

変動軸力と斜め横力を受けるSRC柱部材の静加力実験

正会員 片寄 哲務*
同 土井 希祐**

SRC部材 十字形鉄骨 変動軸力
斜め横力 変形性能 エネルギー吸収性能

1. はじめに

鉄骨鉄筋コンクリート(以下SRCと表記)構造は、耐震性に優れた構造形式として、わが国においては、中高層建物に広く採用されてきている。しかし、兵庫県南部地震により、初めて深刻な被害を受け、充腹形鉄骨を内蔵したSRC造建物においては、一部に母材破断の被害も報告されている¹⁾。一般的に、SRC造建物は高層であり、地震時において下層階の柱は大きな変動軸力を受ける。

本研究においては、既報²⁾において行った試験体No.1、No.2の静加力実験に引き続き、十字形鉄骨を内蔵するSRC柱部材が、変動軸力と斜め横力を受ける場合の静加力実験を行い、より現実に近い荷重条件における変形性能とエネルギー吸収性能についての基礎的データを得ると共に、一定軸力を受ける場合との比較検討を行うことを目的としている。

2. 実験概要

試験体の形状寸法を図-1に示す。試験体は高層建築物の下層階の柱を想定し、実建造物の1/4~1/5の縮小モデルとし、同一形状のものを2体製作した。柱部には十字形鉄骨、上下の加力スタブにはH形鋼を内蔵している。鋼材は、鉄骨がSS400、鉄筋がSD295である。コンクリートは、設計基準強度21N/mm²、粗骨材の最大粒径15mmの普通コンクリートとした。使用材料の力学的性質を表-1(a)および(b)に示す。

図-2に加力装置を示す。油圧ジャッキJ1、J2により試験体上部の加力スタブを水平に保持すると共に、試験体柱部に圧縮および引張軸力を作用させた。さらに、油圧ジャッキJ3により図-1に示すような断面の主軸と45°をなす方向に漸増振幅交番繰り返し水平力を作用させた。

試験体No.3には地震時を想定し、(I)式および図-3に示すような変動軸力を作用させた。

表-1(a) 鋼材試験結果

	種類	降伏点 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	備考
鉄骨	PL8	309	427	194	フランジ
	PL6	377	463	196	ウェブ
鉄筋	D13	364	510	185	主筋
	D6	326	519	148	帯筋

表-1(b) コンクリート試験結果

試験体	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)	材齢 (日)
平均	26.5	2.88	23.8	-

$N=210+2.68 \times H$ (kN) (1)
ここに、N：軸力、H：水平力である。一方、試験体No.4には

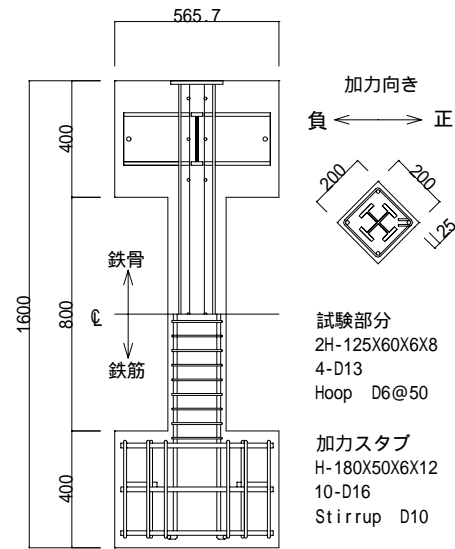


図-1 試験体

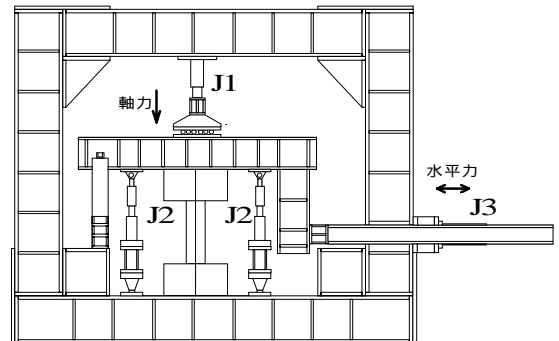


図-2 加力装置

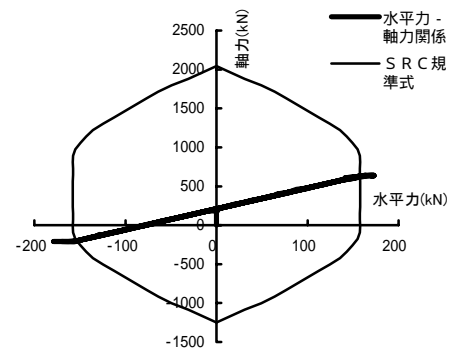


図-3 水平力 - 軸力関係(試験体No.3)

N=630kN の一定軸力を作用させた。水平力は部材角 R=5、10、15、20、40 × 10⁻²rad. で正負繰り返し載荷を各々 2 回ずつ行った後、正方向に加力装置の限界まで載荷した。

3. 実験結果

実験により得られた最大耐力等を表-2 に示す。最大耐力時の変形は、試験体 No.3 の方が試験体 No.4 より大きく、特に負加力側においては、部材角 4 × 10⁻²rad. においても耐力上昇が続いていた。また、修正加藤称原式³⁾⁴⁾、および建築学会 S R C 計算規準⁵⁾による断面主軸方向の終局耐力の計算値を表-3 に示す。両試験体ともに最大耐力が計算値を上回っている。

