

(I-13) スタッドの両振り繰返しせん断ずれ性状に関する研究

宇都宮大学 学生員 岡村 正巳
宇都宮大学 正会員 中島 章典
トピー工業 大江 浩一

学生員 小海 昌伸
正会員 斉木 功
前田製管 佐藤 大

1. はじめに

一般にスタッドのせん断強度に関する実験的研究は、鋼部材を押すことによりスタッドにせん断力作用させる押抜き試験により行われている¹⁾。また、これまでのスタッドについての研究は、そのほとんどが押抜き試験によるものである。

しかし、合成桁では活荷重がどの位置にあるかによりスタッドに作用するせん断力の向きが変わり、せん断力の向きが一定である押抜き試験では、この現象を的確に捉えられているとは言えない。

そこで本研究では、簡単にスタッドにせん断両振りができる試験体を考案作製し、これを用いてスタッドの静的強度および疲労強度を、片振り実験と両振り実験と比較することを目的とする。

2. 実験概要

実験に用いた試験体を図-1に示す。2枚の鋼板をT型に溶接し、現場施工と同様に全高100mm、径13mmのスタッドを2本溶植した。その2体をコンクリート打設後添接板を用いて一体化した。こうすることにより、コンクリート打設方向を実構造物と同じにできる。

この試験体の特徴はコンクリートブロックを長ネジによって試験機のベッドに固定し、鋼板を引張、圧縮することによりスタッドに両振りの荷重載荷ができることである。静的実験では荷重載荷中のスタッドの挙動把握を目的として、疲労実験ではスタッドが疲労破断するときにはびずみの挙動が大きく変化すると考え、疲労破断検知を目的として、スタッドの載荷方向上下の側面にスタッド中央高さ50mmの位置にひずみゲージを貼付した。また鋼とコンクリートの相対ずれ変位を計測するため、スタッド位置に高感度変位計を設置した。この試験体を12体作製し、静的片振り・両振り実験、疲労片振り・両振り実験を行った。

(1) 静的実験

片振り実験では荷重サイクルを $0 \rightarrow 19.6 \rightarrow 0 \rightarrow 19.6 \rightarrow 0 \rightarrow 39.2$ (kN)・・・のように137.2kN (14tf)までピーク荷重を19.6kN (2tf)ずつ増加させ、それぞれのピーク荷重に対して2回載荷と除荷を行い、その後破壊まで荷重載荷した。

両振り実験では $0 \rightarrow 19.6 \rightarrow 0 \rightarrow -19.6 \rightarrow 0 \rightarrow 19.6 \rightarrow 0 \rightarrow -19.6 \rightarrow 0 \rightarrow 39.2$ (kN)・・・のように117.6kN (12tf)まではピーク荷重を19.6kN (2tf)ずつ増加させ、それから156.8kN (16tf)までは9.8kN (1tf)ずつ増加させ、それぞれのピーク荷重に対して2回載荷と除荷を行い、その後破壊まで荷重載荷した。

(2) 疲労実験

片振り・両振り実験とも荷重振幅を4段階に変化させ

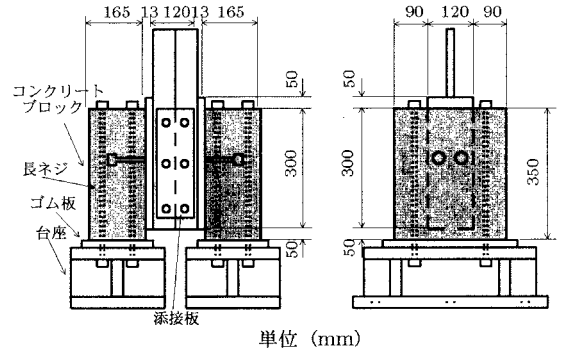


図-1 試験体

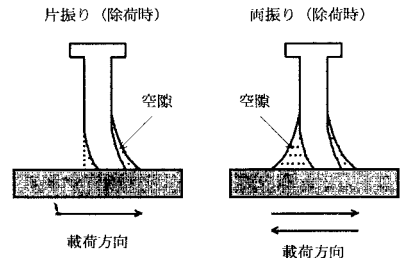


図-2 ずれ変位のメカニズム

3Hzの繰返し速度で実験を行った。両振りの場合荷重振幅は両振幅で考えた。また、載荷中のスタッドのひずみ振幅、ずれ変位振幅の大きさを把握するため、疲労実験に先立って同じ荷重振幅、繰返し速度1Hzで予備載荷を行った。

3. 実験結果と考察

(1) 静的実験

図-3、図-4に静的片振り・両振り実験のせん断力-ずれ変位関係を示す。図の縦軸はスタッド1本が受け持つせん断力である。最大せん断耐荷力は、せん断力を片振幅で考えると片振りでは52.0kN、両振りでは39.3kNと両振り実験の方が弱い結果になっている。しかし、せん断力を両振幅で考えると、両振り実験の場合は引張側で破壊する前の圧縮側ピーク荷重(-39.2kN)からの大きさになるので、78.5kNと両振りの方が強い結果となる。

また、片振りでは載荷・除荷曲線が、初期剛性勾配とほぼ同じ勾配であるのに対し、両振りでは載荷と除荷を繰返すにつれて、除荷し載荷荷重が0kNになったところから、次のピーク荷重に至るまでの載荷曲線の勾配が小さくなっている。

