

RC 造異形断面柱の性能評価実験

(その2 終局限界状態の評価)

RC 造, 袖壁付柱, 高軸力
終局限界, 曲げ解析, せん断強度解析

正会員 孫浩陽¹ 同 佐々木潤一郎¹
同 東川敬子² 同 加藤大介³

1. はじめに

前報(その1)では袖壁付柱の静加力実験の概要と結果について述べたが, 本報告ではその結果を用いて行った変形性能評価について述べる。

2. 断面のモデル化

本研究では実験結果を用いて曲げとせん断強度についての解析を行ったが, 異形断面は解析するに当たってそのモデル化が重要であるため, 図-1 に示すように4通りにモデル化して解析を行った。ここでは簡単にその説明を加える。

モデル化1は柱型断面のみに置換したモデルである。このとき主筋と帯筋も柱型に対して配筋されたもののみを考慮する。モデル化1は通常行われないモデル化であるが, 本研究では袖壁が破壊した後の単独柱の挙動にも着目しているため取り上げている。

モデル化2は袖壁断面を重要視し, 柱型断面は袖壁の幅分のみを考慮したモデル化である。主筋と帯筋も袖壁に対して配筋されたもののみを考慮している。

モデル化3は通常最も用いられるモデルであるが, 断面積が原型の異形断面と等価になるように置換した長方形断面である。断面せいは袖壁長さと同じ, すなわち, モデル化2と同じで, 配筋もモデル化2と同じとした。ただし, モデル化3は曲げ圧縮域のコンクリートが実状を反映していないので, 本報告ではせん断強度を求める場合のみ用いた。

モデル化4は断面も, 配筋も原型の異形断面のままにモデル化したものである。しかし, このモデル化のせん断強度は現在検討中であり, 本報告では曲げ解析のみに適用した。

表-1 はモデル化ごとの軸力比を示したものである。ここで, 軸力比とは, 軸力を各モデルで想定している断面積(図-1の太線で囲まれた面積)×コンクリート強度で除したものである。試験体 CSW1 は柱のみの軸力比が0.40とやや高い試験体で, 試験体 CSW2 は一般的には上限と考えら

れる軸力比0.65を与えた試験体である。なお, 全断面を対象とした軸力比はそれぞれ0.20, 0.32である。軸力はいずれも一定軸力とした。

3. 変形能評価

図-2(a)(b)は各試験体の水平荷重 - 水平変形角関係の実験結果の包絡線と解析結果を比較したものである。実験結果は図中で2本の太線で表しており, 正方向と負方向を示している。解析値は, 平面保持を仮定した曲げ解析と, 変形に依存したせん断強度を示した。なお, 図中の靱性限界点とは, 最大耐力の80%に耐力が低下した点のことである。

平面保持を仮定した曲げ解析は文献¹⁾で示した方法を用いた。実験と同じ繰り返し载荷を与え, 図はその正方向の包絡線を示してある。なお, この解析値は実験値を平均的に評価するものとして提案されている。

変形に依存したせん断強度は文献²⁾のはり柱部材のヒンジ領域のせん断強度式を用いて計算した。このせん断強度

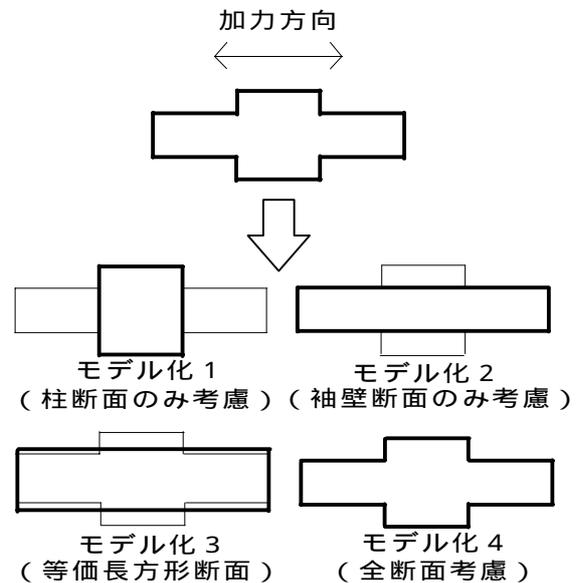


図-1 断面のモデル化

表-1 実験パラメータ

| 試験体名 | コンクリート強度 (MPa) | 作用軸力 (kN) | 軸力比(全断面 (モデル化3・4)) | 軸力比(柱部断面のみ(モデル化1)) | 軸力比(袖壁断面のみ(モデル化2)) |
|-------|----------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| CSW-1 | 29.6 | 473 | 0.20 | 0.40 | 0.27 |
| CSW-2 | | 769 | 0.32 | 0.65 | 0.43 |

式はヒンジ領域の回転角 R_p が増加するに従ってせん断強度が低下していく形になっている。図-2 では降伏変形に相当する変形角を 0.005rad と仮定して、この 0.005rad に R_p を加えてそのときの部材の水平変形角とした。なお、このせん断強度式は実験データを安全側に評価する設計式である。

