

## ウルフネット上に断裂頻度分布図および共役断裂系を用いて主応力軸の方向を描く電算機プログラム

山 田 營 三\*

YAMADA, Eizo (1983) Computer program to draw on the wulff net a fracture frequency contour diagram and principal stress directions by using conjugate fractures. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 34 (11), p. 567-585.

### 1. はじめに

岩盤中に発達する断裂(断層および節理)は、種々の成因, 時代および連続性などの性質を持っている。本報文中では、数多くの断裂面の方向が測定されている場合、それを用いてウルフネット上に断裂面の方向の頻度分布図を描くプログラムおよび、ある2つの断裂セット(Fracture set)が共役(Conjugate)をなしていると認められた場合、各々の断裂セットごとの平均方向を求め、それらから主応力軸の方向などを計算し、ウルフネット上に描くプログラムについて報告する。

断裂方向の頻度分布図を作成する方法としては、シュミットネットを用いた方法(BILLINGS, 1954など)がよく用いられているが、この方法の欠陥については緒方(1964)および VISTELIUS (1966)などによる指摘があり、緒方(1964)はウルフネットを用いた方法を提案している。KOIDE (1968)は、この方法を実際に用い、さらに最近になって菊地・井上(1973)及び正路・小出(1975)は、ウルフネットを用いた方法を電子計算機により行う方法について報告している。今回報告する方法の主要な点はこれらの方法と同じであるが、断裂方向の頻度分布の等値線をも電子計算機で描けるようにしたほか、断裂方向の分布とポワソン分布の比較も行えるようにした。

次に、いくつかの断裂面の平均方向を求める方法として YAIRI *et al.* (1970)は、ウルフネット上で作図で求める方法を、また、RAMSAY (1967)は、計算による方法を報告している。本プログラムでは、この計算を電子計算機により行うほか、方向の標準偏差値などの計算も同時に行っている。

共役を成す2つの断裂方向より主応力軸の方向を求めめる方法として、Гзовскийにより用いられたウルフネット上での作図による方法は、平山・垣見(1965)が紹介して以来、小断層の解析に良く用いられている。本プログラムでは、これも電子計算機で求めて、プロッターを用いて作図させた。

なお、本研究はサンシャイン計画の“熱水系に関する研究”の一環として行われたものであり、すでにこのプログラムを用いて鬼首地熱地域及び濁川地熱地域に発達する断裂系について予備的報告(山田, 1979 a, b)を行った。

### 2. ウルフネット上の任意の点における断裂の頻度分布を求める計算

1) まず、測定された全ての断裂面の方向のデータをポール( $a, b$ )表示に直し、それをウルフネット上に投影し、XY座標( $x, y$ )で表わす。

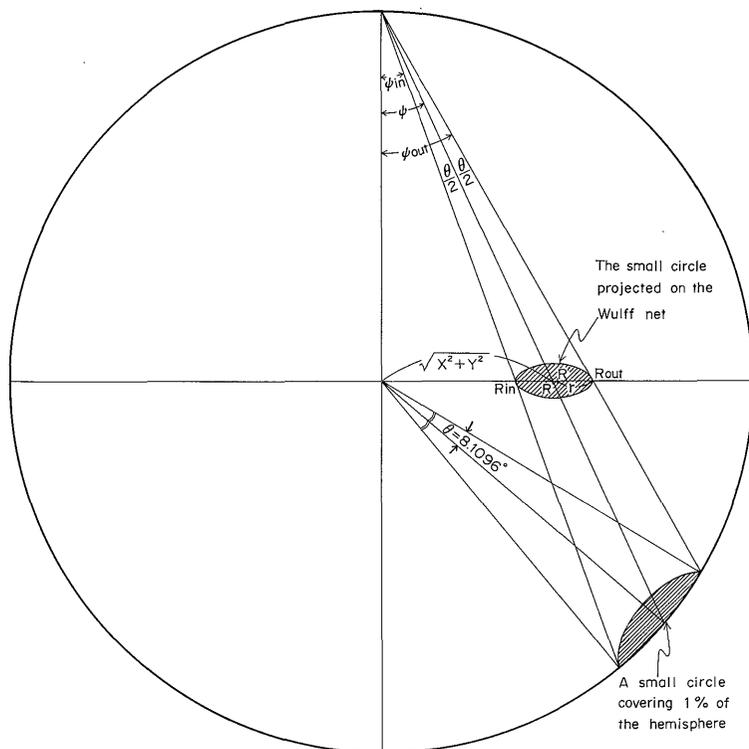
2) 次に、半球面上の1%の面積を見込む小円の夾角を $\theta$ とすると、 $\theta$ は約 $8.1096^\circ$ である(緒方, 1964)。従って、ウルフネット上の格子点 $R(X, Y)$ に対応する半球面上の点を中心として、半球面の1%の面積を見込む小円のウルフネット上への投影円の半径( $r$ )および中心の位置 $R'(X', Y')$ は、第1図のように記号を与えると、

$$r = \frac{R_{out} - R_{in}}{2} = \frac{10(\tan \varphi_{out} - \tan \varphi_{in})}{2}$$

$$= 5 \left\{ \tan \left( \varphi + \frac{\theta}{2} \right) - \tan \left( \varphi - \frac{\theta}{2} \right) \right\}$$

但し、 $\varphi = \tan^{-1} \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{10}$

\* 地殻熱部



第1図 半球面上の1%の面積を見込む小円のウルフネット上への投影

$$R' = \frac{R_{out} + R_{in}}{2} = 5 \left\{ \tan\left(\phi + \frac{\theta}{2}\right) + \tan\left(\phi - \frac{\theta}{2}\right) \right\}$$

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$X' = \frac{X}{R} R'$$

$$Y' = \frac{Y}{R} R'$$

但し、ウルフネットの半径を10とした。

3) したがって、各格子点(X, Y)に与えるべき数値, すなわち1%の小円に入るデータの数は,

$\sqrt{(X'-x)^2 + (Y'-y)^2} \leq r$  を満足する点(x, y)の個数に等しい。

4) 小円のふちがウルフネットの円周にかかる時は, 第2図のように記号を与えると,  $\sqrt{(X_1'-x)^2 + (Y_1'-y)^2} \leq r_1$  を満足する点(x, y)の個数に,

$\sqrt{(X_2'-x)^2 + (Y_2'-y)^2} \leq r_2$  を満足する点(x, y)の個数を加えた数を, 各格子点  $R_1(X_1, Y_1)$  および  $R_2(X_2, Y_2)$  に与える。

但し,  $\phi_2 = 90^\circ - \phi_1$ ,  $\phi_1 = \tan^{-1} \sqrt{\frac{X_1^2 + Y_1^2}{10}}$

5) 上記の計算をウルフネット上の2mm格子の全ての点について行い, それをパーセントに直して, コンタリ

ングのサブプログラムを用いてコンタリングする。

6) ポワソン分布によると, 測定した断断面の数をn, 半球面上の面積1%の円に含まれるボールの数をk個とすれば, その出現する確率  $b_k$  は,

$$b_k(k; n, p) \approx \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

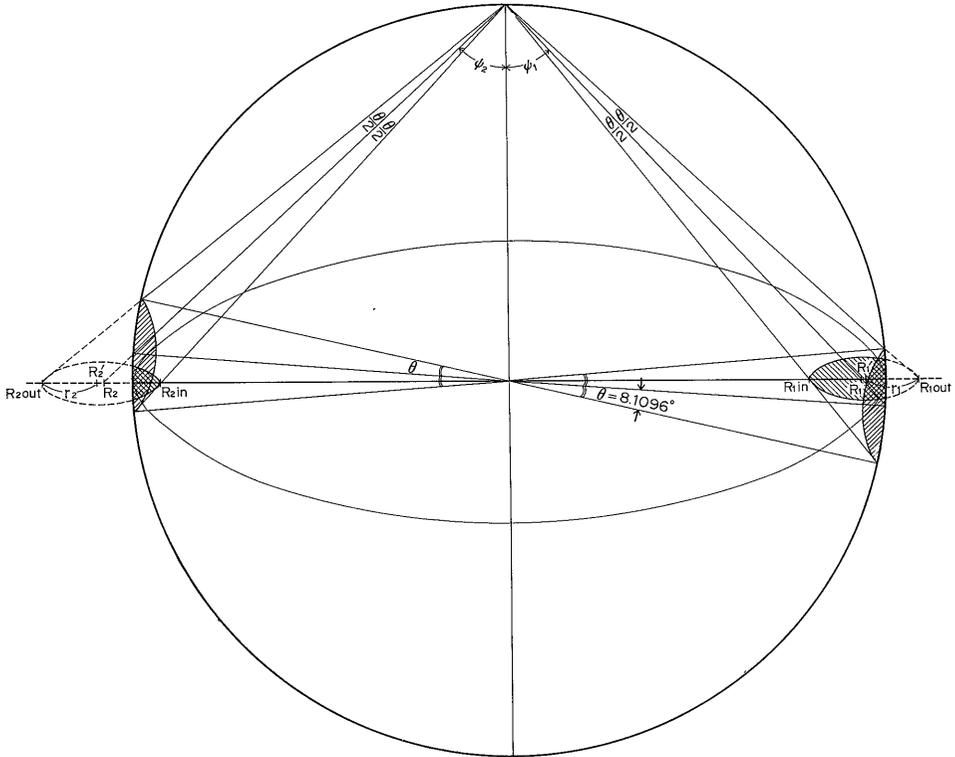
但し,  $\lambda = np$  であり  $p$  は面積1%の円にあるボールが含まれる確率であるから1/100であり, したがって  $\lambda = n/100$  である。

