

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

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○松田 聡美
 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鉄筋コンクリート（以下、RC という。）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のみに帯鉄筋（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⁾。

しかし、内巻き帯鉄筋を有する 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。そこで本研究では、縮小試験体を用いた正負交番載荷実験を行い、高軸圧縮応力下における内巻き帯鉄筋を有する RC 柱の変形性能の確認を行った。

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）を基本とした。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。なおパラ

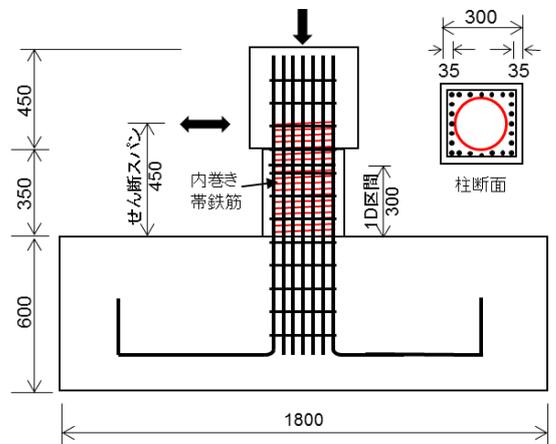


図 - 1 試験体形状

表 - 1 試験体諸元

試験体 No.	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)
SA-1	300×300	265	450	D13×24本	φ7.1@20mm	D13@90mm	D13@90mm	20.0
SA-2								10.0
SA-3								30.0

メータは軸圧縮力の違いのみとした。事前に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ったため、実験の載荷パターンは、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鉛直からの部材角 θ_m に対する変位を 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 - 部材角関係

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 - 部材角関係を図-2 に示す。今回実験を行った 3 体は、いずれも 2δ 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。

SA-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 で軸方向鉄筋が降伏、 4δ で最大モーメントに達するまでにかけて曲げひび割れの発生および斜めひび割れへの進展、幅の拡大が見られ、 6δ 載荷時に 1D 区間内における軸方向鉄筋のはらみ出しが発生し、かぶりコンクリートが剥離し始めた。 8δ

表 - 2 材料試験値

試験体 No.	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)
SA-1	57.8	537	1352	537
SA-2	62.1	537	1329	537
SA-3	60.7	537	1285	537

キーワード 内巻き帯鉄筋、鉄筋コンクリート柱、正負水平交番載荷試験

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 TEL03-3379-4353

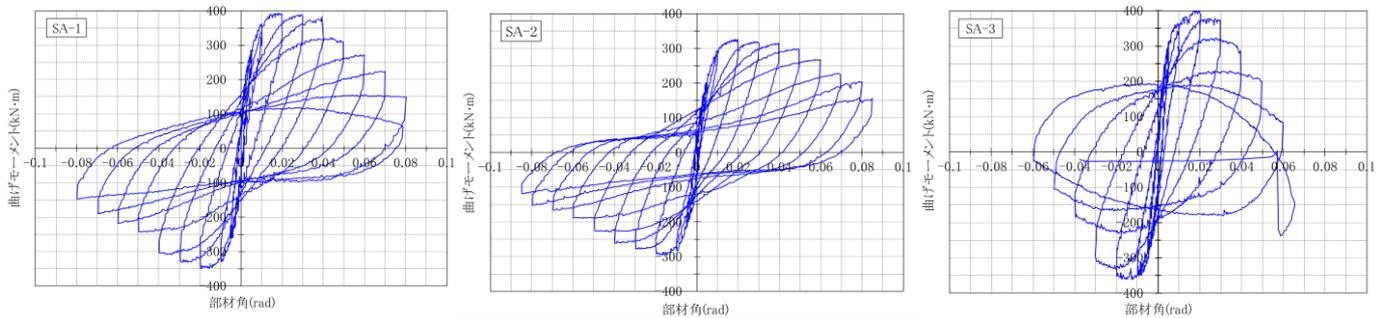


図 - 2 曲げモーメント - 部材角関係

以降、かぶりコンクリートの剥離が進み、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、10δで1D区間内の外帯鉄筋が大きく外れると荷重が低下し始めた。その後もかぶりコンクリートの剥離が進み、14δ引側の載荷時には1D区間内の内巻き帯鉄筋がほぼ全て露出した。以降、徐々に荷重低下しながら変形をつづけ、17δ引で載荷治具がフーチングを固定するPC鋼棒に接触したところで載荷を終了した。

SA-2試験体は、載荷開始後、2δでかぶりコンクリートが圧壊ひずみに達し、直後に軸方向鉄筋が降伏した。4δで最大モーメントに達し、その後10δまでは荷重の低下が見られず、一般的な高架橋にかかる4.0N/mm²程度までに軸力を導入した試験体ほど明確ではないものの、荷重を保持する傾向が見られた。12δ以降、かぶりコンクリートの剥離進展、1D区間内の外帯鉄筋が大きく外れるにつれて荷重が低下し始め、16δ引側の載荷にて軸方向鉄筋が破断した。

SA-3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、4δで軸方向鉄筋が降伏、直後最大モーメントに達した。以降、荷重の低下は大きいものの変形をつづけ、14δ引でコアコンクリートが損傷し軸力を保持できなくなったところで載荷を終了した。

3.2 軸力の影響

各試験体の曲げモーメント - 部材角関係の包絡線比較を図-3に示す。SA-1, SA-2を比較すると、軸力の高いSA-1のほうが最大モーメントが大きくなるものの、試験終了時の曲げモーメントおよび部材角は概ね同じ値となった。また、SA-1, SA-3を比較すると、最大モーメントは概ね同じ値を示すが、以降、より軸力の高いSA-3は荷重低下が大きい。しかし、一般的な配筋のRC柱に比べて変形性能は高く、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。

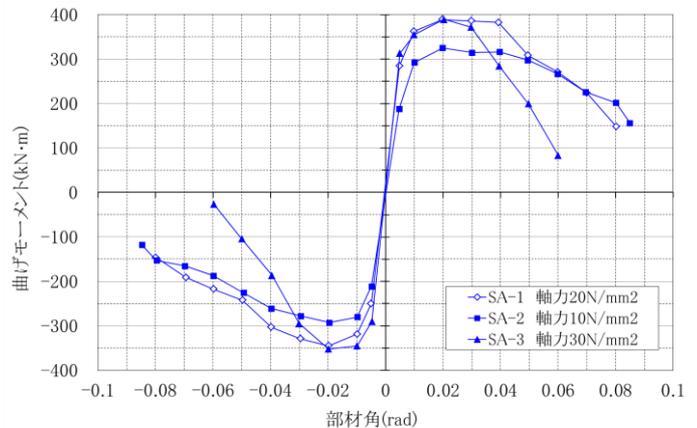


図 - 3 包絡線比較

4. まとめ

本実験により得られた知見を以下に示す。

- (1) 軸方向鉄筋の内側に内巻きスパイラル鉄筋を配置した柱試験体は、高軸力圧縮応力下において、一般的な高架橋程度の軸力を導入した試験体ほどではないが、一部に荷重を保持する傾向が見られた。
- (2) 最大30N/mm²の軸力を導入したSA-3試験体においても、最大荷重後に徐々に荷重低下するものの、急激な破壊には至らなかった。

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載荷実験, 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