

鋼板を介した RC 両引き試験体の力学性状に関する検討

宇都宮大学 学生員 井上淳，正会員 中島章典，齊木功
 富貴沢建設コンサルタンツ 非会員 片柳聡，正会員 谷嶋雅雄

1. はじめに

鋼・コンクリート複合ラーメン橋の鋼桁（上部構造）と RC 橋脚（下部構造）の剛結部では、両者を一体化させるため、鋼桁下フランジに RC 橋脚中の鉄筋を貫通させる場合がある。このとき、鋼板は RC 構造を遮断し、鋼板が鉄筋とコンクリート間の応力伝達性状を複雑にする¹⁾。

そこで本研究では、鋼板の有無に着目した RC 部材の両引き試験を行い、鋼板が鉄筋とコンクリート間の応力伝達性状に及ぼす影響を検討する。さらに、鋼板とコンクリート間の目開きを抑制する方法として、鋼板にスタッドを設ける場合を想定し、そのスタッドによる目開き抑制効果を検討する。

2. 実験概要

図-1 に示すような 3 つのタイプ (NSP：中央鋼板のない試験体，SP：中央鋼板のある試験体，SSP：中央鋼板にスタッドを設けた試験体) の試験体を各 3 体ずつ作製した。

試験体 NSP では、最初のひび割れが試験体中央位置に発生するように、深さ 5mm の切欠きを設けた。試験体 SP の中央鋼板の厚さは 12mm とし、これを鉄筋が貫通するように穴を開けた。試験体 SSP のスタッドに関しては、本研究の両引き試験体に適する規格のスタッドがないため、長さ 188mm の丸鋼 ($\phi 9$) と正方形に加工した平鋼 (厚さ 12mm，幅 20mm) からなるスタッドを用いた。そのスタッドと中央鋼板との接合部は溶接により固定した。

鉄筋のひずみ分布を詳細に調べるため、図-2 のような鉄筋 (D16) のリブを切削した溝切り鉄筋を採用した。ひずみゲージは試験体中央から外側 100mm までを 20mm 間隔で、それより外側は 50mm 間隔で貼り付けた。切削した溝にひずみゲージを貼り付け、コーティングした後は、エポキシ樹脂で溝全体を充填した。試験体 SSP では、スタッドの挙動も知るため、スタッド中央高さにひずみゲージを貼り付けた。また、試験体中央位置にパイ型変位計を取り付け、中央ひび割れ幅および目開き量を計測した。コンクリートの圧縮強度および引張強度はそれぞれ 30.2N/mm^2 ， 2.12N/mm^2 である。また、溝切り鉄筋およびスタッドに用いた丸鋼の弾性係数はそれぞれ 196kN/mm^2 ， 200kN/mm^2 である。

3. 実験結果および考察

NSP，SP，SSP 試験体の鉄筋ひずみ分布をそれぞれ図-3，図-4，図-5 示す。図-5 には、スタッドの先

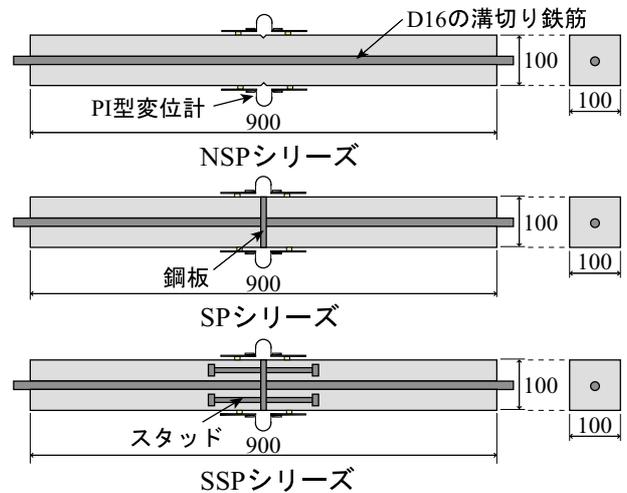


図-1 両引き試験体 (単位 mm)

