

連統格子桁の理論解析について〔II〕

——主桁接れ剛性を考慮する場合——

北海道南端コンサルタント(株)電子計算部長 正会員 ○津田義和

1. まえがき

前論文にひきつづき、今回は主桁の接れ剛性を考慮する場合、連統格子桁の理論解析について記述する。執筆者の関係で仕事方程式に使用する部分に比喩がみつかり、連統格子桁、影響線計算や実算計算等。若干の誤りや欠点があることには注意。下図に示されている様に、構造形状は主桁相互は平行でなくともよく、又横桁と主桁は直角に取付けられていなくてもよい、又はゆるい任意形状の格子桁を対象としている。前節通り、主桁については接れ剛性を考慮するが、横桁については曲げ剛性を考慮する。

2. 対象構造形状

理論解析の上で対象とする構造形状は、図-1に示されている任意形状の格子桁である。勿論、主桁については接れ剛性を考慮しているが、横桁については無視して解析する。主桁は単純桁・連統桁のどちらでもよく、その配置もバネ型に互いに平行でもよいし、平行でもよい。横桁は主桁に対して直角に配置されていなくてもよいが、連統格子桁の場合各主桁について同一径間内になくならない。即ち、横桁と支承梁とは交差してはならない。

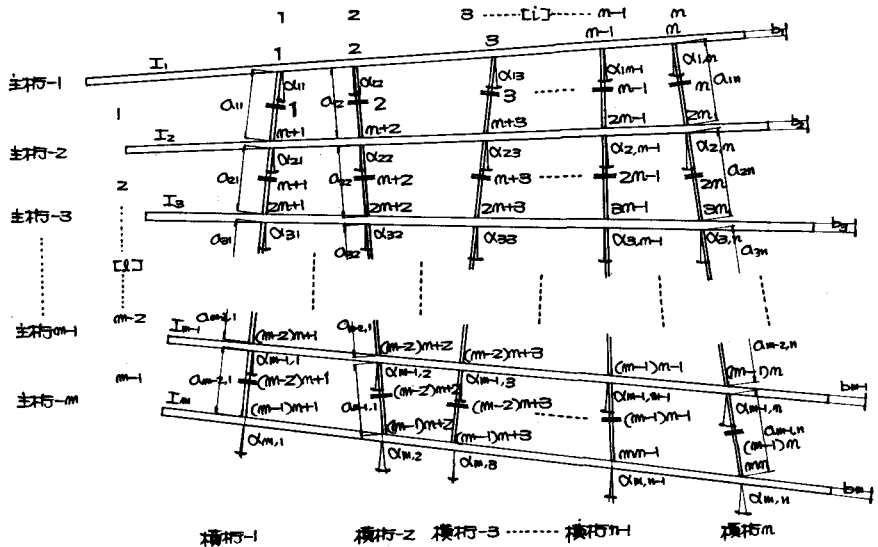


図-1

3. 本解析に使用している記号と符号

本解析に使用している記号については次ページに示されている通りである。

主桁本数	m (本)	横桁断面=次モーメント	I_0 (m^4)
横桁本数	n (本)	曲げモーメント	M ($t \cdot m$)
主桁間隔	a (m)	剪断力	Q (t)
主桁と横桁との取付角	α (rad.)	捩りモーメント	T ($t \cdot m$)
主桁の腹板間隔	b (m)	変位	δ (m)
主桁断面=次モーメント	I (m^4)	ねじり角	θ
主桁捩れ抵抗	J (m^4)	回転角	Θ (rad.)

変位と外力・内力の符号については次の通りである。

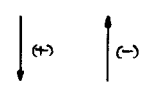
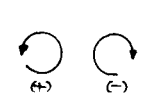
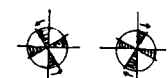
外 力	垂直力	曲げモーメント	捩りモーメント
			
変 位	ねじり	ねじり角	回転角
			

図-2

4. 仕事方程式

図-1の様に主桁本数 m 本、横桁本数 n 本を持つ格子桁を考える場合、この格子桁は $2(m-1)n$ 次の不静定次数を持つ。従って各横桁を図-3に示されている様に各主桁の中間で切断して、 m 本の主桁に分割し、之を基本系とする。各切断点 n 組の不静定剪断力 X 及び n 組の不静定曲げモーメント Y を挿入し、之等を不静定力として解析する。

仕事方程式は格子桁基本系のある角に外力が作用し、横桁の切断点には不静定力 X 、 Y が作用するが、この不静定力 X 、 Y による切断点の変位、ねじりと回転角は連続していかねければならぬという変位の連続条件式と基本系任意点の変位は外力による変位と不静定力 X 、 Y による変位と相等しいと求められるという変位の適合式から求められる。

まず切断点 n の不静定力 X 、 Y が働く場合、切断点の変位を求めなくてはならぬが、主桁に働く変位とカシチレー、変位=連続性を分けて、之を等しいと求めればよい。

・不静定剪断力 X が作用する場合、主桁の変位は図4に示されている様に、主桁断面中心の通り点へ働く捩りモーメントと中立点へ働く垂直力とに分ける。この主桁と横桁の断面に取付られている場合、横桁方

