(4) T字型・十字型鋼板押抜き試験による孔あき鋼板ジベルのせん断伝達に関する実験的研究

大野 将季¹・中島 章典²・Nguyen Minh Hai³

 ¹学生会員 宇都宮大学大学院 工学研究科地球環境デザイン学専攻 (〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2) Email: mt156423@cc.utsunomiya-u.ac.jp
²フェロー会員 宇都宮大学大学院教授 工学研究部循環生産研究部門 (〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2) Email: akinorin@cc.utsunomiya-u.ac.jp
³正会員 宇都宮大学大学院 工学研究科地球環境デザイン学専攻 (〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2) Email: nguyenminhhai@cc.utsunomiya-u.ac.jp

鋼コンクリート複合構造のずれ止めの1つに孔あき鋼板ジベルがある.これまで著者らはジベル鋼板がコンク リートブロックに取り囲まれている単純な押抜き試験体を作製し,静的載荷試験を行った.しかし,押抜き試 験と実際の構造物中の孔あき鋼板ジベルとの対応性が不明確である.そこで本研究では,孔を設けたリブ鋼板 が母材鋼板に溶接された構造を模擬したジベル孔1つを有するT字型鋼板と十字型鋼板を用いた押抜き試験を 行った.母材鋼板とジベル鋼板にひずみゲージを貼付することにより,母材鋼板上部に荷重を加えた際の母材 鋼板とジベル鋼板間の力の流れ,載荷方向における荷重分担など向を推定した.押抜き試験の結果,荷重の増 加に伴って,ジベル鋼板内には鉛直方向の力に加えて水平方向の力も作用していることが分かった.

Key Words : steel-concrete composite structure, perfobond strip, T-shape and cross shape steel section, shear transmission

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造では、鋼とコンクリートの 間での確実な応力伝達が重要であり、そのずれ止めの1 つとして Leonhardt ら¹⁾によって提案された孔あき鋼 板ジベルが用いられている.

わが国においても実用化の観点から,孔あき鋼板ジベ ルの挙動に及ぼす種々の影響因子を明らかにしようと する研究が多数行われており,設計用のせん断耐力の強 度評価式が多数提案されている²⁾⁻⁶⁾.平ら²⁾,保坂ら ⁴⁾及び古内ら⁵⁾は頭付スタッドの押抜き試験方法(案)⁷⁾ (以下,押抜き標準試験と呼ぶ)を参考にしたタイプの 試験体を用い,孔あき鋼板ジベルのせん断耐力などを 確認している.なお,複合構造標準示方書に規定され ているせん断耐力評価式はLeonhardtら¹⁾の研究を参 考にしたものとなっている⁸⁾.

一方,従来の頭付スタッドの押抜き標準試験では,コ ンクリートブロック底面と試験ベッド間の摩擦力,コ ンクリートブロックに作用する曲げ,及び母材鋼板と コンクリートブロックとの間の摩擦力などの複雑な要 因が含まれていることが島ら⁹⁾,高橋ら¹⁰⁾によって指 摘されている.さらに,藤井ら⁶⁾は様々なタイプの押 抜き試験体を用い,要素試験の境界条件により孔あき 鋼板ジベルのせん断抵抗機構が異なることを指摘して いる.しかし,藤井らの研究ではせん断耐力に及ぼす 拘束因子による影響を詳細に調べているが,母材鋼板 からジベル鋼板へのせん断伝達を必ずしも把握してい ない.

これまで著者らはコンクリートブロックに作用する 曲げや、母材鋼板とコンクリートブロックとの間の摩 擦力を除く意図で、平らなジベル鋼板をコンクリート ブロックで取り囲むタイプの押抜き試験体を用い、孔 あき鋼板ジベルのせん断耐力などを確認した^{11),12)}.し かし、著者らの研究で用いた押抜き試験体では、ジベ ル鋼板がコンクリートブロックの中央に配置されてい るのに対して、実構造ではジベル鋼板がコンクリート ブロックの端部に配置されている場合が多い.したがっ て、著者らが用いたタイプの押抜き試験体とジベル鋼 板がコンクリートブロック端部に配置された押抜き試 験体との対応性を確認することが必要である.

