

孔あき鋼板ジベルのジベル鋼板配置に着目した実験的研究

宇都宮大学

学生員

○大野将季

フェロー会員

中島章典

学生員

NGUYEN MINH HAI

1. はじめに

土木構造物や建築構造物において鋼コンクリート複合構造形式が多く用いられるようになってきている。この際に用いられる異種材料間のずれ止めの一つに孔あき鋼板ジベルがある。著者ら¹⁾は複合ラーメン橋剛結部をはじめとする様々な実構造物に用いられる場合を想定して、ジベル鋼板がコンクリートブロックで取り囲まれている試験体を作製した。そして、様々にパラメータを変化させて押抜き試験を実施し、それぞれの影響因子を考慮したせん断耐力評価式を構築した。この際、コンクリートブロック寸法が大きいほど、せん断耐力が大きくなる結果が得られたが、どの試験体もジベル鋼板はコンクリートブロックの中心位置に配置されており、コンクリートブロックに対するジベル鋼板の配置位置の影響は検討されていない。

そこで本研究では、コンクリートブロックとジベル鋼板の寸法を同じにして、ジベル鋼板の配置位置、開き止めの有無、帯鉄筋の有無を変化させた試験体の押抜き試験を行った。その結果から孔あき鋼板ジベルの配置を変えたことによるせん断耐力、及びジベル鋼板周辺のコンクリートや帯鉄筋、開き止めによる拘束効果の違いを検討する。

2. 実験概要

(1) 押抜き試験体

本研究に用いた試験体の概要を図-1に、その一覧を表-1に示す。ここではジベル鋼板が寄った側を縁端側と呼び、図-1にも示してあるが、ジベル鋼板端部からコンクリートブロック端部までの距離を縁端距離あるいは縁端側のコンクリートかぶり量と定義する。

試験体は計12体で、図-1中の縁端距離のみ変化させている。縁端距離が300mmの場合がコンクリートブロックに対して中心配置となる。縁端距離ごとに何も補強を施していないもの、開き止めを施したもの、帯鉄筋を施したものを作製した。開き止めは幅100mmの鋼材をコンクリートブロック側面中央高さに、帯鉄筋は鉄筋同士の間隔が85mmとなるように高さ方向に3段配置した。また、ジベル鋼板を押抜けるように鋼板下部に30mmの隙間を設けている。

押抜き試験では、ジベル鋼板とコンクリートブロックとの相対ずれ変位、ジベル鋼板がコンクリートブロックの中心に配置されていない試験体では左右のコンクリートブロック端部上面の変位を高感度変位計により計測した。

押抜き試験時のコンクリートの材齢、圧縮強度及び静弾性係数はそれぞれ48～58日、34.7N/mm²、26.8kN/mm²である。また、ジベル鋼板はSS400を用い、降伏点及び引張強さはそれぞれ358N/mm²、470N/mm²である。

3. 実験結果および考察

押抜き試験で得られたせん断力-相対ずれ変位関係を図-2に示す。図の縦軸は載荷荷重をせん断力とし、その最大値をせん断耐力とする。赤線が開き止め有り、青線が帯鉄筋有り、黒線が何も施していない試験体のせん断力-相対ずれ変位関係である。コンクリートブロック表面にひび割れが発生した試験体では、ひび割れ状況も共に示している。

今回の実験ではコンクリートブロック表面にひび割れが生じた試験体が複数確認された。ひび割れ発生原因については多くの既往研究にも記載がある²⁾。まず、ジベル鋼板への荷重載荷によってせん断力を作用させると周辺のコ

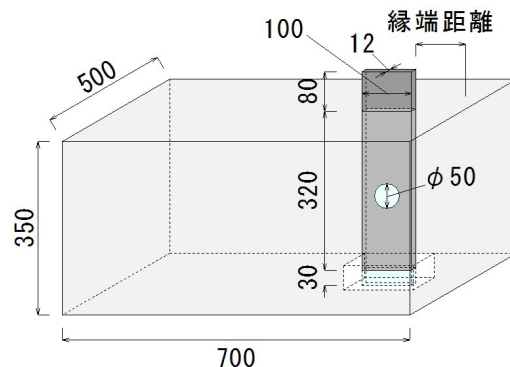


図-1 試験体概要図

表-1 試験体一覧 (計12体)

試験体名	縁端距離	帯鉄筋	開き止め
C300	300(中心)	無し	無し
C300-S		無し	有り
C300-H		有り	無し
C200	200	無し	無し
C200-S		無し	有り
C200-H		有り	無し
C100	100	無し	無し
C100-S		無し	有り
C100-H		有り	無し
C50	50	無し	無し
C50-S		無し	有り
C50-H		有り	無し

