

1-A257 コンクリートを充填した鋼管橋脚模型の弾塑性曲げ性状

(株)日本製鋼所 正員 小枝日出夫 開発土木研究所 正員 池田憲二
 室蘭工業大学 正員 岸徳光 室蘭工業大学 正員 小室雅人
 (株)日本製鋼所 正員 長谷川久

1. はじめに

鋼製橋脚の基部にコンクリートを充填することにより、その耐荷力および変形性能が向上することが多くの研究によって確認されている。しかしながら、既往の研究では鋼製橋脚の中でも主に矩形断面を対象としており、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ようである。そこで、本研究ではコンクリートを充填した円形断面橋脚の合理的な耐震設計方法の確立に必要な基礎データを蓄積す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った。実験結果から充填コンクリートの有無や充填率が円形断面橋脚の耐荷力と変形性能に与える影響を考察した。

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、鋼管柱の寸法を固定しコンクリートの充填高さのみを変化させて実験を行なった。図-1に試験体の形状を、また表-1に寸法および試験体パラメータを示している。試験体の鋼管部は、厚さ5.7mmの一般構造用炭素鋼管(JIS G 3444 STK400)から、旋盤により内外面を切削して製作した。板厚および径の加工公差は±0.05mmである。コンクリートの充填高さ L_c は、鋼管高さ L' に対する比で、 $L_c/L' = 0.0, 0.25, 0.57$ の3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。

図-2には実験装置の概要を示している。鉛直荷重は質量1200kgの鉛重錘で与えている。これは降伏軸荷重 P_y の約7%に相当する。また、水平荷重は電動式ジャッキを用いて、鉛重錘の重心高さ線上の2箇所まで載荷している。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をできるだけ拘束しないように工夫した。

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ている。載荷方法は、一方向の単調載荷と漸増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 を降伏水平変位 δ_{ye} (5.616mm)を基準にして各サイクルで漸増しながら繰り返し与えている。降伏水平変位 δ_{ye} は、コンクリートを充填していない試験体における単調載荷実験から決定している。

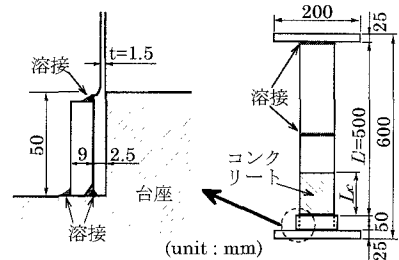


図-1 試験体の形状

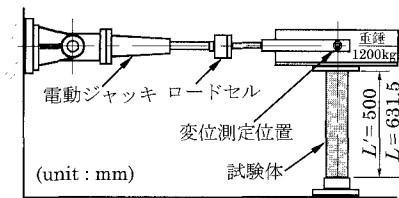


図-2 実験装置の概要

表-1 試験体寸法および試験体パラメータ

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 L_c (mm)	L_c/L'	半径 R (mm)	板厚 t (mm)	細長比 L/R	λ	径厚比 R/t	R_t
f0-m f0-c	631.5	500	0	0.00	48.0	1.5	13.2	0.511	32.0	0.099
f1-m f1-c			125	0.25						
f2-m f2-c			285	0.57						

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
384	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
25.1	23.0	0.19

キーワード：鋼管橋脚、充填コンクリート、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 座屈および破壊形態

図-3には主な試験体の実験終了後の座屈変形状態を示している。コンクリートを充填していない試験体では、載荷方法(単調載荷と繰返し載荷)によらず基部近傍に象の脚型の局部座屈が発生し、載荷が進むにつれ局部座屈が大きくなり耐力を失っていった。一方、コンクリートを充填した試験体では、載荷方法および充填率により座屈発生位置と破壊形態が異なっている。単調載荷の場合 $L_c/L' = 0.25$ の試験体 f1-m では、充填コンクリート上端から約 45mm 下方の位置に局部座屈が発生した。 $L_c/L' = 0.57$ の試験体 f2-m では、最初に微小な座屈変形が基部近傍に発生し、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力を失っていったが、基部近傍の局部座屈はほとんど進展していない。繰返し載荷の場合には、コンクリート充填率によらず全ての試験体において、基部近傍に全周にわたる凸状の局部座屈が発生した。その後、載荷が繰返されるにつれ、 $L_c/L' = 0.25$ の試験体 f1-c では局部座屈が徐々に大きくなり耐力を失っていった。一方、 $L_c/L' = 0.57$ の試験体 f2-c では、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力を失っていった。

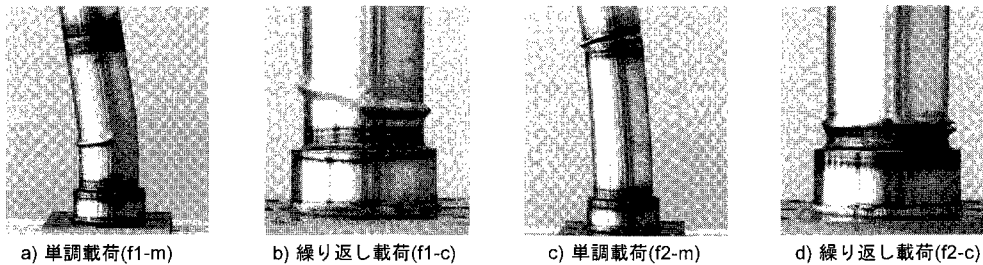


図-3 実験終了後の局部座屈発生状況

3.2 耐力力および変形性能

図-4および図-5に、コンクリート充填率と最大耐力力および塑性率の関係をそれぞれ示す。ここで、最大耐力力は水平荷重-変位曲線における最大荷重 H_m を、また塑性率は最大荷重時の変位 δ_m をそれぞれ降伏荷重 H_y および降伏変位 δ_{ye} で除した値としている。最大耐力力は載荷方法によらず、コンクリート充填率が大きくなるにしたがい増加している。一方、コンクリート充填率と塑性率の関係は載荷方法により異なっている。単調載荷の場合には、コンクリート充填率の増大とともに塑性率も増加傾向を示している。しかしながら、繰返し載荷の場合には、コンクリートの充填により塑性率がわずかに増加しているものの、塑性率は充填率によらずほぼ一定な値を示している。これは、先に述べたように、単調載荷と繰返し載荷で局部座屈の発生位置が異な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最大耐力力と塑性率が向上する。しかしながら、繰返し載荷の場合には、塑性率におよぼすコンクリート充填率の影響は小さい。

【参考文献】

- 1) 小枝, 岸, 佐藤, 小室, 小野, 鋼構造年次論文報告集, Vol.6(1998), pp77-84.

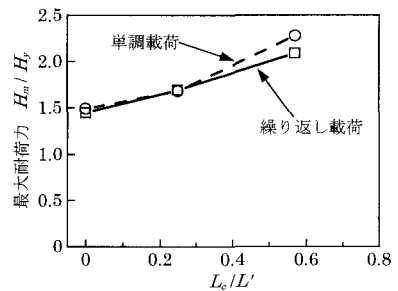


図-4 最大耐力力におよぼすコンクリート充填率の影響

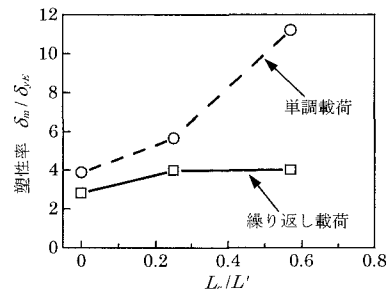


図-5 塑性率におよぼすコンクリート充填率の影響