そこで本研究では、試験体形状に着目することとし、 孔を設けたリブ鋼板が母材鋼板に溶接された構造を模 擬したジベル孔1つを有するT字型鋼板と十字型鋼板, さらには著者らの研究^{11),12)}と同様の試験体であるジベ



図-2-a TP 試験体

図-2 押抜き試験体 CDP 設置状況

ル鋼板がコンクリートブロックに取り囲まれている試 験体に対して、ジベル鋼板を少しずつコンクリートブ ロック端部にずらしたものを用いた押抜き試験を行っ た.T字型・十字型鋼板を用いた押抜き試験体には母 材鋼板とジベル鋼板に一軸と三軸のひずみゲージを貼 付することにより、母材鋼板上部に荷重を加えた際の 母材鋼板とジベル鋼板間の力の流れ、載荷方向におけ る荷重分担、ジベル孔内のコンクリートに作用するせ ん断応力の方向を推定した.

2. 押抜き試験

(1) 押抜き試験体

本研究に用いる押抜き試験体を図-1 に示す.押抜き 試験体は計15体で,形状の違いにより4種類ある.ま た,ジベル鋼板厚は全ての試験体で12mmであるが,ジ ベル孔径やジベル鋼板幅,コンクリートブロック寸法, 補強鉄筋や帯鉄筋の有無はそれぞれ異なっている.な お、ジベル孔内の貫通鉄筋は配置していない. さらに、 ジベル鋼板の端部からコンクリートブロック表面まで の距離を縁端距離と定義する. 図中には Edge distance と示してある.

表-1に実験に用いた試験体一覧を示す.同表に示す 試験体名については、平鋼板、T字型鋼板、十字型鋼 板をそれぞれFP、TP、CPで示している.その後に続 く数字やアルファベットはそれぞれ縁端距離と補強鉄 筋の有無(RかNR)を表している.CP230試験体で は摩擦の影響を除くために母材鋼板とコンクリートブ ロックの間に10mm程度の隙間を設けており、NFが 付け加えられている.そして、同一の試験体がある場 合のみ試験体番号を示している.

(2) 載荷方法

押抜き試験体への荷重載荷に際しては、油圧ジャッキ を有するフレーム載荷試験装置を用いて、試験体の平 鋼板突き出し部上面、あるいはT字型・十字型鋼板の 場合には、母材鋼板突き出し部上面から荷重を載荷し

| | | | コンク | ジベル孔1つ当たりの | | |
|--------------|------|-------|------------|------------|---------|-------|
| | ジベル | 縁端 | リート | せん断耐力(kN) | | (A) に |
| 試験体名 | 孔径 | 距離 | 圧縮強度 | | 式 (1) の | 対する |
| | (mm) | (mm) | (N/mm^2) | 実験値 | 推定値 | (B) |
| | | | | (B) | (A) | の比 |
| FP300-NR-1 | 50 | 300 | 34.7 | 143.1 | 165.7 | 0.86 |
| FP300-NR-2 | 50 | 300 | 34.7 | 113.4 | 165.7 | 0.68 |
| FP300-R | 50 | 300 | 34.7 | 117.6 | 165.7 | 0.71 |
| FP200-NR-1 | 50 | 200 | 34.7 | 105.2 | 165.7 | 0.63 |
| FP200-NR-2 | 50 | 200 | 34.7 | 128.7 | 165.7 | 0.78 |
| FP200-R | 50 | 200 | 34.7 | 134.6 | 165.7 | 0.81 |
| FP50-NR-1 | 50 | 50 | 34.7 | 124.5 | 165.7 | 0.75 |
| FP50-NR-2 | 50 | 50 | 34.7 | 119.9 | 165.7 | 0.72 |
| FP50-R | 50 | 50 | 34.7 | 137.9 | 165.7 | 0.83 |
| TP280-NR-1 | 50 | 280 | 35.0 | 113.8 | 133.8 | 0.85 |
| TP280-NR-2 | 50 | 280 | 35.0 | 138 | 133.8 | 1.03 |
| CP110.5-R-1 | 40 | 110.5 | 30.9 | 65.9 | 36.5 | 1.81 |
| CP110.5-R-2 | 40 | 110.5 | 30.9 | 64.5 | 36.5 | 1.77 |
| CP230-R-NF-1 | 50 | 230 | 30.6 | 88.2 | 107.1 | 0.82 |
| CP230-R-NF-2 | 50 | 230 | 30.6 | 95.1 | 107.1 | 0.89 |

