

付着型ずれ止めのせん断耐力に関する研究

山口大学大学院 学生員 ○石井暢治  
山口大学工学部 正会員 濱田純夫

山口大学工学部 正会員 高海克彦  
アイサワ工業㈱ 前田拓郎

1. はじめに

現在、鋼とコンクリートの複合構造には、ずれ止めとして頭付きスタッドジベルが多用されている。本研究では、従来のスタッドに代わる施工の省力化を目指した付着型のずれ止めの開発のため、T 形鋼を H 形鋼の上フランジ部に溶接したものをずれ止めとして考案した。一般的に、ずれ止めに作用する力はせん断力であるが、近年の床版支間の拡大化などに伴い、軸引張力を考慮にいれなければならない。したがって、本研究では、T 形鋼をずれ止めに用いた供試体について押抜きせん断試験を行い、その力学特性について検討をした。

2. 実験供試体の詳細

実験供試体の寸法は、コンクリート部の呼称寸法 W150×D400×H400, H 型鋼の呼称寸法 200×200×8×12, T 型鋼の呼称寸法 100×75×6×9 のものである(図-1 参照)。供試体の種類は、T 型鋼とコンクリートの自然付着のみを考慮したもの、T 型鋼上フランジ部に D10 異形鉄筋を溶接したものを 5 種類用意した。軸引張力を与えない供試体(CN シリーズ)、軸引張力を与えた供試体(CT シリーズ)を合わせて計 10 体作製した。ここで各供試体の名称について、軸引張力を与えるものには T を、与えないものには N をつけた。ハイフンの後の数字は異形鉄筋の本数を示す。

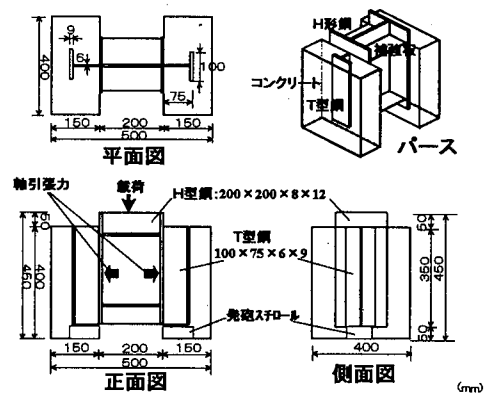


図-1 供試体寸法

3. 試験概要

図-1 の正面図における H 型鋼の突出部に油圧式万能試験機 (MAX 300t) を用いて載荷を行い、付着面にせん断力を導入した。載荷初期においては、コンクリートと T 型鋼の付着が切れるまで荷重制御による単調載荷を行い、その後は引き続きずれ制御による単調載荷を行い、コンクリートもしくは T 型鋼の溶接部が破断するまで載荷を行った。また T 型鋼に与える軸引張力は、供試体の両コンクリート間に挿入した水平ジャッキで、コンクリートブロックを押し開く力の反力を供試体に負担させることにより導入した。

表-1 供試体の種類

| 供試体名 | 異形鉄筋   |         | 引張力の導入量 (kN) | コンクリート     |             |
|------|--------|---------|--------------|------------|-------------|
|      | 本数 (本) | 間隔 (cm) |              | 圧縮強度 (MPa) | ヤング係数 (MPa) |
| CN-0 | 0      | -       | 0            | 40.6       | 37533       |
| CN-1 | 1      | 20      | 0            | 48.4       | 43037       |
| CN-3 | 3      | 15      | 0            | 46.5       | 46479       |
| CN-4 | 4      | 10      | 0            |            |             |
| CN-8 | 8      | 5       | 0            |            |             |
| CT-0 | 0      | -       | 63.7         |            |             |
| CT-1 | 1      | 20      | 63.7         | 48.4       | 43037       |
| CT-3 | 3      | 15      | 63.7         | 42.0       | 42441       |
| CT-4 | 4      | 10      | 63.7         |            |             |
| CT-8 | 8      | 5       | 63.7         |            |             |

4. 実験結果および考察

4.1 付着強度

コンクリートの付着強度は次式により算出した。

・付着強度 (MPa) = 最大荷重 (N) / 付着面積 (mm<sup>2</sup>)

図-2 に上式より算出した付着強度と異形鉄筋の本数の関係を示す。図-2 より軸引張力を与えない供試体については、異形鉄筋本数の増加に伴い付着強度も比例して増加している。また軸引張力を与えたものについてもデータのばらつきがあるが引張力を与えない供試体と同様に比例関にある。