一方, 半球面上に一様に分布する面積1%のm個の円を描き, そのうち実際に測定した断断面のボールの数がk個含まれる円の個数をa個とすれば, その出現する割合は  $(a/m)_k$  となる。

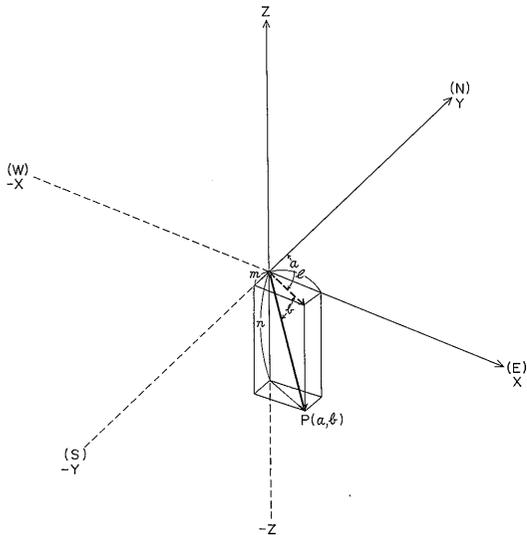
ポワソン分布により面積1%の円に含まれるボールの数がk個の円の出現する確率  $b_k$  と実際に出現した割合  $(a/m)_k$  とをいろいろなkの値について比較するためのグラフを描かせるようにした。

### 3. 1つの断裂系に含まれる多数の断断面の平均方向を求める計算

全ての断断面の方向を下半球方向のポール(a, b)で表わす。第3図のようにXYZ座標および南北方向を設定



第2図 半球面上の1%の面積を見込む小円が半球面の縁にかかった場合、球の中心に対し対角線上に位置する半球面上の1%の面積を見込む小円に含まれる点を加える



第3図 断裂面のポール (a, b) と XYZ-座標の方向余弦 (l, m, n) の関係

すれば,

- 1) ポールの方向  $(a_i, b_i)$  を XYZ 座標系の方向余弦  $(l_i, m_i, n_i)$  で表わすと,

$$l_i = \cos b_i \cos(a_i - 90^\circ) = \cos b_i \sin a_i$$

$$m_i = -\cos b_i \cos(180^\circ - a_i) = \cos b_i \cos a_i$$

$$n_i = -\sin b_i$$

- 2) 次に平均を求める一つの断裂セットに属する全ての断裂面のポール方向余弦  $(l_i, m_i, n_i)$  相互の成す角度  $(\phi)$  を計算し、それが  $90^\circ$  以下かどうかチェックする。

$$\cos \phi = l_i l_j + m_i m_j + n_i n_j \geq \cos 90^\circ \quad (1)$$

$$\begin{cases} i=1 \sim n, & i \neq j \\ j=1 \sim n, \end{cases}$$

ポールの方向は、ここでは下半球投影で求めているが、本来向きが逆でもよいから(1)式を満足しなかったポール  $(l_i, m_i, n_i)$  については向きを逆にして(1)式の計算を再び行いチェックする。すなわち,

$$l_i = -l_i, \quad m_i = -m_i, \quad n_i = -n_i \quad \text{と置き替える。}$$

これらの計算で求めた  $\phi$  の値の最大値、すなわちあるセットに属する断裂面相互のなす最大の角度は、ライプリンターで打出させる。

3) このようにチェックが済んだ全てのポールの方余弦( $l_i, m_i, n_i$ )について平均の方向を求める。

$$\begin{aligned} \bar{l} &= \sum_{i=1}^n l_i / R \\ \bar{m} &= \sum_{i=1}^n m_i / R \\ \bar{n} &= \sum_{i=1}^n n_i / R \\ R &= \sqrt{(\sum l_i)^2 + (\sum m_i)^2 + (\sum n_i)^2} \\ \text{もし, } \bar{n} > 0 \text{ の時は,} \\ \bar{l} &= -\bar{l}, \bar{m} = -\bar{m}, \bar{n} = -\bar{n}, \text{ と置き替える.} \\ \bar{b} &= \sin^{-1}(-\bar{n}) \\ \bar{a} &= \tan^{-1}\left(\frac{\bar{l}}{\bar{m}}\right) \end{aligned}$$

求める平均方向のポールは( $\bar{a}, \bar{b}$ )である。

4) 次に各断裂面の方向( $l_i, m_i, n_i$ )と求めた平均方向( $\bar{l}, \bar{m}, \bar{n}$ )とのなす角度( $\Delta_i$ )を各断裂面について次式により計算する。

$$l_i \bar{l} + m_i \bar{m} + n_i \bar{n} = \cos \Delta_i$$

また、ポールの方のサンプル標準偏差値も次式により計算する。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i)^2 - n \left( \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} \right)^2}{n-1}}$$

但し、 $n$  は各セットに属する断裂面の数である。

#### 4. 共役システムをなす2つの断裂セットより、主応力軸の方向および剪断面角を求める計算

1) 共役システムをなす2つの断裂セットのそれぞれの平均方向のポールの方余弦がそれぞれ( $\bar{l}_a, \bar{m}_a, \bar{n}_a$ )と( $\bar{l}_b, \bar{m}_b, \bar{n}_b$ )で表わされるとすると、中間主応力軸( $\sigma_2$ )の方向( $l_\beta, m_\beta, n_\beta$ )は、これら二つのセットの、それぞれの平均方向の断裂面(A-PlaneとB-Plane)の式が、

$$\text{A-Plane: } \bar{l}_a x + \bar{m}_a y + \bar{n}_a z = 0 \quad (2)$$

$$\text{B-Plane: } \bar{l}_b x + \bar{m}_b y + \bar{n}_b z = 0 \quad (3)$$

で表わせるから、

(2)と(3)式より、

$$\bar{l}_a l_\beta + \bar{m}_a m_\beta + \bar{n}_a n_\beta = 0$$

$$\bar{l}_b l_\beta + \bar{m}_b m_\beta + \bar{n}_b n_\beta = 0$$

また、 $l_\beta^2 + m_\beta^2 + n_\beta^2 = 1$  であるから、

$$l_\beta = (\bar{m}_a \bar{n}_b - \bar{n}_a \bar{m}_b) / I_\beta$$

$$m_\beta = (\bar{n}_a \bar{l}_b - \bar{l}_a \bar{n}_b) / I_\beta$$

$$n_\beta = (\bar{l}_a \bar{m}_b - \bar{m}_a \bar{l}_b) / I_\beta$$

$$I_\beta$$

$$= \sqrt{(\bar{m}_a \bar{n}_b - \bar{n}_a \bar{m}_b)^2 + (\bar{n}_a \bar{l}_b - \bar{l}_a \bar{n}_b)^2 + (\bar{l}_a \bar{m}_b - \bar{m}_a \bar{l}_b)^2}$$

但し、 $\bar{l}_a \bar{m}_b - \bar{m}_a \bar{l}_b > 0$  のときは、

$$l_\beta = -l_\beta, m_\beta = -m_\beta, n_\beta = -n_\beta \text{ に置き替える.}$$

2) 次に剪断面角( $2\theta$ )を求める。

$\sigma_2$  に垂直な面(N-Plane)の式は、

$$\text{N-Plane: } l_\beta x + m_\beta y + n_\beta z = 0 \quad (4)$$

N-PlaneとA-Planeの交線 $T_t(l_t, m_t, n_t)$ の式は、(2)と(4)式より、

$$\bar{l}_a l_t + \bar{m}_a m_t + \bar{n}_a n_t = 0$$

$$l_\beta l_t + m_\beta m_t + n_\beta n_t = 0$$

また、 $l_t^2 + m_t^2 + n_t^2 = 1$  であるから、

$$l_t = (\bar{m}_a n_\beta - \bar{n}_a m_\beta) / I_t$$

$$m_t = (\bar{n}_a l_\beta - \bar{l}_a n_\beta) / I_t$$

$$n_t = (\bar{l}_a m_\beta - \bar{m}_a l_\beta) / I_t$$

但し、

$$I_t$$

$$= \sqrt{(\bar{m}_a n_\beta - \bar{n}_a m_\beta)^2 + (\bar{n}_a l_\beta - \bar{l}_a n_\beta)^2 + (\bar{l}_a m_\beta - \bar{m}_a l_\beta)^2}$$

$$\bar{l}_a m_\beta - \bar{m}_a l_\beta > 0 \text{ のときは,}$$

$$l_t = -l_t, m_t = -m_t, n_t = -n_t \text{ に置き替える. なお,}$$

$T_t(l_t, m_t, n_t)$  は断裂セットAのスリップの方向を表わす。

同様に、N-PlaneとB-Planeの交線 $T_u(l_u, m_u, n_u)$ の式は、(3)と(4)式より、

$$l_b l_u + m_b m_u + n_b n_u = 0$$

$$l_\beta l_u + m_\beta m_u + n_\beta n_u = 0$$

また、 $l_u^2 + m_u^2 + n_u^2 = 1$  であるから、

$$l_u = (\bar{m}_b n_\beta - \bar{n}_b m_\beta) / I_u$$

$$m_u = (\bar{n}_b l_\beta - \bar{l}_b n_\beta) / I_u$$

$$n_u = (\bar{l}_b m_\beta - \bar{m}_b l_\beta) / I_u$$

但し、

$$I_u$$

$$= \sqrt{(\bar{m}_b n_\beta - \bar{n}_b m_\beta)^2 + (\bar{n}_b l_\beta - \bar{l}_b n_\beta)^2 + (\bar{l}_b m_\beta - \bar{m}_b l_\beta)^2}$$

$$\bar{l}_b m_\beta - \bar{m}_b l_\beta > 0 \text{ のときは,}$$

$$l_u = -l_u, m_u = -m_u, n_u = -n_u \text{ に置き替える.}$$

なお、 $T_u(l_u, m_u, n_u)$  は断裂セットBのスリップの方向を表わす。

剪断面角( $2\theta$ )は次式より求まる。

$$\cos 2\theta = l_t l_u + m_t m_u + n_t n_u$$

但し、 $0 \leq 2\theta \leq 90^\circ$

3) 最大圧縮主応力軸( $\sigma_1$ )の方向( $l_\alpha, m_\alpha, n_\alpha$ )は、 $T_t(l_t, m_t, n_t)$ と $T_u(l_u, m_u, n_u)$ の中線の方向であるから、

