

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 道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷が問題になると共に、鉄筋コンクリート床版の設計曲げモーメントの問題もいろいろと指摘され、現在の道路橋示方書にも、その一部が取上げられ改良されている。しかし、床版の損傷の問題は相変わらず残っており、53年4月には建設省通達により、新たに床版厚を増加させるように指示されている。床版破損の対策として、床版を厚くし、鉄筋量を増加させる事が考えられるが床組を用いて床版の支間を小さくする事も良策と考えられる。その場合に、床版の設計曲げモーメントを求める計算式が問題になって来る。道路橋示方書においては、床版支持桁の剛性が著しく異なる場合には別に求めるようになっている。上の通達においても、床版支持桁の変形による付加曲げモーメントを考慮する事になっている。床版支持桁の不等沈下による床版の付加曲げモーメントについて、文献1)～3)では、これを求める計算図表が与えられており、文献4)では計算式が与えられている。解析方法はA. W. Hendry & L. G. Jaegerの理論、版理論、格子理論なども用いている。これらはいずれも床版支持桁が不等沈下しない場合の床版曲げモーメントを求め、床版支持桁の不等沈下による付加曲げモーメントを求めて、これらを加え合せて、設計曲げモーメントを求めようとしたものである。我々は主桁、床組の変形を始めから考慮して、床版の設計曲げモーメントを求める計算式を作るために、有限要素法を用いてパラメータ解析を行なった。その結果、横桁、縦桁の断面2次モーメントと縦桁間隔、横桁間隔を用いて、橋軸直角方向の床版曲げモーメントを求める計算式を作成した。

2. パラメータ解析 計算の対象とする構造は図-1に示すようなもので、主桁間隔を2車線に対応するように6.00とし、その間に縦桁が2本～4本、等間隔に入るものとする。中間横桁は2本と4本の2通りの場合を考え、その間隔も2.68～7.38の間で変化させた。これらの各場合について、曲げ格子剛度 α も0.1～1.0の間で変化させ、 $\beta = I_m / I_p$ (I_m :主桁の断面2次モーメント、 I_p :縦桁の断面2次モーメント)なるパラメータ β を定義して、 β も10～50の間で変化させた。図-2は床版の要素分割を表し、斜線の部分を再分割して床版曲げモーメントを計算した。輪荷重は後輪のみを考え、2車線の後輪荷重を道路橋示方書に従って間隔を定めて、図-2のように支間中央に載荷し、舗装厚を7cm、床版厚を20cmとして、床版中立面に45°の角度で分散するとした。床版と鋼桁との関係は、床版が鋼桁から鉛直反力のみを受けるとし、鋼桁のたわみ角と床版の同一方向のたわみ角が一致すると仮定した。又、鋼桁と床版のずれは考えない。床版には、せん断変形を考慮した直交異方性の平板曲げ要素を用い、鋼桁には棒要素を用いた。

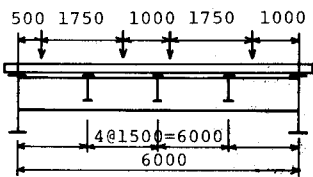


Fig.1 Cross section

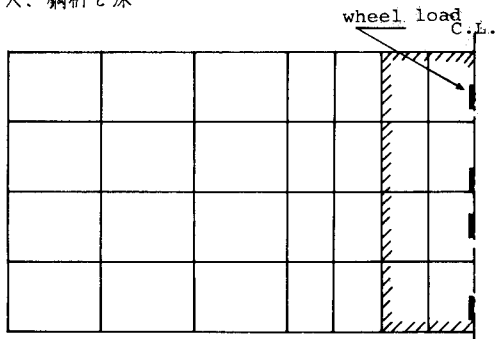


Fig.2 Finite element mesh

3. 計算結果と考察

縦桁間隔1.20、横桁間隔4.00、支間12.00の場合について、横軸に曲げ格子剛度 α を取り、縦軸に $M/(T/b)$ (M_x :橋軸直角方向の床版曲げモーメントの最大値、 T :後輪荷重 $\times 4 = 32$, b :縦桁間隔)も取ったものを図-3に示す。図-4は横軸に $r = (I_o/I_{oo}) \times (I_p/I_{po})$

(I_a, I_s : 横断および縦断の断面2次モーメント, I_{a0}, I_{s0} : 横断および縦断の基準断面2次モーメントで
 $I_{a0} = 250,000$, $I_{s0} = 80,000$ とする), を取り, 縦軸に $M_x/(T\sqrt{bL_a})$, (L_a : 横断間隔), を取, たものである。

