

1 まえがき

広い幅員の橋では、2本の変断面箱桁を採用する場合が多い。本論文は桁に偏り荷重が載荷される場合、2本の箱桁の連結をヒンジと考へ、セン断力のみ伝達する構造として解析を行った。

これらに関する論文には Bieger¹⁾ Brett Hauer²⁾ Mehmud³⁾ 等の研究があるが、この論文では変断面で一端固定他端自由の場合、又両端固定の場合について差分方程式を用いて数値計算を行った。

2. 理論の概要

図1に示しているように、板の中央で切断すると不静定のセン断力、曲げモーメント、軸方向力が生ずるが、Box と Box の連結をヒンジとし、不静定セン断力のみ挿入する。又図2に示しているような荷重の場合、 P と P_0 とに分けて考へると

$$P_s = P_0 + P \quad \dots \dots \dots (1)$$

となり、 P_0 は不静定力を生じないで一本の桁として計算できる。

P は Box と Box の中央にヒンジを挿入したものと同一のものとなる。荷重 P によって生ずるヒンジ点の変位 δ_p は桁の垂直変位 W_p とねじりモーメントによる変位 $\alpha \theta_p$ 、片持板としての変位 f_p の和である。

$$\delta_p = W_p + \alpha \theta_p + f_p \quad \dots \dots \dots (2)$$

荷重と各変位との関係は

$$\frac{d^2}{dx^2} (EI_z \frac{dW_p(x)}{dx^2}) = P(x), \quad \frac{d}{dx} (GI_T \frac{d\theta_p(x)}{dx}) = -\alpha_0(x) \alpha P(x)$$

$$f_p(x) = \frac{\alpha_p}{EI_p} P(x) \quad GI_T \frac{d\theta_p}{dx} = M_p(x)$$

不静定セン断力による変位 δ_x も同様に

$$\delta_x = W_x(x) + \alpha \theta_x(x) + f_x \quad \dots \dots \dots (3)$$

不静定セン断力と変位との関係は

$$\frac{d^2}{dx^2} (EI_z \frac{d^2 W_x(x)}{dx^2}) = X(x), \quad \frac{d}{dx} (GI_T \frac{d\theta_x(x)}{dx}) = -\alpha X(x)$$

$$f_x(x) = \frac{\alpha_x}{EI_p} X(x) \quad GI_T \frac{d\theta_x}{dx} = M_x(x)$$

連続条件より $\delta_p(x) + \delta_x(x) = 0$ であるから

$$\begin{aligned} & X(x) - \alpha^2 \frac{d^2}{dx^2} [EI_z \frac{d}{dx} (\frac{1}{GI_T} \int_0^x X dx) + \frac{d^2}{dx^2} [EI_z \frac{d^2}{dx^2} (\frac{\alpha_x}{EI_p} X)] \\ & = -P_1(x) - \alpha \cdot \frac{d^2}{dx^2} [EI_z \frac{d}{dx} (\frac{M_p}{GI_T})] - \frac{d^2}{dx^2} [EI_z \frac{d^2}{dx^2} (\frac{\alpha_p}{EI_p} P)] \quad \dots \dots (4) \end{aligned}$$



図 1



図 2-a

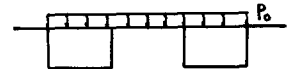


図 2-b

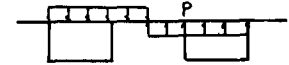


図 2-c

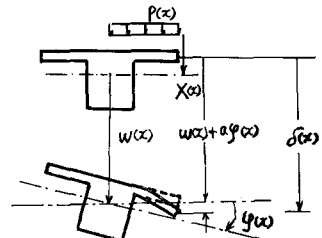


図 3

3, 差分方程式による表示

(4)式において, I が大きいと 考えて左辺の第2項と右辺の第2項を省略する。又 P によるねじりモーメントは偏心が小さいと 考えられるから右辺の第3項を省略する。

$$x = \frac{I}{I_x}, \quad \gamma_1 = \frac{I^2 I_p}{\alpha_x I_{xc}}, \quad i_k = -\frac{I_x}{I_{xc}}, \quad \gamma_2 = \gamma(4x)^4$$

$$b_k = \gamma_2 + i_{k+1} + 4i_k + i_{k+1} \quad c_k = -2(i_{k+1} + i_k)$$

と置いて (4)式を差分方程式で表示すると

$$i_{k-1} X_{k-2} + b_k X_{k-1} + c_k X_k + b_{k+1} X_{k+1} + i_{k+1} X_{k+1} X_{k+2} = -\gamma_2 P_k \quad \dots\dots (5)$$

