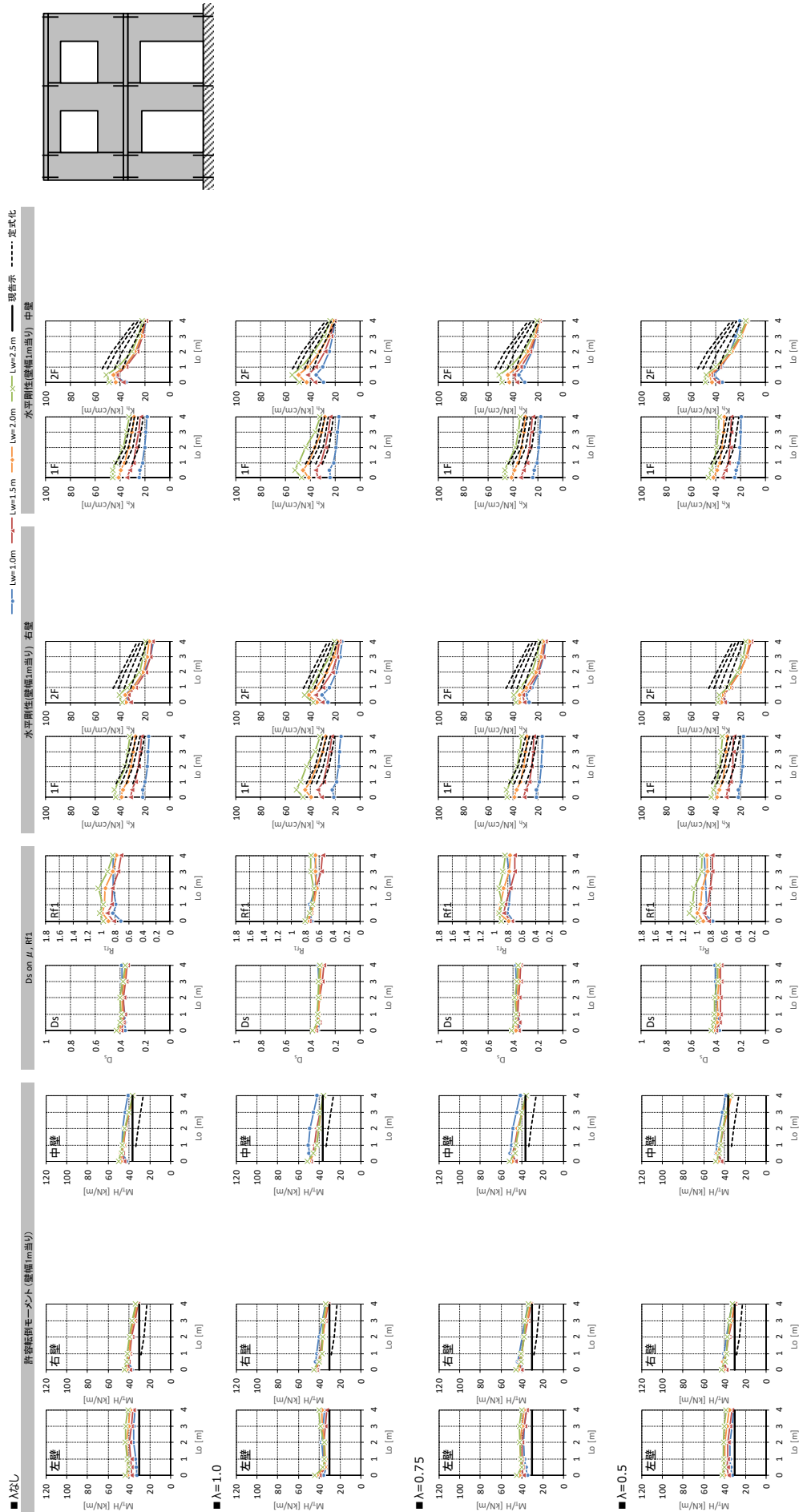


図 2.4.28 解析結果 — 2 層架構・I ココ形・1F 腰壁なし (正負平均)

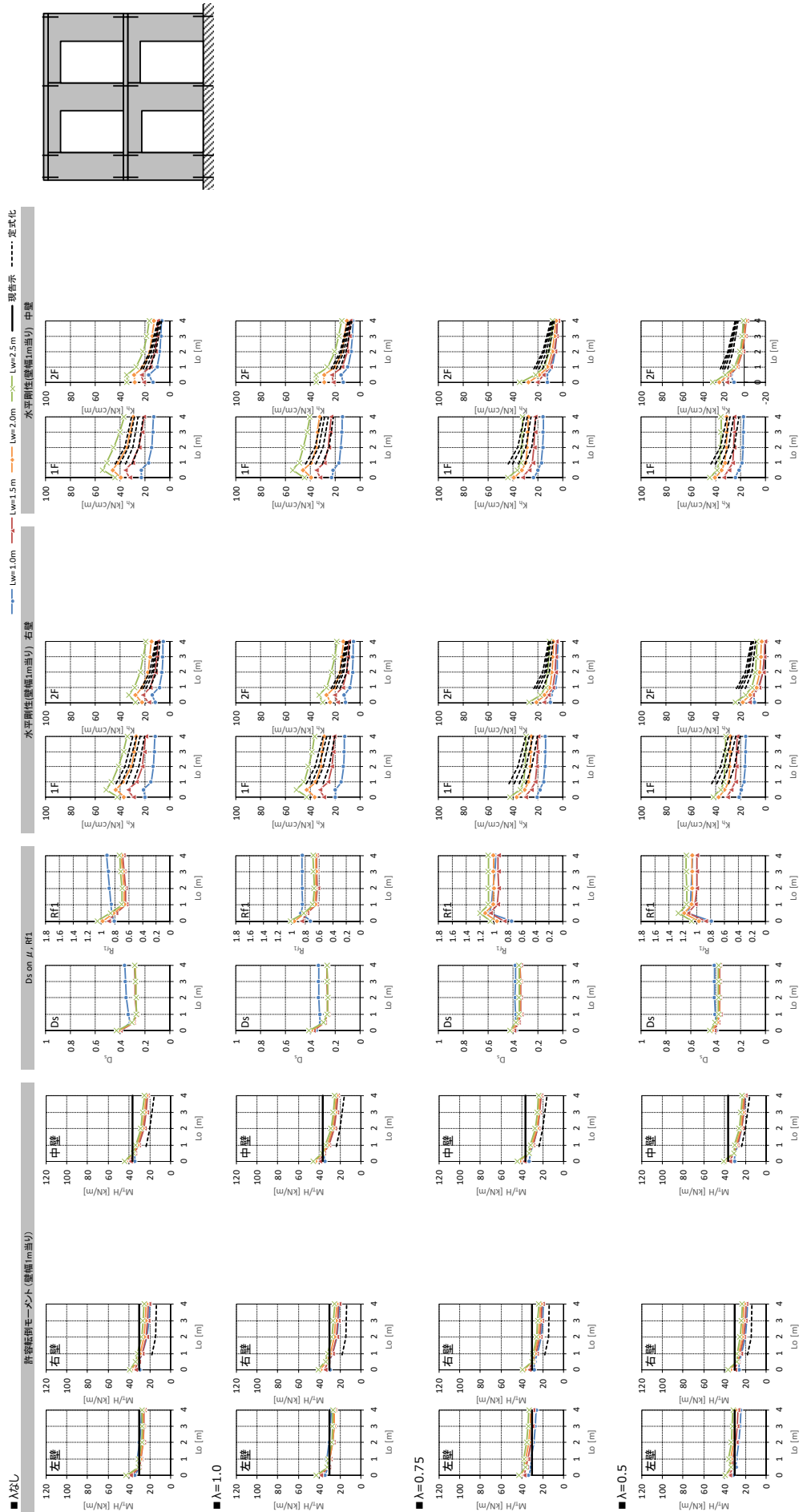


図 2.4.29 解析結果 — 2 層架構・I ココ形・腰壁なし (正負平均)

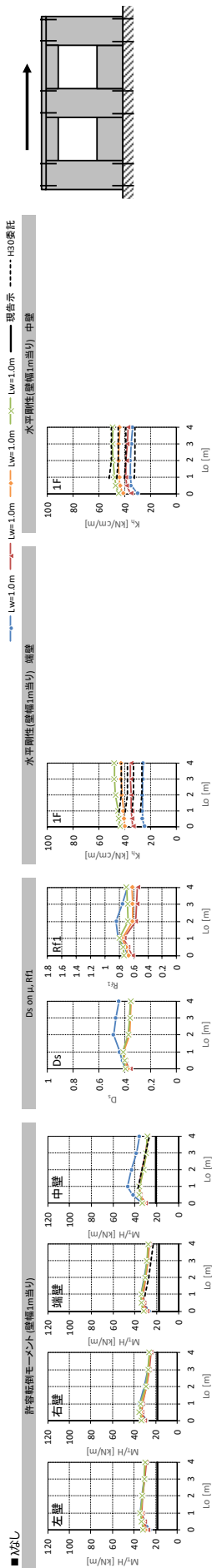


図 2.4.30 解析結果 — 1 層架構・III 形・腰壁あり

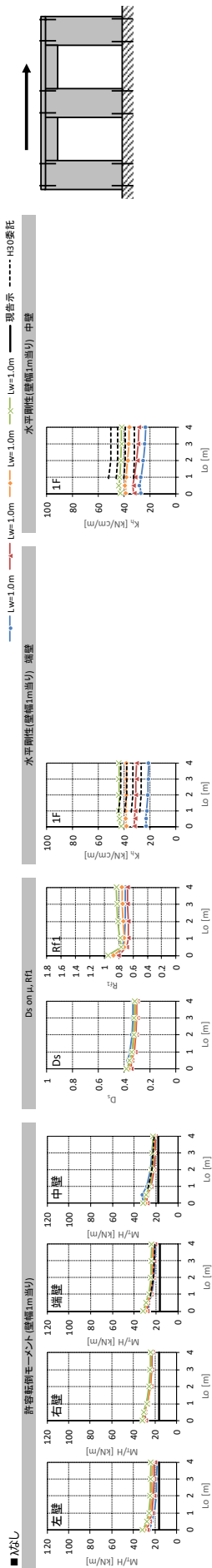


図 2.4.31 解析結果 — 1 層架構・III 形・腰壁なし

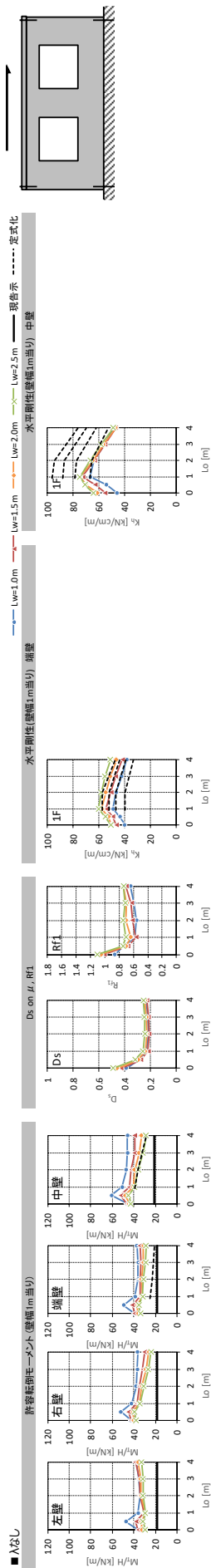


図 2.4.32 解析結果 — 1 層架構・口形・腰壁あり

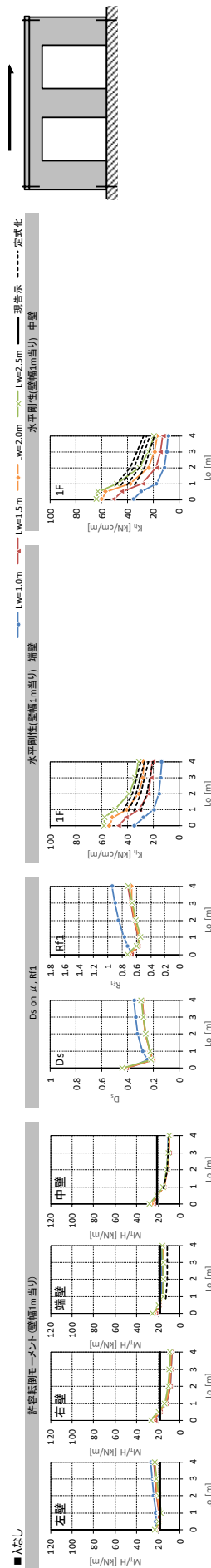


図 2.4.33 解析結果 — 1 層架構・口形・腰壁なし

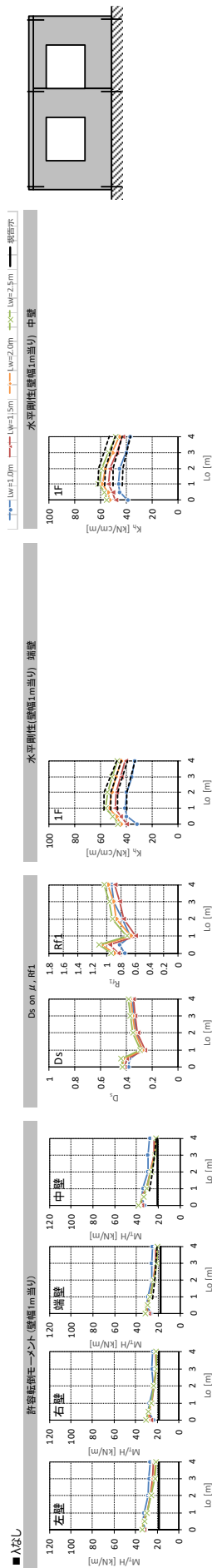


図 2.4.34 解析結果 — 1 層架構・ロコ形・腰壁あり (正負平均)

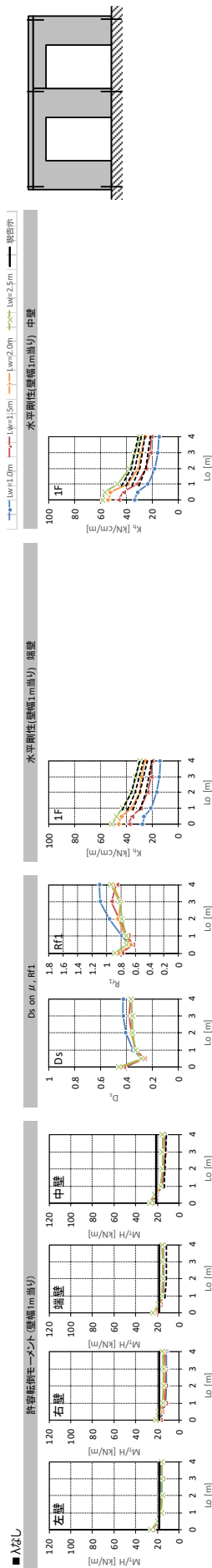


図 2.4.35 解析結果 — 1 層架構・ロコ形・腰壁なし (正負平均)

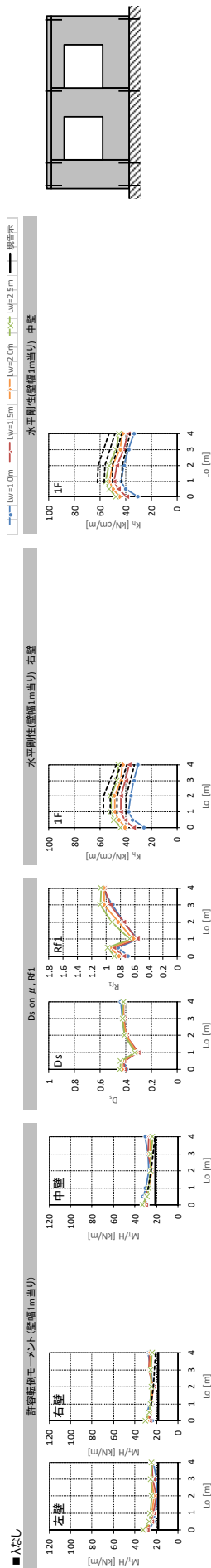


図 2.4.36 解析結果 — 1 層架構・I ココ形・腰壁あり (正負平均)

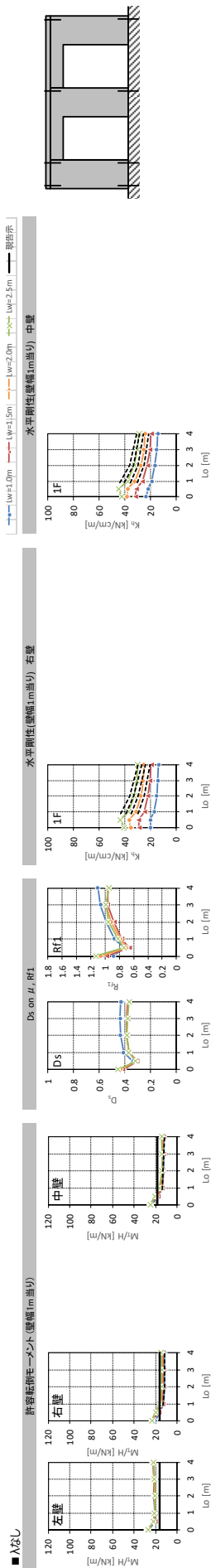


図 2.4.37 解析結果 — 1 層架構・I ココ形・腰壁なし (正負平均)

