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耐震性評価

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

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

1. はじめに

近年の RC 構造物においては、鉄筋量が多く配筋が 困難なケースが増加傾向にある.これより,配筋のし やすさを改善するため、せん断補強鉄筋に機械式定着 を採用できるよう各種開発が進められてきた.

鉄道は道路と異なり、機械式定着を施したせん断補 強鉄筋を用いるにあたり, 配力鉄筋ではなく主鉄筋に かけることが義務づけられている.これは、主鉄筋の 有効高さを高くとり、部材耐力を大きくすることを目 的としている.しかし、配力鉄筋にかけないことによ るせん断耐力および耐震性への影響については、部材 実験を行い、その安全性を確認する必要がある. ここ で、鉄道と道路の配筋方法の違いを図-1に示す.

本文では、機械式定着(楔形および円形定着プレー ト)を施したせん断補強鉄筋を用いた試験体の交番載 荷実験による耐震性評価について報告する.



図-1 鉄道と道路の配筋の違い

2. 実験概要

(1) 試験体概要

試験体は壁タイプとし,形状寸法および配筋につい ては小林らの実験²⁾を参考に同様のものを採用した. これより,損傷い^{*} μ1の降伏変位δ_vを20mm,損傷い^{*} ν 2 の限界を 85mm(4.25 δ_{ν}), 損傷 $\nu^{\prime} \nu$ 3 の限界を 90mm(4.5δ_x)としている. 試験体諸元を表-1, 概要図 を図-2, 試験体設置状況を写真-1にそれぞれ示す.

加力中心は危険断面より2,000mmの高さとし、せん 断スパン比 a/d を 5.9 とした.

表-1 試験体諸元

	Fc		せん断	機械式		試験体	
No.	2	主鉄筋	補強	完善目	-	寸法 mr	n
	N/mm		鉄筋	足有关	外寸	壁	スタブ
1	24	8-D25	D16	楔形定着 プレート	B1600×	B1000×	B1600×
2	24	(SD390)	(SD390)	円形定着 プレート	H3100×	H2400×	H650
機械式定着具は、ねじ節鉄筋端部に螺合後、エポキシ樹脂グラウトを充填して							

固定す?



図-2 試験体概要図



写真-1 試験体設置状況

(2) 試験方法

試験は、軸力 300kN を導入し、変位制御による正負 交番繰返し載荷を行った.加力サイクルは、設計上で の主筋降伏時の変形(20mm)²⁾を δ_y と定め、その整数倍 である $\pm 1\delta_v$ を1回, $\pm 2 \sim \pm 6\delta_v$ を3回, $\pm 7\delta_v$ 以降を1 回繰返しとした.

3. 試験結果

(1) 材料強度

本実験に使用した材料強度を表-2に示す.

表-2 材料強度

			主鉄筋(SD390)		せん断補強鉄筋(SD390)			
No.	$\sigma_{\rm B}$	σ _{sy}	Ts	Es	٤ 0	σ_{wy}	Ts	Es	٤ 0
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	μ	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	μ
1	26.4	451	(22	1.90	2272	449	(27	1.90	2254
2	27.1	451	633	10^{5}	2373	448	627	10^{5}	2354

筋の降伏強度, Ts; 引張強さ, E_s ; ヤング係数, ε_0 ; 降伏ひずみ

-ワード:機械式定着工法,せん断補強鉄筋,鉄道構造物,耐震性能 東京鉄鋼株式会社 〒323-0819 栃木県小山市横倉新田 520 TEL: 0285-28-1771 FAX: 0285-28-1717 (2) 交番載荷による各耐力値一覧

曲げひび割れ P_{crack},降伏耐力 P_y,最大耐力 P_{max}を表 -3 にそれぞれ示す.

孜 5 石闸刀爬 見						
耐力値	No	o.1	No.2			
	正	負	正	負		
P _{crack}	79.5	59.5	81.0	51.5		
Py	308.5	288.5	311.0	280.0		
P _{max}	323.5	311.0	324.5	311.0		
			j	单位:kN		

表-3 各耐力值一覧

(3) P-δ曲線(荷重-変位関係)

No.1 および No.2 試験体の P-δ曲線および解析値を 図-3 および4に示す.





図-3 No.1 試験体の P-δ 曲線と解析値

図-4 No.2 試験体の P-δ曲線と解析値

解析値は、平面保持を仮定し、梅村のe関数法*による断面解析(M-φモデル)により算出した. コンクリートの圧壊による耐力低下が発生するまでは解析値と近い性状を示すことが確認できた.

No.1 試験体は 7δ_y で, No.2 は 6δ_yの 2 サイクル目で それぞれ降伏耐力を下回った.これより, 楔形と円形 定着プレート共に, 損傷い^{*} и 3 においても高い耐力と 変形性能を確保できていることを確認した.耐力の低 下は, コンクリートの圧壊によって, 圧縮力を支持で きなくなり, 主鉄筋が座屈することで機械式定着具が 主鉄筋にかからなくなることが原因と考えられる. (4) 損傷状況

機械式定着側の荷重低下時および+8δ_y ピークと半円 形フック側の-8δ_y ピークの状況を図-5に示す.これよ り, No.1 より No.2 の方がコンクリートの損傷が小さ いことが確認できる.これは、円形定着プレートより も楔型定着プレートの方が主鉄筋にかかる面積が大き く,より主鉄筋の座屈に抵抗できるためと考えられる.



図-5 損傷状況

4. まとめ

本実験での考察を以下にまとめる.

- ② 荷重低下の原因は、コンクリートの圧壊によって 主鉄筋が座屈し、機械式定着具が主鉄筋にかから なくなることによるものである。
- ③ No.1およびNo.2の荷重低下のタイミングの違いは、 機械式定着具の支圧面(定着プレート)の形状と面 積の大小によるもので、主筋へのかかりの大きい 楔形定着プレートの方がより座屈に抵抗できると 推察される.
- ※梅村の e 関数法 (コンクリートの応力ーひずみ関係) $\sigma_{c} = 6.75 \times \sigma_{B} \times (e^{-0.812\varepsilon} - e^{-1.218\varepsilon})$ ここで、 $\xi : \varepsilon / \varepsilon_{B}$ $\varepsilon : ひずみ, \varepsilon_{B} : 強度時ひずみ$

<参考文献>

- 進藤良則、小林雅彦、杉浦忠治:機械式定着工法 を用いたせん断補強筋のせん断耐力の検討、土木 学会第63回年次学術講演会、2008.9
- 小林雅彦,山東徹生,進藤良則:機械式定着工法 を用いたせん断補強鉄筋の耐震性能の検討,土木 学会第63回年次学術講演会,2008.9
- 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
- 鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同 解説 耐震設計,2012.9