

コア壁を用いた超高層RC住宅の開発

その2 実験結果の解析検討

正会員 ○松浦 恒久*¹ 同 島崎 和司*²
同 西原 寛*³ 同 藤本 利昭*³

超高層RC 立体耐震壁 断面曲げ解析
モデル化

1. はじめに

その2では、試験体の耐力、荷重変形関係について解析的検討を行う。

2. 曲げ解析

試験体の曲げ耐力を、平面保持を仮定したファイバーモデルによる断面曲げ解析により求める。断面解析のモデルは図1に示すように試験体の断面を分割し、さらに横補強筋および幅止め筋で補強されている拘束コンクリートと、無拘束コンクリートに分割した。使用したコンクリートの応力-ひずみ関係を図1に示す。鉄筋は完全弾塑性モデルとし、拘束コンクリートのモデルは孫・崎野の式¹⁾を、無拘束コンクリートはFafitis-Shahの式²⁾により応力-ひずみ関係を用いた。

実験値と解析値の比較を図2に示す。実験値の曲率は、鉄筋の抜けだしの影響を除くため、脚部より75mm上に設けた計測区間(長さ100mm)の変位より求めた。初期剛性についてみると、解析値は実験値とほぼ対応している。曲げ破壊したCW-90の場合は、実験値に対して解析値がかなり良い対応を示した。

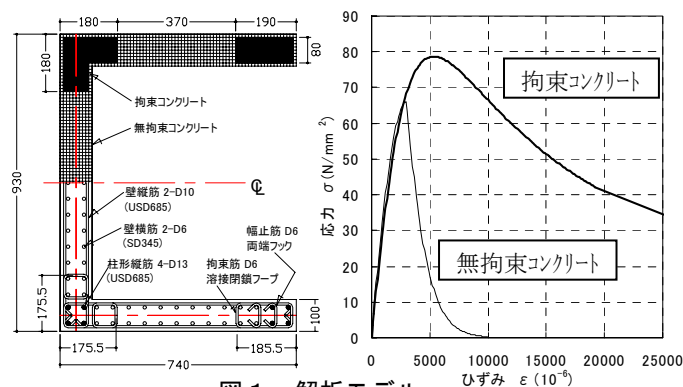


図1 解析モデル

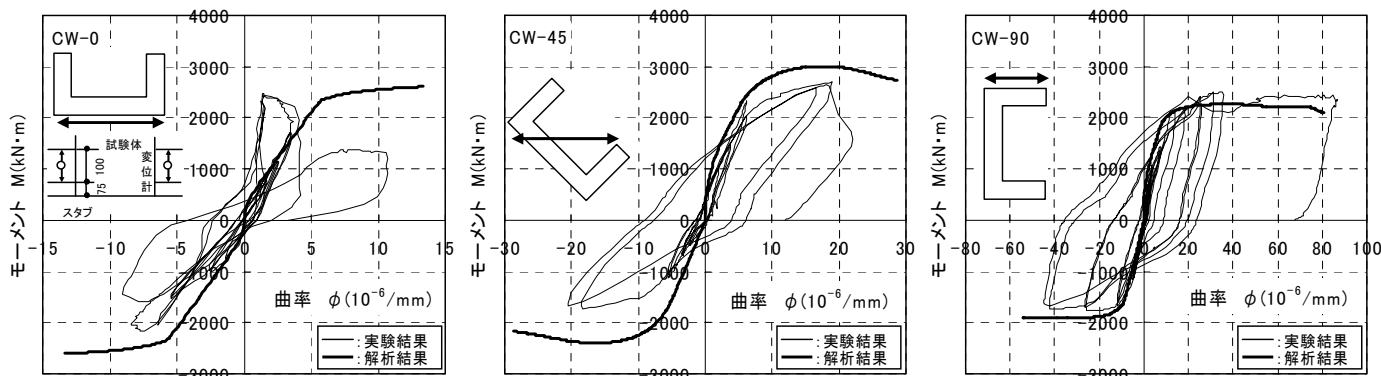


図2 モーメント-曲率関係

3. 拘束筋範囲および拘束筋量

超高層RC建物にコア壁を用いた場合、連層耐震壁となるコア壁には地震時に大きな軸力が作用する。コア壁の曲げ変形性能を確保するためには、圧縮域のコンクリートの圧縮靱性を向上させる必要がある。コア壁の曲げ変形性能に影響を及ぼす拘束筋量と拘束範囲は、文献³⁾で提案されている方法で決定した。必要な拘束範囲の算定にあたっては、許容変形角 R_u をCW-0, CW-90においては $1/67\text{rad.}$, CW-45は $1/100\text{rad.}$ として算定した。断面解析の結果、必要な拘束範囲はCW-45が最も大きく、拘束範囲は圧縮端から約130mm必要となった。試験体では、圧縮端から壁厚の約2倍の範囲を拘束した。

