

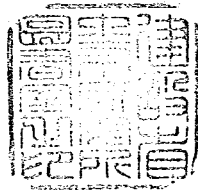
昭和40年度道路事業費
橋梁の大型試験ならびに調査
下部構造に関する調査試験
調 査 資 料

土 木 研 究 所 資 料

第124号

変位を考慮した
群ぐいの反力計算用電算プログラム

昭和40年11月



建設省土木研究所

変位を考慮した群ぐい反力計算用電算プログラム

橋梁研究室 武 藤 富 雄

目 次

1	プログラムの概要	1 頁
2	計算式	1
2-1	フーチングの変位 δ_x , δ_y , 回転角 α ,	
2-2	くい反力 P_{H1} , P_{V1} ,	
3	プログラムに用いた記号	3
4	フローチャート	5
5	手続きの内容	7
6	インプット, アウトプットデータの構成と単位	13
6-1	インプットデータの構成	
6-2	インプットデータの符号	
6-3	くり返し計算の終り	
6-4	アウトプットの単位	
7	計算例	16
8	参考文献	21
付録 1	プログラム	
付録 2	計算例	

1. プログラムの概要

このプログラムは“道路橋下部構造設計指針—くいの基礎の設計指針—”のP. 48 に示されるフーチングの変位を考慮し、くいの頭とフーチングを剛結とした場合の各くいの軸方向と軸直角方向の反力を計算するプログラムである。

具体的にいうと、くいの頭が剛結されている群ぐいの各くいの軸方向反力とくいの軸直角方向の反力は、その群ぐいに加えられる水平力、鉛直力、曲げモーメントとそのくいの軸方向バネ定数、横方向地盤係数、くいの直径、弾性係数、断面二次モーメント、及び各くいの群ぐい図心軸よりの距離と、斜めぐいのくいの軸と鉛直軸とがなす角度を与えることによって、求めることができる。

したがって、多数の任意の方向の斜めぐいのくいの軸と、鉛直軸とがなす角度を与えることによって、求めることができる。

したがって、多数の任意の方向の斜ぐいを有する場合でも、容易に反力計算ができる。

なお、使用電子計算機は土木研究所に設置してある、OKITAC 5090H である。

2. 計 算 式

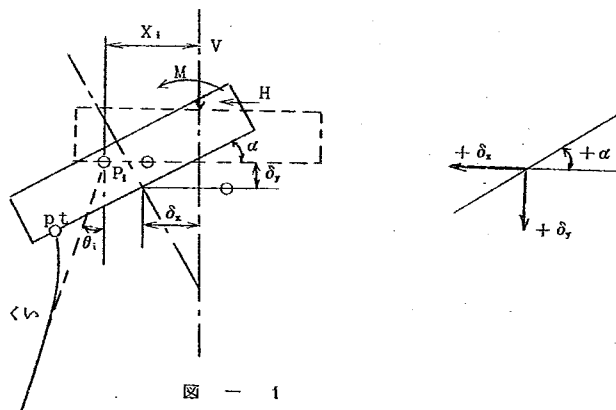


図 - 1

2.1 フーチングの変位 δ_x , δ_y , 回転角 α ,

$$\begin{aligned} & \Sigma (-K_1 \cdot X_i \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i - K_2 \cdot \cos \theta_i \\ & + K_v \cdot X_i \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i) \cdot \alpha \\ & + (-K_1 \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i + K_v \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i) \cdot \delta_y \\ & + (K_1 \cdot \cos^2 \theta_i + K_v \cdot \sin^2 \theta_i) \cdot \delta_x] = H \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \Sigma [(K_1 \cdot X_i \cdot \sin^2 \theta_i + K_2 \cdot \sin \theta_i + K_v \cdot X_i \cdot \cos^2 \theta_i) \cdot \alpha \\ & + (K_1 \cdot \sin^2 \theta_i + K_v \cdot \cos^2 \theta_i) \cdot \delta_y \\ & + (-K_1 \cdot \cos \theta_i \sin \theta_i + K_v \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i) \cdot \delta_x] = V \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \Sigma [(K_1 \cdot X_i^2 \cdot \sin^2 \theta_i + K_2 \cdot X_i \cdot \sin \theta_i + K_v \cdot X_i^2 \cdot \cos^2 \theta_i \\ & + K_3 \cdot X_i \cdot \sin \theta_i + K_4) \cdot \alpha \\ & + (K_1 \cdot X_i \cdot \sin^2 \theta_i + K_v \cdot X_i \cdot \cos^2 \theta_i + K_3 \sin \theta_i) \cdot \delta_y \\ & + (-K_1 \cdot X_i \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i + K_v \cdot X_i \cdot \cos \theta_i \cdot \sin \theta_i \\ & + K_3 \cdot \cos \theta_i) \cdot \delta_x] = M \end{aligned} \quad (3)$$

上の, (1), (2), (3)式の連立方程式により, フーチングの変位, δ_y , δ_x と回転角 α が求められる。

ここで

- H = 水平荷重 (t),
- V = 鉛直荷重 (t),
- M = くい群の図心に働く曲げモーメント (t・cm),
- X_i = i 番目のくいのくい群の図心軸からの距離 (cm),
- α = フーチングの回転角 (radian),
- δ_y = フーチングの鉛直方向の変位 (cm),
- δ_x = フーチングの水平方向の変位 (cm),
- θ_i = i 番目のくいのくい軸が鉛直となす角度 (度),
- K_v = くい軸方向バネ定数 (t/cm),
- $K_1 = 4 \cdot E \cdot I \cdot \beta^3$, (t/cm)
- $K_2 = K_3 = 2 \cdot E \cdot I \cdot \beta^2$ (t)
- $K_4 = 2 \cdot E \cdot I \cdot \beta$ (t・cm)
- $\beta = \sqrt[3]{KH/2 \cdot E \cdot I} = \sqrt[3]{K \cdot D/4 \cdot E \cdot I}$ (cm⁻¹),
- K_H = くい軸直角方向バネ定数 (t/cm),

K = 横方向地盤係数 (t/cm³),
 D = くいの直径 (cm),
 E = くいのヤング係数 (t/cm²),
 I = くいの断面二次モーメント (cm⁴),

である。

2.2 くいの反力, P_{H1} , P_{V1} ,

2.1 で求めた α , δ_y , δ_x を用いて, くいの鉛直反力 P_{V1} と水平反力 P_{H1} は次の式によって計算できる。

$$P_{V1} = K_1 \cdot (X_1 \cdot \alpha \cdot \cos \theta_1 + \delta_y \cdot \cos \theta_1 + \delta_x \cdot \sin \theta_1),$$