ンクリートとの相対ずれによりせん断ひび割れ面ができる。その際に、ジベル孔内のコンクリートにはコンクリート骨材の噛み合わせによる周辺のコンクリートを押し広げる力(押し広げ力)が発生する。この押し広げ力がコンクリートブロックひび割れの原因と考えられている。ただし、ジベル孔内の骨材の配置状況によってはコンクリートブロックの表面に至るひび割れが生じない場合もある。図-2-c、図-2-dに示されているC100とC100-Sのせん断力-相対ずれ変位関係では他の場合と異なり、せん断耐力に達した後、せん断力が大きく低下しているのが分かる。これらの試験体では、試験時にコンクリートブロック表面に目視できるひび割れが生じている。この2体ほどははっきりとしたものではないが、縁端距離50mmの試験体C50、C50-S、C50-Hにも試験体表面にひび割れが生じている。そして、最初にコンクリートブロック表面にひび割れが生じた場所は縁端側のコンクリートブロック側面下部であるということがひび割れの生じた試験体で共通している。さらに、帯鉄筋を配置していない試験体C100、C100-S、C50-Sでは縁端側のコンクリートブロック底面、側面、上面にかけ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まで至っている。ジベル孔位置の高さからひび割れが生じなかったのは、ジベル鋼板には押し広げ力以外にも載荷によってコンクリートブロック下部が外側に開こうとする力が発生しているためと考えられる。帯鉄筋を配置していない試験体C100、C100-Sでは、縁端側と逆側のコンクリートブロック上面にもひび割れが発生しており、ジベル鋼板の側面からコンクリートブロック前面に向かってひび割れが至っている。

