

複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断力分担特性

宇都宮大学 学生員 ○内藤雅人 フェロー 中島章典 正会員 鈴木康夫

1. はじめに

近年、鋼部材とコンクリート部材を一体化する鋼コンクリート複合構造が盛んに利用されており、ずれ止めの1つとして孔あき鋼板ジベルが多く利用されるようになっていく。これまで、多くの研究者が孔あき鋼板ジベル設計のための強度評価式を種々提案している^{1),2)}。しかし、孔あき鋼板ジベルの応力伝達方向に複数の孔がある場合、個々の孔が受けるせん断力はどのように分担されるかは解明されてはいない。

そこで本研究では、1～3個の孔の空いた孔あき鋼板ジベルを用いた押抜き試験体の静的載荷試験を行い、個々の孔あき鋼板ジベルのせん断力分担特性を検討した。

2. 実験概要

(1) 試験体

本研究で用いた試験体は、孔の空いた鋼板を囲うようにコンクリートを打設した直方体の試験体を作ることによって、ある程度拘束効果を有する孔あき鋼板ジベルの状態を再現した。試験体の形状寸法を図-1に示す。鋼板の上面から荷重を載荷することによって、鋼板の孔からコンクリートに荷重を伝達させ、そのときのせん断力分担特性を調べる。試験体の種類は、表-1に示すように、孔の数(1～3)及び貫通鉄筋の有無の異なる6つのタイプであり、これら6タイプの試験体を3体ずつ製作した。

孔の数によらず、鋼板は幅100mm、厚さ12mmのものを使用する。孔径はすべて50mmとし、孔間隔は円中心間を200mmとした。なお、1つの孔に対して接するコンクリートブロックの長さは孔の上下100mmで帯鉄筋を2本配置し、孔の数が増えても孔1つに対応するコンクリートブロックの長さが同じになるように設計した。また、コンクリート打設前に鋼板にはクラフトテープを貼付し、その上にグリースを塗布し極力付着を除去した。

(2) 測定項目

高感度変位計により、相対変位を計測した。計測位置は、図-2に示すように、鋼板上部からコンクリート上面まで、コンクリートブロック底面から鋼板上部まで、コンクリートブロック底面から鋼板の各孔上端位置のコンクリートまでである。また、ひずみゲージを、ジベル孔の間の中央高さに貼り付ける。孔2つの場合、1つ目と2つ目の孔の中央高さにおいて、鋼板表面に25mm間隔で表裏6枚、鋼板側面に右左2枚、計8枚貼り付ける。孔3つのときは2つ目と3つ目の孔の間も同様に計16枚貼り、ひずみを計測する。なお、貼り付けたひずみゲージがずれに与える影響を小さくするために、ゲージ貼り付け後、鋼板全体にクラフトテープを貼った。

(3) 試験方法

押抜き試験は万能試験機を用いて、中央に孔の空いた台座の上に試験体を置き、図-2に示すような載荷・計測方

表-1 各試験体の孔数・貫通鉄筋の有無

試験体名	孔数	貫通鉄筋
P10	1	有
P11	1	無
P20	2	有
P21	2	無
P30	3	有
P31	3	無

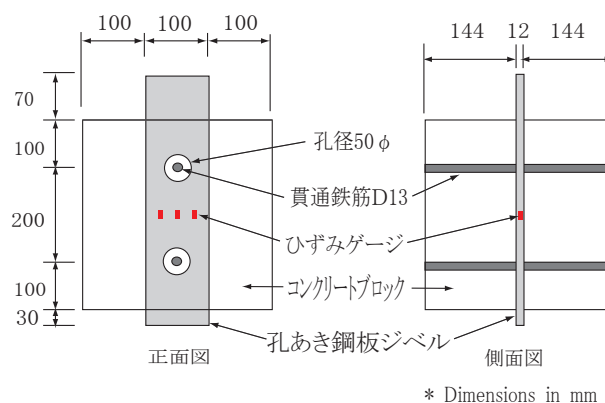


図-1 試験体

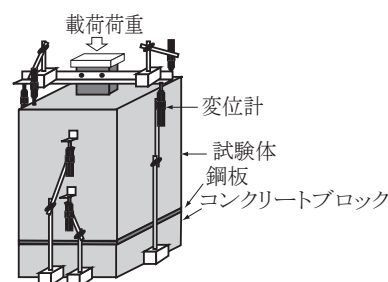


図-2 押抜き試験概要

法で行うこととした。同一条件で作成した3体の試験体のうち2体は単調載荷、残り1体は漸増繰り返し載荷を行った。漸増繰り返し載荷は鋼板とコンクリートの相対変位が1mm増えるごとに除荷と載荷を繰り返した。