表-1 押抜き試験体及び結果一覧

た.またコンクリートブロックの下には砂を敷き,鋼板を垂直に保たせるとともに,コンクリートブロック 底面と載荷台との摩擦の影響を小さくさせた.さらに, ジベル鋼板とコンクリートとの付着を低減させるため に,コンクリート打設前にジベル鋼板表面にはグリー スを塗布した.

(3) 測定項目

押抜き試験では、載荷荷重とずれ変位を計測した.ず れ変位は、平鋼板・T字型鋼板を用いた試験体の場合 には、ジベル鋼板とコンクリートブロックとの相対ず れ変位であり、十字型鋼板を用いた試験体の場合には、 母材鋼板とコンクリートブロックとの相対ずれ変位で ある.さらに、T字型・十字型鋼板を用いた試験体に おいては、コンクリートブロックの変位を高感度変位 計(以下、変位計と呼ぶ)で測定した.それらの変位 計の設置位置は図-2の黄色矢印で示し、その脇の文字 は計測位置の識別のために定義した.なお、FDは母材 鋼板の水平変位、ODは押し広げ力によるコンクリー トブロックの開き変位、UDC、BCD及びRDはコン クリートブロックの水平・鉛直変位を計測している.

3. 押抜き試験結果

(1) せん断カー相対ずれ変位関係

押抜き試験で得られたせん断力-相対ずれ変位関係 を図-3-aと図-3-bに示す. 十字型鋼板試験体のよう にジベル孔が複数個ある試験体の場合,得られたせん 断力を孔数で除している. なお,図の縦軸は載荷荷重 をせん断力として示しており,横軸は相対ずれ変位を 示している.図-3-aは,縁端距離が300mm,200mm, 50mmの平鋼板試験体,図-3-bはT字型・十字型鋼板 を用いた試験体の結果を示しており,それぞれ試験体 の種類ごとに色分けされている.

この図より CP230 試験体を除くジベル孔径 50mmの 試験体では、せん断耐力が 100kN~150kN の間にある ことが分かる. CP230 試験体のジベル孔径は 50mm で あるが、他の試験体に比べてコンクリートブロック寸 法が小さく、母材鋼板とコンクリートブロックす に隙間を設けているため、せん断耐力が若干低くなっ た.また、図-3-b において、黒線で示したジベル孔径 40mm の CP110.5 試験体では、ジベル孔径が他の試験 体に比べ小さいため、せん断耐力が低くなった.

次に、せん断耐力に達した際のジベル鋼板とコンク リートブロックとの相対ずれ変位に着目する.ジベル 孔径 50mmの平鋼板を用いた FP 試験体では、せん断 耐力時の相対ずれ変位は 2~6mmの間にある.実験中 の観察により、縁端距離 300,200mmの試験体ではコ ンクリートブロック表面にひび割れが生じていないの に対して、縁端距離 50mmの試験体ではせん断力が 85 ~90kN 程度でコンクリートブロックの縁端側の表面 にひび割れが生じたが、そのひび割れ幅は急激には大 きくならず、その後せん断力が上昇してせん断耐力に 達した.一方、ジベル孔径 50mmのT字型・十字型鋼 板を用いた TP・CP 試験体では、せん断耐力時の相対 ずれ変位が 1.5~2.5mmの間にあり、そのあたりでコ ンクリートブロック表面にひび割れが生じた.さらに、



図-3 せん断力-相対ずれ変位関係及び式(1)より算出したせん断耐力の推定値と実験値の比較

ジベル孔径 40mm で十字型鋼板がコンクリートブロッ クに囲まれた試験体である CP110.5 試験体では,せん 断耐力時の相対ずれ変位は1~4mmの間となっており, コンクリートブック表面にひび割れが生じた時点のせ ん断力は35kN 程度であった.これらのことから,ジベ ル鋼板がコンクリートブロック端部に配置されている 試験体ではコンクリートブロックに囲まれている試験 体に比べてせん断耐力時の相対ずれ変位は小さいこと が分かる.そして,ジベル鋼板がコンクリートブロッ クに囲まれている試験体では,コンクリートブロック 表面にひび割れが生じた後にもせん断力が低下するの ではなく,さらに上昇していることが認められる.