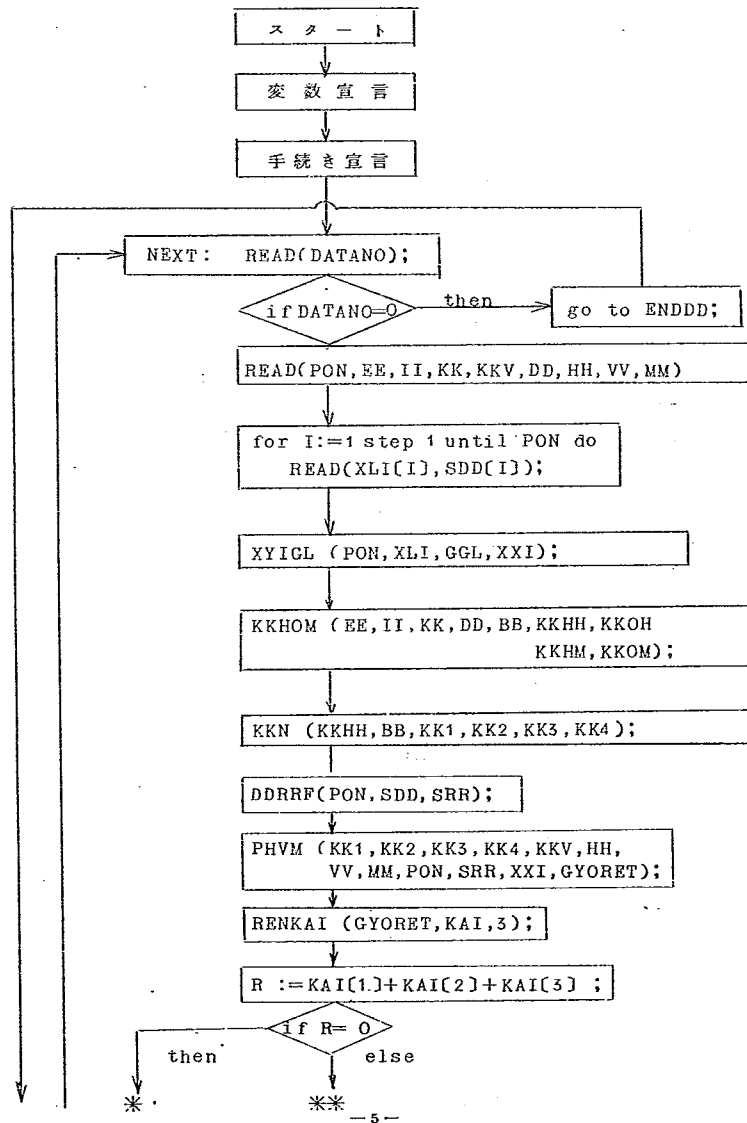
$$P_{H1} = K_1 \cdot (-X_1 \cdot \alpha \cdot \sin \theta_1 - \delta_y \cdot \sin \theta_1 + \delta_x \cdot \cos \theta_1) - K_2 \cdot \alpha,$$

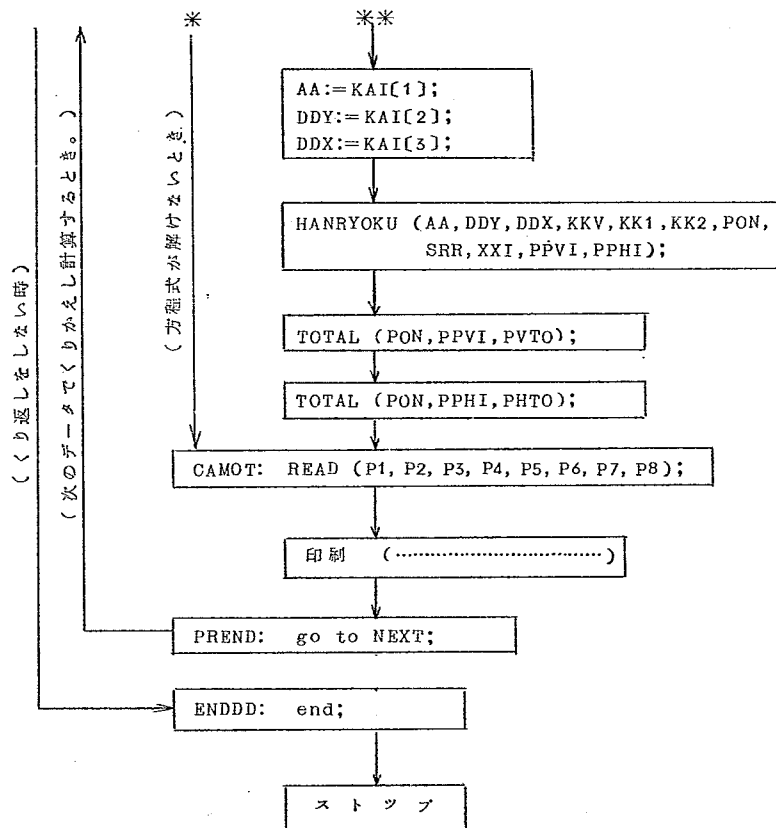
3 プログラムに用いた記号

procedure名	内 容	I/O	formal	actual	備 考
KKHOM	くいの E, I, D , 地盤係数 K より β K_{HH} K_{OH} K_{HM} K_{OM} を求める	I	E	EE	$E(t/cm^2)$
		I	I	II	$I(cm^4)$
		I	K	KK	$K(t/cm^3)$
		I	D	DD	$D(cm)$
		O	B	BB	$\beta(cm^{-1})$
		O	KHH	KKHH	K_{HH}
		O	KOH	KKOH	K_{OH}
		O	KHM	KKHM	K_{HM}
XYIGL	くいの任意軸よ りの距離 XL_1 よ り図心を求め図 心からの距離 X_1	I	HON	PON	くいの本数
		I	XL	XLI	くいの位置 (cm)
		O	GL	GGL	図心軸の位置
		O	XI	XXI	$:= XL - GL$
DDRRF	くいの鉛直とな す角度 (度) をラ ジアンにする	I	HON	PON	くいの本数
		I	SD	SDD	くいの角度
		O	SR	SRR	" (rad)
KKN	K_{HH} , β より K_1 : K_2 : K_3 : K_4 : を求める	I	KHH	KKHH	K_{HH}
		I	B	BB	β
		O	K1	KK1	K_1
		O	K2	KK2	K_2
		O	K3	KK3	K_3
		O	K4	KK4	K_4
	K_1, K_2, K_3, K_4 α および $K_v, H,$ V, M, θ_1, X_1	I	K1	KK1	K_1
		I	K2	KK2	K_2
		I	K3	KK3	K_3
		I	K4	KK4	K_4

