

## 1. はじめに

鋼・コンクリート複合ラーメン橋の剛結部では、鋼桁下フランジをRC橋脚中の鉄筋が貫通し、鋼板がRC構造の一体化を妨げる場合がある。このような剛結部では、鋼板とコンクリートの接触面が引張を受けた場合、目開きが生じる可能性がある。この目開きを抑制するために頭つきスタッドを用いる場合がある。しかし、頭つきスタッドを用いるとスタッド頭部の応力伝達の集中により、その効果は減少するとの報告がある<sup>1)</sup>。そこで本研究では、頭つきスタッドの代わりに異形スタッドを用いることとし、目開き抑制効果や応力伝達の分散性を両引き試験で確認することを目的とする。

## 2. 実験概要

本研究では、RC部材を遮断する鋼板をもつ両引き試験体において、異形スタッドの有無、主鉄筋が鋼板を貫通するかしないかが目開き抑制効果や応力伝達性状に及ぼす影響を調べた。図-1に示すような4つのタイプの試験体を各3体ずつ作成した。試験体の記号名は、中央鋼板のない試験体をN、中央鋼板のある試験体をP、中央鋼板に主鉄筋を貫通させ異形スタッドを取り付けた試験体をSC、中央鋼板に主鉄筋を貫通させずに異形スタッドを取り付けた試験体をSNとした。

試験体の長さ方向に複数のひび割れを発生させる目的や異形スタッドの定着長さを考慮して、試験体の寸法は $100 \times 100 \times 1200\text{mm}$ とした。試験体Nでは、最初のひび割れが試験体中央に発生するように、深さ10mmの切り欠きを設けた。試験体P、SC、SNの中央鋼板厚さは12mmとし、試験体P、SCでは中央に穴をあけ、鉄筋を貫通させた。試験体SNは中央鋼板と主鉄筋の距離を両側14mmとした。試験体SC、SNの異形スタッドには、D10の異形鉄筋を片側4本ずつ設けた。十分な定着長さを考慮し<sup>2)</sup>、SC試験体で250mm、SN試験体で280mmとした。また、異形スタッドと鋼板は、溶接により固定した。

本研究では、鉄筋ひずみ分布を詳細に測定するために、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<sup>1)</sup>。ひずみゲージは試験体中央から外側150mmまでを25mm間隔で、それより外側300mmまでを50mm間隔で貼り付けた。SN試験体と他の試験体のひずみゲージ貼り付け位置を一致させるために中央から50mmの位置から貼り付けた。試験体SC、SNでは、異形スタッドの軸力も測定するために中央鋼板から50mmの位置にひずみゲージを貼り付けた。また、図-1のように、試験体中央に標点距離100mmのパイ型変位計を取り付けることにより、中央ひび割れ幅およ

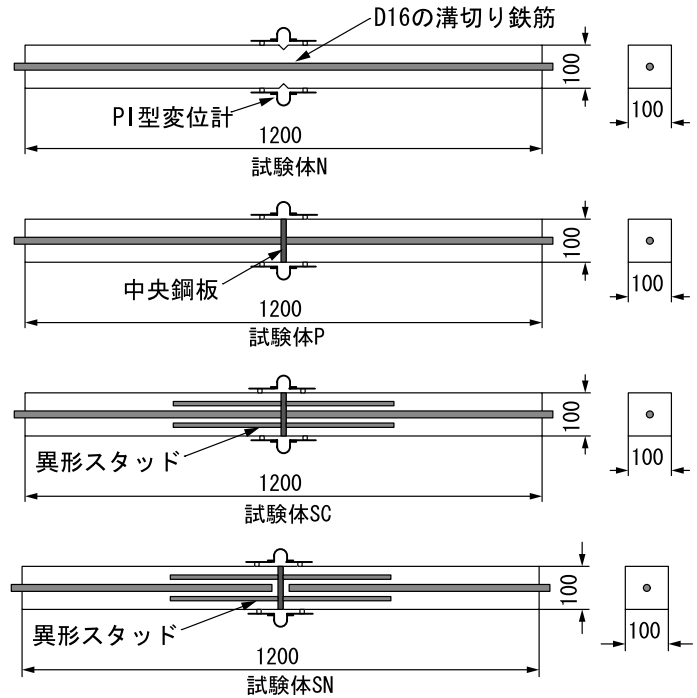


図-1 両引き試験体 (単位 mm)

