

# 土 木 研 究 所 資 料

第 1 1 7 5 号

## 矢板式基礎の設計法 (その 1)

昭 和 52 年 2 月

建 設 省 土 木 研 究 所  
構 造 橋 梁 部 基 礎 研 究 室

## 序 文

矢板式基礎というのは、H型鋼矢板または鋼管矢板を円形、小判形、矩形などの閉塞形状に打ち込み、頭部の剛結処理、継手の処理により、矢板全体を一体化した基礎構造であり、新しく開発された基礎形式である。これが構造物の基礎として本格的に用いられた最初のもは、溶鉱炉の基礎（昭和40年）であろう。多くの模型実験、実物実験などの研究を経て、矢板式基礎が橋梁基礎として適用された最初のもは、石狩川河口橋（北海道開発局、昭和44年）、小見川橋（千葉県）、千本松橋（大阪市）、潮風橋（名古屋港管理組合）、南港大橋（大阪市）（以上昭和45年）などである。その後、矢板式基礎の使用実績は増加の一途であり、今後くい基礎やケーソン基礎と並んでこの工法は一般に広く使われるようになると思われる。

矢板式基礎に関する研究は、いくつかの製鉄メーカーの手によって行なわれてきたが、建設省はこれらの製鉄メーカーに対し、昭和44年に建設技術研究補助金を交付し、「矢板式基礎の施工性と構造特性に関する研究」を奨励した。これに関連して、矢板式基礎研究会が組織され、この研究会の成果として、昭和47年1月「矢板式基礎の設計と施工指針」が刊行された。この指針はどのように民間サイドにおいて定められたもので、建設省で制定される道路橋示方書や道路橋下部構造設計指針とは性格を異にする。しかし、これの与えた影響は大きく、実務に有効に使われている。今後、矢板式基礎の使用が増加する傾向にかんがみ、近い将来、これに関する建設省の技術基準を制定する必要が高まっている。

建設省では、矢板式基礎の研究の重要性にかんがみ、昭和48年度より4カ年計画で総合技術開発プロジェクト・耐震技術に関する研究開発の一環として、「矢板式基礎などくいを用いた基礎の施工性と構造特性に関する研究」を実施しているが、この研究の終了時から矢板式基礎の技術基準を作成する予定である。

これまでの研究成果として取りまとめを行なったのが本報告であるが、構成は以下のようになっている。

### （その1）

- 第1篇 構造特性
- 第2篇 設計計算式
- 第3篇 設計計算プログラム仕様
- 第4篇 設計計算プログラム

### （その2）

- 第5篇 計算例

### （その3）

- 第6篇 頂版・仮締切部の設計

### （その4）

- 第7篇 施工例

これらを4分冊にして印刷する。

昭和52年2月

基礎研究室

|     |        |
|-----|--------|
| 室長  | 矢作 枢   |
| 研究員 | 岡原 美知夫 |
| 技官  | 千野 啓次  |
| "   | 山本 洋司  |

## 総 目 次

|       |             |     |
|-------|-------------|-----|
| 第 1 篇 | 構造特性        | 1   |
| 第 2 篇 | 設計計算式       | 49  |
| 第 3 篇 | 設計計算プログラム仕様 | 85  |
| 第 4 篇 | 設計計算プログラム   | 133 |

# 第1篇 構造特性

# 第1篇 構造特性

## 目 次

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| まえがき .....                      | 5  |
| 1. 設計法への基本方針 .....              | 7  |
| 2. 矢板間の継手特性 .....               | 8  |
| 3. 地盤バネ定数 .....                 | 13 |
| 3.1 水平方向地盤反力係数                  |    |
| 3.2 鉛直方向地盤反力係数                  |    |
| 3.3 水平方向せん断バネ係数                 |    |
| 3.4 井筒内地盤のバネ係数                  |    |
| 4. 頂版と矢板の結合条件 .....             | 16 |
| 4.1 頂版構造                        |    |
| 4.2 頂版の平面形状                     |    |
| 4.3 頂版の結合方法                     |    |
| 4.4 頂版と矢板の結合条件                  |    |
| 5. 仮締切兼用矢板式基礎の仮設時における応力特性 ..... | 19 |
| 6. 構造特性 .....                   | 22 |
| 6.1 応力特性                        |    |
| 6.2 変形特性                        |    |
| 6.3 構造特性の要因分析                   |    |
| 7. 各種計算式の比較 .....               | 38 |
| 7.1 各種計算式による比較                  |    |
| 7.2 実測値と計算値との比較                 |    |
| あとがき .....                      | 47 |

## ま え が き

矢板式基礎の構造特性は、ケーソン基礎とくい基礎との中間的なものであるといわれている。それ故、この特性を一般的に考慮した設計計算式は、そのままケーソン基礎、くい基礎に適用できることを意味する。従来から行なわれてきた矢板式基礎の設計法は弾性床上の梁の式を基本としたものであるが、これは矢板式基礎の特性を十分に考慮したものとはいえない。矢板式基礎の設計法を確立するためには、解析、実験等を通じて、その構造特性を分析する必要がある。現場実験、模型実験、理論解析などから、さまざまな矢板式基礎の挙動を調べてきたので、それらについてまとめ、また設計法へのアプローチを行なうための基礎資料となるようにした。

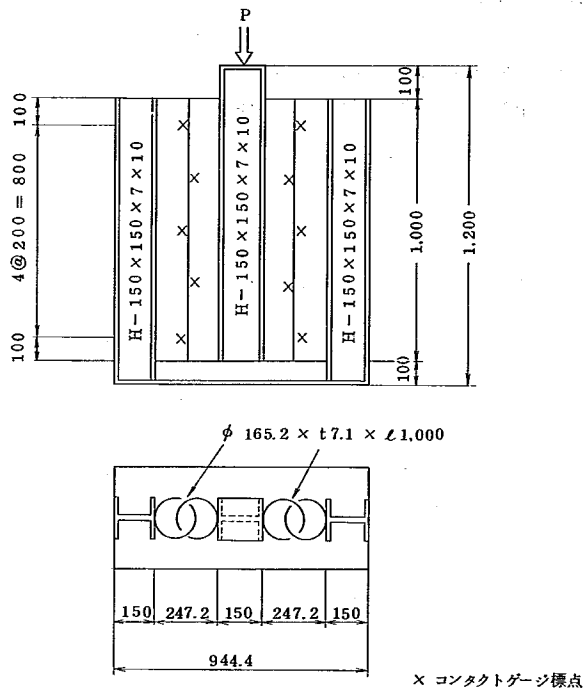
## 1. 設計法への基本方針

矢板式基礎の設計法について、躯体部の応力、変形の計算は、矢板間の相互のずれ変形を考慮した計算で行なうことにする。それらについてまとめると以下のようになる。

- (1) 矢板式基礎の井筒部底面における最大地盤反力度はその位置における地盤の許容支持力度を越えない。
- (2) 矢板式基礎の井筒部底面におけるせん断抵抗力は井筒部底面と地盤との間に働く許容せん断力を越えない。
- (3) 矢板式基礎の井筒部前面における最大地盤反力度はその位置における地盤の許容支持力度を越えない。
- (4) 躯体部の応力、変形の計算は、各矢板相互間のせん断ずれ変形を考慮した計算法による。
- (5) 継手部のせん断強度は、許容せん断応力度を越えない。

## 2. 矢板間の継手特性

一般的にいった継手のせん断剛性を考慮した方が設計は有利になる。井筒径が大きくなるにつれ、継手のせん断抵抗を大きくし、かつ継手を少なくしていくことが全体の耐力にとって有利になる。現在用いられている継手はほとんど同一規格のものであり、井筒径の規模に関係なく使用されている。設計上どれだけの耐力を持つ継手が有利かという議論は忘れられている。実際、継手はどの程度のせん断剛性をもち、かつ耐力があるかを実験によって求めた。図-1.2.1に示すように3本の



注) モルタル

強度 :  $\sigma_{20} = 180 \text{ kg/cm}^2$

フロー値 : 20 sec

水セメント比 : 48%

図-1.2.1 継手の押し抜き試験

矢板を組み合わせ、継手部にモルタルをてん充し、中央の矢板に押し抜き荷重を加え継手部のせん断剛性と耐力を求める。試験の結果は、図-1.2.2に示すように載荷荷重Pと継手のずれ量 $\delta$ で表わす。載荷荷重が2.5t(せん断応力度 $2.5 \text{ kg/cm}^2$ )位まではほぼ直線的に増加し、約5.0t(せ

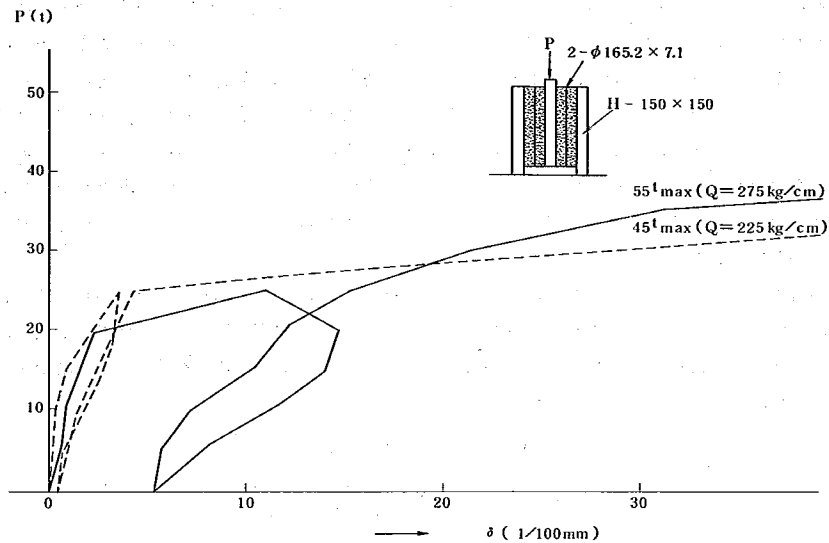


図 - 1.2.2 直線せん断試験  $P \sim \delta$  曲線

ん断応力度  $5.0\text{ kg/cm}^2$  で破壊に至る。ここで用いた継手は、一般によく用いられているもので、この試験結果から継手のせん断剛性  $G^e$  とせん断耐力  $q_u^e$  は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} G^e &= 120000\text{ t/m}^2 \\ q_u^e &= 20\text{ t/m} \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

これらの値は、継手の大きさ、形状、継手処理等によって変わってくる。設計に使用する場合、現場の施工性と安全性を考慮して、(2.1)の値をさらに低減して使用する必要がある。

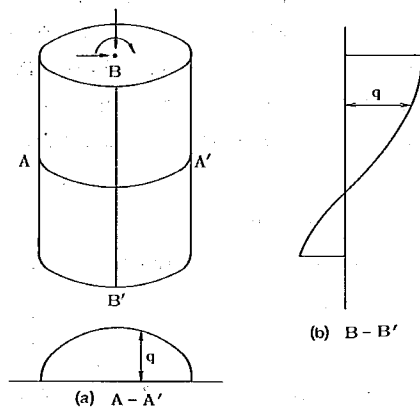


図 - 1.2.3 断面のせん断流分布

一般に継手のせん断流分布は図-1.2.3に示すようになる。(a)が任意横断面のせん断流分布を、(b)は横断面において、最大せん断力の発生する点を縦断方向に示したものである。実際の設計において、せん断流分布の最大値が、継手のせん断耐力を越えなければ安全であるといえる。図-1.2.2においてわかるように、例え継手がすべっても耐力は落ちることがないことから、井筒部の継手の一つがすべっても応力の再配分が行なわれ、構造体は安全性を保つと考えられる。部分的に継手のすべりを許容した方が、合理的であり、かつ過少な安全性を持つとはいえない。継手を除いた他の構造体については許容応力度設計で行なうにしても、継手部については、塑性設計の概念を取り入れても問題はないと考えられる。

本報告の計算式は、継手部に関して非線形計算を行なえるようにしてある。すなわち、降伏した継手については、それ以上耐力を持たさないようにしている。実際によく用いられている継手についていうなら、設計用のせん断剛性とせん断耐力は、(2.1)に安全率を考慮して、次に示すような値であれば問題ないであろうと思われる。

$$\left. \begin{aligned} G^* &= \frac{G^e}{10} \sim \frac{G^e}{2} = 12000 \sim 60000 \text{ t/m}^2 \\ q_u^* &= \frac{q_u^e}{\alpha} = \frac{20}{\alpha} \text{ t/m} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{但し、常時 } \alpha = 2.0 \\ \text{地震時 } \alpha = 1.5 \end{array} \quad (2.2)$$

設計計算において、満足しなければならない条件は

$$q \leq q_u^* \quad (2.3)$$

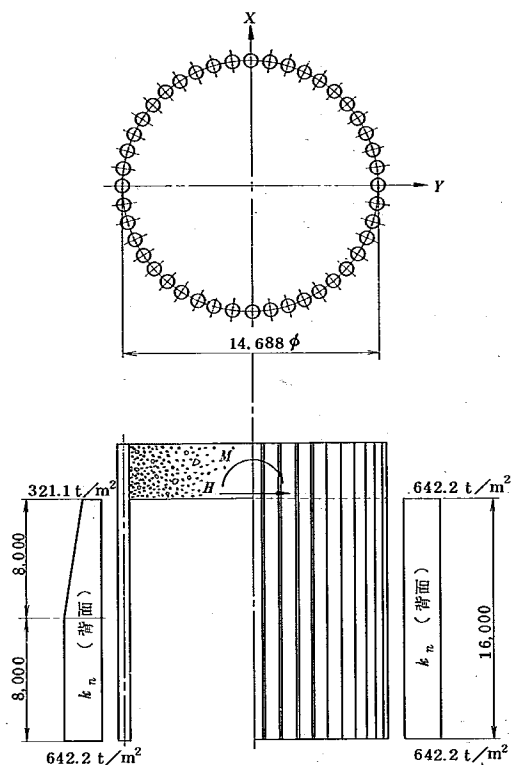
である。結局計算は、(2.2)式の範囲の $G^*$ を用いて行ない、(2.3)式を満たすかどうかチェックすればよい。

一方、継手のせん断流に及ぼすパラメータの影響をみるため要因分析を行なった。土研で開発した解析プログラムを使用し、モデルとして石狩大橋を使用した。図-1.2.4にその計算モデルを示す。各パラメータによる継手のせん断流への影響度は表-1.2.1に示すとおりである。表-1.2.1において最も影響の大きいパラメータは $r_5$ であり、次は $r_8, r_7$ である。また地盤条件によるパラメータ $r_1, r_3, r_4$ についてもかなり影響が大きい。(つまり地盤による矢板の拘束が大きければ、それだけ継手部のせん断流は小さくなる。)地盤条件による影響を一応無視すると、支配的パラメータとして $r_5, r_7, r_8$ を取りあげることになる。根入れ長のパラメータである $r_7$ については、かなり影響があるが無視してもそれ程大きいと言えないので、結局、継手のせん断剛性と矢板の肉厚のパラメータ $r_5, r_8$ を取り上げる。試算結果から、継手のせん断流 $q$ とパラメータ $r_5$ の関係を図-1.2.5に、継手のせん断流 $q$ とパラメータ $r_8$ の関係を図-1.2.6に示した。これらのグラフから $q$ と $r_5, r_8$ の関係は次のように求まる。

$$\left. \begin{aligned} r_5 &= \frac{G}{G_0} & G_0 &= 60000 \text{ t/m}^2 \\ q &\propto -r_5 & (12000 \leq G \leq 60000 \text{ t/m}^2) \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

$$\left. \begin{aligned} r_8 &= \frac{1}{t_0} & t_0 &= 14 \text{ mm} \\ q &\propto -0.6 r_8 \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

線形計算を行なう場合、(2.3)式を満たさないなら(2.4)、(2.5)式を考慮して再計算を実施すればよい。



矢板断面

$$\begin{cases} A_p = 452.3 \text{ cm}^2 \\ I_{xp} = 518,507 \text{ cm}^4 \\ I_{yp} = 270,233 \text{ cm}^4 \\ J_s = 533,932 \text{ cm}^4 \end{cases}$$

外 力

$$\begin{cases} M = 8,978 \text{ t} \cdot \text{m} \\ H = 722 \text{ t} \end{cases}$$

地盤バネ

$$k_s = k_z = \frac{1}{4} k_n$$

図 - 1.2.4 計算モデル (石狩大橋)

表 - 1.2.1

| g に及ぼす影響大                                                                | g に及ぼす影響中                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | g に及ぼす影響小                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\gamma_5 = \frac{G}{G_0}, G_0 = 120000 \text{ t/m}^2$<br>継手のせん断剛度を変えた場合 | $\gamma_1 = \frac{kn_1}{kn_2}$<br>$kn_1$ : 前面の地盤バネ<br>$kn_2$ : 背面の地盤バネ<br>(前面の地盤バネと背面の地盤バネの比を変えた場合)<br>$\gamma_3 = \frac{(kn)_1}{(kn)_1, N=25}$<br>側面の地盤バネを変えた場合<br>$\gamma_4 = \frac{K_v}{(K_v) N=50}$<br>底面の地盤バネを変えた場合<br>$\gamma_7 = \frac{l}{l_0}, l_0 = 16 \text{ m}$<br>矢板の根入れ長を変えた場合<br>$\gamma_8 = \frac{t}{t_0}, t_0 = 14 \text{ mm}$<br>矢板の板厚を変えた場合 | $\gamma_2 = \frac{l_1}{l_0}, l_0 = 16 \text{ m}$<br>背面地盤バネの変化する区間の長さを変えた場合<br>$\gamma_6 = \frac{E_s}{E_{s0}}, E_{s0} = 660.3$<br>井筒周長線の伸張変形の剛度 $E_s$ を変えた場合。 |

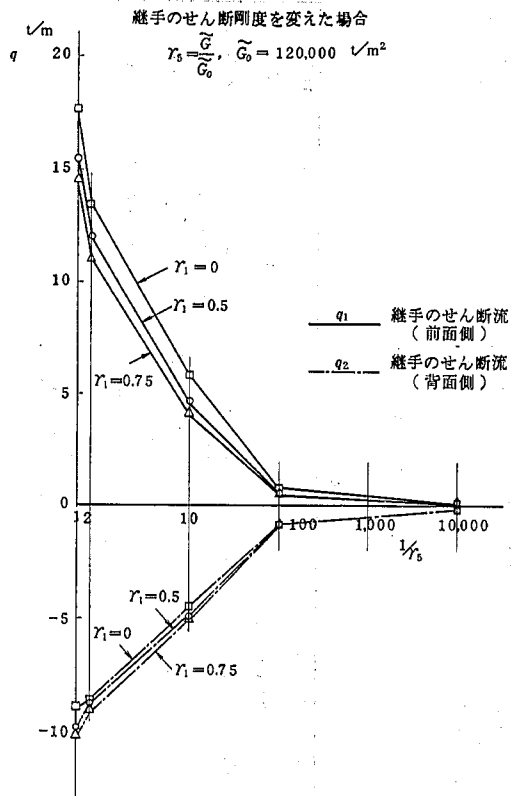


図-1.2.5 継手のせん断流  $q$  と  
 パラメータ  $\gamma_8$  の関係

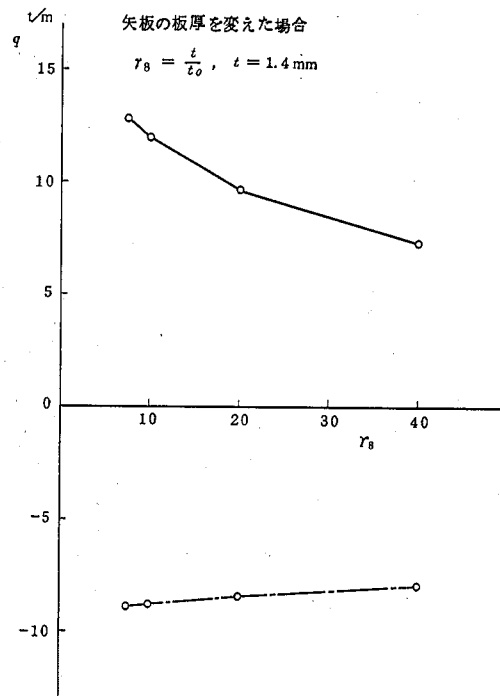


図-1.2.6 継手のせん断流  $q$  と  
 パラメータ  $\gamma_8$  の関係

### 3. 地盤バネ定数

#### 3.1 水平方向地盤反力係数

$$K_{H1} = K_{H0} \left( \frac{B}{30} \right)^{-\frac{3}{4}} = 12.8 K_{H0} B^{-\frac{3}{4}} \quad (3.1)$$

ここに

$K_{H1}$ : 水平方向地盤反力係数 (kg/cm<sup>3</sup>)

$K_{H0}$ : 直径30cmの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向の地盤反力係数 (kg/cm<sup>3</sup>) で、側面の分担分20%を含めて次式で表わされる。

$$K_{H0} = \frac{1.2}{30} \alpha E_0 = 0.040 \alpha E_0 \quad (3.2)$$

$B$ : 載荷幅 (cm)

$E_0$ : 表-1.3.1に示す方法で測定または推定した設計の対象とする位置での地盤の変形係数 (kg/cm<sup>2</sup>)

$\alpha$ : 常時、地震時に用いる係数で表-1.3.1に示す。

表-1.3.1

| 次の試験方法による変形係数 $E_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )           | $\alpha$ |       |
|-----------------------------------------------------|----------|-------|
|                                                     | 常 時      | 地 震 時 |
| 直径30cmの剛体円板による平板載荷試験の繰り返し曲線から求めた変形係数の $\frac{1}{2}$ | 1        | 2     |
| ボーリング孔内で測定した変形係数                                    | 4        | 8     |
| 供試体の一軸または三軸圧縮試験から求めた変形係数                            | 4        | 8     |
| 標準貫入試験の $N$ 値より $E_0 = 28N$ で推定した変形係数               | 1        | 2     |

#### 3.2 鉛直方向地盤反力係数

##### (1) ケーソン指針を適用する場合

$$K_{v1}, K_{v2} = K_{v0} \left( \frac{B_v}{30} \right)^{-\frac{3}{4}} = 12.8 K_{v0} B_v^{-\frac{3}{4}} \quad (3.3)$$

$K_{v1}$ : 井筒底部の鉛直方向地盤反力係数 (kg/cm<sup>3</sup>)

$K_{v2}$ : 脚先端の鉛直方向地盤反力係数 (kg/cm<sup>3</sup>)

$K_{v0}$ : 直径30cmの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する鉛直方向の地盤反力係数 (kg/cm<sup>3</sup>) で次式により求める。

$$K_{v0} = \frac{1}{30} \alpha E_0 = 0.033 \alpha E_0 \quad (3.4)$$

$B_v$ : 基礎の換算載荷幅 (cm) で次式により求める。

$$B_v = \sqrt{A_v}$$

$E_0$  : 表-13.1に示す方法で測定または推定した設計の対象とする位置での地盤の変形係数  
( $\text{kg/cm}^2$ )

$A_v$  : 矢板式基礎の外周と内周とによって囲まれる底面積 ( $\text{cm}^2$ )

ケーソン基礎では、一般に周面摩擦係数を無視するが、矢板式基礎は矢板を打ち込むので、それを考慮するのは可能である。ケーソン基礎において、側面の分担分として水平方向地盤反力係数の20%をとっているので、この場合においても便宜的に水平方向地盤反力係数の20%を鉛直方向の周面摩擦係数として考慮してもよいと思われる。

## (2) くい指針を適用する場合

くい基礎においては、くい間の最小間隔が2.5D以上であれば、くい相互の群ぐい効率を無視して差し支えないとしている。一方、矢板式基礎においては、周方向に矢板が連続的に打ち込まれており、継手があるとしても、矢板間の距離は、1.0Dより少し大きい程度である。しかし、周に直角方向は矢板間の距離は非常に大きく、群ぐい効果は全くないといえる。

くい指針において、沈下量1cmに対する実測 $K_v$ 値を用いて、 $K_v$ 推定法を示しているが、沈下量が1cm程度では地盤も弾性挙動に近いものであると考えられること、また $K_v$ 値の違いは $l/D$ (くい長/くい径)のみの関数として与えられ、地盤の条件を無視していることを考慮すると、矢板式基礎の場合も群ぐい効果を無視しても問題はないと考えられる。

群ぐい効果を無視した矢板1本当りの $K_v$ 値をくい指針から求める。くい指針によると、くい頭部の軸方向バネ係数は、鋼管ぐいの場合次のようになる。

$$K_{vp} = a \cdot \frac{ApEp}{l} \quad (3.5)$$

$$a = 0.027(l/D) + 0.2$$

ただし、 $l/D \geq 10$

$K_{vp}$  : ぐいの軸方向バネ係数 ( $\text{t/m}$ )

$A_p$  : くい純断面積 ( $\text{m}^2$ )

$E_p$  : くい体ヤング率 ( $\text{t/m}^2$ )

$l$  : くい長 (m)

$D$  : くい径 (m)

便宜的に(3.5)式を使って、矢板1本の鉛直方向バネ係数を求める。矢板と周面地盤のすべり係数 $C_s$  ( $\text{kg/cm}^3$ )を $N$ 値からか、または $K_H$ から推定できるとする。

$$C_s = \frac{N}{15}, \quad 0.2 K_H \quad (\text{kg/cm}^3) \quad (3.6)$$

(3.6)式を使って、矢板と周面地盤による鉛直方向バネ係数 $K_{vs}$  ( $\text{t/m}$ )は、

$$K_{vs} = C_s \cdot U_s \cdot 10^3 \quad (\text{t/m}) \quad (3.7)$$

$U_s$  : 矢板周面の表面積 ( $\text{m}^2$ )

となり、(3.5)式と(3.7)式から逆算して、矢板先端部の鉛直方向バネ係数 $K_v$  ( $\text{t/m}$ )が求まる。

$$K_v = K_{vp} - K_{vs} \quad (\text{t/m}) \quad (3.8)$$

### 3.3 水平方向せん断バネ係数

ケーソン指針によると次のようになる。

$$K_s = \lambda \cdot K_v$$

$K_s$  : 井筒底面のせん断バネ係数 (  $\text{kg/cm}^3$  )

$$\lambda : \frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$$

### 3.4 井筒内地盤のバネ係数

背面矢板の水平方向バネ係数  $K_{HW}$  にあたるものであるが、この場合のバネ係数は ( 井筒径 / 根入れ長 ) と地盤条件等に左右されると思われるが、井筒内部土の内部摩擦角  $\phi \approx 30^\circ$  程度を想定して、便宜的に前面地盤バネ係数  $K_H$  に対する比として与えるようにした。

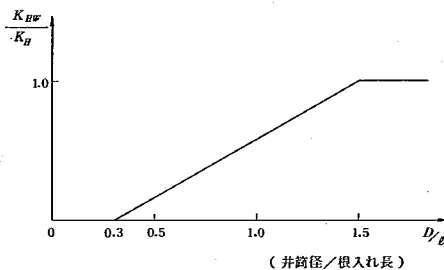


図 - 1.3.1

図 1.3.1 による  $K_{HW}$  の決定法は、それほど根拠のある方法とはいえないが、他に適当な方法がないのが現状である。

## 4. 頂版と矢板の結合条件

### 4.1 頂版構造

矢板式基礎の頂版の結合方法は施工法によって次の2種類に分類される。

(1) 図-1.4.1(a)は矢板が水面上に立ち上がった場合で頂版が水面上にある。図-1.4.1(b)は頂

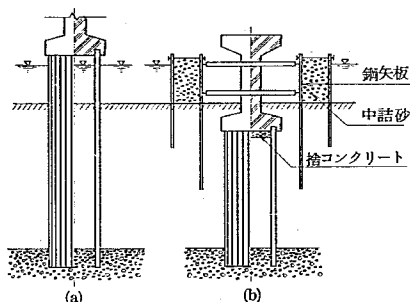


図-1.4.1

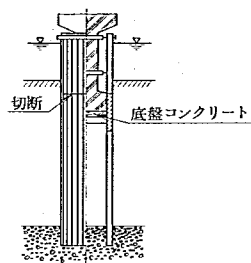


図-1.4.2

版、橋脚を施工するために締切りを別途建設する場合である。これらのタイプの頂版構造は群ぐいの場合に準拠しており、その設計法も群ぐい方式をそのまま準用しても差し支えないと考えられる。

(2) 図-1.4.2は仮締切兼用工法の矢板式基礎の場合である。基礎本体と仮締切壁が一体となっており、頂版を井筒内部に施工する。井筒内の矢板壁面に接合部材をとりつけ、そのせん断抵抗によって上部の荷重を井筒に伝達する結合方法を用いる。この場合の頂版構造は、従来の基礎形式には見られない独特のものであり、それだけに解明しなければならない問題点が多い。

### 4.2 頂版の平面形状

頂版の平面形状は、橋脚の断面形状との関連において次の組み合わせが考えられる。

- (1) 円形の橋脚と円形の井筒の組み合わせ(図-1.4.3)
- (2) 長方形の橋脚と円形の井筒の組み合わせ(図-1.4.4)
- (3) 長方形の橋脚と長方形の井筒の組み合わせ(図-1.4.5)
- (4) 2本の柱脚をもつ橋脚と長方形の井筒の組み合わせ(図-1.4.6)
- (5) 長方形の橋脚と小判形の井筒の組み合わせ(図-1.4.7)

### 4.3 頂版の結合方法

図-1.4.8で示すように、仮締切兼用工法としての矢板式基礎の頂版は井筒内部に施工される。上部工、橋脚の荷重を井筒内壁と頂版とのせん断抵抗により井筒に伝達するためには、井筒内壁面

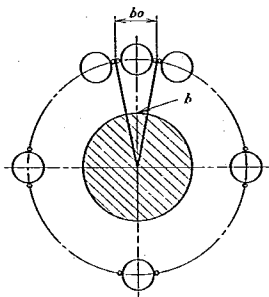


図-1.4.3 型式-1

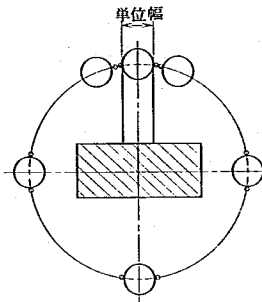


図-1.4.4 型式-2

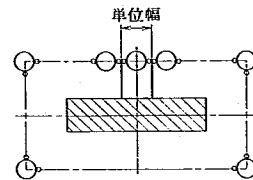


図-1.4.5 型式-3

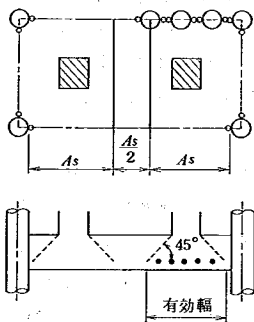


図-1.4.6 型式-4

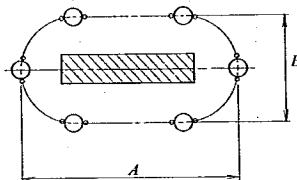


図-1.4.7 型式-5

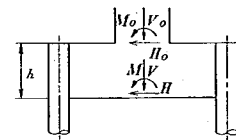
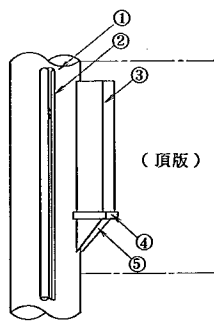


図-1.4.8 仮締切兼用  
タイプ



- ① 鋼管本体
- ② 継手
- ③ リブプレート
- ④ 支圧板
- ⑤ 支圧板支持リブ

図-1.4.9 頂版接合部の  
模式図

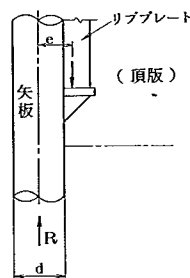
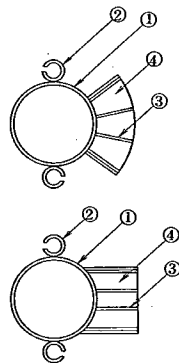


図-1.4.10

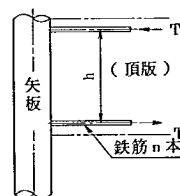


図-1.4.11

に頂版接合材（図-1.4.9）を取り付ける必要がある。頂版接合材としては、常時、地震時の荷重に対して、リブプレート、支圧板、支圧板支持リブの他、水平荷重による肌離れ、あるいは施工時の残留応力に対する結合鉄筋を設ける。頂版接合材の矢板壁面への取り付けは、井筒形成後現場溶接による。

荷重は矢板に取り付けられた頂版接合材を介して矢板に伝達される。図-1.4.10に示すように、矢板の中心線と頂版接合材の位置のずれによって偏心モーメント  $M_e$  が作用する。

$$M_e = R \cdot e \quad (4.1)$$

また矢板式基礎の井筒頭部には、頭部固定モーメントが作用するので、図-1.4.11に示すように鉄筋を上下面に配置する。

#### 4.4 頂版と矢板の結合条件

橋梁基礎に用いられる矢板式基礎の頂版は比較的厚いものなので、設計上頂版を剛体として扱って問題ないと考えられる。頂版と矢板の結合部は剛結に近い状態に施工されるのが一般的であるが、特に仮締切兼用矢板式基礎の場合には必ずしも剛結条件が満足されにくい構造となっている。設計計算を行う場合、この結合部に対してなんらかの境界条件を入れる必要があるが、最も厳密なやり方は結合部を弾性結合として行なう方法であろう。しかし、その場合の結合バネの算定に苦心のいところである。最も簡明なやり方は矢板頭部の拘束応力を算定するときは剛結として扱い、一方中間部の応力を算定するときはヒンジとして扱うことである。この方式はくい基礎で一般に行なわれている。変位を計算する場合、剛結とヒンジではかなり値が異なるが、剛結として行なってもよいのではないと思われる。また剛結条件で計算する場合、非常に大きな矢板頭部拘束応力が発生するので、仮想固定点を頂版下端より上方にとって計算し、頂版下端から仮想固定点までの範囲の応力を事実上無視してしまうことも考えられる。この方法は、簡明かつ合理的なやり方であり、その範囲は頂版厚の  $1/3 \sim 1/4$  位が妥当である。

## 5. 仮締切兼用矢板式基礎の

### 仮設時における応力特性

図-1.5.1のような施工断面における応力測定例を示す。図-1.5.2は鋼管矢板曲げ応力で直線部の矢板に対するものである。最大値はドライアップ直後の測点bに生じており、矢板頭部と頂版コンクリートを支点として変形している。この測定現場では直線部と曲線部の矢板の応力の相違、また中空矢板と中詰コンクリートを打った矢板の応力の相違を調べている。測点bにおける各種矢板の応力を示したのが図-1.5.3である。直線部分の矢板②、④は曲線部の矢板①、③より大きな曲げ応力が生じている。また同じ直線部の矢板での差は中空④と中詰コンクリート②によるものと考えられる。図-1.5.4は矢板①と④の傾斜角の経時変化を示したものである。各水替作業における傾斜角の変動を明確に示している。第3次水替で傾斜角の値が減少しているが、これは鋼管矢板への荷重作用点下がったため鋼管のふくらみの中心点も下がった影響と考えられる。

以上は仮締切時に生ずる応力の傾向であったが、これらの応力が本体構造物としての矢板壁にど

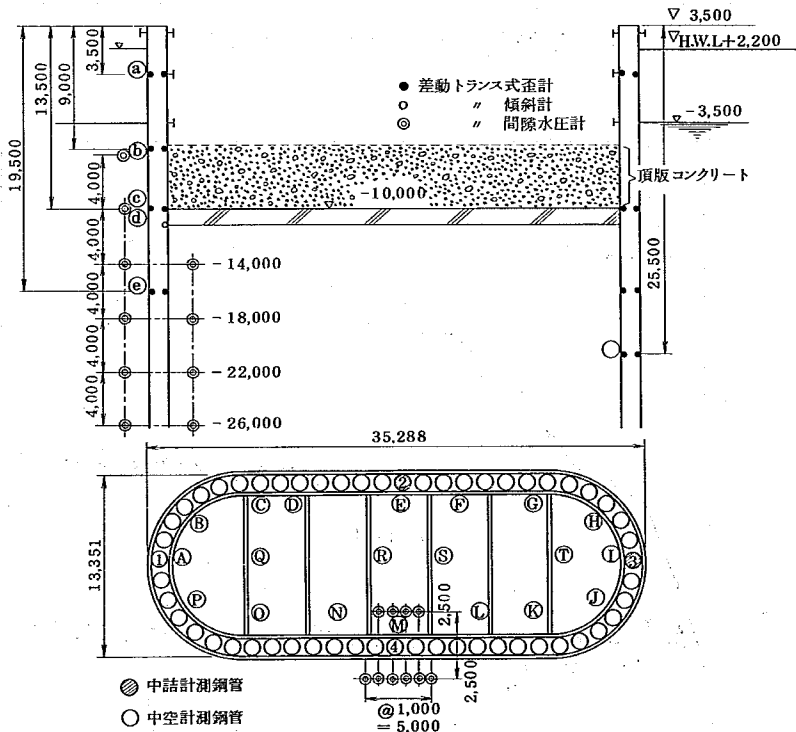


図-1.5.1 施工断面および測定計器位置

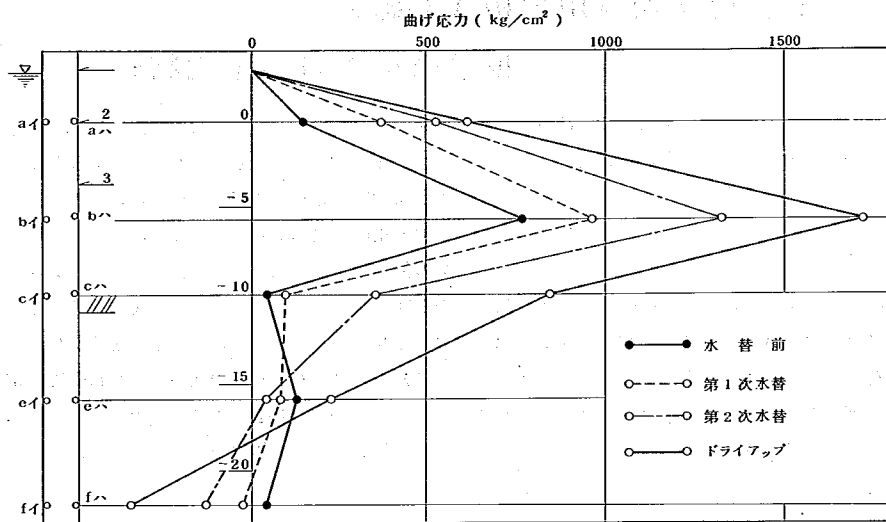


図 - 1.5.2 鋼管矢板 (CP-303 鋼管④) の曲げ応力分布図)

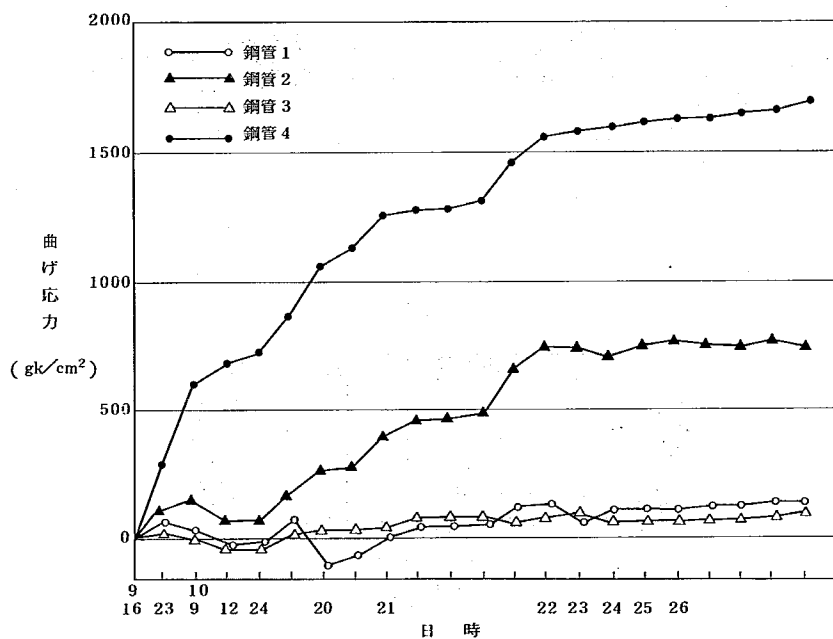
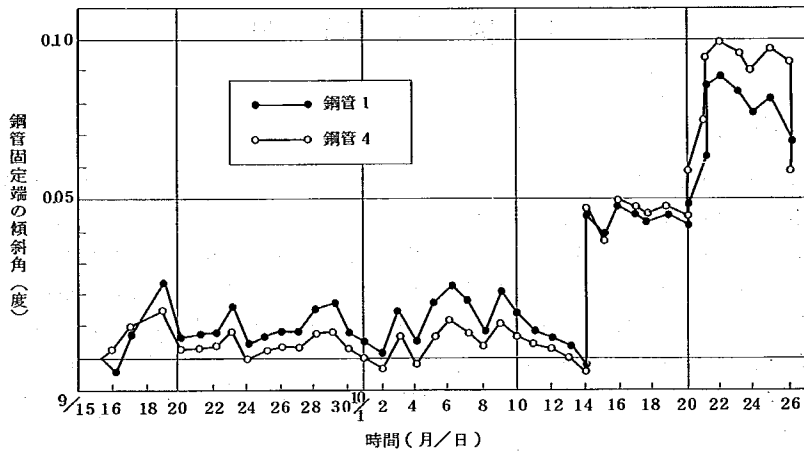
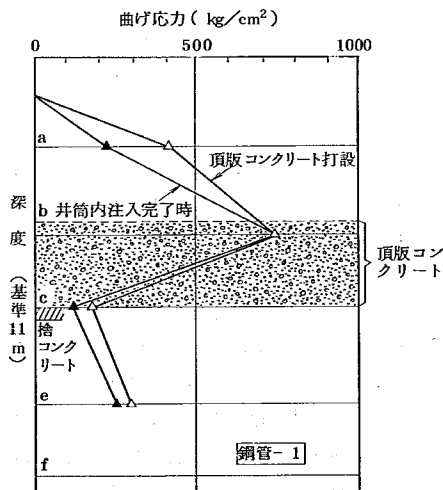


図 - 1.5.3 各鋼管測定 b における曲げ応力



図－ 1. 5. 4 鋼管固定端の傾斜角経時変化



図－ 1. 5. 5 鋼管の曲げ応力分布

れ程残留するかという事が問題となる。ドライアップして頂版コンクリートを打設した後の応力と縮切内に注入して内外の水位差をゼロとした時の応力を比較したのが図－1.5.5である。図より明らかなように仮縮切時に生じた頂版コンクリート以深の鋼管矢板の応力は井筒内に注水してもあまり変化しない事がうかがえる。つまりこの場合、コンクリート打設時の曲げ応力はそのほとんどが残留することになっている。逆に言えば、頂版コンクリートと矢板の結合は剛結に近いことを示している。

設計を行なう場合、どれ程の残留応力、変形を見込むかは試算等によって推定する必要があるが、一般的に言って、残留応力として少なくとも  $500 \text{ kg/cm}^2$  程度は見込む必要があると思われる。

## 6. 構造特性

### 6.1 応力特性

頂版頭部に作用する外力（モーメント  $M_o$ ，水平力  $H_o$ ）に対して矢板に発生する応力は，継手のせん断断性，地盤定数の変化，前面矢板の地盤反力係数と背面矢板の地盤反力係数の比，荷重の大きさの組み合わせ（ $M_o$ ， $H_o$ ）等によって大きく影響を受ける。石狩大橋について数値計算（土研で開発したプログラム使用）を実施したのでその結果について示す。図-1.6.1は石狩大橋の計算モデルである。図-1.6.2は大きな応力が発生すると予測される最前列の矢板と最後列の矢板の応力分布である。図-1.6.3は矢板頭部と中間部最大応力の発生している井筒断面の応力分布である。前面矢板の地盤バネ定数と背面矢板の地盤バネ定数の比を0.6にしてあるので，かなり前面矢板に応力集中が起こっているのがわかる。

一方，継手のせん断断性  $G$  を小さくすれば矢板に発生する応力は大きくなる。 $G$  に対する応力感度は非常に大きい。

例えば，石狩大橋で

$$r = \frac{G}{G_o} \qquad G_o = 120000 \text{ t/m}$$

| $r$   | $\frac{\sigma_{max}(G)}{\sigma_{max}(G_o)}$ |
|-------|---------------------------------------------|
| 1/2   | 1.14                                        |
| 1/10  | 1.47                                        |
| 1/100 | 1.66                                        |

となる。また上部の継手にモルタル処理をして，下部の継手を無処理にするとその境界付近に応力集中が起こる。また，前面矢板の地盤バネ定数に対して，背面矢板の地盤バネ定数の大きさは内部土の抵抗をどのように考えるかで大きく変わってくる。井筒径が小さいものに対しては，内部土の抵抗を無視してもそれ程問題はないが，井筒径が大きくなってくると中詰土の抵抗を考慮しないと正確に解析できないことになる。実測値をみても前面矢板と背面矢板に発生する応力は異なり，一般に前面矢板に発生する応力が大きくなる。内部土の抵抗を合理的に評価できるモデルを考えることができれば，この現象をとらえることが可能である。

一方，頂版に作用する外力（ $M_o$ ， $H_o$ ）に対して， $H_o$  が卓越していると，矢板頭部の拘束応力が中間部の応力に比べて大きくなり，また， $M_o$  が卓越する場合はその逆になる傾向がある。通常貫用されている現行法では， $H_o$  に対する矢板頭部の拘束応力を評価することができないので危険側に設計される場合も生じてくるといえる。

### 6.2 変形特性

一般的にいて，実測値の変位と計算値の変位を合わせるのが非常にむずかしい。これは地盤条

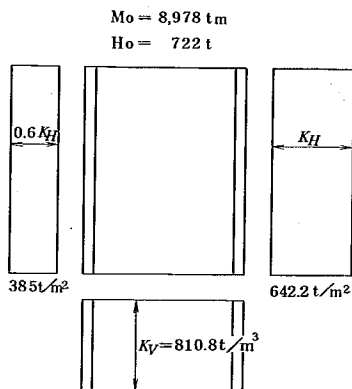


図 - 1.6.1 地盤バネ定数のモデル化  
(石狩大橋)

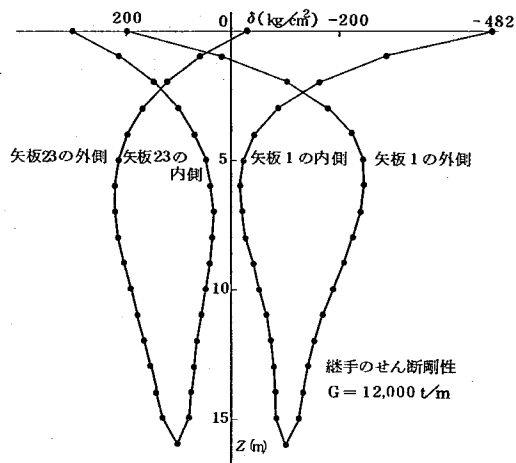


図 - 1.6.2 矢板の応力分布  
(石狩大橋)

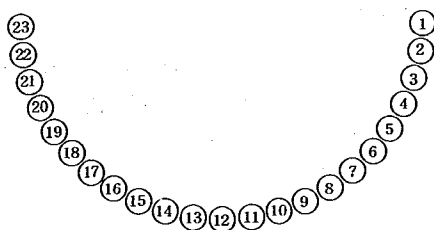
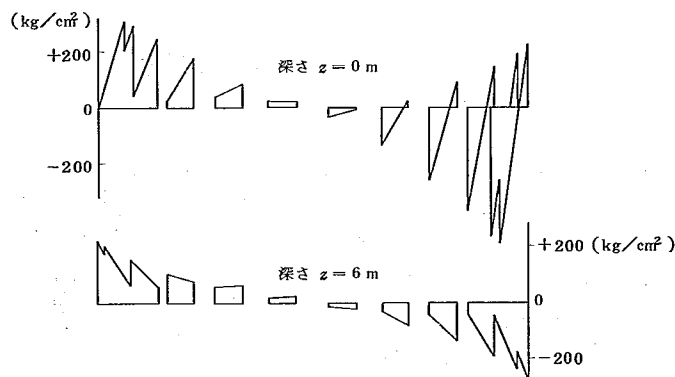


図 - 1.6.3 井筒断面の応力分布 (石狩大橋)

件の推定が非常にむずかしいことによる。図-1.6.4は石狩大橋の例について計算を行ない、水平変位をプロットしたものである。このモデルは $D/L$ （井筒径／根入れ長）がかなり小さいので、ケーソンの場合の剛体挙動に近いものになっている。最前列の矢板1と最後列の矢板23でかなり

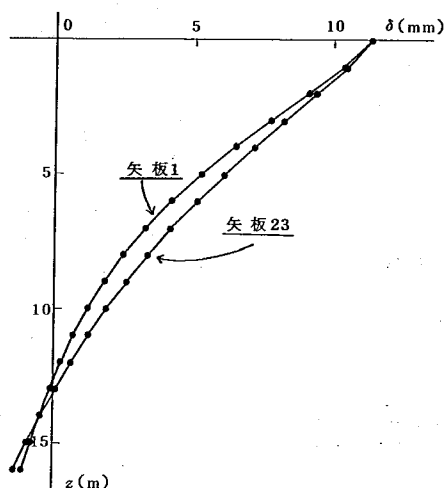


図-1.6.4 矢板の水平変位（石狩大橋）

差がでているが、これは井筒の断面変形の影響によるものと考えられる。井筒の断面変形は、横方向地盤バネ係数( $K_H$ )を井筒のまわりで一定にとると（図-1.6.5(a)）その影響はほとんど生じない。すなわち前面の矢板も背面の矢板もほぼ同じ変形量となる。また図-1.6.5(b)に示すように地盤バネ係数を仮定すると井筒の断面変形が発生する。すなわち、図-1.6.5でいえば、背面の矢板の変形量は前面のそれより大きくなる。

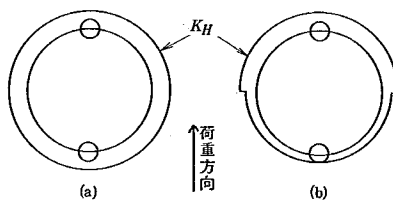


図-1.6.5 井筒断面方向の $K_H$ 分布

### 6.3 構造特性の要因分析

矢板式基礎の構造特性において、 $D/L$ （井筒径／根入れ長）の比、及び頂版と矢板の結合条件（剛結、ヒンジ結合）によって応力、変位等がどのようになるか、実際のモデルを用いて、第2篇以下に示す設計計算法によって要因分析を行なった。

計算前提等については以下に示す。

## (1) モデル

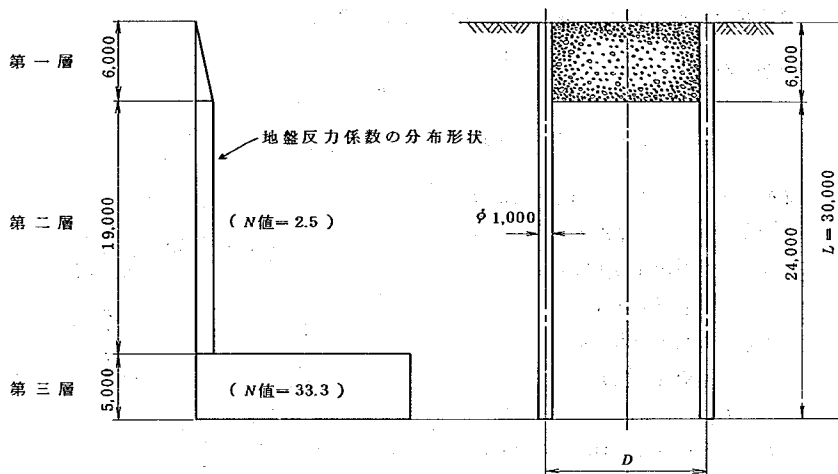


図-1.6.6

## (2) 鋼管断面

本体 1 -  $\phi 1000 \times 14$  (12)

継手 2 -  $\phi 216.3 \times 8$  (6)

( ) 内は腐蝕代を考えた厚さ

鋼管矢板 1 本の断面性能 (継手を含む)

$$\begin{cases} A_p = 412.6 \text{ cm}^2 \\ I_{px} = 758,675 \text{ cm}^4 \\ I_{py} = 456,290 \text{ cm}^4 \end{cases}$$

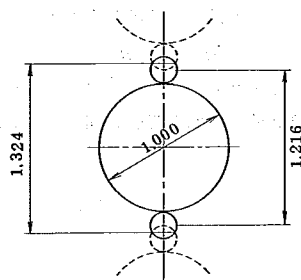


図-1.6.7

## (3) 継手の抵抗

$G_j$  : 継手のせん断剛度

$q$  : 継手のせん断流

$\Delta_w$  : 継手のずれ変位

$$q = G_j \cdot \Delta_w$$

$$G_j = \begin{cases} 30000 \text{ t/m}^2, & \text{CASE - B, C} \\ 0, & \text{CASE - D, E} \end{cases}$$

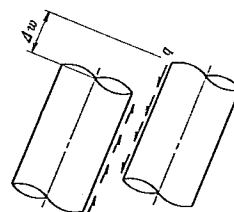


図-1.6.8

#### (4) 地盤反力係数

##### i) 井筒側面の地盤反力係数

変形係数  $E_o = 28 \cdot \alpha \cdot N = 56 N \text{ kg/cm}^2$ , ( $\alpha = 2$ )

$$\text{換算載荷幅} \begin{cases} B_H = \sqrt{D \times 1900}, & \text{第2層} \\ B_H = \sqrt{D \times 500}, & \text{第3層} \end{cases}$$

$$K_{HO} = \frac{1}{30} \alpha E_o \quad (\text{側面の分担分 } 20\% \text{ は別途考慮})$$

$$\text{地盤反力係数 } K_H = 12.8 K_{HO} B_H^{-\frac{3}{4}}$$

(以上はケーソン基礎設計篇による)