PHVM	より $\alpha, \delta_r, \delta_z$ を求めるための連立方程式の係数を求める。 $j=1, 2, 3$ $G_j^1 \alpha + G_j^2 \delta_r + G_j^3 \delta_z = G_j^4$ $\delta_z = G_j^4 \frac{H}{V} \frac{1}{M}$	I I I I I I I I O	KV H V M HÖN SR XI KEISU	KKV HH VV MM PÖN SRR XXI GYÖRET	K_r H V M くいの本数 くいの角(rad) 図心からの距離
RENKAI	GYÖRETとして与えられた係数により方程式を解く	I O I	KEISU X N	GYÖRET KAI —	$\alpha, \delta_r, \delta_z$:=3,
HANRYOKU	求められた変位 δ_r, δ_z 回転角 α および $K_r, K_{1,2,3,4}$ θ_1, X_1 より 各くいの反力 P_{r1}, P_{z1} を求める。	I I I I I I I I I O O	A DY DX KV K1 K2 HON SR XI PVI PHI	AA DYY DXX KKV KK1 KK2 PON SRR XXI PPVI PPHI	:=KAI(1);(α) :=KAI(2);(δ_r) :=KAI(3);(δ_z) K_r K_1 K_2 1の最大値 θ_1 X_1 P_{r1} P_{z1}
TOTAL	与えられた HON 個の変数の合計を求める。 鉛直くいのみときは $PVTO=V, PHTO=H$	I I O	HON ARR TOT	PON PPVI (PPHI) PVTO (PHTO)	1の最大値 P_{r1} または P_{z1} を入れる。 P_{r1} または P_{z1} の合計値
CRNT	印刷のための手続き。紙のミシン目をさける。	I	N	—	$N > 0$ のとき CRLF(N); NT:=NT+N;
印刷の LABEL	印刷する場合は	印刷されるもの			
PR1: PR2: PR3: PR4: PR5: PR6: PR7: PR8:	データとして $\left\{ \begin{array}{l} P1=1 \\ P2=2 \\ P3=3 \\ P4=4 \\ P5=5 \\ P6=6 \\ P7=7 \\ P8=8 \end{array} \right\}$ を入れた場合	PON, E, I, K, D, KV, H, V, M, XLI, SDD; GL, XXI; BETA(β), KHH, KOH, KHM, KOM; K1, K2, K3, K4, KV; SRR ($\theta_1 =$ ラジアン); GYÖRET (3行4列); ALPHA, (α), DELTY(δ_r), DELTX(δ_z); PVI (P_{r1}), PHI(P_{z1}), PVTO, PHTO;			

4. フローチャート





5. 手続きの内容

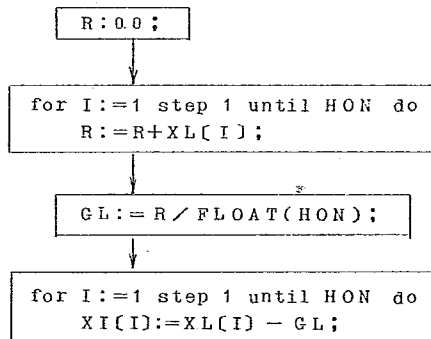
(1) KKHOM(E, I, K, D, B, KHH, KÖH, KHM, KÖM);

```

R:=K*D/4.0/E/I;
B:=ABS(R)↑0.25;
KHH:=2.0*E*I*B↑3;
KOH:=KHM:=2.0*E*I*B↑2;
KOM:=E*I*B;

```

(2) XYIGL(HON, XL, GL, XI);



(3) DDDRF (HON, SD, SR);

```

for N:= 1 step 1 until HON do
  SR[N]:= FLORT(SD[N]*
  3.1415926535/180.0 ;

```

(4) KKN(KHH, B, K1, K2, K3, K4);

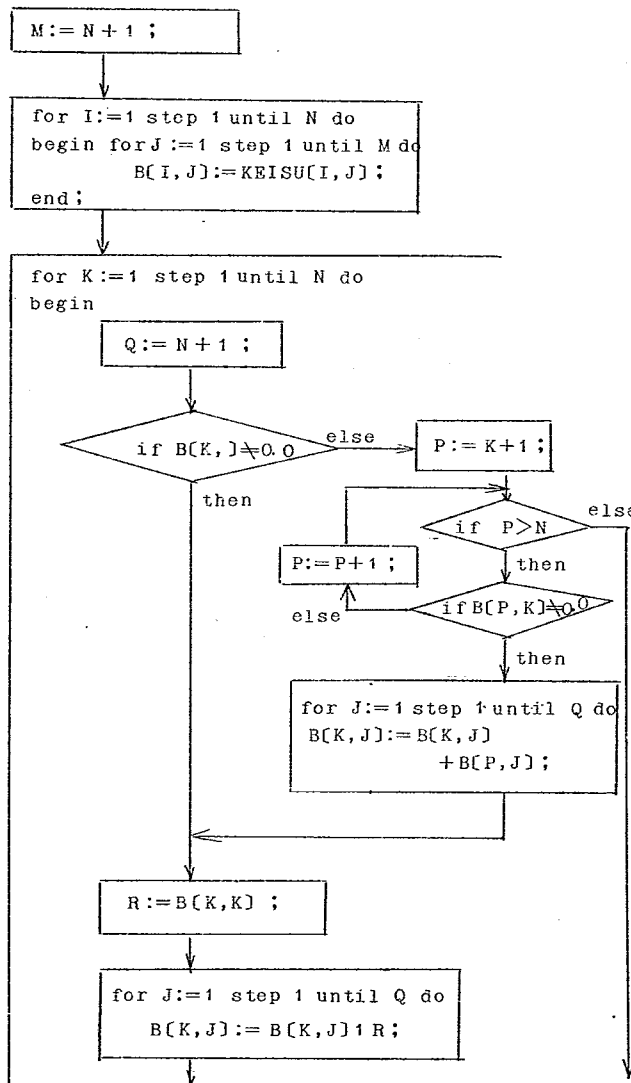
```
K1 := 2.0 * KHH;
K2 := K3 := KHH / B;
K4 := KHH / B ↑ 2;
```

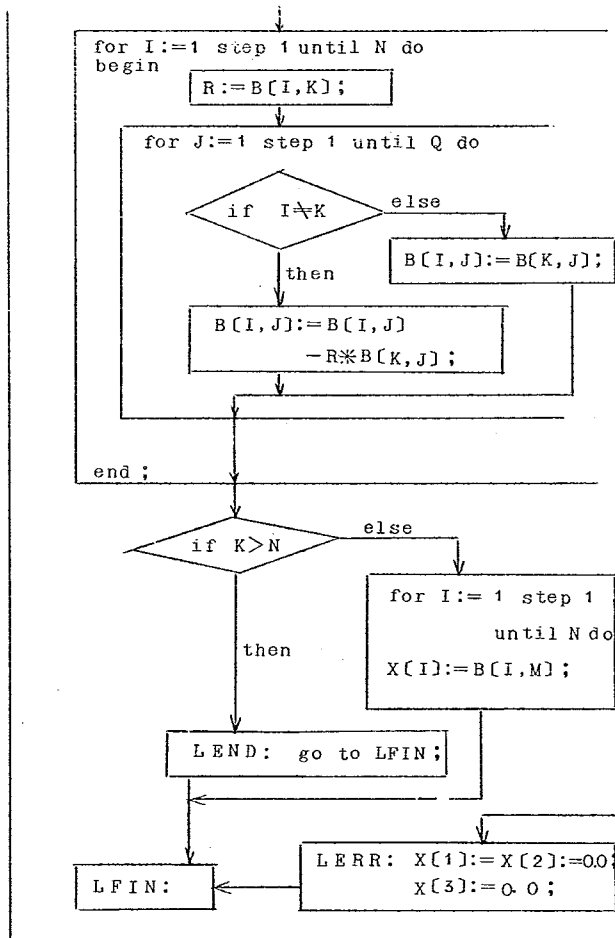
(5) PHVM(K1, K2, K3, K4, KV, H, V, M, HON,
SR, XI, KEISU);

```
for N:=1 step 1 until 3 do
begin for P:=1 step 1 until 4 do
      KEISU[N, P] := 0.0;
end
```

```
for P:=1 step 1 until HON do
begin SSR:=sin(SR[P]) * cos(SR[P]);
      SSI:=sin(SR[P]) ↑ 2;
      SCO:=cos(SR[P]) ↑ 2;
      KEISU[1, 1]:=KEISU[1, 1]+.....;
      KEISU[1, 2]:=KEISU[1, 2]+.....;
      .....;
      KEISU[3, 3]:=KEISU[3, 3]+.....;
      KEISU[1, 4]:=H;
      KEISU[2, 4]:=V;
      KEISU[3, 4]:=M;
end;
```

