

# 論文 鉄筋を途中定着した壁式橋脚の鋼板巻立て補強に関する 実験的研究

玉井真一<sup>\*1</sup>・佐藤 勉<sup>\*2</sup>・宮城敏明<sup>\*3</sup>・岡本 大<sup>\*4</sup>

**要旨：**軸方向鉄筋の途中定着（段落し）を有する既設の壁式橋脚に対して鋼板巻立て工法による耐震補強を行うことを想定して、辺長比1：6の試験体を用いた実験を行った。軸方向鉄筋比0.25%では、鋼板を巻立てるだけで途中定着部の補強効果が得られたが、同0.58%では、途中定着部から斜めひび割れが発生し、補強効果が得られなかった。そのため、補助工法として躯体側面にアンカーボルトを打設した。また、補強後も大変形でスリップ形になる履歴特性となったため、履歴特性が地震時の最大応答変位に与える影響について、動的解析による検討を行った。

**キーワード：**耐震補強、鋼板巻立て工法、壁式橋脚、途中定着、履歴特性

## 1. はじめに

既設構造物の鋼板巻立て工法による耐震補強について、筆者らは鉄道ラーメン高架橋の柱を主対象とした実験を行い、変形性能の算定法を提案してきた<sup>1,2)</sup>。一方、河川橋梁や桁式高架橋の橋脚として用いられている、線路直角方向の幅が線路方向の厚さに比べて大きい壁式橋脚は、ラーメン高架橋の柱に対して以下の相違がある。

- ①軸方向鉄筋比が低い。
- ②軸方向鉄筋の途中定着（段落し）がされている場合が多い。
- ③せん断補強鉄筋が少なく、橋脚下端に先行して途中定着部が降伏した場合、途中定着部を起点としてせん断破壊する危険性がある。
- ④橋軸直角方向の辺長が大きく、軸方向鉄筋の座屈に対して鋼板による拘束効果が得られにくい。

したがって、これまでの実験結果や変形性能算定式を適用できない場合があると考え、壁式橋脚を対象とした鋼板巻立て工法による耐震補強実験を行った。

なお、耐震補強の対象とする荷重方向は、線路方向（短辺方向の曲げ）とした。

## 2. 実験の概要

実験は、軸方向鉄筋比および鋼板を橋脚躯体側面に固定するアンカーボルトの有無を変化させ、表-1に示す5ケースを実施した。

試験体の縮尺は1/3程度で、実橋脚の調査結果から断面の辺長比を6、せん断スパン比を4とした。軸方向鉄筋比は実橋脚における曲げせん断耐力比の最頻値付近を与える0.25%および最小値付近を与える0.58%の2通りとした。また、実橋脚のせん断補強鉄筋は定着の不十分な幅止め筋程度であることが多いため、試験体ではせん断補強鉄筋を配置せず軸方向鉄筋に直交する配力筋のみを配置した。

鋼板巻立て補強を行ったNo.2,4,5は図-1のように軸方向鉄筋を1/3ずつ途中定着した。途中定着位置は、計算上、下方の途中定着部の降伏が下端断面に先行するように決定した。一方、鋼板巻立て補強を行わないNo.1,3は途中定着部

\*1 (財)鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部 橋梁担当 工修 (正会員)

\*2 (財)鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部 橋梁担当 工博 (正会員)

\*3 東急建設(株)技術研究所 土木研究室 (正会員)

\*4 東急建設(株)技術研究所 土木研究室 工修 (正会員)

表-1 実験ケース一覧

名称	軸方向鉄筋比 (%)	段落し	補強	コンクリート圧縮強度 $f_c$ ( $N/mm^2$ )	軸方向筋降伏強度 $f_y$ ( $N/mm^2$ )	耐力計算値					
						下端断面曲げ耐力時		下端せん断耐力		カットオフ点1せん断耐力	
						$M_{max}$ ( $kN\cdot m$ )	$V_{max}$ ( $kN$ )	$V_{y1}$ ( $kN$ )	$V_{y1}/V_{max}$	$V_{y2}$ ( $kN$ )	$V_{y2}/V_{max}$
No.1	0.25	なし	なし	24.1	345	755	378	703	1.86	-	-
No.2		2回	t3.2鋼板	24.7	345	779	389	719	1.85	659	1.69
No.3		なし	なし	22.9	366	1473	737	832	1.13	-	-
No.4	0.58	2回	t3.2鋼板	23.5	366	1498	749	853	1.14	773	1.03
No.5			t3.2鋼板 +D6アンカーボルト	34.5	358	1464	732	953	1.30	876	1.20

