

頭付きスタッドの新しい押抜き試験方法の検証実験

宇都宮大学 学生員 ○ 渡邊 裕人
フェロー 中島 章典
学生員 橋本 昌利

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造では、異なる 2 つの材料間での応力伝達が必要となり、その応力伝達的手段としてずれ止めが用いられる。そのずれ止めとして頭付きスタッドが最も一般的に用いられている。頭付きスタッドのせん断耐力を実験的に調べる手段として、日本鋼構造協会より、押抜き試験方法¹⁾が提案されている。しかし、この試験方法では、押抜き試験体のコンクリートブロックを、モルタルを用いて試験ベッドに設置するため反力の重心位置が不明で、結果的にスタッドのせん断耐力に及ぼす偏心した鉛直反力による曲げモーメント作用の影響も不明である。そのため、モーメント作用によってもたらされるコンクリートブロックと H 鋼フランジ面に垂直な力の大きさもわからないとの指摘がある^{2),3)}。

そこで本研究では、押抜き試験体のコンクリートブロックの設置に際して、回転および水平移動が可能な支承を用いて単純支持とし、支点反力の位置を変えた実験を行う。それと同時にコンクリートブロックの下端に開止めを設置し、支点反力の位置と開止めによる拘束力の影響を調べ、このような押抜き試験方法の有効性を確認する。

2. 実験概要

(1) 試験体

実験に用いた試験体の特徴とせん断耐力を表-1 に、押抜き試験体の詳細を図-1 に示す。試験体は押抜き試験方法(案)¹⁾及び島らの研究²⁾に準じて作成し、コンクリートブロック幅は 400mm、コンクリートブロック厚は 180mm、スタッドの軸径は 19mm、高さは 120mm で軸直角方向の配置間隔はスタッド軸径の 5 倍とした。実験に際しては、開止めの有無、支承位置を変化させることとした。試験体名は、R、NR がそれぞれ開止めの有無を、O、C、I、MI が支承位置を表しており、それぞれ支点間長が 480mm、380mm、280mm、250mm となっている。T18 はコンクリートブロック厚さが 180mm であることを示している。図-2 に支承位置 C の詳細を示す。開止めはコンクリート下端付近に設けることとした。H 形鋼の断面寸法は 200×200×8×12mm であり、長さは 400mm である。開止めの寸法は断面寸法高さは 75×40×5×7mm、長さ 530mm の溝型鋼と、径 20mm のボルト（全ねじ）2 本を用いて構成した。ボルト中央部にはひずみゲージを 2 枚を貼り付けボルト軸ひずみを計測した。また、試験体は片割り試験体を溶接で接合した。

表-1 各試験体の特徴とせん断耐力

試験体名	特徴	せん断耐力 (kN)
NRI-T18	開止め無し、支承位置内側	93
RC-T18	開止め有り、支承位置中央	135
RI-T18	開止め有り、支承位置内側	141
RO-T18	開止め有り、支承位置外側	124
NRMI-T18	開止め無し、支承位置最内側	96
RMI-T18	開止め有り、支承位置最内側	130

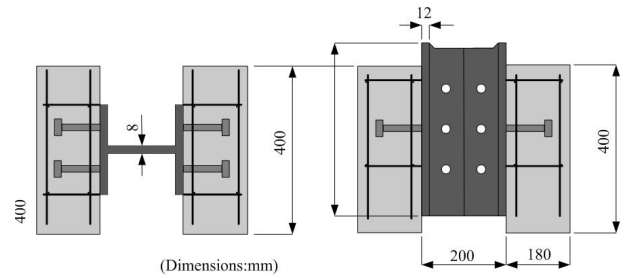


図-1 試験体詳細

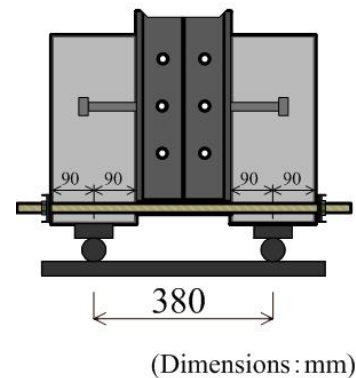


図-2 支承位置

(2) 測定項目

本研究で測定した項目は、せん断力、ずれ変位、コンクリートブロックの変位、H 形鋼とコンクリートブロックとの開き変位、スタッドの軸方向変位、H 形鋼ウェブのひずみ、スタッドのひずみ、開き止めのボルトのひずみである。

(3) 試験方法

試験体および支承を載荷フレームの台座上に設置し球座を用いて載荷を行った。載荷は漸増繰返し載荷で行い、除荷はずれ変位が 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0mm の時に行った。載荷荷重が低下した時点で載荷終了とした。

(4) 使用材料

実験で使用したコンクリートの試験中の平均圧縮強度は 35.9N/mm² である。また、頭付きスタッドの引張強度は 481N/mm²、降伏強度は 372N/mm² である。