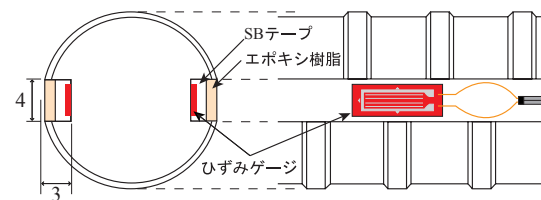


図-2 溝切り鉄筋のひずみゲージ貼り付け状況 (単位 mm)

び目開き量を測定した。コンクリートの圧縮強度、引張強度はそれぞれ37.9、 $3.0\text{N/mm}^2$ である。また、D10の異形鉄筋の弾性係数は $180\text{kN/mm}^2$ である。

## 3. 実験結果および考察

すべての試験体で、降伏荷重は約60kNで、ひび割れは荷重20～40kNで発生した。荷重40kN時の各タイプ試験体の鉄筋ひずみ分布を図-3に示す。図-3には、異形スタッドの先端の位置を破線と点線で示した。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なくなるため、鉄筋ひずみは急激に大きくなる。図-3から、試験体SCでは、中央からの距離の一方(左側)のスタッド端部にひび割れが発生したが、+側(右側)のスタッド端部にはその位置のひずみが大きくなっていないため、ひび割れは発生していないことがわかる。ここで、スタッド端部のひび割れ発生荷重は30.7kNであった。これに対して、試験体SNでは、荷

Key Words: 鋼板, 鉄筋ひずみ, ひび割れ, 両引き試験, 異形スタッド

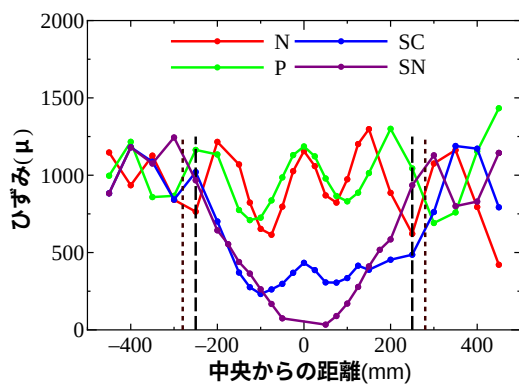


図-3 鉄筋ひずみ分布 (荷重 40kN 時)

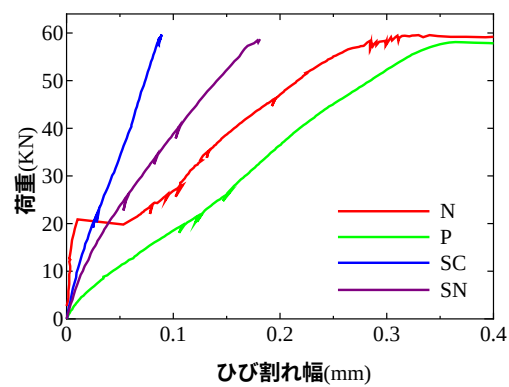


図-4 荷重 - 中央ひび割れ関係

重 34.2kN 時に十側、40.3kN 時に一側にスタッド端部にひび割れが発生した。試験体 N では、20.7kN のときに中央にひび割れが発生し、ひび割れ発生後の中央ひずみ分布は試験体 P と同様の傾向を示した。スタッド端部間のひずみ分布に着目すると、同区間における試験体 N、P の鉄筋ひずみに比べて、試験体 SC、SN の鉄筋ひずみは小さいことから、異形スタッドの軸力負担により、鉄筋ひずみは抑制されたことがわかる。