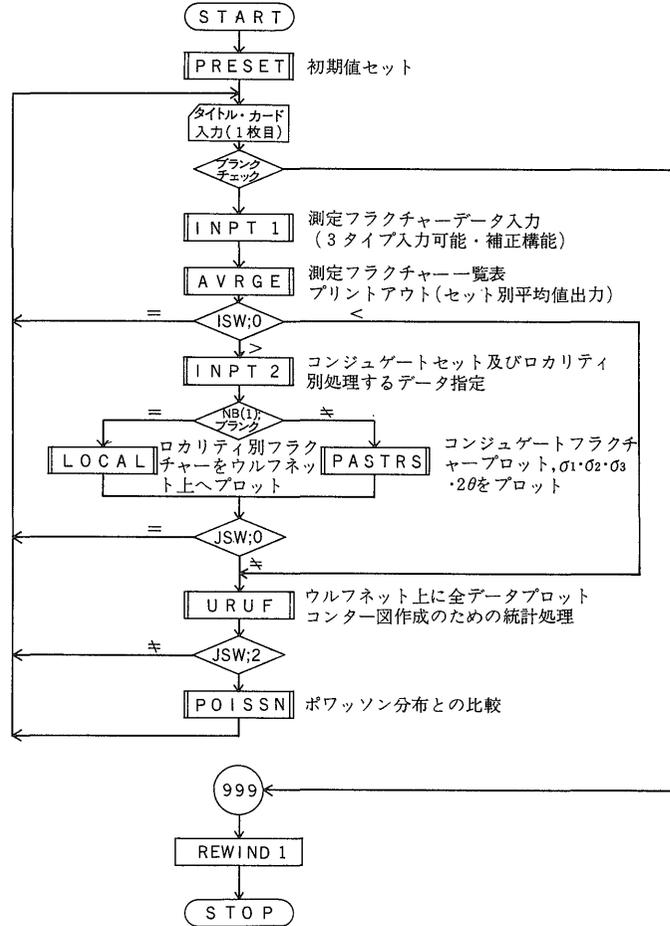
$$l_\alpha : m_\alpha : n_\alpha = (l_t + l_u) : (m_t + m_u) : (n_t + n_u)$$

また、 $l_\alpha^2 + m_\alpha^2 + n_\alpha^2 = 1$  であるから、

$$l_\alpha = (l_t + l_u) / I_\alpha$$

$$m_\alpha = (m_t + m_u) / I_\alpha$$

$$n_\alpha = (n_t + n_u) / I_\alpha$$



第4図 プログラム(WULFF)のメインフロー

但し,

$$I_a = \sqrt{(l_r + l_u)^2 + (m_r + m_u)^2 + (n_r + n_u)^2}$$

4) 最小圧縮応力軸 ( $\sigma_3$ ) の方向 ( $l_y, m_y, n_y$ ) は,  $\sigma_1$  に垂直な平面:  $l_x x + m_x y + n_x z = 0$  と  $\sigma_2$  に垂直な平面:  $l_\beta x + m_\beta y + n_\beta z = 0$  との交線であり,  $l_y^2 + m_y^2 + n_y^2 = 1$  であるから,

$$l_y = (m_x n_\beta - n_x m_\beta) / I_y$$

$$m_y = (n_x l_\beta - l_x n_\beta) / I_y$$

$$n_y = (l_x m_\beta - m_x l_\beta) / I_y$$

但し,

$$I_y =$$

$$\sqrt{(m_x n_\beta - n_x m_\beta)^2 + (n_x l_\beta - l_x n_\beta)^2 + (l_x m_\beta - m_x l_\beta)^2}$$

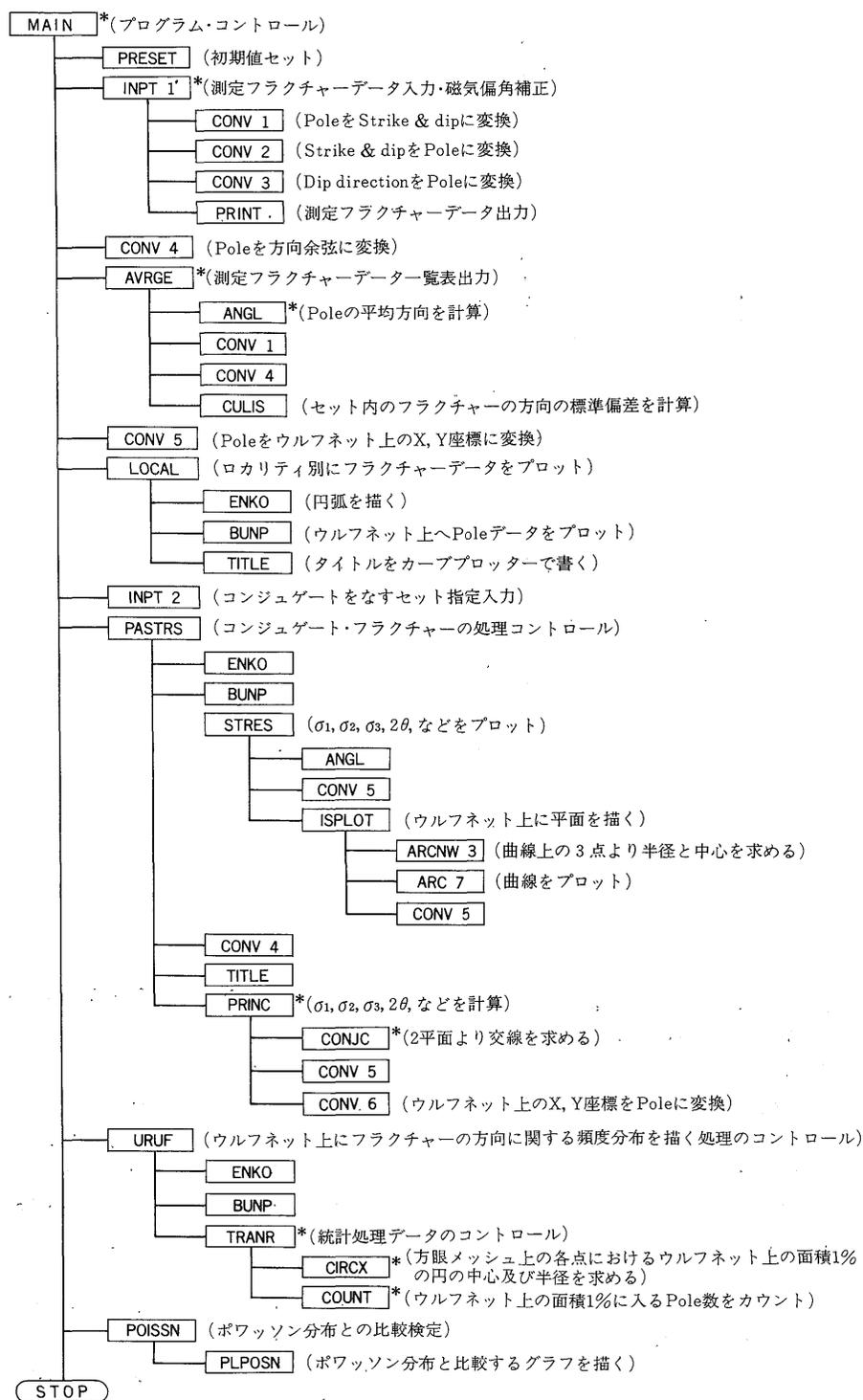
$l_x m_\beta - m_x l_\beta > 0$  のときは,

$$l_y = -l_y, m_y = -m_y, n_y = -n_y \text{ に置き替える.}$$

#### 5. プログラム(WULFF)の大まかなフロー及び特徴

プログラム(WULFF)のメインフローを, 第4図に, またジェネラルフローと各サブルーチンの説明を第5図に示した. このプログラムのおもな特徴は,

- 1) 入力は, 断裂面の走向・傾斜(Strike & dip), 傾斜方向(Dip direction)および, ポール方向(Pole direction)の3種類のデータで読み込み可能とした.
- 2) 磁気偏角の補正ができる.
- 3) 各露頭(Locality)の断裂をセットごとに区分してデータを読み込み, 各セットに属する断裂の方向の平均値, 断裂相互のなす最大の角度および断裂方向の標準偏差値などを計算し, 測定断裂一覧表(第1表)をラインプリンターで打ち出させた.
- 4) 各露頭についてウルフネット上(下半球投影)に, 各



\*付録にソースリストを掲げたサブルーチン  
(Denotes subroutine programs, whose source lists are shown in appendix)

第5図 プログラム (WULFF) のジェネラルフローと各サブルーチンの説明

第1表 測定断裂面一覧表

List of fracture planes.