2.5 M_{Ta} , K_h の定式化

2.5.1 壁列・耐力壁のグループ化

許容転倒モーメント M_{Ta} 、水平剛性 K_h の定式化対象とする壁列・耐力壁について、それらに接合される垂壁・腰壁が小幅パネル架構の垂壁パネル・腰壁パネルまたは他の大版パネルの垂壁部分・腰壁部分であるか(他パネル)、あるいは当該壁列・耐力壁と一体の垂壁部分・腰壁部分であるか(同一パネル)によって次のようにグループ化する。なお、「III形」端壁、「ロコ形」端壁、「ロコ形」端壁の M_{Ta} 、 K_h は左壁と右壁平均値とする。

架構端部の壁列・耐力壁

グループ S1 「他パネル」……………「III形」端壁、「Iココ形」左壁

グループ S2 「同一パネル」……………「ロコ形」端壁、「ロコ形」端壁、「Iココ形」右壁

架構中央の壁列・耐力壁

グループ N1 両側「他パネル」……………「III形」中壁

グループ N2 両側「同一パネル」……………「ロコ形」中壁

グループ N3 「他パネル」+「同一パネル」……………「ロコ形」中壁、「Iココ形」中壁

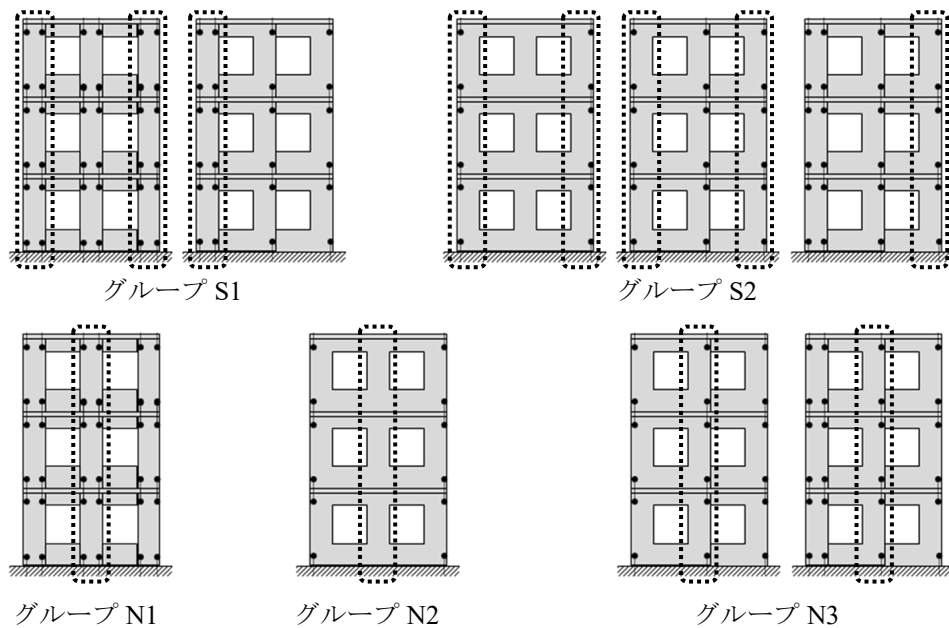


図 2.5.1 壁列・耐力壁のグループ化

グループごとの M_{Ta} 、 K_h を図 2.5.2～2.5.12 に示す。各グループについて、 M_{Ta} 、 K_h は概ね同等の値となっている。

2.5.2 グループ代表値の設定

グループごとに、開口長さ $L_o = 0.9, 2.0, 4.0\text{m}$ に対する M_{Ta} 、 K_h の値を設定し、それを当該グループの代表値とする。 M_{Ta} の代表値については、グループ内の最小値を基準として設定する。 K_h については、グループ内の平均値を基準とし、かつ L_w^α に比例するものとして設定する。ここで、 L_w の単位は m(メートル)とする。代表値の設定結果を図 2.5.13～2.5.20 に示す。

グループS1 端壁、垂壁・腰壁付

皿形(小幅)パネル梁構

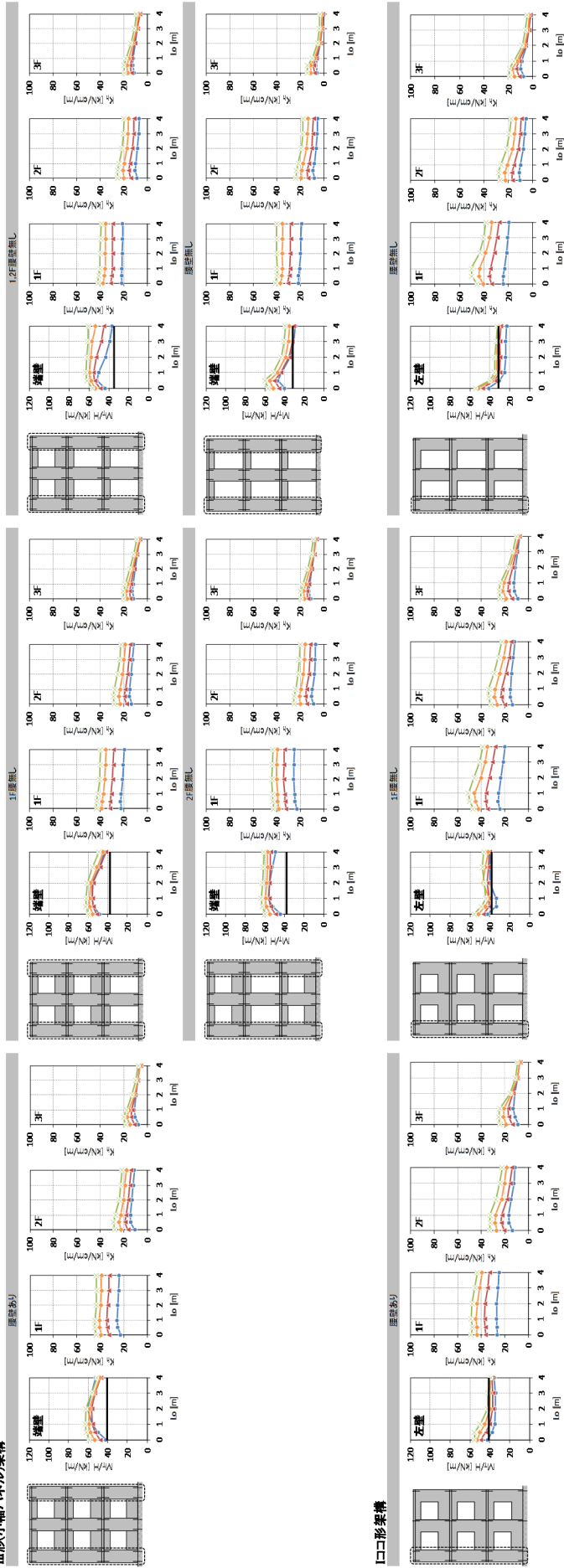
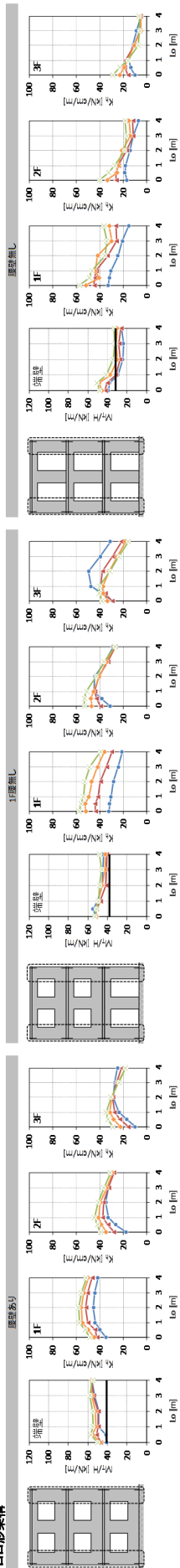


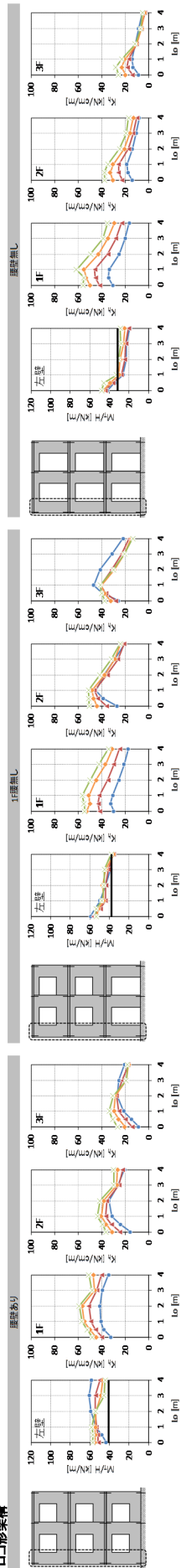
図 2.5.2 グループごとの $M_{T\alpha}$, K_h — 3 層架構・グループ S1

グループS2 端壁、大版パネル

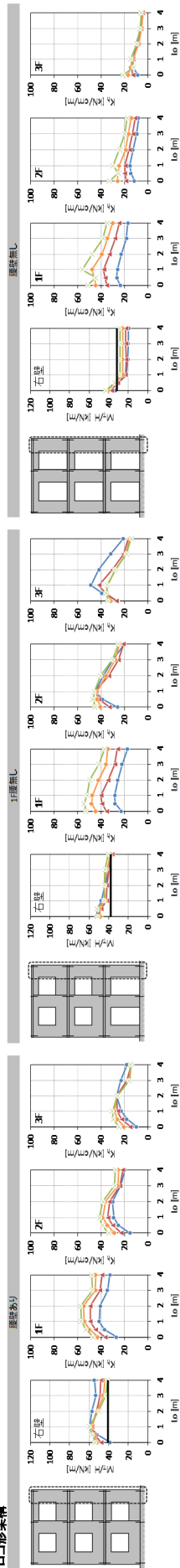
ロコ形架構



ロコ形架構



ロコ形架構



ロコ形架構

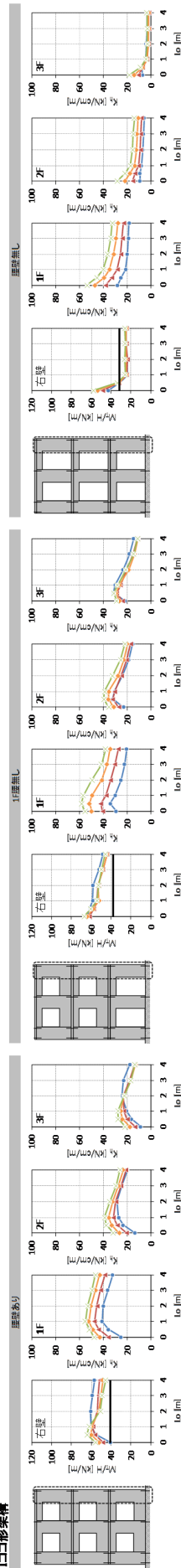
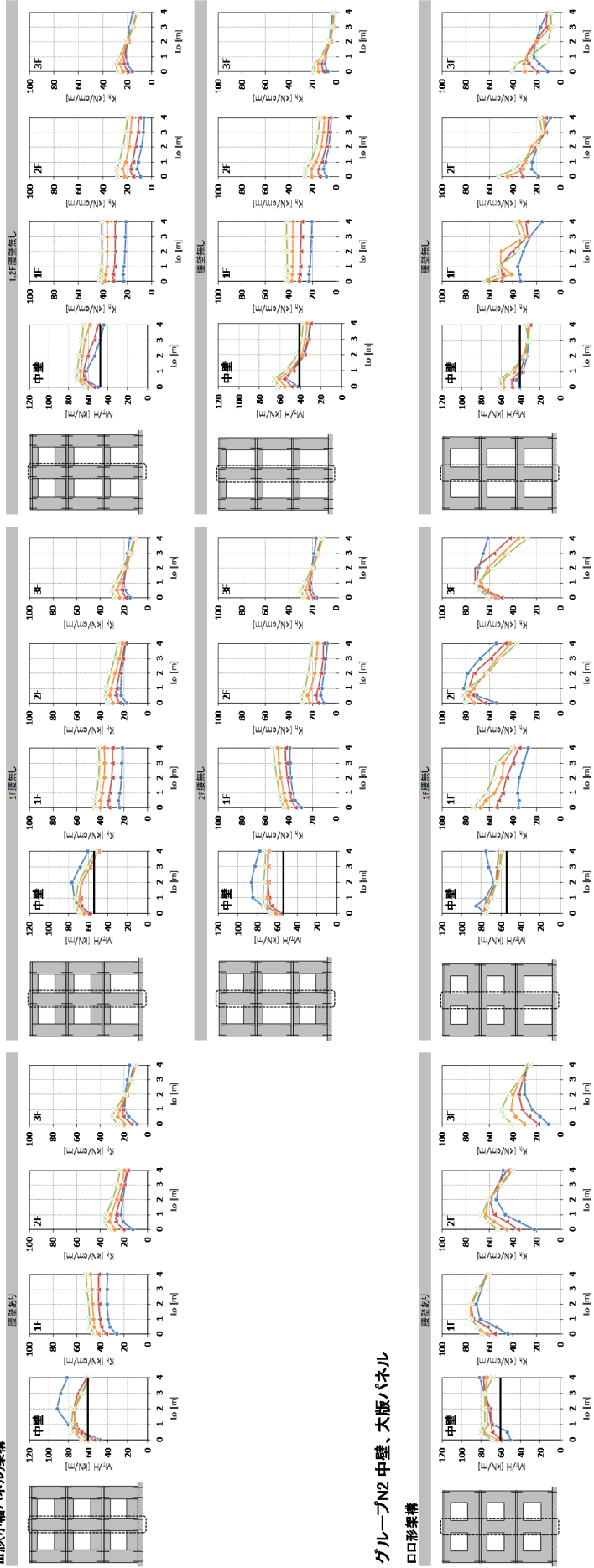


図 2.5.3 グループS2 端壁、大版パネル — 3 層架構・グループ S2

グループN1 中壁、両側壁・腰壁付

皿形小幅パネル梁構



グループN2 中壁、大版パネル

口ロ形梁構

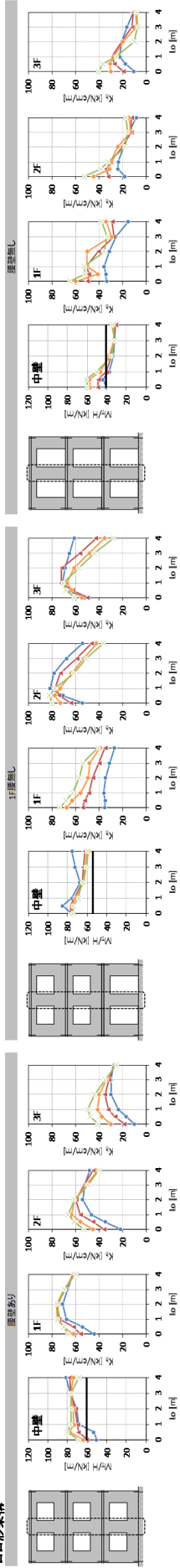


図 2.5.4 グループごとの M_{T0} 、 K_h — 3 層架構・グループ N1, N2

グループN3 中壁・大版パネル・垂壁・腰壁付

ロコ形架構

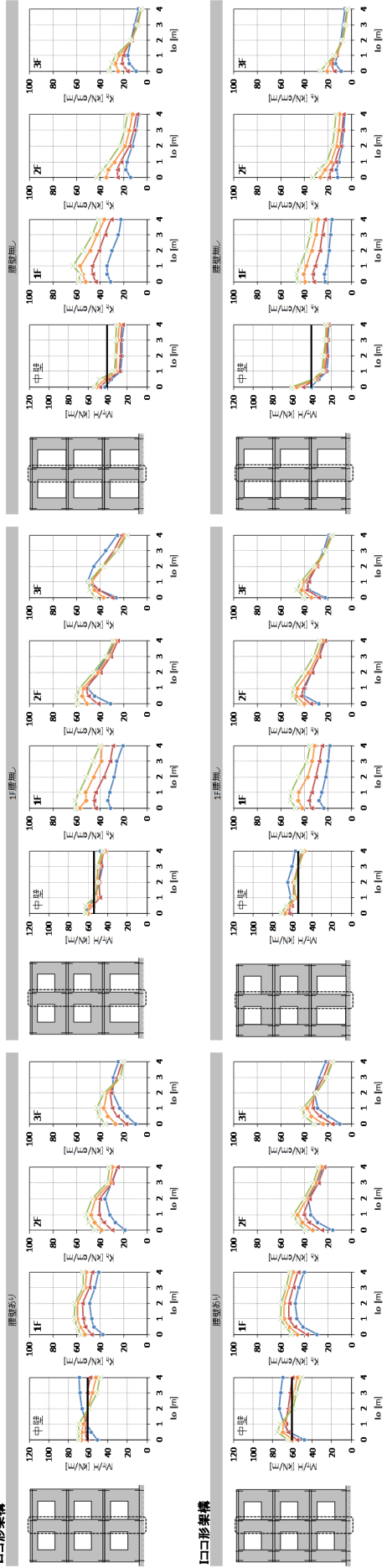
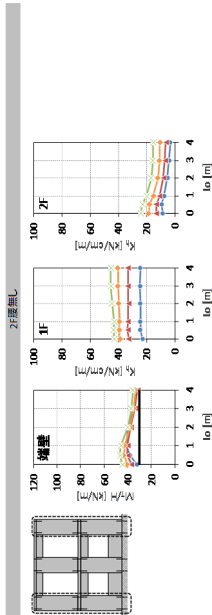
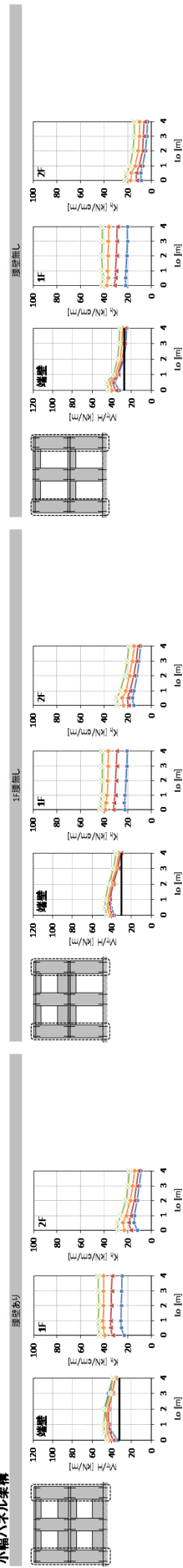


