

PCa 袖壁で簡略補強された既存RC柱の静加力実験
(その3 実験値と計算値の比較)

正会員 南部昌隆 1* 同 田中寛徳 1* 同 加藤大介 3***
同 本間 敦 1* 同 本多良政 2** 同 中村友紀子 4****

袖壁付き柱 せん断耐力 有限要素法 (FEM)
圧縮束 主応力度

1. はじめに

本報では、実験値と計算値の比較について報告する。

2. 最大耐力の実験値と計算値の比較

表 - 1 に最大耐力の実験値と計算値の比較を示す。RCSW-1 及び RCSW-2 は文献 2)からの抜粋である。これらの試験体の諸元は、その 1 の実験概要に示してある。材料強度及び接合方法が違うが、配筋及び形状は本実験の試験体と同じである。

計算値は、一体打ちの強度式 (文献 1)) を含めて増設袖壁用に整理し直した文献 2)の方法を用いた。すなわち、一体打ち袖壁に対しては、異型断面を対象としたモデルと袖壁断面を対象にしたモデルの大きい方をそのせん断耐力とする。袖壁を既存柱に増設する場合には、接合面で滑りを起こすか否かを判断している。滑らない場合は一体打ちと同じ式を用い、滑る場合は柱と袖壁をばらばらにして各々の耐力を算定し、その和としている。

表 - 1 には採用した耐力を示しているが、試験体 CSW-H の計算値は一体打ち袖壁付き柱のため、異形断面モデルと袖壁断面モデルの大きい値を採用している。試験体 RCSW-2 及び RCSW-3 の計算値においては柱と袖壁の接合面にエポキシ樹脂を注入しており、試験体が一体化しているために袖壁が滑らない場合を採用している。試験体 RCSW-1 の計算値は増設袖壁付き柱であり、特に滑りを防止する措置をとっていないために、袖壁が滑るケースを採用している。なお、本報告と文献 2)の試験体の計算値の差は主にコンクリート強度の違いによる。

計算値に対する実験値の比率をみると試験体 CSW-H は

1.07 となっており、文献 1)で提案した一体打ちの袖壁付き柱の強度式が片側袖壁付き柱にも適用できることがわかる。簡略化された PCa 袖壁で補強された試験体 RCSW-3 は 1.12 となり、文献 2)で報告した RCSW-2 の 1.20 には及ばなかったが、文献 2)で提案した柱と袖壁が滑らない場合の強度式が適用できることを示している。

なお、これは文献 2)の結論であるが、試験体 RCSW-1 の一体打ちの強度の計算値は 265kN となっており、実験値はこれを下回っているため、特に滑りを防止する措置をとっていない試験体 RCSW-1 に対しては、袖壁が滑らないとした強度式を適用するのは危険側である。

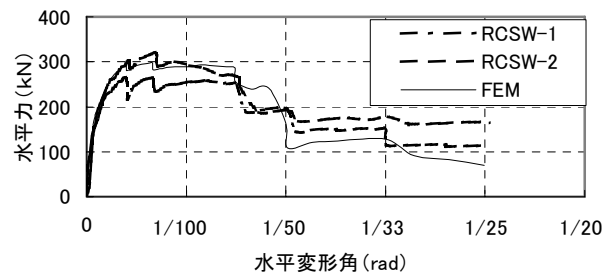


図 - 1 (a)

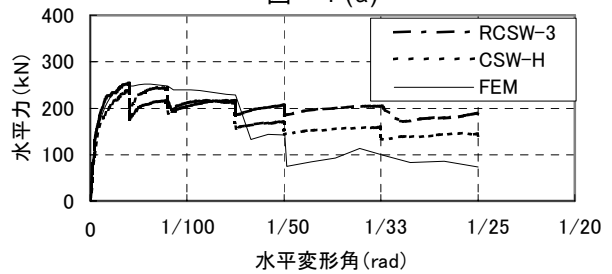


図 - 1 (b)

表 - 1 実験値と計算値の比較 (は文献 2)より抜粋)

試験体名	計算値 (kN)			曲げ強度時 せん断力	採用した 耐力	実験値 (kN)	実 / 計	FEMによる 最大耐力 (kN)
	せん断耐力		袖壁が 滑る場合					
	異型断面 モデル	袖壁断面 モデル						
CSW-H					227	244	1.07	254
RCSW-3	204	227	167	355	227	254	1.12	
RCSW-1					161	264	1.64	297
RCSW-2	245	265	161	351	265	318	1.20	

3. 有限要素法による検討

3.1 有限要素法の概要

文献 2)の実験 (RCSW-1 及び RCSW-2) では同じコンクリート強度を持った一体打ちの試験体と比較することができなかった。そこで FEM により仮想一体打ちの解析を行った。有限要素法 (FEM) は、Cervenka consulting 社のソフトウェア ATENA 2D Ver2.1.8 を使った。FEM の解析結果を実験の比較対象として適応させるために、コンクリート物性値は以下のように設定した。

