

帯鉄筋にスパイラル筋を使用したRC円柱の交番載荷試験

ハザマ技術研究所 正会員 坂田 英一
 阪神高速道路公団保全施設部 正会員 林 秀侃
 住倉鋼材（株）技術部 黒川 健次
 佐藤工業（株）中央技術研究所 フェロー会員 岩藤 正彦
 大阪大学工学部 フェロー会員 松井 繁之

1. はじめに

橋脚などのRC柱部材断面を円形とすることにより、帯鉄筋が断面寸法に対して適切な間隔で配置された場合には矩形断面に比して著しい拘束効果が得られることが知られている¹⁾。本論文では、スパイラル筋を使用したRC円柱（以下、単にスパイラル円柱）の耐震性能を、フックを有するRC円柱と比較する目的で行った実験的研究の結果を報告する。

2. 試験方法

試験体は、外径 680mm の円形断面を有する柱 2 体であり、軸応力度 (1.5N/mm^2)・せん断スパン比 (5.36)・軸方向鉄筋比 (1.65%)・帯鉄筋比 (0.35%) は全て同一とし帯鉄筋の形状と定着方法のみが異なる。図-1 に、試験体の形状・配筋を、表-1・表-2 に試験体を使用したコンクリート・鉄筋の材料試験結果を示す。

図-1 試験体形状・配筋

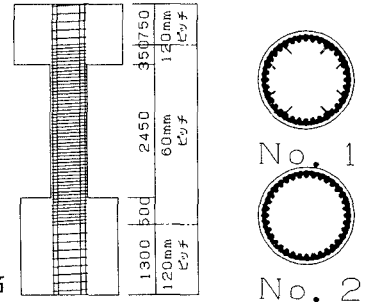


表-1 コンクリート加力日材料試験結果

	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	静弾性係数 (kN/mm^2)
No.1	35.1	2.7	29.4
No.2	35.5	2.8	27.9

表-2 鉄筋材料試験結果

呼び名	降伏強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (kN/mm^2)	伸び (%)	規格
D10	377	535	183	19.1	SD345
D6	335	541	191	27.3	SD295A
D6	356	517		26.0	SD295A

*D6降伏強度は、0.2%

試験は、軸力一定の状態で柱頭部（加力点高さ 3.0m）を片持ち梁形式で水平に加力を行った。すなわち、柱基部での計算上の引張鉄筋同心位置の降伏時を部材の降伏と考え、降伏以前は荷重制御で、降伏以降は降伏変位 δ_y の整数倍で繰り返し数 3 回の正負交番載荷を行った。最大耐力から負勾配領域に入り復元力が最大荷重の 50% 程度に低減した時点で加力を中止した。

3. 試験結果

3.1 試験経過と破壊状況

図-2 に、 $1\delta_y$ および試験終了時に、正面から 270 度の範囲の柱部にみられた No. 1 試験体（標準試験体）と No. 2 試験体（スパイラル試験体）のひびわれ展開図を示す。両試験体は、いずれも曲げ降伏後に圧縮側で被りコンクリートの剥落と主筋の座屈を経験することで、耐力の低下を迎える曲げ破壊型の破壊性状を示した。

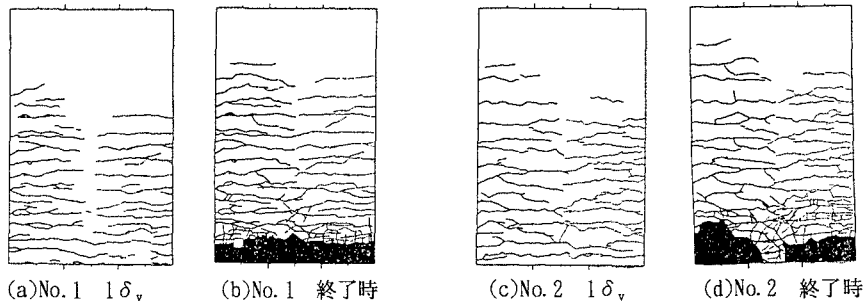


図-2 ひびわれ図

スパイラル筋、円柱、正負交番載荷試験

ハザマ技術研究所技術研究部（茨城県つくば市荻間字西向 515-1・0298-58-8812・0298-58-8819）

最大耐力は No. 1 試験体が $5\delta_y$ で迎えたのに対し、No. 2 試験体では $6\delta_y$ であった。また、耐力下降域では、ともに主筋破断および、帯鉄筋のフックの抜けだしあるいは破断がみられた。なお、No. 2 試験体では、 $7\delta_y$ の 2 サイクル目に正側加力時のピークで圧縮縁より 45 度の位置で帯筋が破断したが、柱部材軸を介して相対する位置におけるスパイラル筋の緩みは観察されず、同サイクル負側加力中にもコアコンクリートをしっかりと拘束し、引張側主筋 2 本の破断が観察された。