TEST 7  
LOWER REACHES OF OBUKAZAWA

NUMBER OF DATA 81

LOC	SET	STR	DIP	AVE(STR, DIP)		DEV.FROM.AVE	S.DEV	MAX.DEF
102	1	N42E	73SE	N42E	73SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	2	N12E	89SE	N12E	89SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
107	1	N32E	75NW	N25E	78NW	7.6	7.9	17.3( 4- 2)
	1	N22E	87NW			9.5		
	1	N26E	80NW			2.4		
	1	N19E	70NW			9.7		
	2	N21W	74SW	N21W	74SW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
108	3	N70E	70NW	N70E	70NW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	1	N27E	85NW	N27E	85NW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	2	N44E	82SE	NOT CALCULATED				
	2	N57E	0					
109	2	N82E	0					
	1	N24E	76NW	N24E	76NW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	2	N45E	67SE	N36E	75SE	11.4	11.4	22.9( 2- 1)
	2	N28E	83SE			11.4		
110	*2	N27E	48SE			28.0		
	1	N27E	85SE	N39E	74SE	15.7	14.0	34.3( 6- 3)
	1	N37E	81SE			6.8		
	1	N42E	88SE			14.0		
	1	N42E	64SE			10.8		
	1	N52E	74SE			12.8		
	1	N32E	55SE			20.3		
	2	N22E	75NW	N42E	81NW	20.6	15.4	36.9( 3- 1)
	2	N47E	80NW			4.7		
	2	N57E	88NW			16.4		
142	1	N57E	80SE	N51E	76SE	7.5	8.2	18.7( 2- 1)
	1	N42E	68SE			11.3		
	1	N52E	80SE			4.3		
	2	N69E	70NW	N69E	70NW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	3	N67E	74SE	N67E	74SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
143	1	N15E	89NW	N15E	89NW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	2	N29E	72NW	N28E	74NW	2.7	2.7	5.4( 2- 1)
	2	N27E	77NW			2.7		
	3	N37E	77SE	N37E	77SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
702	1	N29E	88SE	N29E	88SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
703	1	N17E	87NW	N17E	87NW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	2	N53W	76SW	N53W	76SW	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
	3	N42E	87SE	N50E	84SE	9.0	9.0	17.9( 2- 1)
	3	N59E	81SE			9.0		
706	1	N87E	88SE	N87E	88SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)
707	1	N47E	84SE	N47E	84SE	0.0	0.0	0.0( 1- 1)

測定断裂のポールをセットごとに記号を変えてプロットできるようにした。

5) 共役を成す2つの断裂セットについて、両断裂セットの平均方向の断裂面をウルフネット上に投影し描かせ、主応力軸の方向( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ )ならびに各断裂セットのスリップの方向を矢印で表示させた(第6図)。剪断面角( $2\theta$ )の値および $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ の方向および各断裂セットのスリップの方向も図の隅に表示した。

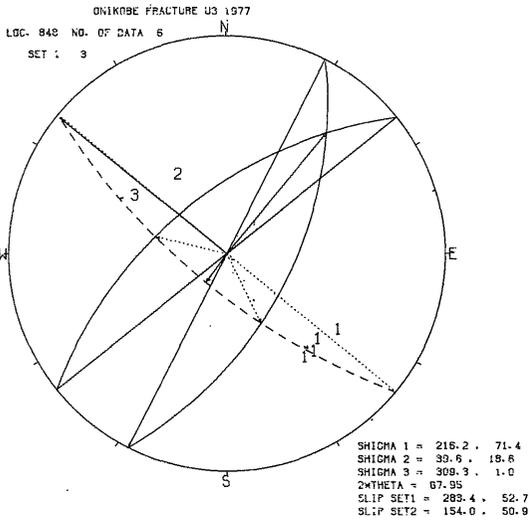
6) 全ての測定断裂のポールを記号区分して、ウルフネット上にプロットさせた(第7図)。これにより、地域、岩質、断裂の性格などによる断裂の方向の違いについて

検討を加えられるようにした。また、その分布状態とポワソン分布の比較をグラフで表わせるようにした(第8図)。

7) コンタリングのサブルーチン“CONTA”(中塚, 1979)を利用して、ウルフネット上に断裂方向の頻度分布図を描かせるようにした(第9図)。

## 6. おわりに

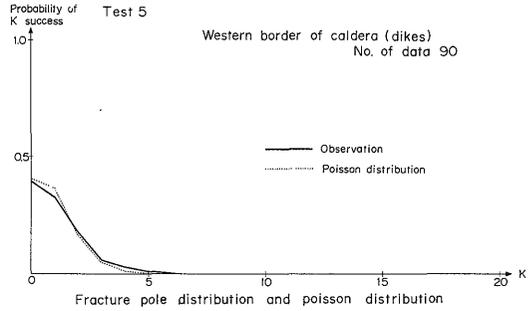
このプログラムを利用することにより、従来のウルフネット上で作図により行っていた方法より、早く正確にフラクチャー測定データの処理が行えるようになった。



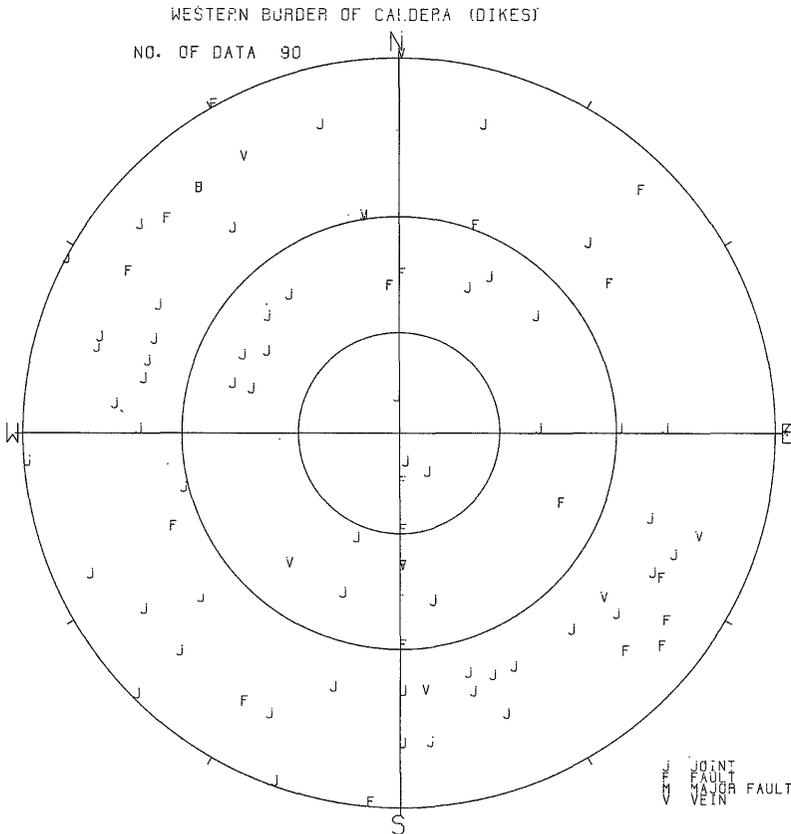
第6図 共役断層系のウルフネットへの投影(下半球投影)

また、いくつかの統計的計算も同時に行える。

このプログラムを使用する場合のカードデッキの作成要領及び主要なサブルーチンのソースリストを付録として掲げる。なお、このプログラムは現在地質調査所で使用している電子計算機 FACOM M 200 およびそのカーブプロッター用にかかれてある。また、コンタリングの

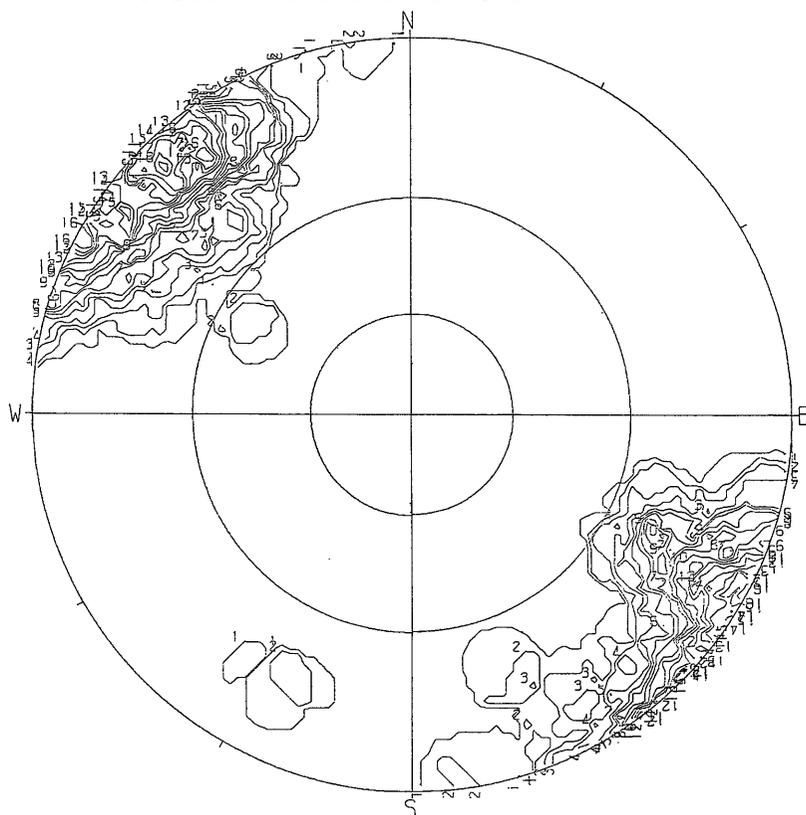


第8図 断層面のポールの分布とポワソン分布との比較



第7図 断層面のポールのウルフネットへの投影(下半球投影)

ONIKOBE FRACTURE U2-5 1976



第9図 断裂面のポールの頻度分布コンターダイヤグラム(ウルフネット下半球投影)

為のサブプログラムは、物理探査部の中塚氏が製作したもの(中塚, 1979)を使用している。

謝辞

コンタリングのサブルーチンを使用させていただき、物理探査部の中塚正氏および、頻度分布図作成に関するプログラムについていろいろ御教示くださった環境地質部の小出仁博士に感謝いたします。

なお、本プログラムはセンチュリ、リサーチセンタ株式会社が発注し作成した。本プログラム作成を担当され熱心に細部にわたる修正まで心よく引き受けて下さった松倉賢氏および益子孝夫氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

BILLINGS, M. P. (1954) *Structural geology*, 2nd edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 514 p.  
 平山次郎・垣見俊弘(1965) 地層中の応力場の解析法とその実例について。地球科学, no. 78, p. 23-31.

