

(I-28) 両振り载荷によるスタッドの低サイクル疲労特性に関する研究

宇都宮大学 学生員 高林佳弘 宇都宮大学 正会員 中島章典
宇都宮大学 正会員 斉木 功 トピー工業 大江浩一

1. はじめに

頭付きスタッドは複合構造において、ずれ止めとして多く用いられている。このスタッドのせん断に対する静的および疲労強度に関する研究は、一般的に押抜き試験によって行なわれている。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の向きが正負両方向の両振り状態となり、従来の押抜き試験ではこの载荷状況を正確に再現できていない。よって、いくつか両振り载荷状態を再現したスタッドの研究が行なわれている¹⁾。土井らは両振り载荷状況を再現でき、小型で比較的簡単に試験が行なえる試験体を用いて片振り、両振り状態のスタッドの静的強度、疲労強度の比較をした²⁾。

本研究では、この試験体を用い片振りおよび両振り载荷状態におけるスタッドのせん断強度特性を検討するため静的試験、疲労試験を行なった。特に、疲労試験では、低サイクルおよび载荷速度を変化させた場合のスタッドの疲労特性に着目し考察する。

2. 試験体概要

図-1 に試験体の概要を示す。この試験体は他の押抜き試験体と異なり、1枚の鋼板を試験機でつかみ引張载荷、圧縮载荷ができる、その際、偏心载荷にならないようにコンクリートブロックをコの字形にし、その上下を押え板と台座で挟み長ネジで固定した。スタッドは、全高100mm、径13mmのものを、コンクリートブロックの中央高さに位置するように鋼板の下部から125mmの位置に水平間隔60mmで2本溶殖した。スタッドの载荷方向の上下面には、静的および疲労試験中のスタッドの挙動を把握するため、下部から50mmの中央位置にひずみゲージを貼付した。また、鋼とコンクリートブロックの相対ずれ変位を高感度変位計により計測した。

3. 試験方法

(1) 静的試験

静的試験では、荷重サイクルを片振り载荷で0→5→0、0→10→0、両振り载荷で0→5→0→-5→0、0→10→0→-10→0、というように30kNまでは5kNずつ繰り返し漸増载荷のピーク荷重を増やし、その後10kNずつ増加させ、スタッドが破壊するまで载荷した。試験体は片振り両振り合わせて4体を使用した。繰り返し漸増载荷の繰り返しを1回としたものを静的試験1、2回としたものを静的試験2とし、計測項目は载荷荷重、スタッドのずれ変位、ひずみとした。

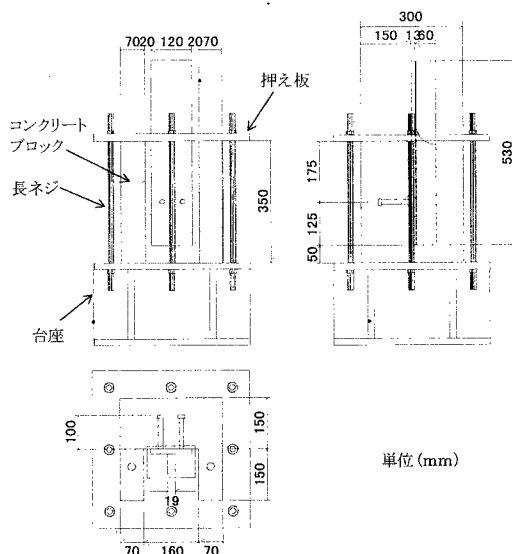


図-1 試験体

(2) 疲労試験

疲労試験は载荷速度を3Hz、せん断力振幅30kN/本、35kN/本、40kN/本、45kN/本のものを片振り、両振りそれぞれ4体計8体、载荷速度を0.1Hz、せん断力振幅30kN/本、40kN/本のものを片振り、両振りそれぞれ2体計4体行なった。これらのせん断力振幅はスタッド1本当りの値である。試験データは7サイクル分480点をスタッドが破壊するまで一定間隔で計測した。以後、試験体名は疲労片振り30Hというように载荷状態、せん断力振幅を表わし、载荷速度が3Hzの場合はH、0.1Hzの場合はLとする。片振り载荷では、下限荷重を2.5kN、上限荷重は各せん断力振幅に対しスタッド2本分当りの値に2.5kNを加えた値とした。計測項目は载荷荷重、载荷部自身の押込み量、スタッドのずれ変位、ひずみである。

