

載荷基準軸のずれと配筋の非対称性が RC 柱部材の変形性能に与える影響

九州大学大学院 工学府 学生員 池永 貴史
 九州大学大学院 工学研究院 フェロー 大塚 久哲
 九州旅客鉄道(株)施設部保線課 正会員 瀧口 将志

1. はじめに

RC 部材の耐力・変形性能の評価方法の検討には、実寸大もしくは縮小模型を用いた交番載荷試験が広く用いられており、正負同一振幅で変位を漸増させる載荷方法が一般的である。ところが地震波の特性によっては、応答変位が片側に偏る場合も指摘されており¹⁾、またラーメン構造の梁部材のように非対称配筋の部材も存在する。このような場合の変形性能の評価が課題である。本研究では載荷基準軸のずれや、配筋の非対称性が RC 部材の耐力や変形性能、履歴特性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

(1) 試験体諸元

試験体はいずれも 400mm×400mm の正方形断面、せん断スパンは 2555mm である。試験体の形状を図 - 1 に、その諸元を表 - 1 に示す。D13 を片側あたり 5 本配置した両振り載荷の KY07-4 を基本試験体として、交番載荷の基準軸を正側へ 4 y シフトさせた KY08-1、片側の軸方向鉄筋を 13 本に増やした KY08-2 の計 3 体で検討を行った。いずれの試験体も曲げ破壊型となるように設計されている。

表 - 1 試験体諸元および材料強度

断面 B×D(mm)	せん断スパン La(mm)	引張鉄筋	帯鉄筋	軸力 N(kN)	引張鉄筋比 pt(%)	帯鉄筋比 pw(%)	軸力比 η	備考	
KY07-4	400×400	2555	D13-5本	D6@60×2組	960	0.426	0.528	0.123	基準試験体
KY08-1	400×400	2555	D13-5本	D6@60×2組	960	0.426	0.528	0.110	載荷基準軸シフト
KY08-2	400×400	2555	D13-5本/13本	D6@60×2組	960	0.426/1.107	0.528	0.123	非対称配筋

圧縮強度 f'c(N/mm ²)	割裂強度 ft(N/mm ²)	ヤング係数 Ec(N/mm ²)	
KY07-4	48.9	3.58	3.31×10 ⁴
KY08-1	54.7	3.89	3.40×10 ⁴
KY08-2	50.0	3.52	3.46×10 ⁴

鉄筋径	降伏強度 fy(N/mm ²)	破断強度 fu(N/mm ²)	ヤング係数 Er(N/mm ²)
D13	325.0	478.0	1.85×10 ⁵
D6	395.0	505.0	1.83×10 ⁵

$$pt = At / (B \cdot d) \quad d : \text{有効高さ}$$

$$pw = Aw / (B \cdot ctc) \quad ctc : \text{帯鉄筋間隔}$$

$$\eta = N / (B \cdot D \cdot f'c) \quad At : \text{最外縁鉄筋断面積}$$

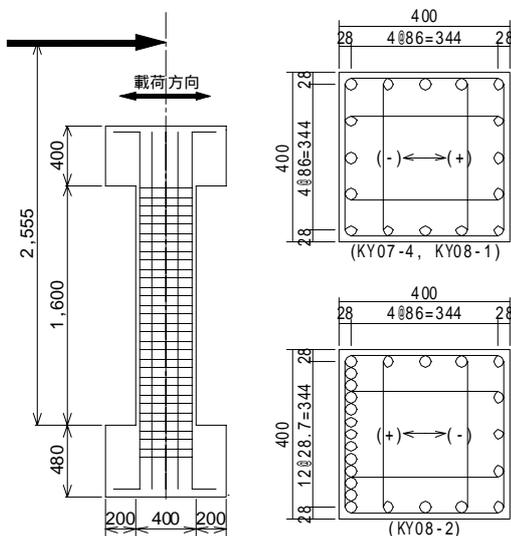


図 - 1 試験体形状 (単位: mm)