菊地宏吉・井上大栄(1973) 電子計算機を利用した極座標を用いた岩盤節理の卓越傾向の検討。応用地質, vol. 14, p. 27-31.

KOIDE, Hitoshi (1968) *A tectonophysical study of the initiation and development of fracture in rocks.* Faculty of Engineering, Univ. Tokyo, Doctor Thesis, 396 p.

中塚 正(1979) コンピュータによる図形表示(I) —コンターマップ(等値線図)—。地調月報, vol. 30, p. 131-140

緒方正彦(1964) ウルフ網による地質の統計方法の改良。応用地質, vol. 5, p. 81-91.

RAMSAY, J. G. (1967) *Folding and fracturing of rocks.* McGraw Hill, Inc., New York, 568 p.

正路徹也・小出 仁(1975) ウルフネットによる地質構造の方向性の解析法について。鉱山地質, vol. 25, p. 39-42.

VISTELIUS, A. B. (1966) *Structural diagrams.* Pergamon Press, Inc., Oxford, 178 p.



ISW>0, JSW≠0≠2 の場合, フラクチャー一覧表, 全データプロット(コンター処理), ロカリティ別処理

KSW: 全データプロットの際ウルフネット上に出力するコメント数. 9カラム目に整数で書く (KSW≤4).

LSW: プロッター図面の縮尺. 12カラム目に整数で書く.

LSW=1 の場合, 0.5倍

LSW≠1 の場合, 1.0倍

MSW: ゼロ以外の数の場合, 全データプロットの際ウルフネット上のプロット記号が○印になる. 15カラム目に整数を書く.

⑤ 磁気偏角補正.

1~3カラムに小数点付き実数を書く (偏角の値).

4カラム目にWないしEを書く (偏角の方位).

⑥ 全データプロットの際ウルフネットの右下に書くコメント文. コメント文の数 (KSW枚) だけ必要. 1~40カラムに任意の文字を書く.

⑦ ロカリティ番号, データ数, セット数, セット別データ数.

1~3カラム: ロカリティ番号, 3桁以内の任意の整数 (ただし999は除くまたロカリティ数の合計は100以下).

4~6カラム: 当該ロカリティに属する全データの数, 3桁以内の整数 (ただし500以下).

7~9カラム: 当該ロカリティに属する全セットの数, 3桁以内の整数 (ただし20以下, また \*1, R, S 等は独立したセットとして扱わない).

10~78カラム: セット別のデータ数を全セットの数だけ記入, 3桁以内の整数 (ただし3カラムに1データづつ入れる).

(例1) ロカリティ番号21番, ⑧ないし⑧'のカード上のセット番号が (1111\*122RS3R) の順の場合.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1							3			5		4					2	

つまり \*1, \*5, R, S, などの記号は独立したセット番号とは扱わずに, 直前のセット番号 1, 2, 3 などに含めて各セット別のデータ数を数える.

(例2) 全く平均値を求めない場合は, セット数を1とし, セット別データ数をゼロとする.

⑧ CHF≤0 すなわち POLE 入力ないし DIP DIRECTION 入力の場合.

1カラム: R, F, 1 など任意の記号を書く. <全データプロット>の際のプロット記号となる.

ブランクの場合は, プロット記号は○印となる.

2~3カラム: そのフラクチャーの属するセットの番号ないし記号を書く.

4カラム: ブランク.

5~7カラム: 方位角, 3桁以内の整数.

8~10カラム: 伏角, 2桁以内の整数.

以下10カラム毎に1つのフラクチャーのデータを上記の様式で書く. 当該ロカリティのデータが多い時は何枚かのカードに渡ってよい.

⑧' CHF>0 すなわち STRIKE/DIP 入力の場合.

1カラム: ⑧の場合と同じ.

2~3カラム: ⑧の場合と同じ.

4カラム: ブランク.

5~6カラム: 走向, 2桁以内の整数.

7カラム: 走向の方位, EないしW.

8~9カラム: 傾斜, 2桁以内の整数.

10カラム: 傾斜の方位, N, S, E. ないしW.

以下⑧の場合と同様に戻す。

- ⑨ データの終りを示すカード1～3カラムに999を書く。
  - ⑩ ISW>0 すなわち<ロカリティ別プロット>を行う場合のみ必要。
    - 1～3カラム：処理番号。
    - 4～6カラム：<共役フラクチャー>ないし<ロカリティ別プロット>を行うフラクチャーのロカリティ番号。
    - 7カラム：ブランク。
    - 8～9カラム：共役フラクチャーの一方のセット番号。セット番号がゼロの場合は<ロカリティ別プロット>を行う。
    - 10カラム：ブランク
    - 11～12カラム：共役フラクチャーの他方のセット番号。
- 以下<共役フラクチャープロット>ないし<ロカリティ別プロット>の枚数だけ同様のカードを用意する。
- ⑪ ロカリティ別処理の指示データの終りを示すカード，1～3カラムに999を書く。
    - ISW>0 すなわち<ロカリティ別プロット>を行う場合のみ必要。
  - ⑫ JOB の終りを示すカード，1～4カラムをブランクにする。
  - ⑬ タイトルカード（1枚目）。
    - 80字以内のコメントを書く。
  - ⑭ タイトルカード（2枚目）。
    - 80字以内のコメントを書く。
  - ⑮ マグネティックテープに入っている多数のケースのうちからコンターを描く必要のないケースを飛ばす時の指示。飛ばさない場合はブランクカードを，飛ばす場合は飛ばすケースの数1～3をカラムに入れる。
    - 以上の⑬～⑮のカードの組を処理するケースの数だけ並べる。
  - ⑯ JOB の終りを示すカード，1～3カラムに END と書く。

