

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	壁エレメントモデルを用いた鋼板耐震壁の解析モデルの作成方法 その2：連層耐震壁のモデル化
Title(English)	Analytical Modeling Method of Steel Plate Shear Wall using Wall Element Model Part2: Modeling of Multi-story Shear Walls
著者(和文)	植木卓也, 戸張涼太, 森岡宙光, 佐藤大樹, 安永隼平, 小野潤一郎, 木村征也, 二島 冬太, 佐野航
Authors(English)	Takuya Ueki, Ryota Tobari, Hiromitsu Morioka, Daiki Sato, Jumpei Yasunaga, Junichiro Ono, Seiya Kimura, Tota Futashima, Wataru Sano
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, , pp. 1487-1488
Citation(English)	, 構造III, , pp. 1487-1488
発行日 / Pub. date	2025, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

壁エレメントモデルを用いた鋼板耐震壁の解析モデルの作成方法

その2：連層耐震壁のモデル化

鋼板耐震壁	解析モデル	壁エレメント	正会員	○植木 卓也*1	同	戸張 涼太*2	同	森岡 宙光*1
FEM 解析	弾性剛性	耐力	同	佐藤 大樹*3	同	安永 隼平*1	同	小野 潤一郎*4
			同	木村 征也*4	同	二島 冬太*4	同	佐野 航*4

1. はじめに

その1では、上下に逆対称曲げが作用する1層1スパン骨組を対象に検討を行ったが、耐震壁は連層に配置して心棒のように利用されるケースも多い(例えば1)。この場合、その1の仮定とは異なる変形状態となるため、その2では連層耐震壁を対象とした検討を行う。

補正すると弾性剛性を過大に評価する恐れがある。

図1で示した逆対称曲げおよび純曲げ作用時のいずれの変形にも、弾性剛性が対応するような解析モデルを図2に示す。本モデルは2本の壁柱を持ち、以降「補正壁柱モデル」と呼ぶ。壁柱1は逆対称曲げのみを負担し、壁柱2は純曲げのみを負担するモデルとなっている。これらの壁柱の断面二次モーメント $I_{w,1}$ 、 $I_{w,2}$ および、せん断変形を表すせん断ばねの弾性剛性 $K_{ws,1}$ とせん断耐力 $Q_{wsy,1}$ は次のように求められる。

2. 連層耐震壁に用いる解析モデルの提案

図1に壁エレメントモデルとシェルモデルの逆対称曲げ作用時と純曲げ作用時の変形の比較を示す。壁柱に耐震壁の水平断面の断面二次モーメント $I_{w,h}$ を持つ壁エレメントモデルを考えると、柱と耐震壁両端の節点の上下方向変位が、逆対称曲げ作用時においては一致せず、純曲げ作用時には両者が一致する変形状態となる。このため、逆対称曲げ作用時には壁エレメントモデルの弾性剛性を補正する必要があるが、純曲げ作用時には補正が不要で、

