

I - B 183

コンクリート充填円形鋼製橋脚の実験

東京電機大学 学生員 石澤 俊希* 折野 明宏*

東京電機大学 正会員 井浦 雅司*

1. はじめに

矩形断面鋼製橋脚においては、座屈時にフランジあるいはウェブが内側へ変形することから、内部にコンクリートを充填することにより耐荷力や塑性率が高くなる事が指摘されている¹⁾。一方、円形鋼製橋脚においては、座屈形状の多くは象の脚タイプであり、変形は外側へ生じることから、内部にコンクリートを充填することの意義はそれほど明確にされていない^{2,3)}。本報告では、コンクリートを部分的に充填した円形鋼製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、コンクリート充填率を変えた実験を行い、コンクリート充填が円形鋼製橋脚の挙動に与える影響について検討を行った。

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4)を参照されたい。

供試体は円形鋼製橋脚をモデルにしたものであり、3体の供試体(供試体 No B-1,2,3)を用いた。なお、供試体 A-1 は 1996 年の東京電機大学で行った実験供試体である。すべての供試体において、ダイヤフラムを基部から 30cm、

の所に添付した。さらに、供試体 No B-1,2,3 には、それぞれ載荷点から基部までの長さの 15, 30, 50%のコンクリートを中詰めした(図1)。鋼の材料は全て SS400 であり、実験前に行った材料試験の結果を表1に示す。なお表中 γ はコンクリート充填率(%)を示している。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(直径 10cm, 高さ 20cm)を 8 体作成し圧縮試験、及び割裂試験による引張り試験を行った。その試験結果の平均値を表2に示す。

実験は、一定軸力を全断面塑性軸力の 15% を作用させ、横力を変位制御で載荷させて行った。横力は降伏変位 δ_y を基準とした正負交番 1 回漸増繰り返し載荷とした。

3. 実験結果と考察

横力と横力載荷点の変位をそれぞれ縦軸と横軸とした実験結果を図2に示す。座屈の発生位置は、A-1 は基部から 10cm, B-1 はコンクリート最上部の所で基部から 20cm, B-2,3 は A-1 と同様に基部から 10cm の位置に発生した。

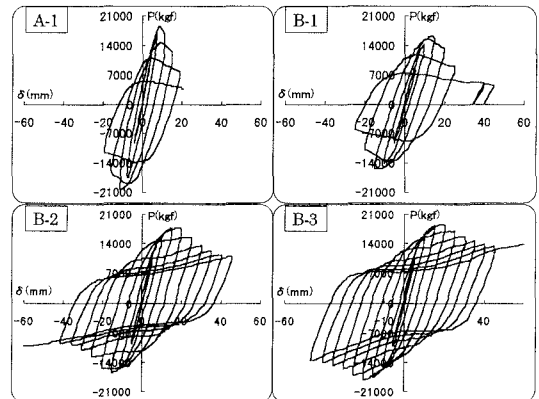


図2 実験結果(横力-変位 関係)

図2より、コンクリート上部で座屈が発生した B-1 は、コンクリートを充填していない A-1 と似たような履歴曲線を示し、座屈後のループには負の剛性が見られる。しかし、コンクリート充填部で座屈が発生した B-2,3 は、圧縮領域におけるコンクリートの効果により座屈後のループにおいて

表1 供試体の材料特性と実験方法

供試体 No	材料特性				実験方法 γ
	板厚 t (mm)	ヤング率 E	降伏応力 σ_y	ポアソン比 ν	
$\alpha-1$	0.435	2.1×10^6	2940	0.277	0
$\beta-1$	0.437	2.1×10^6	3086	0.283	15
$\beta-2$	0.441	2.0×10^6	3095	0.279	30
$\beta-3$	0.441	2.0×10^6	3095	0.279	50

 σ_y, E の単位 (kgf/cm^2)

表2 材料特性

応力 (kgf/cm^2)	
引張り	圧縮
12	128

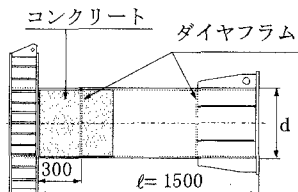


図1 供試体

Key Words : 円形鋼製橋脚, コンクリート充填, 最大耐力

* 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学理工学部建設工学科 Tel 0492-96-2911