3. 2 荷重—変位関係

No. 1 および No. 2 試験体の、柱に作用するせん断力（脚部モーメント/3.0m）と加力点高さにおける水平変位の関係を図-3 に示す。正負の値を平均した主要結果は、表-3 のように整理される。

図-3・表-3 中には、材料強度に設計強度を用い、タイプⅡ地震動を想定して道路橋示方書耐震設計編²⁾により算定した水平力—水平変位の関係を併記した。ここに、本試験では、終局変位は最大耐力の 80% に耐力が低下した時の変位としており、道路橋示方書で算定された設計上の終局変位は、概ね本試験における $4\delta_y$ 程度に相当し、両試験体において破りコンクリートの剥落が確認あるいはその兆しが見られた変位に一致している。

3. 3 エネルギー吸収能力

図-4 に、No. 1 および No. 2 試験体について、等価粘性減衰定数 h_{eq} の推移を表示する。最大耐力時における h_{eq} の値は、No. 1 が 23% 程度、No. 2 試験体が 25% 程度であった。また、第 1 サイクルにおいて h_{eq} の値が 20% を上回った変位領域に着目すると、No. 1 が $4\delta_y \sim 6\delta_y$ であったのに対し、No. 2 では $4\delta_y \sim 8\delta_y$ とより広範囲において高い履歴減衰特性を示した。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下に記す。

- (1) スパイラル筋を使用した円柱の耐震性能は、通常の円柱と同様に設計上の評価が可能である。
- (2) 設計で想定する以上の地震作用に対しては、スパイラル円柱の耐震性能は通常の円柱に比べ若干優れていることが確認された。

参考文献

- 1) 技報堂出版：コンクリート便覧 [第二版]、p248、1996.2
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編、1996.12

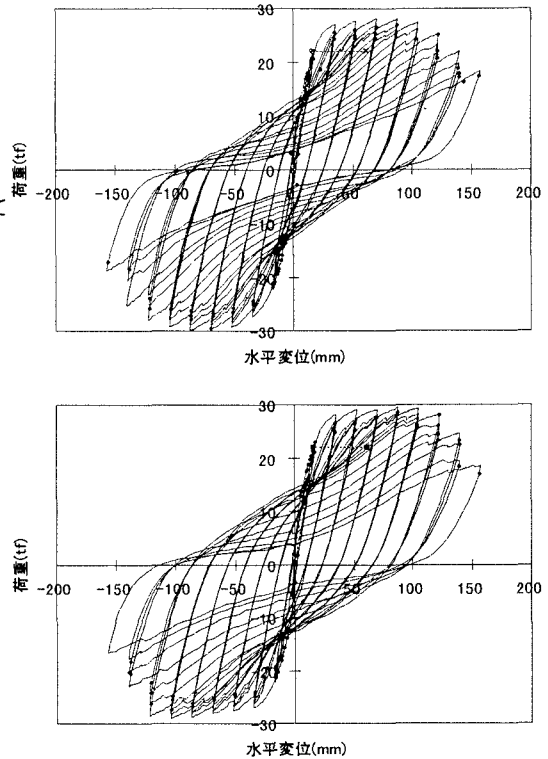


図-3 荷重—変位履歴曲線図

表-3 主要試験結果

	実験結果		解析結果
	No.1	No.2	H8道示
降伏変位(mm)	17.5	17.5	16.2
降伏耐力(tf)	22.1	22.7	22.1
最大耐力(tf)	29.0	29.2	22.1
終局変位(mm)	140.1	141.1	61.2
靱性率	8.0	8.1	3.8

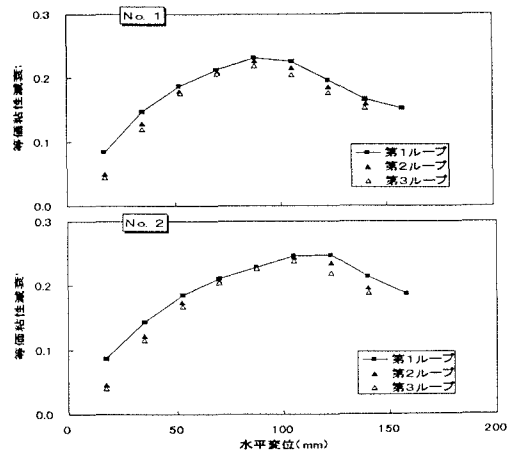


図-4 等価粘性減衰定数