

損傷した円形断面鋼製橋脚の修理と耐震性能に関する研究

愛知工業大学 学生会員 ○嶋口儀之 愛知工業大学 学生会員(研究当時) 木村聡
愛知工業大学 正会員 鈴木森晶 愛知工業大学 正会員 青木徹彦

1. 序論

鋼製橋脚は市街地の高架道路や鉄道などの重要構造物に多用されており、橋脚の早期の機能回復は、災害後の人命救助、都市機能の回復のため極めて重要である。これまで既存および新設橋脚に対する補強に関する研究は多くなされてきたが、地震により損傷した橋脚に対する修理とその耐震性能に関する研究は少ない¹⁾²⁾。本研究では、地震発生後 72 時間以内の極短期間に可能な修理方法を提案する。そして過去の実験で損傷した円形鋼製橋脚に修理を施し、繰り返し載荷実験を行ってその耐震性能を明らかにする³⁾。

2. 実験計画

本研究で使用した供試体は、過去に本学で行われた繰返し載荷実験で基部に座屈が生じた無補剛円形断面鋼製橋脚である³⁾。新品時の供試体寸法および各パラメータを表-1 に示す。修理によって、耐力が大幅に増加することや座屈モードが変化することは望ましくない。そのため修理後の最大荷重が損傷前の±10%となるように修理を行う。また、施工時間を短縮するため、複雑な加工を必要としない方法を用いる。実験は上部工重量を想定した鉛直荷重に 4400kN アクチュエータ 2 基、地震時の上部工重量の慣性力を想定した水平荷重に 4400kN アクチュエータ 1 基を用いて繰返し載荷を行う。

表-1 供試体諸元

鋼種		STK400
外径 D	(mm)	611.2
板厚 t	(mm)	8.9
載荷点高さ h	(mm)	2890
供試体高さ h'	(mm)	2600
断面二次モーメント I	(mm ⁴)	7.637×10^8
径厚比パラメータ R_t		0.098
細長比パラメータ λ		0.358

3. 修理方法

本研究では座屈部の内側に補剛材を溶接し軸圧縮力と曲げモーメントにより基部に生じる応力を補剛材に伝達させる修理方法を提案する。補剛材は平板にリブを溶接して T 形断面とし、使用する鋼材は SS400 相当とする。また、今回用意した供試体すべてには同程度の座屈が生じていたが、座屈部に実際にどの程度の曲げ耐力が残されているかは不明であるため、供試体の残存曲げ耐力を 0%、25%、50% の 3 パターンに仮定し、低下した分の曲げ剛性を補剛材により補うこととする。図-1 に補剛材寸法図、図-2 に修理後の供試体概要図(TH50-8)を示す。補剛材は等間隔で配置し、TH50-8 は 8 本、TH75-12 は 12 本、TH100-16 は 16 本溶接する。

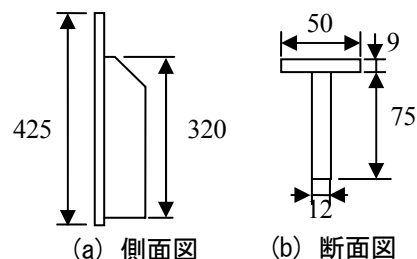


図-1 補剛材寸法図

4. 実験結果

4.1. 水平荷重-水平変位履歴曲線

各供試体の水平荷重-水平変位履歴曲線を図-3 に示す。TH75-12 と TH100-16 は standard(新品)と同様の履歴曲線を示したが、TH50-8 はまったく異なる履歴を示した。修理を施した 3 体の供試体はいずれも、standard と比較して±10%以内の最大荷重を示した。TH50-8 は最大荷重

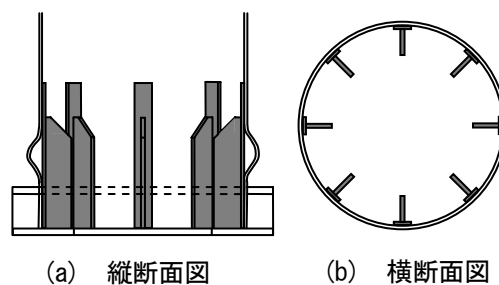


図-2 修理方法概要図(TH50-8)

キーワード 鋼製橋脚、補修、耐震性能

連絡先：〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL：0565-48-8121, FAX：0565-48-0030

は standard より約 10%減少したものの、最大荷重に達した後も荷重が急激に低下することがなく、非常に大きく安定した履歴を描いている。TH75-12 は約 5%, TH100-16 は約 8%最大荷重が増加したが、最大荷重後の荷重の低下が著しい。