$K_H$  : 井筒側面の法線方向

地盤反力係数

$K_{HS}$  : 井筒側面の接線方向

地盤反力係数

$$K_{HS} = 0.2 K_H \quad (\text{全周一様})$$

$K_Z$  : 井筒側面の鉛直方向地盤反力係数

$$K_Z = 0.2 K_H \quad (\text{全周一様})$$

$K_H$  については井筒背面にも値を考える。

$K_{H1}$  : 井筒前面の  $K_H$

$K_{H2}$  : 井筒背面の  $K_H$

$$K_{H1} = K_H$$

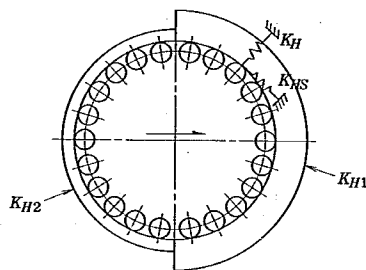


図 - 1.6.9

とするが,  $K_{H2}$  は井筒の根入れ  $L$  と井筒径  $D$  の比によって, 次のように決定する。ただし第3層は前面も背面も同じとする。

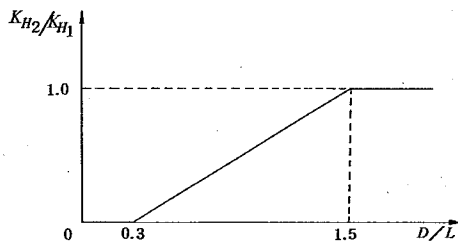


図 - 1.6.10

ii) 底面の地盤反力係数

$$K_{Vo} = \frac{1}{30} E_o$$

$$K_V = 12.8 K_{Vo} B_V^{-\frac{3}{4}}$$

$$B_V = \sqrt{A_V}$$

$$A_V = \pi D d, \quad d: \text{矢板の直径}$$

$$\text{底面せん断地盤反力係数 } K_S = \frac{1}{3} K_V$$

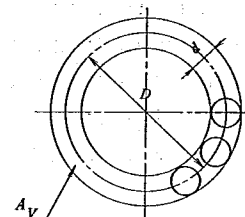


図-1.6.11

(5) 外力条件

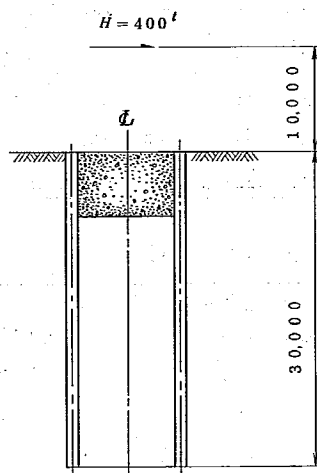


図-1.6.12

(6) 計算ケースとモデル

表-1.6.1に計算ケースと地盤反力係数等を各々示す。表-1.6.1の5つの計算ケースに対して、表-1.6.2に示す4つのモデルについて計算を行なった。図-1.6.13～図-1.6.17に各計算ケースのモデルを示してある。

(7) 天端水平変位と  $D/L$  の関係

天端水平変位特性をみるために、図-1.6.18に示すように、 $D/L$  (井筒径/根入れ長) とモデルA～Dについて整理した。 $\eta_B / \eta_A$  (モデルBの天端水平変位/モデルAの天端水平変位) について、 $D/L$  が変化してもほとんど変化がない。モデルA、Bの違いは、頂版と矢板の結合部が剛結かヒンジかの違いだけである。それ故、天端水平変位はその結合条件にほとんど左右されないということがいえよう。

一方、 $\eta_D/\eta_C$  について、 $0.5 < D/L < 1.0$  の範囲で大体 1.5 程度である。上記範囲においてくい基礎（モデル D、C は継手剛性がゼロ）の場合、頂版部の結合条件の違いでかなりの開きがあり、ヒンジ結合の方が剛結に比べて 1.5 倍程度大きいということがいえよう。

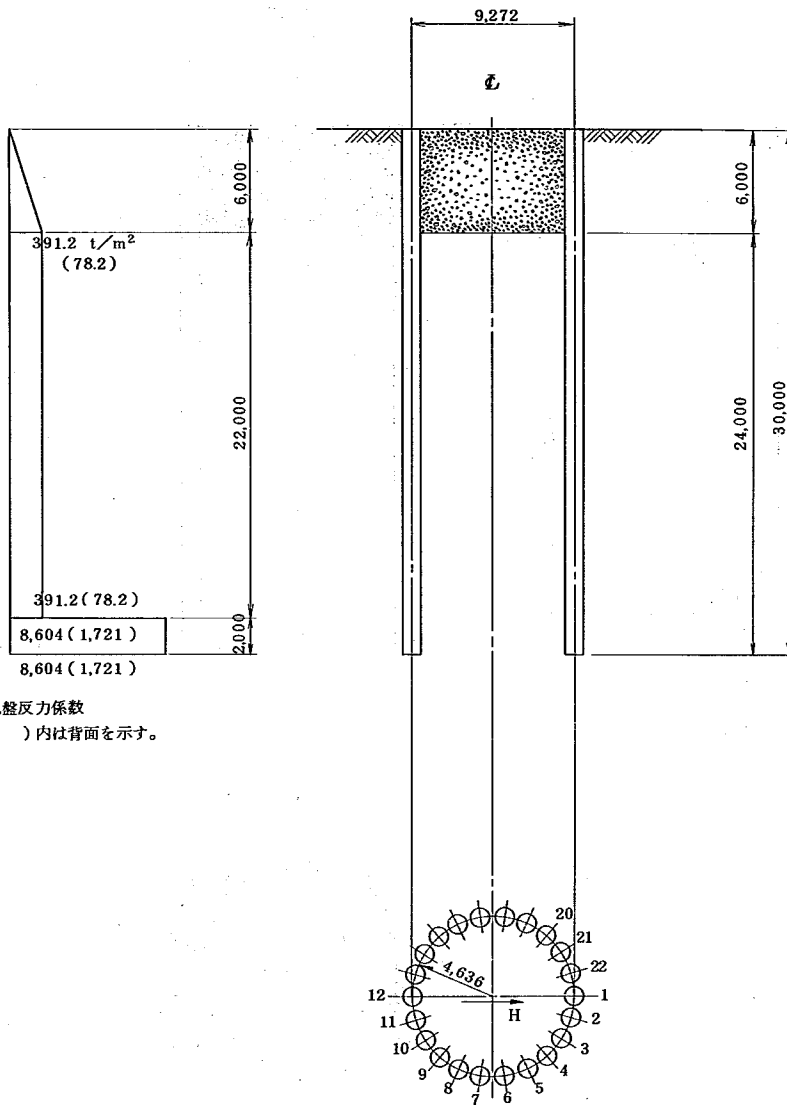
矢板式基礎とくい基礎の違いは、 $D/L$  が 1.0 に近づくにつれくい基礎とした方が変位が大きくなり、 $D/L = 1.0$  の時でくい基礎の方が 1.5 倍程度大きくなっている。（ $\eta_C/\eta_A$  の曲線から）

表- 1.6.1 計算ケースと地盤反力係数

| ケース<br>番号 | 矢板<br>本数 | 井筒径<br>$D$ (m) | $D/L$ | 地盤反力係数 ( $t/m^2$ ) |          |               |          |          |               |       |       |
|-----------|----------|----------------|-------|--------------------|----------|---------------|----------|----------|---------------|-------|-------|
|           |          |                |       | 第 1, 2 層           |          |               | 第 3 層    |          |               | 底面    |       |
|           |          |                |       | $K_{H1}$           | $K_{H2}$ | $K_{HS}, K_Z$ | $K_{H1}$ | $K_{H2}$ | $K_{HS}, K_Z$ | $K_V$ | $K_S$ |
| ①         | 22       | 9.272          | 0.309 | 391.2              | 2.9      | 78.2          | 8604     | 8604     | 1721          | 48000 | 16000 |
| ②         | 28       | 11.800         | 0.393 | 357.3              | 27.7     | 71.5          | 7860     | 7860     | 1572          | 43850 | 14620 |
| ③         | 42       | 17.700         | 0.590 | 306.9              | 74.3     | 61.4          | 6752     | 6752     | 1350          | 37660 | 12550 |
| ④         | 50       | 21.072         | 0.702 | 287.5              | 96.3     | 57.5          | 6324     | 6324     | 1265          | 35280 | 11760 |
| ⑤         | 72       | 30.344         | 1.011 | 250.8              | 148.7    | 50.2          | 5516     | 5516     | 1103          | 30770 | 10260 |

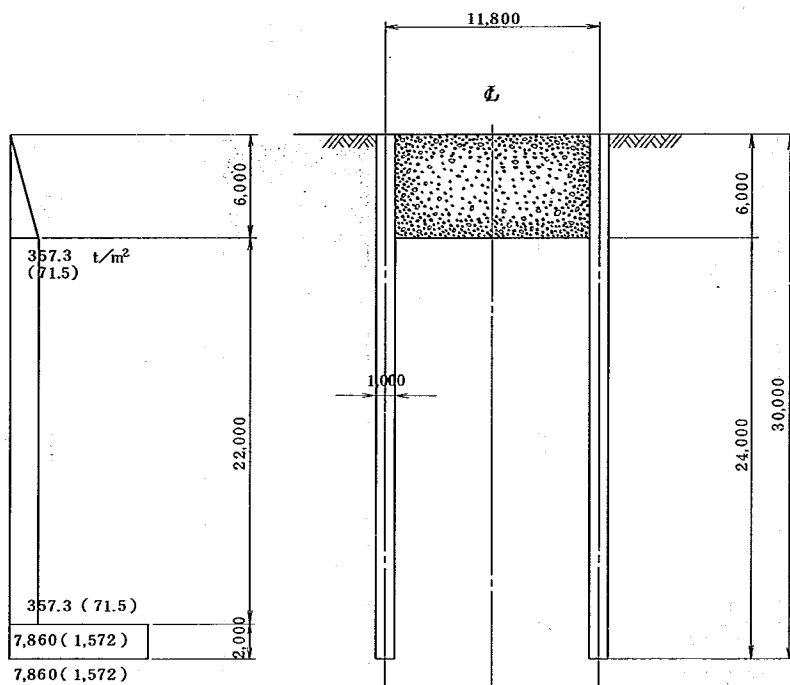
表- 1.6.2 計算モデル

| モデル | 井筒天端の境界条件 | 継手のせん断剛度 $G_J$ |
|-----|-----------|----------------|
| A   | 頂版と矢板は剛結  | 30000 $t/m^2$  |
| B   | " ヒンジ結合   | 30000 "        |
| C   | " 剛結      | 0 (杭基礎)        |
| D   | " ヒンジ結合   | 0 (杭基礎)        |



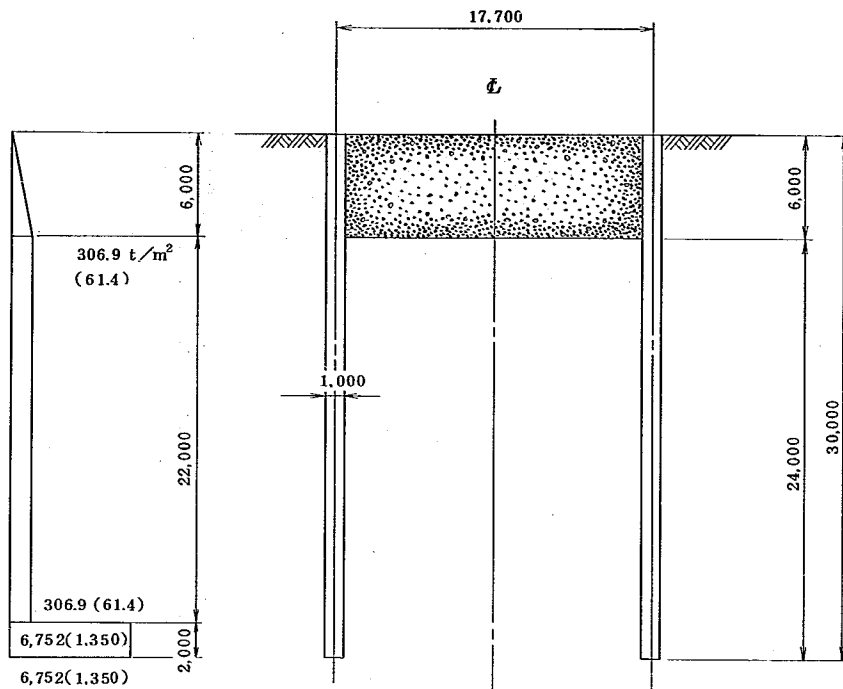
地盤反力係数  
( )内は背面を示す。

図 - 1.6.1.3 計算ケース①



地盤反力係数  
( )内は背面を示す

図-1.6.14 計算ケース②



地盤反力係数  
( ) 内は背面を示す

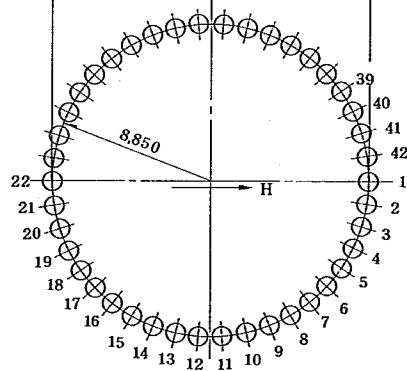


図- 1.6.1 5 計算ケース③

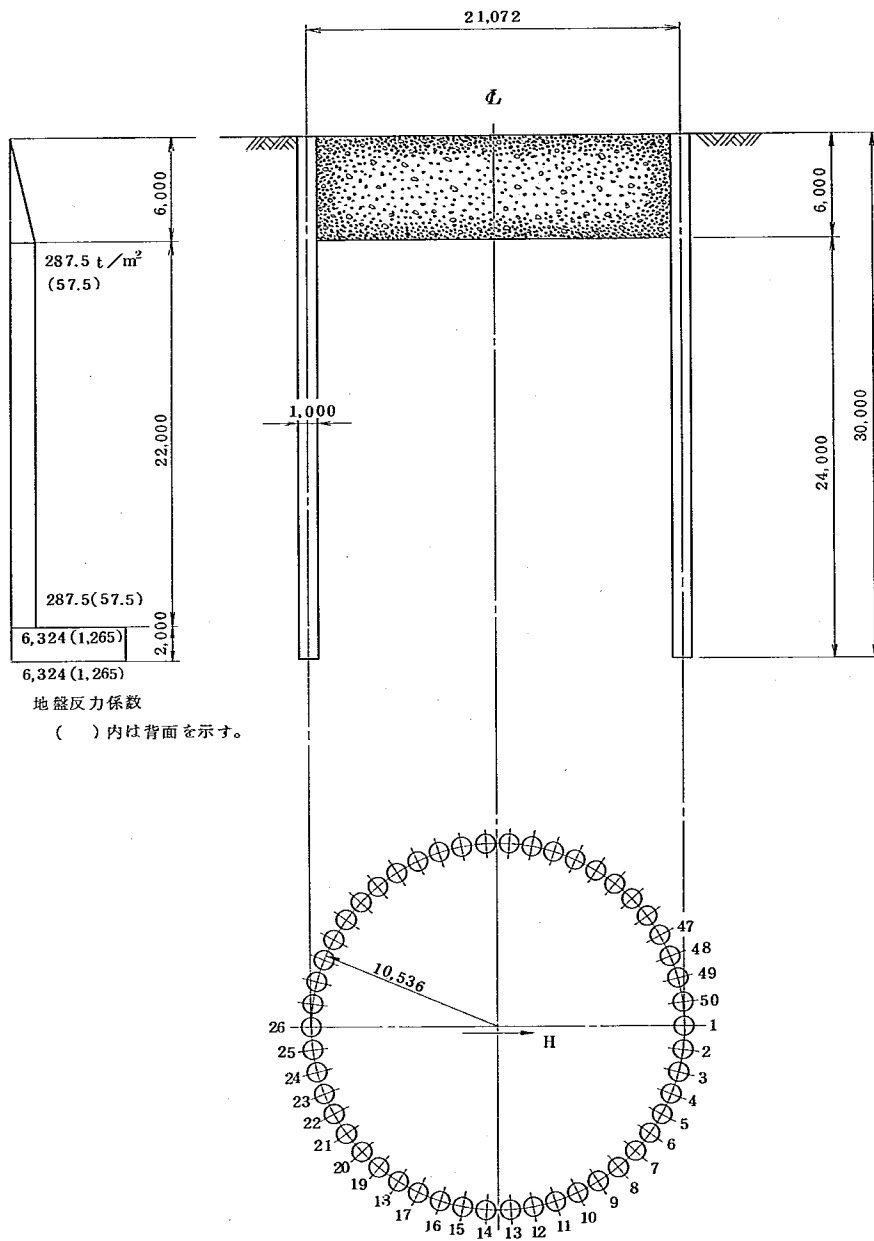
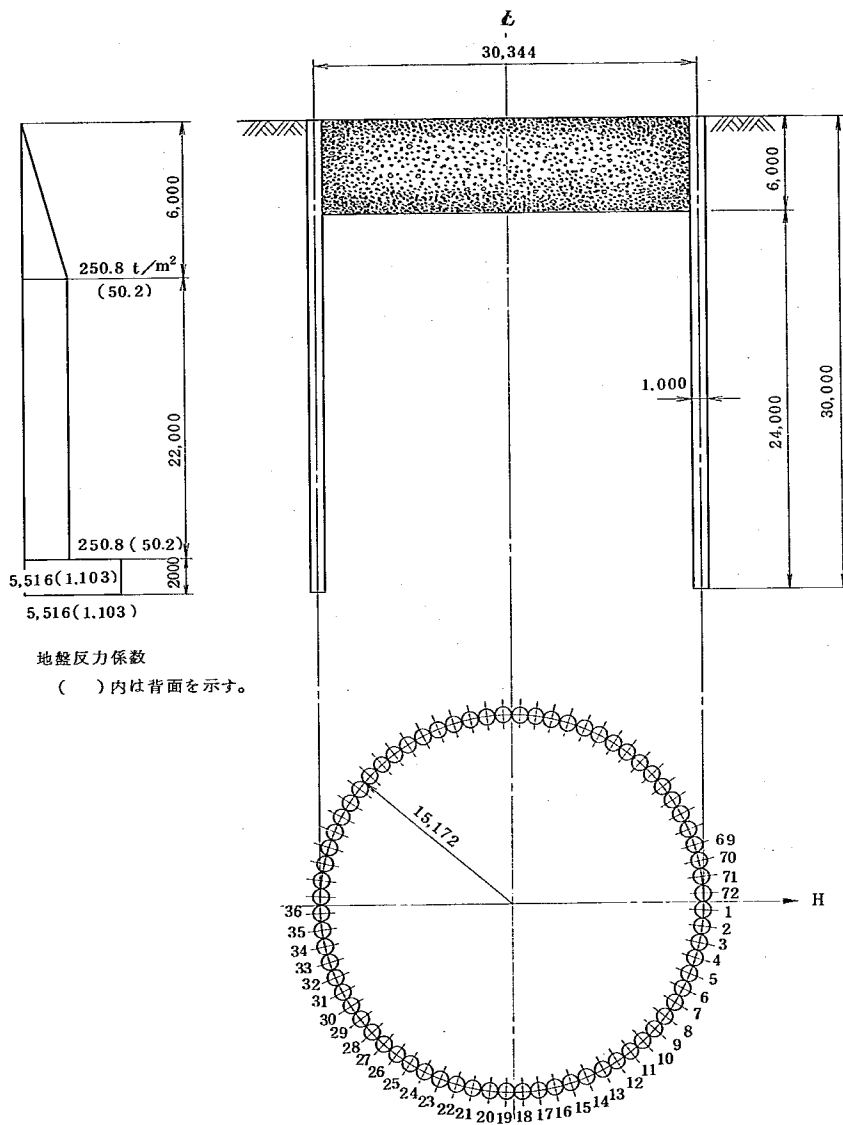


図-1.6.16 計算ケース④



地盤反力係数  
( )内は背面を示す。

図- 1.6.1 7 計算ケース⑤

$\eta$  : 井筒天端 ( 頂版下端 ) の水平変位

$\eta_A$  : モデル A

$\eta_B$  : " B

$\eta_C$  : " C

$\eta_D$  : " D

| ケース番号 | $\eta_A^{mm}$ |
|-------|---------------|
| ①     | 11.50         |
| ②     | 8.15          |
| ③     | 4.60          |
| ④     | 3.63          |
| ⑤     | 2.26          |

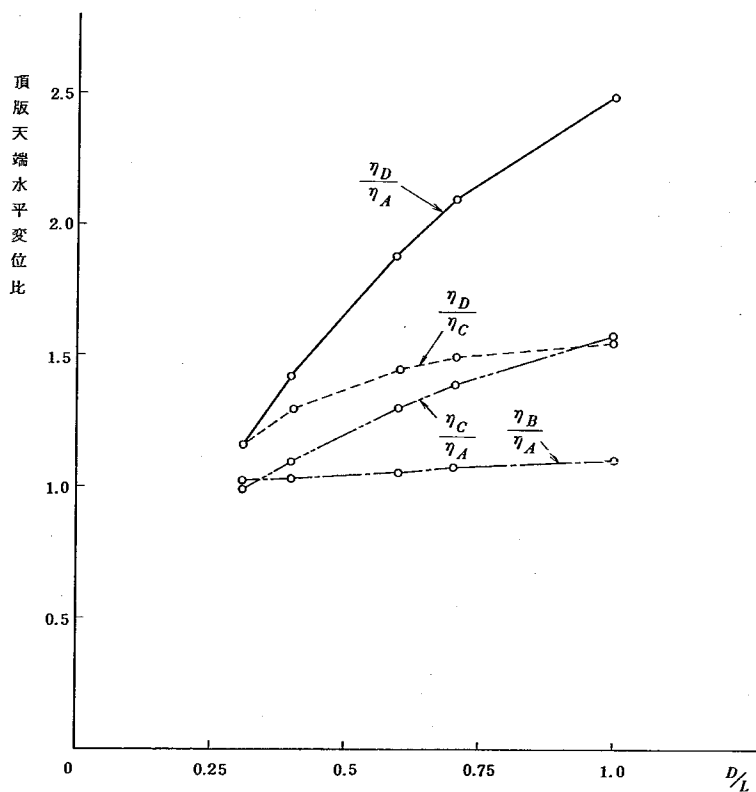


図- 1.6.1 8 各モデルに対する井筒天端 ( 頂版下端 ) の水平変位比

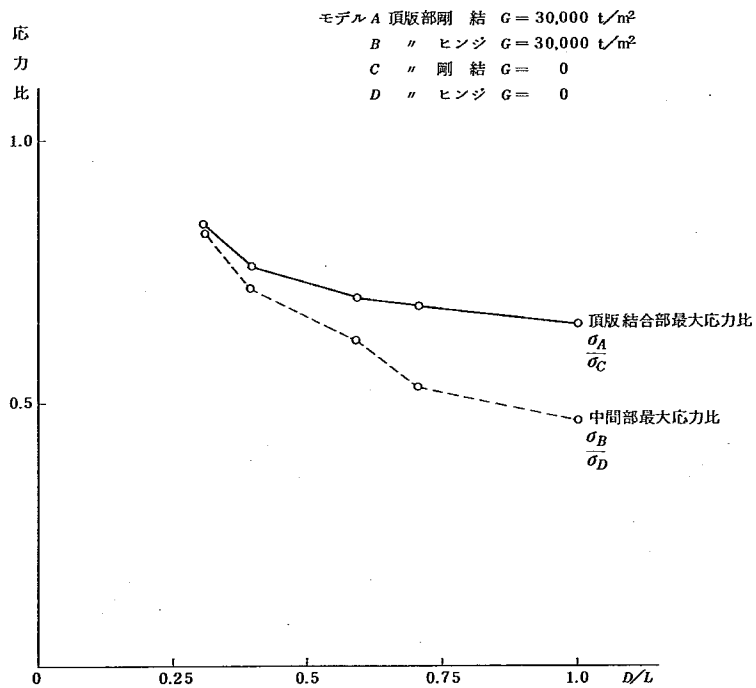


図-1.6.19 各モデルに対する応力と  $D/L$  の関係

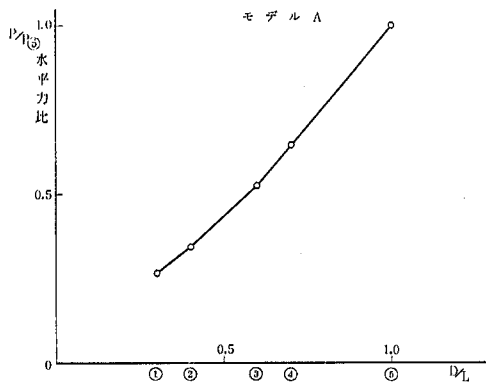


図- 1.6.2 0  $D/L$  に対する耐力比

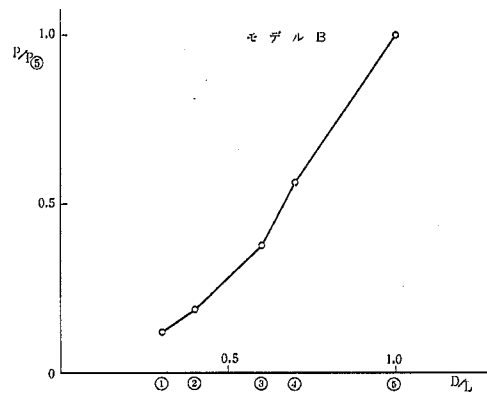


図- 1.6.2 1  $D/L$  に対する耐力比

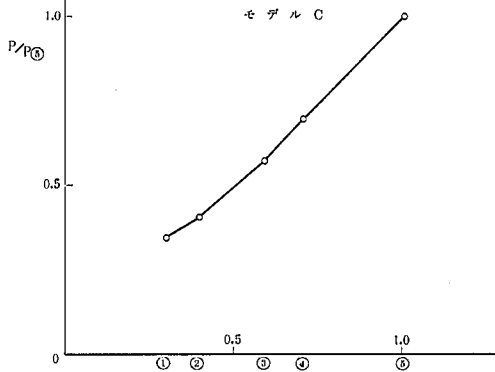


図- 1.6.2 2  $D/L$  に対する耐力比

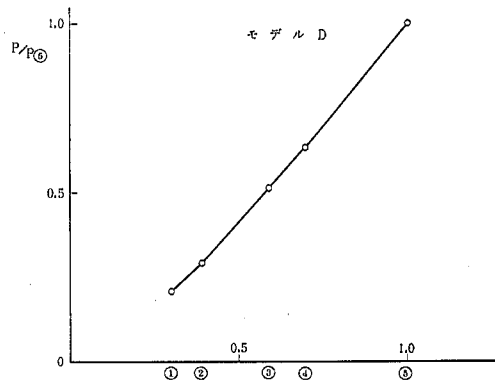


図- 1.6.2 3  $D/L$  に対する耐力比

#### (8) 応力分布と $D/L$ の関係

設計をする場合、矢板頭部の応力は頂版と矢板の結合が剛結されている時に、また、中間部の応力は頂版と矢板の結合がヒンジの時として矢板の設計応力を求めるのが合理的であると考えられる。このことから矢板式基礎の計算 ( $A, B$  モデル) は、くい基礎の計算 ( $C, D$  モデル) に比べて応力がどの程度低下するかを分析した。図 - 1.6.19 に示すように縦軸に応力比 (矢板式基礎 / くい基礎)、横軸に  $D/L$  をとってある。 $D/L$  が 1.0 に近づくにつれ応力比は低下していく。継手が十分な耐力を持つなら、井筒径が大きくなる程くい基礎に比べて矢板式基礎は有利になっていくといえる。しかし、それだけ継手にかかる負担は増大することになる。

#### (9) 水平力に対する耐力特性

各モデル  $A, B, C, D$  について、 $D/L$  に対する耐力比を求めた。この比較を行なうため、矢板の最大応力を各ケースで一定として補正してある。この結果から、矢板式基礎 (モデル  $A, B$ ) の場合も、くい基礎 (モデル  $C, D$ ) の場合も根入れ長を一定とすると、井筒径にほぼ比例して水平耐力が増大することを示している。(図 - 1.6.20 ~ 図 - 1.6.23 参照)

一般に矢板式基礎の全体挙動は井筒規模によって単ぐいのものから、矢板式基礎独特のもの、群ぐいというふうに変化していく。基礎径が小さい場合 (10m 程度まで)、ほぼ単ぐいの挙動を示す。この場合は継手が非常に有効に働き、継手によって各矢板の一体性が保たれることを意味している。基礎径が比較的大きい場合 (10m ~ 25m 程度)、ケーソンと群ぐいの中間的な挙動を持つようになり、現在用いられている鋼管矢板の継手強度を考慮すると、最も効率的に全体特性を有利に保つことができ、矢板式基礎の最も適した寸法範囲といえよう。それ以上基礎径が大きくなると、現状での継手の構造や施工法では各矢板の一体性を保つには継手強度が不足し、群ぐいの挙動に近くなってくる。それ故、非常に規模の大きい矢板式基礎においては、適当な隔壁を設け、かつより強い継手を使用する必要がある。

## 7. 各種計算式の比較

矢板式基礎に適用可能な計算式として、土研で開発した三次元有限要素解析、第2篇以下に示す設計計算式、弾性床上の梁の式、及び現行法等がある。これらの計算式において最も精度のよい解を与えるのが第一の方法である。しかし実用性を考えると、複雑かつ非常に計算時間を多く必要とするのが欠点である。特殊な規模のもの、あるいは設計法のチェックをするのに用いるのがよい。第2の方法は実用的な計算法として、最も適した方法である。第3、第4の方法を用いる場合かなり適用範囲を制約して用いる必要があると思われる。あと考えられる方法としては、くい計算に用いられるものがある。継手剛性を無視する場合有用な方法になる。しかし第2の方法は継手剛性をゼロとすればくい計算法に一致するので、それをカバーしている。

### 7.1 各種計算式による比較

石狩大橋、衣浦大橋を例として各種計算式の比較を試みた。地盤バネ定数等の計算条件はすべて等しくしてある。変形については、計算式の違いよりも地盤バネ定数による違いの方が大きいので比較を省略した。水平力に対して最前列にある矢板の深さ方向の応力分布についてのみ比較した。図-1.7.1が石狩大橋の例について、図-1.7.2が衣浦大橋の例について各々示してある。この結果から、棒理論（弾性床上の梁の式）、現行法は他の方法と大きく応力分布形状が異なることがわかる。

### 7.2 実測値と計算値との比較

川崎製鉄水島製鉄所雨天岸壁に用いられた立ち上がり式の矢板式基礎の実測値と比較してみた。計算式は土研で開発した電算プログラム（図-1.7.1における継手のずれ、断面変形、井筒周長線の伸張変形を考慮した方法、前述した第1の方法にあたる）から求めたものである。その比較例は図-1.7.3に示してある。計算値は非常によく実測値をとらえている。

一方、首都高速道路公団で行なわれた現場実験との比較も行なった。図-1.7.4に計算モデル及び地盤モデルを示してある。比較は第2篇で示す計算法（継手のずれを考慮した法）で継手剛性を有限にした場合とゼロにした場合（くい基礎の計算法にあたる）及び上記の場合と同じ第1の方法である。図-1.7.5に深さ方向の応力分布の比較をしてある。また同様に、図-1.7.6に横断面方向の応力分布、図-1.7.7に継手のせん断流分布、図-1.7.8に矢板の水平分布を各々示した。これらの実測値の対応から、第2篇で示す計算法は十分な精度で計算できることがわかる。

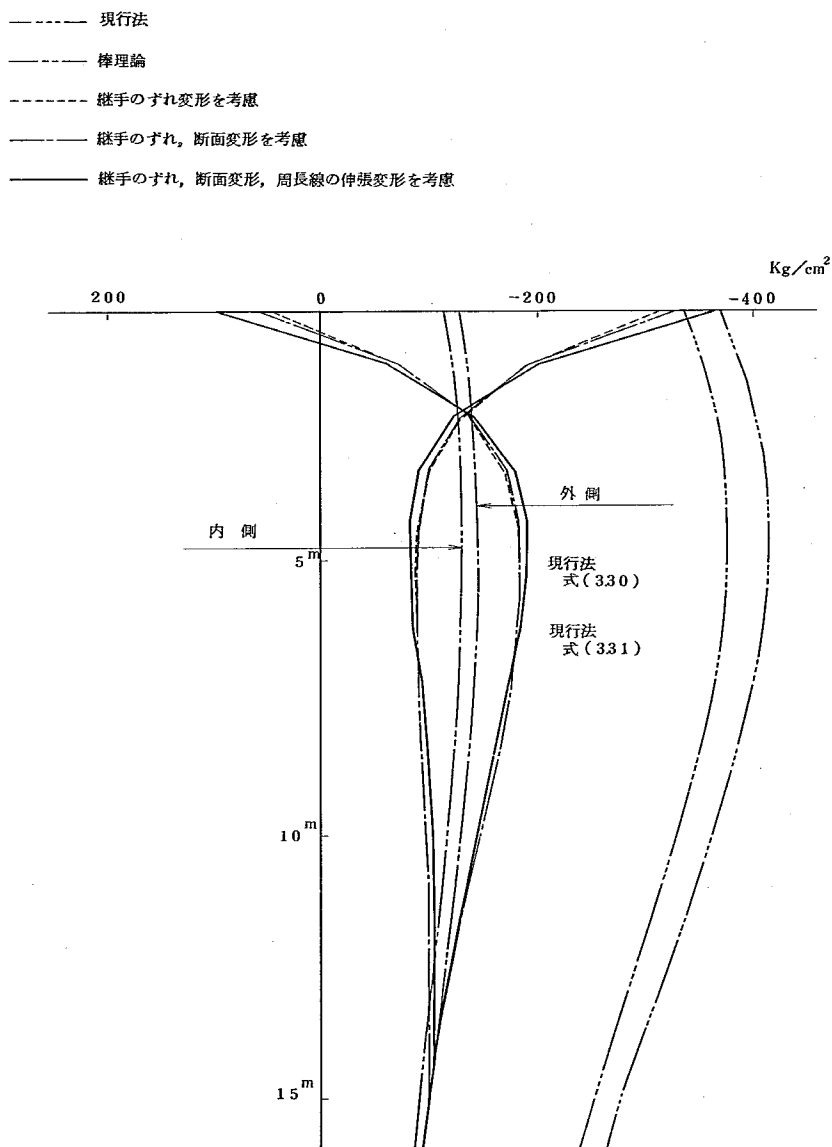


図- 1.7.1 石狩大橋 矢板 1 の応力度

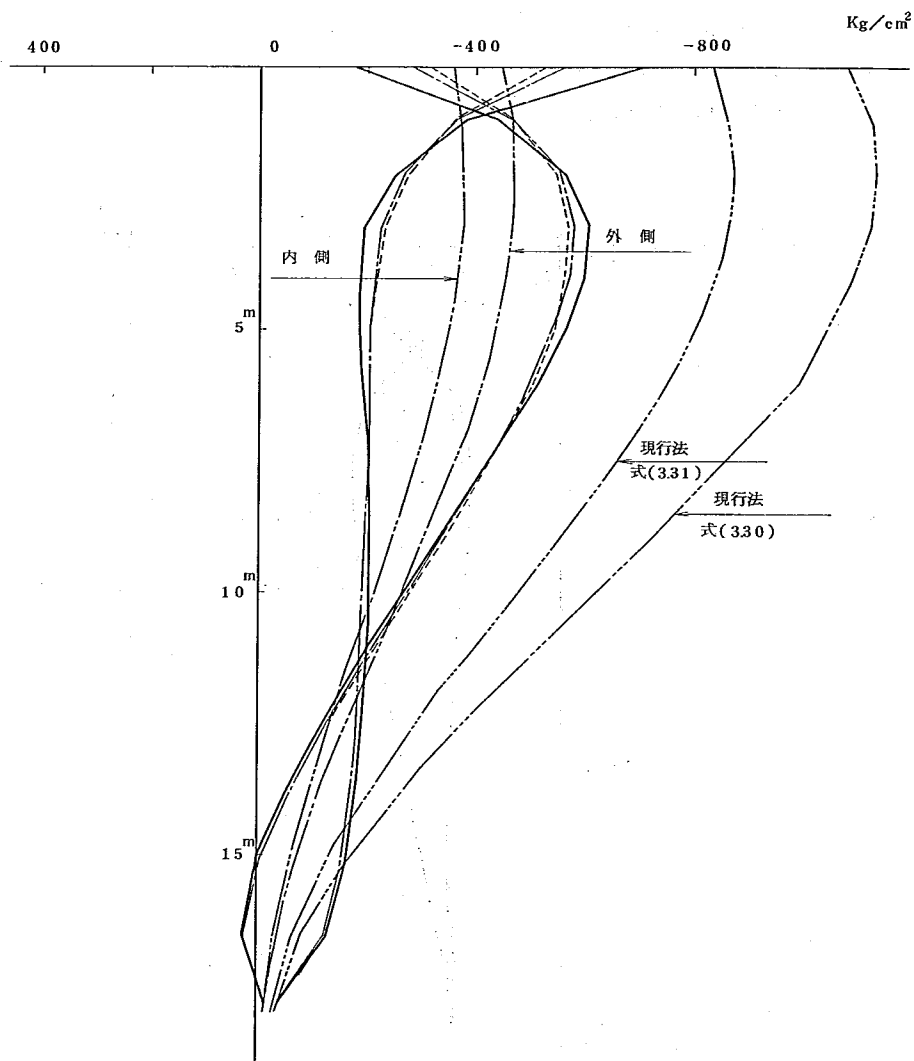


図 - 1.7.2 衣浦大橋 矢板 1 の応力度

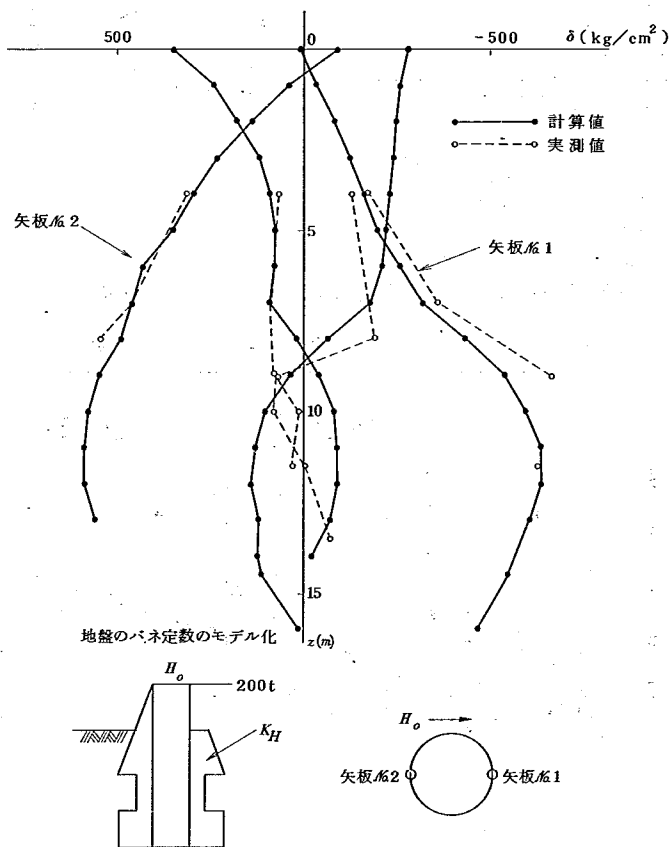


図- 1.7.3 計算値と実測値による応力分布の比較  
(川崎製鉄水島製鉄所雨天岸壁)

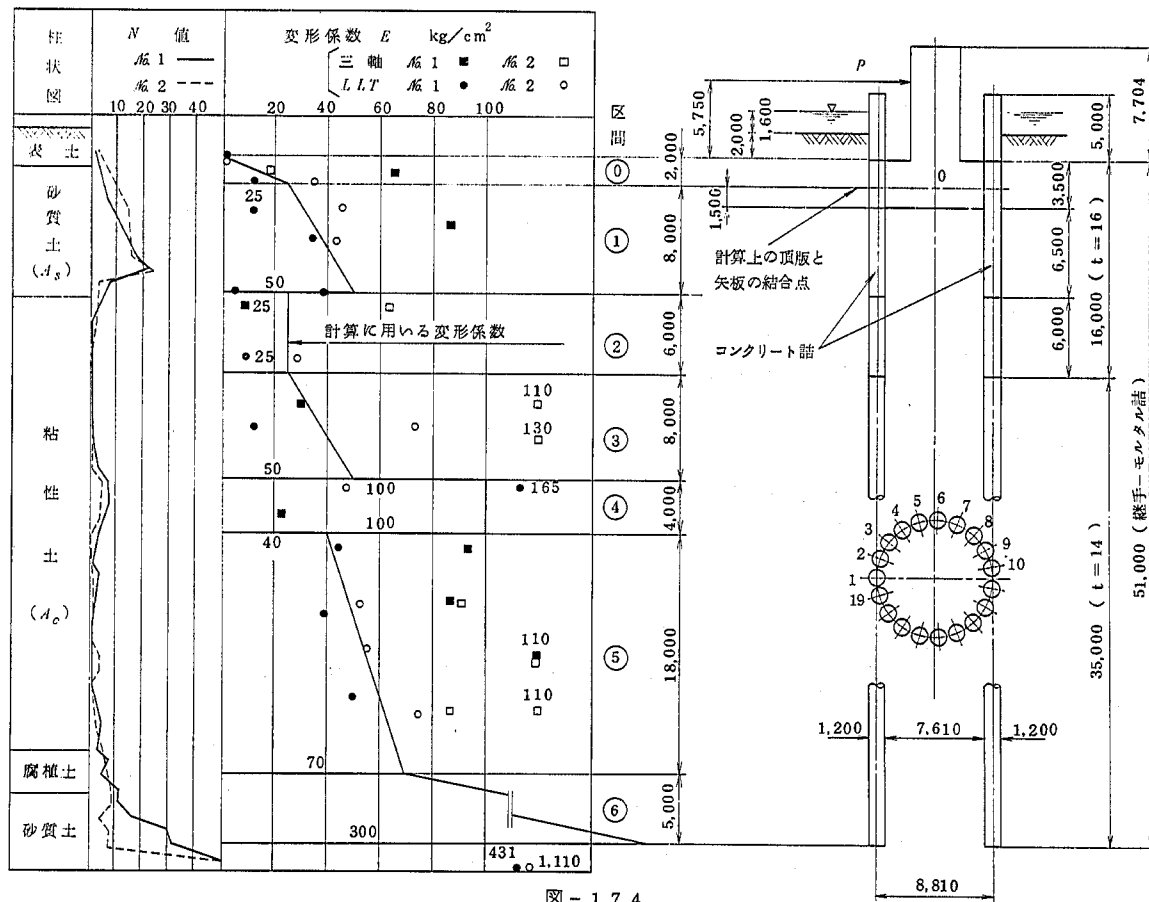


図 - 1.7.4

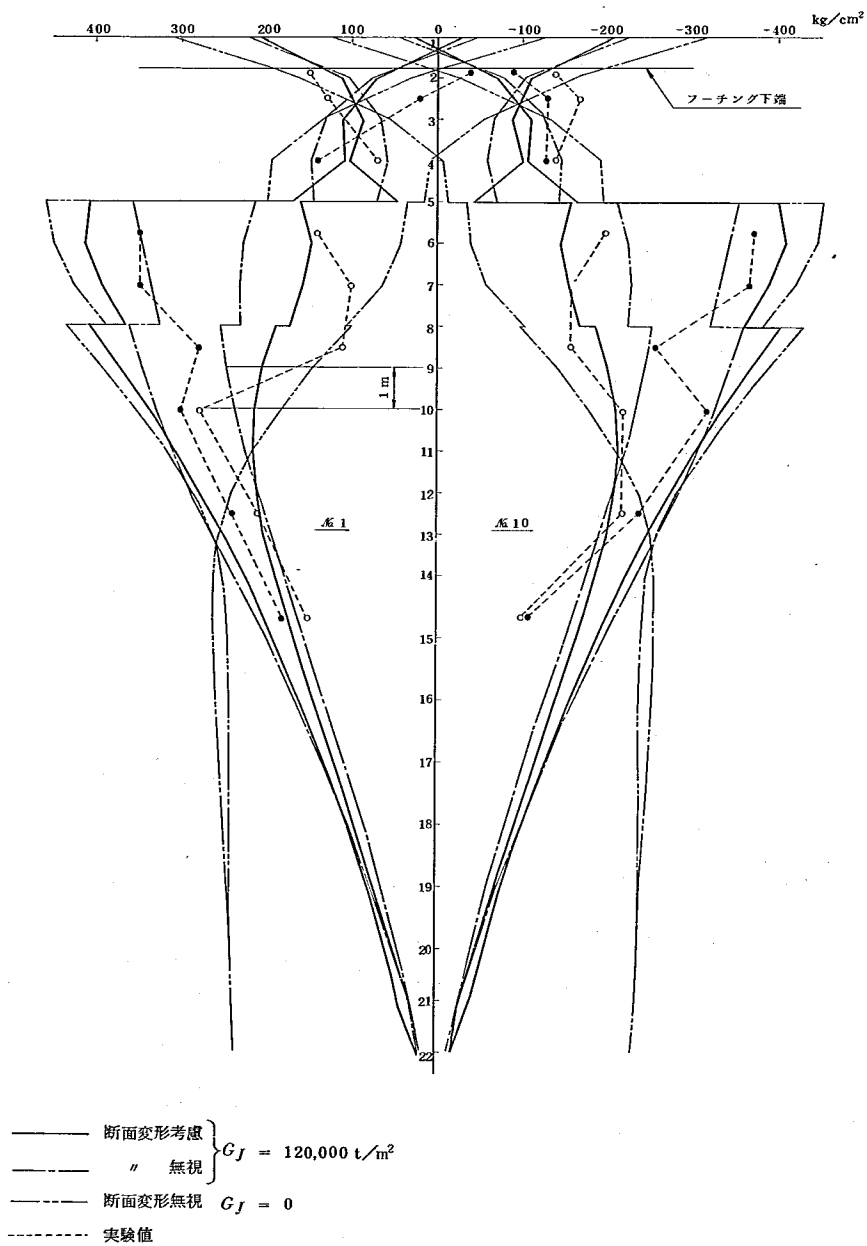


図 - 1.7.5 矢板の応力度

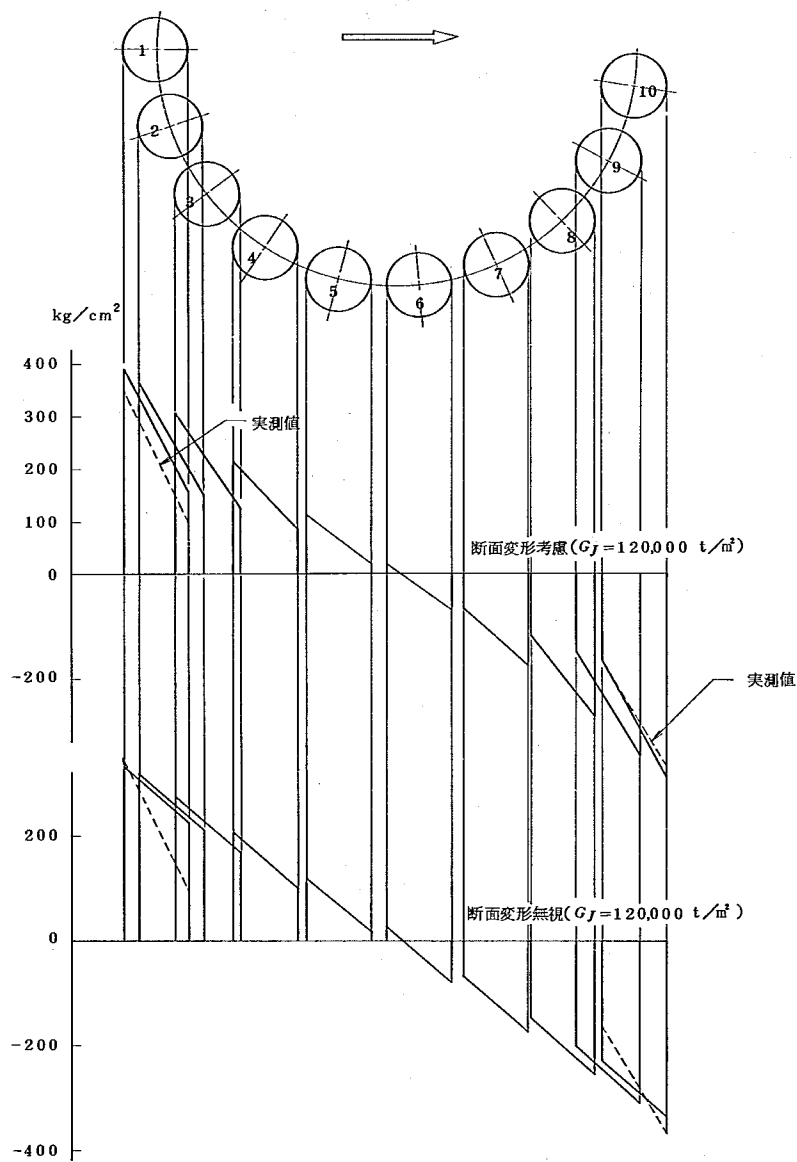
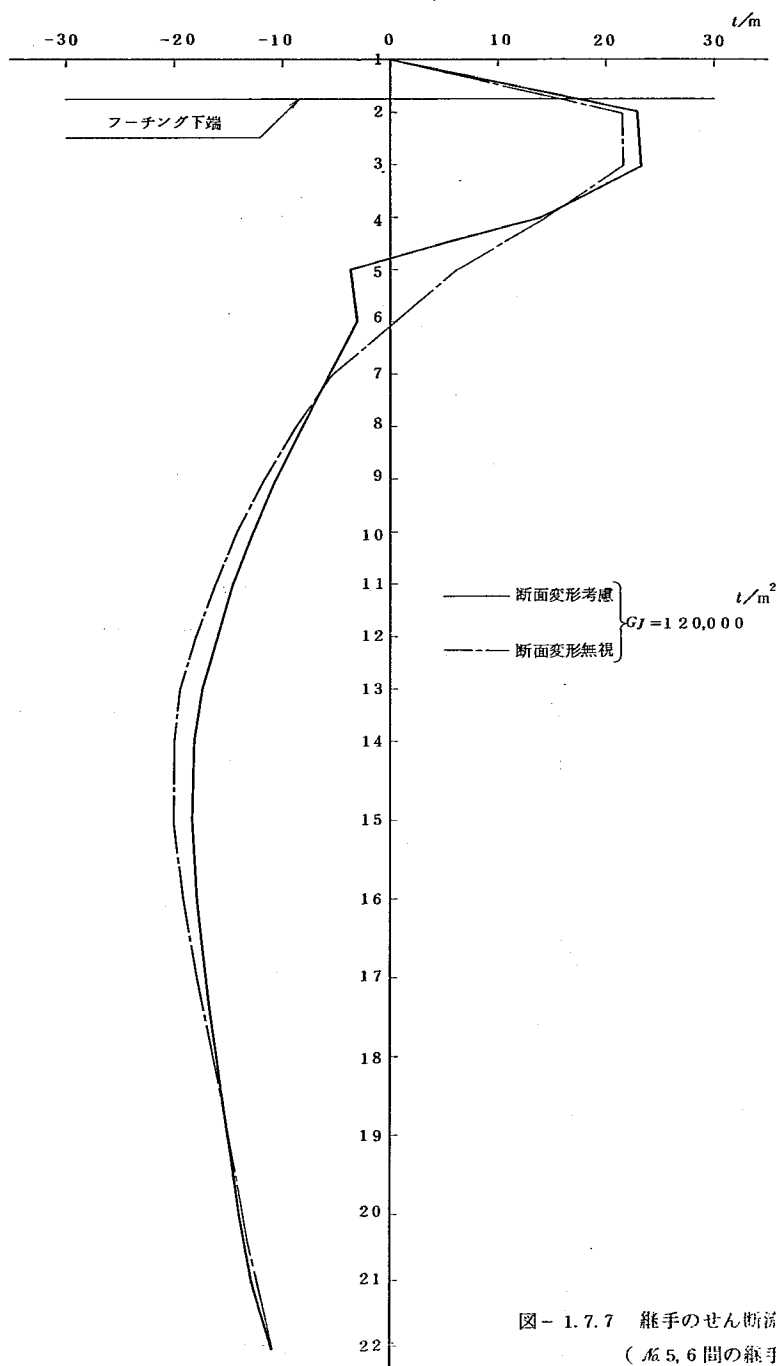


図- 1.7.6 井筒断面上の直応力分布 (Point 7 断面)



