

I-A110 部分的にコンクリートを充填した鋼管橋脚模型の繰り返し載荷実験

(株)日本製鋼所 正 員 小 枝 日出夫
 開発土木研究所 正 員 佐 藤 昌 志
 室蘭工業大学 正 員 小 室 雅 人
 室蘭工業大学 正 員 松 岡 健 一

1. はじめに

橋脚基部にコンクリートを充填することにより、鋼製橋脚の耐荷力および変形性能が向上することが確認されている¹⁾。この効果を定量的に解明するために、コンクリートを充填した鋼製橋脚の弾塑性挙動に関する研究²⁾が盛んに行なわれている。しかしながら、既存の研究では鋼製橋脚の中でも主に矩形断面のものを対象としており、コンクリートを充填した円形断面橋脚の弾塑性挙動に関する研究は極めて少ない。そこで、本研究ではコンクリートを部分的に充填した円形断面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、鋼管橋脚模型を用いた単調および繰り返し水平載荷実験を行ない、コンクリート充填が円形断面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

本研究では、コンクリート充填率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、鋼管の寸法を固定しコンクリートの充填高さ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。試験体の鋼管部は、厚さ5.7mmの炭素鋼鋼管(JIS G 3454 STPG370 90A)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。コンクリートの充填高さ L_c は、鋼管高さに対する比 L_c/L' で0.0,0.25,0.57,1.0の4種類とした。鋼管および充填コンクリートの材料試験結果をそれぞれ表-2および表-3に示す。

実験装置の概要を図-2に示す。水平荷重は電動式ジャッキを用いて、上載荷重(1200kgの鉛重錘)の重心高さ線上の2箇所載荷している。水平荷重の載荷点にはボールジョイントを使用し、試験体上端部に生じる水平および鉛直方向の変位と回転が拘束されるのを防いでいる。また、軸力は質量1200kgの重錘で与えており、これは降伏軸荷重 P_y の約8%に相当する。

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 (4.109mm)を基準にして各サイクルで漸増しながら繰り返し与えることとした。

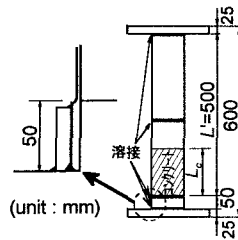


図-1 試験体の概要

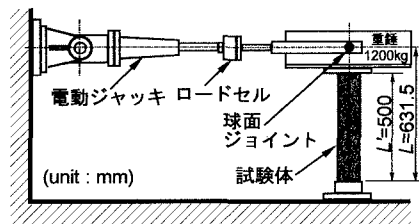


図-2 実験装置の概要

表-1 試験体寸法および試験パラメータ

試験体 No.	荷重点高さ L (mm)	鋼管高さ L' (mm)	コンクリート高さ		半径 R (mm)	板厚 t (mm)	細長比		径厚比	
			L_c (mm)	L_c/L'			L/R	$\bar{\lambda}$	R/t	R_t
f0-m f0-c	631.5	500	0	0.00	48.0	1.5	10.4	0.379	32.0	0.086
f1-m f1-c			125	0.25						
f2-m f2-c			285	0.57						
f4-m f4-c			500	1.00						

表-2 鋼管材の引張試験結果

降伏応力 σ_{ys} (MPa)	弾性係数 E (GPa)	ポアソン比 ν
336	206	0.30

表-3 充填コンクリートの圧縮試験結果

圧縮強度 f_c (MPa)	弾性係数 E_c (GPa)	ポアソン比 ν_c
19.2	16.7	0.21

キーワード：鋼管橋脚、局部座屈

〒051-8505 北海道 室蘭市 茶津町四番地 TEL 0143-22-9211 FAX 0143-23-5569

3. 実験結果および考察

3.1 破壊状況

主な試験体の実験終了後の様子を図-3に示す。

単調載荷の場合、コンクリートを充填していない試験体(以下、中空試験体と呼ぶ)では、水平変位の増加とともに基部から約15mm高さの位置に局部座屈が発生し、載荷が進むにつれ局部座屈が大きくなり耐荷力を失っていった。一方、コンクリートを充填した試験体(以下、充填試験体と呼ぶ)では、まず微小な座屈変形が基部から約15mm高さの位置に発生し、その後、載荷が進むにつれ充填コンクリート上端の直下位置に局部座屈が発生した。さらに載荷が進むにつれ、コンクリート上端の局部座屈が進展し耐荷力を失っていったが、基部の局部座屈はほとんど進展しなかった。