- (1)正負繰り返し載加によるひび割れの影響を考慮して、コンクリート強度に有効係数 0.6 を乗じた。
- (2)圧縮強度に達した後の軟化勾配は、ヤング係数の 0.01 とした。

3.2 試験体 RCSW-1,2 の最大耐力の検討

図 - 1 (a)、(b)に 4 試験体と FEM の水平力 - 水平変形角関係における正方向加力時の包絡線を示す。また表 - 1 に FEM による最大耐力を示す。

図 - 1 (b)から分かるように、FEM の結果は本年度の実験値をよく表している。一方、図 - 1 (a)から分かるように FEM の最大耐力 (297 kN) は RCSW-2 と同程度の結果となり、RCSW-2 は一体打ちと同等の挙動を示したと判断できる。なお、前述した様に RCSW-1 に対しては、特に滑りを防止する措置をとっていないので、一体打ちより性能は劣っている。

3.3 柱と袖壁の接合面における滑りの検討

図 - 2 は文献 2)からの抜粋であるが、柱と袖壁の接合面における滑り面の力の釣合いを示している。滑り面に対し、角度 ϕ だけ傾いたコンクリートの圧縮束に生じる主応力度 P の分力 Q が、摩擦力 $\mu \cdot N$ より大きければ滑るということになる。

図 - 3 は、FEM 解析での弾性域、最大耐力時及び限界変形時 (最大耐力の 8 割程度) の、柱と袖壁の接合面における 5 箇所の主応力度の角度 ϕ を示した図である。5 箇所とは、RCSW-3 の 4 つの接合筋の位置と袖壁の中心の高さである。

摩擦と滑りの性質として、角度 ϕ が小さいと滑りやすく、大きいと滑りにくいことがいえる。図 - 3 は、袖壁の中心に向かって角度 ϕ が小さくなる傾向がある。従って、袖壁の中心に向かって滑りやすくなっていることが分かる。 $\mu = 0.7$ としたときの滑り始める限界の角度は 55° であり、 $\mu = 1.0$ では 45° である。図 - 3 から特に滑りを防止する措置をとっていない試験体 RCSW-1 のような接合方法では、滑りが生じてしまうことが分かる。

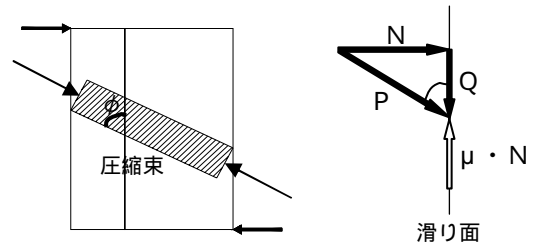


図 2 滑り面の力の釣合い

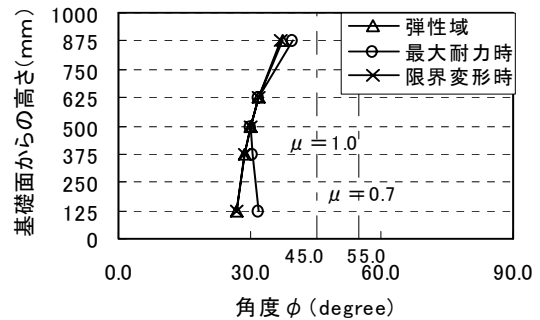


図 - 3 圧縮束の主応力度の滑り面に対する角度

4. まとめ

一体打ち袖壁付き柱と簡略補強された増設袖壁付き柱の静加力実験を行い、以下の結論を得た。

- (1)一体打ち袖壁付き柱 CSW-H の最大耐力と文献 2)で提案された強度式による計算値を比較し、強度式の有効性を確認した。
 - (2) PC a 増設袖壁付き柱 RCSW-3 のせん断耐力は柱と袖壁が滑らない場合の強度式が適用できることを確認した。
- FEM と実験を比較して、以下の結論を得た。
- (3) FEM による仮想一体打ちの解析は RCSW-2 の最大耐力と同程度の結果となり、RCSW-2 は一体打ちと同等の挙動を示したことが確認できた。
 - (4) RCSW-1 のような特に滑りを防止する措置をとっていない接合方法では、滑りが生じてしまうことが確認できた。

【参考文献】

- 1) 加藤大介、孫浩陽：RC 造異形断面柱の荷重 - 変形関係の評価法，第 24 回コンクリート工学年次論文報告集，Vol.24，No.2，pp.1-6，2002.6
- 2) 加藤大介、大塚祐二：RC 造増設袖壁付き柱の静加力実験，第 25 回コンクリート工学年次論文報告集，Vol.25，No.2，pp.1471-1476，2003.7

* 新潟大学大学院自然科学研究科
 ** 新潟大学大学院自然科学研究科 修士 (工)
 *** 新潟大学工学部建設科 教授・工博
 ***** 新潟大学工学部建設学科 講師・博士 (工)

*Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.
 **Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., M. Eng.
 ***Prof., Dept. of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.
 *****Lecturer, Dept of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.