

異なる径厚比を有する円形鋼製橋脚の コンクリート充填修復と耐震性能に関する研究

A Study on Seismic Performance of Circular Steel Bridge Piers which have Different Diameter-to-Thickness Ratio and Concrete Filled Repair

嶋口儀之*・鈴木森晶**

Yoshiyuki SHIMAGUCHI and Moriaki SUZUKI

* 修(工) 愛知工業大学大学院 生産・建設工学専攻 (〒470-0392 豊田市八草町八千草 1247)

** 博(工) 愛知工業大学教授 工学部都市環境学科土木工学専攻 (〒470-0392 豊田市八草町八千草 1247)

Key Words: diameter-to-thickness ratio steel bridge pier, seismic performance, repair, concrete filled

1. はじめに

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。1995年の兵庫県南部地震以降、新設橋脚および既存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非常に少ない。

そのため筆者らは、損傷した鋼製橋脚の修復方法に関する研究を精力的に行ってきた。文献1)ではコンクリート充填修復および鋼板巻き立て修復など様々な修復方法を提案し、文献2)および3)では、損傷度合の異なる鋼製橋脚に対して、コンクリート充填を行い、修復効果の違いについて検討を行った。しかし、既存の鋼製橋脚は幅広い構造パラメータを有しており、各々について適切な修復方法とその耐震性能を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、径厚比パラメータが異なる円形鋼製橋脚に対してコンクリート充填修復を行い、修復後の耐震性能について比較・検討する。

2. 実験計画

2.1. 実験の流れ

本研究ではまず、橋脚の損傷の程度を文献3)で定義する損傷レベル3に設定し、それに相当する所定の損傷を、静的繰り返し载荷により、供試体に与える。その後、供試体にコンクリート充填修復を施し、再度、同様の静的繰り返し载荷を行い、耐震性能を明らかにする。

2.2. 実験供試体

本研究では、円形断面鋼製橋脚を12体用いる。供試体の径厚比パラメータ R_t は、0.113、0.097 および 0.073 の3種類とし、それぞれダイアフラムの有るものと無いものを用意する。ダイアフラムの位置はコンクリート充填高さ

表-1 供試体諸元

鋼種	STK400		
外径 D (mm)	609.6		
載荷点高さ h (mm)	3460		
ダイアフラム板厚 t_D (mm)	9		
ダイアフラム幅 b_D (mm)	50		
ダイアフラムの位置 h_D (mm)	305 or 610		
板厚 t (mm)	7.5	8.9	11.9
降伏応力 σ_y (N/mm ²)	348	355	360
ヤング率 E (kN/mm ²)	209	208	210
径厚比パラメータ R_t	0.113	0.097	0.073
細長比パラメータ λ	0.422	0.429	0.432
降伏水平荷重 H_y (kN)	183.8	223.0	296.7
降伏水平変位 δ_y (mm)	19.0	19.5	19.6

表-2 供試体一覧

R_t	供試体名	充填高さ	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	
			-U	-S
0.113	T7.5-CF0.5D-U/S	0.5D	20.8	19.7
	T7.5-CF1.0D-U/S	1.0D	23.2	22.8
0.097	T8.9-CF0.5D-U/S	0.5D	21.7	23.0
	T8.9-CF1.0D-U/S	1.0D	22.7	23.9
0.073	T11.9-CF0.5D-U/S	0.5D	19.8	22.2
	T11.9-CF1.0D-U/S	1.0D	20.9	21.0

合わせ、外径 D の 0.5 倍(305mm)および 1.0 倍(610mm)の高さに設置している。新品時(設計時)の供試体寸法および各パラメータを表-1 に示す。

2.3. 修復方法

修復方法は過去の研究で高い効果を得られたコンクリート充填修復を用いた^{1)~3)}。充填高さは供試体外径 D の 0.5

倍および1.0倍とし、ダイアフラムの有無で各1体ずつ、計4種類の修復を行う。充填したコンクリートの呼び強度は 16N/mm^2 である。表-2に供試体一覧およびコンクリート強度を示す。ここで、ダイアフラムなしをU(unstiffened)、ダイアフラム有りをS(stiffened)と表す。

3. 実験結果

図-1に修復方法ごとの水平荷重-水平変位関係の包絡線を示す。図の縦軸を降伏水平荷重 H_y 、横軸を降伏水平変位 δ_y で無次元化している。

ダイアフラム無の場合、 $R_f=0.113$ の供試体は、充填高さが $0.5D$ では、最大水平荷重が損傷前と比べ小さく、十分な修復効果が得られていない。それ以外の R_f を有する供試体は、充填高さに関わらず十分に回復している。また、径厚比や充填高さに関わらず、いずれも基部の座屈部の損傷がさらに進行しており、図-1(a)および(b)より、最大水平荷重到達以降、同じような傾きで荷重が低下していることが分かる。

