

内巻き帯鉄筋を有する高強度コンクリートを用いた RC 柱の 高軸圧縮応力下における変形性能

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○渡邊 瑠美子
東日本旅客鉄道(株) 正会員 佐々木 尚美

1. はじめに

高軸圧縮応力を受ける一般的な配筋の RC 柱は、変形性能が小さく、脆性的な曲げ圧縮破壊形態を示す場合がある。一方、軸方向鉄筋の内側に円形スパイラル状の鋼材（以下、内巻き帯鉄筋という。）を部材端から高さ 1D（D：柱断面高さ）付近の間に配置した RC 柱は、通常の軸方向鉄筋の外側に帯鉄筋（以下、外巻き帯鉄筋という。）を配置した RC 柱と比較して、変形性能が飛躍的に向上することが確認されている¹⁾²⁾³⁾。しかし、内巻き帯鉄筋を有する、高強度コンクリートを用いた RC 柱の、高軸圧縮応力下における挙動や変形性能については明らかではない。そこで本稿では、高軸圧縮応力下における内巻き帯鉄筋を有する RC 柱の縮小試験体を用いた正負交番載荷実験を行い、コンクリート圧縮強度の違いによる変形性能の確認を行った内容について述べる。

2. 実験概要

試験体諸元および形状寸法を表-1 および図-1 に示す。内巻き帯鉄筋は、軸方向鉄筋に内接するように配置し、高さ方向の配置範囲は、 $1D+10\phi$ （ ϕ ：軸方向鉄筋径）とした。大変形領域における変形性能を確保するため、1D 区間に配置する外巻き帯鉄筋は直角フックによる定着とし、かぶりコンクリートの剥落によって容易に外れることで軸方向鉄筋の座屈長を長くして、低サイクル疲労による破断を避けるようにした。1D 区間以外の区間においては曲げ耐力に達するときのせん断力に対する比率が 1.0 以上となるように外巻き帯鉄筋を配置した。パラメータは、コンクリートの圧縮強度のみとした。

事前に No.2 試験体と同諸元のモデルによる解析を行った結果、コンクリート圧壊先行となり、かぶりコンクリートのひずみが圧壊ひずみに達したときの部材角 θ_m は 1/200 程度となった。そこで、本実験においては、両試験体ともに部材角 1/200 の変位（約 2.25mm）を 1δ とし、 1δ 以降は δ の偶数倍で載荷した。

3. 実験結果

3.1 損傷状況および曲げモーメントと水平変位の関係

使用材料の材料試験値を表-2、各試験体の曲げモーメントと水平変位の関係及び計測したコンクリートの圧壊点、主筋の降伏点を図-2 に示す。今回実験を行った 2 体は、いずれも 1δ 付近までにかぶりコンクリートが圧壊ひずみに達し、圧壊先行となった。

No.1 試験体は、載荷開始後、 1δ でかぶりコンクリートが圧壊ひずみに達し、 2δ で軸方向主筋が降伏した。 $3\delta \sim 4\delta$ で最大モーメントに達した後、 8δ に至るまでゆるやかに荷重が低下した。 10δ で 1D 区間内の外巻き帯鉄筋が大きく外れ、主筋がはらみ出してくると荷重が大きく低下し始めた。 12δ で軸方向鉄筋内部のコンクリートが損傷し内巻き帯鉄筋が露出するとともに軸方向鉄筋の座屈が進行し、その後もかぶり

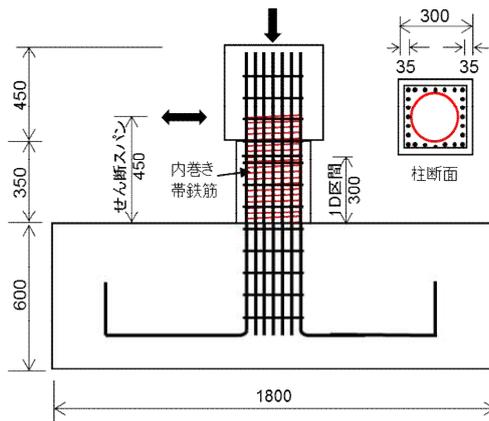


図 - 1 試験体形状

表 - 1 試験体諸元

試験体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	柱断面 寸法 (mm)	有効 高さ (mm)	せん断 スパン (mm)	軸方向鉄筋 (径×本数)	内巻き帯鉄筋 1D区間 (径@ピッチ)	外巻き帯鉄筋 1D区間 (径@ピッチ)	外巻き帯鉄筋 1D区間以外 (径@ピッチ)	軸方向 圧縮応力 (N/mm ²)
No.1	80.0	300×300	265	450	D13×24本	φ 7.1@20mm	D13@90mm	D13@90mm	20.0
No.2	60.0								

りコンクリートの剥離が進んだ。16δ 引側の荷重時には 1D 区間内の内巻き帯鉄筋がほぼ全て露出した。以降、徐々に荷重低下したが、17δ 引で荷重治具と試験体固定治具の接触が生じたため、荷重を終了した。

No.2 試験体は、荷重開始後、1δ でかぶりコンクリートが圧壊ひずみに達し、2δ で軸方向主筋が降伏した。3δ~4δ で最大モーメントに達し、6δ で軸方向鉄筋がはらみ出し、かぶりコンクリートが剥離し始めた。その後、10δ 以降 1D 区間内の外側の帯鉄筋が大きく外れると荷重が低下し始め、No.1 と同様に 17δ 引側にて荷重を終了した。

