

I-44 漸化変形法による任意トラスの解析

信州大学 学生員・阿久沢和明 正員 渡野浩幹
正員 夏目正太郎 正員 石本勉之助

1. はじめに

近年の構造解析において変形法を用いる場合がふつと多い。しかし Energy 論から導かれた基本式を用いる一般の変形法は条件処理が複雑であり、かつ Stiffness Matrix の Size が大きくなる欠点をもち、2 いる。昨今各方面でこの欠点を解決する努力がなされ、次第に漸化形式に改良がなされていく。B. E. Gatewood and N. Ohanian (1965 年 ASCE 972) が Tri-Diagonal Matrix Method を公表して以来、構造解析における漸化処理方式が欧米では用いられる。本研究はトラス構造における Tri-Diagonal Matrix の姿を漸化変形法により導き出す。漸化変形法は筆者等が 23 回年次学術講演会以来各種構造物の解析について報告がなされている。

2. 基本式と解析

フック法則より

$$F = \frac{EA}{L} \cos \phi \sin \phi (\psi' - \psi), \quad (1)$$

ここに E は Young's Modulus, A は部材断面積, L は部材長, ϕ は部材傾斜角, ψ' は部材端変位 (u, v) である。任意節点での釣り合い条件式は

$$\sum_i \begin{bmatrix} \cos \phi \\ \sin \phi \end{bmatrix} F_i + \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = 0, \quad (2)$$

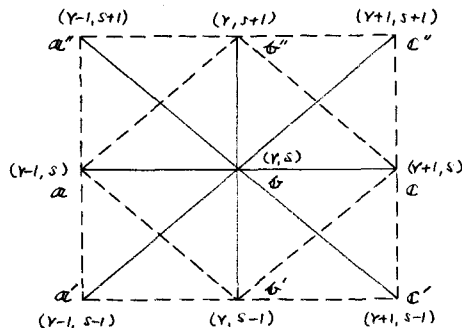


図-1.

であり、式 (1), (2) より

$$\sum_i \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} \cos \phi \\ \sin \phi \end{bmatrix} L \cos \phi \sin \phi (\psi' - \psi)_i + \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = 0, \quad (3)$$

となる。 i は部材数を示す。

式 (3) を各節点変位で表わすと任意節点 (r, s) で (図-1. 参照)

$$L a' a a'' \downarrow_{ys} \begin{bmatrix} \psi_{s-1} \\ \psi_s \\ \psi_{s+1} \end{bmatrix}_{y-1} + L b' b b'' \downarrow_{ys} \begin{bmatrix} \psi_{s-1} \\ \psi_s \\ \psi_{s+1} \end{bmatrix}_y + L c' c c'' \downarrow_{ys} \begin{bmatrix} \psi_{s-1} \\ \psi_s \\ \psi_{s+1} \end{bmatrix} + P_{ys} = 0, \quad (4)$$

簡単に 12

$$L A B C \downarrow_r \begin{bmatrix} \psi_{r-1} \\ \psi_r \\ \psi_{r+1} \end{bmatrix} + P_r = 0, \quad (5)$$

となり、 s, r 方向の双方について Tri-Diagonal (三軸) Matrix が見える。 ψ_{ys} は節点変位。

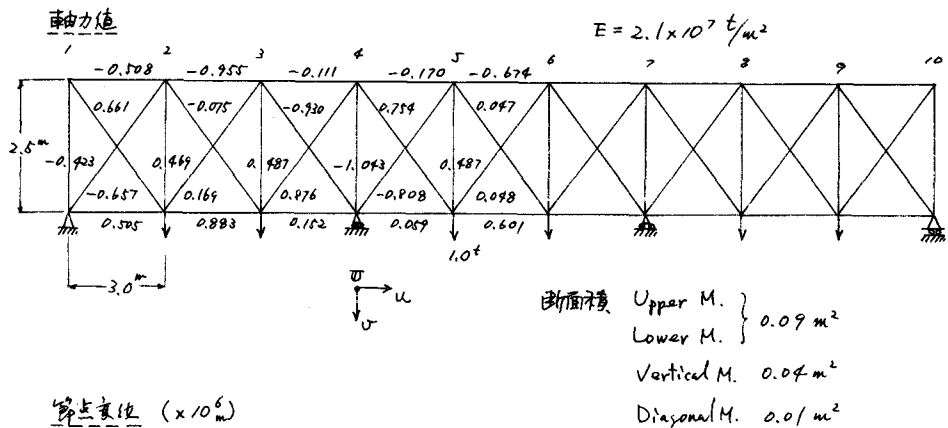
一般の変形法においては、式 (5) に初めて三軸マトリクス形が現われるが、漸化変形法によると

演算子 A_v, B_v, C_v 自体に三軸マトリクスが存在する。

3. まとめ

以上の解析に示されるごとく三軸マトリクス B_v (2×3 方向節点数) の逆マトリクスを計算するのみであるから Stiffness Matrix の Size が低減でき Stiffness Matrix の便宜的な分割処理は不要となる。更に式(4)の ϕ_{vs} (2×2) の小さな Size の逆マトリクス計算のみで漸化処理も可能であるから 演算時間の短縮が期待でき この考えを拡張することにより試算法も試みられ FACOM 231 ALGOL により多節点の急速な収斂も確認されている。構造物が巨大化に伴い超多元連立方程式を解く要請上応力法の再認識も検討されつつあるが 漸化変形法のように漸化処理できる解析法がますます構造解析に導入されるに信ずる。

4. 計算例



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Upper	U	6.08	5.27	3.25	3.58	3.55	2.48	2.45	2.28	0.76	-0.04
	V	1.26	25.40	25.45	3.11	24.80	24.80	3.11	25.45	25.40	1.26
Lower	U	0.0	0.80	2.20	2.94	2.54	3.49	3.59	3.83	3.83	6.03
	V	0.0	26.80	26.90	0.0	26.25	26.25	0.0	26.90	26.90	0.0

5. 参考文献

- 吉沢孝和, 各本勉之助 “演算子法による変形法の考察” (土木学会中部支部 研究発表会講演概要集 1967年 11月)
- 小川泰造, 各本勉之助 “漸化変形法によるラ-メ-の解析” (土木学会全国大会 23回年次学術講演会概要集 1968年 10月)
- 小川泰造, 各本勉之助 “漸化変形法による格子の解析” (土木学会中部支部 研究発表会講演概要集 1968年 11月)
- 真田正太郎, 各本勉之助 “新漸化変形法によるP-7の解析” (土木学会 24回年次学術講演会概要集 1969年 9月)

1970年 7月