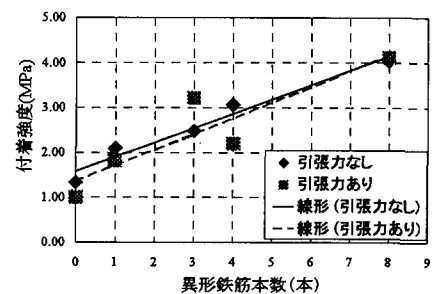


図-2 付着強度と鉄筋本数の関係

## 4.2 荷重とずれの関係

図-3にCNシリーズ、図-4にCTシリーズの荷重-ずれ曲線を示す。横軸はコンクリートブロックとH型鋼の荷重作用方向の相対変位であり、縦軸はT型鋼に作用させた載荷荷重である。図-3より、供試体CN-0については載荷初期からT型鋼とコンクリートの自然付着が切れるまでずれが発生せず荷重が増加し、その後一旦ずれが発生すると最大荷重を保持しつつ、ずれが増加していることがわかる。また、異形鉄筋を溶接した供試体については、自然付着を失いずれが発生した後も最大荷重が増加傾向にあることが伺える。また、異形鉄筋の本数に応じて最大荷重が伸びていることから、異形鉄筋が機械的なずれ止めとして作用していることがわかる。図-4より、軸引張力を与えると載荷初期からずれが発生しやすくなっていることがわかる。また最大荷重点はCNシリーズに比べて約10~20%低減することがわかった。既往の研究より、軸引張力を与えるとスタッドは約40%程度のせん断耐力が低下することがわかっている(表-3参照)。T型鋼の場合、軸引張力を与えるとT型鋼上フランジ部の支圧効果により摩擦力が発生することにより、スタッドに比べせん断耐力の低下を防ぐことができたと考えられる。

## 4.3 ずれ剛性

表-3に各供試体の作用せん断力とずれの関係から、ずれ剛性を求めたものを示す。ずれ剛性は、最大せん断耐力 $Q_{max}$ の1/3荷重点の初期割線係数で求めた。また比較のため既往の研究より得られている、 $\phi=19(\text{mm})$ 、 $L=100(\text{mm})$ のスタッド2本あたりのせん断耐力およびずれ剛性を併記した。なおスタッドに与えた軸引張力は、本研究における軸引張力とほぼ同程度である。表-3より、CN-8に比較してCT-8のずれ剛性は約4割程度低下していることから、軸引張力を与えたことによる、載荷初期からのずれが影響しているものと考えられる。またCNシリーズと軸引張力を与えていないスタッドを比較し、同様にCTシリーズと軸引張力を与えたスタッドを比較すると、T型鋼はスタッドよりずれ剛性が約2倍~4倍大きいことがわかる。

## 5. まとめ

- (1) T型鋼上フランジに取り付けた異形鉄筋の本数に応じて最大せん断耐力( $Q_{max}$ )を向上させていることが確認できた。
- (2) T型鋼に軸引張力を与えると載荷初期からずれが発生しやすいが、最大せん断耐力は約10~20%の低下にとどまり、T型鋼が引張力に対しても有効な形状といえる。
- (3) T型鋼の方がスタッドよりずれ剛性が約2倍~4倍大きいことから、合成作用が非常に高いことが伺える。

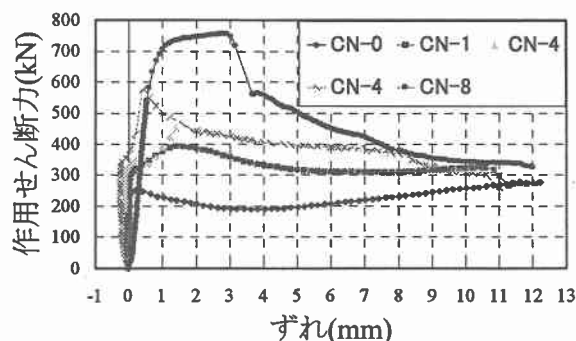


図-3 荷重とずれの関係 (軸引張力なし)

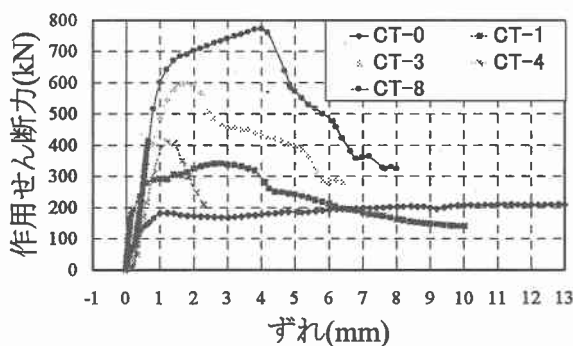


図-4 荷重とずれの関係 (軸引張力あり)

表-3 ずれ剛性

| 供試体名   | せん断耐力             |                     | 1/3荷重点<br>ずれ<br>(mm) | ずれ剛性<br>$K_{st}$<br>(kN/mm) |
|--------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|
|        | $Q_{max}$<br>(kN) | $Q_{max}/3$<br>(kN) |                      |                             |
| CN-0   | 248.3             | 82.8                | 0.02                 | -                           |
| CN-1   | 392.7             | 130.9               | 0.02                 | -                           |
| CN-3   | 464.1             | 154.7               | 0.02                 | -                           |
| CN-4   | 573.8             | 191.3               | 0.03                 | -                           |
| CN-8   | 757.1             | 252.4               | 0.31                 | 814.03                      |
| CT-0   | 186.4             | 62.1                | 0.26                 | 238.97                      |
| CT-1   | 339.9             | 113.3               | 0.08                 | -                           |
| CT-3   | 602.7             | 200.9               | 0.38                 | 528.68                      |
| CT-4   | 412.6             | 137.5               | 0.43                 | 319.83                      |
| CT-8   | 771.8             | 257.3               | 0.50                 | 514.50                      |
| スタッド2本 |                   |                     |                      |                             |
| 軸引張力なし | 339.0             | 113.0               | 0.19                 | 594.74                      |
| 軸引張力あり | 199.0             | 66.4                | 0.50                 | 132.67                      |

スタッド形状:  $\phi=19(\text{mm})$ ,  $L=100(\text{mm})$