(6) RENKAI (KEISU, X, N) ;





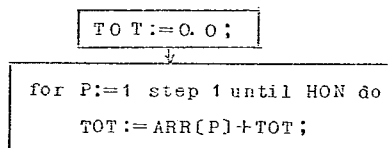
(7) HANRYOKU(A,DY,DX,KV,K1,K2,HON,SR,XI,PVI,PHI);

```

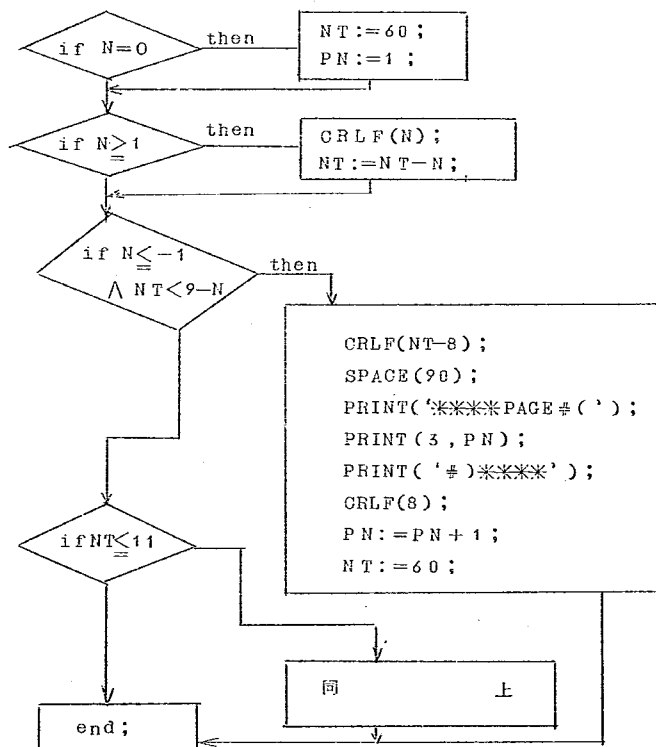
for P:=1 step 1 until HON do
begin
  PVI[P] := ..... ;
  PHI[P] := ..... ;
end

```

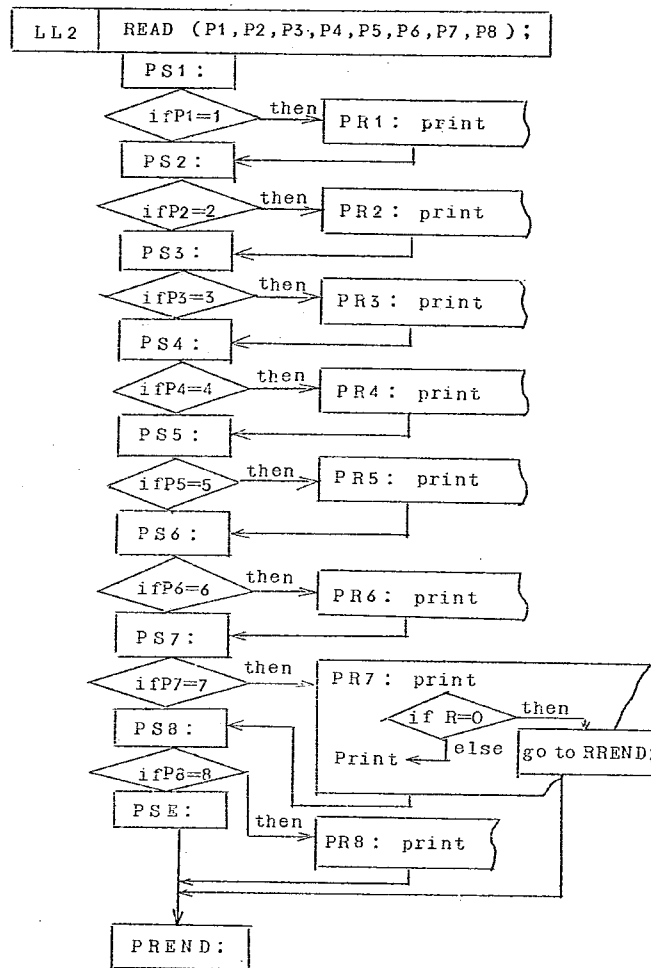
(3) TOTAL(HON, ARR, TOT);



(8) CRNT(N);



00 印刷の形式



説明 1)

print ... は

結果を印刷する印刷命令を含みます。
詳細は巻末のプログラムを見て下さい。

6 インプット、アウトプットデータの構成と単位

6.1 インプットデータの構成

1. データ番号 (DATANO); 整数;
2. くいの本数; (PON); 本
3. くいのヤング率; (E); t/cm^2
4. くいの断面2次モーメント (I); cm^4
5. 横方向地盤係数 (K); t/cm^3
6. くい軸方向バネ定数 (KV); t/cm
7. くいの直径 (D); cm
8. 水平荷重 (H); t
9. 鉛直荷重 (V); t
10. 群ぐいの図心に働く曲げモーメント (M) $t \cdot cm$
11. 1番目のくいの基準線よりの距離 (XLI[1]) cm
12. 1番目のくいの軸と鉛直とがなす角度 (SDD[1]) 度
13. 2番目の (XLI[2]) cm
14. # (SDD[2]) 度
- ...
- ...
- ...
- 11+2*PON, 最後のくい (PON番目) の (XLI[PON]) cm
- 12+2*PON, # (SDD[PON]) 度
- (13+2*PON)~(21+2*PON), P1~P8の値;

