

土留め壁のH形鋼芯材を用いた合成壁の直接せん断特性

清水建設 技術研究所 正会員 ○長澤保紀 土木事業本部 正会員 前 孝一
技術研究所 正会員 吉武謙二 土木事業本部 正会員 大崎雄作

1. はじめに

地下利用空間の拡大や地下外壁工事の低減を目的として、土留め壁のH形鋼芯材を本設構造物として利用する合成地下外壁工法の開発を実施した。本工法の特徴は、通常の頭付きスタッドに加えて、端部に拡径部を設けた異形鉄筋¹⁾をスタッド材（以下、THBスタッドと称する。）として用いること、また、止水性を確保するためにH形鋼とRC壁部との境界面に塗膜吹付け防水を施すことである。本研究では、本工法を用いた場合の合成面のせん断耐力およびせん断バネ値を確認することを目的として、直接せん断試験を実施し考察を加えた。

2. 実験概要

試験体一覧を表 - 1 に、試験体 S3 の形状および配筋を図 - 1 に示す。試験体 S1 ~ S3 では頭付きスタッドを、試験体 S4 ~ S7 ではSD345相当のTHBスタッドをH形鋼に溶接した。試験体 S1 を除きH形鋼のフランジ面に厚さ4mm程度の塗膜防水を施し、コンクリートをH形鋼のフランジ面に平行に打設した。コンクリートの圧縮強度は22.8 N/mm²、弾性係数は30.0 kN/mm²であった。山形鋼にて開止めをし、H形鋼のフランジに直接軸力が作用するようにウェブ上端に20mmの切り欠きをいれ、テフロン支承を介して载荷を実施した。上側のスタッド位置でのRC壁部とH形鋼の相対ずれと、フランジ面より約20mmの位置に塗布したスタッド上下面のひずみを計測した。

3. 実験結果

スタッド一本当りのせん断応力と、H形鋼とRC壁部とのずれと試験体 S1 と S2 に関するスタッドひずみの関係を図 - 2、3 を示す。表 - 2 に実験結果一覧と各種合成構造設計指針²⁾によるせん断強度（以下、指針値と称する。）を示す。RC壁部には試験体 S1 以外はひび割れは発生せず、全ての試験体で溶接余盛り部と軸部の境界でのスタッドの破断によりせん断耐力に至った。塗膜防水を施していない試験体 S1 のせん断耐力は、コンクリートとH形鋼の摩擦の影響により、スタッドの引張強度より高く指針値の約1.4倍であった。頭付きスタッドに塗膜防水を施した試験体 S2、S3 は指針値の約95%であった。一方、THBスタッドを用いた試験体 S4 ~ S7 は指針値の約80%で、THBスタッドの引張強さの1/√3として計算した鋼材としてのせん断強度の約110%であった。また、すべての試験体でスタッドの破断により最大耐力に至ったため、スタッドの長さとの比L/dは、せん断耐力に影響を及ぼさなかった。補強筋も最大せん断耐力までの挙動にはほとんど影響を及ぼさなかった。

図 - 3 よりフランジ面から約20mmのスタッド位置では下側引張、上側圧縮の曲げモーメントが、試験体 S1 では指針値に低減係数 $\alpha = 0.6$ を乗じた短期許容せん断応力まで、塗膜防水を施した試験体 S2 ~ S7 では $\alpha = 0.4$ とした長期許容せん断応力付近まで作用し、それ以降は曲げモーメントの作用位置がスタッド基部に移動し、曲

表 - 1 試験体一覧

試験体 NO.	スタッドの種類	塗膜防水の有無	スタッド径	スタッド長さ (mm)	補強筋の有無
S1	頭付きスタッド	無し	φ 16	120	無し
S2					
S3					
S4	THBスタッド	有り	D16	270	無し
S5			D13	120	
S6				270	
S7				270	

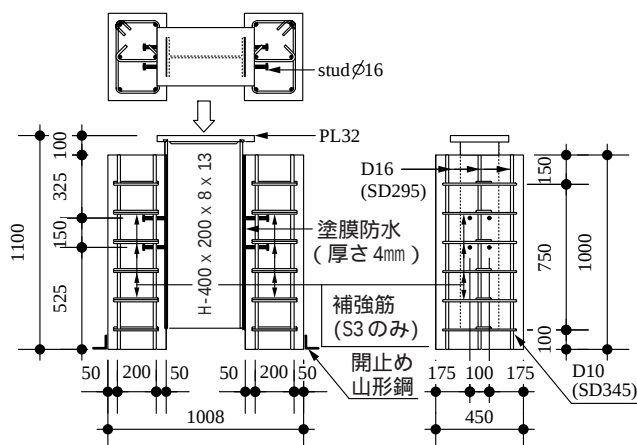


図 - 1 試験体形状および配筋図 (試験体 S3)

キーワード：直接せん断試験、不完全合成壁、スタッド、せん断耐力、せん断バネ値、塗膜防水

〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-5544 FAX 03-3820-5955

表 - 2 実験結果一覧

試験体 NO.	最大 せん断力 (kN)	一本当りの せん断耐力 (kN)	せん断強度 (実験値) (N/mm ²)	せん断強度 (指針値) ^{*1} (N/mm ²)	せん断 強度比 実験値 計算値	スタッド引張試験		引張強度 / $\sqrt{3}$ (N/mm ²)	せん断バネ値 ^{*2}	
						降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)		短期許容応力時 (kN/mm)	長期許容応力時 (kN/mm)
S1	912.8	114.1	567.5	412.8	1.37	278.0	474.8	274.1	49.7 (0.94)	72.4 (1.37)
S2	625.6	78.2	388.8		0.94				8.3 (0.16)	23.8 (0.45)
S3	642.4	80.3	399.3		0.97				8.5 (0.16)	22.0 (0.42)
S4	553.6	69.2	348.3		0.84	426.5	578.8	334.2	13.2 (0.25)	24.6 (0.46)
S5	509.6	63.7	320.6		0.78				9.8 (0.18)	24.6 (0.46)
S6	324.8	40.6	320.2		0.78	351.6	513.6	296.5	8.6 (0.25)	17.5 (0.50)
S7	330.4	41.3	326.0		0.79				6.8 (0.19)	15.0 (0.43)