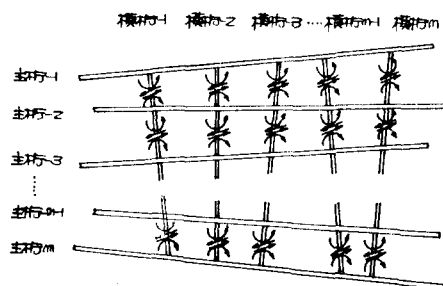


図-3

同様に曲げモーメントが作用するが、本解析に於いてはこの曲げモーメントも考慮することとする。

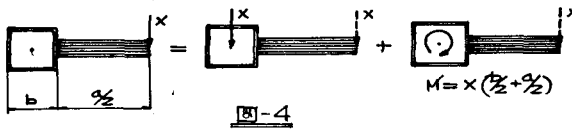


図-4

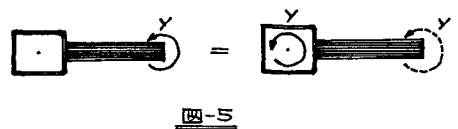


図-5

- ・不静定曲げモーメント Y が作用する場合、図-5 の如く主桁に対して剪断中心廻りに振りモーメントが作用する
- ・次にカンチレバート不静定力 X, Y が作用し E 時の変位であるが、之は次の項で記述する。

4-1 カンチレバート不静定力 X, Y が作用し E 時の変位

- ・不静定剪断力 X が作用した場合 図-6 参照
- ・不静定曲げモーメント Y が作用した場合 図-7 参照

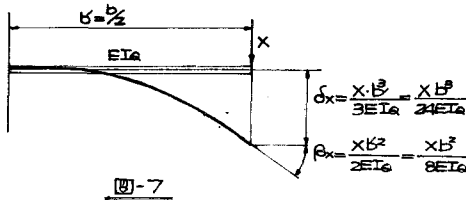
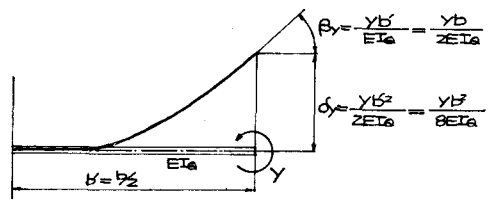


図-7



ここに上図の記号を使って

$$A_{k-l-m+i} = \frac{a_{k,l}^2}{24 E I_0 l}, B_{k-l-m+i} = \frac{a_{k,l}^2}{8 E I_0 l}, C_{k-l-m+i} = \frac{a_{k,l}}{2 E I_0 l} \quad (1)$$

4-2 不静定力 X, Y が作用し E 時の断面の変位

まず変位を考える前に解析の便宜のため、主桁と横桁との支点をなける格点と断面点を主桁へ番号 [K], また主桁間隔へ番号 [L], 横桁へ番号 [I] によって完全に定義出来る様にして置く。勿論 $K=1 \sim m$ 本, $L=1 \sim (m-1)$, $I=1 \sim n$ 本である。

今し番目の横桁を取り出してやる。(図-8 参照) 次は図-8 中から主桁 $q=K \sim q=K+1$ の部分を取り出す。(図-9 参照)

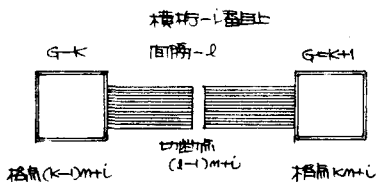


図-9

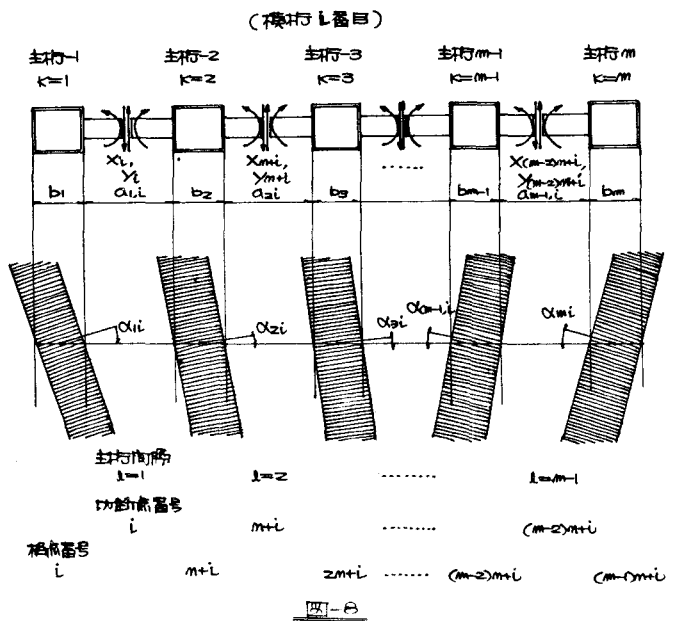


図-8

2主桁間、両側番号は1番目であるから、横桁i番目、切断点番号は $(k-1)m+i$ 、接点番号は主桁 $q-k$ 上では $(k-1)m+i$ 、 $q-k+1$ 上では $k m+i$ となる。又切断点、左側はL、右側はRの記号をつけて区別する。