この理由は、ジベル孔内のコンクリートと周辺コン クリートとの相対ずれ変位に起因する押し広げ力に対 する拘束力の違いにあると考えられる. ジベル鋼板が 360° コンクリートブロックに囲まれている試験体では, コンクリートブロックによる拘束力が高いと考えられ る. FP300 試験体や FP200 試験体では、ジベル孔径に 対してコンクリートブロック寸法が大きく、縁端距離 も長いため、押し広げ力によってジベル鋼板から生じ たひび割れがコンクリートブロック表面にまで至らな かった.そしてひび割れ幅は広がらず、せん断面に存 在する骨材の噛み合わせ抵抗により、せん断力は上昇 していくと考えられる. コンクリートブロック表面に ひび割れが生じた FP50 試験体では、縁端側と逆側の コンクリートブロック及び配置した帯鉄筋が拘束力に 寄与したため、ひび割れ幅が広がらずに FP300, 200 試験体の場合と同様にせん断力が上昇したと考えられ る. そして、ジベル鋼板がコンクリートブロック端部 に配置されている TP 試験体と CP230 試験体の場合に は、押し広げ力によってジベル鋼板から生じたひび割 れがコンクリートブロック表面にまで達した際、コン クリートブロックによる拘束力が低下したと考えられ る.したがって、押し広げ力の増加とともにジベル孔周 辺のひび割れ幅が大きくなり、 せん断面に存在する骨

材の噛み合わせが働かなくなって、せん断力が低下し たと考えられる.補強鉄筋を施していない TP 試験体 では、せん断力の低下の傾向が他の試験体に比べて急 であることが分かる.また、CP110.5 試験体では、十 字型鋼板がコンクリートブロックに囲まれた試験体で あり帯鉄筋も配置していたため、コンクリートブロッ クによる拘束力が発揮され、ひび割れがコンクリート ブロック表面に生じた後もせん断力が上昇したと考え られる.

(2) せん断耐力評価式と実験値の比較

本研究に用いた試験体のせん断耐力も表-1に示して いる.なお,せん断耐力は押抜き試験で得られた最大 荷重とする.十字型鋼板試験体のようにジベル孔が複 数個ある試験体の場合,押抜き試験より得られたせん 断耐力をジベル孔数で除している.さらに,せん断耐 力の推定値の算出には,以下に示す著者らが既往研究 ^{11),12)}において提案している貫通鉄筋のない場合の孔あ き鋼板ジベルのせん断耐力評価式(1)を使用している.

$$Q_u = 0.15 A_s^{0.43} f_c^{\prime 0.65} A T^{-0.5}$$
(1)

 Q_u : せん断耐力 (N) A: ジベル孔面積 (mm²) T: ジベル鋼板厚 (mm) $f'_c: コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)$ $A_s: コンクリートブロック側面積 (mm²)$

なお、本研究に用いた試験体の寸法や形状は様々で あるため、せん断耐力の推定値と実験値の相関性を見 るために、せん断耐力の推定値に対する実験値の比を 算出している.その数値は表-1に、各試験体のせん断 耐力の推定値と実験値の相関図は図-3-cに示している. 図の横軸に式(1)より算出したせん断耐力の推定値を、 縦軸に実験値をとっている.

