

I-A100

鋼管橋脚模型の繰返し載荷実験

(株)日本製鋼所 正員 長谷川 久
 開発土木研究所 正員 三田村 浩
 (株)日本製鋼所 正員 小野 信 市
 室蘭工業大学 正員 岸 徳 光

1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に、繰返し水平荷重を受ける鋼製橋脚の弾塑性挙動に関する研究¹⁾が数多く行なわれるようになった。特に、矩形断面の橋脚に関しては詳細な検討が行なわれているが、力学的に有利と考えられる円形断面橋脚の研究例²⁾は少なく、その弾塑性挙動は明らかにされていない。そこで、本研究では鋼管橋脚の耐震設計に必要な基礎データを得ることを目的として、鋼管試験体を用いた単調および繰返し水平載荷実験を行ない、径厚比や軸力というパラメータが鋼管橋脚の耐荷力と変形性能に与える影響等について実験的に検討を行なった。

2. 実験の概要

2.1 試験体

本研究では、径厚比および軸力比と円形断面橋脚の耐荷力や変形性能の関係を検討するために、鋼管の細長比を固定し径厚比と軸力比を変化させ実験を行なった。試験体の形状を図-1に、また、寸法および試験パラメータを表-1に示す。表-1における細長比パラメータおよび径厚比パラメータ R_t は次式により定義される。

$$\bar{\lambda} = \frac{2L'}{\pi r} \sqrt{\frac{\sigma_{ys}}{E}} \dots\dots\dots (1)$$

$$R_t = \frac{R}{t} \frac{\sigma_{ys}}{E} \sqrt{3(1-\nu^2)} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 σ_{ys} は降伏応力、 R は平均半径、 L は部材長、 t は板厚、 r は断面2次半径、 E は弾性係数、 ν はポアソン比である。

試験体の鋼管部は、厚さ5.7mmの圧力配管用炭素鋼鋼管(JIS G 3454 STPG370 90A 熱間仕上継目無鋼管)から、旋盤により内外面を切削して製作した。試験体の上下端部には、試験台および載荷板に固定するための鋼板を周溶接により取付けた。鋼管の材料試験結果を表-2に示す。

2.2 実験装置および載荷方法

実験装置の概要を図-2に示す。載荷装置は、水平方向荷重を作用させる電動式ジャッキと軸方向荷重を作用させる油圧サーボ式試験機から構成されている。水平方向荷重と軸方向荷重の接続点にはボールジョイントを使用し、試験体上端部の回転が拘束されるのを防いでいる。また、軸方向荷重はローラーベアリングを介して上部載

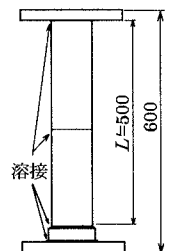


図-1 試験体形状

表-1 試験パラメータ

試験体 No	径厚比		軸力		降伏荷重	降伏変位
	R/t	R_t	$P(\text{kN})$	P/P_y	$H_y(\text{kN})$	$\delta_y(\text{mm})$
t10-N15	47.8	0.129	15.3	0.15	3.21	3.825
t15-N15	32.0	0.086	22.8	0.15	4.84	3.786
t20-N15	24.1	0.065	30.6	0.15	6.49	3.747
t25-N15	19.4	0.052	38.4	0.15	8.16	3.709
t15-N0	32.0	0.086	0.0	0.00	5.70	4.454
t15-N8	32.0	0.086	11.8	0.08	5.26	4.109

表-2 供試材の機械的性質

降伏応力 (MPa)	引張強さ (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
336	448	206	0.3

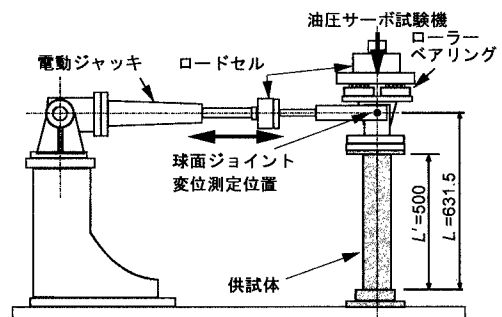


図-2 実験装置

キーワード：鋼管橋脚、局部座屈

〒051 北海道室蘭市茶津町四番地 TEL 0143-22-9211 FAX 0143-22-4180

荷板に作用させており、試験体に水平変位や回転が生じて常にも鉛直下向きに作用するようになっている。

実験は、変位速度0.39mm/sとする水平変位制御により行なった。載荷方法は、一方向の単調載荷と変動変位の繰り返し載荷の2種類とした。繰り返し載荷の方法は、水平変位 δ を弾性はり理論から求めた降伏水平変位 δ_y を基準にして各サイクルで漸増しながら繰り返し与えた。

