

コンクリートを部分的に充填した円形鋼製橋脚の弾塑性実験

東京電機大学大学院 学生員 小林 真悟*

東京電機大学 正会員 井浦 雅司*

東京電機大学 正会員 石澤 俊希*

1. はじめに

著者らはこれまでに、コンクリートを部分的に充填した円形鋼製橋脚のモデル実験を行ない最大荷重推定法や最適充填率の提案を行ってきた¹⁾。既存の実験において、コンクリート充填率を28%とした供試体の単調荷重実験では、鋼管の局部座屈がコンクリート充填部の中間部に発生した。一方、同一の供試体で荷重条件のみを変えて正負交番1回漸増繰返し荷重実験を行なった場合、鋼管の座屈発生位置は基部付近で発生した。本報告では、コンクリート充填率をさらに大きくした供試体を作製し、荷重条件により鋼管の局部座屈発生位置が変化するかどうかを調べた。また、コンクリート内にひずみゲージを埋め込み、コンクリートの挙動についても調べた。

2. 実験概要

実験装置・実験方法については、文献1)に記載しているので省略する。本実験で作成した供試体は、表1におけるC-1とM-1であり、2本の供試体はコンクリートの充填率が57.1%である。供試体Cシリーズは正負交番1回漸増繰返し荷重実験の供試体であり、Mシリーズは単調荷重実験の供試体である。供試体C-1とM-1には(株)東京測器研究所のコンクリートひずみゲージを埋め込んである。また、各供試体の材料特性を表1に示す。なお、表1には比較のために既存の実験結果¹⁾も併せて示し、C-2、C-3、M-2、M-3とした。

3. 実験結果

各実験における荷重と荷重直下における変位との関係を図1に、座屈発生位置と最適充填率を表2に示す。また、本実験の供試体(C-1・M-1)にはコンクリート内部にコンクリートゲージが埋め込まれておりコンクリートの引張側における荷重とコンクリートひずみの関係を図2に示す。

3.1. 座屈発生位置と履歴曲線

鋼管の局部座屈発生位置に注目すると、本供試体C-1はコンクリート充填率が最適充填率より高いために基部で象の脚座屈が観察された。また既存の供試体(C-2、C-3)も同様に基部で座屈を起こしている。図1の「荷重-変位履歴曲線」より、コンクリート充填率が大きくなるほど無次元最大荷重も大きくなる事が分かる。次に、最大荷重後の耐力劣化

