

側方鉄筋の有無が RC 柱部材の変形性能に及ぼす影響

九州大学大学院 工学府

学生員 ○池永 貴史

九州旅客鉄道(株)施設部保線課

正会員 瀧口 将志

九州大学大学院 工学研究院

フェロー 大塚 久哲

1. はじめに

RCラーメン高架橋の合理的な耐震性能照査法の確立を目的として、過去多くの交番載荷実験が実施され、柱部材の耐力・変形性能に関するモデル化がなされてきた。たとえば、鉄道構造物等設計標準（耐震設計、以下耐震標準）¹⁾によれば、 $1\delta_y$ ごとに3回の交番載荷を行ったRC柱部材の荷重変位曲線の包絡線を用いることで、安全側の照査を行っている。また、耐力低下を降伏荷重程度まで許容することで経済的な設計を可能としている。ところで、RC柱部材の耐力・変形性能は、基準変位や同一変位での繰返し回数に大きく依存することがわかっている²⁾。しかしながら、過去の交番載荷実験においては、部材の降伏変位（ $=1\delta_y$ ）を基準変位（変位制御における変位増分）として実施されたものがほとんどであるため、繰返し回数の影響が顕著に見られる耐力低下域における挙動が必ずしも明確でなかった。また、耐力低下域における軸力や側方鉄筋の有無の影響についても明らかではない。そこで本研究では、基準変位を統一した交番載荷実験を行い、軸力の有無と側方鉄筋の有無がポストピーク領域におけるRC部材の耐力・変形性能に与える影響を定性的に把握することにした。

2. 実験概要

(1) 試験体諸元

試験体は $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ の正方形断面、せん断スパンは 2.56m である。試験体の形状を図-1に、その諸元を表-1に示す。引張鉄筋はSD295 D13-5本、帯鉄筋はSD295 D6で間隔を 60mm とした。いずれの試験体も、引張鉄筋比は 0.426% 、帯鉄筋比は 0.528% である。パラメータは軸力の有無と側方鉄筋の有無であり、側方鉄筋のある試験体および無い試験体に対して、軸力が存在する場合および存在しない場合の2ケースを用意した。4試験体とも曲げ破壊が先行するように設計されている。

(2) 載荷方法および計測項目

図-2に示すように、基部側フーチングをPC鋼棒により固定し、頭部固定用架台を介して軸力ジャッキにより所定の軸力を入力したのち、水平ジャッキにて交番載荷した。載荷は変位制御にて行い、同一変位での繰返し回数が3回の漸増載荷とした。基準変位は、耐力低下域での挙動を明確にする目的で、4試験体の降伏変位計算値の概ね平均である 15mm とした。計測項目は、載荷点での水平変位、水平荷重、頭部フーチング鉛直変位、鉄筋ひずみ、ひび割れ状況である。

3. 実験結果

図-3に各試験体の荷重-変位曲線を示す。載荷中、すべての試験体で軸方向鉄筋の破断（4～10本）を確認した。荷重変位曲線に耐震標準

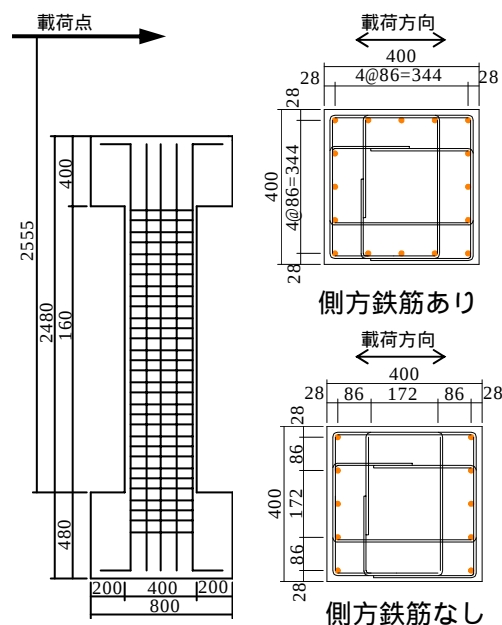


図-1 試験体形状（単位：mm）

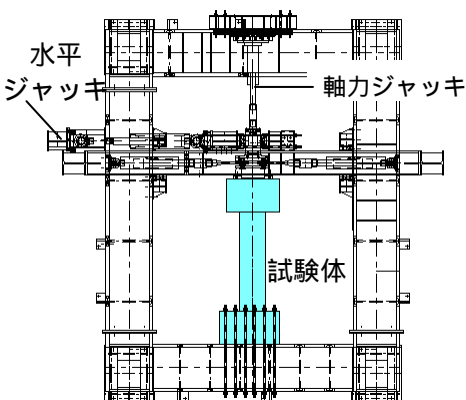


図-2 載荷装置

表 - 1 試験体諸元

	断面 B × D (mm × mm)	引張鉄筋	側方鉄筋 (片側あたり)	帯鉄筋	コンクリート		引張 鉄筋比 pt (%)	帯 鉄筋比 pw (%)	軸力比 η
					圧縮強度 f'c (N/mm ²)	ヤング係数 Ec (kN/mm ²)			
No.1	400 × 400	D13 - 5本	なし	D6@60 × 2組	53.5	35.8	0.426	0.528	0
No.2	"	"	なし	"	47.8	31.7	"	"	0.126
No.3	"	"	D13 - 3本	"	54.5	35.0	"	"	0
No.4	"	"	D13 - 3本	"	48.9	33.1	"	"	0.123