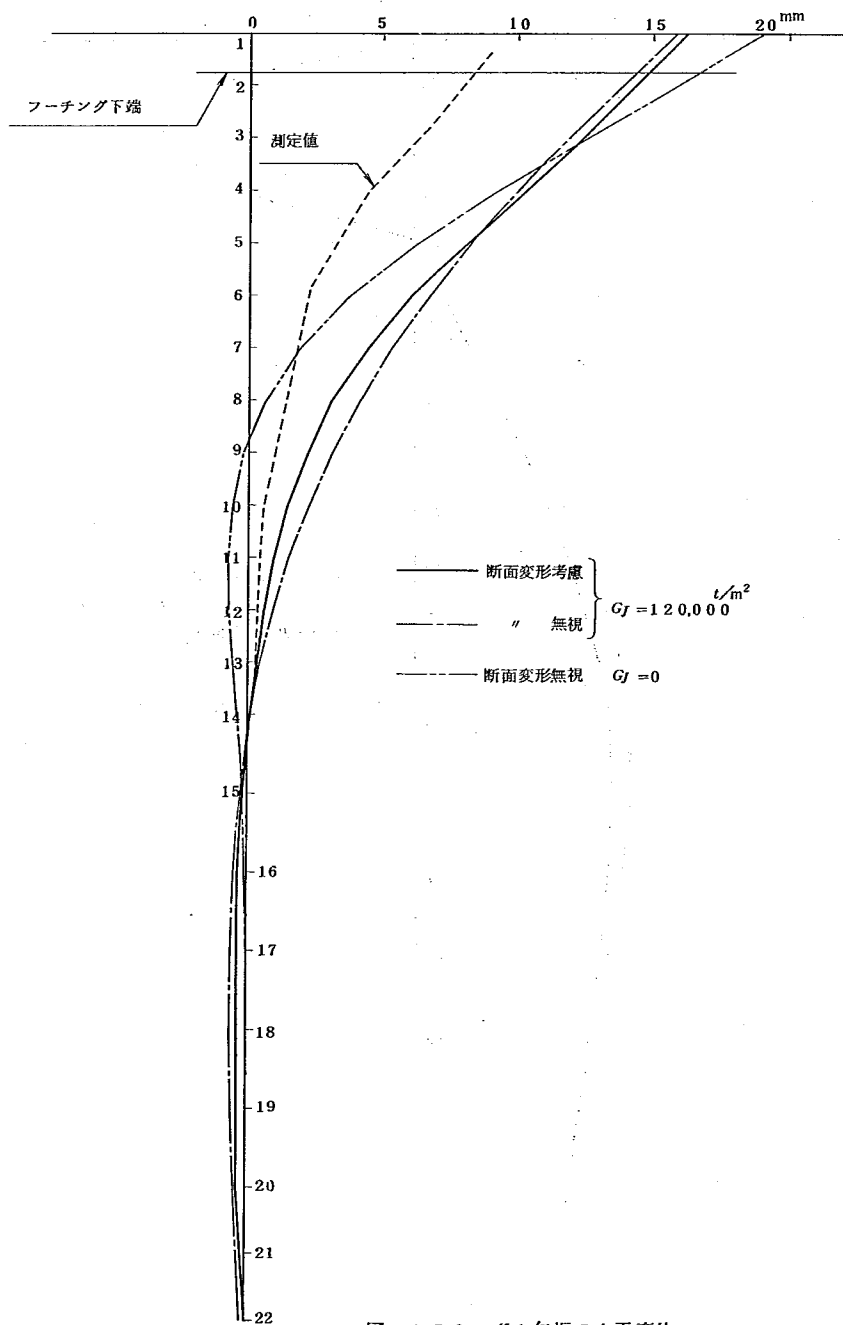


図-1.7.8 №1 矢板の水平変位

## あ と が き

矢板式基礎の設計法を念頭において、構造的な特徴、各種計算式の信頼性等について述べてきたが、これらを受けて矢板式基礎の設計計算法が一応確立されるに至った。設計計算式については第2篇以降で詳述するが、この設計法は従来からの深い基礎に対してすべて適用可能であり、基礎の設計法の統一化に一步踏み出したといえる。

## 第2篇 設計計算式

## 第2篇 設計計算式

### 目 次

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 1 ま え が き .....                  | 5 3 |
| 2 井筒の変位場 .....                   | 5 5 |
| 2.1 前 提 .....                    |     |
| 2.2 仮想井筒の変位 .....                |     |
| 2.3 各矢板の変位場 .....                |     |
| 2.4 継手のずれ変位 .....                |     |
| 3 地 盤 抵 抗 .....                  | 6 0 |
| 3.1 側面地盤の抵抗 .....                |     |
| 3.2 井筒内部土の抵抗 .....               |     |
| 3.3 底面地盤の抵抗 .....                |     |
| 4 つり合い式と境界条件 .....               | 6 2 |
| 5 応力と変位の関係 .....                 | 6 4 |
| 5.1 矢板の断面力 .....                 |     |
| 5.2 井筒の断面力 .....                 |     |
| 5.3 継手のせん断流 .....                |     |
| 5.4 地盤反力の合力 .....                |     |
| 6 変位表示のつり合い式 .....               | 6 7 |
| 7 矢板の断面力と井筒の断面力の関係 .....         | 6 8 |
| 8 頂版と矢板の結合 .....                 | 6 9 |
| 9 有限要素の剛性方程式 .....               | 7 1 |
| 9.1 変 位 関 係 .....                |     |
| 9.2 井筒の有限要素のつり合い式 .....          |     |
| 9.3 複合要素のつり合い式 .....             |     |
| 10 考 察 .....                     | 7 9 |
| 10.1 継手のせん断流と矢板のせん断力 .....       |     |
| 10.2 仮定 (iv) について .....          |     |
| 10.3 ケーソン基礎と杭基礎への適用 .....        |     |
| 10.4 せん断変形を考慮した弾性床土のはりとの対応 ..... |     |
| 10.5 設計計算へ応用するための留意点 .....       |     |

## 1. ま え が き

矢板式基礎は、ケーソン基礎とくい基礎の中間的な力学的特性をもつと評価されている。また大径の矢板式基礎のように井筒径と根入れ長が同じ程度のもものでは、くい基礎に近い性状を示すという報告もある。これらの評価は、矢板間の継手にせん断応力の伝達能力があるので井筒全体が1つの棒として働こうとする機能があることを示していると同時に、その継手のずれ変形が大きいために個々の矢板が個別に変形しようとする重ねばり的な挙動も顕著に示すことを表わしている。近年、矢板式基礎が盛んに使用されている理由として仮締切工を兼用できるという施工上の経済性も特筆できるが、このような継手のせん断剛度を期待するとくい基礎に比べ矢板の応力が軽減されるという点も見逃がせない。

この他に矢板式基礎では箱桁のダイアフラムのような断面変形を阻止する部材を配置できないので、実験結果をみると井筒断面の変形による影響と考えられるものが見受けられる。この井筒断面の変形を起こさせる要因として主に2つのものが考えられる。すなわち、その1つは継手のずれ抵抗が一部の矢板の曲げ剛性を見掛上高めるように働くため矢板間に水平変位差が生ずるためであり、他の1つは地盤反力が各矢板に均一に作用しないことによる。

矢板に均一に地盤反力が作用しない原因としては、矢板式基礎では矢板が密着して打設されるため、くい基礎という群ぐい効果と同様の効果がより顕著に表われることがまず第一に考えられる。この他実物の載荷試験ではあまり目立たないのであるが、模型試験においては井筒前面の矢板と背面の矢板にかなりの応力差のあるものが見受けられることから、井筒前面の圧縮に対する地盤反力係数と背面の引張に対する地盤反力係数に差があることも予想される。通常のケーソンの設計では便宜的に引張側の地盤反力係数を考えていないが、実際はこれは不合理な考え方である。なぜなら常時地盤には静止土圧があるので、ケーソンの変位とともに背面の引張側では静止土圧から土圧は減少し主働土圧へ移行すると考えられ、これに対して引張のバネを仮定できるからである。しかし通常のケーソンでは断面が剛であるので、井筒外周に沿っての地盤反力係数の分布形状は問題とならず、その合計値のみが安定計算において必要となるので、現行の設計法のような便宜的な設計法も可能なわけである。これに対し断面剛を仮定できない矢板式基礎の井筒においては井筒外周に沿っての地盤反力係数の強度分布が問題となり、従来の基礎構造物には見られない問題点が提起されている。

この他、井筒内部の地盤は、矢板によって完全に井筒側面の外部地盤と隔離され、井筒の底面地盤とだけ連続性を保つことになるので、細長い矢板式基礎と太短いものでは内部土の抵抗機構も当然変化すると考えられる。

このように矢板式基礎には各種の因子が複雑にからまっているのであるが、現行の設計法では、井筒を1本の棒とした通常の弾性床上のはりの基本式を用いて比較的簡単に扱っているため、種々の荷重の組合せを考えると、設計々算法としても必ずしも満足すべきものとはなっていない。矢板式基礎はくい基礎的な挙動も顕著に示すものであることは先にも述べたが、くい基礎においては、くい頭部に地中部のくい曲げモーメントとは向きが逆である大きなくい頭拘束モーメントが発生すると同

様に、矢板式基礎においても頂版と矢板の結合点では各矢板に比較的大きな拘束モーメントが発生する。このことは現場載荷試験でも確認されてきているが、現行の設計法の一番の欠点はこの拘束モーメントを計算できない点にある。さらに仮締切工を兼用する場合、矢板施工時の応力が封入されるので問題となる。設計々算法は簡便であることは必要条件であるが、このような問題点を生む原因は矢板式基礎の基本的な性状を基本式の中に組み入れていないことによる。

本報告はこのような現状を考慮して、より合理的な計算法を検討するものであるが、先にも述べたように矢板式基礎に影響する因子は従来基礎構造物に比べると多く、また複雑であるので、これらを全て基本式の中に組み入れると非常に煩雑なものとなり、およそ設計々算には不向きなものとなろう。またこれらの因子のうち、とくに地盤の耐力機構に関するものは未解決の問題が多く、今後早急にデーターとして整理されることは望めないので、考えられる因子を全て組み入れても無意味である。そこで本報告では設計々算として複雑にならない範囲で矢板式基礎の基本的な性質を組み入れ、かつ種々の断面形状の矢板式基礎に適用できることを念頭において基本式の誘導を行った。そのため井筒の断面変形による影響は無視したが、ここで求めた基本式は継手のせん断剛度を無限大にすると弾性体としてのケーソンを表現でき、また継手のせん断剛度を零とすると変位を考慮したくい基礎の式となり、矢板式基礎がケーソンとくい基礎の中間的な存在であることを文字通り数式上で表現している。したがって現行の設計々算法に比較するとより良く矢板式基礎の特性を把握できるものとなっているが、井筒の断面変形の影響は必ずしも無視できるものではないので、この影響については現場載荷試験データーや断面変形を考慮した数値計算との比較によって何らかの補正方法を今後検討していくことにしている。

## 2. 井筒の変位場

### 2.1 前 提

図-2.2.1(a)に示すような井筒断面を考え、井筒の断面の重心Cに原点を有するX, Y座標を井筒の断面主軸と一致するように選び、井筒の軸方向にはZ座標を設定する。また、図-2.2.1(b)に示すように矢板の重心点を連ねる仮想の薄肉断面を考え、この薄肉断面から成る井筒を仮想井筒とよぶことにする。この仮想井筒は単に不連続体を連続的に扱うための便宜的なものであり、各矢板の重心軸はこの仮想井筒に固定されていると考える。

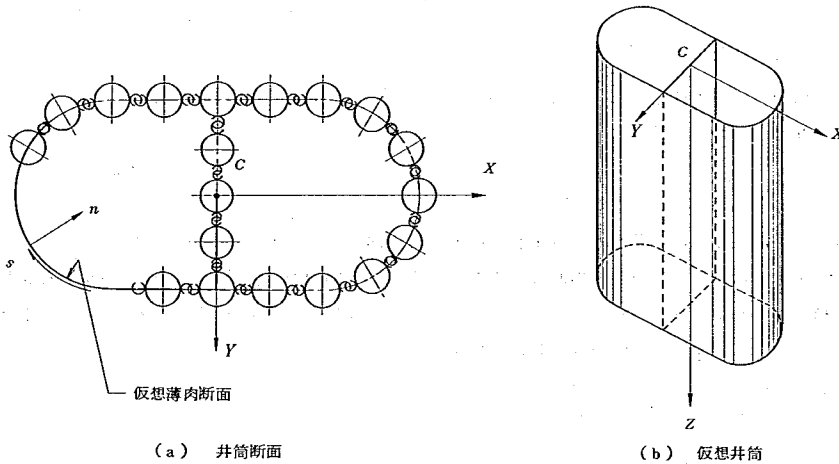


図-2.2.1 井筒と座標

井筒の変位場を求めるため、まずはこの仮想井筒の変形に対し次の仮定を行う。

(i) 仮想井筒の断面は変形しない。

(ii) せん断変形は生ずるが、断面は平面を保持する棒として働く。

この仮定(i), (ii)は仮想井筒が俗にいうティモシェンコ・ビームとして働くことを意味する。各矢板の変形に対しては、せん断変形を無視した通常の棒理論を適用し、

(iii) 矢板断面は変位後も矢板中心軸に直交する平面を保持する。

と仮定する。この他に、井筒の断面や仮想井筒と矢板の関係に関し次のような前提条件を置く。

(iv) 井筒の断面構成はY軸に關し対称とする。すなわち、矢板の断面とその配置は勿論のこと、

継手のせん断剛度、矢板に作用する地盤バネ係数もY軸に關し対称とする。

(v) 仮想薄肉断面の板厚中心線の接線は矢板の重心軸位置において矢板の断面主軸と一致してい

ると考える。

(vi) 仮想井筒の板厚中央面に矢板の重心軸は固定されており、矢板の重心軸は仮想井筒の板厚中央面と同じ変位をする。

また外力条件は次のように定める。

(vii) 外力は YZ 平面内に作用する。すなわち、水平外力の合力は Y 方向を向き、Y 軸上にあり、鉛直 (Z 方向) 外力の合力も Y 軸上にある。

したがって、前提(vi), (vii)により X 軸方向の変位は生じないことになる。

## 2.2 仮想井筒の変位

仮想井筒の一般点の X, Y, Z 方向の変位をそれぞれ u, v, w と表わすと、仮定(i), (ii)により、

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial X} = 0, & \varepsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial Y} = 0 \\ \gamma_{yz} &= \frac{\partial v}{\partial Z} + \frac{\partial w}{\partial Y} = \beta(Z) \end{aligned} \right\} \quad (2.1 a \sim c)$$

である。前記の前提条件により、X 軸方向の変位は生じないから、上式を積分し、

$$\left. \begin{aligned} u &= 0 \\ v &= v_c \\ w &= w_c - Y(v'_c - \beta) \end{aligned} \right\} \quad (2.2 a \sim c)$$

を得る。ここに  $v_c$ ,  $w_c$  は井筒の断面重心点の Y, Z 方向変位であり、 $( )' = d( )/dZ$  を表わす。

図-2.2.1 に示すように仮想薄肉断面の板厚中心線に沿う座標を s, それと直交する座標を n とし、s 軸上 (板厚中心線上,  $n=0$ ) の s, n 方向の変位成分をそれぞれ  $\xi^*$ ,  $\eta^*$  とする。また X, Y 座標と s, n 座標間での方向余弦の s 軸上の値を

$$l^* = \left( \frac{\partial X}{\partial s} \right)_n = 0, \quad m^* = \left( \frac{\partial Y}{\partial s} \right)_n = 0 \quad (2.3 a, b)$$

と表わすと、座標変換により

$$\left. \begin{aligned} \xi^* &= l^* u + m^* v = m^* v_c \\ \eta^* &= -m^* u + l^* v = l^* v_c \end{aligned} \right\} \quad (2.4 a, b)$$

となる。

## 2.3 各矢板の変位場

図-2.2.2 に示すように、各矢板の重心軸上に原点を有する局所座標  $x, y$  を導入し、矢板重心位置における s 軸の接線と一致するように  $x$  軸を定める。 $y$  軸の正の向きは、s 座標の増加する方向に定める。矢板の重心軸の変位の  $x, y, z$  方向成分をそれぞれ  $(\xi_0)_i$ ,  $(\eta_0)_i$ ,  $(\zeta_0)_i$  と表わす。ここに  $( )_i$  は括弧の中の量が矢板(i)に関する量であることを表わす。今後、添字 i は、矢板(i)または次節の継手(i)を表わすのに用い、これに対して他の添字を用いることは無い。X, Y 座標と矢板の局所座標  $x, y$  間の方向余弦を

$$l_0 = \frac{\partial X}{\partial x}, \quad m_0 = \frac{\partial Y}{\partial x} \quad (2.5 a, b)$$

とすると、前提(i)により

$$\begin{aligned} (l_0)_i &= l^*(s = s_i), \\ (m_0)_i &= m^*(s = s_i) \end{aligned} \quad (2.6 a, b)$$

であるから、

$$\left. \begin{aligned} (\xi_0)_i &= \xi^*(s = s_i, Z) \\ &= (m_0)_i \cdot v_c \\ (\eta_0)_i &= \eta^*(s = s_i, Z) \\ &= (l_0)_i \cdot v_c \\ (\zeta_0)_i &= w(Y = Y_i, Z) \\ &= v_c - Y_i(v_c' - \beta) \end{aligned} \right\} \quad (2.7 a \sim c)$$

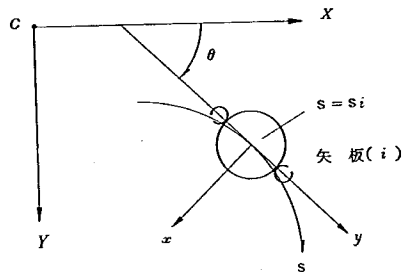


図-2.2.2 矢板の局所座標

となる。ここに、 $Y_i$  は矢板(i)の重心軸のY座標

である。今後、誤解のない限り $( )_i$ や $Y_i$ の添字iは省略して表わすことがある。

個々の矢板の一般点の変位成分を $x, y, z$ 方向に $(\xi)_i, (\eta)_i, (\zeta)_i$ と表わすと、仮定(iii)により、これらは次のようになる。ただし $( )_i$ は省略して表わす。

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \xi_0, \quad \eta = \eta_0 \\ \zeta &= \zeta_0 - x\xi_0' - y\eta_0' \end{aligned} \right\} \quad (2.8 a \sim c)$$

したがって、矢板の軸方向ひずみは

$$\varepsilon_z = \zeta' = \zeta_0' - x\xi_0'' - y\eta_0'' \quad (2.9)$$

となる。

表記上の便利のために、 $s, n$ 座標や方向余弦 $l^*, m^*$ を定義してきたが、要は矢板の断面主軸に選んだ局所座標 $x, y$ と全体座標 $X, Y$ 間の方向余弦を求めておけばよいわけである。井筒の矢板の多くは、図-2.2.2に示すように矢板の重心と鋼管の中心は一致するとみなせ、さらに継手は $x$ 軸上にあるが、井筒外壁と隔壁の交点や長方形断面の井筒の隅角部では、継手を矢板の断面に算入すると、 $x, y$ 座標は図-2.2.3のようになる。また式(2.5)に示す方向余弦の具体的な値は図-2.2.2のように角度 $\theta$ の正の向きを定めると、

$$l_0 = \cos \theta, \quad m_0 = \sin \theta \quad (2.10 a, b)$$

である。

## 2.4 継手のずれ変位

矢板(i)とそれに継手で結合される矢板を $(i+1)$ とし、その間の継手を継手(i)とする。継手は図-2.2.4に示すようにモデル化し、継手のせん断面は矢板(i)の局所座標で、

$$x = x_i, \quad y = y_i$$

矢板 $(i+1)$ の局所座標で

$$x = x_{i+1}, \quad y = y_{i+1}$$

の位置にあるとする。このとき継手(i)のずれ変位

$(\triangle \zeta)_i$ は、

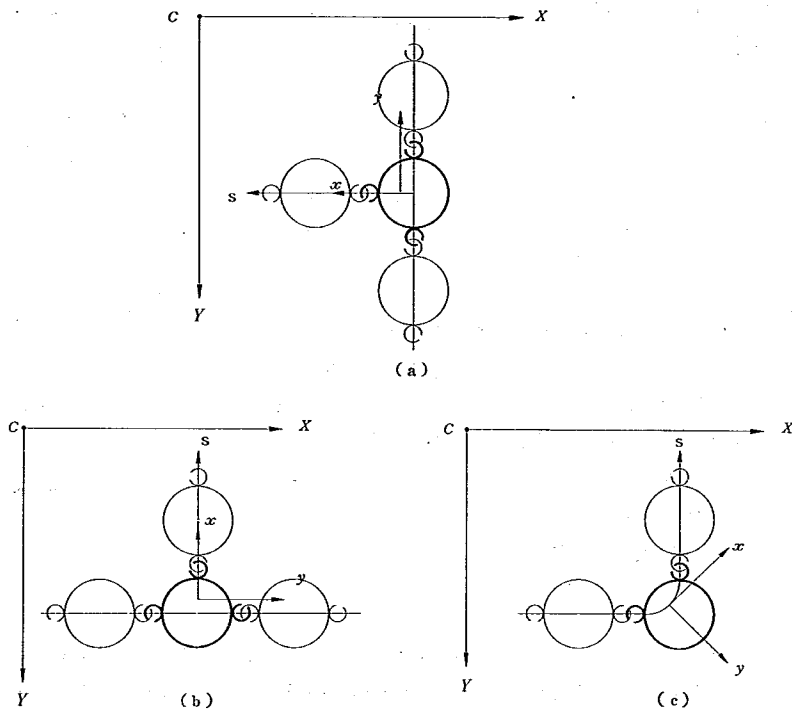


図- 2.2.3 隅角部や外壁と隔壁の交点における矢板の局所座標

$$(\Delta \zeta)_i = \{ \zeta(x = x_i, y = y_i, Z) \}_i - \{ \zeta(x = x_{i+1}, y = y_{i+1}, Z) \}_i \quad (2.11)$$

で計算される。上式に式(2.8), (2.7)を代入し,

$$\begin{aligned} (\Delta Y)_i &= (Y_{i+1} - Y_i) \\ &= (m_0)_i x_i - (m_0)_{i+1} x_{i+1} \\ &\quad + (l_0)_i y_i - (l_0)_{i+1} y_{i+1} \end{aligned} \quad (2.12)$$

の関係を用いると,

$$(\Delta Q)_i = -(\Delta Y)_i \beta \quad (2.13)$$

となる。

この2.5節のはじめに, 矢板と継手の番号を連

続的につけるような記述をしたが, 式(2.13)からわかるように, 矢板番号とは無関係に継手に番

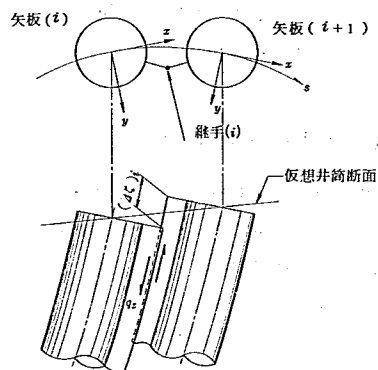


図- 2.2.4 継手のずれ変位

号をつけ、その継手で結ばれている2つの矢板の重心軸のY座標の差をとり、それを $\Delta Y$ とすればよいわけである。

### 3. 地 盤 抵 抗

#### 3.1 側面地盤の抵抗

側面地盤抵抗は、図-2.3.1に示すように、矢板の重心軸に沿って分布する  $x$ ,  $y$ ,  $z$  方向の分布バネ  $(k_x)_i$ ,  $(k_y)_i$ ,  $(k_z)_i$  として扱えるものとする。したがって、矢板が受ける地盤反力は矢板の中心軸に作用し、その  $x$ ,  $y$ ,  $z$  方向成分をそれぞれ  $(P_{rx})_i$ ,  $(P_{ry})_i$ ,  $(P_{rz})_i$  と表わすと、

$$\left. \begin{aligned} (P_{rx})_i &= (k_x \xi_0)_i \\ (P_{ry})_i &= (k_y \eta_0)_i \\ (P_{rz})_i &= (k_z \zeta_0)_i \end{aligned} \right\} \quad (3.1a \sim c)$$

となる。

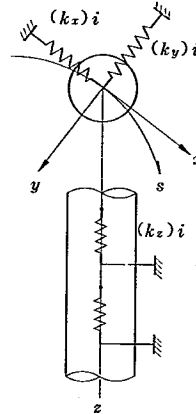


図-2.3.1 矢板の地盤バネ

#### 3.2 井筒内部上の抵抗

式(2.1b)に示す井筒のせん断変形に伴い、とくに比較的細長い井筒においては、井筒内部の土もこれに近い状態でせん断変形を受け、図-2.3.2に示すように矢板に対し

$$\tilde{\tau}_{yz} = \tilde{G} \gamma_{yz} = \tilde{G} \beta \quad (3.2)$$

なる抵抗力を与えられと考えられる。ここに  $\tilde{G}$  は井筒内部の土のせん断変形に対する変形係数である。

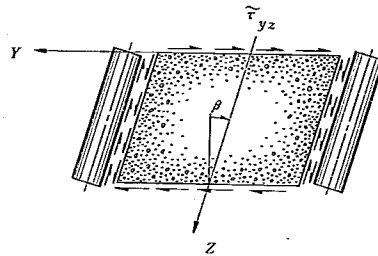


図-2.3.2 内部土のせん断抵抗

#### 3.3 底面地盤の抵抗

井筒の底面地盤の抵抗も側面地盤の場合と同様に、矢板底面の重心軸位置に作用する  $x$ ,  $y$ ,  $z$  方向のバネ  $(K_x)_i$ ,  $(K_y)_i$ ,  $(K_z)_i$  で表わせるとし、矢板底面の重心軸位置に作用する  $x$ ,  $y$ ,  $z$  方向の底面地盤反力  $(P_{rx})_i$ ,  $(P_{ry})_i$ ,  $(P_{rz})_i$  を

$$\left. \begin{aligned} (P_{rx})_i &= (K_x \xi_0)_i \\ (P_{ry})_i &= (K_y \eta_0)_i \\ (P_{rz})_i &= (K_z \zeta_0)_i \end{aligned} \right\} \quad (3.3a \sim c)$$

と表わす。

## 4. つり合い式と境界条件

仮想仕事の原理により、つり合い式と境界条件を求める。矢板の中心軸に作用する分布外力と両端断面に表面力を受けつり合っている井筒に対し仮想仕事の原理は、次のように表わせる。

$$\begin{aligned} & \int_{z_1}^{z_2} \left[ \sum_i \{ \int_{A_p} \sigma_z \delta \epsilon_z dA_p + P_{rz} \delta \xi_0 + P_{ry} \delta \eta_0 + P_{rz} \delta \zeta_0 \}_i + \sum_i \{ q_z \delta (\Delta \zeta) \}_i \right. \\ & \quad \left. + \int_{\tilde{A}} \tilde{\tau}_{YZ} \delta r_{YZ} d\tilde{A} \right] dz \\ & - \int_{z_1}^{z_2} \sum_i \{ P_x \delta \xi_0 + P_y \delta \eta_0 + P_z \delta \zeta_0 \}_i dz - \left[ \nu_z \sum_i \{ \int_{A_p} (\bar{P}_x \delta \xi + \bar{P}_y \delta \eta + \bar{P}_z \delta \zeta) dA_p \}_i \right. \\ & \quad \left. + \nu_z \int_{\tilde{A}} \bar{P}_Y \delta v d\tilde{A} \right]_{z_1}^{z_2} = 0 \end{aligned} \quad (4.1)$$

ここに、 $\sum_i ( )_i$  は、 $( )$  内の個々の矢板や継手に関する量を矢板や継手に関して総和をとることを表わす。また  $\int_{A_p} dA_p$  は個々の矢板の断面について積分することを表わし、 $\int_{\tilde{A}} d\tilde{A}$  は内部土の断面について積分することを表わす。他の記号については次のようである。

$z_1, z_2$  : 井筒両端の  $z$  座標

$(\sigma_z)_i$  : 矢板 $(i)$ の  $z$  方向直応力

$(q_z)_i$  : 継手 $(i)$ のせん断流

$(P_x)_i, (P_y)_i, (P_z)_i$  : 矢板 $(i)$ の重心軸に作用する  $x, y, z$  方向の分布外力

$(\bar{P}_x)_i, (\bar{P}_y)_i, (\bar{P}_z)_i$  : 矢板 $(i)$ の両端断面に分布して作用する  $x, y, z$  方向外力

$\bar{P}_Y$  : 内部土の両端断面に分布して作用する  $Y$  方向外力

$\nu_z$  : 井筒両端断面の外向き単位法線ベクトルの  $z$  座標の正方向成分

井筒の両端断面は、 $z$  軸に直交しているので、 $z_2 > z_1$  のとき、

$$\nu_z = \begin{cases} -1 & , \quad (z = z_1) \\ 1 & , \quad (z = z_2) \end{cases} \quad (4.2)$$

である。

式 (2.1c), (2.2b), (2.7) ~ (2.9) を式 (4.1)

に代入し

$$\left. \begin{aligned} (N_p)_i &= \left( \int_{A_p} \sigma_z dA_p \right)_i \\ (M_{xp})_i &= \left( \int_{A_p} \sigma_z x dA_p \right)_i \\ (M_{yp})_i &= \left( \int_{A_p} \sigma_z y dA_p \right)_i \end{aligned} \right\} \quad (4.3 a \sim c)$$

$$\left. \begin{aligned} N &= \sum_i (N_p)_i, \quad M^* = \sum_i (N_p Y)_i \\ M &= \sum_i (N_p Y - m_0 M_{xp} + l_0 M_{yp})_i \end{aligned} \right\} \quad (4.4 a \sim c)$$

$$\left. \begin{aligned} P_{rH} &= \sum_i (m_0 P_{rx} + l_0 P_{ry})_i \\ P_{rV} &= \sum_i (P_{rz})_i, \quad m_{rV} = \sum_i (P_{rz} Y)_i \end{aligned} \right\} \quad (4.5 a \sim c)$$

$$\tilde{Q}_E = \int_{\tilde{A}} \tilde{\tau}_{YZ} d\tilde{A} \quad (4.6)$$

$$\left. \begin{aligned} P_H &= \sum_i (m_0 P_x + l_0 P_y)_i \\ P_V &= \sum_i (P_z)_i, \quad m_v = \sum_i (P_z Y)_i \end{aligned} \right\} \quad (4.7 \text{ a} \sim \text{c})$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{Q} &= \sum_i \{ \int_{A_p} (m_0 \bar{P}_x - l_0 \bar{P}_y) dA_p \}_i + \int_A \bar{P}_Y dA \\ \bar{N} &= \sum_i \{ \int_{A_p} \bar{P}_z dA_p \}_i \\ \bar{M}^* &= \sum_i \{ Y \int_{A_p} \bar{P}_z dA_p \}_i \\ \bar{M} &= \bar{M}^* + \sum_i \{ m_0 \int_{A_p} \bar{P}_z x dA_p + l_0 \int_{A_p} \bar{P}_z y dA_p \}_i \end{aligned} \right\} \quad (4.8 \text{ a} \sim \text{d})$$

と表わすと<sup>注-1)</sup>、式(4.1)は次のようになる。

$$\begin{aligned} & \int_{Z_1}^{Z_2} \{ N \delta w_c' - M \delta v_c'' + M^* \delta \beta' + P_{TH} \delta v_c + P_{TV} \delta w_c \\ & \quad - m_{TV} \delta (v_c' - \beta) - \sum_i (q_z \triangle Y)_i \delta \beta + \bar{Q}_E \delta \beta \} dZ \end{aligned} \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} & - \int_{Z_1}^{Z_2} \{ P_H \delta v_c + P_v \delta w_c - m_v \delta (v_c' - \beta) \} dZ \\ & - \left[ v_z \{ \bar{Q} \delta v_c + \bar{N} \delta w_c - \bar{M} \delta v_c' + \bar{M}^* \delta \beta \} \right]_{Z_1}^{Z_2} = 0, \end{aligned}$$

上式を変位パラメータ  $v_c, w_c, \beta$  に関して部分積分を行うと、これらの変位パラメータの変分量の係数から、つり合式と力学的境界条件が次のように求まる。これらのつり合い式や力学的境界条件にかかる変分量を参考として式の最後に記しておく。

(つり合い式)

$$\left. \begin{aligned} -M'' + P_{TH} - P_H + (m_{TV} - m_v)' &= 0, \quad (\delta v_c) \\ -N' + P_{TV} - P_v &= 0, \quad (\delta w_c) \\ -M^* - \sum_i (q_z \triangle Y)_i + \bar{Q}_E + m_{TV} - m_v &= 0, \quad (\delta \beta) \end{aligned} \right\} \quad (4.10 \text{ a} \sim \text{c})$$

( $Z = Z_1, Z_2$  における力学的境界条件)

$$\left. \begin{aligned} v_z \bar{Q} - (M' - m_{TV} + m_v) &= 0, \quad (\delta v_c) \\ v_z \bar{M} - M &= 0, \quad (\delta v_c) \\ v_z \bar{N} - N &= 0, \quad (\delta w_c) \\ v_z \bar{M}^* - M^* &= 0, \quad (\delta \beta) \end{aligned} \right\} \quad (4.11 \text{ a} \sim \text{d})$$

注-1) 式(4.4)~(4.8)において $(\cdot)_i$ 内の $Y$ は矢板重心軸の $Y$ 座標を意味する。今後も同様に表現する。

## 5. 応力と変位の関係

### 5.1 矢板の断面力

この5.1節では、1つの矢板に着目するので、 $( )_i$  は全て省略して表わす。矢板材のヤング係数をEとすると矢板の直応力と変位の関係は式(2.9)により次のようになる。

$$\sigma_z = E \varepsilon_z = E(\zeta_0' - x \xi_0'' - y \eta_0'') \quad (5.1)$$

各矢板の局所座標は、矢板の断面主軸と一致するように選んだので、

$$\int_{Ap} x dAp = \int_{Ap} y dAp = \int_{Ap} xy dAp = 0 \quad (5.2)$$

となる。したがって式(5.1)を式(4.3)に代入し

$$\left. \begin{aligned} N_p &= EA_p \zeta_0' \\ M_{xp} &= -E I_{xp} \xi_0'' \quad , \quad M_{yp} = -E I_{yp} \eta_0'' \end{aligned} \right\} \quad (5.3 a \sim c)$$

を得る。ここに、

$$\left. \begin{aligned} A_p &= \int_{Ap} dAp \\ I_{xp} &= \int_{Ap} x^2 dAp \quad , \quad I_{yp} = \int_{Ap} y^2 dAp \end{aligned} \right\} \quad (5.4 a \sim c)$$

であり、着目している矢板の断面積と断面主軸まわりの断面二次モーメントである。<sup>注-2)</sup>

### 5.2 井筒の断面力

点Gは井筒の断面重心としているので、

$$\sum_i (A_p Y)_i = 0 \quad (5.5)$$

であるから、式(5.3)、(2.7)を式(4.4)に代入すると、

$$\left. \begin{aligned} N &= EA g w_c' \\ M^* &= -E I g^* (v_c'' - \beta') \\ M &= -E I g v_c'' + E I g^* \beta' \end{aligned} \right\} \quad (5.6 a \sim c)$$

注-2) 本報告では、例えば  $M_{xp}$ ,  $I_{xp}$  は、 $y$  軸まわりの曲げモーメントと断面二次モーメントであり、添字  $x$ ,  $y$  の使い方が通常のもとは異なるので注意すること。

となる。ここに,

$$\left. \begin{aligned} A_g &= \sum_i (A_p)_i \\ I_g^* &= \sum_i (A_p Y^2)_i \\ I_g &= I_g^* + \sum_i (m_o^2 I_{xp} + l_o^2 I_{yp})_i \end{aligned} \right\} \quad (5.7a \sim c)$$

であり,  $A_g$  は井筒の総断面積,  $I_g^*$  は矢板自身の断面二次モーメントを考慮しない井筒の断面二次モーメント,  $I_g$  は矢板の断面二次モーメントを考慮したときの井筒の断面二次モーメントである。図-2.5.1 に示すように,  $X, Y$  軸と平行に矢板の重心点を原点とする局所座標  $\tilde{x}, \tilde{y}$  を導入すると,

$$\tilde{y} = m_o x + l_o y \quad (5.8)$$

であるから,

$$I_{yp} = \int_{A_p} \tilde{y}^2 dA_p = m_o^2 I_{xp} + l_o^2 I_{yp} \quad (5.9)$$

となる。したがって, 式(5.7c)の右辺第二項は通常行っていると同様に,  $X$  軸に平行な  $\tilde{x}$  軸まわりの矢板の断面二次モーメントを計算し, その総和をとればよい。

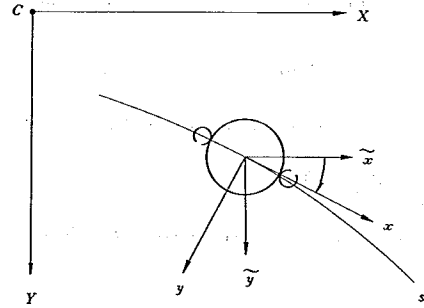


図-2.5.1 局所座標 ( $\tilde{x}, \tilde{y}$ )

### 5.3 継手のせん断流

継手( $i$ )のせん断剛度を  $(G_J)_i$  とすると, 継手のせん断流は, 式(2.13)から

$$(q_z)_i = (G_J \triangle \zeta)_i = -(G_J \triangle Y)_i \beta \quad (5.10)$$

となる。上式を用い井筒全体の継手剛度として

$$K_J = \sum_i (G_J \triangle Y^2)_i \quad (5.11)$$

と表わすと, 式(4.10c)の左辺第二項は

$$\sum_i (q_z \triangle Y)_i = -K_J \beta \quad (5.12)$$

となる。

## 5.4 地盤反力の合力

式(4.5)に式(3.1), (2.7)を代入し,

$$\left. \begin{aligned} K_H &= \sum_i (m_0^2 K_H + l_0^2 K_Y)_i \\ K_V &= \sum_i (K_z)_i, \quad K_{VM} = \sum_i (K_z Y)_i \\ K_M &= \sum_i (K_z Y^2)_i \end{aligned} \right\} \quad (5.13 \text{ a} \sim \text{d})$$

と表わすと, 地盤反力の合力と変位の関係式として

$$\left. \begin{aligned} P_{rH} &= K_H v_c, \quad P_{rV} = K_V w_c - K_{VM}(v_c' - \beta) \\ m_{rV} &= K_{VM} w_c - K_M(v_c' - \beta) \end{aligned} \right\} \quad (5.14 \text{ a} \sim \text{c})$$

また, 式(4.6)に式(3.2)を代入すると,

$$\bar{Q}_E = \bar{G} \bar{\lambda} \beta \quad (5.15)$$

である。ここに $\bar{\lambda}$ は内部土の断面積である。

## 6. 変位表示のつり合い式

式(4.10)に式(5.6), (5.12), (5.14), (5.15)を代入すると, 変位表示のつり合い式が次のように求まる。

$$\left. \begin{aligned} (EI_g v_c'')'' - (EI_g^* \beta')'' + K_H v_c + \{ K_{VM} w_c - K_M (v_c' - \beta) \}' \\ - P_H - m_v' = 0 \\ - (EI_g w_c')' + K_V w_c - K_{VM} (v_c' - \beta) - P_V = 0 \\ \{ EI_g^* (v_c'' - \beta') \}' + (K_J + \widetilde{G} \widetilde{A}) \beta + K_{VM} w_c - K_M (v_c' - \beta) - m_v = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6.1a \sim c)$$

上式(6.1c)から継手のせん断剛度 $K_J$ と内部土のせん断剛度 $\widetilde{G} \widetilde{A}$ は同一の効果を生むことがわかる。上式を与えられた幾何学的境界条件および式(4.11)を上式と同様に変位表示した力学的境界条件のもとで積分すればよいわけであるが, 上式は変位パラメーター $v_c, w_c, \beta$ に関する連立微分方程式となっているので, これを一般的に扱うのは面倒な問題である。現行のくい基礎やケーソンの設計々算におけると同様に側面地盤の鉛直方向のせん断地盤反力係数を期待せず, 分布外力モーメント $m_v$ も作用しない場合には,

$$(K_z)_i = 0 \quad \text{より} \quad K_V = K_{VM} = K_M = 0$$

となるから, 式(6.1)は,

$$\left. \begin{aligned} (EI_g v_c'')'' - (EI_g^* \beta')'' + K_H v_c - P_H = 0 \\ - (EI_g w_c')' - P_V = 0 \\ \{ EI_g^* (v_c'' - \beta') \}' + (K_J + \widetilde{G} \widetilde{A}) \beta = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6.2a \sim c)$$

となる。さらに,

$$I_g = \text{const.} \quad I_g^* = \text{const.} \quad K_H = \text{const.}$$

の条件のもとで, 式(6.2a, c)から $v_c$ を消去すると,

$$E(I_g - I_g^*) \beta''' - \frac{I_g}{I_g^*} (K_J + \widetilde{G} \widetilde{A}) \beta'' + K_H \beta'' - \frac{K_H}{EI_g^*} (K_J + \widetilde{G} \widetilde{A}) \beta + P_H = 0 \quad (6.3)$$

となる。

## 7. 矢板の断面力と井筒の断面力の関係

式 (5.6b, c) から  $\beta$  を消去すると,

$$-E (I_g - I_g^*) v_c'' = M - M^* \quad (7.1)$$

を得る。式 (5.6a, b) および上式を式 (5.3) に代入すると、矢板の断面力と井筒の断面力の関係が次のように求まる。

$$\left. \begin{aligned} (N_p)_i &= \left( \frac{N}{A_g} + \frac{M^*}{I_g^*} Y_i \right) (A_p)_i \\ (M_{xp})_i &= \frac{(m_o I_{xp})_i}{I_g - I_g^*} (M - M^*) \\ (M_{yp})_i &= \frac{(I_o I_{yp})_i}{I_g - I_g^*} (M - M^*) \end{aligned} \right\} \quad (7.2a \sim c)$$

## 8. 頂版と矢板の結合

構造物の基礎に用いられる矢板式基礎の頂版の厚みは、井筒の短径の  $1/2.5 \sim 1/4$  程度、矢板径の 3～5 倍程度のもが多く、比較的厚いものである。ここでは頂版を剛体として扱う。したがって頂版の運動は図-2.8.1 に示すように、頂版の下面と  $Z$  軸の交点  $C_o$  の  $Y$  方向変位  $v_c^{(c)}$  と  $Z$  方向変位  $w_c^{(c)}$  および頂版の回転角  $\alpha$  で表わせ、頂版の任意点の  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  方向の変位を、 $u^{(c)}$ ,  $v^{(c)}$ ,  $w^{(c)}$  と表わし、 $Z$  座標の原点を頂版下面にとると、

$$\left. \begin{aligned} u^{(c)} &= 0 \\ v^{(c)} &= v_c^{(c)} + Z\alpha \\ w^{(c)} &= w_c^{(c)} - Y\alpha \end{aligned} \right\} \quad (8.1a \sim c)$$

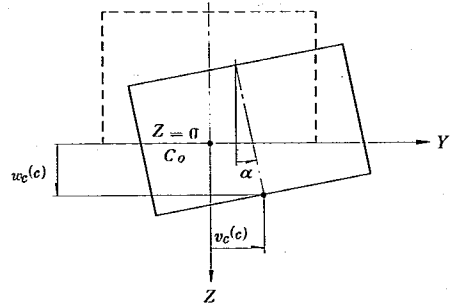


図-2.8.1 頂版の変位とそのパラメーター

である。頂版下面における矢板の局所座標  $x$ ,  $y$  方向の変位を、それぞれ  $(\xi_o^{(c)})_i$ ,  $(\eta_o^{(c)})_i$  と表わすと、式(2.7)と同様に、

$$\left. \begin{aligned} (\xi_o^{(c)})_i &= (m_o)_i v_{z=0}^{(c)} = (m_o)_i v_c^{(c)} \\ (\eta_o^{(c)})_i &= (l_o)_i v_{z=0}^{(c)} = (l_o)_i v_c^{(c)} \end{aligned} \right\} \quad (8.2a, b)$$

である。

頂版と矢板の結合は、頂版の下面において頂版と矢板の重心が結合されており、相対変位差は無いと考えると、式(8.2a, b)と(2.7a, b)、式(8.1c)と(2.7c)をそれぞれ比較し、

$$\left. \begin{aligned} v_c(Z=0) &= v_c^{(c)} \\ w_c(Z=0) &= w_c^{(c)} \\ v_c'(Z=0) - \beta(Z=0) &= \alpha \end{aligned} \right\} \quad (8.3a \sim c)$$

である。この8章では、矢板の変位は全て  $Z=0$  での値しか用いないので今後は、 $(Z=0)$  を省略して表わす。頂版下面の  $y$ ,  $z$  軸まわりの回転をそれぞれ、 $(\alpha_x^{(c)})_i$ ,  $(\alpha_y^{(c)})_i$  とすると、

$$\left. \begin{aligned} (\alpha_x^{(c)})_i &= \frac{\partial w^{(c)}}{\partial x} = -(m_o)_i \alpha \\ (\alpha_y^{(c)})_i &= \frac{\partial w^{(c)}}{\partial y} = -(l_o)_i \alpha \end{aligned} \right\} \quad (8.4a, b)$$

となる。これに対し、矢板断面の回転は、式(2.8c)から、

$$\left. \begin{aligned} (\alpha_x)_i &= \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)_i = -\xi_o' \\ (\alpha_y)_i &= \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)_i = -\eta_o' \end{aligned} \right\} \quad (8.5a, b)$$

であるから頂版と矢板間の相対的回転角は、式(2.7a, b)を上式に代入し、式(8.4)と差をとることによって、

$$\left. \begin{aligned} (\Delta \alpha_x)_i &= (\alpha_x^{(e)})_i - (\alpha_x)_i \\ &= (m_o)_i (-\alpha + v_c') = (m_o)_i \beta \\ (\Delta \alpha_y)_i &= (\alpha_y^{(e)})_i - (\alpha_y)_i \\ &= (l_o)_i (-\alpha + v_c') = (l_o)_i \beta \end{aligned} \right\} \quad (8.6a, b)$$

となる。

## 9. 有限要素の剛性方程式

式(6.1)の連立微分方程式を一般的に扱うことは面倒な問題である。また、式(6.2)あるいは(6.3)のように制約条件を付加しても微分方程式として扱うと、その扱いはかなり煩雑になると予想されるので、有限要素法による数値計算の方法を記しておくことにする。

### 9.1 変位関係

井筒を $Z=Z_1$ と $Z=Z_2$ の平面で輪切りにし、それを有限要素とする。有限要素の長さは、

$$l = Z_2 - Z_1 \quad (9.1)$$

である。式(4.11)の力学的境界条件に対応する変位パラメーターの幾何学的境界条件を表現できる最低次のべき級数で要素内の変位パラメーターを表わす。添字 $m$ 、 $\alpha$ に関して総和規約<sup>注-3)</sup>を適用して表わすと、それは次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} v_c &= g_m v_m, \quad (m=1 \sim 4) \\ w_c &= \tilde{g}_\alpha w_\alpha, \quad (\alpha=1, 2) \\ \beta &= \tilde{g}_\alpha \beta_\alpha, \quad (\alpha=1, 2) \end{aligned} \right\} \quad (9.2a \sim c)$$

ここに、 $l^*$ を任意の基準長として節点変位を

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= v_c(Z=Z_1), \quad v_2 = l^* v_c'(Z=Z_1) \\ v_3 &= v_c(Z=Z_2), \quad v_4 = l^* v_c'(Z=Z_2) \\ w_1 &= w_c(Z=Z_1), \quad w_2 = w_c(Z=Z_2) \\ \beta_1 &= \beta(Z=Z_1), \quad \beta_2 = \beta(Z=Z_2) \end{aligned} \right\} \quad (9.3a \sim h)$$

と表わし、

$$\mu = \frac{Z-Z_1}{l} \quad (9.4)$$

として、

$$\left. \begin{aligned} g_1 &= 1 - 3\mu - 2\mu^3, & g_2 &= \mu - 2\mu^2 + \mu^3 \\ g_3 &= 3\mu^2 - 2\mu^3, & g_4 &= -\mu^2 + \mu^3 \end{aligned} \right\} \quad (9.5a \sim d)$$

$$\tilde{g}_1 = 1 - \mu, \quad \tilde{g}_2 = \mu \quad (9.6a, b)$$

注-3) 同一項内に同一の添字をもつものがある場合には、その添字の範囲内で、その項の和をとる。

$$A = B_m C_m = B_1 C_1 + B_2 C_2 + \dots + B_k C_k, \quad (m=1 \sim k)$$

と表わした。今後もラテン文字の添字  $m, n$  とギリシヤ文字の添字  $\alpha, \beta, \gamma$  を用い、それらの添字の範囲を、 $m, n = 1 \sim 4$  と  $\alpha, \beta, \gamma = 1, 2$  としてこれらの添字に関して総和規約を適用して表わす。

## 9.2 井筒の有限要素のつり合い式

式 (4.9) に式 (5.6), (5.12), (5.14), (5.15) を代入して変位表示を行い、それに式 (9.2) を代入し、各変分量 (節点変位の変分量) ごとに整理すると、それらの変分量の係数から有限要素のつり合い式として次のような式を得る。各つり合い式にかかる変分量も参考として式の最後に記しておく。

$$\left. \begin{aligned} F_{mn}^{(1)} v_n + F_{m\beta}^{(2)} w_\beta + F_{m\beta}^{(3)} \beta_\beta &= Q_m, & (\delta v_m) \\ F_{n\alpha}^{(2)} v_n + F_{\alpha\beta}^{(4)} w_\beta + F_{\alpha\beta}^{(5)} \beta_\beta &= N_\alpha, & (\delta w_\alpha) \\ F_{n\alpha}^{(3)} v_n + F_{\beta\alpha}^{(5)} w_\beta + F_{\alpha\beta}^{(6)} \beta_\beta &= M_\alpha^*, & (\delta \beta_\alpha) \end{aligned} \right\} \quad (9.7 a \sim c)$$

ここに、 $F_{mn}^{(1)} \sim F_{\alpha\beta}^{(6)}$  は剛性係数であり、 $Q_m, N_\alpha, M_\alpha^*$  は、等価節点力を含む節点力である。これらの内容については、次に示す。

### (1) 剛性係数

式 (5.7) に示す井筒の断面定数は要素内で一定とするが、式 (5.11) の継手のせん断剛度、式 (5.13) の地盤バネ、式 (5.15) の内部土のせん断剛度は、要素内で直線的に変化するとして扱う。すなわち、

$$\left. \begin{aligned} K_{J\alpha} &= K_J (Z = Z_\alpha), \quad K_{H\alpha} = K_H (Z = Z_\alpha) \\ K_{V\alpha} &= K_V (Z = Z_\alpha), \quad K_{VM\alpha} = K_{VM} (Z = Z_\alpha) \\ K_{M\alpha} &= K_M (Z = Z_\alpha), \quad \tilde{G}_\alpha = \tilde{G} (Z = Z_\alpha) \end{aligned} \right\} \quad (9.8 a \sim f)$$

として

$$\left. \begin{aligned} K_J &= K_{J\alpha} \tilde{g}_\alpha, \quad K_H = K_{H\alpha} \tilde{g}_\alpha \\ K_V &= K_{V\alpha} \tilde{g}_\alpha, \quad K_{VM} = K_{VM\alpha} \tilde{g}_\alpha \\ K_M &= K_{M\alpha} \tilde{g}_\alpha, \quad \tilde{G} = \tilde{G}_\alpha \tilde{g}_\alpha \end{aligned} \right\} \quad (9.9 a \sim f)$$

と表わす。さらに

$$\left. \begin{aligned}
C_{\alpha\beta}^{(A)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha \widetilde{g}_\beta dz, & C_{\alpha\beta}^{(B)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}'_\alpha \widetilde{g}'_\beta dz \\
C_{\alpha\beta\gamma}^{(C)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha \widetilde{g}_\beta \widetilde{g}_\gamma dz, & C_{\alpha m}^{(D)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha g_m dz \\
C_{\alpha m}^{(E)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha g'_m dz, & C_{\alpha m}^{(F)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha g''_m dz \\
C_{\alpha\beta m}^{(G)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha \widetilde{g}_\beta g'_m dz, & C_{\alpha mn}^{(H)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha g_m g_n dz \\
C_{\alpha mn}^{(I)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} \widetilde{g}_\alpha g'_m g'_n dz, & C_{mn}^{(J)} &= \int_{Z_1}^{Z_2} g''_m g''_n dz
\end{aligned} \right\} \quad (9.10 a \sim j)$$

と定義しておく、剛性係数は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned}
F_{mn}^{(1)} &= EI g C_{mn}^{(J)} + K_{Ha} C_{\alpha mn}^{(H)} + K_{Ma} C_{\alpha mn}^{(I)} \\
F_m^{(2)} &= -K_{VMa} C_{\alpha\beta m}^{(G)} \\
F_m^{(3)} &= -EI g^* C_{\beta m}^{(F)} - K_{Ma} C_{\alpha\beta m}^{(G)} \\
F_{\alpha\beta}^{(4)} &= EA g C_{\alpha\beta}^{(B)} + K_{V\gamma} C_{\gamma\alpha\beta}^{(C)} \\
F_{\alpha\beta}^{(5)} &= K_{VM\gamma} C_{\gamma\alpha\beta}^{(C)} \\
F_{\alpha\beta}^{(6)} &= EI g^* C_{\alpha\beta}^{(B)} + (K_{J\gamma} + \widetilde{G}_\gamma \widetilde{A} + K_{M\gamma}) C_{\gamma\alpha\beta}^{(C)}
\end{aligned} \right\} \quad (9.11 a \sim f)$$

