

地震後の損傷度合判定のための異なる載荷パターンを受ける鋼製橋脚の 耐力と累積ひずみに関する実験的検討

愛知工業大学 正会員 ○嶋口儀之 愛知工業大学 学生会員 鈴木洋平
愛知工業大学 正会員 鈴木森晶 愛知工業大学 正会員 宗本 理

1. はじめに

兵庫県南部地震の発生以降、鋼製橋脚を含む構造物の耐震設計基準の見直しが行われ、主要幹線道路の既設鋼製橋脚について新たな基準をもとに耐震補強がなされてきた。しかし、このような耐震補強された鋼製後脚についても、地震後に橋脚が無損傷であることを保証するものではない。また、2016年4月の熊本地震において観測されたように、本震後に大規模な余震が複数回発生することで、一度の地震で最大水平荷重に達しない場合においても、繰り返し地震動を受けることにより損傷が進行し、耐力が低下することが考えられる。

これまで本研究室では、地震動を受けた鋼製橋脚に対する損傷度合の判定方法の提案を念頭に、実橋脚を可能な限り再現した供試体を用いて静的繰り返し載荷実験を行い、耐震性能および損傷の進行状況について検討を行ってきた。ここでは、漸増繰り返し載荷および最大水平荷重に達しない変位での繰り返し載荷におけるひずみの累積状況に着目し、耐力と損傷状況について整理する。

2. 実験概要

2.1 実験供試体

本研究では、昭和49年に竣工し、兵庫県南部地震後の平成8年の道路橋示方書の改訂を受けて、耐震補強された既設矩形鋼製橋脚を基に、約1/3スケールの供試体を製作した^{1),2)}。図-1に供試体の概要図、表-1に供試体の諸元を示す。耐震補強では中詰めコンクリートの追加充填および縦リブのT型リブの追加が施されている。T型補強部分については、供試体製作上困難であったため、実橋脚と同等の剛比となるように、図-1(b)に示すように補強部のリブ寸法を調整した。供試体は橋軸方向載荷および橋軸直角方向載荷について載荷パターンの違いにより各2体の計4体使用した。

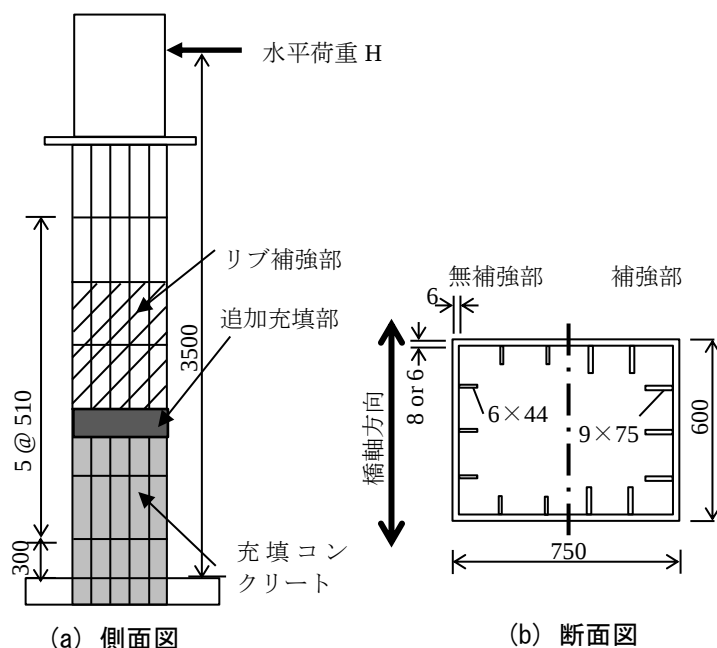


図-1 実験供試体概要図

表-1 実験供試体諸元

載荷方向	橋軸		橋軸直角	
	無補強	補強部	無補強	補強部
幅厚比パラメータ R_R	0.398		0.530	
幅厚比パラメータ R_F	0.580	0.254	0.526	0.229
細長比パラメータ $\bar{\lambda}$	0.358		0.311	
軸力比 P/P_y	0.078			
降伏水平荷重 H_y (kN)	413		380	
降伏水平変位 δ_y (mm)	20.7		16.5	

2.2 実験載荷方法

実験では、一定鉛直荷重下での水平1方向繰り返し載荷を行った。載荷パターンは、降伏水平変位 δ_y を基準にした漸増変位繰り返し載荷に加え、最大水平荷重に到達する直前の $\pm 4\delta_y$ までは変位を漸増させ、以降は $\pm 4\delta_y$ での載荷を繰り返す $4\delta_y$ 繰り返し載荷を行った。

3. 実験結果

実験から得られた水平荷重-水平変位の履歴曲線を図-2に示す。図は縦軸および横軸は H_y および δ_y で無次元化している。

図-2(a)より、橋軸方向の場合、漸増载荷では $7\delta_y$ 時に大きく荷重が低下し、 $\pm 4\delta_y$ 载荷では、3回繰り返した時点では、一回目に比べ荷重の低下は約 1%であり、

