(26) 不完全剛結ラーメンの解法 (20分)

九州大学 山 崎 徳 也

不完全剛結ラーメンの解法に於ては結合部の回轉角がモーメントに比例すると云ふ仮定を基にするか，然らざる場合の2種が考へられる。今前者を採れば結合部も含め構造全体として彈性的に取扱い得る。而して結合部は桁端と柱面との間に存在する局部的弱小断面と見做し，補强的な Haunch や Cover Plate とは逆の効果を有すると考へ，從つて構造全体としては斯かる局部的弱小断面を含める剛結構造と見る事が出來，普通の彈性理論に基くラーメンの解法を応用し得る事になる。

本研究は上記の如き見地より不完全剛結に迄拡張された撓角撓度式を導き，これを用いて撓角分配法の不完全剛結ラーメンへの適用を可能ならしめる事を企図したものである。

今普通の撓角撓度式の場合同様（圖-1 参照）

$\varphi_a=2E\theta_a$, $\varphi_b=2E\theta_b$, $\mu_{ab}=-6E\alpha$, $K_{ab}=I_{ab}/l_{ab}$ とし更に仮定に依り，Z を比例常数とし $MZ=\theta$ にて定義し実験結果より決定する。斯くすれば求める撓角撓度式は次の如し。

$$\left.\begin{aligned} M_{ab}&=\frac{3}{4-j_{ab}j_{ba}}K_{ab}\left\{2j_{ab}\varphi_a+j_{ab}j_{ba}\varphi_b+\left(\frac{2j_{ab}+j_{ab}j_{ba}}{3}\right)\mu_{ab}\right\}-C_{ab}' \\ M_{ba}&=\frac{3}{4-j_{ab}j_{ba}}K_{ab}\left\{2j_{ba}\varphi_b+j_{ab}j_{ba}\varphi_a+\left(\frac{2j_{ba}+j_{ab}j_{ba}}{3}\right)\mu_{ab}\right\}+C_{ba}' \end{aligned}\right\} \cdots\cdots(1)$$

$$\left.\begin{aligned} C_{ab}'&=\frac{4j_{ab}-j_{ab}j_{ba}}{4-j_{ab}j_{ba}}C_{ab}+\frac{2j_{ab}-2j_{ab}j_{ba}}{4-j_{ab}j_{ba}}C_{ba} \\ C_{ba}'&=\frac{4j_{ba}-j_{ab}j_{ba}}{4-j_{ab}j_{ba}}C_{ba}+\frac{2j_{ba}-2j_{ab}j_{ba}}{4-j_{ab}j_{ba}}C_{ab} \end{aligned}\right\} \cdots\cdots(2)$$

但し，C_{ab}, C_{ba} は完全剛結の場合の荷重項。

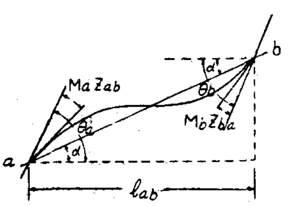
(1) (2) 式中 $j_{ab}=l_{ab}/L_{ab}$, $j_{ba}=l_{ba}/L_{ba}$

此所に $L_{ab}=l_{ab}-3e\left(1-\frac{e}{l_{ab}}\right)+\frac{bc}{2l^2_{ab}}(3b+c)+3EIZ_{ab}\left(1-\frac{a}{l_{ab}}\right)$

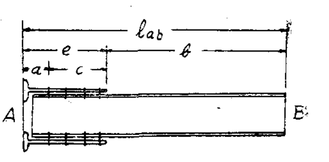
近似的に $Lab\fallingdotseq lab+3EIZ_{ab}$ （圖-2参照）

次に撓角分配法を適用するに当り（イ）節点に移動を起さぬ場合。（ロ）節点に移動を起す場合の内非対称垂直荷重の場合。（ハ）節点に移動を起す場合の内水平点又は分布荷重の場合。
以下3段階に分けて考へること在來の撓角分配法と同じである。

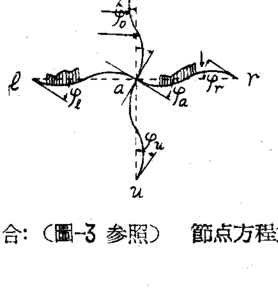
圖—1



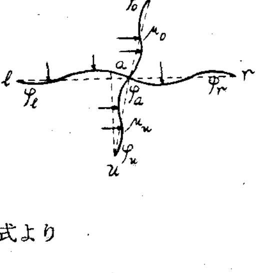
圖—2



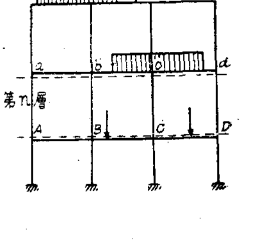
圖—3



圖—4



圖—5



（イ）の場合:（圖-3 参照） 節点方程式より

$$\varphi_a=\frac{P_a}{\rho_a}-(\gamma_{ao}\varphi_o+\gamma_{ar}\varphi_r+\gamma_{au}\varphi_u+\gamma_{al}\varphi_l)$$

$$\gamma_{ao}=\frac{\left(\dfrac{3j_{ao}j_{oa}}{4-j_{ao}j_{oa}}\right)K_{ao}}{\rho_a},\quad \gamma_{ar},\ \gamma_{au},\ \gamma_{al}\ \text{も同様。}$$

$$P_a=\Sigma C'_{ab},\qquad \rho_a=2\sum_{b=o,r,u,l}\left(\frac{3j_{ab}}{4-j_{ab}j_{ba}}\right)K_{ab}$$

