

北海道大学工学部 正会員 芳村 仁
 北海道大学工学部 正会員 垂沢 憲吉
 京浜外貿埠頭公園 正会員 小泉 信男

1. はしがき 多主桁合成桁橋に車輪荷重が作用したときの床版応力は、主桁の変形、横構・横桁あるいは床版の異方性などが影響を与える因子として考えられる。ここでは、合成桁構造を多くの面要素の結合体としてとらえ、Scheibеの方程式を基礎とした面内変形と、Platteの方程式を基礎とした面外変形をともに考慮した折板理論を応用することによって単純支持合成桁橋の床版応力について2, 3の検討を行なったので報告したい。

2. 解析法 単純支持合成桁橋の応力解析にあたっては応力法を用い、構成要素の相対する2辺を単純支持、他の2辺自由の板を基本系に考え、不静定伝達力として面内、面外各々2力をとる。

折板構造モデルとしては Fig.1に示す多主桁橋を扱い、主桁断面形は下フランジの影響を考慮したモデルと上・下フランジ及びハンチの影響を考慮したモデルを考えた (Fig.2)。

鉄筋コンクリート床版の異方性版としての解析には、次の基礎方程式から導かれる応力・変位式を用いた。

$$\frac{\partial^4 F}{\partial x^4} \cdot \frac{h}{h_y} + 2 \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} \cdot \frac{h}{h_{xy}} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} \cdot \frac{h}{h_x} = 0 \quad (\text{面内変形})$$

$$D_x \frac{\partial^4 U_z}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 U_z}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 U_z}{\partial y^4} = p \quad (\text{面外変形})$$

ここで、 h_x, h_y, h_{xy} は補強鉄筋をコンクリートに換算して求められる換算板厚であり、 D_x, D_y は $I_i = I_c + n \cdot I_s$ なる換算断面2次モーメントより得られる x および y 方向の板の曲げ剛性である。また、ポアソン比は近似的に x および y 方向ともコンクリートのポアソン比 (= 0.2) に等しいとした。鉄筋は、Fig.3のように圧縮側に引張側の1/2の量を配した。

下横構の力学的扱いは、Fig.4のように下横構を等価な板厚に換算し、これにより閉じられた準箱型断面が形成されるものとして解析を行なった。また横桁については、近似的に有限要素法の矩形平板要素(面内力)を用いることによって、接点において主桁と横桁の変位の適合条件が満たされるとして解析を行なった (Fig.6)。すなわち、Fig.7に示すように集中不静定力が挿入され、静定基本系としては横桁がない場合に相当する。なお、この方法で、床版のない格子構造と棒要素からなる格子桁とについて変形と曲げ応力について比較した結果は、最大で10%前後の差違であった。

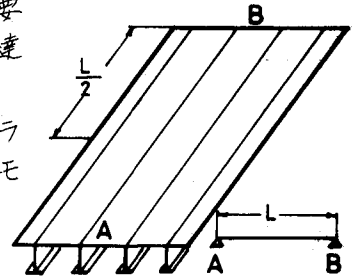


Fig.1 折板構造モデル

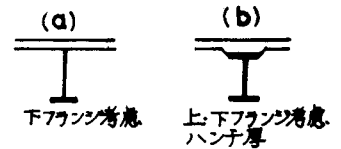


Fig.2 主桁断面形

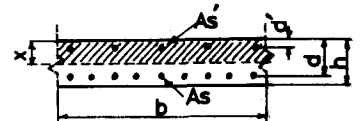


Fig.3 RC床版の鉄筋の配置図

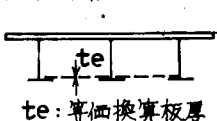


Fig.4 下横構による準箱型断面

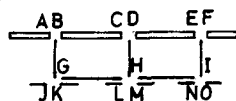


Fig.5 板要素分割と不静定力挿入点



Fig.6 横桁の取付け位置

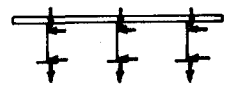


Fig.7 集中不静定力の挿入

3. 数値解析例 Fig. 8, Fig. 9 は下横構および中間横構の有無による、床版曲げモーメント、たわみの比較図である。ここで、桁剛性比 $k = E_s I_s / E_g I_g$ であり、主桁の曲げ剛性と横構の曲げ剛性の比によって表わされる係数である。一般に、 k あるいは t_e が増加すると、支間最大曲げモーメントは減少し、床版たわみは平滑化して最大たわみも減少する傾向を示す。すなわち、床版応力は下横構および横構の剛度の影響を受けるといえる。(その他の数値例については当日発表の予定)

