

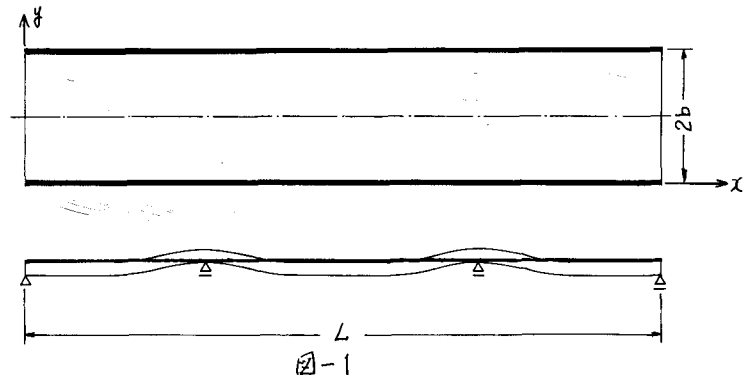
# I-14 接合辺の位置が桁軸に沿い変化する合成床版の有効幅について

大阪工業大学 正員 赤尾 親 助  
同 大学院 学生員 高田 哲 哉  
近畿大学 正員 ○宮 脇 泰 年

1 まえがき 波形軸線の主桁を用いることにより、全径間を通じ、全断面合成の連続桁を可能とする形式について、「波形軸線を有する連続合成桁」の題目で提案したが、このような形式の合成桁における合成床版の有効幅についての検討を行うことを目的とした考察の結果を述べる。計算例の断面諸元としては上記の連続合成桁の設計試算の結果に據るものとし、それを無次元化して実施した。

2 解析方法 波形軸線を有する連続桁に合成される

図-1に示すような幅 $2b$ 、長さ $L$ の床版における片側有効幅を求めるに際して、床版は $y$ 方向に正対称系であると考える。床版のScheib actionを支配する適合条件式は周知のように



$$\Delta\Delta\phi = 0 \text{ ----- (1)} \quad \Delta\Delta: \text{Laplace operator, } \phi: \text{Stress function}$$

(1)式の解として $y$ 方向に正対称なる事を考慮して、既に岡村氏が他の問題で誘導した収束の良好な解を用いるものとした。<sup>\*1</sup>

$$\phi = \sum_m \left\{ (\sinh \alpha_m y - S_m \cosh \alpha_m y) A_m + (\alpha_m y \sinh \alpha_m y - E_m \alpha_m y \cosh \alpha_m y - S_m \cosh \alpha_m y) C_m \right\} \sin \alpha_m x \text{ ----- (2)}$$

$$S_m = \coth \lambda m \pi + \csc \lambda m \pi, \quad E_m = \coth \lambda m \pi - \csc \lambda m \pi, \quad S_m = \lambda m \pi \csc \lambda m \pi, \quad \lambda = 2b/L, \quad \alpha_m = m\pi/L$$

(2)式より $\hat{\sigma}_x$ ,  $\hat{\sigma}_y$ はそれぞれ(3), (4)式で与えられる。

$$\hat{\sigma}_x = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = \sum_m \alpha_m^2 \left\{ (\sinh \alpha_m y - S_m \cosh \alpha_m y) A_m + \left\{ 2(\cosh \alpha_m y - E_m \sinh \alpha_m y) + \alpha_m y \sinh \alpha_m y - E_m \alpha_m y \cosh \alpha_m y - S_m \cosh \alpha_m y \right\} C_m \right\} \sin \alpha_m x \text{ ----- (3)}$$

$$\hat{\sigma}_y = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = - \sum_m \alpha_m^2 \left\{ (\sinh \alpha_m y - S_m \cosh \alpha_m y) A_m + (\alpha_m y \sinh \alpha_m y - E_m \alpha_m y \cosh \alpha_m y - S_m \cosh \alpha_m y) C_m \right\} \sin \alpha_m x \text{ ----- (4)}$$

先ず境界条件の一つとして $(\hat{\sigma}_y)_{y=0} = 0$ を考えれば(4)式は次のように与えられる。

$$(\hat{\sigma}_y)_{y=0} = - \sum_m \alpha_m^2 (-S_m A_m - S_m C_m) \sin \alpha_m x = 0 \text{ から恒等的に } A_m = - \frac{S_m}{\delta_m} C_m \text{ ----- (5) とする。}$$

