

円形帯鉄筋を軸方向鉄筋内側に配置したRC柱の終局時中立軸および耐力に関する検討

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 今尾 友絵
 JR 東日本 東京工事事務所 正会員 菅野 貴浩

1. はじめに

大規模地震時における鉄筋コンクリート（以下、RCという）部材の変形性能の向上を図るため、軸方向鉄筋の内側に円形スパイラル状の帯鉄筋（以下、内巻き帯鉄筋という）を配置する手法をこれまで提案し、報告してきた¹⁾。今回は、このRC柱部材の終局時挙動を把握するため、以下に示す実験等を行い、終局時中立軸位置および耐力についての検討を行った。本文は、これらの検討概要について報告するものである。

2. 実験概要・結果²⁾

供試体諸元を表-1に、供試体概要を図-1に示す。供試体は、400×400mmの正方形断面を基本とし、内巻き帯鉄筋を配置した柱基部から柱断面高さDまでの区間において、露出した軸方向鉄筋および内巻き帯鉄筋に囲まれたコンクリート（以下、コアコンクリートという）のみの状態としている。これは、既往の研究¹⁾で報告されている大変形領域での柱の断面形状を、実験開始の時点から模擬したものである。主に、大変形領域におけるコアコンクリートおよび軸方向鉄筋のひずみの状態を確認することを目的としているため、ゲージを破断させないために一方向単調載荷とした。また、柱基部から高さ50mm位置の柱高さ方向の各ひずみを計測した。

荷重 - 変位曲線を図-2に示す。各供試体とも載荷点変位の増加に伴い、ある時点から徐々に荷重が低下し始める領域が存在する。この荷重が低下し始める時点（以下、荷重低下点という）は、コアコンクリートの損傷が始まる時点とほぼ一致する。図-3に、荷重低下点でのコアコンクリートおよび軸方向鉄筋のひずみ分布を示す。荷重低下点における柱断面内のひずみ分布は直線的でないこと、およびコアコンクリートの圧縮縁に近い側に引張ひずみと圧縮ひずみが反転する位置（以下、中立軸という）が存在することがわかる。

3. 圧縮力重心位置の検討

コアコンクリートの圧縮力は、中立軸より圧縮側に発生すると考えられ、その領域は中立軸を底辺とする二等辺三角

表-1 供試体諸元

記号	軸方向鉄筋	内巻き帯鉄筋 (1D区間)	外巻き帯鉄筋 (一般区間)
	種類×本数	種類-ピッチ (mm)	種類-ピッチ (mm)
S-1	D16×16	7.1-30	D13-75
S-2	D19×16		D16-75
S-3	D22×16		

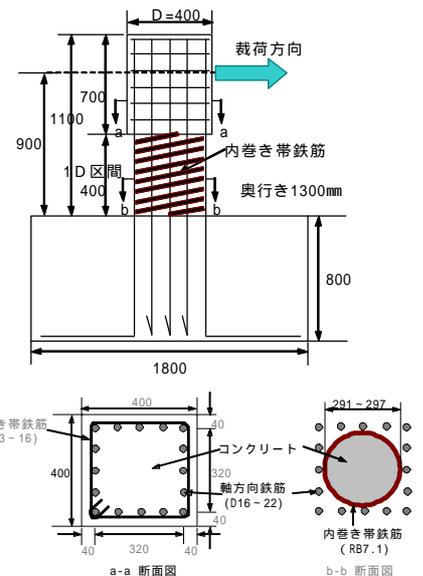


図-1 供試体概要

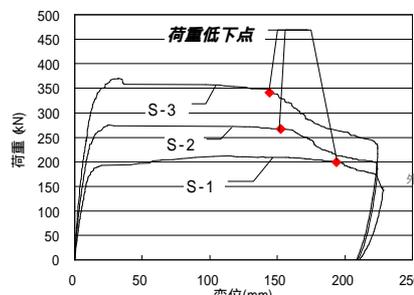


図-2 荷重 - 変位曲線

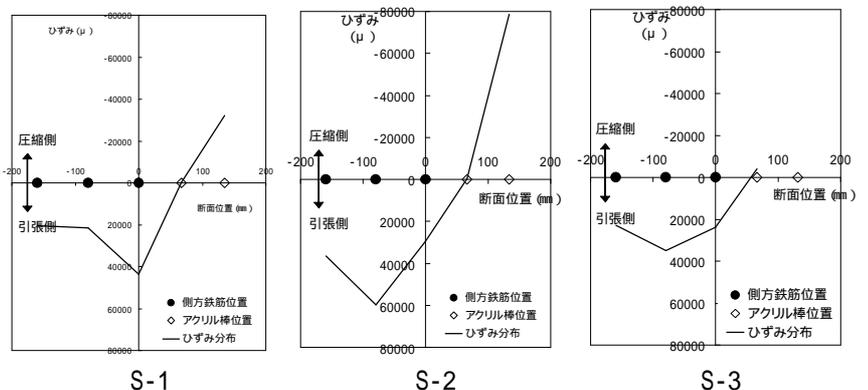


図-3 荷重低下点でのひずみ分布

キーワード 鉄筋コンクリート柱、内巻き帯鉄筋、終局時耐力

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所 工事管理室 TEL:03-3379-4353

形に近似できる。この二等辺三角形の図心位置を近似的にコアコンクリートの圧縮力重心位置 x_g とする。

圧縮力重心位置 x_g を検討する指標として、内巻き帯鉄筋のらせん径 R で除した値 x_g/R （以下、圧縮重心らせん径比という）を用いることとした。 s_b/f_c' （ s_b ：釣合い軸圧縮応力度、 f_c' ：コンクリート圧縮強度）と圧縮重心らせん径比 x_g/R との関係を図-4に示す。 s_b/f_c' が大きくなるほど、 x_g/R は大きくなる傾向にあり、 x_g/R は次式により表現できる。（図-4参照）

