

建設技術研究所 正員 小宮 晃

信州大学工学部 夏目 正太郎

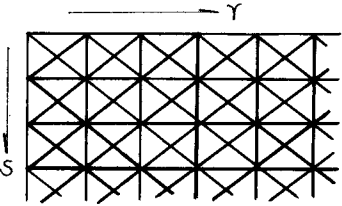
信州大学工学部 谷本 勉之助

1 まえがき

本稿は、信州大学の谷本、夏目研究室で開発され、発展させられて来た演算子法による二次元骨組の解析とそのプログラム結果を提示するものである。解析方法は、漸化変形法と名付けられるものである。骨組は、いかに複雑になろうとも、有限個の部材がそれぞれ Topological unit を構成しなごう平面的に（あるいは立体的に）結固したものであると考える。これらの部材は、一般の梁の理論による軸方向への彎曲と曲げの彎曲に支配され、その完全な力学的彎曲とすれば完全に記述されるものである。

2 解析概要

二次元骨組を、簡単のため右図の様な幾何学的モデルと考え、各要素部材はその部材端部で結固されているものとする。構造物の変形状態を記述するために必要な接点の変位を未知数にとり（変位に関する適当条件を考慮）、各要素部材の端力をこれらの未知変位の関数として表わし (Key Equation)、そして最後に各接点についての力の平衡条件式；



$$\left[ -\sum_i \mu_i' + \sum_j \lambda_j \right] \theta - \sum_i x_i' \omega_i + \sum_j \mu_j \omega_j + \sum (-\nu' K_{ij} + \nu K_{ij}) + P_{10}^0 = 0 \quad (1)$$

を立て、これを系統的に整理すれば、一連の連立一次方程式が得られ、支えに於ける境界条件を考慮し、所要の三軸マトリックスなる剛性マトリックスが得られる。(三軸マトリックスであるから漸化処理が可能)。これを解いて変位が決定されれば、内力と変位の関係式 (approach equation) を用いてこれらの変位を起こさせる未知力が求められる。

$K$ ; 荷重項,  $\mu, \lambda, \mu', \lambda', \nu, \nu'$ ; 各要素部材の剛性と及び形状に関するマトリックス演算子, 等々。  $P_{10}^0$  は、接点荷重とする。

一方、接点に於ける部材種が異なる場合は、接点に於ける式(1)が二次の如くなる。

$$L a', a, a'' \Big|_{13} = L - K_2, -\lambda_1, -K_3$$

$$L b', b, b'' \Big| = L - \lambda_3, -\mu_1 + K_2 - \mu_3 + K_4 + \lambda_6 + K_6 + \lambda_7 + K_8, \mu_2$$

$$L[C', C, C''] = L - DC_4, DC_5, -DC_6$$

又、軸力のみ受ける部材が結合するとすれば

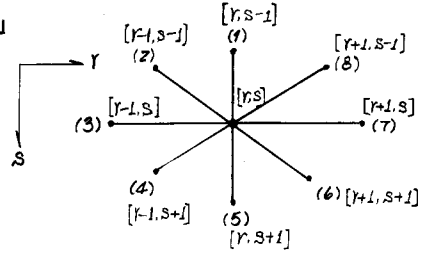
$$L[A', A, A''] = L - DC_2, -DC_1, -DC_3$$

$$L[B', B, B''] = L - DC_3, \sum_{i=1}^2 DC_i + e, -DC_7$$

$$L[C', C, C''] = L - DC_4, -DC_5, -DC_6$$

$$\text{但し } e = \text{diag}[0, 0, 1]$$

ここに於いて  $DC$  は、軸力のみを受ける部材の剛性マトリックスである。又  $e$  は、座力方程式の singularity を回避するためのプログラム上のテクニックである。なお、 $DC$  は曲げ剛性を 0 と落すことによっても得られる。



### 3 計算例

ここに於いては紙面の限りのために実際の計算例は載せないが、次の標準的桁橋のタイプとしてよく使われる構造系の計算結果を得ている。当日、公表することにした。これらはすべて一つのプログラムから結果を出力するは勿論である。

- (1) Lohse Girder Truss.
- (2) Tied Arches.
- (3) Langer Girder Truss.
- (4) Nielssen Truss.
- (5) Rigid Frame of Deck Type
- (6) Deck Truss

又、他に 斜材付パイラフメンの影響線 (影響面積も含む) も得ている。

### 4 考察

ここに於いて計算結果を含めて完全に紹介されたと考える。その他橋り構造については発表者の論文を見られたし。基本的にはプログラム上の問題点としては変わらぬが、三軸マトリックスを解くことになり、大型の inversion が避けられ、精度もよく、演算時間の短さ、プログラム上の統一性、容易さ、又汎用性 etc 多くの利点を有しているものと考えられる。又、影響線に関して、基本微分方程式から出発する限り、よけいな接点を付けたりすることなく (これをするともデータの数が非常に多くなり、プログラムも複雑になる。)、従って大型のインペーショが必要でなく、計算誤差が少ない。荷重項を考慮すればよいだけである。系が複雑になればなる程、その有用性は上がると推定する。

以上