

I-62 曲線桁橋の実用計算式について

大阪市立大学工学部 正員 小松定夫

1. まえがき

既に発表した曲線桁橋の理論的研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾により、この種構造物の主要な静力学的性状を明確にできた。またその特性に適した合理的な解折法を導くことができた。

本研究の目的は、これらの基礎理論の結果を実際の設計計算に実用化されやすい形に持つて来ることである。

2. 曲線桁橋の断面諸量

教本の主桁が曲率中心 O のまわりに同心円周上に並列するような曲線桁橋の断面諸量を次に掲げる諸式で計算できる。

(a) 断面の図心

$$R = \frac{\sum_j F_{sj}}{\sum_j \frac{F_{sj}}{R_j}} \quad \bar{x}_0 = \frac{\sum_j \frac{F_{sj}}{R_j} \bar{x}_j}{\sum_j \frac{F_{sj}}{R_j}} \quad (1)$$

R : 図心と O の水平距離, F_{sj} : 第 j 主桁の断面積, R_j : 第 j 主桁の図心と O との水平距離, $\bar{x}_j$: 第 j 主桁の図心の鉛直座標

(b) 断面2次モーメント

$$I_y = \sum_j \frac{R}{R_j} (F_{sj} \bar{x}_{oj}^2 + I_{yji}), \quad I_z = \sum_j \frac{R}{R_j} (F_{sj} \bar{y}_{oj}^2 + I_{zji}), \quad I_{yz} = \sum_j \frac{R}{R_j} (F_{sj} \bar{y}_{oj} \bar{x}_{oj} + I_{yzji}) \quad (2)$$

$I_{yji}, I_{zji}, I_{yzji}$: 第 j 主桁の図心を通る水平軸 y , 鉛直軸 z に関する断面2次モーメントおよび相対モーメント, I_y, I_z, I_{yz} : 桁橋断面の図心を通る水平軸 y , 鉛直軸 z に関する断面2次モーメントおよび相対モーメント, $\bar{y}_{oj}, \bar{x}_{oj}$: 第 j 主桁の図心の (y, z) 座標

(c) セン断中心

$$R_0 = \frac{\sum_j \frac{I_{yji}}{R_j}}{\sum_j \frac{I_{yji}}{R_j R_j}} \quad (3)$$

R_j : 第 j 主桁のセン断中心と O との水平距離, 一般に $R_{0j} \cong R_j$, R_0 : 桁橋断面のセン断中心, 特に第 j 主桁が鉛直軸に関して対称断面の場合には $R_{0j} = R_j$ となる。

(d) ねじり抵抗

$$J = \sum_j \frac{R_0 R}{R_j R_j} \left(J_j + \frac{E_s}{G_s} \frac{I_{yji} Y_j}{R_{0j}} \right) \quad (4)$$

J_j : 第 j 主桁のねじり抵抗, $Y_j = R_j - R_0$, E_s : ヤング率, G_s : セン断弾性係数

(e) 曲げねじり抵抗

⁽¹⁾ 小西一郎・小松定夫: 薄肉曲線桁の破壊理論, 土木学会論文集第87号, ⁽²⁾ 小西一郎・小松定夫: 薄肉曲線桁橋の立体的解析, 同 第70号, ⁽³⁾ 小西一郎・小松定夫: 薄肉曲線桁橋の立体的解析, 同 第91号

$$C_w = \sum_j \frac{R_o R_j^3}{R_o j R_j^3} \left(C_{wj} + \frac{I_{yij} Y_j^2 R_j^2}{R_o j R_o} \right) \quad (5)$$

C_{wj} : 第 j 主桁の曲げねじり抵抗

3. 曲線桁橋の各主桁の断面力

(a) 第 j 主桁に分配される曲げモーメント

$$M_{yij} = \frac{R}{R_j} \frac{I_{yij}}{I_y'} M_y + \frac{I_{yij} Y_j}{R_o j R_j} E_s (\theta'' + \theta) \quad (6)$$