図 2.5.5 グループごとの $M_{T\alpha}$, K_h — 3 層架構・グループ N3

グループS1 端壁、垂壁、腰壁付

小幅パネル架構



口コ形架構

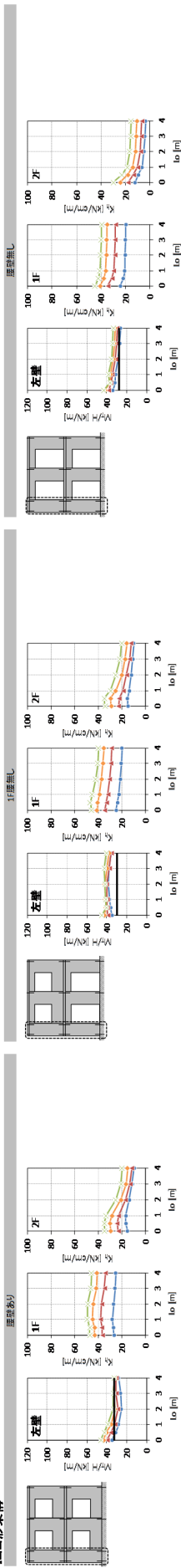
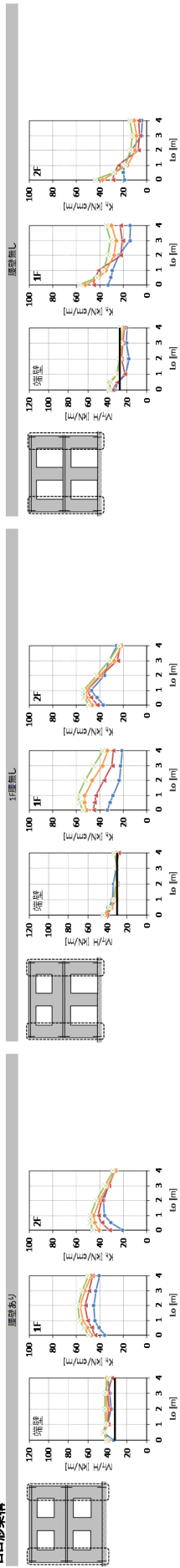


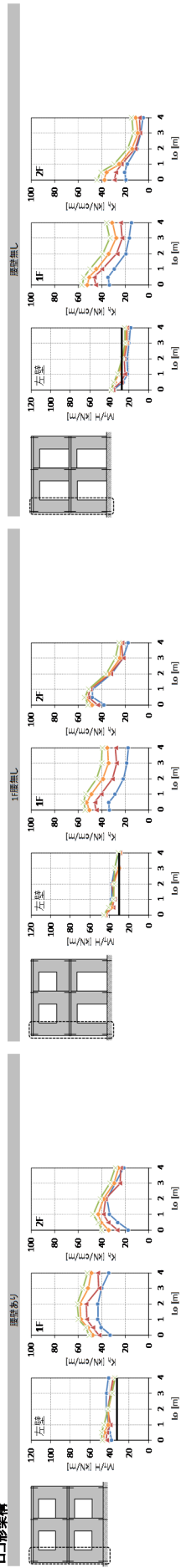
図 2.5.6 グループごとの $M_{T\alpha}$ 、 K_h — 2 層架構・グループ S1

グループS2 端壁、大版パネル

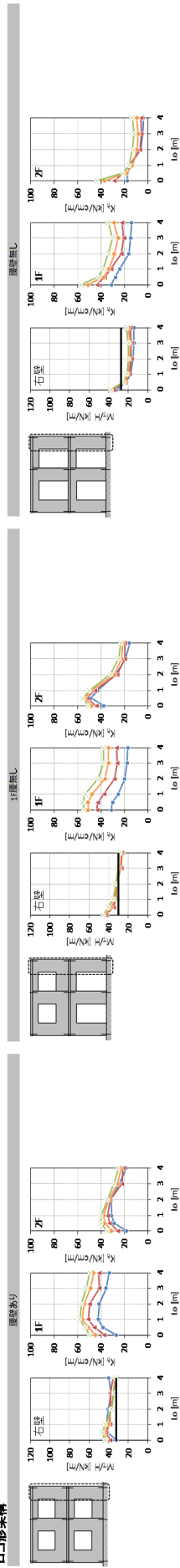
ロコ形架構



ロコ形架構



ロコ形架構



ロコ形架構

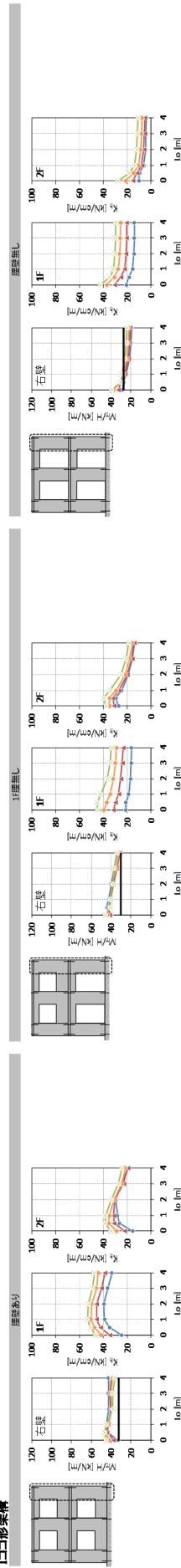
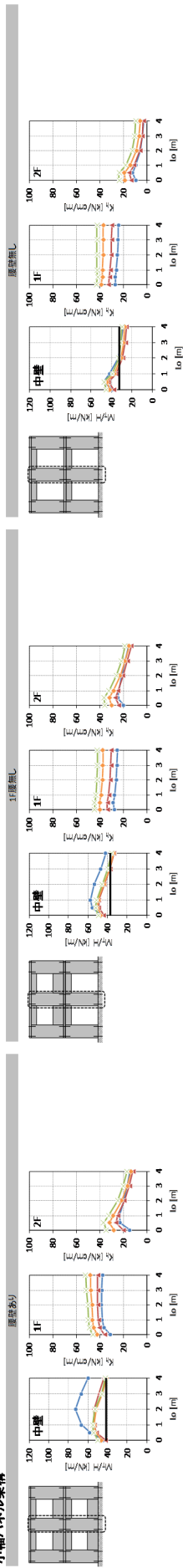


図 2.5.7 グループプごとの M_{Ta} 、 K_h — 2 層架構・グループ S2

グループN1 中壁、両側壁壁・腰壁付

小幅パネル架構



グループN2 中壁、大版パネル

口ロ形架構

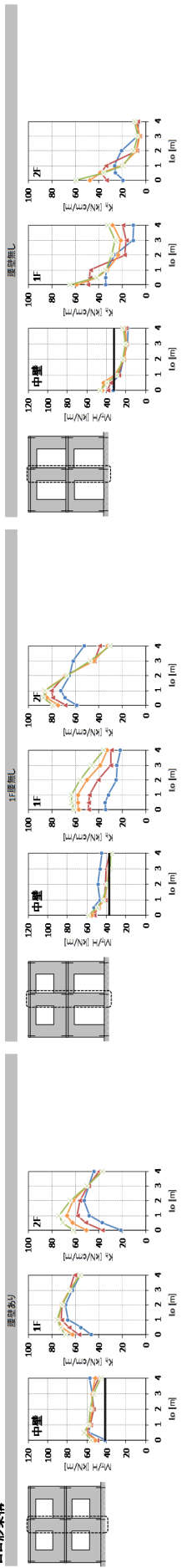
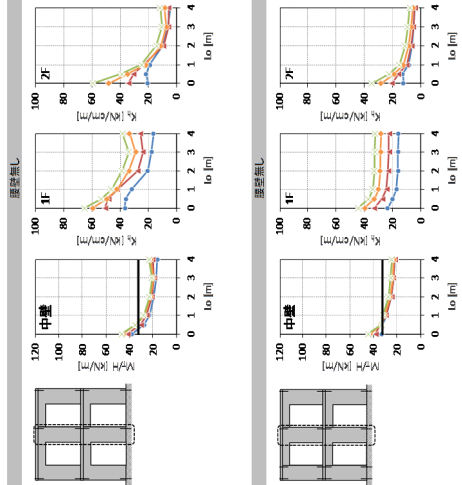
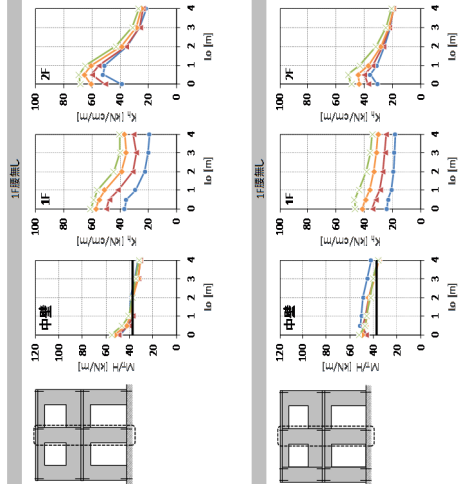
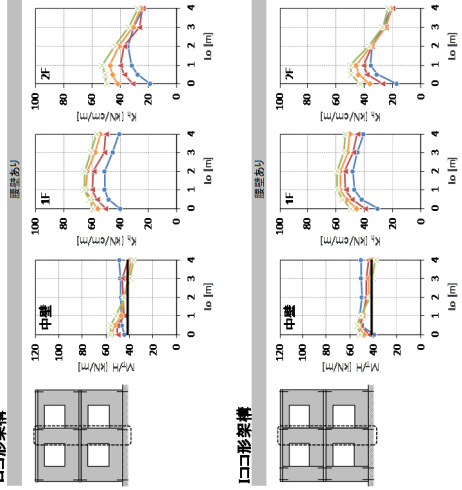


図 2.5.8 グループごとの M_{T_d} 、 K_h — 2 層架構・グループ N1, N2

グループN3 中壁、大版パネル・垂壁・腰壁付

ロコ形架構



ロコ形架構

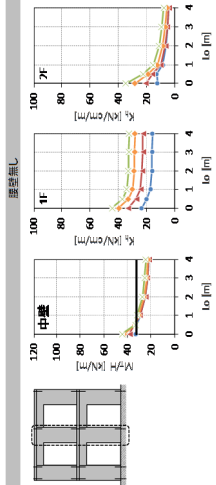
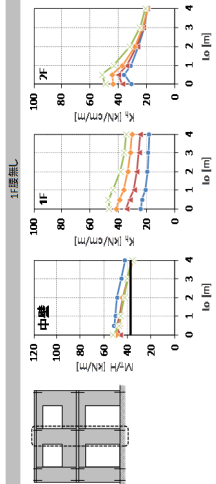
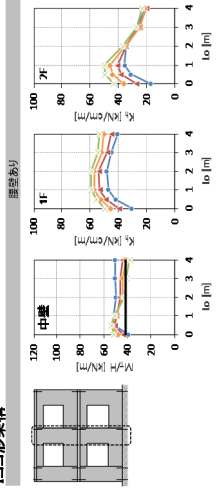


図 2.5.9 グループごとの M_{Ta} 、 K_h — 2 層架構・グループ N3

グループS1 端壁、垂壁・腰壁付

小幅パネル架構

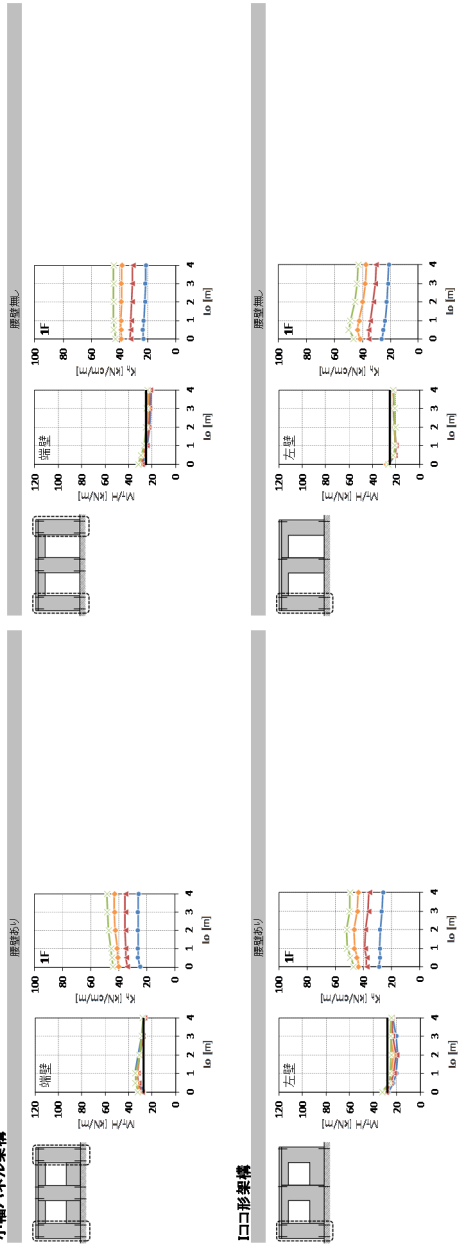


図 2.5.10 グループプごとの M_{Ta} 、 K_h — 1 層架構・グループプ S1

グループS2 端壁、大版パネル

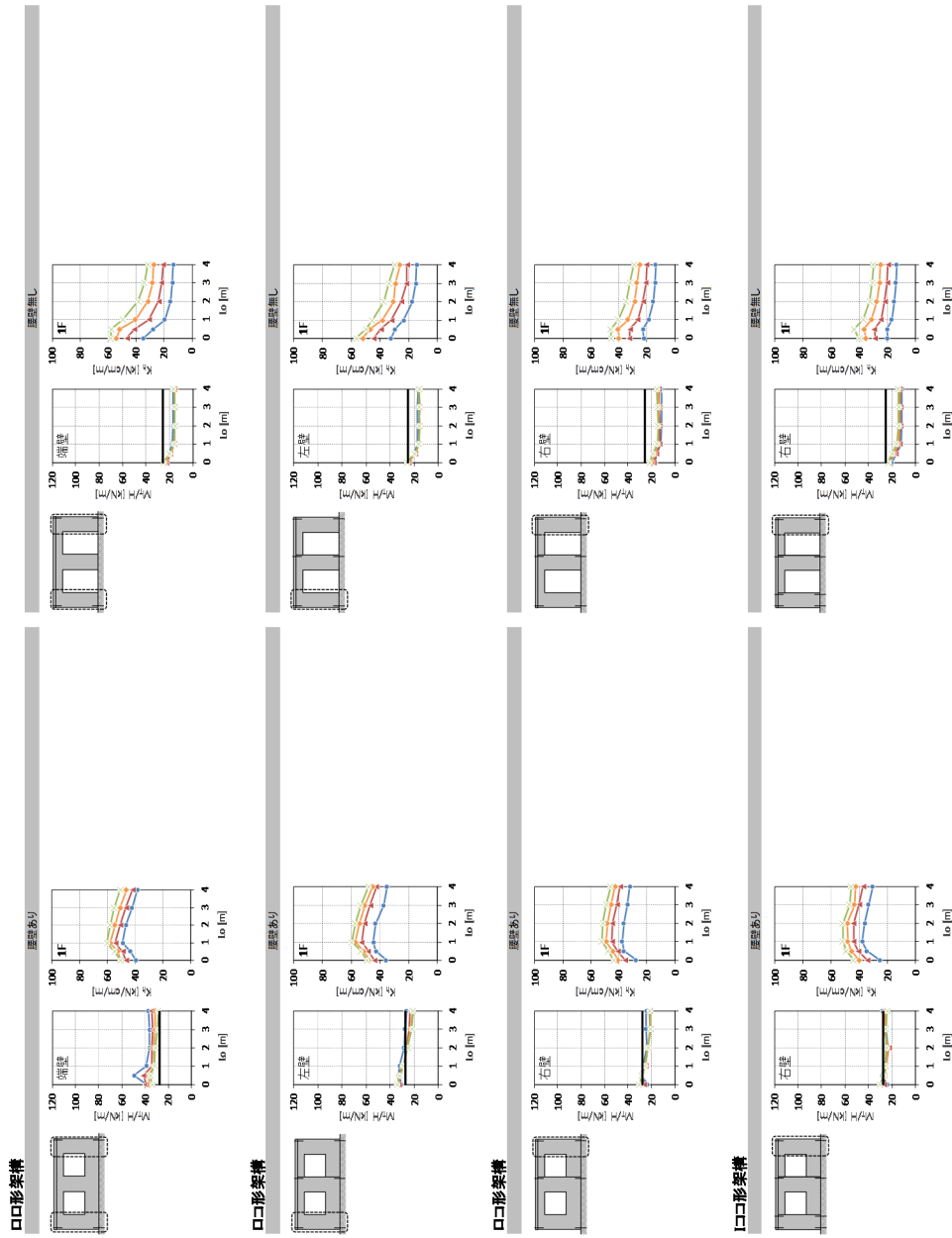
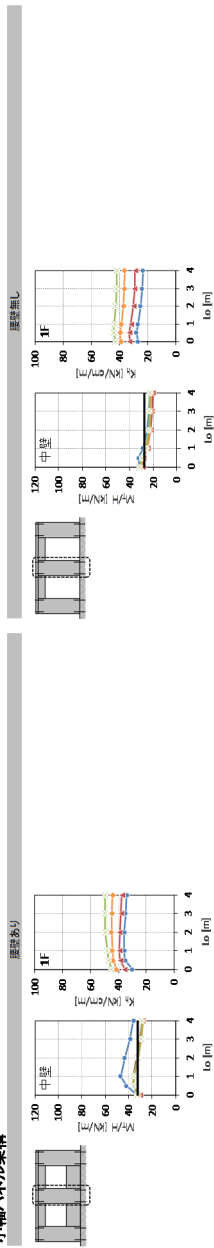


