

コア壁を用いた超高層RC住宅の開発
(その4 31階建物の耐震設計)

正会員 ○松尾英典*¹ 同 島崎和司*²
清水秀哲*³ 片山喜隆*¹

超高層RC 立体耐震壁 耐震設計
地震応答解析 クライテリア ファイバーモデル

1. はじめに

本報では、コア壁の解析モデルに壁谷澤モデル¹⁾を用いた31階建物の耐震設計について報告する。

2. 建物概要

建物概要及び基準階伏図を図1に示す。建物は、中央にコの字型コア壁を配し、外周にチューブ架構を設けた31階建の超高層RC住宅である。コア壁のコンクリート強度は36~60N/mm²、低層のコア壁縦筋にはUSD685を用いた。

3. 耐震設計方針

設計フローを図2に示す。地震応答解析は、損傷限界時(L1)、倒壊・崩壊限界時(L2)、終局限界時(L3)の検討をそれぞれ最大速度が25、50、75cm/sec相当の地震動に対して行う。設計はまず、入力地震動を設定し、建物の要求性能に応じてクライテリアを設定する。次に、部材断面を仮定し、立体モデルによりL1~L3の地震応答解析を行う。各検討レベルにおいて応答値がクライテリアを満足していることを確認できれば、設計を終了する。

解析に用いた地震波の諸元を表1に示す。地震波は既往3波に加え、L2地震動に建設想定地の地盤特性を考慮し作成した告示波3波を採用した。

設計クライテリアを表2に示す。最大応答層間変形角はL1で1/200以内、L2で1/100以内とする。コア壁は、L1においてせん断ひび割れ強度以内、L2においてコンクリートの圧縮縁ひずみを0.15%以内、鉄筋のひずみを降伏ひずみ以内、L3においてコンクリートの圧縮縁ひずみを0.30%以内、鉄筋のひずみを1.00%以内とする。

4. 解析モデル

解析モデルを図3に示す。建物のモデルは、柱・梁を線材に置換し、各階を剛床と仮定した1階床固定の立体モデルである。減衰定数は瞬間剛性比例型として、1次モードに対し3%を設定した。コア壁は隅角部を両端ピン接合の付帯柱、壁パネル部を両端剛接合の中柱とする3本柱にモデル化する。中柱のM-φ関係、N-ε関係は、平面保持を仮定したファイバーモデルによる断面解析によって求めた。本論その2で示すように、本モデルを用いれば、コア壁の実験値を精度良く評価できる。

