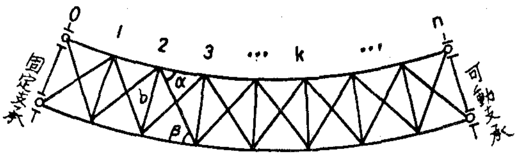
I－74　　並列曲線I形主桁の横構の影響について

北海道大学工学部　正員 ○ 稼農知德
北海道大学工学部　正員　薄木征三

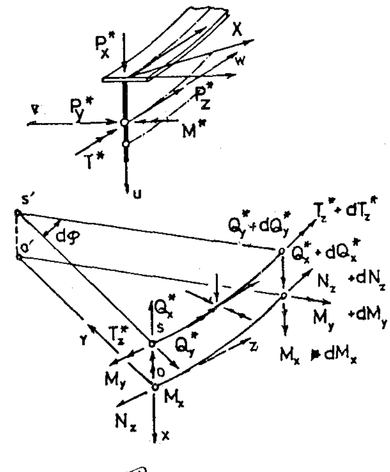
要旨　横構は現示方書においては耐風構とも呼ばれるもので2次部材として風荷重に対して設計されている。しかし曲線橋の場合には，フランジ固定点として水平分力を受けているので1次部材として設計すべきである。そこで横構に注目し，不静定構造として解析し，横構の応力とその主桁への影響を調べ且つ横構を換算厚さの板とした慣用計算法の結果と比較検討したものである。

理論の概要　図－1の曲線橋において各横構部材の中点で切断し主桁を切離して一本の曲線桁を基本系に選ぶ。この場合，横構の切断面に存在する軸方向力のみを考慮しそれを不静定量にとる。この不静定量を求めて後，重ね合わせの法則により任意の点における断面力および変形量の影響面を得ることが出来る。



図－1

曲線材の断面力と変形量の関係基本式　並列曲線I形主桁はx軸に関して対称で，中立軸の伸縮を無視出来るものとする一般に横構は曲線主桁の上下フランジ附近に連結されるから主桁に作用する力は図－2のようになり，又曲率面内の変形と曲率面外の変形とは分離される。



図－2

曲率面内の変形と断面力との関係式は

$$\frac{1}{R}\left(\frac{dw^*}{d\varphi}-v^*\right)=\frac{N_x}{EF},\quad \frac{1}{R^2}\left(\frac{d^2v^*}{d\varphi^2}+\frac{dw^*}{d\varphi}\right)=-\frac{M_x}{EJ_x}$$

曲率面外の変形と断面力との関係式は

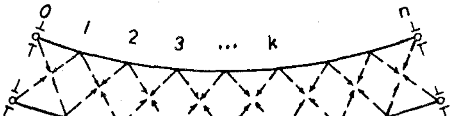
$$\frac{1}{R^2}\left(\frac{d^2u^*}{d\varphi^2}+R\vartheta\right)=-\frac{M_y}{EJ_y},\quad \frac{1}{R^2}\left(\frac{d^2\vartheta}{d\varphi^2}-\frac{1}{R}\frac{d^2u^*}{d\varphi^2}\right)=-\frac{M_w^*}{EC_w^*}$$

$$\frac{1}{R}\left(\frac{d\vartheta}{d\varphi}-\frac{1}{R}\frac{du^*}{d\varphi}\right)-\frac{EC_w^*}{GJ_T^*}\frac{1}{R^3}\left(\frac{d^3\vartheta}{d\varphi^3}-\frac{1}{R}\frac{d^3u^*}{d\varphi^3}\right)=\frac{T_z^*}{GJ_T^*}$$

*印はせん断中心軸に関する諸量を表わす

曲線材の変形量は上記基本式と釣合条件式とにより変形量に関する弾性基礎微分方程式を得て，それを解くことにより求められる。

不静定量影響面と断面力および変形量の影響面　図-3のように横構の構成を片フランジ側にDouble Warrenとするとき，不静定量影響面X_{mj}を求める基本式は，



図－3

$$\mathbb{A}\mathbb{X}+P\mathbb{D}+T\mathbb{H}=0 \qquad (1)$$

$$\mathbb{A}=\begin{bmatrix}\delta_{11} & \delta_{ij}\\ \delta_{ji} & \delta_{2n\,2n}\end{bmatrix},\quad \mathbb{X}=\begin{bmatrix}X_1\\ \vdots\\ X_{2n}\end{bmatrix},\quad \mathbb{D}=\begin{bmatrix}\delta_{10}\\ \vdots\\ \delta_{2n0}\end{bmatrix},\quad \mathbb{H}=\begin{bmatrix}\theta_{10}\\ \vdots\\ \theta_{2n0}\end{bmatrix}$$