図 2.5.11 グループS2 端壁、大版パネル

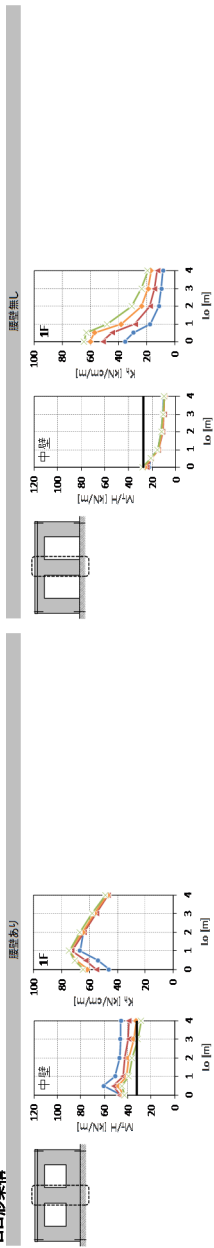
グループN1 中壁、両側垂壁・腰壁付

小幅パネル架構



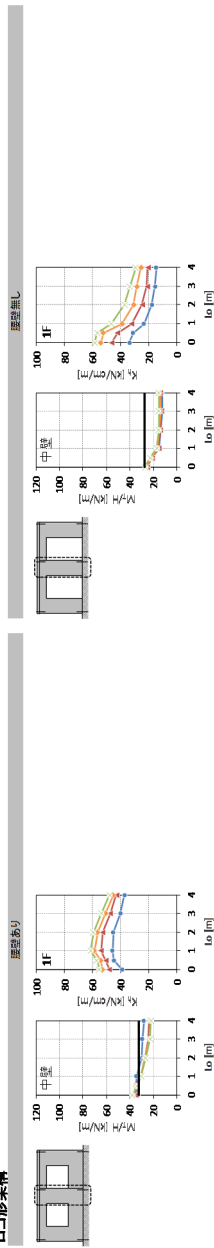
グループN2 中壁、大版パネル

ロコ形架構



グループN3 中壁、大版パネル・垂壁・腰壁付

ロコ形架構



ロコ形架構

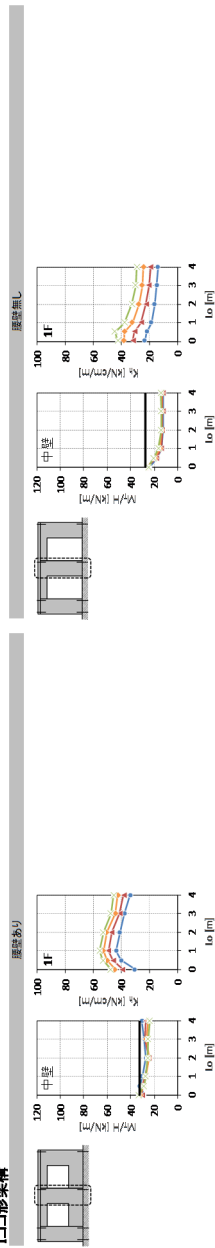


図 2.5.12 グループごとの M_{Ta} 、 K_h — 1 層架構・グループ N1, N2, N3

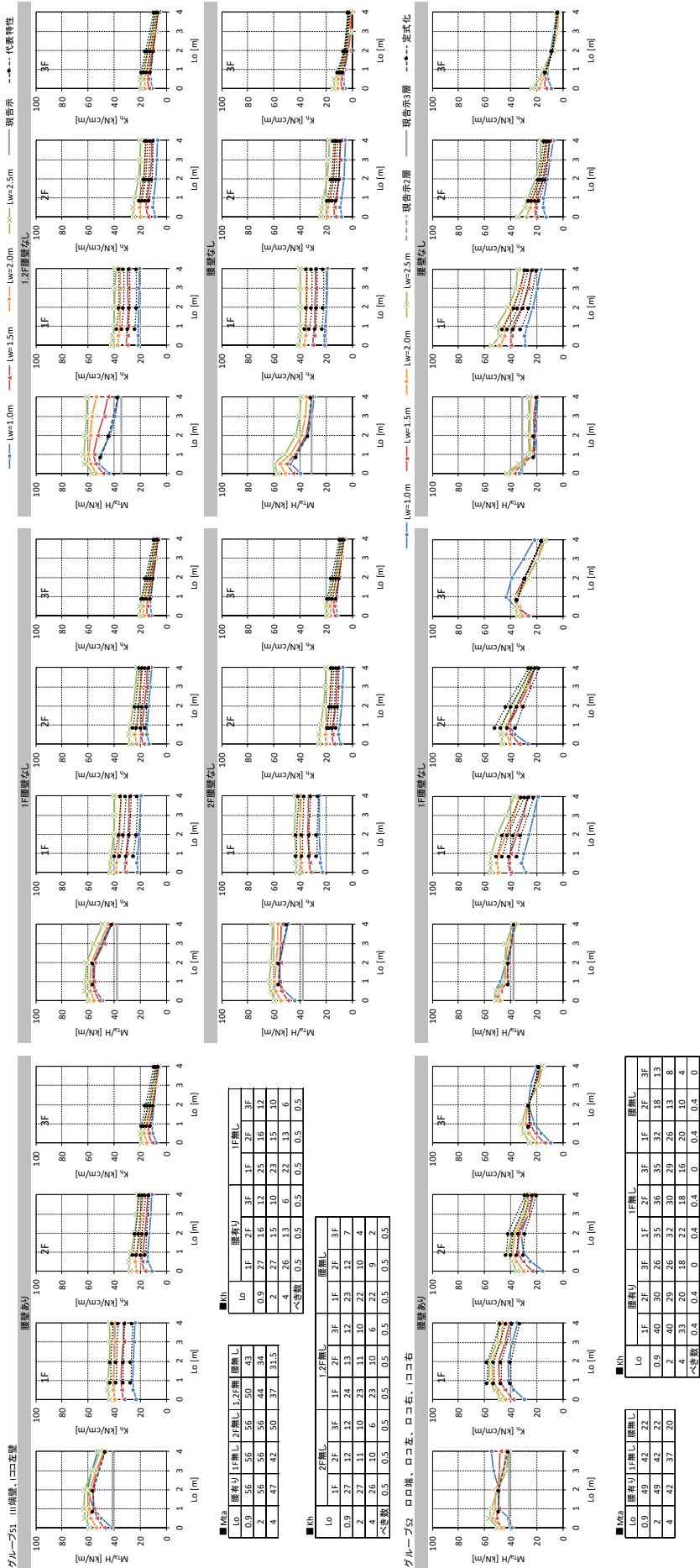


図 2.5.13 各グループの代表値 — 3 層架構・グループ S1, S2

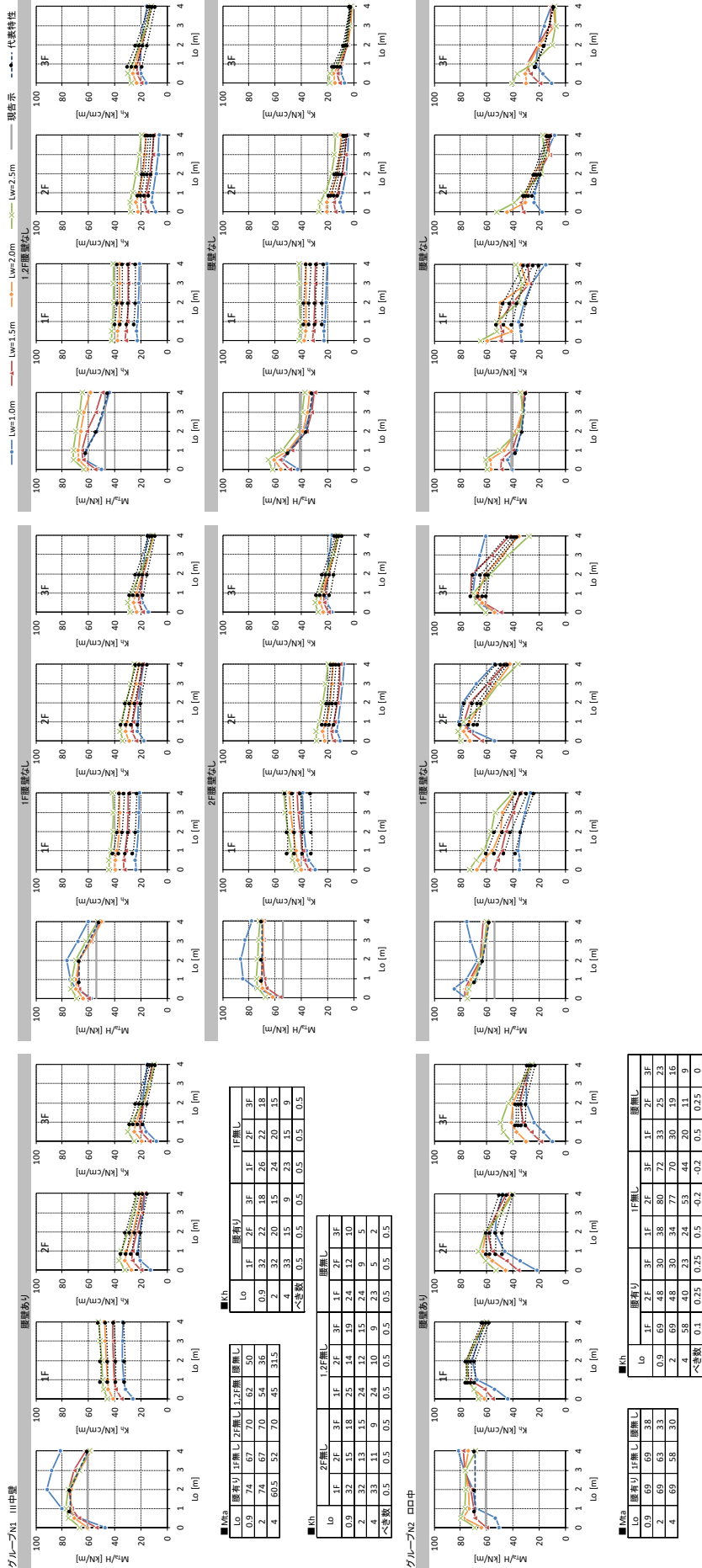


図 2.5.14 各グループの代表値 — 3 層架構・グループ N1, N2

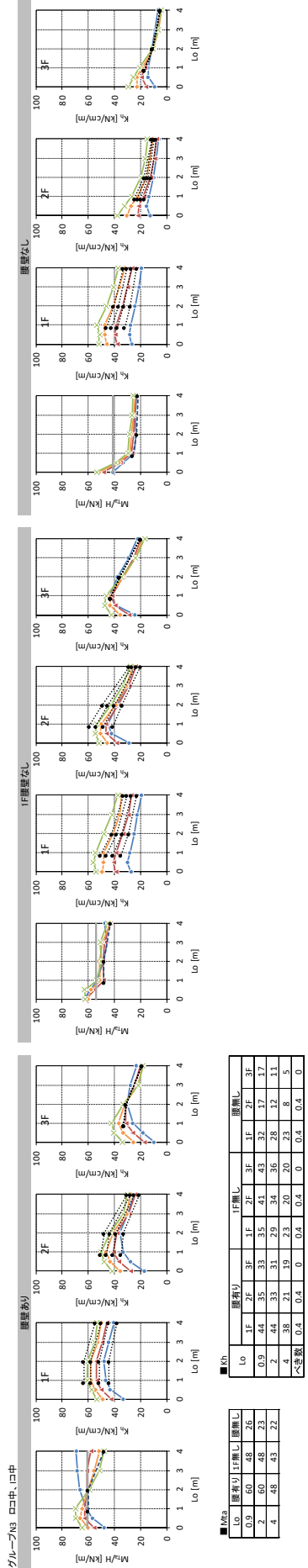
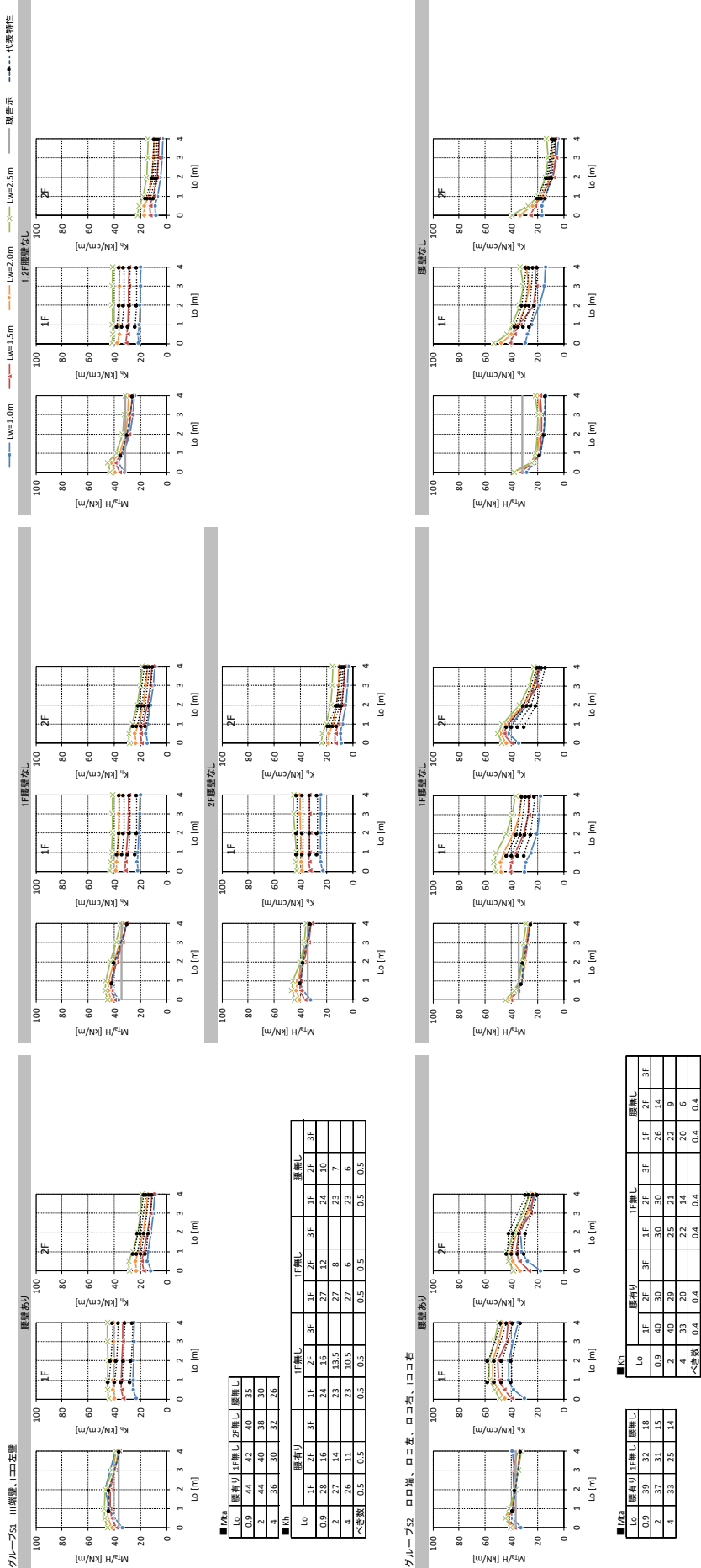


図 2.5.15 各グループの代表値 — 3 層架構・グループ N3



■M/E

Lo	階層あり	1F階層あり	2F階層あり	3F階層あり	1F階層なし	2F階層なし	3F階層なし
0.9	28	16	24	16	27	12	24
2	27	14	23	13.5	27	8	23
4	26	11	23	10.5	27	6	23
ベキ数	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

■kh

Lo	階層あり	1F階層あり	2F階層あり	3F階層あり	1F階層なし	2F階層なし	3F階層なし
0.9	28	16	24	16	27	12	24
2	27	14	23	13.5	27	8	23
4	26	11	23	10.5	27	6	23
ベキ数	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

■M/E

Lo	階層あり	1F階層あり	2F階層あり	3F階層あり	1F階層なし	2F階層なし	3F階層なし
0.9	30	32	18	18	26	14	26
2	37	31	15	15	25	9	22
4	35	25	14	14	22	6	20
ベキ数	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

■kh

Lo	階層あり	1F階層あり	2F階層あり	3F階層あり	1F階層なし	2F階層なし	3F階層なし
0.9	40	30	30	30	26	14	26
2	40	29	25	21	22	9	22
4	35	20	22	14	20	6	20
ベキ数	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

