

I形鋼にスタッドを配置した複合構造のコンクリート付着特性に関する研究

五洋建設(株)
 宇都宮大学
 日本コンクリート技術(株)

正会員 ○宇野 州彦
 正会員 池野 勝哉
 正会員 藤倉 修一
 正会員 篠田 佳男

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造（以下、RC構造）に要求される耐震性能は、近年発生している地震の巨大化からその性能向上が求められており、鉄筋量が増加している。そのような中、生産性向上への取り組みが急務であり、過密配筋を有する構造物において効率的な施工方法が求められている。著者らはこれらの状況に対応するため、RC構造に代わる新たな複合構造として、写真-1に示すようなI形鋼のウェブにスタッドを配置した鋼材を用いた複合構造を提案する（以下、提案構造）。本構造は、軸方向引張力が作用するとポアソン効果によって軸直角方向に圧縮力が作用する。これによりウェブ両端に位置するフランジ間の距離が狭まりフランジとコンクリートとの一体性が増すことが期待される。さらにスタッド配置によりコンクリートとの付着力を向上させており、複数の鉄筋を単一のI形鋼に置き換えることが可能なことから、施工の効率化に繋がるものと期待される。本論文では、提案構造のコンクリートとの付着特性を把握することを目的に両引き試験¹⁾を実施した。

2. 実験概要

両引き試験の試験体断面図および平面図を図-1に示す。試験体は全てのケースにおいて、両端の掴み部を除いた鋼材全長を1500mm、コンクリート部の長さを1100mmとしている。なお、コンクリート部の両端には非付着部をそれぞれ50mmずつ設けている。RC構造と提案構造の付着特性の比較を行うため、D25の鉄筋を4本配しその周囲にコンクリートを打設したRC試験体（Case1）を用意し、鉄筋の総断面積とほぼ等価な断面積として、I-150×75×5.5×9.5のI形鋼を提案構造の芯材として使用することとした。また、スタッドの有無による付着性能の違いを確認するために、スタッドのないI形鋼のみを芯材とした試験体（Case2、図示は割愛）と、軸径10mm、全



写真-1 ウェブにスタッドを配置したI形鋼

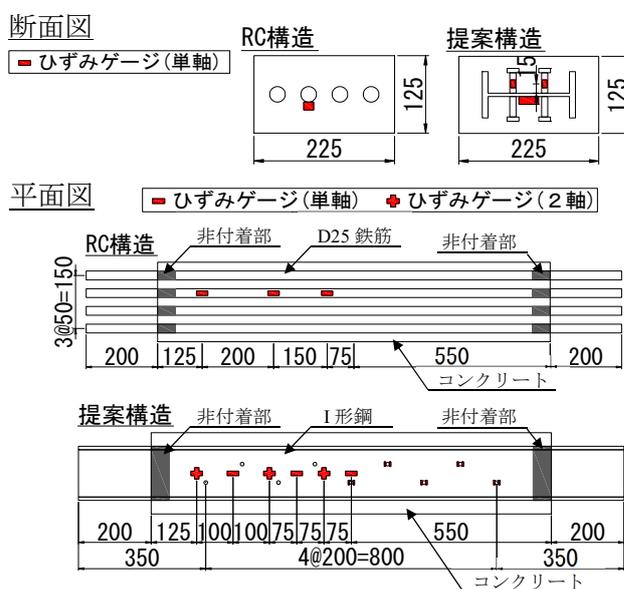


図-1 試験体の断面図および平面図（単位：mm）

高40mmのスタッドを200mm間隔で配置した提案構造試験体（Case3）を用意した。スタッドの配置間隔は、I形鋼の全断面積で負担する全引張降伏力に対して、ポアソン効果によるフランジとコンクリート間の摩擦力およびスタッドによるせん断耐力で抵抗するように求めている。なお、スタッド一本当たりのせん断耐力は複合構造標準示方書²⁾に準じて算出した。鋼材の機械的性質およびコンクリートの両引き試験日材齢における材料特性を表-1および表-2に示す。主な測定項目は、引張荷重および試験体の軸方向変位量、鋼材およびスタッドのひずみである。I形鋼のウェブには軸方向および軸直角方向にひずみゲージを貼付している。

キーワード 複合構造, スタッド, ポアソン効果, 付着特性, 両引き試験

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL 0287-39-2109

表-1 鋼材の機械的性質

	降伏点 N/mm ²	引張強度 N/mm ²	ヤング係数 ×10 ³ N/mm ²	規格
鉄筋D25	407	558	177.6	SD345
I形鋼150×75	366	469	207.7	SS400
スタッド	430	490	—	SS400

表-2 コンクリートの材料特性

	圧縮強度 N/mm ²	割裂引張強度 N/mm ²	ヤング係数 ×10 ³ N/mm ²
Case1	54.8	3.9	30.0
Case2	43.5	3.7	28.8
Case3	44.7	3.8	29.6