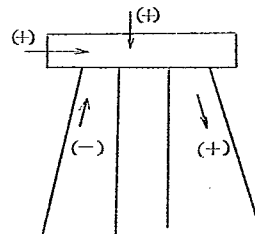
6.2 インプットデータの符号

- (I) 力の方向と符号 (H, V, PHI, PVI)

右の図において

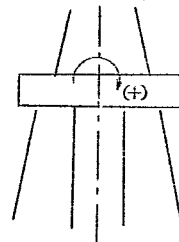
下向きの力 } を (+)
右向きの力

逆方向は (-) とする。



(2) 曲げモーメントの附号

右図において
時計の針と同じ方向の曲げモーメントを(+) 逆方向を(-)とする。

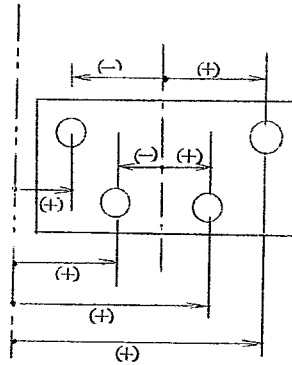


四
内

(3) くいの位置

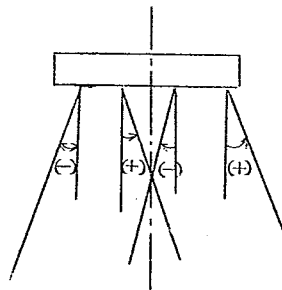
基準線より
右へ(+) として
左へ(-) として
決めるものとする。

基準線は群ぐいの中
立軸に平行であれば任意
の位置でよい。



(4) くいの角度

右の図で鉛直軸より反時計回
りで計る角度を(+) とし、
逆を(-) とする。

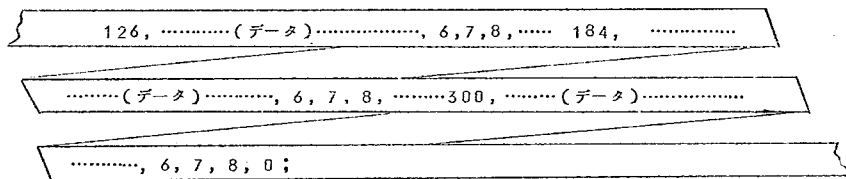


↓

6.3 くり返し計算の終り

何組かのデータが続けて計算印刷させる場合は、各組のデータを一本のテープに作製して、最後に「0;」を付ける。

今、3組のデータがあり、そのデータ番号をNo.126, 184, 300, とすれば



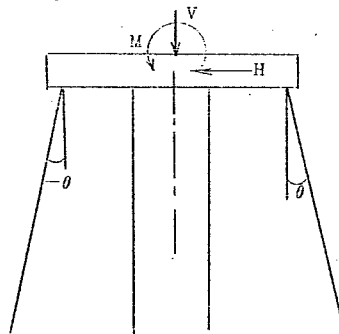
とすればよい。....., 6, 7, 8, ... は印刷の形式を定めるデータで、各組のデータの末尾につけることによって、必要な結果だけを印刷させることができる。

6.4 アウトプットデータの単位

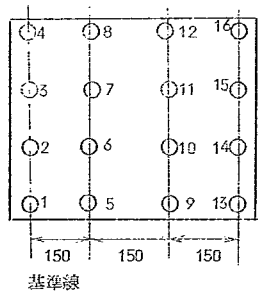
荷重, 反力	:	t
曲げモーメント	:	t・cm
距離, 長さ	:	cm
角度	:	度 (INPUT DATA)
		{ ラジアン (OUTPUT)

7 計 算 例

プログラムのチェック用として、文献2)に示されている次のデータを計算する。



$$\begin{aligned} \text{PON} &= 16 \text{ 本} \\ H &= -80.0 \text{ t} \\ V &= 440.0 \text{ t} \\ M &= -62000.0 \text{ t} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$



$$\begin{cases} \theta_{1 \sim 4} = -11 \text{ 度} \\ \theta_{5 \sim 12} = 0 \text{ 度} \\ \theta_{13 \sim 16} = 11 \text{ 度} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{XLI}[1] \sim [4] = 0.0 \text{ cm} \\ \text{XLI}[5] \sim [8] = 150.0 \text{ cm} \\ \text{XLI}[9] \sim [12] = 300.0 \text{ cm} \\ \text{XLI}[13] \sim [16] = 450.0 \text{ cm} \end{cases} \quad \begin{cases} \text{SDD}[1] \sim [4] = -11 \text{ 度} \\ \text{SDD}[5] \sim \text{SDD}[12] = 0 \text{ 度} \\ \text{SDD}[13] \sim [16] = 11 \text{ 度} \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = 350.0 \text{ t/cm}^2 \\ K = 0.001 \text{ t/cm}^3 \\ D = 40.0 \text{ cm} \end{cases} \quad \begin{cases} I = 103230 \text{ cm}^4 \\ KV = 50.0 \text{ t/cm} \end{cases}$$

印刷形式指示 $P1=1, P2=2, P3=3, P4=4$
 $\{ P5=5, P6=6, P7=7, P8=8 \}$

以上のデータより、データ・テープは次のとおり。

「1, 16, 350.0, 103230.0, 0.001, 50.0, 40.0, -80.0,
 440.0, -62000.0,
 0.0, -11, 0.0, -11, 0.0, -11, 0.0, -11,
 150.0, 0, 150.0, 0, 150.0, 0, 150.0, 0,
 300.0, 0, 300.0, 0, 300.0, 0, 300.0, 0,
 450.0, 11, 450.0, 11, 450.0, 11, 450.0, 11,
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
 0 ;」

このデータ No1 の値のうち、くいの角度 11, を 12, としたデータ No.2
 を续けて計算させるデータテープを作り計算した結果を卷末に示した。

< 参 考 >

“道路橋下部構造設計指針 — くいの基礎の設計篇 — 構習会資料”より

〔B〕 変位を考慮した計算法を用いた場合

(ii) くいの頭とフーチングの連結を剛結とした場合

(4.29)～(4.34)式を用いて計算する。

$$\beta = 4.08 \times 10^{-2} \text{ (cm}^{-1}\text{)}, \quad E = 3.50 \text{ t/cm}^2$$

$$I = 105,200 \text{ cm}^4$$

$$K_1 = 4EI\beta^3 = 2K_H = 2 \times 4.9 = 9.8 \text{ t/cm}$$

$$K_2 = K_3 = 2EI\beta^2 = \frac{K_H}{\beta} = \frac{4.9}{4.08 \times 10^{-2}} = 1.202 \text{ t}$$

$$K_4 = 2EI\beta = \frac{K_H}{\beta^2} = \frac{4.9}{(4.08 \times 10^{-2})^2} = 294740 \text{ t/cm}$$