図 2.5.16 各グループの代表値 — 2 層架構・グループ S1, S2

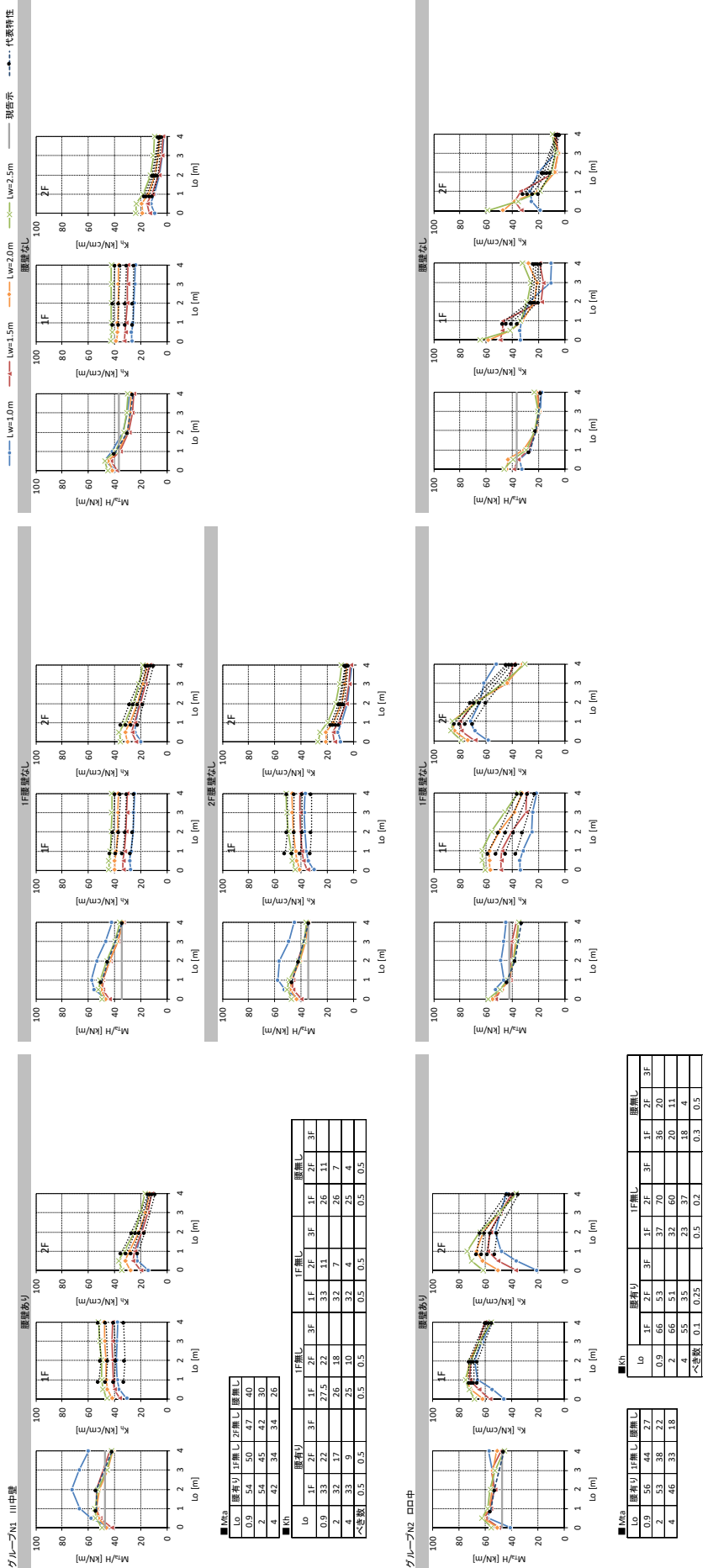


図 2.5.17 各グループの代表値 — 2 層架構・グループ N1, N2

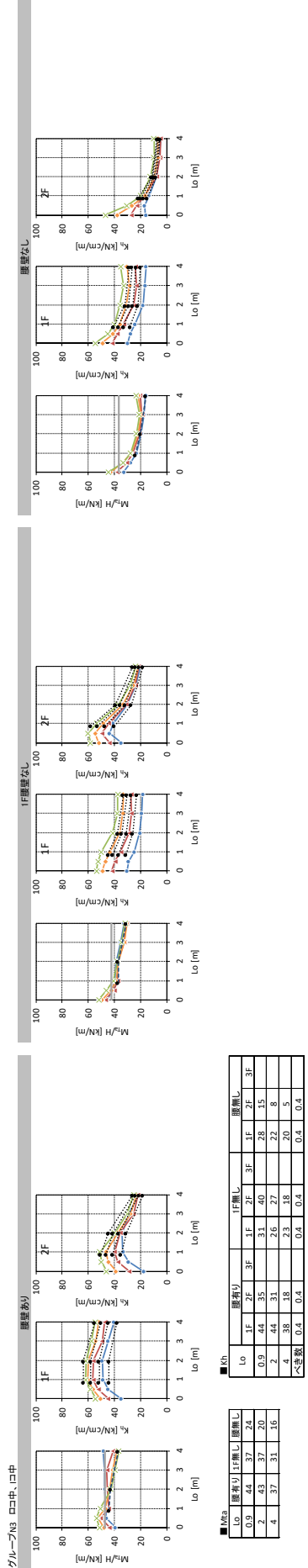


図 2.5.18 各グループの代表値 — 2 層架構・グループ N3

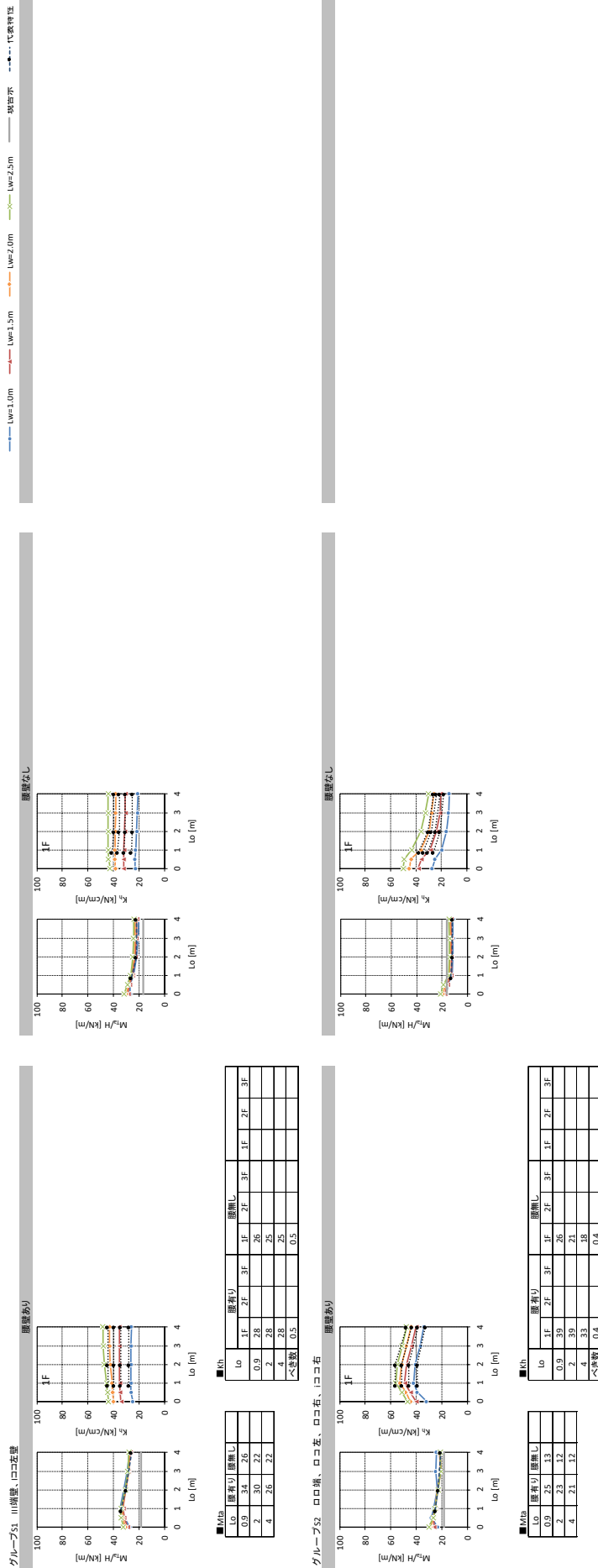


図 2.5.19 各グループの代表値 — 1 層架構・グループ S1, S2

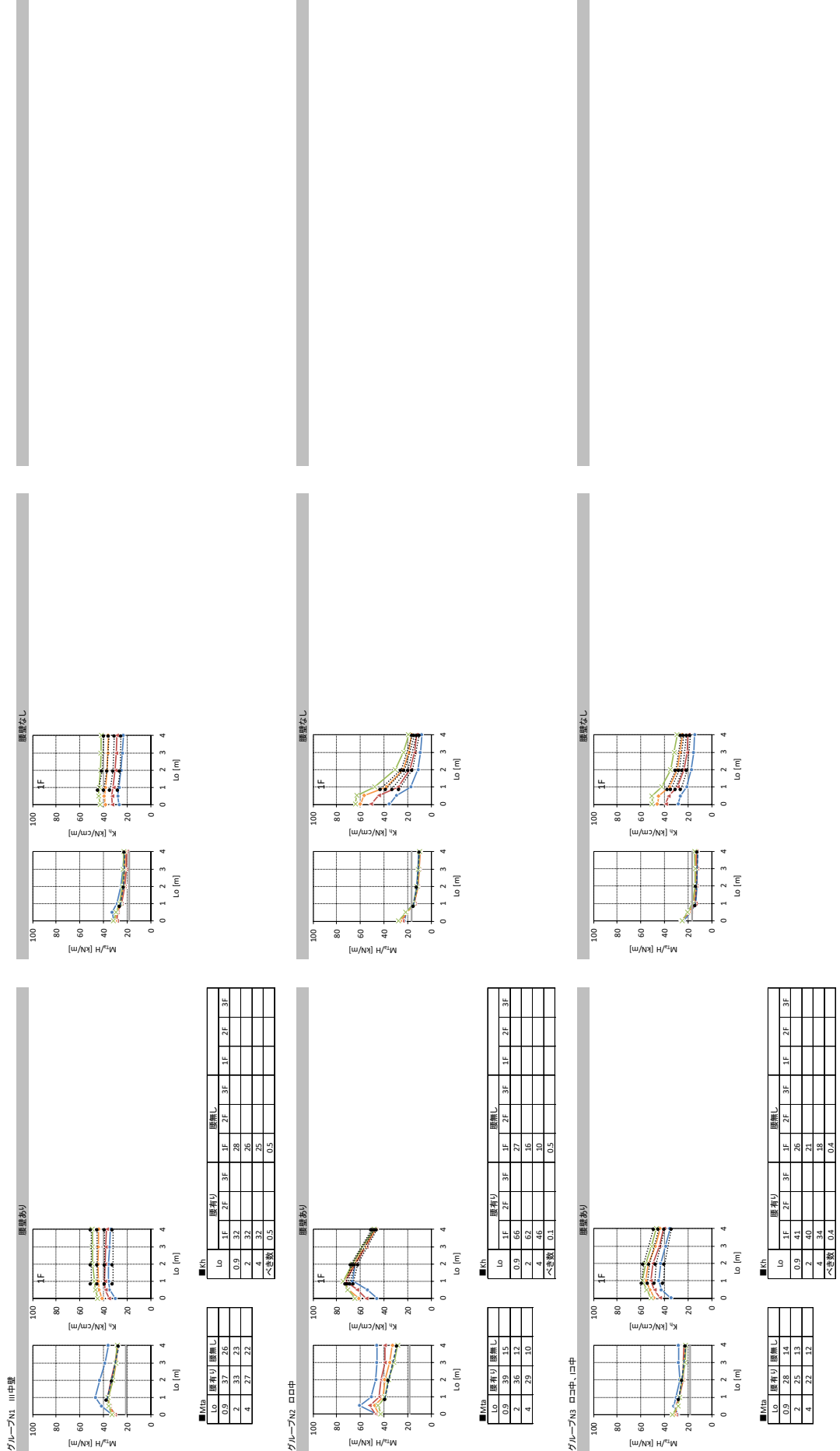


図 2.5.20 各グループの代表値 — 1 層架構・グループ N1, N2, N3

2.5.3 定式化

壁列・耐力壁に接合される垂壁・腰壁の有効枚数を次のように定義し、 M_{Ta} 、 K_h の代表値をもとに有効枚数の1次関数として定式化する。

壁列の有効枚数 n_{eff} は下式により算出する。

$$n_{eff} = n_t + 1.5n_k \quad (2.5.1)$$

ここで、 n_t, n_k ：当該壁列に取付く垂壁、腰壁の枚数（左右片側に取付く場合は1
左右両側に取付く場合に n_t は1.5とし、 n_k は2とする）

耐力壁の有効枚数 $n_{eff.s}$ も同様に算出する。ただし、 n_t, n_k は当該耐力壁が存在する階の垂壁、腰壁の枚数とする。

(1) グループ S1, N1（小幅パネル架構）の M_{Ta}

単位長さ(1m)の壁列の許容転倒モーメント M_{Ta}/H 算出式を次のように設定する。

$$M_{Ta}/H = A_m \cdot n_{eff} + B_m \quad (\text{kN/m}) \quad (2.5.2)$$

ここで、 A_m, B_m ：係数

H ：階高(m)

係数 A_m, B_m は開口長さ $L_o = 0.9, 2, 4\text{m}$ に対して表 2.5.1 の値とし、それ以外の L_o については直線補間により設定する。また、 $L_o = 0.5 \sim 0.9\text{m}$ の範囲については $L_o = 0.9\text{m}$ の値を用いる。そのほか、 $n_{eff} = 0$ の場合は $L_o = 4\text{m}$ の値を用いる。

表 2.5.1 小幅パネル架構の M_{Ta} 算定式の係数

3層壁列				2層壁列				1層壁列			
Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4
A_m	2.9	3.7	2.9	A_m	2.7	3.4	2.2	A_m	3.4	3.2	1.7
B_m	35	24	22	B_m	29	22	21	B_m	22	19	19

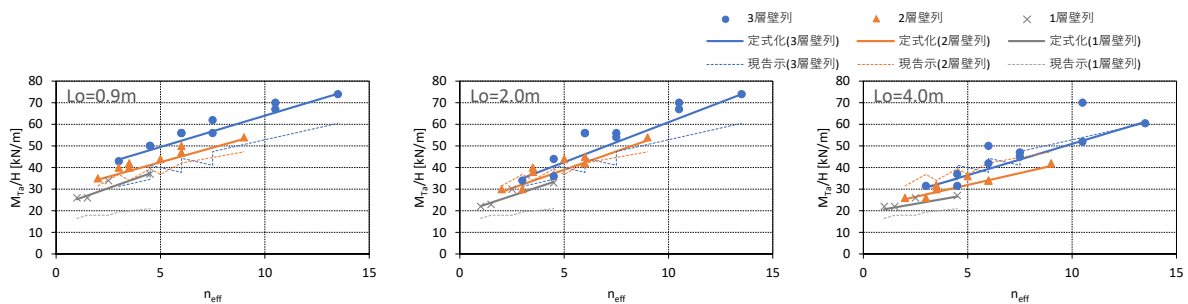


図 2.5.21 小幅パネル架構の M_{Ta} 算定式と代表値の関係

(2) グループ S1, N1（小幅パネル架構）の K_h

単位長さ(1m)の耐力壁の水平剛性 K_h 算出式を次のように設定する。

$$K_h = (A_k + B_k \cdot n_{eff.s}) \cdot L_w^{0.5} \quad (\text{kN/cm/m}) \quad (2.5.3)$$

ここで、 A_k, B_k ：係数(表 2.5.2 による)

$n_{eff.s}$ ：階ごとの n_{eff}

L_w ：耐力壁の幅(m)

H ：当該階の階高(m)

係数 A_k, B_k は開口長さ $L_o = 0.9, 2, 4\text{m}$ に対して表 2.5.2 に示す値とし、それ以外の L_o については直線補間により設定する。また、 $L_o = 0.5 \sim 0.9\text{m}$ の範囲については $L_o = 0.9\text{m}$ の値を用いる。そのほか、 $n_{eff,s} = 0$ の場合は $L_o = 4\text{m}$ の値を用いる。

表 2.5.2 小幅度パネル架構の K_h 算定式の係数

1階壁				2階壁				3階壁			
Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4
A_k	2.4	2.4	2.4	A_k	2.9	2.7	1.4	A_k	3	3	1.9
B_k	22	21	21	B_k	8.6	6.2	6	B_k	4.5	1.7	0.4