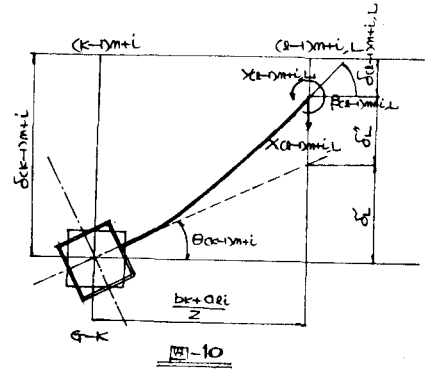
1) 切断点左側の変位

切断点左側のたわみ $\delta_{(k-1)m+i,L}$ は、

$$\begin{aligned} \delta_{(k-1)m+i,L} = & \delta_{k-1)m+i} - \frac{bx+a\delta_i}{2} \cdot \theta_{k-1)m+i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \\ & + A_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} - B_{(k-1)m+i} \cdot Y_{(k-1)m+i} \dots\dots (2) \end{aligned}$$

切断点左側の回転角 $\theta_{(k-1)m+i,L}$ は、

$$\begin{aligned} \theta_{(k-1)m+i,L} = & \theta_{k-1)m+i} \cdot \cos \alpha_{k,i} - B_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} \\ & + C_{(k-1)m+i} \cdot Y_{(k-1)m+i} \dots\dots (3) \end{aligned}$$



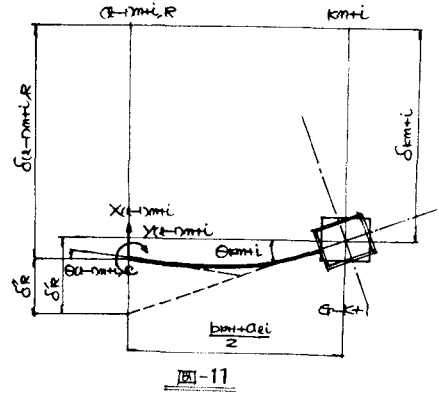
2) 切断点右側の変位

切断点右側のたわみ $\delta_{k m+i,R}$ は、

$$\begin{aligned} \delta_{k m+i,R} = & \delta_{k m+i} + \frac{bx+a\delta_i}{2} \cdot \theta_{k m+i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \\ & - A_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} - B_{(k-1)m+i} \cdot Y_{(k-1)m+i} \dots\dots (4) \end{aligned}$$

切断点右側の回転角 $\theta_{k m+i,R}$ は、

$$\begin{aligned} \theta_{k m+i,R} = & \theta_{k m+i} \cdot \cos \alpha_{k,i} - B_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} \\ & - C_{(k-1)m+i} \cdot Y_{(k-1)m+i} \dots\dots (5) \end{aligned}$$



4-3 変位の連続条件式

横桁の切断点について、たわみ、回転角は連続している。従って

$$\delta_{(k-1)m+i,L} = \delta_{(k-1)m+i,R} \dots\dots (6)$$

$$\theta_{(k-1)m+i,L} = \theta_{(k-1)m+i,R} \dots\dots (7)$$

が成り立たねばならない。

(6)式より

$$\begin{aligned} \delta_{(k-1)m+i} - \frac{bx+a\delta_i}{2} \cdot \theta_{(k-1)m+i} \cdot \cos \alpha_{k,i} + A_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} - B_{(k-1)m+i} \cdot Y_{(k-1)m+i} \\ = \delta_{k m+i} + \frac{bx+a\delta_i}{2} \cdot \theta_{k m+i} \cdot \cos \alpha_{k,i} - A_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} - B_{(k-1)m+i} \cdot Y_{(k-1)m+i} \end{aligned}$$

$$\therefore \delta_{(k-1)m+i} - \delta_{k m+i} - \left(\frac{bx+a\delta_i}{2} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \theta_{(k-1)m+i} + \frac{bx+a\delta_i}{2} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \theta_{k m+i} \right) = -2 \cdot A_{(k-1)m+i} \cdot X_{(k-1)m+i} \dots\dots (8)$$

(7) 式より,

$$\begin{aligned} & \Theta_{(k-1)n+l} \cdot \cos \alpha_{k,l} - B_{(k-1)n+l} \cdot X_{(k-1)n+l} + C_{(k-1)n+l} \cdot X_{(k-1)n+l} \\ & = \Theta_{(k-1)n+l} \cdot \cos \alpha_{k,l} - B_{(k-1)n+l} \cdot X_{(k-1)n+l} - C_{(k-1)n+l} \cdot Y_{(k-1)n+l} \end{aligned}$$

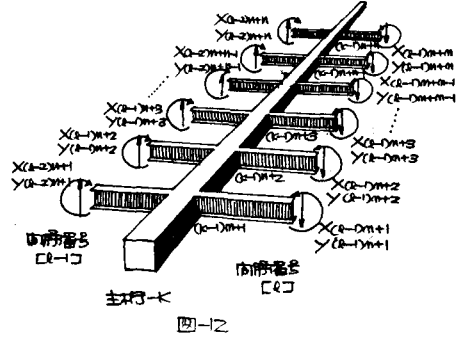
$$\therefore \Theta_{(k-1)n+l} \cdot \cos \alpha_{k,l} - \Theta_{(k+1)n+l} \cdot \cos \alpha_{k+1,l} = -2C_{(k-1)n+l} \cdot Y_{(k-1)n+l} \quad (9)$$

