

正負の繰り返しせん断力を受ける頭付きスタッドの強度

松尾橋梁(株) 正会員 ○武藤 和好
 摂南大学 工学部 正会員 平城 弘一

1. まえがき

鋼とコンクリートの複合構造のずれ止めに用いられる頭付きスタッドの強度試験は、図1に示すような押抜き試験によるのが一般的である¹⁾。この試験では、コンクリートブロックに作用する応力は常に圧縮で、スタッド根元部がコンクリートブロック中心に向かって押込まれる荷重となり、静的試験・疲労試験のどちらでも、スタッド根元部の鋼材あるいは周辺コンクリートの破壊が支配パラメータとなっていた。この試験方法から得られるずれ止め強度は、圧縮応力域での部分片振り荷重に対するものである。一方、例えば連続合成桁の中間支点部や桁端部のコンクリートは、活荷重などの荷重状態に応じた引張と圧縮の繰り返し、あるいは常に引張になるため、これらの部位に配置されたスタッドに対して、従来の押抜き試験で評価された強度を適用するには注意が必要である。本研究では、従来の押抜き試験とは異なる試験方法を考案し、コンクリートが引張応力域となる荷重方法でスタッドの静的試験と疲労試験を行い、完全片振り、部分片振り、ならびに完全両振り状態における基礎的データを得ることができたので、以下に報告する。

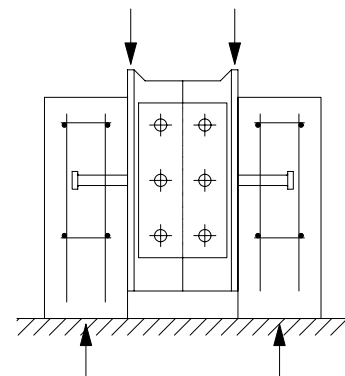


図1 標準的な押抜き試験体

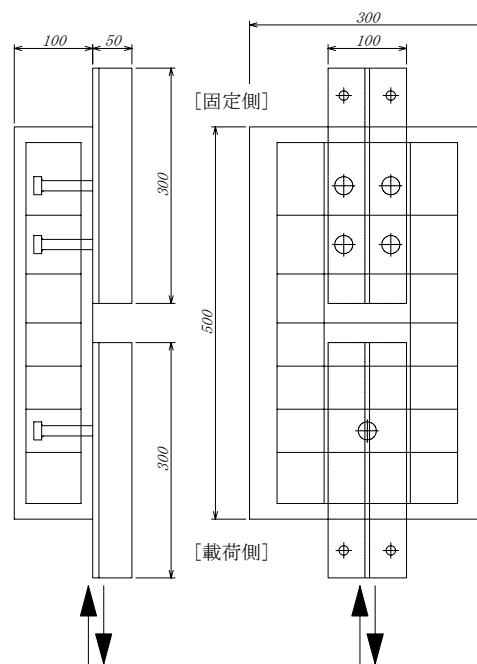


図2 本研究における試験体の概要

2. 荷重実験の概要

コンクリートに引張応力を作用させるため、図2に示すような供試体を用意した。長さ300mmの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(荷重側)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。試験の対象とする下側鋼材のフランジに上下方向の力を作用させて、コンクリート応力を引張～圧縮に制御できる。静的試験は、表1に示す6体に対して応力域・荷重増加方法を変化させて実施した。疲労試験は、表2に示す15体について実施した。供試体名の頭文字は静的試験(S)・疲労試験(F)の別で、疲労試験の供試体名の数字は、スタッド軸部に作用するせん断応力範囲(単位: N/mm²)を示している。なお、部分両振り試験のSTPおよびFTPでは、最小荷重(圧縮方向)で5kNを作用させている。

3. 実験の結果

図3は静的試験における破壊性状を示している。SCAを除く全ての供試体において、スタッドに作用するせん断力が最大値に達する以前にコンクリートブロック下端からひび割れが発生し、スタッドに向か

表1 静的試験の試験体

供試体名	応力域と変動性状	荷重方法
STA-1		単調増加
STA-2	引張域・完全片振り	単調増加
STA-3		単調増加
STP	引張域・部分両振り	漸増荷重
STC	完全両振り	漸増荷重
SCA	圧縮域・完全片振り	単調増加

