

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	鋼板耐震壁の板厚と板幅の違いが超高層建物の変形と損傷に及ぼす影響 その1 静的解析に基づく検討
Title(English)	Effects of Different Thickness and Width of Steel Plate Seismic Walls on Deformation and Damage of High-Rise Buildings (Part 1: Study based on static analysis)
著者(和文)	二島 冬太, 後藤 広大, 佐藤 大樹, 陳 引力, 小野 潤一郎, 木村 征也, 佐野 航, 戸張 涼太, 森岡 宙光
Authors(English)	Tota Futashima, Kodai Goto, Daiki Sato, Yinli Chen, Junichiro Ono, Seiya Kimura, Wataru Sano, Ryota Tobari, Hiromitsu Morioka
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, , pp. 1523-1524
Citation(English)	, 構造III, , pp. 1523-1524
発行日 / Pub. date	2025, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

鋼板耐震壁の板厚と板幅の違いが超高層建物の変形と損傷に及ぼす影響

その1 静的解析に基づく検討

正会員	○二島冬太*1	同	後藤広大*2	同	佐藤大樹*2
同	陳引力*2	同	小野潤一郎*1	同	木村征也*1
同	佐野航*1	同	戸張涼太*3	同	森岡由光*4

鋼板耐震壁 超高層建物 損傷評価  
壁エレメント

1. はじめに

心棒効果とは、柱梁に比べて十分に曲げ剛性の高い弾性部材を建物の高さ方向に連続して配置することで、特定層への変形集中を抑制し、架構全体の変形を均一化する効果のことである。心棒を有する架構の有効性は既往の研究成果<sup>1)</sup>が示されており、実建物においても連層配置した鋼板耐震壁を心棒とした構造計画により損傷制御を行っている事例<sup>2)</sup>が多数ある。心棒架構の形成にあたっては鋼板耐震壁を連層で用いることで建築計画上の動線を阻害することなく配置ができること、細長い心棒とすることで適度な曲げ変形により架構変形に追従することが可能となる。また、想定外の極大地震時で万が一鋼板耐震壁のせん断降伏が生じた場合でも、適切に補剛された鋼板耐震壁は十分な変形性能・エネルギー吸収能力を有している<sup>3)</sup>。ただし、心棒効果の板厚・板幅による影響の差異は建物の構造設計毎の定性的な評価に留まっており、設計法として確立しているとは言い難い。本報では、鋼板耐震壁の板厚と板幅の違いが超高層建物の変形と損傷に及ぼす影響を確認することを目的とする。本報その1では、静的解析に基づく検討を行う。

2. 解析概要

検討対象建物は鋼板耐震壁（以降、耐震壁と呼称する。）を有するCFT造地上25階建て、高さ $H = 116.4\text{ m}$ 、建物幅 $B = 57.6\text{ m}$ 、建物奥行 $D = 64.8\text{ m}$ 、基準スパン $L_c = 7.2\text{ m}$ 、直接基礎の建物モデルである。構造形式はラーメン構造とする。Fig. 1に対象建物概要、Fig. 2に耐震壁のモデル化概要、Table 1に解析ケース概要を示す。本報では、Table 1に示すように板厚および板幅をパラメータとした計10ケースで検討し、本報その1では静的解析、本報その2では動的解析に基づき変形と損傷に及ぼす影響を確認する。耐震壁の平面配置はXYの各方向に4基ずつ計8基設置することとし、全層同一断面、同一配置とする。また、耐震壁と基礎梁の境界条件は剛接合としてモデル化しており、壁の幅が $b_{w,i}/L_c = 1/6 \sim 5/6$ のモデルでは耐震壁の片側の辺に付加柱を追加している。なお、主架構上部構造の復元力特性は弾塑性、基礎梁は弾性、柱はファイバーモデル、梁は剛塑性回転バネを有する線材としてモデル化した。減衰タイプ

は、各モデルの弾性1次固有周期に対して2%の初期剛性比例減衰とする。耐震壁は弾性の壁エレメントでモデル化しており、耐震壁が取り付け境界梁に固定度を与えるために、壁中梁では剛性増大率 $\alpha$ （本報では $\alpha = 100$ ）を乗ずる<sup>4)</sup>。なお、モデル化には構造計算プログラムであるRESP-Dを用いた。