M_y : 全橋断面の曲げモーメント, $\theta'' + \theta$: 全橋断面のねじり変形に関する量で, 6つの代表的荷重状態に対して公式を与えた。パラメーター α 重 $\bar{R}/R_o$ に対し M_{yij} の計算数表を作った。

(b) 第 j 主桁に分配されるせん断力

$$Q_j = \frac{R_o R}{R_o j R_j} \frac{I_{yij}}{I_y'} \bar{Q} + \frac{T_o R}{J R_o j R_j} \left(J_j + \frac{E_s}{G_s} \frac{I_{yij} Y_j}{R_o j} \right) + \frac{T_w R^3}{C_w R_o j R_j} \left(\frac{R_o j}{R_j^2} C_{wj} - I_{yij} Y_j \right) \quad (7)$$

$T_o, T_w, \bar{Q}$: 全橋断面の St. Venant ねじりモーメント, 2次ねじりモーメントおよび曲げによるせん断力, $M_y, T_o, T_w, \bar{Q}$ は文献2,3)で与えられている。

(c) 第 j 主桁に分配されるねじりモーメント

$$T_j = \frac{R}{R_j} \frac{I_j}{J} T_o + \frac{R^3}{R_j^3} \frac{C_{wj}}{C_w} T_w \quad (8)$$

4. 曲線桁橋の反力

(a) 並列 I 桁橋

$$R_{jk} = Q_{j, \varphi=K+0} - Q_{j, \varphi=K-0} \quad (9)$$

R_{jk} : 第 j 主桁の支点 $\varphi=K$ における反力, $Q_{j, \varphi=K+0}, Q_{j, \varphi=K-0}$: 第 j 主桁の支点 $\varphi=K$ の前後の断面におけるせん断力

(b) 並列箱桁橋

箱桁内の隔壁はこのような強固な補強筋を設けた場合には, 第 j 主桁の外側支承反力 R_{ja} , 内側支承反力 R_{ji} は次式で計算できる。

$$R_{ja} = \frac{1}{b_j} \left\{ T_{j, m-1} \cos \psi_{m-1} - T_{j, m+1} \cos \psi_{m+1} + Q_{j, m+1} (R_{oj} \cos \psi_{m+1} - R_{ji}) - Q_{j, m-1} (R_{oj} \cos \psi_{m-1} - R_{ji}) + M_{yij, m+1} \sin \psi_{m+1} + M_{yij, m-1} \sin \psi_{m-1} + P_j (\bar{R}_j \cos \bar{\psi}_j - R_{ji}) \right\} \quad (10)$$

$$R_{ji} = \frac{1}{b_j} \left\{ T_{j, m+1} \cos \psi_{m+1} - T_{j, m-1} \cos \psi_{m-1} + Q_{j, m-1} (R_{oj} \cos \psi_{m-1} - R_{ja}) - Q_{j, m+1} (R_{oj} \cos \psi_{m+1} - R_{ja}) - M_{yij, m+1} \sin \psi_{m+1} - M_{yij, m-1} \sin \psi_{m-1} + P_j (R_{ja} - \bar{R}_j \cos \bar{\psi}_j) \right\} \quad (11)$$

R_{ja}, R_{ji} : 外側支承, 内側支承の反力, b_j : 支承間隔

5. 横桁の断面力

(a) せん断力

$$V_j = V_{j-1} + 2 Q_{j, \varphi=\varphi_m} - P_j \quad (12)$$

(b) 曲げモーメント

$$M_j = M_{j-1} + R_j V_j - R_{j-1} V_{j-1} + 2 (T_{j, \varphi=\varphi_m} - Q_{j, \varphi=\varphi_m} R_{oj}) \cos \psi + 2 M_{yij, \varphi=\varphi_m} \sin \psi + P_j \bar{R}_j \cos \bar{\psi}_j \quad (13)$$