

コンクリートを部分充填した円形鋼製橋脚の実験

ヤマト設計(株)正会員 折野 明宏*
東京電機大学 正会員 井浦 雅司**

1. はじめに

鋼製橋脚の塑性率を向上させる方法として、橋脚内部にコンクリートを部分的に充填する方法が挙げられる。矩形断面橋脚においては、これまで多くの実験結果が報告されている。一方、円形鋼製橋脚においては、文献1)、2)、3)で報告されているものの、それほど多くの実験は報告されていない。本報告では、追加実験の結果と、コンクリート部分充填円形鋼製橋脚の最大耐力を推定する方法、さらに、コンクリートの最適充填率を求める方法を提案する。

2. 実験概要

本実験で使用した供試体と実験方法について説明する。なお、実験装置については、文献1)を参照されたい。供試体は鋼製橋脚をモデル化したものであり、表-1に材料特性と載荷方法について示す。今回の追加実験は供試体No.4シリーズであり、No.1からNo.3シリーズについては過去に報告している。なお、表中の y は橋脚基部から載荷点までの長さ(1750mm)を基準としたコンクリート充填率である。コンクリートの材齢28日における材料特性は、テストピー

スを作成し、圧縮試験および割裂試験を行ない算出した。この結果も表-1に併せて載せている。軸力として、コンクリートを考慮しない全断面塑性軸力の15%を常時作用させており、横力は降伏変位 δ_y を基準とした正負交番漸増1回繰り返し載荷、3回繰り返し、載荷単調載荷とした。

3. 追加実験結果

供試体No.4シリーズでは、載荷方法を1回繰り返し、3回繰り返し、載荷単調載荷としている。供試体No.4-1は、鋼管の局部座屈がコンクリート上面(ダイヤフラム設置位置)に発生し、一方、コンクリートのクラックが基部付近に、コンクリートの引張応力部分で発生していた。このように、鋼管の座屈発生位置と、コンクリートのクラック発生位置が異なるのが、単調載荷実験の特徴である。

供試体No.4-2は、コンクリート充填部にダイヤフラムを設置した。鋼管の局部座屈も、コンクリートのクラックも、このダイヤフラム直上で発生した。

供試体No.4-3は、3回繰り返し載荷実験を行っており、鋼管の局部座屈もコンクリートのクラックも

表-1 供試体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 (cm)	板厚 t (cm)	σ_y (KN/cm ²)	ν	圧縮強度 (KN/cm ²)	引張強度 (KN/cm ²)	ダイヤフラム 添付位置(cm)	軸力 N(KN)	充填率 γ (%)	載荷方法
0-1	25.48	0.435	28.812	0.277	-	-	-	298.408	-	1回繰
1-1	22.54	0.437	30.245	0.283	1.258	0.113	30	278.110	14	1回繰
1-2									30	
1-3									49	
2-1	25.07	0.576	28.714	0.278	2.245	0.221	-	386.483	9	1回繰
2-2									17	
2-3									28	
2-4									48	
3-1	25.07	0.577	31.246	0.287	2.263	0.169	30	421.187	17	1回繰
3-2							-		28	単調
3-3	20.00						335.059	34	1回繰	
3-4								-		34
4-1	25.00	0.573	28.028	0.285	2.538	0.222	49	373.747	28	単調
4-2	20.00						22	298.132	34	1回繰
4-3							61		34	3回繰

Keywords: concrete-filled tubular steel column, ultimate strength, local buckling

* 〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 2-16-12 カ丸ビル

** 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山

基部周辺で発生した。

4. 最大耐力推定方法

ここでは、以下のパラメータを用いて鋼製橋脚の最大耐力を推定する。

$$M^* = \frac{P_{\max} L_0}{Et_0^3 \sqrt{1 - n_j}}$$

$$Z^* = \frac{Z \sigma_y \sqrt{1 - n_j}}{Et_0^3}$$

ここで $P_{\max}$ は実験での最高荷重、 L_0 は載荷点から鋼管の局部座屈発生位置点までの距離、 Z は全塑性モーメント、 σ_y は降伏応力、 t_0 は等価板厚、 E はヤング率、 n_j は軸力比である。ただし、これらはコンクリートの影響を無視し、鋼管のみの値である。上式において、コン

