

両振り载荷によるスタッドの静的および疲労強度

宇都宮大学 正会員 中島章典 機動建設工業 正会員 高林佳弘
 宇都宮大学 正会員 斉木 功 トピー工業 大江浩一
 新潟県 小海昌伸 富山県 土井和美

1. はじめに

頭付きスタッドは種々の鋼・コンクリート複合構造のずれ止めとして多用されており、このスタッドのせん断に対する静的および疲労強度は、一般に押抜き試験によって行なわれている¹⁾。しかし、構造形式によってはスタッドに作用するせん断力は両振り载荷状態となり、従来の押抜き試験ではこの载荷状況を再現できない可能性がある。

そこで本研究では、簡易に両振り载荷のできる試験体を考案し、片振り载荷と両振り载荷状態におけるスタッドの押し引き試験を行った。その結果に基づいて、両振り载荷状態におけるスタッドの静的および疲労強度を、片振り载荷を受ける場合の結果と相互に比較して検討した。

2. 試験体概要

本研究で用いた試験体の形状を図-1に示す。この試験体は、頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)¹⁾に提案されている片振り载荷用押抜き試験体を参考にし、予備的試験において生じた様々な問題点を改良して両振り载荷用に考案したものである²⁾。

スタッドは、高さ530mm、幅120mm、厚さ13mmの鋼板の一面に、鋼板下端より125mmの高さに中心間隔60mmで2本溶接した。圧縮载荷により鋼板が座屈することを防ぐため、スタッドを溶接した面の背面に補剛材を溶接した。なお、実験には、径13mm、高さ100mmのスタッドを使用した。

鋼板への荷重载荷時に試験体が回転するのを極力防ぐために、コンクリートブロックの断面形状をコの字型とし、コンクリートブロックが引張り破壊することを防止するため、D10を主鉄筋として2列2段に、D6を帯鉄筋としてスタッド軸の高さから上下100mmの位置に配置した。

载荷時には、コンクリートブロックを上鋼板と台座とで挟み、周囲に配置した8本の長ネジにより固定する。そして、上へ突き出した鋼板を試験装置でつかみ、圧縮载荷および引張载荷することによりスタッドに片振りあるいは両振りせん断力を与える。

スタッド高さ位置での鋼板とコンクリートブロックとの相対的なずれ変位を計測するため、左右2箇所のスタッド高さに高感度変位計を設置した。また、スタッドの定性的なひずみ挙動を把握するため、スタッド高さ中央であるスタッド下端から50mmの位置に、ひずみゲージを载荷方向前後面に貼付してその値を計測した。

ここでは、以下の表-1に示すようにコンクリートおよびスタッドの材料特性が異なるA、Bの2つのシリーズの実

験を行った。

3. 試験方法

(1) 静的試験

静的試験は、片振り载荷および両振り载荷をそれぞれ2体ずつ試験した。片振り载荷では、1方向に振幅を徐々に増やす繰返し荷重を与えた。一方、両振り载荷では、完全両振り状態で振幅を徐々に増やす荷重を与えた。各荷重段階において、荷重値、ずれ変位、スタッドに貼付したひずみゲージの値を静ひずみ計測装置により計測した。

(2) 疲労試験

疲労試験では、载荷する下限荷重と上限荷重を変化させ、スタッドに作用するせん断力振幅を設定する。Aシリーズの試験では、载荷周波数を3Hz、0.1Hzと変えて25~50kN/本と静的強度に対して比較的大きいせん断力振幅の疲労試験を実施した。一方、Bシリーズの試験では、载荷周波数を3Hzとし、10~45kN/本の広範囲のせん断力振幅の疲労試験を実施した。また、試験中に荷重値、ずれ変位、スタッドに貼付したひずみゲージの値を動ひずみ計を介した連続データ収集システムにより、疲労寿命に応じて決定した時間間隔ごとに数サイクル計測した。

片振り载荷試験では、下限荷重を2.5kNとして上限荷重を変化させることにより、せん断力範囲を設定し、両振り载荷試験では、下限荷重と上限荷重の絶対値を等しくし、完全両振り载荷でせん断力範囲を設定した。

4. 静的試験結果

片振り载荷および両振り载荷時のせん断力-ずれ変位関係の例を図-2、図-3に示す。ここで、縦軸のせん断力は、载荷荷重をスタッドの本数で除したスタッド1本あたりに作用するせん断力のことである。また、横軸のずれ変位は、高感度変位計により2点計測したずれ変位の平均値である。これらの図より、片振り载荷と両振り载荷において得られるせん断力-ずれ変位関係の形状が大きく異なることがわかる。つまり、片振り载荷試験ではスタッドの典型的なせん断力-ずれ変位関係を示している。これに対して、両振り载荷試験では、せん断力とずれ変位の関係がいわゆるスリップ型に近い履歴ループを描いている。

静的試験によって得られる最大せん断耐荷力、降伏せん断耐荷力およびずれ剛性を表-1にまとめる。

これらの結果から、A、B両シリーズの平均で比較すると、最大せん断耐荷力では約25%、降伏せん断耐荷力では約36%、両振りよりも片振りの方が大きくなっていることがわかる。この理由は、両振りでは低サイクル疲労の影響

Key Words: 頭付きスタッド, 両振り载荷, 静的強度, 疲労強度, 実験
 〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2, TEL 028-689-6208, FAX 028-689-6230