$$x_g/R = 7.6 \cdot (s_b/f_c')^{4.2} \quad (1)$$

ここで、 x_g/R ：圧縮重心らせん径比

s_b ：釣合い軸圧縮応力度

f_c' ：コンクリート圧縮強度

4. 圧縮力重心位置の妥当性検討

3.より、式(1)から求めた x_g の $3/2$ 倍の位置が荷重低下点における中立軸に相当する。この時、中立軸より引張側鉄筋の引張力 T と圧縮側コアコンクリートの圧縮力 C 、および軸力 N との間に力の釣り合いが成り立つ（式(2)）。ここで、コアコンクリートの圧縮力には内巻き帯鉄筋による拘束効果を考慮し、星隈らの式⁴⁾を適用した。なお、荷重低下点は、既往の研究³⁾他に示すコアコンクリート耐力維持点（K点）とメカニズム的にほぼ一致すると考えられるため、検討データには既往の研究³⁾他を用いた。図-5に検討結果を示すが、これより、式(2)が概ね成り立つことがわかり、圧縮力重心位置は式(1)により妥当に表現されているものと言える。

$$N+T=C \quad (2)$$

ここで、 N ：軸力

T ：中立軸より引張側鉄筋の引張力（ $= f_{sy} \cdot A_s$ ）

C ：中立軸より圧縮側コアコンクリートの圧縮力
（ $= cc \cdot A_c$ 、 cc に星隈らの式⁴⁾を適用）

5. 終局時荷重の算出方法の検討

圧縮重心位置から軸方向鉄筋までの距離と軸方向鉄筋の降伏強度との積の総和を、せん断スパンで除することにより、K点の荷重を算出することが可能となる。図-6に、既往の研究³⁾他の実験終了時点での荷重の実験値とコアコンクリートの圧縮力重心位置 x_g を用いて求めたK点の荷重 P_k の計算値との比較を示す。これより、実験値と計算値は比較的良好な関係にあり、K点の荷重を概ね良好に評価しているものと考えられる。

6. おわりに

以上の結果からわかったことを述べる。荷重低下点における柱断面内のひずみ分布は直線的でない。コアコンクリートの圧縮縁に近い側に中立軸（引張りひずみと圧縮ひずみが反転する位置）が存在する。荷重低下点における圧縮重心らせん径比 x_g/R を釣合い軸圧縮応力度 s_b との関係より表現できる。コアコンクリートの圧縮力重心位置 x_g を用いることによりK点の荷重を適切に評価できる。

参考文献

- 1) 木野、菅野、金田：軸方向鉄筋の内側に円形帯鉄筋を配置したRC柱の円形帯鉄筋量について、土木学会第57回年次学術講演会、V-123、pp245-246、2002.9
- 2) 今尾、菅野：円形帯鉄筋を軸方向鉄筋内側に配置したRC柱の終局時挙動に関する実験、第31回関東支部技術研究発表会、2004.3
- 3) 吉田、菅野、木野：内巻帯鉄筋を配置した鉄道RCラーメン高架橋の簡易耐震設計法の提案、土木学会第58回年次学術講演会、V-366、pp731-732、2003.9
- 4) 星隈、川島、長屋：鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査法に用いるコンクリートの応力-ひずみ関係、土木学会論文集、No.520/ -8、pp.1-11、1995.8

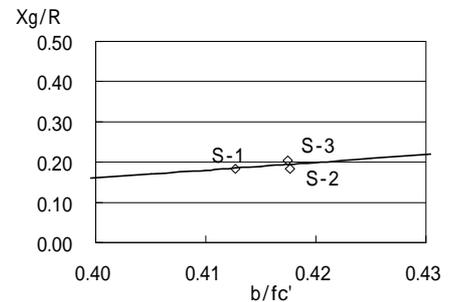


図-4 s_b/f_c' と x_g/R との関係

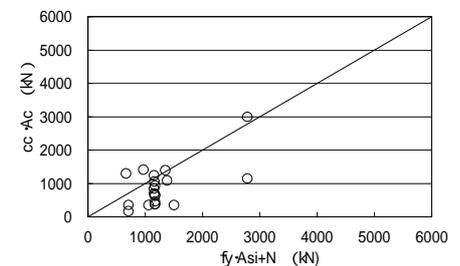


図-5 星隈らの式⁴⁾による
コンクリート圧縮力との比較

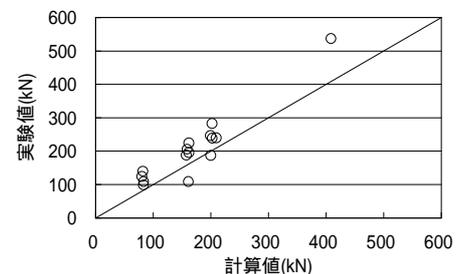


図-6 K点荷重の計算値と実験値比