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-4 に示す。試験体 P、SC および SN の中央ひび割れ幅は中央鋼板と左右のコンクリート間の目開きの量の和を意味する。図-4 から、試験体 SC の目開き量は、試験体 P と比較すると目開き量は小さく、異形スタッドにより目開きが抑制されていることがわかる。試験体 SN の目開き量は、試験体 SC と比べると大きい値となっている。これは、試験体 SN は主鉄筋が中央鋼板を貫通していないために、試験体 SC に比べて中央鋼板とコンクリートの一体性が低くなっていると考えられる。しかし、試験体 P およびひび割れ発生後の試験体 N と比べると、目開き量は小さく、やはり目開きが抑制されていると言える。

荷重 - 異形スタッドと主鉄筋の負担軸力関係を図-5 に示す。ここで、異形スタッド、主鉄筋の負担軸力は、ひずみゲージの値と弾性係数から算定した。スタッドの負担軸力は左右で求めたスタッド 4 本の軸力の和を平均したものであり、主鉄筋の負担軸力は、中央ひずみから求めた。スタッド端部付近にひび割れが発生した荷重 30.7kN(試験体 SC)、34.2kN(試験体 SN) も図中に示した。試験体 SC および SN は異形スタッド端部付近にひび割れ発生してもスタッドの負担軸力増加量は一定である。スタッド端部にひび割れが発生した後も負担軸力が減少しない原因として、スタッドに異形鉄筋を使用していることと、コンクリートが異形スタッドに応力を伝達させるのに十分な定着長さを確保しているためと考えられる。試験体 SC のスタッド負担軸力と主鉄筋の負担軸力の和と試験体 SN のスタッド負担軸力はほぼ等しい値となった。図-5 から、試験体 SC と主鉄筋の負担軸力の和と荷重は等しくなっていないことがわかる。これは、スタッドに貼り付けたひずみゲージは中央から 50mm の位置にあるため、その位置のスタッドの負担

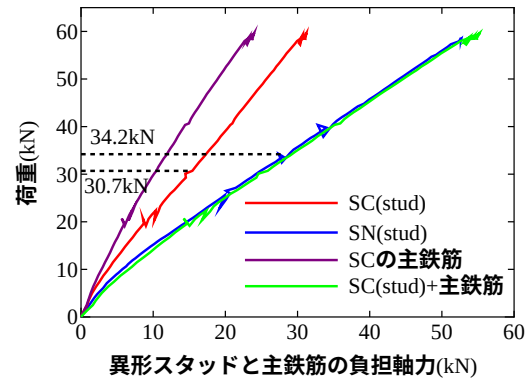


図-5 異形スタッドと主鉄筋の負担軸力

軸力が中央での負担軸力よりも小さいから、その力はその位置のコンクリートが負担していることになると考えられる。荷重 10kN 以下では、スタッドの負担軸力や主鉄筋の負担軸力が小さい原因として、荷重の小さいときは、中央鋼板とコンクリート間に付着力により応力伝達されたが、荷重 10kN あたりで鋼板とコンクリート間の付着がとれたため、スタッドや主鉄筋の負担軸力が大きくなったと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、鋼板を介した RC 部材として両引き試験を行った。その結果、鉄筋ひずみ分布から、異形スタッドを設けた試験体では異形スタッドの軸力負担により、両スタッド端部間での鉄筋ひずみは抑制されたことがわかった。異形スタッドの定着長さを十分に確保すると、異形スタッド端部にひび割れが発生しても鋼板付近の負担軸力にあまり影響しない。つまり、スタッド端部にひび割れが発生しても、目開き抑制効果に影響しないことを確認した。異形スタッドによる中央鋼板の目開き抑制効果は主鉄筋が鋼板貫通の有無に関わらず、十分抑制することを確認した。

#### 参考文献

- 1) 井上淳他：複合構造内の RC 部材を遮断する鋼板がその力学性状に及ぼす影響，構造工学論文集，2005.3.
- 2) 岡村甫：鉄筋コンクリート工学，市ヶ谷出版社，2003.3.