

土留め壁のH形鋼芯材を用いた合成壁の曲げ特性

清水建設 技術研究所 正会員 吉武謙二 土木事業本部 正会員 小川 晃
 土木事業本部 正会員 大崎雄作 土木事業本部 正会員 藤江康司

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、止水性を確保するために塗膜吹付け防水を施すこと、RC壁部の脆性的な破壊を避けるために端部に拡径部を設けた異形鉄筋¹⁾のスタッド（以下、THBスタッドと称する。）を用いることである。本研究では、塗膜防水の有無や合成度、加力方向の違いが曲げ特性に及ぼす影響やTHBスタッドによるせん断補強効果を確認することを目的として、曲げ単調載荷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B2の形状および配筋を図 - 1 に示す。主鉄筋の被りは50mmとした。試験体B1～B6では頭付きスタッドを、試験体B7,B8ではSD345相当のTHBスタッドをH形鋼に溶接した。試験体B5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形鋼のフランジ面と直交方向に打設した。コンクリートの圧縮強度は20.4 N/mm²、弾性係数は28.6 kN/mm²であった。試験体はテフロン支承により単純支持し載荷を実施した。RC壁部とH形鋼の水平方向の相対ずれやA,B,C断面でのひずみ分布を計測した。

3. 実験結果

図 - 2 に載荷荷重と試験体中央下部での鉛直変位の関係を、図 - 3 に試験体B2,B4,B7の試験終了時におけるひび割れ発生状況を示す。表 - 1 に示すように試験体B1,B2,B3,B5は載荷板付近でのコンクリートの圧壊、試験体B4はRC壁部の斜め引張破壊、試験体B6は上フランジの座屈、試験体B7,B8はスタッドの破断により最大荷重に至った。正曲げ（H形鋼が引張）を受ける試験体では試験体中央部のウェブが降伏した付近で、負曲げを受ける試験体では試験体中央部の下側のフランジが降伏した付近で、荷重 - 変位関係の勾配が緩やかになり部材としての降伏挙動を示した。また、降伏荷重は計算値とほぼ一致していた。

図 - 4 に200kN時におけるA断面のひずみ分布を、図 - 5 にH形鋼とRC壁部の相対ずれを示す。塗膜防水を施していない試験体B5では、ほぼ平面保持が成立している。一