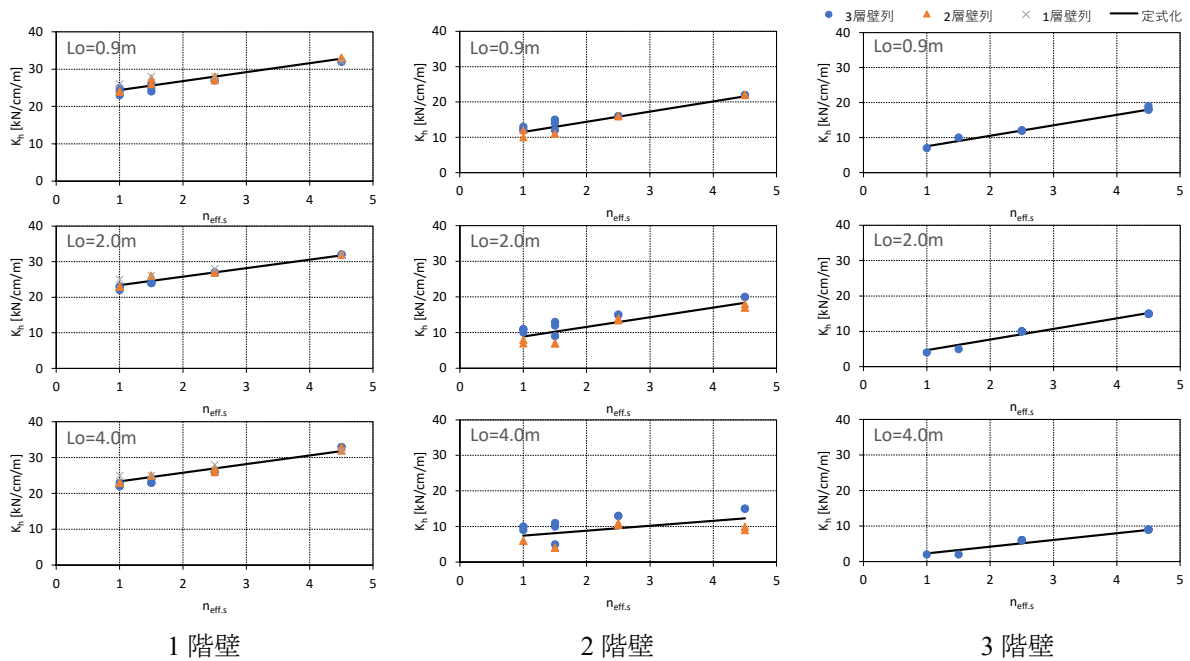


図 2.5.22 小幅度パネル架構の K_h 算定式と代表値の関係 ($L_w = 1.0\text{m}$ の場合)

(3) グループ S2, N2, N3 (大版パネル架構②) の M_{Ta}

小幅パネル架構と同様に、単位長さ(1m)の壁列の許容転倒モーメント M_{Ta}/H を(2.5.2)式により算出する。係数 A_m, B_m は表 2.5.3 に示す値とする。任意の L_o に対する扱いは(1)項と同様であるが、 L_o の下限は 0.9m とする。

表 2.5.3 大版パネル架構②の M_{Ta} 算定式の係数

グループ S2											
3層壁列				2層壁列				1層壁列			
Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4
A_m	6	6	4.9	A_m	7	7.3	6.3	A_m	8	7.3	6
B_m	4.1	4.1	5.5	B_m	4	0	1	B_m	5	4.7	6

グループ N2											
3層壁列				2層壁列				1層壁列			
Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4
A_m	3.7	4.1	4.4	A_m	4.8	5.1	4.6	A_m	8	8	6.3
B_m	23.7	15.6	10.7	B_m	13.3	6.7	4.3	B_m	3	0	0.5

グループ N3											
3層壁列				2層壁列				1層壁列			
Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4	Lo	0.9	2	4
A_m	3.7	4.1	2.9	A_m	3.3	3.8	3.5	A_m	4.7	4	3.3
B_m	8.9	4.5	9	B_m	13.5	8.6	5.5	B_m	7	7	7

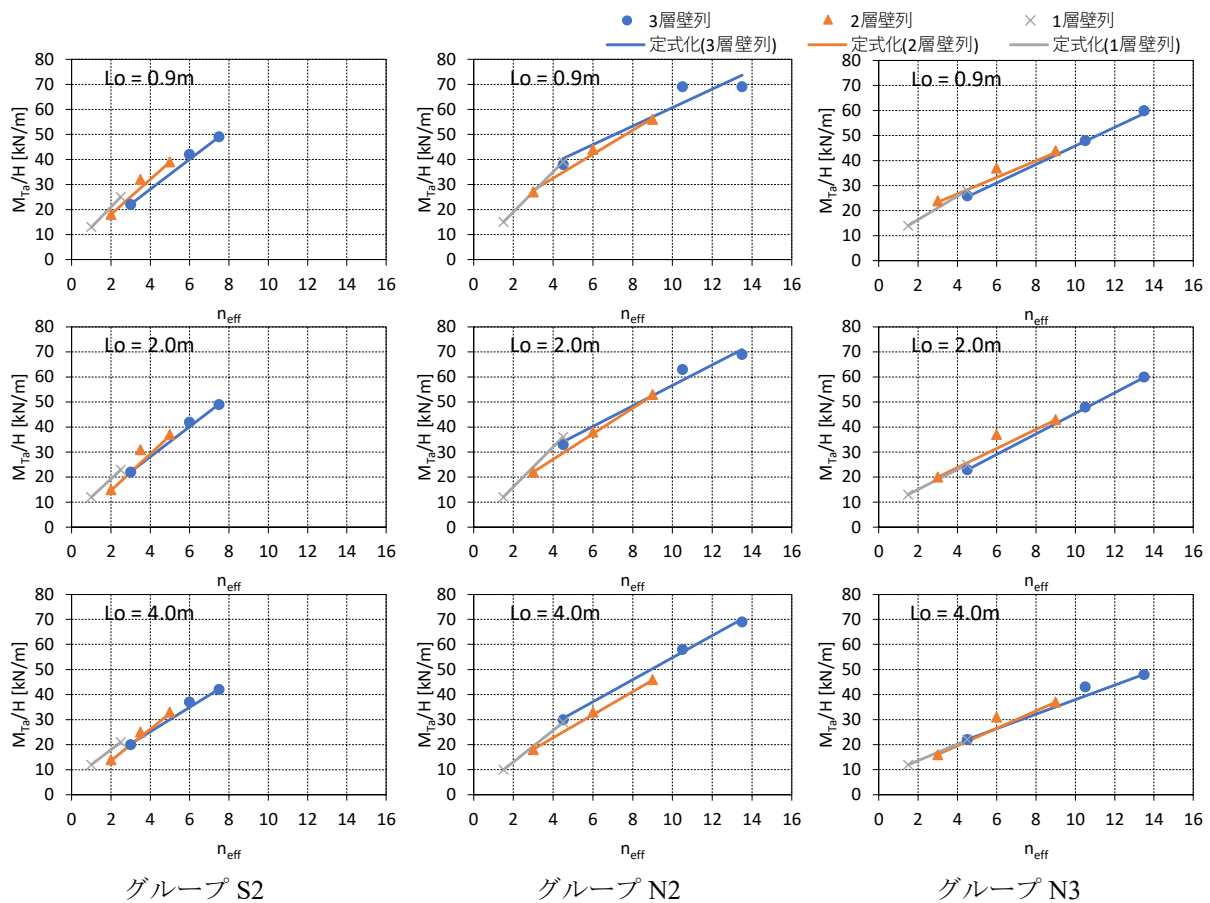


図 2.5.23 大版パネル架構②の M_{Ta} 算定式と代表値の関係

(4) グループ S2, N2, N3 (大版パネル架構②) の K_h

単位長さ (1m) の耐力壁の水平剛性 K_h 算出式を次のように設定する。

$$K_h = (A_k + B_k \cdot n_{eff.s}) \cdot L_w^\alpha \quad (\text{kN/cm/m}) \quad (2.5.4)$$

ここで、 A_k, B_k : 係数

L_w : 耐力壁の幅 (m)

H : 当該階の階高 (m)

累乗数 α は 1,2 階耐力壁では 0.4、3 階耐力壁では 0 とする。係数 A_k, B_k は開口長さ $L_o = 0.9, 2, 4\text{m}$ に対して表 2.5.4 に示す値とし、それ以外の L_o については直線補間により設定する。任意の L_o に対する扱いは(2)項と同様であるが、 L_o の下限は 0.9m とする。

表 2.5.4 大版パネル架構②の K_h 算定式の係数

グループ S2							
1階壁				2,3階壁			
L_o	0.9	2	4	L_o	0.9	2	4
A_k	6.6	9.6	8.4	A_k	10.3	10.8	6.7
B_k	23.2	15.6	12	B_k	5.7	0.2	1.3

グループ N2							
1階壁				2,3階壁			
L_o	0.9	2	4	L_o	0.9	2	4
A_k	10.9	13.1	11.3	A_k	13.4	14.7	11.3
B_k	17.8	6.8	2	B_k	2.4	-7	-9.4

グループ N3							
1階壁				2,3階壁			
L_o	0.9	2	4	L_o	0.9	2	4
A_k	4.2	5.8	5.1	A_k	7.3	7.1	4.3
B_k	24.1	16.5	13.8	B_k	5.1	0.6	0.1

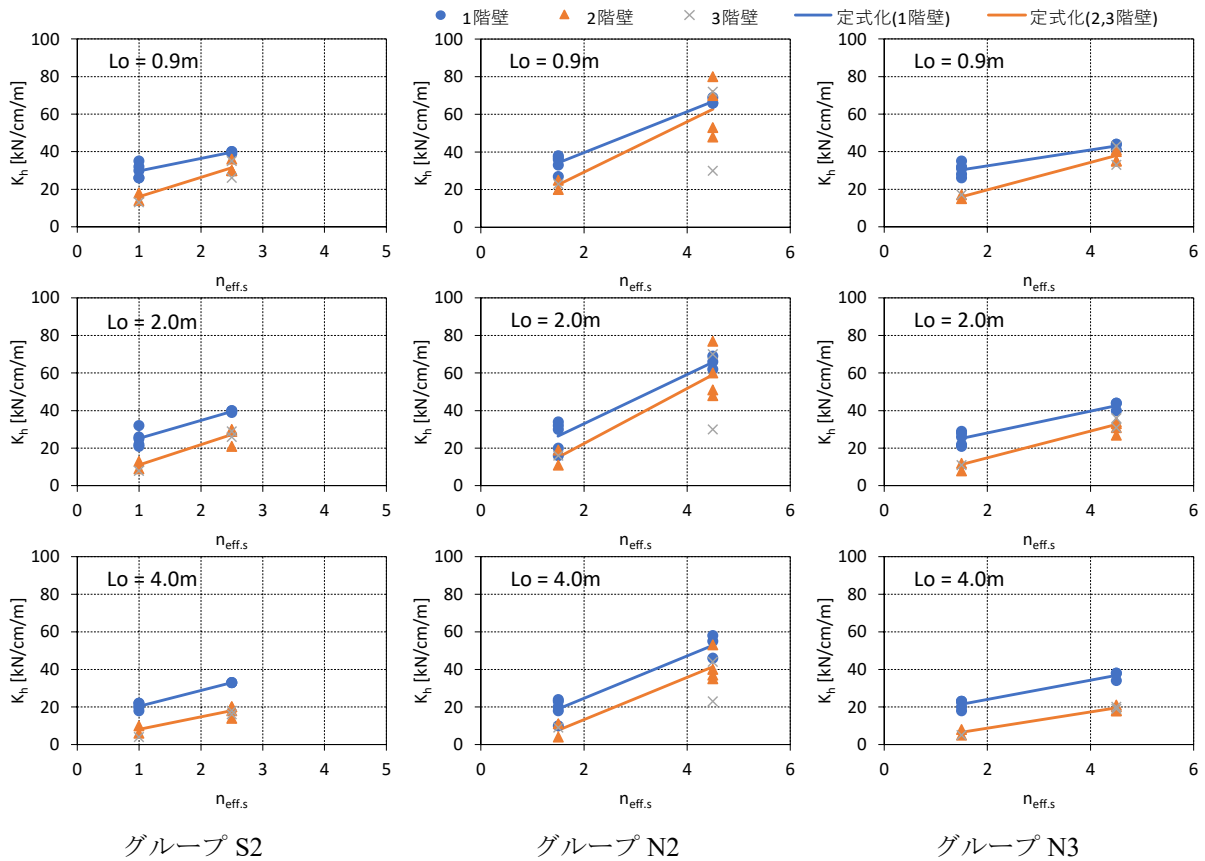


図 2.5.24 大版パネル架構②の K_h 算定式と代表値の関係

(5) 運用上の M_{Ta}

個別の建物を検定する際の許容転倒モーメント M_{Ta} は次のように算出する。

$$M_{Ta} = 3(A_m \cdot n_{eff} + B_m) \cdot L_w \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad (2.5.5)$$

ここで、 A_m, B_m : 係数(表 2.5.1, 2.5.3 による)

L_w : 耐力壁の幅 (m)

(6) 運用上の K_h

個別の建物を検定する際の水平剛性 K_h は次のように算出する。

$$K_h = (A_k + B_k \cdot n_{eff.s}) \cdot L_w^{1+\alpha} \cdot \left(\frac{3}{H}\right)^2 \quad (\text{kN/cm}) \quad (2.5.6)$$

ここで、 A_k, B_k : 係数(表 2.5.2, 2.5.4 による)

L_w : 耐力壁の幅 (m)

H : 当該階の階高 (m)

係数 α については下記とする。

小幅パネル架構 $\alpha = 0.5$

大版パネル架構 1,2 階耐力壁 $\alpha = 0.4$ 3 階耐力壁 $\alpha = 0$

また、グループ N2 についてはパラスタによる K_h のばらつきが大きいため適用対象外とする。

2.6 D_s, R_{f1} の評価

2.6.1 小幅度パネル架構

- 1階に腰壁が無ければほぼ $D_s = 0.4$ 。
- 1階に腰壁がある場合を含めて「アンカーボルトが終局変形に達するとき、その他の接合部は終局変形以下かつ CLT パネルは終局耐力以下」であれば $D_s = 0.4$ 。
- R_{f1} はすべての場合でほぼ 1.0 以下。

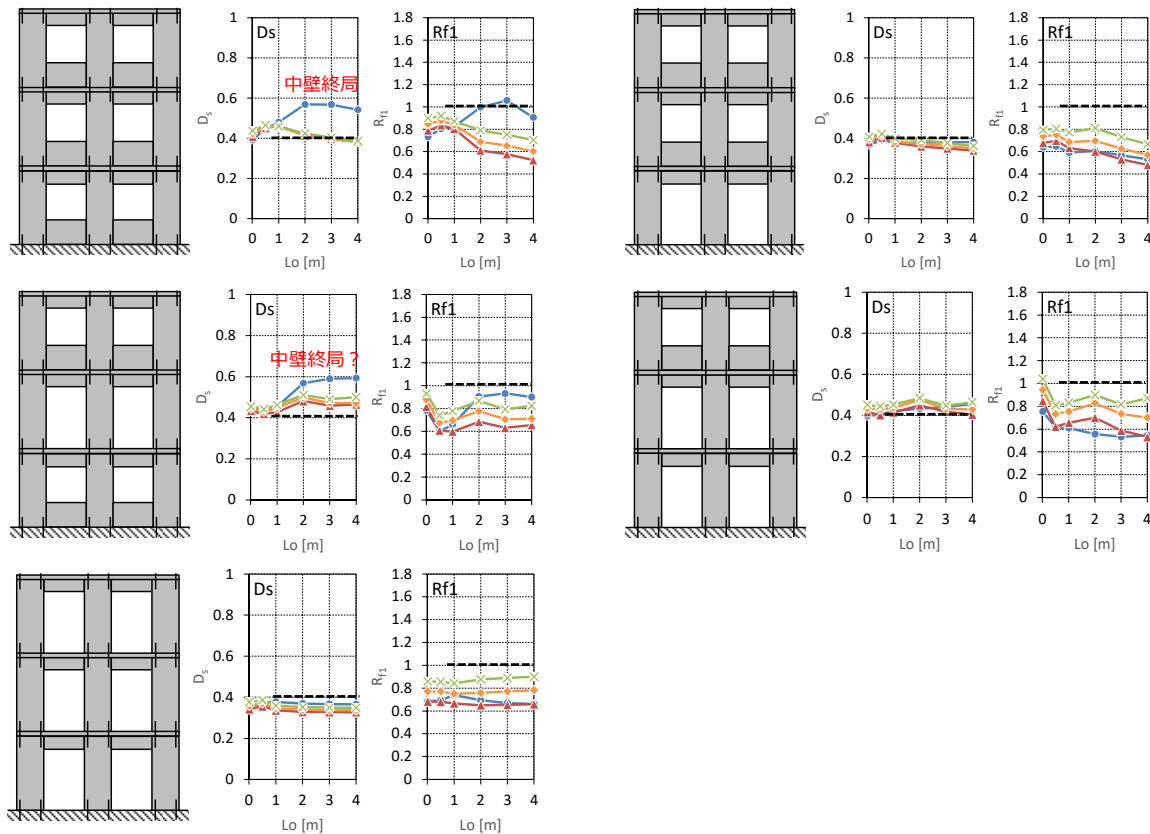


図 2.6.1 パラスタによる D_s, R_{f1} 小幅度パネル架構・3層 ($\lambda = 0.75$)

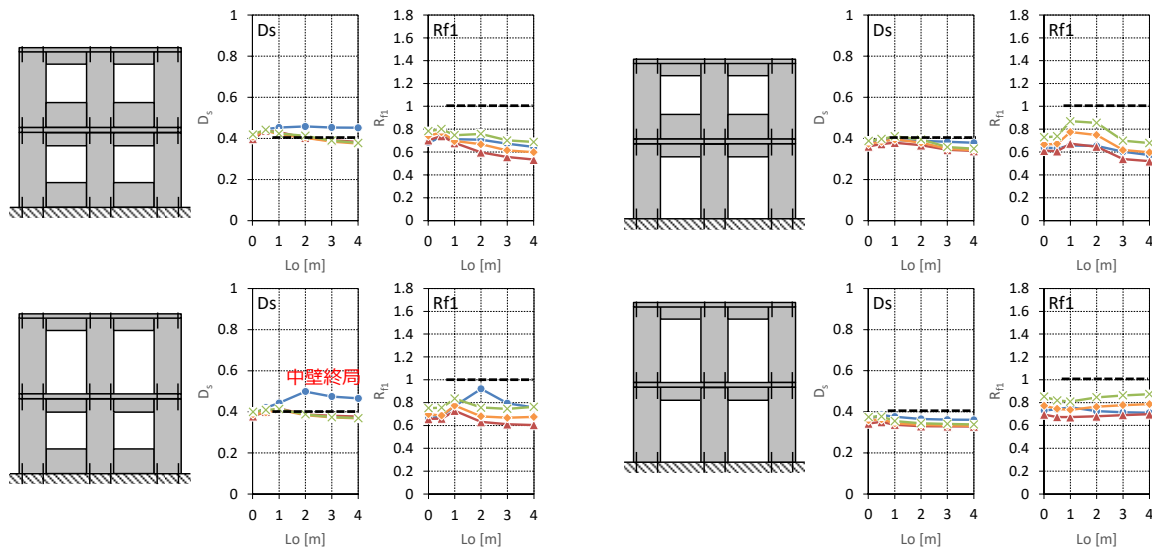


図 2.6.2 パラスタによる D_s, R_{f1} 小幅度パネル架構・2層 ($\lambda = 0.75$)

