

孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗に及ぼすジベル鋼板位置の影響

宇都宮大学大学院

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

鋼コンクリート複合構造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要素試験体を用いて、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、せん断耐力は大きくなる結果が得られたが、これらの試験体では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していない。

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、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位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による拘束効果の違いを検討する。

2. 押抜き試験体及び試験方法

本研究で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片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。4パターンの縁端距離ごとに計3体の試験体を作製し、そのうちの1体のみ帯鉄筋を施した。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、平均圧縮強度及び静弾性係数はそれぞれ48～58日、34.7N/mm²及び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及び470N/mm²である。

3. 試験結果および考察

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。黒線と赤線がそれぞれ帯鉄筋を配置していない試験体1と試験体2、青線が帯鉄筋を配置した試験体のせん断力-相対ずれ変位関係を示している。また、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、ひび割れ状況も図中に示している。

今回の実験では縁端距離100mmと50mmの試験体コンクリートブロック表面にひび割れが発生した。ひび割れ発

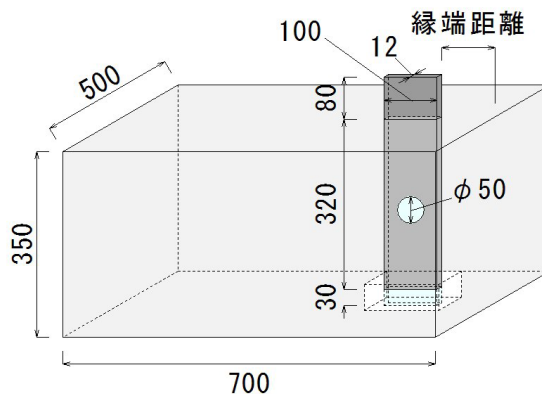


図-1 試験体概要図

表-1 試験体一覧 (計12体)

試験体名	縁端距離 (mm)	帯鉄筋
C300-1	300(中心)	無し
C300-2		無し
C300-H		有り
C200-1	200	無し
C200-2		無し
C200-H		有り
C100-1	100	無し
C100-2		無し
C100-H		有り
C50-1	50	無し
C50-2		無し
C50-H		有り

生の原因とし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。また、コンクリートブロック表面にひび割れが発生した6体の試験体すべてに共通しているのが、最初にひび割れが確認された場所である。どの試験体でも縁端側コンクリートブロック側面下部に最初のひび割れが確認された。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たためと考えられる。また、縁端距離100mmと50mmの試験体すべてで縁端側コンクリートブロック側面にひび割れが生じたが、図-2-c、図-2-dに示す帯鉄筋を配置していない縁端距離100mmの試験体C100-1とC100-2のみ縁端側と逆側のコンクリートブロック表面にもひび割れが発生した。この2体ではジベル鋼板とコンクリートブロックの相対ずれ変位の増加に伴うひび割れ幅の増加も確認された。

著者らの既往研究¹⁾で求められた貫通鉄筋のない孔あき

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 宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