クリート上面で鋼管の局

部座屈が発生した場合に

は、その個所の鋼管断面についてパラメータを計算する。一方、コンクリート充填部において鋼管の局部座屈が発生した場合には、等価板厚を計算する必要がある。等価板厚とは、鋼管の局部座屈発生地点において、コンクリート充填鋼管の終局曲げモーメントと、それと同じ直径を有する中空鋼管の終局曲げモーメントを求め、両者の終局曲げモーメントが一致する時、中空鋼管の板厚を等価板厚と呼ぶ。なお、終局曲げモーメントの求め方については、紙面の都合上省略する。このようにして計算したパラメー

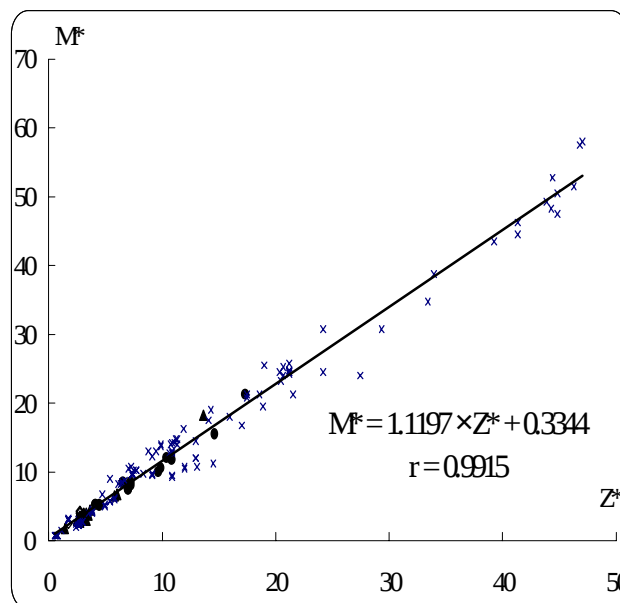


図-1 最大耐力の推定

表-1 実験結果と最適充填率

供試体	実験結果			等価板厚	最適充填率		
	最大耐力	最高変位	座屈発生	t_0	最適	座屈発生位置	
No.	$P_{\max}(\text{KN})$	$\delta_{\max}(\text{cm})$	距離 (cm)	(cm)	充填率 γ (%)	実験	予想
0-1	190	0.863	10	-	-	-	-
1-1	158	1.447	22	0.550	22.3	上	上(○)
1-2	173	1.948	10			下	下(○)
1-3	182	2.023				下	下(○)
2-1	248	1.302	13	0.708	21.2	上	上(○)
2-2	268	1.759	10			下	上(×)
2-3	266	1.843				下	下(○)
2-4	306	2.617				下	下(○)
3-1	282	3.036	35	0.714	21.5	上	上(○)
3-2	304	3.340	40			中	下(×)
3-3	204	7.887	10	0.723	23.4	下	下(○)
3-4	193	2.260				下	下(○)
4-1	310	3.138	55	0.690	21.6	上	下(×)
4-2	194	4.034	24	0.706	22.7	中	下(×)
4-3	198	3.063	10			下	下(○)

タを用いて、本実験結果と既往の実験結果を整理したものを図-1に示す。なお図-1には、コンクリート充填鋼管と無充填鋼管の結果が混在している。相関係数は0.9915であり、本方法の妥当性が認められる。

5. 最適充填率

本報告での最大耐力推定法を用いて、コンクリート充填鋼管基部で局部座屈が発生する横力と、コンクリート上面で局部座屈が発生する横力とが等しくなるようなコンクリート充填率を求め、これを最適充填率としている。本実験により得られた最適充填率

の結果を表-1に示す。さらに、鋼管の座屈発生位置を予想し、実験結果との比較も示した。これより、4体を除く10体において、予想が正しいことがわかる。

6. 参考文献

- 1) 岸・佐藤・小枝・小室・小野：第2回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計の応用に関する論文集，1998。
- 2) 森下・青木・鈴木：構造工学論文集，Vol. 46A，2000。
- 3) 折野・井浦：第3回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計の応用に関する論文集，2000。