## (2) 節点力

式(4.7)の分布外力も、側面地盤バネと同様に、要素間で直線変化とし、

$$\left. \begin{aligned}
p_{H\alpha} &= p_H (Z = Z_\alpha) \\
p_{V\alpha} &= p_V (Z = Z_\alpha) \\
m_{V\alpha} &= m_V (Z = Z_\alpha)
\end{aligned} \right\} \quad (9.12 a \sim c)$$

$$\left. \begin{aligned}
p_H &= p_{H\alpha} \widetilde{g}_\alpha \\
p_V &= p_{V\alpha} \widetilde{g}_\alpha \\
m_V &= m_{V\alpha} \widetilde{g}_\alpha
\end{aligned} \right\} \quad (9.13 a \sim c)$$

と表わす。また、式(4.11)の左辺の要素両端の境界力を  $Z = Z_1$  端において  $( )_1$ 、 $Z = Z_2$  端において  $( )_2$  と表わすと、式(9.7)右辺の定数項は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned}
Q_1 &= -(\overline{Q})_1 + \widehat{Q}_1 \\
Q_2 &= (\overline{M})_1 / l^* + \widehat{Q}_2 \\
Q_3 &= (\overline{Q})_2 + \widehat{Q}_3 \\
Q_4 &= -(\overline{M})_2 / l^* + \widehat{Q}_4
\end{aligned} \right\} \quad (9.14 a \sim d)$$

$$\hat{Q}_m = p_{H\alpha} c_{\alpha m}^{(D)} - m_{V\alpha} c_{\alpha m}^{(P)} \quad (9.15)$$

$$\left. \begin{aligned} N_1 &= -(\bar{N})_1 + \hat{N}_1 \\ N_2 &= (\bar{N})_2 + \hat{N}_2 \end{aligned} \right\} \quad (9.16 \text{ a, b})$$

$$\hat{N}_\alpha = p_{V\beta} c_{\alpha\beta}^{(A)} \quad (9.17)$$

$$\left. \begin{aligned} M_1^* &= -(\bar{M})_1 + \hat{M}_1^* \\ M_2^* &= (\bar{M})_2 + \hat{M}_2^* \end{aligned} \right\} \quad (9.18 \text{ a, b})$$

$$\hat{M}_\alpha = m_{V\beta} c_{\alpha\beta}^{(A)} \quad (9.19)$$

### 9.3 複合要素のつり合い式

頂版と井筒要素、底面地盤パネと井筒要素を結合した要素を複合要素とよぶことにする。

#### (1) 頂版との複合要素

頂版形式としては、図-2.9.1に示す2種類の形式がある。図-2.9.1(a)の場合、その平面形状は、図-2.9.2のようになるが、点線で示すように仮定の頂版側面を考え、連続的に扱う。図-2.9.3に示すように頂版側面に沿って  $s$ ,  $n$  座標を定義し<sup>注-4)</sup>、頂版側面の  $s$ ,  $n$ ,  $z$  方向変位をそれぞれ  $\xi_s$ ,  $\eta_s$ ,  $\zeta_s$  と表わす。

$$l_s = \frac{\partial X}{\partial S}, \quad m_s = \frac{\partial Y}{\partial S} \quad (9.20)$$

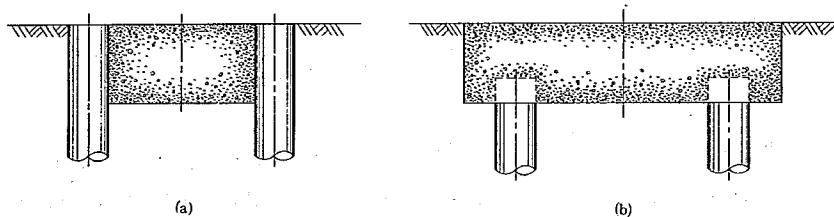


図-2.9.1 頂版の形式

とすると、式(8.1)の座標変換により、

$$\left. \begin{aligned} \xi_s &= m_s(v_c^{(c)} + Z\alpha) \\ \eta_s &= l_s(v_c^{(c)} + Z\alpha) \\ \zeta_s &= w_c^{(c)} - Y_s\alpha \end{aligned} \right\} \quad (9.21a \sim c)$$

となる。ここに  $Y_s$  は頂版側面の  $Y$  座標を意味する。頂版側面の  $s$ ,  $n$ ,  $z$  方向の地盤反力係数を  $\tilde{k}_s$ ,  $\tilde{k}_n$ ,  $\tilde{k}_z$  と表わす。この他に図-2.9.3に示すように、頂版の天端には、水平力  $\bar{H}_u$ 、鉛直力  $\bar{V}_u$ 、モーメント  $\bar{M}_u$  が作用しており、頂版中間部には

体積力、および頂版側面の表面力の合力として、 $z$  軸<sup>注-5)</sup>に沿って分布水平外力  $P_H^{(c)}$ 、分布鉛直外力  $P_V^{(c)}$ 、分布モーメント外力  $m_v^{(c)}$  が作用しているとする。

このような頂版とそれに接続している井筒要素を式(8.3)の変位の連続条件のもとで結合して考えるわけであるが、結合するにつき式(8.6)に示す頂版と矢板間の相対的な回転角  $(\Delta\alpha_x)_i$ 、 $(\Delta\alpha_y)_i$  に抵抗する回転パネ  $(K\omega_x)_i$ 、 $(K\omega_y)_i$  を挿入する。このような系で仮想仕事を計算すると、

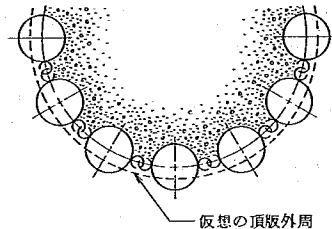


図-2.9.2 仮定の頂版外周

注-4) 2.2節ですでに  $s$ ,  $n$  座標を定義してあるが、これと混同する恐れはないので、同じ記号を用いる。

注-5)  $z$  軸は井筒の重心軸と一致するように定めてあり、頂版の重心軸ではない。

式(4.9) 左辺の井筒要素の仮想仕事に次の量を  
加えたものとなる。

$$\begin{aligned}
 \delta(\Delta U) = & \oint_s \int_{h_c} (\tilde{K}_s \xi_s \delta \xi_s + \tilde{K}_n \eta_n \delta \eta_s \\
 & + \tilde{K}_z \zeta_s \delta \zeta_s) dz ds + \sum_i \{ K \omega_x \Delta \alpha_x \delta(\Delta \alpha_x) \\
 & + K \omega_y \Delta \alpha_y \delta(\Delta \alpha_y) \}_i \\
 & - \int_{h_c}^0 \{ P_H^{(c)} \delta v^{(c)} (X=0, Y=0, Z) \\
 & + P_V^{(c)} \delta w^{(c)} (X=0, Y=0, Z) \\
 & - m_V^{(c)} \delta \alpha \}_i dz \\
 & - \{ \bar{H}_u \delta v^{(c)} (X=0, Y=0, Z=-h_c) \\
 & + \bar{V}_u \delta w^{(c)} (X=0, Y=0, Z=-h_c) \\
 & - \bar{M}_u \delta \alpha \} \quad (9.22)
 \end{aligned}$$

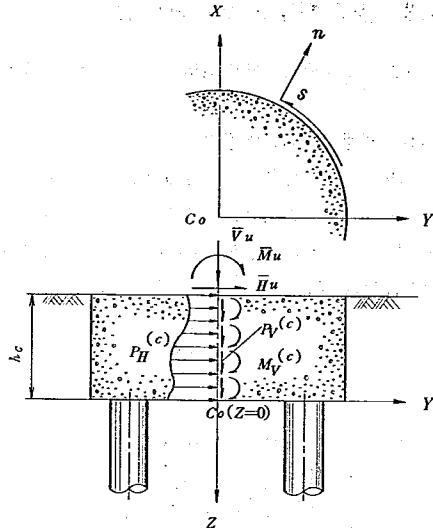


図-2.9.3 頂版の座標と外力

ここに  $\oint_s ds$  は頂版の外周に沿って一周積分することを表す。上式に式(9.21), (8.1), (8.3)を代入し, さらにそれを式(4.9)の左辺に加え, 式(9.7)を求めたと同様にすると, 頂版と井筒要素を結合した複合要素のつり合い式が求まる。このときのつり合い式を式(9.7)と同形式で表わすと, その剛性係数と節点力は, 式(9.11)の剛性係数と式(9.14), (9.16), (9.18)の節点力に次に示すものを附加したものとなる。

(剛性係数の附加量)

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta F_{mn}^{(1)} &= \delta_{m1} \delta_{n1} \tilde{K}_H + \delta_{m2} \delta_{n2} \frac{1}{l^{*2}} \tilde{K}_M + (\delta_{m1} \delta_{n2} + \delta_{m2} \delta_{n1}) \frac{1}{l^{*}} \tilde{K}_{HM} \\
 \Delta F_{m\beta}^{(2)} &= -\delta_{m2} \delta_{\beta 1} \frac{1}{l^{*}} \tilde{K}_{VM} \\
 \Delta F_{m\beta}^{(3)} &= -\delta_{m1} \delta_{\beta 1} \frac{1}{l^{*}} \tilde{K}_{HM} - \delta_{m2} \delta_{\beta 1} \frac{1}{l^{*}} \tilde{K}_M \\
 \Delta F_{\alpha\beta}^{(4)} &= \delta_{\alpha 1} \delta_{\beta 1} \tilde{K}_V \\
 \Delta F_{\alpha\beta}^{(5)} &= \delta_{\alpha 1} \delta_{\beta 1} \tilde{K}_{VM} \\
 \Delta F_{\alpha\beta}^{(6)} &= \delta_{\alpha 1} \delta_{\beta 1} \{ \tilde{K}_M + \sum_i (m_0^2 K \omega_x + l_0^2 K \omega_y)_i \}
 \end{aligned} \right\} \quad (9.23 a \sim f)$$

ここに,  $\delta_{mn}$ ,  $\delta_{\alpha\beta}$  はクロネッカーの記号であり,

$$\left. \begin{aligned}
 \widetilde{K}_H &= \int_s \int_{hc}^0 (m_s^2 \widetilde{k}_s + l_s^2 \widetilde{k}_n) dZ ds \\
 \widetilde{K}_M &= \int_s \int_{hc}^0 \{ (m_s^2 \widetilde{k}_s + l_s^2 \widetilde{k}_n) Z^2 + \widetilde{k}_z Y_s^2 \} dZ ds \\
 \widetilde{K}_V &= \int_s \int_{hc}^0 \widetilde{k}_z dZ ds \\
 \widetilde{K}_{HM} &= \int_s \int_{hc}^0 (m_s^2 \widetilde{k}_s + l_s^2 \widetilde{k}_n) Z dZ ds \\
 \widetilde{K}_{VM} &= \int_s \int_{hc}^0 \widetilde{k}_z Y_s dZ ds
 \end{aligned} \right\} \quad (9.24 a \sim c)$$

である。

(節点力の附加量)

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta Q_m &= \delta_{m1} H_0 + \delta_{m2} M_0 \\
 \Delta N_\alpha &= \delta_{\alpha 1} V_0 \\
 \Delta M^* &= -\delta_{\alpha 1} M_0
 \end{aligned} \right\} \quad (9.25 a \sim c)$$

ここに、

$$\left. \begin{aligned}
 H_0 &= \overline{H}_u + \int_{hc}^0 P_H^{(c)} dZ \\
 M_0 &= -\overline{M}_u - \overline{H}_u h_c + \int_{hc}^0 P_H^{(c)} Z dZ \\
 V_0 &= \overline{V}_u + \int_{hc}^0 P_V^{(c)} dZ
 \end{aligned} \right\} \quad (9.26 a \sim c)$$

であり、 $H_0$ 、 $M_0$ 、 $V_0$ は、頂版に作用する外力による頂版底面の $C_0$ 点に関する合力である。

## (2) 底面地盤バネと複合要素

井筒の底面は各矢板底面の重心点に作用する $Y$ 方向の水平地盤バネ $(K_Y)_i$ と $Z$ 方向の地盤バネ $(K_Z)_i$ で支えられているとする。これらの地盤バネと井筒要素の結合した複合要素を考える。

矢板の $Y$ 方向変位は、式(2.7)から、

$$(v_0)_i = (m_0 \xi_0 + l_0 \eta_0)_i = v_c \quad (9.27)$$

であるから、この複合要素に対する仮想仕事は式(4.9)の左辺に

$$\delta(\Delta U) = \sum_i (K_Y)_i \delta v_c + \sum_i (K_Z)_i \delta \zeta_0 \quad (9.28)$$

を加えたものとなる。ただし、上式で $v_c$ 、 $\zeta_0$ は井筒下端の変位である。これにより底面地盤バネと井筒との複合要素におけるつり合い式の剛性係数は、式(9.11)の剛性係数に次の量を附加したものとなる。

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta F_{mn}^{(1)} &= \delta_{m3} \delta_{n3} \sum_i (K_Y)_i + \delta_{m4} \delta_{n4} \frac{1}{l^2} \sum_i (K_Z)_i Y_i^2 \\
 \Delta F_{m\beta}^{(2)} &= -\delta_{m4} \delta_{\beta 2} \frac{1}{l^2} \sum_i (K_Z)_i Y_i
 \end{aligned} \right\}$$

$$\Delta F_{m\beta}^{(3)} = -\delta_{m1} \delta_{\beta 2} \frac{1}{l^*} \sum_i (K_Z Y_i^2)_i$$

$$\Delta F_{\alpha\beta}^{(4)} = \delta_{\alpha 2} \delta_{\beta 2} \sum_i (K_Z)_i$$

$$\Delta F_{\alpha\beta}^{(5)} = \delta_{\alpha 2} \delta_{\beta 2} \sum_i (K_Z Y_i)_i$$

$$\Delta F_{\alpha\beta}^{(6)} = \delta_{\alpha 2} \delta_{\beta 2} \sum_i (K_Z Y_i^2)_i$$

(9.29 a~f)

## 10. 考 察

### 10.1 継手のせん断流と矢板のせん断力

継手のせん断流は式(5.10)から直接計算することもできるが、このようにして求めた継手のせん断流は井筒の全体的なつり合い条件を満足しているものであるが、個々の矢板のつり合いとこのような局所的な要素のつり合い条件は必ずしも満足していない。個々の矢板のつり合い条件を満足するような継手のせん断流は、式(5.10)とは別に、個々の矢板のつり合い条件から導くことができる。そのためまず図-2.10.1に示す矢板(i)のつり合いについて考える。矢板(i)には継手(i)と(i-1)が付いており、これらの継手のせん断流をそれぞれ $(q_z)_i$ ,  $(q_z)_{i-1}$ と表わし、その正の向きは、図-2.10.1に示す方向とする。また矢板(i)の局所座標において、これらの継手の座標値は $(x_i^{(r)}, y_i^{(r)})$ , と $(x_i^{(r)}, y_i^{(r)})$ であるとす。このとき矢板(i)の微小要素のつり合いを考えると、z方向の力のつり合いから、

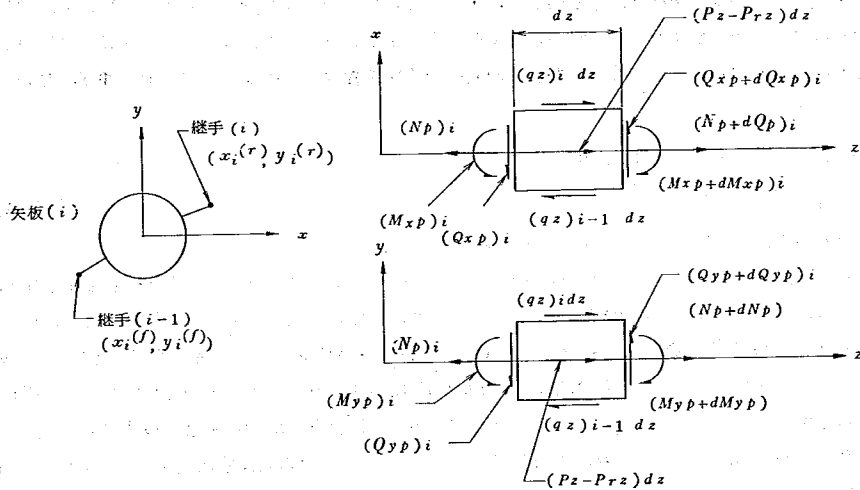


図-2.10.1 矢板の微小要素

$$(N_p')_i + (q_z)_i - (q_z)_{i-1} - (P_{rz} - P_z)_i = 0 \quad (10.1)$$

を得る。また微小要素のモーメントのつり合いから

$$\left. \begin{aligned} (M_{xp}')_i - (Q_{xp})_i + (q_z)_i x_i^{(r)} - (q_z)_{i-1} x_i^{(r)} &= 0 \\ (M_{yp}')_i - (Q_{yp})_i + (q_z)_i y_i^{(r)} - (q_z)_{i-1} y_i^{(r)} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10.2a, b)$$

となる。

式 (7.2a) から

$$(N_p')_i = \left( \frac{N'}{A_g} + \frac{M^{**}}{I_g} Y_i \right) (A_p)_i$$

であるから、これに式 (4.10 a, b) を代入し  $N, M^*$  を消去すると、次のようになる。

$$(N_p')_i = \left[ \frac{1}{A_g} (P_{rv} - P_v) + \frac{Y_i}{I_g} \left\{ - \sum_i (q_z \triangle Y)_i + \tilde{Q}_E + m_{rv} - m_v \right\} \right]$$

上式を式 (10.1) に代入し、さらにそれに式 (5.12), (5.14 b, c), (5.15), (3.1c) を代入すると、

$$\begin{aligned} (q_z)_i &= (q_z)_{i-1} - \left[ \frac{1}{A_g} \{ K_V w_c - K_{VM} (v'_c - \beta) - P_v \} \right. \\ &\quad + \frac{Y_i}{I_g} \{ (K_J + \tilde{G} \tilde{A}) \beta + K_{VM} w_c - K_M (v'_c - \beta) \\ &\quad \left. - m_v \} \right] (A_p)_i - (K_z)_i \{ w_c - Y_i (v'_c - \beta) \} - (P_z)_i \end{aligned} \quad (10.3)$$

となる。上式は  $(q_z)_i$  に関する漸化式となっているから任意に選んだ継手(1)のせん断流  $(q_z)_1$  から順次計算を進めていけばよいわけであるが、井筒断面は薄肉断面部材でいえば、閉断面部材であるので、 $(q_z)_1$  は一般に既知ではなく、いわゆる不静定せん断流といわれるものに相当する。この  $(q_z)_1$  を決める方法は薄肉閉断面部材の不静定せん断流の計算と同様に行えばよいので、詳しい説明は避けるが、断面上での変位の連続条件から決定される。矢板自身のせん断変形は継手のずれ変位に比べ無視しうるとすると断面上での変位の連続条件は隔壁のない一室断面の井筒において、

$$\sum_i (\triangle \zeta)_i = 0$$

で表わされる。上式は式 (5.10) により

$$\sum_i \left( \frac{q_z}{G_J} \right)_i = 0 \quad (10.4)$$

となるから、これより  $(q_z)_1$  と決定することができる。

式 (5.10) から直接計算される継手のせん断流と式 (10.3) のようにして計算されるものの違いは、長方形断面の井筒を例にとると、図-2.10.2(a), (b) のようになる。すなわち図-2.10.2(a) は式 (5.10) から計算されるものであり  $x$  軸と平行な外壁の継手のせん断流は零と計算されるのに対し、式 (10.3) によるものは図-2.10.2(b) に示すように、 $x$  軸と平行な外壁にも継手のせん断流が計算される。そこでどちらの計算法の方が実情に合うかが問題となるわけであるが、実験的な検照のある薄肉棒理論の経験を通して判断すると、2.1節の前提を満たす井筒であれば、薄肉棒理論におけるせん断流計算に対応する式 (10.3) の計算方法の方が実情に近いであろうことは容易に予想される。しかし、このような解析計算の精度に比べ、解析上の基本数値である地盤定数を精度よく評価することは困難であるし、継手のせん断流に直接影響を与える継手のせん断剛度にしてもその施工状態を考えると各矢板でバラツキのあることも予想され、その剛度を精度よく評価することも困難である。このような実際上の問題点を考えるとむやみに解析を煩雑にしても意味が無いと思われるし、図-2.10.2(a) のせん断流は、問題とする図-2.10.2(b) の  $\overline{AB}$  区間の平均的なせん断流を表わしており、数値もそれほど変わらないと予想されるので、実用上は式 (5.10) から継手のせん断流を簡便に計算してもよいのではないかと考えている。ただし、井筒の中間部に分布外

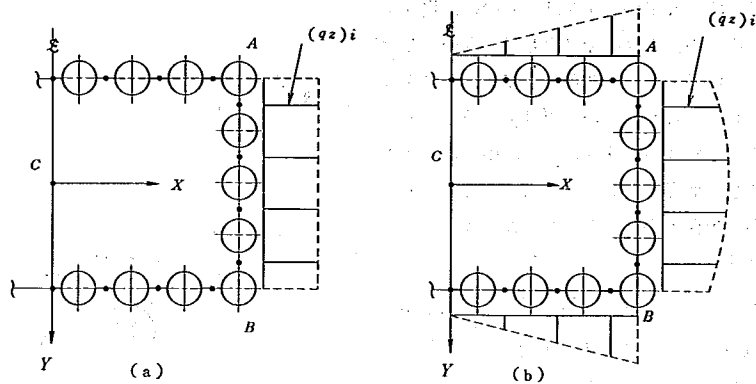


図 - 2.10.2 継手せん断流の断面上における強度分布

力が作用しないとしている通常の井筒を考えると、隔壁の無い円形井筒であり、矢板が等間隔に配置され、矢板断面、継手の剛度および地盤バネ  $(k_z)_i$  が各矢板や継手に関して同じであれば、式 (5.10) と式 (10.3) から計算される継手の剛度は変らないことを附記しておく。

式 (7.2b, c) から、

$$\left. \begin{aligned} (M'_{xp})_i &= \frac{(m_o I_{xp})_i}{I_g - I_g^*} (M' - M^{*'}) \\ (M'_{yp})_i &= \frac{(I_o I_{yp})_i}{I_g - I_g^*} (M' - M^{*'}) \end{aligned} \right\} \quad (10.5 a, b)$$

である。式 (4.11a) より、

$$\dot{Q} = (M' - m_{rv} + m_v) \quad (10.6)$$

となり、井筒のせん断力  $Q$  は求められる。この式 (10.6) と式 (4.10c) および (5.12) (5.15) より、

$$M' - M^{*'} = Q - (K_J + \tilde{G} \tilde{A}) \beta \quad (10.7)$$

となるから、上式を式 (10.5) に代入し、さらにそれを式 (10.2) に代入すると、矢板のせん断力は、

$$\left. \begin{aligned} (Q_{xp})_i &= \frac{(m_o I_{xp})_i}{I_g - I_g^*} \{ Q - (K_J + \tilde{G} \tilde{A}) \beta \} \\ &\quad + (q_z)_i z_i^{(r)} - (q_z)_{i-1} z_i^{(f)} \\ (Q_{yp})_i &= \frac{(I_o I_{yp})_i}{I_g - I_g^*} \{ Q - (K_J + \tilde{G} \tilde{A}) \beta \} \\ &\quad + (q_z)_i y_i^{(r)} - (q_z)_{i-1} y_i^{(f)} \end{aligned} \right\} \quad (10.8 a, b)$$

より計算できる。

## 10.2 仮定(IV)について

本解析では、仮定(iv)を設けたものの、現在までのところこの仮定は直接適用していない。ただ井筒断面と座標  $X, Y$  の関係としては、座標を井筒断面の断面主軸としているだけである。この仮定(iv)を設けた理由は井筒のせん断中心が  $Y$  軸上にあることを前提とするために設けたものである。すなわち、矢板中心軸の  $X, Y$  座標を  $(X_0)_i, (Y_0)_i$  とし、

$$\left. \begin{aligned} (\rho_x)_i &= (m_0 X_0)_i - (l_0 Y_0)_i \\ (\rho_y)_i &= (l_0 X_0)_i + (m_0 Y_0)_i \end{aligned} \right\} \begin{matrix} (10.9 \\ a, b) \end{matrix}$$

と表わすとき、井筒の断面重心  $C$  に関する  $Z$  軸まわりのモーメント（ねじりモーメント） $T$  は、

$$T = \sum (Q_{xp} \rho_x + Q_{yp} \rho_y) \quad (10.10)$$

で表わされる (図-2.10.3) が、たとえ  $X$ 、 $Y$  軸を断面主軸に選んでも仮定(iv)を設けないと任意形状の井筒断面においては、 $T=0$  が保証されないからである。この場合には、井筒のねじりと連

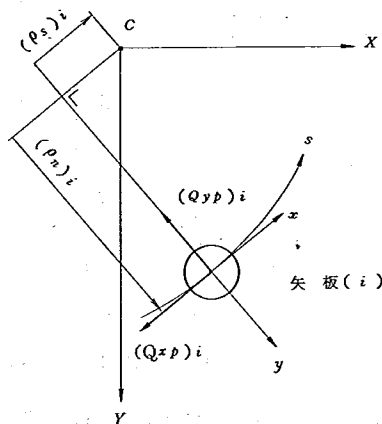


図-2.10.3 矢板のせん断力と重心との関係

### 10.3 ケーソン基礎と杭基礎への適用

矢板式基礎は通常のケーソン基礎とくい基礎の中間的な存在といわれるが、現在一般的に用いられている設計々算法と比較すると、本解析法の特徴は、矢板式基礎がケーソン基礎とくい基礎の中間的な特性を有することを文字通り数式上で表現し得ている点にある。ただし、ここでいうケーソンとは慣用的な剛体としてのケーソンではなく、曲げ剛性が有限な弾性体としてのケーソンである。問題を簡単にするため側面地盤の鉛直方向のせん断バネ  $(k_z)_i = 0$  として、以下にケーソン基礎とくい基礎への適用を考える。

ケーソンに対し通常の棒理論を適用し、せん断変形のない棒として扱うと、式(6.2)において

$$K_J \xrightarrow{\text{sur}} \infty$$

であるから、式 (6.2c) から

$$\beta \rightarrow 0$$

となる。したがって、式(6.2a)は

$$(EI_\theta v_c'')'' + K_H v_c - P_H = 0 \quad (10, 11)$$

となる。これは弾性床上のはりの基本式と同じであり、弾性棒としてのケーソンを表わしている。上式と式(6.2b)でケーソンを解けばよいわけである。

次にくい基礎への適用を考えるが、仮定(i)があるので、各くいの水平変位は同じでなければならない。そのため、各くいの断面および地盤パネは同じとする。すなわち、群ぐいの効果を無視する通常の設計法における変位を考慮した計算法である。この場合、

$$(K_J + \widetilde{G} \widetilde{A}) = 0$$

であるから、式(6.2a,c)から $\beta$ を消去すると、

$$\{E(I_g - I_g^*) v_c''\}'' + K_H v_c = 0 \quad (10.12)$$

となる。ただし、この場合くいには分布外力は作用しないとしている。各くいの断面は同じとしているから、くい本数を $n_p$ 、くい1本の断面二次モーメントを $I_p (= I_y^* p)$ とすると、式(5.7)、(5.9)から

$$(I_g - I_g^*) = n_p I_p \quad (10.13)$$

となる。同様に式(5.13a)の $K_H$ は、くい1本の分布地盤パネを $k_p$ とすると、

$$K_H = n_p k_p \quad (10.14)$$

となるから、式(10.13)、(10.14)を式(10.12)に代入すれば、式(10.12)は1本のくいについての弾性床上的のはりの基本式に単に $n_p$ をかけたものであることがわかる。式(10.12)に対応する応力表示のつり合い式は、くい1本の曲げモーメントを $M_p$ 、くい1本の地盤反力を $P_{rp}$ とすれば、

$$n_p (M_p'' + P_{rp}) = 0 \quad (10.15)$$

である。また、式(6.2b,c)に対する応力表示のつりあい式は、前記前提および式(4.4a,c)を考慮すると、式(4.10b,c)より

$$\left. \begin{aligned} - \sum_i (N_p')_i &= 0 \\ - \sum_i (N_p' y)_i &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10.16a,b)$$

であるから、式(10.15)と上式から組ぐいとしての全体的なつり合いを表わしていることがわかる。

## 10.4 セン断変形を考慮した弾性床上的のはりとの対応

現行の設計々算法の基本式は、はりのせん断変形を無視した弾性床上的のはりの基本式であるが、これに対し継手のずれをはりのせん断変形に対応するものと考え、せん断変形を考慮した弾性床上的のはりの基本式を用いる試みもある。2.2節の仮想シユルの変位場はせん断変形を考慮したはりの変位場とまさしく同じであるが、本報告では、2.3節で各矢板の変位場を別途考慮しているので、せん断変形を考慮した弾性床上的のはりの基本式とは異なるものである。本報告の基本式において、

$$M^* = M, \quad \bar{M}^* = \bar{M}, \quad I_g^* = I_g \quad (10.17a \sim c)$$

とすると、せん断変形を考慮した弾性床上的のはりの基本式と一致する。その場合、式(4.11b,c)の力学的境界条件は同じになり、これらをまとめて

$$v_z \bar{M} - M = 0, \quad [\delta(v_c' - \beta)] \quad (10.18)$$

と表現することになる。ここに  $(\varphi_e' - \beta)$  は井筒の断面の回転角である。このため自由度が1つ減り、問題とする矢板天端の拘束モーメントが表わせなくなる。

個々の矢板の断面力を計算する上で、 $I_g$  と  $I_g^*$  の差が意味をもつので、式(5.7c)の右辺第二項の計算は正しく行う必要がある。

## 10.5 設計計算へ応用するための留意点

- (1) 本解析法では、井筒断面の断面変形を無視している。そのため断面変形による矢板の局所的な断面力の増加は評価し得ない。そのためこの局所的な断面力の増加に対しては、何らかの補正方法を別途に考える必要がある。
- (2) 地盤定数や継手のせん断剛度を精度よく評価することは困難である。このような定数の評価の誤差などを補う意味で、くい基礎の場合と同様に矢板の応力を照査する場合には頂版と矢板の結合条件を剛結とピン結合の2つの条件で検算するのが望ましい。

### 第 3 篇 設計計算プログラム仕様

## 第 3 篇 設計計算プログラム仕様

### 目 次

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 1. 計算対象と前提条件 .....               | 89  |
| 1.1 一 般 .....                    | 89  |
| 1.2 計算対象とその適用範囲 .....            | 89  |
| 2. プログラムのフローチャート .....           | 91  |
| 3. インプット・データー .....              | 98  |
| 3.1 インプット・データーの一覧表 .....         | 98  |
| 3.2 インプット・データーの記号と説明 .....       | 102 |
| INPUT DATA-1 .....               | 102 |
| "        2 .....                 | 104 |
| "        3 .....                 | 105 |
| "        4 .....                 | 108 |
| "        5 .....                 | 114 |
| "        6 .....                 | 115 |
| "        7 .....                 | 117 |
| 3.3 インプット部のプログラム・リスト .....       | 119 |
| 3.4 インプット・データーのチェック .....        | 124 |
| 4. 所要ディメンジョン .....               | 126 |
| 5. インプット・データーのプリントおよび結果の説明 ..... | 128 |
| 5.1 一 般 .....                    | 128 |
| 5.2 インプット・データーのプリント .....        | 128 |
| 5.3 結果およびそのプリント .....            | 129 |

## 1. 計算対象と前提条件

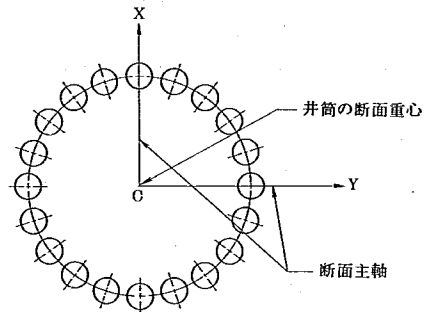
### 1.1 一般

矢板式基礎は鋼管ウェルなどともよばれるが、鋼管矢板によって井筒を構成するので、外形はケーソン基礎と類似している。したがって基礎の全体的な安定問題に関してはケーソン基礎のそれと関連する点が多くあると考えられる。しかしながら矢板自体について観ると、矢板間の継手にずれ変形が生じ、そのため個々の矢板が互に独立に変形しようとする挙動が目につく。この結果鋼管矢板の断面力は、杭基礎の杭の断面力と良く似た特性を示す。

このように矢板式基礎は力学的にはケーソン基礎と杭基礎の中間的存在であることは良く知られているが、この他に矢板式基礎では、井筒の断面は必ずしも剛とは仮定できず、井筒の断面変形の影響も当然予想される。井筒の断面変形を起こす原因としては、個々の矢板に地盤反力が均等に作用しないであろうことが挙げられる。これは杭基礎という群杭効果に相当するものであるが、井筒の外壁に沿って地盤反力がどのように分布して作用するかは、必ずしも明確では無く、手探りの状態である。

本プログラムでは、このような矢板式基礎の設計々算を目的として作成されたものであるが、井筒の断面変形は無視している。先にも述べたように、井筒の断面変形に関しては、不明確な点が多く、また井筒の断面変形を考慮に入れると、解析が大変繁雑となり計算量も大幅に増大するので、常時、設計々算に用いるには不向きなものとなるからである。したがって常にこの点を考慮に入れて設計々算に適用することを心掛けるべきである。

本プログラムは本来は矢板式基礎の解析のために作成したものであるが、インプットの方法によっては、変位を考慮した杭基礎あるいは、単一杭や弾性体としてのケーソンの解析も行うことが可能である。また、地盤や継手の耐力を考慮した解析も行えるよう、繰返し収束計算のルーチンも組込んである。



### 1.2 計算対象とその適用範囲

(1) 対象とする各基礎形式に必要な前提条件

- i) Y 軸を井筒の断面主軸あるいは杭基礎においては、杭配列の重心軸の一つとし、基礎の水平変位はこの Y 軸方向にのみ生ずるとする。

(図-3.1.1 参照)

- ii) 井筒断面あるいは杭配列、地盤の支持条件

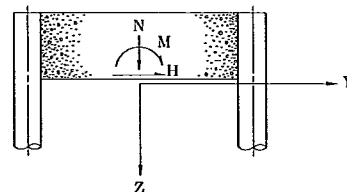


図-3.1.1 座標の選定

および外力条件は、Y 軸に関し対象であるとする。

iii) 地盤耐力や継手耐力に関し繰返し収束計算を行う場合、地盤や継手は、完全弾塑性体として扱う。

iv) 地盤反力係数や分布荷重は深さ方向に任意の形状で分布する。ただし、節点間ではそれらの強度は直線変化とする。

## (2) 計算対象とその適用範囲

### i) 矢板式基礎

a 頂版は剛体とする。

b 前記(i)の前提条件以外は井筒断面形状は任意である。

c 脚付の矢板式基礎へも適用可能である。

d 頂版と矢板の結合条件

○剛 結

○ピン結合（頂版と矢板間の相対的回転角に抵抗する回転バネを挿入できる）

e 井筒と脚底面の支持条件は、地盤による弾性支持とする。底面地盤反力が3角形分布になる場合も計算できるが、これに対してはトライアルのルーチンは組み込んでいない。

f 弾性計算以外に、地盤や継手の耐力を考えた繰返し収束計算を行える。

### ii) くい基礎

a フーチングは剛体として扱う。

b 杭配列はY 軸に対し対象であること以外は任意である。

c 杭断面は、各杭で等しいとする。（深さ方向に断面変化してよい）

d 群ぐい効果は考慮し得ない。すなわち地盤反力は各杭に均等に働くとする。

e フーチング部の水平方向の地盤反力を考慮でき、これに対し地盤耐力を考えた繰返し収束計算も行える。

### iii) 単一杭、深礎杭、ケーソン基礎

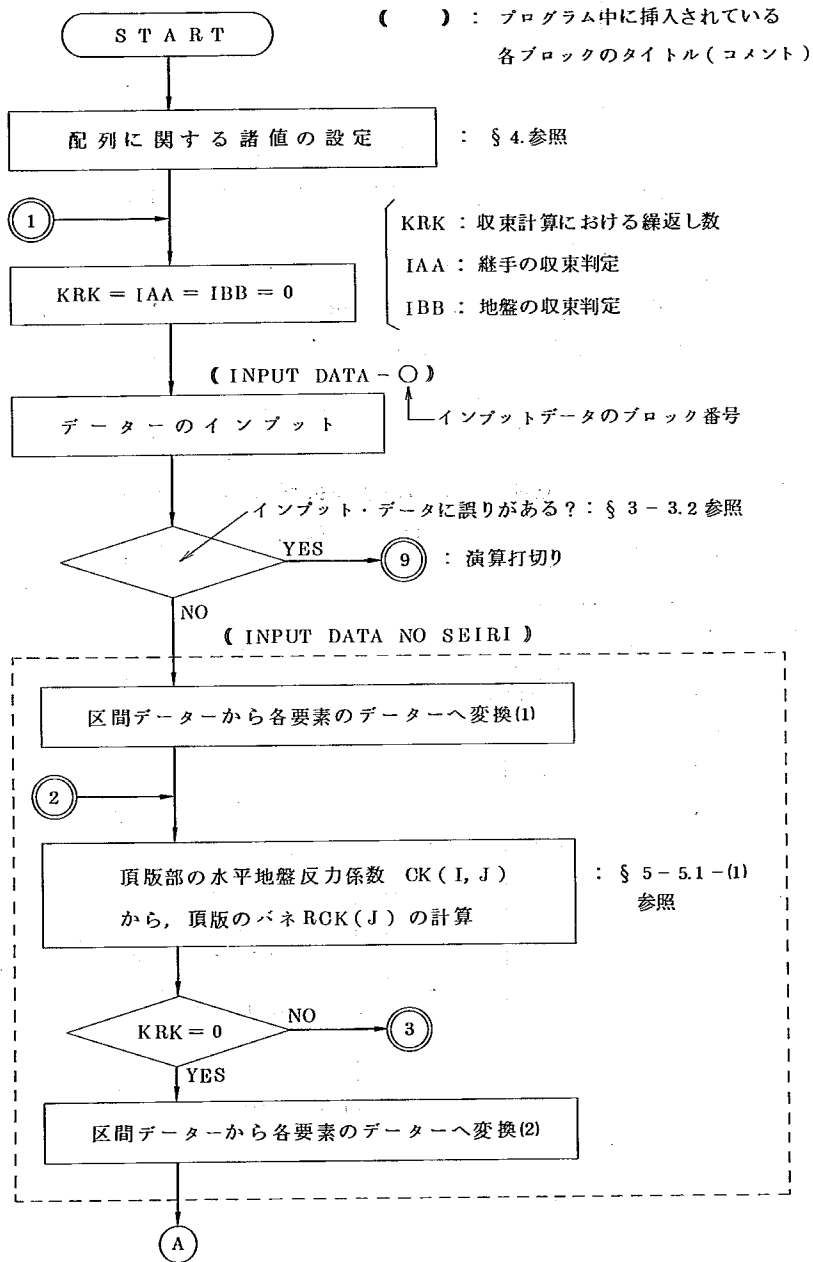
a 断面はY 軸に関して対象であること以外は任意である。

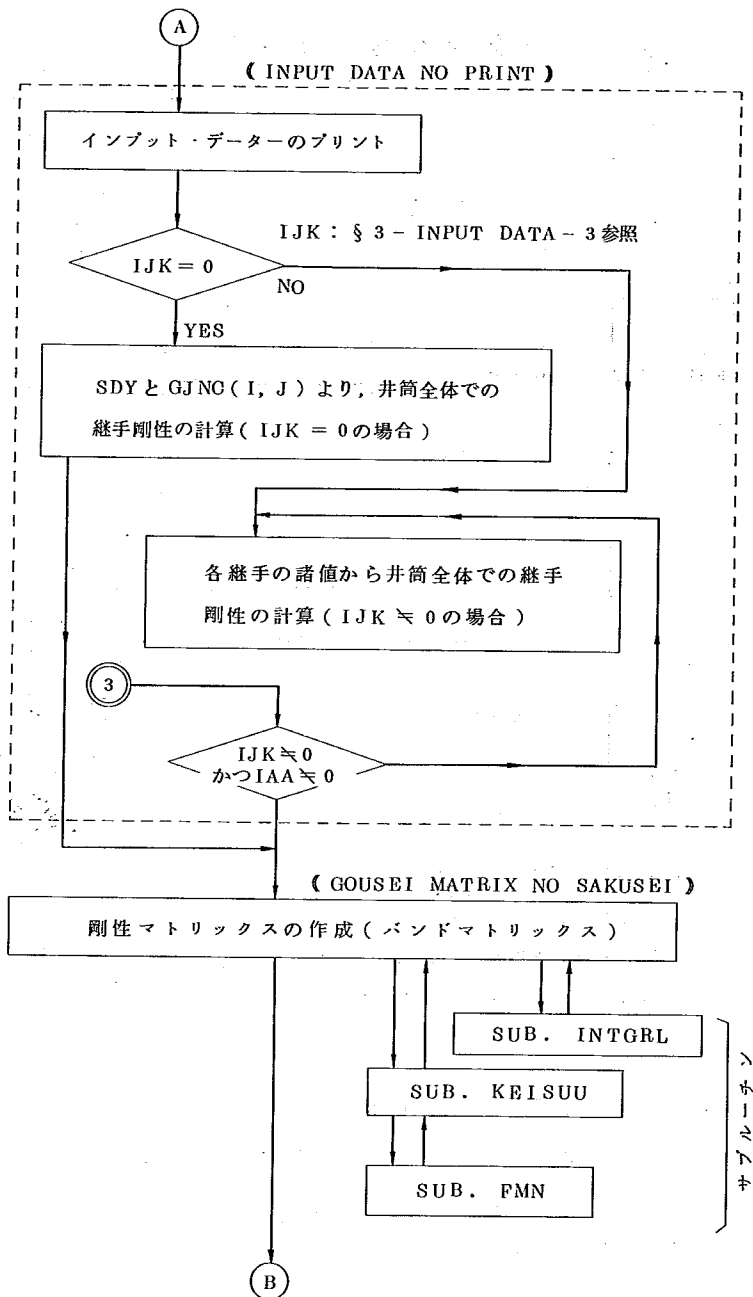
b ケーソン基礎は剛体では無く、弾性体として扱う。

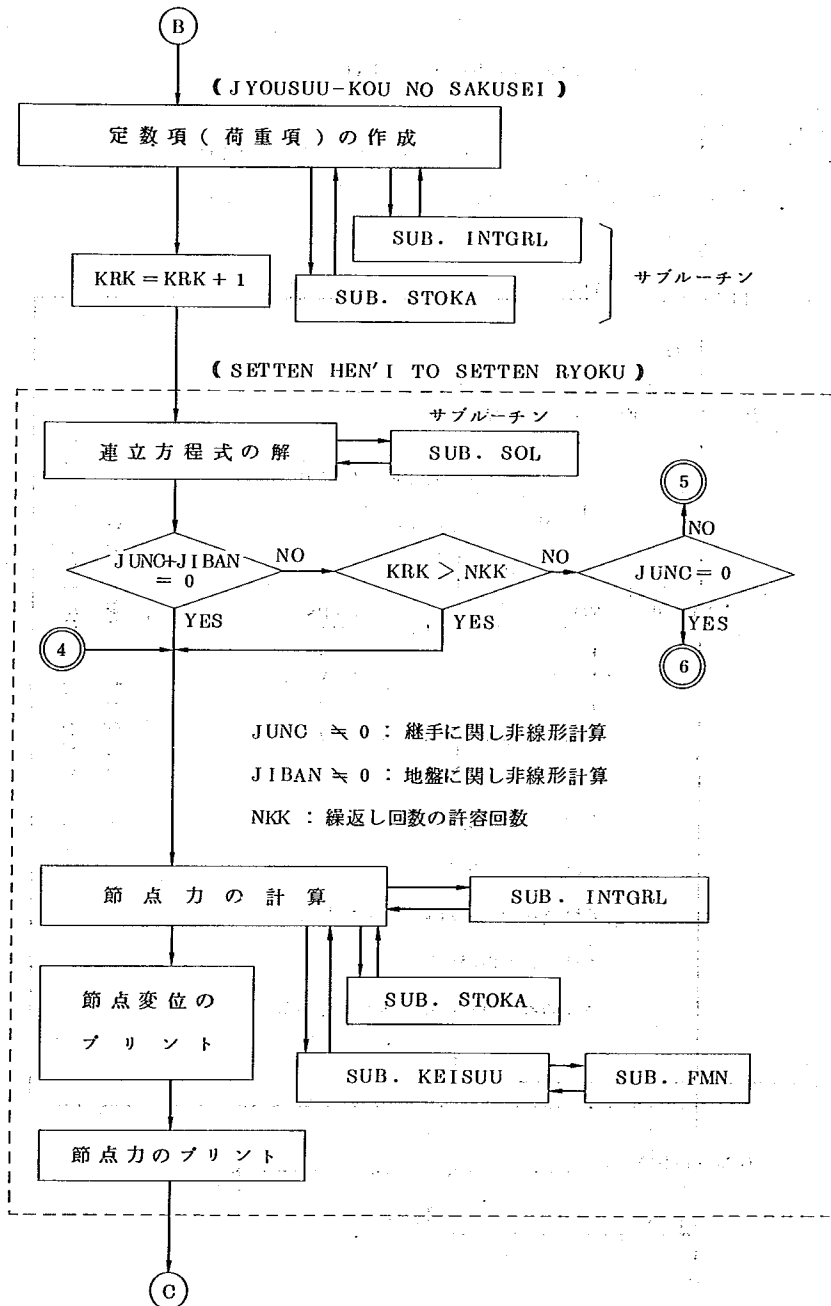
c 地盤耐力を考えた繰返し収束計算も行える。

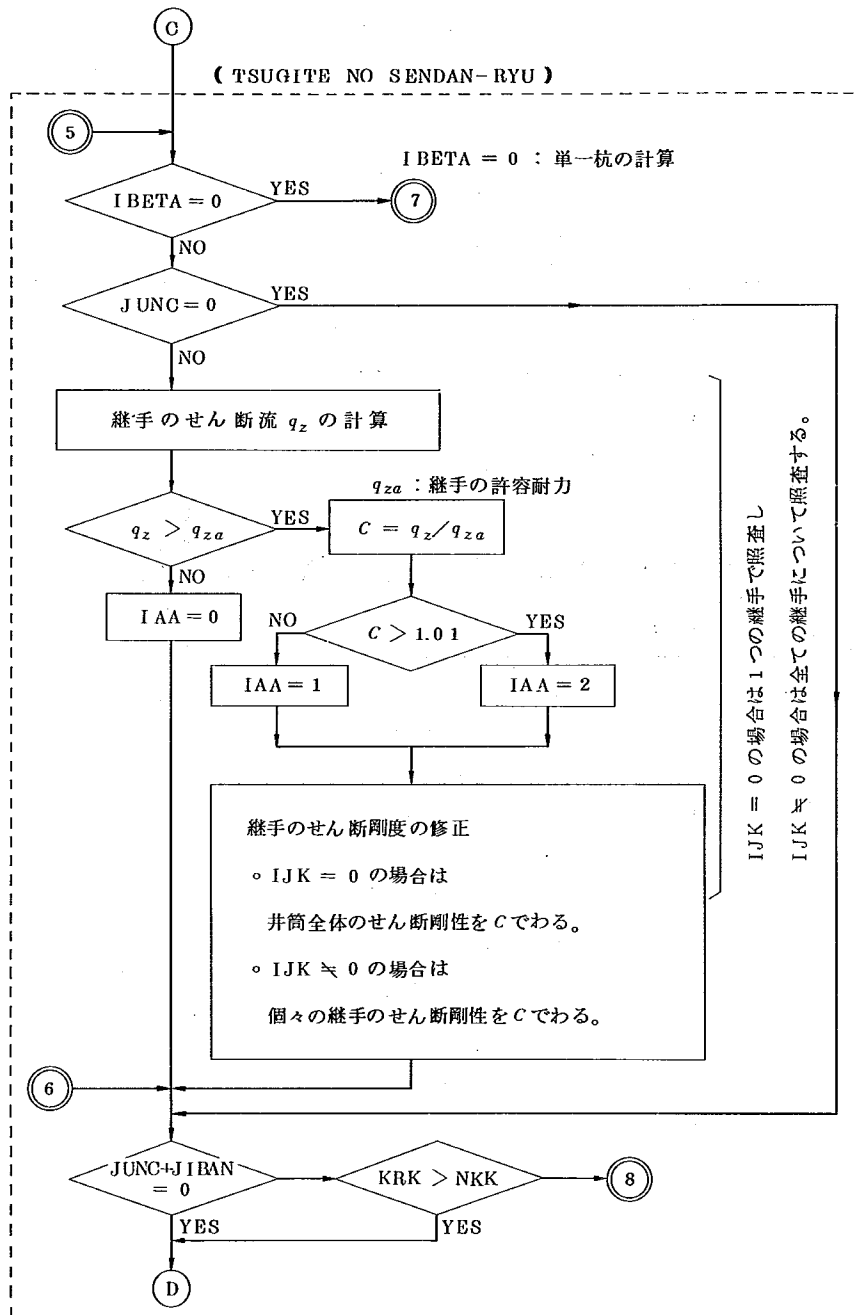
d 基礎底面は地盤による弾性支持とする。底面地盤反力が3角形分布となる場合も計算できるが、これに対してはトライアルのルーチンは組み込んでいない。

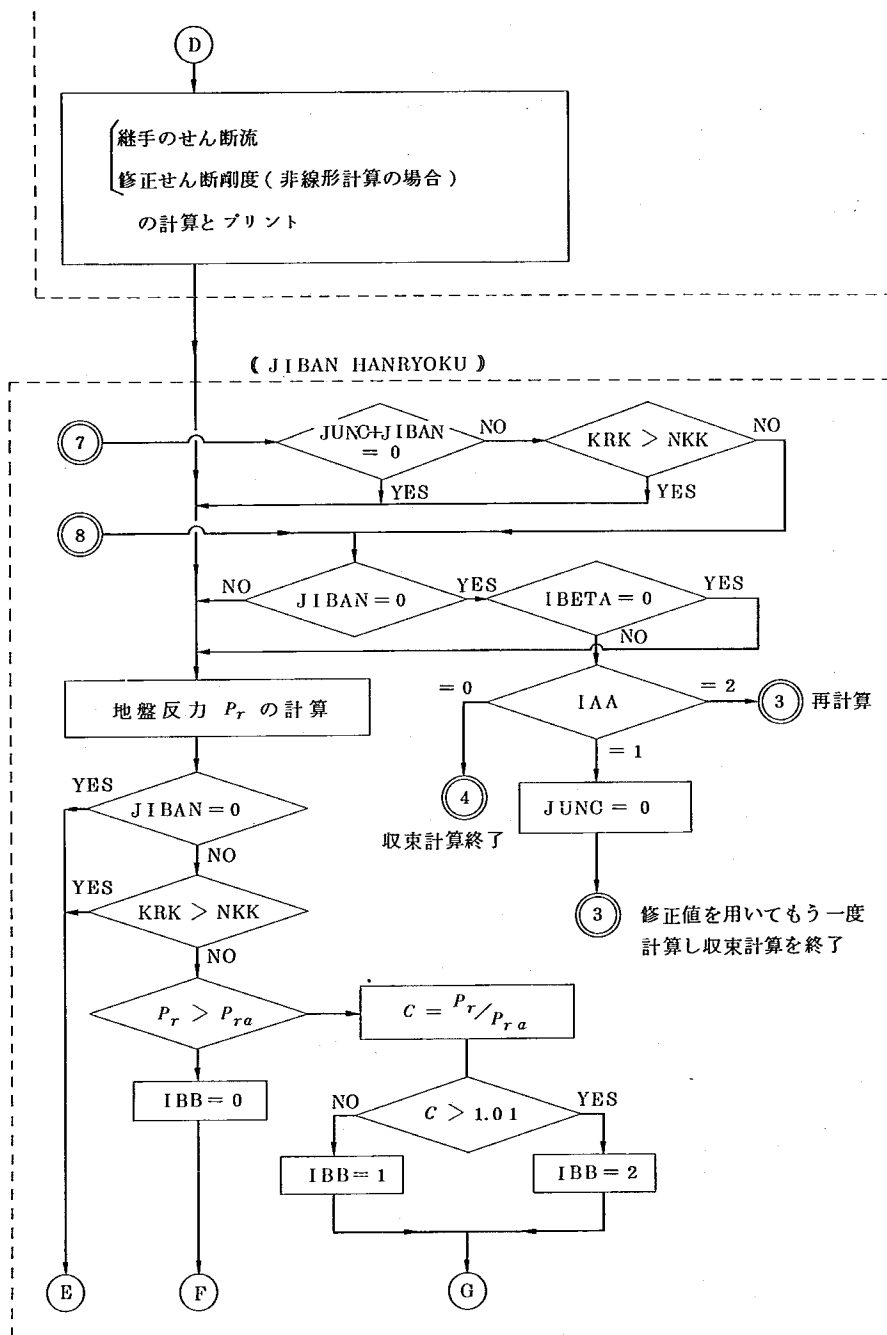
## 2. プログラムのフローチャート













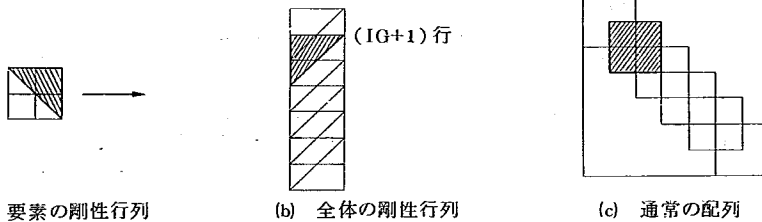
## サブルーチンの機能

### (1) SUBROUTINE INTGRL(DL)

- a. DL : 有限要素の長さ
- b. 補間関数(変位関数など)間の積の積分値を有限要素の長さ DL について求める。(第2篇の式(9.10)の値)