3. 鋼板耐震壁と固有周期の関係

Table 2とFig. 3に各モデルの1次固有周期を示す。板厚および板幅の増加に伴い1次固有周期は短くなる。

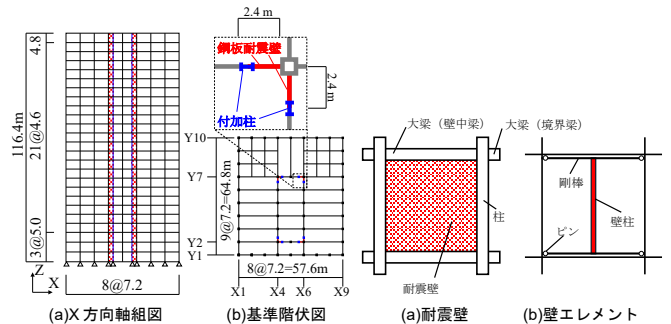


Fig. 1 対象建物概要 Fig. 2 耐震壁のモデル化

Table 1 解析ケース概要

Model Name	耐震壁		耐震壁周辺の架構諸元
	板厚 $t_{w,i}$ [mm]	板幅 $b_{w,i}$ [mm] ( $b_{w,i}/L_c$ )	
00-0/6	0	0 (0/6)	付加柱 H-800×600×19×36 (W: TMCP385, F: TMCP385)  大梁（壁中梁） H-1150×250×12×22 H-1200×500×19×32 (W: SN490, F: TMCP385)
06-2/6	6	2400 (2/6)	
09-2/6	9		
12-2/6	12		
16-1/6	16	1200 (1/6)	
16-2/6		2400 (2/6)	
16-3/6		3600 (3/6)	
16-4/6		4800 (4/6)	
16-5/6		6000 (5/6)	
16-6/6		7200 (6/6)	

Table 2 固有周期

Model Name	$T_{X1}$ [s]
00-0/6	2.98
06-2/6	2.88
09-2/6	2.87
12-2/6	2.86
16-1/6	2.92
16-2/6	2.86
16-3/6	2.76
16-4/6	2.64
16-5/6	2.54
16-6/6	2.50

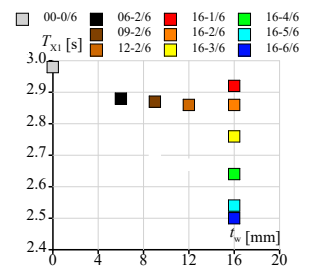


Fig. 3 固有周期

#### 4. 耐震壁の板厚変化に伴う構造特性の評価

Fig.4(a)に静的増分解析から得られた各層の層剛性  $K_i$ , Fig. 4(b)に各モデルの層剛性  $K_i$ を架構の層剛性  $K_{fi}$ で基準化した  $K_i/K_{fi}$ , Fig. 5(a)に各層の層間変形角  $R = 1/100$ 時の耐力  $Q_i$ , Fig. 5(b)に各モデルの耐力  $Q_i$ を架構の耐力  $Q_{fi}$ で基準化した  $Q_i/Q_{fi}$ の高さ方向分布を示す。層剛性と耐力の評価について、Fig. 4(a), Fig. 5(a)より、耐震壁の板厚の増加に伴う、 $K_i$ と  $Q_i$ の増加は軽微であると言える。Fig. 6, 7に梁の塑性ヒンジ位置と発生タイミング  $C_b$ を示す。ここで、 $C_b$ は塑性ヒンジ形成時のベースシア係数を表す。Fig. 6より、耐震壁に囲まれる境界梁に塑性ヒンジが早期に形成する傾向が見られた。Fig. 7より、壁の無い通りではタイミングの分布が平滑化されて早期降伏は抑制されている。しかし、Fig. 6, 7において板厚の変化による分布の差異は軽微であった。

#### 5. 耐震壁の板幅変化に伴う構造特性の評価

Fig. 8, 9に層剛性と耐力の評価を示す。Fig. 8(a), Fig. 9(a)より、耐震壁の板幅の増加に伴い、 $K_i$ と  $Q_i$ は増加する傾向が見られた。Fig. 8(b)より、板厚増加に伴う  $K_i/K_{fi}$ は下層部ほど大きな値を示しており、最上層付近では低下していく傾向が確認された。また Fig. 9(b)より、耐力も同様の傾向が見られた。Fig. 10, 11に梁の塑性ヒンジ位置と発生タイミング  $C_b$ を示す。Fig. 10より、板幅の増加に伴い鋼板壁に囲まれる境界梁に塑性ヒンジ

が早期に形成する傾向があり、鋼板壁の外側の梁の早期降伏は抑制されている。また Fig. 11より、板幅の増加に伴い、塑性発生タイミングが平滑化されて早期降伏は抑制されている。

#### 6. まとめ

本報その1では、鋼板耐震壁の板厚と板幅の違いが超高層建物の変形と損傷に及ぼす影響について静的解析に基づき検討を行った。以下に得られた知見を示す。

- (1) 板厚および板幅の増加に伴い、各層の層剛性および耐力は増加する傾向を確認した。なお、板厚と板幅の変化による影響は下層部の方が大きく、層剛性においては最上層での剛性低下が見られた。
- (2) 層剛性と耐力は、板厚よりも板幅の変化による影響が大きいことを確認した。
- (3) 架構の損傷位置とタイミングについて、板厚および板幅の変化に伴い、壁に囲まれる境界梁で早期に損傷集中することが確認できた。一方で、壁の無い通りにおいて早期降伏は抑制されることを確認した。

