

一般に n 次の不静定構造の解法には n 次の連立条件式を処理すべきは周知のことであるが、しかし次の2つ原理Ⅰ、Ⅱの適用によって高次不静定構造例えは橋梁構の任意の不静定力を実用上3～5格間に関する分割計算により単独に見出され、特に原理Ⅱによって唯一つの絶対項に関して解かれるのでその計算行程を約半減しうることにある。

Ⅰ 任意区間の部材に関する strain energy の相互作用の急減衰

任意区間に生じる弾性変形応力の周辺への波及は可なり急に減衰し、2～3格間を隔てて生じるそれらは相互に干渉せぬ程度になる。格点変位の生ぜぬ Rahmen 中の一荷重による部材 moment の伝達は急に減衰することは既に知るところであるが、ここで“橋梁のようにその全支間に亘り外力が作用し及び弾性変位が縦横方向に生じるものに於て変形応力の相互作用が格点及び格間を隔てるごとに急減すること”が新たに考えられるのである。

Ⅱ 2組の strain energy に関する相互等値の理論

これを便宜上 Truss について言えは、ある連続格間を $j \sim m$ と名づけ、 j, m 各格間に関する不静定力をそれぞれ Z_j, Z_m で表わし Z_j の影響する静定基本形部材群の内力による Z_j 方向の弾性変形を W_j とし、 Z_m に関するそれを W_m とする。今 W_j によって生じる Z_m の一部を Z_{mj} と同じく W_m によるそれを Z_{jm} とすれば strain energy の理論から、 $Z_{jm} W_j = Z_{mj} W_m$ 故に係数 c を仮定することにより

$$Z_{jm} = c W_m, \quad Z_{mj} = c W_j$$

次に Truss と Rahmen 梁について応用解法を示す。何れの場合にもその全連立式に対する分割格間計算によって誤差が 1～2% を超えぬことが知られる。

解例Ⅰ 図示する不静定 Truss に於て下弦を2次放物線とし、その各部材の長さの格間長 l に対する比を右半部に記す

各部材断面は周辺材を A 腹材をすべて $A/2$ とする静定基本形を Pratt

形とし荷重 $P_1, P_2 \sim P_5$ による不静定力 $Z_1, Z_2 \sim Z_{11}$ のうち特に Z_1 の算定。

解 準備計算を省略して解法に関する連立式を次のように作成する

Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	
18.11	3.006				$= -W_1 = (7.09 N_{0a} + 7.09 N_{0b} + 3.95 N_{01} + 8.58 N_{02} - 6.814 N_{01}) \frac{l}{A}$
3.006	21.09	3.596			$= -W_2 = (3.592 N_{1b} + 6.45 N_{1c} + 4.498 N_{2c} + 6.57 N_{21} - 7.026 N_{22}) \frac{l}{A}$
	3.596	22.657	3.991		$= -W_3 = (4.224 N_{2c} + 6.06 N_{2d} + 4.89 N_{3d} + 6.08 N_{32} - 7.336 N_{33}) \frac{l}{A}$
		3.991	23.272	4.116	$= -W_4 = (4.635 N_{3d} + 5.75 N_{3e} + 5.038 N_{4e} + 5.75 N_{43} - 7.368 N_{44}) \frac{l}{A}$