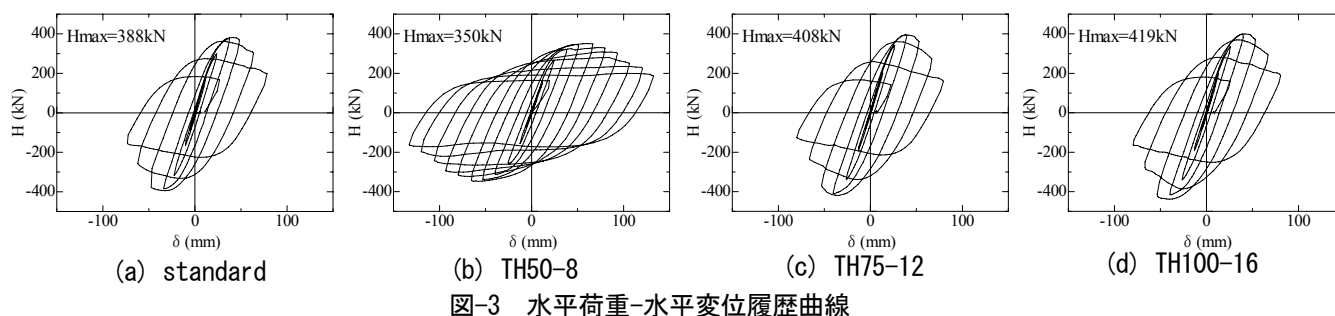


図-3 水平荷重-水平変位履歴曲線

4.2 実験後供試体状況

TH50-8 は基部の座屈が進行し、内側に溶接した補剛材に座屈や破断が生じた。TH75-12, TH100-16 は修理箇所直上に新たに外側に膨らむ座屈が生じた。また、補剛材については TH75-12, TH100-16 とともに座屈や亀裂は確認されなかった。

4.3 包絡線

図-4 に履歴曲線の各載荷変位について正負の絶対値の平均を結んだ包絡線を示す。図は縦軸を $H_y=248.1\text{kN}$, 横軸を $\delta_y=13.3\text{mm}$ で無次元化した。TH50-8 は standard と比較して最大荷重はやや小さいが、 $\delta/\delta_y=5.0$, 最大荷重後の荷重の低下も緩やかである。TH75-12, TH100-16 はともに $\delta/\delta_y=3.0$ で最大荷重に達しており、standard と同等であるが、最大荷重後の荷重低下が著しく、変形性能は高くない。

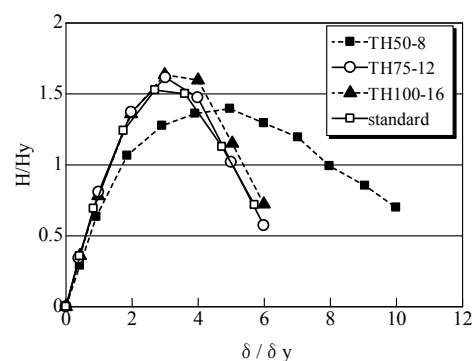


図-4 包絡線

4.4 塑性率

本研究では、最大荷重に達した後、最大荷重の 95%となった時の水平変位を δ_{95} とし、塑性率 $\mu_{95}=\delta_{95}/\delta_y$ を算出した。図-5 に standard の塑性率 $\mu_{95\text{-standard}}$ で無次元化したものを示す。TH50-8 は standard と比較して 51%増加しており変形性能が大きく向上したといえる。TH75-12 は 5%減少, TH100-16 は 9%増加している。

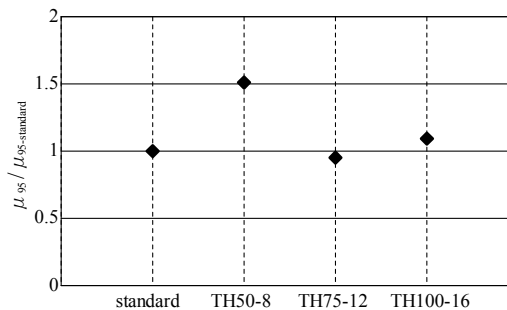


図-5 塑性率

5. 結論

本研究では地震により損傷した円形鋼製橋脚に修理を施し、繰り返し載荷実験を行ってその耐震性能を検討した。本研究で得られた結論を以下に示す。TH50-8 は、最大荷重は 10%減少したが、変形性能は大きく向上した。TH75-12, TH100-16 はそれぞれ最大荷重が 5%, 8%増加し損傷前と同等の値が得られたが、修理箇所直上に新たに座屈が生じ、急激な荷重の低下が起こった。補剛材の量により損傷状況はまったく異なり、補剛材の本数や高さ、形状を適切に選択することで、損傷前の耐力を維持しつつ、変形性能を向上させることができると考えられる。

参考文献

- 1) 鈴木森晶, 青木徹彦, 野村和弘: 簡易補修後鋼製ラーメン橋脚の耐震性能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 46A, pp. 135-142, 2000. 3.
- 2) 尾松大道, 鈴木森晶, 青木徹彦: 損傷した矩形断面鋼製橋脚の補修後の耐震性能に関する研究, 構造工学論文集, Vol. 52A, pp. 445-453, 2006. 3.
- 3) 服部宗秋, 青木徹彦, 鈴木森晶: 圧縮芯をもつ鋼管橋脚の耐震性能実験, 構造工学論文集, Vol. 52A, pp. 465-476, 2006. 3