#### 参考文献

- 1) 和田ら：構造設計のためのメモランダム8 曲げ系の架構とせん断系の架構（その1）、建築技術, No. 350, pp. 179-185, 1980.10
- 2) 一般社団法人日本免震構造協会：【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
- 3) 安永ら：表裏交差形式でスチフナ補剛された鋼板耐震壁の簡易設計手法, 日本建築学会構造系論文集, Vol.83, No.743, pp.191-199, 2018.1
- 4) 日本建築学会：構造骨組の特性と解析第3版, 2024.3

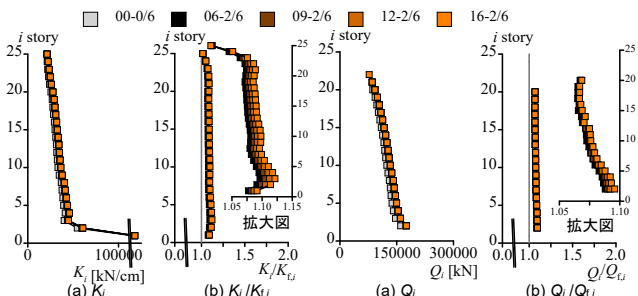


Fig. 4 層剛性の評価 Fig. 5 耐力の評価 ( $R = 1/100$ )

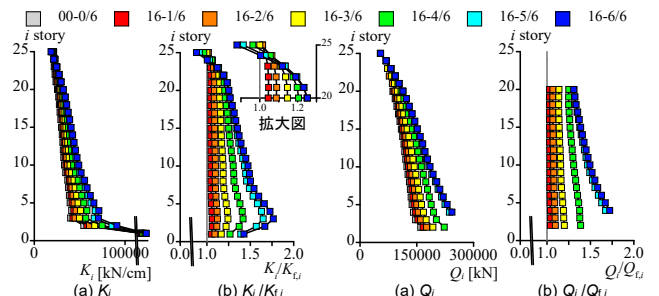


Fig. 8 層剛性の評価 Fig. 9 耐力の評価 ( $R = 1/100$ )

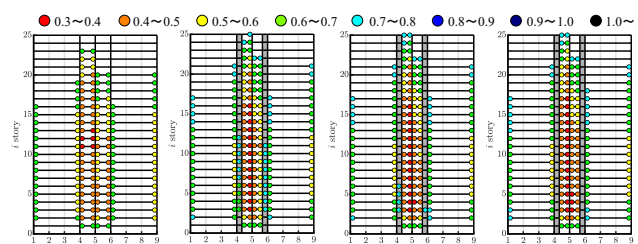


Fig. 6 梁の塑性ヒンジとタイミング  $C_b$  (Y2 通り)

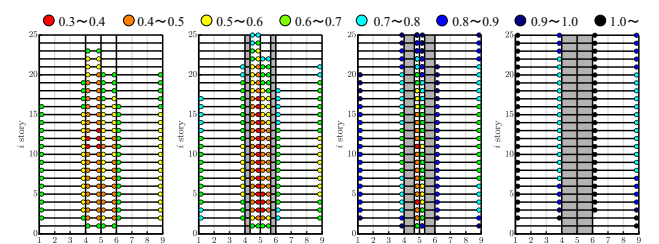


Fig. 10 梁の塑性ヒンジとタイミング  $C_b$  (Y2 通り)

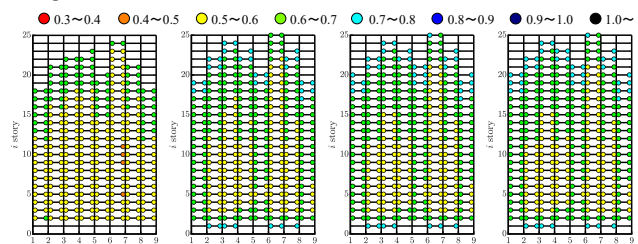


Fig. 7 梁の塑性ヒンジとタイミング  $C_b$  (Y1 通り)

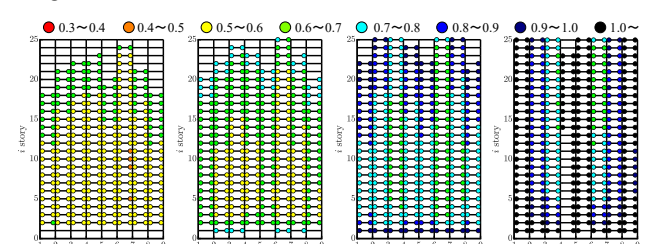


Fig. 11 梁の塑性ヒンジとタイミング  $C_b$  (Y1 通り)

\*1 株式会社日建設  
\*2 東京科学大学  
\*3 JFE シビル株式会社  
\*4 JFE スチール株式会社

NIKKEN SEKKEI LTD.\*1  
Institute of Science Tokyo\*2  
JFE Civil Engineering & Construction Corporation\*3  
JFE Steel Corporation\*4