

孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に及ぼすコンクリートブロック寸法及び孔内骨材の影響

宇都宮大学 学生員 ○橋本昌利 小関聡一郎 フェロー 中島章典 正会員 鈴木康夫

1. はじめに

近年、橋梁などの建設に際して、力学特性や経済性の優位性から鋼・コンクリート複合構造の採用事例が増えつつある。複合構造物では通常、異種材料間の応力伝達のためにずれ止めを用いる。ずれ止めとしてスタッドが多用されてきたが、製作時の省力化、コストダウンを可能にすることが期待される孔あき鋼板ジベル (PBL) を用いた施工例も増加している。しかし PBL の終局ずれ挙動や破壊性状はまだ十分には解明されていない。既往の研究^{1)~4)}では試験時にひび割れが生じているものが多く、複合ラーメン橋剛結部に使用される PBL などの実施工を再現したものとは言い難い。また PBL の破壊形式はコンクリートの破壊に起因するものが一般的であるため、せん断耐力は周辺コンクリートブロックの拘束状態により変化すると予想される。しかし、既往の設計せん断耐力式⁵⁾にはコンクリートブロックの寸法による影響が考慮されていない。

そこで、本実験では実施工に近いひび割れが生じない試験体を作製し PBL 周辺のコンクリートブロック寸法がせん断耐力に及ぼす影響を確認する。同時にせん断耐力増加に影響の大きいコンクリートブロック寸法の諸元を考察する。また本実験では同寸法である試験体でもせん断耐力に大きなばらつきが生じたため、その原因についてジベル孔内コンクリートの骨材を確認することを目的とする。

2. 実験概要

(1) 試験体

実験に用いた各試験体の特徴とせん断耐力を表-1 に、基本試験体の詳細を図-1 に示す。実験 I として試験体のコンクリートブロック寸法を変化させ、試験体名を B-コンクリート幅、H-鋼板が埋め込まれているコンクリートブロック高さとし、各試験体 2 体ずつ作製した。しかし基本となる B4H4 の作製に失敗し、また同寸法の試験体でもせん断耐力値に大きな差が生じたものがあったため、実験 II として B4H4 と同様の試験体、鋼板寸法を変化させた試験体、モルタル試験体を 3 体ずつ作製した。実験 II の試験体名は D-孔径、C-コンクリート圧縮強度、T-鋼板厚により示す。

(2) 測定項目と試験方法

a) 押抜き試験

試験体を台座上に設置し、荷重は鋼板上面から行い高感度変位計を試験体上面に 2 つ取り付け鋼板とコンクリートブロックの相対ずれ変位を計測した。試験体の下に砂を敷き鋼板の鉛直状態を保持すると同時に試験体底面の摩擦の影響を極力除去した。相対ずれ変位が 20mm に達した時点で荷重を終了する。

b) 塩酸実験

荷重試験後に切断した試験体から取り出したジベル孔内コンクリートを塩酸に 2 日浸漬させ、得られた骨材に対して網目サイズ 4.75mm のふるい分けを行い、骨材の大きさや個数を確認し、骨材がせん断耐力に及ぼす影響を調べた。

(3) 使用材料

実験 I 及び II で使用したコンクリートはそれぞれ圧縮強度は 32.6 及び 29.0N/mm² であり、引張強度は 3.3 及び 2.4N/mm² である。静弾性係数は 28.8 及び 28.2kN/mm² である。鋼板は SS400 を使用し、実験 I, II (板厚 12mm), II (板厚 19mm) に用いた鋼板の降伏強度は順に 355, 364, 321 であり、引張強度は 446, 450, 427N/mm² である。モルタル試験体の圧縮強度は 53.8kN/mm² であった。

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)
B4H4	基本試験体	153
B3H4	幅 300mm	119
B4H3	高さ 300mm	148
B5H4	幅 500mm	219
B4H5	高さ 500mm	192
B4H4-NB	配筋無し	154
B4(1)H4-NC	かぶり無し	33
B3H4-PC	開止め有り	158
D5C3T12	B4H4 同寸法	148
D7C3T12	孔径 70mm	254
D5C3T19	板厚 19mm	111
D5MT19	モルタル試験体	120