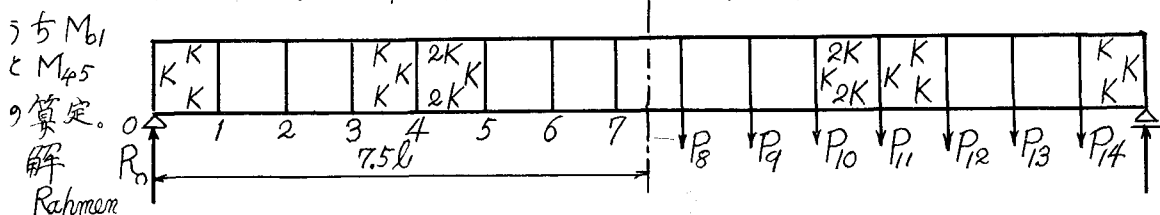
但し N : 静定基本形に関する軸応力

格間1~3に関する計算

$$\left. \begin{array}{ccc} Z_1 & Z_2 & Z_3 \\ 18.11 & 3.006 & \\ 3.006 & 21.09 & 3.596 \\ 3.596 & 22.657 & \end{array} \right\} \begin{array}{l} = W_1 \\ = 0 \\ = 0 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{を解いて,} \\ \text{原理 II により,} \end{array} \right\} \begin{array}{l} Z_1 = -0.567 W_1, Z_2 = .008, 3 W_1, Z_3 = -.001, 32 W_3 \\ Z_1 = -0.567 W_1 + .008, 3 W_2 - .001, 32 W_3 \end{array}$$

備考: この解答は各格間4まで解くことにより $Z_3 = -.001, 96 W_1$ とあるが"かく"、それ以上数格間まで連立に解くとも同一の解答が得られる。

解例 II 下図に示す Rahmen 梁は中央7格間の上下弦材の剛率を $2K$ とし、他部材の剛率をすべて K とする上下対称形である。荷重 $P_8, P_9 \sim P_{14}$ による各材端 moment の



に対しては moment 展開式 (第13回年次講演会 I-40: 格点変位の生じる剛節梁構の moment 展開式による解法) を適用しようとしているが、ここでは証明を省略して数連 moment 弾性条件式の適用による次の連立式を作成する。

$$\begin{array}{cccccccc} M_{01} & M_{12} & M_{23} & M_{34} & M_{45} & M_{56} & M_{67} & M_{78} \\ -8 & 1 & & & & & & \\ 1 & -8 & 1 & & & & & \\ & 1 & -8 & 1 & & & & \\ & & 1 & -8 & 1 & & & \\ & & & 1 & -14 & 1 & & \\ & & & & 1 & -14 & 1 & \\ & & & & & 1 & -14 & 1 \\ & & & & & & 1 & -14 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} = W_1 = 2(-M_0 + M_1) = 2R_0 l \\ = W_2 = \frac{1}{2}(M_0 - 5M_1 + 4M_2) = 1.5 R_0 l \\ = W_3 = \frac{1}{2}(M_1 - 5M_2 + 4M_3) = \\ = W_4 = \frac{1}{2}(M_2 - 5M_3 + 4M_4) = \\ = W_5 = \frac{1}{2}(M_3 - 5M_4 + 4M_5) = \\ = W_6 = \frac{1}{2}(M_4 - 5M_5 + 4M_6) = \\ = W_7 = \frac{1}{2}(M_5 - 5M_6 + 4M_7) = \end{array}$$

但し 任意の M_3 : 格点3に関する静力 moment

1) M_{b1} の解

$$\left. \begin{array}{ccc} M_{b1} & M_{12} & M_{23} \\ -8 & 1 & \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & -8 & -8 \end{array} \right\} \begin{array}{l} = W_1 \\ = 0 \\ = 0 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{を解いて,} \\ \therefore M_{b1} = -1.27, 02 W_1, M_{12} = -.016, 13 W_1, M_{23} = -.002, 02 W_1 \\ \therefore M_{b1} = -1.27, 02 W_1 - .016, 13 W_2 - .002, 02 W_3 = -.281, 3 R_0 l \end{array} \right\}$$

2) M_{45} の解

$$\left. \begin{array}{ccccc} M_{23} & M_{34} & M_{45} & M_{56} & M_{67} \\ -8 & 1 & & & \\ 1 & -8 & 1 & & \\ & 1 & -8 & 1 & \\ & & 1 & -14 & 1 \\ & & & 1 & -14 & 1 \\ & & & & 1 & -14 & 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} = 0 \\ = 0 \\ = W_5 \\ = 0 \\ = 0 \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{を解いて,} \\ M_{23} = -.001, 2 W_5, M_{56} = -.005, 2 W_5 \\ M_{34} = -.009, 2 W_5, M_{67} = -.000, 4 W_5 \\ M_{45} = -.072, 5 W_5 \end{array} \right\}$$

$$\therefore M_{45} = -.001, 2 W_3 - .009, 2 W_4 - .072, 5 W_5 - .005, 2 W_6 - .000, 4 W_7 = -.132, 75 R_0 l$$