

地震後の初動点検における矩形鋼製橋脚の損傷度判定手法に関する実験的検討

愛知工業大学 正会員 〇嶋口儀之 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、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く、人命救助や復興活動、余震および連動地震に対応するため、地震後に早急な機能確保が求められる。損傷を受けた鋼製橋脚の修復作業を行う上で、橋梁全体の耐震性能を適切に、かつ早急に把握することが重要となる。

これまで本研究室では、道路橋示方書に示される橋脚の耐震性能を参考に、表-1 に示す橋脚の損傷レベルを設定し、修復方法の検討を行ってきた¹⁾²⁾。また、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。しかし、実際に地震動を受けた鋼製橋脚の損傷状況と損傷レベルを対応させるための判定基準は確立されていない。

そのため本研究では、2014 年度に行った鋼製橋脚の静的繰り返し載荷実験および 2016 年度に行った実験結果をもとに、損傷状況と損傷レベルを対応させるための橋脚の損傷度判定基準の検討を行う。塑性ひずみの累積状況と橋脚基部の座屈変形量の関係に着目し、耐力と損傷状況について整理する。

2. 研究概要

2.1 実験供試体

本研究では、昭和 49 年に竣工した既設矩形鋼製橋脚を基に、約 1/3 スケールの供試体を使用した。本年度 2 体の実験を行い、橋軸方向および橋軸直角方向を各 3 体の合計 6 体の供試体を使用した。図-1 に供試体の概要図、表-2 に供試体の諸元を示す。

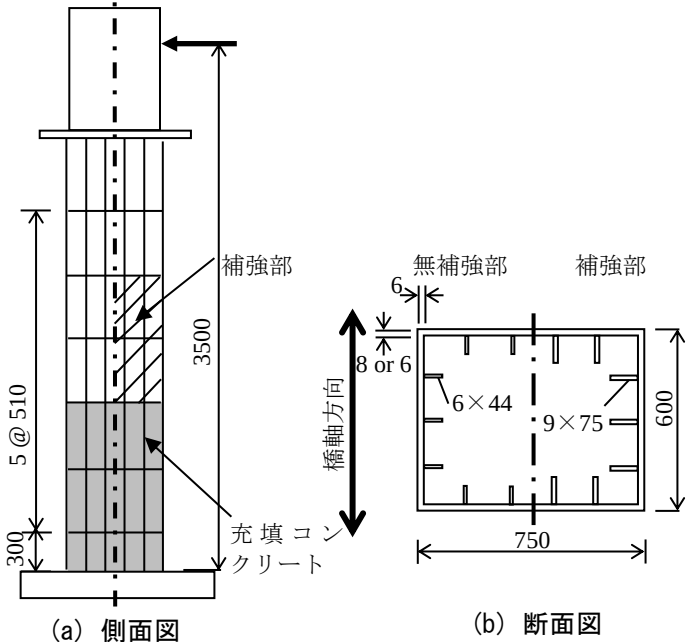


図-1 実験供試体概要図

表-1 損傷レベルの設定

損傷レベル ²⁾	道路橋示方書 ¹⁾
1：最大荷重前 50～70%	耐震性能 1
2：最大荷重前 70～100%	耐震性能 2
3：最大荷重後～95%	耐震性能 3
4：最大荷重後～70%	

表-2 実験供試体諸元

載荷方向	橋軸		橋軸直角	
	無補	補強	無補	補強
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	413		380	
降伏水平変位 δ_y	20.7		16.5	

2.2 実験载荷方法

実験では、一定鉛直荷重下での水平1方向繰り返し载荷を行った。载荷パターンは、降伏水平変位 δ_y を基準にした漸増変位繰り返し载荷に加え、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 $\pm 4\delta_y$ での载荷を繰り返す $4\delta_y$ 繰り返し载荷を行った。

2.3 ひずみおよび座屈変形量計測範囲

供試体の損傷状況の判定材料として、ひずみと座屈量の計測を行う。図-2にひずみゲージの設置位置を示す。また、ゲージと同様の範囲において、繰り返し载荷の各サイクル除荷時の圧縮および引張側補剛板の、局部座屈による面外変形をレーザー変位計により計測し、座屈変形量として扱う。

