

多主桁橋の床版応力に関する一考察

北海道大学工学部 正員 芳村 仁
 北海道大学工学部 正員 葦沢 憲吉
 北海道開発局土木試験所 正員 関口 信一郎

1. はしがき

道路橋示方書では、多主桁橋に輪荷重が作用した場合各主桁の間の不等況下はないという仮定のもとに床版の設計曲げモーメント式が求められているが、実際には各主桁の間で不等況下が生じることににより床版に曲げモーメントが生じる。床版を支持する主桁の不等況下の影響については、主桁の本数、支間、剛性など種々の要因がかうみあっているものと思われるが、本論文では多主桁橋を床版要素とI形主桁要素の結合体と考え、主桁の支間、間隔、主桁と床版の相関剛比を主桁の不等況下の要因として取り上げ、それが床版に及ぼす影響について、2, 3の考察を行なった。

2. 解析方法

基本系として、床版要素およびI形主桁要素から成る構造を考え、床版要素およびI形主桁要素の相対する2辺は単純支持、他の2辺は自由とし、横桁は両外主桁との交点で支持されている梁と考えた (Fig 1, Fig 2, Fig 3参照)。

基本系について、床版と主桁の分割面における床版要素の変形をマトリックス表示すると、

$$W_S = F_S N E + p L S$$

ここに、床版の変形マトリックス W_S は、各床版要素の変形マトリックスから成り、

$$W_S = \begin{Bmatrix} W_{S1} \\ W_{S2} \\ \vdots \end{Bmatrix}, \quad W_{Sl} = \begin{Bmatrix} w_{rl} \\ \theta_{rl} \\ w_{ll} \\ \theta_{ll} \end{Bmatrix} \quad l = 1, 2, \dots$$

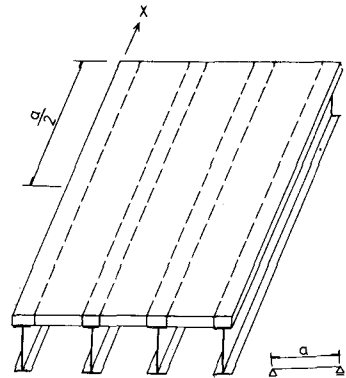


Fig1 解析構造モデル

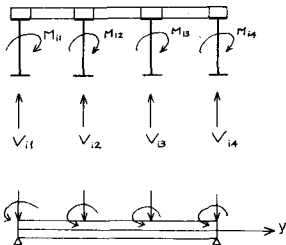


Fig2 基本系と横桁への不静定力の挿入

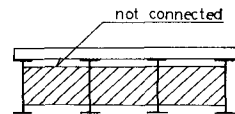


Fig3 横桁の取付位置

分割面に作用する面外力のマトリックス IN_E は、各床版要素の面外力のマトリックス IN_{Ei} ($i = 1, 2, \dots$, 要素番号) より成り、

$$IN_E = \begin{Bmatrix} IN_{E1} \\ IN_{E2} \\ \vdots \end{Bmatrix}, \quad IN_{Ei} = \begin{Bmatrix} Q_{ri} \\ M_{ri} \\ Q_{li} \\ M_{li} \end{Bmatrix}$$

IF_s は床版のたわみ性マトリックス、 PLL_s は外荷重による床版要素の変形マトリックスである。

また、I 形主桁要素の変形をマトリックス表示すると

$$W_G = IF_s IN_E + PLL_s + M_{dm} CG$$

ここに、I 形主桁要素の変形マトリックス W_{Gi} は、各主桁要素の変形マトリックス W_{Gi} ($i = 1, 2, \dots$, 要素番号) より成り、

$$W_G = \begin{Bmatrix} W_{G1} \\ W_{G2} \\ \vdots \end{Bmatrix}, \quad W_{Gi} = \begin{Bmatrix} W_{ri} \\ \theta_{ri} \\ W_{li} \\ \theta_{li} \end{Bmatrix}$$

IF_s は主桁要素のたわみ性マトリックス、 PLL_s は外荷重による主桁の変形、 M_{dm} は

$$M_{dm} = (2Md/a) \sin \alpha_m \alpha_d$$

と表わされ、 M_d 、 α_d は横桁から伝達されるねじりモーメントとその座標、 a はスパン長、 $\alpha_m = m\pi/a$ である。 CG はねじりモーメントによるたわみ性マトリックスである。