3. 実験結果

実験で得られた荷重比-変位関係を図-2 に示す。図に示す荷重比は、対象とした鉄筋および I 形鋼の機械的性質が異なるため（表-1）、計測された引張荷重値を各鋼材の断面積および降伏点で除すことで無次元化している。図より、Case2 は荷重比 0.4 程度から軸剛性の低下がみられる。これは別途計測した鋼材のコンクリートからの抜け出し量が Case2 では増加していたことによるものと考えられ、コンクリートとの付着力低下が要因であると推察される。Case1, Case3 については、降伏に至る荷重比およびその後の挙動についても概ね一致しており、提案構造が RC 構造と同等の軸剛性を有していることが分かる。

鋼材の荷重比 0.1 時、降伏荷重時および軸方向変位 40 mm におけるコンクリート表面のひび割れ本数と最大ひび割れ幅を図-3 に示す。弾性範囲内におけるひび割れ本数は Case1 に比べ Case3 のひび割れ分散性は若干劣る結果となり、降伏荷重時においても Case1 のひび割れ本数が多い。しかし、軸方向変位が 40 mm になると Case3 が Case1 のひび割れ本数を上回り、最大ひび割れ幅は Case3 が最も小さくなっている。提案構造はスタッドを配置することで、付着性能を向上させるだけでなく、降伏後に優れたひび割れ分散性を発揮すると考えられる。

図-4 に鉄筋および I 形鋼の降伏荷重時における鉄筋軸方向と I 形鋼ウェブ軸方向および軸直角方向のひずみ分布を示す。発生ひずみは引張を正值、圧縮を負値としている。軸直角方向の分布は、概ね均等に圧縮ひずみが発生しており軸方向のひずみに対して約 0.2~0.3 程度の圧縮ひずみ量であることから、鋼材のポアソン効果によるものと考えられる。また、軸方向の分布も同様に概ね均等にひずみが発生している。

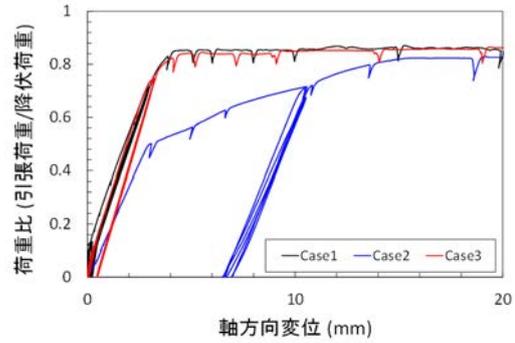


図-2 荷重比-変位関係

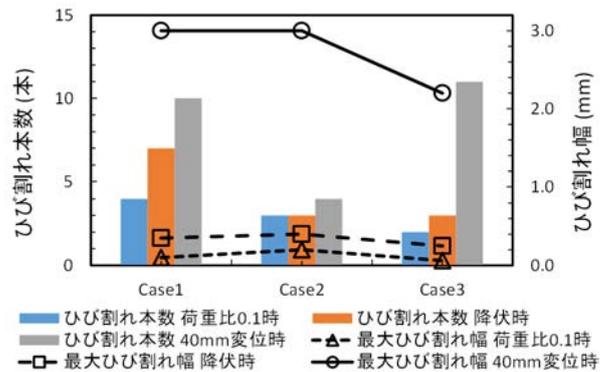


図-3 ひび割れ本数と最大ひび割れ幅

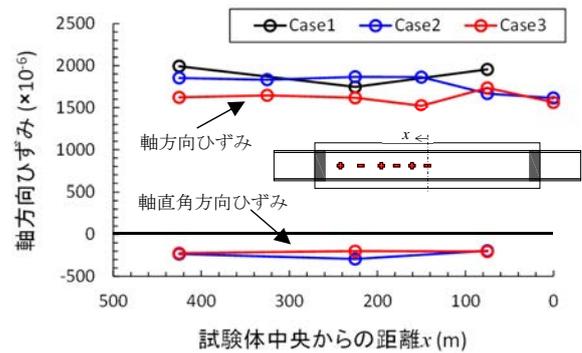


図-4 鉄筋および I 形鋼ウェブのひずみ分布

4. まとめ

本研究では、I 形鋼のウェブにスタッドを配置した複合構造に対して両引き試験を実施し、コンクリートとの付着特性の把握を行った。実験結果から、提案構造は RC 構造と同等の軸剛性を有しており、ポアソン効果によってフランジ間のコンクリートが拘束され、さらにスタッドを配置することにより付着性能が高まること、提案構造は降伏荷重以降においてひび割れ分散性に優れることが明らかになった。

参考文献

- 1) 村田二郎, 河合紘茲: 両引き試験による鉄筋コンクリートのひび割れ分散性に関する研究, 土木学会論文集, 第 378 号/V-6, pp.107-115, 1987.
- 2) (公社)土木学会: 2014 年制定 複合構造標準設計方書 [設計編], pp.68-73, 2015.