表-1 と図-3-c を見ると、平鋼板を用いた FP 試験体



図-4-a TP280-NR-1 図-4-b CP110.5-R-1 試験体 (ロゼ 試験体(ロ ットゲージ)

ゼットゲージ)





図-4 ひずみゲージ・ロゼットゲージ貼り付け位置と最小主 ひずみ角度の定義

のせん断耐力の実験値が理論値より低くなっているこ とが分かる. FP 試験体は他の試験体に比べ,ジベル鋼 板あるいはジベル孔面積に対して大きなコンクリート ブロックを用いた.すなわちせん断耐力の算出に際し て,コンクリートブロック側面積の値をそのまま式(1) 中の A_s に代入したが,実際にはコンクリートブロック 側面積の一定領域しかせん断耐力には影響を及ぼして いないと推測される.つまり,あるジベル孔径に対し て,拘束力に寄与するコンクリートブロック有効側面 領域が存在していると推測される.この有効側面積を 定量的に評価するために,さらなるデータの蓄積が必 要である.

そして, T字型鋼板を用いた TP 試験体と, 母材鋼



図-5 荷重-水平からの最小主ひずみ角度関係

板とコンクリートブロックとの間に隙間を設けた十字 型鋼板を用いた CP230 試験体では、平均的にせん断耐 力の推定値と実験値の相関性は高いことが分かる. TP 試験体では、母材鋼板とコンクリートブロックとの摩 擦力により実験値のせん断耐力が推定値より高くなる と思われたが、前述のようにこの場合のコンクリート ブロックによる拘束力が弱かったため、せん断耐力は 推定値と同程度になったと思われる. CP230 試験体は、 母材鋼板とコンクリートブロックとの間に隙間を設け たため、その部分の摩擦力はせん断耐力に寄与しない と考えられる.これは著者らの既往研究11),12)の押抜き 試験体に近いため、 せん断耐力は若干低くなったが、 比 較的推定値に近い値となった.一方, CP110.5 試験体 では、せん断耐力の実験値が理論値の1.7~1.8倍ある ことが分かる.この理由は、ジベル孔径やコンクリー トブロック寸法が他の試験体に比べて小さかったため, 相対的に母材鋼板とコンクリートブロックとの摩擦の 影響が大きくなったと考えられる.

(3) ジベル鋼板内の力の向きと大きさ

ジベル鋼板内の力の向きと大きさを調べるために、本 研究に用いた TP280-NR-1 試験体と CP110.5-R-1 試験 体のジベル鋼板には図-4-a と図-4-b に示すようにロ ゼットゲージを対面で貼付している. さらに、T 字型 鋼板を用いた TP280-NR-1 試験体の母材鋼板に図-4-c のように一軸ゲージを貼付した.

なお、図-4-aと図-4-bには最小主ひずみ方向の角度の定義も共に示している.そして、図-5に押抜き試験により得られた水平方向からの最小主ひずみ方向の角度と載荷荷重の関係を示す.角度は対面で貼付したロゼットゲージの平均値から求めている.この結果より、ロゼットゲージを貼付した全ての位置において最小主ひずみの方向は水平から50°~130°の間にあることが分かる.T字型鋼板における何箇所かの最小主ひ



図-6 各載荷荷重段階におけるジベル鋼板内主ひずみ方向と母材鋼板・ジベル鋼板断面内鉛直方向荷重分担

ずみ角度は載荷の初期段階において不安定である.こ れは載荷初期のひずみの大きさが小さく、またコンク リートとジベル鋼板との付着の影響が出ているものと 考えられる.しかし、載荷荷重が 50~60kN を超えた あたりで、最小主ひずみの角度が安定しており、母材 鋼板に近いほど最小主ひずみの角度が 90°に近い傾向 を示している.

また図-5により、T字型試験体と十字型試験体共に ジベル鋼板内の主ひずみの方向は荷重の増加に際して 一定ではなく、鉛直方向ではないことが分かる.つま り、母材鋼板上部に鉛直方向に載荷したのにも関わら ず、ジベル鋼板内には鉛直方向のみならず、水平方向 の力も作用していることが推測される.この結果より、 T字型・十字型鋼板試験体を用いて押抜き試験を行っ た際、ジベル孔内のコンクリートには水平方向の力も 作用していることが推測される.

