

合成2主鈹橋の床版結合部の橋軸直角方向応力算出方法の一提案

神戸製鋼所	正会員	埴 洋二
"	正会員	沼田 克
"	正会員	山田 岳史
日本道路公団	正会員	水口 和之

1. まえがき

合成2主鈹橋において、コンクリート床版と鋼主鈹の結合部は、最も重要な構成要素の一つであり、適切に設計・施工されなければならない。ずれ止めには橋軸方向のせん断力と共に、橋断面内の变形により橋軸直角方向に曲げ応力が働くことが、既往の調査・研究により指摘されている¹⁾²⁾。これに対し、簡易な作用力計算法が提案されているが¹⁾、FEMあるいは格子解析を基本としており、より簡易な手法が必要であると考えられる。本稿では、合成2主鈹橋の床版結合部の橋軸直角方向応力算出式を提案する。

2. 拘束モーメント

図1は床版の1自由度ねじり梁へのモデル化の概念図である。左右ほぼ対称な合成2主鈹橋を対象とし、1主鈹分を考える。合成2主鈹橋の橋軸直角方向の力の伝達は主に床版のねじれ挙動によると捉え、そのねじ

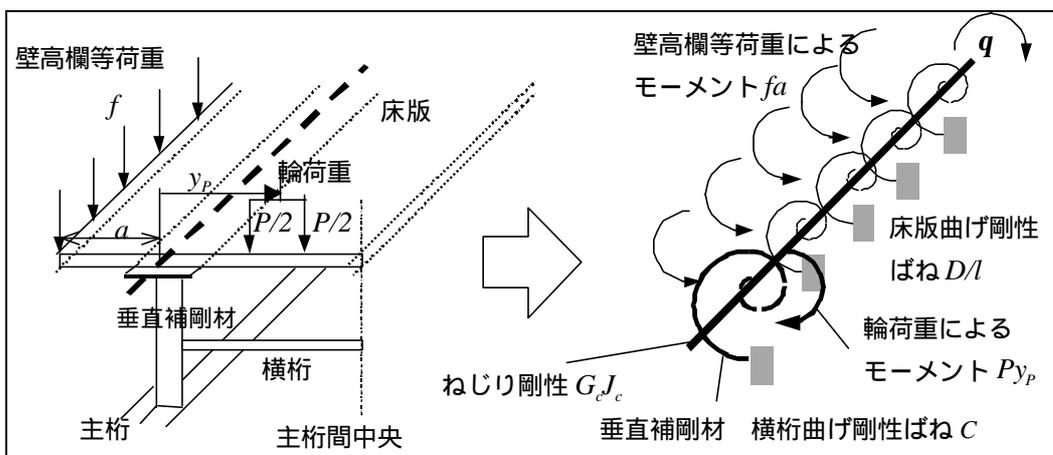


図1 合成2主鈹橋床版のねじり梁へのモデル化

れの横鈹での拘束モーメント式を導出する。橋断面内での变形を引き起こす荷重として壁高欄荷重fと輪荷重Pを考える。輪荷重は内曲げの照査時には主鈹間に、外曲げの照査時には張り出し部に載荷される。

・壁高欄荷重等： $G_c J_c q'' - \frac{D}{l} q = -M_D/l$ [境界条件：横鈹位置で $q = \frac{G_c J_c q'}{C/2}$, 横鈹間中央で $q' = 0$]

・活荷重等： $G_c J_c q'' - \frac{D}{l} q = 0$ [境界条件：横鈹位置 $q = \frac{1}{C/2} (G_c J_c q' - M_L/2)$, 横鈹間中央 $q = \frac{G_c J_c q'}{C/2}$]

ここで、 $M_D = -fal$, $M_L = Py_p$ (外曲げ) , $= Py_p(b - y_p)/b$ (内曲げ) , b : 主鈹間隔 , l : 横鈹間隔である。これらの式より、横鈹の拘束モーメント M_b は、

$$M_b = M_D \frac{2 - 2 \exp A}{A - B + (A + B) \exp A} + M_L \frac{A(A + B) - A(A - B) \exp 2A}{(A^2 - B^2)(1 - \exp 2A)} \tag{1}$$

$$\approx \frac{C}{C + D} (M_D + M_L) \tag{2}$$

と表される。ここで、 $A = \sqrt{Dl/G_c J_c}$, $B = 2D/C$ である。式(2)は $A=1.5 \sim 2$ (主鈹間隔 6m , 横鈹間隔 10m , 床版張り出し 2m , 床版厚 300mm 程度) で式(1)と良い近似を示す。

図2は、主鈹間隔 6m , 横鈹間隔 10m , 床版幅 10m の合成主鈹橋を、主鈹と床版はシェル要素、結合部材は剛な梁要素でモデル化し、壁高欄荷重を作用させた FEM 解析による、結合部材モーメント橋軸方向分布で

