

損傷した矩形鋼製橋脚のコンクリート充填修復における
損傷レベルの違いによる比較

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 太田 樹 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に極めて重要である。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^{1)~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。

2. 実験概要

2.1 実験供試体

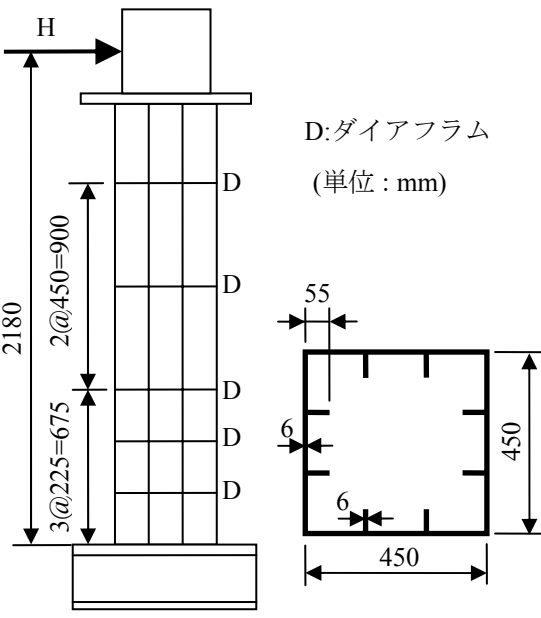
本研究で使用した供試体は、図-1 に示すような補剛箱型断面鋼製橋脚である。鋼種は SM490 で、ダイアフラム間隔は橋脚の基部から 675mm までは 225mm、それ以降は 450mm である。

2.2 損傷レベル

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、それに相当する損傷レベルを設定した⁴⁾。表-1 および図-2 に損傷レベルの概要を示す。損傷レベルは図-2 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。損傷レベル 1 は耐震性能 1 に相当し弾性範囲内、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。また、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程度、レベル 4 は最大荷重到達後に荷重が約 7 割まで低下する程度とした。供試体は損傷レベル 1 を 1 体、レベル 2~4 を各 2 体用意し、正負交番载荷により所定の損傷を与えた。このうちレベル 1 については、弾性範囲内の载荷であるため無損傷とみなす。载荷装置には、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。

2.3 修復方法

修復方法は過去の研究で効果の高かったコンクリート充填修復を用い^{1)~3)}、充填高さは損傷レベル 1 に対しては供試体高さの約 20%、それ以外のレベルは充填



(a) 側面図 (b) 断面図
図-1 実験供試体

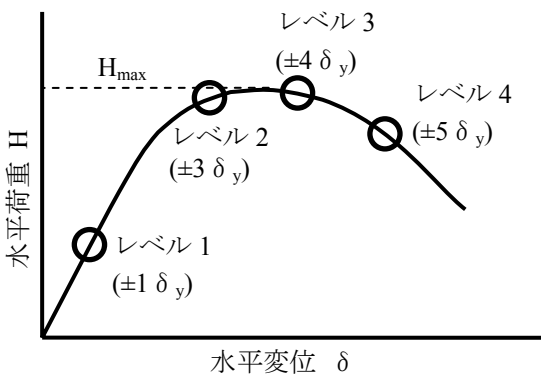


図-2 損傷レベルの設定

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	
			修復前	修復後
1	力学特性が弾性域を超えない 限界の状態	1	L1	L1-20CF
2	水平耐力が低下し始める前の 状態よりも余裕を持った状態	2	L2-1	L2-10CF
			L2-2	L2-20CF
3	橋脚の水平耐力が大きく 低下し始める状態	3	L3-1	L3-10CF
			L3-2	L3-20CF
		4	L4-1	L4-10CF
			L4-2	L4-20CF