連立方程式の係数

 $n = 4$ 本 $K_v = 50 \text{ t/cm}$ $K_{HH} = 4.9 \text{ t/cm}$

		杭 名				備 考
		1	2	3	4	
①	$\sin \theta_1$	0.196	0	0	- 0.196	
②	$\cos \theta_1$	0.981	1	1	0.981	
③	$\cos \theta_1 \sin \theta_1$	0.192	0	0	- 0.192	
④	$\cos^2 \theta_1$	0.962	1	1	0.962	
⑤	$\sin^2 \theta_1$	0.038	0	0	0.038	
⑥	X_1	225	75	- 75	- 225	
⑦	X_1^2	50625	5625	5625	50625	
⑧	$K_v X_1$	11250	3750	-3750	-11250	
⑨	$K_v X_1 \cdot \cos \theta_1 \sin \theta_1$	2163	0	0	2163	
⑩	$K_2 \cdot \cos \theta_1$	1179	-1202	1202	1179	$K_2 = 1,202 \text{ t}$
⑪	$K_1 \cdot X_1$	2207	736	- 736	- 2207	$K_1 = 98 \text{ t/cm}$
⑫	$K_1 X_1 \cdot \cos \theta_1 \sin \theta_1$	424	0	0	424	
⑬	$A_1 = ⑧ - ⑩ - ⑫$	560	1202	-1202	560	-1284
⑭	$K_v \cdot \cos \theta_1 \sin \theta_1$	9.6	0	0	- 9.6	
⑮	$K_1 \cdot \cos \theta_1 \sin \theta_1$	1.9	0	0	- 1.9	
⑯	$B_1 = ⑭ - ⑮$	7.7	0	0	- 7.7	0
⑰	$K_1 \cdot \cos^2 \theta_1$	9.4	9.8	9.8	9.4	
⑱	$K_v \cdot \sin^2 \theta_1$	1.9	9.0	0	1.9	
⑲	$C_1 = ⑰ + ⑱$	11.3	9.8	9.8	11.3	4.22

	抗 名				备 考
	1	2	3	4	
20 $K_1 \overset{(11)}{X_1} \cdot \overset{(5)}{\sin^2 \theta_1}$	84	0	0	84	
21 $K_2 \cdot \overset{(1)}{\sin \theta_1}$	236	0	0	- 236	$K_2 = 1,202 \text{ t}$
22 $K_2 \overset{(9)}{X_1} \cdot \overset{(4)}{\cos^2 \theta_1}$	10823	3750	-3750	-10823	
23 $A_2 = \textcircled{20} + \textcircled{21} + \textcircled{22}$	11143	3750	-3750	-11143	0
24 $K_1 \cdot \overset{(5)}{\sin^2 \theta_1}$	0.4	0	0	0.4	
25 $K_2 \cdot \overset{(4)}{\cos^2 \theta_1}$	48.1	50.0	50.0	48.1	
26 $B_2 = \textcircled{24} + \textcircled{25}$	48.5	50.0	50.0	48.5	197
27 $K_2 \cdot \overset{(3)}{\cos \theta_1} \sin \theta_1$	9.6	0	0	9.6	
28 $K_1 \cdot \overset{(3)}{\cos \theta_1} \sin \theta_1$	1.9	0	0	1.9	
29 $C_2 = \textcircled{27} - \textcircled{28}$	7.7			7.7	0
30 $K_1 \overset{(24)}{\sin^2 \theta_1} \cdot \overset{(7)}{X_1^2}$	20250	0	0	20250	
31 $K_2 \overset{(21)}{\sin \theta_1} \cdot \overset{(6)}{X_1}$	53100	0	0	53100	
32 $K_2 \overset{(25)}{\cos^2 \theta_1} \cdot \overset{(7)}{X_1^2}$	2345060	281250	281250	2435060	
33 $K_2 \cdot \overset{(1)}{\sin \theta_1} \cdot \overset{(6)}{X_1}$	51930	0	0	51930	
34 $A_3 = \textcircled{30} + \textcircled{31} + \textcircled{32} + \textcircled{33} + \textcircled{K_1}$	2855080	575990	575990	2855080	$K_1 = 294,740 \text{ t/cm}$ 6862140
35 $K_1 \overset{(24)}{\sin^2 \theta_1} \cdot \overset{(5)}{X_1}$	90	0	0	90	
36 $K_2 \overset{(25)}{\cos^2 \theta_1} \cdot \overset{(6)}{X_1}$	10823	3750	-3750	23	
37 $K_2 \cdot \overset{(1)}{\sin \theta}$	231	0	0	-10831	
38 $B_3 = \textcircled{35} + \textcircled{36} + \textcircled{37}$	11144	3750	-3750	- 244	0
39 $K_2 \overset{(27)}{\cos \theta_1} \sin \theta_1 \cdot \overset{(6)}{X_1}$	2160	0	0	-11160	
40 $K_1 \overset{(28)}{\cos \theta_1} \sin \theta_1 \cdot \overset{(6)}{X_1}$	428	0	0	2428	
41 $K_2 \cdot \overset{(2)}{\cos \theta_1}$	1179	1202	1202	179	
42 $C_3 = \textcircled{39} - \textcircled{40} - \textcircled{41}$	553	-1202	-1202	1553	-1284

(a) 変位の計算

$$V = 110 \text{ t} \quad H = 20 \text{ t} \quad M = 155 \text{ tm}$$

α	δ_y	δ_x	外 力
A_1 -1284	B_1 0	C_1 42.2	H 20
A_2 0	B_2 197	C_2 0	V 110
A_3 6862140	B_3 0	C_3 -1284	M 155×10^2
0.00236	0.56	0.55	

(b) くい反力の計算

		杭 名				備 考
		1	2	3	4	
①	$X_1 \cos \theta_1$	221	75	-75	-221	
②	$\alpha X_1 \cos \theta_1$	0.52	0.18	-0.18	-0.52	
③	$\delta_y \cos \theta_1$	0.55	0.56	0.56	0.55	
④	$\delta_x \sin \theta_1$	0.11	0	0	-0.11	
⑤	②+③+④	1.18	0.74	0.38	-0.08	
⑥	$P_{v1} = K_v \times ⑤$	59.0	37.0	19.0	-4.0	
⑦	$X_1 \sin \theta$	441	0	0	441	
⑧	$\alpha X_1 \sin \theta_1$	0.10	0	0	0.10	
⑨	$\delta_y \sin \theta_1$	0.11	0	0	-0.11	
⑩	$\delta_x \cos \theta_1$	0.54	0.55	0.55	0.54	
⑪	-⑧-⑨-⑩	0.33	0.55	0.55	0.55	
⑫	$K_1 \times ⑪$	3.2	5.4	5.4	5.4	
⑬	$K_2 \alpha$	2.8	2.8	2.8	2.8	
⑭	$P_{n1} = ⑫ - ⑬$	0.4	2.6	2.6	2.6	