付録2 “WULFF” の主要サブルーチンのソースリスト  
Source list of main subroutines of the program “WULFF”

```

C PROGRAM MAIN(INPUT,OUTPUT,TAPE5=INPUT,TAPE6=OUTPUT,TAPE1,TAPE10)
COMMON/AAA/MESH,MM,FFF(110,110)
COMMON /DDD/ NZ(100),NA(50),NB(50),NC(50),NCUN,NCUMNT(10,5)
COMMON/FFF/IHW,IHE,IHNS,IHEW,IHSW,IHSE,IHNW,IHNE,IBLNK,MARK,
* IHS,IHN
COMMON/III/ NNN,ISW,JSW,KSW,LSW,MSW,NSW
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RL,DG,RAD,R,RU,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON/KKK/ IPL
COMMON/JJJ/ IND(20),JND(20),NLDC,NCA(100)
EQUIVALENCE (FFF(1,25),XX(1)) , (FFF(1,30),YY(1)) ,
* (FFF(1,35),ZZ(1)) , (FFF(1,40),AA(1)) ,
* (FFF(1,45),BB(1)) , (FFF(1,50),IDX(1))
DIMENSION XX(500),YY(500),ZZ(500),AA(500),BB(500),IWX(500)
DIMENSION KDX(500)
DIMENSION AN(500),BN(500),STR(500),DIP(500)
CALL PLUTS(0.,0.,10)
CALL PLOT(0.,2.,-3)
CALL FACTOR(0.1)
REWIND 1
CALL PRSET
NDC = 0
1 CONTINUE
NDC = NDC + 1
NNN = 0
READ(5,200) JND
FORMAT(20A4)
200 IF(JND(1),EW,IBLNK) GO TO 9999
DO 10 I=1,20
IND(I) = IBLNK
IF(JND(I),NE,IBLNK) IND(I) = JND(I)
JND(I) = IBLNK
10 CONTINUE
WRITE(6,1000)
WRITE(6,201) IND
201 FORMAT(1H ,20A4)
C
CALL INPT1(AA,BB,IDX,KDX,NNN,AN,BN,STR,DIP)
C
IF( LSW.EQ.1 ) GOTO 7
CALL PLOT(0.,100.,-3)
CALL FACTOR(0.05)
7 CONTINUE
C
CALL CONV4(AA,BB,XX,YY,ZZ,NNN)
CALL AVRG(XX,YY,ZZ,IDX,AN,EN,STR,DIP)
1000 FORMAT(1H1,////)
IF( ISW.EQ.0 ) GOTO 6
CALL CONV5(AA,BB,AN,BN,NNN)
C
IF( ISW.LT.0 ) GOTO 2
CALL INPT2
DO 5 I=1,NCUN
IF(NB(I) .NE. IBLNK ) GO TO 4
CALL LOCAL(AN,BN,I,IDX)
GO TO 5
4 CONTINUE
CALL PASTRS(AN,BN,XX,YY,ZZ,I,IDX)
C
5 CONTINUE
IF( JSW.EQ.0 ) GOTO 6
2 CONTINUE
CALL URUF(AN,BN,KDX,NDC)
IF( JSW.EQ.2 ) CALL POISSN
C
6 CALL FACTOR(0.1)
IF( LSW.EQ.1 ) CALL PLOT(0.,-100.,-3)
GOTO 1
9999 CONTINUE
REWIND 1
CALL PLUTE(' ')
STOP
END

SUBROUTINE INPT1(A,B,IDX,KDX,ND,AN,BN,STR,DIP)
STEREO-GRAPHIC PROJECTION ON WULF NET
COMMON /BBB/ RAMDA
COMMON /DDD/ NZ(100),NA(50),NB(50),NC(50),NCUN,NCUMNT(10,5)
COMMON/AAA/MESH,MM,FFF(110,110)
DIMENSION NU(110),NKUSU(110),NCASE(110),NSETS(110,20),NSETC(110)
EQUIVALENCE (FFF(1,1),ND(1)) ,(FFF(1,2),NKUSU(1)) ,
1 (FFF(1,3),NCASE(1)) ,(FFF(1,4),NSETC(1)) ,
2 (FFF(1,5),NSETS(1,1))
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RL,DG,RAD,R,RU,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON/FFF/IHW,IHE,IHNS,IHEW,IHSW,IHSE,IHNW,IHNE,IBLNK,MARK,
* IHS,IHN
COMMON /III/ NR,ISW,JSW,KSW,LSW,MSW,NSW
COMMON/JJJ/ IND(20),JND(20),NLDC,NCA(10)
DIMENSION AN(1),BN(1),STR(1),DIP(1)
DIMENSION A(1),B(1),DX(1),KDX(1)
INTEGER STD
INTEGER ST(10),DP(10),JDX(10),STR,DIP,AA(10),BB(10)
DIMENSION LDX(10)
200 FORMAT(20A4)
331 FORMAT(1H ,/(1H ,5(F5.1,' ',F4.1,2X),4X,5(F5.1,' ',F4.1,2X)))
201 FORMAT(1H ,20A4)
240 FORMAT(26I3)
241 FORMAT(1X,26I3)
1000 FORMAT(1H1,////)
1001 FORMAT(1H )
1002 FORMAT(1H0)
2001 FORMAT(2F10.0)
2002 FORMAT(1X,2F10.3)
2003 FORMAT(F3.0,A1)
2004 FORMAT(1X,F3.0,A1)
2006 FORMAT(6F12.0)
2010 FORMAT(2F12.0,11,F11.0,3F12.0)
C READ FLAG OF DATA TYPE
C CHF LTO.0 ---- DIP DIRECTION
C CHF EW 0.0 ---- POLE DIRECTION
C CHF GT 0.0 ---- STRIKE AND DIP DIRECTION
READ(5,200) JND
WRITE(6,201) JND
C
READ(5,2001) CHF ,RAMDA
IF( RAMDA.EQ.0. ) RAMDA = 90.
WRITE(6,2002) CHF,RAMDA
RAMDA = COS( RAMDA*RD )

```

```

C
C      READ TYPE OF EXECUTION
C
C      READ(5,240) ISW,JSW,KSW,LSW,MSW,NSW
C      WRITE(6,241) ISW,JSW,KSW,LSW,MSW,NSW
C
C      READ CORRECTION VALUE OF MAGNETIC DECLINATION
C
C      READ(5,2003) AD,STD
C      WRITE(6,2004) AD,STD
C
C      IF( KSW.EQ.0 )      GOTD 100
C
C      READ(5,290)      ((NCUMNT(I,J),I=1,10),J=1,KSW).
290  FORMAT(10A4)
C      WRITE(6,3500)      ((NCUMNT(I,J),I=1,10),J=1,KSW)
3500 FORMAT(/(1X,10A4))
100  CONTINUE
C
C      IF(CHF.GT.0.0) GO TO 5003
C
C      READ DIP DIRECTION OR POLE DIRECTION
C
C      NU(1)=1
C      DO 40 L=1,100
C      READ(5,240) NCASE(L),NKOSU(L),NSETC(L),(NSETS(L,I),I=1,20)
C      IF( NCASE(L).GE.999 ) GOTD 47
C      NCA(L) = NCASE(L)
C      NLDC = L
C      NO(L+1) = NU(L) + NKOSU(L)
C      NE=NO(L+1)-1
C      DO 45 M=1,20
C      READ(5,280) (LDX(J),JDX(J),AA(J),BB(J),J=1,8)
280  FORMAT(8(A1,A2,1X,2I3))
C      DO 45 J=1,8
C      IF(JDX(J).EQ.0.AND.AA(J).EQ.0.AND.BB(J).EQ.0) GO TO 46
C      ND=ND+1
C      A(ND)=AA(J)
C      B(ND)=BB(J)
C      IDX(ND)=JDX(J)
C      KDX(ND) = LDX(J)
C      46 CONTINUE
C      IF(ND.GE.NE) GO TO 40
C      45 CONTINUE
C      40 CONTINUE
C      47 CONTINUE
C
C      IF(CHF.EQ.0.0) GO TO 5002
C
C      5001 CONTINUE
C
C      DIP DIRECTION
C
C      WRITE(6,3001) ND
C      3001 FORMAT(1H1,'INPUT VALUE OF DIP DIRECTION',10X,'ND. OF POINTS =',
C      * 14)
C      CALL PRINT(ND,A,B,STR,DIP,0)
C
C      FROM DIP DIRECTION TO POLE DIRECTION
C
C      CALL CONV3(A,B,ND)
C
C      FROM POLED VALUE TO STRIKE DIP
C
C      CALL CONV1(A,B,AN,BN,STR,DIP,ND)
C
C      48 CONTINUE
C
C      GO TO 5005
C

```

```

5002 CONTINUE
C
C      POLE DIRECTION
C
C      WRITE(6,3002)
C      3002 FORMAT(1H1,'INPUT VALUE OF POLE DIRECTION ',10X,'ND. OF POINTS =',
C      * 14)
C      CALL PRINT(ND,A,B,STR,DIP,0)
C
C      FROM POLED VALUE TO STRIKE DIP
C
C      DO 50 N=1,NU
C      AN(N) = A(N)
C      BN(N) = B(N)
C      CALL CONV1(A,B,AN,BN,STR,DIP,ND)
C
C      50 CONTINUE
C
C      GOTD 5005
C
C      5003 CONTINUE
C
C      STRIKE AND DIP DIRECTION
C
C      NU(1) = 1
C      DO 24 L=1,100
C      READ(5,240) NCASE(L),NKOSU(L),NSETC(L),(NSETS(L,I),I=1,20)
C      IF( NCASE(L).GE.999 ) GOTD 27
C      NCA(L) = NCASE(L)
C      NLDC = L
C      NO(L+1) = NU(L) + NKOSU(L)
C      NE = NO(L+1) - 1
C      DO 25 M=1,20
C      READ(5,250) (LDX(J),JDX(J),AA(J),ST(J),BB(J),DP(J),J=1,8)
250  FORMAT(8(A1,A2,1X,I2,A1,I2,A1))
C      DO 25 J=1,8
C      IF(DP(J).EQ.1&BLNK.AND.ST(J).EQ.1&BLNK) GO TO 26
C      ND=ND+1
C      AN(ND) = AA(J)
C      BN(ND) = BB(J)
C      STR(ND)=ST(J)
C      DIP(ND)=DP(J)
C      IDX(ND) = JDX(J)
C      KDX(ND) = LDX(J)
C      26 CONTINUE
C      IF(ND.GE.NE) GO TO 24
C
C      25 CONTINUE
C      24 CONTINUE
C      27 CONTINUE
C
C      WRITE(6,3003) ND
C      3003 FORMAT(1H1,'INPUT VALUE OF STRIKE AND DIP DIRECTION ',10X,'ND. OF
C      *POINTS =',14)
C
C      CALL PRINT(ND,AN,BN,STR,DIP,1)
C
C      FROM STRIKE AND DIP DIRECTION TO POLE DIRECTION

```

```

C
  CALL CONV2(AN,BN,STR,DIP,A,B,ND)
5005 CONTINUE
C
C
C
C
  WRITE(6,3100)
3100 FORMAT(1H,'MEASURED VALUE ( STRIKE AND DIP DIRECTION ) ' )
  CALL PRINT(ND,AN,BN,STR,DIP,1)
C
C
  COLLECTION OF DECLINATION OF PULED VALUE AND STRIKE DIP
  DIRECTION
C
  IF(AD.E0.0.0) GO TO 80
C
  IF(STD.E0.IHW) AD = -AD
  DO 70 I=1,ND
  A(I) = A(I) + AD
  IF( A(I).LT.0. ) A(I) = A(I) + 360.
  IF( A(I).GT.360. ) A(I) = A(I) - 360.
70 CONTINUE
  CALL CONV1(A,B,AN,BN,STR,DIP,ND)
80 CONTINUE
  WRITE(6,3200) AD,STD
3200 FORMAT(1H,'CORRECTED PULES VALUE DECLINATION =',F5.1,A2)
C
  CALL PRINT(ND,A,B,STR,DIP,0)
C
  WRITE(6,3300) ND
3300 FORMAT(1H,'PROTTING DATA   ND. OF POINTS=',I4)
C
  CALL PRINT(ND,AN,BN,STR,DIP,1)
  CALL CONV1(A,B,AN,BN,STR,DIP,ND)
C
C
  RETURN
  END

