

V-497

プレキャストセグメントと鋼管からなる合成構造橋脚の
ねじり係数に関する一考察

三井建設(株) 正会員 篠崎 裕生
三井建設(株) 正会員 渡辺 宗樹
三井建設(株) 正会員 三上 浩

1. はじめに

著者らは、高橋脚の省力化施工を目的として、外面リブ付き鋼管、プレキャストコンクリートセグメント(以下、プレキャストセグメント)および中詰めコンクリートからなる合成構造橋脚工法を考案した。本合成構造橋脚は主補強材として鉄筋の代わりに鋼管を用いていること、一般部は鋼管配置位置で円形の中空を有すること、またプレキャストセグメントは施工上橋脚軸方向に継ぎ目が生じることなど通常のRC構造とは大きく異なる構造を有する。本橋脚のねじりに対する特性を考えた場合、鋼管位置の中空やプレキャストセグメント部材の継ぎ目がねじり抵抗を低下させる要因となり得る可能性がある一方で、鉄筋と異なり鋼材が面的に分布するリブ付き鋼管が受け持つせん断力は大きく、相対的に鋼管が受け持つねじり抵抗が大きくなることが考えられる。本研究は、合成構造橋脚柱のねじり係数に関して鋼管位置の中空部分、プレキャストセグメントおよびリブ付き鋼管のそれぞれが与える影響について弾性FEM解析により基礎的な検討を行ったものである。

2. 解析の概要

解析は高さ40mの連続ラーメン橋脚を想定して本合成構造柱の適用を検討した場合の断面について行った。実施工においてプレキャストセグメントの路上運搬を考慮すると、合成構造柱の大きさが制限され1橋脚が2柱式となるが、解析はその内の1柱断面(図-1)を対象とした。一般的にラーメン橋梁に橋軸直角方向の外力が作用した場合、橋脚にはねじりと同時に曲げあるいはせん断力が作用するが、ここではねじりの問題にのみ着目した。また、上部工自重による軸力およびプレキャストセグメントの4隅の丸みは無視した。

解析モデルを図-2に示す。ねじり荷重はねじり中心となる断面図心線上の各節点でx,y方向の変位を拘束し、橋脚上下端面の縁にそれぞれ相反する方向に等しい量の節点荷重を加えるものとした。モデルの高さは長辺の4倍とし、プレキャストセグメントと中詰めコンクリートおよび中詰めコンクリートと鋼管の付着は完全とした。なお、解析において中詰めコンクリートとプレキャストセグメントの弾性係数は等しく、鋼管はこれらの約6.8倍の弾性係数を有するものとした。このモデルを用いた中実断面の解析(No.0)では、ねじりモーメントと最大せん断応力、およびねじりモーメントと回転角の関係が理論値¹⁾²⁾とよく一致することを確認した。ねじり係数 K_t は式①により算出した。

$$K_t = M / \tau_1 \cdots \cdots \textcircled{1}$$

ここに、 M はねじりモーメント、 τ_1 は長辺の中央点(図-2、解析モデル参照)でのせん断応力である。表-1に解析ケースを示す。プレキャストセグメントの継ぎ目があるケースは、ねじりに対するプレキャストセグメントの負担を無視した。すなわち、モデルの断面寸法をプレキャストセグメントの厚さ(30cm)分だけ小さくした。また、鋼管のモデル化は板要素で行った。No.0は外寸法がNo.1,2と同じで、中実断面で行った比較用の解析ケースである。