(5) 実験結果及び考察

実験に用いた頭付きスタッドのせん断耐力の複合構造標準示方書⁴⁾に基づく設計値は、136kNとなった。この値と比較して最も近いせん断耐力を示したのがRC-T18の135kNであり、この値を超えたのはRI-T18の141kNのみであった。また、最終破壊形態については、RC-T18, RI-T18, RMI-T18の3つの試験体でずれ変位が増加するのに伴いせん断力が低下した後にスタッドが破断した。しかし、その他の試験体では、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、スタッドの破断は確認されなかった。

a) せん断力-ずれ変位関係

すべての試験体のせん断力-ずれ変位関係を図-3に示す。縦軸はせん断力 (kN) であり、横軸はずれ変位 (mm) となっている。図-3を見ると、全体の傾向として、開止め有りの試験体の方がせん断耐力は高い結果となっている。また、同じ支承位置の試験体について見ると、最終的なずれ変位もせん断耐力と同様に大きくなっている。一方、開止め無し試験体では、モーメント作用によりコンクリートブロックとH形鋼の下端が開くために、せん断力が十分大きくなる前にコンクリートブロックにひび割れが生じて、最大せん断力は、開止め有りに比べて小さくなっている。

b) せん断力-スタッド軸ひずみ関係

すべての試験体のせん断力-スタッド軸ひずみ関係を図-4に示す。縦軸はせん断力 (kN)、横軸はスタッド軸ひずみ ($\times 10^{-6}$) である。この関係は図-3に示すせん断力-ずれ変位関係に対応した傾向を示している。しかし、スタッド軸ひずみがスタッドのせん断耐力に及ぼす影響ははっきりとはわからない。開止めを用いた試験体のせん断力-ボルト軸力関係を図-5に示す。縦軸はせん断力 (kN) であり、横軸はボルト軸力 (kN) である。図-5から、支点間距離が大きくなるほどやはりボルト軸力は大きくなることが分かる。支点間距離が長くなると、コンクリートブロックに作用する支点反力によるモーメントが大きくなるために、載荷荷重の増加に伴いコンクリートブロックが開こうとする。そのために開止めに大きな力が働き、ボルト軸力が大きくなると考えられる。

3. まとめ

本研究では、スタッドの押抜き試験体のコンクリートブロックの設置条件を単純支持として支点反力の位置を変え、さらに、コンクリートブロックの下端に設置した開止めの有無がせん断力-ずれ変位関係やせん断耐力に及ぼす影響を調べた。その結果、開止めの有無がスタッドのせん断耐力に大きい影響を及ぼす結果となった。ただし、支点反力の位置がせん断耐力に及ぼす影響は必ずしもはっきりしていない。今後は、ここで示したスタッドの軸ひずみ、開止めに用いたボルトの軸力に加えて、コンクリートブロックの変位などの関係をさらに詳細に調べ、支点反力の位置および開止めの有無がスタッドのせん断耐力に及ぼす影響を

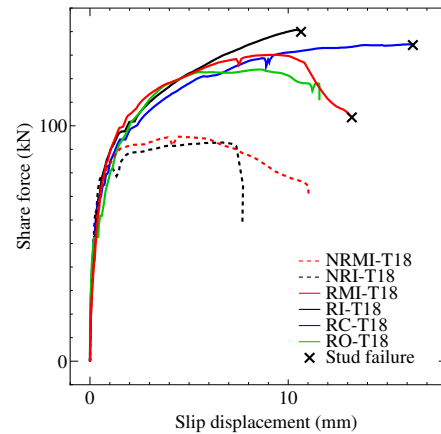


図-3 せん断力-ずれ変位関係

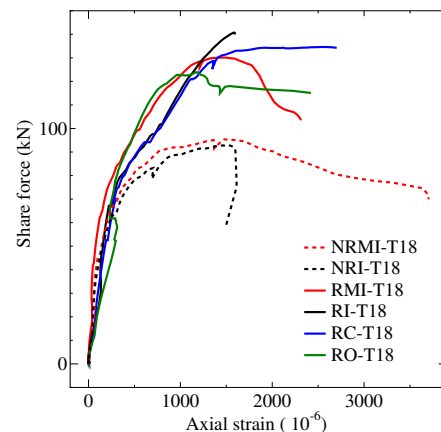


図-4 せん断力-スタッド軸ひずみ関係

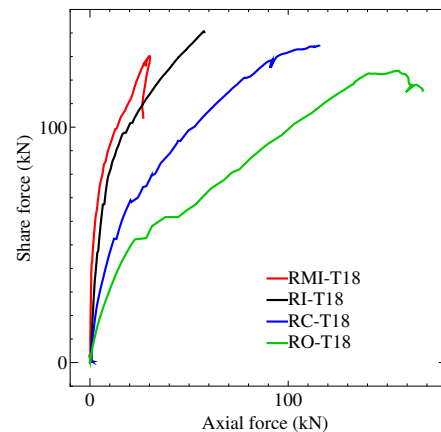


図-5 せん断力-ボルト軸力関係

確認する予定である。

参考文献

- 1) 社団法人日本鋼構造協会：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) 島 弘：頭付きスタッドのせん断ずれ変位およびスタッド軸方向挙動との関係に及ぼす試験方法の影響，土木学会論文集 A1（構造・地震工学）Vol. 67, pp.307-319, 2011.
- 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.
- 4) 土木学会：複合構造標準示方書，p.63, 2009.