横桁を考慮した場合の解析手順は次の通りであり Fig 4 にその流れ図を示す。

①横桁と主桁の交点に作用する不静定力 (以後これを格点力と呼び、Fig 2 に示すように、集中反力と

集中モーメントで表わされる) 及び外荷重による主桁と横桁の交点における主桁の全変形 (たわみ W 、たわみ角 θ) を求め、次に変形後の面外主桁の交点を結んだ 0-0 線からの変形 W_B に修正する。

②横桁を、主桁との交点に格点力 NU が作用する梁と考え、そのときの変形 W_0 を求める。

③主桁と横桁の交点において、スラップ①、スラップ②で求めた変形 W_B と W_0 が適合する。スラップ①で求めた変形 W_B と、横桁の変形 W_0 はその両端においてたわみが合わないで、マトリックスを解くためには 2 本の等式が不足するが、横桁に作用する力の総和は零であり、かつ横桁の支点の曲げモーメントの総和は零であるという条件より、2 本の等式が求まり、マトリックスを解くことができる。

④床版要素と I 形主桁要素の分割面における変形が適合するという条件から不静定力 NE を求める。

3. 数値計算例およびまとめ

数値計算例を Fig 5~Fig 7 に示す。解析モデルはすべて 4 本主桁を有し、荷重は道路橋示方書に規定されている T 荷重 (T-20) の後輪荷重を用いた。Fig 5、Fig 6 は輪荷重 1 個を載荷し、スパン長 $a = 15m$ として、 b および H を変化させた場合の最大曲げモーメントである。 H は主桁と床版の相関剛比 $= E_g I_g / (aD)$ であり、 D は板剛

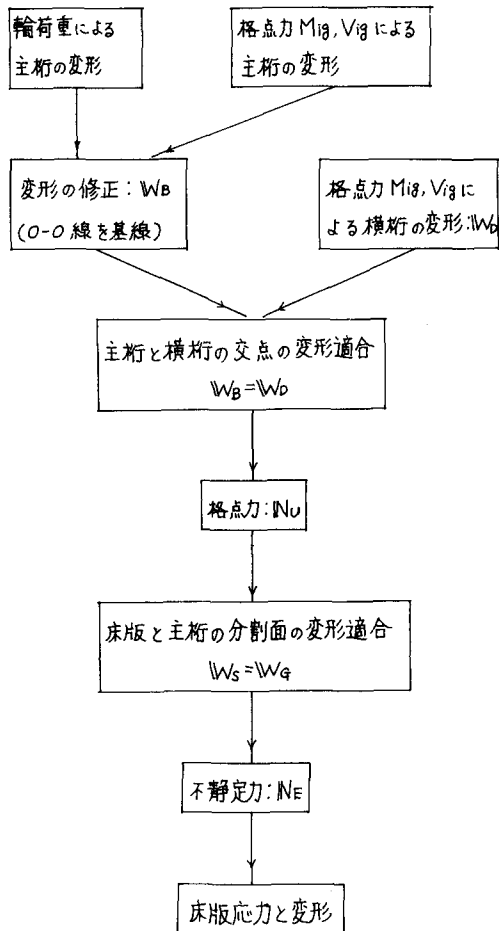


Fig 4. 横桁を有する橋の解析の流れ図

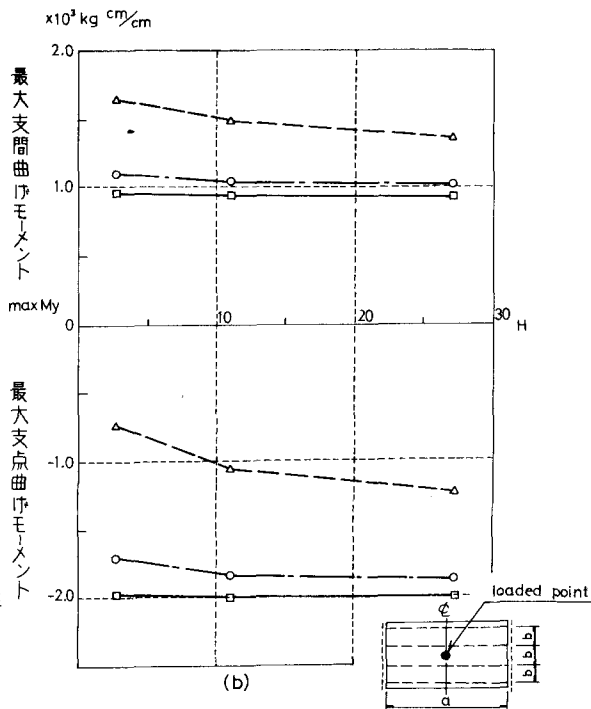
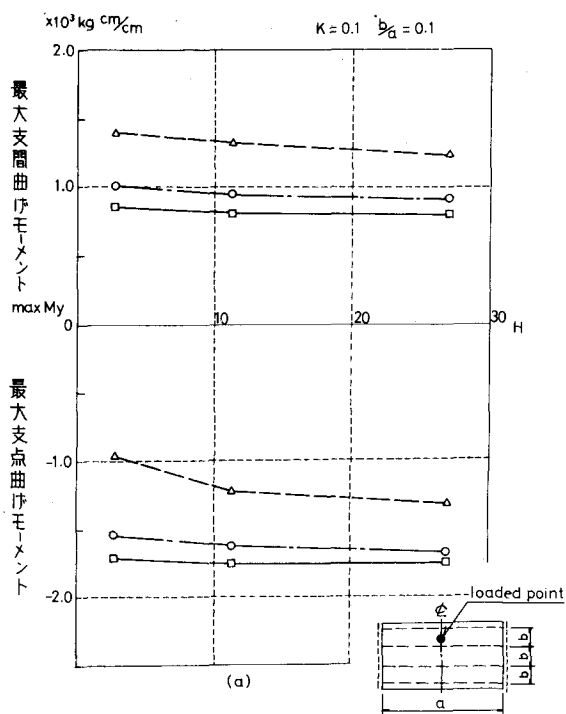


