

並列配置または長手方向に複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断ずれ性状とせん断耐力に関する実験的研究

宇都宮大学 学生員
フェロー会員

○ 大野将季 非会員 高橋直紀
中島章典 正会員 NGUYEN MINH HAI

1. はじめに

鋼コンクリート複合構造における異種材料間のずれ止めの1つに孔あき鋼板ジベルがある。これまでに孔あき鋼板ジベルに関する研究¹⁾は数多く行われているが、ジベル鋼板やジベル孔が複数配置された場合についての検討は必ずしも十分ではない。本研究では、孔あき鋼板ジベルのジベル鋼板およびジベル孔の複数配置が、せん断耐力やずれ性状に及ぼす影響を検討した。また、コンクリートブロック内に配置した鉄筋のひずみから、コンクリートブロック内の拘束状態を検討した。

2. 実験概要

本研究では、図-1に示すジベル鋼板が母材鋼板に溶接された十字鋼板を有する試験体を用いて、ジベル鋼板間隔とジベル孔間隔をパラメータとした合計14体の試験体に対して押抜き試験を実施した。試験体の一覧を表-1に示す。試験体名において、Dの後の数字はジベル孔数、Pの後の数字はジベル鋼板数、aの後の数字はジベル孔間隔、bの後の数字はジベル鋼板間隔を表しており、試験体名の後の数字は試験体番号を表している。なお、比較のために基本となるジベル鋼板単列配置かつ長手方向孔1つの試験体(表-1中のD1P1試験体)も作製し、押抜き試験を実施した。寸法は図-1-a中の側面図、図-1-b中の上面図と同様である。

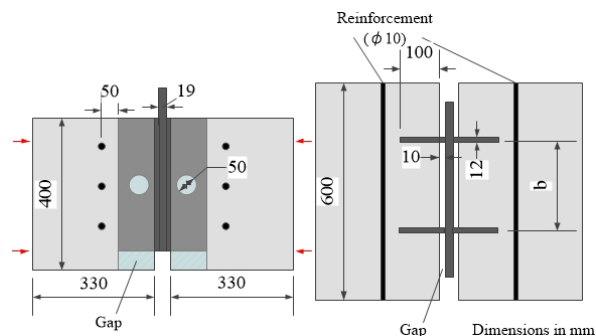


図-1-a 鋼板並列配置

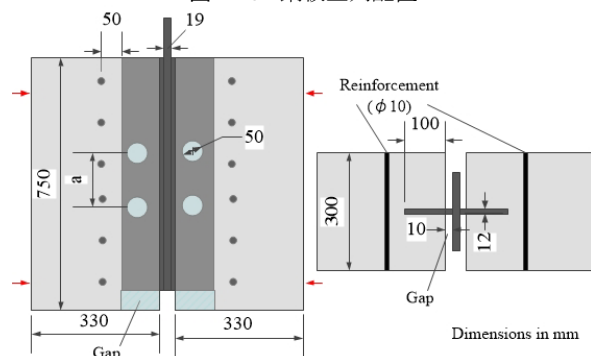


図-1-b 長手方向孔2つ

図-1 試験体概要図

表-1 試験体一覧

試験体名	鋼板間隔 b(mm)	孔間隔 a(mm)	せん断 耐力 (kN)	実験値/ 推定値
D1P1-1	—	—	88.2	0.82
D1P1-2			95.1	0.88
D1P2b150-1	150	—	101.5	0.94
D1P2b150-2			93.9	0.87
D1P2b150-3			115.4	0.89
D1P2b300-1	300	—	104.8	0.97
D1P2b300-2			93.4	0.86
D1P2b300-3			106.0	0.81
D2a100P1-1	—	100	78.4	0.75
D2a100P1-2			86.4	0.83
D2a100P1-3			93.8	0.74
D2a200P1-1	—	200	92.0	0.88
D2a200P1-2			88.2	0.84
D2a200P1-3			88.4	0.70

さらに、図-1-a、図-1-b 右側の試験体上面図に示すように、母材鋼板とコンクリートブロックの間の摩擦を取り除くために、両者の間に10mmの隙間を設けている。また、鉄筋の配置間隔が100mmとなるように、長手方向孔1つの試験体には3段、孔2つの試験体には6段で補強鉄筋を配置した。

