

信州大学 学生員 〇竹内 広

信州大学 正会員 谷本 勉之助

信州大学 正会員 夏目 正太郎

1. 序

図.1に示すような構造物を解析する。その際、上部構造である方形ラーメンと下部構造であるラーメン脚とを一本と見なして解析する。解析方針は、漸化式を作り上げることにおく。すなわち、この構造物は、トポロジカルなUnitの集合体と見なして、各々のUnitを結合することによって、漸化式を得る。上部構造の各部材は、ベルヌーイ・オウラの微分方程式に支配される4つの物理量と、フック法則に支配される2つの物理量を考慮し、一方、ラーメン脚は、ウングラーの反発、ならびに軸方向拘束を考慮に入れて、微分方程式を、たて、それらの微分方程式に支配される6つの物理量を考慮する。以下、解析の手順について述べる。

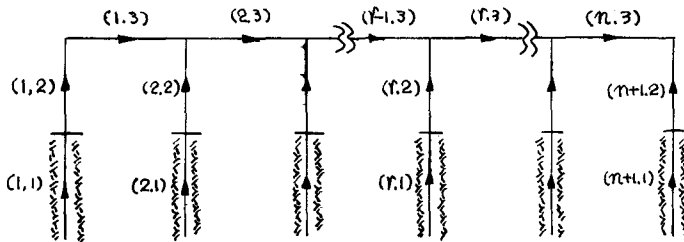


図.1 弾性床に埋込れたラーメン

ここで矢印は、演算方向を示している。又、はじめの添字がUnit番号、後の添字が、Unit内における部材番号を示している。

2. 基本式

序文で述べた反発を考慮して、微分方程式を作り、その微分方程式をとり、物理量を、弾数、座標、積分定数と完全分類することによって、基本式を作る。

[a]. 地中部材

ラーメン脚は、受動土圧が、作用した状態を考慮して、ウングラーの反発を動かしたと考えるから荷重の影響は、考えない。従って、

$$W_E(\rho) = P_E(\rho) \otimes_E, \quad V_E(\rho) = Q_E(\rho) \otimes_E, \quad (1)$$

[b] 地上部材

$$W(\rho) = P(\rho) [\mathbb{X} + \langle K \rangle], \quad V(\rho) = Q(\rho) [\mathbb{X} + \langle K \rangle], \quad (2)$$

ここで、 $W = \{U, W, \theta\}$, $V = \{F, S, M\}$ であり、 $\mathbb{X}$ あるいは、 $\otimes_E$ は、部材に固有な積分定数値である。(2)式における、 K は、荷重マトリクスを総し、部材の連続条件より得られる。

3. 漸化式

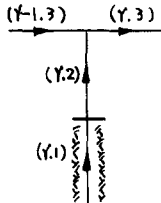
地中部材と、地上部材の結合は、物理量の連続条件より、

$$X_{r,2} = L_{r,2} X_{r,1} \quad (3)$$

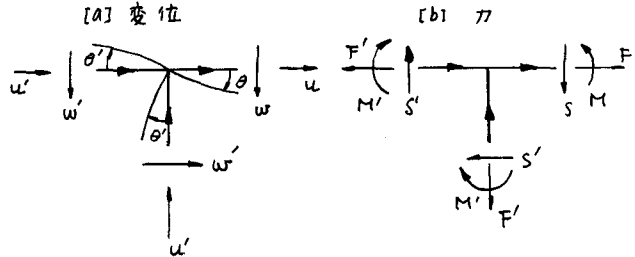
となる。オ3図のような、符号規約のもとに、(Y-1,3), (Y,2), (Y,3) 部材の交点において力釣り合い、図形量釣り合いをとり、最下端での境界条件を、与えられることによって、次式の漸化式が出来る。

$$X_{Y,3} = L_Y X_{Y-1,3} + T_Y K_{Y,2} \quad (4)$$

つまり、Unit と Unit を結合できたわけである。



オ2図. Unit の結合図



オ3図. Unit 結合図 についての釣り合い

4. 最終式.

(4)式を $Y=2$ から $r=n$ まで繰り返して、用いると、

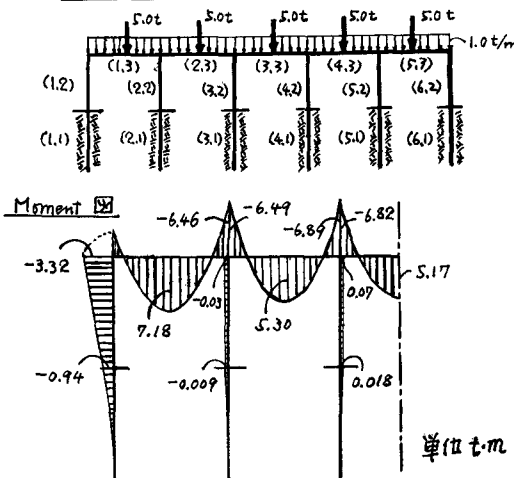
$$X_{n,3} = L_n L_{n-1} \dots L_3 L_2 X_{1,3} + [L_n L_{n-1} \dots L_3 L_2, L_n L_{n-1} \dots L_4 L_3, \dots, L_n L_{n-1}, L_n] \{ K_1, K_2, \dots, K_{n-2}, K_{n-1} \} + [L_n L_{n-1} \dots L_3 T_2, L_n L_{n-1} \dots L_4 T_3, \dots, L_n T_{n-1}, T_n] \{ K_2, K_3, \dots, K_{n-1}, K_n \} \quad (5)$$

左端での力釣り合い式、ならびに、右端での力釣り合い式に、(5)を代入してまとめあげると、第一番目の Unit の固有マトリクスが得られる。

$$X_{1,3} = L_1 G_2 \{ K \}_2 + L_1 G_3 \{ K \}_3. \quad (6)$$

これより、各部材の固有マトリクス、ならびに、任意点の物理量が次々に、得られる。

5. 数値例.



ここで代表的に、(1,1), (6,1) 部材をとり上げて、両者の10等分点でのモーメントの値を示す。非常に精度のよいことが理解できよう。

	(1,1)部材のMoment	(6,1)部材のMoment
1	+7.000000000E-15	-7.700000000E-14
2	-4.790129159E-03	+4.790129161E-03
3	-2.128565713E-02	+2.128565714E-02
4	-5.267046909E-02	+5.267046911E-02
5	-1.021141273E-01	+1.021141274E-01
6	-1.727526397E-01	+1.727526398E-01
7	-2.676583483E-01	+2.676583485E-01
8	-3.897970521E-01	+3.897970524E-01
9	-5.419705161E-01	+5.419705165E-01
10	-7.267425857E-01	+7.267425862E-01
11	-9.463472249E-01	+9.463472256E-01