I-134　トポロジカル コーインシダンスを有する構造物間の応力について.

室蘭工業大学　正員　能町 純雄
〃　松岡 健一
学生員 ○佐藤　隆

1. まえがき

格点数とその対応格点の自由度が一致する時、両構造物 I, II において、ある制限のもとに実際の解析演算を I で行ない、II で力の Remainder を check しながら II の構造物が解けるかどうかについて考察したものである。

2. 解析法

規則性が乏しく格点数が非常に多い構造物を解析する場合、その構造物と、格点が対応し、自由度が等しい規則性のある構造物を考える。後者を I の構造物、前者を II の構造物とする。目的は II の構造物の変位の Column Vector を求めるにある。I, II の構造物とも、格点数、自由度が等しいから、それぞれの Stiffness Matrix, 変位の Column Vector, 荷重の Column Vector は共に同じ大きさになる。

いま、I, II について、Stiffness Matrix を $[B_1]$, $[B_2]$ とし、変位の Column Vector を $[U_1]$, $[U_2]$ とし、外力の Column Vector を両者同一の $[P]$ とすれば、

I について

$$[B_1][U_1] = [P] \qquad \cdots\cdots (1)$$

II について

$$[B_2][U_2] = [P] \qquad \cdots\cdots (2)$$

いま、

$$[B_2] = [B_1] + [B'] \qquad と書けば$$

(1), (2) 式に $[B_1]^{-1}$ を作用させて、

$$[U_1] = [B_1]^{-1}[P] \qquad \cdots\cdots (3)$$

$$[U_2] + [B_1]^{-1}[B'][U_2] = [B_1]^{-1}[P] \qquad \cdots\cdots (4)$$

$[C] = [B_1]^{-1}[B']$ とおき、

$$[U_2] + [C][U_2] = [U_1] \qquad \cdots\cdots (5)$$

故に繰返し方により、

$$[U_2] = [U_1] - [C][U_1] + [C]^2[U_1] - [C]^3[U_1] + \cdots + [C]^r[U_2]$$

上の級数が収束すれば解が求まる。

(2) 式の $[U_2]$ の代りに $[U_1]$ を代入すると、

$$[B_2][U_1] = [B_1][U_1] + [B'][U_1]$$
$$= [P] + [B'][U_1]$$

したがって Remainder は $[B'][U_1]$ である。

これを (1)式の [P] に 代入して.

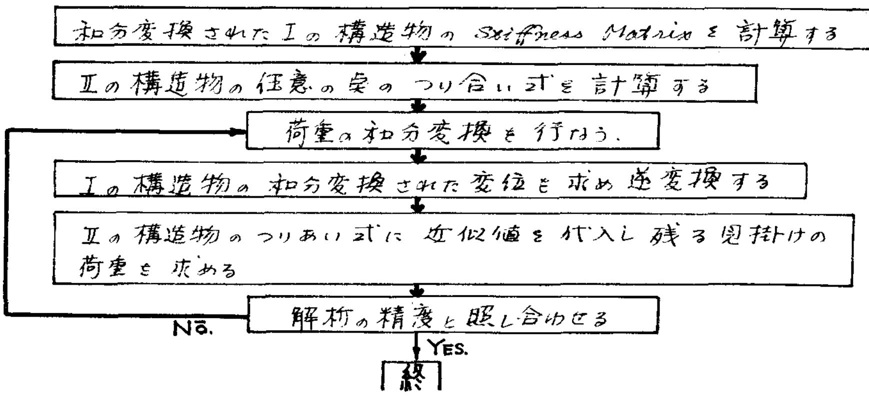
$$[B_1][u_1'] = [B'][u_1]$$

$$\therefore \quad [u_1'] = [B_1]^{-1}[B'][u_1] = [C][u_1]$$

これは Ⅰの構造物を解いて. その変位を Ⅱの構造に代入し、つり合い式を計算して. Remainder 外力を求め. これを Ⅰに作用させて 逐次計算する事を意味する。

3. 計算の過程.

Ⅰの構造物は 任意である故. 変位の Column Vector, 荷重の Column Vector, Stiffness Matrix を求めるのに Fourier 定和分変換* を用いる事ができる様に規則性のある構造物を考える。 Ⅱの構造物の方は 只. 任意の必要な点での つり合い式を求めておくだけで 充分である。次に計算過程を図示する。



和分変換されたⅠの構造物の Stiffness Matrix を求めるのに 例えば 平行弦ワーレントラスを考えると.(図1). 任意点 r, $r+\frac{1}{2}$ 点で 力のつりあいをとり. 部材力と変位の間に Hooke の法則を考えると 変位と力のつりあいの差分式が求まる。 それを和分変換すると 次の式になる。ただし、u は水平, v は鉛直変位

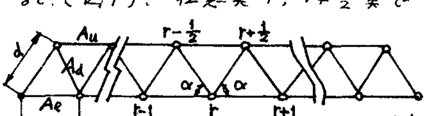


図-1

$$N = \frac{EA_d}{d},\quad L = \frac{EA_\ell}{\lambda},\quad M = \frac{EA_u}{\lambda},\quad D_i = 2\cdot\left(1-\cos\frac{\pi i}{n}\right),\ c = \cos\alpha,\ s = \sin\alpha.$$

$$\tilde{u}_i = \mathbb{C}_i[u_r] + \frac{u_0}{2} + (-1)^i\frac{u_n}{2},\quad \tilde{v}_i = \mathbb{S}_i[v_r],\quad \overline{u}_i = \mathbb{HC}_i[u_{r+\frac{1}{2}}],\quad \overline{v}_i = \mathbb{HS}_i[v_{r+\frac{1}{2}}].$$

$$\begin{bmatrix} -L D_i - 2N c\cdot c & 0 & 2Nc c\cos\frac{\pi i}{2n} & 2N c\cdot s\cdot\sin\frac{\pi i}{2n} \\ 0 & -2N s\cdot s & -2N c\cdot s\sin\frac{\pi i}{2n} & 2N s\cdot s\cdot\cos\frac{\pi i}{2n} \\ 2N c\cdot c\cdot\cos\frac{\pi i}{2n} & -2N c.s\cdot\sin\frac{\pi i}{2n} & -M\cdot D_i - 2N c\cdot c & 0 \\ 2N s\cdot c\cdot\sin\frac{\pi i}{2n} & 2N s\cdot s\cdot\sin\frac{\pi i}{2n} & 0 & -2N s\cdot s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{u}_i \\ \tilde{v}_i \\ \overline{u}_i \\ \overline{v}_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{H}_i + H_0 + (-1)^i H_n + N.c.s.(-1)^i v_n \\ \tilde{P}_i \\ \overline{H}_i + \cos\frac{\pi i}{2n}\left(v_0 - (-1)^i v_n\right) \\ \overline{P}_i + \sin\frac{\pi i}{2n}\left(v_0 - (-1)^i v_n\right) \end{bmatrix}$$

4. むすび

従来の解析方法で計算すると Stiffness Matrix が大きくなり. 中型電算機で解析が困難な構造物でも. この解析法が可能であれば 中型電算機でも充分計算ができると思われる。この解析法の収束性の限界並びに数値計算は 平行弦ワーレントラスと曲弦ワーレントラス. 内部不静定構造物。トラス以外の格子などについて. 当日. 発表する予定である。

* S. G. Nomachi : A Note on Finite Fourier Transforms Concerning Finite Integration (Trans. mem. MIT. Vol. 5. No. 2)