上部構造支承点の水平変位 σ_{x2}

$$(3.24) \text{ 式を用いて } \sigma_{x2} = \alpha_x + \alpha_h + \delta_p$$

$$h = 800 \text{ cm} \quad \delta_p = 0.20 \text{ cm}$$

$$\alpha_h = 0.00236 \times 800 = 1.89 \text{ cm}$$

$$\delta_{x2} = 0.54 + 1.89 + 0.20 = 2.63 \text{ cm}$$

8 参 考 文 献

1) 「道路橋下部構造設計指針」

— くい基礎の設計篇 —

日本道路協会 昭和39年3月

2) 吉田, 王野他 道路橋下部構造設計指針

くい基礎の設計篇 講習会資料

日本道路協会・鋼材倶楽部

コンクリートボール, パイル協会

昭和40年3月

付-1

```

5C40074
begin
  procedure B040707:
    real E1,E2,E3,E4,E5,E6,K1,K2,K3,K4,K5,K6,K7,K8,K9,K10,K11,K12,K13,K14,K15,K16,K17,K18,K19,K20,K21,K22,K23,K24,K25,K26,K27,K28,K29,K30,K31,K32,K33,K34,K35,K36,K37,K38,K39,K40,K41,K42,K43,K44,K45,K46,K47,K48,K49,K50,K51,K52,K53,K54,K55,K56,K57,K58,K59,K60,K61,K62,K63,K64,K65,K66,K67,K68,K69,K70,K71,K72,K73,K74,K75,K76,K77,K78,K79,K80,K81,K82,K83,K84,K85,K86,K87,K88,K89,K90,K91,K92,K93,K94,K95,K96,K97,K98,K99,K100,K101,K102,K103,K104,K105,K106,K107,K108,K109,K110,K111,K112,K113,K114,K115,K116,K117,K118,K119,K120,K121,K122,K123,K124,K125,K126,K127,K128,K129,K130,K131,K132,K133,K134,K135,K136,K137,K138,K139,K140,K141,K142,K143,K144,K145,K146,K147,K148,K149,K150,K151,K152,K153,K154,K155,K156,K157,K158,K159,K160,K161,K162,K163,K164,K165,K166,K167,K168,K169,K170,K171,K172,K173,K174,K175,K176,K177,K178,K179,K180,K181,K182,K183,K184,K185,K186,K187,K188,K189,K190,K191,K192,K193,K194,K195,K196,K197,K198,K199,K200,K201,K202,K203,K204,K205,K206,K207,K208,K209,K210,K211,K212,K213,K214,K215,K216,K217,K218,K219,K220,K221,K222,K223,K224,K225,K226,K227,K228,K229,K230,K231,K232,K233,K234,K235,K236,K237,K238,K239,K240,K241,K242,K243,K244,K245,K246,K247,K248,K249,K250,K251,K252,K253,K254,K255,K256,K257,K258,K259,K260,K261,K262,K263,K264,K265,K266,K267,K268,K269,K270,K271,K272,K273,K274,K275,K276,K277,K278,K279,K280,K281,K282,K283,K284,K285,K286,K287,K288,K289,K290,K291,K292,K293,K294,K295,K296,K297,K298,K299,K300,K301,K302,K303,K304,K305,K306,K307,K308,K309,K310,K311,K312,K313,K314,K315,K316,K317,K318,K319,K320,K321,K322,K323,K324,K325,K326,K327,K328,K329,K330,K331,K332,K333,K334,K335,K336,K337,K338,K339,K340,K341,K342,K343,K344,K345,K346,K347,K348,K349,K350,K351,K352,K353,K354,K355,K356,K357,K358,K359,K360,K361,K362,K363,K364,K365,K366,K367,K368,K369,K370,K371,K372,K373,K374,K375,K376,K377,K378,K379,K380,K381,K382,K383,K384,K385,K386,K387,K388,K389,K390,K391,K392,K393,K394,K395,K396,K397,K398,K399,K400,K401,K402,K403,K404,K405,K406,K407,K408,K409,K410,K411,K412,K413,K414,K415,K416,K417,K418,K419,K420,K421,K422,K423,K424,K425,K426,K427,K428,K429,K430,K431,K432,K433,K434,K435,K436,K437,K438,K439,K440,K441,K442,K443,K444,K445,K446,K447,K448,K449,K450,K451,K452,K453,K454,K455,K456,K457,K458,K459,K460,K461,K462,K463,K464,K465,K466,K467,K468,K469,K470,K471,K472,K473,K474,K475,K476,K477,K478,K479,K480,K481,K482,K483,K484,K485,K486,K487,K488,K489,K490,K491,K492,K493,K494,K495,K496,K497,K498,K499,K500,K501,K502,K503,K504,K505,K506,K507,K508,K509,K510,K511,K512,K513,K514,K515,K516,K517,K518,K519,K520,K521,K522,K523,K524,K525,K526,K527,K528,K529,K530,K531,K532,K533,K534,K535,K536,K537,K538,K539,K540,K541,K542,K543,K544,K545,K546,K547,K548,K549,K550,K551,K552,K553,K554,K555,K556,K557,K558,K559,K560,K561,K562,K563,K564,K565,K566,K567,K568,K569,K570,K571,K572,K573,K574,K575,K576,K577,K578,K579,K580,K581,K582,K583,K584,K585,K586,K587,K588,K589,K590,K591,K592,K593,K594,K595,K596,K597,K598,K599,K600,K601,K602,K603,K604,K605,K606,K607,K608,K609,K610,K611,K612,K613,K614,K615,K616,K617,K618,K619,K620,K621,K622,K623,K624,K625,K626,K627,K628,K629,K630,K631,K632,K633,K634,K635,K636,K637,K638,K639,K640,K641,K642,K643,K644,K645,K646,K647,K648,K649,K650,K651,K652,K653,K654,K655,K656,K657,K658,K659,K660,K661,K662,K663,K664,K665,K666,K667,K668,K669,K670,K671,K672,K673,K674,K675,K676,K677,K678,K679,K680,K681,K682,K683,K684,K685,K686,K687,K688,K689,K690,K691,K692,K693,K694,K695,K696,K697,K698,K699,K700,K701,K702,K703,K704,K705,K706,K707,K708,K709,K710,K711,K712,K713,K714,K715,K716,K717,K718,K719,K720,K721,K722,K723,K724,K725,K726,K727,K728,K729,K730,K731,K732,K733,K734,K735,K736,K737,K738,K739,K740,K741,K742,K743,K744,K745,K746,K747,K748,K749,K750,K751,K752,K753,K754,K755,K756,K757,K758,K759,K760,K761,K762,K763,K764,K765,K766,K767,K768,K769,K770,K771,K772,K773,K774,K775,K776,K777,K778,K779,K780,K781,K782,K783,K784,K785,K786,K787,K788,K789,K790,K791,K792,K793,K794,K795,K796,K797,K798,K799,K800,K801,K802,K803,K804,K805,K806,K807,K808,K809,K810,K811,K812,K813,K814,K815,K816,K817,K818,K819,K820,K821,K822,K823,K824,K825,K826,K827,K828,K829,K830,K831,K832,K833,K834,K835,K836,K837,K838,K839,K840,K841,K842,K843,K844,K845,K846,K847,K848,K849,K850,K851,K852,K853,K854,K855,K856,K857,K858,K859,K860,K861,K862,K863,K864,K865,K866,K867,K868,K869,K870,K871,K872,K873,K874,K875,K876,K877,K878,K879,K880,K881,K882,K883,K884,K885,K886,K887,K888,K889,K890,K891,K892,K893,K894,K895,K896,K897,K898,K899,K900,K901,K902,K903,K904,K905,K906,K907,K908,K909,K910,K911,K912,K913,K914,K915,K916,K917,K918,K919,K920,K921,K922,K923,K924,K925,K926,K927,K928,K929,K930,K931,K932,K933,K934,K935,K936,K937,K938,K939,K940,K941,K942,K943,K944,K945,K946,K947,K948,K949,K950,K951,K952,K953,K954,K955,K956,K957,K958,K959,K960,K961,K962,K963,K964,K965,K966,K967,K968,K969,K970,K971,K972,K973,K974,K975,K976,K977,K978,K979,K980,K981,K982,K983,K984,K985,K986,K987,K988,K989,K990,K991,K992,K993,K994,K995,K996,K997,K998,K999,K1000,K1001,K1002,K1003,K1004,K1005,K1006,K1007,K1008,K1009,K1010,K1011,K1012,K1013,K1014,K1015,K1016,K1017,K1018,K1019,K1020,K1021,K1022,K1023,K1024,K1025,K1026,K1027,K1028,K1029,K1030,K1031,K1032,K1033
```