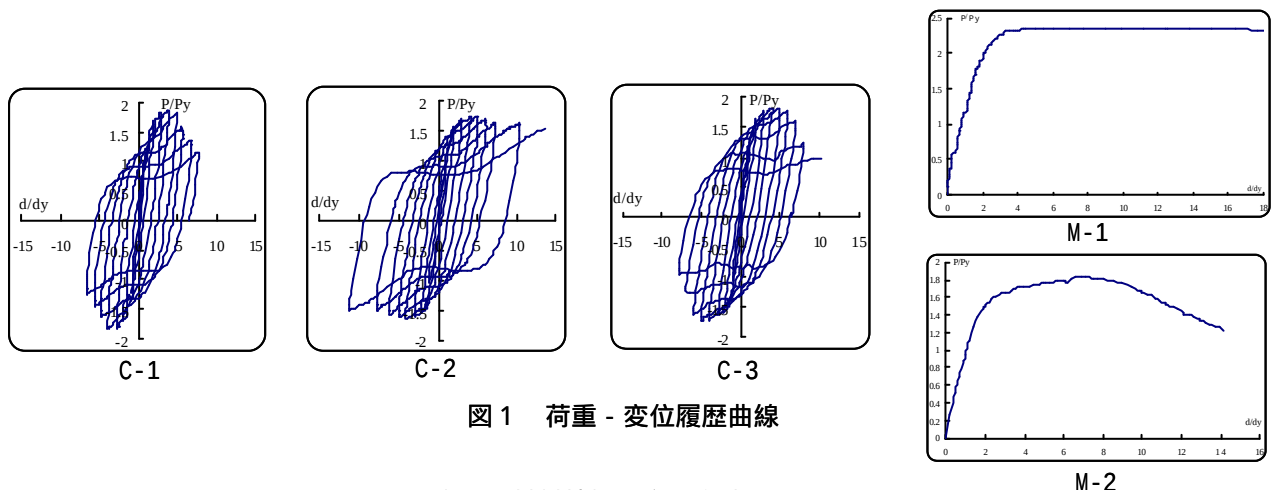


図1 荷重 - 変位履歴曲線

表1 材料特性と実験方法

供試体No.	鋼管の形状・材料特性					コンクリート材料特性		実験方法	
	半径 R (mm)	板厚 t (mm)	降伏応力 σ_y (KN/cm ²)	ヤング係数 E (KN/cm ²)	ポアソン比 ν	圧縮強度 (KN/cm ²)	引張強度 (KN/cm ²)	充填率 γ (%)	荷重方法
C-1	251	5.94	27.0	19476	0.285	3.630	0.296	57.1	1回繰
C-2	251	5.76	28.7	18779	0.278	2.250	0.221	28	1回繰
C-3	200	5.77	31.3	19502	0.287	2.260	0.169	34	1回繰
M-1	251	5.94	27.0	19476	0.285	3.630	0.296	57.1	単調
M-2	251	5.77	31.3	19502	0.287	2.26	0.169	28	単調
M-3	251	5.78	28.7	18874	0.282	2.597	0.208	81.1	単調

Key Word: 鋼製橋脚・コンクリート充填・弾塑性座屈

* 埼玉県比企郡鳩山町 東京電機大学理工学部建設工学科

0492-96-2911

に注目すると、コンクリート充填率が低い供試体 C-2 では、ほとんど耐力の劣化が見られないことがわかる。一方、コンクリート充填率が高い C-1, 3 に注目すると、最大荷重後の耐力が劣化していることがわかる。しかしながら、C-1 と同じ寸法の M-1 においては、図 1 からわかるように、最大荷重後の耐力劣化は見られない。このことから、供試体 C-1, 3 における耐力劣化は載荷条件に依存した現象と考えられる。すなわち、基準変位を大きくして繰り返し実験を行えば、本実験のような耐力劣化は観察されないかもしれない。このことは、包絡線の作成にどのような載荷条件を用いるべきかという重要な課題を提起している。

単調載荷における鋼管の局部座屈発生位置に注目すると、コンクリート充填率が高い供試体 M-1, M-3 では、基部付近で象の脚座屈が観察された。しかし、コンクリート充填率が低い供試体 M-2 では、コンクリートの中間部で座屈を起こしている。このことから、単調載荷においてもコンクリート充填率が大きくなると、鋼管の局部座屈は基部付近に発生することがわかる。

3.2. コンクリートの挙動

図 2 の C-1 は繰り返し実験であるため引張領域の 1 ループ目に注目している。荷重が約 70kN 付近ですべてのひずみが反転している事が分かり、これを亀裂発生荷重とした。その時、基部から 210(mm) に埋め込んだひずみゲージ(CH49)の値が一番大きい値を示し、187 μ であった。次に M-1 は単調載荷実験であり、コンクリートのひずみが反転した荷重は 80kN であり、このときを亀裂発生荷重とした。基部から 210(mm) に埋め込んだひずみゲージ(CH49)のみが反転せず、荷重の増加と共にひずみも増加している。これは CH49 のゲージの中間で亀裂が生じたためと考えられる。CH49 を除いて、荷重 80kN 時における最大ひずみは CH48 で生じており、その値は 215 μ である。既存の供試体 M-3 では、コンクリート充填率が 80% と本実験の供試体 M-1 よりも充填は高いが、荷重が 80kN の時にコンクリートに亀裂が生じ、その時の最大ひずみ 237 μ となっており今回の実験結果と同様の傾向を示している。本テストピースから得られる引張最大荷重時におけるコンクリートのひずみは、コンクリートの弾性係数を $28 \times 10^3 (\text{N}/\text{mm}^2)$ として計算すると 105.7 μ となり、供試体 C-1、M-1 とともに約 2 倍であった。これは鋼管がコンクリートに与える拘束効果による増加と考えられる。