Fig5 最大曲げモーメントと相対剛比の関係

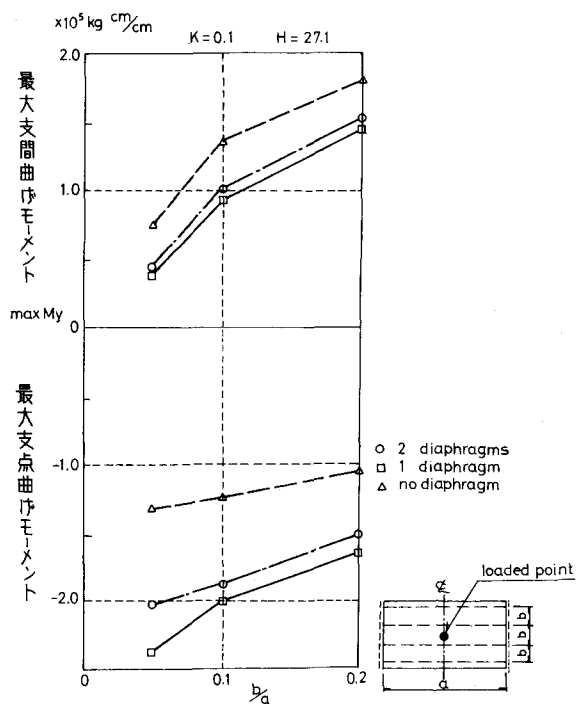


Fig6 最大曲げモーメントと辺長比の関係

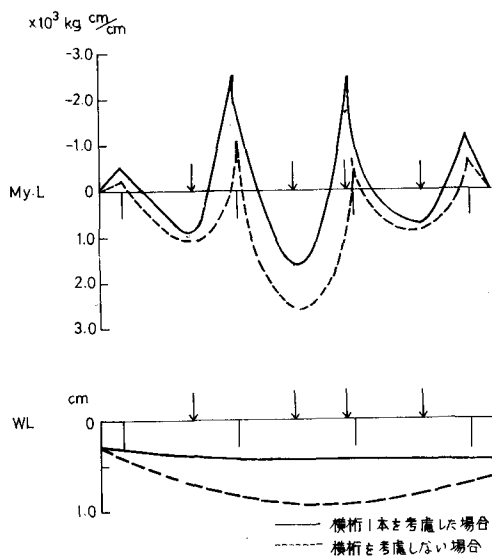


Fig7 横桁の有無による床版の曲げモーメントとたわみの比較

度である。Fig6は実際の橋をモデルにした場合の、横桁の有無による床版の曲げモーメントとたわみの比較図である。輪荷重の位置は道路橋示方書の規定(スパン方向1台、幅員方向無制限)に従った。

一般にHの増加にともない最大曲げモーメントは一定の値に近づく。中間横桁を有する場合は、中間横桁がない場合に比べ床版のたわみは平滑化し、曲げモーメントは支間曲げモーメントが小さく、支点曲げモーメントが大きくなる。

参考文献

S. Sithichaikasem and W.L. Gamble: Effects of diaphragms in bridges with prestressed concrete I-section girders, Civil engineering studies, University of Illinois Urbana, 1972