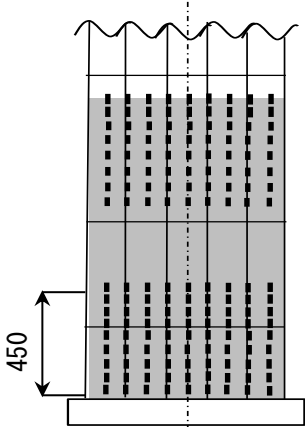


図-2 ひずみゲージ設置位置

3. 実験結果

繰り返し载荷実験から得られた、累積塑性ひずみと座屈変形量の関係の例として橋軸直角方向の結果を図-3に示す。図の縦軸は座屈変形量、横軸は各サイクルの塑性ひずみを累積した値であり、損傷が最も大きな位置の値を示している。

図-3より、漸増载荷において最大水平荷重に達するまでは、累積塑性ひずみと座屈変形量にほぼ線形的な関係がみられる。 $4\delta_y$ 繰り返し载荷についても同様の傾向を示している。また、損傷レベル2に相当する $20000 \sim 30000 \mu$ では、1mm程度の座屈変形量となり、縦リブ間隔 $b (=150\text{mm})$ の $1/150$ 程度である。また、最大耐力付近では $5\text{mm}(b/30)$ 以上の変形が見られた。表-3に損傷レベルとの対応をまとめる。これより、変形が $b/150$ 以上の場合、応急復旧等の対応が必要と考えられる。

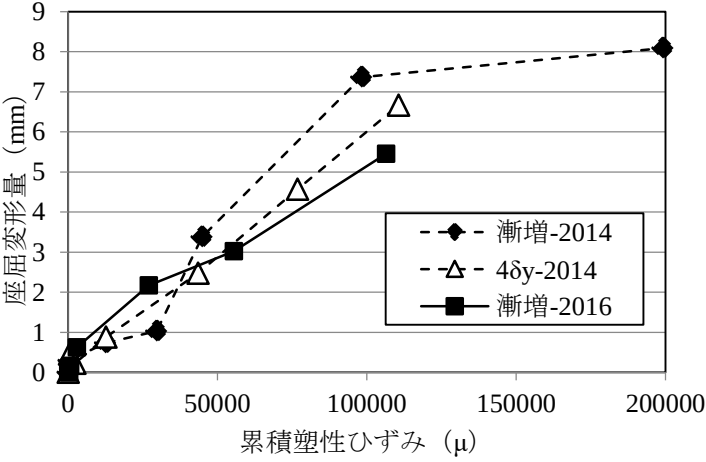


図-3 累積塑性ひずみ-座屈変形量関係
(橋軸直角方向)

表-3 損傷レベルとの対応

耐震性能	損傷レベル	短期的修復性	座屈変形量 (b : 縦リブ間隔)
1	1	機能回復のための修復を必要としない	
2	2	機能回復のための修復が 応急復旧で対応できる	$b/150$ 以上
3	3	(修復性は考慮されていない)	$b/30$ 以上
	4		

4. おわりに

本研究では、地震動を受けた鋼製橋脚の損傷度の判定基準を示すことを目的として、塑性ひずみと座屈変形に着目し、耐力との関係を整理した。以下に、本研究で得られた結果をまとめる。

- 1) 座屈変形量と塑性ひずみの関係は最大荷重到達付近まである程度の相関を示しており、損傷度を判定する材料として有効である。
- 2) 座屈変形量がリブ間隔に対しておよそ $1/150$ 以上であれば応急復旧等の対応が必要である。

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)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, 2002. 3.
- 2) 嶋口儀之, 鈴木森晶, 太田樹, 青木徹彦: 損傷レベルが異なる矩形断面鋼製橋脚のコンクリート充填修復と耐震性能に関する研究, 構造工学論文集, Vol.59A, pp.484-492, 2013.3.