

高強度帯鉄筋を用いたコンクリートの横拘束効果についての一考察

東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正 会 員	○堀内 俊輔
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正 会 員	高橋 紗希子
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	正 会 員	田 附 伸 一
東日本旅客鉄道（株）	東北工事事務所	フェロー会員	岩 田 道 敏

1. はじめに

当社では、新設する鉄道ラーメン高架橋鉄筋コンクリート（以下、RC）柱の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）を部材端部に配置することで、変形性能を向上している。¹⁾（図-1）これは軸

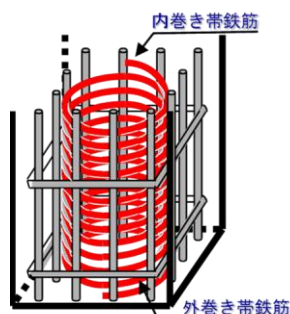


図-1 内巻き帯鉄筋概要図

方向鉄筋のはらみ出しにより、帯鉄筋のフックが外れた後も、内巻き帯鉄筋で拘束された内側のコンクリート（以下、コアコンクリート）が断面内の圧縮力を維持することで、一定の耐力を保持し続けるものである。

本研究では、圧縮力維持に寄与している内巻き帯鉄筋の拘束効果の把握を目的とした。堀²⁾らは、横拘束筋のコンクリートに対する拘束効果を定式化している。これはSD295Aの円形帯鉄筋を使用した一軸圧縮試験から定めたものであり、当社で使用している内巻き帯鉄筋は、SBPDN1275/1420（以下、高強度鉄筋）の円形スパイラル状の鉄筋であり、強度と形状が異なる。本研究では、円形スパイラル状の高強度鉄筋で拘束した円形断面供試体の一軸圧縮試験を行った。本稿では、その実験結果について報告する。

2. 実験の概要

実験に用いた供試体の諸元および材料試験値を表-1に示す。No.1, 2ではSD295A鉄筋を使用し、鉄筋形状のみ帯鉄筋、スパイラル筋と変化させ、その影響を比較する。No.3~9はスパイラル筋を使用しており、No.3, 4は

SD295A鉄筋を使用し、他供試体は全て高強度鉄筋を使用する。

No.3~9では供試体寸法を変化させている。No.9を図-2に示すが、No.9のみ横拘束筋間隔を30mmとしている。実験方法は、鉛直ジャッキにより上部から載荷し、載荷点荷重、載荷点変位、コンクリートひずみ、横拘束筋ひずみを測定した。

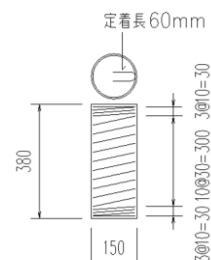


図-2 No.9 試験体

3. 実験結果

3.1 鉄筋形状の比較

帯鉄筋を使用したNo.1とスパイラル筋を使用したNo.2の応力ひずみ関係を図-3に示す。参考文献2)より算出した計算値を併せて示す。No.1, 2では、コンクリートの圧縮強度が異なるため、最大軸方向応力は異なるが、応力ひずみ関係は同様の傾向を示している。スパイラル筋を用いた場合も計算値の適用が可能であることがわかる。また実験終了時の試験体は、どちらも横拘束筋が破断していた。

