

曲線橋について

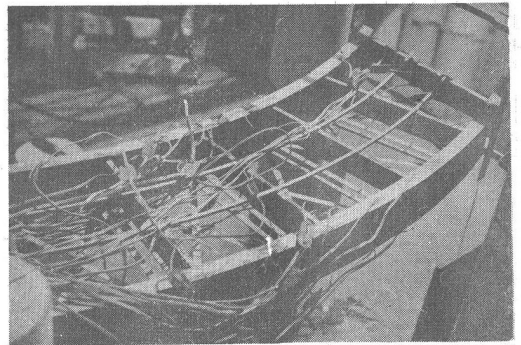
東京大学 工学部 正員 平井 敦
准員 倉西 茂

最近市街地の立体交差或は山間地で道路が鋭く曲って居る所等に対して水平面内で曲った橋梁即曲線橋が計画される様になって来たが、この種々の橋梁に対する理論的研究は比較的少い。著者等は最近曲線橋の設計又施工に關するに於て模型実験又實際橋に於ける応力実測結果について述べ更に曲線橋の応力解析及設計上注意を要する点等を報告致す。

今曲線橋を一本の梁で代表させると、一般に曲線橋は連続桁構造をとる事が多いので、この場合に於て計算が非常に簡易となつて来る。この概観を掴むことが便利である。すると次の弾性方程式が成立する。

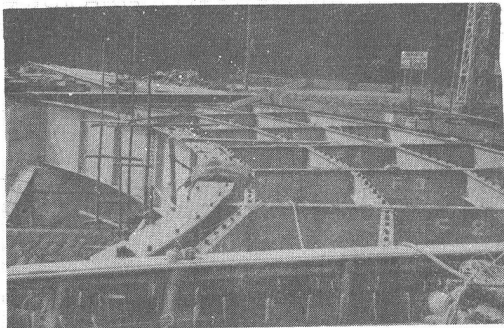
$$EI \left(-\frac{1}{R^2} \frac{d^4 y}{dx^4} - \frac{\beta}{R} \right) = -M \quad \dots \dots (1)$$

$$\bar{C}_{ed} \frac{d^4 y}{dx^4} - \bar{C}_{ti} \frac{d^4 y}{dx^4} - \bar{C}_{ti} \beta = C_m M + m^* R \quad \dots (2)$$



1/25 模型実験

定数 $\bar{C}_{ed}, \bar{C}_{ti}, EI$ は直梁の曲げ撓り剛性、撓り剛性、曲げ剛性に相当するもの、曲率半径が中負に比して大きい場合は直梁のものを使用して近似的には差支へない。即 $\bar{C}_{ed} = \frac{EC_{ed}}{R^2}$, $\bar{C}_{ti}, \bar{C}_{ti} = \frac{GJ_i}{R}$ であり $C_m = 1 - GJ_i/EI$, R は曲率半径、 β は下方向への撓り、 β は外側への撓り角である。又 M は断面に働く曲げモーメント、 m^* は単位長に働く撓りモーメントである。中負が広くなつて来ると曲りの影響等を入れて計算する必要がある。例へば平行な二本のガーダーの主桁を持つ様な場合は、 $\bar{C}_{ed} = EC_{ed} C_{ed} / R^2 + EC_{ti} C_{ti} / R^2 + \frac{1}{2} K_a K_i / KR$, $\bar{C}_{ti} = \bar{J}_{ti} + \bar{J}_{ti} + \frac{1}{2} K_a K_i / 2KR + K_{ti}$, $\bar{C}_{ti} = (R_a K_a + K_i R_i) \bar{J}_{ti} / R_a + \bar{J}_{ti} / R_i / K$, $C_m = 1 - (\bar{J}_{ti} / R_a + \bar{J}_{ti} / R_i) / K$, $K_a = EI_a / R_a^2$, $K_i = EI_i / R_i^2$, $K = K_a + K_i$, $\bar{J}_{ti} = GJ_{ti} / R_a$, $\bar{J}_{ti} = \frac{GJ_{ti}}{R_i}$, $C_{ti} = 1 - \frac{1}{2KR}$, $C_{ti} = 1 + \frac{1}{2KR}$ であり、 $EC_{ed}, EC_{ti}, GJ_{ti}, GJ_{ti}, R_a$ 及 R_i は外内主桁の曲げ剛性、曲げ撓り剛性、撓り剛性、曲率半径である。



白糸橋架設現場 (神奈川県)