4. あとがき 以上の解析結果のまとめを列記すると、—— i) 床版応力は、主桁の不等沈下の影響を受け、相関剛比 $H = \infty$ の場合——主桁のたわみを拘束させた場合と比較すると、床版支間最大曲げモーメント $M_{x,max}$ は危険側を示した。ii) 相関剛比 $H = E_g I_g / D I$ を等価においた主桁断面形の仮定に関しては、下フランジのみを考慮する場合よりも、上・下フランジおよびハブ厚をも考慮する場合のほうが $M_{x,max}$ は危険側を示した。また、 H の増加により $M_{x,max}$ および床版支間最大曲げモーメント比 $M_{y,max} / M_{x,max}$ は減少する傾向を示した。iii) 下横構を考慮した場合、床版たわみを平均的に軽減させる効果が認められたが、床版曲げモーメントに関しては極立った影響を示さなかった。iv) 中間横構の効果として、床版たわみの平滑化および $M_{x,max}$ の減少などが明らかにされた。また、載荷位置が横構位置から離れるに従い、その効果も減少した。v) 鉄筋コンクリート床版の直交異方性を考慮する解析において、 $D_y / D_x - M_{x,max}, M_{y,max}, M_{y,max} / M_{x,max}$ の関係は、床版厚・鉄筋のかぶり・鉄筋直径が一定であるとき線形関係が認められた。また、一般に D_y / D_x の増加により、主鉄筋方向曲げモーメント M_x は減少し、配力鉄筋方向曲げモーメント M_y は増加する傾向を示した。

5. 参考文献 奥村敏典・佐藤政勝：床組と横構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，前田幸雄・松井繁之：鉄筋コンクリート床版に関する二三の考察(その3)，年次講演会概要集，1973，芳村仁・荻沢憲吉：折板理論解析による曲線桁橋の床版応力と有効幅について，土木学会論文集，No. 233，1975

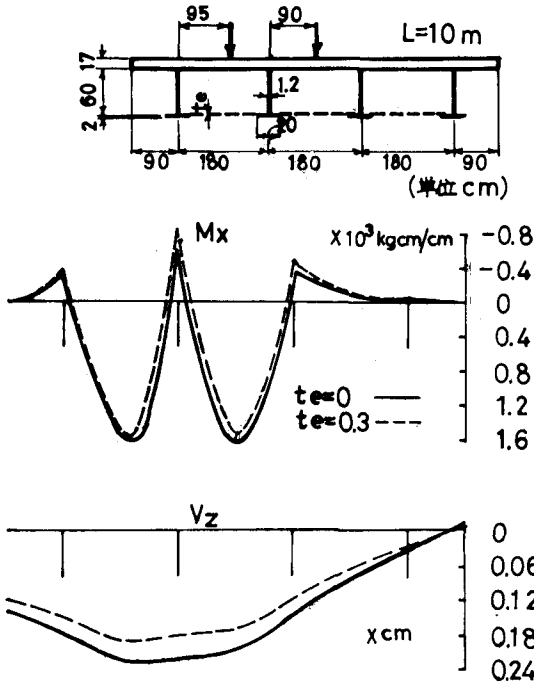


Fig. 8 下横構を考慮したときの
床版曲げモーメントおよびたわみ図
(スパン中央)

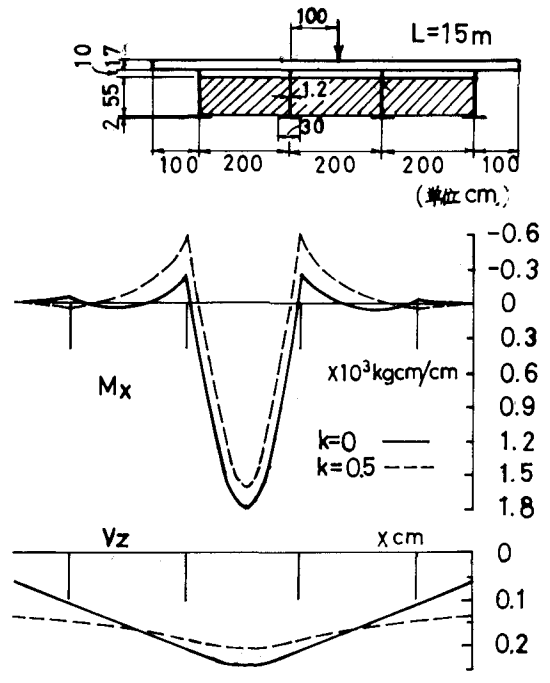


Fig. 9 中間横構を考慮したときの
床版曲げモーメントおよびたわみ図
(スパン中央)