3.2 圧縮強度の影響

各試験体の曲げモーメントと水平変位関係及び解析値（ここでは 10δ までを示す）の包絡線を図-3 に示す。圧縮強度の小さい No.2 のほうが No.1 と比べて最大モーメント及び試験終了時の曲げモーメントが若干大きくなった。これは、No.1 試験体は No.2 試験体と比べて、柱基部の圧壊から生じたかぶりコンクリートの剥離範囲が広域であったため、荷重低下が早かったと考えられる。

No.1, No.2 試験体ともに変形挙動及び最終的な損傷状況が同様であったことから、20N/mm² 程度の圧縮強度の差では変形性能に大きな違いはなかったものと考えられる。しかし、一般的な配筋の RC 柱と比べていずれも変形性能は高く、内巻き帯鉄筋の配置により脆性的な破壊は避けられたものと考えられる。

4. まとめ

軸方向鉄筋の内側に内巻きスパイラル鉄筋を配置した高強度コンクリート RC 柱試験体を用い、高軸力圧縮応力下における交番荷重試験を実施した。本試験により得られた知見を以下に示す。

- (1) 本試験の RC 柱試験体は、圧壊先行となったが、その後、鉄筋が降伏し、最大荷重に至り、荷重低下する挙動を示した。
- (2) 本試験の RC 柱試験体において、高強度コンクリート 60~80 N/mm² (20N/mm² 程度の圧縮強度の違い) は、変形性能に大きな差は生じなかった。

参考文献

- 1) 石橋忠良, 菅野貴浩, 木野淳一, 小林薫, 小原和宏: 軸方向鉄筋の内側に円形帯鉄筋を配置した鉄筋コンクリート柱の正負交番荷重実験, 土木学会論文集, No.795/V-68, pp.95-110, 2005.8
- 2) 杉田清隆, 井口重信, 大澤章吾, 築嶋大輔: 軸方向鉄筋の内側に円形帯鉄筋を配置した鉄筋コンクリート柱の変形性能に関する一考察, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.37, No.2, pp.127-132, 2015.7
- 3) 松田聡美, 佐々木尚美: 内巻き帯鉄筋を有する RC 柱の高軸圧縮応力下における変形性能, 第 72 回土木学会年次学術講演会, V-193, pp.385-386, 2017.9

表 - 2 材料試験値

試験体	コンクリートの圧縮強度 (N/mm ²)	軸方向鉄筋	内巻き帯鉄筋	外巻き帯鉄筋
		降伏強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)
No.1	76.1	537	1352	537
No.2	58.7			

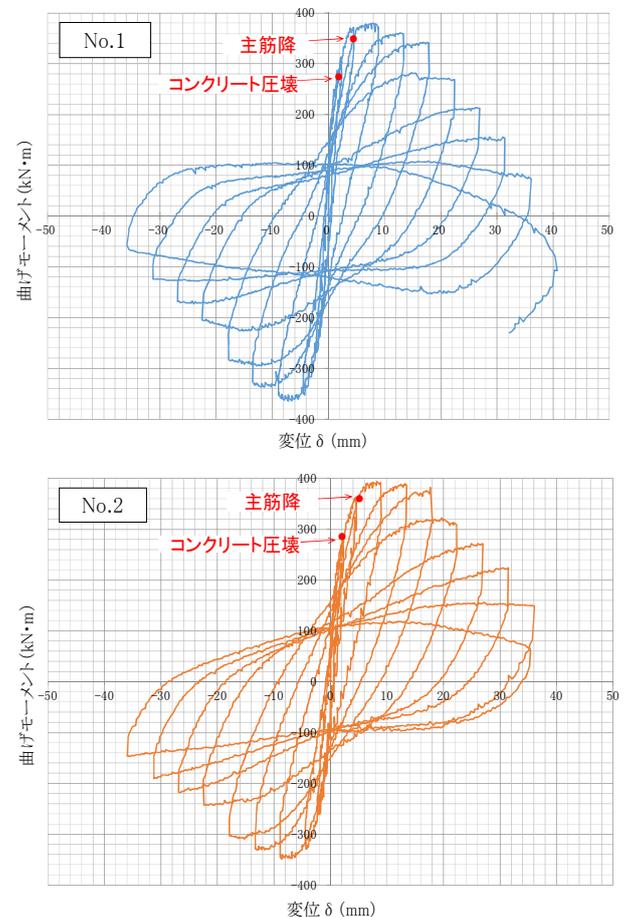


図 - 2 曲げモーメントと水平変位関係

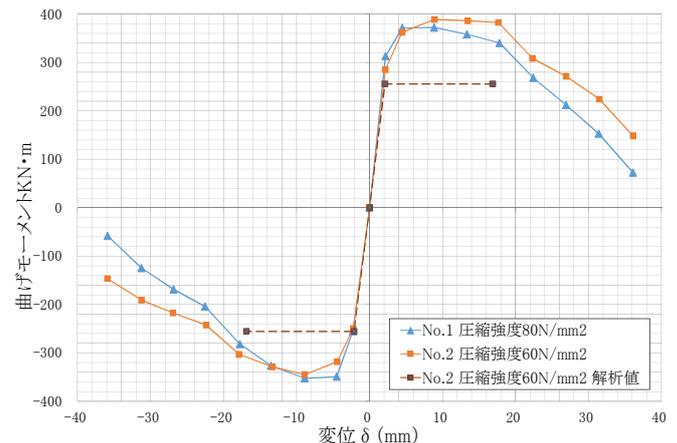


図 - 3 包絡線