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

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

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

(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　$\mu_n=-(\varphi_a t_{aA}+\varphi_A t_{Aa}+\varphi_b t_{bB}+\varphi_B t_{Bb}+\cdots\cdots\cdots)$

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

(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。

尙上述の諸式中 $j=1$ 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。

---

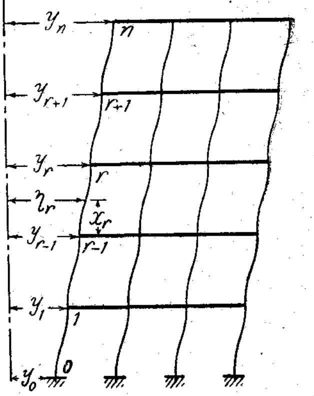
(27) 各種の方法による特殊多張間高層ラーメンの振動解法 (20分)

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。

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

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



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。$y_r=u_r v(t)$ 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

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

週期は $$T_s=\pi\sqrt{\frac{Mh^2}{12(m+1)EK}}\operatorname{cosec}\frac{(2s-1)\pi}{2(2n+1)} \quad\cdots\cdots(7)$$

又は $$T_s\doteqdot\frac{2(2n+1)}{2s-1}\sqrt{\frac{Mh^2}{12(m+1)EK}} \quad\cdots\cdots(8)$$

$y_o=a_o\cos(p_ot-\xi_o)$ なる強制振動に対しては

$$v(t)=a_o\cos(p\xi_v-{}_{oo}) \quad\cdots\cdots(9) \qquad u_r=\frac{\cos\{2(n-r)+1\}\frac{\varphi}{2}}{\cos(2n+1)\frac{\varphi}{2}} \quad\cdots\cdots(10)$$ 但し $\cos\varphi=1-\frac{\beta}{2}$

次に棒の撓ミ振動に関する式から同様の特殊ラーメンの振動を解いてみよう。第 r 層の柱のその柱の下から x_r なる点の水平変位を η_r とすればこの柱に対する振動式は

$$\frac{\partial^4\eta_r}{\partial x_r^4}=0 \quad\cdots\cdots(11)$$

この一般解は $$\eta_r=(A_r+Brx_r+C_rx_r^2+D_rx_r^3)v(t), \quad (r=1,2,\cdots\cdots n) \quad\cdots\cdots(12)$$

境界條件として

$x_r=0,\ x_r=h$ に於て, $$\frac{\partial\eta_r}{\partial x_r}=0$$

$x_r=h,\ x_{r+1}=0$ に於て, $$\eta_r=\eta_{r+1},\quad -EI\frac{\partial^3\eta_{r+1}}{\partial x^3_{r+1}}=-EI\frac{\partial^3\eta_r}{\partial x_r^3}+\frac{M}{m+1}\frac{\partial^2\eta_r}{\partial t^2}$$

を用ひ更にこれを各床面における変位 y_r に改めれば第2式と全く同じものが誘導出來, 前に求めた結果はそのまゝこの方法による場合にも適用出來ることゝなる。

以上の外, 撓角法及び剪断振動理論からも同じ結果を求めうるものでこれ等に関しては既に水原, 武藤兩博士が夫々求めてゐる。又昭和9年地震研究所彙報804頁に於て妹沢, 金井兩博士が第11式より計算せる4層迄のラーメンに対する固有振動週期の精解値は, 階差方程式の解法を用ひて求めた第7式によるものと全く同一となるべきものである。 尙著者が土木学会誌26巻1号15頁に於てエナジー法より求めた固有振動週期の式

$$T=\frac{\pi}{\sqrt{15}}\sqrt{2n^2+2n+1}\sqrt{\frac{Mh^2}{(m+1)EK}}$$

は振動曲線を仮定せる近似解法で誤差は小であるが, 第7式と一致せざるは当然であり又著者が同誌26巻4号457頁に求めた第74式はこゝに求めた第8式の近似式と全く同一となつてゐる。

水平変位 y_r が求まれば振動時における各部材の材端曲ゲモーメント及び剪断力は撓角式等より直ちに計算出來ることは勿論である。終りに本研究は著者の特殊不靜定構造物の応力研究の一部をなすもので文部省科学研究費をうけてゐることを附記する。

---

(28) UNIVERSAL SOLUTION OF FRAMED STRUCTURES

(20 min.)

By Kozaburo MISE, C. E, M, S. Dr. Eng.
Emeritus Professor Kyushu University

CONTENTS