

(I-53) 新しい両振り载荷試験体を用いたスタッドのせん断ずれ性状

宇都宮大学 学生員 土井和美 宇都宮大学 学生員 小海昌伸
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

複合構造に多く用いられているスタッドのせん断に対する静的および疲労強度特性に関する研究は、一般的に押抜き試験によって行われている。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载荷状態となり、通常押抜き試験ではこの载荷状況を再現できない。そこで、両振り载荷試験によるスタッドの研究がいくつか行われているが、試験体の作製、設置が困難であることや、試験装置が大掛かりなことが問題となり、未だ試験方法が確立されていない。

そこで本研究では、簡易に両振り载荷試験を行える新しい試験体を考案し、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ずれ性状を検討する。特に疲労試験におけるせん断力-ずれ変位関係から得られる履歴エネルギーに着目して疲労特性を考察する。

2. 試験体概要

両振り载荷の可能な試験体として、図-1のような試験体(タイプ1)を考案した。従来の押抜き試験体と異なり1枚の鋼板を試験機でつかんで引張り载荷、圧縮载荷する際に、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高さの中央に来るように鋼板の下部から125mmの位置に水平間隔60mmで2本溶植した。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、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計測するため、スタッド高さに高感度変位計を設置した。

3. 試験方法

(1) 静的試験

片振り静的試験では荷重サイクルを0→-10.0→-20.0→-30.0(kN)・・・のように-40.0kNまでピーク荷重を10.0kNずつ、その後-100.0kNまでは20.0kNずつ増加させた。

両振り静的試験では荷重サイクルを0→-5.0→0→5.0→0→-5.0→0→5.0→0→-10.0→0→10.0(kN)・・・のように20.0kNまでピーク荷重を5.0kNずつ、90.0kNまでは10kNずつ増加させた。

両試験ともにそれぞれのピーク荷重に対して2回载荷と除荷を行い、その後破壊するまで荷重を载荷した。

(2) 疲労試験

片振り疲労試験では、荷重が抜けるのを防ぐため最小荷重を2.5kNとし、最大荷重を変化させることにより荷重振

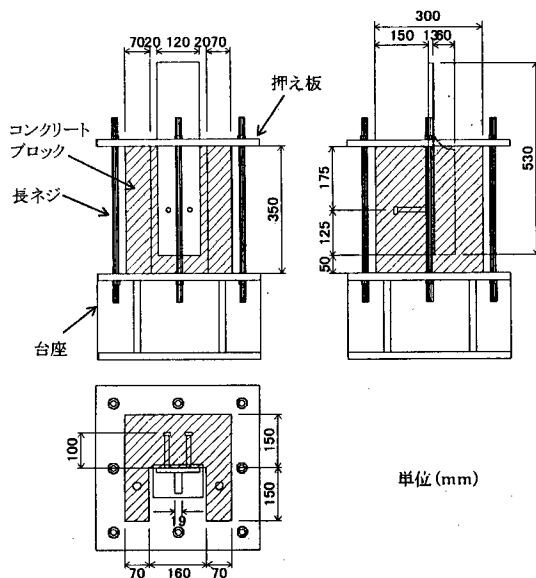


図-1 試験体(タイプ1)

幅を設定した。荷重振幅は20.0kN、30.0kN、34.0kNの3段階に変化させ、その順に試験体名を片振り疲労1、2、3とした。両振り疲労試験では、荷重振幅は両振幅で考え、26.0kN(±13.0kN)、30.0kN(±15.0kN)、36.0kN(±18.0kN)の3段階に変化させ、試験体名を両振り疲労1、2、3とした。疲労試験1はまだ破断に至らないので現在得られている結果までを載せる。

なお、各実験とも3Hzの繰返し速度で载荷し、10分間隔で载荷荷重、スタッドのずれ変位、ひずみのデータを、1回あたり約7サイクル分計測した。

4. 試験結果と考察

(1) 静的試験

図-2、図-3に静的試験で得られた片振り、両振りのせん断力-ずれ変位関係を示す。せん断力はスタッド1本あたりのせん断力のことである。プロットが途中で切れているのは、そこで高感度変位計を取り外したためでありスタッドの破断を示すものではない。表-1に、片振りおよび両振り試験で得られた最大せん断耐力を示す。平均値を比較すると、両振り試験体の最大せん断耐力を片振幅で考える場合、片振り試験体の値の約78%となり、両振幅で考える場合約155%となった。