実験終了後のコンクリートの亀裂発生位置とひずみゲージとの関係を図 3 に示す。C-1 はコンクリートの亀裂が CH48 と CH49 のゲージの中間で、CH51 の上付近に観察できた。繰り返し載荷によるコンクリートの圧壊は観察されなかった。M-1 は CH48・CH49 のゲージの上面に重なっており、また CH51 の上部付近に観察できた。亀裂の損傷状態では基部から約 20(cm) 付近が一番大きかった。これは、コンクリートひずみの曲線において CH49 が一番伸びている事と一致した。

4. まとめ

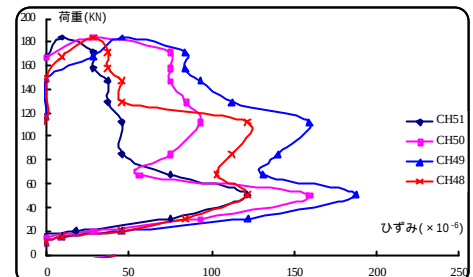
- (1) 繰り返し載荷実験において鋼管の局部座屈が基部で発生する場合、コンクリート充填率を高くしていくと最大耐力は向上するが最大耐力後の耐力低下が大きい事が分かった。
- (2) コンクリート充填率を高くしていくと、1 回繰り返し載荷・単調載荷実験ともにコンクリートのひずみ値は基部から 20(cm) 付近で大きな値を示し、コンクリートの亀裂発生位置も基部から 20(cm) に発生した。

参考文献

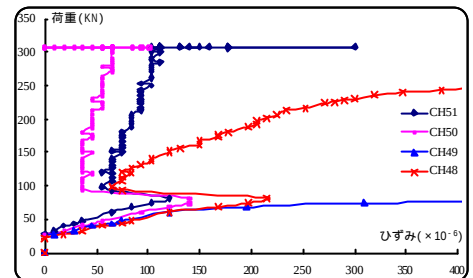
- 1) 井浦雅司・折野明宏・石澤俊希：コンクリートを部分充填した円形鋼製橋脚の弾塑性挙動に関する研究、土木学会論文集 No. 696/I-58、285-298、2002.1

表 2 実験結果

供試体No.	座屈発生位置	最適充填率(%)
C-1	基部	21.2
C-2	基部	21.5
C-3	基部	23.4
M-1	基部	21.2
M-2	中間	21.6
M-3	基部	21.2

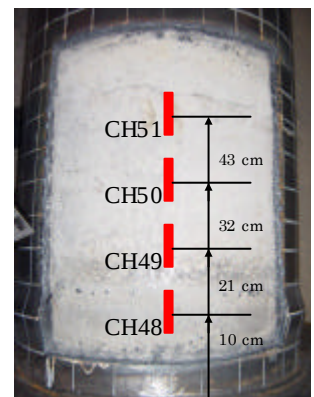


C-1

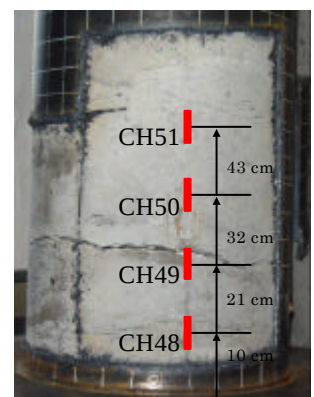


M-1

図 2 荷重 - コンクリートひずみ曲線



C-1



M-1

図 3 亀裂とひずみゲージ