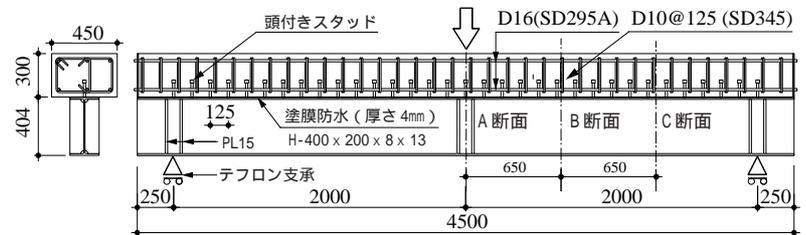


図 - 1 試験体形状および配筋図（試験体B2）

表 - 1 試験体および実験結果一覧

試験体 No.	スタッド種類	スタッド長さ (mm)	塗膜防水	合成度 ^{*1} np/nf	断面二次モーメントてい減率 ^{*2}	スタッド本数	RC壁部せん断補強筋比 (%)	加力方向	計算曲げ降伏荷重 (kN)	破壊モード	曲げ弾性剛性 ^{*3} 48EI/L ³ (kN/mm)					
											実験値	建築学会式	トンネル協会式			
B1	頭付きスタッド (16)	120	有り	0.25 (0.23)	0.48 (0.42)	13	0.38 (3-D10)	正	644.4	載荷板付近のコンクリート圧壊	49.3	76.2 (1.55)	66.7 (1.35)			
B2				0.6 (0.54)	0.59 (0.50)	33			764.9	載荷板付近のコンクリート圧壊	71.7	98.5 (1.37)	79.3 (1.11)			
B3				1.0 (0.89)	0.67 (0.56)	54			863.4	載荷板付近のコンクリート圧壊	90.7	116.6 (1.35)	90.3 (1.0)			
B4					0.59 (0.59)	0			764.9	RC壁部の斜め引張破壊	79.8	98.5 (1.23)	79.3 (0.99)			
B5				無し	0.6 (0.54)	0.59 (0.61)			33	0.38 (3-D10)	負	764.9	載荷板付近のコンクリート圧壊	86.3	98.5 (1.14)	97.5 (1.13)
B6						1.0 (1.00)						527.6	上フランジの座屈	45.9	49.4 (1.08)	54.4 (1.19)
B7	THBスタッド (D16)	270	有り	0.59 (0.51)	0.35 (1-D16)	33	正	764.9	スタッドの破断	74.9	98.5 (1.31)	81.8 (1.09)				
B8	THBスタッド (D13)			0.4 (0.36)	0.57 (0.47)			0.23 (1-D13)	701.3	スタッドの破断	61.9	86.7 (1.40)	75.3 (1.22)			

*1)括弧内は実験時のコンクリート材料試験結果による補正值 *2)括弧内は直接せん断試験結果²⁾に基づく補正值 *3)括弧内は実験値との比較値

キーワード：曲げ試験，不完全合成壁，スタッド，曲げ弾性剛性，土留め壁，塗膜防水

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL 03-3820-5515 FAX 03-3820-5955

