

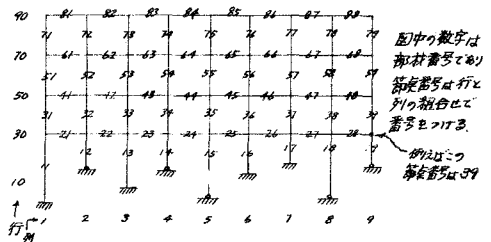
I-18 電子計算機によるラーメンの解析

早稲田大学・大学院 学生員 宮原 玄

1. はじめに、電子計算機 TOSBAC-3/21 を用いて、第一図に含まれるラーメン構造物に集中荷重、分布荷重、外力モーメントが作用した場合に、形状を示すデータ、部材長さ及び部材剛比のデータ、荷重のデータを与えれば、捷角捷度法に従って電子計算機が自動的に連立方程式をたて、これを解き、節点モーメントを求めた後に、各部材の曲げモーメント及びせん断力を各部材の10分ノ点(11ヶ所)について計算し結果を打出すプログラムをつくり応の成果を上げたので報告する。

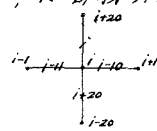
2. 計算に用いた式、連立方程式をたてる式は連立方程式の未知数とその係数の間の関係を、部材番号及び節点番号を用いて次の表に表わした。

第1図 部材番号と節点番号



(節点方程式) 10行にピンがある場合 i : 節点番号, k : 部材の剛比, l : 部材長さ, C : 荷重項

$$\begin{matrix} \theta_i & \theta_{i+20} & R_i & \text{荷重項} \\ 2k & k & k \frac{l}{6} & -C_i \end{matrix}$$



30~90行について、

$$\begin{matrix} \theta_{i-20} & \theta_{i-1} & \theta_i & \theta_{i+1} & \theta_{i+20} & R_i & R_{i+1} & \text{荷重項} \\ k_{i-20} & k_{i-11} & 2(k_{i-20} + k_{i-11} + k_{i-10} + k_i) & k_{i-10} & k_i & k_{i-20} \frac{l_i}{6} & k_i \frac{l_i}{6} & -(C_i + C_{i-10} + C_{i-11} + C_{i-20}) \end{matrix}$$

(層方程式) p : 部材番号(この位が奇数の部材についてのみ考える), S_{op} : 部材を単純梁と考えた場合の力

$$\begin{matrix} \theta_p & \theta_{p+20} & R_p & \text{荷重項} \\ k_p \frac{l_p}{6} & k_p \frac{l_p}{6} & \frac{2}{3} \sum k_p \frac{l_p^2}{6} & -\frac{1}{3} \sum (\frac{C_p}{k_p} + \frac{C_{p'}}{k_p} + S_{op}') \frac{l_p}{3} \end{matrix}$$

S' : 着目している層より上層の部材に作用している外力の水平成分

節点モーメントの計算には次式を用いた p : 垂直部材番号, p' : 水平部材番号

$$M_p = R_p(2\theta_p + \theta_{p+20} + R_p \frac{l_p}{6}) + C_p$$

$$M_{p'} = R_{p'}(2\theta_{p'+10} + \theta_{p'+11}) + C_{p'}$$

部材の10分ノ点の曲げモーメント、せん断力の計算には次式を用いた

$$M_{px} = M_{opx} + M_p - (M_p + M_{p'}) \cdot \frac{x}{l_p}$$

$$S_{px} = S_{opx} - (M_p + M_{p'}) \cdot \frac{1}{l_p}$$

3. プログラミング プログラミングに当っては、対称構造に対称荷重が作用している場合でも全ての節点と各層について方程式をたて、プログラムを複雑にすることを避けた。フローチャートは第2図に示す通りである。プログラムは2400語を要し、データには700語を用意した。計算結果の打出しは、各部材とその節点番号の小さい方から行い、その符号は、節点番号の小さい方を左に置いた梁と考え、梁の曲げモーメント、せん断力の符号を用いた。

4. 電子計算機の運転結果 このプログラムを実際に動かして次の結果を得た。有効数字10桁について計算は行、こゝろが4桁乃至5桁迄には誤差は入らなかつた。次に計算機運転時間については、連立方程式の解を求める迄と計算結果の打出し完了迄と、2つに分けて考える事が出来る。前半では計算機が自動的に連立方程式の係数の配列を行い、これを解く為にかかる時間であり、これはラ・メンの大きさと即ち未知数の数(節点数と層数の和)に比例し、ほぼ未知数の2乗に比例する。4層8支束の例題では、ここ迄の計算も約40分で行い、そのほとんどが連立方程式の解を求めるのに費された。後半では節点モーメントの計算及び各部材10分力1束(11束)に於ける曲げモーメント、せん断力の計算を行、最後に、計算結果の打出しを行うが、ここでは計算結果の打出しに要する時間が節点モーメント及び曲げモーメント、せん断力の計算に要する時間よりも大きくなった。後半の部分の計算機運転時間は、1部材当り約45秒である。

5. おわりに。このプログラムの開発は、運輸省港湾技術研究所と早稲田大学電子計算室との間で契約された依託研究に基づいて成されたものであり、運輸省港湾技術研究所の御好意によって発表させて戴く次第である。

又このプログラムの開発に当り、理論的な面については早稲田大学土木教室の村上傳智教授ならびに堀井健一郎助教授に御指導を戴き、プログラミングの面では、早稲田大学電子計算室の室員各位、特に岡部雅徳君に御協力を戴いた。

第2図 フローチャート

