

既損傷円形断面鋼製橋脚における鋼板巻き立て補修実験

愛知工業大学 学生会員 ○嶋口儀之 愛知工業大学 正会員 鈴木森晶
 愛知工業大学 学生会員 則竹一輝 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、震災後の橋脚の早期復旧は人命救助、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ついては多くの研究がなされているが、地震により損傷した橋脚の補修とその耐震性能についての研究は少ない^{1), 2)}。そこで本研究では、早期復旧可能な補修方法の提案を目的として、2003 および 2004 年度に行った鋼板巻き立て補修について鋼板基部の溶接の有無で補修を行い、補修後の耐震性能に与える効果を実験により明らかにする⁴⁾。また、2003 および 2004 年度の補修実験と比較して、供試体の寸法による効果の違いを検証する。

2. 実験計画

本研究では、2005 年度に本研究室で行った実験で基部に座屈の生じた無補剛円形断面鋼製橋脚を 2 体用意し補修を行う³⁾。新品時供試体の諸元を表-1 に示す。補修を行う上で、損傷前と比較して著しい耐力の増加や破壊形態が変化することは望ましくない。そのため本研究では、早期復旧が可能であり、かつ補修後の耐力が損傷前の $\pm 10\%$ 以内となるような補修方法を提案する。実験では鉛直荷重に 4,400kN アクチュエータ 2 基、水平荷重に 4,400kN アクチュエータ 1 基を用いて水平繰り返し载荷を行う。

表-1 新品時供試体諸元^{3), 4)}

| 実験年度 | 2005 ³⁾ | 2003, 2004 ⁴⁾ |
|------------------------|--------------------|--------------------------|
| 鋼種 | SS400 | STK400 |
| 高さ h (mm) | 2890 | 3500 |
| 外径 D (mm) | 600.0 | 812.8 |
| 板厚 t (mm) | 8.70 | 12.7 |
| 径厚比パラメータ R_t | 0.084 | 0.113 |
| 細長比パラメータ λ | 0.339 | 0.397 |
| 降伏水平荷重 H_y (kN) | 207 | 597 |
| 降伏水平変位 δ_y (mm) | 11.7 | 20.8 |

3. 補修方法

2003 および 2004 年度は鋼板巻き立て補修として、座屈部の外側から鋼板を巻き、隙間にコンクリートを充填することで座屈を拘束する補修を行った。鋼板は板厚 9mm を使用し、供試体から 40mm 離して巻き立て、基部をベースプレートに溶接した。巻き立て鋼板の高さの違いによる効果を比較するため、高さを供試体の外径の 0.5 倍(CY0.5D)、0.7 倍(CY0.7D)、1.0 倍(CY1.0D)と変化させて補修を行った⁴⁾。

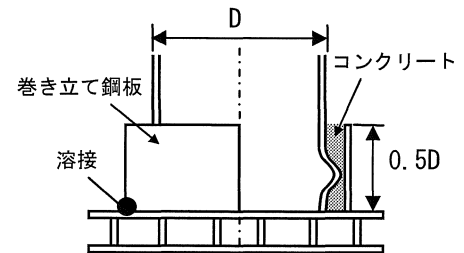


図-1 鋼板巻き立て補修概要図

上記の補修実験では、いずれの補修も巻き立て鋼板基部をベースプレートに溶接したが、実橋脚では鋼板基部の溶接ができない場合もある。そこで本研究では、鋼板基部の溶接が無い補修方法でも十分な耐震性能が得られるか検証するため、溶接の有無で比較を行った。図-1 に補修概要図を示す。鋼板は板厚 6mm を使用し、供試体から 35mm 離して外径の 0.5 倍の高さまで巻き立てた。なお、図-1 に示すように鋼板基部の溶接がある供試体を CY0.5D-600W、溶接の無い供試体を CY0.5D-600 とする。