図-5は $L_a = 7.38$ の場合である。 図-3を見ると、パラメータ β によ、て線が明瞭に分かれているが、
 図-4, 5のように座標を取ると、 $r < 0.5$ の領域では少々ばらつきがあるが、 $M_x/(T\sqrt{bL_a})$ は r^2 に比例して減
 少し、 $r \geq 0.5$ の領域において、 $M_x/(T\sqrt{bL_a})$ は r に比例して減少している。 このように、 $r < 0.5$ の部分で
 は $M_x/(T\sqrt{bL_a})$ の値の変化が大いので、縦断、横断の設計において、 $r \geq 0.5$ の部分をとれば、橋軸直角方向
 の床版曲げモーメント M_x が近似式で与えられる。 図-4, 5などの縦軸を y , 横軸を x とし、求める近似式
 を $y = ax + b$ とする。 $x \geq 0.5$ の部分の計算値について、最小自乗法を用いて a, b を求めたもの
 を表-1に示す。 表-1は横断間隔 $L_a = 2.68 \sim 7.38$ の $\sqrt{b}$ の1.1~1.8までの場合について、 a, b を求めたも
 ので、 R の列は相関係数、 $Av.$ の行は平均を表わしたものである。 この $Av.$ の行の a, b を上式に用いると、
 式(1)が得られる。

$$y = -0.0023x + 0.025 \quad (1)$$

図-6は式(1)を実線で示し、表-1の中の
 $\sqrt{b}$ の1と1.8を長線で示したもので、表-1
 の $\sqrt{b}$ の2~1.8はこの実線の間に入る。
 式(1)より M_x は式(2)で表わされる。

$$M_x = 32,000 \times \sqrt{bL_a} (-0.0023x + 0.025) \\
= 32 \sqrt{bL_a} (-2.3x + 25) \quad (2)$$

ここで b, L_a は米の単位を使う。

参考文献

- 1) 国広, 井川, 伊藤: 床版支持桁の不等
 沈下によ、て生ずる床版の曲げモーメン
 ト計算図表 その1
 土木研究所資料 771号
- 2) 国広, 井川, 森: 同上 その2
 同上 875号
- 3) 佐伯, 高野, 平山: 同上 その3
 同上 1338号
- 4) 床版支持桁の不等沈下による床版の設計
 法 阪神高速道路公団

Tab. 1

No.	L_a	a	b	R
①	2.68	-0.0025	0.027	-0.86
2	3.36	-0.0021	0.025	-0.83
3	4.00	-0.0025	0.025	-0.96
4	4.62	-0.0021	0.024	-0.93
5	5.00	-0.0029	0.025	-0.95
6	5.50	-0.0022	0.024	-0.93
7	6.50	-0.0022	0.024	-0.93
8	7.38	-0.0022	0.023	-0.93
Av.	4.88	-0.0023	0.025	-0.92

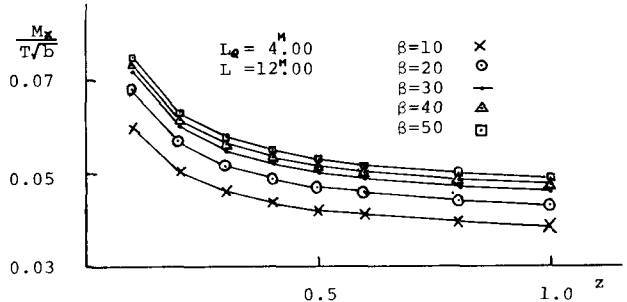


Fig. 3 Maximum bending moment M_x

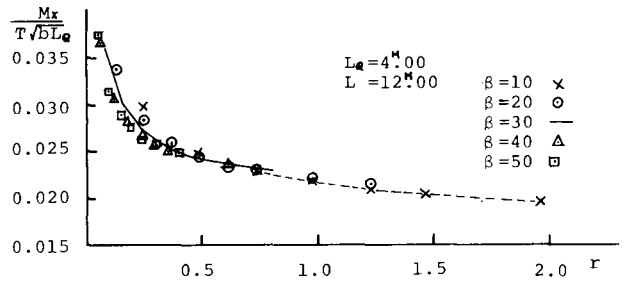


Fig. 4 Maximum bending moment M_x

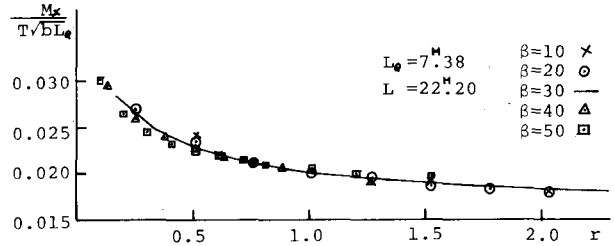


Fig. 5 Maximum bending moment M_x

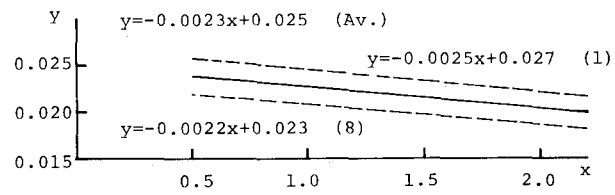


Fig. 6