

ヒューズ構造を用いた既設円筒鋼製橋脚の補強効果

豊田工業高等専門学校 正会員 ○ 忠 和男
 豊田工業高等専門学校 正会員 櫻井孝昌
 瀧上工業（株） 日下部和弘

1. はじめに

阪神・淡路大震災において、円筒鋼製橋脚の崩壊モードは、応力集中部において局部座屈が生じ、これが進展して崩壊に至るものが多く見られた。この震災の経験により、既設橋脚の補強に関しては、基礎部に過大な荷重負担をかけないで、橋脚の靱性を向上させる必要が指摘された。

本研究では、既設円筒鋼製橋脚の補強法として、ヒューズ構造を考案した。この補強法は局部座屈発生予想位置で必ず局部座屈を発生させ、しかも水平耐荷力の増加を一定限度内に抑え、最大荷重到達後の塑性域における靱性を向上させる補強法である。本研究では、それぞれの供試体毎に単調曲げ荷重と繰返曲げ荷重の2通りの実験を行った。実験結果から単調と繰返に対する耐荷力特性、及び塑性域における変形性能の特性を比較して本補強法の妥当性について検討した。

2. 実 験

供試体は、電縫鋼管（STKR400）を用い、その寸法等を実橋の縮小モデルに選んだ。無補強の橋脚（既設橋脚相当）は、図-1に示すように供試体基部200mm部分について板厚8.2mmの鋼管を切削して約2.50mmとした。図-1に示す補強用として貼り付ける矩形鋼板1枚は、その幅が円周の12分の1で、板厚は2.50mmである。円周方向には2軸対称に4枚貼り付けた。隙間幅は、0mm、10mm、15mm及び20mm（以降、V0、V10、V15、及びV20と呼ぶ）とした。実験には、以上5種類の供試体について単調荷重と繰返荷重の2通り行い、合計10体の供試体を用いた。表-1には、供試体の形状特性及び材料特性を示した。径厚比パラメータ R_t は以下のように定義する。

表-1 材料・形状特性

項 目		
長 さ(L)	mm	900
直 径(D)	mm	209.7
板 厚(t) mm	V0・V10	2.58
	無補強・V20	2.42
	V15	2.48
径厚比パラ メータ(R_t)	V0・V10	0.128
	無補強・V20	0.120
	V15	0.132
ヤング係数(E) GPa	V0・V10	209.1
	無補強・V20	223.4
	V15	208.2
降伏応力(σ_y) MPa	V0・V10	399.0
	無補強・V20	374.0
	V15	395.5
降伏水平荷重 (H_y) KN	V0・V10	32.4
	無補強・V20	28.5
	V15	30.9
降伏水平変位 (δ_y) mm	V0・V10	2.15
	無補強・V20	1.86
	V15	2.12

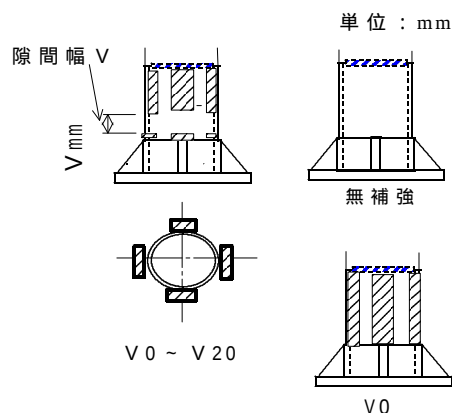


図-1 供試体形状

keyword：座屈・耐荷力，靱性，繰返荷重，補強法

連絡先：〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1

TEL.0565-36-5877, FAX.0565-36-5877

実験及び計算結果¹⁾を参考にし、隙間幅は、無補強の供試体における局部座屈の1波長 10mm (V/R=0.2) を基準とし、また、同様に局部座屈発生予想位置は供試体基部から 30mm の位置を基準とした。なお、表 - 1 の H_y 、 δ_y は固定端の縁応力が σ_y に達するときの水平荷重と、その H_y を載荷した時片持ちばりとして弾性計算した水平変位である。実験は、図 - 1 の供試体の上方向より橋梁の上部構造に相当する一定軸力(全断面降伏軸力の 15%) を作用させながら、地震荷重に相当する水平荷重(H) を作用させた。

