

V-260

重拘束RC柱の曲げ・せん断挙動に関する実験的研究

五洋建設 技術研究所 正会員 今泉正次
 五洋建設 技術研究所 坪崎裕幸
 五洋建設 技術研究所 正会員 三浦康成
 五洋建設 技術研究所 藤本純一

1. はじめに

地下構造物などは、断面の制約から柱に加わる軸圧縮応力や地震時せん断応力が大きくなる。こうした高軸力・高せん断力を受けるRC柱のじん性向上の手法として、帯鉄筋の代わりに円形スパイラル筋をあきのないように密に巻き、両端部に溶接を施して製作した製品（以下、NCS [Non Clearance Spiral] ¹⁾と称す。）により補強する構造を考案した。本構造は、1) NCSによりRC柱部材を全長にわたって重拘束することで構造特性を向上させる、2) NCSがコンクリート打設時の型枠材を兼ねるという特徴がある。本報では、同構造の基礎的な耐震性能を把握するために行った曲げせん断実験の結果について報告する。

2. 実験概要

表-1に試験体諸元、図-1に試験体の形状寸法、表-2に材料試験結果を示す。試験体のスケールは、実構造物の約1/3を想定しており、試験体数は、せん断破壊型を想定したSシリーズ2体、曲げ破壊型を想定したMシリーズ2体の計4体とした。実験パラメータは、NCSの外側のかぶり部分の有無、軸力比及びせん断スパン比〔M/(QD)〕とした。いずれの試験体ともNCSの最外径は同じ寸法とした。軸力は全試験体同一とし、軸力比はかぶり部分のある試験体(S-2、M-2)で0.5とし、かぶり部分のない試験体(S-1、M-1)では、1.05となった。載荷は、変位制御とし、一定軸力下での逆対称の正負交番繰り返し載荷とした。加力サイクルは、部材角 $R=1/400$ 、 $1/200$ 、 $1/100$ 、 $1/67$ 、 $1/50$ 、 $1/33$ 、 $1/25$ 、 $1/20$ 、 $1/15$ rad.で2サイクルずつ行い、これらの載荷後、 $R=1/7.5$ rad.まで変形させて終了した。

3. 実験結果

3.1 破壊経過 かぶり部分のあるS-2、M-2についてみると、両試験体とも $R=1/100$ rad.のサイクルまでは従来のRC柱と同様に、曲げひび割れ、せん断ひび割れ、端部コンクリートの圧壊が順次発生した。両試験体ともに $R=1/50$ rad.のサイクルからかぶりの浮きや剥落が顕著となり、軸方向鉄筋の圧縮降伏

表-1 試験体諸元

試験体名	S-1	M-1	S-2	M-2
断面形状	φ 280 (mm)		360×360 (mm)	
軸方向鉄筋	20-D13 pg=4.12%		24-D13 pg=2.35%	
帯鉄筋	-		2-D6@45 pw=0.39%	
NCS	最外径 φ 280 (mm) NCS鉄筋径 φ 5			
コンクリート強度 σ _{ck}	26.1 (MPa)			
せん断スパン比	1.0	2.0	0.75	1.5
軸力 N [軸力比]	1691 (kN) [1.05]		1691 (kN) [0.50]	
かぶり部分の有無	無		有	

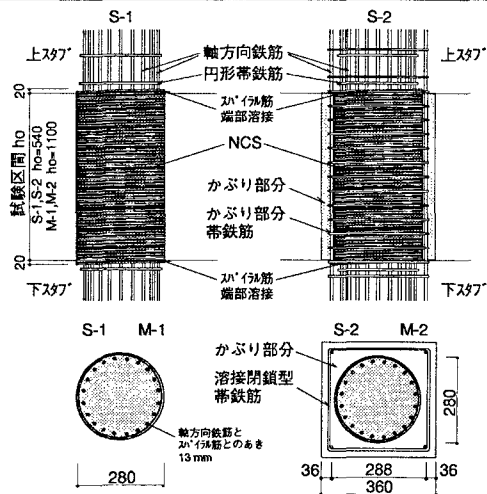


図-1 試験体の形状寸法

表-2 材料試験結果

種別	鉄筋				コンクリート		
	降伏強度 σ_y (MPa)	最大強度 σ_u (MPa)	降伏ひずみ ϵ_y (%)	弾性係数 $E_s \times 10^5$ (MPa)	圧縮強度 σ_{ck} (MPa)	圧縮強度時ひずみ度 (%)	ヤング係数 $E_c \times 10^4$ (MPa)
D13(SD345)	360.7	519.6	0.20	1.82	26.1	0.15	2.74
D6 (SD295)	353.4*	554.3	0.17	1.91			
$\phi 5$ (SWM-B)	451.8*	476.6	0.22	2.07			