### (2) SUBROUTINE KEISUU(II, JJ, IG, JR)

- a. II : 区間番号  
JJ : 有限要素番号  
IG, JR : 要素の剛性係数を収める場所の指定(本プログラムでは常に JR=0)
- b. 一つの有限要素の剛性係数を全体の剛性行列に収める。(バンドマトリックスの特性を利用)



要素の剛性行列(a)を全体系の剛性行列(b)の(IG+1)行目と(JR+1)列目から重ね合わせてならべる。

### (3) SUBROUTINE FMN(K1, I, J)

- a. K1 : 要素の剛性行列のうちの部分を指定  
I, J : 区間番号と要素番号
- b. 要素の剛性係数を部分ごとに(変位パラメーター別に)計算する。

### (4) SUBROUTINE STOKA(JJ)

- a. JJ : 要素番号
- b. 等価節点力の計算を行う。

### (5) SUBROUTINE SOL(NOP)

- a. NOP : 荷重ケースの数
- b. 前ページの図(b)のようにならべられた剛性行列をもつ剛性方程式を解く。

### 3. インプット・データー

#### 3.1 インプット・データーの一覧表

注1) 場合によって, READ しないデーターについては

「……の場合インプットしてはならない」と記し, READ は常にするが, 場合によってそのデーターは使用されない場合には,

「……の場合にインプット」と記してある。

注2) インプット・データーの詳しい内容については, 3-2, 3-3 を参照のこと。

#### INPUT DATA-1

| 変 数 名   | 添字の範囲     | タイプ | 単 位 | 内 容                                                   | 備 考            |
|---------|-----------|-----|-----|-------------------------------------------------------|----------------|
| KMAX    |           | I   |     | 井筒の区間数                                                |                |
| I BNDRY |           | I   |     | 頂版と矢板の結合条件<br>= 0 : 剛結合<br>≠ 0 : ビン結合(弾性結合)           |                |
| I BETA  |           | I   |     | 継手のずれ変形の有無<br>= 0 : ずれ無し(単一杭)<br>≠ 0 : ずれ有り(矢板式, 杭基礎) | 同一-READ文       |
| IW      |           | I   |     | 鉛直方向力のつり合い<br>= 0 : 計算しない<br>≠ 0 : 計算する               |                |
| NKK     |           | I   |     | 繰返し収束計算の許容繰返し数                                        | 非線形計算の場合にインプット |
| NBK(I)  | I=1, KMAX | I   |     | 区間の分割数                                                |                |
| RLK(I)  | "         | F   | m   | 区間長                                                   |                |

注1) 詳しい内容は次節を参照のこと

注2) I — 整数タイプ, READ文のFÖRMAT — FÖRMAT(16I5) 以下同じ  
F — 実数タイプ, " " — FÖRMAT(8F10.5)

#### INPUT DATA-2

|          |           |   |                |                               |          |
|----------|-----------|---|----------------|-------------------------------|----------|
| A(I)     | I=1, KMAX | F | m <sup>2</sup> | 井筒の断面積                        | 式(3.1)参照 |
| G I A(I) | "         | F | m <sup>4</sup> | 矢板の断面二次モーメントを含めない井筒の断面二次モーメント | 式(3.2)参照 |
| S I P(I) | "         | F | m <sup>4</sup> | 矢板の断面二次モーメントの総和               | 式(3.3)参照 |

### INPUT DATA-3 (IBETA=0の場合はインプットしない)

| 変数名           | 添字の範囲               | タイプ | 単位               | 内 容                                                  | 備 考                           |
|---------------|---------------------|-----|------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|
| JUNC          |                     | I   |                  | 継手に関する非線形計算<br>=0:しない(弾性計算)<br>≠0:する                 | 同一-READ文                      |
| IJK           |                     | I   |                  | 継手データーのインプット形式の選定<br>=0:井筒全体でインプット<br>≠0:個々の継手でインプット | IJK≠0をインプットすると<br>JUNC≠0とみなす  |
| GAM           |                     | F   | m <sup>-1</sup>  | 一つの継手の剛度と井筒全体の継手剛性の比                                 | 式(3.4)<br>同一-READ文            |
| SDY           |                     | F   | m <sup>2</sup>   | 継手によって結ばれる矢板間隔の二乗和(補正值<br>$t_j$ 含)                   | 式(3.6)                        |
| GJNC(I, J)    | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t/m <sup>2</sup> | 継手剛度の基準値                                             | IJK=0の場合<br>のインプット            |
| QA(I)         | I=1, KMAX           | F   | t/m              | 継手の耐力                                                | JUNC=0の場合<br>インプットしては<br>ならない |
| NJNC          |                     | I   |                  | 継手の種類の数                                              |                               |
| DY (N)        | N=1, NJNC           | F   | m                | 継手によって結ばれる矢板の重心間隔                                    |                               |
| KOSU(N)       | "                   | I   |                  | N種類の継手に含まれる継手の数                                      | IJK≠0の場合<br>のインプット            |
| GAMJ(1, 1, N) | "                   | F   |                  | 継手剛度とその基準値との比                                        |                               |
| GJNC(I, J)    | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t/m <sup>2</sup> | 継手剛度の基準値                                             | 式(3.7)                        |
| QA(I)         | I=1, KMAX           | F   | t/m              | 継手の耐力の基準値                                            |                               |
| GAMQ(1, 1, N) | N=1, NJNC           | F   |                  | 継手の耐力とその基準値との比                                       | 式(3.8)                        |

### INPUT DATA-4

|          |        |   |                  |                                                                 |          |
|----------|--------|---|------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|
| JIBAN    |        | I |                  | 地盤に関する非線形計算<br>=0:しない(弾性計算)<br>≠0:する                            |          |
| HC       |        | F | m                | 設計地盤面が頂版上面より下にある場合<br>頂版の厚さは頂版下端から設計地盤面までの高さ                    | 図-3.3.3  |
| BC       |        | F | m                | 水平地盤抵抗に対する頂版の抵抗幅                                                | 同一-READ文 |
| BI       |        | F | m                | 水平地盤抵抗に対する井筒の抵抗幅、杭基礎の場合は<br>(全杭本数)×(杭径)                         |          |
| PCNT     |        | F |                  | 井筒側面地盤の水平せん断パネと前背面の水平パネ<br>の比(「ケーソン基礎の設計篇」では0.2(20%)<br>としている。) |          |
| CK(J, 1) | J=1, 2 | F | t/m <sup>3</sup> | 頂版部の水平方向地盤反力係数                                                  |          |

| 変 数 名       | 添字の範囲               | タイプ | 単 位              | 内 容                            | 備 考                           |
|-------------|---------------------|-----|------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| RCKZ        |                     | F   | t/m              | 頂版の鉛直バネの合計値                    | 式(3.13a)<br>同一-READ文          |
| RCKM        |                     | F   | t・m              | 頂版の回転バネの合計値(水平地盤抵抗によるものは除く)    | 式(3.13b)                      |
| SK(I, J, 1) | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t/m <sup>2</sup> | 井筒部の水平地盤反力係数                   |                               |
| AKZ(I, J)   | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t/m <sup>2</sup> | 井筒部の鉛直分布バネ                     | 式(3.16a)                      |
| AKM(I, J)   | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t・m/m            | " 分布回転バネ                       | 式(3.16b)                      |
| AGI(I, J)   | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t                | 内部土のせん断剛度 $\tilde{G}\tilde{A}$ | IBETA=0のときインプットしてはならない        |
| CPP(J, K)   | K=1, 2<br>J=1, 2    | F   | t/m <sup>2</sup> | 頂版部の圧縮(K=1)と引張(K=2)に対する地盤耐力    | 正 値                           |
| PP(I, J, 1) | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t/m <sup>2</sup> | 圧縮に対する地盤耐力                     | 正 値<br>JIBAN=0の場合インプットしてはならない |
| PP(I, J, 2) | I=1, KMAX<br>J=1, 2 | F   | t/m <sup>2</sup> | 引張に対する地盤耐力                     | 正 値                           |

#### INPUT DATA-5

|              |                                 |   |     |                                     |                         |
|--------------|---------------------------------|---|-----|-------------------------------------|-------------------------|
| NOP          |                                 | I |     | 荷重ケースの数                             | 同一-READ文                |
| NNSPK        | K=1, NOP                        | I |     | K番目の荷重ケースに分布外力の有無<br>=0:無し<br>≠0:有り |                         |
| RQK          | "                               | F | t   | 頂版下面位置での水平外力                        |                         |
| RMK          | K=1, NOP                        | F | t・m | 頂版下面位置でのモーメント外力                     | 同一-READ文                |
| RNK          | "                               | F | t   | 頂版下面位置での鉛直外力(井筒重心に作用)               |                         |
| SPH(I, J, K) | I=1, KMAX<br>J=1, 2<br>K=1, NOP | F | t/m | 井筒部の水平分布外力                          |                         |
| SPZ(I, J, K) | I=1, KMAX<br>J=1, 2<br>K=1, NOP | F | t/m | " 鉛直分布外力                            | NNSPK=0のときはインプットしてはならない |

# INPUT DATA-6

| 変 数 名    | 添字の範囲              | タイプ | 単 位        | 内 容                                                                                                                    | 備 考                   |
|----------|--------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| IRK      |                    | I   |            | 脚付の矢板式基礎か否か<br>= 1 : 脚なし<br>= 2 : 脚付                                                                                   | 同一-READ文              |
| NRK      |                    | I   |            | 井筒と脚の接合部の節点番号                                                                                                          | IRK=2 のとき<br>インプット    |
| RKTH     |                    | F   | t・m        | 頂版と矢板間の回転バネ                                                                                                            | 1BNDRY≠0 の<br>ときインプット |
| RK(I, J) | I=1, IRK<br>J=1, 4 | F   | 各 種<br>あ り | 井筒底面 (I=1) と脚底面 (I=2) の地盤バネ<br>水平バネ (t/m, J=1), 回転バネ (t・m, J=2)<br>鉛直バネ (t/m, J=3), 水平・回転の連成バネ<br>(t, J=4, 三角形分布のときなど) |                       |

# INPUT DATA-7

|           |                       |   |                 |                                                                                                                                          |                                  |
|-----------|-----------------------|---|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| NNP       |                       | I |                 | 応力計算をする矢板の数<br>$\left\{ \begin{array}{l} \text{NNP} \leq 0 \text{ をインプットする} \\ \text{と、矢板についての応} \\ \text{力計算は行わない} \end{array} \right.$ | 単一杭に適用                           |
| Y (K)     | K=1, NNP              | F | m               | 矢板の重心点のY座標                                                                                                                               |                                  |
| YL(K)     | "                     | F |                 | 矢板局所座標の方向余弦<br>$l = \frac{\partial X}{\partial x} = \cos \theta$                                                                         | 図-3.3.7                          |
| YM(K)     | "                     | F |                 | "<br>$m = \frac{\partial Y}{\partial x} = \sin \theta$                                                                                   | "                                |
| AP(I, K)  | I=1, KMAX<br>K=1, NNP | F | cm <sup>2</sup> | 矢板の断面積                                                                                                                                   | NNP ≤ 0 の場合<br>はインプットし<br>てはならない |
| AIX(I, K) | I=1, KMAX             | F | cm <sup>4</sup> | 矢板の断面二次モーメント (局所座標y軸まわり)                                                                                                                 |                                  |
| AIY(I, K) | K=1, NNP              | F | cm <sup>4</sup> | " ( " x " )                                                                                                                              |                                  |
| WX(I, K)  | I=1, KMAX             | F | cm <sup>3</sup> | 矢板の断面係数                                                                                                                                  | 式(3.2.2)                         |
| WY(I, K)  | K=1, NNP              | F | cm <sup>3</sup> | "                                                                                                                                        | "                                |
| NEXT      |                       | I |                 | 次に別のインプットの有無<br>$\left\{ \begin{array}{l} = 0 : \text{無し} \\ \neq 0 : \text{有り} \end{array} \right.$                                     |                                  |

### 3.2 インプット・データの記号と説明

注) § 1 の計算対象と前提条件を参照のこと。

READ文のFORMAT

|                                                                                                                                                             |    |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------|
| <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">             整数に対し<br/>実数   "           </div> | 10 | FORMAT(16/5)  |
|                                                                                                                                                             | 20 | FORMAT(8F105) |

↑  
ステートメント・ナンバー

#### INPUT DATA-1

井筒の分割と境界条件など

```

READ(5, 10) KMAX, IBNDRY, IBETA, IW, NKK
READ(5, 10) (NBK(I), I=1, KMAX)
READ(5, 20) (RLK(I), I=1, KMAX)
  
```

本プログラムの数値計算手法は有限要素法を用いている。井筒を有限要素に分割する方法は次のようである。(図-3.3.1 参照)

- 矢板の断面変化点、側面地盤反力係数や継手のせん断剛度の変化点などにおいてまず井筒を大きく“区間”に分割する。
- さらにその区間を等分割し、それを有限要素とする。

計算精度は井筒の分割に関係するので注意を要するが、通常は有限要素の長さを1m～2mにとれば実用上十分な精度が得られよう。

K M A X : 分割区間の数(図-3.3.1 参照)

I B N D R Y : 頂版と矢板の結合条件

I B N D R Y     $\begin{cases} = 0 : \text{剛結} \\ \neq 0 : \text{弾性結合, ヒンジ結合} \end{cases}$

I B E T A : 継手のずれ変位の有無

I B E T A     $\begin{cases} = 0 : \text{ずれなし(=棒理論)} \\ \neq 0 : \text{ずれあり} \end{cases}$

I W : 井筒の鉛直方向のつり合いを含めて計算するか否かの指示

I W     $\begin{cases} = 0 : \text{含めないで計算する} \\ \neq 0 : \text{含めて計算する} \end{cases}$

N K K : 繰返し収束計算における最大繰返し数

繰返し計算において繰返し数がこの数を越えると収束していない状態でも計算を打ち切り、その時点での計算結果をプリントする。

弾性計算においては、インプットの必要なし。(何をインプットしても無視される)

N B K ( I ) : 第 I 区間の等分割数(図-3.3.1 参照)

R L K ( I ) : 第 I 区間の長さ(m)

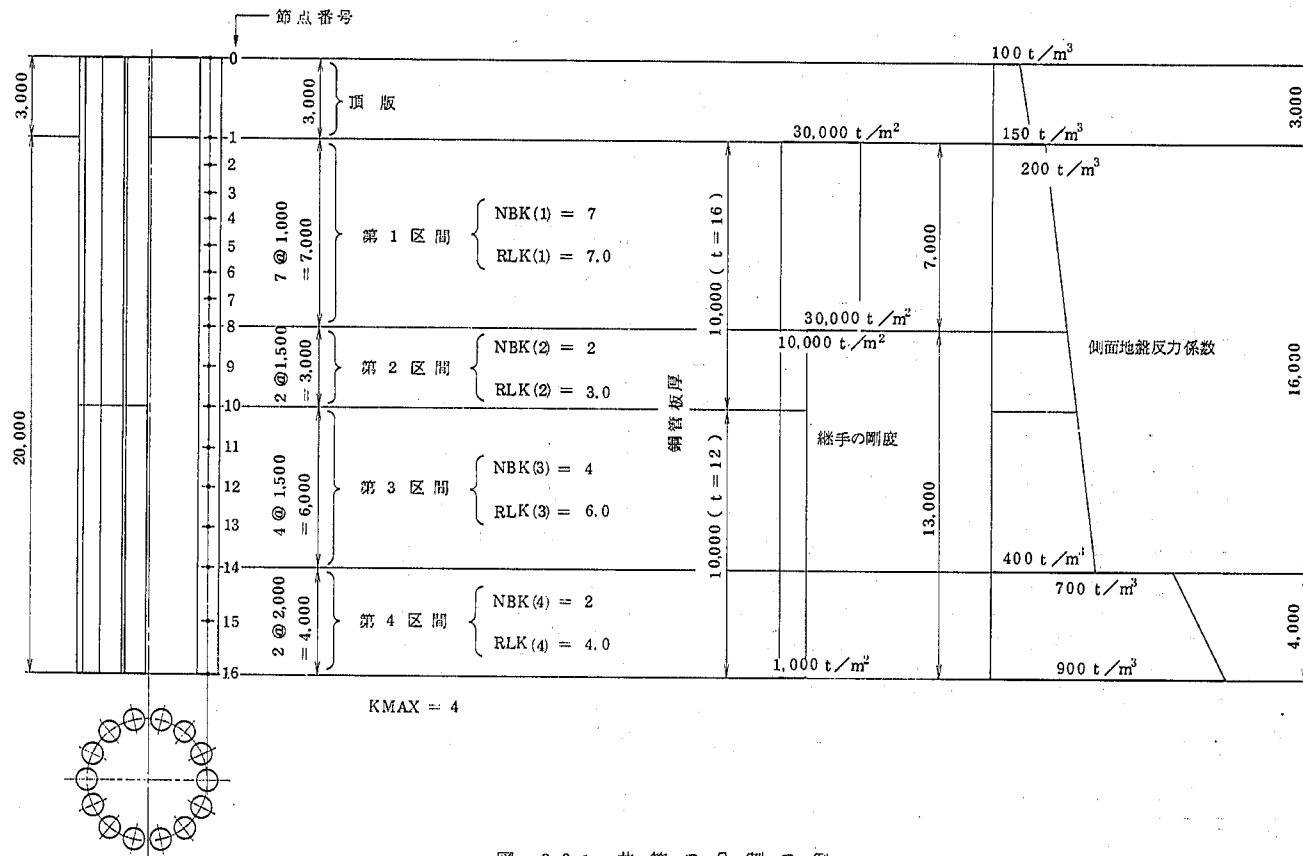


図 - 3.3.1 井筒の分割の例

## INPUT DATA-2

井筒の断面定数

```

READ(5, 20)(A(I), I=1, KMAX)
READ(5, 20)(GIA(I), I=1, KMAX)
READ(5, 20)(SIP(I), I=1, KMAX)
    
```

$A(I)$  : 第  $I$  区間の井筒断面積  $A_g(\text{m}^2)$

$$A_g = \sum (A_p)_i \quad (3.1)$$

$GIA(I)$  : 第  $I$  区間における, 矢板自身の断面二次モーメントを含めない井筒の断面二次モーメント  $I_g^*(\text{m}^4)$

$$I_g^* = \sum (A_p Y^2)_i \quad (3.2)$$

$SIP(I)$  : 第  $I$  区間の矢板断面二次モーメントの総和  $\Delta I_g(\text{m}^4)$

$$\Delta I_g = \sum (m_0^2 I_{xp} + l_0^2 I_{yp})_i \quad (3.3)$$

ここに  $\sum ( )_i$  は全ての矢板について和をとることを表わす。  $A_p$ ,  $I_{xp}$ ,  $I_{yp}$  は矢板の断面定数であり,  $m_0$ ,  $l_0$  は矢板の局所座標の方向余弦である。

$A_p$  : 矢板 1 本の断面積

$I_{xp}$ ,  $I_{yp}$  : 矢板 1 本の断面二次モーメント

$l_0$ ,  $m_0$  : 矢板の局所座標の方向余弦, INPUT-DATA-6 の式 (3.19), (3.20) を参照のこと。

INPUT-DATA-7 を参照のこと

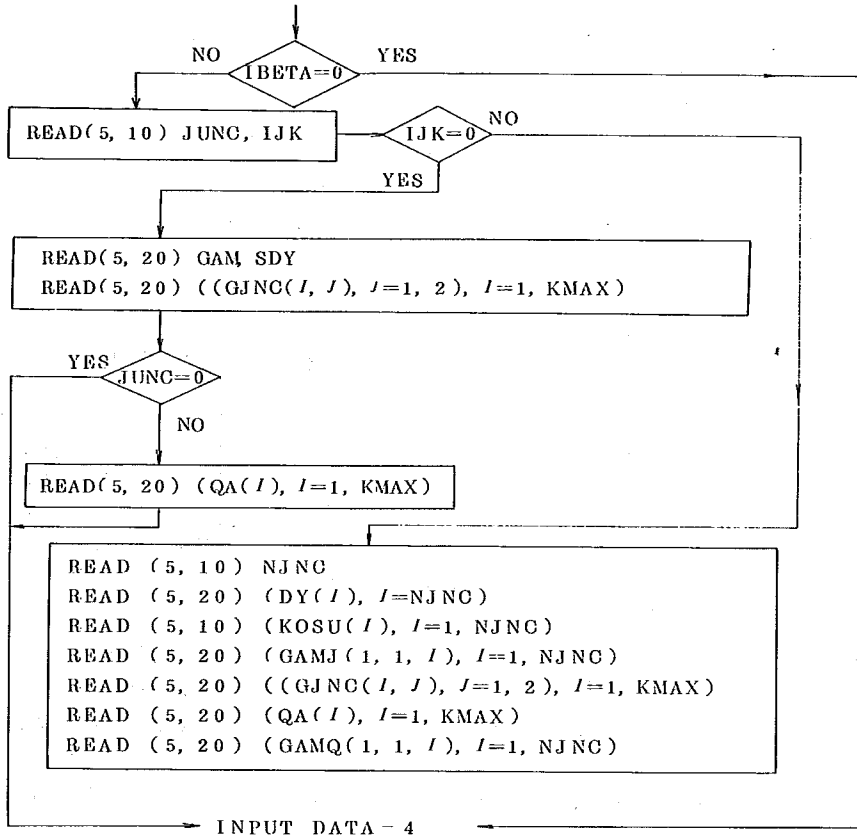
注1) IBETA=0 の場合で単一杭, 深礎杭, ケーソン等を対象として計算する場合は,

$(I_g^* + \Delta I_g)$  の値がそれらの断面二次モーメントとなるようにインプットすればよい。この場合は  $I_g^*$  と  $\Delta I_g$  の和のみが必要であるからである。これに対して, 矢板式基礎や杭基礎の場合は矢板や杭の曲げモーメントに  $I_g^*$  と  $\Delta I_g$  の比が関係するので, これらの場合には正しくインプットする必要がある。

注2) プログラム中に鋼の弾性係数  $E=2.1 \times 10^7 \text{ t/m}^2$  が組み込んであるので, 断面定数は鋼に換算して計算を行うこと。

### INPUT DATA-3

継手に関するインプット



JUNC : 継手に関し非線形計算（継手のせん断流が、その耐力を越えないようにせん断剛度を繰返し修正）を行うか否かの指示

JUNC  $\begin{cases} = 0, \text{線形計算} \\ \neq 0, \text{非線形計算} \end{cases}$

IJK : インプットの方式の選定

IJK  $\begin{cases} = 0 : \text{継手の全体的剛性をインプット} \\ \neq 0 : \text{個々の継手に関してインプット} \end{cases}$

IJK=0の場合のインプット・データー

GAM : 着目する継手（1つ）のせん断流を計算するための数値  $r (m^{-1})$

$$\gamma = \frac{r_{jk} \cdot \Delta Y_k}{\sum (r_j \cdot \Delta Y^2)_i} = \frac{G_{jk} \cdot \Delta Y_k}{\sum (G_j \cdot \Delta Y^2)_i} \quad (3.4)$$

ここに

$$r_{ji} = \frac{G_{ji}}{G_j} \quad (3.5)$$

$G_{ji}$  : 継手 ( $i$ ) のせん断刚度 ( $\text{t/m}^2$ )

$\bar{G}_j$  : 継手のせん断刚度の基準値 ( $\text{t/m}^2$ ) , (任意に選択する)

$\Delta Y_i$  : 継手 ( $i$ ) によって結合される2つの矢板の重心点の  $Y$  座標差

$r_{jk}, \Delta Y_k, G_{jk}$  : 着目する矢板の  $r_j, \Delta Y, G_j$

$$\text{SDY} : \sum (r_j \Delta Y^2)_i = \frac{1}{\bar{G}_j} \cdot \sum (G_j \cdot \Delta Y^2)_i, (\text{m}^2) \quad (3.6)$$

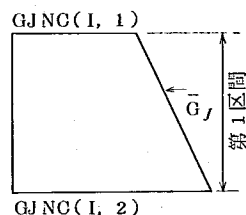
注) GAM, SDY は井筒全長にわたり一定とする。

GJNC( $I, J$ ) : 第  $I$  区間の上, 下端の継手せん断刚度の基準値

$\bar{G}_j, (\text{t/m}^2)$

$J \begin{cases} = 1 : \text{上端} \\ = 2 : \text{下端} \end{cases}$

注) 区間中間部は, 右図に示すように直線変化として計算される。



注) 杭基礎の場合は GAM, SDY, GJNC( $I, J$ ) 全てをインプットすればよい。

QA( $I$ ) : 第  $I$  区間の継手の耐力  $q_{cr} (\text{t/m})$ , 区間内で一定 (非線形計算の場合のみインプット)

GAM の計算で着目した継手のせん断流が QA( $I$ ) を越えると, その越えた点における継手のせん断刚度 GJNC( $I, J$ ) の値を低減し, せん断流が QA( $I$ ) を越えないように繰返し補正計算を行う。

注1) このように  $IJK=0$  の場合の継手に関する非線形計算においては, ある井筒断面上 ( $Z=\text{const.}$ ) で着目している継手のせん断流が耐力を越えると, その断面上の全ての継手のせん断刚度が修正される。しかし, 円形井筒や小判形井筒の円弧部においては継手ごとに  $\Delta Y$  の値が異なり, 継手のせん断流は  $\Delta Y$  に比例するので, 1部の継手のせん断流が耐力を越えても, 他に弾性範囲内に留る継手が一般に存在する。したがって, このような場合には, どの継手が耐力を越えた場合に継手が塑性化したと判断するかが問題となる。継手のせん断刚度を低くとると井筒の変位や矢板の応力は大きく計算されるので, 継手のせん断刚度と耐力が全ての継手について等しい場合は,  $\Delta Y$  が最大となる継手に着目して計算すれば設計上一般に安全側の計算となろう。

より正確に継手に関する非線形計算を行う必要がある場合には, 次に示す  $IJK \neq 0$  の場合のインプットを用いるとよい。

I J K ≠ 0 の場合のインプット (非線形計算用)

NJNC : 継手の種類の数 ( $\Delta Y$ ,  $G_J$ ,  $q_{cr}$  が全て等しい継手は 1 種類と数える)

DY(I) : 第 I 種類の継手の  $\Delta Y$ , (m)

KOSU(I): 第 I 種類に含まれる継手の個数

GAMI(I): 第 I 種類の継手のせん断剛度とせん断剛度の基準値との比  $r_{Ji}$ , 井筒全長にわたり一定とする。

$$r_{Ji} = \frac{G_{Ji}}{\bar{G}_J} \quad (3.7)$$

$G_{Ji}$  : 第 I 種類の継手のせん断剛度

$\bar{G}_J$  : 継手のせん断剛度の基準値

GJNC(J, K): 第 J 区間の上, 下端の継手せん断剛度の基準値  $\bar{G}_J$ , ( $\text{N/m}^2$ )

$$K \begin{cases} = 1, \text{ 上端} \\ = 2, \text{ 下端} \end{cases}$$

QA(J) : 第 J 区間の継手の耐力の基準値  $\bar{q}_{cr}$  ( $\text{N/m}$ ), 区間内で一定, 値は任意に選択してよい。

GAMQ(I): 第 I 種類の継手耐力と継手耐力の基準値との比  $r_{Qi}$  は井筒全長にわたり一定とする。

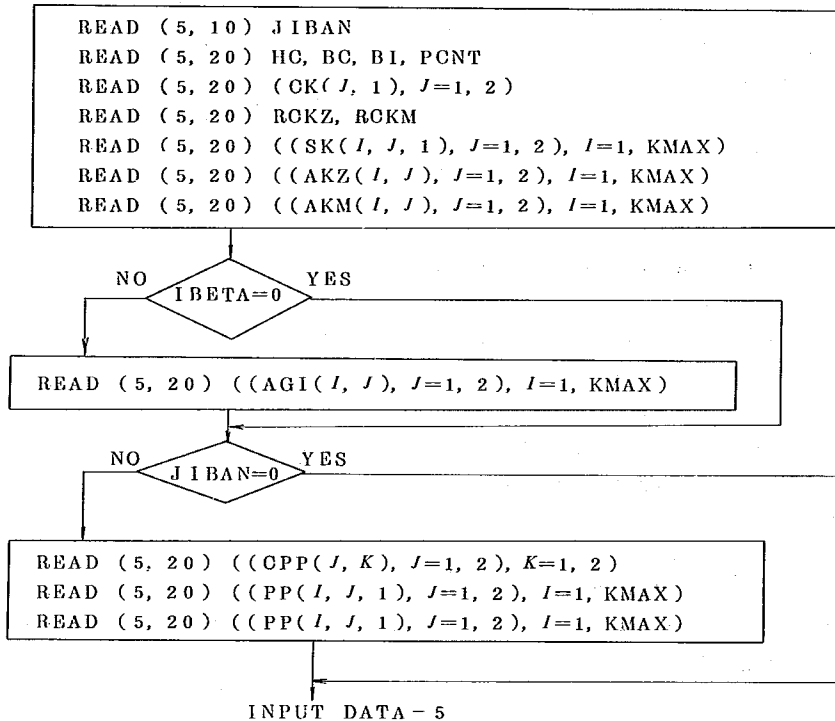
$$r_{Qi} = \frac{q_{cri}}{\bar{q}_{cr}} \quad (3.8)$$

$q_{cri}$  : 第 I 種類の継手の耐力

注2) 継手に関する非線形計算は I J K = 0, ≠ 0 のいずれの場合も継手は完全弾塑性体と仮定して計算する。

# INPUT DATA-4

地盤反力係数に関するインプット



J I B A N : 地盤に関し非線形計算 ( 地盤反力とその耐力を越えないように地盤反力係数を繰返し修正 ) を行うか否かの指示

$$J \ I \ B \ A \ N \ \begin{cases} = 0, \text{線形計算} \\ \neq 0, \text{非線形計算} \end{cases}$$

H C : 頂版の厚さ  $h_c$  (m), 設計地盤面が頂版上面より下にある場合で, 頂版部の地盤抵抗を期待する場合には, 図 - 3.3.2 に示すように頂版下面から設計地盤面までの高さとする。

B C : 水平地盤抵抗に対する頂版の抵抗幅  $b_{ec}$ , (m), 「ケーソン基礎の設計篇」のように, 地盤反力は地盤を圧縮する面にのみ生ずるとし, さらに図 - 3.3.2 に示すように X 軸に投影した面に地盤反力は直交して作用すると思われる場合には,  $b_{ec}$  は X 軸方向に測った頂版の外径である。頂版の引張側の面にも引張に対する水平方向地盤反力係数を考える場合には, 次のようである。

$$b_{ec} = \frac{(k_H)_f + (k_H)_r}{(k_H)_f} \cdot b \times c \quad (3.9)$$

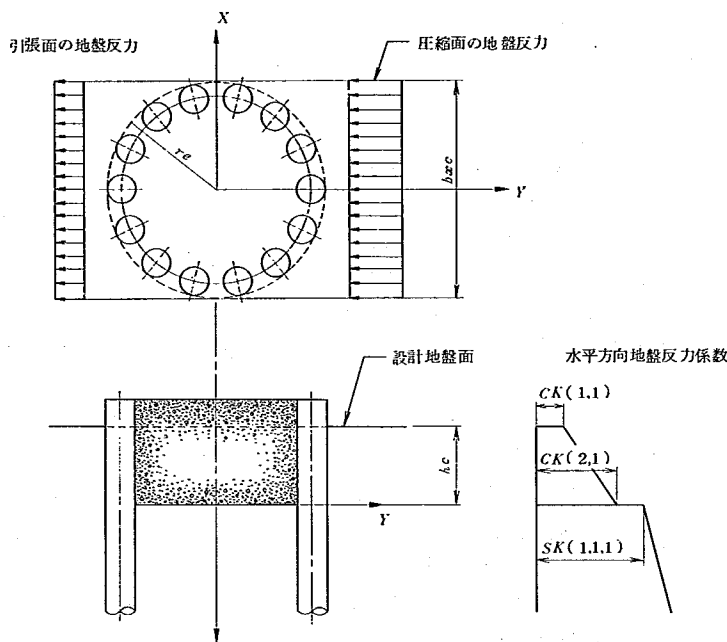


図-3.3.2 井筒頂版部の寸法

$(k_H)_f$  : 圧縮面の地盤反力係数

$(k_H)_r$  : 引張面の地盤反力係数

$b_{xc}$  : X軸方向の頂版の外径

注1) 抵抗幅のインプットは一つであるから、式(3.9)でインプットする場合には、頂版全長にわたり  $(k_H)_f$  と  $(k_H)_r$  の比は一定であることが必要である。 $(k_H)_f$  と  $(k_H)_r$  の比が頂版の長さ方向(Z方向)に変化する場合には、 $b_{ec} = b_{xc}$  として、後の水平方向地盤反力係数のインプットにおいて、頂版前後の水平方向地盤反力係数の和をインプットすればよい。

この場合、水平地盤反力のアウトプットは頂版前後の地盤反力の和であることに注意すること。

注2) 杭基礎の計算において、フーチング前面の地盤反力係数を考慮する場合は  $b_{xc}$  はフーチングの幅である。

注3) 地盤に関して非線形計算を行う場合には、地盤反力係数の初期条件は、 $(k_H)_f = (k_H)_r$  とおかれるので、この場合には、 $b_{ec} = b_{xc}$  とインプットすること。

B I : 水平地盤抵抗に対する頂版の抵抗幅  $b_e$ , (m), 矢板式基礎や単一杭の計算では  $b_e$  は前記頂版幅  $b_{ec}$  と同様に扱えばよい。

杭基礎の計算を行う場合には

$$b_e = \eta_p \cdot D \quad (3.10)$$

$\eta_p$  : 杭の本数

$D$  : 杭 径

とする。

PCNT : 井筒側面の水平方向せん断バネと井

筒前、背面の水平バネの比  $\alpha$

「ケーソン基礎の設計篇」(昭和45年3月)によれば、その34ページに記されている「側面の分担分20%」に相当する。すなわちこの場合は  $\alpha=0.2$  である。

図-3.3.3に示すように細長い井筒断面で、井筒の左右両側面のせん断抵抗がより有効に働く場合などは、

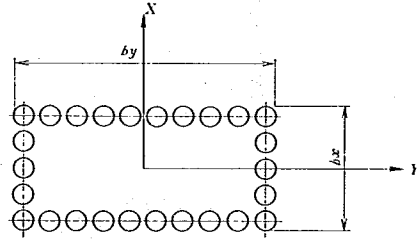


図-3.3.3 長方形井筒断面

$$\alpha = \frac{2 k_{Hs} \cdot b_y}{\{(k_H)_f + (k_H)_r\} \cdot b_x} \quad (3.11)$$

$k_{Hs}$  : 井筒側面と地盤間での水平方向のせん断的地盤反力係数

$b_y$  : 井筒の側面幅

注4) 地盤の水平抵抗には、上記のように種々の成分があるが、計算上はこれらの成分の和である次の地盤の水平バネ  $K_H$  の値のみが問題となる。

$$K_H = \{(k_H)_f + (k_H)_r\} \cdot b_x \cdot (1 + \alpha) \quad (3.12)$$

したがって、線形計算の場合は、 $K_H$  の値さえ変えなければ、上式右辺の各項には何をインプットしてもよい。

この点を考慮すればインプットの自由度は増大する。

CK(J, I) : 頂版前面の地盤反力係数  $(k_H)_f$ , ( $\text{t}/\text{m}^3$ ),

注1), 注3) 参照のこと。

RCKZ : 頂版の鉛直バネの合計値,  $K_Z$ , ( $\text{t}/\text{m}$ )

RCKM : 頂版の回転バネの合計値  $K_M$ , ( $\text{t} \cdot \text{m}/\text{rad}$ )

これらの頂版のバネには、図-3.3.4に示すように頂版と地盤間の鉛直方向のせん断バネ  $k_z$  や、井筒以外に頂版を支える目的で打設された杭を評価した鉛直バネなどが含まれる。図-3.3.4の場合で具体的に説明する。

$k_z$  : 頂版と地盤間の鉛直方向のせん断的地盤反力係数 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )

$K_{Vp}$  : 杭1本を評価した鉛直バネ ( $\text{t}/\text{m}$ )

$Y_s$  : 頂版外周のY座標 (m)

$Y_p$  : 杭のY座標 (m)

$h_c$  : 頂版の高さ (m)

とすると

$$\left. \begin{aligned} K_Z &= \int_{A_s} k_z dA_s + \sum (K_{Vp})_i \\ K_M &= \int_{A_s} k_z \cdot Y_s^2 dA_s + \sum (K_{Vp} \cdot Y_p^2)_i \end{aligned} \right\} \quad (3.13 a, b.)$$

である。ここに  $\int_{A_s} dA_s$  は頂版の外周面にわたり積分することを表わしており、

$$\int_{A_s} k_z Y_s dA_s + \sum (K_{Vp} Y_p)_i = 0 \quad (3.14)$$

を前提としている。

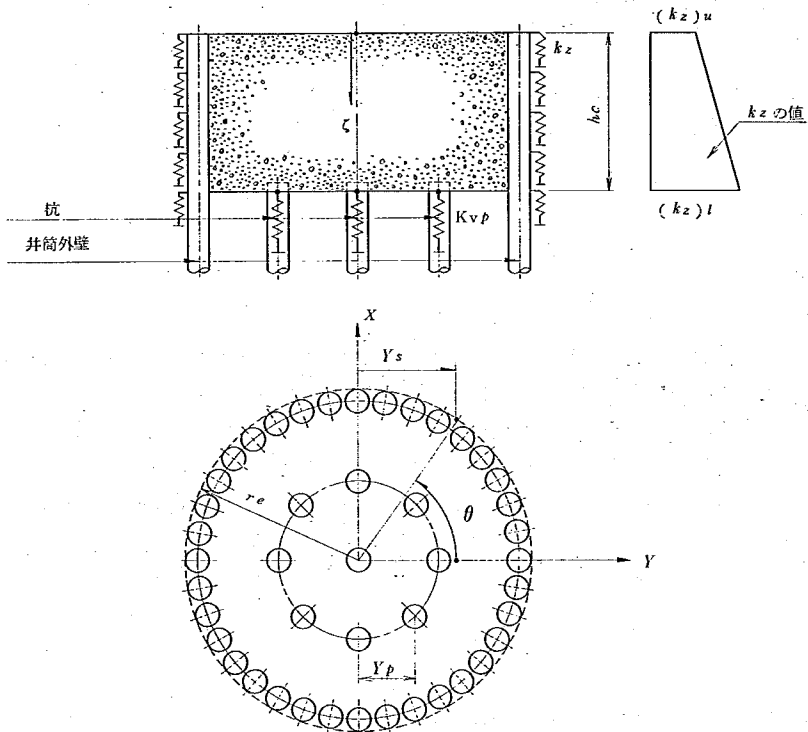


図 - 3.3.4 頂版の鉛直方向バネ

矢板式基礎では井筒外周は滑らかではないが、例えば、円形井筒の場合には、図 - 3.3.4 に示すように計算上は井筒外縁を通る円曲線を井筒の外周と仮定しよう。この外周（半径  $r_e$ ）面上において、頂版上端で  $k_z = (k_z)_u$ ，下端で  $k_z = (k_z)_l$  であり、この間は  $k_z$  は直線的に変化し、外周に沿っては一樣であるとすれば、 $k_z$  による頂版のバネは次のようになる。

$$Y_s = r_e \cos \theta$$

$$dA_s = r_e d\theta \cdot d\zeta$$

$$k_z = (k_z)_u \left(1 - \frac{\zeta}{h_c}\right) + (k_z)_l \frac{\zeta}{h_c}$$

であるから

$$\left. \begin{aligned} \int_{A_s} k_z dA_s &= \pi r_e h_c \{ (k_z)_u + (k_z)_l \} \\ \int_{A_s} k_z Y_s^2 dA_s &= \frac{1}{2} \pi r_e^2 h_c \{ (k_z)_u + (k_z)_l \} \end{aligned} \right\} \quad (3.15 a, b)$$

となる。

SK(I, J, 1): 井筒前面の地盤反力係数  $k_H$  ( $\text{t/m}^3$ )

注1), 注3) 参照

I: 区間番号

J  $\begin{cases} = 1: \text{区間の上端} \\ = 2: \text{区間の下端} \end{cases}$

[AKZ(I, J): 井筒部の鉛直分布バネ  $k_V$ , ( $\text{t/m}^2$ )

AKM(I, J): 井筒部の分布回転バネ  $k_M$ , ( $\text{t}\cdot\text{m/m}$ )

I: 区間番号

J  $\begin{cases} = 1: \text{区間の上端} \\ = 2: \text{区間の下端} \end{cases}$

これらの分布バネは、井筒の長さに沿って分布するバネであり、矢板（杭基礎の場合は杭）と地盤間の鉛直方向のせん断バネによるものである。

このせん断バネを井筒外周面に分布する鉛直方向のせん断的地盤反力係数とする場合は式(3.13)～(3.15)によればよい。ただし  $k_{Vp}$  はない)

矢板1本ごとに、その軸方向のせん断バネが与えられる場合は、次のようである。

$k_{Vp}$ : 矢板1本の軸方向の分布バネ ( $\text{t/m}^2$ )

$Y_p$ : 矢板のY座標 (m)

とするとき

$$\left. \begin{aligned} k_V &= \sum (k_{Vp})_i \\ k_M &= \sum (k_{Vp} \cdot Y_p)_i \end{aligned} \right\} \quad (3.16 a, b)$$

である。ただし、式(3.14)と同様に

$$\sum (k_{Vp} \cdot Y_p)_i = 0 \quad (3.17)$$

を前提とする。

AGI(I, J): 内部土のせん断剛度  $\widetilde{G}\widetilde{A}$ , (t)

I: 区間番号

J  $\begin{cases} = 1: \text{区間の上端} \\ = 2: \text{区間の下端} \end{cases}$

$\widetilde{G}$ : 井筒の内部土のせん断変形係数(せん断弾性係数), ( $\text{t/m}^2$ )

$\widetilde{A}$ : 内部土の断面積 ( $\text{m}^2$ )

杭基礎の計算においては零をインプットする。

CPP( $J, K$ ) : 頂版部地盤の水平方向の地盤耐力 ( $\text{t/m}^2$ )

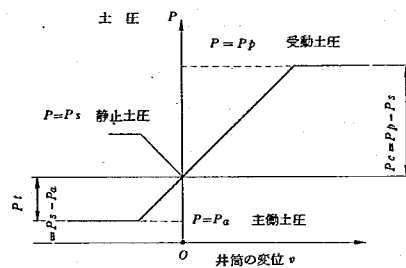
$K \begin{cases} = 1 : \text{地盤の圧縮に対する耐力, } p_c \\ = 2 : \text{地盤の引張に対する耐力, } p_t \end{cases}$

$J \begin{cases} = 1 : \text{頂版の上端の値} \\ = 2 : \text{頂版の下端の値} \end{cases}$

圧縮に対する地盤耐力としては、図

— 3.3.5 に示すように受働土圧と静止土圧の差、引張に対する地盤耐力としては静止土圧と主働土圧の差が考えられる。

これらの値を地盤反力が越えないように、地盤反力係数を繰返し修正するが、頂版部については、頂版の高さ  $h_c$  を 5 等分した各点について修正計算を行う。



図— 3.3.5 井筒の土圧

PP( $I, J, 1$ ) : 井筒部地盤の圧縮に対する水平方向の地盤耐力,  $p_c$  ( $\text{t/m}^2$ )

PP( $I, J, 2$ ) : 井筒部地盤の引張に対する水平方向の地盤耐力,  $p_t$  ( $\text{t/m}^2$ )

## INPUT DATA-5

外力のインプット

```

READ(5, 10) NÖP, (NNSP(K), K=1, NÖP)
DÖ 145 K=1, NÖP
READ(5, 20) RQ(K), RM(K), RN(K)
IF(NNSP(K).EQ.0) GÖ TÖ 145
READ(5, 20)((SPH(I, J, K), J=1, 2), I=1, KMAX)
READ(5, 20)((SPZ(I, J, K), J=1, 2), I=1, KMAX)
145 CONTINUE
    
```

NÖP : 荷重ケースの数, 非線形計算の場合はNÖP=1

NNSP(K): 第K番目の荷重ケースに分布荷重があるか否かの指示

$$NNSP(K) \begin{cases} = 0 : \text{分布荷重なし} \\ \neq 0 : \text{分布荷重あり} \end{cases}$$

RQ(K): 第K番目の荷重ケースの頂版下端の水平力H, (t)

RM(K): " " モーメントM, (t・m)

RN(K): " " 鉛直力N, (t)

橋脚の柱から伝達される力や頂版の分布外力を考慮して頂版下端のY座標の原点位置での合力である。H, M, Nの正の向きは図-3.3.6に示す。

SPH(I, J, K): 井筒の水平方向分布外力  $p_H$   
(t/m)

SPZ(I, J, K): 井筒の鉛直方向分布外力  $p_V$   
(t/m)

I: 区間番号

$$J \begin{cases} = 1 : \text{区間の上端} \\ = 2 : \text{区間の下端} \end{cases}$$

K: 荷重ケース番号

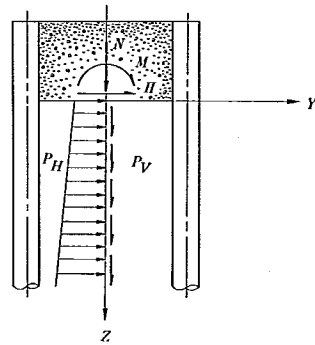


図-3.3.6 井筒の外力

## INPUT DATA-6

井筒底面, 脚底面の地盤バネおよび頂版と矢板間の回転バネ

```

READ(5, 10) I RK, NRK
READ(5, 20) RKTH
DO 155 I=1, I RK
155 READ(5, 20) (RK(I, J), J=1, 4)
    
```

I RK : 脚付き井筒か否かの指示

I RK  $\begin{cases} = 1 : \text{脚なし井筒} \\ = 2 : \text{脚付き井筒} \end{cases}$

RKTH : 頂版と矢板間の結合バネ剛度  $K_w$  (t·m)

$$K_w = \sum (m_0^2 k_{wx} + l_0^2 k_{wy})_i \quad (3.18)$$

ここに

$$l_0 = \frac{\partial X}{\partial x}, \quad m_0 = \frac{\partial Y}{\partial x} \quad (3.19)$$

$x, y$  : 矢板の断面主軸を座標軸と

する局所座標,  $(x, y, Z)$

で右手系座標, 図-3.3.7

$k_{wx}$  : 矢板 1 本についての  $y$  軸まわりの回転に抵抗する回転バネ (t·m), 図-3.3.8 (1) (a)

$k_{wy}$  : 矢板 1 本についての  $x$  軸まわりの回転に抵抗する回転バネ (t·m), 図-3.3.8 (1) (b)

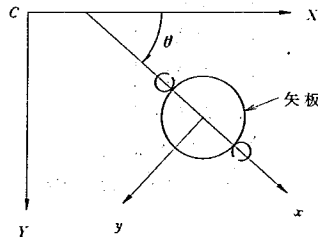


図-3.3.7 矢板の局所座標

注) 図-3.3.7 に示すように  $x, y$  座標を

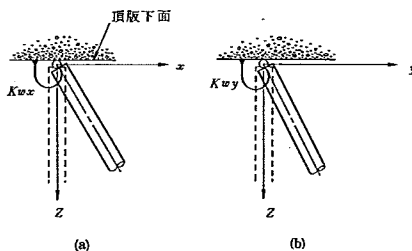


図-3.3.8 (1) 頂版と矢板間の回転バネ

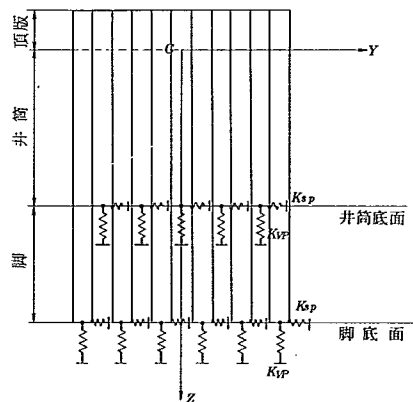


図-3.3.8 (2) 井筒底面と脚底面の地盤バネ

定め、 $\theta$ の正の値を図のようにとると、

$$l_0 = \cos \theta, \quad m_0 = \sin \theta \quad (3.20)$$

である。

$K_w=0$  はピン結合を意味する。

$RK(I, J)$  : 井筒および脚底面の地盤バネ

$$I \begin{cases} = 1 : \text{井筒底面} \\ = 2 : \text{脚底面} \end{cases}$$

$J = 1$  : 水平せん断バネ  $K_S$  (t/m)

$J = 2$  : 回転バネ  $K_M$  (t·m)

$J = 3$  : 鉛直バネ  $K_V$  (t/m)

$J = 4$  : 鉛直変位と回転変位の連成バネ  $K_{VM}$  (t)

図-3.3.8(2)のように矢板や脚の杭下端のバネを考える。

$K_{Vp}$  : 矢板 (あるいは杭) 1本の鉛直バネ (t/m)

$K_{Sp}$  : " " " の水平せん断バネ (t/m)

$Y_p$  : 矢板 (あるいは杭) の  $Y$ 座標 (m)

とするとき

$$K_S = \sum (K_{Sp})_i$$

$$K_M = \sum (K_{Vp} \cdot Y_p^2)_i$$

$$K_V = \sum (K_{Vp})_i$$

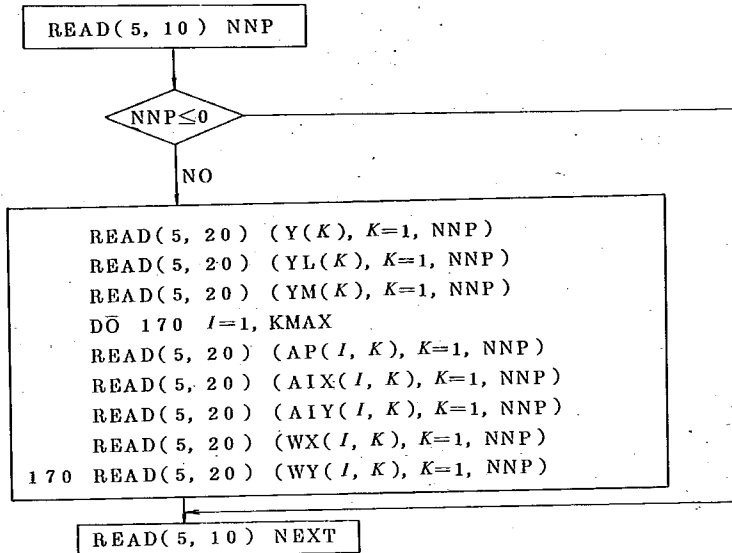
$$K_{VM} = \sum (K_{Vp} \cdot Y_p)_i$$

(3.21)

である。これらのバネのうち底面が全面圧縮の場合には一般に  $K_{VM} = 0$  である。

# INPUT DATA-7

矢板の断面定数（応力計算用）



NNP：応力を計算する矢板の数

NNP ≤ 0 をインプットすると応力計算は行わない。

Y(K)：矢板(K)の重心のY座標 $Y_p$ , (m)

YL(K)：方向余弦 $\cos \theta_0$  } 式(3.19), (3.20)参照  
YM(K)： "  $\sin \theta_0$  }

矢板の局所座標 $(x, y, z)$ は $x$ ,  
 $y$ 軸を断面主軸とする右手系座標で  
あること以外は個々の矢板で自由に  
設定してよい。設定した座標により,  
応力度を求める点が図-3.3.9に示  
す,  $x-1, x-2, y-1, y-2$ の点  
となる。(アウトプット例参照)  
すなわち

$x-1$ 点： $x > 0$ なる $x$ 軸上の点  
 $x-2$ 点： $x < 0$  " "  
 $y-1$ 点： $y > 0$ なる $y$ 軸上の点  
 $y-2$ 点： $y < 0$  " "

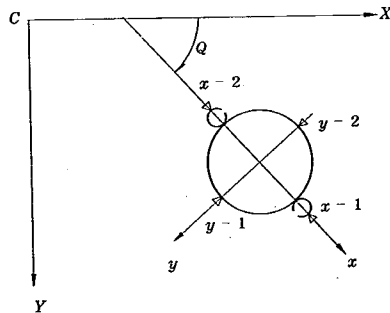


図-3.3.9 矢板の局所座標と応力点

AP(I,K)：矢板(K)のI区間の断面積 $A_p$ , ( $\text{cm}^2$ )

AIX(I,K) " "  $y$ 軸まわりの断面二次モーメント $I_{xp}$ , ( $\text{cm}^4$ )

AIY(I,K): 矢板(K)のI区間のx軸まわりの断面二次モーメント  $I_{yp}$ , (cm<sup>4</sup>)

WX(I,K): 断面係数  $W_x$ , (cm<sup>3</sup>)