Key Words: 鋼コンクリート複合構造, 孔あき鋼板ジベル, ジベル鋼板の配置位置, ひび割れ, 拘束力

〒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.028-689-6210

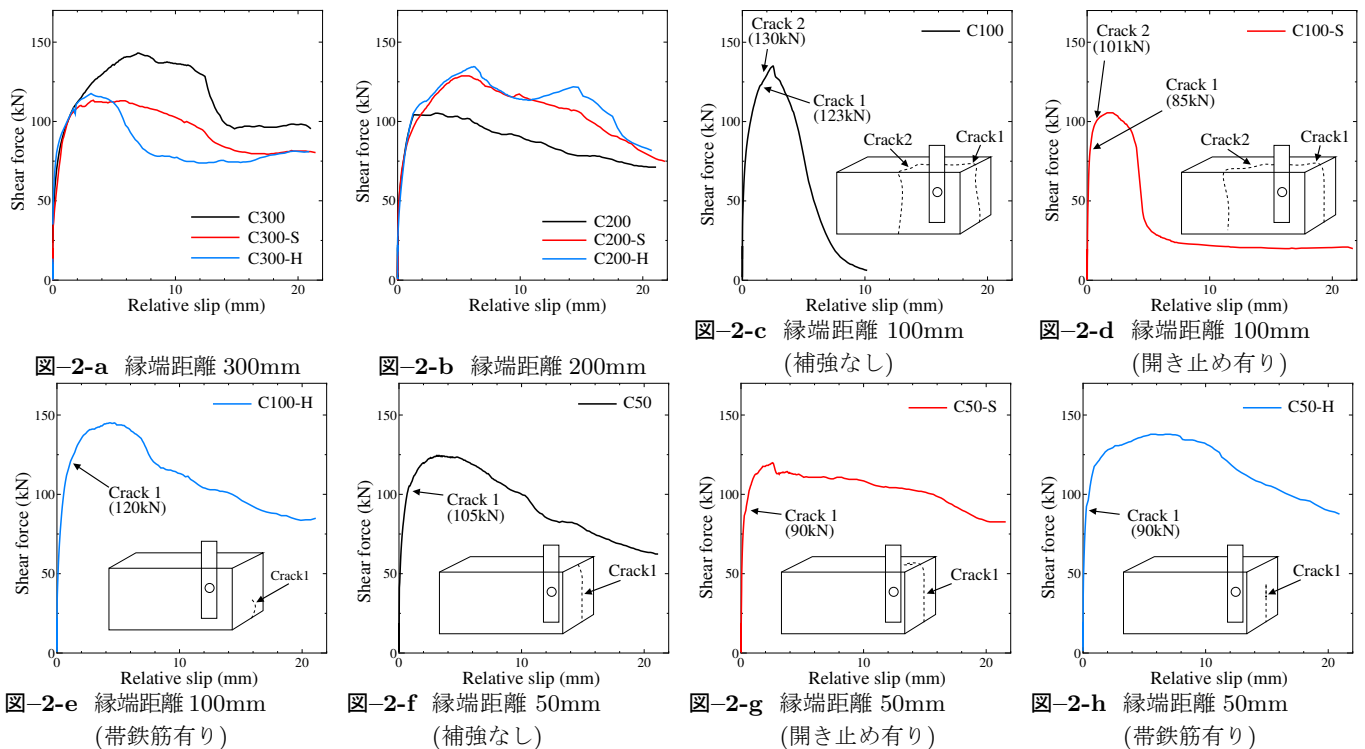


図-2 セン断力-相対ずれ変位関係

ジベル鋼板が最もコンクリートブロック端部に寄った縁端距離 50mm の試験体 C50, C50-S, C50-H のせん断力-相対ずれ変位関係では、せん断耐力に達した後のせん断力の低下が緩やかなものとなっている。これらの試験体の場合、縁端側のコンクリートかぶり量が 50mm で短いため、小さな押し広げ力によってジベル鋼板からコンクリートブロック表面までひび割れが至ったと考えられ、その際縁端側のコンクリートブロックによる拘束力が効かなくなる。しかし、押し広げ力が小さいため縁端側と逆側のコンクリートブロックのひび割れはコンクリートブロック内部にとどまり、表面まで至らなかったと考えられる。また、縁端側と逆側のコンクリートブロックによる拘束力が働くため、ひび割れ幅の増加が抑制され、せん断力の低下が緩やかなものとなったと考えられる。これに対して、縁端距離 100mm の試験体の場合は、縁端側のコンクリートかぶり量が 100mm である。したがって、ひび割れがジベル鋼板側面から縁端側のコンクリートブロック側面まで貫通した時の押し広げ力は縁端距離 50mm の試験体の場合より大きかったと考えられる。そのため、縁端側と逆側のコンクリートブロックのひび割れがコンクリートブロック前面まで至ったと考えられる。そして、コンクリートブロックによる拘束力が低下し、せん断力が急激に減少したものと考えられる。

縁端距離 300mm の試験体では、帯鉄筋や開き止めを施しても拘束効果がありなことが分かる。これはジベル孔内のコンクリートを拘束している周辺のコンクリートには押し広げ力に対応するある一定の範囲があつて、配置した帯鉄筋がそれより外側に存在しているので、帯鉄筋はジベル孔内のコンクリートの拘束に寄与しなかったと考えられる。帯鉄筋も開き止めも施していない試験体 C300 のせん断耐力が大きくなった原因はジベル孔内の骨材の配置状況によるものであると考えられる。縁端距離 300mm 以外の試験体では、帯鉄筋を配置したものが最も大きなせん断耐力を示し、その後のせん断力低下も緩やかなものとなっていることが分かる。また、本研究において開き止めを施した試験体と何も施していない試験体のせん断力-相対ず

れ変位関係が同様な結果となったのは、押し広げ力による試験体の開きがほとんど出なかったためと考えられる。

全体的な傾向として言えることは、帯鉄筋を施した試験体においてジベル鋼板の配置によらずせん断耐力があまり変わらないということである。その理由として、ジベル鋼板を取り囲むコンクリートブロックの拘束範囲がジベル鋼板の配置によらず同程度であることが考えられる。ジベル鋼板が端部に寄った試験体の場合、縁端距離は短い、その際に帯鉄筋も拘束力に寄与しているためと考えられる。

4. まとめ

本研究では著者らの既往研究で用いられた試験体を基本とし、コンクリートブロックとジベル鋼板の寸法が同じで、コンクリートブロックに対してジベル鋼板の配置位置を変えた試験体を 12 体作製した。そして、帯鉄筋と開き止めの拘束条件を変えて押抜き試験を行い、以下の結果を得た。

1. ジベル鋼板の配置位置によらずせん断耐力は同程度となった。
2. 縁端距離 50mm と 100mm の試験体において、ジベル鋼板からコンクリートブロック表面に至るひび割れが生じた。特に帯鉄筋を配置していない縁端距離 100mm の試験体では、ひび割れ幅が大きくなり、せん断耐力に達した後に急激にせん断力が低下した。
3. 縁端距離 300mm の試験体ではジベル鋼板から離れた位置に帯鉄筋が配置されているため、帯鉄筋は拘束効果を発揮しない。しかし、縁端距離 50mm と 100mm の試験体においては帯鉄筋が拘束効果を発揮し、せん断耐力に達した後の急激な荷重の低下は見られなかった。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 藤井堅, 道菅裕一, 岩崎初美, 日向優裕, 森賢太郎, 山口詩織: 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.