

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に関する実験的研究

宇都宮大学 学生員 ○ 高橋直紀 学生員 大野将季
フェロー会員 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⁾が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。また、表に示した実験値とは押抜き試験時の孔1つ当たりのせん断耐力であり、推定値とは中島ら²⁾が提案している耐力評価式および複合構造標準示方書³⁾の耐力評価式により算定した値である。

図-1の右図に示すように、母材鋼板とコンクリートブロックの間の摩擦などを取り除くために、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、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、図-1の左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には、補強鉄筋のジベル鋼板位置にひずみゲージをジベル鋼板の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。

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、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力-ずれ変位関係を図-2、図-3に示す。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とする。

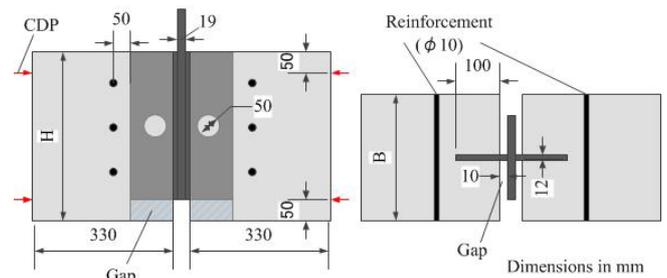


図-1 試験体概要図

表-1 試験体一覧

試験体名	B	H	鋼板間隔	孔間隔	実験値/推定値	
					中島	示方書
D1P1-1	300	400	-	-	0.82	0.72
D1P1-2					0.88	0.77
D1P2b150-1	600	400	150	-	0.94	0.82
D1P2b150-2					0.87	0.76
D1P2b150-3					0.89	0.71
D1P2b300-1	600	400	300	-	0.97	0.85
D1P2b300-2					0.86	0.76
D1P2b300-3					0.81	0.66
D2a100P1-1	300	750	-	100	0.75	0.64
D2a100P1-2					0.83	0.70
D2a100P1-3					0.74	0.58
D2a200P1-1	300	750	-	200	0.88	0.75
D2a200P1-2					0.84	0.72
D2a200P1-3					0.70	0.55

まず、表-1よりせん断耐力の比較をすると、並列鋼板の試験体のせん断耐力は他のタイプより大きい傾向にあり、長手方向に複数孔の試験体のせん断耐力はD1P1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に寄与しているためと考えられる。また、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、ジベル鋼板をコンクリートブロックの端部に配置したことが原因と考えられる。中島らのせん断耐力評価式は鋼板がコンクリートブロックに囲まれた試験体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、コンクリートの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。

図-2の並列鋼板の試験体においてせん断耐力を比較をすると、ジベル鋼板間隔によらず同程度であるが、青線で示す間隔が150mmの試験体の方がせん断力の落ち方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が少なかった。図-3において、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。

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

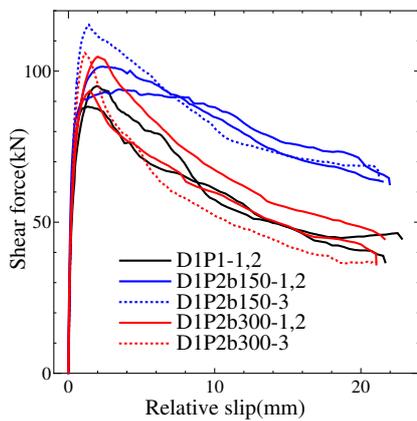


図-2 ずれ変位 (孔1つ)

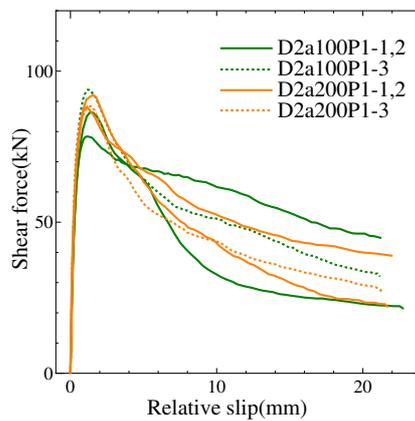


図-3 ずれ変位 (孔2つ)

