

I - A68

円筒鋼製橋脚のダクティリティに及ぼす補剛材の影響

豊田高専 正員 忠 和男、正員 桜井孝昌、瀧上工業（株）日下部和弘
名古屋工業大学 正員 後藤芳顕

1、はじめに

阪神大震災において、鋼製橋脚も多大な損傷を受けた。円筒鋼製橋脚においては局部座屈が生じ、“ちょうちん座屈”の変形形状を示したものも見られた。本研究では、震災で損傷した円筒鋼製橋脚の変形形状・位置を参考にし、供試体を補剛材が無いものと有るもの（2タイプ）の2通り製作した。実験は、この供試体に一定軸力（全断面降伏軸力の15%）を作用させた状態で、単調曲げ、及び繰返し曲げ載荷を行い、繰返しに伴う耐荷力の低下傾向、単調載荷と繰返し載荷の耐荷力特性の比較、及びそのダクティリティ特性に注目して行った。

2、実験

供試体は、補剛材を付けたものと、付けないもののそれぞれについて、単調載荷及び繰返し載荷の2通りの実験を行うため合計6体使用した。供試体は実橋の縮小モデルとし、電縫鋼管（STKR400）の下部200mm部分を削り、図-1に示すような形状に加工した。（図中の、補剛材を付けないものを補剛無、補剛材を付けたものをR40、R20と呼ぶ）鋼管の寸法は、実構造物、鋼構造物設計指針、道路橋示方書、既往の研究等を参考にし、径厚比パラメータ（ $Rt = \sigma_y / \sigma E$ 、 σE ：円筒弾性圧縮応力）、細長比パラメータ（ $\lambda = \sqrt{\sigma_y / \sigma E'}$ 、 $\sigma E'$ ：柱のオイラー座屈応力）を表-1のように選んだ。

実験は、図-2に示すような載荷装置を使用し、垂直方向から水平荷重（H）を、水平方向より一定軸力（P）を作用させた。載荷は、変位制御により行い、水平荷重（H）を漸増増加させる単調載荷とECCSを参考にして求めた降伏変位（ D_y ）を基準制御量にとって、 $\pm 1 D_y$ 、 $\pm 2 D_y$ 、・・・、 $\pm n D_y$ と繰返す繰返し載荷の2通りとした。

3、結果及び考察

図-3は、実験結果で、R20の単調及び繰返しの荷重-変位曲線である。荷重-変位経路から単調および繰返しにおいてほとんど差はなく最大荷重

に達するまでの相違は認められない、その後の経路では繰返しの耐力の低下が著しいことが分かる。

表-1 材料特性及び諸パラメータ

項 目	
ヤング係数（E） $\times 10^5$ MPa	2.28
降伏応力（ σ_y ） MPa	372.6
ポアソン比	0.253
降伏水平荷重（ H_y ） MN	311.2
降伏水平変位（ D_y ）	
補剛無 mm	3.6
R40（R20） mm	4.0（4.4）
幅厚比パラメータ（ Rt ）	0.106
細長比パラメータ（ λ ）	0.316

