

I - 8 並列多主桁橋の主桁および横桁の剛性と床版施力の相関性について

北海道大学工学部

正会員 芳村 仁

北海道庁

正会員 橋本 彰二

開発局室蘭開発

正会員 上田 正昭

1. まえがき

多主桁合成橋において、床版・主桁以外の構造要素としては、横構・対横構・横桁など多くの要素があり、輪荷重が作用したときの床版応力は、それら構造要素の影響をうけると考えられる。ところで、近年、合成橋のコンクリート床版の破壊が問題となっており、いろいろな原因が考えられますが、道路橋示方書の床版の設計曲げモーメント式に主桁の不等沈下を考慮して以後のことだが、その一因であると考えられています。

本報告は、不等沈下を考慮して、多主桁合成橋を床版要素・主桁要素・及び横桁要素より構成される立体構造物として把握し、床版の曲げモーメントへ与える影響を検討したものである。

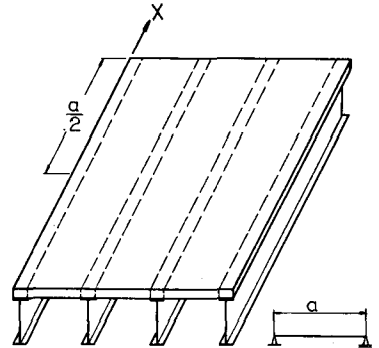


図-1 解析モデル

2. 解析方法

基本系として、図-1のような、床版と主桁からなる構造を考えた。として、床版要素を平板に、主桁要素と横桁要素を梁にモデル化し、平板理論と梁の理論を用いて解析を行なった。

本解析では、床版は等方性板を扱い、主桁断面のせん断変形と曲げねじり、及び主桁と横桁との間のせん断変形はないものとした。また、主桁及び横桁は、同様の剛性を有し、上フランジ橋の床版は主桁要素に含めて考えた。

床版は、相対する2辺が単純支持、他の2辺は自由とし、主桁は両端で単純支持され、また横桁は、個々の横桁が主桁と剛に接合しているものと考えて、両外主桁との交点で単純支持される梁と考えた。

床版と主桁は、図-1の破線のように分割し、その分割面における不連続応力は、面内・面外に各々2力要素を考えた(参、図-2)、主桁と横桁の交点における不連続格点力は、図-5のように、集中反力・集中モーメント・集中軸力を考えた。

なお、横桁は、図-4のように、主桁とのみ接合し、床版とは接合してはいないものとして解析した。

また、主桁要素に作用する外力を図-3に示した。主桁要素は内力と外力の釣り合いより解いた。

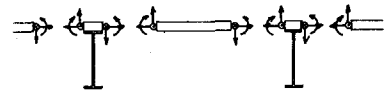


図-2 要素分割と不連続応力の挿入

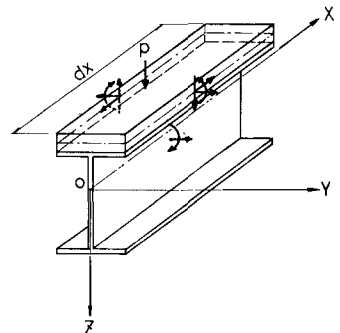


図-3 主桁要素に作用する外力

次に、横桁を考慮した場合の解析手順を示す。

- ①横桁を取り去り、主桁と横桁の交点に不静定支点力 N_u を作用させ置き換える（図-5参照）。
 - ②不静定支点力 N_u と外荷重による主桁と横桁の交点における主桁の変形 W_b を求め、これと両外主桁と横桁の交点 N_u を補綴からの変形 (W_0) に修正する。
 - ③横桁を主桁との交点に不静定支点力の作用する両端が単純支持工れた梁と考え、その変形 (W_0) を求める。
 - ④②と③で求めた変形が適合するという条件より、不静定支点力 (N_u) を求める。
 - ⑤基本系にもどり、求めた不静定支点力も外荷重とみ込んで、床版と主桁の変形適合条件より不静定伝達力を求め床版応力と変形を求める。
- ここで W_b, W_0 をマトリックス表示すると、

$$W_b = F_b N_u + p L_b$$

$$W_0 = F_0 N_u$$

ここに W_b : 横桁との交点における橋の変形

F_b : 橋のたわみ性マトリックス

N_u : 不静定支点力

$p L_b$: 外荷重による橋のたわみ性マトリックス

W_0 : 横桁の変形

F_0 : 横桁のたわみ性マトリックス

また、解析に重要なファクターとなる定数について次に示す。

a : スパン長

b : 主桁間隔

H : 床版と主桁の相対剛性比 $(=E_g I_g / a D)$

K : 主桁と横桁の相対剛性比 $(=E_d I_d / E_g I_g)$

3. 数値計算例

計算例を図-6～図-11に示す。

解析モデルはすべて4本主桁を有し、外荷重として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(8t)を用いた。