4-4 基本形に外力が作用している時の変位の均合の式

基本形に外力が作用すると換形の内断点には不静定剪断力 X , 不静定曲げモーメントが生じて, その値が確定する。基本形は外力による変形と不静定力 X, Y による変形(生じ), 基本形任意点の変位は外力による変位と不静定力による変位との和として求められる。

今主桁に生ずる変形を一般的に F, x, y, z という形で表はす。記号 F はねり δ , ねり角 β , 回転角 θ を表はし, x は外力を表はし, 垂直力 P , 曲げモーメント M , ねりモーメント T で代表される。 y は格点上の着目点, z は同じく荷重点, この場合は着目している不静定力の働いている格点を表はしている。

今主桁 $G-K$ 上に外力として垂直力 $P=1$ 又はねりモーメント $T=1$ が載荷されている場合, 間隔 $[L-1]$ 側の内断点には不静定剪断力 $X_{(k-1)n+j}$ ($j=1, 2, \dots, n$), 不静定曲げモーメント $Y_{(k-1)n+j}$ ($j=1, 2, \dots, n$), 間隔 $[L]$ 側の内断点には同様に $X_{(k-1)n+j}$ ($j=1, 2, \dots, n$), $Y_{(k-1)n+j}$ ($j=1, 2, \dots, n$) が生ずるが, 之等を主桁に作用する断面力に変換し, 主桁 $G-K$ 上の j 番目の格点の変形に着目してねり角の均合, 回転角の均合を考慮すると次の式が与えられる。



1) ねり角の均合の式

$$\begin{aligned} \delta_{(k-1)n+l} &= \delta'_{(k-1)n+l} + \sum_{j=1}^n (X_{(k-1)n+j} - X_{(k-2)n+j}) \cdot \delta^P_{(k-1)n+l, j} \\ &+ \sum_{j=1}^n \left[\left\{ -\left(\frac{bk+al}{2} \right) \cdot X_{(k-1)n+j} + \frac{bk+al}{2} \cdot X_{(k-2)n+j} \right\} + Y_{(k-1)n+j} - Y_{(k-2)n+j} \right] \cdot \sin \alpha_{k,j} \cdot \delta^M_{(k-1)n+l, j} \\ &+ \sum_{j=1}^n \left[\left\{ -\left(\frac{bk+al}{2} \right) \cdot X_{(k-1)n+j} + \frac{bk+al}{2} \cdot X_{(k-2)n+j} \right\} + Y_{(k-1)n+j} - Y_{(k-2)n+j} \right] \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \delta^T_{(k-1)n+l, j} \quad (10) \end{aligned}$$

2) 回転角の均合の式

$$\begin{aligned} \Theta_{(k-1)n+l} &= \Theta'_{(k-1)n+l} + \sum_{j=1}^n (X_{(k-1)n+j} - X_{(k-2)n+j}) \cdot \Theta^P_{(k-1)n+l, j} \\ &+ \sum_{j=1}^n \left[\left\{ -\left(\frac{bk+al}{2} \right) \cdot X_{(k-1)n+j} + \frac{bk+al}{2} \cdot X_{(k-2)n+j} \right\} + Y_{(k-1)n+j} - Y_{(k-2)n+j} \right] \cdot \sin \alpha_{k,j} \cdot \Theta^M_{(k-1)n+l, j} \\ &+ \sum_{j=1}^n \left[\left\{ -\left(\frac{bk+al}{2} \right) \cdot X_{(k-1)n+j} + \frac{bk+al}{2} \cdot X_{(k-2)n+j} \right\} + Y_{(k-1)n+j} - Y_{(k-2)n+j} \right] \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \Theta^T_{(k-1)n+l, j} \quad (11) \end{aligned}$$

4-5 仕事方程式(其1)

式(10)を式(8)に代入して次の様な式が得られる。

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^m \left[\left(-\delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \frac{b_k + a_{k,j}}{2} \right. \right. \\ & \quad \times \sin \alpha_{k,j} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} \cdot \frac{b_k + a_{k,i}}{2} \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \left. \right) \cdot X_{(k-2)m+j} \\ & \quad + \left(\delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \right. \\ & \quad + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \frac{b_k + a_{k,i}}{2} \cdot \sin \alpha_{k,j} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \\ & \quad + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} \cdot \frac{b_k + a_{k,i}}{2} \cos^2 \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \frac{b_k + a_{k,i}}{2} \cdot \sin \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \\ & \quad \left. + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} \cdot \frac{b_k + a_{k,i}}{2} \cos \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \right) \cdot X_{(k-2)m+j} \\ & \quad + \left(-\delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,j}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \right. \\ & \quad \times \sin \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \frac{b_k + a_{k,i}}{2} \cos \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \left. \right) \cdot X_{2n+j} \\ & \quad + \left(-\sin \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \cos \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,j} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \right) \\ & \quad \times Y_{(k-2)m+j} + \left(\sin \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \cos \alpha_{k,j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \sin \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,j} \right. \\ & \quad \times \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,j} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \\ & \quad + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \left. \right) \cdot Y_{(k-2)m+j} + \left(-\sin \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \sin \alpha_{k,i} \right. \\ & \quad \times \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} - \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{(n-m)+j}^{(n-m)+j} \left. \right) \cdot Y_{2n+j} \Big] + 2A_{k-2m+i} \cdot X_{k-2m+i} \\ & = \delta_{kmi}^{(k-2)m+i} - \delta_{kmi}^{(k-2)m+i} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{kmi}^{(k-2)m+i} + \frac{b_k + a_{k,i}}{2} i \cdot \cos \alpha_{k,i} \cdot \delta_{kmi}^{(k-2)m+i} \dots \dots \dots (12) \end{aligned}$$

