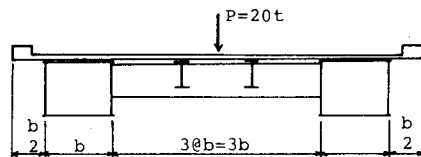


福井高専 正員 佐々木 孝
大阪大学 正員 小松 定夫

1. まえがき 合成箱桁橋として、図-1に示すような箱型断面の主桁とI型断面の縦桁、横桁からなるものを考えると、主桁と縦桁との間に、剛性の相違が相当大きくなり、床版の設計曲げモーメントが問題になってくる。道路橋示方書では、床版支持桁の剛性が著しく異なる場合には別にこれを求める事になっている。文献1)では箱断面の主桁を用いた場合の床版曲げモーメントを求める式を与えている。これは床版支持桁が不等沈下しない場合の曲げモーメントを道路橋示方書の式から求め、次に、床版支持桁の不等沈下による付加曲げモーメントを格子桁理論により求めて、これらの和を用いるものである。ここでは図-1に示すような不完全合成箱桁橋について、主桁の単位長さ当りのすれ止めのバネ定数に関する無次元量である、フレキシビリティ定数をパラメーターとして、有限要素法により数値計算を行なう。そして、フレキシビリティ定数と床版支間の最大曲げモーメントとの関係を調べる。次に、非合成の場合について、パラメーター解析を行なって、床版の設計に必要となる床版の最大曲げモーメントを求める近似式を導く。

2. 床版曲げモーメントとフレキシビリティ定数 S との関係

図-1に示すような断面を持つ、支間60m、縦桁間隔 $b=2.5$ mの不完全合成箱桁橋について、有限要素法を用いてパラメーター解析を行なった。解析法は文献2)と同じものである。パラメーターにはフレキシビリティ定数 S を用いた。 S はすれ止めの寸法と配置により定まるもので、0~5の間で変化させた。 $S=0$ 及び5はそれぞれ、完全合成と非合成の場合に相当する。荷重は支間中央断面の床版中央(図-1)に20tの集中荷重を載荷した。図-1に示した I_m, I_g, I_s, GJ はそれぞれ、主桁、縦桁、横桁の断面2次モーメントと主桁のおり剛性を示す。コンクリートの弾性係数とポアソン比はそれぞれ、 $0.3 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ と $1/6$ を用いた。載荷点における橋軸直角方向と橋軸方向の床版曲げモーメントをそれぞれ、 M_x, M_y とし、 $S=5$ の場合の値をそれぞれ、 M_{x5}, M_{y5} として、 M_x, M_y の値と M_{x5}, M_{y5} に対する比、 $M_x/M_{x5}, M_y/M_{y5}$ を表-1に示す。これを見ると、 S の変化に対して、 M_x の変化は比較的少なく、 $S=5$ の場合の値を用いるのが良いと考えられる。一方、 M_y の値は S に相当影響されるが、やはり、 $S=5$ の場合の値を用いれば安全側となる。



$$I_m = 1228 \times 10^4 \text{ cm}^4, I_g = 50 \times 10^4 \text{ cm}^4 \\ I_s = 30 \times 10^4 \text{ cm}^4, GJ = 881 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2 \\ b = 2.5 \text{ m}, L = 60 \text{ m}$$

図-1 合成箱桁橋のモデル

表-1 床版曲げモーメント

S	M_x	M_x/M_{x5}	M_y	M_y/M_{y5}
0.00	2451	0.913	1608	0.845
0.25	2447	0.912	1583	0.832
0.50	2435	0.907	1508	0.793
0.75	2421	0.902	1408	0.740
1.00	2422	0.902	1352	0.711
1.50	2497	0.930	1473	0.775
2.00	2580	0.961	1657	0.871
3.00	2654	0.989	1831	0.963
5.00	2683	1.000	1901	1.000
	(kg·m/m)		(kg·m/m)	

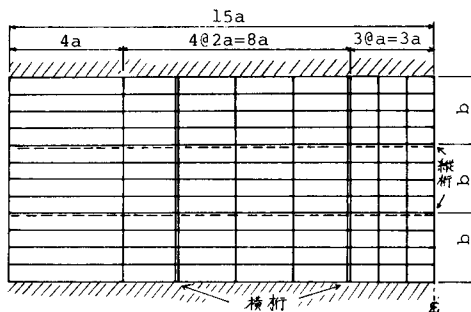


図-2 要素分割

3. 橋軸直角方向の床版曲げモーメント

図-1と同じような構造モデルについてパラメーター解析を行なった。計算法は前節と同じであるが、非合成の場合を考えた。計算に用いたパラメーターは縦桁間隔 b 、支間 L 、主桁と縦桁の断面2次モーメントの比 $\beta (=I_m/I_s)$ 、横桁の断面2次モーメント I_g で、 b は2.0m、2.5m、3.0m、 L は30、40、50、60、70m、 β は30、50、75

100, 150, I_g は 1×10^5 , 3×10^5 , 5×10^5 , 10×10^5 , 20×10^5 , 30×10^5

cm^4 と変化させた。中間横桁は図-2 に示すように、支間中央に配置されないようにして4本を等間隔に配置した。その為、横桁間隔 l_g は支間長の各場合について、6, 8, 10, 12, 14m と変化させた事になる。主桁の断面2次モーメント及びねじり剛性は表-2 の値を用いた。要素分割は図-2 に示す通りで、図中の