母材鋼板の突き出し部には高感度変位計(以下、CDPと呼ぶ)を設置し、母材鋼板とコンクリートブロックの上面の相対変位を計測している。また、試験体側面図に示す赤

い矢印のようにコンクリートブロック側面にCDPを設置し、コンクリートブロックの回転による変位挙動を確認している。さらにD2a100P1-3、D2a200P1-3試験体には、補強鉄筋のジベル鋼板中心位置にひずみゲージを水平方向対面に貼付し、補強鉄筋のひずみ挙動を調べている。

押抜き試験に際しては、油圧ジャッキを有するフレーム載荷試験機を用いて、母材鋼板のみに荷重が作用するように試験体の母材鋼板突き出し部上面から載荷を行う。試験体の底面には砂を敷き、鋼板の垂直を保たせるとともに、摩擦の影響を小さくさせた。また、荷重載荷は単調載荷によりコンクリートと母材鋼板の相対ずれ変位が21mmを超えるまで行った。

試験体番号が1, 2の試験体におけるコンクリートでは、圧縮強度、引張強度、弾性係数の平均値はそれぞれ30.8N/mm²、3.2N/mm²、29.2kN/mm²であり、試験体番号が3の試験体におけるコンクリートではそれぞれ40.4N/mm²、3.2N/mm²、28.1kN/mm²である。

3. 実験結果および考察

(1) せん断力-ずれ変位関係

押抜き試験で得られたせん断耐力とせん断力-ずれ変位関係を表-1、図-2に示す。なお、表中の推定値とは中島ら²⁾が提案しているせん断耐力評価式により算定した値である。図の縦軸は孔1つ当たりのせん断力であり、その最大値をせん断耐力(実験値)とする。

Key Words: 孔あき鋼板ジベル, 鋼板間隔, 孔間隔, コンクリートブロックの回転挙動

〒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

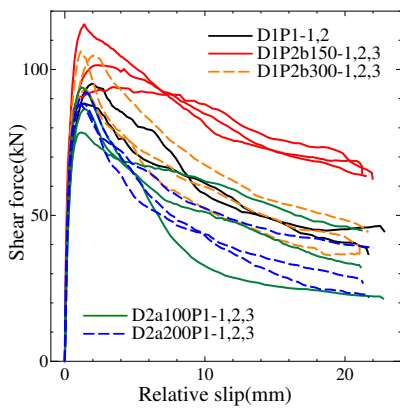


図-2 セン断力ー相対ずれ変位

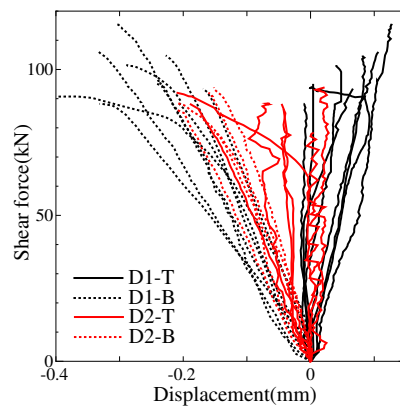


図-3 セン断力ーコンクリート側面変位

まず、表-1 よりせん断耐力を比較すると、並列鋼板の試験体のせん断耐力は単列配置の試験体より大きい傾向にあり、長手方向孔 2 つの試験体のせん断耐力は D1P1 試験体と同程度かそれより小さい傾向にある。並列鋼板の試験体が D1P1 試験体以上のせん断耐力になるのは、並列に配置したジベル鋼板の間で生じる押し広げ力が拘束力の増加に寄与しているためと考えられる。また、表-1 より実験で得られたせん断耐力が、評価式から算定した推定値よりも全体的に小さくなっている。これは、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ことが原因と考えられる。中島らのせん断耐力評価式は、ジベル鋼板がコンクリートブロックに囲まれた試験体を用いた押抜き試験のデータを元に構築されている。そのため、両タイプの試験体のコンクリートブロック側面積が等しい場合でも、ジベル鋼板がコンクリートブロックの端部に配置された場合には、押し広げ力に対する拘束効果が弱まり、せん断耐力が低下したと考えられる。

また、図-2 中に示す並列鋼板の試験体でせん断耐力を比較すると、ジベル鋼板間隔によらず同程度であるが、赤実線で示す間隔が 150mm の試験体の方がせん断力の低下が小さいことが分かる。これは、コンクリートブロック寸法を変えずにジベル鋼板間隔を狭くした結果、ジベル鋼板からコンクリート側面までのかぶりが大きくなり、拘束効果が高まることで、生じたひび割れが広がりにくくなったためと考えられる。実際に、間隔が 150mm の試験体では間隔が 300mm の試験体よりもひび割れ幅が小さかった。また、孔間隔の違いによるせん断耐力およびずれ性状の傾向に大きな差は確認されなかった。

