高密度軸方向鉄筋をスパイラル鉄筋で補強した RC 円形柱の静的正負交番載荷実験

1. はじめに

従来の RC 構造の適用範囲(軸方向鉄筋比 6%以下) ¹⁾を超える量の軸方向鉄筋を高密度に配置し,これをス パイラル鉄筋で補強した RC 柱(以下「高密度 RC 柱」) を考案した.本報告では,地震時における高密度 RC 柱 の損傷状況および変形挙動を確認する目的で,模型試 験体の静的正負交番載荷実験を行ったので結果につい て報告する.

2. 試験概要

表-1 に試験体諸元,図-1 に試験体概要図を示す.

試験体諸元

表 -- 1

試験 体	樹高さ	動	せん断 スペシ	軸方向 鉄筋 (SD295A)	せん断補金第 (1275N/mm ²)		耐地	
No.	d (mm)	(wmm ²)	疋 2/d	鐵船北	径	間隔	斜約十	(Vyd/Vmu)
	ψιшιμ		a/u	(%)	(mm)	(mm)	业内加口	
No.1						33.1	0.683	1.78
No.2	317	0.98	3.31	19.8	7.1	19.1	1.184	2.96
No3						81	2 793	6.02



図-1 試験体概要図

試験体は、軸方向鉄筋の外周にせん断補強鉄筋を配置し、かぶりを確保した位置に型枠を設置した後、内部をモルタルで充填した.なお、せん断補強鉄筋は柱部にのみ配置し、フーチング内部へは配置していない. 本実験ではせん断スパン比 (a/d) を 3.31、軸方向鉄筋比 ($p_{\varrho} = \Sigma A_{s}/(\pi \cdot D^{2}/4)$,ここに ΣA_{s} ;全軸方向鉄筋の断面積、D;柱径)を19.8%とし、試験パラメータを、耐力比 (V_{yd}/V_{mu} ;ここに、 V_{yd} ;部材のせん断耐力、 $V_{mu} = M_{u}/a$, M_{u} ;曲げ耐力、a;せん断スパン)とした.

載荷方法は軸力を一定(0.98N/mm²)とした静的正 負交番載荷実験であり、載荷方向を中心線として 45 度

東日本旅客鉄道	(株)	正会員	○佐藤	亜希子
東日本旅客鉄道	(株)	フェロー会員	し 大庭	光商

に位置する最外縁の軸方向鉄筋ひずみが,材料の試験 結果から定まる降伏ひずみに達したときの水平変位を 降伏変位(δ_y)とした.また,載荷サイクルは 10δyま では整数倍毎に実施し,10δy以降は偶数倍毎の載荷を 基本としたが,No.3については,2δy以降,4δy,6δy・・・ と偶数倍毎に載荷した.これは,載荷回数の増加に伴 う軸方向鉄筋の低サイクル疲労による破断をできる限 り防止するために実施したものである.

3. 試験体損傷状況

(1) No.1 試験体

 $(V_{vd}/V_{mu} = 1.78)$

No.1 試験体は、 $1\delta_y$ 載荷時、曲 げひび割れが柱全体に100mm程 度の間隔で発生し、さらに斜め ひび割れに進展した. $2\delta_y$ (部材 角:1/32.2)載荷時に柱基部の圧 縮縁のかぶりモルタルの剥落が 始まり、 $3\delta_y$ (1/21.4)載荷時に柱 全体にわたりかぶりモルタルの 浮きと剥落が進行し、せん断補 強鉄筋が露出し始めた. $4\delta_y$ (1/16.4)載荷時以降、軸方向鉄

筋間のモルタルが粉砕するとと

もに軸方向鉄筋が露出し始めた.

水平荷重は 58v (1/12.8) でピー

最大荷重時(5ð)



試験終了時 写真-1 No.1試験体損傷状況

クに達した後,緩やかに低下し始め, $9\delta_y$ (1/7.1)で降 伏荷重を下回り, $14\delta_y$ (1/4.6)載荷時に最大荷重の40%程度に低下したところで載荷ストロークの限界により 実験を終了した.実験終了時,試験体は,柱全体にわ たり軸方向鉄筋間のモルタルが粉砕し,軸方向鉄筋が 目視で確認できる状態となった(**写真-1**).