も負の剛性は見られない。

4. 最大耐力の評価

コンクリートを充填した円形鋼製橋脚の最大耐力を推定するに当たり、中空断面を対象とした文献⁵⁾で提案されている以下のパラメーターを使用する。

$$M_m = \frac{P_{max} L}{Et^3 \sqrt{1-n_j}} \quad M^* = \frac{Z \sigma_y \sqrt{1-n_j}}{Et^3} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 L は任意点から載荷点までの距離、 E はヤング率、 Z は塑性断面係数、 σ_y は鋼の降伏応力、 t は母材板厚、 n_j は軸力比である。式(1)はコンクリート充填断面に対しては直接適用できないため、以下のようにパラメーターを修正する。まず、コンクリート充填円形鋼製橋脚の座屈形状は図4に示す2通りが考えられる。即ち図4(A)に示すようにコンクリート上面に座屈が発生するType Aと、図4(B)に示すように基部から約10cmの所で座屈が発生するType Bである。Type Aの場合には式(1)において $L=l-l_e+e$ （但し、ここでは $e=10\text{cm}$ ）と置きかえるだけで良く、それ以外の変更はない。Type Bの場合には、以下に示すように鋼の板厚と橋脚の高さを変換する。

$$t=t_c+t^* \quad L=l \times \left(1 - \frac{\gamma}{1000}\right) \quad \dots\dots (2)$$

ここに t_c は鋼板の板厚、 t^* はコンクリート換算板厚で以下のように求める。

まず、コンクリート部の応力分布を全断面塑性とし、これによる中立軸に関するモーメント M_c を計算する。次に円管内側に配置された板厚 t^* の仮想鋼板を考え、この仮想鋼板の外縁が降伏応力に達する時のモーメントが M_c になるように板厚 t^* を決定する。

本実験ではB-1がType Aに、B-2,3がType Bに相当しそれぞれの場合におけるパラメーター M_m 、 M^* を計算し整理した結果を図3に示す。なお図3には既往の中空断面円形鋼製橋脚の実験結果も併せて載せてある。

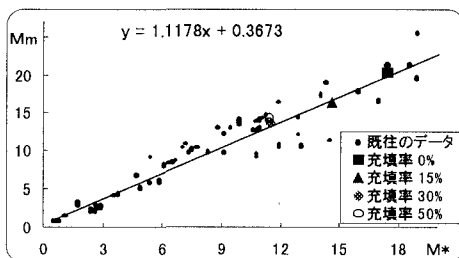


図3 コンクリート充填橋脚の最大耐力

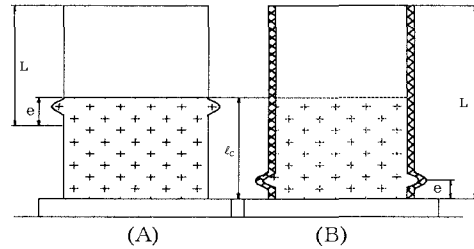


図4 座屈発生位置 単位(c m)

5. 最適コンクリート充填率の算定

コンクリート充填円形鋼製橋脚では、コンクリート充填率より図4に示すような2通りの座屈発生個所が考えられる。ここではこの座屈発生個所に付いて考える。

4章で提案した方法によりコンクリートが充填された場合の最大耐力がType A、Type Bそれぞれについて計算でき、この内小さい方の最大耐力に相当する座屈パターンが実際に生じるものである。本実験結果における最大耐力を回帰曲線の式に基づき計算した結果を、表3に示す。これより、充填率15%の場合にはType A、充填率30,50%の場合にはType Bの座屈パターンとなる。これは、本実験結果と一致している。更に、本実験の供試体において、Type AとType Bの座屈荷重が一致する充填率を計算すると、約20%である。

表3 コンクリート充填率と座屈位置の関係

γ %	Type A Pmax(kgf)	Type B Pmax(kgf)
15	16472.64	17365.42
30	19956.18	17810.78
50	27138.82	18198.34
20	17567.16	17574.70

6. まとめ

本研究では、コンクリート充填円形鋼製橋脚の最大耐力や座屈発生個所の推定に著者等が提案したパラメーターが有効である事を示した。しかしながら、実験供試体の数が少ないため、これらのパラメーターの有効性については今後とも検討の余地が残されている。

[参考文献]

- 1) 葛,宇佐美:土木学会論文集 No.513/I-31,PP77-88,1995.
- 2) E.Watanabe,K.Sugiyama and W.O.Oyama:土木学会第52回年次学術講演会,PP144-145,1997.
- 3) 岸ら:第2回鋼構造物の非線形数値解析と耐震設計への応用に関する論文集,PP185-192,1998.
- 4) 井浦,熊谷,小牧:土木学会論文集 No.556/I-38, PP107-118, 1997.
- 5) 石沢:東京電機大学理工学研究科修士論文要旨集, 1998.