

基部に低弾性材料を巻付けた頭付きスタッドのバネ定数に関する押抜き試験

ものづくり大学 正会員 ○大垣 賀津雄, PHAM NGOC VINH  
大阪工業大学 正会員 今川 雄亮  
関西大学 正会員 石川 敏之  
高田機工株式会社 正会員 大久保 宣人

1. はじめに

非合成桁として設計している橋梁においても頭付きスタッドやスラブアンカー等で結合されているため、不完全合成桁に区分され弾性合成桁挙動していると考えられる。そこで、筆者らは、弾性合成桁設計法を確立させるために、各種条件のずれ止めの押抜き試験<sup>1)</sup>を行い、バネ定数評価法確立に向けての試験データの蓄積を図っている<sup>2),3)</sup>。

本研究ではバネ定数と押抜きせん断耐力を制御することが可能かどうかを調査するために、頭付きスタッドの溶植部近傍にテープ等の柔らかい材料を巻付け（エリマキと呼ぶ）て、押抜き試験を行った。本試験によりずれ止めのバネ定数の差異を明確にし、合成度合いを評価できるフレキシビリティ定数  $s$  を推定するものである。

2. 試験概要

(1) 試験供試体

押抜き試験に用いる供試体を図-1 に示す。本試験では、450×450×300mm の場所打ち RC 床版を想定したコンクリートブロックを製作し、200×450×16mm の鋼桁を想定した部材を頭付きスタッド  $\phi 22 \times 150$  (SS400) 4 本で一体化させる。コンクリートブロックは呼び強度 N27 普通コンクリート(粗骨材の最大寸法 20mm)を用いて、鋼材部と一体化するように正立状態で打設した。また、鋼材部のコンクリート打設面はジンクリッチペイント塗装を行い、打設前にグリースを塗布して付着が無視できるようにした。本試験におけるパラメータは表-1 に示す通り、スタッド溶植部近傍に巻付けるテープの種類、巻付け数と厚さ、および巻付け段数と高さである。使用材料の特性は、表-2 に示すとおりである。

(2) 試験方法

本研究は、H 型鋼とコンクリートブロックとの相対ずれ 4 点を計測しながら载荷除荷を繰り返す。設

計降伏荷重(360kN)までは設計降伏荷重の 1/12 ずつ漸増繰返し载荷し、設計耐荷重以降は破壊まで単調载荷とした。また、供試体と载荷定盤との隙間や不陸を無くすため、設置時に超速硬無収縮モルタルで不陸調整を行い、供試体の下部に単管パイプで開き止めの措置を講じている。

