

大阪市立大学工学部 正員 倉田 宗章

" " " 谷 平 勉

1. 概要——異形平板の解法として従来から、階差法、逆変法等が用いられ、実用解を提供しているようであるが、著者らは、異形平板を解析的に解き得る部分とそうでない部分に分割して、解析解と階差法による近似解を分割線に沿って連続させるという方法を開発し、矩形板に三角形板が接続した形の異形スラブ橋を解いてみた。

2. 解法——図-1の如き相対する平行な2辺が単純支持され、その他の辺が自由な異形平板を、図-2の如く、矩形板と三角形板とに分割し、三角形部分の板のたわみを、 λ_1, λ_2 間隔の網目の階差式により表わし、分割線上の網目の真に、不静定反力 P_i 、不静定モーメント M_i を考え、この不静定力の作用した矩形板の解析解を求め、その不静定力の作用する真で、三角形板と矩形板のたわみとたわみ角とを連続させる。かくして、三角形板の網目の各真のたわみ及、不静定力を未知数として得る連立方程式を解くことにより、板全体の解を求めることが出来る。(解析解の記載省略)

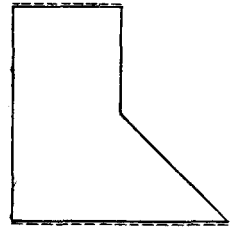


図-1

a) 三角形板部分の階差式

i) 分割線上の真 (図-3参照) に於ける $\Delta\Delta w = \frac{q}{D}$ 式の階差表示は表-1のようになる。

$(1-\nu)\alpha^2$			
$-4(1-\nu)[1+(1+\nu)\alpha^2]$	$2(2-\nu)$		$-\nu N_{i-1}L^2 + 2(\nu+\alpha^2)N_iL^2$
$2\alpha^2 + 6(1-\nu)\alpha^2 + 8(1-\nu)$	$-4(2-\nu)\alpha^2$	$2\alpha^2$	$-\nu N_{i-1}L^2 + 2\alpha^2 R_iL^2 = \alpha^2 Q_iL^4$
$-4(1-\nu)[1+(1+\nu)\alpha^2]$	$2(2-\nu)$		
$(1-\nu)\alpha^2$			

(表-1)

こゝに、 $W = \frac{w}{\alpha}$, $L = \frac{\Delta x}{\alpha}$, $\alpha = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, $Q = \frac{q\alpha^2}{D}$, $R_i = \frac{P_i\alpha^2}{D}$, $N_i = \frac{M_i\alpha}{D}$, $m_i = \frac{M_i}{\lambda_2}$, $P_i = \frac{P_i}{\lambda_2}$, w : たわみ, q : 分布荷重強度, D : 板剛度, ν : ポアソン比

ii) 分割線より1つ内側の真に於ては表-2の通りとなる。

	α^2		
$2-\nu$	$-4(1+\nu\alpha^2)$	2	
$-2\alpha^2 + 2\nu - 4$	$5\alpha^2 + 6\alpha^2 + 8$	$-4(1+\nu\alpha^2)$	α^2
$2-\nu$	$-4(1+\nu\alpha^2)$	2	
	α^2		

(表-2)

iii) 斜自由辺に於ける境界条件

$M_{\theta} = 0$; $\left. \begin{array}{l} 2(1-\nu)\sin\theta\cos\theta = l_1 \\ 4(\cos^2\theta + \nu\sin^2\theta) = l_2 \\ 4(\sin^2\theta + \nu\cos^2\theta) = l_3 \end{array} \right\}$ とすると (右表の通り)

$$\begin{array}{ccccc} -\alpha l_1 & l_3 & \alpha l_1 & & \\ \alpha^2 l_2 & -2(\alpha^2 l_2 + l_3) & \alpha^2 l_2 & & \\ \alpha l_1 & l_3 & \alpha l_1 & & \end{array} = 0 \quad (\text{表-3})$$

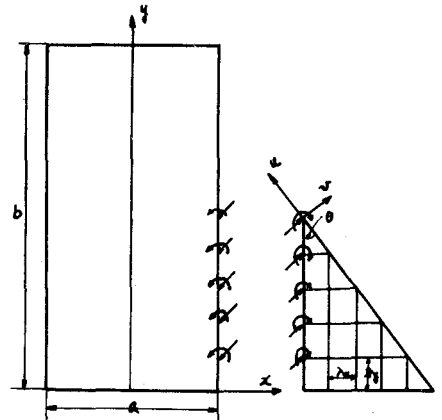


図-2

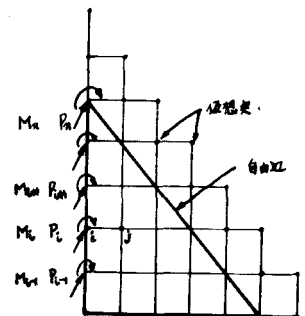


図-3

$$\left. \begin{aligned} V_0 &= 0; \quad \cos \theta [1 + (1-\nu) \sin^2 \theta] = r_1 \\ \sin \theta [(2-\nu) - 3(1-\nu) \cos \theta] &= r_2 \\ \cos \theta [(2-\nu) - 3(1-\nu) \sin \theta] &= r_3 \\ \sin \theta [1 + (1-\nu) \cos^2 \theta] &= r_4 \end{aligned} \right\} \text{とすると} \quad \text{右表の通り}$$

