両振りおよび片振り載荷状態のスタッドの応力伝達性状と疲労強度

東京工業大学	学生員	木下幸治	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
宇都宮大学	学生員	ミャ - MD コ:	シュ - ル		

1. はじめに

鋼・コンクリート複合構造物のずれ止めとして用いられ ている頭付きスタッドは,両振りせん断力を受ける場合が多 い.これに対して,標準押抜き試験体による試験ではスタッ ドの両振り載荷状態を再現できない1).この観点から,両振 りせん断力の載荷ができる試験体を用いて,スタッドの片振 りおよび両振り載荷状態における静的試験および疲労試験が 行われている²⁾.

本研究では, 文献2)と同じ試験体を用いて, 新たに静的 試験および疲労試験を行い,特に2つの載荷状態における応 力伝達性状の差異に着目して検討した.

2. 試験体概要

図-1に試験体の概要を示す.この試験体は,通常の押 抜き試験体と異なり,1枚の鋼板を試験機でつかみ引張載 荷,圧縮載荷ができる,その際,偏心載荷にならないよう 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ている.スタッドは,全高 100mm,径13mm,降伏応力311N/mm²のものを用い, 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 タッドの載荷方向の上下面には,静的試験中のスタッドの挙 動を把握するため,スタッドの中央高さにひずみゲージを貼 付した.さらに,図-2のように,スタッド中心位置から載 荷方向上下 20mm 位置の鋼板表裏と 10mm 位置の鋼板裏に 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.コンクリー トの圧縮強度は平均で 38.1N/mm² のものを用いた.

3. 試験方法

静的載荷試験では,荷重サイクルを片振り載荷で0 0,両振り載荷で0 5 0 -5 0,0 10 0,0 10 0,というように 30kN までは 5kN ずつ繰り返 0 -10 し漸増載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載荷した. 試験体は片振り両 振り合わせて4体を使用した.繰り返し漸増載荷の繰り返 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,計測項目は載荷荷重,ずれ変位,各部のひずみと した.ひずみゲージ貼付位置を図-2に示す.スタッド基部 に直接ひずみゲージを貼付すると,ゲージのコーティングに より,スタッドとコンクリートの支圧状態が変化し,評価の 精度が著しく低下する³⁾.そこで,スタッドの応力伝達によ り生じるスタッド基部付近鋼板のひずみを計測し,これに より,スタッド基部のひずみ状態を推定することにした³⁾. 10mm と 20mm 位置は,スタッド表面位置とひずみゲージ のサイズを考慮し,計測可能な場所として選定した.疲労試 験は載荷速度を 3Hz(60kN のみ 0.1Hz) とし, せん断力振幅 15 ~ 60kN / 本の範囲で 5kN づつ振幅を大きくした片振り試 験体を15体,両振り試験体を10体計25体行った.これら のせん断力振幅はスタッド1本当りの値である.計測項目は



図-1 試験体



表-1 最大せん断耐荷力

	静的 1	静的 2	平均
片振り	56.53kN	58.82kN	57.68kN
両振り	45.05kN	40.23kN	42.64kN

載荷荷重,ずれ変位,スタッド中央高さおよび鋼板10mm下 のひずみとした.

試験結果と考察 **4**.

静的載荷試験より得られた最大せん断耐荷力を表-1にま とめる.両振り1より両振り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ためである。

図-3 に,スタッド中心位置から載荷方向上下 10mm 位置 の鋼板ひずみ振幅とせん断力振幅の関係,図-4にスタッド 中心位置から 10mm と 20mm 位置の鋼板ひずみ振幅とせん 断力振幅の関係を示す.両図ともに,縦軸にせん断力振幅, 横軸にひずみ振幅を示す.

Key Words: スタッド,両振り載荷,片振り載荷,静的強度,疲労強度,応力伝達 〒 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.028-689-6208



図-6 せん断力振幅 - 繰り返し回数関係

図-7 R/Qu - 繰り返し回数関係

図-8 せん断力振幅 - ひずみ振幅関係

図-3から, せん断力振幅の増加に伴うひずみ振幅の増加 の傾向は, 片振りと両振りで同程度のひずみ振幅となってい る. せん断力振幅が 40kN/本以上になると, それぞれの関 係においてせん断力の増加に伴いひずみ振幅の傾きが増加す る非線形的な傾向が見られる.これはスタッド基部に塑性変 形が生じ, 鋼板への応力伝達が減少したためと考えられる.

図-4より,スタッド中心位置から10mm 位置のひずみ振幅は20mm 位置のひずみ振幅よりも大きい値を示すことがわかる.また,10mm 位置の結果と同様に,20mm 位置においても片振りと両振りの間に差異は見られない.ただし,スタッド中心位置から10mm 以内では,さらにひずみ振幅が大きくなると推定でき,このことからスタッド基部に塑性変形が生じていると考えられる.

図-5 はスタッド中心位置から載荷方向下 10mm と 20mm 位置のひずみ振幅を示す.縦軸にひずみ振幅,横軸にひずみ 計測位置を示す.横軸の0 がスタッド基部の表面を表す.こ の図よりせん断力振幅が大きくなるにつれ,基部の表面の ひずみが大きくなる.片振りと両振りを比較すると 50kN 未 満では,両振りよりも片振りの方がひずみが大きくなり, 50kN 以上になると反対の傾向が認められる.

次に,図-6に本年度のS-N線図,図-7に過去3年分の データのS-N線図を示す.図-6では,縦軸にせん断力振幅, 横軸に繰り返し回数を示し,図-7では,縦軸に静的片振り 強度Quで除したせん断力振幅R/Qu,横軸に繰り返し回数 を示す.両図から,片振りと両振りの疲労強度に顕著な差異 は見られないことがわかる.

疲労試験において図-8に各せん断力振幅に対する疲労寿 命の1/2の繰り返し回数における鋼板10mm位置ひずみ振 幅とせん断力振幅の関係を示す.縦軸にせん断力振幅,横軸 にひずみ振幅を示す.この図では片振りよりも両振りのひず み振幅が大きく,この結果は図-7の疲労強度の傾向を説明 できない.よって,鋼板10mm位置のひずみ振幅を用いて, 片振りおよび両振りの疲労強度を評価することはできない.

5. まとめ

本研究では, 片振りと両振り載荷状態のスタッドの疲労強 度を検討した結果, 両者の載荷状態で疲労強度に顕著な差異 が生じないことを確認した.

さらに,スタッド基部付近の鋼板にひずみゲージを貼付し,両振りおよび片振り状態における応力伝達性状の差異に 着目して検討した.しかし,現状では,スタッド基部付近鋼板のひずみ性状から,スタッドの疲労強度の傾向を説明できない.

参考文献

- 社団法人日本鋼構造協会:頭付きスタッドの押抜き試験法(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) A.Nakajima, I.Saiki, M.Kokai, K.Doi, Y.Takabayashi, H.Ooe : Cyclic shear force-slip behavior of studs under alternating and pulsating load condition, US-JAPAN SEMINAR on Advanced Stability and Seismicity Concept for Performance-based Design of Steel and Composite Structures, Kyoto, 2001.7.
- 3) 松井繁之,前田幸雄,岡本安弘,渡辺 滉:鋼・コンク リート合成床版におけるスタッドの設計に関する基礎的 研究,合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文 集,pp99-105,1986.9.