（ロ）の場合: **圖-4, 5** 参照）節点方程式より

$$\varphi_a=\frac{P_a}{\rho_a}-\left\{(\varphi_o+q_{ao}\mu_o)\gamma_{ao}+\varphi_r\gamma_{ar}+(\varphi_u+q_{au}\mu_u)\gamma_{au}+\varphi_l\gamma_{al}\right\}$$

$$q_{ao}=\frac{1}{3}\left(1+\frac{2}{j_{oa}}\right),\quad q_{au}=\frac{1}{3}\left(1+\frac{2}{j_{ua}}\right)$$

第 n 層の層方程式より　$\mu_n=-(\varphi_a t_{aA}+\varphi_A t_{Aa}+\varphi_b t_{bB}+\varphi_B t_{Bb}+\cdots\cdots\cdots\cdots)$

$$t_{aA}=\frac{\left\{\dfrac{3(2j_{aA}+j_{aA}j_{Aa})}{4-j_{aA}j_{Aa}}\right\}K_{aA}}{2\sum\limits_{\substack{a=a,b,c\cdots\\ b=A,B,C\cdots}}\dfrac{(j_{ab}+j_{ba}+j_{ab}j_{ba})}{4-j_{ab}j_{ba}}K_{ab}},\quad t_{Aa},\ t_{bB},\cdots\cdots\cdots \text{も同様。}$$

（ハ）の場合: この場合は μ 式は φ の概算値を出発点として必要とするも，在來の撓角分配法に用ふる概算値をその儘利用して可なるべく，その後の算定は（ロ）の場合と同様である。

尚上述の諸式中 $j=1$ とせば剛結の，$j=0$ とせば鉸結の場合の撓角分配法或は撓角撓度式に帰せられるは明かである。

以上 P, ρ, γ, q, t の式は一見複雑に見えるも，総べて数値として予め計算せられ，爾後の図上計算は在來の撓角分配法と全く同じ操作を行えば良く，同法の長所をその儘踏襲する事になる。

---

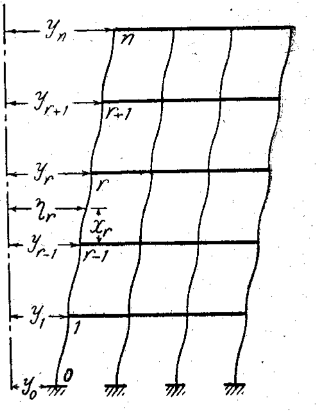
(27) 各種の方法による特殊多張間高層ラーメンの振動解法 (20分)

北海道大学　酒　井　忠　明

多張間高層ラーメンの振動解法には種々あるが，主要な重量が床の位置にあるものとして層数丈の質量のある質点系の振動として取扱ひ次の如き加速度連結方程式をつくるのもその一つである。

$$y_r-y_o=-\alpha_{1r}M_1\frac{\partial^2y_1}{\partial t^2}-\alpha_{2r}M_2\frac{\partial^2y_2}{\partial t^2}-\cdots\cdots-\alpha_{rr}M_r\frac{\partial^2y_r}{\partial t^2}\cdots\cdots-\alpha_{nr}M_n\frac{\partial^2y_n}{\partial t^2}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$(r=1,\ 2\cdots\cdots n)$



こゝに y_r は各床面の水平変位，y_o は地動，α_{ir} は i 番目の床面に振動方向に単位力が作用した場合の r 番目の床面の変位，M_r は各床面の質量，n はラーメンの層数である。

各桁の剛度が特に大にして，柱の剛度，層高及び床面質量がすべて一様にして夫々 K, h 及び M なる特殊 m 張間 n 層ラーメンに対しては（1）式より

$$y_{r-1}-\left(2y_r+\alpha M\frac{\partial^2y_r}{\partial t^2}\right)+y_{r+1}=0\quad \text{但し}\quad \alpha=\frac{h^2}{12(m+1)EK}\quad\cdots\cdots(2)$$

なる簡単な階差方程式をもとめることが出來る。$y_r=u_rv(t)$ と置いて変数分離を行ひ，

$$\frac{d^2v}{dt^2}=-p^2v\ \cdots\cdots\cdots\cdots(3),\qquad u_{r-1}-(2-\beta)u_r+u_{r+1}=0\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

こゝに　$\beta=\alpha Mp^2$

これを解いて固有振動の第 s 次のものに関しては

$$v_s(t)=a_s\cos(p_st-\xi_s)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)\qquad u_{sr}=\sin\frac{(2s-1)\pi}{2n+1}\cdot r\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$