以上の2つの解析値を用い、計算上の部材の挙動は、曲げ解析とせん断強度の解析値の小さい方で与えられると考えられる。

図-2(a)は軸力が低い方の試験体 CSW1 である。曲げ解析は、最も実状を表しているモデル化4の結果は、最大耐力以降の実験値よりもやや大きめの値を示した。袖壁断面のみのモデル化2の曲げ解析結果は、コンクリート断面が少ない分モデル化4より強度、変形能、ともに悪くなっているが、実験値にはむしろ近い結果となった。せん断強度の解析結果は、モデル化2、3はほぼ同じ値となり、実験値をやや上回る結果となった。この試験体は、以上の解析結果と、加力終了まで軸力を保持したことを考え合わせると、曲げ降伏後の挙動はせん断抵抗機構の劣化により支配されたと判断できる。

図-2(b)は軸力が高い方の試験体 CSW2 である。最も実状を表しているモデル化4の曲げ解析の結果は、実験値とほぼ同程度であった。一方、モデル化2の曲げ解析結果は実験値をかなり下回っていた。これより、高軸力を受ける試験体の場合には柱部分のコンクリートも考慮する必要があることが分かる。せん断強度の解析結果は、モデル化2、

3ともに実験値をやや上回った。この試験体は、以上の解析結果と、軸力負担能力の喪失により実験を終了していることを考え合わせると、曲げ降伏後の挙動は圧縮領域のコンクリートの劣化により支配されたと判断できる。

柱型だけに置換したモデル化1は、試験体 CSW1、2ともに実験値を非常に過小評価しており、実験値は全ての載荷履歴においてモデル化1の荷重変形関係を下回ることはなかった。

4. まとめ

袖壁付柱の試験体の実験結果を用いて曲げとせん断強度についての解析を行った。その結果、軸力が低い方の試験体 CSW1 の曲げ降伏後の挙動は、せん断抵抗機構の劣化により支配され、この場合、袖壁断面のみのモデル化2の評価式が最も適切であると判断できた。また、軸力が高い方の試験体 CSW2 の曲げ降伏後の挙動は、圧縮領域のコンクリートの劣化により支配され、この場合、モデル化4の評価式が最も適切だと判断できた。今後、モデル化4のせん断強度評価式も完成させ、より信頼性のある性能評価法を確立することが検討課題である。

[参考文献]

- 1)加藤大介:配筋法を考慮した鉄筋コンクリート造柱の変形能の評価法,日本建築学会構造系論文報告集,第450号, pp.81-88,1993.8
- 2)日本建築学会:鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説,1990

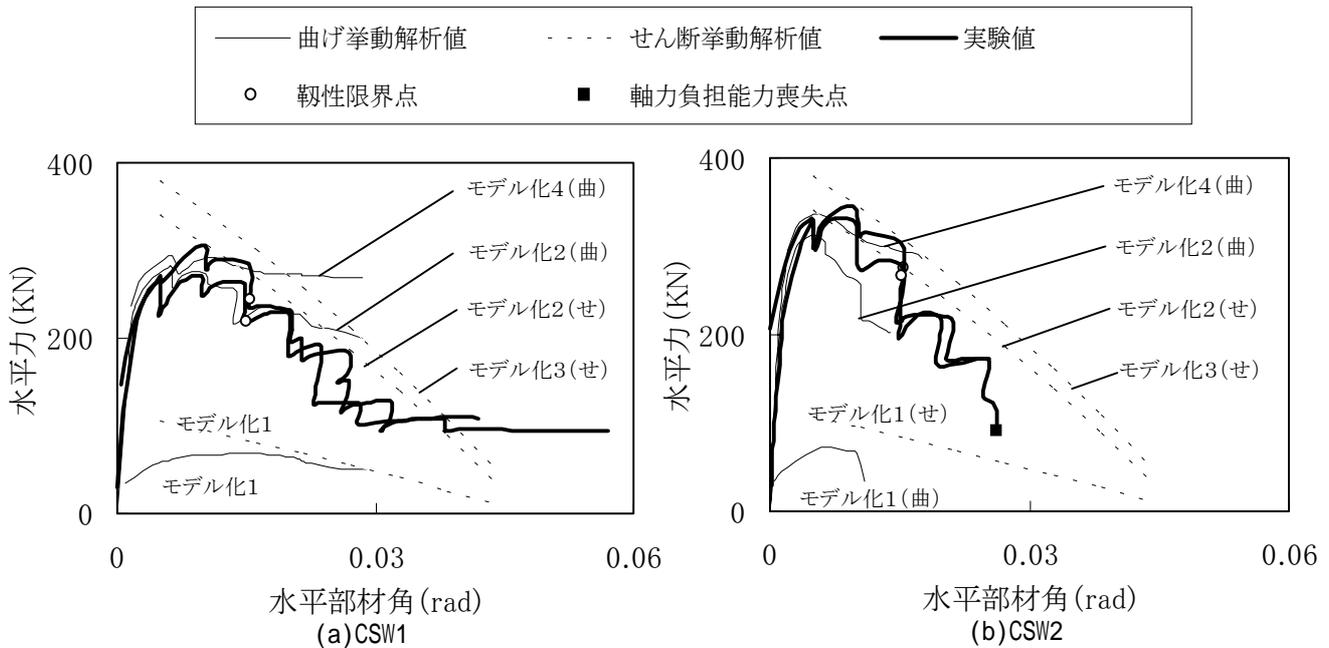


図-2 包絡線と解析結果の比較

1 新潟大学自然科学研究科博士課程前期大学院生
 2 東京大学工学系研究科大学院生
 3 新潟大学教授 工学部建設学科 工博

Graduate School, Niigata Univ.
 Graduate School, Univ of Tokyo.
 Prof.Dept.of Arch.and Civil Eng.,Niigata Univ.,Dr.Eng.