```

```

SUBROUTINE AVRGE(X,Y,Z,IDX,AN,BN,STR,DIP)
COMMON/III/ NNN,ISW,JSW,KSW,LSW,MSW,NSW
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RL,DG,RAD,R,RU,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON/AAA/MESH,MM,FFF(110,110)
COMMON/DDD/ NZ(100),NA(50),NB(50),NC(50),NCON,NCUMNT(10,5)
COMMON/FFF/IHW,IHE,IHNS,IHEW,IHSW,IHSE,IHNW,IHNE,IBLNK,MARK
*
  ,IHS,IHN
COMMON/JJJ/ IND(20),JND(20),NLDC,NCA(100)
DIMENSION AN(1),BN(1),STR(1),DIP(1)
DIMENSION X(1),Y(1),Z(1),IDX(1)
INTEGER STR,DIP,STRR,DIPP
DIMENSION NU(110),NKOSU(110),NCASE(110),NSETS(110,20),NSETC(110)
EQUIVALENCE (FFF(1,1),NU(1)),(FFF(1,2),NKOSU(1)),
1 (FFF(1,3),NCASE(1)),(FFF(1,4),NSETC(1)),
2 (FFF(1,5),NSETS(1,1))
DIMENSION NY(10),ANGF(500)
EQUIVALENCE (FFF(1,55),ANGF(1))
DATA NY/1H0,1H1,1H2,1H3,1H4,1H5,1H6,1H7,1H8,1H9/
DATA IZERO/2H 0/
NCOUNT = 0
WRITE(6,1000) IND,JND,NNN
DO 10 I = 1,NLDC
C ... CASE OF LUCALITY
C
  NCOUNT = NCOUNT + 1
  KLDC = NCASE(I)
  J1 = NU(I)
  NN = NKOSU(I)
  NS = NSETC(I)
C
  JS = J1
C
  DO 11 J = 1,NS
C ... CASE OF SET
C
  JC = IDX(JS)
  NK = NSETS(1,J)
C
  J3 = JS
  J4 = JS + NK - 1
  AAA = 100.
  BBB = 100.
  IF(NK.E0.0) J4 = JS + NN - 1
  IF(NK.E0.0) GO TO 13
  L = 0
C
  DO 12 K = J3,J4
C ... NU OF EACH SET
  L = L + 1
C
  IF ( JC . E0 . IDX(K) ) GO TO 12
C
C
  L = L - 1
  CALL ANGL(X(JS),Y(JS),Z(JS),L,AAA,BBB)
C

```

```

C      IF(BBB.E0.100.)  GU TO 13
      CALL CONV4(AAA,BBB,AX,AY,AZ,1)
      CALL CUL1S(X(JS),Y(JS),Z(JS),L,AX,AY,AZ,ANGF(JS),SDEV,DEF,NSP,
      .      MSP,NK)
C
C      CALL CONV1(AAA,BBB,AAA,BBB,STRR,DIPP,1)
C ...  FRUM POLE TO STR/DIP
      GU TO 13
C
C      12 CONTINUE
      CALL ANGL(X(JS),Y(JS),Z(JS),L,AAA,BBB)
      IF(BBB.E0.100.)  GU TO 13
      CALL CONV4(AAA,BBB,AX,AY,AZ,1)
      CALL CUL1S(X(JS),Y(JS),Z(JS),L,AX,AY,AZ,ANGF(JS),SDEV,DEF,NSP,
      .      MSP,NK)
C
C      CALL CONV1(AAA,BBB,AAA,BBB,STRR,DIPP,1)
C
C      13 CONTINUE
      NCUUNT = NCUUNT + 1
      IF(NCUNT.LE.50)  GU TO 14
      NCUUNT = 0
      WRITE(6,1000)  IND,JND,NNN
      WRITE(6,2000)
C      14 CONTINUE
      IAN = AN(JS) + 0.5
      IBN = BN(JS) + 0.5
      IAA = AAA + 0.5
      IBB = BBB + 0.5
      JAN = IBLNK
      JBN = IZERU
      JAA = IBLNK
      JBB = IZERU
      JST = IHN
      JST = IHN
      LKK = IBLNK
      MKK = IBLNK
      NKK = IBLNK
      IF(J.NE.1)  GU TO 530
      ILUC = KLUC
      LLUC = ILUC/100
      ILUC = ILUC - LLUC * 100
      MLUC = ILUC / 10
      ILUC = ILUC - MLUC * 10
      JLUC=ILUC
      LLUC = LLUC + 1
      MLUC = MLUC + 1
      JLUC=JLUC+1
      LKK = IBLNK
      IF(LLUC.E0.1)  GU TO 530
      LKK = NY(LLUC)
      MKK = NY(MLUC)
      NKK = NY(JLUC)
      GU TO 530
C      530 CONTINUE
      MKK = IBLNK

```

```

      IF(MLUC.E0.1)  GU TO 540
      MKK = NY(MLUC)
      NKK = NY(JLUC)
      GU TO 530
C      540 CONTINUE
      NKK = IBLNK
      IF(JLUC.NE.1)  NKK = NY(JLUC)
C      550 CONTINUE
C
      IF(IAN.NE.0.AND.IAN.NE.90)  JAN = NZ(IAN)
      JBN = IZERU
      IF(IBN.NE.0)  JBN = NZ(IBN)
C      50 CONTINUE
      IF(IAA.NE.0.AND.IAA.NE.90)  JAA = NZ(IAA)
      JBB = IZERU
      IF(IBB.NE.0)  JBB = NZ(IBB)
C      60 CONTINUE
      IF(STR(JS).E0.IHNS)  STR(JS) = IHS
      IF(STR(JS).NE.IHEW)  GU TO 70
      IST = IHE
      STR(JS) = IHW
C      70 CONTINUE
      IF(STRR.E0.IHNS)  STRR = IHS
      IF(STRR.NE.IHEW)  GU TO 80
      JST = IHE
      STRR = IHW
C      80 CONTINUE
      IF(J.E0.1)  WRITE(6,2000)
C      2000 FORMAT(1H )
      IF(IBB.E0.100)  GU TO 90
      WRITE(6,2003)  LKK,MKK,NKK,IDX(JS),IST,JAN,STR(JS),JBN,DIP(JS),
      +  JST,JAA,STRR,JBB,DIPP,ANGF(JS),SDEV,DEF,NSP,MSP
C      2003 FORMAT(2X,3A1,2X,A3,2X,A1,A2,A1,5X,A2,A2,6X,A1,A2,A1,3X,A2,A2,
      +  10X,F8.1,5X, F7.1 , 5X,F7.1,1H(,12,1H-,12,1H) )
      GU TO 19
C
C      90 CONTINUE
      WRITE(6,2005)  LKK,MKK,NKK,IDX(JS),IST,JAN,STR(JS),JBN,DIP(JS)
C      2005 FORMAT(2X,3A1,2X,A3,2X,A1,A2,A1,5X,A2,A2,4X,16H  NOT CALCULATED )
C      23 CONTINUE
C      1000 FORMAT(1H1,///,10X,20A4//10X,20A4//20X,15HNUMBER OF DATA ,13//
      * 1X,' LUC', ' SET ', ' STR ', ' DIP ', ' AVE(STR , DIP)',
      1 ' DEV.FRUM.AVE S.DEV MAX.DEF ' )
C      1002 FORMAT(7X,A3,' N',12,A2,4X,12,A2,4X,' N',12,A2,2X,12,A2)
C      1003 FURMAT(/ 15,2X,A3,' N',12,A2,4X,12,A2,4X,' N',12,A2,2X,12,A2)
C      1004 FORMAT(7X,A3,' N',12,A2,4X,12,A2)
C      1005 FORMAT(15,2X,A3,' N',12,A2,4X,12,A2,4X,' NOT CALCULATED' )
C      1006 FURMAT( 7X,A3,' N',12,A2,4X,12,A2,4X,' NOT CALCULATED' )
C
C      19 CONTINUE
      J3 = J3 + 1
C
C      IF( J4.LT.J3 )  GDTU 17
C
C      DO 15 K=J3,J4
C
C      NCUUNT = NCUUNT + 1
      IF(NCUNT.LE.50)  GU TO 16

```

```

NCCOUNT = 0
WRITE(6,1000) IND,JND,NNN
WRITE(6,2000)
16 CONTINUE
C
IAN = AN(K) + 0.5
IBN = BN(K) + 0.5
JAN = IBLNK
JBN = IBLNK
IST = IHN
IF(IAN.EQ.0.OR.IAN.EQ.90) GO TO 150
JAN = NZ(IAN)
150 CONTINUE
JBN = IZERO
IF(IBN.EQ.0) GO TO 155
JBN = NZ(IBN)
155 CONTINUE
IF(STR(K).EQ.IHNS) STR(K) = IHS
IF(STR(K).NE.IHEW) GO TO 160
IST = IHE
STR(K) = IHw
160 CONTINUE
IF(BBB.EQ.100.) GOTO 165
WRITE(6,2004) IDX(K),IST,JAN,STR(K),JBN,DIP(K),ANGF(K)
2004 FORMAT(7X,A3,2X,A1,A2,A1,5X,A2,A2,27X,F8.1)
GOTO 170
165 WRITE(6,2006) IDX(K),IST,JAN,STR(K),JBN,DIP(K)
2006 FORMAT(7X,A3,2X,A1,A2,A1,5X,A2,A2)
170 CONTINUE
C
15 CONTINUE
C
17 CONTINUE
C
JS = JS + NK
C
11 CONTINUE
10 CONTINUE
RETURN
C
END