繰り返し載荷の場合には、コンクリート充填の有無によらず全ての試験体において基部から約15mm高さの位置に、全周にわたる凸状の局部座屈が発生した。その後、載荷が繰り返されるにつれ、中空試験体では局部座屈が徐々に大きくなり耐荷力を失っていった。一方、充填試験体では、単調載荷で見られたような基部以外での局部座屈の発生はなく、基部に発生した局部座屈の凸部にき裂が発生しその進展とともに耐荷力を失っていった。

3.2 水平荷重—水平変位履歴特性

単調載荷における各試験体の水平荷重—水平変位曲線を図-4に示す。同図において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 で無次元化してある。中空試験体と充填試験体を比較すると、コンクリート充填高さ比 $L_c/L' = 0.25$ で20%、 $L_c/L' = 0.57$ と1.0で50%程度最大荷重が増加している。また、最大荷重に対応する変位も増加しており、特に $L_c/L' = 1.0$ では $\delta/\delta_y = 27$ まで載荷しても耐荷力の低下は見られない。

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-5に示す。単調載荷の場合と同様に、充填試験体では最大荷重および最大荷重に対応する変位が増加している。また、単調載荷と繰り返し載荷実験結果を比較すると、最大荷重は両者ほぼ同じであるが、耐荷力の低下は繰り返し載荷の方が著しい。これは、単調載荷では局部座屈の拡大により耐荷力が低下するのに対し、繰り返し載荷では座屈部に発生したき裂の拡大により耐荷力が低下するためと考えられる。

4. まとめ

- 1) コンクリートを充填した試験体では、載荷方法により座屈発生位置と破壊形態が異なる。
- 2) コンクリートを充填することにより、鋼管橋脚の耐荷力および変形性能が向上する。これはコンクリートの充填比が大きいほど顕著である。

【参考文献】

- 1) 宇佐美, 葛, 水谷, 構造工学論文集, Vol.39A (1993), pp249-262.
- 2) 中井, 北田, 吉川, 中西, 尾山, 構造工学論文集, Vol.39A (1993), pp1347-1360.

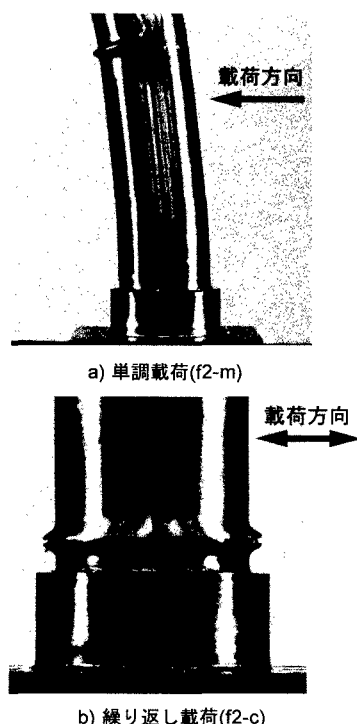


図-3 実験終了後の試験体

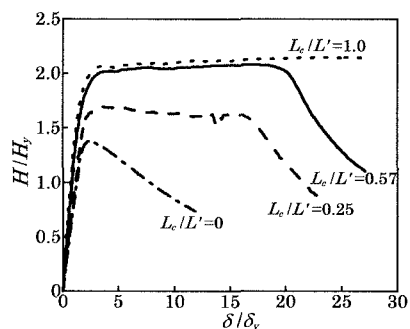


図-4 水平荷重—水平変位曲線(単調載荷)

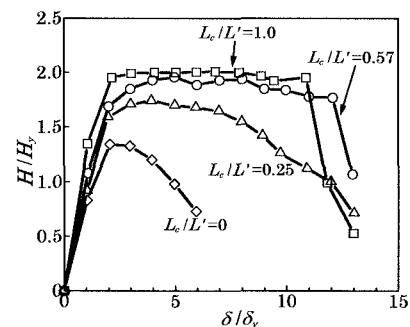


図-5 水平荷重—水平変位曲線の包絡線