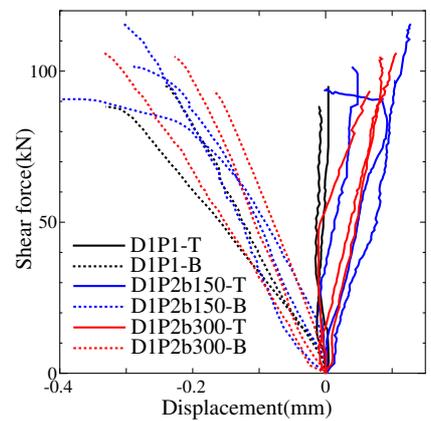


図-4 コンクリート側面変位 (孔1つ)

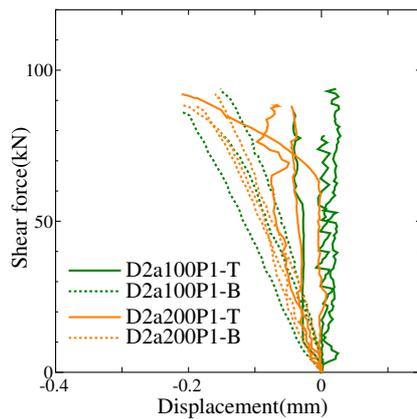


図-5 コンクリート側面変位 (孔2つ)

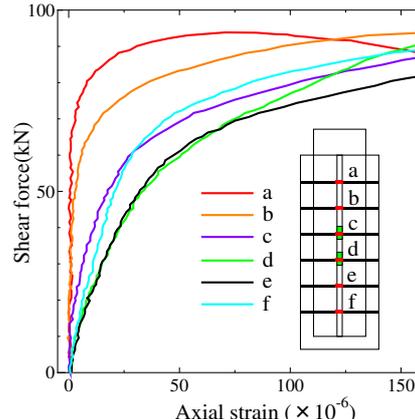


図-6 鉄筋ひずみ (孔間隔 100mm)

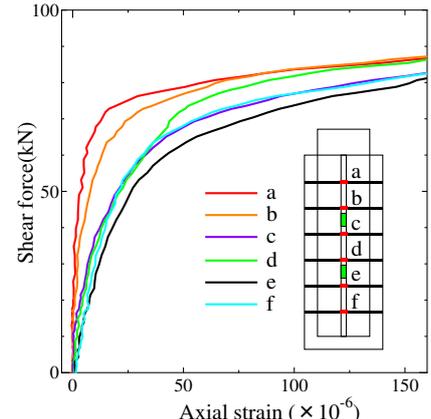


図-7 鉄筋ひずみ (孔間隔 200mm)

(2) コンクリートブロックの側面変位

せん断力および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-4, 図-5に示す. Tは上側の変位の平均, B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-4に示す孔1つの試験体において, 点線で示す下側の変位は負の値(開く方向の変位), 実線で示す上側の変位は特に並列鋼板の試験体で正の値(閉じる方向の変位)となる傾向がある. このことから, 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母材鋼板上部に向かって回転していることが考えられる. 図-5に示す孔2つの試験体において, 下側の変位は負の値(開く方向の変位), 上側の変位も負の値(開く方向の変位)となる傾向がある. 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, 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, 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, 孔2つの場合の方が, コンクリートブロックが回転しようとする曲げの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の変位量は大きくなった.

(3) 補強鉄筋のひずみ

長手方向に複数孔の試験体のせん断力-補強鉄筋ひずみ関係を図-6, 図-7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示しており, 上段の鉄筋ひずみをaとしている. せん断耐力あたりまでの曲線で比較するために, 横軸は 150×10^{-6} あたりまでとしている. 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.

上方の鉄筋(a, b)と孔付近の鉄筋(c, d, e)において, せん断力に対するひずみの大きさの差を比較すると, 孔間隔が狭い方が大きくなっていることが分かる. これは, 孔より上方に位置する鉄筋ほど, 孔付近で生じる押し広げ力の影響を受けにくくなるためと考えられる.

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, 他のタイプ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の変位量は大きくなった.
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, 孔より上方に位置する鉄筋ほど孔から受ける力は小さくなった.

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.
- 3) 土木学会: 複合構造標準示方書 2014年制定, 2014.