iv) 分割線と稜のたねみ角の階差表示は次表の通り

$$w'_i = -\frac{\frac{1}{3} \alpha^2}{\frac{6L}{3L}} - \frac{\frac{1}{3} \alpha^2}{\frac{6L}{3L}} + \frac{1}{3} N_i L \quad (\text{表-5})$$

b) 三角形板内の荷重と不静定反力 $P_1 \sim P_m$ とのつり合い。
単純支持 X-X 軸まわりのモーメント = 0 の条件から

$$\sum_{i=1}^{m-1} P_i \cdot \frac{1}{2} \alpha y_i^2 + \frac{1}{2} \alpha y_m \cdot P_m (n y_m - \frac{1}{2} \alpha y_m) = Q_T \cdot r$$

c) 連立方程式の構成 ---- 三角形板内の綱目の稜に於ける $\Delta \Delta w = \frac{q}{D}$

の式 ---- $\frac{n(n+1)}{2}$ に、分割線上のたねみの連続の式 ---- $(m+2)$ に、分割線上のたねみ角の連続の式 ---- m に、自由辺での反力は 0 の式 ---- $(m-1)$ に、自由辺でのモーメント = 0 の式 ---- m に、不静定反力と荷重とのつり合いの式 ---- 1 に。以上 $[\frac{n(n+1)}{2} + 4m + 2]$ の方程式を連立して解くことが出来る。(連立方程式の記載は省略する)。

3. 計算例として

$\frac{b}{a} = 2, L = \frac{\alpha x}{a} = \frac{1}{5} (m=5), \theta = 45^\circ (\alpha=1), \nu = \frac{1}{8}$ の場合について計算した結果を図 5 ~ 8 に示す。

最大たねみ量について、三角形板が接続していない場合と比較すると、等分布荷重の場合 ---- 15.4% 大きい。
Edge C に集中荷重の載った場合 ---- 10.8% 小さい。
矩形板部中央に集中荷重の載った場合 ---- 5.0% 小さい。
Edge d に集中荷重の載った場合 ---- 2.8% 小さい。
その他の数値については後程表表するつもりである。

		$\alpha^2 r_4$		
	$\alpha r_2 - r_3$	$-2(\alpha r_2 + \alpha^2 r_4)$	$\alpha r_2 + r_3$	
$-\alpha^2 r_1$	$2(\alpha^2 r_1 + r_3)$		$-2(\alpha^2 r_1 + r_3)$	$\alpha^2 r_1$
	$-\alpha(r_2 + r_3)$	$2(\alpha r_2 + \alpha^2 r_4)$	$-\alpha(r_2 - r_3)$	
		$-\alpha^2 r_4$		

(表-4)

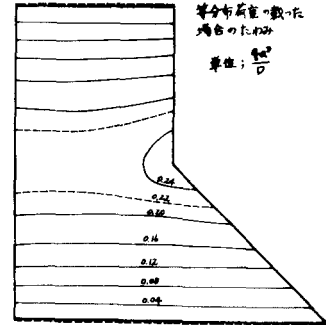
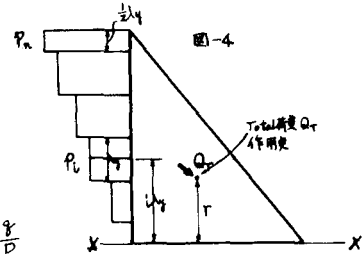


図 5

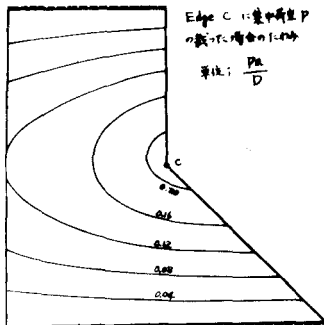


図-6

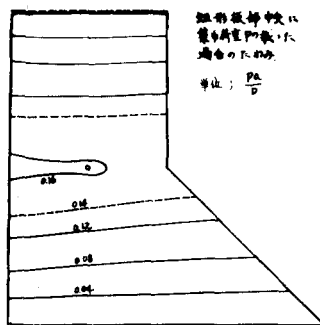


図-7

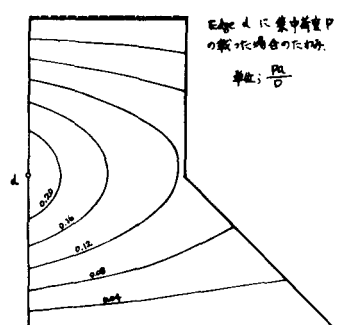


図-8