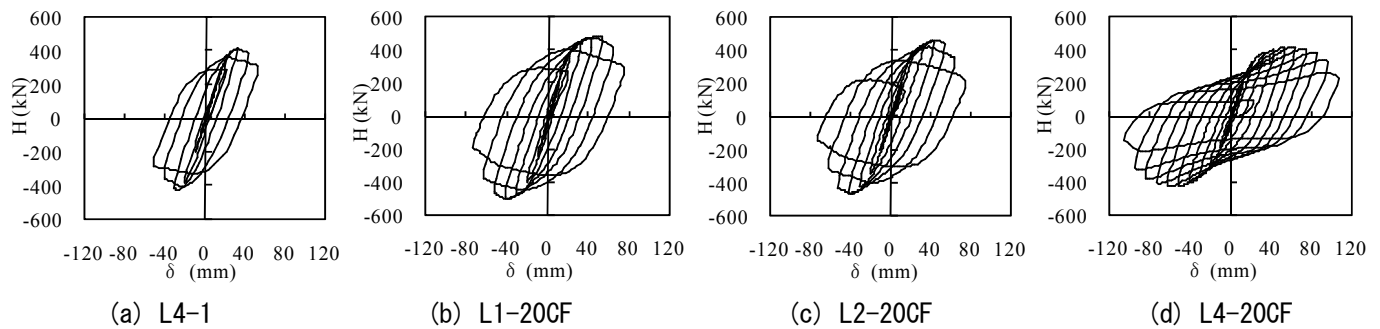


図-3 水平荷重-水平変位履歴曲線

高さ 10%および 20%を各 1 体とした。その後、損傷前と同様の正負交番載荷を行い、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。

3. 実験結果

3.1 水平荷重-水平変位履歴曲線

実験から得られた水平荷重-水平変位履歴曲線の一部を図-3に示す。

図-3(b)に示す L1-20CF(損傷レベル 1, 20%充填)の履歴は、図-3(a)の L4-1(新品時、無充填)と比べ最大荷重が高く、大きな履歴を描いているが、最大荷重到達後のサイクルで急激な荷重の低下が見られる。これはコンクリート充填部上部の鋼断面部に座屈が発生し、損傷が集中したことが原因と考えられる。これは図-3(c)に示す L2-20CF(損傷レベル 2, 20%充填)でも同様の傾向が見られた。一方、図-3(d)に示す L4-20CF(損傷レベル 4, 20%充填)の履歴は、最大荷重到達後の荷重低下が緩やかで安定した履歴を描いており、変形性能が大きく向上したことが分かる。

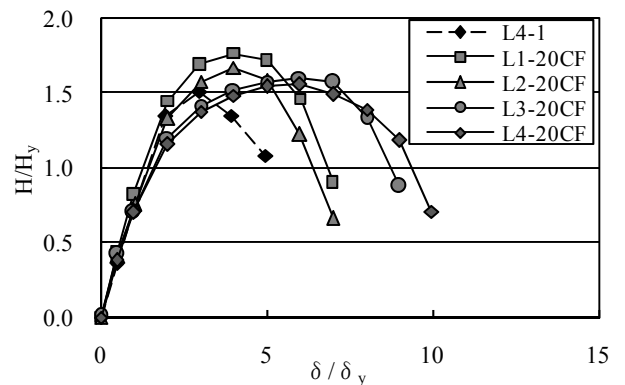


図-4 包絡線(充填率 20%)

3.2 包絡線

図-4 にコンクリート充填高さが 20%の場合の水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線を示す。図中には無充填の新品時との比較のため L4-1 の結果も示す。なお、図の縦軸は降伏水平荷重 H_y 、横軸は降伏水平変位 δ_y でそれぞれ無次元化している。

図より、L1-20CF は無充填の L4-1 と比較して最大荷重が大きく増加し、変形性能についても向上が見られる。L2-20CF は L1-20CF よりも最大荷重は小さいがほぼ同様の曲線となっている。L3-20CF および L4-20CF は最大荷重が L4-1 と同程度まで回復し、変形性能が大きく向上していることが分かる。

4. 結論

- 1) 損傷レベルの違いに関わらず、損傷した供試体にコンクリート充填修復を施すことで新品時と同等以上の性能まで回復できることが分かった。
- 2) 損傷が大きい供試体にコンクリート充填修復を施した場合、最大荷重は新品時と同等以上まで回復し、変形性能も大きく向上した。しかし損傷が小さい供試体では、最大荷重については新品時より大きく増加したが、変形性能については大きな向上が見られなかった。

参考文献

- 1) 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修復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.
- 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.