拘束範囲、拘束筋量の算定の手法の妥当性を、コンクリートのひずみ分布から検討する。図3に曲げ破壊したCW-90の脚部区間の変位から求めたひずみ分布を示す。正側加力時の壁内部方向の拘束端部におけるコンクリートのひずみは、無拘束コンクリートの圧縮強度時のひずみ ϵ_0 を超えておらず、適切に拘束範囲が設定されていると言える。しかし、負加力時において拘束端部で ϵ_0 を超えており、拘束範囲が若干不足している。拘束筋量に係わる縁ひずみについてみると、正側では1%を超えているが、概ね無拘束コンクリートの圧縮強度 σ_p は確保できており、拘束筋量の設定は適切と言える。

4. 壁谷澤モデルによる解析

柱型の無いコア壁に対して壁谷澤モデル⁴⁾が適用できるか、一貫設計プログラム⁵⁾を使って実験値を解析し、検討する。試験体のモデル化は、柱型の拘束領域のうちD13の鉄筋で囲まれた部分を側柱と考えてトラス材とし、残りの部分を壁パネル部としてビーム材でモデル化した。

高さ方向の分割は、試設計建物の階高に合わせて、試

験区間を3分割, スタブを1分割の計, 4分割とした。部材のモデル化にあたり, 曲げ耐力は無拘束コンクリートのひずみが0.3%, または鉄筋の引張ひずみが1%の時点を終局曲げ耐力として, 断面曲げ解析により求めた。せん断ひび割れ強度, せん断強度は, それぞれ, 靱性設計指針式, NewRC式を用いた。

解析にあったては, 鉄筋の抜け出しによる付加変形を考慮するために, 脚部に支承ばねを取り付けた。ばね値は鉄筋の定着長さを40d, 定着域でのひずみ分布を直線と仮定し, 曲げ降伏時の鉄筋の伸び量から算出した。支承ばねは鉄筋の抜け出しのみ考慮し, コンクリートのめり込みは考慮していない。また, CW-45, CW-90は変動軸力で行った実験を実施しているが, 小変形で上限軸力に達するために, 上限荷重による一定軸力として解析を実施した。境界条件は, 加力実験と同様にスタブ部分の加力直交方向の変位を拘束した。

図4にスタブ位置での荷重変形関係の比較を示す。図中には, 試験体の損傷状況も併記した。初期剛性はいずれの試験体も, 解析値は実験値と良い対応をしている。損傷状況を比較すると, 柱型主筋の引張降伏発生時の変形, 耐力ともに良く対応している。しかし, せん断ひび割れについてみると, 発生時の変形に差が生じている。最大耐力は, 曲げ破壊またはそれに近い破壊性状を示すCW-0, CW-90で解析値が実験値を下回っている。破壊モードを比較すると, 解析ではCW-0が曲げ破壊, CW-45が曲げ降伏後のせん断破壊, CW-90が曲げ破壊で, 実験ではそれぞれ曲げ降伏後のせん断破壊, 曲げ圧縮破壊, 曲げ圧縮破壊となっており, CW-0, CW-45で異なっている。一貫設計プログラムの曲げ耐力は断面曲げ解析結果を用いたが, 前述の方法で終局曲げ耐力を決定しているため, 断面曲げ解析による最大耐力よりプログラム上の曲げ耐力が小さくなっている。このために, 耐力, および破壊モードに違いが生じた。解析結果はスケルトンを適切に評価しており, 壁谷澤モデルは柱型のないコア壁の解析においても適用することが可能である。

5. まとめ

1) 平面保持を仮定した断面曲げ解析により, 曲げ耐力を評価することができる。2) 断面曲げ解析による拘束範囲と拘束筋量の設定法は適切である。3) 壁谷澤モデルは, 柱型のないコア壁の解析においても適用することが可能である。