4. 試験結果と考察

(1) 静的試験

静的試験より得られた最大せん断耐荷力を表-1にまとめる。静的1より静的2のほうの最大せん断耐荷力が小さいのは繰り返し回数が影響していると考えられる。

(2) 疲労試験

疲労試験で用いた計測器は、チャンネル数に関係なく全てのデータが同時に計測できるため、以下で説明するループは正確に描けてたと思われる。

Key Words: スタッド、両振り载荷、低サイクル疲労、载荷速度疲労試験

〒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

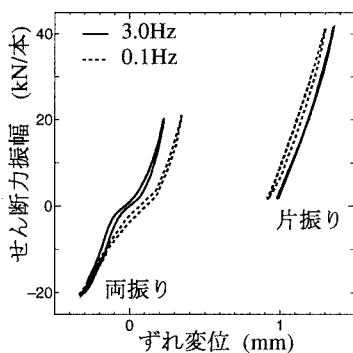


図-2 履歴ループの比較

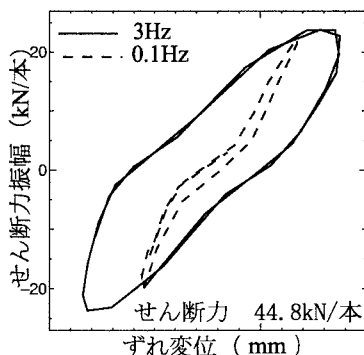


図-3 土井の試験結果

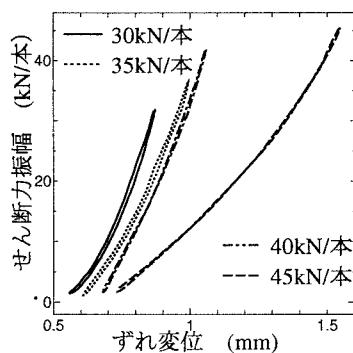


図-4 ループの比較：片振り

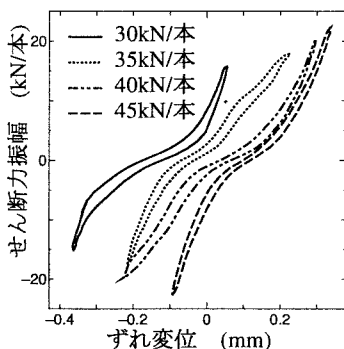


図-5 ループの比較：両振り

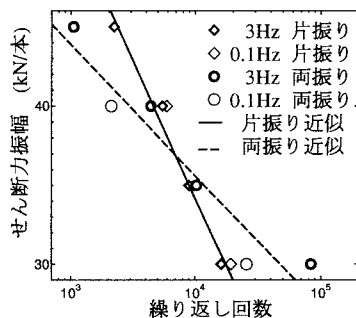


図-6 せん断力—繰り返し数関係

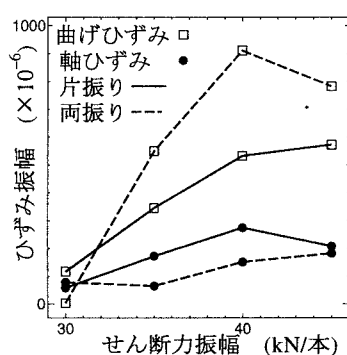


図-7 せん断力—ひずみ関係

表-1 最大せん断耐荷力

	静的 1	静的 2	平均
片振り	55.55kN	45.80kN	50.68kN
両振り	64.12kN	52.35kN	58.24kN

ループとはせん断力—ずれ変位関係から得られる履歴ループのことであり、以後ループと呼ぶ。

図-2に、疲労 40H、疲労 40L の片振り両振りのせん断力—ずれ変位関係を示す。この結果、片振り両振りとも載荷速度が遅い 0.1Hz のほうがループが若干大きくなっている、しかし、図-3 の土井ら²⁾の両振りの試験結果によると、載荷速度が速いほうが太いループを描くという結果が得られている。また、せん断力振幅の違いによるループの大きさを比較するため、載荷開始から破壊までの変化を図-4,5 に示す。これらの図から、せん断力振幅が大きいほどループ幅が狭くなり、片振りより両振りの方がループ幅が広い傾向が見られた。これらは、コンクリートの圧縮強度の違いや、スタッド周辺のコンクリートが影響している可能性も考えられるが、まだ分かっていない。

図-6 にせん断力—繰り返し数関係を示す。片振りでは、載荷速度に関係なくほぼ同じ繰り返し回数で破壊している。しかし、両振りでは少し回数のばらつきが見られ、高いせん断力振幅では、スタッドのせん断強度が片振りよりも弱くなる傾向が現れた。これは前に述べた高いせん断力

振幅で、両振りの方が片振りより曲げひずみが多いことからスタッドの変形が大きく、早く破断したと考えられるが、計測値のばらつきなのか、他に原因があるのか、さらに検討の必要がある。

図-7 に各せん断力振幅時に計測した軸ひずみ、曲げひずみ振幅をまとめた。この図から、片振り、両振りともせん断力振幅が大きくなるに従い、軸ひずみ、曲げひずみ振幅が大きくなる傾向のあることが分かる。スタッド中央高さの軸ひずみ、曲げひずみから、疲労破壊が起こるスタッド基部のひずみを直接推定することはできない。しかし、解析的検討も加えることによって、図-6 に示す片振り、両振りの疲労強度特性を説明できる可能性がある。

5. おわりに

今回、低サイクル疲労、載荷速度の変化におけるスタッドのせん断強度特性を検討した。しかし、ずれ—変位関係より求まるループの形状、高振幅での片振り両振りのせん断強度の違いなど問題点がまだ解決できていない。今後実験を継続して行ない、その結果を踏まえ問題点を解決し、当日発表する予定である。

参考文献

- 1) 山野辺ら：頭付きスタッドの力学モデルの提案および合成梁の弾塑性解析，構造年次論文報告集，第 5 巻，pp.377-384，1997.11.
- 2) 土井ら：新しい両振り試験体を用いたスタッドのせん断ずれ性状，第 27 回関東支部技術研究発表会講演概要集，pp104-105，2000.3.