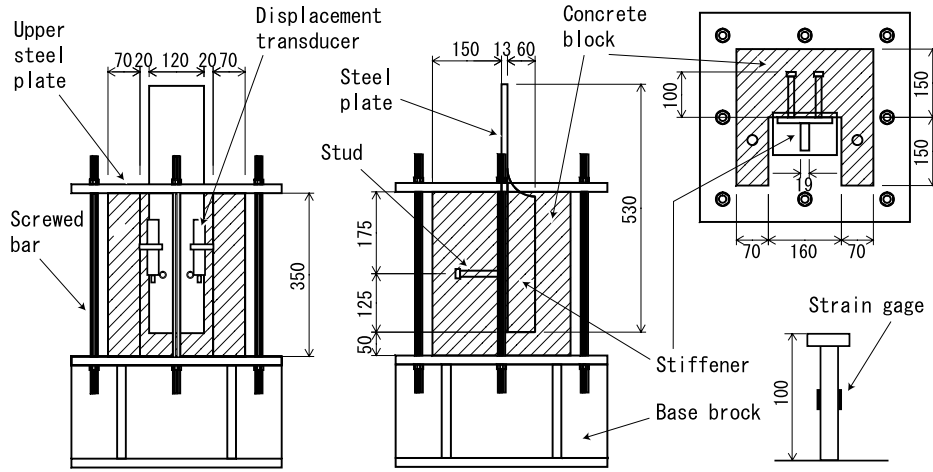


図-1 両振り押抜き試験体 (単位: mm)

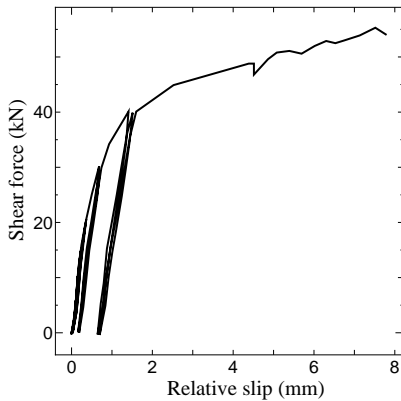


図-2 片振り荷重試験のせん断力-ずれ変位関係

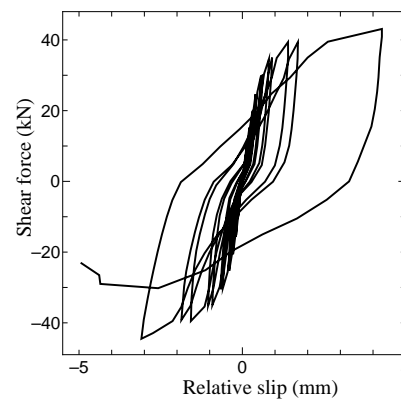


図-3 両振り荷重試験のせん断力-ずれ変位関係

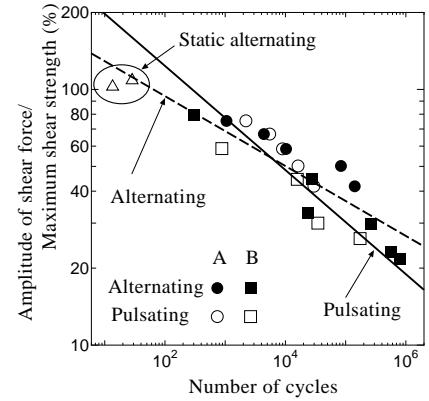


図-4 せん断力振幅-繰返し回数関係

表-1 静的試験結果

試験の種類	最大せん断耐荷力 (kN)	降伏せん断耐荷力 (kN)	ずれ剛性 (kN/mm)	コンクリートの圧縮強度 (N/mm ²)	スタッドの降伏応力 (N/mm ²)
静的片振り A	59.8	38.3	129.5	43.5	360
静的両振り A	49.1	26.1	127.4		
静的片振り B	56.6	34.2	71.3	40.1	371
静的両振り B	44.5	27.3	75.1		

が現れるためであると考えられる。

5. 疲労試験結果

本研究では、Aシリーズで16体、Bシリーズで10体の疲労試験を実施した。

図-4は、A、B両シリーズ全部のせん断力振幅-繰返し回数関係である。AシリーズとBシリーズでは材料強度が異なることから、表-1に示したように静的最大せん断耐荷力が異なる。したがって、この図では、A、Bシリーズとも片振りの最大せん断耐荷力で無次元化したせん断力振幅を縦軸に取っている。片振り、両振りの最小2乗近似線が交差しており、せん断力振幅が大きくなると両振りの場合のほうが疲労強度が低下する傾向のあることがわかる。

しかし、スタッドの疲労破壊はいずれもスタッド基部で生じていることから、片振りと両振りの傾向の差異を議論するためには、数値解析などによってスタッド基部のひず

み挙動などを調べる必要がある。

6. まとめ

1. 通常の疲労試験機を用いて、簡易にスタッドの両振り荷重を行うことのできる試験体を考案し、その有効性を確認した。
2. 両振り荷重を受けることにより、スタッドの静的強度は片振り荷重時よりも小さくなる。
3. せん断力振幅が大きい低サイクル疲労領域では、片振りよりも両振り荷重を受ける場合のほうが、スタッドの疲労寿命は短くなる傾向がある。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状、JSSCテクニカルレポート No.35, 1996.11.
- 2) 中島章典, 小海昌伸ら：両振り荷重を受けるスタッドの静的および疲労強度に関する研究, 第4回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, pp.133-138, 1999.11.