(2) No. 2 試験体 (V_{yd}/V_{mu} = 2.96)

No.2 試験体は、載荷当初、No.1 試験体とほぼ同様の 損傷形態を示し、 $3\delta_y$ (1/20.7) 載荷時に柱全体にわたり かぶりモルタルの浮きが進行し、 $4\delta_y$ (1/15.5) 載荷時に

キーワード 軸方向鉄筋,スパイラル鉄筋,高密度 RC 柱,交番載荷実験 連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道(株) TEL03-5334-1288

-945-

柱基部のかぶりモルタルの剥落 が始まり,せん断補強鉄筋が露 出し始めた.水平荷重は $6\delta_y$ (1/10.3)でピークに達した後, $8\delta_y$ (1/7.8)載荷時に柱基部の軸 方向鉄筋が外側にはらみ出し, 正側 $9\delta_y$ (1/6.9)載荷時には降伏 荷重を下回ることはなく最大荷 重の80%程度を保持していたが,負側 $9\delta_y$ 載荷時にせん断補強鉄 筋が柱下端から約100mmの位 置で破断し,荷重が低下したた め,実験を終了した.実験終了 時,試験体は,柱基部に損傷が 集中する状態となった(**写真-2**).

(3) No. 3 試験体²⁾(V_{yd}/V_{mu}=6.02) 耐力比 5.71 の No.3 試験体は, 1δ_y~2δ_y載荷時, No.2 試験体とほ ぼ同様の損傷形態を示していた が,4δ_y(1/26.4)載荷時に柱基部 のかぶりモルタルの剥落が始ま り,その後,柱基部から1D程度 の範囲までかぶりモルタルが剥 落した.さらに6δ_y(1/17.5)載 荷時にはフーチング表面部のか ぶりコンクリートに円錐状の浮 きが発生した.水平荷重は10δ_y (1/10.5)でピークとなり,この 時点でフーチング表面部は浮き が顕著になるとともに,損傷が集





試験終了時 写真-2 No.2試験体損傷状況



最大荷重時(10δ)



試験終了時 写真-3 No.3試験体損傷状況

中し、水平荷重は緩やかに低下し始めた. $16\delta_y$ (1/6.5) 載荷時には最大荷重の 91%となり、正側 $18\delta_y$ (1/5.8) 載荷時に柱基部の軸方向鉄筋が低サイクル疲労により 破断したが、降伏荷重を下回ることはなく、その後の 載荷で荷重が低下したため実験を終了した. なお、最 終的にフーチング表面部のかぶりコンクリートは、柱 径の 1.5 倍程度の範囲で円錐状に浮上がった (**写真-3**).

4. 変形性能

荷重/降伏荷重と部材角の関係を図-2 に示す. No.1 試験体は,軸方向鉄筋相互の付着が切れ,軸方向鉄筋 相互のすべりにより柱全体で変形するため,軸方向鉄 筋やせん断補強鉄筋の破断は見られなかった. 図より, No.1 試験体の最 大変位時(降伏荷 重を維持する最 大変位)に生じた 部材角は1/8.0で, 降伏変位時の約 8 倍の水平変位 時に生じている ことがわかる.



図-2 荷重/降伏荷重一部材角関係

No.2 試験体は, 柱基部の軸方向鉄筋がはらみ出し, 基部に塑性ヒンジが形成され, 損傷が柱基部に集中し たもので, せん断補強鉄筋の破断で実験を終了したが, 実験終了直前の部材角は 1/6.9 で降伏荷重を上回る結 果であった.また, No.3 試験体は, せん断補強鉄筋の 拘束が大きいため, 軸方向鉄筋のはらみ出しが押さえ られ, 柱基部で損傷せずにフーチング表面部に損傷が 集中したもので, 軸方向鉄筋の破断で実験を終了した が,実験終了直前の部材角は 1/6.5 で, No.2 試験体同 様, 降伏荷重を上回る結果であった.

5. まとめ

本実験で対象とした, せん断スパン比 3.31, 軸方向 鉄筋比 19.8%, 耐力比 1.78~6.02 の範囲内における, 高密度に軸方向鉄筋を配置し, これをスパイラル鉄筋 で補強した RC 柱の交番載荷実験の結果,得られた知見 を以下に示す.

(1) 高密度軸方向鉄筋をスパイラル鉄筋で補強した RC 柱は、いずれの試験体も急激に荷重が低下することは なく、十分な変形性能が確保できる.

(2) 耐力比の大きさにより損傷形態が異なり,耐力比が 大きくなるに従い,柱全体にわたり軸方向鉄筋間のモ ルタルが粉砕する損傷形態から,柱基部に損傷が集中 する損傷形態となり,さらにフーチング表面部に損傷 が集中する損傷形態へと損傷形態が移行する傾向が見 られた.

参考文献

1)財団法人鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同 解説コンクリート構造物,丸善株式会社,2004.4

2)佐藤,大庭:高密度に配置した軸方向鉄筋をスパイラル鉄 筋で補強したRC柱の交番載荷試験,土木学会第65回年次学術 講演会,2010

3)佐藤他:高密度軸方向鉄筋をスパイラル鉄筋で補強したRC 柱の交番載荷実験,コンクリート工学年次論文集Vol.32,2010