

斜角を有する2主桁橋における横構の補剛効果について

Effects of lateral bracings in twin I-girder skew bridges

函館工業高等専門学校
函館工業高等専門学校
(株)長大

○学生員 佐々木香菜子(Kanako Sasaki)
正 員 平沢秀之(Hodeyuki Hirasawa)
正 員 須志田健(Ken Sushida)

1. まえがき

鋼橋のコスト削減のため2主桁橋の建設例が増えてきている。2主桁橋は格子桁や箱桁と比較してねじり剛性が小さいため、斜橋に適用するためにはねじりに対して補剛する必要があると考えられる。本研究は2主桁橋の合理化・省力化を防げない程度に、支点付近のみに横構を配慮し、ねじり変形やそり応力に与える影響を検討しようとするものである。

解析では、変位法による骨組構造解析を実施し、横構は、上下横構が一对となって曲げと軸力に抵抗する部材¹⁾として扱うものとしている。

2. 横構部材の定式化

横構は主桁間に上下に配置され、これら横構全体で水平荷重や主桁のねじり変形に抵抗するものとする。おのおのの横構は両端がピン接合され、軸力のみを伝達すると仮定する。図-1は上横構、下横構がそれぞれ軸力を受けて変形した状態を表している。 E , l はそれぞれヤング係数、部材長であり、 A_1 , A_2 はそれぞれ上下横構の断面積である。上下横構に軸力 X_1 , X_2 が作用するとき、フックの法則より次式が成り立つ。

$$X_1 = \frac{EA_1}{l}(u_{1j} - u_{1i}), \quad X_2 = \frac{EA_2}{l}(u_{2j} - u_{2i}) \quad (1a,b)$$

また図心における x 方向変位 u_i , u_j は u_{1i} , u_{2i} , u_{1j} , u_{2j} を直線補間することにより次式で与えられる。

$$u_i = \frac{h_2 u_{1i} + h_1 u_{2i}}{h_1 + h_2}, \quad u_j = \frac{h_2 u_{1j} + h_1 u_{2j}}{h_1 + h_2} \quad (2a,b)$$

上下横構の左端に作用する2つの力 X_{1i} , X_{2i} の合計は、図心に作用する1つの力 X_i と等価と考えることができる。 $A = A_1 + A_2$ において X_i を求めると次式となる。

$$X_i = X_{1i} + X_{2i} = (X_1 + X_2) = \frac{EA}{l}(u_i - u_j) \quad (3)$$

次に上下横構の両端の変位は、図心を中心とする回転を生じさせると考えることができる。両端の図心における回転角を θ_i , θ_j とおくと、次式が成り立つ。

$$u_{1j} - u_j = \theta_j h_1, \quad u_{1i} - u_i = \theta_i h_1 \quad (4a,b)$$

$$u_{2j} - u_j = \theta_j h_2, \quad u_{2i} - u_i = \theta_i h_2 \quad (5a,b)$$

一方左端の図心に関する X_{1i} , X_{2i} によるモーメントを M_i とおくと次式が成り立つ。

$$M_i = X_{1i} h_1 - X_{2i} h_2 \quad (6)$$

式(6)に $I_l = A_1 h_1^2 + A_2 h_2^2$ を用いて整理すると次式を得る。

$$M_i = \frac{E}{l}(A_1 h_1^2 + A_2 h_2^2)(\theta_i - \theta_j) = \frac{EI_l}{l}(\theta_i - \theta_j) \quad (7)$$

同様な方法で X_j , M_j についても定式化し、マトリックス表示すると次式となる。

$$\begin{Bmatrix} X_i \\ M_i \\ X_j \\ M_j \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} EA/l & 0 & -EA/l & 0 \\ 0 & EI_l/l & 0 & -EI_l/l \\ -EA/l & 0 & EA/l & 0 \\ 0 & -EI_l/l & 0 & EI_l/l \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_i \\ \theta_i \\ u_j \\ \theta_j \end{Bmatrix} \quad (8)$$

