

## 機械式定着を施したせん断補強鉄筋を用いた鉄道構造物のせん断耐力評価

東京鉄鋼株式会社 正会員 ○近藤 誠一郎 東京鉄鋼株式会社 正会員 後藤 隆臣  
 鹿島建設株式会社 正会員 古市 耕輔 鹿島建設株式会社 フェロー会員 山野辺 慎一

### 1. はじめに

せん断補強鉄筋は、一般に部材のせん断破壊防止のために配筋されるが、ボックスカルバートのような面部材において配筋が困難となるケースがある。せん断補強鉄筋の配筋を改善する方法として、機械式定着金物を端部に備えたせん断補強鉄筋を用い、軸方向鉄筋を配筋した後にせん断補強鉄筋を掛ける方法が挙げられる。また、鉄道構造物と道路構造物とではこのような機械式定着金物を掛ける位置が異なり、軸方向鉄筋に掛ける鉄道構造物の方が部材の曲げ耐力を高く確保できるため、より高いせん断補強性能が必要とされる。そこで鉄道構造物を想定し、軸方向鉄筋に掛けた条件において十分なせん断耐力を有するかを確認するため、代表的な機械式定着金物2種（楔形プレート型・円形プレート型）を用いて載荷実験を行った。

### 2. せん断破壊実験

#### (1) 試験体概要

本実験のスラブ試験体は、参考文献1)における試験体を参考としており、ボックスカルバートの頂版・底版を想定したものである。試験体の寸法は桁長 3500mm、桁高 500mm、桁幅 1000mm の 1/2.5 スケールで、コンクリート設計基準強度は 24N/mm<sup>2</sup> で計画した。試験パラメータは、せん断補強鉄筋に取り付けた機械式定着金物の種類とし、配筋は同一とした。本実験の設計せん断耐力は、安全係数を 1.0 として棒部材のせん断耐力  $V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$  により算出し<sup>2)</sup>、曲げ終局耐力は  $M_u = 0.9A_s \cdot f_{syd} \cdot d$  より算出した。部材のせん断余裕度  $V_{mu} / V_{yd}$  は 1.66 を確保し、確実にせん断破壊を起こすように設定した。試験体配筋図を図-1、定着金物概要図を図-2 に示す。また、配筋詳細を表-1、試験体パラメータと材料試験結果を表-2 に示す。

#### (2) 加力方法・測定方法

加力方法は 1000t 構造物試験装置を使用し、支持台（部材端より各 500mm）に試験体を設置した後、スパン中央から左右 100mm はなれた点を加力点として 2 点載荷による一方向単調載荷を行った。本実験のせん断スパン比は  $a/d = 2.63$  である。変位測定はスパン中央におけるたわみを測定した。鉄筋歪みの測定は、軸方向鉄筋では最大モーメントとなる範囲に、せん断補強鉄筋では配筋ピッチ 200mm ごとにそれぞれ歪みゲージを貼り付けて測定を行った。

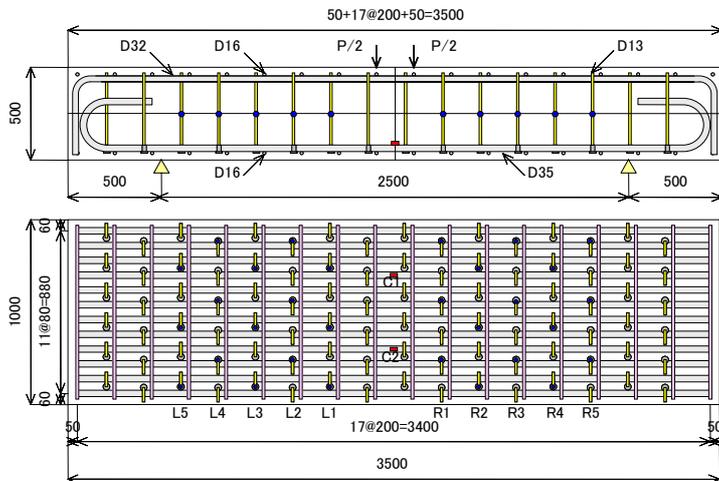


図-1 試験体配筋図  
 □ : 軸方向鉄筋    ■ : せん断補強鉄筋    ▨ : 配力鉄筋  
 ■ : 軸方向鉄筋歪みゲージ    ● : せん断補強鉄筋歪みゲージ