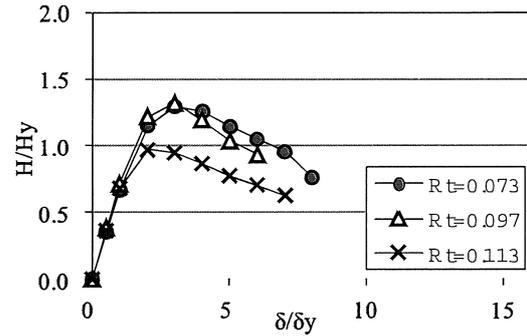
ダイアフラム有の場合、 R_f により水平荷重の回復量と、最大水平荷重到達後の挙動に違いが見られた。 $R_f=0.113$ および $R_f=0.097$ の供試体では、充填部より上部に新たに座屈が生じ、図-1(c)および(d)に示すように最大水平荷重到達後に急激な荷重の低下が見られた。また、充填高さが異なることによって、最大水平荷重に大きな差が見られ、充填高さが $1.0D$ では最大水平荷重が損傷前と比較して著しく増加した。 $R_f=0.073$ の場合、最大水平荷重到達後の挙動が、他の供試体と異なった。充填高さ $0.5D$ の場合基部の座屈が進行しながら上部の座屈も進行し、荷重の低下は緩やかとなった。また、 $1.0D$ の場合、基部で座屈が進行し、ダイアフラムがない場合と同様に緩やかに荷重が低下した。

4. まとめ

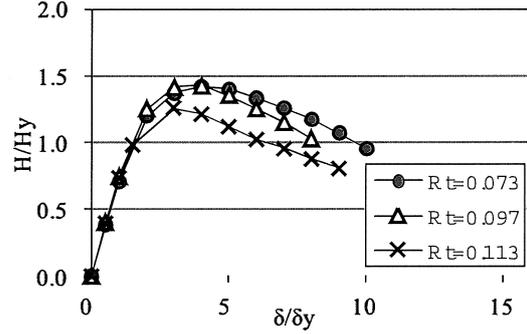
- 1) 径厚比パラメータが大きい供試体では、修復方法による修復効果の違いが顕著であり、ダイアフラムを設置することで急激な耐力の増加が見られた。この場合、最大水平荷重到達後に急激な荷重の低下が生じ、適した修復方法とは言えない。
- 2) $R_f=0.073$ の場合、本研究で行った全ての修復方法が有効と考えられる。中でも、水平荷重の回復量、最大水平荷重到達後の荷重の低下および変形性能を考慮すると、ダイアフラムを設置する方法が修復方法として適していると考えられる。

参考文献

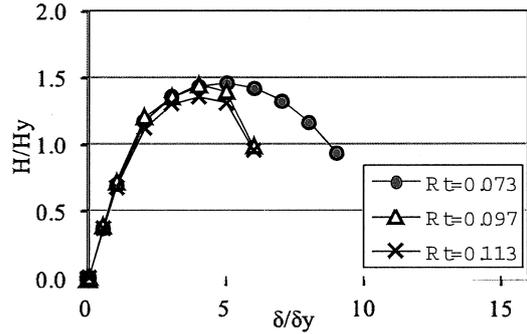
- 1) 嶋口儀之, 鈴木森晶, 太田樹, 青木徹彦: 局部座屈が生じた円形断面鋼製橋脚の修復方法に関する研究, 構造工学論文集, Vol.58A, pp.277-289, 2012.3.
- 2) 嶋口儀之, 鈴木森晶, 太田樹, 青木徹彦: 損傷レベルが異なる矩形断面鋼製橋脚のコンクリート充填修復と耐震性能に関する研究, 構造工学論文集, Vol.59A, pp.484-492, 2013.3.
- 3) 太田樹, 鈴木森晶, 嶋口儀之: 異なる損傷度合の円形断面鋼製橋脚のコンクリート充填修復と耐震性能に関する研究, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol.69, No.2(応用力学論文集 Vol.16), I_381-390, 2013.9.



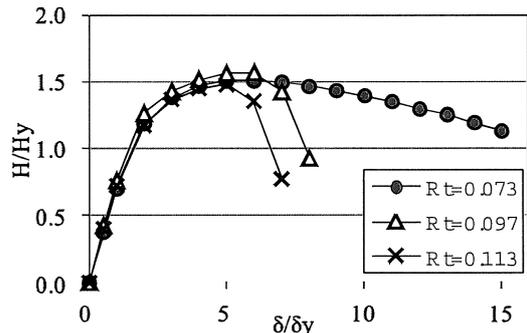
(a) 充填高さ $0.5D$, ダイアフラムなし



(b) 充填高さ $1.0D$, ダイアフラムなし



(c) 充填高さ $0.5D$, ダイアフラム有り



(d) 充填高さ $1.0D$, ダイアフラム有り

図-1 包絡線