参考文献

1) 孫崎野: 高強度材料を用いた鉄筋コンクリート柱の靱性改善に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.15, No.2, pp719-724, 1993 2) A.Fafitis and S.P.Shah: Lateral reinforcement For High-Strength Concrete Columns, ACI SP-87, pp.213-232, 1985 3) 鈴木: 鉄筋コンクリート造立体耐震壁の曲げ変形性能を確保するための設計法, 大会梗概集構造IV, pp197-198, 1997 4) 壁谷澤, 小谷, 青山: 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, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.5, pp213-216, 1983 5) TIS 株式会社: ADAM/3D-LIMIT プログラム説明書, 1999

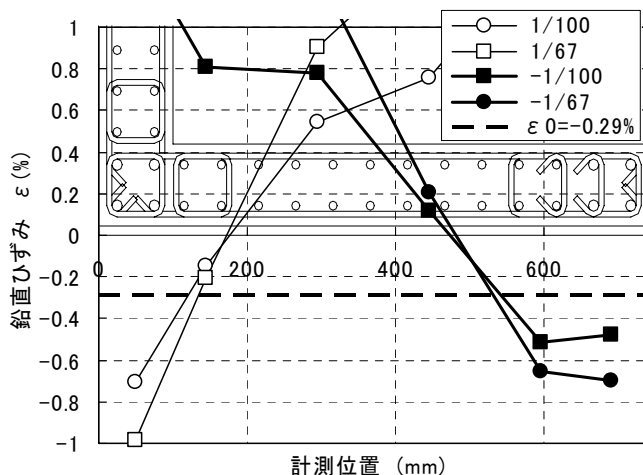


図3 ひずみ分布

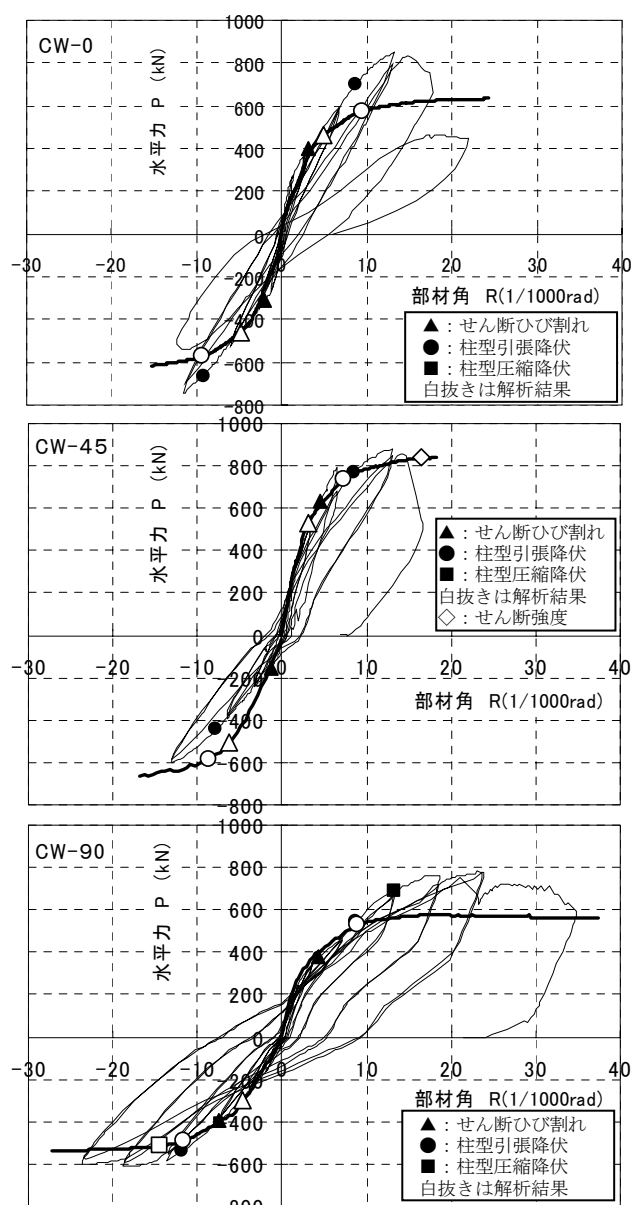


図4 実験値と解析値の比較

*1 ハザマ 技術研究所

*2 神奈川大学建築学科 教授 博士 (工学)

*3 安藤建設 技術研究所

*1 Technical Research Institute, HAZAMA Corp.

*2 Prof., Kanagawa Univ., Dr. Eng.

*3 ANDO Corporation Research Center