図-6は、横桁の有無による、スパン中央に輪荷重1個載荷した時の、床版の曲げモーメント M の比較図である。また、横桁に軸力を考慮する場合と、しない場合を示している。

図-7は、図-6と同様の断面諸元で、横桁の剛性を変え、 K を変化させた場合の床版の最大曲げモーメント M を示す。

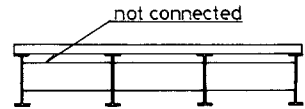


図-4 横桁の取付位置

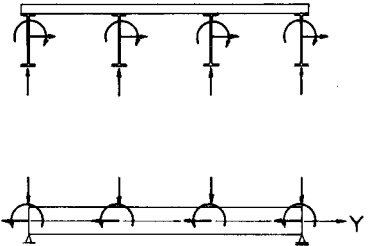


図-5 基本系と不静定支点力の挿入

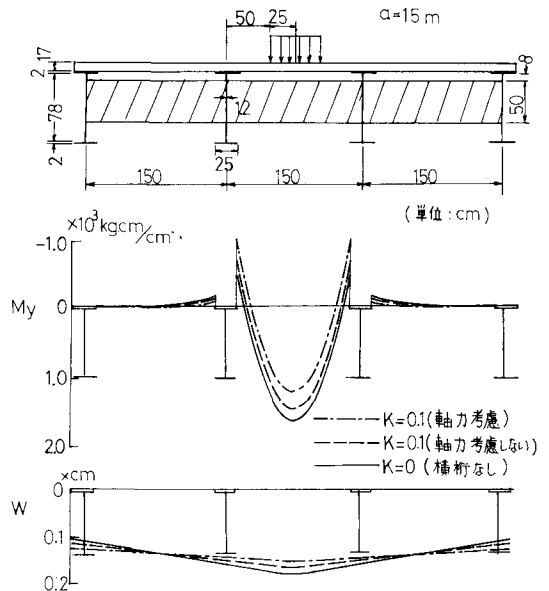


図-6 横桁を1本考慮したときの床版曲げモーメント図、たわみ図（スパン中央）

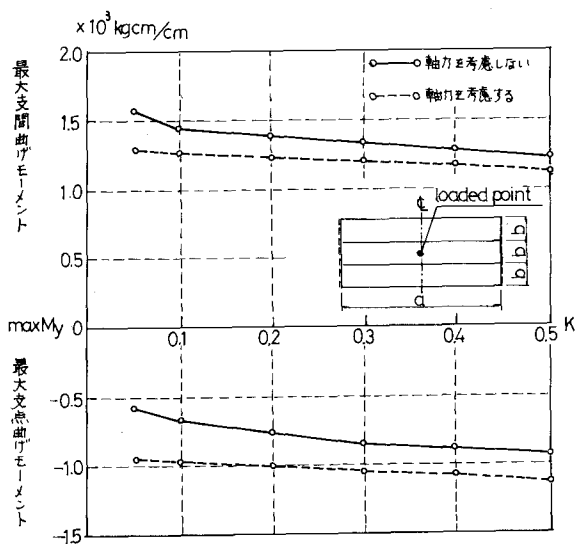


図-7 桁剛性比Kと床版曲げモーメント

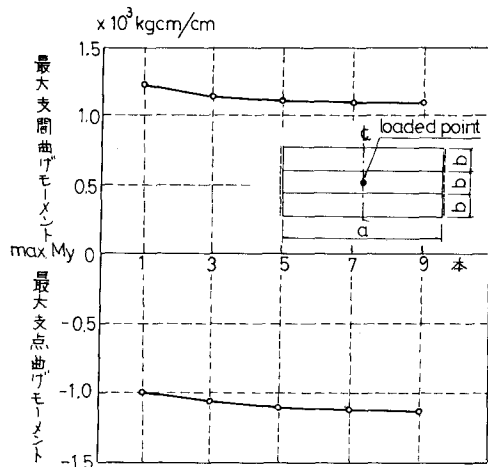


図-8 橋桁本数と床版曲げモーメント

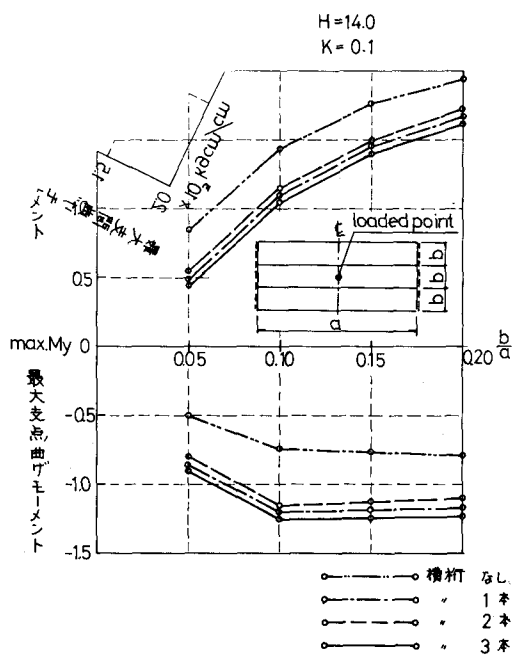


図-9 支持桁間隔と最大曲げモーメント

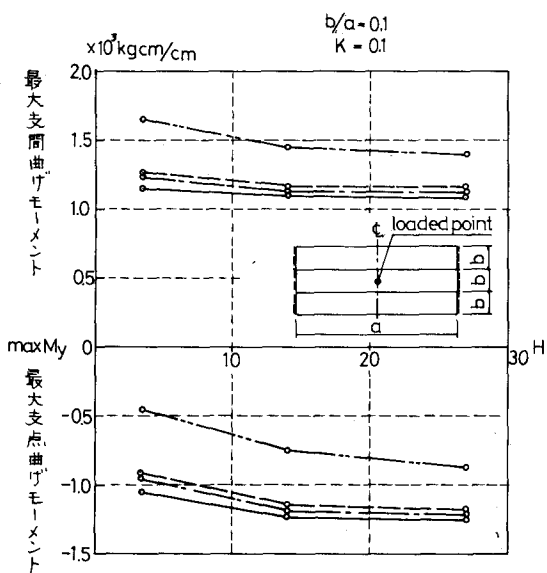


図-10 相対剛性比と最大曲げモーメント

図-8は、図-6と同様の断面諸元で、スパンを等分するように横桁を奇数本入れたときの床版の最大曲げモーメントである。

図-9は、 $K=0.1$ 、 $H=14.0$ の場合の支持桁間隔と床版の最大曲げモーメントの関係を示した。

図-10は、 $K=0.1$ 、 $b/a=0.1$ の場合の相対剛性比と床版の最大曲げモーメントの関係を示した。図-9、10はいずれも $a=15$ m の場合で荷重も輪荷重をスパン中央に1個載荷した場合である。