4-6 仕事方程式(其の2)

式(11)を式(9)に代入すると次の様な式が得られる。

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^m \left((-\cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{P_{k-m+j}} - \frac{b_k + a_k j}{2} \cdot \sin \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} - \frac{b_k + a_k j}{2} \cdot \cos \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}}) \cdot X_{(k-m+j)} \right. \\ & + (\cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{P_{k-m+j}} - \frac{b_k + a_k j}{2} \cdot \sin \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} - \frac{b_k + a_k j}{2} \cdot \cos \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}} + \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{P_{k-m+j}} \\ & + \frac{b_k + a_k j}{2} \cdot \sin \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} + \frac{b_k + a_k j}{2} \cdot \cos \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}}) \cdot X_{(k-m+j)} \\ & + (-\cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{P_{k-m+j}} + \frac{b_{k+1} + a_{k+1} j}{2} \cdot \sin \alpha_{k+1} j \cdot \cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} + \frac{b_{k+1} + a_{k+1} j}{2} \cdot \cos \alpha_{k+1} j \cdot \cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}}) \cdot X_{(k-m+j)} \\ & + (-\sin \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} - \cos \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}}) \cdot Y_{(k-m+j)} + (\sin \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} \\ & + \cos \alpha_k j \cdot \cos \alpha_k i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}} + \sin \alpha_{k+1} j \cdot \cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} + \cos \alpha_{k+1} j \cdot \cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}}) \cdot Y_{(k-m+j)} \\ & + (-\sin \alpha_{k+1} j \cdot \cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{M_{k-m+j}} - \cos \alpha_{k+1} j \cdot \cos \alpha_{k+1} i \cdot \theta_{(k-m+j)}^{T_{k-m+j}}) \cdot Y_{(k-m+j)} \Big] + Z C_{(k-m+i)} \cdot Y_{(k-m+i)} \end{aligned}$$

$$= \cos \alpha_{k+1, l} \cdot \theta_{k+1, l} - \cos \alpha_{k, l} \cdot \theta_{k+1, l} \quad \text{----- (13)}$$

4-7 一般構造に於ける仕算方程式とマトリックスの定義

前記式(12)(13)の k, l に値を入れると、仕算方程式の係数と荷重値が決定する。之をマトリックス表示すると次の様になる。

$$\begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \begin{vmatrix} X \\ Y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} E \\ F \end{vmatrix} \quad A = \begin{vmatrix} A_{1,1} & A_{1,2} & A_{1,3} & \cdots & A_{1,n} \\ A_{2,1} & A_{2,2} & A_{2,3} & \cdots & A_{2,n} \\ A_{3,1} & A_{3,2} & A_{3,3} & \cdots & A_{3,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n,1} & A_{n,2} & A_{n,3} & \cdots & A_{n,n} \end{vmatrix} \quad [A_{ij}] = \begin{vmatrix} A_{1,1} & A_{1,2} & A_{1,3} & \cdots & A_{1,n} \\ A_{2,1} & A_{2,2} & A_{2,3} & \cdots & A_{2,n} \\ A_{3,1} & A_{3,2} & A_{3,3} & \cdots & A_{3,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n,1} & A_{n,2} & A_{n,3} & \cdots & A_{n,n} \end{vmatrix}$$

A, B, C, D は n 行、 n 列の正方向行列であつて上記の通り A を表示し、 B, C, D についても同様のマトリックスより成る。更に A, B, C, D を構成するエレメント、例へば A の i 行 j 列目の正方向行列 $[A_{ij}]$ も上記の様になつたエレメントより構成される小行列なのである。

1) マトリックス A の対角要素 $A_{i,i}$ ($i=1, 2, \dots, n$)

(i) 対角小行列 A_{ii} の対角要素 $A_{i,i}$ ($i=1, 2, \dots, n$)

$$\begin{aligned} A_{i,i} (i=1, 2, \dots, n) = & \left(\delta_{(i-1)n+i}^{P_{i-1n+i}} - \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot \delta_{(i-1)n+i}^{M_{i-1n+i}} - \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \delta_{(i-1)n+i}^{T_{i-1n+i}} + \delta_{in+i}^{P_{in+i}} \right. \\ & + \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot \delta_{in+i}^{M_{in+i}} + \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \delta_{in+i}^{T_{in+i}} - \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-1)n+i}^{P_{i-1n+i}} \\ & + \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-1)n+i}^{M_{i-1n+i}} + \left(\frac{b_i + a_{ii}}{2} \right)^2 \cdot \cos^2 \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-1)n+i}^{T_{i-1n+i}} + \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{in+i}^{P_{in+i}} \\ & \left. + \left(\frac{b_i + a_{ii}}{2} \right)^2 \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{in+i}^{M_{in+i}} + \left(\frac{b_i + a_{ii}}{2} \right)^2 \cdot \cos^2 \alpha_{ii} \cdot \theta_{in+i}^{T_{in+i}} \right) + 2A_{i-1n+i} \quad \text{----- (14)} \end{aligned}$$

