II－8　横力をうける任意高層ラーメンの分割解法

大阪工業大学　正員　工博　重松恩

本文は多間高層ラーメン或は多間のラーメン橋など多次不静定のラーメンの解法を示すものであるが特にその層数（構桁では格間数）を無限に多数とするも，これらに対する横力即ち部材変位の方向の剪断力をさえ仮定しうれば解式を分割計算して任意の不静定力を各自単独に解きうることを示すものである。

格点変位の生じべき多次不静定のラーメンの解法には一般法として先づ 1) 格点変角を固定して材端変位によるモーメントの値を仮定し，次に 2) 格点変角による材端モーメントの値を加える．これにはモーメント分配法による結果を公式として表わした次のモーメント展開式(1),(2)及び(3)を適用する．しかし構桁のような単層形に対してはモーメントMに関する直接解法の形式(4)を適用することが簡単であろう．

1) 部材 ab の変位に対しては固定端モーメントの有無とは別に変角を固定して次の形式で表わされるモーメントを各材端に与える．

$$M_{ab}=M_{ba}=2EK(0-3R)=k_{ab}\varphi_{ab} \qquad \text{但}\quad k:\ K\text{に関する比例数}$$

2) 材端 a に $k\varphi$ を与えて変角を開放する結果式は図－1の上層部記号を参照して任意の連續格点 a, b, c の周辺部材端についてそれぞれ次の各式で表わされるモーメントが加えられる．

m_{ab}, m_{aB}, $m_{aa'}$, $m_{aa''}$: a に関するモーメント配分率

$$\lambda_{ab}=\lambda_{ba}=\frac{1}{4\frac{1}{m_{ab}}\frac{1}{m_{ba}}-1} \qquad \mu_{ba}=\lambda_{ab}\,2\frac{1}{m_{ba}}=\mu_{ab}\frac{m_{ab}}{m_{ba}}$$

$$\mu_{ab}=\lambda_{ab}\,2\frac{1}{m_{ab}}$$

a) a 点の展開モーメント

$$\left.\begin{aligned}
M_{aB}&=-(1+\Sigma\psi_a)m_{aB}+\psi_{aB}\\
M_{aa'}&=-(\ \ ''\ \ )m_{aa'}+\psi_{aa'}\\
M_{aa''}&=-(\ \ ''\ \ )m_{aa''}+\psi_{aa''}\\
M_{ab}&=-(\ \ ''\ \ )m_{ab}+\psi_{ab}
\end{aligned}\right\}\quad(1)$$

但

$$\begin{aligned}
\Sigma\psi_a&=\psi_{aB}+\psi_{aa'}+\psi_{aa''}+\psi_{ab}\\
&=\lambda_{aB}(1+\nu_{aB}+\nu_{Ba})+\lambda_{aa'}(1+\nu_{aa'}+\nu_{a'a})\\
&\quad+\lambda_{aa''}(1+\nu_{aa''}+\nu_{a''a})+\lambda_{ab}(1+\nu_{ab}+\nu_{ba})
\end{aligned}$$

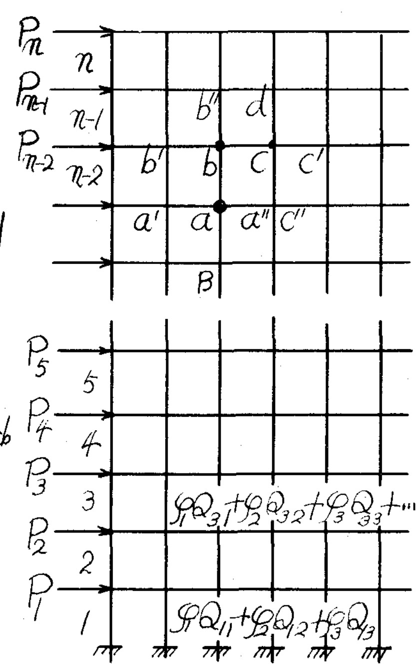
$$\nu_{aB}=\lambda_{aa'}+\lambda_{aa''}+\lambda_{ab},\quad \nu_{aa'}=\lambda_{aB}+\lambda_{aa''}+\lambda_{ab}$$

$$\nu_{aa''}=\lambda_{aB}+\lambda_{aa'}+\lambda_{ab},\quad \nu_{ab}=\lambda_{aB}+\lambda_{aa'}+\lambda_{aa''}$$

b) b 点の展開モーメント

$$\left.\begin{aligned}
M_{ba}&=(1+\nu_{ab})\mu_{ba}\{(1+\nu_{ba})m_{ba}-1\}\\
M_{bb'}&=\quad ''\quad \{(\ \ ''\ \ )m_{bb'}-\lambda_{bb'}\}\\
M_{bb''}&=\quad ''\quad \{(\ \ ''\ \ )m_{bb''}-\lambda_{bb''}\}\\
M_{bc}&=\quad ''\quad \{(\ \ ''\ \ )m_{bc}-\lambda_{bc}\}
\end{aligned}\right\}\quad(2)$$