—線及び—線の位置にそれぞれ、横桁と縦桁が配置されており、上下の斜線部分に主桁が配置されている。荷重は道路橋示方書による後輪荷重のみを考え、 $50 \times 20 \text{ cm}$ の載荷幅で床版厚22cm, 鋪装厚7cm として、床版中立面に45度の角度で分散すると仮定した。図-3 は橋軸直角方向の床版曲げモーメント M_x の代表的なモーメント図を示したもので、荷重は道路橋示方書に従って、2台分の輪荷重を載荷し、その一輪が床版支間中央(点A)に配置されるようにした。これを見ると、 M_x の値は点Aにおいて最大値を、点B(床版端部)において、絶対値が最大になる。この事から点AとBに着目して、これらの点における M_x の影響線を描くと図-4 のようになる。これより、点A, Bの M_x の値は1台より2台の輪荷重を考えた方が大きくなる。そこで点A, Bの M_x が最も大きくなるような荷重をそれぞれ、Case A, Case Bとして、図-3, 4の中に示す。パラメーター解析の結果について、縦軸に、

$$y = M_x / \{30T(2.5b/b_0)^B\} \quad \text{を取り、横軸に、}$$

$$x = \log\{(I_q/I_{q0})^A(10/B)^c\} + 35, c = 16(b/b_0)^2 \quad \text{を取る。}$$

ここに、Tは輪荷重の4倍で32t, b_0 は基準縦桁間隔で2.5m, I_{q0} , I_{s0} はそれぞれ、横桁、縦桁の基準断面2次モーメント $3 \times 10^5 \text{ cm}^4$ とする。支間Lの各場合について、上ずのA, Bに適当な初期値を代入して、90個の解析結果をプロットし、最小2乗法によりxに関する2次の近似曲線 $f(x)$ を求める。次に、プロットされた点と $f(x)$ との標準偏差GLを求め、くり返し計算によりGLが最小になるようなA, Bを求める。L=30mの荷重Case Aについて、求められた近似曲線とプロットされた点との関係を図-5に示す。これより、 M_x は次式で与えられる。

$$M_x = (ax^2 + dx + e) \{30T(2.5b/b_0)^B\},$$

$$x = \log\{(I_q/I_{q0})^A(10/B)^c\} + 35, A = f\bar{x}^2 + g\bar{x} + h, \bar{x} = 5(b/b_0)^3$$

$$B = -.339\bar{x}^2 + 1.133\bar{x} - .295, \bar{x} = L_q/L_{q0}, c = 16(b/b_0)^2,$$

$$a = 1.282E-5, d = -3.327E-3, e = 1.048, f = -.333, g = 6.004$$

$$h = -5.992, L_{q0} = 10m, GL = .0194, T = 32t$$

参考文献 1) 床版支持桁の不等沈下による床版の設計, 日本橋梁建設協会。 2) 小松, 佐々木: 不完全合成箱桁橋の弾性挙動と合成効果係数減係数, 第39回年講概要集。

表-2a 主桁の断面2次モーメント

b\I	30	40	50	60	70 (m)
2.0	555	730	987	1229	1496
2.5	655	852	1157	1436	1748
3.0	755	973	1326	1645	2000
(m)				($\times 10^4 \text{ cm}^4$)	

表-2b 主桁のねじり剛性

b\I	30	40	50	60	70 (m)
2.0	561	789	955	1075	1261
2.5	794	1105	1358	1541	1813
3.0	1044	1438	1789	2046	2413
(m)				($\times 10^{10} \text{ kg} \cdot \text{cm}^2$)	

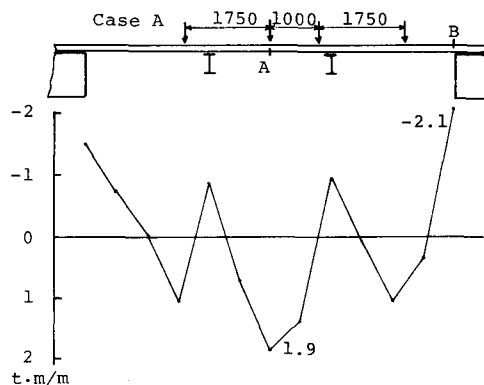


図-3 M_x のモーメント図

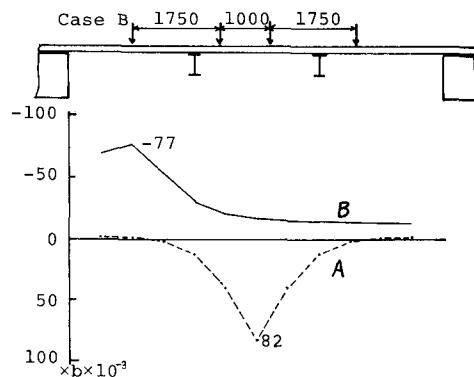


図-4 M_x の影響線

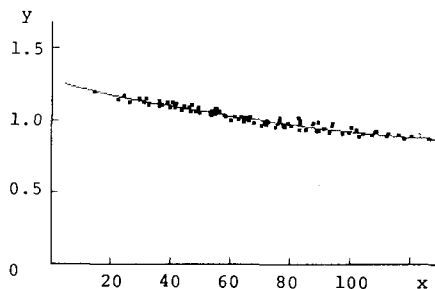


図-5 M_x の近似式と計算結果との比較