(4) 使用材料

載荷試験実施時のコンクリートの圧縮強度及び引張強度、弾性係数の平均値はそれぞれ35.6N/mm²、4.1N/mm²、33.6kN/mm²である。また、貫通鉄筋はD13を使用し、降伏強度、引張強度はそれぞれ380N/mm²、495N/mm²である。さらに、鋼板の降伏強度、引張強度はそれぞれ306N/mm²、452N/mm²である。

3. 試験結果と考察

せん断耐力-ずれ変位関係を孔数ごとに図-3～図-5に示し、貫通鉄筋の有無によるせん断耐力の違いを比較する。図の横軸のずれ変位とは、載荷点から一番上の孔の位置のコンクリートと鋼板の相対ずれを表し、鋼板の縮み、コン

Key Words: 複合構造, 孔あき鋼板ジベル, せん断力分担

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

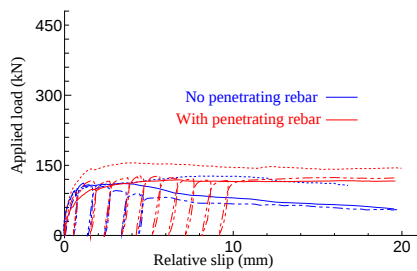


図-3 荷重-ずれ関係 (孔数 1)

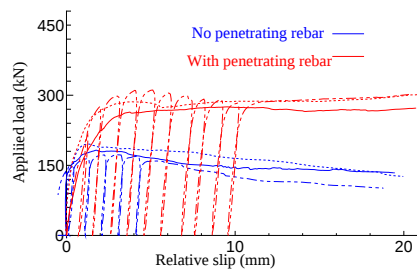


図-4 荷重-ずれ関係 (孔数 2)

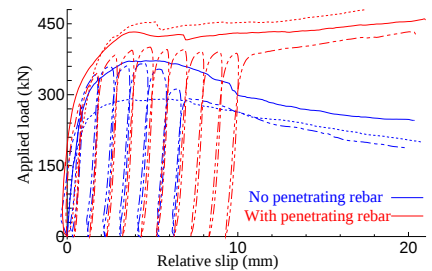


図-5 荷重-ずれ関係 (孔数 3)