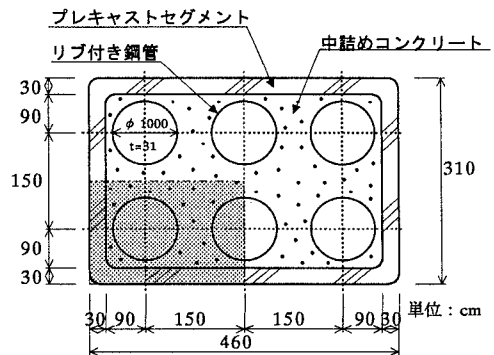


図-1 橋脚断面図

2. 解析結果

図-2に解析結果として中央断面の1/4部分（図-1の塗りつぶし部）のせん断応力分布を示す。せん断応力値は無次元化し、等応力線として表示した。

No. 0 の中実断面では各辺の中央部付近で高いせん断応力を示し、断面の図心近傍および4隅ではほとんどせん断応力が生じていない。鋼管位置で中空部分を有する No. 1 では断面の薄くなる部分（図中点 A～C）にせん断応力が集中する傾向が見られた。また、A 点のせん断応力は No. 0 と比較して約 1.8 倍の値を示し、中空部分の影響が大きいことを示した。一方、鋼管を板要素でモデル化した No. 2 では中空部分の影響はそれほど顕著ではなくなり、せん断応力の分布形状は滑らかになるとともに、A 点のせん断応力は中実断面の場合の 1.2 倍程度に抑えられた。

No. 3 でプレキャストセグメント部分を削除した場合には、A～C 点でのせん断応力の集中は No. 1 よりも顕著になり、A 点でのせん断応力は No. 0 の約 5.6 倍となった。しかし、この場合にも No. 4 のように鋼管をモデル化すると、せん断応力分布は大きく変化し、A～C 点のせん断応力は著しく低下した。

表-1 に各ケースにおけるねじり係数を示す。ねじり係数は鋼管位置で中空部

分が存在することおよびプレキャストセグメントを無視することにより、低下する傾向が見られた。また、鋼管をモデル化することでこれらの要因によるねじり係数の低下をかなり改善させる傾向も見られた。

3. まとめ

弾性解析により、本橋脚断面のねじり荷重によるせん断応力分布は、鋼管位置の中空部分やプレキャストセグメント、鋼管の有無により大きく変化する傾向が見られた。また、各材料間の付着は完全であるという条件の下で、リブ付き鋼管が橋脚のねじり係数を増加させる傾向が見られた。これらの結果は弾性解析の範囲で得られた傾向であるため、本論文においては各解析ケースの比較を式①で定義したねじり係数を用いて行ったが、構造物の安全性を議論する場合にはひびわれ発生後の挙動および耐力レベルの把握が重要となる。従って、今後は材料非線形性を考慮した解析等を通して鋼管のねじり耐力への寄与、プレキャストセグメントの継ぎ目の影響等を把握し設計への妥当な反映ができるようさらに検討を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 技報堂出版：第二版 応用力学、1987.3
- 2) 二羽 淳一郎、松貝 勇、守屋 紀和：ねじりを受ける R C 棒部材に関する解析的研究、土木学会論文集、第 420 号、1990.8

表-1 解析結果

解析ケース	プレキャストセグメント の継ぎ目	鋼管	ねじり係数 (K_t)
No. 0	—	—	9.98
No. 1	無	無	5.54
No. 2	無	有	7.99
No. 3	有	無	1.77
No. 4	有	有	4.34

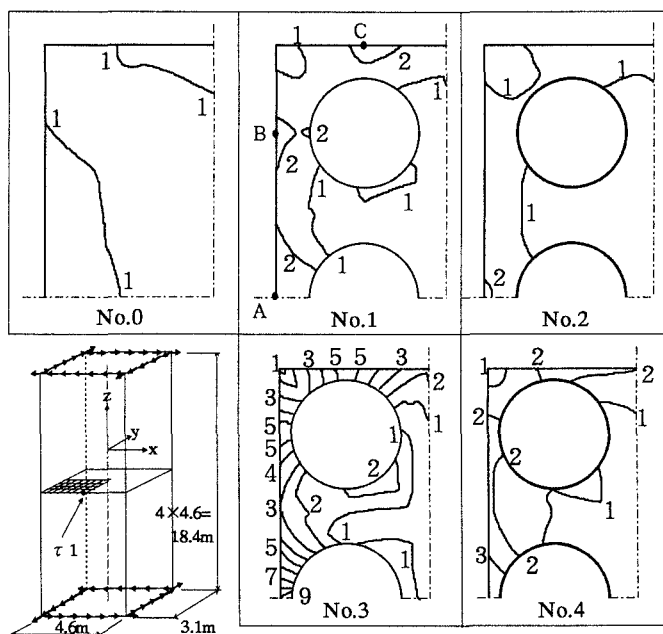


図-2 解析モデルおよびせん断応力分布