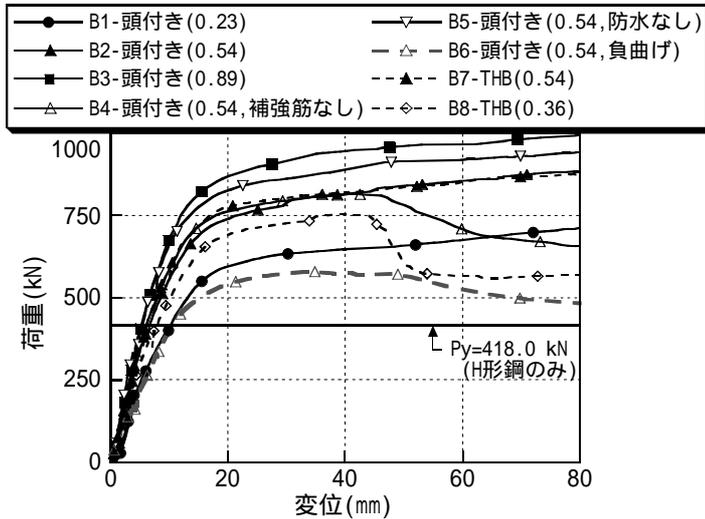


図 - 2 荷重 - 変位関係

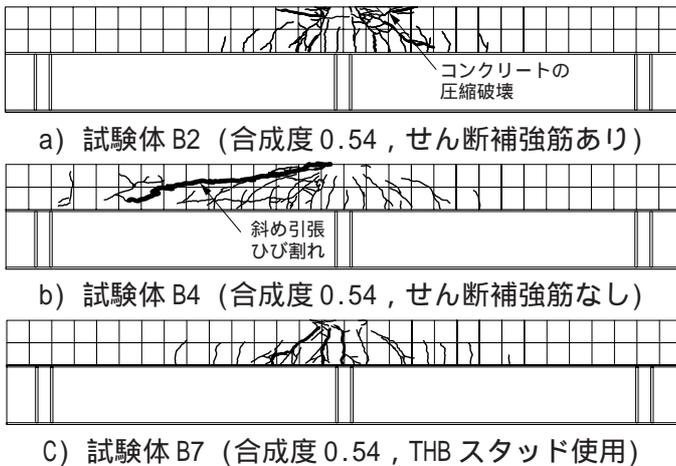


図 - 3 ひび割れ発生状況

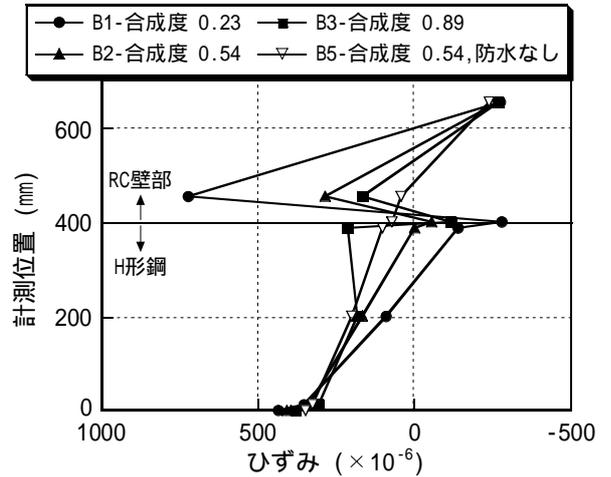


図 - 4 A断面ひずみ分布（200kN時）

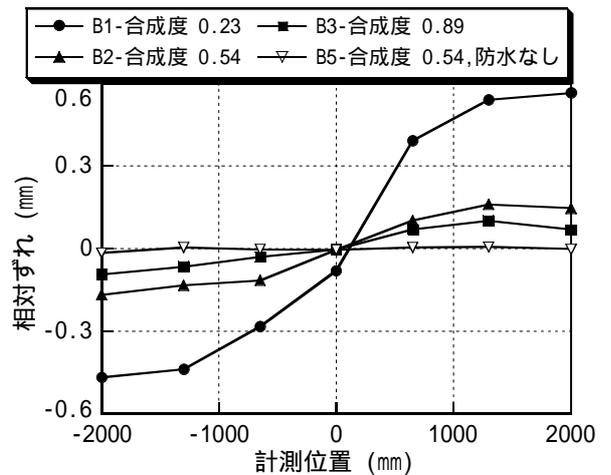


図 - 5 相対ずれ（200kN時）

方、塗膜防水を施した試験体 B2 では、H 形鋼と RC 壁部との相対ずれ量が増大し、曲げ弾性剛性（荷重 - 変位関係における初期勾配）も 2 割程度減少したが、部材降伏後の剛性には大きな差異は見られなかった。また、合成度が高くなるにつれて、曲げ弾性剛性、最大荷重ともに大きくなった。試験体 B2 と B4 を比較すると、文献 3) により算定した RC 壁部の分担せん断力に対してせん断補強筋を配置することで、斜め引張破壊が防止でき変形性能が大幅に向上することが確認できた。試験体 B7 では試験体 B4 より曲げ弾性剛性が高いこと、斜め引張破壊を生じず変形性能が大幅に増加したことより、THB スタッドによる良好なずれ止め兼せん断補強効果が示された。表 - 1 に曲げ弾性剛性の実験値と文献 3) および各種合成構造設計指針⁴⁾ による計算値を示す。なお、実験の曲げ弾性剛性は、計算曲げ降伏荷重の 40% での割線剛性を用いた。試験体の曲げ弾性剛性は合成度によらず、直接せん断試験²⁾ のせん断バネ値を用いたトンネル協会式により 99 ~ 135% で評価できた。

4. まとめ

塗膜防水の有無や合成度などの違いが曲げ特性に及ぼす影響や、THB スタッドによるせん断補強効果を確認することを目的として曲げ試験を実施した。その結果、塗膜防水により曲げ弾性剛性は 2 割程度減少するが部材降伏後の剛性には大きな差異は生じないこと、合成度が高くなるにつれて曲げ弾性剛性や最大荷重が高くなること、適切なせん断補強筋の配置や THB スタッドを用いることで変形性能が大幅に向上することが明らかになった。また、曲げ弾性剛性はトンネル協会式により 99 ~ 135% で評価できることが確認できた。

参考文献

- 1) 塩屋俊幸, 中澤春生, 長澤紀, 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) 長澤紀, 前孝一, 吉武謙二, 大崎雄作: 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, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, 2003. (掲載予定)
- 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.
- 4) 日本建築学会: 各種合成構造設計指針同解説, 1985.