

交番するせん断力を受ける頭付きスタッドの疲労強度

松尾橋梁(株)

摂南大学 工学部

摂南大学大学院 工学研究科

駒井エンジニアリング(株)

日本スタッドウェルディング(株)

正会員 ○武藤 和好

正会員 平城 弘一

正会員 山川 糧平

伊藤 秀栄

正会員 重田 尚孝

1. まえがき 著者らは、各種の鋼・コンクリート複合構造物のずれ止めに適用される頭付きスタッドの性状確認方法として、図1に示すような供試体と载荷方法を提案し、スタッドの静的強度・疲労強度などの性状確認を行ってきた¹⁾。それ以前の押抜き試験から得られるずれ止めの強度は、コンクリートブロックが圧縮応力域での部分片振り载荷に対するものであった。構造物の部位や荷重の载荷状態に応じて、スタッドおよび周辺のコンクリートの応力状態は引張と圧縮の繰返し、あるいは常に引張にもなりうる。これらの部位に配置されたスタッドに対する静的・疲労強度の基礎的データを得るために実験を継続してきたが、本文では、疲労試験に関する結果を報告する。

2. 载荷実験の概要 供試体諸元は既報告¹⁾と同様であるが、その静的試験において载荷側スタッドの下方のコンクリートに斜め引張破壊が生じたため、図1に示す改良型試験体では、スタッドの周辺にV字形のせん断補強鉄筋を追加している。供試体は、H形鋼を高さ方向に1/2で切断したT形断面のフランジ外面に頭付きスタッド(φ13x75)を1本溶植して下側(载荷側)に配置し、同寸法のスタッドを4本溶植した固定側(上側)鋼材も同じコンクリートブロック内に配置するものである。試験対象側の鋼材のフランジに上下方向の力(変位)を作用させて、コンクリート応力を引張～圧縮に制御するものであり、疲労試験は表1

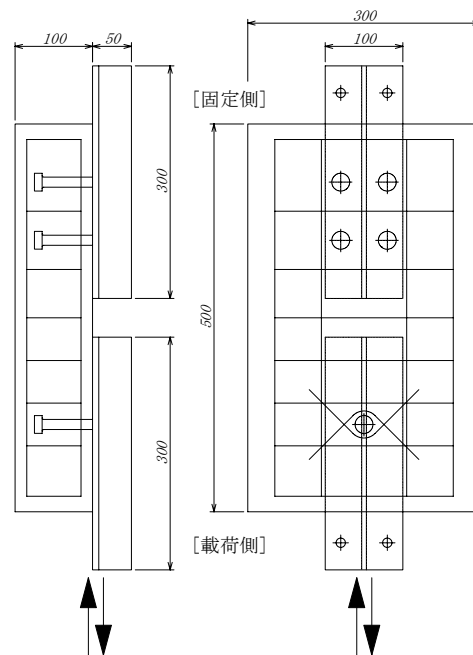


図1 供試体の概要

表1 疲労試験の供試体

応力域と変動性状	供試体名
引張域・完全片振り	FTA-110, FTA-130, FTA-150, FTA-190
引張域・部分両振り(※)	FTP-150, FTP-160, FTP-170, FTP-190
完全両振り	FTC-160, FTC-170, FTC-190, FTC-210
圧縮域・完全片振り	FCA-130, FCA-150, FCA-190

※最小荷重(圧縮)時は $\tau_{\min}=37.7\text{N/mm}^2$ で統一

に示す15体に対して実施した。供試体名の数字は、スタッド軸部に作用するせん断応力範囲(単位: N/mm^2)を示している。なお、部分両振り試験のFTPでは、最小荷重(圧縮方向)で5 kNを作用させている。コンクリートの圧縮強度は 61.2N/mm^2 であり、既報告¹⁾の 23.1N/mm^2 よりもかなり大きくなった。

3. 実験の結果 図2および図3は、試験後のスタッド溶接部の破断状況である。図2は引張域の完全片振り载荷(FTA-150)、図3は圧縮域の完全片振り载荷(FTC-190)の結果である。フランジ面に残された余盛り金属の形状やスタッド下端の破断面の形状などから、载荷タイプによる亀裂新点方向の違いが認められる。

図4および図5は、破壊時の繰返し回数を既往の押抜き試験結果と比較したものであり、図中には、両側スラブの試験結果と一緒に、片側スラブの試験結果を△印で、昨年の疲労試験結果¹⁾を今回試験と同色同種の小さな記号で併記した。図4は縦軸にスタッド軸部のせん断応力振幅を用いるものであるが、既往の研究と大差