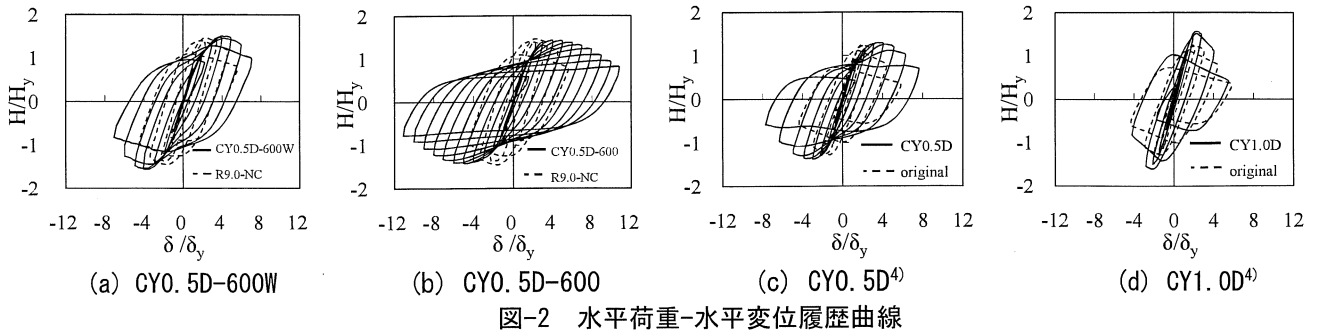
4. 実験結果

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-2 に示す。図中の破線は新品時、実線は補修後の値を示す。また、図の縦軸を H_y 、横軸を δ_y で無次元化した。補修後の供試体は CY1.0D を除いて、最大荷重が新品時に対して $\pm 10\%$ 以内となった。CY1.0D は最大荷重が 25%上昇したが、最大荷重後に著しい荷重の低下がみられた。鋼板基部の溶接をしていない CY0.5D-600 は最大荷重後の荷重の低下が緩やかで非常に大きく安定した履歴を描いており、変形性能が向上している。よって巻き立て鋼板基部の溶接が無い場合でも十分な補修効果が得られることが分かる。

キーワード 鋼製橋脚, 補修, 耐震性能, コンクリート充填

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



4.2. 実験後供試体の損傷状況

CY0.5D-600, CY0.5D, CY0.7D は図-3 に示すように、座屈部の上部で内側にへこむような座屈が生じた。CY0.5D-600, CY0.7D については巻き立て鋼板に最大で 6000 μ 程度のひずみが計測され、定規を当てるとわかる程度の変形がみられた。CY0.5D-600W は CY1.0D と同様に補修部直上に新たに外側に膨らむ座屈が生じた。これは補修部が相対的に強くなったためである。このような損傷は破壊形態の変化のみならず、柱の長さが短くなることにもなり、固有周期の変化など 2 次的な影響が生じるため望ましくないと考えられる。

4.3. 包絡線

各供試体の包絡線を図-4 に示す。図-4(a)を見ると新品時(R9.0-NC)が 2 δ_y 程度で最大荷重に達しているのに対し、補修後はともに 4 δ_y 程度で最大荷重に達している。CY0.5D-600 は、図-4(b) に示す CY0.5D, CY0.7D と同様に最大荷重後の荷重低下が緩やかで、変形性能が向上したことが分かる。CY0.5D-600W は新品時と比べ最大荷重が増加し変形性能も向上したが、最大荷重後に著しい荷重の低下が見られる。

5. 結論

本研究では地震により損傷した円形断面鋼製橋脚の早期復旧を想定し、基部に座屈の生じた供試体に補修を施し、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。

1) CY0.5D-600, CY0.5D-600W とともに補修後の供試体の最大荷重が新品時の $\pm 10\%$ 以内となった。2) CY0.5D-600 は新品時と比較して変形性能が大きく向上しており、巻き立て鋼板基部の溶接が無い場合でも十分な効果が得られることが分かった。3) CY0.5D-600W は変形性能は向上したが、補修部直上に新たな座屈が生じ、その後著しい荷重の低下が見られた。

参考文献

- 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.
- 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.
- 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.
- M Suzuki, H Omatsu, A Imanaka, T Aoki: Seismic resistance capacity of repaired steel bridge piers after severe international Conference on STRUCTURAL CONDITION ASSESMENT, MONIRORING AND IMPROVEMENT, pp.291-298, December 2005.

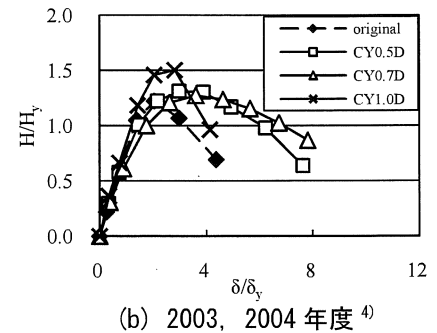
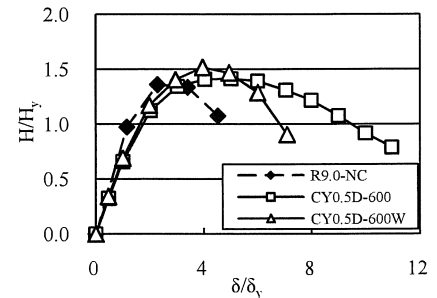
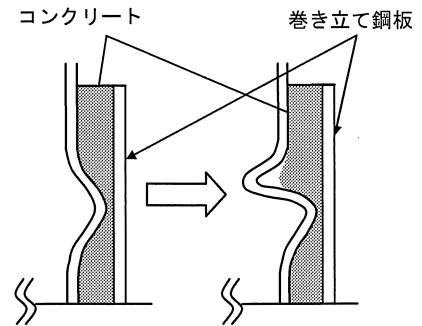


図-4 包絡線