

ヒューズ構造による円筒鋼製橋脚の補強法

豊田高専 学生会員 渡部 弘信

正員 忠 和男、正員 櫻井 孝昌

1. はじめに

平成7年1月の阪神大震災では鋼製橋脚をはじめ多くの橋脚が損傷を受けたため、鋼製橋脚に対する靱性の向上が求められるようになった。本研究では、大規模地震に対する既設橋脚の補強法を検討した。橋脚部の補強によって、橋脚の強度を増加させると補強後の地震による破壊はアンカー部に集中する可能性がある。これを考慮し、本研究では橋脚の強度は増加させないで靱性のみを向上させることを目的とした補強法を提案する。

本研究では、橋脚軸方向(縦方向)に鋼板を溶接する。その鋼板に不連続部を設けて最大荷重の上昇を抑えることを目的とした。この不連続部は、鋼板途中で鋼板の張り付けを行わない部分をつくり、この部分から局部座屈を発生させる構造とした。この部分をヒューズ構造と呼ぶ。実験はヒューズ幅の異なる2種類の供試体を使用する。補強効果及び変形性能について比較検討するために既設橋脚に相当する無補剛の供試体も使用する。

2. 実験方法

供試体の鋼管部材には、電縫鋼管(STKR400)を使用し、実橋の縮小モデルとした。表-1には供試体の諸元と、鋼管から切り出した素材試験片の引張試験結果から求めた材料特性を示す。供試体は、図-1に示すように無補剛、ヒューズA(基部から22.2mmの位置に11.1mmのヒューズ幅を持つもの)、及びヒューズB(基部から22.2mmの位置に22.2mmのヒューズ幅を持つもの)を使用した。それぞれについて単調載荷と繰り返し載荷を行うため、供試体は計6本使用した。

実験は、図-2に示す載荷装置を用い左端の基部を固定し、垂直方向より地震荷重に相当する水平荷重(H)を載荷し、水平方向より橋梁の死荷重に相当する一定軸力(P:全断面降伏軸力の15%)を作用させた。単調載荷では一定軸力(P)を作用させた状態で供試体の軸に対して直角方向の水平荷重(H)

表-1 供試体の諸元及び材料特性

項 目		
形状特性	長さ(L)	mm 900
	直径(D)	mm 209.7
	板厚(t)	mm 2.58
	断面積(A)	cm ² 16.78
	断面二次モーメント(I)	cm ⁴ 900.4
	径厚比パラメータ(Rt)	0.124
材料特性	ヤング係数(E) ×10 ⁴ KN/cm ²	2.02
	降伏応力(σ)	KN/cm ² 37.3
	ポアソン比(ν)	0.277
	全断面降伏軸力(Py)	KN 626.2
	降伏水平荷重(H _y) KN	TYPE A 30.24 無補剛・TYPE B 28.30
	降伏水平変位(δ _y) mm	無補剛 2.52 TYPE B 3.11 TYPE A 3.15

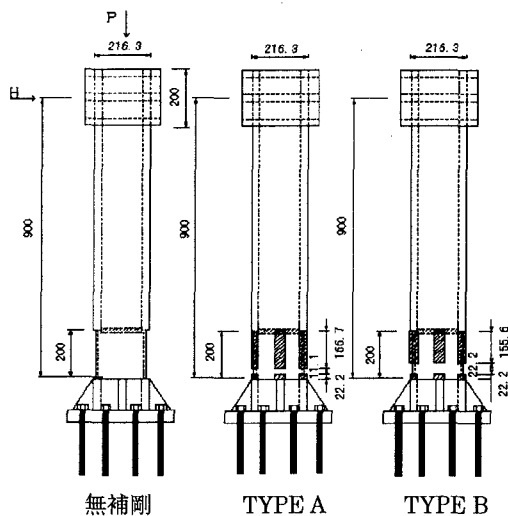


図-1 供試体

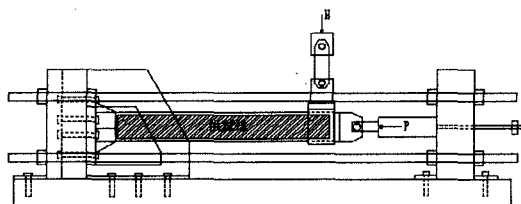


図-2 載荷装置概略

を加えた。繰り返し載荷は、単調と同様の固定条件で降伏変位 δy を基準として $\pm \delta y$ 、 $\pm 2\delta y$ 、 $\pm 3\delta y$ …のように $\pm 1\delta y$ づつ変位を増加させて水平荷重が十分低下するまで載荷を行った。