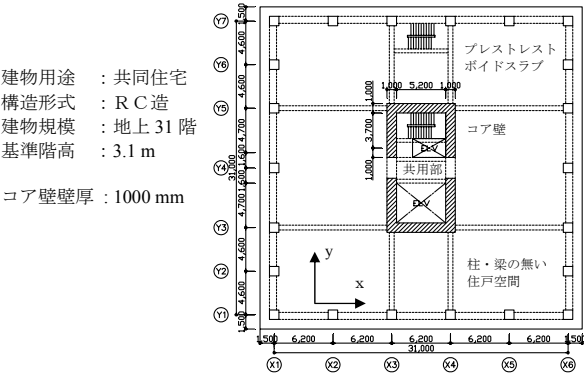


図1 基準階伏図

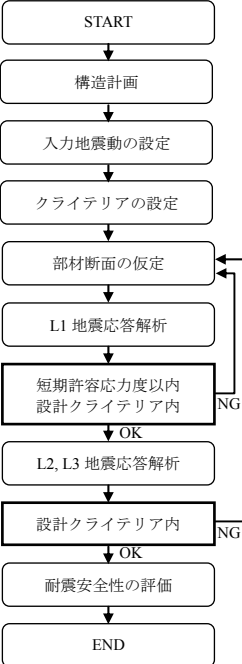


図2 設計フロー

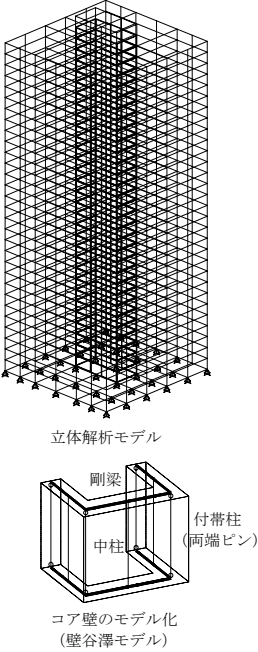


図3 解析モデル

表1 入力地震動

地震波		加速度 : cm/sec ² (速度 : cm/sec)		
		L1	L2	L3
		V _{max} ≒ 25 cm/sec	V _{max} ≒ 50 cm/sec	V _{max} ≒ 75 cm/sec
観測波	El Centro NS	255.4 (25.0)	510.8 (50.0)	766.1 (75.0)
	Taft EW	248.3 (25.0)	496.6 (50.0)	744.9 (75.0)
	Hachinohe NS	166.7 (25.0)	333.4 (50.0)	500.1 (75.0)
告示波	ランダム位相	—	345.4 (56.0)	—
	八戸位相	—	345.1 (49.0)	—
	JMA 神戸位相	—	386.2 (59.0)	—

5. 解析結果

図4に L2 時の地震応答解析結果を示す。建物の固有周期は、1次モードに対しX方向で1.976秒、Y方向で1.559秒となった。最大応答層間変形角は、X方向で1/113（告示波ランダム位相、24階）、Y方向で1/112（Hachinohe NS、11階）である。

L2及びL3における1階コア壁の最大軸ひずみを表3に示す。L3においても、鉄筋の最大引張ひずみは0.16%と弾性範囲内に収まっている。境界梁の曲げ塑性率は、L2時3.0（Hachinohe NS）、L3時3.5（Hachinohe NS）となった。図5に、最大応答層せん断力と外周柱・耐力壁の負担せん断力との比較図を示す。図より、壁は最大応答時に地震力のおよそ60%程度を負担していることが分かる。

6. まとめ

コの字型コア壁を有する超高層RC建物の試設計により、設計フロー・設計クライテリアを示した。また、コの字型コア壁に壁谷澤モデルを適用した解析モデルにて地震応答解析を行い、コア壁の応答性状を確認した。

【参考文献】

1) 壁谷澤寿海, ほか2名: 耐震壁を有する鉄筋コンクリート構造物の非線形地震応答解析, 第5回JCI論文集, pp.213~216, 1983

表2 設計クライテリア

状態	損傷限界 (L1)	倒壊・崩壊限界 (L2)	終局限界 (L3)
層間変形角	1/200 以内	1/100 以内	—
部材応力	短期許容応力度以内 せん断ひび割れ強度以内	コア壁 $\varepsilon_c \leq 0.15\%$ 鉄筋 $\varepsilon_{st} \leq \varepsilon_y$	コア壁 $\varepsilon_c \leq 0.30\%$ 鉄筋 $\varepsilon_{st} \leq 1.00\%$
軸力制限	—	—	外周柱 $-0.75N_{uc} \sim 0.66N_{uc}$
塑性率	—	外周梁・引張柱 $\mu \leq 2$ 境界梁 $\mu \leq 3$	最下階柱 $\mu \leq 2$ 外周梁・境界梁・引張柱 $\mu \leq 4$
せん断強度 余裕率	短期許容せん断力以内	—	柱 1.3 梁 1.2 接合部 1.1 コア壁 1.3

ε_c : コンクリート最大圧縮ひずみ, ε_{st} : 鉄筋最大引張ひずみ, ε_y : 鉄筋降伏ひずみ,

N_{uc} : 引張降伏軸耐力, N_{uc} : 圧縮降伏軸耐力, μ : 塑性率

表3 1階コア壁（隅角部）の最大軸ひずみ

レベル・加震方向 （最大応答地震波）	縦筋 最大引張ひずみ	コンクリート 最大圧縮ひずみ
L2 X dir. （告示波ランダム位相）	-0.11%	0.06%
L2 Y dir. （Hachinohe NS）	-0.16%	0.08%
L3 X dir. （El Centro）	-0.13%	0.07%
L3 Y dir. （Hachinohe NS）	-0.16%	0.09%