図-11は、実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応力の比較図である。荷重載荷は、道路橋示方書の規定(スパン方向1台、幅員方向無制限)にした。ただし、前輪の影響は小さいものと考え無視した。

以上の計算より、一般に横桁を考慮することにより、最大支間曲げモーメントが減少し、たわみが平滑化された。(図-6、11) また、 K と H を増加しても同様に、最大支間曲げモーメントが減少し、最大支点曲げモーメントが増加する傾向を示した(図-7、10)。

また、横桁本数を増やすことでも同様の結果が得られた。(図-8)

以上のことより、床版応力と横桁の変形との相関性が認められると告える。

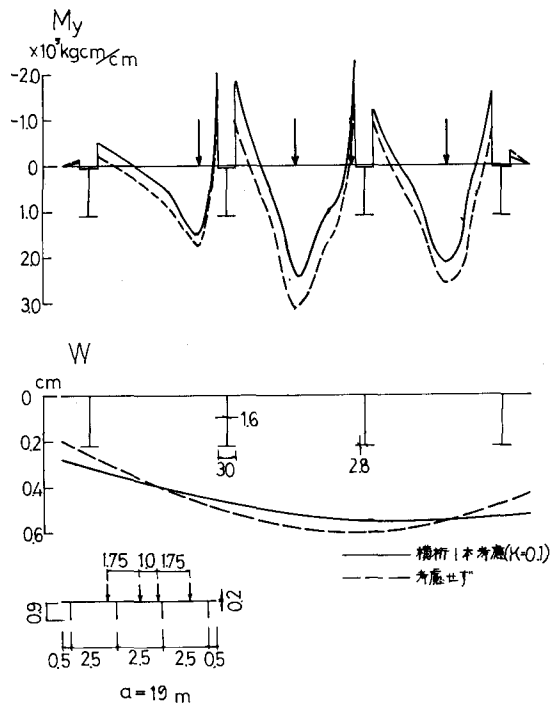


図-11 横桁の有無による床版の曲げモーメントと応力の比較

4. あとがき

以上、4本主桁の限られた例ではあるが、主桁・横桁の変形と床版応力の関係について解析し、横桁の荷重分配効果が明らかとなった。今後の方向としては、要方性板、5本主桁とが断面の要、下桁を持つ、桁の解析に進むこととなる。本計算には、北大大型計算機センターのFACOM 230-75Eを使用した。

参考文献

1. 関口、芳村、荻沢 「多主桁橋の床版応力に関する二・三の考察」
土木学会第31回年次学術講演会、1976
2. 奥村、佐藤 「床組と横樑の剛度を考慮した合成桁橋の解析」
土木学会論文集 No.222 1974
3. 前田、松井 「道路橋RC床版の設計曲げモーメントに関する一考察」
土木学会論文集 No.252 1976