キーワード：合成2主鈹橋、主鈹・床版結合部、ずれ止め、応力算出

連絡先：〒651-2271 神戸市西区高塚台 1-5-5 TEL:078-992-5641 FAX:078-993-2056

ある．梁モデルでは，拘束モーメント M_b は横桁位置 1 点で伝えられるが，同図から実際は隣接する結合部材からも伝達していることがわかる．表 1 に結合部材のモーメント合計と式 (1)，(2) とを比較する．近似式(2)は，輪荷重載荷時に式(1)，FEM 解析結果と良い一致を示す．

床版と主桁の結合部の応力算出には，ピークモーメントを用いる．横桁位置の垂直補剛材上結合部のモーメントの集中度合いは，上記の拘束モーメントをピークモーメントで除した値 m で表す．(図 2 では 4.1 列) 応力照査時は，横桁位置の有効列数 m 列の結合部材が 拘束モーメントを均等に分担するとして近似式(2)の値を m で除して，スタッド 1 列あたりの正および負のモーメント M を求める．

$$M = \frac{1}{m} \frac{C}{C + D} (M_D + M_L) \quad (3)$$

この係数 m は結合部材間隔をかえた FEM 解析により決定した．結合部材はスタッドとコンクリートの支圧をモデル化したものであるが，スタッドと読み替えている．

3. 応力算出

横桁位置の垂直補剛材上結合部のスタッド 1 列あたりにかかる鉛直方向力は，

$$N = \frac{p_s}{l} N_D + \frac{1}{m} N_L \quad (4)$$

で求める．ここで， N_D は 1 主桁あたりの横桁間 l の床版・壁高欄等の死荷重， N_L は活荷重である．

橋軸直角方向の変形に伴うスタッド軸応力及び床版の支圧応力は，式(3)，(4)により計算する．垂直補剛材が主桁内側にのみある場合は，内側のスタッドのみが有効であるとする．この範囲の床版と上フランジの接触面において，式(3)と(4)を考慮した線形ひずみ分布を仮定し，引張り側のコンクリートを無視した断面で，スタッド軸応力およびコンクリート支圧応力を算出する．

表 3 に，実橋での載荷試験での，横桁位置での端部スタッドひずみの測定結果と本提案式との比較を示す．提案式は 2 ケースとも 2.5 倍程度大きい値を示しているが，安全側の評価をしている．

4. あとがき

合成 2 主桁橋の床版と主桁の結合部の応力算出方法を提案した．FEM 解析とは良い一致をみたが，実測結果とは未だ隔たりがある．今後，結合部の挙動をより詳しく検討すると共に，提案手法の精度向上を行う．

参考文献

- 1) 八部，山本，大垣，済藤，連続合成 2 主桁橋のずれ止め作用力の簡易計算法，川重技報，1998 年 12 月
- 2) 東海北陸自動車道三尾河高架橋(鋼上部工) 工事計測工及び実橋載荷実験報告書，平成 11 年 12 月

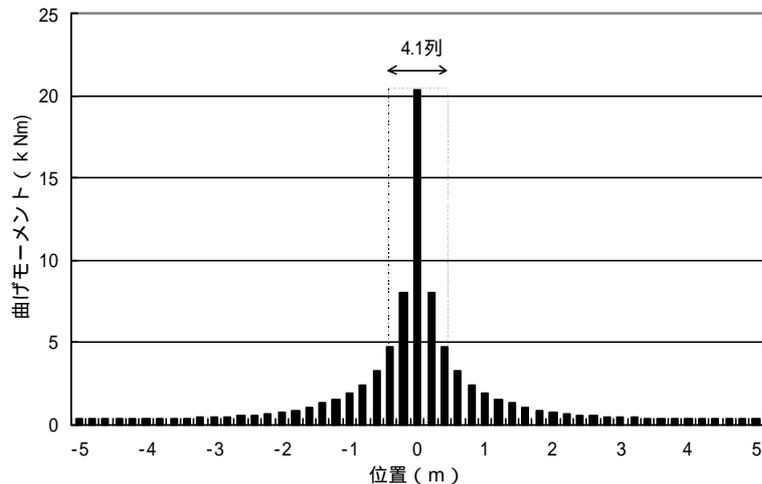


図 - 2 結合部材のモーメント分布
(横桁間隔 10m，床版結合間隔 0.2m，壁高欄荷重時)

表 1 拘束モーメント(kN・m)

	FEM	式 (1)	近似式(2)
壁高欄荷重	-83.7	-85.3	-90.9
輪荷重 (外曲げ)	-33.8	-37.0	-34.1
輪荷重 (内曲げ)	62.8	68.9	63.6

表 2 スタッド間隔による係数 m

スタッド間隔 p_s (mm)	<200	<400	<1000
m	4.1	2.7	2.2

群打ちスタッドは 1 列とみなす

表 3 端部スタッドひずみ(m)

	実測値	提案式	詳細FEM
2台載荷	187	456	412
1台載荷	176	425	-