注) 引張鉄筋比: $p_t = A_t / (B \cdot d)$ B : 断面幅 ctc : 帯鉄筋間隔 N : 軸力
 帯鉄筋比: $p_w = A_w / (B \cdot ctc)$ D : 断面高さ A_t : 最外縁軸方向鉄筋断面積 σ_{c0} : コンクリート圧縮強度
 軸力比: $\eta = N / (\sigma_{c0} \cdot B \cdot D)$ d : 有効高さ A_w : 帯鉄筋断面積

による計算値および軸方向鉄筋の座屈時期，破断時期を重ねて示す．荷重変位曲線は，軸力の存在しないケース (No.1, 3) で紡錘型となった．また，軸力が存在するケース (No.2, 4) では残留変位が小さく，PC 部材に似た挙動を示した．いずれの試験体においても，最大耐力近傍で軸方向鉄筋の座屈が生じ耐力低下に至った．さらに $8\delta_y$ 以降には，軸方向鉄筋の破断を生じ，同一変位であっても急激に耐力が低下している．図 - 4 は各試験体の包絡線に鉄筋破断が生じた点を重ねてプロットしたものである．軸方向鉄筋の破断は側方鉄筋ありのケース

で遅れる結果となっている．特に軸力が存在しない場合には，側方鉄筋の存在により変形性能が大きく向上していることがわかる．また，軸力が存在する場合には側方鉄筋がないケースで片側の鉄筋が連鎖的に破断することもある． $8\delta_y$ 以降大きく耐力を低下させている．

4. まとめ

本研究では，軸力の有無および側方鉄筋の有無が耐力低下域における RC 柱部材の耐力・変形性能に与える影響を定性的に把握することを目的に交番荷重実験を行った．その結果，側方鉄筋は軸力の有無にかかわらず変形性能を向上させること，軸力が存在する場合に耐力低下程度に大きく影響することがわかった．

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計），丸善，1999．
- 2) 瀧口将志，渡邊忠朋，谷村幸裕：RC 部材の繰返し荷重による曲げ耐力低下に関する実験的研究，土木学会第 56 回年次学術講演会，V-371，pp.742-743，2001.10．

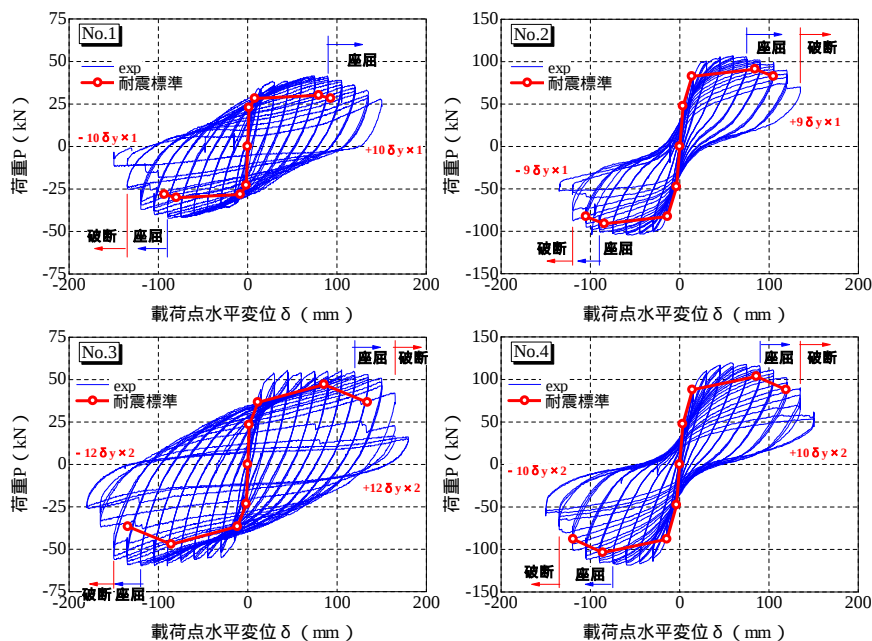


図 - 3 荷重 - 変位曲線

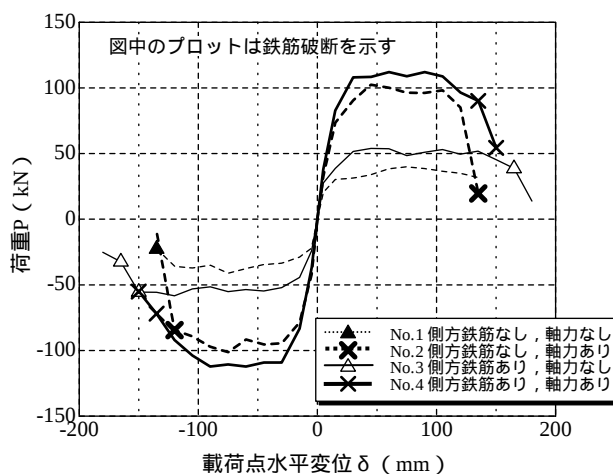


図 - 4 包絡線