

損傷レベルが異なる円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

愛知工業大学 学生会員 ○太田 樹 愛知工業大学 正会員 鈴木森晶
 愛知工業大学 学生会員 嶋口儀之 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重要構造物に多用されており、震災後の鋼製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耐震補強または耐震修復については多くの研究がなされている¹⁾。しかし、地震により損傷した橋脚の修復方法とその耐震性能についての研究は筆者らが行った事例を除き非常に少ない^{2), 3)}。また、過去に筆者らが行った研究では、局部座屈が進行し、耐力が大きく低下した橋脚に対する修復および実験は行ってきたが、比較的軽微な損傷の橋脚についての修復の効果は明らかになっていない³⁾。

そこで本研究では、損傷の程度が異なる供試体に対しコンクリート充填修復を施し、その効果を検証する。また、コンクリート充填高さの異なる修復を行い、修復における最適充填高さについて検討を行う。

2. 実験概要

2.1 損傷レベルの設定

損傷の程度については、道路橋示方書に示される耐震性能を基に、それぞれに相当する損傷レベルを設定した⁴⁾。表-1および図-1に損傷レベルの概要を示す。損傷レベルは図-1に示すように、橋脚の水平荷重-変位関係に沿って設定した。レベル2は耐震性能2に相当し最大荷重に達する手前とした。耐震性能3は該当する範囲が広いことから2つのレベルを設定し、レベル3は最大荷重到達後に荷重が低下し始める領域、レベル4は降伏荷重程度に低下するまでの履歴を有する。なお、損傷レベル1は耐震性能1に相当し、本来は弾性域であるが本研究では弾性限から損傷レベル2に至るまでの領域とする。供試体は新品時に対して正負交番荷重により所定の損傷を与え、損傷レベル2~4を各2体用意した。載荷装置には、鉛直軸力に2基、水平力に1基の4400kNアクチュエータを使用した。

2.2 実験供試体および修復方法

本研究では、図-2に示すような円形断面鋼製橋脚を用いて実験を行った。修復方法は過去の研究において効果の高かったコンクリート充填修復を用い^{2), 3)}、充填高さは各損傷レベルに対し基部から外径の1.0倍(1.0D)と0.5倍(0.5D)を各1体とした。その後、損傷前と同様の正負交番荷重を行い、損傷の程度による修復効果の違いについて比較を行った。

表-1 損傷レベルおよび供試体名

橋脚の耐震性能 ⁴⁾	損傷レベル	供試体名
1	1	—
2	2	CL2-CF0.5D-U
		CL2-CF1.0D-U
3	3	CL3-CF0.5D-U
		CL3-CF1.0D-U
	4	CL4-CF0.5D-U
		CL4-CF1.0D-U

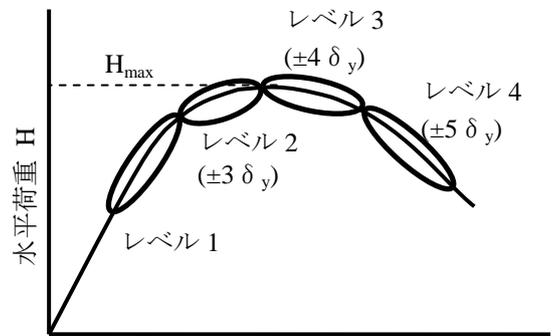


図-1 損傷レベルの設定

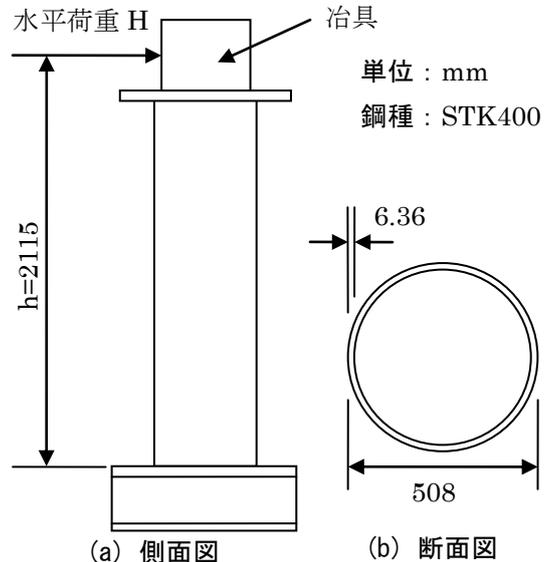


図-2 実験供試体

3. 実験結果 - 損傷レベルおよび充填高さの違いによる比較

図-3 に損傷レベル毎の包絡線を示す。また、図の縦軸は降伏水平荷重 H_y 、横軸は降伏水平変位 δ_y で無次元化しており、比較のために新品時の結果も示す。

図-3(a)に示す損傷レベル 2 では、充填高さが 0.5D の場合よりも 1.0D の方が最大水平荷重が高く、最大水平荷重に大きな変位で到達する結果となった。これは他の損傷レベルでも同様の傾向が見られた。また、充填高さが 0.5D の場合では新品時と同様な曲線となり、充填高さが 1.0D の場合では新品時よりも最大水平荷重が 16% 高くなる結果となった。

