

軸力と軸方向鉄筋量が RC 柱部材のポストピーク耐力低下に及ぼす影響

九州旅客鉄道 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

一般に曲げ破壊型の RC 構造物は脆性的に破壊せず、設計地震動以上の地震に対しても応答変位と損傷程度が大きくなるものの構造安全性には問題がないことが定性的に知られている。しかしこのことを精度よく評価するためには、各部材のポストピーク領域を含めた荷重-変位関係を適切にモデル化し、構造物として解析することが必要である。ところでポストピークの変形性能は載荷繰返し回数の影響を最も大きく受けるが、それ以外にも引張鉄筋比、軸力の影響を受ける¹⁾。本検討では、載荷基準変位や繰返し回数を同一とし、軸力や軸方向鉄筋量（引張鉄筋比）、側方鉄筋の有無のみをパラメータとした実験データを用い、これらが耐力低下に与える影響を定性的に評価することとする。

2. 実験概要

試験体は RC 柱を模した縮小模型で、断面は 400mm×400mm の正方形、せん断スパンは 2.56m であり、いずれの試験体も曲げ破壊型である。引張鉄筋比の基準値は 0.426%と小さいが、これは筆者らが取り組んでいる軸方向鉄筋座屈後のポストピーク曲げ耐力算定においては、コンクリートが負担する曲げモーメントを分離して評価するため、実験で分離困難な座屈した圧縮鉄筋が負担する曲げモーメントの割合を小さくするためである。載荷は 1 δ y ずつ 3 回の繰返しであり、また載荷基準変位は同一変位までの載荷繰返し回数を同じにするため、KY07-1~4 の降伏変位計算値のほぼ平均である 15mm に統一している。

3. 荷重変位曲線

図-2 に荷重変位曲線の包絡線を示す。図では引張鉄筋の破断時期を黄色で、破断以降の包絡線を点線で示している。また軸方向鉄筋の座屈・破断時期を表-2 に示す。

表-2 軸方向鉄筋の座屈と破断時期

	圧縮鉄筋座屈 (正圧縮面)	引張鉄筋破断 (負引張面)	圧縮鉄筋座屈 (負圧縮面)	引張鉄筋破断 (正引張面)
KY07-1	+6 δ y×1	-9 δ y×1	-6 δ y×1	-
KY07-2	+5 δ y×3	-8 δ y×2	-6 δ y×1	+9 δ y×1
KY07-3	+8 δ y×3	-10 δ y×3	-8 δ y×1	+11 δ y×1
KY07-4	+6 δ y×2	-9 δ y×1	-5 δ y×2	+9 δ y×3
KY08-2	+7 δ y×1	-12 δ y×2	-5 δ y×2	+8 δ y×3

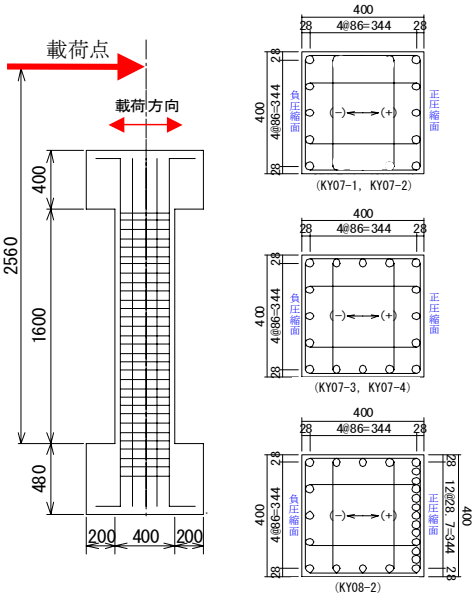


図-1 試験体形状（単位：mm）

表-1 試験体諸元

	断面 B×D (mm)	せん断スパン La (m)	引張鉄筋	側方鉄筋 (片側あたり)	帯鉄筋	軸力 N (kN)	引張鉄筋比 pt (%)	帯鉄筋比 pw (%)	軸力比 η	備考
KY07-1	400×400	2.56	D13-5本	なし	D6@60×2組	0	0.426	0.528	0	No.1 ²⁾
KY07-2	400×400	2.56	D13-5本	なし	D6@60×2組	960	0.426	0.528	0.126	No.2 ²⁾
KY07-3	400×400	2.56	D13-5本	D13-3本	D6@60×2組	0	0.426	0.528	0	No.3 ²⁾
KY07-4	400×400	2.56	D13-5本	D13-3本	D6@60×2組	960	0.426	0.528	0.123	No.4 ²⁾
KY08-2	400×400	2.56	D13-5本/13本	D13-3本	D6@60×2組	960	0.426/1.107	0.528	0.123	非対称配筋