WY(I,K): "  $W_y$ , (cm<sup>3</sup>)

$$W_x = \frac{I_{xp}}{x}, \quad W_y = \frac{I_{yp}}{y} \quad (3.22)$$

x: x-1点のx座標

y: y-1点のy座標

### 3.3 インプット部のプログラム・リスト

ライン番号

```

66c      C
67      C (( INPUT DATA-1 ))
68      C
69      READ(5,10) KMAX,IBNDRY,IBETA,IW,NKK
70      READ(5,10) (NBK(I),I=1,KMAX)
71      READ(5,20) (RLK(I),I=1,KMAX)
72      IF(KMAX.LT.1.OR.KMAX.GT.MAX1) JER=1
73      NKEND(1)=NBK(1)+1
74      IF(KMAX.EQ.1) GO TO 55
75      DO 50 I=2,KMAX
76      50 NKEND(I)=NKEND(I-1)+NBK(I)
77      IF(NKEND(KMAX).GT.MAX2+1) JER=1
78      55 IF(IBETA.NE.0) IBETA=1
79      IF(IW.NE.0) IW=1
80      I=2+IBETA+IW
81      IF(NKEND(KMAX)*I.GT.MAX4) JER=1
82      DO 60 I=1,KMAX
83      IF(NBK(I).LE.0) JER=1
84      IF(RLK(I).LT.0.01) JER=1
85      60 CONTINUE
86      IF(JER.EQ.0) GO TO 70
87      WRITE(6,65) JER
88      65 FORMAT(1H,'INPUT DATA-',I2,' NI AYAMARI GA ARU.')
89      IERROR=1
90      70 JER=0
91      C
92      C (( INPUT DATA-2 ))
93      C
94      READ(5,20) (A(I),I=1,KMAX)
95      READ(5,20) (GIA(I),I=1,KMAX)
96      READ(5,20) (SIP(I),I=1,KMAX)
97      DO 80 I=1,KMAX
98      C=0.001
99      IF(A(I).LT.C.OR.GIA(I).LT.C) JER=2
100      80 CONTINUE
101      IF(JER.EQ.0) GO TO 85
102      WRITE(6,65) JER
103      IERROR=1
104      85 JER=0

```

インプットのチェック

```

104      C
105      C (( INPUT DATA-3 ))
106      C
107      IF (IBETA.EQ.0) GO TO 100
108      READ(5,10) JUNC,IJK
109      IF (IJK.NE.0) GO TO 86
110      READ(5,20) GAM,SDY
111      READ(5,20) ((GJNC(I,J),J=1,2),I=1,KMAX)

115      GO TO 90
116      86 READ(5,10) NJNC
117      READ(5,20) (DY(I),I=1,NJNC)
118      READ(5,10) (KOSU(I),I=1,NJNC)
119      READ(5,20) (GAMJ(1,1,I),I=1,NJNC)
120      READ(5,20) ((GJNC(I,J),J=1,2),I=1,KMAX)
121      READ(5,20) (QA(I),I=1,KMAX)
122      READ(5,20) (GAMQ(1,1,I),I=1,NJNC)
123      JUNC=1
124      IF (NJNC.GT.MAX9) JER=3
125      90 DO 95 I=1,KMAX
126      DO 95 J=1,2
127      IF (GJNC(I,J).LT.0.0) JER=3
128      95 CONTINUE
129      IF (JER.EQ.0) GO TO 100
130      WRITE(6,65) JER
131      IERROR=1
132      100 JER=0
131      100 JER=0

```

```

133 C
134 C (( INPUT DATA-4))
135 C
136 READ(5,10) JIBAN
137 READ(5,20) HC,BC,BI,PCNT
138 READ(5,20) (CK(J,1),J=1,2)
139 READ(5,20) RCKZ,RCKM
140 READ(5,20) ((SK(I,J,1),J=1,2),I=1,KMAX)
141 READ(5,20) ((AKZ(I,J),J=1,2),I=1,KMAX)
142 READ(5,20) ((AKM(I,J),J=1,2),I=1,KMAX)
143 IF(IBETA.EQ.0) GO TO 105
144 READ(5,20) ((AGI(I,J),J=1,2),I=1,KMAX)
145 105 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 110
146 READ(5,20) ((CPP(J,K),J=1,2),K=1,2)
147 READ(5,20) ((PP(I,J,1),J=1,2),I=1,KMAX)
148 READ(5,20) ((PP(I,J,2),J=1,2),I=1,KMAX)
149 110 DO 130 J=1,2
150 IF(CK(J,1).LT.0.0.OR.RCKZ.LT.0.0.OR.RCKM.LT.0.0) JER=4
151 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 120
152 DO 115 K=1,2
153 IF(CPP(J,K).LT.0.0) JER=4
154 115 CONTINUE
155 120 DO 130 I=1,KMAX
156 IF(SK(I,J,1).LT.0.0) JER=4
157 IF(AKZ(I,J).LT.0.0.OR.AKM(I,J).LT.0.0.OR.AGI(I,J).LT.0.0) JER=4
158 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 130
159 DO 125 K=1,2
160 IF(PP(I,J,K).LT.0.0) JER=4
161 125 CONTINUE
162 130 CONTINUE
163 IF(JER.EQ.0) GO TO 140
164 WRITE(6,65) JER
165 IERROR=1
166 140 JER=0

```

```

166      C
167      C (( INPUT DATA-5 ))
168      C
169      C (( INPUT DATA-5 ))
170      C
171      READ(5,10) NOP,(NNSP(K),K=1,NOP)
172      DO 145 K=1,NOP
173      READ(5,20) RQ(K),RM(K),RN(K)
174      IF(NNSP(K).EQ.0) GO TO 145
175      READ(5,20) ((SPH(I,J,K),J=1,2),I=1,KMAX)
176      READ(5,20) ((SPZ(I,J,K),J=1,2),I=1,KMAX)
177      145 CONTINUE
178      IF(JUNC.EQ.0.AND.JIBAN.EQ.0) GO TO 150
179      IF(NOP.GT.1) JER=5
180      GO TO 152
181      150 IF(NOP.GT.MAX3) JER=5
182      152 IF(JER.EQ.0) GO TO 154
183      WRITE(6,65) JER
184      IERROR=1
154 JER=0

```

```

185 C
186 C (( INPUT DATA-6 ))
187 C
188 READ(5,10) IRK,NRK
189 READ(5,20) RKTH
190 DO 155 I=1,IRK
191 155 READ(5,20) (RK(I,J),J=1,4)
192 IF(IRK.GT.2.OR.NRK.GE.NKEND(KMAX).OR.IRK.LE.0) JER=6
193 IF(IRK.EQ.2.AND.NRK.LE.0) JER=6
194 IF(JER.EQ.0) GO TO 160
195 WRITE(6,65) JER
196 IERROR=1
197 160 JER=0
198 C
199 C (( INPUT DATA-7 ))
200 C
201 READ(5,10) NNP
202 IF(NNP.LE.0) GO TO 172
203 READ(5,20) (Y(K),K=1,NNP)
204 READ(5,20) (YL(K),K=1,NNP)
205 READ(5,20) (YM(K),K=1,NNP)
206 DO 170 I=1,KMAX
207 READ(5,20) (AP(I,K),K=1,NNP)
208 READ(5,20) (AIX(I,K),K=1,NNP)
209 READ(5,20) (AIY(I,K),K=1,NNP)
210 READ(5,20) (WX(I,K),K=1,NNP)
211 170 READ(5,20) (WY(I,K),K=1,NNP)
212 172 READ(5,10) NEXT
213 IF(NNP.GT.MAX6) JER=7
214 IF(JER.EQ.0) GO TO 175
215 WRITE(6,65) JER
216 IERROR=1
217 175 IF(IERROR.NE.0) GO TO 9999 → 演算を打ち切り終了

```

### 3.4 インプット・データーのチェック

前記の各インプット・データーには、各インプット・データーのブロックごとにインプット・データーをチェックするルーチンが設けられている。これは主に、宣言された配列の大きさを越えてその添字付き変数にデーターを送り込むことを避ける目的であるが、この他にも不都合なデーターがあると

INPUT DATA-〇〇 NI AYAMARI GA ARU

(インプット・データーのブロック番号)

とプリントして演算を打切る。

配列の添字のチェックは、このインプット・データーのチェックで完全に行えるが、他のチェックについては万全なものではないことを注記しておく。配列の所要数については次章に示すが、プログラムのはじめに、MAX1~MAX9の数値が与えてあり、これらの数値をもとに添字付き変数の添字が配列宣言の値を越えるか否かチェックを行う。したがって、配列宣言を変更する場合は、MAX1~MAX9の値もそれに応じて変える必要がある。

以下にインプット・データーのチェックの条件を記す。

前節のプログラムリスト中にチェックのルーチンを枠で囲んで示してある。

(JER≠0となる場合が、インプットに誤りがある場合である)

インプット・データーに誤りがあるとする判定条件

INPUT DATA-1

- (i)  $KMAX < 1, KMAX > MAX1$
- (ii) (下端の節点番号:  $NKEND(KMAX)$ )  $> (MAX2 + 1)$
- (iii) (下端の節点番号)  $\times (2 + IBETA + IW) > MAX4$
- (iv)  $NBK(I) < 1$
- (v)  $PLK(I) < 0.01$

INPUT DATA-2

- (i)  $A(I) < 0.001, GIA(I) < 0.001$

INPUT DATA-3

- (i)  $NJNC > MAX9, IJK \neq 1$  の場合
- (ii)  $GJNC(I, J) < 0.0$

INPUT DATA-4

- (i)  $CK(I, 1) < 0.0, RCKZ < 0.0, RCKM < 0.0$
- (ii)  $CPP(I, K) < 0.0$ , 非線形計算の場合
- (iii)  $SK(I, J, 1) < 0.0$
- (iv)  $AKZ(I, J) < 0.0, AKM(I, J) < 0.0, AGI(I, J) < 0.0$
- (v)  $PP(I, J, K) < 0.0$ , 非線形計算の場合

INPUT DATA-5

- (i)  $\bar{N}OP > 1$ , 非線形計算の場合
- (ii)  $\bar{N}OP > MAX3$

INPUT DATA-6

- (i)  $IRK < 0$ ,  $IRK > 2$ ,  $NRK \geq$  (下端の節点番号)
- (ii)  $IRK = 2$  で同時に  $NRK \leq 0$

INPUT DATA-7

- (i)  $NNP > MAX6$

## 4. 所要ディメンジョン

プログラムのはじめに、配列の大きさはMAX1～MAX9 との関係において、コメントしてあるが、次ページにも載せておく。

MAX1～MAX9 の値は、プログラムのはじめに定めてあるが、これらの数値はインプット・データーのチェックにおいて重要なものであるので、配列の大きさを変更する場合には、それに応じてMAX1～MAX9 の値も修正しておく必要がある。

本プログラムではMAX1～MAX9 の値は次のように設定してある。

MAX 1 = 10 : 最大区間数

MAX 2 = 30 : 根入れの分割数 (有限要素の数 = (下端の節点番号 - 1)) の最大値

MAX 3 = 5 : 荷重ケースの最大数

MAX 4 = 124 : 係数行列 (バンドマトリックス) の最大行数  $MAX 4 = (MAX 2 + 1) \times 4$

MAX 5 = 8 : 係数行列の最大バンド幅 (修正を必要としない。)

MAX 6 = 6 : 定数項マトリックスの行数と列数

MAX 7 = 248 }  $MAX 6 = MAX 3$

$MAX 7 = MAX 5 \times (MAX 2 + 1)$

MAX 8 = 20 : 応力計算を行う矢板 (杭) の最大数

MAX 9 = 20 : 継手の種類 (NJNC) の最大数

ライン番号

```

18 C
19 C (( SYOYOU DIMENSION ))
20 C
21 C DBAND(MAX4,MAX5),A(MAX1),GIA(MAX1),SIP(MAX1),GJNC(MAX2,2),
22 C SK(MAX2,2,2),AKZ(MAX2,2),AKM(MAX2,2),AGI(MAX2,2),TOKA(MAX3,MAX5),
23 C SPH(MAX2,2,MAX3),SPZ(MAX2,2,MAX3),NNSP(MAX3),DKAJU(MAX6,MAX7),
24 C DUNS(MAX3,MAX4),NBK(MAX1),RLK(MAX1),NKEND(MAX1),QA(MAX1),
25 C PP(MAX2,2,2),RQ(MAX3),RM(MAX3),RN(MAX3),Y(MAX8),YL(MAX8),YM(MAX8),
26 C AP(MAX1,MAX8),AIX(MAX1,MAX8),AIY(MAX1,MAX8),WX(MAX1,MAX8),
27 C WY(MAX1,MAX8)
28 C DY(MAX9),KOSU(MAX9),GAMJ(MAX2,2,MAX9),GAMQ(MAX2,2,MAX9),
29 C SGJNC(MAX2,2),SKD(MAX2,2)
30 C
31 C KOKONI,
32 C
33 C MAX1=IZUTSU NO BUNKATSU KUKAN NO KAZU
34 C MAX1=10
35 C MAX2=IZUTSU NO YUUGEN-YOUSO NO KAZU
36 C MAX2=30
37 C MAX3= KAJYUU CASE NO KAZU
38 C MAX3=5
39 C MAX4,MAX5=DBAND(MAX4,MAX5) NO DIMENSION
40 C MAX4=(MAX2+1)*N , MAX5=2*N
41 C N=4 ,(IBETA.NE.0 .AND. IW.NE.0)
42 C N=3 ,(IBETA.EQ.0 .OR. IW.EQ.0)
43 C N=2 ,(IBETA.EQ.0 .AND. IW.EQ.0)
44 C MAX4=124
45 C MAX5=8
46 C MAX6,MAX7=DKAJU(MAX6,MAX7) NO DIMENSION
47 C MAX6=MAX3
48 C MAX7=MAX5*(MAX2+1)
49 C MAX6=6
50 C MAX7=248
51 C MAX8=CHAKUMOKU SURU YAITA NO KAZU
52 C MAX8=20
53 C MAX9=CHAKUMOKU SURU TSUGITE NO KAZU
54 C MAX9=20

```

## 5. インプット・データーのプリント

### および結果の説明

#### 5.1 一般

本プログラムは矢板式基礎以外にも杭基礎や単一杭の計算に使用できるが、本来矢板式基礎の解析を目的としたものであるため、部材などの名称は矢板式基礎の用語を用いてプリントしている。

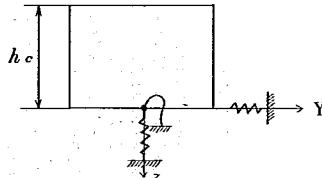
#### 5.2 インプット・データーのプリント

インプット・データーについては、ほとんど § 2 におけるインプット・データーの記号を用いてプリントしてあるので、詳しい説明は省略し、2, 3 の点についてコメントするに止める。

##### (1) 頂版のバネ定数 (インプットのプリント1ページ目)

頂版のバネ定数は、INPUT DATA-4 において RCKZ, RCKM をインプットしたが、頂版のバネとしては、この他に頂版外周の水平方向地盤反力係数 (水平方向のせん断的地盤反力係数も含む) によるバネがあるので、このバネを加えてプリントしてある。

- RCK(1) : 頂版の水平バネ ( $t/m$ )
- RCK(2) : " の回転バネ ( $t \cdot m$ )
- RCK(3) : " の鉛直バネ ( $t/m$ )
- RCK(4) : " の水平変位と回転変位の連成バネ ( $t$ ),  
水平変位に対しモーメントを生じ、回転変位に対し水平反力を生むバネ



- 注1) これらのバネは、頂版下端位置で評価したものである。
- 注2) RCK(2) で括弧中の数値は、インプット・データー RCKM の値であり、括弧外の値は、水平地盤反力係数を加えたときの値である。また、  
RCK(3)=RCKZ  
である。

- (2)
  - 継手のせん断剛度 GJNC (I, J)
  - 継手の耐力 QA (I)
  - 地盤反力係数 SK (I, J, K), (CK (J, K))
  - 水平地盤耐力 PP (I, J, K), (CPP (J, K))
  - 分布バネ AKZ (I, J), AKM (I, J)
  - 内部土のせん断に対する変形係数 AGI (I, J)
  - 井筒部の分布外力 SPH (I, J, K), SPZ (I, J, K)

これらの値は、インプットの際は区間の上、下端の直をインプットしたが (QA (I) は区間内で

一定), プリントするときには, 区間内を等分して作った有限要素の上, 下端の値に振分けてプリントしている。(区間内で直線変化) 頂版部では,  $CK(J, K)$ ,  $GPP(J, K)$  の値を, 頂版高  $h_c$  を 5 等分した各点でプリントしてある。

### 5.3 結果およびそのプリント

#### (1) 節点変位 ((SETTEN HEN'I))

$V$ : 水平変位  $v_c$  (mm)

$V'$ : たわみ角  $v'_c$  (mm)

$W$ : 井筒の重心軸 (Z 軸) の鉛直変位  $w_c$  (mm)

BETA: ずれ角  $\beta$  (ラジアン)

( $V'-BETA$ ): 井筒断面の回転角 ( $v'_c - \beta$ ) (ラジアン)

注1) 頂版の回転角は, ( $v'_c - \beta$ ) である。

注2) 節点番号については図-3.3.1を参照のこと。

注3) 非線形計算においては繰返し収束計算に要した繰返し回数  $KRK$  がプリントされる。

非線形計算を行っても, 応力が耐力を越えない場合はプリントされない。

#### (2) 節点力 ((SETTEN RYOKU))

有限要素の上, 下端での節点力がプリントされる。

$Q$ : 井筒のせん断力  $Q (=M' - m_{rP} + m_P)$ , (ton)

$M$ : " の曲げモーメント  $M$ , (t·m)

$N$ : " の軸力  $N$ , (ton)

$M^*$ : " の曲げモーメントのうち矢板の軸力によるもの  $M^*$ , (t·m)

( $M-M^*$ ): 井筒の曲げモーメントのうち, 矢板の曲げモーメントによるもの ( $M-M^*$ ), (t·m)

注) 詳しくは「第2篇設計計算式」の式(4.4), (4.11)を参照。

#### (3) 継手のせん断流 ((TSUGITE NO SENDAN - RYUU))

継手のせん断流  $q_z$  (t/m)

継手のせん断剛度の修正値 (非線形計算の場合) のプリント

j)  $IJK=0$  の場合。(INPUT DATA-3 参照)

インプット・データー GAM の計算に用いた  $\Delta Y$  に対する継手のせん断流がプリントされる。他の継手 ( $j$ ) のせん断流は

$$(q_z)_j = G_{jj} \cdot \Delta Y_j \beta \quad (5.1)$$

または,

$$(q_z)_j = \frac{r_{jj} \cdot \Delta Y_j}{r_{jk} \Delta Y_k} \cdot (q_z)_k \quad (5.2)$$

によって計算できる。ここに

$(q_z)_k$ : プリントされた継手のせん断流 (継手 ( $k$ ))

であり、他の記号については、§ 3 の INPUT DATA - 3 の説明を参照のこと。

非線形計算の場合には、この他に継手のせん断剛度の修正値がプリントされるが、 $IJK=0$ の場合には、 $\Sigma(G_J \cdot dY^2)$ の修正値がプリントされる。非線形計算の場合の継手せん断流は近似的に式(5.2)で計算できるが、個々の継手のせん断流を詳しく検討する場合には、できるだけ  $IJK \neq 0$  のインプットを行うこと。(INPUT DATA - 3 の注1)参照のこと)

ii)  $IJK \neq 0$  の場合

この場合には個々の継手のせん断流がプリントされる。非線形計算の場合は個々の継手の  $G_J$  の修正値がプリントされる。

注) 地盤のみについて非線形計算を行っても継手のせん断剛度の修正値がプリントされるが、この場合は修正を受けていない。

(4) 地盤反力、((JIBAN-HANRYÖKU))

i) 線形計算の場合

水平地盤反力のプリント。すなわち、INPUT DATA - 4 でインプットした  $SK(I, J, 1)$  と水平変位の積がプリントされる。したがって井筒前面と背面の地盤反力係数の和をインプットした場合は、前面と背面の地盤反力の和である。

ii) 非線形計算の場合

井筒前面と背面の地盤反力が別個にプリントされる。

P P R : 前面地盤反力 ( $t/m^2$ )

P A R : 背面地盤反力 ( " )

この他に地盤反力係数の修正値がプリントされる。

S K P : 前面地盤反力係数の修正値 ( $t/m^3$ )

S K A : 背面地盤反力係数の修正値 ( " )

注) 地盤反力係数の修正値は、継手に関してのみ非線形計算を行った場合もプリントされるが、この場合は修正を受けていない。

(5) 矢板の断面力と応力度、((YAITA NÔ DANMEN-RYÖKU TÔ ÔURYÖKU-DÔ))

INPUT DATA - 7 で指定した矢板について、矢板の断面力と応力度を、有限要素の上、下端でプリントする。

$N$  : 矢板の軸力  $N_p$  (ton)  
 $M-X$  :  $y$  軸まわりの矢板の曲げモーメント  $M_{xp}$  (t·m)  
 $M-Y$  :  $x$  軸まわりの " "  $M_{yp}$  (t·m)  
 $X-1$  : 図-3.3.9 の  $(x-1)$  点の応力度  $\sigma_{x1}$  ( $kg/cm^2$ )  
 $X-2$  : " の  $(x-2)$  点の "  $\sigma_{x2}$  ( " )  
 $Y-1$  : " の  $(y-1)$  点の "  $\sigma_{y1}$  ( " )  
 $Y-2$  : " の  $(y-2)$  点の "  $\sigma_{y2}$  ( " )

これらの応力度は INPUT DATA-7 のインプット・データ-WX(I, J), WY(I, J)を用いて計算される。

注1) 矢板の断面力の定義は、次のようである。

$$\left. \begin{aligned} N_p &= \int_{A_p} \sigma_z dA_p \\ M_{xp} &= \int_{A_p} \sigma_{zx} dA_p, \quad M_{yp} = \int_{A_p} \sigma_{zy} dA_p \end{aligned} \right\} \quad (5.3)$$

ここに  $\int_{A_p} dA_p$  は矢板の断面にわたり積分することを表わす。局所座標 ( $x, y, z$ ) の定義については INPUT DATA-6 を参照すること。

注2) 矢板の断面力は、井筒の節点力を用いて次のように計算できる。

$$\left. \begin{aligned} N_p &= \left( \frac{N}{A_g} + \frac{M^*}{I_g^*} Y_p \right) A_p \\ M_{xp} &= (M - M^*) \frac{m_0 I_{xp}}{A I_g} \\ M_{yp} &= (M - M^*) \frac{l_0 I_{yp}}{A I_g} \end{aligned} \right\} \quad (5.4)$$

ここに

- $A_p$  : 着目している矢板の断面積
- $Y_p$  : " の重心軸のY座標
- $l_0, m_0$  : " の局所座標の方向余弦, 式(3.19)
- $I_{xp}, I_{yp}$  : " の断面二次モーメント (INPUT DATA-7 を参照のこと)
- $A_g, I_g^*, A I_g$  : INPUT DATA-1 を参照のこと。
- $N, M, M^*$  : 井筒の節点力 (本章 5.3-(2))

#### (6) その他

内部土のせん断応力は簡単に計算できるのでプリントは省略してある。内部土のせん断応力は次のように計算される。(「第2篇設計計算式」の式(3.2))

$$\tilde{\tau}_{yz} = \tilde{G} \beta \quad (5.5)$$

$\tilde{G}$  : 内部土のせん断に対する変形係数

(INPUT DATA-4 を参照)

$\beta$  : ずれ角

(本章 5.3-(1))

## 第4篇 プログラム

```

1 C ** YAITA-SHIKI KISO NO KAISEKI ** ,NOV.,1976, K.K.G.K.CENTER
2 C
3 IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)
4 COMMON /A/ DA(2,2),DB(2,2),DC(2,2,2),DD(2,4),DE(2,4),DF(2,4),
5 1 DG(2,2,4),DH(2,4,4),DI(2,4,4),DJ(6,4)
6 COMMON /B/ DBAND(4,4),DBAND(12,4),IBAND,JBAND,IBETA,IW,NYMAX
7 COMMON /C/ A(10),GIA(10),SIP(10),GJNC(30,2),SK(30,2,2),AKZ(30,2),
8 1 AKM(30,2),AGI(30,2),RCK(4),RK(2,4),E,BI,PCNT,IRK,NRK,RKTH
9 COMMON /D/ TOKA(5,16),SPH(30,2,5),SPZ(30,2,5),NNSP(5),NOP
10 COMMON /E/ DKAJU(6,248),DUNS(5,124),DAM,L1,N1
11 DIMENSION NBK(10),RLK(10),NKEND(10),QA(10),CK(6,2),CPP(6,2),
12 1 PP(30,2,2),RQ(5),RM(5),RN(5),Y(20),YL(20),YM(20),AP(10,20),
13 2 AIX(10,20),AIY(10,20),WX(10,20),WY(10,20),RCKB(4),RKB(2,4)
14 3,BY(20),KOSU(20),GAMJ(30,2,20),GAMQ(30,2,20),SGJNC(30,2)
15 4,CK(6),SKD(30,2)
16 CHARACTER AA1*8/8H UPPER,AA2*8/8H LOWER,AA3*4/4HP'T./,
17 1 BB1*8/8HUPPER /,BB2*8/8HLOWER /
18 C
19 C (( SYOYOU DIMENSION ))
20 C
21 C DBAND(MAX4,MAX5),A(MAX1),GIA(MAX1),SIP(MAX1),GJNC(MAX2,2),
22 C SK(MAX2,2,2),AKZ(MAX2,2),AKM(MAX2,2),AGI(MAX2,2),TOKA(MAX5,MAX5),
23 C SPH(MAX2,2,MAX3),SPZ(MAX2,2,MAX3),NNSP(MAX3),DKAJU(MAX6,MAX7),
24 C DUNS(MAX3,MAX4),NBK(MAX1),RLK(MAX1),NKEND(MAX1),QA(MAX1),
25 C PP(MAX2,2,2),RQ(MAX3),RM(MAX3),RN(MAX3),Y(MAX8),YL(MAX8),YM(MAX8),
26 C AP(MAX1,MAX8),AIX(MAX1,MAX8),AIY(MAX1,MAX8),WX(MAX1,MAX8),
27 C WY(MAX1,MAX8)
28 C DY(MAX9),KOSU(MAX9),GAMJ(MAX2,2,MAX9),GAMQ(MAX2,2,MAX9),
29 C SGJNC(MAX2,2),SKD(MAX2,2)
30 C
31 C KOKONI,
32 C
33 C MAX1=IZUTSU NO BUNKATSU KUKAN NO KAZU
34 C MAX1=10
35 C MAX2=IZUTSU NO YUUGEN-YOUSU NO KAZU
36 C MAX2=30
37 C MAX3= KAJYUU CASE NO KAZU
38 C MAX3=5
39 C MAX4,MAX5=DBAND(MAX4,MAX5) NO DIMENSION
40 C MAX4=(MAX2+1)*N, MAX5=2*N
41 C N=4, (IBETA.EQ.0 .AND. IW.NE.0)
42 C N=5, (IBETA.EQ.0 .OR. IW.EQ.0)
43 C N=2, (IBETA.EQ.0 .AND. IW.EQ.0)
44 C MAX4=124
45 C MAX5=8
46 C MAX6,MAX7=DKAJU(MAX6,MAX7) NO DIMENSION
47 C MAX6=MAX3
48 C MAX7=MAX5*(MAX2+1)
49 C MAX6=6
50 C MAX7=248
51 C MAX8=CHAKUMOKU SURU YAITA NO KAZU
52 C MAX8=20
53 C MAX9=CHAKUMOKU SURU TSUGITE NO KAZU
54 C MAX9=20
55 C E=21000000.
56 1 JER=0

```

10  
20  
30  
35  
36  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
390  
400

```

57      NRK=0                      410
58      KRK=0                      412
59      IAA=0                      414
60      IBB=0                      416
61      IERROR=0                  420
62      10 FORMAT(1615)           430
63      20 FORMAT(BF10.5)         440
64      30 FORMAT(1H1//)          450
65      WRITE(6,30)               460
66      C                          470
67      C (( INPUT DATA-1 ))     480
68      C                          490
69      READ(5,10) KMAX,IBNDRY,IBETA,IW,NKK 500
70      READ(5,10) (NBK(I),I=1,KMAX) 510
71      READ(5,20) (RLK(I),I=1,KMAX) 520
72      IF(KMAX.LT.1.OR.KMAX.GT.MAX1) JER=1 530
73      NKEND(1)=NBK(1)*1          540
74      IF(KMAX.EQ.1) GO TO 55      550
75      DO 50 I=2,KMAX             560
76      50 NKEND(I)=NKEND(I-1)+NBK(I) 570
77      IF(NKEND(KMAX).GT.MAX2*1) JER=1 580
78      55 IF(IBETA.NE.0) IBETA=1   590
79      IF(IW.NE.0) IW=1           600
80      I=2*IBETA+IW              610
81      IF(NKEND(KMAX)+I.GT.MAX4) JER=1 620
82      DO 60 I=1,KMAX             630
83      IF(NBK(I).LE.0) JER=1      640
84      IF(RLK(I).LT.0.01) JER=1   650
85      60 CONTINUE               660
86      IF(JER.EQ.0) GO TO 70      670
87      WRITE(6,65) JER            680
88      65 FORMAT(1H,'INPUT DATA-',I2,' NI AYAMARI GA ARU.') 690
89      IERROR=1                  700
90      70 JER=0                  710
91      C                          720
92      C (( INPUT DATA-2 ))     730
93      C                          740
94      READ(5,20) (A(I),I=1,KMAX) 750
95      READ(5,20) (GIA(I),I=1,KMAX) 760
96      READ(5,20) (SIP(I),I=1,KMAX) 770
97      DO 80 I=1,KMAX             780
98      C=0.001                   790
99      IF(A(I).LT.C.OR.GIA(I).LT.C) JER=2 800
100     80 CONTINUE               810
101     IF(JER.EQ.0) GO TO 85      820
102     WRITE(6,65) JER           830
103     IERROR=1                  840
104     85 JER=0                  850
105     C                          860
106     C (( INPUT DATA-3 ))     870
107     C                          880
108     IF(IBETA.EQ.0) GO TO 100    885
109     READ(5,10) JUNC,IJK        890
110     IF(IJK.NE.0) GO TO 86      900
111     READ(5,20) GAM,SDY         910
112     READ(5,20) ((GJNC(I,J),J=1,2),I=1,KMAX) 920
113     IF(JUNC.EQ.0) GO TO 90     930
114     READ(5,20) (QA(I),I=1,KMAX) 930

```

```

115 GO TO 90
116 86 READ(5,10) NJNC
117 READ(5,20) (DY(I),I=1,NJNC)
118 READ(5,10) (KOSU(I),I=1,NJNC)
119 READ(5,20) (GAMJ(1,1),I=1,NJNC)
120 READ(5,20) ((GJNC(I,J),J=1,2),I=1,KMAX)
121 READ(5,20) (GA(I),I=1,KMAX)
122 READ(5,20) (GAMQ(1,1),I=1,NJNC)
123 JUNC=1
124 IF (NJNC.GT.MAX9) JER=3
125 90 DO 95 I=1,KMAX 940
126 DO 95 J=1,2 950
127 IF (GJNC(I,J).LT.0.0) JER=3 960
128 95 CONTINUE 970
129 IF (JER.EQ.0) GO TO 100 980
130 WRITE(6,65) JER 990
131 IERROR=1 1000
132 100 JER=0 1010
133 C 1020
134 C (( INPUT DATA-4)) 1030
135 C 1040
136 READ(5,10) JIBAN 1050
137 READ(5,20) HC,BC,B1,PCNT 1060
138 READ(5,20) (CK(J,1),J=1,2) 1070
139 READ(5,20) RCKZ,RCKM 1080
140 READ(5,20) ((SK(I,J,1),J=1,2),I=1,KMAX) 1090
141 READ(5,20) ((AKZ(I,J),J=1,2),I=1,KMAX) 1100
142 READ(5,20) ((AKM(I,J),J=1,2),I=1,KMAX) 1110
143 IF (IBETA.EQ.0) GO TO 105 1115
144 READ(5,20) ((AGI(I,J),J=1,2),I=1,KMAX) 1120
145 IF (JIBAN.EQ.0) GO TO 110 1130
146 105 READ(5,20) ((CPP(J,K),J=1,2),K=1,2) 1140
147 READ(5,20) ((PP(I,J,1),J=1,2),I=1,KMAX) 1150
148 READ(5,20) ((PP(I,J,2),J=1,2),I=1,KMAX) 1160
149 110 DO 130 J=1,2 1170
150 IF (CK(J,1).LT.0.0.OR.RCKZ.LT.0.0.OR.RCKM.LT.0.0) JER=4 1180
151 IF (JIBAN.EQ.0) GO TO 120 1190
152 DO 115 K=1,2 1200
153 IF (CPP(J,K).LT.0.0) JER=4 1210
154 115 CONTINUE 1220
155 120 DO 130 I=1,KMAX 1230
156 IF (SK(I,J,1).LT.0.0) JER=4 1250
157 IF (AKZ(I,J).LT.0.0.OR.AKM(I,J).LT.0.0.OR.AGI(I,J).LT.0.0) JER=4 1260
158 IF (JIBAN.EQ.0) GO TO 130 1270
159 DO 125 K=1,2 1280
160 IF (PP(I,J,K).LT.0.0) JER=4 1290
161 125 CONTINUE 1300
162 130 CONTINUE 1310
163 IF (JER.EQ.0) GO TO 140 1320
164 WRITE(6,65) JER 1330
165 IERROR=1 1340
166 140 JER=0 1350
167 C 1360
168 C (( INPUT DATA-5 )) 1370
169 C 1380
170 READ(5,10) NOP,(NNSP(K),K=1,NOP) 1390
171 DO 145 K=1,NOP 1400
172 READ(5,20) RQ(K),RM(K),RN(K) 1410

```

```

173 IF(NNSP(K).EQ.0) GO TO 145 1420
174 READ(5,20) ((SPH(I,J,K),J=1,2),I=1,KMAX) 1430
175 READ(5,20) ((SP2(I,J,K),J=1,2),I=1,KMAX) 1440
176 145 CONTINUE 1450
177 IF(JUNC.EQ.0.AND.JIBAN.EQ.0) GO TO 150 1460
178 IF(NOP.GT.1) JER=5 1470
179 GO TO 152 1480
180 150 IF(NOP.GT.MAX3) JER=5 1490
181 152 IF(JER.EQ.0) GO TO 154 1500
182 WRITE(6,65) JER 1510
183 IERROR=1 1520
184 154 JERR=0 1530
185 C 1540
186 C (( INPUT DATA-6 )) 1550
187 C 1560
188 READ(5,10) IRK,NRK 1570
189 READ(5,20) RKTH 1580
190 DO 155 I=1,IRK 1590
191 155 READ(5,20) (RK(I,J),J=1,4) 1600
192 IF(IRK.GT.2.OR.NRK.GE.NKEND(KMAX).OR.IRK.LE.0) JER=6 1610
193 IF(IRK.EQ.2.AND.NRK.LE.0) JER=6 1620
194 IF(JER.EQ.0) GO TO 160 1630
195 WRITE(6,65) JER 1640
196 IERROR=1 1650
197 160 JERR=0 1660
198 C 1670
199 C (( INPUT DATA-7 )) 1680
200 C 1690
201 READ(5,10) NNP 1700
202 IF(NNP.LE.0) GO TO 172 1705
203 READ(5,20) (Y(K),K=1,NNP) 1710
204 READ(5,20) (YL(K),K=1,NNP) 1720
205 READ(5,20) (YM(K),K=1,NNP) 1730
206 DO 170 I=1,KMAX 1740
207 READ(5,20) (AP(I,K),K=1,NNP) 1750
208 READ(5,20) (AIX(I,K),K=1,NNP) 1760
209 READ(5,20) (AIY(I,K),K=1,NNP) 1770
210 READ(5,20) (WX(I,K),K=1,NNP) 1780
211 170 READ(5,20) (WY(I,K),K=1,NNP) 1790
212 172 READ(5,10) NEXT 1800
213 IF(NNP.GT.MAX6) JER=7 1810
214 IF(JER.EQ.0) GO TO 175 1820
215 WRITE(6,65) JER 1830
216 IERROR=1 1840
217 175 IF(IERROR.NE.0) GO TO 9999 1850
218 C 1860
219 C (( INPUT DATA NO SEIRI )) 1870
220 C 1880
221 200 DO 210 K=1,2 1900
222 DO 210 I=1,KMAX 1910
223 IF(I.EQ.KMAX.AND.K.EQ.1) GO TO 210 1920
224 IF(K.EQ.1) L=NKEND(KMAX-I) 1930
225 IF(K.EQ.2) L=NKEND(KMAX+1-I)-1 1940
226 M=KMAX-I+1 1950
227 GJNC(L,K)=GJNC(M,K) 1960
228 SK(L,K)=SK(M,K) 1970
229 AK2(L,K)=AK2(M,K) 1980
230 AKM(L,K)=AKM(M,K) 1990

```

```

231 AGI(L,K)=AGI(M,K) 2000
232 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 210 2010
233 PP(L,K,1)=PP(M,K,1) 2020
234 PP(L,K,2)=PP(M,K,2) 2030
235 210 CONTINUE 2040
236 IF(IJK.EQ.0) GO TO 212
237 L=NKEND(KMAX)-1
238 DO 211 I=1,L
239 DO 211 J=1,2
240 DO 211 K=1,NJNC
241 GAMJ(I,J,K)=GAMJ(1,1,K)
242 211 GAMQ(I,J,K)=GAMQ(1,1,K)
243 212 CONTINUE
244 M=1 2050
245 DO 230 I=1,KMAX 2060
246 IF(NBK(I).EQ.1) GO TO 230 2070
247 L=NKEND(I)-1 2080
248 IF(L.EQ.1) GO TO 215 2090
249 M=NKEND(I)-1 2100
250 215 C1=(GJNC(L,2)-GJNC(M,1))/NBK(I) 2110
251 C2=(SK(L,2,1)-SK(M,1,1))/NBK(I) 2120
252 C3=(AKZ(L,2)-AKZ(M,1))/NBK(I) 2130
253 C4=(AKM(L,2)-AKM(M,1))/NBK(I) 2140
254 C5=(AGI(L,2)-AGI(M,1))/NBK(I) 2150
255 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 220 2160
256 C6=(PP(L,2,1)-PP(M,1,1))/NBK(I) 2170
257 C7=(PP(L,2,2)-PP(M,1,2))/NBK(I) 2180
258 220 N=NBK(I)-1 2190
259 DO 225 J=1,N 2200
260 L=M+J 2210
261 GJNC(L,1)=GJNC(L-1,1)+C1 2220
262 GJNC(L-1,2)=GJNC(L,1) 2230
263 SK(L,1,1)=SK(L-1,1,1)+C2 2240
264 SK(L-1,2,1)=SK(L,1,1) 2250
265 AKZ(L,1)=AKZ(L-1,1)+C3 2260
266 AKZ(L-1,2)=AKZ(L,1) 2270
267 AKM(L,1)=AKM(L-1,1)+C4 2280
268 AKM(L-1,2)=AKM(L,1) 2290
269 AGI(L,1)=AGI(L-1,1)+C5 2300
270 AGI(L-1,2)=AGI(L,1) 2310
271 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 225 2320
272 PP(L,1,1)=PP(L-1,1,1)+C6 2330
273 PP(L-1,2,1)=PP(L,1,1) 2340
274 PP(L,1,2)=PP(L-1,1,2)+C7 2350
275 PP(L-1,2,2)=PP(L,1,2) 2360
276 225 CONTINUE 2370
277 230 CONTINUE 2380
278 C1=(CK(2,1)-CK(1,1))*0.2 2390
279 DO 235 I=2,6 2400
280 235 CK(I,1)=CK(I-1,1)+C1 2410
281 DO 250 I=1,6 2420
282 IF(JIBAN.NE.0) GO TO 240 2430
283 CK(I,2)=0.0 2440
284 GO TO 250 2450
285 240 CK(I,2)=CK(I,1) 2460
286 250 CONTINUE 2470
287 255 DO 260 I=1,4 2480
288 260 RCK(I)=0.0 2490

```

```

289 C1=HC+BC*(1.0+PCNT)*0.2/3.0 2500
290 DO 270 I=1,5 2510
291 C2=2.0+C1 2520
292 IF(I/2.EQ.1) C2=2.0+C2 2530
293 IF((I-1)*(I-5).EQ.0) C2=C1 2540
294 C3=(6-I)*0.2*HC 2550
295 DO 270 J=1,2 2560
296 RCK(1)=RCK(1)+C2*CK(I,J) 2570
297 RCK(2)=RCK(2)+C2+C3*CK(I,J) 2580
298 270 RCK(4)=RCK(4)-C2+C3*CK(I,J) 2590
299 C1=C1/4.00 2595
300 DO 275 J=1,2 2600
301 RCK(1)=RCK(1)+(-CK(4,J)+8.0*CK(5,J)+5.0*CK(6,J))*C1 2605
302 RCK(2)=RCK(2)+(-CK(4,J)+0.16*CK(5,J)+0.32)*C1+HC*HC 2610
303 275 RCK(4)=RCK(4)-(-CK(4,J)+0.4*CK(5,J)+1.6)*C1+HC 2620
304 RCK(3)=RCK(2) 2630
305 RCK(2)=RCK(2)+RCKM 2640
306 IF(KRK.NE.0) GO TO 760 2650
307 280 NYMAX=NKEND(KMAX)-1 2660
308 DO 285 I=1,NYMAX 2670
309 DO 285 J=1,2 2680
310 SK(I,J,2)=0.0 2690
311 IF(JIBAN.NE.0) SK(I,J,2)=SK(I,J,1) 2700
312 285 CONTINUE 2710
313 IF(JIBAN.EQ.0) GO TO 3000 2720
314 DO 290 J=1,2 2730
315 C1=(CPP(2,J)-CPP(1,J))*0.2 2740
316 DO 290 I=2,6 2750
317 CPP(I,J)=CPP(I-1,J)+C1 2760
318 3000 DO 3030 IK=1,NOP 2770
319 IF(NNSP(IK).EQ.0) GO TO 3030 2780
320 DO 3010 K=1,2 2790
321 DO 3010 I=1,KMAX 2800
322 IF(I.EQ.KMAX.AND.K.EQ.1) GO TO 3010 2810
323 L=NKEND(KMAX-I) 2820
324 M=KMAX-I+1 2830
325 IF(K.EQ.2) L=NKEND(M)-1 2840
326 SPH(L,K,IK)=SPH(M,K,IK) 2850
327 SPZ(L,K,IK)=SPZ(M,K,IK)
328 3010 CONTINUE 2860
329 M=1 2870
330 DO 3025 I=1,KMAX 2880
331 IF(NBK(I).EQ.1) GO TO 3025 2890
332 L=NKEND(I)-1 2900
333 IF(I.EQ.1) GO TO 3015 2910
334 M=NKEND(I-1) 2920
335 3015 C1=(SPH(L,2,IK)-SPH(M,1,IK))/NBK(I) 2930
336 C2=(SPZ(L,2,IK)-SPZ(M,1,IK))/NBK(I) 2940
337 N=NBK(I)-1 2950
338 DO 3020 J=1,N 2960
339 L=M+J 2970
340 SPH(L,1,IK)=SPH(L-1,1,IK)+C1 2980
341 SPH(L-1,2,IK)=SPH(L-1,1,IK) 2990
342 SPZ(L,1,IK)=SPZ(L-1,1,IK)+C2 3000
343 3020 SPZ(L-1,2,IK)=SPZ(L-1,1,IK) 3010
344 3025 CONTINUE 3020
345 3030 CONTINUE 3030
346 DO 3040 I=1,6

```

|     |                                                                        |      |
|-----|------------------------------------------------------------------------|------|
| 347 | 3040 CKD(I)=CK(I,1)                                                    | 3040 |
| 348 | DO 3050 I=1,NYMAX                                                      | 3050 |
| 349 | DO 3050 J=1,2                                                          | 3060 |
| 350 | 3050 SKD(I,J)=SK(I,J,1)                                                | 3070 |
| 351 | C                                                                      | 3080 |
| 352 | C (( INPUT DATA NO PRINT ))                                            | 3090 |
| 353 | C                                                                      | 3100 |
| 354 | 300 WRITE(6,305)                                                       | 3110 |
| 355 | 305 FORMAT(1H1// 10X,'(( INPUT DATA ))//                               | 3120 |
| 356 | WRITE(6,310)                                                           | 3130 |
| 357 | 310 FORMAT(1H0,10X,'KYOUKAI JYOUKEN UPPER COND. =')                    | 3140 |
| 358 | IF(1BNDRY.EQ.0) GO TO 320                                              | 3150 |
| 359 | WRITE(6,315) RKTH                                                      | 3160 |
| 360 | 315 FORMAT(1H+,T41,'DANSEI KETSUGOU'/ T35,'RKTH=',G13.5)               | 3170 |
| 361 | GO TO 350                                                              | 3180 |
| 362 | 320 WRITE(6,325)                                                       | 3190 |
| 363 | 325 FORMAT(1H+,T41,'GOUKETSU')                                         | 3200 |
| 364 | 330 WRITE(6,335)                                                       | 3210 |
| 365 | 335 FORMAT(1H ,T29,'LOWER COND. =')                                    | 3220 |
| 366 | IF(1RK.EQ.2) GO TO 350                                                 | 3230 |
| 367 | WRITE(6,340)                                                           | 3240 |
| 368 | 340 FORMAT(1H+,T41,'KYAKU NASHI')                                      | 3250 |
| 369 | GO TO 360                                                              | 3260 |
| 370 | 350 WRITE(6,355)                                                       | 3270 |
| 371 | 355 FORMAT(1H+,T41,'KYAKU TSUKI')                                      | 3280 |
| 372 | 360 DO 370 I=1,1RK                                                     | 3290 |
| 373 | DO 370 J=1,4                                                           | 3300 |
| 374 | WRITE(6,375) I,J,RK(I,J)                                               | 3310 |
| 375 | 370 CONTINUE                                                           | 3320 |
| 376 | 375 FORMAT(1H ,T32,'RK(',I1,',',I1,')=',G13.5)                         | 3330 |
| 377 | WRITE(6,380) HC,BC,BI                                                  | 3340 |
| 378 | 380 FORMAT(1H0,10X,'CHOUBAN NO ATSUSA',T37,'HC=',G13.5/ 11X,'CHOUBAN N | 3350 |
| 379 | 10 TOUKA HABA',T37,'BC=',G13.5/ 11X,'IZUTSU NO TOUKA HABA',T37,'BI=    | 3360 |
| 380 | 2',G13.5)                                                              | 3370 |
| 381 | WRITE(6,385) PCNT                                                      | 3380 |
| 382 | 385 FORMAT(1H ,10X,'SENDAN BANE NO WARIAI',T35,'PCNT=',G13.5)          | 3390 |
| 383 | WRITE(6,390)                                                           | 3400 |
| 384 | 390 FORMAT(1H0,10X,'CHOUBAN NO BANE(1-SUINEI ,2-KAITEN,3-ENCHOKU,4-SUI | 3410 |
| 385 | 1HEI-KAITEN)')                                                         | 3420 |
| 386 | DO 400 I=1,4                                                           | 3430 |
| 387 | WRITE(6,415) I,RCK(I)                                                  | 3440 |
| 388 | IF(1,NE.2) GO TO 400                                                   | 3450 |
| 389 | WRITE(6,420) RCKM                                                      | 3460 |
| 390 | 400 CONTINUE                                                           | 3470 |
| 391 | 415 FORMAT(1H ,T34,'RCK(',I1,',',I1,')=',G13.5)                        | 3480 |
| 392 | 420 FORMAT(1H+,T54,'(',G13.5,')')                                      | 3490 |
| 393 | WRITE(6,425)                                                           | 3500 |
| 394 | 425 FORMAT(1H0// T7,'IZUTSU NO BUNKATSU TO DANMEN JYOUSUU'//           | 3510 |
| 395 | 1 T10,'KUKAN NO. NBK',T28,'RLK',T41,'A',T53,'GIA',T66,'SIP'//          | 3520 |
| 396 | DO 430 I=1,KMAX                                                        |      |
| 397 | WRITE(6,435) I,NBK(I),RLK(I),A(I),GIA(I),SIP(I)                        |      |
| 398 | 430 CONTINUE                                                           |      |
| 399 | 435 FORMAT(1H ,T13,I2,T22,I2,F9.4,3G13.5)                              |      |
| 400 | IF(1BETA.EQ.0) GO TO 512                                               |      |
| 401 | WRITE(6,305)                                                           | 3530 |
| 402 | IF(1JK.NE.0) GO TO 485                                                 |      |
| 403 | WRITE(6,440) GAM,SDY                                                   | 3540 |
| 404 | 440 FORMAT(1H ,10X,'SENDAN-RYU NO KEISAN NO TAMENO JYOUSUU , GAM=',    | 3550 |

```

405      1 F9.6/T40,'SDY='F9.5/) 3560
406      445 FORMAT(1H0,T12,'* TSUGITE NO SENDAN GOUDO *') 3570
407      450 FORMAT(1H+,T42,'* TSUGITE SENDAN-RYUU *') 3580
408      455 FORMAT(1H+,T46,'* NO TAIRYOKU') 3590
409      460 FORMAT(1H ,T12,'*',T41,'*') 3600
410      465 FORMAT(1H+,T42,'*',T64,'*') 3610
411      470 FORMAT(1H+,T6,'YOUO?') 3620
412      475 FORMAT(1H+,T7,'*NO.'2X,A8,1X,A4,1X,A8,1X,A4) 3630
413      480 FORMAT(1H ) 3640
414      485 WRITE(6,445) 3650
415      IF(JUNC.NE.0) WRITE(6,450) 3660
416      WRITE(6,460) 3670
417      WRITE(6,470) 3680
418      IF(JUNC.EQ.0) GO TO 490 3690
419      WRITE(6,465) 3700
420      WRITE(6,455) 3710
421      490 WRITE(6,460) 3720
422      WRITE(6,475) AA1,AA3,AA2,AA3 3730
423      IF(JUNC.NE.0) WRITE(6,465) 3740
424      WRITE(6,480) 3750
425      NYMAX=NKEND(KMAX)-1 3760
426      K=1 3765
427      DO 500 I=1,NYMAX 3770
428      WRITE(6,505) I,(GJNC(I,J),J=1,2) 3780
429      IF(I.GE.NKEND(K)) K=K+1 3790
430      IF(JUNC.NE.0) WRITE(6,510) QA(K) 3800
431      500 CONTINUE 3810
432      505 FORMAT(1H ,T7,12,4X,2(1P2E14.5)) 3820
433      510 FORMAT(1H+,T47,1PE14.5) 3830
434      IF (1JK.EQ.0) GO TO 3180
435      WRITE(6,3110)
436      3110 FORMAT(1H0,T12,'* TSUGITE KYOUDO NO HI *')
437      N=(NJNC+9)/10
438      DO 3160 I=1,N
439      J=(I-1)*10+1
440      K=I*10
441      IF(I.EQ.N) K=NJNC
442      WRITE(6,3165) (L,L=J,K)
443      WRITE(6,3162) (KOSU(L),L=J,K)
444      WRITE(6,3163) (Y(L),L=J,K)
445      WRITE(6,3170) (GAMJ(I,1,L),L=J,K)
446      3160 WRITE(6,3175) (GAMQ(I,1,L),L=J,K)
447      3162 FORMAT(1H ,T9,'KOSU ----',T24,10(12,8X))
448      3163 FORMAT(1H ,T10,'DY ----',T22,10(F7.4,3X))
449      3165 FORMAT(1H0,T6,'TSUGITE NO ----',T24,10(12,8X))
450      3170 FORMAT(1H ,T9,'GAMJ ----',T22,10(F7.4,3X))
451      3175 FORMAT(1H ,T9,'GAMQ ----',T22,10(F7.4,3X))
452      3180 CONTINUE
453      512 WRITE(6,305) 3840
454      IF(JIBAN.NE.0) GO TO 540 3850
455      WRITE(6,515) 3860
456      515 FORMAT(1H ,T12,'*',T16,'JIBAN HANRYOKU KEISUU',T41,'*') 3870
457      WRITE(6,460) 3880
458      WRITE(6,470) 3890
459      WRITE(6,460) 3900
460      WRITE(6,475) AA1,AA3,AA2,AA3 3910
461      WRITE(6,480) 3920
462      520 WRITE(6,525) CK(1,1),CK(6,1) 3940