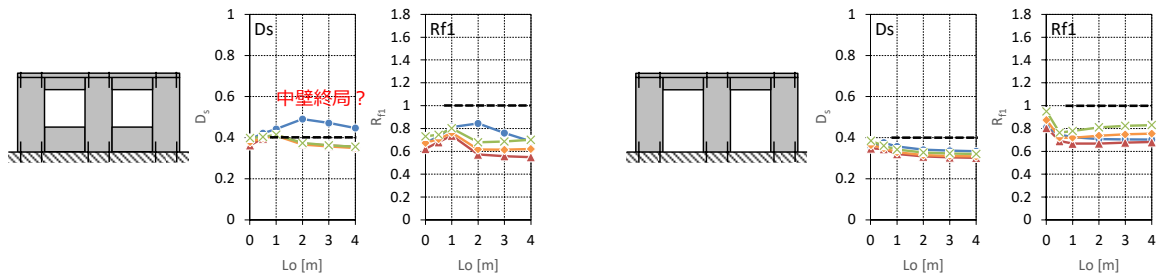


図 2.6.3 パラスタによる D_s, R_{f1} 小幅パネル架構・1層

2.6.2 大版パネル架構②

- $D_s = 0.4$ でほぼ安全側。
- R_{f1} は $L_o \leq 1.0\text{m}$ で1.0、 $L_o = 4.0\text{m}$ で1.6、間は直線補間でほぼ安全側。
- ルート3では増分解析が前提となる。ルート2では弾性解析が前提だが、中地震時に開口隅部が非線形領域に達する可能性がある。加えて、ここで用いた荷重増分解析用モデルは応力の予測精度が

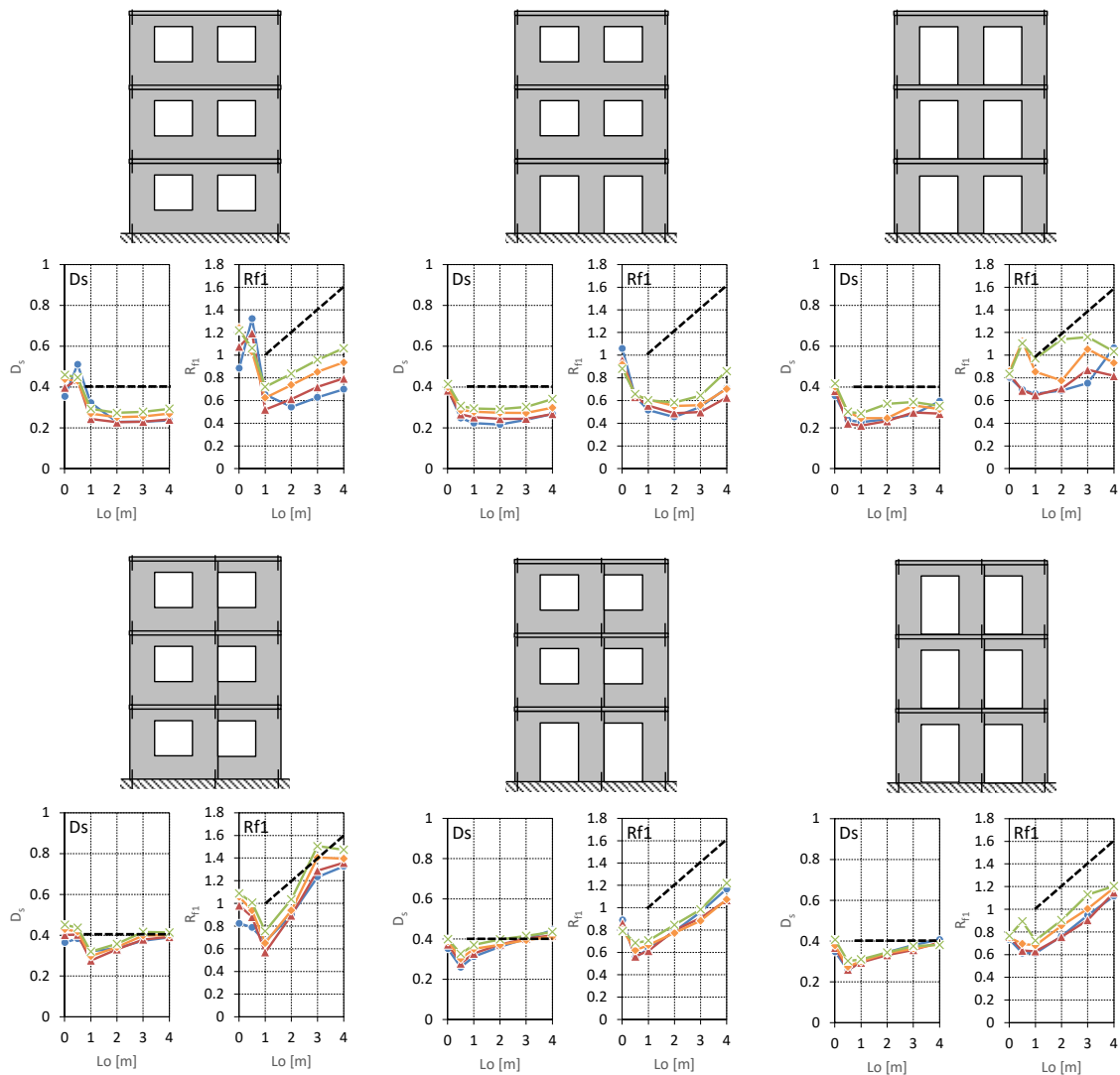


図 2.6.4 パラスタによる D_s, R_{f1} 大版パネル架構・3層 ($\lambda = 0.75$) その1/2

低い。したがって、ルート 3 では MS モデルを用いた層せん断力比率固定の変位増分解析、ルート 2 では弾性解析とせざるを得ないが、中地震時に開口隅亀裂発生の可能性があり、応力誤差の確認が必要である。

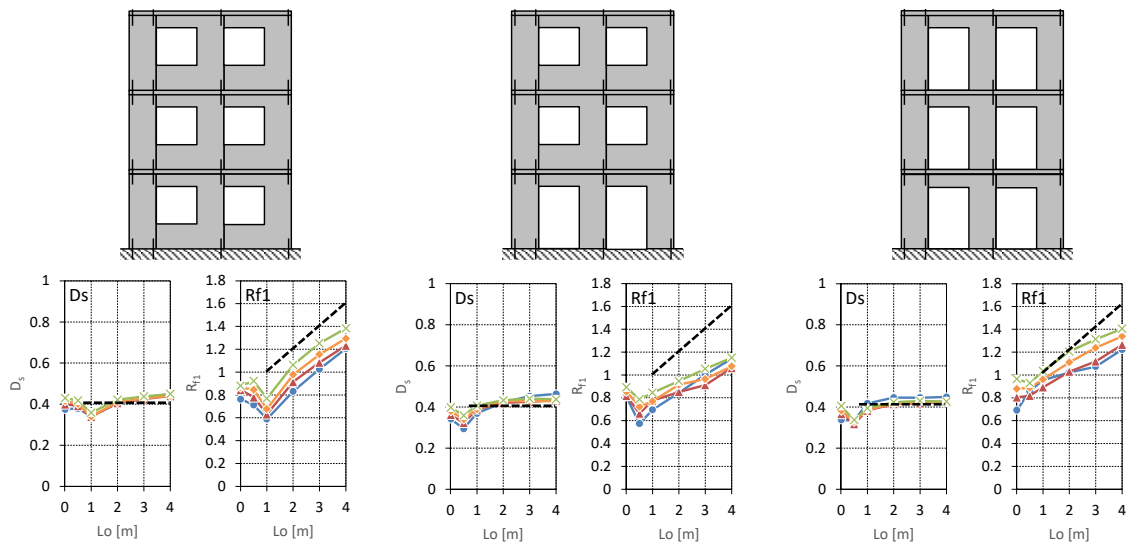


図 2.6.4 パラスタによる D_s, R_{f1} 大版パネル架構・3層 ($\lambda = 0.75$) その 2/2

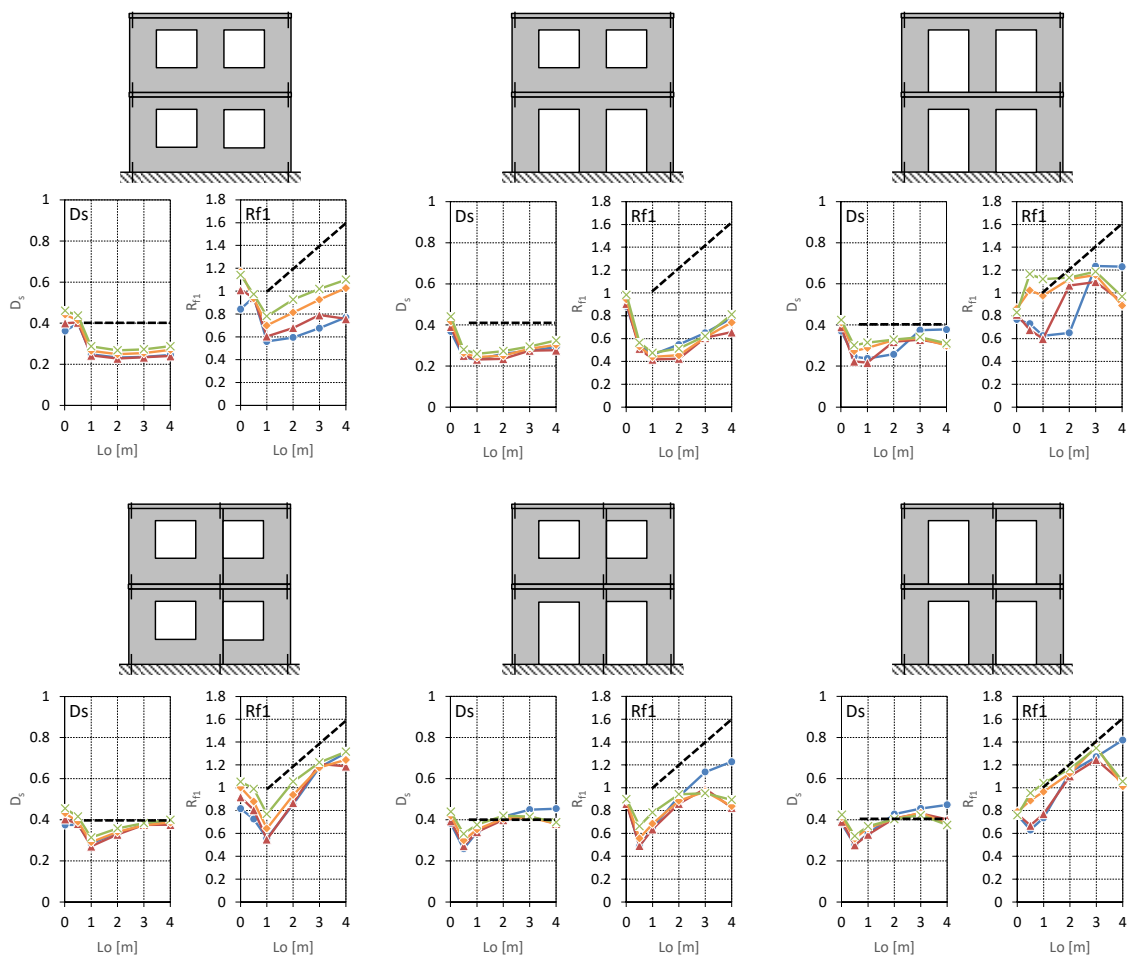


図 2.6.5 パラスタによる D_s, R_{f1} 大版パネル架構・2層 ($\lambda = 0.75$) その 1/2

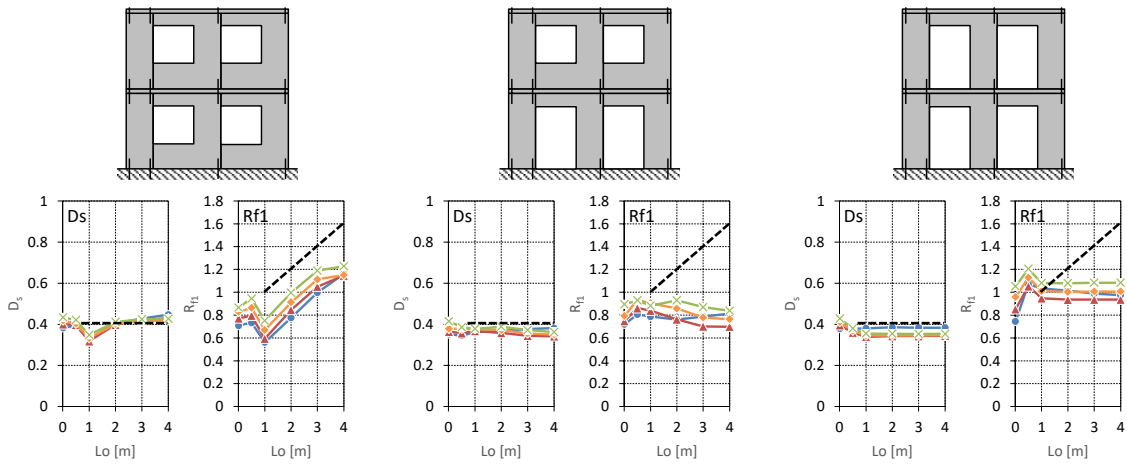


図 2.6.5 パラスタによる D_s, R_{f1} 大版パネル架構・2層 ($\lambda = 0.75$) その 2/2

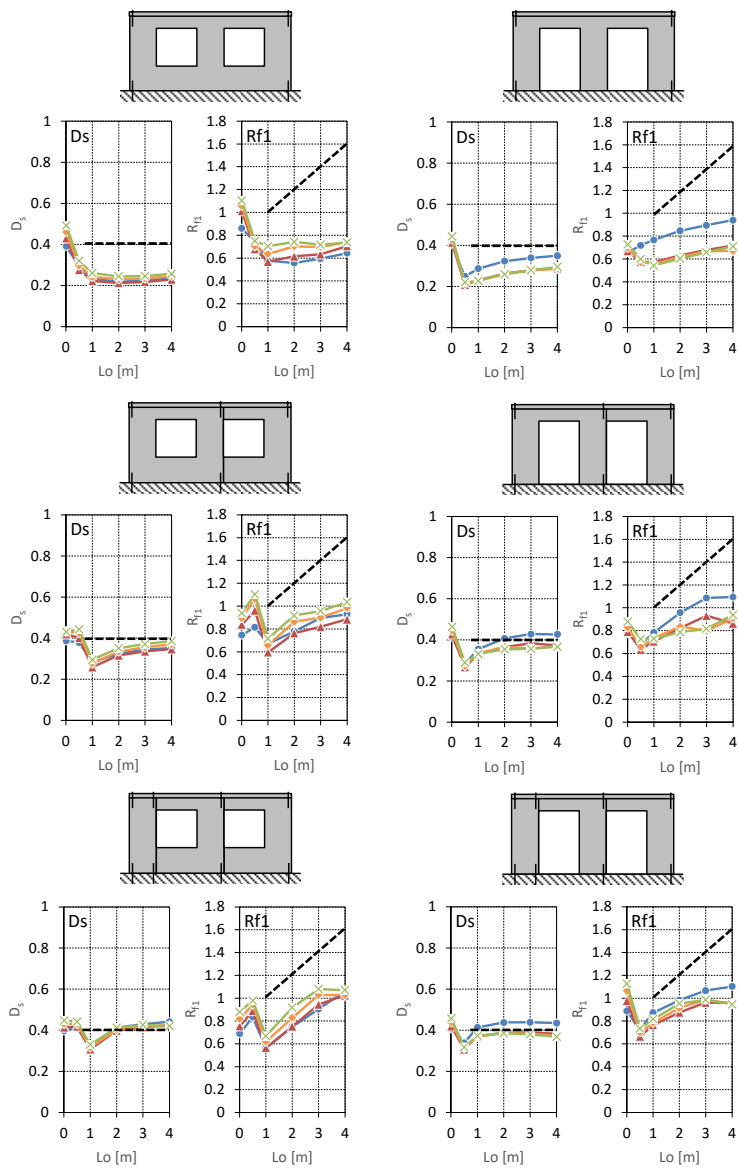


図 2.6.6 パラスタによる D_s, R_{f1} 大版パネル架構・1層

2.7 R_{f2} の評価

- 図 2.7.1～2.7.6 にパラスタによる保有耐力時応力 s_u と許容耐力時応力 s_a の関係を示す。 $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ の関係がある。
- 現規定では CLT 壁パネルの応力割増し率は、 R_{f1} に相当する値(≤ 1.8)を用いることになっている。しかし、特に垂壁・腰壁パネル R_{f2} は現規定の最大値(2.5)の2倍近い値となっている。
- せん断接合部については現規定(2.5)で概ね妥当といえる。