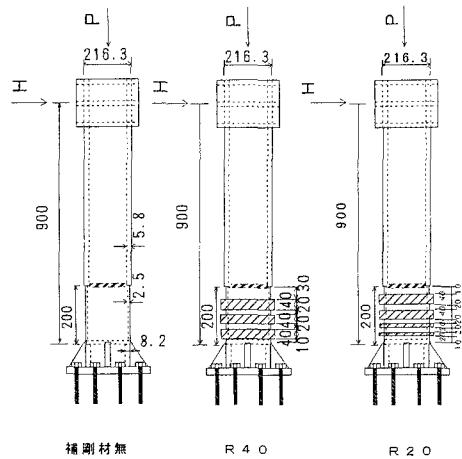


図-1 供試体

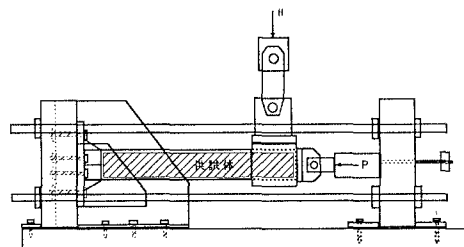


図-2 実験装置概略

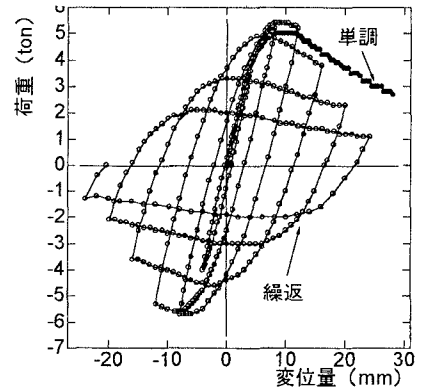
表-2 ダクティリティ評価パラメータ

	$\frac{\sigma_f - \sigma_u}{df' - du}$		$\frac{\sigma_f - \sigma_u}{df' - du}$
補無単実	-0.15	補無単計	-0.13
補無繰実	-0.22	補無繰計	-0.25
R40単実	-0.09	R40単計	-0.08
R40繰実	-0.17	R40繰計	-0.12
R20単実	-0.11		
R20繰実	-0.18		

図-4は、実験結果の補剛無、R40、およびR20の単調及び繰返しに関する荷重-変位曲線を示す。この図の荷重-変位経路から、補剛有では、補剛無に比べて座屈後の低下が緩やかになっておりダクティリティの向上が認められた。図-5は、実験と計算の荷重-変位曲線である。計算は、実験と同じ条件で解析し、汎用構造解析プログラムMARCを用い弾性有限変位解析を行った。実験と計算の最大荷重値を比較すると計算値が20%程度大きくなっているが荷重の低下傾向は両者とも良く一致している。表-2には、図-4および図-5をもとに求めたダクティリティの評価パラメータを示した。表中、dfは、荷重-変位曲線の初期降伏状態における降伏荷重に対応する変位を、df'は、この荷重-変位曲線において最大荷重に達しその後初期降伏状態における降伏荷重と同じになる荷重時に対応する変位、 σ_u は最大荷重、duは最大荷重に対応する変位と定義した。評価パラメータ $(\sigma_f - \sigma_u) / (df' - du)$ の値について、実験と計算の補剛有と無の単調を比較すると補剛無の場合の値のほぼ1.7倍程度大きくなっており、下部を補剛することによるダクティリティの向上が認められた。

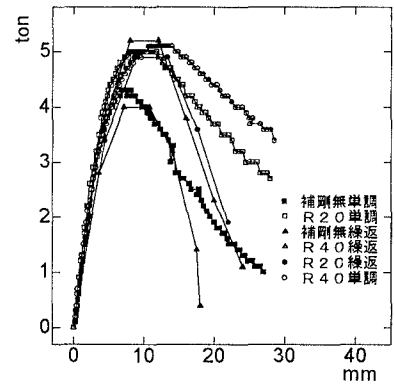
実験後の局部座屈形状では、補剛無とR20は、一般に提灯座屈と呼ばれる局部座屈波形が供試体下部から3～4cm程度の位置に発生し、R40は、局部座屈発生位置はほぼ同位置であったが、円周方向に4波の波形が現れた。

なお、供試体製作において瀧上工業株式会社のご協力頂き、感謝の意を表します。本研究は平成7・8年度の文部省科学研究費助成金（基盤研究（c））を受けて行ったものである。



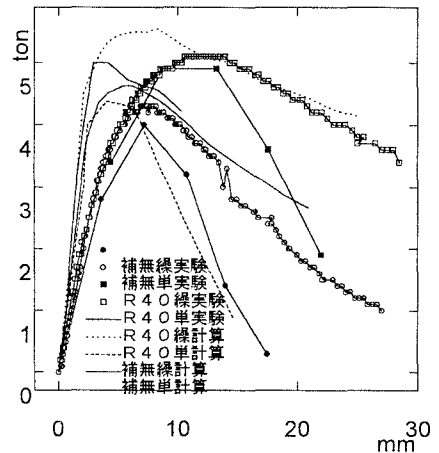
荷重-変位曲線（実験er20mc）

図-3 荷重-変位曲線



荷重-変位曲線（実験結果）

図-4 荷重-変位曲線



荷重-変位曲線（実験・計算）

図-5 荷重-変位曲線