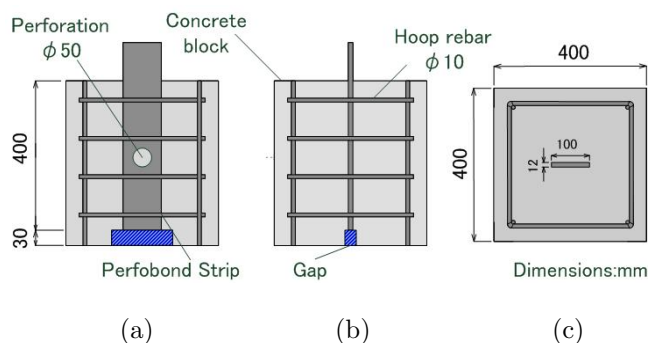


図-1 B4H4 基本試験体詳細

3. 試験結果と考察

全試験体のせん断耐力を確認すると試験体のコンクリートブロック寸法を増加させることによりせん断耐力が増加した。もちろんかぶりの無い B4(1)H4-NC の実験結果は古内らの強度式⁵⁾と大きく異なる。試験体 B3H4 が開止めを設置したことにより平均せん断耐力が約 1.3 倍となる結果からも、せん断耐力はコンクリートの拘束力の影響を受けることが明らかである。PBL は孔内のコンクリートと周辺コンクリート間でせん断破壊を生じ、その後、鋼板と孔内コンクリートが周辺コンクリート中を移動する。孔内コンクリート破壊面に骨材などの凹凸が存在し、その噛み合わせによって移動の際には破壊面に垂直方向に押し広げ力が、移動と逆方向には摩擦力が働く。よって押し広げ力を拘束する要因となるコンクリートブロック寸法を変化させたことでせん断耐力が大きく変化する結果になったと考えられる。

せん断耐力に影響するコンクリートブロック寸法の諸元を調べるために図-2, 図-3, 図-4 にそれぞれ体積, 図-1 (a) のコンクリートブロック面積 (側面面積), 図-1 (c) のコンクリートブロック面積 (立面面積) を横軸にとり、縦軸には本実験 (D5MT12 を除く) の実験値を古内らの強度式⁵⁾で除した値を示した。これらの結果から側面面積とせん断耐力の間に決定係数 R²値が 0.7443 と最も高い相関が得られたので、PBL のせん断耐力は側面面積の影響を大きく受けると言える。同様に、横軸には側面面積をとり既往の研究^{1)~5)}の結果を含めた図を図-5 に示す。データ数を増やしても相関が高いことから、やはり側面面積は孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に影響していると言える。また、

Key Words: 複合構造, 孔あき鋼板ジベル, コンクリートブロック寸法, ジベル孔内骨材

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース専攻 Tel.028-689-6210 Fax.028-689-6210

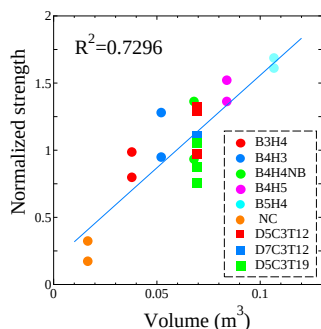


図-2 体積の影響

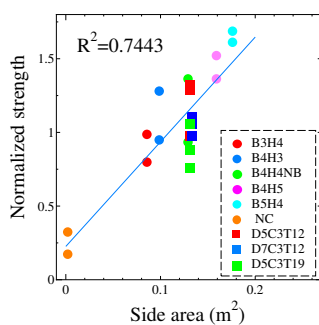


図-3 側面面積の影響 (その 1)

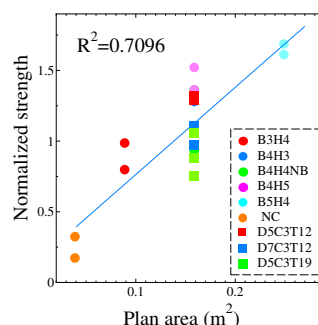


図-4 立面面積の影響

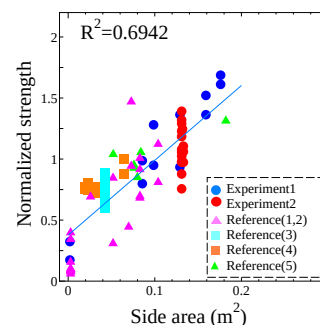


図-5 側面面積の影響 (その 2)