Key Words: 静的強度, 疲労強度, スタッド, 両振り, 実験

〒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.028-689-6230

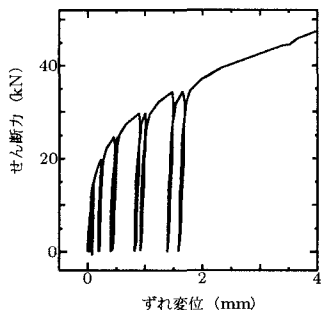


図-3 片振り静的実験せん断力-ずれ変位関係

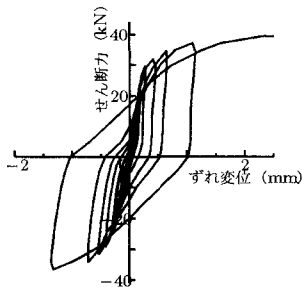


図-4 両振り静的実験せん断力-ずれ変位関係

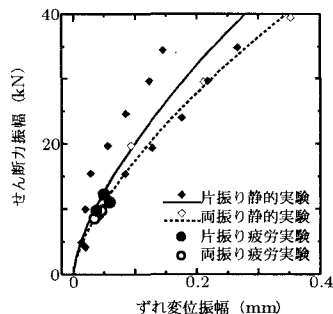


図-5 せん断力振幅-ずれ変位振幅関係

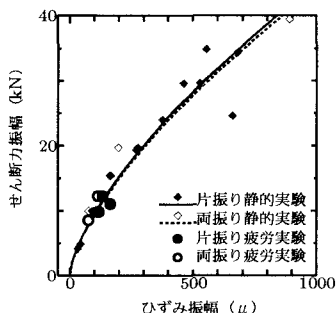


図-6 せん断力振幅-ひずみ振幅関係

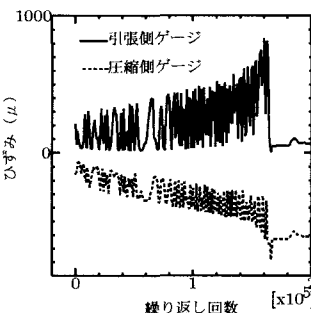


図-7 片振り疲労実験ひずみ-繰返し回数関係

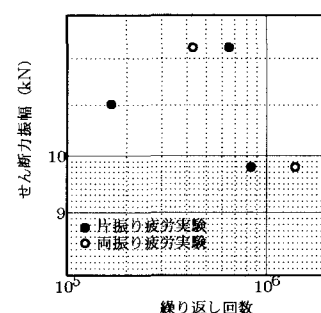


図-8 せん断応力範囲のS-N図

図-5, 図-6に静的・疲労実験でのせん断力振幅-ずれ変位振幅関係, せん断力振幅-ひずみ振幅関係を示す。静的片振り実験では, たとえばせん断力振幅4.9kNの時, 前述した荷重サイクルに対応して4.9→0, 0→4.9, 4.9→0, 0→4.9 (kN)とずれ変位振幅, ひずみ振幅をそれぞれ4回測定し, 平均したものをプロットした。静的両振り実験では, せん断力振幅を両振幅で考え, せん断力振幅9.8kNの場合4.9→-4.9, -4.9→4.9, 4.9→-4.9, -4.9→4.9 (kN)となり, ずれ変位振幅, ひずみ振幅を4回測定し, 平均したものをプロットした。

それぞれの図に示されている2本の曲線は, 静的片振り・両振り実験で得られた値を, 最小2乗法で指数関数に近似したものである。その曲線から, ひずみ振幅, ずれ振幅ともにせん断力振幅が大きくなるにつれて, ほぼ同じか片振りより両振りの方が大きくなっていることが言える。これは次のように考えた。図-2に示すように, 片振りではコンクリートがスタッドによって押しつぶされる面が, 荷重方向に対し片側にできる。押しつぶされてできた空隙は非常に小さく, スタッドはコンクリートを押しつぶしながら変形することにより荷重を負担する。しかし両振りではそれが両側にでき, 空隙をスタッドのみで変形する。この変形量は片振りよりも大きいものになる。このことが両振りの方が片振りに比べて, スタッドのずれ変位・ひずみ振幅が大きくなる原因であると考えた。

また, 両振り静的実験(図-4)で荷重曲線の勾配が小さくなっている部分の現象も説明できる。両振りの場合は除荷が終わった時点で, それまでの荷重方向とは

反対側に, あらかじめ空隙ができていた。荷重方向が変わったときに, その空隙をスタッドのみで変形しなければならず, 明らかにコンクリートを押しつぶしながらスタッドが変位するときよりも剛性が低くなる。これが荷重曲線の勾配が小さくなる原因である。

(2) 疲労実験

図-7に疲労実験におけるスタッドのひずみ-繰返し回数関係を示す。疲労試験機が止まった約165000回でひずみの挙動が大きく変動していることより, 明らかにスタッドが疲労破断していることが確認できる。これより繰返し回数を決定した。

図-8にせん断力振幅に着目したS-N図を示す。この図の結果では, 片振りと両振りでは明らかな違いがあるとは言えない。ここで前述した図-5, 図-6に疲労実験の結果も示しているが, せん断力振幅は非常に小さく, 静的実験でもその領域で片振り両振りのずれ変位振幅, ひずみ振幅の差は小さいことが分かる。このことより疲労実験のような荷重振幅が小さい場合は, 片振りと両振りの疲労強度に明らかな違いはないと考える。

4. おわりに

静的片振り・両振り実験ではスタッドの挙動, また強度の違いが確認できた。しかし, 疲労強度はせん断力振幅が小さいために, 片振りと両振りで明らかな違いが確認できなかった。

現在, 残り3体の試験体を疲労実験中であり, その結果も含め当日発表する予定である。

参考文献

- 1) 社団法人 日本鋼構造協会: 頭付きスタッドの..., JSSCテクニカルレポート No.35, 1997.11.