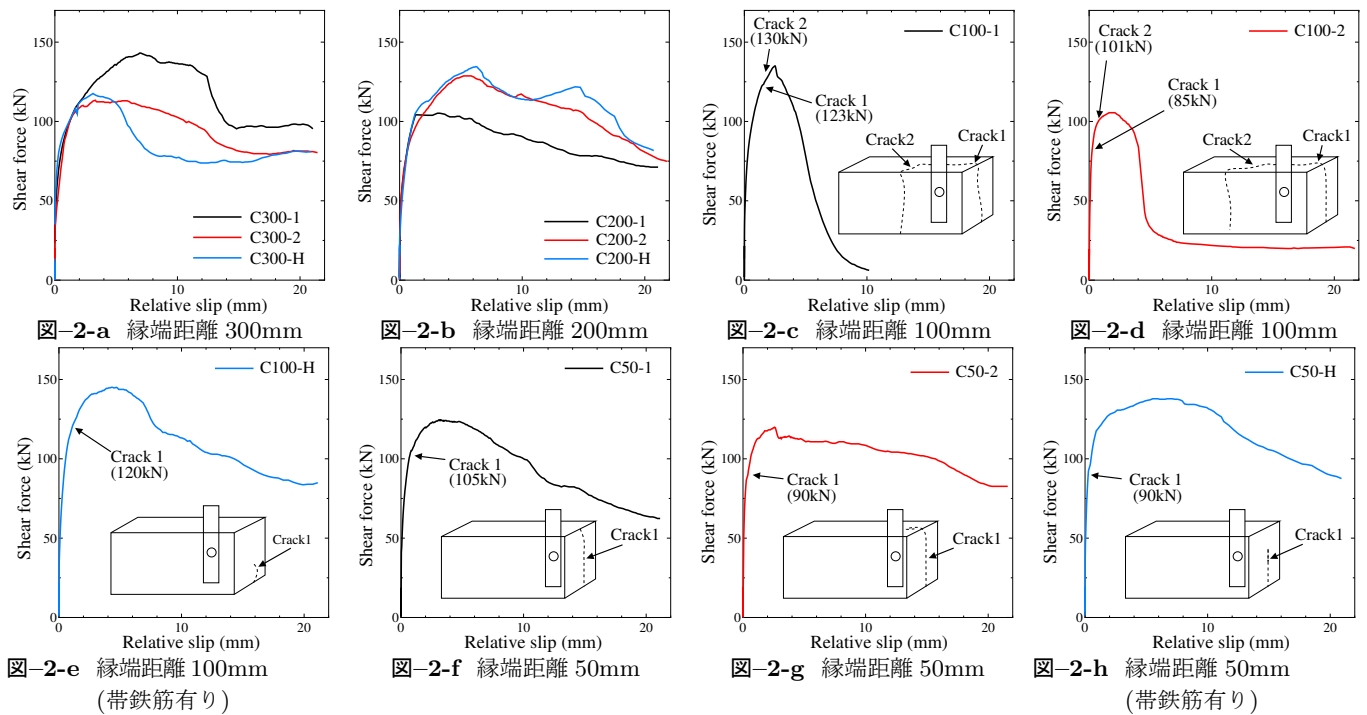


図-2 セン断力-相対ずれ変位関係

鋼板ジベルのせん断耐力評価式 (1) を以下に示す。

$$Q_u = 0.15 A_s^{0.43} f_c^{0.65} A T^{-0.5} \quad (1)$$

この式においてコンクリートブロック側面積 A_s に本試験体の側面積を代入して、せん断耐力を求めると約 165kN と求まった。この値は図-2 に示されるすべての試験体のせん断耐力よりも高い値を示していることが分かる。このことから、試験体コンクリートブロックにはせん断耐力に影響を及ぼすある一定の領域が存在していることが推測される。ここではこの領域に対応する側面積を有効側面積と定義した。

図-2-a と図-2-b に示す縁端距離 300mm と 200mm のせん断力-相対ずれ変位関係では、帯鉄筋有りの試験体も無しの試験体も似たような挙動を示していることが分かる。すなわち、縁端距離 300mm, 200mm の試験体では帯鉄筋を配置したことによる効果が出ていなかったと考えられる。これは上述のコンクリートブロック有効側面積よりも外側に帯鉄筋が配置されていたためと考えられる。縁端距離 300mm の試験体では帯鉄筋を配置した試験体より配置していない試験体の方がせん断耐力は大きい、これはせん断ひび割れ面の骨材の噛み合わせ状況の差異などによるものと考えられる。

縁端距離 100mm, 50mm の試験体の場合には上述の縁端距離 300mm, 200mm の試験体の場合とは異なり、縁端距離、帯鉄筋の有無の違いによりせん断力-相対ずれ変位関係に大きな差異が見られた。帯鉄筋の無い縁端距離 100mm の試験体 C100-1 及び C100-2 では、せん断耐力に達して以降のせん断力の減少が急激である。この理由は、この試験体では、縁端側と反対側のコンクリートブロック表面にもひび割れが生じ、両側のひび割れ幅が広がったことでコンクリートブロックによる拘束力が低下したためと考えられる。これに対して、帯鉄筋の無い縁端距離 50mm の試験体 C50-1 及び C50-2 では、せん断耐力に達して以降のせん断力の減少が緩やかである。後者の試験体では、縁端側にひ

び割れが生じた後の押し上げ力を反対側のコンクリートブロックが拘束し、また、反対側のコンクリートブロック表面に至るひび割れが発生していない。そのため、後者の試験体では、せん断ひび割れ面の骨材の噛み合わせ抵抗が急激に減少せず、結果的にせん断力の減少も緩やかになったと考えられる。しかし、縁端距離 100mm で帯鉄筋を有する試験体 C100-H では、帯鉄筋が縁端側のひび割れ幅の増加を抑制したため、やはり、せん断耐力以降のせん断力の減少は緩やかになったと考えることができる。

以上のように、縁端距離の差異や帯鉄筋の有無によらず本研究のすべての試験体のせん断耐力が同程度となったのは、せん断耐力に達するまでは押し上げ力に抵抗する周辺コンクリートの有効側面積が同程度であったためと考えられる。つまり、縁端距離が 100mm あるいは 50mm の場合、縁端側と反対側により大きい有効側面積が存在しているものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、同じ寸法のコンクリートブロック及びジベル鋼板を有する押抜き試験体を用いて、ジベル鋼板の配置位置および帯鉄筋の有無が孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗に及ぼす影響を確認するために静的载荷試験を行った。その結果、ジベル鋼板の配置位置および帯鉄筋の有無によらず試験体のせん断耐力は同程度となった。これは、孔あき鋼板ジベルのせん断抵抗に影響する有効な領域の周辺コンクリート及び帯鉄筋による拘束効果が結果的に同程度であったためであると考えられる。

参考文献

- 1) 中島章典, NGUYEN MINH HAI: 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.
- 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.