3. 結果及び考察

図-3はTYPE Bの単調と繰り返しの荷重-変位曲線である。縦軸に荷重(H)を、横軸には基部から70cmの位置の水平変位(δ)をとった。この図より、繰り返しでは2サイクル目の変位が最大になる時の荷重(3.8tf)を基準として、5サイクル目の同様の荷重(0.6tf)と比較すると、繰り返しの影響により5サイクル目では2サイクル目の16%程度となり、繰り返し回数の増加に伴い著しい耐力の低下が見られた。

図-4は、無補剛、TYPE A及びTYPE Bの単調と繰り返しの包絡線を示した荷重-変位曲線である。この図より単調では、それぞれの最大荷重は無補剛(1.28)、TYPE B(1.43)、TYPE A(1.66)となり、無補剛と比較してTYPE Bでは12%の増加、TYPE Aでは30%の増加となった。同様に繰り返しでは、無補剛(1.35)、TYPE B(1.32)、TYPE A(1.60)となり、無補剛と比較してTYPE Bは1%低下、TYPE Aでは19%増加となった。従って、最大荷重の比較ではTYPE Aが良い結果となった。

表-2には図-4より求めた塑性率($d95/df$)と最大荷重(H_{max}/H_y)の評価パラメータを示す。ここで、 df は初期降伏荷重に対する変位で、 $d95$ は最大荷重到達後、最大荷重の95%になった時の変位である。塑性率($d95/df$)について、無補剛単調を基準にして比較すると、TYPE A、TYPE Bでは、それぞれ54%及び28%の増加になった。また、繰り返しでも同様の比較をすると、TYPE A、TYPE Bでは、それぞれ32%、7.8%の増加となり、いずれの場合もTYPE Aの靱性が向上したことが分かる。次に H_{max}/H_y の値について比較すると、無補剛を基準とした場合、単調ではTYPE A、TYPE Bはそれぞれ29%、12%の増加となり、TYPE Aの補剛が耐力力を向上させたことが分かる。しかし、橋脚の耐力力を上げないで、靱性を向上させる目的に適している補剛は、むしろTYPE Bであることが分かる。

供試体の繰り返しによる座屈形状は、無補剛、TYPE Bでは、ちょうちん座屈となり、TYPE Aで

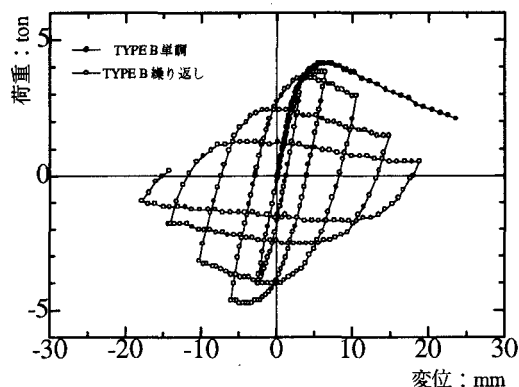


図-3 荷重-変位曲線(TYPE B)

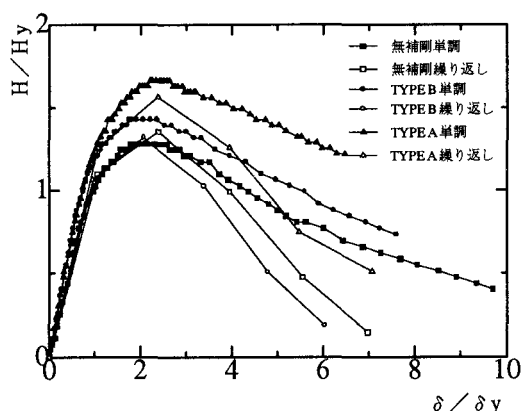


図-4 荷重-変位曲線 (繰り返しは包絡線)

表-2 評価パラメータ

		$d95/dy$	H_{max}/H_y
無補剛	単	3.13	1.28
	繰	2.45	1.35
TYPE B	単	4.02	1.43
	繰	2.64	1.32
TYPE A	単	4.82	1.66
	繰	3.23	1.60

は星形の座屈形状となった。

4. まとめ

TYPE Bの補剛が橋脚の耐力力を上げないで靱性を向上させる補剛として有効であることが分かった。

参考文献

1)井浦、熊谷、小牧：「繰り返し横力を受ける円形鋼製橋脚の強度と変形能に関する研究」、土木学会論文集、NO.598、I-44、pp125~pp135、1998.7