

スタッド配置段数に着目した押抜き試験体の押抜き挙動に関する実験的研究

宇都宮大学 学生員 ○菅原健太郎 正会員 又吉彩乃
フェロー会員 中島章典 正会員 NGUYEN MINH HAI 藤倉修一

1. はじめに

鋼とコンクリートの機械的接合材として頭付きスタッド（以下、スタッドと記す）が幅広く使用されている。また、スタッドの押抜き試験としてスタッドを1段配置した押抜き試験方法¹⁾（以下、標準試験方法案と呼ぶ）が一般的に用いられている。しかし、現在使われている標準試験方法案の試験体にはコンクリートブロックが回転しやすいなどの問題点が指摘されている²⁾。そこで、コンクリートブロックの回転を抑制するために、スタッドの配置段数を2段とした押抜き試験体の載荷実験を行い、通常のスタッド1段配置の押抜き挙動と比較検討した。

2. 頭付きスタッドの静的押抜き試験概要

(1) 試験体

本研究では、図-1に示すようなスタッドを1段4本あるいは2段8本配置した押抜き試験体を、それぞれ4体作製して実験に用いた。なお、スタッドの軸径は16mm、全高は90mmである。また、2つのT鋼を合わせたH鋼のフランジ幅が120mm、厚さが9mmであり、ウェブ厚が9mm、その高さが200mmである。そして、H鋼の押抜き方向長さは450mmで、コンクリートとの接触面の長さは400mmである。図-1-bに示している2段配置のスタッドの配置間隔(H)は、150mmあるいは100mmであり、H鋼の下端から下側のスタッド配置位置までの距離は、前者で125mm、後者で150mmである。また、コンクリートブロックの断面は400×120mmである。

(2) 測定項目と試験方法

本研究では、コンクリートブロックとH鋼の相対ずれ変位、コンクリートブロックとH鋼の水平方向相対変位（以下、開き変位と呼ぶ）などを計測した。ずれ変位は、各スタッド位置で計測するものとし、スタッド2段配置の試験体では8箇所、スタッド1段配置の試験体では4箇所計測した。これに対して、それぞれのコンクリートブロックにおいて片側で、スタッド2段配置では、高さ方向の4箇所、合計8箇所、スタッド1段配置では、高さ方向の3箇所、合計6箇所コンクリートブロックの背面とH鋼ウェブ位置の水平方向相対変位を計測した。また、スタッド基部から45mm位置の上下方向の軸部ひずみをひずみゲージにより計測した。スタッド1段配置の試験体では、すべてのスタッドで、スタッド2段配置の試験体では、上下組で半分のスタッドで計測した。さらに、ひずみを計測しているスタッドでは、スタッド位置上下30mm位置のフランジの両面のひずみも計測した。

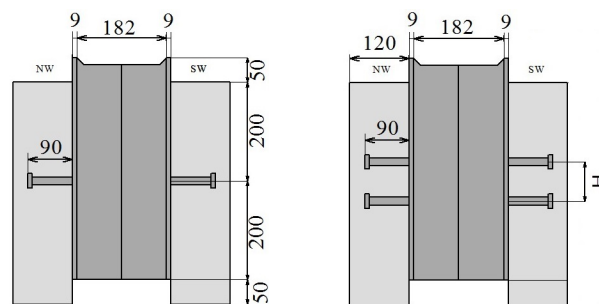


図-1-a 1段配置の押抜き試験体 図-1-b 2段配置の押抜き試験体

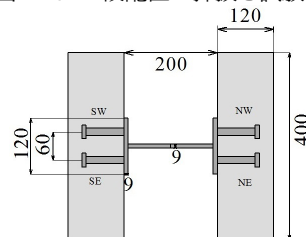


図-1-c 押抜き試験体の上面図

図-1 試験体概要



図-2-a 固定支持

図-2-b 可動支持

図-2 コンクリートブロック底面の支持方法

また、コンクリートブロック底面の支持方法としては図-2に示すように、標準試験方法案¹⁾に準拠して行う固定支持と島ら³⁾が提案する可動支持の2種類の方法に従って実験を行った。載荷方法は、漸増繰返し載荷とし、スタッドが破断、もしくは載荷荷重が著しく低下したことを確認した時点で載荷終了とした。以下に示す試験体名のアルファベット HS の前の数字がスタッド配置段数を表し、その後の F あるいは M の記号は押抜き試験体の支持条件に対応し、F が固定支持、M が可動支持を表している。ただし、スタッド2段配置の試験体では、HS の後に2段のスタッドの配置間隔を表す数字を挿入している。

3. 実験結果及び考察

(1) セン断力-ずれ変位関係

各試験体のせん断力とずれ変位関係の包絡線を図-3に示す。実線はスタッド2段配置の押抜き試験、点線はスタッド1段配置の押抜き試験の結果を示している。図の縦軸がせん断力、横軸がずれ変位を表している。せん断力とは、ス