3. 実験結果および考察

3.1 水平荷重—水平変位履歴特性

繰り返し載荷における水平荷重—水平変位履歴曲線の最大変位点を結んだ包絡線を図-3に示す。同図の水平荷重と水平変位は、それぞれ降伏荷重 H_y と降伏変位 δ_y で無次元化している。図-3より、径厚比が小さいほど最大荷重点での変位が大きくなることわかる。しかし、最大荷重および最大荷重点以降の耐力力低下におよぼす径厚比の影響は小さい。また、軸力が大きいほど最大荷重点以降の耐力力低下は大きい、最大荷重および最大荷重点での変位におよぼす軸力の影響は小さい。

3.2 塑性率の変化

塑性率を検討するために、以下の2つの方法により評価した。

$$\mu_m = \delta_m / \delta_y \dots \dots \dots (3) \quad \mu = \delta_u / \delta_y \dots \dots \dots (4)$$

ここで δ_m は最大荷重 H_m に対応する変位、 δ_u は水平荷重が最大値に到達後局部座屈の発生によって H_y まで低下した時点の変位である。図-4より、径厚比の増大とともにいずれの塑性率も減少が一様となる傾向にあることがわかる。また、載荷形態の違いによる塑性率 μ の分布を調べると、径厚比が大きくなるにしたがい繰り返し載荷時および単調載荷時の蘇生率の差は小さくなっていくことがわかる。図-5より、塑性率 μ_m は軸力の大小にかかわらず、また、載荷形態によらず一様な値となっていることがわかる。これは、最大荷重に達するまでの水平荷重—水平変位の履歴には軸力の影響が小さいことを意味している。

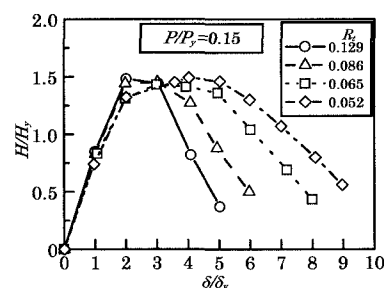
4. まとめ

本実験の範囲内で得られた結果を以下に要約する。

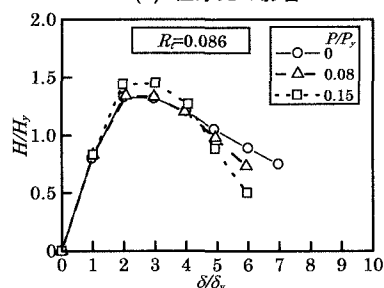
- 1) 実験後の供試体の局部座屈変形は、径厚比 $R_t=0.129$ はDiamond Pattern、他の径厚比ではElephant Foot Bulgeであった。
- 2) 軸力が大きくなるほど最大荷重点以降の耐力力低下は大きくなるが、最大荷重および最大荷重点の変位におよぼす軸力の影響は小さい。
- 3) 径厚比が大きくなるほど塑性率は低下するが最大荷重点に与える影響は小さい。
- 4) 径厚比が同じ場合、軸力が大きくなるにしたがい塑性率 μ は小さくなる。しかし、最大荷重点までの履歴が軸力によって大きな影響を受けないため、塑性率 μ_m に大きな差はない。

【参考文献】

- 1) 西川, 山本, 名取, 寺尾, 安波, 寺田: 既設鋼製橋脚の耐震性能改善方法に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 42A (1996), pp975-986.
- 2) 宇佐美勉, 今井康幸, 青木徹彦, 伊藤義人: 繰返し荷重を受ける鋼圧縮部材の強度と変形能に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 37A (1991), pp93-106.



(a) 径厚比の影響



(b) 軸力の影響

図-3 水平荷重—水平変位履歴曲線の包絡線

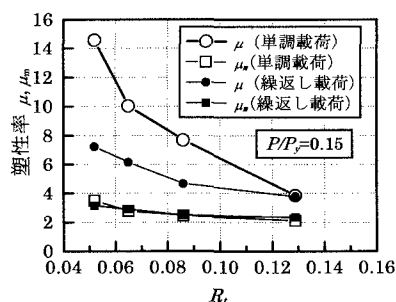


図-4 径厚比と塑性率の関係

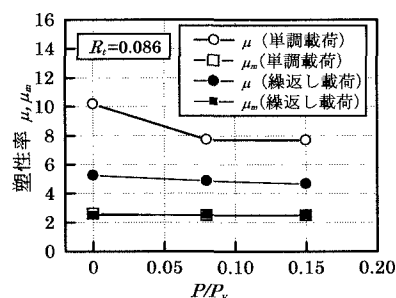


図-5 軸力と塑性率の関係