以上により応力式(3)は次のように書かれる。

$$\hat{\sigma}_x = \sum_m \alpha_m^2 \left\{ - \frac{S_m}{\delta_m} \sinh \alpha_m y + 2(\cosh \alpha_m y - E_m \sinh \alpha_m y) + \alpha_m y \sinh \alpha_m y - E_m \alpha_m y \cosh \alpha_m y \right\} C_m \sin \alpha_m x \text{ ----- (6)}$$

これより、 $(\hat{\sigma}_x)_{y=0} = 2 \sum_m \alpha_m^2 C_m \sin \alpha_m x$  ----- (7) とする。簡単な $T \times T$  Poisson比を0として接合辺 $y=0$

における $x$ 方向歪 $(\epsilon_x)_{y=0}$ を求めると $(\epsilon_x)_{y=0} = \frac{(\hat{\sigma}_x)_{y=0}}{E_c} = \frac{2}{E_c} \sum_m \alpha_m^2 C_m \sin \alpha_m x$  ----- (8) とする。さて片側有効幅 $B_c$ は代置法により次のように書かれる。

$$B_e = \int_0^b \phi_2 dy / \phi_0 = \frac{(\frac{\partial \phi}{\partial y})_{y=b} - (\frac{\partial \phi}{\partial y})_{y=0}}{\phi_0} = -(\frac{\partial \phi}{\partial y})_{y=0} / \phi_0$$

よって(2)式における Stress function 中 および(7)式における  $\phi$  より

$$B_e = \frac{\sum_m \alpha_m (\frac{S_m}{\alpha_m} + E_m) C_m \sin \alpha_m x}{2 \sum_m \alpha_m^2 C_m \sin \alpha_m x} = \frac{L \sum_m m (\frac{S_m}{\alpha_m} + E_m) C_m \sin \alpha_m x}{2 \pi \sum_m m^2 C_m \sin \alpha_m x} \quad (9)$$

として求められる。よって係数  $C_m$  を求めることに帰着する。すなわち有効幅に支配的影響を与えるものは、桁に生じている歪のパターンであり、この分布関数を床版との接合辺に与えた場合の床版の Scheide 応力の解を求める境界値問題に帰着する。図-2 に示すよ

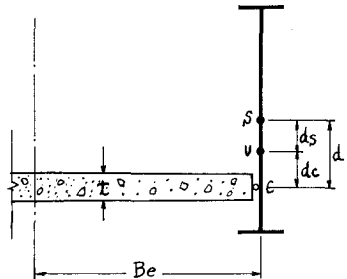


図-2

うに、主桁図心より版との接合辺までの距離を  $d$ ，等価断面の図心より版との接合辺までの距離を  $d_c$  とすると， $b_e = \frac{d_c}{d} = \frac{A_s / (I_s + \frac{B_e x^2}{n})}{n}$  で与えられる。つぎに版の中心線に隲する等価断面の断面2次モーメントを求めれば(10)式で表わされる。

$$I_v = A_s (r_s^2 + d^2 - d d_c) = I_s \left\{ 1 - \frac{d^2}{r_s^2} (1 - b_e) \right\} \quad (10)$$

従って，系に作用する曲げモーメントを  $M$  とすれば接合辺における主桁応力は(11)式で与えられる。

$$\phi_s = \frac{M}{I_v} d_c = \frac{M r_s}{I_s} \frac{b_e (d/r_s)}{1 + (d/r_s)^2 (1 - b_e)} = \phi_0 \psi(x) = \sum_m \bar{C}_m \sin \alpha_m x \quad (11)$$

以上の結果より係数  $C_m$  は版と桁との接合辺の歪の適合条件  $(\epsilon_x)_{y=0} = (\epsilon_s)_{dc}$  より，(9)式および(11)式から

$$\frac{E_c}{E_s} \sum_m \alpha_m^2 C_m \sin \alpha_m x = \frac{\phi_0}{E_s} \psi(x) = \frac{1}{E_s} \sum_m \bar{C}_m \sin \alpha_m x$$