3. 試験結果

試験から得られた結果を表-3 にまとめて示す。同表に示したフレキシビリティ定数  $s$  は(1)式を使用して求めた。

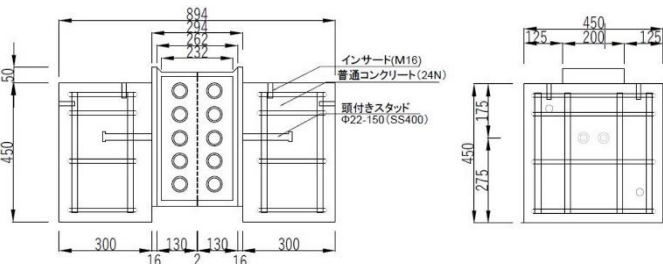


図-1 押抜き試験供試体

表-1 押抜き試験供試体パラメータ

| 供試体<br>CASE | テープの種類                               | 巻付け<br>数 | 合計厚<br>さ mm | 巻付け<br>段数 | 巻付け<br>高さ mm |
|-------------|--------------------------------------|----------|-------------|-----------|--------------|
| 0           | なし                                   | —        | —           | —         | —            |
| 1           | ブチルテープ<br>(幅 19mm, 厚さ 0.5mm)         | 1        | 0.5         | 1         | 19           |
| 2           |                                      | 2        | 1.0         | 1         | 19           |
| 3           |                                      | 1        | 0.5         | 2         | 38           |
| 4           |                                      | 2        | 1.0         | 2         | 38           |
| 5           | ビニール補修テープ<br>(幅 38mm, 厚さ 0.2mm)      | 1        | 0.5         | 4         | 76           |
| 6           |                                      | 1        | 0.5         | 6         | 114          |
| 7           | ラバーマスチックテープ<br>(幅 38mm, 厚さ 1.7mm)    | 1        | 0.2         | 1         | 38           |
| 8           | 熱収縮チューブ<br>(40 $\phi$ , 収縮後厚さ 1.7mm) | 1        | 1.7         | 1         | 38           |
| 9           |                                      | 1        | 1.7         | 1         | 38+<br>溶植部   |

表-2 使用材料特性

| 使用材料     | コンクリート<br>ブロック | H 形鋼   | スタッド<br>$\phi 22$ |
|----------|----------------|--------|-------------------|
| 弾性係数 MPa | 31300          | 205000 |                   |
| ポアソン比    | 0.2            | 0.3    | 0.3               |
| 圧縮強度 MPa | 35.7           | —      | —                 |
| 降伏点 MPa  | —              | 272    | 305               |
| 引張強度 MPa | —              | 438    | 433               |
| 伸び %     | —              | 31     | 27                |

キーワード 弾性合成桁, 頭付きスタッド, 押抜き試験, 低弾性テープ, 巻付け  
連絡先 〒3261-0038 埼玉県行田市前谷 333 番地 ものづくり大学 建設学科 TEL048-564-3907

$$s = \sqrt{(k_0 \times L_d)/(k \times m)} \tag{1}$$

ここに、 $k_0$ ：基準バネ定数 1.96(kN/mm/mm)、 $k$ ：スタッド 1 本当たりのバネ定数(kN/mm/本)、 $m$ ：1 列当たりのスタッド本数、 $L_d$ ：ずれ止め間隔(mm)である。

試験から得られた各スタッドのバネ定数とエリマキテープ厚さの関係を図-2 に示す。同図から、エリマキ部分の厚さが大きいほど、スタッドのバネ定数が小さくなることが分かる。今回の試験データ数は少ないが、回帰分析によりバネ定数とエリマキテープ厚さの関係の傾向がほぼ線形近似できる。

また、テープ厚さ 0.5mm のみの場合におけるバネ定数とテープ高さの関係を図-3 に示す。同図から、エリマキテープ高さが 20mm 程度でバネ定数は収束しており、その高さをスタッドの軸径より大きくしてもバネ定数が変わらなかった。原因としてスタッドのずれ変形が軸径と等しい高さの範囲中心に発生しているためと考えられる。

また、CASE0 を 100%とした最大荷重比とエリマキテープ高さの関係を図-4 に示す。同図から、エリマキテープ高さが大きいほど、スタッドの最大耐荷力が小さくなることが分かる。この原因として、エリマキテープがコンクリートブロックとスタッドの間の付着範囲を減少させるためと考えられる。

4. まとめ

本研究から以下のことがわかった。

- (1) エリマキ部分の厚さが大きいほど、スタッドのバネ定数が小さくなる。
- (2) テープ厚さが 0.5mm の場合、スタッドのバネ定数はスタッドの軸径と等しいエリマキのテープ高さに収束する。
- (3) エリマキテープ高さが大きいほど、スタッドの最大耐荷力が小さくなる。

今後、弾性合成桁に関する設計法確立に向けて、ずれ止めバネ定数の与え方を整理する必要がある。

【謝辞】ものづくり大学橋梁構造研究室の川端一輝君らに実験を行って頂いたことを感謝致します。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会:頭付きスタッドの押抜きせん断試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状, 1996.8
- 2) 大垣賀津雄, PHAM NGOC VINH, 渡邊翔一郎, 石田学, 赤江信哉, 今川雄亮, 石川敏之, 大久保宣人:プレキャスト床版を有する弾性合成桁のずれ止め性能に関する実験