$$I_{w,1} = I'_w \tag{1}$$

$$I_{w,2} = I_{w,h} \tag{2}$$

$$K_{ws,1} = G \cdot A_{s,h} / H_f \tag{3}$$

$$Q_{wsy,1} = A_{s,h} \cdot \tau_{wy} \tag{4}$$

壁柱1はその1で示した補正した耐震壁の断面二次モーメント I'_w 、壁柱2は補正を行わない耐震壁の水平断面の断面二次モーメント $I_{w,h}$ を有する。

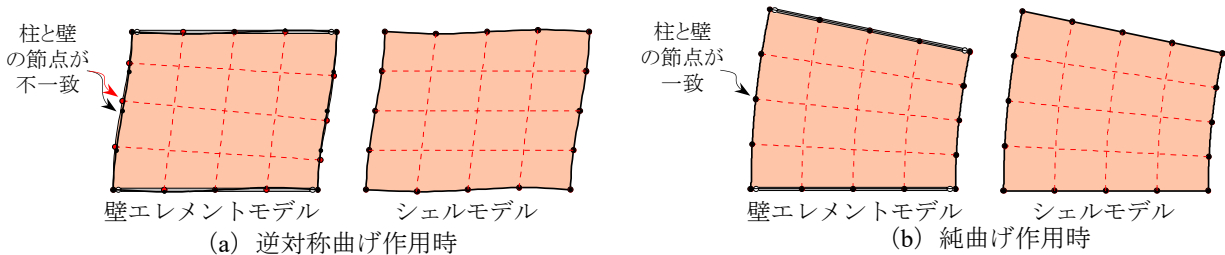


図1 逆対称曲げ作用時と純曲げ作用時の変形

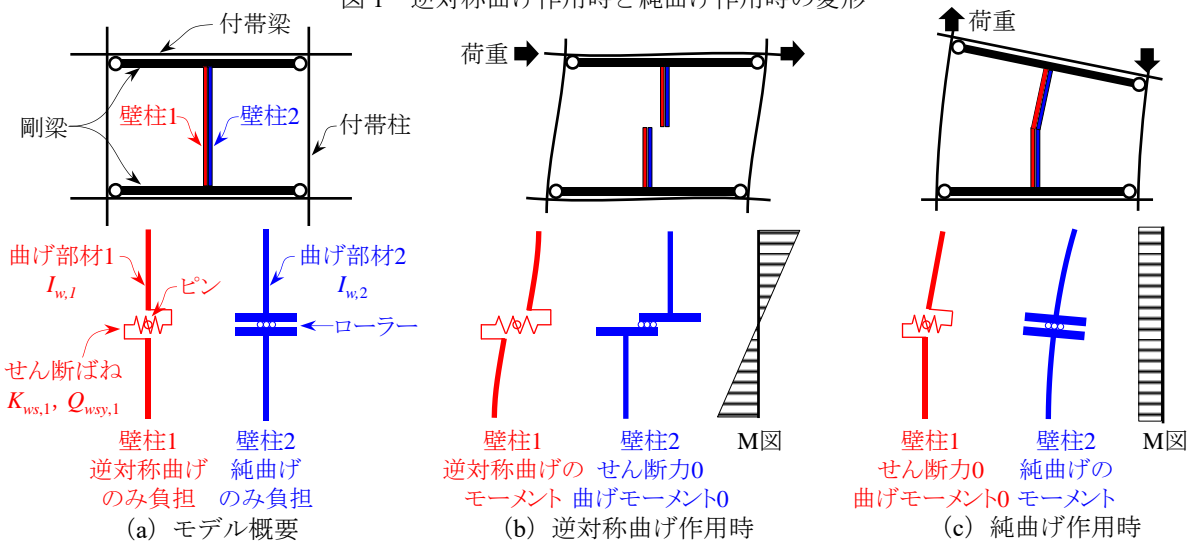


図2 提案モデル

3. 多層骨組モデルによる精度検証

3.1 解析条件

解析モデル一覧を表1に、解析モデルを図3に示す。モデルは耐震壁と境界梁から成り、境界梁の端部はスパンの半分位置でピン支点またはピンローラーとした。補正壁柱モデルの場合の耐震壁は前章のモデル化に準ずる。シェルモデルの場合、耐震壁はシェル要素とし、降伏点 $\sigma_y = 325\text{N/mm}^2$ 、ヤング係数 $E = 205,000\text{ N/mm}^2$ 、二次剛性 $E/1000$ のバイリニアの材料特性を与え、面外に変形はしないものとする。柱梁は梁要素でモデル化し、境界梁はトリリニアの曲げばね、付帯柱梁はM-Nモデルにより弾塑性性状を表す。その1で述べた付帯柱梁の曲げ耐力の低減については、影響が小さかったため考慮しないものとする。なお、柱梁の内寸寸法 H 、 B から内法アスペクト比を定義してこれを1.6とする。

3.2 解析結果

図4に全層の層せん断力 Q -層間変形角 R 関係を示す。いずれのケースも補正壁柱モデルはシェルモデルとよく対応している。シェルモデルに対する誤差は、各層の初期剛性において-3%~+10%、最大層間変形角 $R_{\max} = 1/100\text{rad}$ 、 $1/50\text{rad}$ 時点における各層の層せん断力において±1%程度である。

図5に5層モデル、 $R_{\max} = 1/50\text{rad}$ 時点の付帯柱軸力(耐震壁左側)の分布を示す。なお、シェルモデルの場合、耐震壁のシェル要素の分割に合わせて柱が層内で分割されているため、各要素の軸力を高さ位置に応じて示して