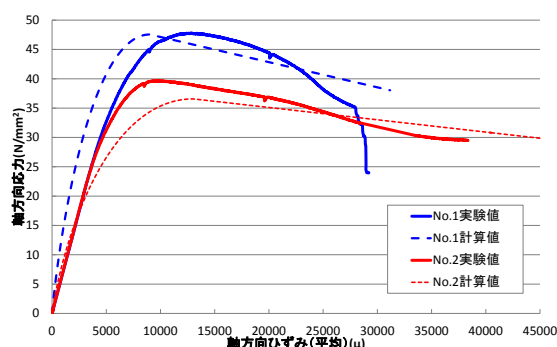


図-3 No.1,2の応力ひずみ関係

表-1 供試体諸元・材料試験値

供試 体名	直径 d' (mm)	高さ h (mm)	コンクリートの 圧縮強度 σ_{co} (N/mm ²)	横拘束筋						
				材料	形状	直径 ϕ (mm)	間隔 s (mm)	横拘束筋 体積比 ρ_s	降伏強度 σ_{sy} (N/mm ²)	降伏ひずみ ε_{sy} (μ)
No. 1	300	740	33. 5	SD295A	帯	6. 0	20	0. 023	392. 6	2059. 3
No. 2			21. 3					0. 035		
No. 3			22. 0					0. 045		
No. 4	150	380	22. 0		スパイ ラル	6. 2		0. 033	1435. 6	7244. 4
No. 5	200	500	21. 2	SBPDN 1275/1420			0. 043			
No. 6	150	380	22. 0							
No. 7			16. 1							
No. 8			43. 0							
No. 9								30	0. 029	

キーワード：コンクリート，帯鉄筋，高強度鉄筋，拘束効果

連絡先：〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目1番1号 東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所 TEL 022-266-3713

3.2 スパイラル筋強度の比較

SD295A 鉄筋を使用した No.3 と高強度鉄筋を使用した No.5 の応力ひずみ関係を図-4 に示す。No.3, 5 では、コンクリートの圧縮強度に大きな差はない。しかし、横拘束筋に高強度鉄筋を用いた No.5 の最大軸方向応力が、No.3 に比べ、大幅に増加していることがわかる。また、実験値と計算値を比較すると、高強度鉄筋を使用した No.5 では、軸方向応力の最大が計算値と大きく乖離する結果となった。

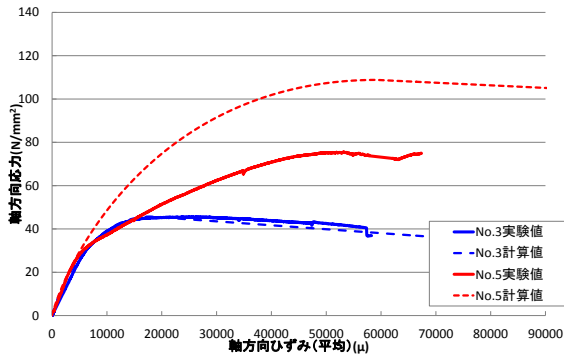


図-4 No.3,5 の応力ひずみ関係

3.3 横拘束筋のひずみ

高強度鉄筋を使用した No.5～9 の横拘束筋の応力ひずみ関係を図-5 に示す。横拘束筋のひずみは、供試体 1/4, 1/2, 3/4 高で測定したうち最大値を示している。No.5～9 では、測定した横拘束筋ひずみが、高強度鉄筋の降伏ひずみに達しておらず、横拘束筋は降伏していない。