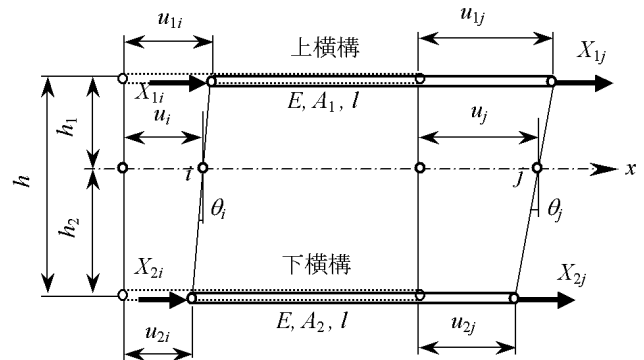
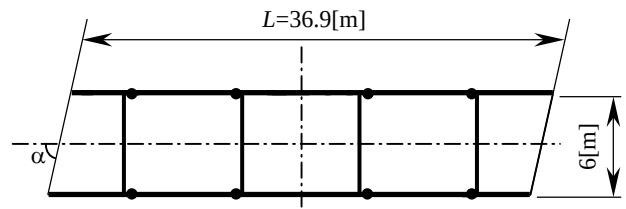


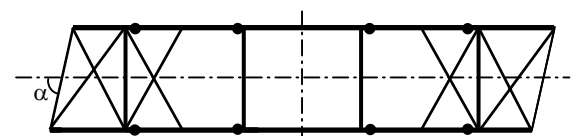
図-1 横構のモデル化

3. 解析モデル

解析対象とする橋梁は支間 $L = 36.9$ [m]の単径間非合成2主桁橋とする。斜角は 90° , 82.5° , 75° , 67.5° , 60° の5通りとし、図-2のように横構の有無について比較検討を行う。それぞれのモデルに対し、横構無しの場合と横構を支点付近のみに設置した場合を考える。指針²⁾によると、斜角 $\geq 70^\circ$ のとき合成桁、斜角 $\geq 45^\circ$ のとき非合成桁とすることを



(a)横構無し



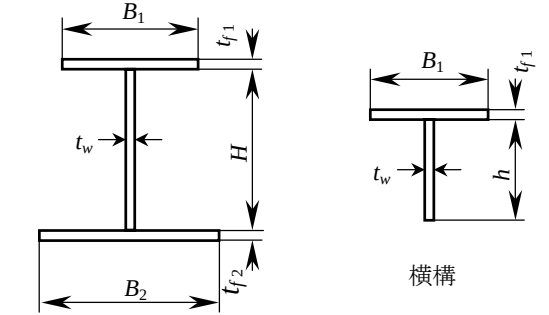
(b)横構有り

図-2 斜橋平面図

標準としているが、ここでは比較のためすべて非合成桁としている。また、横桁は主桁に対して直交配置とする。

主桁は、図-2に示すように4ヶ所の断面変化点を有する変断面桁とする。断面変化は下フランジ厚の変化のみで行い、上フランジ厚、上下フランジ幅、腹板高、腹板厚は全長に渡って同一とする。断面寸法は表-1の通りである。

表-1 部材断面



	主桁	横桁	横構
B_1	600	300	300
B_2	800	300	
$H(h)$	2673	652	274
t_1	25	24	20
t_2	25,39,44	24	
t_w	14	13	12

主桁・横桁 単位：[mm]