また、図-6にTP 試験体に用いたT字型鋼板の各荷 重段階における主ひずみの方向、大きさと、母材鋼板、 ジベル鋼板断面内の鉛直方向荷重分担を示す.青線が 圧縮ひずみ、赤線が引張ひずみ、線の長さはひずみの 大きさを示している.さらに各鋼板図左側の値が母材 鋼板断面に作用する鉛直荷重、右側の値がジベル鋼板 断面に作用する鉛直荷重を示している.鋼板断面に作 用している荷重は、鋼板高さごとに複数貼付したひず みゲージ及びロゼットゲージの鉛直方向成分の平均値 にヤング係数と断面積を乗じて算出している.

図-6から,先に述べたように荷重の増加に際して主 ひずみ方向は一定ではないことが確認できる.また,母 材鋼板は載荷点に近い上部ほどもちろん,断面に作用 する鉛直荷重が大きくなっていることが分かる.さら に,ジベル孔より下では鉛直荷重は小さい値となって いる.

(4) 試験体の変形挙動

T字型・十字型鋼板を用いた TP 試験体と CP230 試 験体では載荷荷重による試験体の変形挙動を確認する ために変位計を用いて母材鋼板やコンクリートブロッ ク表面の変位を計測している. TP 試験体のせん断カー 母材鋼板水平変位及び, せん断カーコンクリートブロッ クの変位関係を図-7に示す. なお, 図-7-a, 図-7-bに おいて, 横軸の母材鋼板水平変位の正側をコンクリート ブロックから離れる方向とする. そして黒,赤,青の順 に載荷点に近い位置に設置した変位計の結果となって いる. また, 図-7-c では, 横軸のコンクリートブロッ ク水平・鉛直変位の正側が,変位計が押し込まれる方 向である.

押抜き試験の結果, TP 試験体において母材鋼板の載 荷点に近い上部ほどコンクリートブロックから離れる方 向に変位が生じていることが確認された.また, TP280-NR-1 試験体でのみ測定したコンクリートブロックの水 平・鉛直変位は, 負側に確認されたが, その値は大き くない.

次に、TP試験体とCP230試験体のせん断カーコンク リートブロック開き変位関係を図-8-aに示し、CP230 試験体のせん断カーコンクリートブロック水平変位関 係を図-8-bと図-8-cに示す.なお、コンクリートブ ロック開き変位は試験体コンクリートブロックに設置 した変位計より計測した値の平均値とし、図-8-aの横 軸の正側をコンクリートブロックが広がる向きとする. また、図-8-bと図-8-cにおいて横軸のコンクリート ブロック水平変位の正側をコンクリートブロックが縮 む方向とする.

図-8-aからT字型鋼板を用いたTP試験体の方がコ ンクリートブロックの開き変位が大きいことが分かる. これは前述のようにTP試験体のコンクリートブロッ



図-9-a TP 試験体

図-9 試験体変形挙動

図-9-b CP230 試験体

ク中に補強鉄筋が配置されておらず、押し広げ力に対 する拘束力が弱かったためであると考えられる.そし て図-8-bと図-8-cから、2箇所を除いて全体的に水平 変位は負側に生じているが、その値は1mm以下にあ り、大きくないことが分かる. 上記を踏まえると荷重載荷による FP 押抜き試験体 と CP230 押抜き試験体の変形挙動は図-9 のように推 測される. なお, 見やすいように試験体変形量は大き く表示している.

まとめ

4.

て大きなコンクリートブロックが周辺に存在する 場合、拘束効果を発揮し、せん断耐力に寄与する コンクリートブロックの有効領域が存在すると推 測される.

本研究で得られた結論は以下のようになる.

1. 試験体形状やジベル鋼板の配置位置,補強鉄筋の

有無の違いによって、 せん断力-相対ずれ変位関

係が異なる.この理由は、母材鋼板とコンクリート

ブロックの摩擦力及びジベル孔周辺のコンクリー

クリートブロックとの間に隙間を設けた十字型鋼

板試験体のせん断耐力は, 著者らが提案した耐力

式でほぼ評価できる.ただし、ジベル孔径に対し

トの拘束力が影響するためと考えられる.