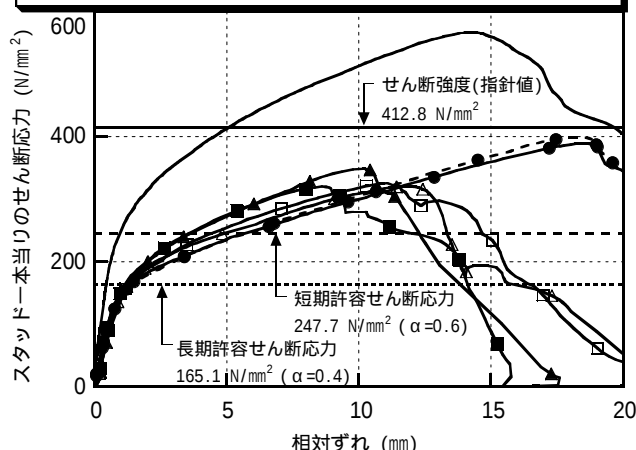
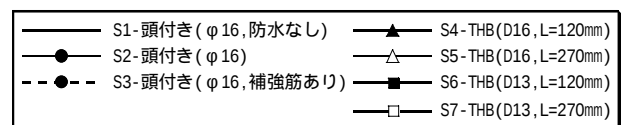


図 - 2 せん断応力 - 相対ずれ関係

*1) $\tau_u = \alpha \{0.5 \cdot (f'_c \cdot E_c)^{0.5}\}$ の $\alpha = 1.0$ として算定

*2) 括弧内は文献3との比較値

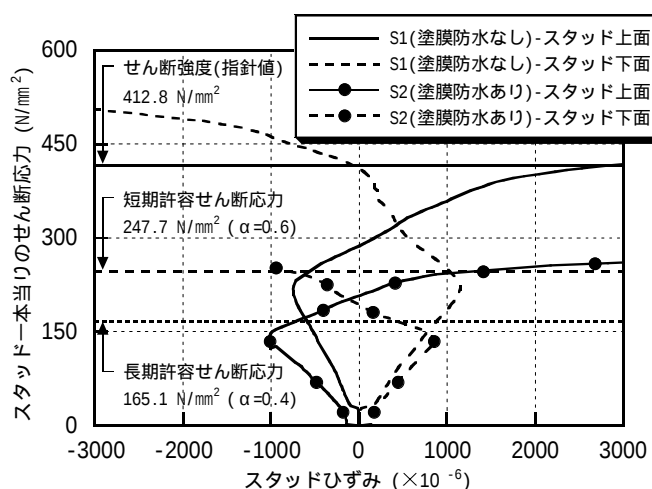


図 - 3 せん断応力 - スタッドひずみ関係

げモーメントの向きが徐々に反転している様子が伺える。この遷移点付近までは、ほぼ線形のせん断応力 - ずれ関係が得られ、遷移点以降で剛性が低下していることから、遷移点まではコンクリートが弾性域にあり、変形が進むにつれコンクリートが塑性化し、スタッドの変形がスタッド基部付近に局所化したと考えられる。

短期および長期許容せん断応力における割線剛性より求めたせん断バネ値と、文献3)に示されたせん断バネ値(φ13:35.0 kN/mm, φ16:53.0 kN/mm)との比を表 - 2 に示している。文献3)ではテフロンシートを用いてH形鋼とRC壁部の境界面の付着および摩擦の影響を除去していること、PC鋼棒を用いて横方向の変位を拘束しているなど試験条件が異なるが、短期許容せん断応力時のせん断バネ値は試験体S1ではトンネル協会の値とほぼ等しくなった。一方、塗膜防水を施した試験体S2～S7では長期許容せん断応力付近で剛性が変化するため、短期許容せん断応力時にはトンネル協会の値の約20%程度であった。また、試験体S1とS2を比較すると塗膜防水を施すことにより、短期および長期許容せん断応力におけるせん断バネ値がそれぞれ約17%、32%に低下した。

4. まとめ

塗膜防水を施した頭付きスタッドとTHBスタッドのせん断耐力およびせん断バネ値を確認することを目的として直接せん断試験を実施した。塗膜防水を施すことによりせん断耐力は指針値の78～97%に、短期許容せん断応力時のせん断バネ値は16～25%に低下することが明らかになった。また、塗膜防水を施さない場合は短期許容応力まで、施した場合は長期許容応力までほぼ線形のせん断応力 - ずれ関係が得られた。

参考文献

- 1) 塩屋俊幸, 中澤春生, 長澤保紀, 高岸正章: Tヘッドバー工法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol. 22, No. 3, pp. 1291～1296, 2000.
- 2) 日本建築学会: 各種合成構造設計指針同解説, 1985.
- 3) (社)日本トンネル技術協会: H形鋼を芯材とする土留め壁本体利用の設計手引き, 2002.