SD295A 鉄筋を使用した No.1～4 全ての横拘束筋ひずみは、SD295A 鉄筋の降伏ひずみを超える結果であった (図-7)。

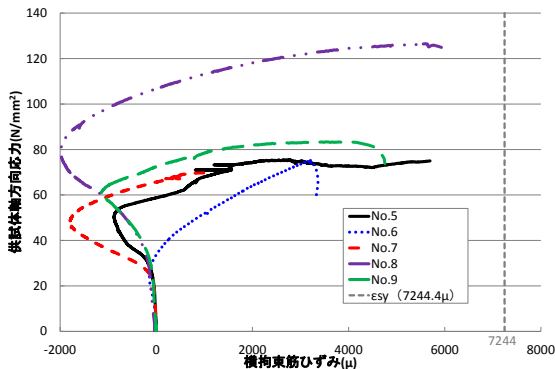


図-5 No.5～9 横拘束筋の応力ひずみ関係

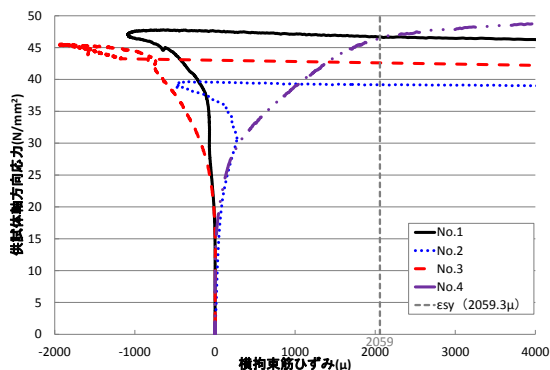


図-6 No.1～4 横拘束筋の応力ひずみ関係

3.4 $\sigma_{cc}/\sigma_{c0} \sim C$ 関係

全供試体を $\sigma_{cc}/\sigma_{c0} \sim$ 横拘束効果係数 C で整理した結果を図-8 に示す。ここで、 σ_{cc} は横拘束されたコンクリートの最大圧縮応力度、 C は横拘束筋の断面積、間隔、降伏強度等から求められる係数である。

$$C = \frac{\kappa_s \sigma_{lu}}{\sigma_{c0}}$$

$$\kappa_s = 1 - \frac{s}{d}, \quad \sigma_{lu} = \frac{2A_h \sigma_{sy}}{sd}$$

ここで、 d : コアコンクリート (横拘束筋より内側のコンクリート) の直径 (mm)

A_h : 帯鉄筋 1 本あたりの断面積 (mm²)

$0.6 < \sigma_{cc}/\sigma_{c0} < 1.8$, $0 < C < 0.2$ の範囲において、 σ_{cc}/σ_{c0} と C が線形関係になることが確認されており、SD295A 鉄筋供試体では、精度よく評価できている。

それに対し、高強度鉄筋供試体は σ_{cc}/σ_{c0} が計算値より小さくなる傾向にあり、実験値が計算値とは異なる傾きを持つことがわかる。また No.7 のように、 C が大きい試験体では、横拘束筋のひずみが小さいことがわかる。(図-6)。

SD295A 鉄筋では、横拘束筋が降伏するのに対し、高強度鉄筋では、横拘束筋が降伏せず、計算値と実験値は乖離する結果となった。

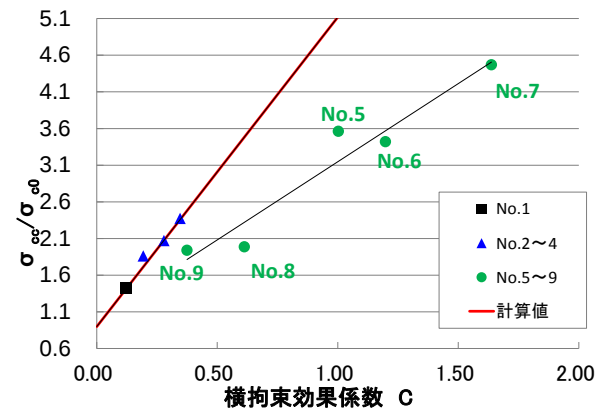


図-8 $\sigma_{cc}/\sigma_{c0} \sim C$ 関係

4. まとめ

本研究では、内巻き帯鉄筋の拘束効果把握のため、円形スパイラル状の高強度鉄筋で拘束した円形断面供試体の一軸圧縮試験を行い、以下の知見が得られた。

- No.1, 2 の実験結果より、横拘束筋をスパイラル形状としても、計算式が適用可能である。

- 横拘束筋に高強度鉄筋を用いた場合、鉄筋が降伏せず、参考文献2)とは異なる $\sigma_{cc}/\sigma_{c0} \sim C$ 関係となると考えられる。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社(2005),『鉄道構造物等設計標準 (コンクリート構造物) のマニュアル』
- 2) 堀他: コンクリートの横拘束効果に及ぼす横拘束筋の配置間隔と中間帯鉄筋の影響, 土木学会論文集 No.717/ I -61, pp91-106, 2002.10