キーワード 頭付きスタッド, 片振り荷重, 両振り荷重, 静的強度, 疲労強度

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

ってこれが進展して、最終的に根元の支圧部に到達するコンクリートの斜め引張破壊を呈した。スタッドが破断に至ったのは SCA のみであった。表 3 は、スタッド 1 本あたりの最大せん断力 Q_{max} を示したものである。完全片振りに比べて、部分片振りあるいは両振りでは最大せん断力が若干低下するようであるが、引張域の部分両振りの場合、完全片振りの STA-2 および STA-3 に比べて 5%程度以下と僅かな差である。また、完全両振りでは完全片振りから 15%程度の低下が生じている。なお、スタッドが破断に至った SCA の最大せん断力は、スタッドの引張強度 $f_{su}=470 \text{ N/mm}^2$ と軸部断面積との積にほぼ等しい値となっている。

図 4 は疲労試験による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る。図中の実線は既往の試験結果の中心値で、破線はこれを標準偏差の 2 倍下方にシフトしたものである。今回の試験のうち、完全片振りの FTC では回帰式よりも上方に位置しており、それ以外のタイプでは回帰式と同等あるいは若干下方に位置している。ただし、全ての実験結果とも、図中の破線までの範囲に位置しており、通常の押抜き試験に比べて強度の著しい低下は認められない。

図 4 には、既往の押抜き試験のうち片側スラブによる結果も併記したが、これらは両側スラブの試験結果よりもかなり下方に位置している。今回の実験は片側スラブの試験体によるものであるが、既往の片側スラブの実験結果に比べて強度が向上しており、スタッドに作用する軸方向力の悪影響の少ない良好な結果が得られている。これは上下鋼材ともにフランジを載荷点とし、コンクリートブロックに反力が作用しない状態にした試験方法の長所であろう。

4. まとめ

供試体数としてはまだ十分ではないが、コンクリートが引張域になる載荷状態におけるスタッドの静的・疲労強度を確認することができた。コンクリートが引張域となるようなせん断力が作用すると、コンクリートの斜め引張破壊により最大せん断力が支配されるため、せん断補強筋の配置に注意が必要である。疲労強度についても既往の試験結果と大差はないが、載荷タイプごとに若干の差が認められている。今後も試験を継続して、データの収集を行う予定である。

謝辞 本研究における実験では、石川裕士君と山脇陽一君（卒業研究生）からご協力があったことを記し、謝意を表します。

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，1996 年 11 月。

表 2 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-110a, FTP-110b, FTP-130, FTP-150, FTP-170
完全両振り	FTC-110, FTC-150, FTC-190, FTC-210
圧縮域・完全片振り	FCA-150, FCA-190

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



図 3 静的試験による破壊状況 (コンクリートの斜め引張破壊)

表 3 静的試験結果

供試体名	最大せん断力 Q_{max} (kN)
STA-1	40.1
STA-2	50.8
STA-3	50.2
STP	48.9
STC	引張： 43.0 圧縮： -43.9
SCA	-64.9

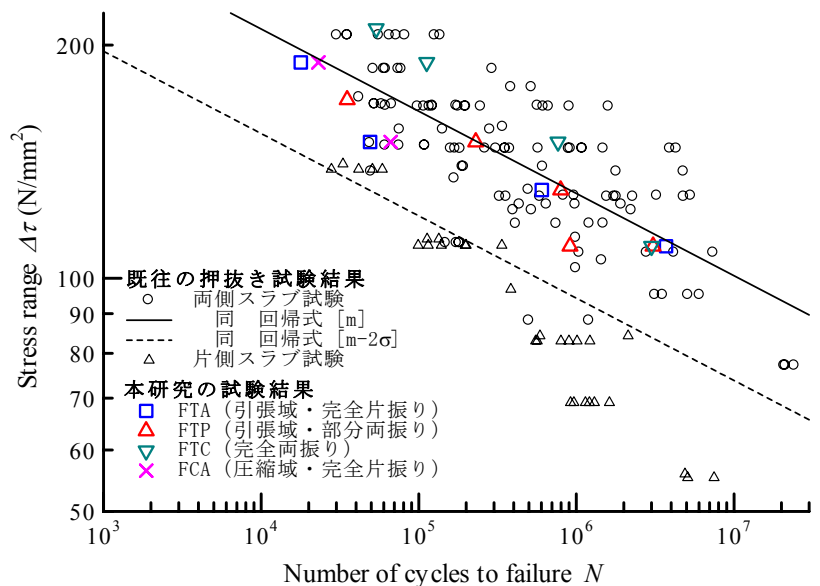


図 4 疲労試験結果と既往の研究との比較