図-4 に ±10 サイクル終了時におけるひび割れ状況を示す。試験体 No.3 は、負加力時と比較して正加力時のひび割れが顕著である。一方、試験体 No.4 では正加力時と負加力時の差異は見られず、せん断付着ひび割れが支配的である。また、試験体 No.3 と比較すると、ひび割れ発生数が多く、材端部コンクリートの圧壊が顕著であった。これは、負加力時においても厳しい圧縮軸力を受けるからであると考えられる。

図-5 に等価粘性減衰定数 - 部材角関係、図-6 に水平力 - 部材角関係を示す。試験体 No.3 において、軸力が引張となる負加力側の履歴ループ面積が正加力側と比較して小さくなっているが、両試験体共に最終状態においても最大耐力の約 80% の耐力を維持しており、共に大きな変形性能を示した。

図-7 に軸歪 - 部材角関係を示す。± 9 サイクル以降の軸変形において、試験体 No.3 は引張側、試験体 No.4 は圧縮側の歪の累積傾向が顕著となっている。

表-2 荷重・変形の実験結果

	No.3(変動軸力)			No.4(一定軸力)		
	荷重 (kN)	変形 (× 10 ⁻² rad)		荷重 (kN)	変形 (× 10 ⁻² rad)	
最大耐力	正	181	3.24 (+9)	179	2.26 (+9)	
	負	-174	-4.00 (-9)	-175	-2.01 (-7)	
限界変形点	正	145	7.98	-	-	-
	負	-	-	-	-	-

注 1) 限界変形点: 最大耐力の 80%まで耐力が低下した点

表-3 終局耐力計算値

		修正加藤称原式 (kN)	S R C 規準式 (kN)
No.3 (変動軸力)	正	159	158
	負	-139	-153
No.4 (一定軸力)		159	158

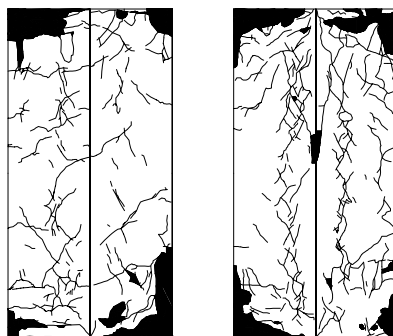


図-4 ひび割れ状況 (± 10 サイクル終了時)
注 2) 黒く塗りつぶした部分はコンクリート剥落箇所を示す

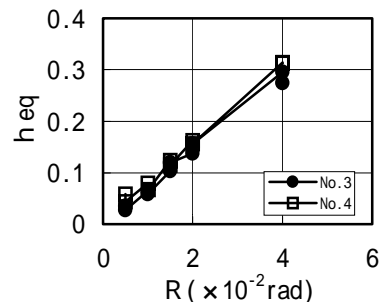


図-5 等価粘性減衰 heq (各変位振幅の 2 回目のループに対する値)

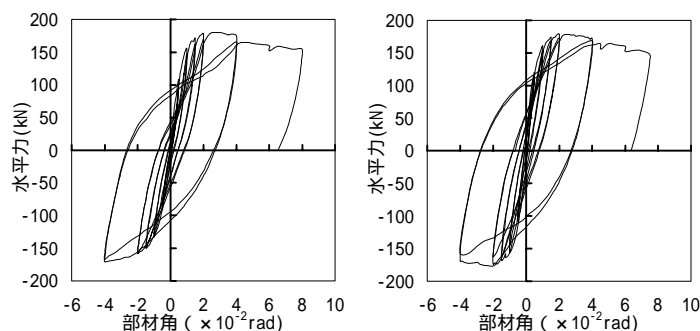


図-6 水平力 部材角関係

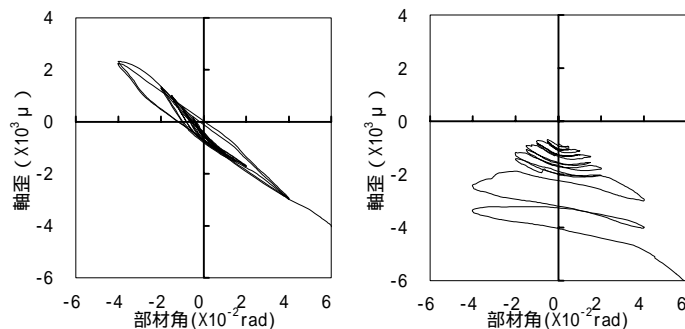


図-7 軸歪 部材角関係

4. まとめ

地震時における高層建物の下層階柱を想定した、変動軸力および一定軸力の下で斜め横力を受ける十字形鉄骨を内蔵した S R C 柱部材の静加力実験を行った。その結果、両試験体共に大きなエネルギー吸収性能と変形性能を有することが確認された。

(参考文献) 1) 日本建築学会 阪神淡路大震災調査報告編集委員会: 阪神淡路大震災調査報告 建築編 - 2 / 丸善 / 1998 年 8 月 2) 土井希祐 片寄哲務 今泉晶宏: 変動軸力を受ける S R C 柱部材の静加力実験 鋼構造年次論文報告集 第 8 巻 p517-524 / 2000 年 3) 土井希祐他: S R C 部材の終局耐力式に関する研究 その 1 その 2 日本建築学会学術講演梗概集 p1653-1656 / 1993 年 9 月 4) 土井希祐 称原良一: 塑性理論に基づいた S R C 部材のせん断設計式の検討 日本建築学会構造系論文集 第 516 号 p151-158 / 1999 年 2 月 5) 日本建築学会: 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準 同解説 / 2000 年 1 月

* 新潟大学大学院自然科学研究科
** 新潟大学工学部建設学科 助教授・工博

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