*0.2%オフセット時

が、かぶり部分で $R=1/200$ rad., NCS内で $1/100$ rad.のサイクルで発生した。NCSのスパイラル筋の円周方向ひずみについてみると、加力方向に直交する部分は $R=1/33$ rad.のサイクルで引張降伏に達したが、加力方向と平行な部分は、最終時においても降伏に達しなかった。一方、かぶり部分のないS-1、M-1の降伏は、かぶり部分のある試験体より早く生じ、NCS内の軸方向鉄筋で $R=1/400 \sim 1/200$ rad., NCSのスパイラル筋で $R=1/50$ rad.のサイクルで認められた。M/(QD)=2.0としたM-1は、端部から約0.5Dの区間において、引張側のNCSのスパイラル筋の間隔が開き、圧縮側の間隔が若干せばまることによる回転変形が目視により確認された($R=1/7.5$ rad.時)。

3.2 復元力特性 図-2にせん断力 Q -部材角 R 関係を示す。なお、せん断力-部材角関係は、 $P-\Delta$ 効果を考慮している。いずれの試験体も大変形領域まで耐力低下がほとんどなく、エネルギー吸収能の高い良好な復元力特性を示した。特に、これまでじん性の確保が難しかったせん断スパン比の小さい試験体 (S-1 [M/(QD)=1.0], S-2 [M/(QD)=0.75]) においても、せん断破壊に起因する脆性的な破壊は生じず優れたじん性能を示すとともに、非常に高い最大せん断応力を示し、S-1で $\tau=11.3$ MPa, S-2で $\tau=6.1$ MPaに達した。かぶり部分を設けた試験体は、かぶり部分を設けない試験体に対して、最大耐力が増大した。また、かぶりの浮きやはく落が始まる $R=1/50$ rad.以降においても耐力低下のほとんどない安定した特性を示した。

3.3 軸方向変形 図-3に軸方向変形 δv -部材角 R 関係を示す。なお、軸変形量を試験体高さで除して算出した軸ひずみ量を、図右側の目盛りに示した。各試験体の軸方向変形は、高圧縮軸力下の大変形領域においても、2.0%以下と小さく抑えられた。

4. まとめ

本実験により以下のことがわかった。NCSで補強したRC柱は、

- 1) 高圧縮軸力下においても、大変形領域までほとんど耐力低下のない優れた変形性能と、安定した軸力保持能力を有する。
- 2) これまでせん断破壊を余儀なくされていたせん断スパン比1.0の短柱の場合でも、脆性的な破壊を示さず、優れた変形性能を示した。
- 3) 高圧縮軸力下の大変形領域における軸方向変形は、小さく抑えられた。

今後は、耐力の評価方法や拘束筋量が小さい場合について検討する予定である。

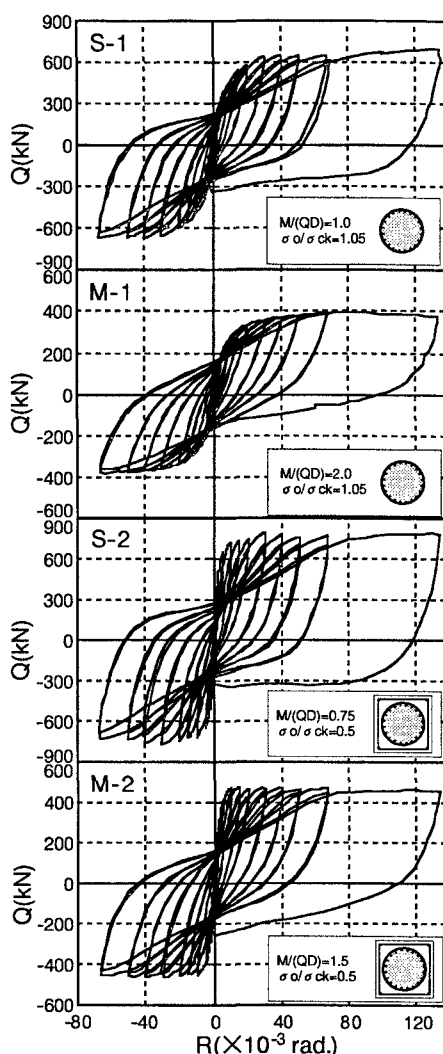


図-2 せん断力-部材角関係

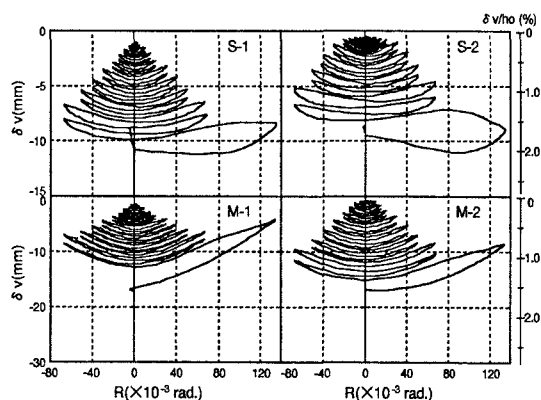


図-3 軸方向変形-部材角関係

*1 参考文献：坪崎他，洋建設超高層RC構法(PHRCシステム)の開発(その4)NCS単体実験，洋建設（株）技術研究所年報 VOL.21, 1991, p23