3.1 固定端における境界条件

$$\delta p(0) + \delta x(0) = 0 \quad \dots\dots (6)$$

$$\delta p'(0) + \delta x'(0) = 0 \quad \dots\dots (7)$$

支点において $W_p = W_x = \theta_p = \theta_x = 0$ であるから (6)式より

$$X(0) = -\frac{\alpha_p}{2x} P \quad \dots\dots (8)$$

(7)式より $\alpha \cdot \frac{1}{GJ} M_p(0) + \alpha \cdot \frac{1}{GJ} M_x(0) + \frac{\alpha p(0)}{EI} X(0) = 0$

$$M_{x0}(0) = \alpha \int_0^1 p a dt \quad M_{x0}(0) = \alpha \int_0^1 x l dt, \quad \mu = \frac{a^2 l^2 EI_p}{4 r^2 G J I t}$$

$$X'(0) - 4\mu r^2 (\int_0^1 p - \frac{1}{2} l^2 (X''(0) - 4\mu r^2 X'(0))) = -4\mu r^2 P \quad \dots (9)$$

$$\mu = 0, \quad \alpha_p = 0 \quad i_0 X_1 + c_1 X_0 + b_1 X_1 + c_2 X_2 + i_2 X_3 = -\gamma_2 P, \quad \dots\dots (10)$$

(8), (9), (10) より 差分で表示すると

$$(b_1 + i_0) X_1 + c_2 X_2 + i_2 X_3 = -\gamma_2 P \quad \dots\dots (11)$$

3.2 自由端における境界条件

$$\delta p''(1) + \delta x'(1) = 0 \quad \text{より}$$

$$X''(1) - 4\mu r^2 X(1) = 4\mu r^2 \alpha_p P$$

$$\delta x'''(1) + \delta x''(1) = 0 \quad \text{より}$$

$$X'''(1) - 4\mu r^2 X'(1) = 0 \quad \text{となる。これを差分に置換すると}$$

$$i_{n-2} X_{n-3} + c_{n-1} X_{n-2} + (b_{n-1} - i_{n-1}) X_{n-1} - 2i_{n-1} X_n = -\gamma_2 P_{n-1} \quad \dots\dots (12)$$

$$i_{n-1} X_{n-2} - 2i_{n-1} X_{n-1} + (\frac{1}{2} \gamma_2 + i_{n-1}) X_n = -\frac{1}{2} \gamma_2 P_n \quad \dots\dots (13)$$

4 数値計算例

桁高は $y = ax^2 + bx + c$ とする。荷重は P_0 の荷重を 1 m^2 等分布として片持桁の応力を支点で図10, 不静定図9, 両端固定の応力を支点で図13, 中央で図14で図示した。

- 文献 1) Vorberechnung zweistufiger platten Balken Dr. Ing Kaus-Wolfgang Bieger, Beton und Stahlbeton Bau 9/1962
 2) Zur Querverteilung bei unsymmetrisch geraden und gekrümmten zweistufigen platten balken, Brattbauer 11/1963
 3) Das zweistufige symmetrische platten Balken unter Einseitiger Belastung, Dr. Mehl

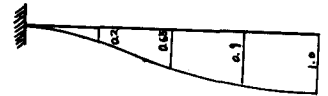
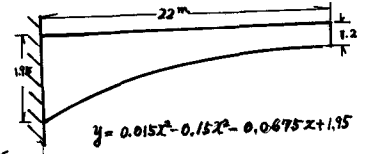
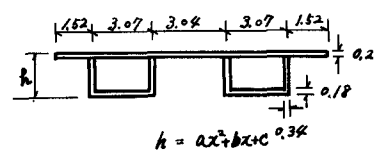


図9 不静定図

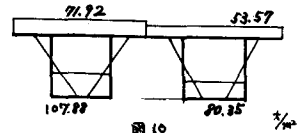


図10

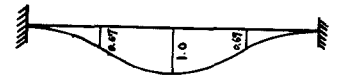
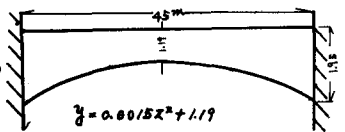


図11 不静定図

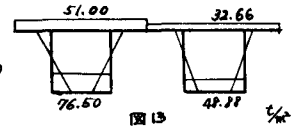


図13

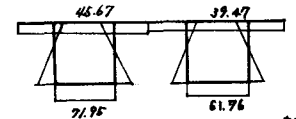


図14