$\therefore C_m = \frac{\bar{C}_m}{2 \pi \alpha_m^2}$  とする。

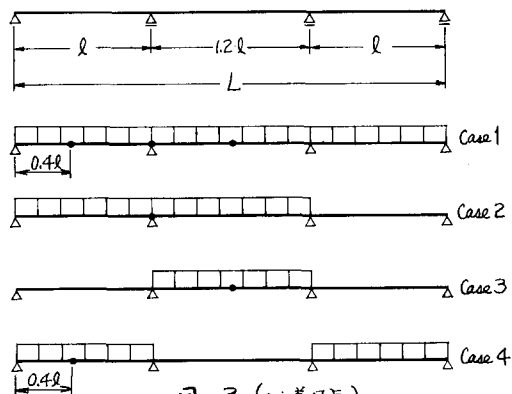


図-3 (●: 着目点)

**3 計算例** 図-3に示すような荷重状態と有効幅の着目点について計算を行なったが，その方法として上記の計算式を次に示すように変形を行なった。 $\phi_0 \psi(x) = K(x)$  と置けば  $\bar{C}_m = \frac{2}{L} \int_0^L K(x) \sin \alpha_m x dx$  で表わされる。今  $K(x)$  を  $n$  個の格長で分割し  $K(x_i)$  と表示すれば，(12)式に表わすようにする。

$$\bar{C}_m = \frac{2}{m \pi} \left[ \frac{1}{m \pi} \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{K_i - K_{i-1}}{l_i} - \frac{K_{i+1} - K_i}{l_{i+1}} \right) \sin \alpha_m x_i + K_0 - K_L \cos \alpha_m L \right] \quad (12)$$

$l_i$  は格長  $x_{i-1}$  より  $x_i$  までの距離であり，また  $\bar{l}_i = l_i / L$ ，( $L$  は基準格間長) を考えれば  $B_e / b$  は次の通り

$$\frac{B_e}{b} = \frac{2n}{\pi^3 \lambda} \frac{1}{K(x)} \sum_m \frac{\lambda m \pi + \sinh \lambda m \pi}{1 + \cosh \lambda m \pi} \frac{\bar{C}_m}{m} \sin \frac{m \pi x}{L}, \quad \bar{C}_m = \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{K_i - K_{i-1}}{l_i} - \frac{K_{i+1} - K_i}{l_{i+1}} \right) \sin \frac{m \pi x_i}{L}$$

図-4に示すデーターを用いて計算を行なった結果を示せば表-1の通りである。

#### 4. 寸すび

表-1に示す計算結果の通り波形軸線を有する桁の有効幅としては直桁の場合と比較し

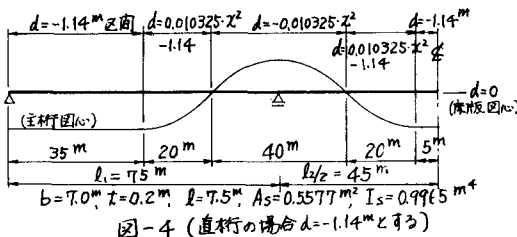


図-4 (直桁の場合  $d = -1.14$  とする)

表-1

| 位置             | 支矢     | 側径間<br>0.4 $l_1$ | 中央径間<br>0.5 $l_2$ |
|----------------|--------|------------------|-------------------|
| 載荷狀態           | Case 2 | Case 4           | Case 3            |
| 直 桁            | 0.636  | 0.957            | 0.918             |
| 波形軸線桁          | 0.567  | 0.919            | 0.908             |
| 載荷狀態<br>Case 1 | 直 桁    | 0.618            | 0.911             |
|                | 波形軸線桁  | 0.511            | 0.904             |
| 現示方書           |        | 0.9              | 0.8               |
|                |        | 0.9              | 0.9               |

て，各矢ともにその差は僅少である。現示方書との比較においては，矢矢について小さく出ているが，この場合曲げモーメントの符号の変化矢間を  $L$  と考える事により，その値はほとんど一致する。

1) 岡村宏一：合成桁委員会 資料 NO 49-2