```

```

463 525 FORMAT(1H,T5,'CHOUBAN',1X,2G14.6) 3950
464 3960
465 DO 530 I=1,NYMAX 3970
466 530 WRITE(6,535) I,(SK(I,J),J=1,2) 3980
467 535 FORMAT(1H,T7,I2,4X,2G14.6) 3990
468 GO TO 600 4000
469 540 WRITE(6,545) 4010
470 545 FORMAT(1H,T12,'*',T31,'JIBAN HANRYOKU KEISUU',T70,'***',T90, 4020
471 1 'SUIHEI-JIBAN-TAIRYOKU',T129,'**') 4030
472 550 FORMAT(1H,T12,'*',T41,'*',T70,'***',T100,'*',T129,'**') 4040
473 555 FORMAT(1H+,T25,'K=1',T54,'K=2',T84,'K=1',T113,'K=2') 4050
474 560 FORMAT(1H,T12,'*',T37,'SK(I,J,K)',T70,'***',T96,'PP(I,J,K)',T129, 4060
475 1'**) 4070
476 WRITE(6,560) 4080
477 WRITE(6,550) 4090
478 WRITE(6,470) 4100
479 WRITE(6,555) 4110
480 WRITE(6,550) 4120
481 WRITE(6,570) AA1,AA3,AA2,AA3,AA1,AA3,AA2,AA3,AA1,AA3,AA2,AA3, 4140
482 1 AA1,AA3,AA2,AA3 4150
483 570 FORMAT(1H+,T7,'NO.',2(2X,A8,1X,A4,1X,A8,1X,A4),1X,2(2X,A8,1X,A4,1X, 4160
484 1A8,1X,A4)) 4170
485 DO 580 I=1,6 4180
486 580 WRITE(6,585) I,(CK(I,J),J=1,2),(CPP(I,J),J=1,2) 4190
487 585 FORMAT(1H,T5,'CHOUBAN-',I1,T20,G14.6,T49,G14.6,T79,G14.6,T107, 4200
488 1 G14.6) 4210
489 WRITE(6,480) 4220
490 DO 590 I=1,NYMAX 4230
491 590 WRITE(6,595) I,((SK(I,J,K),J=1,2),K=1,2),((PP(I,J,K),J=1,2),K=1,2) 4240
492 595 FORMAT(1H,T7,I2,2X,2(G14.6),1X,2(G14.6),2X,2(G14.6),1X,2(G14.6)) 4260
493 600 WRITE(6,305) 4270
494 605 FORMAT(1H,T12,'*',T21,'ENCHOKU BANE',T41,'***',T51,'KAITEN BANE', 4280
495 1T71,'***',T75,'NAIBUDO NO SENDAN-GOUDO',T101,'**'/T12,'*',T24,'AKZ( 4290
496 21,J)',T41,'***',T54,'AKM(I,J)',T71,'***',T83,'AGI(I,J)',T101,'**') 4300
497 610 FORMAT(1H,T6,'YOUISO',T12,'*',T41,'***',T71,'***',T101,'**') 4310
498 615 FORMAT(1H,T7,'NO.',2X,3('A8,1X,A4,A8,1X,A4,2X,'**')) 4320
499 WRITE(6,665) 4330
500 WRITE(6,610) 4340
501 WRITE(6,615) AA1,AA3,AA2,AA3,AA1,AA3,AA2,AA3,AA1,AA3,AA2,AA3 4350
502 WRITE(6,480) 4360
503 DO 620 I=1,NYMAX 4370
504 620 WRITE(6,625) I,(AK2(I,J),J=1,2),(AKM(I,J),J=1,2),(AGI(I,J),J=1,2) 4380
505 625 FORMAT(1H,T7,I2,4X,3(2G14.6,2X)) 4390
506 640 WRITE(6,305) 4400
507 WRITE(6,645) 4410
508 645 FORMAT(1H,T10,'CHOUBAN NO GAIRYOKU'/T7,'KAJYU'/T8,'NO.',T17,'RO 4420
509 1',T28,'RM',T39,'RN'/) 4430
510 DO 650 I=1,NOP 4440
511 650 WRITE(6,655) I,RQ(I),RM(I),RN(I) 4450
512 655 FORMAT(1H,T8,I2,3F11.4) 4460
513 660 FORMAT(1H,T10,'IZUTSU NO BUNPU-GAIRYOKU'/T12,'KAJYU NO. K=',I2) 4470
514 665 FORMAT(1H,T12,'*',T21,'SUIHEI HOUKOU',T41,'***',T50,'ENCHOKU HOUKO 4480
515 1U',T71,'**'/T12,'*',T23,'SPH(I,J,K)',T41,'***',T53,'SPZ(I,J,K)',T71 4490
516 2,'**') 4500
517 670 FORMAT(1H,T6,'YOUISO',T12,'*',T41,'***',T71,'**'/T7,'NO.',2X,2('A8, 4510
518 1A8,1X,A4,1X,A8,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4, 4520
519 1A8,1X,A4,1X,A8,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4, 4530
520 1A8,1X,A4,1X,A8,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4,1X,A4, 4540

```

```

521 WRITE(6,305) 4550
522 WRITE(6,660) K 4560
523 WRITE(6,665) 4570
524 WRITE(6,667) AA1,AA3,AA2,AA3,AA1,AA3,AA2,AA3 4580
525 DO 680 I=1,NYMAX 4590
526 680 WRITE(6,665) I,(SPH(I,J,K),J=1,2),(SPZ(I,J,K),J=1,2) 4600
527 CONTINUE 4610
528 695 FORMAT(1H,T7,I2,4X,2(2F14.5,2X)) 4620
529 IF(NNP.LE.0) GO TO 726
530 IK=58/(KMAX+5) 4630
531 IE=(NNP+IK-1)/IK 4640
532 DO 720 L=1,IE 4650
533 WRITE(6,305) 4660
534 WRITE(6,710) 4670
535 710 FORMAT(1H,T10,'YAITA NO DANMEN-JYOUSUU,Y-ZAHYOU,HOUKOU-YOGEN') 4680
536 IA=(L-1)*IK+1 4690
537 IB=L*IK 4700
538 IF(L.EQ.IE) IB=NNP 4710
539 DO 720 M=IA,IB 4720
540 WRITE(6,715) M 4730
541 715 FORMAT(1H0,T12,'YAITA NO,','I2,')/T6,'KUKAN'/T7,'NO,','Y19,'AP' 4740
542 1,T33,'AIX',T48,'AIY',T62,'MX',T76,'WY',T91,'Y',T104,'YL',T118,'YM' 4750
543 2// 4760
544 DO 720 I=1,KMAX 4765
545 WRITE(6,725) I,AP(I,M),AIX(I,M),AIY(I,M),MX(I,M),WY(I,M),Y(M), 4770
546 1 YL(M),YM(M) 4780
547 CONTINUE 4790
548 725 FORMAT(1H,T7,I2,2X,8G14.6) 4800
549 726 L=NKEND(KMAX)-1
550 IF(IJK.NE.0) GO TO 735
551 DO 730 I=1,L
552 DO 730 J=1,2
553 730 GJNC(I,J)=GJNC(I,J)+SDY
554 GO TO 800
555 735 DO 740 I=1,L
556 DO 740 J=1,2
557 740 SGJNC(I,J)=GJNC(I,J)
558 750 L=NKEND(KMAX)-1
559 DO 755 I=1,L
560 DO 755 J=1,2
561 GJNC(I,J)=0.0
562 DO 755 K=1,NJNC
563 755 GJNC(I,J)=GJNC(I,J)+KOSU(K)*DY(K)**2*GAMJ(I,J,K)*SGJNC(I,J)
564 GO TO 800
565 760 IF(IJK.NE.0.AND.IAA.NE.0) GO TO 750
566 C
567 C (( GOUSEI MATRIX NO SAKUSEI ))
568 C
569 800 JBAND=4+IBETA*2+IW*2
570 JH=JBAND/2
571 IBAND=NKEND(KMAX)*JBAND/2
572 DO 805 I=1,IBAND
573 DO 805 J=1,JBAND
574 805 DBAND(I,J)=0.0
575 IGYOU=0
576 JRETSU=0
577 IF(IRK.EQ.1) NRK=NKEND(KMAX)
578 II=1

```

4810  
4820  
4830  
4840  
4850  
4860  
4870  
4880  
4890  
4900  
4910  
4920  
4930

```

579      D1=RLK(I1)/NBK(I1)          4940
580      CALL INTGRL(D1)              4950
581      I1=NKEND(1)-1                4960
582      DO 855 JJ=1,NYMAX             4970
583      IF(JJ.LE.I1) GO TO 810        4980
584      I1=I1+1                      4990
585      D1=RLK(I1)/NBK(I1)           5000
586      CALL INTGRL(D1)              5010
587      I1=NKEND(I1)-1               5020
588      810 J1=JJ                    5030
589      I1=I1                        5040
590      CALL KEISUU(I1,J1,IGYOU,JRETSU) 5050
591      IF(JJ.NE.1) GO TO 850          5060
592      IF(JBAND.LE.4+I1*2.OR.IBNDRY.NE.0) GO TO 850 5070
593      DO 820 I=2,JBAND              5080
594      J2=JBAND-(I-1)               5090
595      DO 820 J=1,J2                 5100
596      K=JBAND-(J-1)               5110
597      L=J2-(J-1)                  5120
598      820 DBAND(I,K)=DBAND(I,L)    5130
599      DO 825 I=2,JBAND             5140
600      J2=I-1                      5150
601      DO 825 J=1,J2                5160
602      825 DBAND(I,J)=DBAND(J,I)    5170
603      DO 835 I=1,JBAND             5180
604      J=JH                          5185
605      IF(1.EQ.J) GO TO 835         5190
606      DBAND(I,J)=0.0              5200
607      DBAND(J,I)=0.0              5210
608      835 CONTINUE                5220
609      DO 845 I=2,JBAND             5230
610      J1=JBAND-I+1                 5240
611      DO 840 J=1,J1                5250
612      840 DBAND(I,J)=DBAND(I,J-J1) 5260
613      J1=J1+1                     5270
614      DO 845 J=J1,JBAND            5280
615      845 DBAND(I,J)=0.0           5290
616      850 IGYOU=IGYOU+JBAND/2      5300
617      855 CONTINUE                5310
618      C                            5320
619      C (( JYOUSUU-KOU NO SAKUSEI )) 5330
620      C                            5340
621      900 IGYOU=0                   5350
622      DO 905 IC=1,NOP              5360
623      DO 905 I=1,IBAND             5370
624      905 OKAJU(IC,I)=0.0          5380
625      I1=1                         5390
626      D1=RLK(I1)/NBK(1)            5400
627      CALL INTGRL(D1)              5410
628      I1=NKEND(1)-1                5420
629      DO 930 JJ=1,NYMAX             5430
630      IF(JJ.LE.I1) GO TO 910        5440
631      I1=I1+1                      5450
632      D1=RLK(I1)/NBK(I1)           5460
633      CALL INTGRL(D1)              5470
634      I1=NKEND(I1)-1               5480
635      910 J1=JJ                    5490
636      CALL STOKA(J1)               5500

```

```

637 DO 925 IC=1,NOP 5510
638 DO 920 I=1,JBAND 5520
639 M=IGYOU+I 5530
640 920 DKAJU(IC,M)=DKAJU(IC,M)+TOKA(IC,I) 5540
641 IF(JJ.NE.1) GO TO 925 5550
642 DKAJU(IC,1)=DKAJU(IC,1)+RQ(IC) 5560
643 DKAJU(IC,2)=DKAJU(IC,2)+RM(IC) 5570
644 IF( 1W.NE.0) DKAJU(IC,3)=DKAJU(IC,3)+RN(IC) 5580
645 IF(IBETA.NE.0) DKAJU(IC,JH)=DKAJU(IC,JH)+RM(IC) 5590
646 IF(IBNDRY.NE.0.OR.JBAND.LE.4+2*1W) GO TO 925 5600
647 DKAJU(IC,JH)=0.0 5610
648 925 CONTINUE 5620
649 IGYOU=IGYOU+JH 5630
650 930 CONTINUE 5640
651 C 5650
652 C (( SETTEN HEN'I TO SETTEN RYOKU )) 5660
653 C 5670
654 1000 CALL SOL(NOP) 5680
655 1002 KRK=KRK+1 5690
656 IF(JUNC+JIBAN.EQ.0.OR.KRK.GT.NKK) GO TO 1005 5700
657 IF(JUNC.NE.0) GO TO 1200 5710
658 GO TO 1400 5730
659 1005 DO 1010 I=1,4 5730
660 RCKB(I)=RCK(I) 5740
661 RCK(I)=0.0 5750
662 DO 1010 J=1,2 5760
663 RKB(J,I)=RK(J,I) 5770
664 1010 RK(J,I)=0.0 5780
665 RKTHB=RKTH 5790
666 RKTH=0.0 5800
667 IE=NKEND(KMAX)+JBAND 5810
668 DO 1025 J=1,NOP 5820
669 DO 1025 I=1,IE 5830
670 1025 DKAJU(J,I)=0.0 5840
671 IGYOU=0 5850
672 IG=0 5860
673 II=1 5870
674 IIN=NKEND(1)-1 5880
675 D1=RLK(1)/NBK(1) 5890
676 CALL INTGRL(D1) 5900
677 DO 1065 JJ=1,NYMAX 5910
678 IF(JJ.LE.IIN) GO TO 1030 5920
679 II=II+1 5930
680 IIN=NKEND(II)-1 5940
681 D1=RLK(II)/NBK(II) 5950
682 CALL INTGRL(D1) 5960
683 1030 J1=JJ 5970
684 DO 1040 K=1,JBAND 5980
685 DO 1040 L=1,JBAND 5990
686 1040 DBAND(K,L)=0.0 6000
687 CALL KEISUUC(I1,J1,0,0) 6010
688 DO 1045 K=2,JBAND 6020
689 L1=JBAND-(K-1) 6030
690 DO 1045 L=1,L1 6040
691 L2=L1-(L-1) 6050
692 L3=L2-(K-1) 6060
693 1045 DBAND(K,L3)=DBAND(K,L2) 6070
694 KJ=JBAND-1

```

```

695      DO 1050 K=1,KJ      6080
696      L1=K+1              6090
697      DO 1050 L=L1,JBAND  6100
698      1050 DBAND(L,K)=DBAND(K,L) 6110
699      CALL STOKA(J1)      6120
700      DO 1060 IC=1,NOP    6130
701      DO 1060 K=1,JBAND  6140
702      K1=K+IG             6150
703      DO 1055 L=1,JBAND  6160
704      L1=L+IGYOU          6170
705      1055 OKAJU(IC,K1)=OKAJU(IC,K1)+DBAND(K,L)*DUNS(IC,L1) 6180
706      OKAJU(IC,K1)=OKAJU(IC,K1)-TOKA(IC,K) 6190
707      IF((K-2)*(K-JH-2).EQ.0) OKAJU(IC,K1)=OKAJU(IC,K1) 6193
708      1060 CONTINUE       6196
709      IG=1G+JBAND         6200
710      IGYOU=IGYOU+JBAND/2 6210
711      1065 CONTINUE       6220
712      C                   6230
713      DO 1090 K=1,NOP      6240
714      WRITE(6,1070) K      6250
715      1070 FORMAT(1H1// T9,'(( SETTEN HEN',1H',1I '),'2X,'KAJYUU NO.',I2) 6260
716      IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1075) KRK 6270
717      1075 FORMAT(1H*,T48,'** HI-SENKEI KEISAN ** (KRK=',I2,',)') 6280
718      WRITE(6,1080)        6290
719      1080 FORMAT(1H0,T72,'SETTEN'/ T9,'NO.',T18,'V(MM)',T30,8HV'(RAD.),T44, 6300
720      1 'W(MM)',T55,'BETA(RAD.)',T69,9H('V'-BETA)/) 6310
721      IE=NKEND(KMAX)+1     6320
722      DO 1090 N=1,IE       6330
723      I=N-1                6332
724      M=N-1                6334
725      IF(I.EQ.0) I=1       6336
726      I1=(I-1)*JBAND/2    6340
727      L=0                  6350
728      DO 1085 J=1,4        6360
729      DBAND(J,1)=0.0       6370
730      IF(J.EQ.3.AND.IW.EQ.0) GO TO 1085 6380
731      IF(J.EQ.4.AND.IBETA.EQ.0) GO TO 1085 6390
732      L=L+1                 6400
733      DBAND(J,1)=DUNS(K,L+I1) 6410
734      IF((J-1)*(J-3).EQ.0) DBAND(J,1)=DBAND(J,1)+1000. 6420
735      1085 CONTINUE         6430
736      IF(KN.EQ.1) DBAND(1,1)=DBAND(1,1)-DBAND(2,1)+1000.*HC 6435
737      DBAND(5,1)=DBAND(2,1)-DBAND(4,1) 6440
738      1090 WRITE(6,1095) M,(DBAND(J,1),J=1,5) 6450
739      1095 FORMAT(1H ,T9,I2,2X,1P0I3.4) 6460
740      C                   6470
741      DO 1150 K=1,NOP      6480
742      WRITE(6,1110) K      6490
743      1110 FORMAT(1H1// T9,'((SETTEN RYOKU )) KAJYUU NO.',I2) 6500
744      IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1075) KRK 6510
745      1115 FORMAT(1H0,T24,'Q(TON)',T47,'M(T+M)',T70,'N(TON)',T92,'M' (T+M)', 6520
746      1 T115,'(C M=M+ )') 6530
747      1120 FORMAT(1H*,T15,'+',T38,'+',T61,'+',T84,'+',T107,'+',T130,'+') 6540
748      1125 FORMAT(1H ,T8,'YOU50') 6550
749      1130 FORMAT(1H ,T9,'NO.',T16,5(A6,A4,2X,A6,A4,1X)) 6560
750      WRITE(6,1115)        6570
751      WRITE(6,1120)        6580
752      WRITE(6,1125)        6590

```

```

753 WRITE(6,1120) 6600
754 WRITE(6,1130) BB1,AA3,BB2,AA3,BB1,AA3,BB2,AA3,BB1,AA3,BB2,AA3, 6700
755 1 BB1,AA3,BB2,AA3,BB1,AA3,BB2,AA3 6710
756 WRITE(6,1120) 6715
757 WRITE(6,480) 6720
758 DO 1150 I=1,NYMAX 6730
759 IG=(I-1)*JBAND 6740
760 L=0 6750
761 DO 1140 J=1,7,2 6760
762 DBAND(J,1)=0.0 6770
763 DBAND(J+1,1)=0.0 6780
764 IF(J.EQ.5.AND.IW.EQ.0) GO TO 1140 6790
765 IF(J.EQ.7.AND.IBETA.EQ.0) GO TO 1140 6800
766 L=L+1 6810
767 M=L*JBAND/2 6820
768 DBAND(J,1)=DKAJUK(L,IG) 6830
769 DBAND(J+1,1)=DKAJU(K,M+IG) 6840
770 1140 CONTINUE 6850
771 DO 1145 J=9,10 6860
772 1145 DBAND(J,1)=DBAND(J-6,1)-DBAND(J-2,1) 6870
773 WRITE(6,1155) I,(DBAND(J,1),J=1,4) 6880
774 IF(IW.NE.0) WRITE(6,1160) (DBAND(J,1),J=5,6) 6890
775 IF(IBETA.NE.0) WRITE(6,1165) (DBAND(J,1),J=7,10) 6900
776 1150 CONTINUE 6910
777 1155 FORMAT(1H,T9,I2,T16,1P4D11.3) 6920
778 1160 FORMAT(1H,T6,I2,1P2D11.3) 6930
779 1165 FORMAT(1H,T8,I5,1P4D11.3) 6940
780 DO 1170 I=1,4 6950
781 RCK(I)=RCKB(I) 6960
782 DO 1170 J=1,2 6970
783 1170 RK(J,I)=RKB(J,I) 6980
784 C 6990
785 C (( TSUGITE NO SENDAN-RYU )) 7010
786 C 7020
787 1200 IAA=0 7030
788 IF(IBETA.EQ.0) GO TO 1400 7040
789 1210 DO 1320 IC=1,NOP 7050
790 IF(IJK.EQ.0) GO TO 1212
791 IF(JUNC.EQ.0) GO TO 1265
792 4000 IAA=0
793 II=1
794 DO 4100 I=1,NYMAX
795 IG=(I-1)*JH
796 IF(I.LT.NKEND(II)) GO TO 4005
797 II=II+1
798 4005 DO 4100 J=1,2
799 K=IG+IW+3*(J-1)*JH
800 DO 4100 L=1,NJNC
801 C=DUNS(1,K)*DY(L)*SGJNC(I,J)*GAMJ(I,J,L)
802 C=ABS(C)
803 IF(CA(II).GT.0.001) GO TO 4010
804 IF(C.GT.CA(II)+0.0001) IAA=2
805 GO TO 4015
806 4010 C=C/CA(II)/GAMG(I,J,L)
807 IF(C.LT.1.0) GO TO 4100
808 IF(C.GT.1.01) IAA=2
809 IF(C.LT.1.01.AND.IAA.NE.2) IAA=1
810 GAMJ(I,J,L)=GAMJ(I,J,L)/C

```

```

811      GO TO 4100
812      4015 GAMJ(I,J,L)=0.0
813      4100 CONTINUE
814      GO TO 1265
815      1212 DO 1220 I=1,NYMAX
816           IG=(I-1)*JH
817           DO 1220 J=1,2
818              K=IG+IW+3*(J-1)*JH
819      1220 DBAND(I,J)=DUNS(IC,K)*GAM*GJNC(I,J)
820           IF(JUNC.EQ.0.OR.KRK.GT.NKK) GO TO 1265
821           IAA=0
822           II=1
823           DO 1260 I=1,NYMAX
824              IF(1.LT.NKEND(II)) GO TO 1230
825              II=II+1
826      1230 DO 1260 J=1,2
827              C1=DABS(DBAND(I,J))
828              IF(QA(II).GT.0.001) GO TO 1232
829              IF(C1.GT.QA(II)*0.0001) IAA=2
830              C1=0.0
831              GO TO 1247
832      1232 C1=C1/QA(II)
833              IF(C1.LT.1.0) GO TO 1260
834              IF(C1.GT.1.0) IAA=2
835              IF(C1.LT.1.01.AND.1AA.NE.2) IAA=1
836      1233 GJNC(I,J)=GJNC(I,J)/C1
837              GO TO 1260
838      1247 GJNC(I,J)=0.0
839      1260 CONTINUE
840      1265 IF(JUNC+JIBAN.EQ.0.OR.KRK.GT.NKK) GO TO 1270
841              GO TO 1405
842      1270 IF(IJK.EQ.0) GO TO 1272
843      5005 FORMAT(1H0,T15,'*',T20,'TSUGITE NO.*/ T7,'SETTEN NO. **')
844      5010 FORMAT(1H ,T9,'NO. **')
845              IE=(NYMAX+163)/17
846              JE=(NJNC+9)/10
847              DO 5100 J=1,JE
848                  J1=(J-1)*10+1
849                  J2=J*10
850                  IF(J.EQ.JE) J2=NJNC
851                  DO 5100 I=1,IE
852                      I1=(I-1)*17+1
853                      I2=I*17
854                      IF(1.EQ.IE) I2=NYMAX
855                      WRITE(6,1280) IC
856                      IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1075) KRK
857                      WRITE(6,5005)
858                      WRITE(6,5015) (JJ,JJ=J1,J2)
859      5015 FORMAT(1H*,T22,10(12,8X))
860                      WRITE(6,5010)
861                      DO 5100 I1=1,12
862                          WRITE(6,480)
863                          DO 5025 K=1,2
864                              L=(I1-1)*JH+IW+3*(K-1)*JH
865                              DO 5020 JJ=J1,J2
866                                  5020 DBAND(JJ,K)=DUNS(1,L)*DY(JJ)*SGJNC(II,K)*GAMJ(II,K,JJ)
867                                  M=I1+K
868                                  5025 WRITE(6,5030) M,(DBAND(JJ,K),JJ=J1,J2)

```

7060  
7070  
7080  
7090  
7100  
7110  
7120  
7130  
7140  
7150  
7160  
7170  
7180  
7210  
7220  
7230  
7240  
7250  
7260  
7280  
7290  
7300  
7310  
7430  
7460  
7470  
7480

```

869 5030 FORMAT(1H ,T9,I2,T17,10F10.4)
870 5100 CONTINUE
871 IF(KRK.EQ.1) GO TO 1410
872 JE=(NJNC+10)/10
873 DO 5200 J=1,JE
874 J1=(J-1)*10+1
875 J2=J*10
876 IF(J.EQ.JE) J2=NJNC+1
877 DO 5200 I=1,IE
878 I1=(I-1)*17+1
879 I2=I*17
880 IF(I.EQ.IE) I2=NYMAX
881 WRITE(6,5105) IC
882 5105 FORMAT(1H1// T10,'((TSUGITE NO SENDAN-GOUDO)) KAJYUU NO.=',I2/)
883 WRITE(6,1075) KRK
884 WRITE(6,5005)
885 WRITE(6,5015) (JJ,JJ=J1,J2)
886 WRITE(6,5015)
887 WRITE(6,5010)
888 DO 5200 II=I1,I2
889 WRITE(6,480)
890 DO 5125 K=1,2
891 L=(II-1)*JH+IW+3*(K-1)*JH
892 DO 5120 JJ=J1,J2
893 IF(JJ.EQ.NJNC+1) GO TO 5110
894 DBAND(JJ,K)=SGJNC(II,K)*GAMJ(II,K,JJ)
895 GO TO 5120
896 5110 DBAND(JJ,K)=GJNC(II,K)
897 5120 CONTINUE
898 M=II-1+K
899 5125 WRITE(6,5130) M,(DBAND(JJ,K),JJ=J1,J2)
900 5130 FORMAT(1H ,T9,I2,T17,1P10E10.3)
901 5200 CONTINUE
902 GO TO 1410
903 1272 WRITE(6,1280) IC
904 1280 FORMAT(1H1// T10,'(( TSUGITE NO SENDAN-RYUU )) KAJYUU NO.=',I2/)
905 IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1075) KRK
906 WRITE(6,1285)
907 1285 FORMAT(1H0,T15,'+',T24,'QZ(T/H)',T38,'+')
908 IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1290)
909 1290 FORMAT(1H+,T41,'TSUGITE NO SENDAN GOUDO',T67,'+')
910 WRITE(6,1295)
911 1295 FORMAT(1H ,T8,'YOU50 ',T38,'+')
912 IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1300)
913 1300 FORMAT(1H+,T67,'+')
914 WRITE(6,1305) BB1,AA3,BB2,AA3
915 1305 FORMAT(1H ,T9,'NO.',T15,'+',1X,A6,A4,1X,A6,A4,'+')
916 IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1310) AA1,AA3,AA2,AA3
917 1310 FORMAT(1H+,T40,A8,1X,A4,1X,A8,1X,A4,'+')
918 WRITE(6,480)
919 DO 1320 I=1,NYMAX
920 WRITE(6,1340) I,(DBAND(I,J),J=1,2)
921 IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1345) (GJNC(I,J),J=1,2)
922 1320 CONTINUE
923 1340 FORMAT(1H ,T9,I2,T16,2F11.4)
924 1345 FORMAT(1H+,T39,1P2E14.5)
925 GO TO 1410
926 C

```

7490  
7500  
7510  
7520  
7530  
7540  
7550  
7560  
7570  
7580  
7590  
7600  
7610  
7620  
7630  
7640  
7650  
7660  
7670  
7680  
7690  
7700  
7710  
7720

| 10345 01 01-13-77 | 12-197 | ** YAITA-SHIKI KISO NO KAISEKI ** NOV., 1976, K.K.G.K.CENTER | LABEL | ..... | PAGE | 17 |
|-------------------|--------|--------------------------------------------------------------|-------|-------|------|----|
| 927               | C      | (( JIBAN HANRYOKU ))                                         |       |       | 7730 |    |
| 928               | C      |                                                              |       |       | 7740 |    |
| 929               | 1400   | IF(JIBAN+JUNC.EQ.0.OR.KRK.GT.NKK) GO TO 1410                 |       |       | 7750 |    |
| 930               |        | IBB=0                                                        |       |       | 7760 |    |
| 931               | 1405   | IF(JIBAN.NE.0) GO TO 1410                                    |       |       | 7770 |    |
| 932               |        | IF(IBETA.EQ.0) GO TO 1410                                    |       |       | 7780 |    |
| 933               |        | IF(IAA.LE.1) JUNC=0                                          |       |       | 7790 |    |
| 934               |        | IF(IAA.NE.0) GO TO 760                                       |       |       | 7800 |    |
| 935               |        | GO TO 1005                                                   |       |       | 7810 |    |
| 936               | 1410   | JK=2                                                         |       |       | 7820 |    |
| 937               |        | IF(JUNC+JIBAN.EQ.0.AND.KRK.EQ.1) JK=1                        |       |       | 7830 |    |
| 938               |        | DO 1470 IC=1,NOP                                             |       |       | 7840 |    |
| 939               |        | C4=DUNS(IC,1)                                                |       |       | 7850 |    |
| 940               |        | C5=DUNS(IC,2)                                                |       |       | 7860 |    |
| 941               |        | IF(IBETA.NE.0) C5=C5-DUNS(IC,3+IW)                           |       |       | 7870 |    |
| 942               |        | DO 1430 I=1,6                                                |       |       | 7880 |    |
| 943               |        | C3=C4-C5*(6-I)/5.0*HC                                        |       |       | 7890 |    |
| 944               |        | DO 1430 J=1,JK                                               |       |       | 7900 |    |
| 945               | 1430   | DBAND(I,J)=C3*CK(I,J)                                        |       |       | 7910 |    |
| 946               |        | DO 1440 II=1,NYMAX                                           |       |       | 7920 |    |
| 947               |        | I=II+6                                                       |       |       | 7930 |    |
| 948               |        | IG=(II-1)*JH                                                 |       |       | 7940 |    |
| 949               |        | DO 1440 J=1,2                                                |       |       | 7950 |    |
| 950               |        | K=IG+1+(J-1)*JH                                              |       |       | 7960 |    |
| 951               |        | DBAND(I,J)=DUNS(IC,K)*SK(II,J,1)                             |       |       | 7970 |    |
| 952               |        | IF(JK.EQ.1) GO TO 1440                                       |       |       | 7980 |    |
| 953               |        | DBAND(I,J+2)=DUNS(IC,K)*SK(II,J,2)                           |       |       | 7990 |    |
| 954               | 1440   | CONTINUE                                                     |       |       | 8000 |    |
| 955               |        | IF(JIBAN.EQ.0.OR.KRK.GT.NKK) GO TO 1555                      |       |       | 8010 |    |
| 956               |        | IBB=0                                                        |       |       | 8020 |    |
| 957               |        | DO 1490 I=1,6                                                |       |       | 8030 |    |
| 958               |        | C3=C4-C5*(6-I)/5.0*HC                                        |       |       |      |    |
| 959               |        | DO 1490 J=1,2                                                |       |       | 8050 |    |
| 960               |        | C1=DBAND(I,J)                                                |       |       | 8060 |    |
| 961               |        | IF(C3.LT.0.0) GO TO 1450                                     |       |       | 8070 |    |
| 962               |        | K=J                                                          |       |       | 8080 |    |
| 963               |        | GO TO 1452                                                   |       |       | 8090 |    |
| 964               | 1450   | K=2                                                          |       |       | 8100 |    |
| 965               |        | IF(J.EQ.2) K=1                                               |       |       | 8110 |    |
| 966               | 1452   | IF(CPP(I,K).GT.0.0001) GO TO 1455                            |       |       | 8120 |    |
| 967               |        | IF(C1.GT.CPP(I,K)+0.0001) IBB=2                              |       |       | 8130 |    |
| 968               |        | GO TO 1475                                                   |       |       | 8150 |    |
| 969               | 1455   | C1=ABS(C1)/CPP(I,K)                                          |       |       | 8160 |    |
| 970               |        | IF(C1.LT.1.0) GO TO 1475                                     |       |       | 8170 |    |
| 971               |        | IF(C1.GT.1.01) IBB=2                                         |       |       | 8190 |    |
| 972               |        | IF(C1.LT.1.01.AND.IBB.NE.2) IBB=1                            |       |       | 8200 |    |
| 973               | 1475   | C=C3*CK(I)                                                   |       |       |      |    |
| 974               |        | CK(I,J)=CK(I)                                                |       |       |      |    |
| 975               |        | IF(ABS(C).GT.CPP(I,K)) CK(I,J)=CPP(I,K)/ABS(C3)              |       |       |      |    |
| 976               | 1490   | CONTINUE                                                     |       |       | 8370 |    |
| 977               | C      |                                                              |       |       | 8380 |    |
| 978               |        | DO 1545 II=1,NYMAX                                           |       |       | 8390 |    |
| 979               |        | I=II+6                                                       |       |       | 8400 |    |
| 980               |        | IG=(II-1)*JH                                                 |       |       |      |    |
| 981               |        | DO 1545 J=1,2                                                |       |       | 8410 |    |
| 982               |        | L=IG+1+(J-1)*JH                                              |       |       |      |    |
| 983               |        | DO 1540 K=1,2                                                |       |       | 8440 |    |
| 984               |        | N=J+(K-1)*2                                                  |       |       | 8450 |    |

```

985      C1=DBAND(I,N)                                8460
986      C3=DUNS(IC,L)
987      IF(C3.LT.0.0) GO TO 1495
988      N=K
989      GO TO 1500
990      1495 N=2
991      IF(K.EQ.2) N=1
992      1500 IF(PP(II,J,N).GT.0.001) GO TO 1502
993      IF(C1.GT.PP(II,J,N)+0.0001) IBB=2
994      GO TO 1525
995      1502 C1=ABS(C1)/PP(II,J,N)
996      IF(C1.LT.1.0) GO TO 1525
997      IF(C1.GT.1.01) IBB=2
998      IF(C1.LT.1.01.AND.IBB.NE.2) IBB=1
999      1525 C=C3*SKD(II,J)
1000      SK(II,J,K)=SKD(II,J)
1001      IF(ABS(C).GT.PP(II,J,N)) SK(II,J,K)=PP(II,J,N)/ABS(C3)
1002      1540 CONTINUE                                8760
1003      1545 CONTINUE                                8780
1004      IF(IAA.EQ.2.AND.IBB.EQ.0) GO TO 760
1005      IF(CIOB.EQ.2) GO TO 255
1006      IF(IAA.EQ.2) GO TO 255
1007      JUNC=0
1008      JIBAN=0
1009      IF(IAA.EQ.0.AND.IBB.EQ.0) GO TO 1005
1010      GO TO 255
1011      1555 WRITE(6,1560) IC                                8840
1012      1560 FORMAT(1H1// T10,'( JIBAN-HANRYOKU ) KAJUU NO.=',I2)
1013      IF(KRK.NE.1) GO TO 1600
1014      WRITE(6,1565) BB1,AA3,BB2,AA3
1015      1565 FORMAT(1H0,T15,'*',T22,'PPR(T/M**2)',T38,'*',T8,'YOU SO **',T38,'*')
1016      1// T9,'NO.',T15,'*',T1X,A6,A4,1X,A6,A4,'*')
1017      DO 1570 I=1,6
1018      1570 WRITE(6,1575) I,DBAND(I,1)
1019      1575 FORMAT(1H,T8,'CHOUBAN-',I1,T20,F11.5)
1020      WRITE(6,480)
1021      DO 1580 I=1,NYMAX
1022      I=I+6
1023      1580 WRITE(6,1585) I,(DBAND(II,J),J=1,2)
1024      1585 FORMAT(1H,T9,T12,T16,2F11.5)
1025      GO TO 1670
1026      C
1027      1600 WRITE(6,1075) KRK
1028      1610 FORMAT(1H0,T15,'*',T31,'JIBAN-HANRYOKU',T61,'*',T76,'JIBAN-HANRYO
1029      1KU KEISUU',T112,'*')
1030      1615 FORMAT(1H,T8,'YOU SO',T22,'PPR(T/M**2)',T45,'PAR(T/M**2)',T69,'SKP
1031      1(T/M**3)',T94,'SKA(T/M**3)')
1032      1620 FORMAT(1H,T15,'*',T38,'*',T61,'*',T87,'*',T112,'*')
1033      1625 FORMAT(1H,T9,'NO.',T17,A6,A4,1X,A6,A4,2X,A6,A4,1X,A6,A4,3X,A6,A4,
1034      12X,A6,A4,3X,A6,A4,2X,A6,A4)
1035      WRITE(6,1610)
1036      WRITE(6,480)
1037      WRITE(6,1620)
1038      WRITE(6,1615)
1039      WRITE(6,1620)
1040      WRITE(6,1625) BB1,AA3,BB2,AA3, BB1,AA3,BB2,AA3, BB1,AA3,BB2,AA3,
1041      1 BB1,AA3,BB2,AA3
1042      WRITE(6,1620)

```

```

1043 WRITE(6,480) 9180
1044 DO 1650 I=1,6 9190
1045 1650 WRITE(6,1655) I,(DBAND(I,J),J=1,2),(CK(I,J),J=1,2) 9200
1046 1655 FORMAT(1H ,T8,'CHOUBAN-',I2,T20,F11.5,T44,F11.5,T68,F12.5,T93, 9210
1047 1 F12.5) 9220
1048 WRITE(6,480) 9230
1049 DO 1660 I=1,NYMAX 9240
1050 II=I+6 9250
1051 1660 WRITE(6,1665) I,(DBAND(II,J),J=1,4),(SK(I,J,K),J=1,2),K=1,2) 9260
1052 1665 FORMAT(1H ,T9,I2,T16,2F11.5,1X,2F11.5,2X,2F12.5,1X,2F12.5) 9270
1053 1670 CONTINUE 9280
1054 C 9290
1055 C (( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) 9300
1056 C 9310
1057 1800 IE=(NYMAX+15)/16 9320
1058 IF(NNP.LE.0) GO TO 1905 9325
1059 DO 1900 IC=1,NOP 9330
1060 DO 1900 N=1,NNP 9340
1061 DO 1900 II=1,IE 9350
1062 I1=(II-1)*16+1 9360
1063 I2=II*16 9370
1064 IF(II.EQ.1E) I2=NYMAX 9380
1065 WRITE(6,1810) IC 9390
1066 1810 FORMAT(1H1// T10,'(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU 9400
1067 1 NO.,',I2) 9410
1068 WRITE(6,1815) N 9420
1069 1815 FORMAT(1H0,T12,'(YAITA NO.,',I2,')') 9430
1070 IF(KRK.NE.1) WRITE(6,1075) KRK 9440
1071 1820 FORMAT(1H0,T26,'YAITA NO DANMEN-RYOKU',T70,'YAITA NO OURYOKU-DO(KG 9450
1072 1/CM**2)') 9460
1073 1825 FORMAT(1H ,T7,'SETTEN') 9470
1074 1830 FORMAT(1H ,T9,'NO.',T22,'N(TON)',T34,'M-X(T=M)',T46,'M-Y(T=M)',T65 9480
1075 1,'X-1',T76,'X-2',T89,'Y-1',T100,'Y-2') 9490
1076 1835 FORMAT(1H+,T15,'+',T58,'+',T108,'+') 9500
1077 WRITE(6,1820) 9510
1078 WRITE(6,1835) 9520
1079 WRITE(6,1825) 9530
1080 WRITE(6,1835) 9540
1081 WRITE(6,1835) 9550
1082 WRITE(6,1835) 9560
1083 WRITE(6,480) 9570
1084 IF(II.EQ.1) JJ=1 9580
1085 DO 1900 I=1,I2 9590
1086 IF(1.LT.NKEND(JJ)) GO TO 1850 9600
1087 JJ=JJ+1 9610
1088 1850 DO 1885 J=1,2 9620
1089 DO 1855 K=1,7 9630
1090 1855 DBAND(K,J)=0.0 9640
1091 IG=(I-1)*JBAND+(J-1)*JH 9650
1092 C=(-1)**J+1.0E-4 9660
1093 S=1.0E-4 9665
1094 IF(1W.EQ.0) GO TO 1860 9670
1095 DBAND(1,J)=C*DKAJU(IC,IG+3)*AP(JJ,N)/A(JJ) 9680
1096 1860 IF(1BETA.EQ.0) GO TO 1870 9690
1097 K=IG+3+1W 9700
1098 L=IG+2 9710
1099 DBAND(1,J)=DBAND(1,J)+C*DKAJU(IC,K)*AP(JJ,N)+Y(N)/GIA(JJ) 9720
1100 DBAND(2,J)=(DKAJU(IC,L)-DKAJU(IC,K))*C*Y(N)*AIX(JJ,N)/SIP(JJ)*S 9730

```

```

1101 DBAND(3,J)=(DKAJU(IC,L)-DKAJU(IC,K))*C*YL(N)*AIY(JJ,N)/SIP(JJ)*S 9740
1102 GO TO 1875 9750
1103 1870 DBAND(1,J)=DBAND(1,J)+C*DKAJU(IC,IG+2)*AP(JJ,N)*Y(N)/GIA(JJ) 9760
1104 DBAND(2,J)=C*DKAJU(IC,IG+2)*YM(N)*AIX(JJ,N)/(GIA(JJ)+SIP(JJ))*S 9770
1105 DBAND(3,J)=C*DKAJU(IC,IG+2)*YL(N)*AIY(JJ,N)/(GIA(JJ)+SIP(JJ))*S 9780
1106 1875 DO 1880 K=4,7 9790
1107 1880 DBAND(K,J)=DBAND(1,J)/AP(JJ,N)*1000. 9800
1108 DO 1885 K=1,2 9810
1109 C=-(1)**K+1.0E+5 9820
1110 DBAND(3+K,J)=DBAND(3+K,J)+DBAND(2,J)*C/WX(JJ,N) 9830
1111 DBAND(5+K,J)=DBAND(5+K,J)+DBAND(3,J)*C/WY(JJ,N) 9840
1112 1885 CONTINUE 9850
1113 DO 1890 J=1,2 9860
1114 K=I-1+J 9870
1115 1890 WRITE(6,1895) K,(DBAND(L,J),L=1,7) 9880
1116 WRITE(6,480) 9885
1117 1895 FORMAT(1H ,T9,I2,T16,F11.3,3X,2F12.4,4X,2(2F11.2,2X)) 9890
1118 1900 CONTINUE 9900
1119 1905 IF(NEXT.NE.O) GO TO 1 9910
1120 9999 STOP 9920
1121 END 9930

```

\*\*\*\*\* 7 MEMORY EXPANDED. USE XLIMITS OR CORE= OPTION FOR NEXT RUN  
 EDIT DATE 01-17-76 VERSION 3

|          | ELAPSED<br>TIME (SEC) | LINES/<br>MINUTE |
|----------|-----------------------|------------------|
| OVERHEAD | .12                   |                  |
| PHASE 1  | 4.58                  | 14676            |
| PHASE 2  | .03                   |                  |
| PHASE 4  | 2.78                  | 24162            |
| PHASE 5  | 4.12                  | 16314            |
| TOTAL    | 11.65                 | 5771             |

THERE WERE 1 DIAGNOSTICS IN ABOVE COMPILATION  
 46K WORDS WERE USED FOR THIS COMPILATION

|    |   |                                                             |       |
|----|---|-------------------------------------------------------------|-------|
| 1  | C |                                                             | I 001 |
| 2  |   | SUBROUTINE INTGRL(DL)                                       | I 002 |
| 3  | C |                                                             | I 003 |
| 4  |   | IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)                               | I 004 |
| 5  |   | COMMON /A/ DA(2,2),DB(2,2),DC(2,2),DD(2,4),DE(2,4),DF(2,4), |       |
| 6  |   | 1 DG(2,2,4),DH(2,4,4),DI(2,4,4),DJ(4,4)                     |       |
| 7  | C |                                                             | I 10  |
| 8  |   | DL1=1.0/DL                                                  | I 20  |
| 9  |   | DL2=DL1+DL1                                                 | I 30  |
| 10 |   | DL3=DL2+DL1                                                 | I 40  |
| 11 |   | DA(1,1)=DL/3.0                                              | I 50  |
| 12 |   | DA(1,2)=DA(1,1)+0.5                                         | I 60  |
| 13 |   | DA(2,2)=DA(1,1)                                             | I 70  |
| 14 |   | DA(2,1)=DA(1,2)                                             | I 80  |
| 15 |   | DB(1,1)=DL1                                                 | I 90  |
| 16 |   | DB(2,2)=DL1                                                 | I 100 |
| 17 |   | DB(1,2)=DL1                                                 | I 110 |
| 18 |   | DB(2,1)=DL1                                                 | I 120 |
| 19 |   | D1=DL/12.0                                                  | I 130 |
| 20 |   | DO TO I=1,2                                                 | I 140 |

```

21      00 10 J=1,2      I 150
22      00 10 K=1,2      I 160
23      DC(I,J,K)=D1      I 170
24      IF(I.EQ.J.AND.J.EQ.K) DC(I,J,K)=DL+0.25      I 180
25      10 CONTINUE      I 190
26      00 20 I=1,2      I 200
27      00 20 J=1,4      I 210
28      IF(J/2*2.EQ.J) GO TO 15      I 220
29      D1=-1.000      I 230
30      IF(J.EQ.3) D1=1.000      I 240
31      DE(I,J)=D1+0.5      I 250
32      DF(I,J)=0.0      I 260
33      D2=0.300-(I-1)*0.100      I 270
34      D3=0.200*(I-1)*0.100      I 280
35      DG(1,J)=D1+D2      I 290
36      DG(2,J)=D1+D3      I 300
37      DD(I,J)=0.35*DL      I 310
38      IF(I+J.EQ.3.OR.I+J.EQ.4) DD(I,J)=0.15*DL      I 320
39      GO TO 20      I 330
40      15 D1=-1.000      I 340
41      IF(I.EQ.J/2) D1=1.000      I 350
42      DE(I,J)=D1+DL/12.0      I 360
43      DF(I,J)=D1+DL1      I 370
44      20 CONTINUE      I 380
45      DG(1,1,2)=0.100*DL      I 390
46      DG(1,1,4)=-DL/15.0      I 400
47      DG(2,2,2)=DG(1,1,4)      I 410
48      DG(2,2,4)=DG(1,1,2)      I 420
49      D0 30 J=1,2      I 430
50      JJ=J*2      I 440
51      DG(1,2,JJ)=-DL/60.0      I 450
52      30 DG(2,1,JJ)=DG(1,2,JJ)      I 460
53      DD(1,2)=DL+0.05      I 470
54      DD(2,2)=DL/30.0      I 480
55      DD(1,4)=-DD(2,2)      I 490
56      DD(2,4)=-DD(1,2)      I 500
57      DH(1,1,1)=2.0*DL/7.0      I 510
58      DH(1,1,3)=9.0*DL/140.0      I 520
59      DH(1,1,2)=DL+DL/28.0      I 530
60      DH(1,1,4)=-DL+DL/60.0      I 540
61      DH(1,2,2)=DL+*3/168.0      I 550
62      DH(1,2,3)=DL+DL/70.0      I 560
63      DH(1,2,4)=-DL+*3/280.0      I 570
64      DH(1,3,3)=3.0*DL/35.0      I 580
65      DH(1,3,4)=-DL+DL/60.0      I 590
66      DH(1,4,4)=DL+*3/280.0      I 600
67      DI(1,1,1)=0.6*DL1      I 610
68      DI(1,1,2)=0.0      I 620
69      DI(1,1,3)=-0.6*DL1      I 630
70      DI(1,1,4)=0.100      I 640
71      DI(1,2,2)=0.1*DL      I 650
72      DI(1,2,3)=0.0      I 660
73      DI(1,2,4)=-DL/60.0      I 670
74      DI(1,3,3)=0.6*DL1      I 680
75      DI(1,3,4)=-0.100      I 690
76      DI(1,4,4)=DL/30.0      I 700
77      D0 35 I=1,3      I 710
78      I1=I+1      I 720

```

10345 01 01-13-77 12.202

LABEL INTGRL PAGE 22

|     |                          |        |
|-----|--------------------------|--------|
| 79  | DO 35 J=II,4             | I 730  |
| 80  | DI(1,J,1)=DI(1,I,J)      | I 740  |
| 81  | 35 DH(1,J,1)=DH(1,I,J)   | I 750  |
| 82  | DO 45 I=1,2              | I 760  |
| 83  | II=I+2                   | I 770  |
| 84  | DO 45 J=1,2              | I 780  |
| 85  | JJ=J+2                   | I 790  |
| 86  | IF(I,NE,J) GO TO 40      | I 800  |
| 87  | DH(2,I,1)=DH(1,II,II)    | I 810  |
| 88  | DH(2,II,II)=DH(1,I,1)    | I 820  |
| 89  | DH(2,I,II)=DH(1,II,1)    | I 830  |
| 90  | DH(2,II,1)=DH(1,I,II)    | I 840  |
| 91  | DI(2,I,1)=DI(1,II,II)    | I 850  |
| 92  | DI(2,II,II)=DI(1,I,1)    | I 860  |
| 93  | DI(2,I,II)=DI(1,II,1)    | I 870  |
| 94  | DI(2,II,1)=DI(1,I,II)    | I 880  |
| 95  | GO TO 45                 | I 890  |
| 96  | 40 DH(2,I,J)=DH(1,II,JJ) | I 900  |
| 97  | DH(2,II,JJ)=DH(1,I,J)    | I 910  |
| 98  | DH(2,I,JJ)=DH(1,J,II)    | I 920  |
| 99  | DH(2,II,J)=DH(1,JJ,1)    | I 930  |
| 100 | DI(2,I,J)=DI(1,II,JJ)    | I 940  |
| 101 | DI(2,II,JJ)=DI(1,I,J)    | I 950  |
| 102 | DI(2,I,JJ)=DI(1,J,II)    | I 960  |
| 103 | DI(2,II,J)=DI(1,JJ,1)    | I 970  |
| 104 | 45 CONTINUE              | I 980  |
| 105 | DJ(1,1)=12.0*DL3         | I 990  |
| 106 | DJ(1,2)=6.0*DL2          | I 1000 |
| 107 | DJ(1,3)=12.0*DL3         | I 1010 |
| 108 | DJ(1,4)=6.0*DL2          | I 1020 |
| 109 | DJ(2,2)=4.0*DL1          | I 1030 |
| 110 | DJ(2,3)=6.0*DL2          | I 1040 |
| 111 | DJ(2,4)=2.0*DL1          | I 1050 |
| 112 | DJ(3,3)=DJ(1,1)          | I 1060 |
| 113 | DJ(3,4)=6.0*DL2          | I 1070 |
| 114 | DJ(4,4)=4.0*DL1          | I 1080 |
| 115 | DO 50 I=1,3              | I 1090 |
| 116 | II=I+1                   | I 1100 |
| 117 | DO 50 J=II,4             | I 1110 |
| 118 | 50 DJ(J,1)=DJ(1,J)       | I 1120 |
| 119 | RETURN                   | I 1130 |
| 120 | END                      | I 1140 |

EDIT DATE 01-17-76 VERSION 3

|          | ELAPSED<br>TIME (SEC) | LINES/<br>MINUTE |
|----------|-----------------------|------------------|
| OVERHEAD | .12                   |                  |
| PHASE 1  | .50                   | 14275            |
| PHASE 2  | .00                   |                  |
| PHASE 4  | .32                   | 22194            |
| PHASE 5  | .49                   | 14679            |
| TOTAL    | 1.44                  | 4984             |

THERE WERE NO DIAGNOSTICS IN ABOVE COMPILATION  
28K WORDS WERE USED FOR THIS COMPILATION

10345 01 01-13-77 12.202

LABEL KEISUU PAGE 23

```

1      C
2      SUBROUTINE KEISUU(II,JJ,IG,JR)
3      C
4      C      II--KUKAN NO., JJ--YOUSO NO.
5      C
6      IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)
7      COMMON /B/ DMN(4,4),DBAND(124, 8),IBAND,JBAND,IBETA,IW,NYMAX
8      C
9      CALL FMN(1,II,JJ)
10     DO 10 M=1,4
11     M1=IG+M
12     IF(M.GE.3) M1=M1+JBAND/2-2
13     N2=M
14     DO 10 N=N2,4
15     N3=N+1-M
16     N1=N3+JR
17     IF(M.LE.2.AND.N3.GE.4-M) N1=N1+JBAND/2-2
18     10 DBAND(M1,N1)=DBAND(M1,N1)+DMN(M,N)
19     IF(IBETA+IW.EQ.0) GO TO 60
20     C
21     NJW=IBETA+IW
22     DO 30 K=1,NJW
23     K1=K+1
24     IF(IW.EQ.0) K1=3
25     CALL FMN(K1,II,JJ)
26     DO 20 M=1,4
27     M1=IG+M
28     IF(M.GE.3) M1=M1+JBAND/2-2
29     N2=M1
30     IF(M.GE.3) N2=2
31     DO 20 N=N2,2
32     N3=N+1-M
33     N1=N3+K+1+JR
34     IF(M.GE.3) N1=N1+1
35     IF(M.LE.2.AND.N3.GE.3-M) N1=N1+JBAND/2-1
36     20 DBAND(M1,N1)=DBAND(M1,N1)+DMN(M,N)
37     JRR=JBAND/2-1-K+JR
38     IGG=1+K+IG
39     M1=IGG+1
40     DO 30 M=3,4
41     N1=JRR+M-2
42     30 DBAND(M1,N1)=DBAND(M1,N1)+DMN(M,1)
43     C
44     35 K2=3
45     DO 50 J=1,NJW
46     K1=J
47     IGG=IG+J+1
48     DO 50 K=K1,NJW
49     K2=K2+1
50     IF(IW.EQ.0) K2=6
51     CALL FMN(K2,II,JJ)
52     DO 40 M=1,2
53     M1=IGG+1
54     IF(M.EQ.2) M1=M1+JBAND/2
55     N2=M
56     DO 40 N=N2,2
57     N1=JR+(K-J)+1
58     IF(M.EQ.1.AND.N.EQ.2) N1=N1+JBAND/2

```

```

K 001
K 002
K 003
K 004
K 005
K 006
K 10
K 20
K 30
K 40
K 50
K 60
K 70
K 80
K 90
K 100
K 110
K 120
K 130
K 140
K 150
K 160
K 170
K 180
K 190
K 200
K 210
K 220
K 230
K 240
K 250
K 260
K 270
K 280
K 290
K 300
K 310
K 320
K 330
K 340
K 350
K 360
K 370
K 380
K 390
K 400
K 410
K 420
K 430
K 440
K 450
K 460
K 470
K 480
K 490
K 500
K 510

```

10345 01 01-13-77 12.202

LABEL KEISUU PAGE 24

```

59      40 DBAND(M1,N1)=DBAND(M1,N1)+DMN(M,N)
60      IF(J.EQ.K) GO TO 50
61      M1=2*K+16
62      NT=JBAND/2-(K-J-1)+JR
63      DBAND(M1,N1)=DBAND(M1,N1)+DMN(2,1)
64      50 CONTINUE
65      60 RETURN
66      END

```

```

K 520
K 530
K 540
K 550
K 560
K 570
K 580
K 590

```

EDIT DATE 01-17-76 VERSION 3

|          | ELAPSED<br>TIME (SEC) | LINES/<br>MINUTE |
|----------|-----------------------|------------------|
| OVERHEAD | .12                   |                  |
| PHASE 1  | .24                   | 15886            |
| PHASE 2  | .00                   |                  |
| PHASE 4  | .15                   | 25985            |
| PHASE 5  | .27                   | 14393            |
| TOTAL    | .80                   | 4946             |