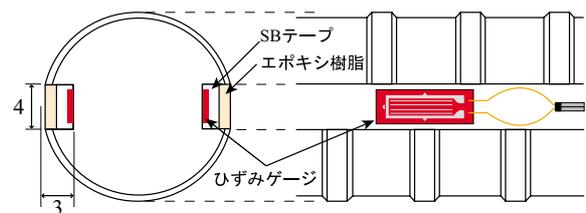


図-2 溝切り鉄筋 (単位 mm)

端の位置を点線で示した。ひび割れが発生すると、その位置のコンクリートの引張負担力は減少するため、どのタイプの試験体においても鉄筋ひずみは急激に大きくなる。例えば、図-5 において、荷重が 19.5kN のとき、-側 (左側) のスタッド頭部付近に、荷重が 26.5kN のとき、+側 (右側) のスタッド頭部付近にひび割れが発生したことが分かる。

パイ型変位計により計測した中央ひび割れ幅 - 荷重関係を図-6 に示すが、SP および SSP のひび割れ幅は鋼板の左右の目開き量の和である。SP の中央ひび割れ幅の増加量は、中央ひび割れ発生後の NSP における中央ひび割れ幅の増加量にほぼ等しいことが分かる。しかし、荷重が 36.2kN になるまで、SP に比べ、NSP の中央ひび割れ幅は小さい。この理由は、中央位置以外のひび割れの有無に関わらず、SP の中央鋼板内の鉄筋の長さが NSP の中央ひび割れ内の鉄筋の長さの方が大きいこと、また、NSP における中央ひび割れはコンクリート表面から鉄筋部分まで徐々に進展するからと考えられる。つまり、パイ型変位計の標点距離区間内の伸び剛性が、NSP より SP の方が小さいからである。SSP に関しては、両側のスタッド頭部にひび割れが入るま

Key Words: 鋼板, 鉄筋ひずみ, ひび割れ, 両引き試験, 鋼コンクリート剛結構造

〒 321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院情報制御システム科学専攻 Tel.028-689-6210 Fax.028-689-6210