研究, 土木学会第 14 回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム(10), 2021.11

- 3) 大垣賀津雄 , PHAM NGOC VINH, 平木航介, 今川雄亮, 石川敏之, 大久保宣人：コンクリート床版を有する弾性合成桁の頭付きスタッドの バネ定数に関する実験研究 土木学会第 12 回道路橋床版シンポジウム, 2022.10

表-3 試験結果一覧

| 供試体<br>CASE | テープの種類                            | バネ定数<br>kN/mm/本 |     | フレキシ<br>ビリティ<br>定数 $s$ | 最大荷重<br>kN |
|-------------|-----------------------------------|-----------------|-----|------------------------|------------|
|             |                                   | A               | B   |                        |            |
| 0           | なし                                | 278             | 275 | 1.26                   | 715        |
| 1           | ブチルテープ<br>(幅 19mm, 厚さ 0.5mm)      | 210             | 197 | 1.45                   | 678        |
| 2           |                                   | 241             | 225 | 1.35                   | 688        |
| 3           |                                   | 195             | 219 | 1.50                   | 679        |
| 4           |                                   | 209             | 193 | 1.45                   | 649        |
| 5           |                                   | 201             | 224 | 1.48                   | 646        |
| 6           |                                   | 205             | 223 | 1.47                   | 614        |
| 7           | ビニール補修テープ<br>(幅 38mm, 厚さ 0.2mm)   | 277             | 257 | 1.26                   | 693        |
| 8           | ラバーマスチックテープ<br>(幅 38mm, 厚さ 1.7mm) | 135             | 145 | 1.81                   | 642        |
| 9           | 熱収縮チューブ<br>(40Φ, 厚さ 1.7mm)        | 110             | 125 | 2.00                   | 641        |

注)バネ定数 A と B は、それぞれ Pmax/3 と Qs/Qsc=1 から求めた値である。

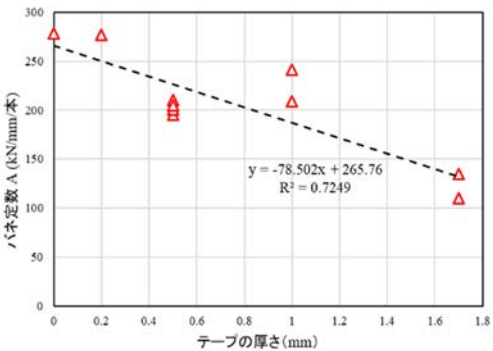


図-2 バネ定数とテープ厚さの関係

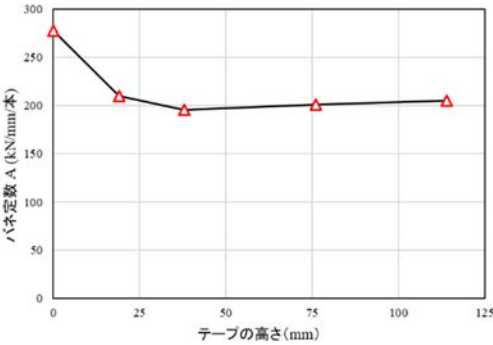


図-3 バネ定数とテープ高さの関係

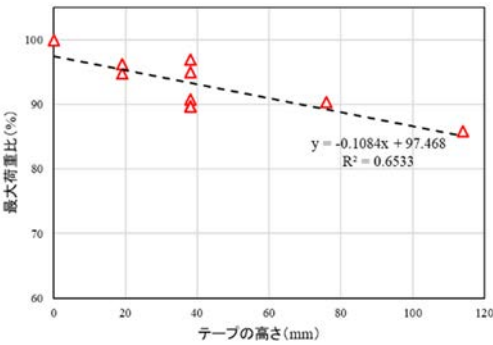


図-4 最大荷重比とテープ高さの関係