(ii) 対角小行列 A_{ii} の対角要素以外の要素 $A_{i,j}$

$$\begin{aligned} A_{i,j} (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n) = & \delta_{(i-1)n+j}^{P_{i-1n+i}} - \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \sin \alpha_{ij} \cdot \delta_{(i-1)n+j}^{M_{i-1n+i}} - \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \cos \alpha_{ij} \cdot \delta_{(i-1)n+j}^{T_{i-1n+i}} \\ & + \delta_{in+j}^{P_{in+i}} + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \sin \alpha_{ij} \cdot \delta_{in+j}^{M_{in+i}} + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \cos \alpha_{ij} \cdot \delta_{in+j}^{T_{in+i}} - \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-1)n+i}^{P_{i-1n+i}} \\ & + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-1)n+i}^{M_{i-1n+i}} + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ij} \cdot \theta_{(i-1)n+i}^{T_{i-1n+i}} \\ & + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{in+i}^{P_{in+i}} + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot \cos \alpha_{ij} \cdot \theta_{in+i}^{M_{in+i}} \\ & + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \cos \alpha_{ij} \cdot \theta_{in+i}^{T_{in+i}} \quad \text{----- (15)} \end{aligned}$$

2) マトリックス A の要素 $A_{i,i+1}$ ($i=1, 2, 3, \dots, n-1$)

E 小行列 $A_{i,i+1}$ の要素を一般的に $A_{i,j}$ と表はすと、

$$A_{i,j} = -\delta_{in+j}^{P_{in+i}} + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \sin \alpha_{ij} \cdot \delta_{in+j}^{M_{in+i}} + \frac{b_i + a_{ij}}{2} \cdot \cos \alpha_{ij} \cdot \delta_{in+j}^{T_{in+i}} - \frac{b_i + a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{in+i}^{P_{in+i}}$$

$$+ \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}}, \dots (16)$$

3) マトリックスAの要素 $A_{i,i-1}$ ($i=2,3,4 \dots l$)

$$A_{i,j} = -\delta_{(i-1)m+j}^{P_{(i-1)m+i}} \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \sin \alpha_{i,j} \cdot \delta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} - \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \cos \alpha_{i,j} \cdot \delta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}} + \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{P_{(i-1)m+i}} \\ + \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \sin \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} + \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \frac{b_{i-1}+a_{i-1,j}}{2} \cos \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}}, \dots (17)$$

4) 上記以外のマトリックスAの要素

上記以外のマトリックスAの要素, 即ち m 行 m 列の正方形行列の要素は全て零である。

5) マトリックスBの対角要素 $B_{i,i}$ ($i=1,2,3 \dots l$)の要素 $A_{i,j}$

$$A_{i,j} \left(\begin{matrix} i=1,2,3 \dots m; \\ j=1,2,3 \dots m \end{matrix} \right) = \sin \alpha_{i,j} \cdot \delta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} + \cos \alpha_{i,j} \cdot \delta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}} + \sin \alpha_{i+1,j} \cdot \delta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} + \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \delta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}} \\ - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}} \\ + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}}, \dots (18)$$

6) マトリックスBの要素 $B_{i,i+1}$ ($i=1,2,3 \dots l-1$)の要素 $A_{i,j}$

$$A_{i,j} = -\sin \alpha_{i,j} \cdot \delta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} - \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \delta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}}, \dots (19)$$

7) マトリックスBの要素 $B_{i,i-1}$ ($i=2,3 \dots l$)の要素 $A_{i,j}$

$$A_{i,j} = -\sin \alpha_{i,j} \cdot \delta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} - \cos \alpha_{i,j} \cdot \delta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}}, \dots (20)$$

8) マトリックスBの上記要素以外の要素

マトリックスBの上記要素以外の要素は全て零である

9) マトリックスCの対角要素 C_{ii} ($i=1,2,3 \dots l$)の要素 $A_{i,j}$

$$A_{i,j} = \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{P_{(i-1)m+i}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}} \\ + \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \delta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}}, \dots (21)$$

10) マトリックスCの要素 $C_{i,i+1}$ ($i=1,2,3 \dots l-1$)の要素 $A_{i,j}$

$$A_{i,j} = \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{P_{i+1,j}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{M_{i+1,j}} + \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i+1,j} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,j}^{T_{i+1,j}}, \dots (22)$$

11) マトリックスCの要素 $C_{i,i-1}$ ($i=2,3 \dots l$)

$$A_{i,j} = -\cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{P_{(i-1)m+i}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \sin \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{M_{(i-1)m+i}} - \frac{b_{i+1}+a_{i+1,j}}{2} \cos \alpha_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+j}^{T_{(i-1)m+i}}, \dots (23)$$