いる。図5より、シェルモデルでは付帯柱の軸力が層内で変化しており、耐震壁のせん断応力度が付加軸力として付帯柱に伝達される様子が表れている。一方で、補正壁柱モデルにおいてもこの影響を考慮するために、その1の2.2節の考えで下式による付加軸力を補正壁柱モデルの軸力に加算した結果を青線で示している。

$$N_{c,w} = \frac{Q_{ws}}{2} \cdot \frac{H_f}{B_f} \quad (5)$$

ここで Q_{ws} は壁柱の負担せん断力である。軸力を加算した結果はシェルモデルとよく対応しており、補正壁柱モデルにおいては耐震壁からの付加軸力を考慮することで、適切に柱軸力の評価を行うことができる。

4. まとめ

その2では、連層に配置された鋼板耐震壁に用いる解析モデルを提案した。多層骨組モデルの解析より、本報の検証範囲では層せん断力-層間変形角関係がシェルモデルとよく対応し、初期剛性を-3%~+10%、層せん断力を±1%程度の精度で評価する。また耐震壁からの付加軸力を考慮することで、適切な柱軸力の評価が可能である。

参考文献

- 1) 小坂橋裕一, 木村征也, 安藤頭祐, 長嶋千草:【東京ガーデンテラス紀尾井町】紀尾井タワーの設計と施工, MENSIN, No.105, pp.10-15, 2019.7
https://www.jssi.or.jp/business/shuppan_detail/kaishiback/105-seishinshokai-tokyogarden.pdf, (参照 2025-03-26)

表1 解析モデル一覧

No.	連層数	階高 H_f	スパン B_f	内法アスペクト比 H/B	パネル板厚 t_w	境界梁スパン L_b	柱寸法		梁寸法	
							mm	mm	mm	mm
1	20	4500	2988	1.6	12	7200	□-800×800×40	H-1000×300×19×28		
2	5		3088				□-650×650×40	H-600×250×12×25		
3	1		2938				□-500×500×25	H-600×250×12×25		

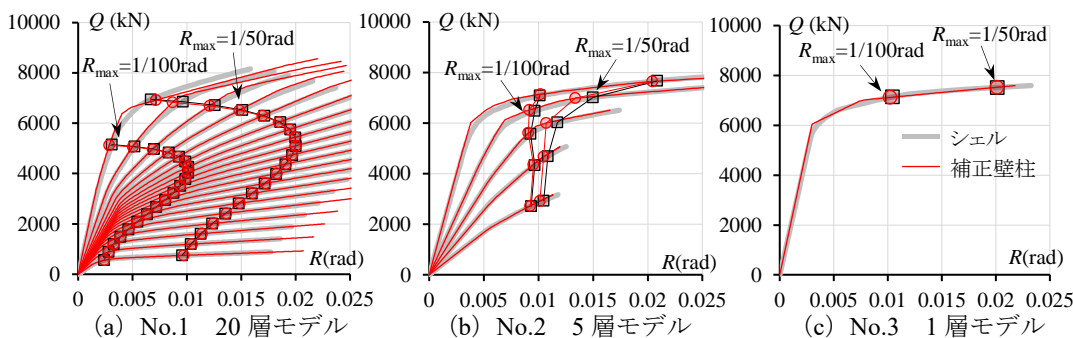


図4 層せん断力 Q -層間変形角 R 関係

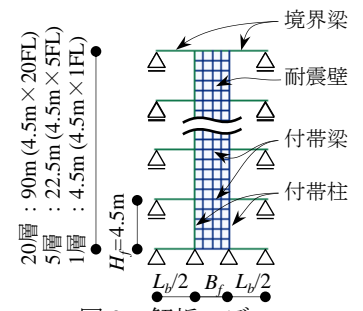


図3 解析モデル

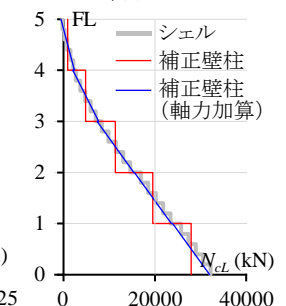


図5 付帯柱軸力の分布 (5層モデル, $R_{\max} = 1/50\text{rad}$)

*1 JFE スチール
 *2 JFE シビル
 *3 東京科学大学
 *4 日建設計

*1 JFE Steel Corp.
 *2 JFE Civil Engineering & Construction Corp.
 *3 Institute of Science Tokyo
 *4 Nikken Sekkei Ltd.