

寧蘭工業大學 正員 能町 純雄
 同 同 尾崎 誠
 同 學生員 大島 俊之

1. 手元が乏.

本論文は、等肉変断面箱桁を対象とし、析板理論によって、断面の変形を考慮した式を用いて、曲げ接合に於けるそり応力について考察を行なったものである。その際、変断面梁を等価な等断面梁要素に置換して、微分方程式を誘導した。さらに差分法による解を求めたが、その差分式を誘導する際、本論文で述べる簡単な操作を経ることによって、少ない分割数で、従って短い計算時間で、満足すべき精度の解を得ることができた。また、模型実験によって計算結果を正しめたが、制定値はほぼ満足すべき値を得ることができた。

2. 理論式

図-1のような断面を考えると、変位剪断公式が次のように与えられる。¹⁾

$$\left. \begin{aligned} \dot{T}_{AB} &= \frac{1}{2} E h t (z \ddot{U}_A + \ddot{U}_B) + \frac{1}{h} (S_{AB} - S_{BA}) \\ \dot{T}_{BA} &= \frac{1}{2} E h t (z \ddot{U}_B + \ddot{U}_A) + \frac{1}{h} (S_{BA} - S_{AB}) \end{aligned} \right\} \quad - (1)$$

22に $\ddot{U} = \frac{\partial^3 U}{\partial x^3}$ を示す。

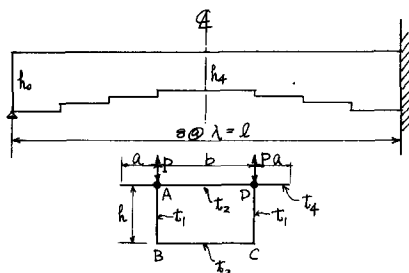


図-1 箱桁断面の記号

同様にして、剪断流 T_{AD} , T_{AE} , T_{BC} , T_{EA} をついで求め、つり合い条件式として

$$T_{AB} + T_{AD} + T_{AE} = 0, \quad T_{BA} + T_{BC} = 0, \quad T_{EA} = 0 \quad - (2)$$

より、次の三本の微分方程式を得る。

$$(zh t_1 + bt_2 + za t_4) E \ddot{U}_A + ht_1 E \ddot{U}_B + at_4 E \ddot{U}_E - 12 G_0 \Delta y + 6 \left(\frac{1}{a} + \frac{z}{b} \right) S_{AE} + \frac{6}{h} P = 0 \quad - (3)$$

$$k t_1 E \ddot{U}_A + (z k t_1 + b t_2) E \ddot{U}_B + 12 G_0 \Delta \varphi - \frac{b}{k} P = 0 \quad - (4)$$

$$qt_4 E \ddot{U}_A + zqt_4 \ddot{U}_E E - \frac{G}{a} S_{AB} = 0 \quad \text{--- (5)}$$

又、変形度と変位の関係より、次式を得る。

$$4G\dot{U}_A - 4G\dot{U}_B + b\dot{h}G\dot{\psi} - \left(\frac{zh}{x_1} + \frac{b}{x_2} + \frac{b}{x_3}\right)G_0\Delta\varphi + \frac{z}{x_2}S_{AE} + \frac{z}{x_1}P = 0 \quad (6)$$

又、A 点における変位の適合 $\ddot{w}_{AP} + \ddot{w}_{AE} = 0$ より

$$\left(\frac{t_2}{a} + \frac{zt_2}{b}\right)G\dot{U}_A - \frac{t_2}{a}G\dot{U}_E - G_0A\dot{\theta} + \left(\frac{t_2}{a} + \frac{z}{b}\right)S_{AE} = 0 \quad \text{--- (7)}$$

以上の(3)~(7)式より、 S_{AE} 、 $\dot{U}_B$ 、 $\dot{U}_E$ 、 $\Delta\psi$ を消去して、次の曲げ振りの微分方程式を得る。

$$\ddot{U}_A - znK\ddot{U}_A + nH\dot{U}_A = \frac{12}{EhP}(-\ddot{P} + nFP) \quad \text{--- (8)}$$

$$\text{F.F.L. } n = \frac{G_0}{G} = \frac{4(1+\nu)}{b h} (K_A + K_B), \quad ZK = \left(\frac{1}{h t_2} + \frac{1}{h t_3} + \frac{1}{b t_1} \right), \quad H = \frac{48(1+\nu)}{(1+\nu) P h b}$$

$$T = \{ (ht_1 + bt_2 + 6f) + \gamma(ht_1 + bt_3) \}, \quad F = \left(\frac{1}{ht_2} + \frac{1}{ht_3} - \frac{2}{bt_1} \right), \quad \gamma = \frac{3ht_1 + 6t_2 + 6f}{3ht_1 + 6t_3}$$

$$K_A = \frac{9k_1k_2(k_1+3k_2)}{(2k_1+3k_2)(2k_1+3k_2) - k_1^2}, \quad K_B = \frac{9k_1k_2(k_1+3k_2)}{(2k_1+3k_2)(2k_1+3k_2) - k_1^2}$$