THERE WERE NO DIAGNOSTICS IN ABOVE COMPILATION  
27K WORDS WERE USED FOR THIS COMPILATION

```

1      C
2      SUBROUTINE FMN(K1,I,J)
3
4      IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)
5      COMMON /A/ DA(2,2),DB(2,2),DC(2,2),DD(2,4),DE(2,4),DF(2,4),
6      1 DG(2,4),DH(2,4),DI(2,4),DJ(4,4)
7      COMMON /B/ DMN(4,4),DBAND(124, 8),IBAND,JBAND,IBETA,IW,NYMAX
8      COMMON /C/ A(10),GIA(10),SIP(10),GJNC(30,2),SK(30,2),AKZ(30,2),
9      1 AKM(30,2),AGI(30,2),RCK(4),RK(2,4),E,BI,PCNT,IRK,NRK,RKTH
10
11      C
12      GO TO (100,200,300,400,500,600),K1
13      D1=(SK(J,1)+SK(J,2))*BI*(1.0+PCNT)
14      D2=(SK(J,2)+SK(J,2))*BI*(1.0+PCNT)
15      D3=E*(GIA(1)+SIP(1))
16      DO 10 M=1,4
17      DMN(M,N)=D3+DJ(M,N)+D1+DH(1,M,N)+D2+DH(2,M,N)
18      DO 10 K=1,2
19      10 DMN(M,N)=DMN(M,N)+DI(K,M,N)+AKM(J,K)
20      IF(J.NE.1) GO TO 20
21      DMN(1,1)=DMN(1,1)+RCK(1)
22      DMN(2,2)=DMN(2,2)+RCK(2)
23      DMN(1,2)=DMN(1,2)+RCK(4)
24      DMN(2,1)=DMN(1,2)
25      20 IF(J.NE.NRK-1) GO TO 30
26      DMN(3,3)=DMN(3,3)+RK(1,1)
27      DMN(4,4)=DMN(4,4)+RK(1,2)
28      30 IF(IRK.NE.2) GO TO 40
29      IF(J.NE.NYMAX) GO TO 40
30      DMN(3,3)=DMN(3,3)+RK(2,1)
31      DMN(4,4)=DMN(4,4)+RK(2,2)
32      40 RETURN
33      200 DO 50 M=1,4
34      DO 50 N=1,2

```

```

F 001
F 002
F 003
F 004
F 10
F 20
F 30
F 40
F 50
F 60
F 70
F 80
F 90
F 100
F 110
F 120
F 130
F 140
F 150
F 160
F 170
F 180
F 190
F 200
F 210
F 220
F 230
F 240
F 250

```

```

35 50 DMN(M,N)=0.0 F 260
36 IF(J,NE.NRK-1) GO TO 55 F 270
37 DMN(4,2)=RK(1,4) F 280
38 55 IF(IRK,NE.2) GO TO 60 F 290
39 IF(J,NE.NYMAX) GO TO 60 F 300
40 DMN(4,2)=RK(2,4) F 310
41 60 RETURN F 320
42 300 DO 65 M=1,4 F 330
43 DO 65 N=1,2 F 340
44 DMN(M,N)=E+GIA(I)*OF(N,M) F 350
45 DO 65 K=1,2 F 360
46 65 DMN(M,N)=DMN(M,N)+AKM(J,K)+OG(K,N,M) F 370
47 IF(J,NE.1) GO TO 70 F 380
48 DMN(1,1)=DMN(1,1)+RCK(4) F 390
49 DMN(2,1)=DMN(2,1)+RCK(2) F 400
50 70 IF(J,NE.NRK-1) GO TO 75 F 410
51 DMN(4,2)=DMN(4,2)+RK(1,2) F 420
52 75 IF(IRK,NE.2) GO TO 80 F 430
53 IF(J,NE.NYMAX) GO TO 80 F 440
54 DMN(4,2)=DMN(4,2)+RK(2,2) F 450
55 80 RETURN F 460
56 400 DO 410 M=1,2 F 470
57 DO 410 N=1,2 F 480
58 DMN(M,N)=E+A(I)+DB(M,N) F 490
59 DO 410 K=1,2 F 500
60 410 DMN(M,N)=DMN(M,N)+AKZ(J,K)+DC(K,M,N) F 510
61 IF(J,NE.1) GO TO 420 F 520
62 DMN(1,1)=DMN(1,1)+RCK(3) F 530
63 420 IF(J,NE.NRK-1) GO TO 430 F 540
64 DMN(2,2)=DMN(2,2)+RK(1,3) F 550
65 430 IF(IRK,NE.2) GO TO 440 F 560
66 IF(J,NE.NYMAX) GO TO 440 F 570
67 DMN(2,2)=DMN(2,2)+RK(2,3) F 580
68 440 RETURN F 590
69 500 DO 510 M=1,2 F 600
70 DO 510 N=1,2 F 610
71 510 DMN(M,N)=0.0 F 620
72 IF(J,NE.NRK-1) GO TO 520 F 630
73 DMN(2,2)=RK(1,4) F 640
74 520 IF(IRK,NE.2) GO TO 530 F 650
75 IF(J,NE.NYMAX) GO TO 530 F 660
76 DMN(2,2)=RK(2,4) F 670
77 530 RETURN F 680
78 600 DO 610 M=1,2 F 690
79 DO 610 N=1,2 F 700
80 DMN(M,N)=E+GIA(I)+DB(M,N) F 710
81 DO 610 K=1,2 F 720
82 610 DMN(M,N)=DMN(M,N)+(AGI(J,K)+GJNC(J,K)+AKM(J,K))+DC(K,M,N) F 730
83 IF(J,NE.1) GO TO 620 F 740
84 DMN(1,1)=DMN(1,1)+RCK(2)+RKTH F 750
85 620 IF(J,NE.NRK-1) GO TO 630 F 760
86 DMN(2,2)=DMN(2,2)+RK(1,2) F 770
87 630 IF(IRK,NE.2) GO TO 640 F 780
88 IF(J,NE.NYMAX) GO TO 640 F 790
89 DMN(2,2)=DMN(2,2)+RK(2,2) F 800
90 640 RETURN F 810
91 END F 820

```

|          | ELAPSED<br>TIME (SEC) | LINES/<br>MINUTE |
|----------|-----------------------|------------------|
| OVERHEAD | .12                   |                  |
| PHASE 1  | .40                   | 13423            |
| PHASE 2  | .00                   |                  |
| PHASE 4  | .24                   | 22016            |
| PHASE 5  | .37                   | 14678            |
| TOTAL    | 1.15                  | 4722             |

THERE WERE NO DIAGNOSTICS IN ABOVE COMPILATION  
28K WORDS WERE USED FOR THIS COMPILATION

|           |          |                                                              |       |
|-----------|----------|--------------------------------------------------------------|-------|
| 1         | C        |                                                              | T 001 |
| 2         |          | SUBROUTINE STOKA(JJ)                                         | T 002 |
| 3         | C        |                                                              | T 003 |
| 4         |          | IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)                                | T 004 |
| 5         |          | COMMON /A/ DA(2,2),DB(2,2),DC(2,2),DD(2,4),DE(2,4),DF(2,4),  |       |
| 6         |          | 1 DG(2,2,4),DH(2,4,4),DI(2,4,4),DJ(4,4)                      |       |
| 7         |          | COMMON /B/ DMH(4,4),DBAND(124, 8),IBAND,JBAND,IBETA,IW,NYMAX |       |
| 8         |          | COMMON /D/ TOKA(5,16),SPH(30,2,5),SPZ(30,2,5),NNSP(5),NOP    |       |
| 9         | C        |                                                              | T 10  |
| 10        |          | DO 10 J=1,NOP                                                | T 20  |
| 11        |          | DO 10 I=1,JBAND                                              | T 30  |
| 12        | 10       | TOKA(J,I)=0.0                                                | T 40  |
| 13        |          | DO 100 ID=1,NOP                                              | T 50  |
| 14        |          | IC=ID                                                        | T 60  |
| 15        |          | IF (NNSP(IC).EQ.0) GO TO 100                                 | T 70  |
| 16        |          | DO 20 M=1,4                                                  | T 80  |
| 17        |          | M1=M                                                         | T 90  |
| 18        |          | IF (M.GE.3) M1=M1+JBAND/2-2                                  | T 100 |
| 19        |          | DO 20 K=1,2                                                  | T 110 |
| 20        | 20       | TOKA(IC,M1)=TOKA(IC,M1)+SPH(JJ,K,IC)+DD(K,M)                 | T 120 |
| 21        |          | IF (IW.EQ.0) GO TO 100                                       | T 130 |
| 22        |          | DO 30 M=1,2                                                  | T 140 |
| 23        |          | M1=3+(M-1)+JBAND/2                                           | T 150 |
| 24        |          | DO 30 K=1,2                                                  | T 160 |
| 25        | 30       | TOKA(IC,M1)=TOKA(IC,M1)+SPZ(JJ,K,IC)+DA(K,M)                 | T 170 |
| 26        | 100      | CONTINUE                                                     | T 180 |
| 27        |          | RETURN                                                       | T 190 |
| 28        |          | END                                                          | T 200 |
| EDIT DATE | 01-17-76 | VERSION 3                                                    |       |

|          | ELAPSED<br>TIME (SEC) | LINES/<br>MINUTE |
|----------|-----------------------|------------------|
| OVERHEAD | .12                   |                  |
| PHASE 1  | .11                   | 14777            |
| PHASE 2  | .00                   |                  |
| PHASE 4  | .06                   | 25239            |
| PHASE 5  | .14                   | 11941            |
| TOTAL    | .44                   | 3759             |

THERE WERE NO DIAGNOSTICS IN ABOVE COMPILATION  
27K WORDS WERE USED FOR THIS COMPILATION

10345 01 01-13-77 12.204

LABEL SOL PAGE 27

```

1      C      S 001
2      SUBROUTINE SOL(NOP)      S 002
3      C      S 003
4      IMPLICIT DOUBLE PRECISION (D)      S 004
5      COMMON /B/ DMN(4,4),DBAND(124, 8),IBAND,JBAND,IBETA,IW,NYMAX
6      COMMON /E/ DKAJU(6,248),DUNS(5,124),DAM,L1,N1
7      C      S 10
8      DE=1.0D-10      S 20
9      DAM=0.00D      S 30
10     DO 105 N=1,IBAND      S 40
11     IF(DABS(DBAND(N,1)).LT.DE) GO TO 105      S 50
12     DO 1D IM=1,NOP      S 60
13     1D DKAJU(IM,N)=DKAJU(IM,N)/DBAND(N,1)      S 70
14     DO 104 L=2,JBAND      S 80
15     IF(DABS(DBAND(N,L)).LT.DE) GO TO 104      S 90
16     DAA=DBAND(N,L)/DBAND(N,1)      S 100
17     IF(DABS(DAA).LT.DABS(DAM)) GO TO 20      S 110
18     DAM=DAA      S 120
19     L1=L      S 130
20     N1=N      S 140
21     20 I=N+L-1      S 150
22     J=0      S 160
23     DO 103 M=L,JBAND      S 170
24     J=J+1      S 180
25     103 DBAND(I,J)=DBAND(I,J)-DAA*DBAND(N,M)      S 190
26     DO 30 IM=1,NOP      S 200
27     30 DKAJU(IM,I)=DKAJU(IM,I)-DBAND(N,L)*DKAJU(IM,N)      S 210
28     DBAND(N,L)=DAA      S 220
29     104 CONTINUE      S 230
30     105 CONTINUE      S 240
31     C      S 250
32     DO 110 M=1,IBAND      S 260
33     N=IBAND+1-M      S 270
34     106 DO 108 I=2,JBAND      S 280
35     L=N+I-1      S 290
36     IF(L-IBAND) 107,107,109      S 300
37     107 DO 40 IM=1,NOP      S 310
38     40 DKAJU(IM,N)=DKAJU(IM,N)-DBAND(N,I)*DUNS(IM,L)      S 320
39     108 CONTINUE      S 330
40     109 DO 50 IM=1,NOP      S 340
41     50 DUNS(IM,N)=DKAJU(IM,N)      S 350
42     110 CONTINUE      S 360
43     RETURN      S 370
44     END      S 380

```

EDIT DATE 01-17-76 VERSION 3

|            | ELAPSED<br>TIME (SEC) | LINES/<br>MINUTE |
|------------|-----------------------|------------------|
| OVERHEAD   | .12                   |                  |
| PHASE 1    | .16                   | 15923            |
| PHASE 2    | .00                   |                  |
| PHASE 4    | .11                   | 23499            |
| PHASE 5    | .21                   | 12544            |
| TOTAL      | .61                   | 4301             |
| TOTAL TIME | 16.20                 |                  |

(( INPUT DATA ))

KYOUKAI JYOUKEN UPPER COND.=GOUKETSU  
 LOWER COND.=KYAKU NASHI  
 RK(1,1)= 0.87000E 06  
 RK(1,2)= 0.29170E 08  
 RK(1,3)= 0.30450E 07  
 RK(1,4)= 0.

CHOUBAN NO ATSUSA HC= 2.5000  
 CHOUBAN NO TOUKA HABA BC= 8.7960  
 IZUTSU NO TOUKA HABA BI= 8.7960  
 SENDAN BANE NO WARIAI PCNT= 0.20000

CHOUBAN NO BANE(1-SUIHEI,2-KAITEN,3-ENCHOKU,4-SUIHEI+KAITEN)  
 RCK(1)= 4829.0  
 RCK(2)= 30294. ( 25240. )  
 RCK(3)= 1610.0  
 RCK(4)= -4024.2

IZUTSU NO BUNKATSU TO DANMEN JYOUSUU

| KUKAN NO. | NBK | RLK     | A      | GIA    | SIP     |
|-----------|-----|---------|--------|--------|---------|
| 1         | 19  | 28.5000 | 6.4640 | 61.170 | 0.87820 |
| 2         | 3   | 6.0000  | 6.4640 | 61.170 | 0.87820 |

(( INPUT DATA ))

| YOUJO NO. | * TSUGITE NO SENDAN GOUDO | ** TSUGITE SENDAN-RYUU |
|-----------|---------------------------|------------------------|
|           | UPPER P.T.                | NO TAIRYOKU            |
|           | LOWER P.T.                |                        |
| 1         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 2         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 3         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 4         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 5         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 6         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 7         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 8         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 9         | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 10        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 11        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 12        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 13        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 14        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 15        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 16        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 17        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 18        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 19        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 20        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 21        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |
| 22        | 3.00000E 04               | 1.00000E 03            |

\* TSUGITE KYOUDO NO HI \*

| TSUGITE NO.--- | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| KOSU ---       | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      | 6      |
| DY ---         | 0.2450 | 0.7100 | 1.1060 | 1.3940 | 1.5450 | 1.6670 |
| GAMJ ---       | 1.4640 | 1.4640 | 1.4640 | 1.4640 | 1.4640 | 1.9280 |
| GAMQ ---       | 1.4640 | 1.4640 | 1.4640 | 1.4640 | 1.4640 | 1.9280 |

(( INPUT DATA ))

| JIBAN HANRYOKU KEISUU<br>SK(I,J,K) |            |            |            |            | SUIHEI-JIBAN-TAIRYOKU<br>PP(I,J,K) |            |            |            |  |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------------------------------|------------|------------|------------|--|
| YOUO                               | K=1        | K=2        | K=1        | K=2        | K=1                                | K=2        | K=1        | K=2        |  |
| NO.                                | UPPER P.T. | LOWER P.T. | UPPER P.T. | LOWER P.T. | UPPER P.T.                         | LOWER P.T. | UPPER P.T. | LOWER P.T. |  |
| CHOUBAN-1                          | 0.         |            | 0.         |            | 1000.00                            |            | 1000.00    |            |  |
| CHOUBAN-2                          | 36.6000    |            | 36.6000    |            | 1000.00                            |            | 1000.00    |            |  |
| CHOUBAN-3                          | 73.2000    |            | 73.2000    |            | 1000.00                            |            | 1000.00    |            |  |
| CHOUBAN-4                          | 109.800    |            | 109.800    |            | 1000.00                            |            | 1000.00    |            |  |
| CHOUBAN-5                          | 146.400    |            | 146.400    |            | 1000.00                            |            | 1000.00    |            |  |
| CHOUBAN-6                          | 183.000    |            | 183.000    |            | 1000.00                            |            | 1000.00    |            |  |
| 1                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 2                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 3                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 4                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 5                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 6                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 7                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 8                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 9                                  | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 10                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 11                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 12                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 13                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 14                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 15                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 16                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 17                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 18                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 19                                 | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 183.000    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 20                                 | 22280.0    | 29706.7    | 22280.0    | 29706.7    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 21                                 | 29706.7    | 37133.3    | 29706.7    | 37133.3    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |
| 22                                 | 37133.3    | 44560.0    | 37133.3    | 44560.0    | 1000.00                            | 1000.00    | 1000.00    | 1000.00    |  |

(( INPUT DATA ))

| YOU | ENCHOKU BANE | AKZ(I,J)   | KAITEN HANE  | AKM(I,J)     | NAIBUDO NO SENDAN-GOUDO | AGI(I,J)   |
|-----|--------------|------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|
| NO. | UPPER P.T.   | LOWER P.T. | UPPER P.T.   | LOWER P.T.   | UPPER P.T.              | LOWER P.T. |
| 1   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 2   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 3   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 4   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 5   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 6   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 7   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 8   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 9   | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 10  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 11  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 12  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 13  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 14  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 15  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 16  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 17  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 18  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 19  | 1288.00      | 1288.00    | 20190.0      | 20190.0      | 1000.00                 | 1000.00    |
| 20  | 156800.      | 209067.    | 0.245800E 07 | 0.327767E 07 | 1000.00                 | 1000.00    |
| 21  | 209067.      | 261333.    | 0.327767E 07 | 0.409733E 07 | 1000.00                 | 1000.00    |
| 22  | 261333.      | 313600.    | 0.409733E 07 | 0.491700E 07 | 1000.00                 | 1000.00    |

(( INPUT DATA ))

| CHOUHAN NO | GAIRYOKU  | KAJYU      | NO. | RQ | RM | RN |
|------------|-----------|------------|-----|----|----|----|
| 1          | 3000.0000 | 12000.0000 | 0.  |    |    |    |

(( INPUT DATA ))

YAITA NO DANMEN-JYOUSUU ,Y-ZAHYOU ,HOUKOU-YOGEN

(YAITA NO.= 1)

| KUKAN<br>NO. | AP      | AIX          | AIY          | WX      | WY      | Y       | YL      | YM |
|--------------|---------|--------------|--------------|---------|---------|---------|---------|----|
| 1            | 2194.40 | 0.348900E 07 | 0.230930E 07 | 41339.0 | 38488.0 | 5.00000 | 1.00000 | 0. |
| 2            | 2194.40 | 0.348900E 07 | 0.230930E 07 | 41339.0 | 38488.0 | 5.00000 | 1.00000 | 0. |

(YAITA NO.= 2)

| KUKAN<br>NO. | AP      | AIX          | AIY          | WX      | WY      | Y  | YL | YM       |
|--------------|---------|--------------|--------------|---------|---------|----|----|----------|
| 1            | 2194.40 | 0.348900E 07 | 0.230930E 07 | 41339.0 | 38488.0 | 0. | 0. | -1.00000 |
| 2            | 2194.40 | 0.348900E 07 | 0.230930E 07 | 41339.0 | 38488.0 | 0. | 0. | -1.00000 |

(YAITA NO.= 3)

| KUKAN<br>NO. | AP      | AIX          | AIY          | WX      | WY      | Y       | YL | YM      |
|--------------|---------|--------------|--------------|---------|---------|---------|----|---------|
| 1            | 2271.60 | 0.409740E 07 | 0.232970E 07 | 44464.0 | 38828.0 | 3.33300 | 0. | 1.00000 |
| 2            | 2271.60 | 0.409740E 07 | 0.232970E 07 | 44464.0 | 38828.0 | 3.33300 | 0. | 1.00000 |

(( SETTEN HEN'I )) KAJYUU NO.= 1

| SETTEN<br>NO. | V(MM)       | V'(RAD.)    | W(MM) | BETA(RAD.)  | (V'-BETA)   |
|---------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| 0             | 5.22820 01  | -1.55060-03 | 0.    | 0.          | -1.55060-03 |
| 1             | 4.84050 01  | -1.55060-03 | 0.    | 0.          | -1.55060-03 |
| 2             | 4.57860 01  | -1.94120-03 | 0.    | -4.12320-04 | -1.52890-03 |
| 3             | 4.27370 01  | -2.12230-03 | 0.    | -6.16360-04 | -1.50600-03 |
| 4             | 3.95110 01  | -2.17950-03 | 0.    | -6.98530-04 | -1.48100-03 |
| 5             | 3.62520 01  | -2.16440-03 | 0.    | -7.10870-04 | -1.45350-03 |
| 6             | 3.30470 01  | -2.10830-03 | 0.    | -6.84600-04 | -1.42370-03 |
| 7             | 2.99440 01  | -2.02970-03 | 0.    | -6.38350-04 | -1.39140-03 |
| 8             | 2.69660 01  | -1.94010-03 | 0.    | -5.83190-04 | -1.35690-03 |
| 9             | 2.41260 01  | -1.84590-03 | 0.    | -5.25580-04 | -1.32040-03 |
| 10            | 2.14280 01  | -1.75120-03 | 0.    | -4.69180-04 | -1.28200-03 |
| 11            | 1.88710 01  | -1.65790-03 | 0.    | -4.15950-04 | -1.24200-03 |
| 12            | 1.64520 01  | -1.56730-03 | 0.    | -3.66720-04 | -1.20060-03 |
| 13            | 1.41670 01  | -1.47940-03 | 0.    | -3.21560-04 | -1.15780-03 |
| 14            | 1.20120 01  | -1.39390-03 | 0.    | -2.79880-04 | -1.11400-03 |
| 15            | 9.98420 00  | -1.30960-03 | 0.    | -2.40340-04 | -1.06920-03 |
| 16            | 8.08370 00  | -1.22430-03 | 0.    | -2.00630-04 | -1.02360-03 |
| 17            | 6.31470 00  | -1.13430-03 | 0.    | -1.56980-04 | -9.77340-04 |
| 18            | 4.68860 00  | -1.03370-03 | 0.    | -1.03180-04 | -9.30530-04 |
| 19            | 3.22880 00  | -9.12520-04 | 0.    | -2.91140-05 | -8.83400-04 |
| 20            | 1.97860 00  | -7.54410-04 | 0.    | 8.18100-05  | -8.36220-04 |
| 21            | 7.26310-01  | -6.99260-04 | 0.    | 2.78110-04  | -7.77380-04 |
| 22            | -1.11950-01 | -3.41110-04 | 0.    | 3.87010-04  | -7.28120-04 |
| 23            | -7.64270-01 | -3.13440-04 | 0.    | 3.77040-04  | -6.90480-04 |

((SETTEN RYOKU)) KAJYUU NO.= 1

| YOU SO<br>NO. | Q (TON)               | M (T+M)               | N (TON)               | M* (T+M)              | (N-M*)                |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|               | UPPER P.T. LOWER P.T. | UPPER P.T. LOWER P.T. | UPPER P.T. LOWER P.T. | UPPER P.T. LOWER P.T. | UPPER P.T. LOWER P.T. |
| 1             | -2.7600 03 -2.4870 03 | -1.1760 04 -1.5640 04 | 0. 0.                 | -1.8350 04 -1.8940 04 | 6.5940 03 3.2910 03   |
| 2             | -2.4870 03 -2.2300 03 | -1.5640 04 -1.9130 04 | 0. 0.                 | -1.8940 04 -2.0460 04 | 3.2910 03 1.3300 03   |
| 3             | -2.2300 03 -1.9920 03 | -1.9130 04 -2.2250 04 | 0. 0.                 | -2.0460 04 -2.2430 04 | 1.3300 03 1.7740 02   |
| 4             | -1.9920 03 -1.7720 03 | -2.2250 04 -2.5030 04 | 0. 0.                 | -2.2430 04 -2.4540 04 | 1.7740 02 -4.8690 02  |
| 5             | -1.7720 03 -1.5720 03 | -2.5030 04 -2.7490 04 | 0. 0.                 | -2.4540 04 -2.6630 04 | -4.8690 02 -8.5750 02 |
| 6             | -1.5720 03 -1.3890 03 | -2.7490 04 -2.9670 04 | 0. 0.                 | -2.6630 04 -2.8620 04 | -8.5750 02 -1.0510 03 |
| 7             | -1.3890 03 -1.2240 03 | -2.9670 04 -3.1580 04 | 0. 0.                 | -2.8620 04 -3.0440 04 | -1.0510 03 -1.1400 03 |
| 8             | -1.2240 03 -1.0760 03 | -3.1580 04 -3.3270 04 | 0. 0.                 | -3.0440 04 -3.2100 04 | -1.1400 03 -1.1670 03 |
| 9             | -1.0760 03 -9.4440 02 | -3.3270 04 -3.4740 04 | 0. 0.                 | -3.2100 04 -3.3580 04 | -1.1670 03 -1.1590 03 |
| 10            | -9.4440 02 -8.2770 02 | -3.4740 04 -3.6030 04 | 0. 0.                 | -3.3580 04 -3.4900 04 | -1.1590 03 -1.1320 03 |
| 11            | -8.2770 02 -7.2550 02 | -3.6030 04 -3.7160 04 | 0. 0.                 | -3.4900 04 -3.6060 04 | -1.1320 03 -1.0970 03 |
| 12            | -7.2550 02 -6.3680 02 | -3.7160 04 -3.8140 04 | 0. 0.                 | -3.6060 04 -3.7080 04 | -1.0970 03 -1.0640 03 |
| 13            | -6.3680 02 -5.6100 02 | -3.8140 04 -3.9000 04 | 0. 0.                 | -3.7080 04 -3.7960 04 | -1.0640 03 -1.0410 03 |
| 14            | -5.6100 02 -4.9730 02 | -3.9000 04 -3.9760 04 | 0. 0.                 | -3.7960 04 -3.8730 04 | -1.0410 03 -1.0370 03 |
| 15            | -4.9730 02 -4.4510 02 | -3.9760 04 -4.0440 04 | 0. 0.                 | -3.8730 04 -3.9370 04 | -1.0370 03 -1.0680 03 |
| 16            | -4.4510 02 -4.0340 02 | -4.0440 04 -4.1040 04 | 0. 0.                 | -3.9370 04 -3.9880 04 | -1.0680 03 -1.1560 03 |
| 17            | -4.0340 02 -3.7160 02 | -4.1040 04 -4.1590 04 | 0. 0.                 | -3.9880 04 -4.0250 04 | -1.1560 03 -1.3380 03 |
| 18            | -3.7160 02 -3.4870 02 | -4.1590 04 -4.2100 04 | 0. 0.                 | -4.0250 04 -4.0430 04 | -1.3380 03 -1.6740 03 |
| 19            | -3.4870 02 -3.3380 02 | -4.2100 04 -4.2590 04 | 0. 0.                 | -4.0430 04 -4.0320 04 | -1.6740 03 -2.2660 03 |
| 20            | -3.3380 02 1.0710 03  | -4.2590 04 -3.7080 04 | 0. 0.                 | -4.0320 04 -3.4970 04 | -2.2660 03 -2.1030 03 |
| 21            | 1.0710 03 1.4450 03   | -3.7080 04 -2.8840 04 | 0. 0.                 | -3.4970 04 -2.8080 04 | -2.1030 03 -7.6200 02 |
| 22            | 1.4450 03 6.6490 02   | -2.8840 04 -2.0140 04 | 0. 0.                 | -2.8080 04 -2.0140 04 | -7.6200 02 5.5070-13  |

(( TSUGITE NO SENDAN-RYUU )) KAJYUU NO. = 1

| SETTEN NO. | TSUGITE NO. | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6  |
|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| 1          | 0.          | 0.       | 0.       | 0.       | 0.       | 0.       | 0. |
| 2          | -4.4367     | -12.8573 | -20.0285 | -25.2438 | -27.9783 | -39.7552 |    |
| 2          | -4.4367     | -12.8573 | -20.0285 | -25.2438 | -27.9783 | -39.7552 |    |
| 3          | -6.6321     | -19.2196 | -29.9392 | -37.7354 | -41.8229 | -59.4275 |    |
| 3          | -6.6321     | -19.2196 | -29.9392 | -37.7354 | -41.8229 | -59.4275 |    |
| 4          | -7.5164     | -21.7823 | -33.9313 | -42.7669 | -47.3995 | -67.3514 |    |
| 4          | -7.5164     | -21.7823 | -33.9313 | -42.7669 | -47.3995 | -67.3514 |    |
| 5          | -7.6493     | -22.1673 | -34.5310 | -43.5229 | -48.2373 | -68.5419 |    |
| 5          | -7.6493     | -22.1673 | -34.5310 | -43.5229 | -48.2373 | -68.5419 |    |
| 6          | -7.3666     | -21.3480 | -33.2548 | -41.9142 | -46.4544 | -66.0086 |    |
| 6          | -7.3666     | -21.3480 | -33.2548 | -41.9142 | -46.4544 | -66.0086 |    |
| 7          | -6.8689     | -19.9059 | -31.0083 | -39.0828 | -43.3163 | -61.5495 |    |
| 7          | -6.8689     | -19.9059 | -31.0083 | -39.0828 | -43.3163 | -61.5495 |    |
| 8          | -6.2754     | -18.1857 | -28.3288 | -35.7055 | -39.5732 | -56.2308 |    |
| 8          | -6.2754     | -18.1857 | -28.3288 | -35.7055 | -39.5732 | -56.2308 |    |
| 9          | -5.6554     | -16.3891 | -25.5301 | -32.1781 | -35.6636 | -50.6756 |    |
| 9          | -5.6554     | -16.3891 | -25.5301 | -32.1781 | -35.6636 | -50.6756 |    |
| 10         | -5.0485     | -14.6305 | -22.7906 | -28.7252 | -31.8367 | -45.2378 |    |
| 10         | -5.0485     | -14.6305 | -22.7906 | -28.7252 | -31.8367 | -45.2378 |    |
| 11         | -4.4757     | -12.9705 | -20.2048 | -25.4660 | -28.2246 | -40.1052 |    |
| 11         | -4.4757     | -12.9705 | -20.2048 | -25.4660 | -28.2246 | -40.1052 |    |
| 12         | -3.9461     | -11.4355 | -17.8136 | -22.4523 | -24.8843 | -35.3589 |    |
| 12         | -3.9461     | -11.4355 | -17.8136 | -22.4523 | -24.8843 | -35.3589 |    |
| 13         | -3.4602     | -10.0274 | -15.6202 | -19.6876 | -21.8202 | -31.0051 |    |
| 13         | -3.4602     | -10.0274 | -15.6202 | -19.6876 | -21.8202 | -31.0051 |    |
| 14         | -3.0116     | -8.7275  | -13.5952 | -17.1354 | -18.9916 | -26.9857 |    |
| 14         | -3.0116     | -8.7275  | -13.5952 | -17.1354 | -18.9916 | -26.9857 |    |
| 15         | -2.5861     | -7.4945  | -11.6745 | -14.7145 | -16.3084 | -23.1731 |    |
| 15         | -2.5861     | -7.4945  | -11.6745 | -14.7145 | -16.3084 | -23.1731 |    |
| 16         | -2.1589     | -6.2564  | -9.7459  | -12.2838 | -13.6144 | -19.3451 |    |
| 16         | -2.1589     | -6.2564  | -9.7459  | -12.2838 | -13.6144 | -19.3451 |    |
| 17         | -1.6892     | -4.8951  | -7.6253  | -9.6110  | -10.6520 | -15.1358 |    |
| 17         | -1.6892     | -4.8951  | -7.6253  | -9.6110  | -10.6520 | -15.1358 |    |
| 18         | -1.1102     | -3.2174  | -5.0119  | -6.3170  | -7.0013  | -9.9484  |    |
| 18         | -1.1102     | -3.2174  | -5.0119  | -6.3170  | -7.0013  | -9.9484  |    |

(( TSUGITE NO SENDAN-RYUU )) KAJYUU NO. = 1

| SETTEN NO.<br>NO. | *<br>* TSUGITE NO.<br>* 1 | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       |
|-------------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 18                | -1.1102                   | -3.2174 | -5.0119 | -6.3170 | -7.0013 | -9.9484 |
| 19                | -0.3133                   | -0.9079 | -1.4142 | -1.7825 | -1.9756 | -2.8072 |
| 19                | -0.3133                   | -0.9079 | -1.4142 | -1.7825 | -1.9756 | -2.8072 |
| 20                | 0.8803                    | 2.5511  | 3.9740  | 5.0088  | 5.5513  | 7.8881  |
| 20                | 0.8803                    | 2.5511  | 3.9740  | 5.0088  | 5.5513  | 7.8881  |
| 21                | 2.9926                    | 8.6725  | 13.5095 | 17.0274 | 18.8718 | 26.8156 |
| 21                | 2.9926                    | 8.6725  | 13.5095 | 17.0274 | 18.8718 | 26.8156 |
| 22                | 4.1644                    | 12.0681 | 18.7991 | 23.6943 | 26.2610 | 37.3150 |
| 22                | 4.1644                    | 12.0681 | 18.7991 | 23.6943 | 26.2610 | 37.3150 |
| 23                | 4.0571                    | 11.7573 | 18.3150 | 23.0841 | 25.5847 | 36.3540 |

(( JIBAN-HANRYOKU )) KAJUU NO. = 1

YOU SO \* PPR(T/M\*\*2) \*  
NO. \* UPPER P'T. LOWER P'T.\*

CHOUBAN-1 0.  
CHOUBAN-2 1.88513  
CHOUBAN-3 3.71351  
CHOUBAN-4 5.48513  
CHOUBAN-5 7.20001  
CHOUBAN-6 8.85813

|    |          |           |
|----|----------|-----------|
| 1  | 8.85813  | 8.37877   |
| 2  | 8.37877  | 7.82096   |
| 3  | 7.82096  | 7.23045   |
| 4  | 7.23045  | 6.63417   |
| 5  | 6.63417  | 6.04768   |
| 6  | 6.04768  | 5.47968   |
| 7  | 5.47968  | 4.93477   |
| 8  | 4.93477  | 4.41510   |
| 9  | 4.41510  | 3.92136   |
| 10 | 3.92136  | 3.45342   |
| 11 | 3.45342  | 3.01073   |
| 12 | 3.01073  | 2.59255   |
| 13 | 2.59255  | 2.19817   |
| 14 | 2.19817  | 1.82710   |
| 15 | 1.82710  | 1.47932   |
| 16 | 1.47932  | 1.15559   |
| 17 | 1.15559  | 0.85801   |
| 18 | 0.85801  | 0.59088   |
| 19 | 0.59088  | 0.36208   |
| 20 | 44.08247 | 21.57632  |
| 21 | 21.57632 | -4.15695  |
| 22 | -4.15695 | -34.05565 |

(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU NO.= 1

(YAITA NO.= 1)

| SETTEN<br>NO. | YAITA NO DANMEN-RYOKU |          |          | YAITA NO OURYOKU-DO(KG/CM**2) |         |         |         |
|---------------|-----------------------|----------|----------|-------------------------------|---------|---------|---------|
|               | N(TON)                | M-X(T*M) | M-Y(T*M) | X-1                           | X-2     | Y-1     | Y-2     |
| 1             | -329.176              | 0.       | 173.3859 | -150.01                       | -150.01 | 300.49  | -600.90 |
| 2             | -339.656              | 0.       | 86.5480  | -154.78                       | -154.78 | 70.09   | -379.65 |
| 2             | -339.656              | 0.       | 86.5480  | -154.78                       | -154.78 | 70.09   | -379.65 |
| 3             | -367.063              | 0.       | 34.9659  | -167.27                       | -167.27 | -76.42  | -258.12 |
| 3             | -367.063              | 0.       | 34.9659  | -167.27                       | -167.27 | -76.42  | -258.12 |
| 4             | -402.338              | 0.       | 4.6645   | -183.35                       | -183.35 | -171.23 | -195.47 |
| 4             | -402.338              | 0.       | 4.6645   | -183.35                       | -183.35 | -171.23 | -195.47 |
| 5             | -440.222              | 0.       | -12.8032 | -200.61                       | -200.61 | -233.88 | -167.35 |
| 5             | -440.222              | 0.       | -12.8032 | -200.61                       | -200.61 | -233.88 | -167.35 |
| 6             | -477.740              | 0.       | -22.5441 | -217.71                       | -217.71 | -276.28 | -159.13 |
| 6             | -477.740              | 0.       | -22.5441 | -217.71                       | -217.71 | -276.28 | -159.13 |
| 7             | -513.284              | 0.       | -27.6473 | -233.91                       | -233.91 | -305.74 | -162.07 |
| 7             | -513.284              | 0.       | -27.6473 | -233.91                       | -233.91 | -305.74 | -162.07 |
| 8             | -546.063              | 0.       | -29.9841 | -248.84                       | -248.84 | -326.75 | -170.94 |
| 8             | -546.063              | 0.       | -29.9841 | -248.84                       | -248.84 | -326.75 | -170.94 |
| 9             | -575.766              | 0.       | -30.6924 | -262.38                       | -262.38 | -342.12 | -182.63 |
| 9             | -575.766              | 0.       | -30.6924 | -262.38                       | -262.38 | -342.12 | -182.63 |
| 10            | -602.360              | 0.       | -30.4707 | -274.50                       | -274.50 | -353.67 | -195.33 |
| 10            | -602.360              | 0.       | -30.4707 | -274.50                       | -274.50 | -353.67 | -195.33 |
| 11            | -625.967              | 0.       | -29.7595 | -285.26                       | -285.26 | -362.58 | -207.93 |
| 11            | -625.967              | 0.       | -29.7595 | -285.26                       | -285.26 | -362.58 | -207.93 |
| 12            | -646.784              | 0.       | -28.8548 | -294.74                       | -294.74 | -369.71 | -219.77 |
| 12            | -646.784              | 0.       | -28.8548 | -294.74                       | -294.74 | -369.71 | -219.77 |
| 13            | -665.033              | 0.       | -27.9844 | -303.06                       | -303.06 | -375.77 | -230.35 |
| 13            | -665.033              | 0.       | -27.9844 | -303.06                       | -303.06 | -375.77 | -230.35 |
| 14            | -680.923              | 0.       | -27.3676 | -310.30                       | -310.30 | -381.41 | -239.19 |
| 14            | -680.923              | 0.       | -27.3676 | -310.30                       | -310.30 | -381.41 | -239.19 |
| 15            | -694.607              | 0.       | -27.2710 | -316.54                       | -316.54 | -387.39 | -245.68 |
| 15            | -694.607              | 0.       | -27.2710 | -316.54                       | -316.54 | -387.39 | -245.68 |
| 16            | -706.141              | 0.       | -28.0784 | -321.79                       | -321.79 | -394.75 | -248.84 |
| 16            | -706.141              | 0.       | -28.0784 | -321.79                       | -321.79 | -394.75 | -248.84 |
| 17            | -715.413              | 0.       | -30.3894 | -326.02                       | -326.02 | -404.98 | -247.06 |
| 17            | -715.413              | 0.       | -30.3894 | -326.02                       | -326.02 | -404.98 | -247.06 |

(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU NO.= 1

(YAITA NO.= 1)

| SETTEN<br>NO. | YAITA NO DANMEN-RYOKU |           |           | YAITA NO OURYOKU-DO (KG/CN**2) |         |         |         |
|---------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------------------------|---------|---------|---------|
|               | N (TON)               | M-X (T*M) | M-Y (T*M) | X-1                            | X-2     | Y-1     | Y-2     |
| 17            | -715.413              | 0.        | -30.3894  | -326.02                        | -326.02 | -404.98 | -247.06 |
| 18            | -722.034              | 0.        | -35.1756  | -329.03                        | -329.03 | -420.43 | -237.64 |
| 18            | -722.034              | 0.        | -35.1756  | -329.03                        | -329.03 | -420.43 | -237.64 |
| 19            | -725.172              | 0.        | -44.0316  | -330.47                        | -330.47 | -444.87 | -216.06 |
| 19            | -725.172              | 0.        | -44.0316  | -330.47                        | -330.47 | -444.87 | -216.06 |
| 20            | -723.259              | 0.        | -59.5886  | -329.59                        | -329.59 | -484.42 | -174.77 |
| 20            | -723.259              | 0.        | -59.5886  | -329.59                        | -329.59 | -484.42 | -174.77 |
| 21            | -627.302              | 0.        | -55.3110  | -285.86                        | -285.86 | -429.57 | -142.16 |
| 21            | -627.302              | 0.        | -55.3110  | -285.86                        | -285.86 | -429.57 | -142.16 |
| 22            | -503.646              | 0.        | -20.0376  | -229.51                        | -229.51 | -281.58 | -177.45 |
| 22            | -503.646              | 0.        | -20.0376  | -229.51                        | -229.51 | -281.58 | -177.45 |
| 23            | -361.274              | 0.        | 0.0000    | -164.63                        | -164.63 | -164.63 | -164.63 |
| 23            | -361.274              | 0.        | 0.0000    | -164.63                        | -164.63 | -164.63 | -164.63 |

(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU NO.= 1

(YAITA NO.= 2)

| SETTEN<br>NO. | *  | YAITA NO DANMEN-RYOKU |          |          | * | YAITA NO OURYOKU-DO(KG/CM**2) |         |     |     | * |
|---------------|----|-----------------------|----------|----------|---|-------------------------------|---------|-----|-----|---|
|               |    | N(TON)                | M-X(T*M) | M-Y(T*M) |   | X-1                           | X-2     | Y-1 | Y-2 |   |
| 1             | 0. | -261.9596             | 0.       |          |   | -633.69                       | 633.69  | 0.  | 0.  |   |
| 2             | 0. | -130.7608             | 0.       |          |   | -316.31                       | 316.31  | 0.  | 0.  |   |
| 3             | 0. | -130.7608             | 0.       |          |   | -316.31                       | 316.31  | 0.  | 0.  |   |
| 4             | 0. | -52.8281              | 0.       |          |   | -127.79                       | 127.79  | 0.  | 0.  |   |
| 5             | 0. | -52.8281              | 0.       |          |   | -127.79                       | 127.79  | 0.  | 0.  |   |
| 6             | 0. | -7.0473               | 0.       |          |   | -17.05                        | 17.05   | 0.  | 0.  |   |
| 7             | 0. | -7.0473               | 0.       |          |   | -17.05                        | 17.05   | 0.  | 0.  |   |
| 8             | 0. | 19.3437               | 0.       |          |   | 46.79                         | -46.79  | 0.  | 0.  |   |
| 9             | 0. | 19.3437               | 0.       |          |   | 46.79                         | -46.79  | 0.  | 0.  |   |
| 10            | 0. | 34.0606               | 0.       |          |   | 82.39                         | -82.39  | 0.  | 0.  |   |
| 11            | 0. | 34.0606               | 0.       |          |   | 82.39                         | -82.39  | 0.  | 0.  |   |
| 12            | 0. | 41.7708               | 0.       |          |   | 101.04                        | -101.04 | 0.  | 0.  |   |
| 13            | 0. | 41.7708               | 0.       |          |   | 101.04                        | -101.04 | 0.  | 0.  |   |
| 14            | 0. | 45.3014               | 0.       |          |   | 109.59                        | -109.59 | 0.  | 0.  |   |
| 15            | 0. | 45.3014               | 0.       |          |   | 109.59                        | -109.59 | 0.  | 0.  |   |
| 16            | 0. | 46.3715               | 0.       |          |   | 112.17                        | -112.17 | 0.  | 0.  |   |
| 17            | 0. | 46.3715               | 0.       |          |   | 112.17                        | -112.17 | 0.  | 0.  |   |
| 18            | 0. | 46.0366               | 0.       |          |   | 111.36                        | -111.36 | 0.  | 0.  |   |
| 19            | 0. | 46.0366               | 0.       |          |   | 111.36                        | -111.36 | 0.  | 0.  |   |
| 20            | 0. | 44.9621               | 0.       |          |   | 108.76                        | -108.76 | 0.  | 0.  |   |
| 21            | 0. | 44.9621               | 0.       |          |   | 108.76                        | -108.76 | 0.  | 0.  |   |
| 22            | 0. | 43.5952               | 0.       |          |   | 105.46                        | -105.46 | 0.  | 0.  |   |
| 23            | 0. | 43.5952               | 0.       |          |   | 105.46                        | -105.46 | 0.  | 0.  |   |
| 24            | 0. | 42.2802               | 0.       |          |   | 102.28                        | -102.28 | 0.  | 0.  |   |
| 25            | 0. | 42.2802               | 0.       |          |   | 102.28                        | -102.28 | 0.  | 0.  |   |
| 26            | 0. | 41.3483               | 0.       |          |   | 100.02                        | -100.02 | 0.  | 0.  |   |
| 27            | 0. | 41.3483               | 0.       |          |   | 100.02                        | -100.02 | 0.  | 0.  |   |
| 28            | 0. | 41.2024               | 0.       |          |   | 99.67                         | -99.67  | 0.  | 0.  |   |
| 29            | 0. | 41.2024               | 0.       |          |   | 99.67                         | -99.67  | 0.  | 0.  |   |
| 30            | 0. | 42.4221               | 0.       |          |   | 102.62                        | -102.62 | 0.  | 0.  |   |
| 31            | 0. | 42.4221               | 0.       |          |   | 102.62                        | -102.62 | 0.  | 0.  |   |
| 32            | 0. | 45.9138               | 0.       |          |   | 111.07                        | -111.07 | 0.  | 0.  |   |

(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU NO.= 1

(YAITA NO.= 2)

| SETTEN<br>NO. | * | YAITA NO DANMEN-RYOKU |          |          | * | YAITA NO OURYOKU-DO(KG/CM**2) |         |     |     | * |
|---------------|---|-----------------------|----------|----------|---|-------------------------------|---------|-----|-----|---|
|               |   | N(TON)                | M-X(T+M) | M-Y(T+M) |   | X-1                           | X-2     | Y-1 | Y-2 |   |
| 17            |   | 0.                    | 45.9138  | 0.       |   | 111.07                        | -111.07 | 0.  | 0.  |   |
| 18            |   | 0.                    | 53.1449  | 0.       |   | 128.56                        | -128.56 | 0.  | 0.  |   |
| 18            |   | 0.                    | 53.1449  | 0.       |   | 128.56                        | -128.56 | 0.  | 0.  |   |
| 19            |   | 0.                    | 66.5250  | 0.       |   | 160.93                        | -160.93 | 0.  | 0.  |   |
| 19            |   | 0.                    | 66.5250  | 0.       |   | 160.93                        | -160.93 | 0.  | 0.  |   |
| 20            |   | 0.                    | 90.0293  | 0.       |   | 217.78                        | -217.78 | 0.  | 0.  |   |
| 20            |   | 0.                    | 90.0293  | 0.       |   | 217.78                        | -217.78 | 0.  | 0.  |   |
| 21            |   | 0.                    | 83.5664  | 0.       |   | 202.15                        | -202.15 | 0.  | 0.  |   |
| 21            |   | 0.                    | 83.5664  | 0.       |   | 202.15                        | -202.15 | 0.  | 0.  |   |
| 22            |   | 0.                    | 30.2737  | 0.       |   | 73.23                         | -73.23  | 0.  | 0.  |   |
| 22            |   | 0.                    | 30.2737  | 0.       |   | 73.23                         | -73.23  | 0.  | 0.  |   |
| 23            |   | 0.                    | -0.0000  | 0.       |   | -0.00                         | 0.00    | 0.  | 0.  |   |

(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU NO.= 1

(YAITA NO.= 3)

| SETTEN<br>NO. | YAITA NO DANMEN-RYOKU |           |           | YAITA NO OURYOKU-DO (KG/CM**2) |         |         |         |
|---------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------------------------|---------|---------|---------|
|               | N (TON)               | M-X (T*M) | M-Y (T*M) | X-1                            | X-2     | Y-1     | Y-2     |
| 1             | -227.148              | 307.6392  | 0.        | 591.89                         | -791.88 | -99.99  | -99.99  |
| 2             | -234.380              | 153.5624  | 0.        | 242.19                         | -448.54 | -103.18 | -103.18 |
| 2             | -234.380              | 153.5624  | 0.        | 242.19                         | -448.54 | -103.18 | -103.18 |
| 3             | -253.292              | 62.0401   | 0.        | 28.02                          | -251.03 | -111.50 | -111.50 |
| 3             | -253.292              | 62.0401   | 0.        | 28.02                          | -251.03 | -111.50 | -111.50 |
| 4             | -277.634              | 8.2762    | 0.        | -103.61                        | -140.83 | -122.22 | -122.22 |
| 4             | -277.634              | 8.2762    | 0.        | -103.61                        | -140.83 | -122.22 | -122.22 |
| 5             | -303.776              | -22.7168  | 0.        | -184.82                        | -82.64  | -133.73 | -133.73 |
| 5             | -303.776              | -22.7168  | 0.        | -184.82                        | -82.64  | -133.73 | -133.73 |
| 6             | -329.665              | -40.0000  | 0.        | -235.08                        | -55.16  | -145.12 | -145.12 |
| 6             | -329.665              | -40.0000  | 0.        | -235.08                        | -55.16  | -145.12 | -145.12 |
| 7             | -354.192              | -49.0547  | 0.        | -266.25                        | -45.60  | -155.92 | -155.92 |
| 7             | -354.192              | -49.0547  | 0.        | -266.25                        | -45.60  | -155.92 | -155.92 |
| 8             | -376.811              | -53.2009  | 0.        | -285.53                        | -46.23  | -165.88 | -165.88 |
| 8             | -376.811              | -53.2009  | 0.        | -285.53                        | -46.23  | -165.88 | -165.88 |
| 9             | -397.308              | -54.4576  | 0.        | -297.38                        | -52.43  | -174.90 | -174.90 |
| 9             | -397.308              | -54.4576  | 0.        | -297.38                        | -52.43  | -174.90 | -174.90 |
| 10            | -415.659              | -54.0643  | 0.        | -304.57                        | -61.39  | -182.98 | -182.98 |
| 10            | -415.659              | -54.0643  | 0.        | -304.57                        | -61.39  | -182.98 | -182.98 |
| 11            | -431.949              | -52.8025  | 0.        | -308.91                        | -71.40  | -190.15 | -190.15 |
| 11            | -431.949              | -52.8025  | 0.        | -308.91                        | -71.40  | -190.15 | -190.15 |
| 12            | -446.314              | -51.1971  | 0.        | -311.62                        | -81.33  | -196.48 | -196.48 |
| 12            | -446.314              | -51.1971  | 0.        | -311.62                        | -81.33  | -196.48 | -196.48 |
| 13            | -458.907              | -49.6529  | 0.        | -313.69                        | -90.35  | -202.02 | -202.02 |
| 13            | -458.907              | -49.6529  | 0.        | -313.69                        | -90.35  | -202.02 | -202.02 |
| 14            | -469.872              | -48.5584  | 0.        | -316.05                        | -97.64  | -206.85 | -206.85 |
| 14            | -469.872              | -48.5584  | 0.        | -316.05                        | -97.64  | -206.85 | -206.85 |
| 15            | -479.315              | -48.3871  | 0.        | -319.83                        | -102.18 | -211.00 | -211.00 |
| 15            | -479.315              | -48.3871  | 0.        | -319.83                        | -102.18 | -211.00 | -211.00 |
| 16            | -487.274              | -49.8196  | 0.        | -326.55                        | -102.46 | -214.51 | -214.51 |
| 16            | -487.274              | -49.8196  | 0.        | -326.55                        | -102.46 | -214.51 | -214.51 |
| 17            | -493.671              | -53.9200  | 0.        | -338.59                        | -96.06  | -217.32 | -217.32 |
| 17            | -493.671              | -53.9200  | 0.        | -338.59                        | -96.06  | -217.32 | -217.32 |

(( YAITA NO DANMEN-RYOKU TO OURYOKU-DO )) KAJYUU NO.= 1

(YAITA NO.= 3)

| SETTEN<br>NO. | * | YAITA NO DANMEN-RYOKU |           |          | * | YAITA NO OURYOKU-DO(KG/CM**2) |         |         |         | * |
|---------------|---|-----------------------|-----------|----------|---|-------------------------------|---------|---------|---------|---|
|               |   | N(TON)                | M-X(T*M)  | M-Y(T*M) |   | X-1                           | X-2     | Y-1     | Y-2     |   |
| 17            | * | -493.671              | -53.9200  | 0.       | * | -338.59                       | -96.06  | -217.32 | -217.32 | * |
| 18            | * | -498.241              | -62.4122  | 0.       | * | -359.70                       | -78.97  | -219.33 | -219.33 | * |
| 18            | * | -498.241              | -62.4122  | 0.       | * | -359.70                       | -78.97  | -219.33 | -219.33 | * |
| 19            | * | -500.406              | -78.1254  | 0.       | * | -395.99                       | -44.58  | -220.29 | -220.29 | * |
| 19            | * | -500.406              | -78.1254  | 0.       | * | -395.99                       | -44.58  | -220.29 | -220.29 | * |
| 20            | * | -499.086              | -105.7284 | 0.       | * | -457.49                       | 18.08   | -219.71 | -219.71 | * |
| 20            | * | -499.086              | -105.7284 | 0.       | * | -457.49                       | 18.08   | -219.71 | -219.71 | * |
| 21            | * | -432.870              | -98.1385  | 0.       | * | -411.27                       | 30.16   | -190.56 | -190.56 | * |
| 21            | * | -432.870              | -98.1385  | 0.       | * | -411.27                       | 30.16   | -190.56 | -190.56 | * |
| 22            | * | -347.542              | -35.5527  | 0.       | * | -232.95                       | -73.04  | -152.99 | -152.99 | * |
| 22            | * | -347.542              | -35.5527  | 0.       | * | -232.95                       | -73.04  | -152.99 | -152.99 | * |
| 23            | * | -249.297              | 0.0000    | 0.       | * | -109.75                       | -109.75 | -109.75 | -109.75 | * |