P＝単位集中荷重
T＝単位集中トルク

δ_{ij}＝基本系における$X_j=1$による力と$X_i=1$による変形との間でなす仕事量をあらわす。

δ_{i0}，θ_{i0}＝基本系における状態$X_i=1$による垂直変位およびねじり角変位をあらわす。

任意の点における断面力および変形量の影響面S_{ij}を求める基本式は

$$S_{ij} = S_{ij}^{0} + \sum_{m=1}^{2n} S_{mi}\cdot X_{mj} \qquad (2)$$

S_{ij}^{0} = 基本系において外力P=1又はT=1が点jに作用した時の点iの断面力および変形量の影響面であり，S_{mi} = 基本系において状態$X_m = 1$による点iの断面力および変形量である。

横構換算厚さ（近似計算法） 図-1のような横構について，文献1)2)等によれば式(3)のように横構の仮想板としての板厚が求められる。従ってπ形又は箱形断面の一本の曲線桁を解析すればよいことになる。 $t=(EF\sin^2\gamma\cdot\cos\gamma)/G\cdot b$ ，$\gamma=(\alpha+\beta)/2$ (3)

数値計算例 図-4のような活荷重合成曲線橋を仮想して下フランジ側に横構があり横桁はないものとして数値計算を行った。P=1が動くときの不静定量影響面X_{mj}は図-5，6となる。又，P=1による主桁aの支間中央点のたわみ影響面$U_{\frac{l}{2}}$とねじり角影響面$\vartheta_{\frac{l}{2}}$は図-7となる。

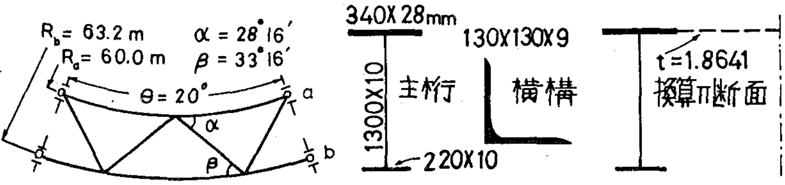


図-4

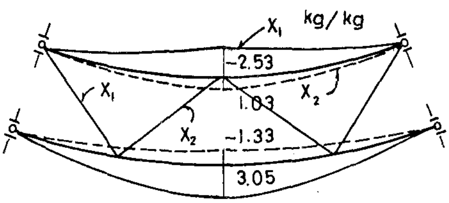


図-5

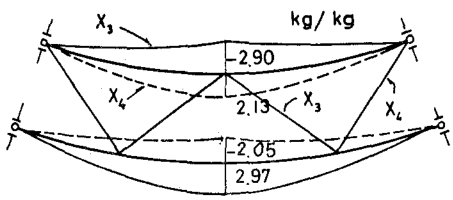


図-6

近似計算法との比較 図-8に示す撓みについて，横構換算厚さを用いたπ形断面曲線桁のたわみと比較すれば図-9のようになる。

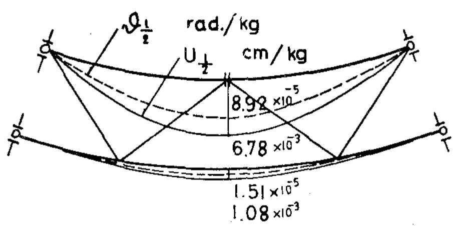


図-7

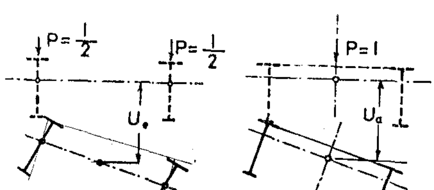
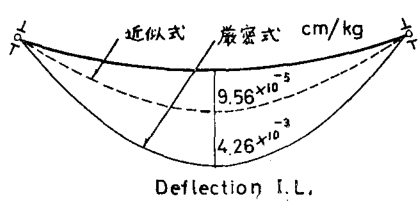


図-8



Deflection I.L.

図-9

結論 今回は横構のみに注目し横桁のない，並列主桁曲線橋としては特別の場合ではあるが横構に作用する応力を調べた。その結果応力は非常に大きいが当然のことながら荷重分配作用は小さいことが分った。又横構換算厚さを用いた近似計算法と比較した結果，この計算例に限っては，近似計算法によった設計は危険側に入るので十分注意しなければならない。

文献 1) 曲線橋の理論について 平井，倉西 土木技術 昭和33年7月

2) 軽構造の理論とその応用（上） 林 日科技連 昭和41年9月