(2) コンクリートブロックの側面変位

せん断力ーコンクリートブロックの回転挙動による側面変位の関係を図-3 に示す。黒線と赤線はそれぞれ長手方向に孔 1 つと孔 2 つの試験体の結果を示している。また、実線は上側の変位の平均、点線は下側の変位の平均を表しており、コンクリートブロック側面が開く方向の変位を負としている。

図-3 中の黒線で示す長手方向孔 1 つの試験体において、点線で示す下側の変位は負の値（開く方向）、実線で示す上側の変位は正の値（閉じる方向）となる傾向がある。このことから、長手方向孔 1 つの試験体は、コンクリートブロックが孔を基点としてハの字に回転していることが考えられる。そして、図-3 中の赤線で示す長手方向孔 2 つの試験体においては、下側の変位は負の値（開く方向）、上側の変位も負の値（開く方向）となる傾向がある。長手方向孔 1 つの試験体とは異なり、上側は閉じる方向に変位して

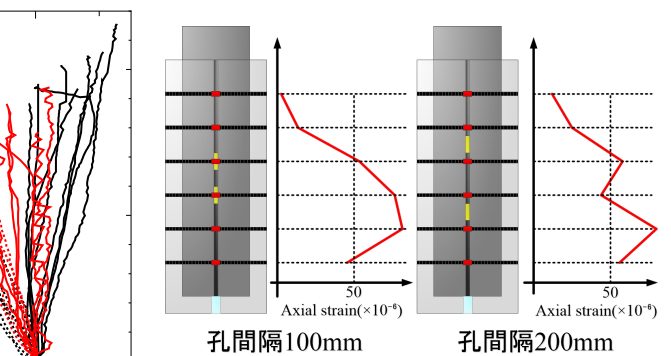


図-4 セン断力 70kN 付近における相対的な鉄筋の軸ひずみ分布 (D2 試験体)

いないが、下側の方が上側よりも開く方向の変位が大きいため、長手方向孔 2 つの試験体は相対的に回転していることが考えられる。また、長手方向孔 2 つの試験体の方が上側と下側の変位差が小さい理由として、長手方向にジベル孔を 2 つ配置した方が、コンクリートブロックが回転しようとする偶力に対しての抵抗力が大きいためと考えられる。

これらの結果から、ほとんどの試験体でコンクリートブロックの回転挙動が確認され、孔 2 つの試験体よりも孔 1 つの試験体の方が、回転挙動によるコンクリートブロックの側面変位は大きくなった。

(3) 補強鉄筋のひずみ

長手方向孔 2 つの試験体のせん断力 70kN 付近における相対的な鉄筋の軸ひずみ分布を図-4 に示す。各試験体のゲージ貼付位置は図中の試験体概要図に赤色で示している。なお、鉄筋の軸ひずみ分布を描くにあたり、試験体表面にひび割れが確認されるより前のせん断力 70kN 付近の値を使用した。図-4 よりいずれの試験体においても、孔付近もしくは孔より下のひずみが大きい傾向にあることが分かる。これは、コンクリートブロック内でジベル鋼板が下方に移動するとともに、孔周辺で発生する押し広げ力により補強鉄筋に引張力が生じているためである。

また、同じ上方の鉄筋でも孔間隔 100mm の試験体の方が孔からの距離が遠いため、軸ひずみは小さい値となっていることが分かる。

4. まとめ

本研究では、ジベル鋼板およびジベル孔の配置条件を変えた試験体により押抜き試験を行い、以下の結果を得た。

1. ジベル鋼板を並列に配置した試験体の孔 1 つ当たりのせん断耐力は、単列配置の試験体よりも大きくなった。また、本実験で得られたせん断耐力は耐力評価式から算定した値よりも全体的に小さくなった。
2. 多くの試験体でコンクリートブロックの回転挙動が確認され、孔 2 つの試験体よりも孔 1 つの試験体の方が、回転挙動によるコンクリートブロック側面変位は大きくなった。
3. 補強鉄筋のひずみは孔付近もしくは孔より下で大きくなる傾向があり、孔より離れた位置の鉄筋ほど軸ひずみは小さくなった。

参考文献

- 1) 藤井ら：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，土木工学論文集 A，Vol.64，No.2，pp.502-512，2008.6.
- 2) 中島ら：孔あき鋼板ジベルの貫通鉄筋のひずみ挙動とせん断耐力評価，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol.71，No.1，pp.99-112，2015.