2. 本研究で用いた平鋼板試験体と、母材鋼板とコン

3. T字型鋼板と十字型鋼板の2体の試験体に貼付し たひずみゲージ, ロゼットゲージの測定結果より, 母材鋼板上部に鉛直方向荷重を載荷した際、ジベ ル孔内のコンクリートには水平方向の力も作用し ていると推測される.

謝辞 : なお,本研究の一部は,科学研究費補助金(基 盤研究 (C),課題番号 22560472)の補助を受けて実施 したことを付記し、ここに謝意を表します. そして、こ の研究に関わった研究室のメンバー各位にも併せて謝 意を表します.

参考文献

- 1) Leonhardt, F., Andrä, W., Andrä, H.P. and Harre, W. : Neues, vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton-und Stahlbetonbau, 82 Heft 12, pp.325-331, 1987.
- 2) 平陽兵, 古市耕輔, 山村正人, 富永知徳: 孔あき鋼板ジ

ベルの基本特性に関する実験的研究、コンクリート工学 年次論文報告集, Vol2A, No.3, pp.859-864, 1998.6.

- 3) 西海健二, 沖本眞之: 拘束力を考慮した有穴鋼板のずれ止 め特性に関する研究, 土木学会論文集, No.633, pp.193-203, 1999.10.
- 4) 保坂鐵矢,光木香,平城弘一,牛島祥貴,橘吉宏,渡邊 滉: 孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol.46A, pp.1593-1604, 2000.3.
- 5) 古内仁, 上田多門, 鈴木統, 田口秀彦: 孔あき鋼板ジベル のせん断伝達耐力に関する一考察,第6回複合構造の活 用に関するシンポジウム講演論文集, No.26, 2005.11.
- 6) 藤井堅, 道菅裕一, 岩崎初美, 日向優裕, 森賢太郎, 山 ロ詩織: 孔あき鋼板ジベルのずれ耐荷力評価式, 土木学 会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.70, No.5, pp.II_53-II_68, 2014.5.
- 7) 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, 1996.11.
- 8) 土木学会複合構造委員会: 複合構造標準示方書 2014 年 制定, pp.74-78, 2015.5.
- 9) 島弘:頭付スタッドのせん断力と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), Vol67, No.2, pp.307-319, 2011.7.
- 10) 高橋良輔, 斉藤成彦, 中島章典, 島弘: 単純支持と開き止 めを併用した押抜き試験における頭付スタッドの耐荷挙 動 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vo71, No.1, pp.113-127, 2015.3.
- 11) 中島章典,小関聡一郎,橋本昌利,鈴木康夫,グエンミ ンハイ:単純な押抜き試験に基づく孔あき鋼板ジベルの せん断耐力評価 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.68, No.2, pp.495-508, 2012.8
- 12) 中島章典, 橋本昌利, NGUYEN MINH HAI, 鈴木康 夫:貫通鉄筋の無い孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗機構 とせん断耐力評価, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.70, No.5, pp.II_20-II_30, 2014.5.
- 13) 中島章典,小関聡一郎,内藤雅人,中島絢平,鈴木康 夫:長手方向に複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断 力分担に関する実験的研究 構造工学論文集, Vol.57A, pp.996-1006, 2011.3.

EXPERIMENTAL STUDY ON SHEAR TRANSMISSION OF PERFOBOND STRIP USING T-SHAPE AND CROSS SHAPE STEEL SECTION

Masaki ONO, Akinori NAKAJIMA, Minh Hai NGUYEN

A performed strip is one of the shear connectors generally used in steel-concrete hybrid structures. We have conducted the push-out test of the performed strip specimen whose steel plate with the perforation was embedded in the concrete block. However, it is not clear whether the result obtained from the above experiment reproduces the one of the perfolond strip in practical structures or not. In this research, we also conduct the push-out test of the performed strip specimen where the steel plate with a perforation is welded to the steel base plate and constructs T-shaped section or the cruciform section as used in the practical structures. In order to predict the stress transmission between the steel base plate and the performed steel plate, and the force distribution along the height of the steel plates, several strain gages are attached to the steel plates in the specimen. As a result, it can be seen from the experiment that the horizontal stress as well as the vertical stress is produced in the performed steel plate.