図-2 定着金物概要図  
 上: 楔形プレート  
 下: 円形プレート

表-1 配筋詳細一覧表

配筋位置	鋼種	サイズ	ピッチ
軸方向鉄筋	SD390	上端筋	D32 11@80mm
		下端筋	D35 11@80mm
せん断補強鉄筋		D13	3組, 17@200mm
配力鉄筋		D16	17@200mm

表-2 試験体パラメータ及び材料試験結果一覧表

試験体No.	定着金物形状	コンクリート強度 (f <sub>wyd</sub> : 24N/mm <sup>2</sup> )			
		実圧縮強度	N/mm <sup>2</sup>		
No.1	楔形プレート	26.4			
No.2	円形プレート	26.7			
		軸方向鉄筋(下端筋) (SD390・D35)		せん断補強鉄筋 (SD390・D13)	
		実降伏強度	降伏歪み	実降伏強度	降伏歪み
		N/mm <sup>2</sup>	μ	N/mm <sup>2</sup>	μ
		451	2347	430	2406

キーワード：機械式定着工法，せん断補強鉄筋，鉄道構造物，せん断耐力

東京鉄鋼株式会社 〒323-0819 栃木県小山市横倉新田 520 番地 TEL：0285-28-1771 FAX：0285-28-1717

3. 実験結果

荷重-変位曲線を図-3に、各試験体のひび割れ状況図を図-4に示す。また、軸方向鉄筋の荷重-歪み曲線を図-5に、せん断補強鉄筋の歪み分布を図-6に示す。図-5より最大耐力時においても曲げ降伏が生じていないことが確認できる。また、図-6より、せん断補強鉄筋は加力位置より約500~700mmのゲージ位置で応力が卓越し、降伏していることが確認できる。No.1・No.2試験体ともに、最大耐力は設計せん断耐力に対して1.2以上の安全率を確保している(表-3)。なお、2体には若干の最大耐力の差が生じている。既往の文献<sup>3)</sup>によれば、ダボ筋を配置した楔形プレートと円形プレート単体の定着性能を比較すると、どちらも標準フックより拔出し量が少ないものの、円形プレート単体の方が拔出し量大きい。定着金物に掛けられたダボ筋には拔出し量を低減させる効果があるが、ダボ筋に対する掛かり面積が楔形に対して小さい円形プレートは、ダボ筋を配置した場合でも楔形よりも拔出し量は大きいと予想される。今回の耐力差を詳細に解明するためには、別途ダボ筋を配置した定着金物に対する高応力繰返し試験により定着性能を比較する必要があるが、定着方法の違いにともなう拔出し量の差から、No.2試験体の方がせん断ひび割れ幅が大きくなり、コンクリート負担分Vcdが低下して耐力に差が生じたものと推察される。