（凡例）

○ EL CENTRO NS △ TAFT EW □ HACHINOHE NS
× 告示波ランダム位相 ● 告示波八戸位相 ▲ 告示波 JMA 神戸位相

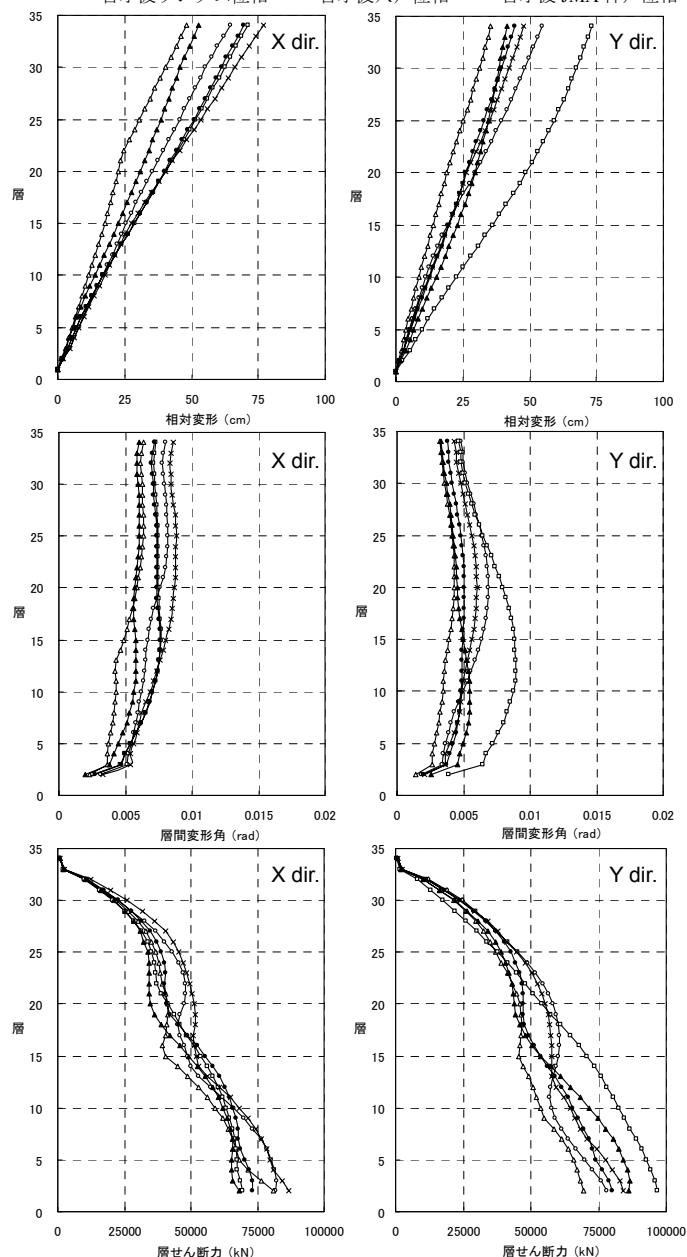


図4 L2 応答結果

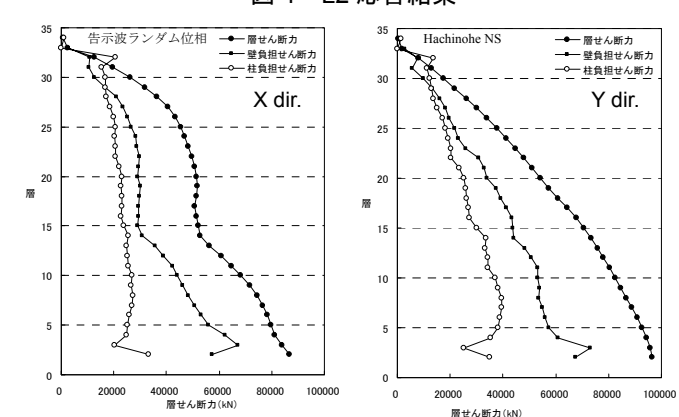


図5 L2 最大応答層せん断力と壁・柱の負担せん断力

*1 ハザマ 建築事業本部 設計・技術センター
*2 神奈川大学建築学科 教授 博士（工学）
*3 安藤建設 建築本部 構造設計部

*1 Structural Design Division, HAZAMA Corporation
*2 Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.
*3 Structural Design Division, ANDO Corporation