図-1で曲げモーメント、撓りモーメントを示すベクトルは逆時計周りを正としれば垂直荷重 W と撓りモーメント m^* が作用すると、又 A より異なる角度 ψ 矢 ψ の中心軸周りの曲げモーメントは垂直荷重及撓りモーメント荷重を、 ψ の正弦余弦で展開した型で書けば、

$$M = -M_A \cos \psi + (M_A \cos \psi - M_B) \sin \psi + \sum_{n=1}^{\infty} w_n^m \sin \frac{n\pi}{2} \psi + \sum_{n=1}^{\infty} m_n^m \sin \frac{n\pi}{2} \psi \quad (3)$$

$$R_A \cdot R = (M_A \cos \alpha - M_B) / \sin \alpha - M_A^T + \sum_{i=1}^n (\omega_i^L + m_i^T) \quad \dots (5)$$

$$R_A \cdot R = (M_A \cos \alpha - M_B) / \sin \alpha - M_A^T + \sum_{i=1}^n (\omega_i^A + m_i^T) \quad \dots (5)$$

$$w_r^m = R^2 w_r \left\{ \left(\frac{m}{2} \right)^2 - 1 \right\}, \quad w_r^0 = R^2 w_r \frac{m}{4}$$

$$w_r^b = \frac{\prod R^2 w_r}{\{(\frac{\prod R^2}{2})^2 - 1\}} \quad m_r^{Tm} = m_r^T / \{(\frac{\prod R^2}{2})^2 - 1\}$$

$$m_r^{Ta} = \frac{\sum m_r^T}{\left\{ \left(\frac{r}{a} \right)^2 - 1 \right\}}$$

$$w_r = \sum_{r=1}^N w_r \sin \frac{r\pi}{\alpha} \varphi, \quad m^T = \sum_{r=1}^N m_r^T \sin \frac{r\pi}{\alpha} \varphi$$

であるよって (2) 式の解は

$$\beta = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin \frac{n\pi}{2} \varphi + C_1 \sin M_1 \varphi + C_2 \cos M_1 \varphi + C_3 \sinh M_2 \varphi + C_4 \cosh M_2 \varphi + C_5 \sin \varphi + C_6 \cos \varphi \quad \dots (6)$$

形状で与えられた定数 $C_i (i=1, 2, 3, 4)$ は端部条件、例へば固定端に対しては $\varphi=0, \varphi=\infty$ に対して $\beta=0, d\beta/ds=0$ 、断面より自由な端部では $\beta=0, d\beta/ds=0$ 、よって定められる。

今 $M_A, M_B = 0$ であり端部は反りか自由ならば β は簡単に

$$\beta = \frac{N^5}{2\pi} B_r \sin \frac{\pi}{\alpha} \rho \quad \dots \quad 27) \quad B_r = \frac{w_r^m + m_r^m + \frac{1}{c_m} m_r}{\bar{C}_m \left(\frac{m_r}{\alpha}\right)^4 + \bar{C}_m \left(\frac{m_r}{\alpha}\right)^2 + \bar{C}_{tr}}$$

乙亥一ノ九、更ニ

$$v = \sum_{r=1}^n v_r \sin \frac{r\pi}{\alpha} \phi \quad \dots (8) \quad v_r = \frac{w_r^m + m_r^T m + \frac{1}{c_m} m_r^T + B_r R K}{r^2 \pi^2 K' / \alpha^2} \quad K = \frac{EI}{R^2}$$

かまゆり水。

これより M_A^T, M_B^T, R_A, R_B が求められる 更に二本主桁の橋梁では $v_a = v + \frac{b}{2} \theta$.

$v = v - \frac{g}{\omega^2} \beta$ と置く。2 両主桁に働くモーメントが計算出来る。更に曲率半径に比して中員が狭ければ、上の得られた式を利用して、横桁の曲げ剛性を考慮に入れた曲線格子桁と解き得る。

更に由線橋では遠に力による横荷重、ガーダーの主桁を持つものではフラットゲージ屈伏力の曲りによる低下、フラット内た力の变化の問題或は直橋と異り、横桁の傷く、エーメントが大きくなる崩壊は直接主桁の破壊をもたらす等々問題が含まれて居る。

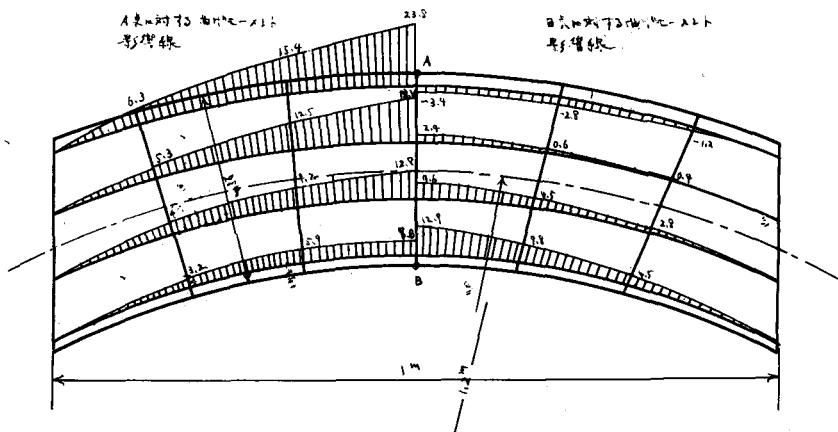


圖-2 模型
 為了得步於此，為
 外生析中央與地方
 才由曲中元一之
 影響線正示之
 單性小於 km 之方