ニニトP, G₀Δ はそれぞれ偶荷重, 断面の変形抵抗力を示す。

3. 数値計算

いま等分布荷重Pを零として、微分方程式(8)を差分化するニニを考える。(8)式を2度積分して

$$\ddot{U}_A + B\dot{U}_A + C\bar{U}_A = 0 \quad (9) \quad \text{ニニ} \quad B = -znK, C = nH, \bar{U} = \int U dz$$

ニニz軸方向変位Uを一度積分した値 $\bar{U}$ を次元を考慮して次式と仮定する。

$$\bar{U} = \bar{U}_r f^{(0)}(\xi) + \bar{U}_H f^{(1)}(\xi) + \bar{U}_r \lambda^2 f^{(2)}(\xi) + \bar{U}_H \lambda^2 f^{(3)}(\xi) \quad (10)$$

ニニ(9)式に代入し、4度積分する過程で、次の(11), (12)式により本式の式を定めて、

$$U_{nrH} - U_{nr-1} = 0 \quad (11) \quad Q_{nrH} - Q_{nr-1} = -Pr \quad (12)$$

未知数 $\bar{U}$, $\bar{U}$ にフリエッ立に解くニニを考える。

また、求めたその差分方程式にフリエッ立、等断面梁の条件を区間長入を無限小とすると、曲げ換りの微分方程式(8)式に一致するニニを示し求めるニニができる。

4. 模型実験

実験は $t_1 = 2^{mm}$, $t_2 = 2^{mm}$, $a = 0$, $b = 58^{mm}$, $h_0 = 60^{mm}$, $h_4 = 20^{mm}$, $l = 980^{mm}$ のアクリル樹脂の変断面箱桁に両端固定を支持条件として集中トルクを $\frac{l}{2}$ 点と $\frac{l}{8}$ 点にかけ、各分割点でのそり応力を測定した。その際ストレインゲージを断面の対角隅長に2個ずつとりつけ、測定値はそれらの値の平均値を採用した。

図-4. 支間中央載荷の場合のそり応力分布のA

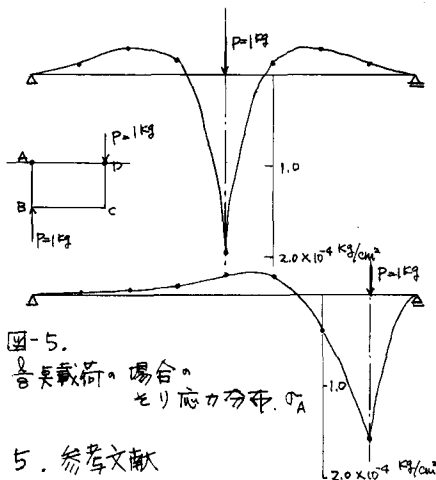


図-5. $\frac{l}{8}$ 点載荷の場合のそり応力分布のA

図-2. 支間中央載荷の場合のそり応力分布のA

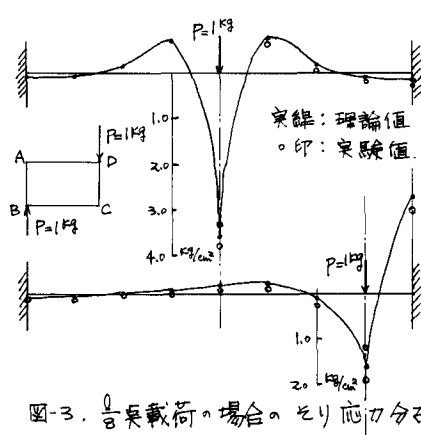


図-3. $\frac{l}{8}$ 点載荷の場合のそり応力分布のA

5. 参考文献

- 1) 熊田純雄: 土木学会論文集 オ146号(昭和42, 10)
 - 2) 尾崎 誠: 土木学会論文報告集 オ179号(昭和45年7月)
 - 3) 熊田純雄, 松岡健一, 大島俊之: マトリック法構造解析研究発表論文集 オ5回(昭和46年6月)
- (謝辞) 本論文の実験を行なうにあたり、田中功、木川 両氏の多大なご協力を受けます。ニニに記して深く感謝の意を表します。また、本学電算室の皆様にも大変お世話になりました。厚くお礼申し上げます。