12) マトリックスBの上記要素以外の要素

マトリックスBの上記要素以外の要素は全て零である。

13) マトリックスDの対角要素 D_{ii} ($i=1,2,3 \dots l$)の対角要素

$$A_{i,j} = \sin \alpha_{i,i} \cdot \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+i}^{M_{(i-1)m+i}} + \cos \alpha_{i,i} \cdot \Theta_{(i-1)m+i}^{T_{(i-1)m+i}} + \sin \alpha_{i+1,i} \cdot \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,i}^{M_{i+1,i}} + \cos \alpha_{i+1,i} \cdot \Theta_{i+1,i}^{T_{i+1,i}} + 2C_{(i-1)m+i} \\ \dots (25)$$

14) マトリックスDの対角要素以外の要素

$$a_{ij} = \sin \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} + \cos \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} + \sin \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} + \cos \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} \quad (26)$$

15) マトリックスDの要素D_{li} (l=1,2,3...l-1)

$$a_{ij} = -\sin \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} - \cos \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} \quad (27)$$

16) マトリックスDの要素D_{li} (i=2,3,4...l)

$$a_{ij} = -\sin \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} - \cos \alpha_{ij} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot \theta_{(i-m)+j}^{(i-m)+i} \quad (28)$$

17) マトリックスDの上記要素以外の要素

マトリックスDの上記要素以外の要素は全て零である。

18) 荷重項EFの定義

数値の関係と省略するが、参考文献に詳細は解説する。

5. 各種断面力・変位の影響線

換り剛性を考慮した場合の連系格子桁の各種断面力・変位の影響線は下記の一般式で表わされる。

$$S = S^0 + \sum_{i=1}^M \left\{ \left(S_{(i-m)+i}^P + \frac{b+a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^T + \frac{b+a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^M \right) X_{(i-m)+i} + \left(S_{(i-m)+i}^P - \frac{b+a_{ii}}{2} \cdot \sin \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^T - \frac{b+a_{ii}}{2} \cdot \cos \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^M \right) X_{(i-m)+i} - \left(\sin \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^T + \cos \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^M \right) Y_{(i-m)+i} + \left(\sin \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^T + \cos \alpha_{ii} \cdot S_{(i-m)+i}^M \right) Y_{(i-m)+i} \right\} \quad (29)$$

S^0 は基本系の断面力・変位の影響線であり、 S^P, S^T, S^M はそれぞれ単位荷重 $P=1, T=1, M=1$ 作用しているときの基本系断面力・変位のダイヤグラムである。X, Yは勿論、不特定荷断面力・不特定曲げモーメントの影響線である。