定規をあてて確認できる程度のわずかな変形が生じた。

図-2(b)より、橋軸直角方向の場合、3回目の $\pm 4\delta_y$ においては、1回目と比べ約 3%の荷重低下が見られ、目視で確認できる程度の局部座屈が生じた。

図-3に各サイクルにおける、基部付近の累積塑性ひずみの値を示す。図の縦軸は、ひずみゲージにより計測した累積塑性ひずみのうち、基部から1段目のダイアフラム間の値を平均した値（橋軸直角方向：7列42箇所、橋軸方向：9列54箇所）、横軸は载荷サイクルを示す。なお、 $4\delta_y$ 繰返し载荷については便宜上、漸増载荷と同じ軸に示す。

図-3(a)より、橋軸方向の場合、漸増载荷においてより大きな累積塑性ひずみが生じているが、 $4\delta_y$ 繰返し载荷についても、3回目の繰返しにおいて漸増载荷の $5\delta_y$ 時点より大きな累積ひずみが生じている。また、図-3(b)より、橋軸直角方向の供試体では、 $4\delta_y$ の繰返し载荷において、漸増载荷における $6\delta_y$ 時点より大きな累積塑性ひずみが生じている。3回目の $4\delta_y$ 繰返しにおいては荷重についても低下傾向が見られることから、最大水平荷重に達しておらず、目視による損傷が確認できない場合についても、耐力が低下していることを確認した。

4. おわりに

本研究では、矩形鋼製橋脚を対象に異なる载荷パターンにより静的繰返し载荷を行い、最大荷重未達の繰返し载荷による累積ひずみの進行状況について確認した。今後ひずみの蓄積状況についてより詳細に検討する予定である。

謝辞

本研究は一般社団法人日本鉄鋼連盟の研究助成（鋼構造研究・教育助成事業）、一般社団法人名古屋高速道路協会の助成および愛知工業大学耐震実験センター研究経費を使用し、愛知工業大学耐震実験センターにおいて実施した。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996. 3.
- 2) 名古屋高速道路公社：名古屋高速道路耐震補強工事誌，2007.8.

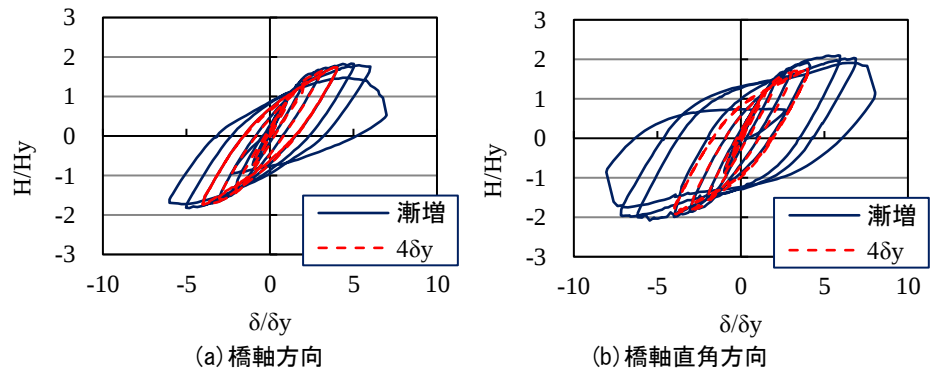
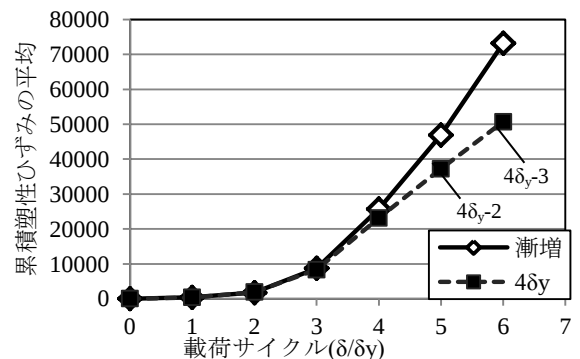
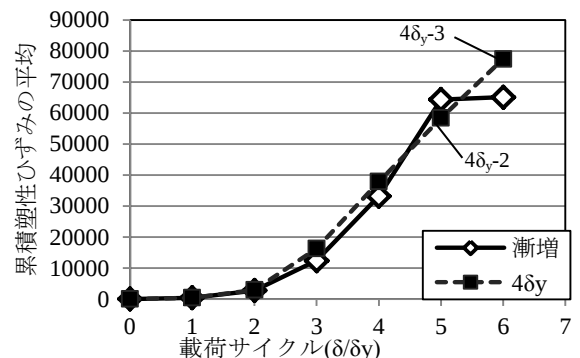


図-2 水平荷重-水平変位履歴曲線



(a) 橋軸方向



(b) 橋軸直角方向

図-3 各サイクルにおける累積塑性ひずみ