(2) 疲労試験

疲労試験で得られたせん断力振幅-くり返し回数関係では片振り試験と両振り試験とあまり差異が見られなかった。

Key Words: スタッド, 両振り载荷, 片振り载荷, 水平せん断ずれ性状, 履歴エネルギー

〒321-8585 宇都宮市鶴東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6230

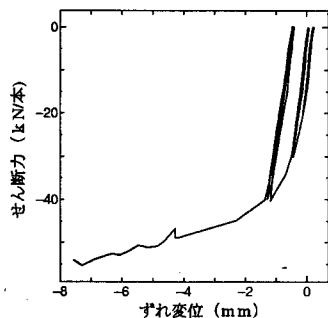


図-2 片振り静的1せん断力-ずれ変位関係

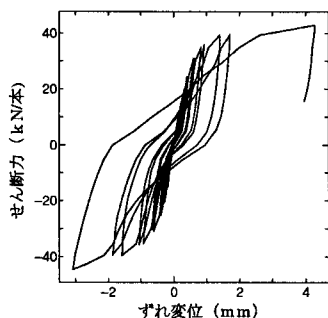


図-3 両振り静的1せん断力-ずれ変位関係

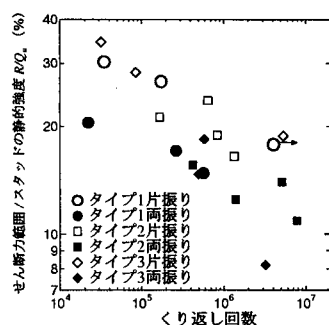


図-4 せん断力振幅/スタッドの静的強度-くり返し回数関係

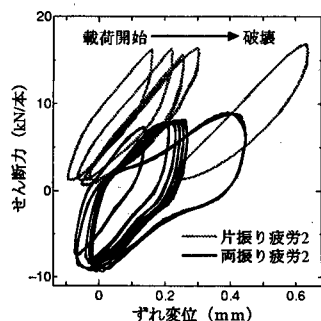


図-5 疲労試験 せん断力-ずれ変位関係

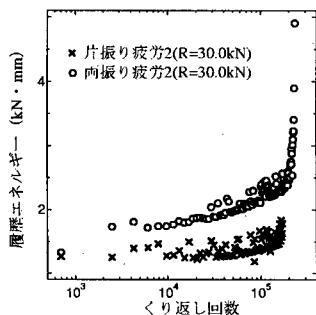


図-6 エネルギー-くり返し回数関係

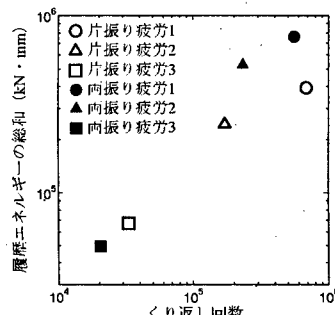


図-7 履歴エネルギーの総和-くり返し回数関係

表-1 最大せん断耐荷力

試験体名	最大せん断耐荷力	平均値
片振り静的1	56.5kN	56.6kN
片振り静的2	56.6kN	
両振り静的1 (片振幅)	44.5kN	43.9kN
両振り静的2 (片振幅)	43.3kN	
両振り静的1 (両振幅)	89.0kN	87.8kN
両振り静的2 (両振幅)	86.5kN	

そこで平城ら¹⁾の疲労強度評価式で提案されている、(せん断力振幅 R /スタッドの静的強度 Q_u) とくり返し回数との関係で整理し直したものを図-4に示す。ここでは既往の研究²⁾で行われた形状の異なる試験体(タイプ2, 3)での疲労試験結果も同時にプロットした。スタッドの静的強度は静的試験で求めた最大せん断耐荷力である。両振り試験はせん断力振幅を両振幅で考えてるので、最大せん断耐荷力も両振幅の値を用いた。この図から同じ R/Q_u では両振りの方が早く破壊に至ることがわかる。

次に、図-5に荷重振幅が等しい片振り疲労2と両振り疲労2のせん断力-ずれ変位関係を示す。疲労試験の初期段階では片振り、両振りのループの形状はほぼ同様の形状を示している。しかし、破壊に近づくに連れて、片振りの方はずれ変位振幅がほとんど変化せず全体的に右に平行移動しているのに対し、両振りの方は位置はあまり変化しな

いがずれ振幅が大きくなっていることがわかる。このループの面積つまり履歴エネルギーのくり返し回数に対する変動に着目したものを図-6に示す。片振り疲労2と両振り疲労2を比較すると、両振りの方が、同じくり返し回数に対する履歴エネルギーが大きい。また、片振りでは履歴エネルギーがあまり変化しないのに対して、両振りではエネルギーの増加の割合が大きい傾向がある。この片振りと両振りの傾向の違いは、この2つの試験のみに限らず現在までに行った6体全てで見られた。また、図-6から同じ30kNの荷重振幅では両振りの方が疲労寿命が長いという結果も得られるが、一般性は確認できていない。

最後に、図-7に履歴エネルギーの総和-くり返し回数関係を示す。この図では、片振りと両振りにおいて顕著な差は見られないが、せん断力振幅の大きいものの履歴エネルギーの総和が小さい値で破壊することがわかる。

5. おわりに

今回は、特に、履歴エネルギー、履歴エネルギーの総和を尺度として、スタッドの疲労特性を考えたが、片振りと両振りでの違いを明らかにできていない。今後、履歴エネルギーを用いた検討をさらにに行い、残りの試験体の疲労試験の結果を含めて当日に発表する予定である。

参考文献

- 1) 平城弘一ら：頭付きスタッドの強度評価式の誘導-疲労強度評価式-、構造工学論文集 Vol.35 A, pp1221-1232, 1989.3.
- 2) 中島章典、小海昌伸ら：両振り載荷によ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, p133-138, 1999.11.