キーワード 頭付きスタッド, 片振り载荷, 両振り载荷, 疲労強度, せん断耐力比

連絡先 〒590-0977 大阪府 堺市 堺区 大浜西町3番地 松尾橋梁(株) 設計部 Tel: 072-223-2691 Fax: 072-223-2690

がないようである。しかし、本研究で用いた供試体による試験結果に注目すると、コンクリート強度の大きい今回の試験結果(着色記号大)のほうが、昨年の試験結果(着色記号小)よりも疲労強度が大きくなっていることがわかる。図5はせん断力範囲とせん断耐力との比率を縦軸に用いるもので、図中の破線は設計用曲線である。せん断耐力は文献3)の算定式により求め、図中の設計曲線も文献3)に示されるものである。コンクリート強度の影響を考慮に入れたこの方法で試験結果を整理すると、今回の試験結果は、昨年度の結果よりもやや小さな疲労強度であるという傾向が認められる。また、FTA、FTP など一部のタイプでは設計用曲線を若干下回っており、既往の片側スラブ供試体による押抜き試験とほぼ同等の疲労強度にとどまっていることがわかる。

新しい荷重方法による試験結果全体としては、既往の押抜き試験結果とほぼ同程度の疲労強度を有していることがわかるが、荷重タイプ(応力域)やコンクリート強度によっては、設計用曲線よりも低強度のものが認められる。スタッドの荷重一ずれ曲線はせん断力と比較的小さい段階から非線形性を呈するが、片振り荷重と両振り荷重の場合では、繰返し荷重範囲における荷重一ずれ曲線の形状の違いが存在していることが予想される。また、同じ完全片振りであっても、溶接部周辺の破壊形状に若干の違いが認められていることから、荷重タイプあるいはコンクリート強度の相違が、荷重一ずれ曲線の非線形形状に影響を及ぼし、これが繰返し荷重により蓄積される損傷(スタッド軸部周辺部のコンクリートの破壊、溶接部の亀裂など)の累積速度に関与しているものと予想される。

4. まとめ 本研究で提案する方法による疲労試験結果を、せん断応力範囲を用いて表現する場合とせん断耐力比を用いて表現する場合では、コンクリート強度の大小関係と疲労強度の大小関係が逆転するケースもあることが確認できた。更に実験データを蓄積するとともに、荷重タイプごとのスタッドの変形性状の詳細な検証を進めて、それらが及ぼす疲労強度への影響を明らかにする予定である。

参考文献 1)武藤, 平城: 正負の繰返しせん断力を受ける頭付きスタッドの強度, 土木学会第61回年次学術講演会講演概要, CS02-016, 2006年9月。 2)山川, 伊藤, 平城, 武藤, 重田: 実構造物が受ける荷重パターンを考慮したスタッドの静的耐荷挙動, 土木学会第62回年次学術講演会講演概要, 2007年9月。 3)土木学会: 複合構造物の性能照査指針(案), 2002年10月。



図2 スタッド破断状況 (FTA)



図3 スタッド破断状況 (FTC)

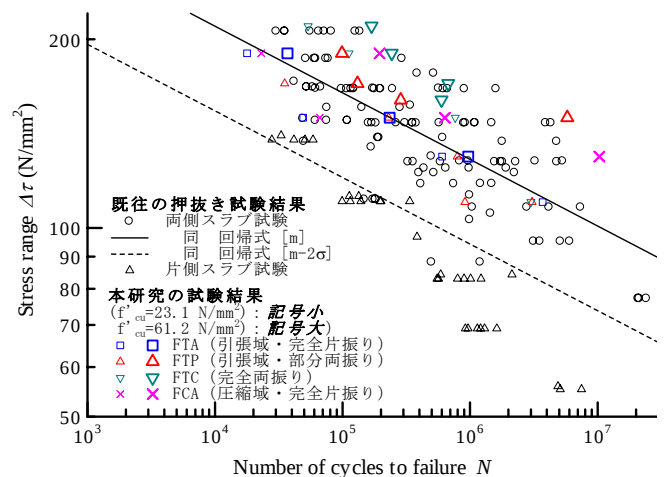


図4 疲労試験結果と既往の研究との比較 (せん断応力振幅をパラメータにする場合)

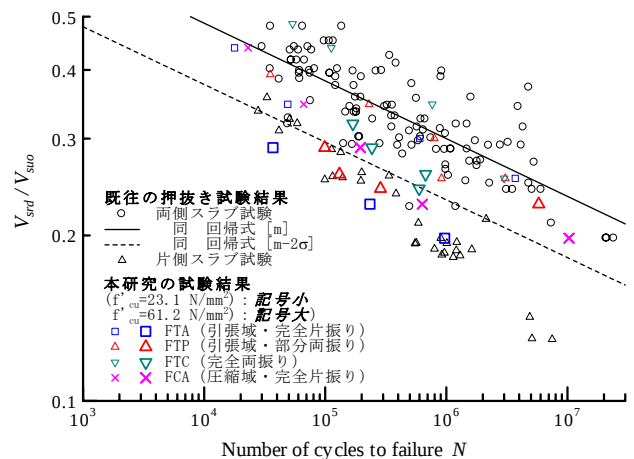


図5 疲労試験結果と既往の研究との比較 (せん断耐力比をパラメータにする場合)