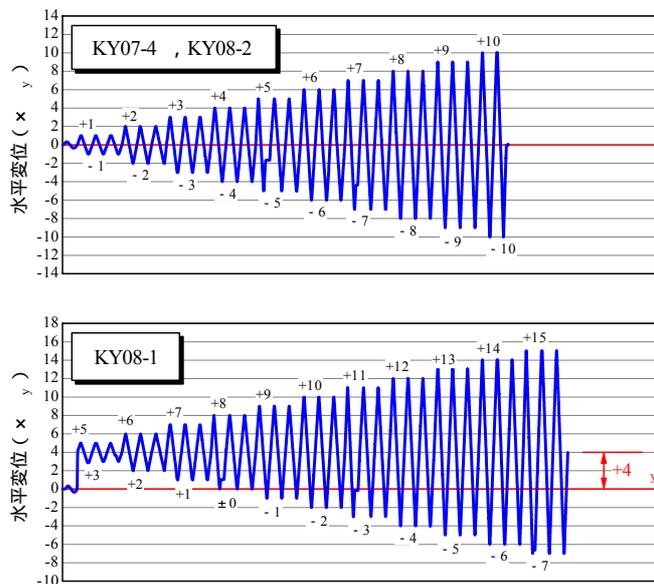


図 - 2 載荷ステップ

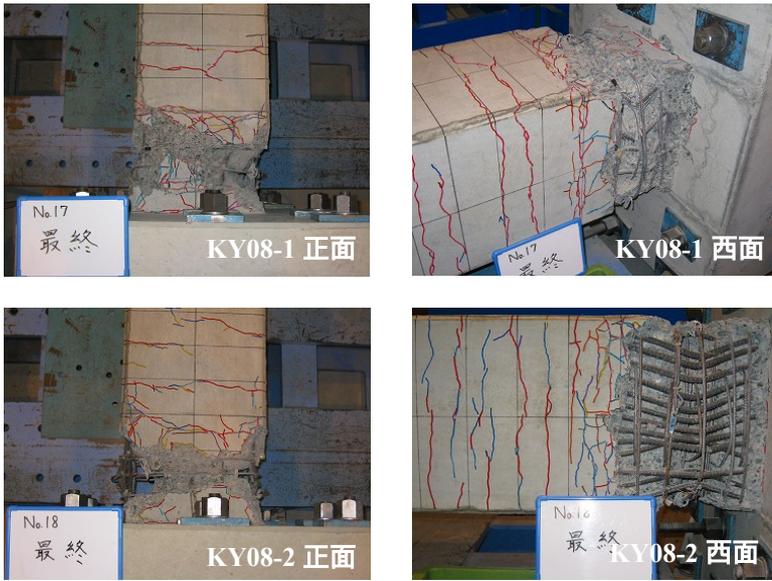


図 - 3 最終破壊状況

(2) 荷重方法

基部側フーチングを PC 鋼棒で緊結し, 頭部フーチングに取り付けた固定用架台を介して所定の軸力を入力した後, 水平ジャッキにて交番荷重した. 荷重ステップを図-2 に示す. KY07-4 および KY08-2 では, 水平変位ゼロを基準に正負に交番荷重した. KY08-1 については, はじめに+5 y まで単調荷重した後, 一旦 +4 y (=75mm) まで戻し, 以降は+4 y を荷重の中心として変位振幅を漸増させた. なお交番荷重の基準変位は 1 y=15mm, 同一変位での荷重繰返し回数は 3 回で統一している.

3. 実験結果

図 - 3 に最終破壊状況を, 図 - 4 に各試験体の荷重 - 変位関係を示す. 図中には軸方向鉄筋の座屈時期と破断時期, 鉄道標準による骨格計算値を重ねて示した. 荷重基準軸をシフトさせた KY08-1 では正側で座屈が遅れ, 負側で早くなった. 本実験においては, 正側では鉄道標準における M 点(最大水平抵抗程度を維持する最大変位)計算値の 2 倍程度, 負側では M 点計算値の半分程度の変位で軸方向鉄筋の座屈を生じた.

片側の鉄筋のみを増やした KY08-2 では KY07-4 と比較すると 鉄筋本数の増加に伴う耐力の上昇はみられるが, 座屈時期については明瞭な差は認められない. 履歴特性に着目すると, ポストピークでは正負とも逆 S 字型であるが, 荷重初期では, 負側ピークから正側ピークへの除荷・再荷重経路において紡錘型となっており, 配筋の非対称性が履歴特性に影響を与えていることがわかる.

4. まとめ

荷重軸のずれと鉄筋配置の非対称性が RC 柱部材の耐力および変形性能に与える影響を検討する目的で, 荷重パターンと片側の軸方向鉄筋本数をパラメータとした交番荷重試験を実施した. その結果以下のことがわかった.

- (1) 荷重軸をシフトさせるとその反対方向への荷重では変形性能が著しく低下する.
- (2) 配筋が非対称の試験体では包絡線のほか, 履歴特性も正負で非対称となる.

参考文献

1) 田所敏弥, 谷村幸裕, 室野剛隆: 地震動の繰返しを受けるラーメン高架橋柱の崩壊限界の評価法, 鉄道総研報告, Vol.22, No.3, 2008.3.

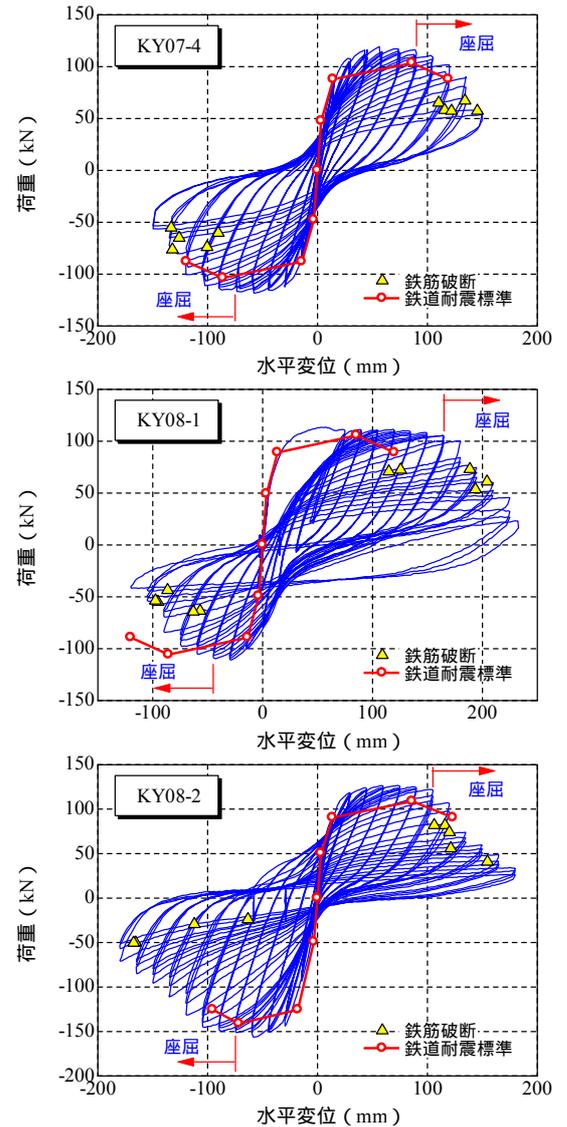


図 - 4 荷重-変位関係