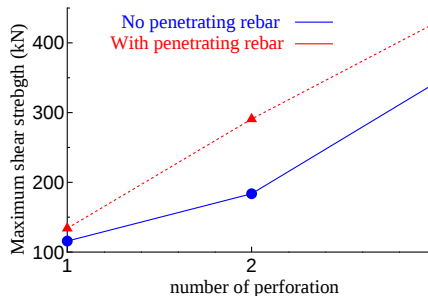


図-6 孔数と最大せん断耐力の関係

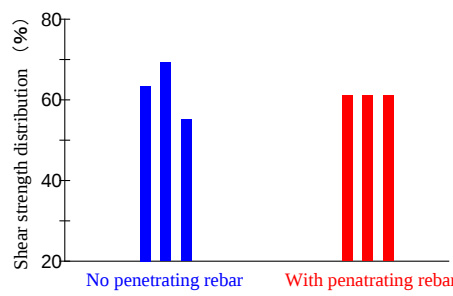


図-7 孔数 2 のときのせん断力分担割合

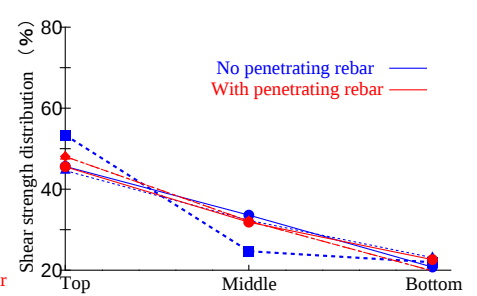


図-8 孔数 3 のときのせん断力分担割合

クリートの縮みを考慮して求めた値である。ここで、各試験体の最大せん断耐力は、相対ずれ変位 10mm 以内に示した最大荷重とし、最大せん断耐力-孔数関係を図-6 に示す。この図から、孔の数によらず貫通鉄筋を有する試験体のほうが貫通鉄筋のない試験体に比べ最大せん断耐力は大きくなることが確認できる。これは貫通鉄筋によるダウエル作用³⁾が生じたためと考えられる。しかし、孔 1 つの試験体よりも、孔を複数個持つ試験体のほうが、貫通鉄筋の有無による最大せん断耐力の差は大きい。さらに、この図より、孔の数が増えるのに伴って、最大せん断耐力も増加することがわかる。最大せん断耐力を比較すると、孔 1 つの試験体に比べ孔 2 つの試験体は、貫通鉄筋の無い場合は約 1.6 倍の増加、貫通鉄筋を有する場合約 2 倍の増加が見られる。また、孔 1 つの試験体に比べ、孔 3 つの試験体は鉄筋の有無によらず概ね 3 倍の増加が見られる。この孔数に対するせん断耐力の増加は、古内らの提案するせん断耐力の評価式²⁾と異なるものである。

図-3 ～図-5 で、孔の数によらず、貫通鉄筋を有する試験体は荷重が最大せん断耐力に達して以降の耐力の減少が少ないことがわかる。また、図-5 を見ると、貫通鉄筋を有する試験体において、ずれ変位 10mm 以降にせん断耐力が再び増加する挙動を示していることが確認できた。これはずれが大きくなるうちに、貫通鉄筋が孔の内側面に接触したためと考えられる。

次に、孔が複数個ある場合のせん断力の分担について比較する。孔と孔の中央に複数貼ったひずみゲージの平均ひずみから求めた軸力を、孔の間の鋼板に働いている軸力の平均と見なす。そして、孔の間に働く軸力と、1 つ目の孔より上に働く載荷荷重を比べることにより、孔が複数個ある場合のせん断力の分担割合を算出した。なお、分担割合は試験体にかかる荷重が小さいときはばらつきが大きく、荷重が大きい時のほうが一定の割合に近づくため、算出された割合の中で、最も荷重が大きいときの割合を試験体の持つせん断力の分担割合とした。これにより求められた各

試験体の分担の割合を図-7、図-8 に示す。

図-7 より、孔数 2 の試験体の上側の孔におけるせん断力分担は、貫通鉄筋が無い試験体の場合少しばらつきが見られる。しかし、平均すると上側の孔のせん断力分担割合は 60 % 程度であり、これは、貫通鉄筋を有する試験体とほとんど同じであることがわかる。したがって、貫通鉄筋の有無にかかわらず、孔数 2 の試験体において上側の孔が負担する割合は 60 % 程度であるといえる。

一方、孔数 3 の試験体の各孔が負担するせん断力の割合を図-8 に示す。この図から、貫通鉄筋の有無にかかわらず、試験体の孔のせん断力分担は、載荷点から見て、1 つ目、2 つ目、3 つ目の順で大きいことが確認できる。その分担割合もほぼ同じ値で、貫通鉄筋の有無の違いはほとんどない。よって、孔数 3 の試験体におけるせん断力の分担の割合は、おおよそ 1 つ目の孔で 45～50 %、2 つ目の孔で 30～35 %、3 つ目の孔で 20～25 % となっているといえる。

4. まとめ

本研究では、1～3 個の複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断力分担を詳細に調べるために、押抜き試験体の静的載荷実験を行った。その結果、孔が 2 つあるいは 3 つ配置された孔あき鋼板ジベルの個々の孔が負担するせん断力を確認した。なお、その分担割合は貫通鉄筋の有無によらずほぼ同程度であることがわかった。

参考文献

- 1) 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, 2000.
- 2) 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, 2005.
- 3) 鬼頭宏明, 園田恵一郎: 鋼・コンクリート複合構造, 森北出版, 2008.