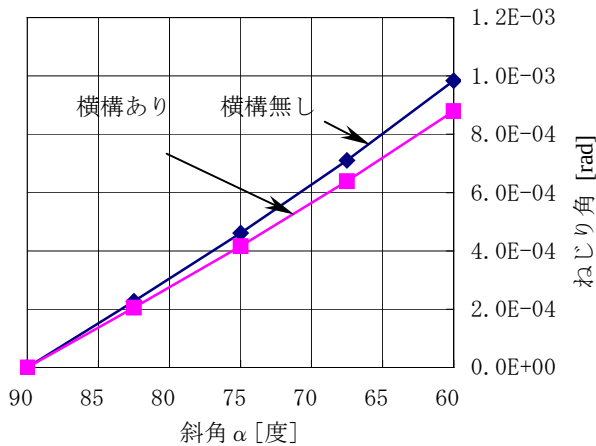


図-3 ねじり角

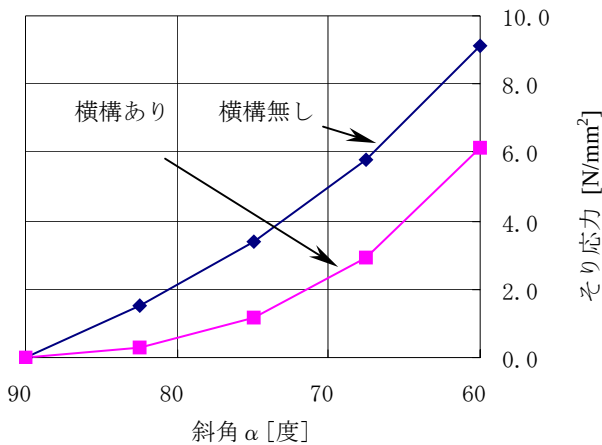


図-4 そり応力

4. 解析結果

斜橋は荷重を偏心させなくても主桁のたわみ差により、ねじりが生じる。図-3は支間中央の両主桁にそれぞれ500[kN]の集中荷重を載荷させたときの、支点に最も近い横桁が連結された主桁のねじり角を表している。斜角を増大させるにつれてねじり角も増大しているが、横構を設置することによりねじり角が低減している。同じ荷重条件下で支点に最も近い横桁が連結された主桁の下フランジにおけるそり応力を図-4に示す。斜角60度のときでは、横構を設置させることにより、そり応力を約67%に低減できる結果となった。

図-5は、斜角が90度の場合に、荷重を支間中央の一方の主桁のみに偏心載荷させたときのねじり角を比較したものである。横構の設置によりねじり角が大幅に減少している。このことから直橋の場合でも偏心載荷によりねじりを受けるときは横構が有効に機能していることが分かる。

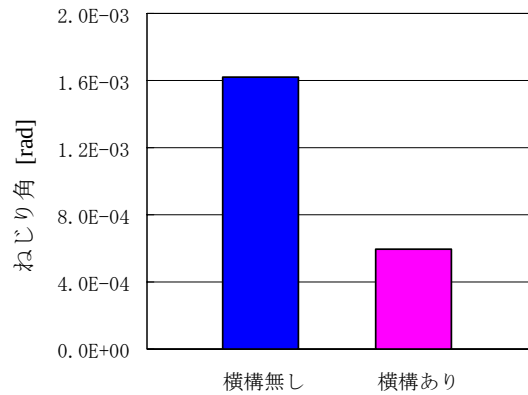


図-5 偏心荷重によるねじり角

5. あとがき

本研究では斜角を有する2主桁橋を対象として、斜角を90度～60度の5ケースと横構の有無2ケースの計10ケースの解析を行った。横構をモデル化するに当たっては、上下横構が一体となって軸力と曲げモーメントに抵抗する骨組要素として力と変位の関係を定式化した。

解析の結果において、特に主桁のねじり角と主桁の下フランジに生じるそり応力に着目した。これらの値は横構を設置することにより低減できることが明らかとなった。また、直橋でも偏心荷重を受ける場合は横構がねじり変形を低下させることができる。ねじり剛性の小さい斜角2主桁橋では、横構の配置が効果的であるといえる。

参考文献

- 1) 井上稔康、杉江豊、武田敦、佐藤浩一：斜橋の桁倒れとねじり応力について、土木学会北海道支部論文報告集第49号、pp17-22.
- 2) 平沢秀之、林川俊郎、佐藤浩一、高橋宏明：曲線2主桁橋における横構の効果について、構造工学論文集Vol46A、pp1307-1314, 2000.
- 3) (社)北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会：北海道における鋼道路橋の設計および施工指針, 1995.