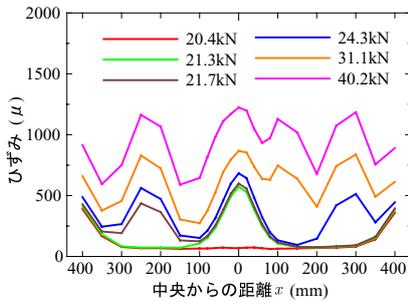


図-3 NSP の鉄筋ひずみ分布

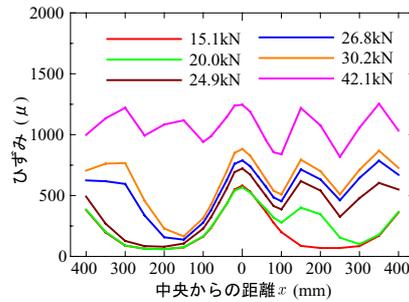


図-4 SP の鉄筋ひずみ分布

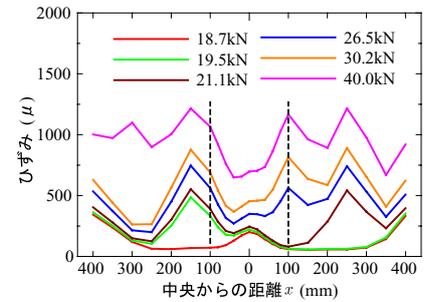


図-5 SSP の鉄筋ひずみ分布

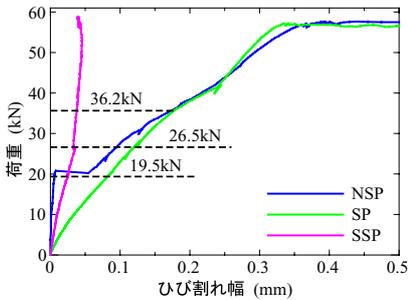


図-6 荷重 - 中央ひび割れ関係

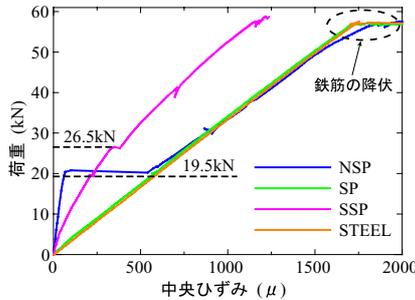


図-7 荷重 - 中央ひずみ関係

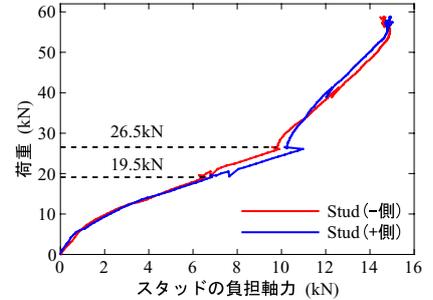


図-8 荷重 - スタッドの負担軸力関係

で、つまり、荷重が 26.5kN になるまでは、SP と比較しても、スタッドの目開き抑制効果が十分にあることが分かる。しかし、両側のスタッド頭部付近にひび割れが入り、スタッドの軸力負担が小さくなくても、中央目開き量が増加していない。この要因は、スタッドとコンクリートの寄与により、鋼板を介して両側のスタッド頭部間の伸び剛性が SP に比べて、十分に大きかったからと考えられる。

鉄筋の中央ひずみ - 荷重関係を図-7 に示す。ここで、図-7 に併記してある STEEL とは溝切り鉄筋単体の引張試験結果である。図-6 と同様に、SSP のスタッド頭部付近にひび割れが発生したときの荷重も示した。SP の中央ひずみは載荷重によらず、STEEL のひずみに等しく、中央ひび割れ発生後の NSP の中央ひずみにもほぼ等しいということが分かる。SSP の中央ひずみは、スタッドの軸力負担により、中央ひび割れ発生後の NSP および SP の中央ひずみに比べて、小さいことが分かる。また、SSP では、荷重 26.5kN を境にして、荷重 - 中央ひずみ関係の直線の傾きが小さくなっていることが分かる。つまり、荷重 26.5kN を境にして、中央ひずみの増加量が大きくなっているのである。この原因は、図-5 から、荷重 26.5kN の時に、+ 側のスタッドの頭部付近にひび割れが発生し、スタッドの軸力負担が減少したからと考えられる。つまり、中央鋼板を介して両側のスタッド頭部付近にひび割れが発生することによって、スタッド頭部付近のコンクリートの引張力負担が減少するので、コンクリートからスタッド頭部に加わる引張力も減少し、スタッドの軸力負担が減少したと考えられる。

荷重 - スタッドの負担軸力関係を図-8 に示すが、スタッドの負担軸力は、スタッドの中央ひずみ、断面積

および弾性係数から算定した。図-8 にある Stud(+ 側) および Stud(- 側) とは、図-5 の + 側 (右側) のスタッドおよび - 側 (左側) のスタッドを意味し、それぞれスタッド 4 本分の軸力を表している。また、図-8 には、図-7 と同様に、スタッドの頭部付近にひび割れが発生したときの荷重を示した。図-8 から、荷重 26.5kN を境にして、荷重 - スタッドの負担軸力関係を表す傾きが大きくなっていることが分かる。つまり、荷重 26.5kN を境にして、荷重に対するスタッドの負担軸力の増加量が小さくなったのである。この原因は、上述したように、両側のスタッド頭部付近にひび割れが発生することによって、コンクリートからスタッド頭部に加わる引張力が減少したからと考えられる。

4. まとめ

本研究では、鋼板の有無に着目した RC 部材、鋼板にスタッドを設けた RC 部材の両引き試験を行い、鋼板の有無が鉄筋およびコンクリートの挙動に及ぼす影響を検討した。鋼板のある試験体の中央目開き量および中央ひずみの増加量は、中央ひび割れ発生後の鋼板のない試験体における中央ひび割れ幅および中央ひずみの増加量にほぼ一致することが分かった。また、鋼板のある試験体の中央ひずみは鉄筋単体のひずみに等しいことも分かった。目開き抑制のために設けたスタッドに関しては、両側のスタッド頭部にひび割れが発生すると、荷重に対するスタッドの負担軸力の増加量は減少するが、スタッド頭部のひび割れの有無に関わらず、スタッドによる目開き抑制効果は十分にあることが分かった。

参考文献

- 1) 佐藤, 大島ら: 鋼桁と RC 柱を半剛結した構造の結合部の非線形性と応力伝達メカニズムの解析, 応用力学論文集, Vol.3, pp.415-426, 2000.