付録2計算例

付-3

```

DATASD=      I
(DATA)      PDN=      16  E=      350.00  I=      103230.00  K=      0.001050
            KV=      50.00  D=      40.00  H=      -50.00  V=      440.00  M=      -52000.00

      XLI(1)= 1      0.00      2      0.00      3      0.00      4      0.00      5      150.00
               6      150.00      7      150.00      8      150.00      9      300.00      10      300.00
               11      300.00      12      300.00      13      450.00      14      450.00      15      450.00
               16      450.00

      SDD(1)= 1      -11      2      -11      3      -11      4      -11      5      0
               6      0      7      0      8      0      9      0      10      0
               11      0      12      0      13      11      14      11      15      11
               16      11
  
```

```

      (XYICL)      CL=      225.00
      XI(1)= 1      -225.00      2      -225.00      3      -225.00      4      -225.00      5      -75.00
               6      -75.00      7      -75.00      8      -75.00      9      75.00      10      75.00
               11      75.00      12      75.00      13      225.00      14      225.00      15      225.00
               16      225.00
  
```

```

      (KKHDM)      BETA=      0.004079      KHM=      4.903      KDH=      1202.17      KHM=      1202.17      KDM=      147365.5
  
```

```

      (KKK)      K1=      9.81      K2=      1202.17      K3=      1202.17      K4=      294737.6      KV=      50.00
  
```

```

      (DDREF)
      SRE(1)= 1      -0.1920      2      -0.1920      3      -0.1920      4      -0.1920      5      0.0000
               6      0.0000      7      0.0000      8      0.0000      9      0.0000      10      0.0000
               11      0.0000      12      0.0000      13      0.1920      14      0.1920      15      0.1920
               16      0.1920
  
```

```

      (PRVW)
      GTORET= -0.55071# 4      -37253# 8      -16862# 3      -44000# 2
               -19073# 4      -78829# 3      -37253# 8      44000# 3
               -27449# 8      -13175# 4      -55071# 4      -62000# 5
  
```

```

      (RENKAI)      ALPHA=      -0.0023695      DELTY=      0.555168      DELTX=      -0.551839
  
```

****PAGE (1)****

```

      (HAKRYOKU)
      FVI(1)= 1      58.827      2      58.827      3      58.827      4      58.827      5      36.794
               6      36.794      7      36.794      8      36.794      9      19.023      10      19.023
               11      19.023      12      19.023      13      -4.036      14      -4.036      15      -4.036
               16      -4.036

      PVI(1)= 1      -0.422      2      -0.422      3      -0.422      4      -0.422      5      -2.563
               6      -2.563      7      -2.563      8      -2.563      9      -2.563      10      -2.563
               11      -2.563      12      -2.563      13      -2.511      14      -2.511      15      -2.511
               16      -2.511

      TOTAL FVI=      442.432
      TOTAL PVI=      -32.236
  
```

****PAGE (2)****

付-4

DATA0= 2
(DATA) P0N= 16 E= 350.00 I= 105230.00 K= 0.001000
R0= 50.00 D= 10.00 H= -80.00 V= 440.00 M= -62300.00

XI(I)= 1 0.00 2 0.00 3 0.00 4 0.00 5 150.00
6 150.00 7 150.00 8 150.00 9 100.00 10 300.00
11 300.00 12 300.00 13 450.00 14 450.00 15 450.00
16 450.00

SDD(I)= 1 -12 2 -12 3 -12 4 -12 5 0
6 0 7 0 8 0 9 0 10 0
11 0 12 0 13 12 14 12 15 12
16 12

(XIVIGL) GL= 225.00
XI(I)= 1 -225.00 2 -225.00 3 -225.00 4 -225.00 5 -75.00
6 -75.00 7 -75.00 8 -75.00 9 75.00 10 75.00
11 75.00 12 75.00 13 225.00 14 225.00 15 225.00
16 225.00

(KKHON) BETA= 0.004079 KKH= 4.903 KOB= 1202.17 KHM= 1202.17 KOM= 147368.8

(KKM) K1= 9.81 K2= 1202.17 K3= 1202.17 K4= 294737.4 KV= 50.00

(DDREF) SRR(I)= 1 -0.2094 2 -0.2094 3 -0.2094 4 -0.2094 5 0.0000
6 0.0000 7 0.0000 8 0.0000 9 0.0000 10 0.0000
11 0.2094 12 0.2094 13 0.2094 14 0.2094 15 0.2094
16 0.2094

(PHVW) CYORET= -43114= 4 -16626= 7 -17081= 3 -80000= 2
-74294= 5 -78610= 3 -18626= 7 -84000= 3
-27412= 8 -12155= 4 -43114= 4 -62000= 5

(RENKAI) ALPHA= -0.0023448 DELTY= 0.559725 DELTA= -0.527544

PAGE (3)

(CHANSYOKU) FVI(I)= 1 58.661 2 58.661 3 58.661 4 58.661 5 36.779
6 36.779 7 36.779 8 36.779 9 19.193 10 19.193
11 19.193 12 19.193 13 -3.912 14 -3.912 15 -3.912
16 -3.912

PHI(I)= 1 -0.025 2 -0.025 3 -0.025 4 -0.025 5 -2.355
6 -2.355 7 -2.355 8 -2.355 9 -2.355 10 -2.355
11 -2.355 12 -2.355 13 -2.307 14 -2.307 15 -2.307
16 -2.307

TOTAL PVI= 442.887
TOTAL PHI= -25.166

3 MIN 0

PAGE (4)