```

```

SUBROUTINE ANGL(EL,EM,EN,N,A,B)
COMMON /BBB/ RAMDA
COMMON/EEE/ PI,PI2,PI4,PD,RD,DG,RAD,R,RO,RANG,ALPHA,SIZE
DIMENSION EL(1),EM(1),EN(1)
ELL = 0.
EMM = 0.
ENN = 0.
DO 10 I=1,N
C
COSH = EL(I)*EL(1) + EM(I)*EM(1) + EN(I)*EN(1)
IF(COSH.GE.0.0) GO TO 20
C
EL(I) = -EL(I)
EM(I) = -EM(I)
EN(I) = -EN(I)
20 CONTINUE
C
ELL = ELL + EL(I)
EMM = EMM + EM(I)
ENN = ENN + EN(I)
C
10 CONTINUE
C
IF(N.EQ.1) GOTO 51
N1 = N - 1
DO 50 I = 1,N1
XL = EL(I)
XM = EM(I)
XN = EN(I)
C
J = I + 1
DO 60 K=J,N
XCOS = XL*EL(K) + XM*EM(K) + XN*EN(K)
XCOS = ABS(XCOS)
IF(XCOS.LT.RAMDA) GOTO 70
60 CONTINUE
50 CONTINUE
51 CONTINUE
EEE = SQRT(ELL*ELL + EMM*EMM + ENN*ENN)
C
ELL=ELL/EEE
EMM=EMM/EEE
ENN=ENN/EEE
IF(ENN.LE.0.0) GO TO 40
ELL=-ELL
EMM=-EMM
ENN=-ENN
40 CONTINUE
A=ATAN2(ELL,EMM)
B=ASIN(-ENN)
PII2 = 2. * PI
IF(A.LT.0.) A = A + PII2
IF(B.GE.0.) GO TO 30
B = -B
A = A - PI
IF(A.LT.0.) A = A + PII2
30 CONTINUE
A = A * DG
B = B * DG
RETURN
70 CONTINUE
A = 360.
B = 100.
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE PRINC(AL,AM,AN,BL,BM,BN)
COMMON /HHH/ COS2H,AX,AY,AZ,BX,BY,BZ
COMMON /SLIP/ XW1,YW1,P1X,P1Y,XW2,YW2,P2X,P2Y
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RU,DG,RAD,R,RU,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON/JJJ/ IND(20),JND(20),NLOC,NCA(100)
C
CALL CONJG(AL,AM,AN,BL,BM,BN,YL,YM,YN)
C
CALL CONJG(AL,AM,AN,YL,YM,YN,TL,TM,TN)
C
CALL CONJG(BL,BM,BN,YL,YM,YN,UL,UM,UN)
C
CALL CONV6(TL,TM,TN,P1X,P1Y,1)
CALL CONV5(P1X,P1Y,XW1,YW1,1)
CALL CONV6(UL,UM,UN,P2X,P2Y,1)
CALL CONV5(P2X,P2Y,XW2,YW2,1)
C
TU = TL*UL + TM*UM + TN*UN
T2 = SQRT(TL*TL + TM*TM + TN*TN)
U2 = SQRT(UL*UL + UM*UM + UN*UN)
COS2H = TU / T2 / U2
IF(COS2H.GT.P12) COS2H = COS2H - P12
C
TUL = TL + UL
TUM = TM + UM
TUN = TN + UN
C
TUL2 = TUL * TUL
TUM2 = TUM * TUM
TUN2 = TUN * TUN
C
HHH = TUL2 + TUM2 + TUN2
XL = SQRT(TUL2/HHH)
XM = SQRT(TUM2/HHH)
XN = -SQRT(TUN2/HHH)
C
CCL = TUL / TUN
CCM = TUM / TUN
IF(CCL.GT.0.0) XL = -XL
IF(CCM.GT.0.0) XM = -XM
CALL CONJG(XL,XM,XN,YL,YM,YN,ZL,ZM,ZN)
C
IF(COS2H.GT.0.0) GO TO 40
#L=XL
#M=XM
#N=XN
XL=ZL
XM=ZM
XN=ZN
ZL=#L
ZM=#M
ZN=#N
40 CONTINUE
C
AX=ATAN2(XL,XM)

```

```

BX = ASIN(-XN)
AY=ATAN2(YL,YM)
BY = ASIN(-YN)
AZ=ATAN2(ZL,ZM)
BZ = ASIN(-ZN)
PII2 = 2.*PI
IF(AX.LT.0.) AX = AX + PII2
IF(AY.LT.0.) AY = AY + PII2
IF(AZ.LT.0.) AZ = AZ + PII2
IF(BX.GE.0.) GO TO 10
BX = -BX
AX = AX - PI
IF(AX.LT.0.) AX = AX + PII2
10 CONTINUE
IF(BY.GE.0.) GO TO 20
BY = -BY
AY = AY - PI
IF(AY.LT.0.) AY = AY + PII2
20 CONTINUE
IF(BZ.GE.0.) GO TO 30
BZ = -BZ
AZ = AZ - PI
IF(AZ.LT.0.) AZ = AZ + PII2
30 CONTINUE
AX = AX * DG
AY = AY * DG
AZ = AZ * DG
BX = BX * DG
BY = BY * DG
BZ = BZ * DG
C
RETURN
END
C
SUBROUTINE CONJG(AL,AM,AN,BL,BM,BN,CL,CM,CN)
C
CL = AM*BN - AN*BM
CM = AN*BL - AL*BN
CN = AL*BM - AM*BL
C
CCC = SQRT(CL*CL + CM*CM + CN*CN)
C
CL = CL / CCC
CM = CM / CCC
CN = CN / CCC
IF(CN.LT.0.0) GO TO 10
CL = -CL
CM = -CM
CN = -CN
10 CONTINUE
C
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE TRANR(X,Y,A,B,F)
COMMON/III/ NNN,ISW,JSW,KSU,LSW,MSW,NSW
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RD,DG,RAD,R,RO,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON /GGG/ MX,MY,H,TH,PTAN,@TAN
DIMENSION X(1),Y(1)
K1 = 0
K2 = 0
H = SQRT(A*A + B*B)
IF(H.GT.101,0) RETURN
TH = ATAN2(H,R)
THP1 = TH - ALPHA
TH01 = TH + ALPHA
IF(H.EQ.0,0) GO TO 35
XVEC1 = A / H
YVEC1 = B / H
C
IF(THP1 .GT. P14) GO TO 40
C
IF(TH01 .LT. P14) GO TO 30
C
THP2 = P12 - TH01
TH02 = P12 - THP1
XVEC2 = -XVEC1
YVEC2 = -YVEC1
C
CALL CIRCX(THP2,TH02,XVEC2,YVEC2,BX,BY,RRR)
CALL COUNT(X,Y,BX,BY,RRR,K2)
C
30 CONTINUE
CALL CIRCX(THP1,TH01,XVEC1,YVEC1,AX,AY,RRR)
C
GO TO 36
35 CONTINUE
AX = 0,0
AY = 0,0
RRR = R * TH01
RRR = RRR * RRR
36 CONTINUE
CALL COUNT(X,Y,AX,AY,RRR,K1)
C
F = K1 + K2
F = F / FLUAT(NNN)*100.
40 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE CIRCX( THETAP,THETA0,XVEC,YVEC,CX,CY,RANGE)
COMMON/III/ NNN,ISW,JSW,KSU,LSW,MSW,NSW
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RD,DG,RAD,R,RO,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON /GGG/ MX,MY,H,TH,PTAN,@TAN
C
COSP = COS(THETAP)
COS0 = COS(THETA0)
SINP = SIN(THETAP)
SIN0 = SIN(THETA0)
IF(COSP.NE.0,0) GO TO 10
PTAN = 0,0
GO TO 20
10 CONTINUE
PTAN = R * SINP / COSP
20 CONTINUE
IF(COS0.NE.0,0) GO TO 30
@TAN = 0,0
GO TO 40
30 CONTINUE
@TAN = R * SIN0 / COS0
40 CONTINUE
C
PX = PTAN * XVEC
PY = PTAN * YVEC
C
@X = @TAN * XVEC
@Y = @TAN * YVEC
C
P@X = 0,5 * (PX-@X)
P@Y = 0,5 * (PY-@Y)
RANGE = P@X * P@X + P@Y * P@Y
CX = 0,5 * (PX + @X)
CY = 0,5 * (PY + @Y)
C
RETURN
END
SUBROUTINE COUNT(XX,YY,GX,GY,RRR,K)
COMMON/III/ NNN,ISW,JSW,KSU,LSW,MSW,NSW
COMMON/EEE/ P1,P12,P14,PD,RD,DG,RAD,R,RO,RANG,ALPHA,SIZE
COMMON /GGG/ MX,MY,H,TH,PTAN,@TAN
DIMENSION XX(1),YY(1)
C
K = 0
DO 10 I=1,NNN
XI = XX(I) - GX
YI = YY(I) - GY
RLENG = XI * XI + YI * YI
IF(RLENG.GT.RRR) GO TO 20
K = K + 1
20 CONTINUE
10 CONTINUE
RETURN
END

```