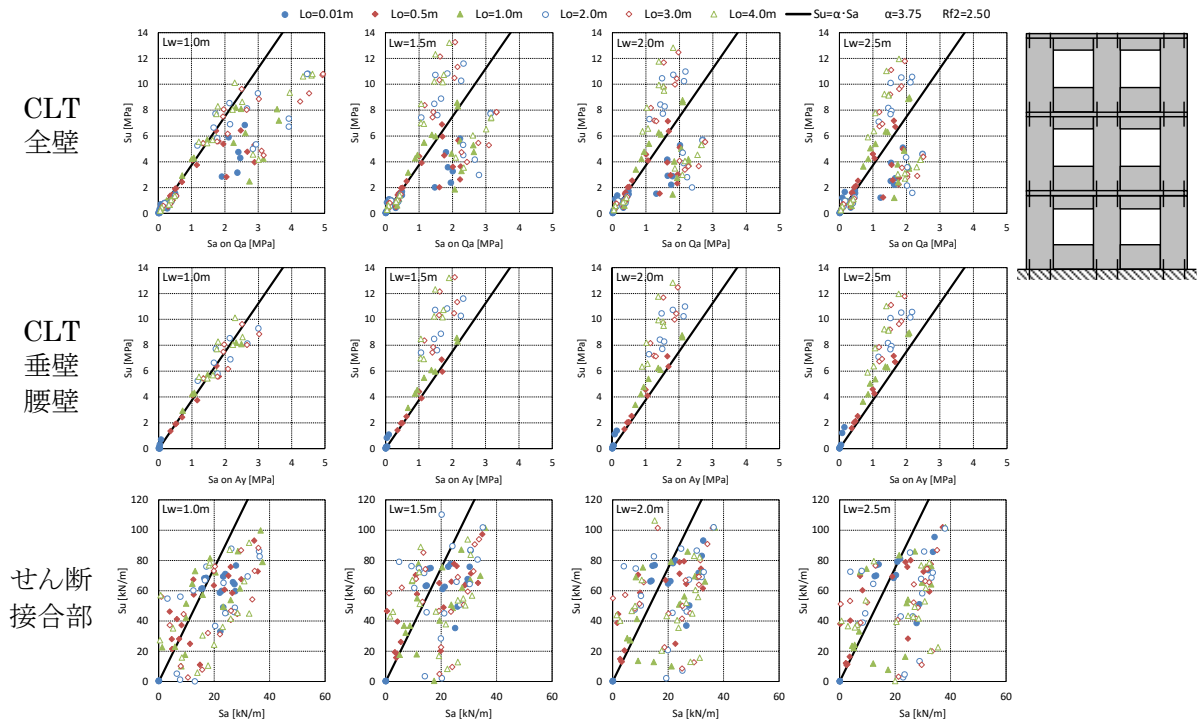


図 2.7.1 パラスタによる $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ 小幅パネル架構・3層・腰壁あり($\lambda = 0.75$)

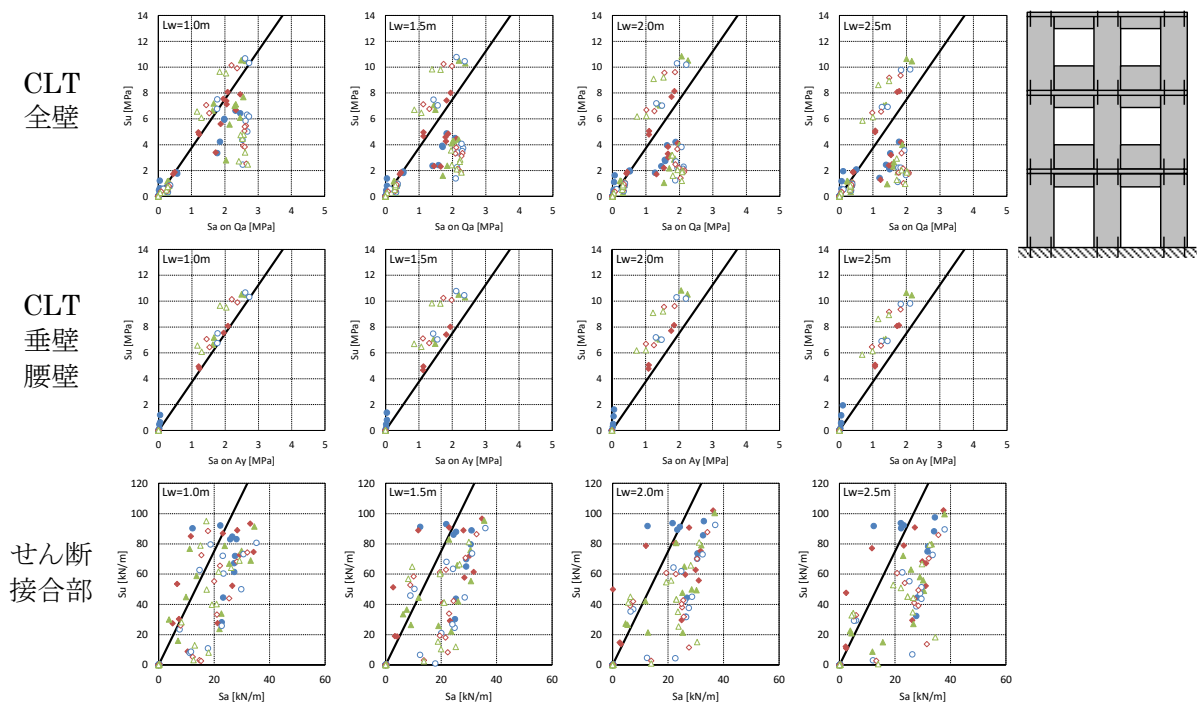


図 2.7.2 パラスタによる $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ 小幅パネル架構・3層・1F腰壁なし($\lambda = 0.75$)

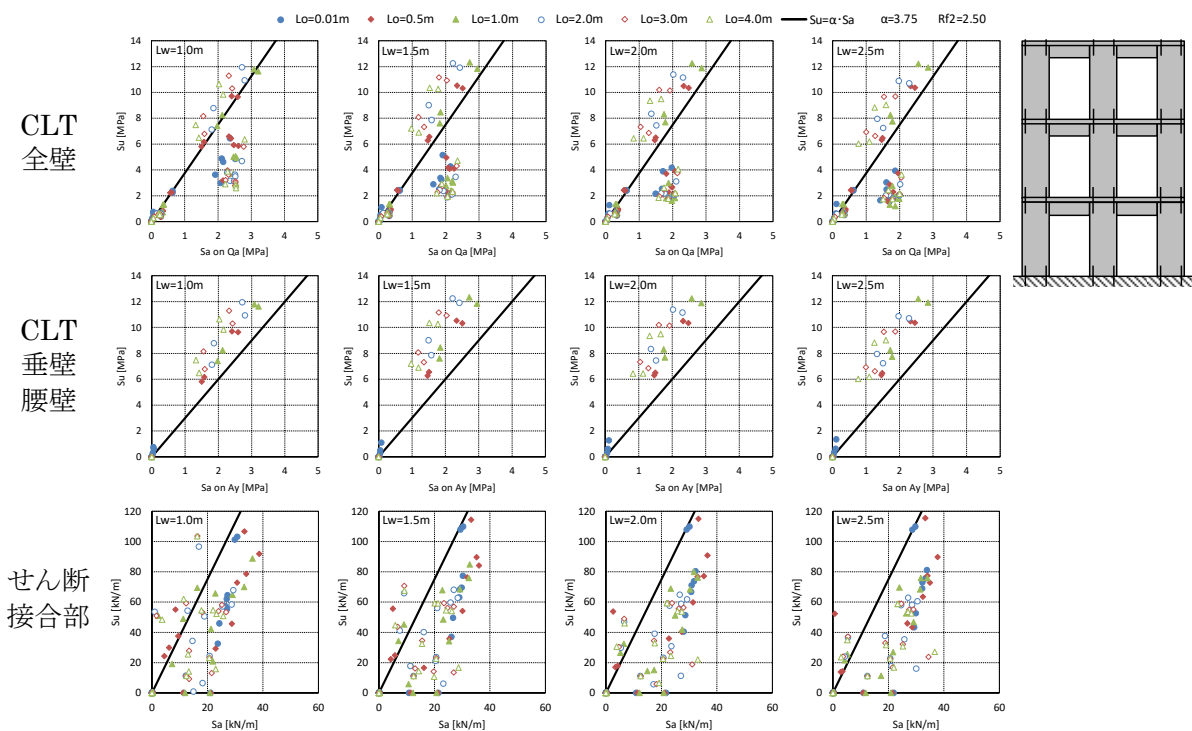


図 2.7.3 パラスタによる $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ 小幅パネル架構・3層・腰壁なし ($\lambda = 0.75$)

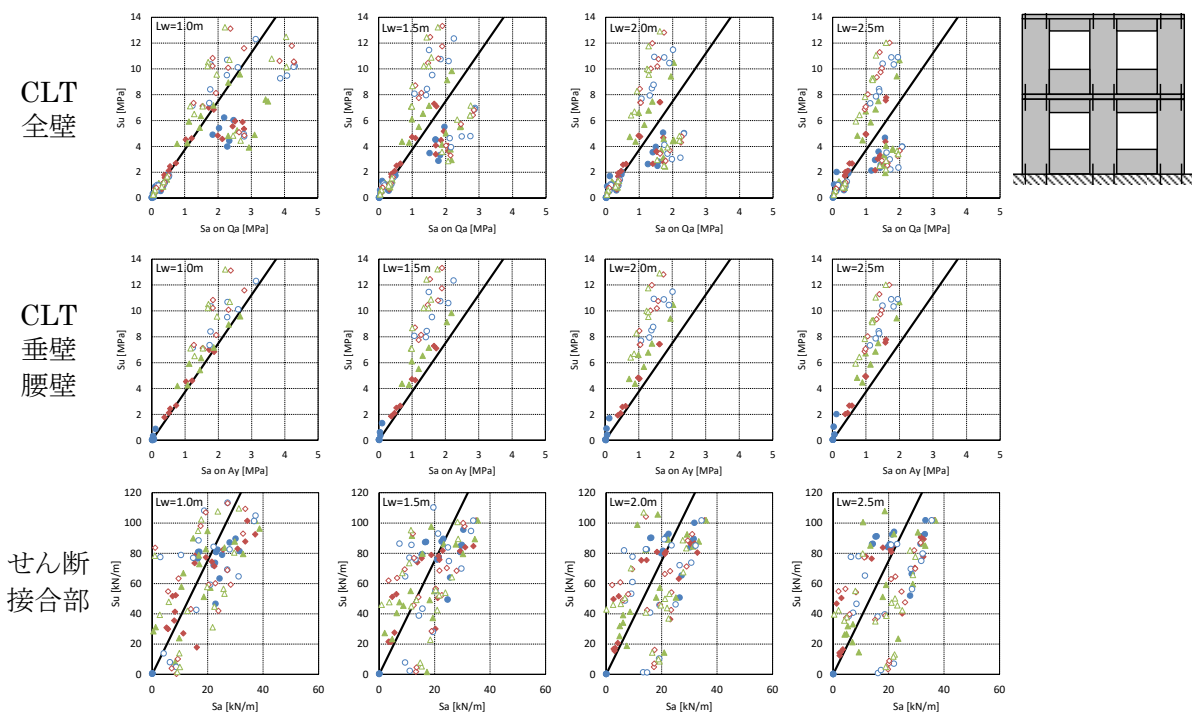


図 2.7.4 パラスタによる $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ 小幅パネル架構・2層・腰壁あり ($\lambda = 0.75$)

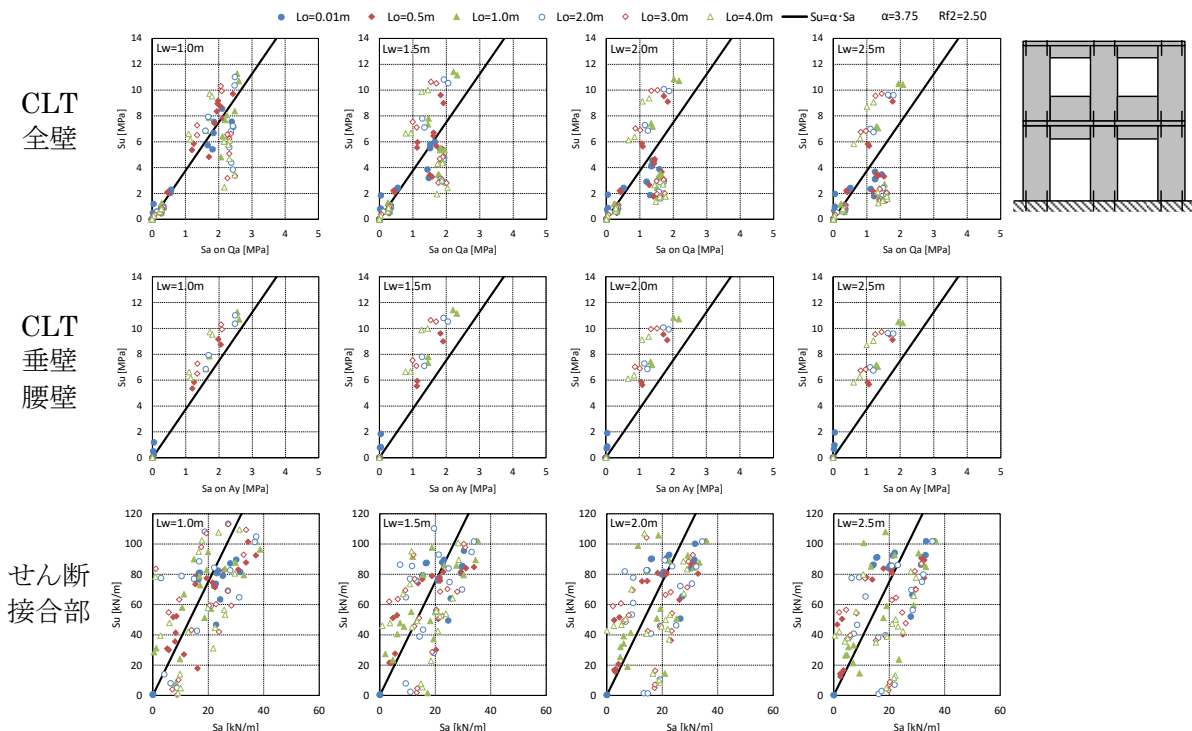


図 2.7.5 パラスタによる $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ 小幅パネル架構・2層・1F腰壁なし($\lambda = 0.75$)

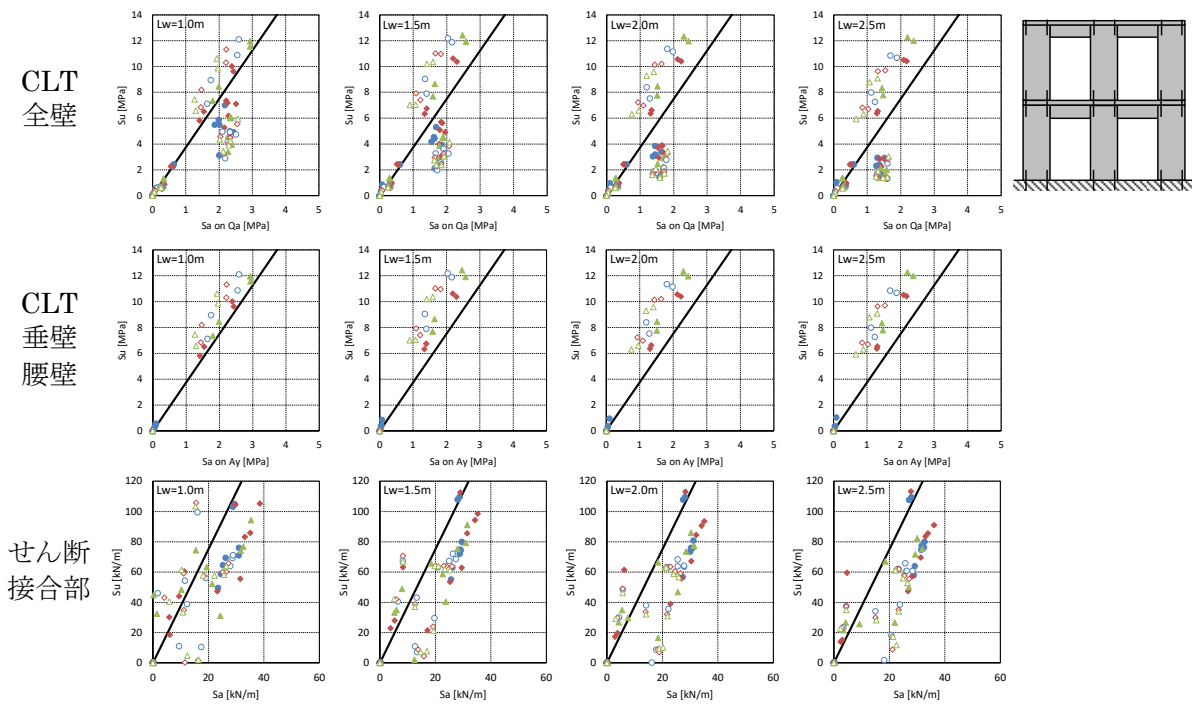


図 2.7.6 パラスタによる $s_u/s_a = 1.5R_{f2}$ 小幅パネル架構・2層・腰壁なし($\lambda = 0.75$)