キーワード RC 柱，変形性能，ポストピーク，耐力低下，曲げ破壊，耐震性能

連絡先 〒860-0047 熊本市春日 3 丁目 15-1 九州旅客鉄道（株） 熊本支社（工務） TEL 096-326-6965

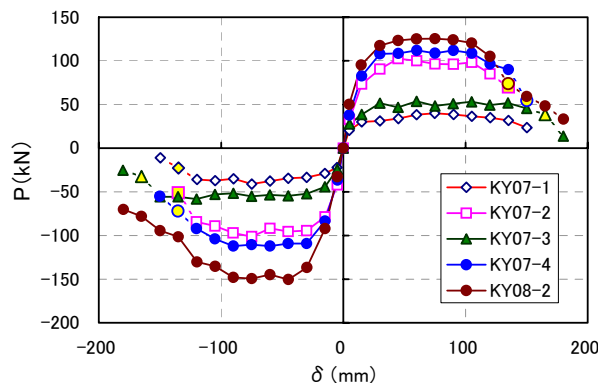


図-2 荷重変位曲線の包絡線

4. 1 δy ごとの耐力低下

各試験体ごとに最大耐力が異なるため、図-2 では各パラメータがポストピーク耐力低下に及ぼす影響は評価しづらい。そこで軸方向鉄筋の座屈後における各 δy の 1 回目載荷時の耐力について、直前の δy での 1 回目載荷時の耐力を基準とした比率を算定することとした。これらを正負載荷それぞれについて引張鉄筋破断直前まで算定したものを図-3 に示す。ここで横軸は、座屈直前の δy を基準とした δy 増分である。

図-3 (1) (2) に、軸力が耐力低下に及ぼす影響を示す。(1) 側方鉄筋なし、(2) 側方鉄筋ありともに、軸力ありの方が幾分耐力低下が大きい傾向も見受けられるものの、大きな差はないと考えられる。

図-3 (3) (4) に、側方鉄筋の有無が耐力低下に及ぼす影響を示す。(3) 軸力なし、(4) 軸力ありともに、側方鉄筋の有無による耐力低下の差は見受けられない。このことより、本試験体程度の側方鉄筋量では、側方鉄筋によるポストピークのコンクリート脱落防止効果は期待できないものと考えられる。

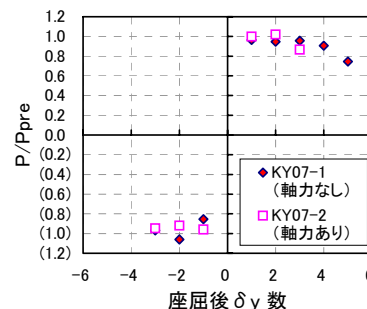
図-3 (5) に、引張鉄筋比が耐力低下に及ぼす影響を示す。ここで KY08-2 は非対称配筋であり、負載荷時の引張鉄筋比のみ大きい。実験データが限られてはいるが、本実験の範囲内では、引張鉄筋比による耐力低下の差は見られない。

5. まとめ

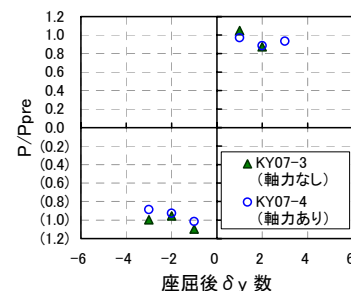
本検討の範囲内では、軸力や軸方向鉄筋量（引張鉄筋比）、側方鉄筋の有無がポストピークの耐力低下に与える有意な差は見られなかった。本試験体では圧縮鉄筋が負担する曲げモーメントの割合が小さく、圧縮力の大部分をコンクリートが負担していることを勘案すると、軸力や軸方向鉄筋量（引張鉄筋比）、側方鉄筋の有無がコンクリートの曲げ圧縮力負担能力の低下に及ぼす差異は小さいと考えてよいと思われる。

参考文献

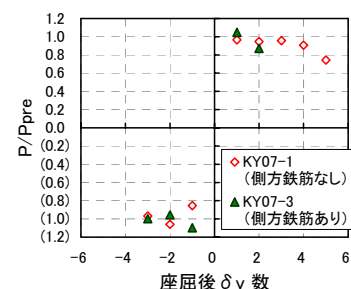
- 1) 瀧口将志, 渡辺忠朋, 谷村幸裕: RC 部材の繰返し載荷による曲げ耐力低下に関する実験的研究, 土木学会第 56 回年次学術講演会, V-371, pp. 742-743, 2001. 10
- 2) 大塚久哲, 瀧口将志, 池永貴史, 山崎智彦: 軸力と側方鉄筋の有無が RC 柱部材の変形性能に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, No. 3, pp. 949-954, 2008. 7
- 3) 瀧口将志, 池永貴史, 大塚久哲, 山崎智彦: 載荷基準軸のずれと断面の非対象性が鉄筋コンクリート橋脚の変形性能および履歴特性に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, pp. 871-876, 2009. 7



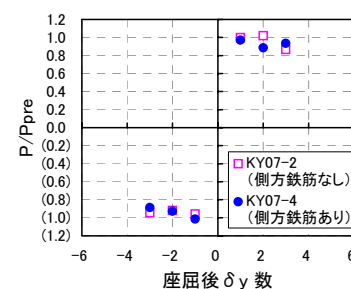
(1) 軸力の影響（側方鉄筋なし）



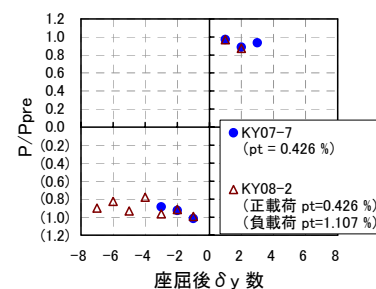
(2) 軸力の影響（側方鉄筋あり）



(3) 側方鉄筋の影響（軸力なし）



(4) 側方鉄筋の影響（軸力あり）



(5) 引張鉄筋比の影響（軸力あり）

図-3 各パラメータが 1 δy ごとの耐力低下に与える影響