

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
 充填高さの違いによる比較

愛知工業大学 学正会員 ○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。また、コンクリート充填高さを変えて修復を行い、修復における最適充填高さについて検討を行う。

2. 実験計画

2.1 実験供試体

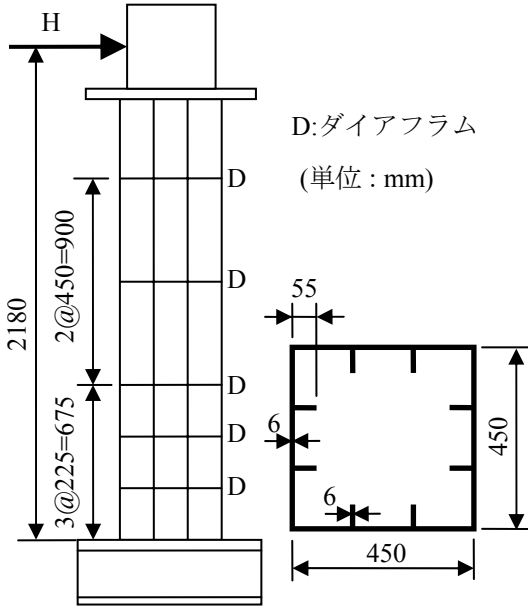
本研究で使用した供試体は、図-1 に示すような補剛箱型断面鋼製橋脚である。鋼種は SM490 で、ダイアフラム間隔は橋脚の基部から 675mm までは 225mm、それ以降は 450mm である。

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⁾。供試体はレベル 1 を 1 体、レベル 2~レベル 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。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。表-1 に供試体名と対応する損傷レベルを示す。

2.2 コンクリート充填率

基部が損傷した橋脚にコンクリート充填修復を施す際、コンクリートの充填率が重要なパラメータとなる。矩形断面鋼製橋脚にはダイアフラムが設置されており、過去に本学で行われた研究では、損傷部の直上に位置するダイアフラムまでコンクリートを充填することで高い修復効果が得られた¹⁾。また、橋脚内部にコンクリートを充填する際には道路橋示方書に記載されている最適充填率の考え方があり、本研究で使用する供試体では約 26% である。

したがって本研究では、損傷部から 1 段目のダイアフラムまで充填する場合(充填率 10%)と、2 段目のダイアフラムまで充填する場合(充填率 20%)で耐震性能の比較を行う。損傷レベル 1 については充填率 20% を 1 体、損傷レベル 2~4 については各損傷レベルで充填率 10% と 20% の 2 体、計 7 体で実験を行う。表-1 に各供試体のコンクリート充填率とコンクリート強度を示す。使用したコンクリートは呼び強度 16N/mm²、表中の値は普通養生で 28 日以上経過した値である。



(a) 側面図 (b) 断面図
 図-1 実験供試体

表-1 供試体概要およびコンクリート強度

橋脚の 耐震性能	損傷 レベル	供試体名		充填率 (%)	コンクリート 強度 (N/mm ²)
		修復前	修復後		
1	1	L1	L1-20CF	20	17.2
2	2	L2-1	L2-10CF	10	17.3
		L2-2	L2-20CF	20	18.8
3	3	L3-1	L3-10CF	10	19.5
		L3-2	L3-20CF	20	20.4
	4	L4-1	L4-10CF	10	20.6
		L4-2	L4-20CF	20	21.0

3. 実験結果

3.1 包絡線

図-2 に実験結果の一例として、損傷レベル 3 の水平荷重-水平変位履歴曲線の包絡線を示す。縦軸、横軸はそれぞれ、降伏水平荷重 H_y 、降伏水平変位 δ_y で無次元化している。図中には比較のために、無損傷の鋼製橋脚に最適充填率までコンクリート充填補強を行った場合に相当する L1-20CF とコンクリート無充填鋼製橋脚に相当する L4-1 の結果を示す。

図-2 より、充填率 20%の方が充填率 10%よりも最大荷重が高く、変形性能も向上していることが分かる。これは他の損傷レベルでも同様の結果となった。

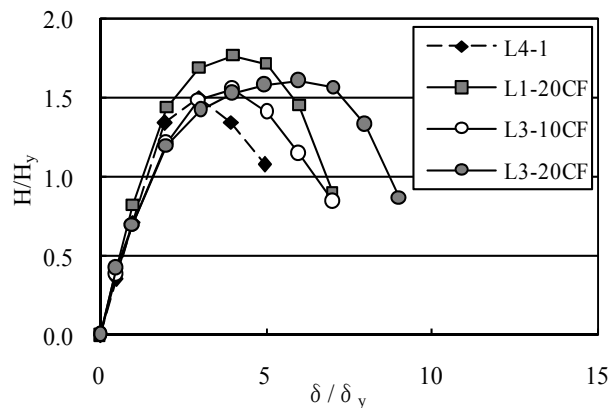


図-2 包絡線 (損傷レベル 3)

3.2 供試体の損傷状況

実験後の供試体損傷状況を写真-1 に示す。いずれの供試体も局部座屈はかなり進行しており、発生した座屈は大きく次の 3 つのタイプに分かれた。

- 1) タイプⅠ：コンクリート充填部はほとんど変化が無く、充填部直上に新たに座屈が発生したタイプ。これは、橋脚基部がほとんど損傷しておらず、コンクリートを充填したことにより修復箇所の強度が上がりすぎたためと考えられる。損傷レベル 1(20%)、損傷レベル 2(10%, 20%)、損傷レベル 3(10%)の供試体がこのタイプに該当した。
- 2) タイプⅡ：コンクリート充填部、充填部直上の 2 か所で座屈が発生したタイプ。これは、充填部と充填部直上でほぼ同時に耐力が限界に達したためと考えられる。損傷レベル 3(20%)、損傷レベル 4(10%)の供試体がこのタイプに該当した。
- 3) タイプⅢ：充填部の座屈のみが進行し、充填部直上では変化が見られなかったタイプ。これは、橋脚基部の損傷が大きく、耐力が大きく低下していたため、破壊が修復箇所に集中したものと考えられる。損傷レベル 4(20%)がこのタイプに該当した。



(a) L2-10CF(タイプⅠ)



(b) L4-10CF(タイプⅡ)



(c) L4-20CF(タイプⅢ)

写真-1 実験後の供試体損傷状況

4. 結論

- 1) コンクリート充填高さが座屈部直上のダイアフラムまで(充填率 10%)でも十分な修復効果は得られるが、充填率を高くすることでさらなる最大荷重の回復と変形性能の向上が期待できる。
- 2) タイプⅠのようにコンクリート充填部直上で座屈が発生する場合、変形性能の大きな向上は期待できない。そのため、損傷レベルが低い場合に変形性能の向上を図るには、充填率を高く設定する必要がある。

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.