連系格子桁の影響線計算のためのシステム・フローチャートは図数・スペースの関係で割愛せざるを得ない。

前述のマトリックスA, B, C, Dの要素を計算するルーティンとブロック・フローチャートは最後に併記してこの原稿を終える。

LL1=2*LMG*NCR	
DO 99 I1=1,LL1	
DO 99 I2=1,LL1	
99 C(LL1,I2)=0.	
LL=0	
DO 100 K1=1,2	
DO 100 J1=1,LMG	
DO 100 I1=1,NCR	
LL=LL+1	
IX1=(J1-1)*NCR+I1	
IX2= J1*NCR+I1	
DI1=(B(J1) + A(J1,I1)) /2.	
DI2=(B(J1+1)+A(J1,I1)) /2.	
DI3=(B(J1) + A(J1+1,I1)) /2.	
DI4=(B(J1+1)+A(J1+1,I1)) /2.	
DI5=(B(J1) + A(J1-1,I1)) /2.	
DI6=(B(J1+1)+A(J1-1,I1)) /2.	
SI1=SIN(AL(J1,I1))	
SI2=SIN(AL(J1+1,I1))	
CI1=COS(AL(J1,I1))	
CI2=COS(AL(J1+1,I1))	
KK=0	
DO 100 K2=1,2	
DO 100 J2=1,LMG	
DO 100 I2=1,NCR	

```

      JX1=(J2-1)*NCR+12
      JX2= J2*NCR+12
      DJ1=(B(J2)+A(J2,12))/2.
      DJ2=(B(J2+1)+A(J2,12))/2.
      DJ3=(B(J2)+A(J2+1,12))/2.
      DJ4=(B(J2+1)+A(J2+1,12))/2.
      DJ5=(B(J2)+A(J2-1,12))/2.
      DJ6=(B(J2+1)+A(J2-1,12))/2.
      SJ1=SIN(AL(J2,12))
      SJ2=SIN(AL(J2+1,12))
      CJ1=COS(AL(J2,12))
      CJ2=COS(AL(J2+1,12))
      KK=KK+1
      IF(K1-1) 10,11,12
      11 IF(K2-1) 10,13,14
      13 IF(J1-J2) 20,21,22
      21 IF(I1-I2) 60,61,60
      61 C(11,KK)=DELP(IX1,JX1)-D11*S12*DELM(IX1,IX1)-D11*C11*DELT(IX1,IX1
1)+DELP(IX2,JX2)+D12*S12*DELM(IX2,IX2)+D12*C12*DELT(IX2,IX2)
      2-D11*C11*CITP(IX1,IX1)+D11*S11*D11*C11*CITM(IX1,IX1)+D11*C11*D11*
3C11*CITT(IX1,IX1)+D12*C12*CITP(IX2,IX2)+D12*S12*D12*C12*CITM(IX2,I
4X2)+D12*C12*D12*C12*CITT(IX2,IX2)+AA(IX1)*2.
      GO TO 10
      60 C(11,KK)=DELP(IX1,JX1)-DJ1*SJ1*DELM(IX1,JX1)-DJ1*CJ1*DELT(IX1,JX1
1)+DELP(IX2,JX2)+DJ2*SJ2*DELM(IX2,JX2)+DJ2*CJ2*DELT(IX2,JX2)
      2-D11*C11*CITP(IX1,JX1)+DJ1*SJ1*D11*C11*CITM(IX1,JX1)+DJ1*CJ1*D11*
3CJ1*CITT(IX1,JX1)+D12*C12*CITP(IX2,JX2)+DJ2*SJ2*D12*C12*CITM(IX2,J
4X2)+DJ2*CJ2*D12*C12*CITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      20 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,25,10
      25 C(11,KK)=DELP(IX1,JX1)-DJ5*SJ1*DELM(IX1,JX1)-DJ5*CJ1*DELT(IX1,JX
11)+D11*C11*CITP(IX1,JX1)+DJ5*SJ1*D11*C11*CITM(IX1,JX1)+DJ5*CJ1*D11
2CJ1*CITT(IX1,JX1)
      GO TO 10
      22 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,24,10
      24 C(11,KK)=DELP(IX2,JX2)+DJ4*SJ2*DELM(IX2,JX2)+DJ4*CJ2*DELT(IX2,JX
12)+D12*C12*CITP(IX2,JX2)+D14*SJ2*D12*C12*CITM(IX2,JX2)+DJ4*CJ2*D12
2C12*CITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      14 IF(J1-J2)120,121,122
      121 C(11,KK)=SJ1*DELM(IX1,JX1)+CJ1*DELT(IX1,JX1)+SJ2*DELM(IX2,JX2)
1+CJ2*DELT(IX2,JX2)-SJ1*D11*C11*SITM(IX1,JX1)-CJ1*D11*C11*SITT(IX1,
2JX1)+SJ2*D12*C12*SITM(IX2,JX2)+CJ2*D12*C12*SITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      120 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,125,10
      125 C(11,KK)=-SJ2*DELM(IX2,JX2)-CJ2*DELT(IX2,JX2)-SJ2*D12*C12*SITM(IX
12,JX2)-CJ2*D12*C12*SITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      122 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,124,10
      124 C(11,KK)=-SJ1*DELM(IX1,JX1)-CJ1*DELT(IX1,JX1)
1+SJ1*D11*C11*SITM(IX1,JX1)+CJ1*D11*C11*SITT(IX1,JX1)
      GO TO 10
      12 IF(K2-1) 10,15,16
      15 IF(J1-J2) 220,221,222
      221 C(11,KK)=C11*SITP(IX1,JX1)-DJ1*SJ1*C11*SITM(IX1,JX1)
1-DJ1*CJ1*C11*SITT(IX1,JX1)+C12*SITP(IX2,JX2)+DJ2*SJ2*C12*SITM(IX2,
2JX2)+DJ2*CJ2*C12*SITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      220 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,225,10
      225 C(11,KK)=-C12*SITP(IX2,JX2)+DJ4*SJ2*C12*SITM(IX2,JX2)
1+DJ4*CJ2*C12*SITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      222 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,224,10
      224 C(11,KK)=-C11*SITP(IX1,JX1)-DJ5*SJ1*C11*SITM(IX1,JX1)
1-DJ5*CJ1*C11*SITT(IX1,JX1)
      GO TO 10
      16 IF(J1-J2) 320,321,322
      321 IF(I1-I2) 160,161,160
      161 C(11,KK)= S11*C11*SITM(IX1,IX1)+C11*C11*SITT(IX1,IX1)
1+S12*C12*SITM(IX2,IX2)+C12*C12*SITT(IX2,IX2)+2.*CC(IX1)
      GO TO 10
      160 C(11,KK)= SJ1*C11*SITM(IX1,JX1)+CJ1*C11*SITT(IX1,JX1)
1+SJ2*C12*SITM(IX2,JX2)+CJ2*C12*SITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      320 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,325,10
      325 C(11,KK)= -SJ2*C12*SITM(IX2,JX2)-CJ2*C12*SITT(IX2,JX2)
      GO TO 10
      322 IF(ABS(J1-J2)-1) 10,324,10
      324 C(11,KK)= -SJ1*C11*SITM(IX1,JX1)-CJ1*C11*SITT(IX1,JX1)
      GO TO 10
      10 CONTINUE
      160 CONTINUE
      CALL EXIT
      END

```

(参考文献)

渡辺 昇：格子点の理論と計算：後編

藤原和郎，佐伯昇：曲線格子点・幾何本数による荷重分配性について 土木学会道部論文集24号