Key Words: 複合構造, 押抜き試験, 頭付きスタッド, 1段配置, 2段配置

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

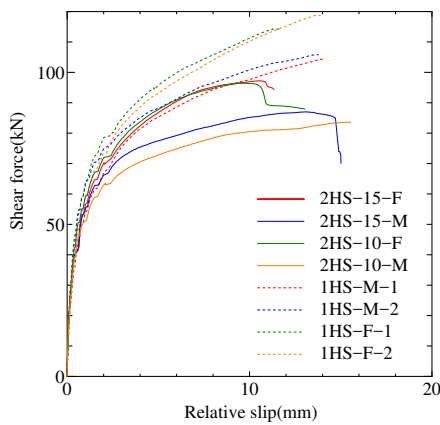


図-3 セン断力-ずれ変位関係

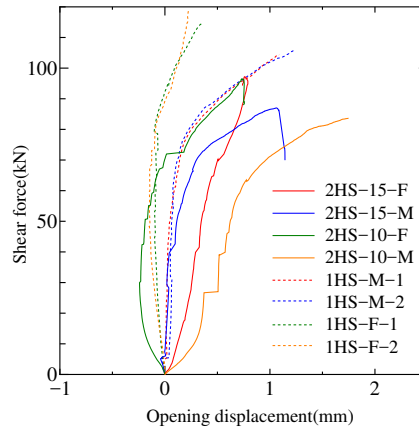


図-4 セン断力-開き変位関係

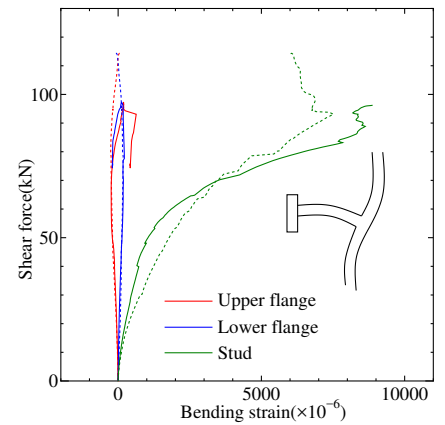


図-5 セン断力-スタッド曲げひずみ、フランジ曲げひずみ関係

タッド 1 本あたりに作用するせん断力であり、載荷荷重をスタッド本数で除した値である。スタッド 1 段配置と 2 段配置を比較すると、スタッド 2 段配置はせん断耐力が小さい。この理由は、スタッド 2 段配置の試験体では、試験体に作用する総荷重はスタッド 1 段配置の試験体の 2 倍に近いから、コンクリートブロックがより大きい力を受けてスタッドが破断する前にコンクリートブロックにひび割れが生じたためであると考えられる。実際にスタッド 2 段配置の試験体では、載荷荷重が 520kN 程度でコンクリートブロック表面にひび割れが生じたが、スタッド 1 段配置の試験体では、スタッドが破断するまでコンクリートブロック表面にひび割れは見られなかった。一方、支持方法に着目すると、スタッド 1 段配置と 2 段配置の押抜き試験体ともに、固定支持の方が可動支持と比較してせん断耐力は大きい。可動支持は、水平方向に移動が可能のためコンクリートと H 鋼の押し合う力が小さくなるので、固定支持と比較して小さくなると言われている²⁾。

(2) セン断力-開き変位関係

せん断力と開き変位関係の包絡線を図-4 に示す。実線はスタッド 2 段配置の関係、点線はスタッド 1 段配置の関係で、高さ方向の 4 箇所あるいは 3 箇所計測した値の平均値を示している。つまり、この開き変位は H 鋼フランジとコンクリートブロックの高さ方向中央位置の開き変位に相当すると言える。図の縦軸がスタッド 1 本あたりに作用するせん断力であり、横軸は開き変位を表している。スタッド 2 段配置の関係の計測位置間の差異はスタッド 1 段配置の関係と比較して大きい。支持方法による違いに着目すると、可動支持の方が固定支持より開き変位が大きい。この理由は、固定支持では、コンクリート下部をセメントペーストで載荷台に固定しているのに対して、可動支持ではローラー支持のためコンクリートブロック下方の開きの拘束が弱いと考えられる。また、スタッド 1 段配置よりもスタッド 2 段配置の方が開き変位が小さくなると予想された

が、逆の結果となった。この理由は、特にスタッド 2 段配置押抜き試験体の T 鋼を溶接して H 鋼にする際に H 鋼の形に不整が生じたためだと考えられる。

(3) セン断力-スタッド曲げひずみ及びフランジ曲げひずみ関係

せん断力とスタッド曲げひずみ及びフランジ曲げひずみ関係の包絡線を図-5 に示す。実線はスタッド 2 段配置、点線はスタッド 1 段配置の結果であり、緑線がスタッドの曲げひずみ、赤線がスタッド位置の上側のフランジの曲げひずみ、青線がスタッド位置の下側のフランジの曲げひずみである。縦軸はスタッド 1 本あたりに作用するせん断力であり、横軸が曲げひずみである。この図から、スタッド配置段数の違いはほとんど認められず、図中の変形のイメージに示すようにせん断力の作用に伴ってスタッドが上に凸の曲げ変形をするのに対して、上下のフランジがそれぞれ反対側の曲げ性状を示していることが分かる。ただし、スタッドの曲げひずみに対して、フランジの曲げひずみは非常に小さい。

4. まとめ

スタッド 2 段配置の押抜き試験は、通常のスタッド 1 段配置の押抜き試験と比較してスタッド 1 本あたりのせん断耐力は小さく、開き変位は大きい結果となった。しかし、フランジ曲げ挙動とスタッドの曲げ挙動の対応は同様であり、スタッド配置段数が 1 段配置と 2 段配置で大きな違いは見られなかった。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法（案）とスタッドに関する研究の現状，JSSC テクニカルレポート No. 35，1996.11.
- 2) 土木学会：複合構造ずれ止めの抵抗機構の解明への挑戦，2014.8.
- 3) 島弘，中島章典，渡辺忠朋：土木分野におけるずれ止めの性能評価法，第 9 回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，2011.11.