耐力計算値は「鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物」<sup>3)</sup>による。 $V_{max}$ は下端断面が $M_{max}$ に達した時のせん断力を示す。

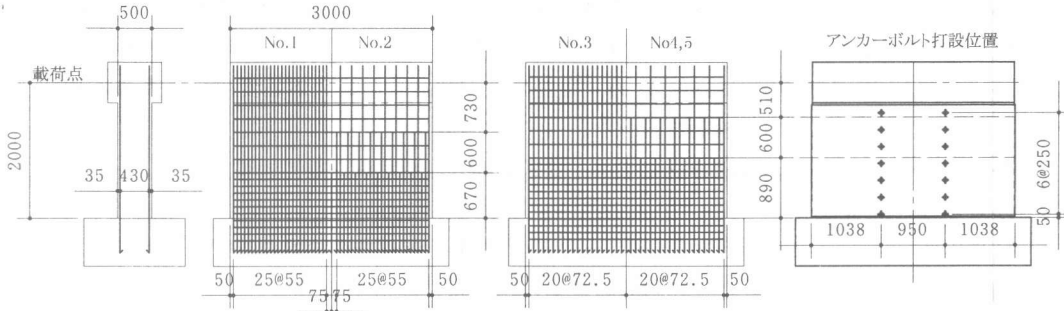


図-1 試験体

に対する補強の目標とするため、軸方向鉄筋の途中定着を行わなかった。

鋼板巻立て補強にはt3.2mm、SS400の鋼板を使用し、橋脚躯体全長（載荷スタブ下まで）を補強した。鋼板と躯体の間隔は10mmとし、モルタルを充填した。No.5は、途中定着部で鋼板と躯体を一体化させるとともに鋼板下端のはらみ出しを拘束する目的でアンカーボルト（D6鉄筋、15D=90mm長、2列）を打設した。No.4のせん断ひび割れ発生状況より隅角部から断面高さの2倍以上離れると鋼板の補強効果が低下すると判断し、水平方向の間隔は断面高さの2倍とした。また、No.3の軸方向鉄筋座屈状況より橋脚下端から断面高さの範囲で有効に鋼板を拘束するために、鉛直方向の間隔を断面高さの1/2倍とし、橋脚全長にわたり一定とした。また、No.4では鋼板とフーチングの接触により鋼板と躯体が剥離したため、No.5ではこれを防ぐ目的で鋼板下端に20mmの隙間を設けた。

載荷は一定軸力 $0.5N/mm^2$ 下での正負交番載荷とした。試験体間で変位を揃えるために、部材角（載荷点変位/高さ） $\pm 1/300, \pm 2/300, \pm$

$4/300, \pm 6/300 \dots$ を各3回繰り返した。

### 3. 実験結果と考察

各試験体の荷重-変位関係を図-2に、最大耐力時の曲げモーメントおよび曲率の分布、実験終了時のひび割れ状況を図-3に示す。

#### (1) 試験体No.1

作用曲げモーメントとひび割れ耐力の差が小さく、曲げひび割れの発生範囲は躯体高さの1/2以下であった。したがって、躯体の曲げ変形が小さく、軸方向鉄筋の抜出しに依存した変形性状となった。 $\pm 6/300$ の載荷で軸方向鉄筋の座屈が生じてかぶりコンクリートが剥落し、履歴特性がそれまでの紡錘形からスリップ形に変化した。しかし、軸方向鉄筋内側のコンクリートの損傷は少なく、大変形における耐力低下が少ない挙動を示した。

#### (2) 試験体No.2

途中定着部では軸方向鉄筋が降伏せず、橋脚下端で破壊した。No.1と同様に $\pm 6/300$ の載荷で軸方向鉄筋の座屈が生じ、履歴特性がスリップ形に変化した。