$$Rt = \sqrt{3(1 - \nu^2)} \times \frac{R\sigma_y}{tE}$$

3, 実験結果及び考察

図 - 2 は、単調載荷の荷重 - 変位曲線である。縦軸に荷重比(H/H_y)を、横軸に供試体基部から 70mm の位置(制御断面位置)の変位比(δ/δ_y)を示した。図 - 3 は、繰返載荷の包絡線をプロットした荷重 - 変位曲線である。図 - 3 から繰返における最大荷重は2サイクル目で生じ、その後荷重が急激に低下することが分かる。図 - 4 及び図 - 5 は、隙間幅と図 - 2 及び図 - 3 より求めた塑性率(δ_{90}/δ_y)及び最大耐荷力比(H_{max}/H_y)との関係を示したものである。 δ_{90} は、最大荷重到達後、最大荷重の 90% に相当する変位である。図 - 4 から、繰返における関係では、V10 及び V15 の塑性率は無補強のそれに対して 20% 程度増加し、補強効果が確認できた。図 - 5 より、無補強繰返の(H_{max})を基準にしたそれぞれの供試体について検討すると、首都高速道路公団推奨値²⁾(既設橋脚の 10% 程度以内の増加)を満足するのは、V10 と V15 であることが分かる。以上のことから、局部座屈の 1 波長程度 ($V/R=0.2 \sim 0.3$) の隙間を設けた V10 及び V15 のタイプが最適な補強法であることが分かった。

4. 参考文献, 1) 園原・櫻井・忠: - 17, 土木学会中部支部発表会, 平成 13 年 3 月。2) 首都高速道路公団, 既設鋼製橋脚の耐震性能向上設計要領(暫定案), 平成 8 年

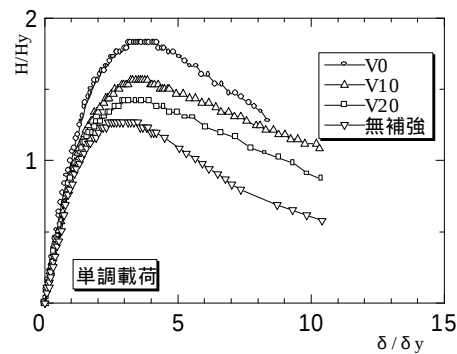


図 - 2 荷重 - 変位曲線 (単調)

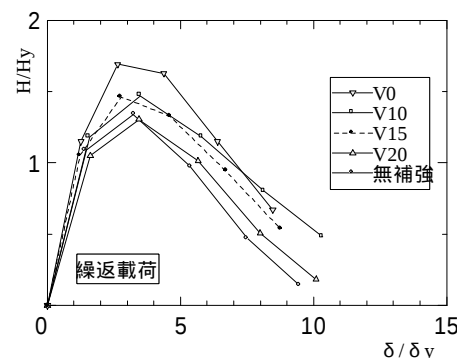


図 - 3 荷重 - 変位曲線 (繰返)

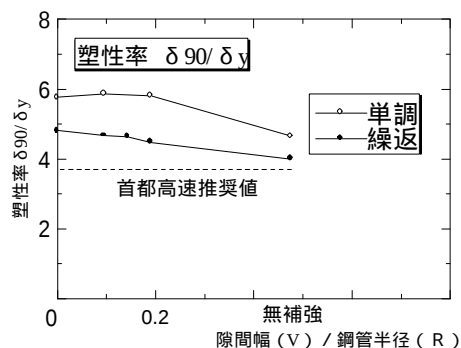


図 - 4 隙間幅と塑性率との関係

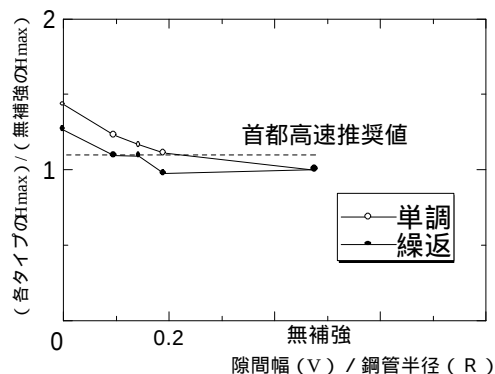


図 - 5 隙間幅と耐荷力比との関係