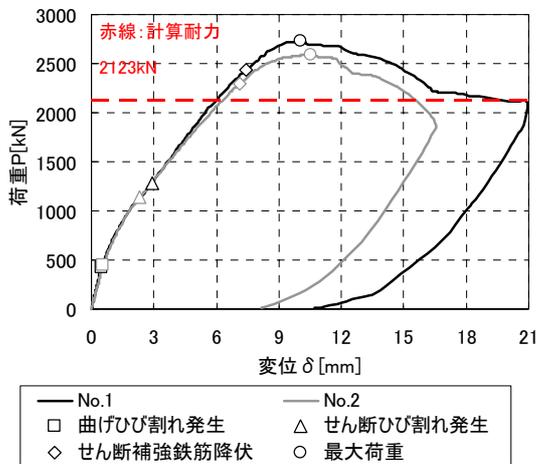


図-3 荷重-変位曲線

表-3 実験値と計算値の比較表

試験体No.	実験値	計算値	実験値/計算値
	最大耐力 kN	せん断耐力 kN	
No.1	2726	2123	1.28
No.2	2591		1.22

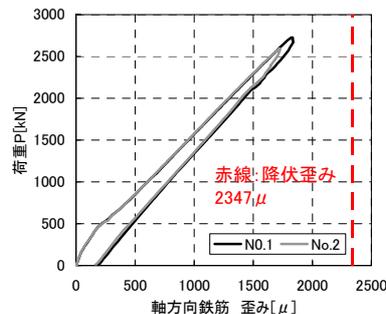


図-5 軸方向鉄筋の荷重-歪み曲線

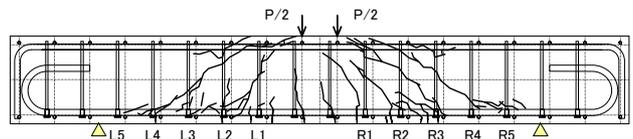
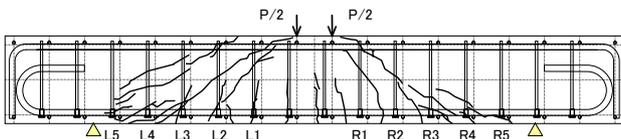


図-4 ひび割れ状況 (左: No.1試験体, 右: No.2試験体)

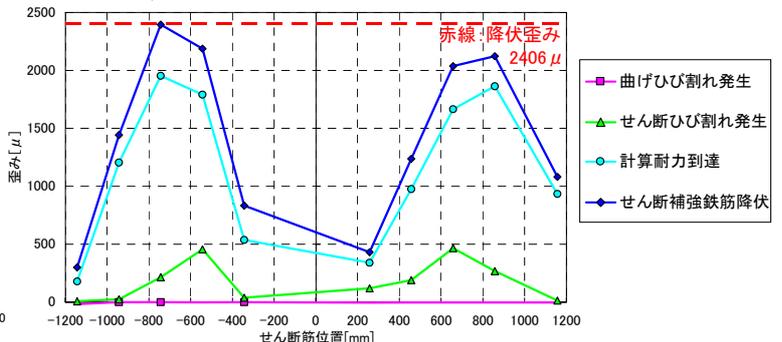
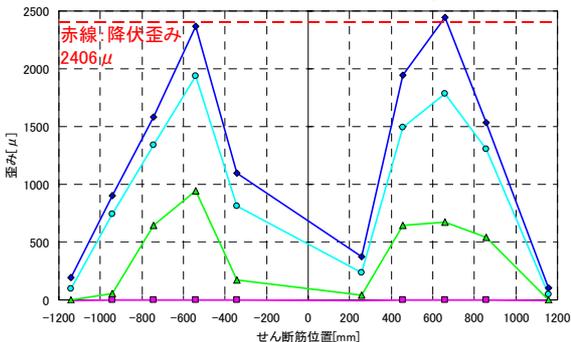


図-6 せん断補強鉄筋歪み分布 (左: No.1試験体, 右: No.2試験体)

4. まとめ

2種類の機械式定着金物を有するせん断補強鉄筋を用いた試験体をせん断破壊させた結果、定着金物を軸方向鉄筋に掛けた場合においても、せん断補強鉄筋は十分なせん断補強性能を有していることが確認できた。

<参考文献>

- 1) 進藤ら：機械式定着工法を用いたせん断補強鉄筋のせん断耐力の検討，第63回年次学術講演会，2008.09.
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説-コンクリート構造物，2004.4.
- 3) 平野ら：SRC中空橋脚におけるせん断補強筋の定着に関する実験的検討，複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，2009