写真-1 B4H4NB-1 ジベル孔内破壊面



写真-2 B4H4NB-2 ジベル孔内破壊面



写真-3 B4H4NB 最大骨材

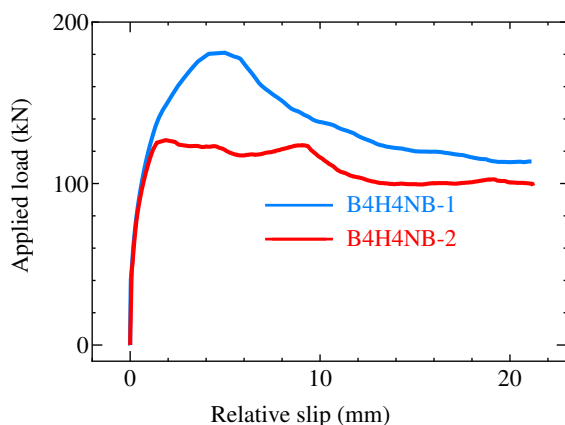


図-6 B4H4NB 荷重-ずれ変位関係

これらの結果より、試験体のコンクリートブロック寸法を変化させるとせん断耐力が変化することから、孔あき鋼板ジベルのせん断耐力評価には試験体寸法を考慮する必要があると言える。

ところで、実験 I では同寸法の試験体であってもせん断耐力値にばらつきが生じるのが多く見受けられた。B4H4-1 のせん断耐力は B4H4-2 のせん断耐力の約 1.4 倍であり、図-6 の B4H4NB の荷重-ずれ変位関係を見て分かるように、大きな差が生じている。この理由は写真-1、写真-2 に示すように、B4H4NB-1 の方が B4H4NB-2 に比べジベル孔内コンクリート破壊面の凹凸が大きく、このことが荷重-ずれ変位関係やせん断耐力に影響したと考えられる。

ジベル孔内コンクリートの骨材を塩酸実験により調べたところ、写真-3 のように骨材径が最大のものは B4H4NB-1 で 25.8mm。B4H4NB-2 で 18.3mm であること、また 10mm 以上の骨材は B4H4NB-1 の方が多く、やはり B4H4NB-1 の方が凹凸の発生を起こしやすい状況であったと考えられる。このことから骨材の大きさ、種類や配置がせん断耐力に影響を及ぼしたと考えられる。また骨材によって B4H4NB-1 のように急激に荷重が減少するものと B4H4NB-2 のようにせん断耐力が得られた後も荷重を維持するような荷重-ずれ変位関係の違いが生まれる。

4. まとめ

孔あき鋼板ジベルのコンクリートブロック寸法及び孔内コンクリートの骨材がせん断耐力に影響を及ぼすことを目的として得られた結果を以下に示す。

- 孔あき鋼板ジベル周辺のコンクリートブロック寸法がせん断耐力に影響し、せん断耐力の変化に対して側面面積の変化が最も相関が高い。このことから孔あき鋼板ジベルの強度式には試験体コンクリートブロック寸法の考慮も必要である。
- 孔あき鋼板ジベルでは同寸法の試験体でもせん断耐力に少なからず差が生じる場合が多い。この理由は、ジベル孔内コンクリートの破壊面の骨材による凹凸の違いに依存したもので、結果として、骨材の数量、種類、配置がせん断耐力や荷重-ずれ変位関係に影響を及ぼしたためと考えられる。

今後の課題としては孔あき鋼板ジベルのより信頼性のあるせん断耐力を得るためにコンクリートブロック寸法を考慮した孔あき鋼板ジベルのせん断耐力算定式を提案する必要がある。

参考文献

- 1) 藤井堅, 岩崎初美, 深田和宏, 豊田正, 藤村伸智: 孔あき鋼板ジベルの終局ずれ挙動とコンクリート拘束因子, 土木学会論文集 A Vol. 64, No2, pp.502-512, 2008. 6.
- 2) 日向優裕, 藤井堅, 深田和宏, 道管裕一: 並列配置された孔あき鋼板ジベルの終局ずれ挙動, 構造工学論文集 A Vol. 53, pp.1089-1098, 2007. 3.
- 3) 内藤雅人, 中島章典, 鈴木康夫: 複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断力分担特性に関する研究, 第 36 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, I-46, 2009. 3.
- 4) 中島純平, 小関聡一郎, 中島章典, 鈴木康夫: 複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断力分担特性に関する研究, 第 37 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, I-8, 2010. 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.