

I — 5 立体骨組構造物の変位描画パソコンプログラム

岩手大学工学部 学生員 ○金澤陽介
 岩手大学工学部 正会員 宮本 裕
 岩手大学工学部 正会員 出戸秀明
 岩手大学教育学部 辻野哲司

1. はじめに

現在、大型計算機と併用してパソコンが普及し、手軽に使える BASIC言語に触れる機会が多いようである。パソコンを利用して視覚的に構造物の変形を図形処理することは、技術者教育や構造力学の入門に大いに役立つように思われる。筆者らはこれまで平面骨組構造物³⁾を、有限要素法で解析し、細部の変形状態を境界要素法で計算して、その結果を図化してきた。本報告は、二次元から三次元に拡張した構造物を同じ手法で解析し、各部材の材端力や変位を求め、変位を画像表示するものである。

2. 解析方法

(1) 剛性マトリックス法

立体構造物の剛性マトリックス法による解析は、用いられる剛性マトリックスの係数が平面構造物の係数と異なっているだけで、その過程は平面構造物と同じである。部材の剛性マトリックスは文献2)から次の通りである。

$$\begin{Bmatrix} P_{ix} \\ P_{iy} \\ P_{iz} \\ M_{ix} \\ M_{iy} \\ M_{iz} \\ P_{jx} \\ P_{jy} \\ P_{jz} \\ M_{jx} \\ M_{jy} \\ M_{jz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & -\frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_z}{L^2} \\ 0 & 0 & \frac{12EI_y}{L^3} & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & 0 & 0 & -\frac{12EI_y}{L^3} & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GI_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{GI_x}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{4EI_y}{L} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{2EI_y}{L} & 0 \\ 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4EI_z}{L} & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{2EI_z}{L} \\ -\frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{EA_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & \frac{12EI_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} \\ 0 & 0 & -\frac{12EI_y}{L^3} & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{12EI_y}{L^3} & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{GI_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{GI_x}{L} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{2EI_y}{L} & 0 & 0 & 0 & \frac{6EI_y}{L^2} & 0 & \frac{4EI_y}{L} & 0 \\ 0 & \frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{2EI_z}{L} & 0 & -\frac{6EI_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4EI_z}{L} \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \delta_{ix} \\ \delta_{iy} \\ \delta_{iz} \\ \theta_{ix} \\ \theta_{iy} \\ \theta_{iz} \\ \delta_{jx} \\ \delta_{jy} \\ \delta_{jz} \\ \theta_{jx} \\ \theta_{jy} \\ \theta_{jz} \end{Bmatrix}$$

ここで、L:部材の長さ G:せん断弾性係数 E:ヤング係数 A_x :部材の断面積 I_x :部材の軸方向ねじりモーメント I_y :部材のY方向断面二次モーメント I_z :部材のZ方向断面二次モーメントである。

また、荷重項は平面構造物と同様のため文献1)を参照されたい。これらをもとにして立体構造物の各部材の両端の節点変位と断面力を計算する。

(2) 境界要素法

剛性マトリックス法で得られた節点変位と断面力を境界要素法における部材の両端の境界量として与えることにより、各部材の内点の変位を計算する。平面構造物の解析から立体構造物の解析に拡張する

ため、図1に示すように構造物の部材はXY面とXZ面に分ける。そして、この面それぞれを従来の方法で平面的に解析し、その内点のXY面とXZ面の変位を合わせて三次元のたわみ曲線を求める。載荷状態の積分項も平面解析と同様に、文献3)の式を用いる。

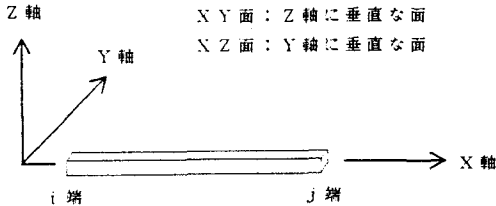


図 1. 三次元空間における部材の局所座標系

3. プログラムの特徴とフローチャート

以下にプログラムの特徴と図2にフローチャートを示す。

- ①日本電気製のPC9801のBASIC言語を使用している。
- ②構造データをファイル管理している。
- ③構造データをディスプレイ画面から入力できる。
- ④解析結果をプリンター出力できる。
- ⑤視点入力により各方向からの変位を画像表示できる。

この対象となる立体骨組構造物は、ラーメン構造であり、対象となる荷重は、台形分布荷重と集中荷重である。また、材質の違う部材の組合せも可能である。

4. 変位図作成例

集中荷重の作成例を1つ示す。

剛性マトリックス法で求めた変位が図4の実線であり、境界要素法で求めたものが破線である。

5. あとがき

このプログラムは、

- トラス構造も扱えるようにする。
- 載荷状態もディスプレイ画面に描くようにする。
- モーメント図とせん断力図も描くようにする。
- たわみの最大値とその位置を表示できるようにする。
- ことなど改善する必要がある。

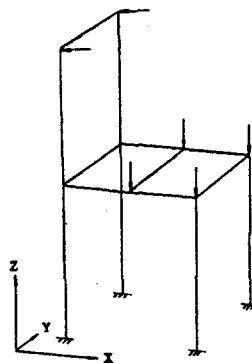


図 3. 載荷状態

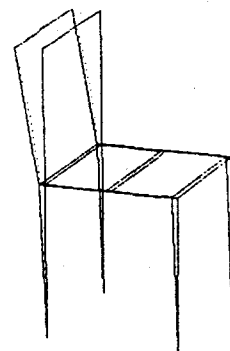


図 4. 変位図

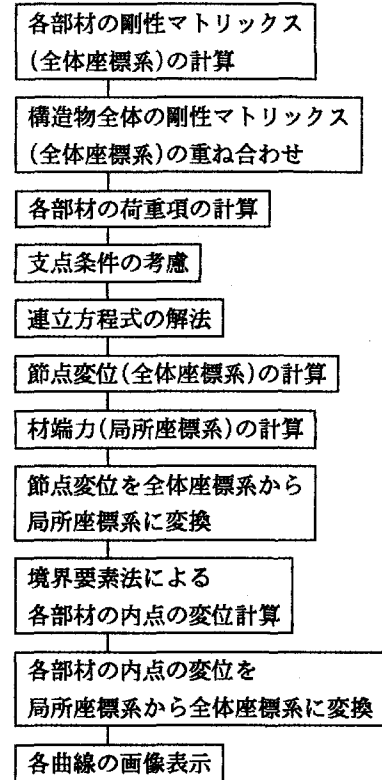


図 2. プログラムのフローチャート

参考文献

- 1) 渡辺・宮本：時刻歴地震応答解析法、技報堂 (1985)
- 2) 成岡昌夫 訳：コンピュータによる骨組構造解析、培風館 (1972)
- 3) 高久田・宮本・岩崎・出戸：骨組構造物の応力変位図画像表示のパソコンプログラム、土木学会第14回土木情報システムシンポジウム講演集 (査読論文) pp197-204 (1989)