図－1



但 $\nu_{ba} = 0 + \lambda_{bb'} + \lambda_{bb''} + \lambda_{bc}$

c) C点の展開モーメント

$$\left.\begin{aligned}
M_{cb} &= -(1+\nu_{ab})\mu_{ba}\mu_{cb}\{(1+\nu_{cb})m_{cb} - 1 + (\lambda_{bb'}+\lambda_{bb''})(m_{cb}-1)\}\\
M_{cc'} &= \quad " \quad \{(\;"\;)m_{cc'} - \lambda_{cc'} + (\;"\;)(m_{cc'}-1)\}\\
M_{cc''} &= \quad " \quad \{(\;"\;)m_{cc''} - \lambda_{cc''} + (\;"\;)(m_{cc''}-1)\}\\
M_{cd} &= \quad " \quad \{(\;"\;)m_{cd} - \lambda_{cd} + (\;"\;)(m_{cd}-1)\}
\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

但 $\nu_{cb} = 0 + \lambda_{cc'} + \lambda_{cc''} + \lambda_{cd}$

（本式誘導については第13回年次学術講演会：筆者；格点変位の生じる剛節架構のmoment展開式による解法の参照を乞う）

図-1，水平力をうけるラーメンに上式を適用することによりφを未知量とする層數だけの數の次の形の連立平衡式を成立せしめうる。

1) $\varphi_1 Q_{11} + \varphi_2 Q_{12} + \varphi_3 Q_{13} \qquad = \Sigma P_1$

2) $\;" \;Q_{21} + \;"\; Q_{22} + \;"\; Q_{23} + \varphi_4 Q_{24} \qquad = \Sigma P_2$

3) $\;" \;Q_{31} + \;"\; Q_{32} + \;"\; Q_{33} + \;"\; Q_{34} + \varphi_5 Q_{35} \qquad = \Sigma P_3$

4) $\;" \;Q_{42} + \;"\; Q_{43} + \;"\; Q_{44} + \;"\; Q_{45} + \varphi_6 Q_{46} \qquad = \Sigma P_4$

5) $\;" \;Q_{53} + \;"\; Q_{54} + \;"\; Q_{55} + \;"\; Q_{56} + \varphi_7 Q_{57} \qquad = \Sigma P_5$

- - - - - - - - - - - - - -

n) $\varphi_{n-1} Q_{n\,n-2} + \varphi_{n-1} Q_{n\,n-1} + \varphi_n Q_{nn} \qquad = P_n$

但 $\varphi_v Q_{uv}$：v層の変位によるu戸に関する剪断力

本式は内力Mに関する条件式であるので内働に関する次の原理，

原理：内力に関するstrain energyの相互干渉の急減衰

により，例えば任意戸のstrain energyは少くもその上，下2つの戸に関するstrain energyと相関係するもそれ以遠のものとは殆んど相影響せないことになる。この原理の真実性は実験推理によるべきも，便宜上実際の計算結果より推理されうるであろう。従って上式のφ_1の算定には次のように3行，3項までをとつて十分であろう。

$$\left.\begin{aligned}
\varphi_1 Q_{11} + \varphi_2 Q_{12} + \varphi_3 Q_{13} &= \Sigma P_1\\
"\; Q_{21} + \;"\; Q_{22} + \;"\; Q_{23} &= 0\\
"\; Q_{31} + \;"\; Q_{32} + \;"\; Q_{33} &= 0
\end{aligned}\right\}$$

同様にしてφ_3の算定には$\varphi_3 Q_{33}$を中心にして5行，5項だけについてΣP_3をとり，他を零としてよいことになる。

図-2は単间高戸のラーメンであるが，図のように横置した状態では横端固定のラーメン橋にもとれる。上下弦材のKを總て等しいものとするとき，任意の連續格点a, b, cについて次の連立条件式を導くことが出来る。

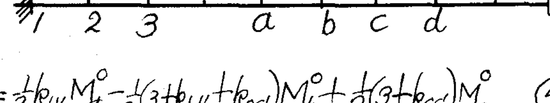


図-2

$$k_{bb'} M_{ab} - (6 + k_{bb'} + k_{cc'}) M_{bc} + k_{cc'} M_{cd} = \frac{1}{2} k_{bb'} M_a^0 - \frac{1}{2}(3 + k_{bb'} + k_{cc'}) M_b^0 + \frac{1}{2}(3 + k_{cc'}) M_c^0 \quad (4)$$

但 $k_{bb'} = K_{bb'}/K$ $\quad M_b^0$：bb'を截面とするその右部分のbに関する静モーメント

この場合例えばM_{12}は格点1, 2, 3に関する3つの連立平衡式から分割計算される。