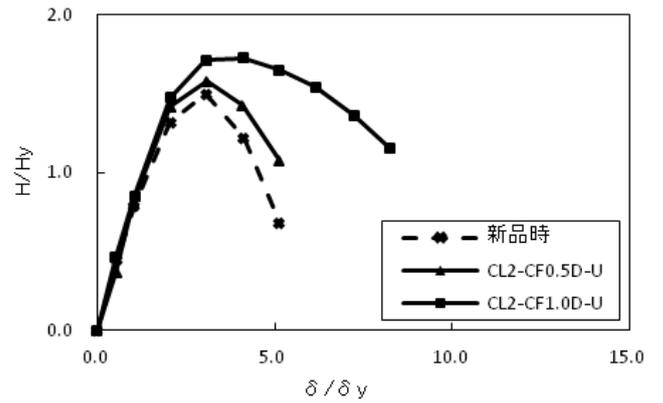
図-3(b)に示す損傷レベル 3 では、充填高さが 1.0D の場合では新品時と同等まで最大水平荷重が回復しているのに対し、0.5D の場合では 7 割程度までの回復にとどまった。

図-3(c)に示す損傷レベル 4 では、充填高さが 0.5D, 1.0D 共に最大水平荷重は新品時に対して 7 割程度となった。しかし、1.0D の場合では、0.5D と比べて最大荷重後の耐力低下が緩やかであり高い変形性能を示す結果となった。

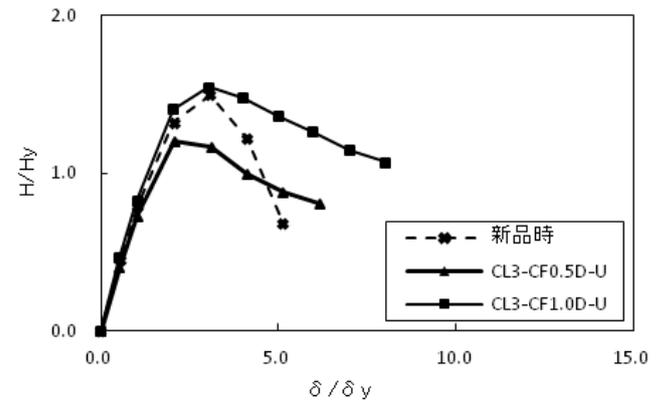
以上より、損傷レベル 4 では 1.0D までのコンクリート充填では変形性能の向上は期待できるものの、本研究で目指す新品時と同等の耐力までの回復は期待できない。損傷レベル 3 では充填高さを 1.0D とすることで十分な修復効果が期待できる。しかし、損傷レベル 2 のように損傷が軽微な場合には、充填高さが 0.5D では殆ど修復効果が無く、1.0D 以上では変形性能の向上は期待できるものの、耐力が著しく増加してしまう可能性がある。

4. 結論

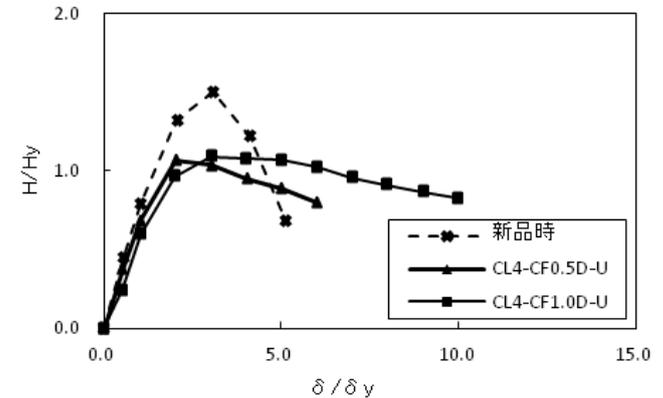
- 1) 損傷レベルが比較的大きい場合、損傷レベル 3 に対しては充填高さを 1.0D、損傷レベル 4 に対しては 1.5D とすることで十分な修復効果が得られる。
- 2) 比較的損傷の小さい損傷レベル 2 では、充填高さを 0.5D とすることで新品時と同等まで耐震性能を回復させることができる。
- 3) 損傷レベル 2 に対して充填高さを高くした場合、耐力が必要以上に増加することが考えられる。



(a) 損傷レベル 2



(b) 損傷レベル 3



(c) 損傷レベル 4

図-3 包絡線

参考文献

- 1) 森下益臣, 青木徹彦, 鈴木森晶: コンクリート充填円形鋼管柱の耐震性能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.73-83, 2000.3.
- 2) Moriaki Suzuki, Yoshiyuki Shimaguchi, Tetsuhiko Aoki: RESIDUAL STRENGTH OF DAMAGED STEEL BRIDGE PIER WITH CIRCULAR CROSS SECTION AND ITS REPAIR METHOD, JOINT CONFERENCE PROCEEDINGS 7CUEE&5ICEE, pp. 2011-2016, March 3-5, 2010.
- 3) 嶋口儀之, 鈴木森晶, 太田樹, 青木徹彦: 局部座屈が生じた円形断面鋼製橋脚の修復方法に関する研究, 構造工学論文集, Vol. 58A, pp. 277-289, 2012.3.
- 4) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.3.