# 片振り・両振り載荷時におけるスタッド基部のひずみ性状の検討

宇都宮大学 🔾	学生員	門垣 武	宇都宮大学	学生員	Miah Md.Khasro
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

近年,土木構造物において,鋼・コンクリート複合構造が 数多く採用されている.このことから,鋼とコンクリート を一体化させるスタッドの挙動を解明することは重要であ る.しかし,通常使用されるスタッドや過去の研究のスタッ ド<sup>1)</sup>では,最重要点であるスタッド基部の変形や応力,ひず みを測定することは困難である.そこで本研究では,スタッ ドにパイプを用い,静的な片振り・両振り載荷時におけるス タッド基部のひずみをパイプの内側から測定し,両者の載荷 状態における挙動の差異を調べる.

#### 2. 試験体概要

図-1に試験体の概要を示す.この試験体は,通常の押抜き試験体<sup>2)</sup>と異なり,1枚の鋼板を試験機でつかみ,引張載荷と圧縮載荷を行うことが可能である.その際,剛体回転を防ぐためにコンクリートブロックをコの字形にし,その上下を厚さ25mmの鋼板と補剛材を有する厚さ19mmの台座で挟み, $\phi$ 20mmの両端だけネジを切った鋼棒で固定している.この際,8本の鋼棒にかかるトルクを50N·mに統し,試験体に一様な支圧力 $(1.0N/mm^2$ 程度)が作用するようにした.

試験機でつかむ鋼板は,スタッドが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個の穴を開け,そこへパイプスタッ ドを差し込み溶接した(図-2).スタッド全高は120mmで 頭の寸法は直径35mm,厚さ10mmである.パイプは外径 21.7mm,内径17.9mm,降伏応力421N/mm<sup>2</sup>のものを用 いた.そして,載荷によるパイプの断面変形を極力防ぐため に,パイプ中にモルタルを充填した.ひずみゲージは,載荷 方向上下面のスタッド中央高さの外側と,鋼板の穴の縁から 18mm付近のパイプ内側,さらに,鋼板の上から170mm位 置の裏表に貼付した(図-2).また,鋼板とコンクリートブ 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 クリートとモルタルの圧縮強度はそれぞれ42.2N/mm<sup>2</sup>, 51.1N/mm<sup>2</sup>である.

### 3. 試験方法

載荷方法は,片側単調載荷,片振り載荷,両振り載荷の3 ケースとする.単調載荷はスタッドが破壊するまで一方向に 徐々に載荷していくもので,圧縮載荷(単調圧縮)と引張載荷 (単調引張)を行う.片振り載荷は除荷状態とピーク荷重を繰 り返して載荷するもので,ピーク荷重は漸増させる.これも 圧縮載荷(片振圧縮)と引張載荷(片振引張)を行う.両振り 載荷は圧縮側のピーク荷重と引張側のピーク荷重を繰り返し て載荷するもので,圧縮載荷から始めるもの(両振圧縮)と引 張載荷から始めるもの(両振引張)を行う.ピーク荷重は,せ ん断力振幅を片振り載荷時と同じにするものと,片振り載荷

時のピーク荷重と同じにするもの (両振圧縮 A) を行う. 試験 は,全ケースをそれぞれ3体ずつ,計21体行う.計測項目 は載荷荷重,スタッドのずれ変位,ひずみとした.





#### 試験結果と考察

これまでに得られた最大せん断耐荷力,ずれ剛性及び,降 伏せん断耐荷力を表-1にまとめる.ここで,ずれ剛性とは 最大せん断耐荷力の1/3の荷重に対応するずれ変位と原点と の割線勾配で与えられ,降伏せん断耐荷力とはずれ剛性に 等しい勾配で0.2mmオフセットにより得られる数値であ



る<sup>2)</sup>.最大せん断耐荷力と降伏せん断耐荷力は各試験とも顕 著な差は見られない.単調引張のずれ剛性が低いのは,鋼棒 がわずかに伸びている影響と,ずれ変位の測定精度の影響で あると考えられる.両振圧縮は圧縮側で破壊させたため,圧 縮側で各数値を算出したので単調圧縮に近い値が出ていると 考えられる.両振引張と単調引張の値が近いのも同様の理由

であると考えられる.

図-3に単調載荷のときのせん断力 - ずれ変位関係を示す. この図は,圧縮載荷と引張載荷の符号を引張側に合わせて描き,比較する.そして図-4に両振載荷のせん断力 - ずれ変 位関係と単調引張のせん断力 - ずれ変位関係を重ねたものを 示す.縦軸にスタッド1本当たりに作用するせん断力,横軸 に高感度変位計により,2点で計測されたコンクリートと鋼 板のずれ変位を平均したものを示す.図-3の関係から,単 調載荷の圧縮載荷と引張載荷のずれ変位の差は無いと言え る.そして,図-4の関係から,単調載荷と静的両振り試験 のピーク荷重のときのずれ変位が同程度であると言える.

図-5,図-6に単調載荷のスタッド基部におけるせん断力 -軸ひずみ関係と,せん断力-曲げひずみ関係を示す.これ らの図も圧縮載荷と引張載荷の符号を引張側に合わせて描 き,比較する.そして,図-7,図-8に両振り載荷のスタッ ド基部におけるせん断力-軸ひずみ関係と,せん断力-曲げ ひずみ関係を示す.縦軸にスタッド1本当たりのせん断力 を,横軸の軸ひずみはスタッド基部の上下で測定したひずみ の平均,曲げひずみはスタッド基部の上側のひずみから下側 のひずみを引き,2で除したものを示す.また,図-5~図-8はいずれも左側のスタッド(ゲージ1,3)の値を用いた.

図-5,図-6を見てみると,各試験ごとのばらつきがある ものの圧縮載荷と引張載荷の違いはあまり無いといえる.

図-7,図-8を見てみると,せん断力-軸ひずみ関係はほ ぼ重なっているように見えるが,せん断力-曲げひずみ関係 は両振引張の2つが違う挙動を示している.これは,スタッ ド基部のひずみゲージ貼付位置がわずかに違うだけでも,ひ ずみ測定に影響を及ぼしているためであると考えられる.これらの試験はまだ途中の段階であるため,今後残りの試験を行い,その結果を当日発表する予定である.

表-1 静的試験結果

試験の種類	最大せん断 耐荷力	ずれ剛性	降伏せん断 耐荷力
	(kN)	(kN/mm)	(kN)
単調圧縮の平均	52.8	189.0	36.3
単調引張の平均	53.2	163.9	36.8
両振圧縮1	55.0	186.8	35.1
両振引張の平均	59.5	168.4	37.7

## 5. まとめ

現段階では,スタッドの基部にひずみゲージを貼付し,単 調増加の圧縮載荷状態と引張載荷状態,そして両振り状態に おけるひずみ応答に着目して検討した.しかし,両振り載荷 状態の試験結果が少ない上,片振り載荷状態での試験をまだ 行っていないので,各載荷状態での違いを確認する必要があ る.今後は片振り,両振り載荷状態で静的試験を行い,その 結果を当日発表する予定である.

また,単調載荷では圧縮載荷時と引張載荷時を比べるとず れ変位に違いが見られず,軸ひずみ,曲げひずみも同程度で あることが分かった.これらの試験に加えて,片振り載荷状 態の圧縮載荷と引張載荷の試験も行い,違いを比較していく 予定である.

参考文献

- 1) 木下幸治,中島章典他:両振りおよび片振り載荷状態の スタッド応力伝達性状と疲労強度,土木学会第57回年 次学術講演会,I-365,2002.9.
- 2) 社団法人日本鋼構造協会:頭つ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.