

土 木 研 究 所 資 料

Hovland 法による

地すべり三次元安定解析手法

昭和60年11月

建設省土木研究所
砂防部地すべり研究室

「Copyright © (1985) by P. W. R. 1

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. 1

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

Hovland 法による 地すべり三次元安定解析手法

地すべり研究室長 中 村 浩 之
中 嶋 茂
新潟試験所長 吉 松 弘 行

要 旨

Jhon-Hovland によって紹介されている地すべり三次元斜面安定解析手法を基に開発したプログラムを用いての計算実施例や Hovland 法の理論について紹介したものである。

Hovland 法は、現在地すべり解析に広く用いられている二次元簡便法を三次元に拡張したものであり、二次元解析ではスライスにより計算されるのに対し、三次元解析では要素柱によって計算される。また、プログラムは、Hovland 法に多少改良を加えており、原文では四角柱により計算されるのに対し、プログラムでは三角柱により計算される。また、地震力等の外力についても考慮できるようになっている。

キーワード；

地すべり，斜面，安定解析，土質力学，斜面安定，安全率

まえがき

地すべり現象は三次元的な土塊の移動現象であり、立体的な動きをするものであるが、実用上一般に広く利用されている地すべりの斜面安定解析は平面的な解析、言い換えると二次元断面による解析がほとんどである。地すべりは、いくつかの移動ブロックより構成される場合が多く各移動ブロックは異なった動きをなし、二次元解析のように移動方向を全土塊において一方向に規定するのは不十分であり、また断面の設定の仕方によっては安全率に大きな差が生じる等の問題がある。そこで地すべり現象を的確に表現するために三次元による斜面安定解析が必要となる場合が生じる。

ここでは、Jhon-Hovland により紹介されている三次元斜面安定解析手法を基に開発したプログラムを用いての解析結果や Hovland 法の理論について紹介する。なお、本プログラムにおいては、Hovland による原著に多少の改良を加えて、プログラムを使用する場合により便利なものとしている。

最後に、プログラム作成において御協力願いました国際航業株式会社ならびに中央開発株式会社の諸氏には心から御礼申し上げる始第であります。

昭和60年11月

地すべり研究室長	中 村 浩 之
	中 嶋 茂
新潟試験所長	吉 松 弘 行

目 次

1. 計算理論	1
2. 計算手法	3
2.1 計算式の変形	3
2.2 要素柱の計算	4
2.3 方向余弦の計算	6
2.4 滑動力, 抵抗力の計算	8
2.5 安全率の計算	8
2.6 外力作用時の安全率の計算	9
2.6.1 外力が要素柱の滑動を助長する場合	9
2.6.2 外力が要素柱の滑動を抑制する場合	10
3. 計算プログラムの説明	11
4. 解析結果	30

1 計算理論

一般に二次元斜面安定解析では、Janbu 法 Morgenstern-Price 法に代表されるように、内部応力を考慮した極限平衡理論に基づいて解析を実施している。しかし、この理論を三次元安定解析に適用し内部応力を考えようとする、未知数の数が非常に多くなり現在の段階では静定化が非常に難しい状態である。そこで Hovland は二次元簡便法と二次元厳密解法とを比較した結果から見ると安全率にあまり差がないことから内部応力を無視して三次元安定解析を進めている。従って安定解析の手法としては、基本的には簡便法と同様のものであって通常の二次元簡便法を三次元に拡張したものである。

二次元安定解析における断面を図-1に示す。断面を図に示すようなX-Zの二次元座標系によって与えられ、一般に二次元簡便法の安全率は次式で表わされる。

$$F_2 = \frac{\sum \{ c' \ell + (W_2 \cos \alpha) \tan \phi' \}}{\sum (W_2 \sin \alpha)} \quad (1)$$

それぞれの記号については以下に示す通りである。

- F_2 : 二次元安定解析による安全率
- W_2 : 二次元断面におけるスライス重量
- ℓ : スライスのすべり面長
- α : すべり面の傾斜角
- c' : すべり面における土の粘着力
- ϕ' : すべり面における土の内部摩擦角

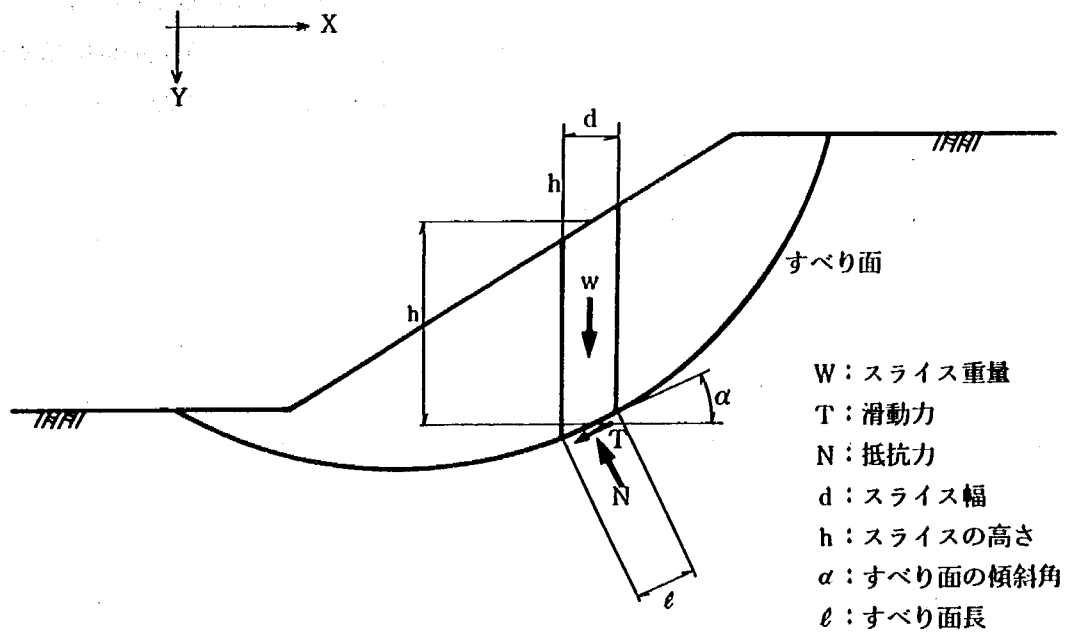


図-1 二次元安定解析断面

一方、三次元安定解析断面は図-2に示すようなX-Y-Z座標によって表わされる断面である。これは図-1に示した二次元断面に幅を考慮したものであり実際の地すべり形状を表わすものである。

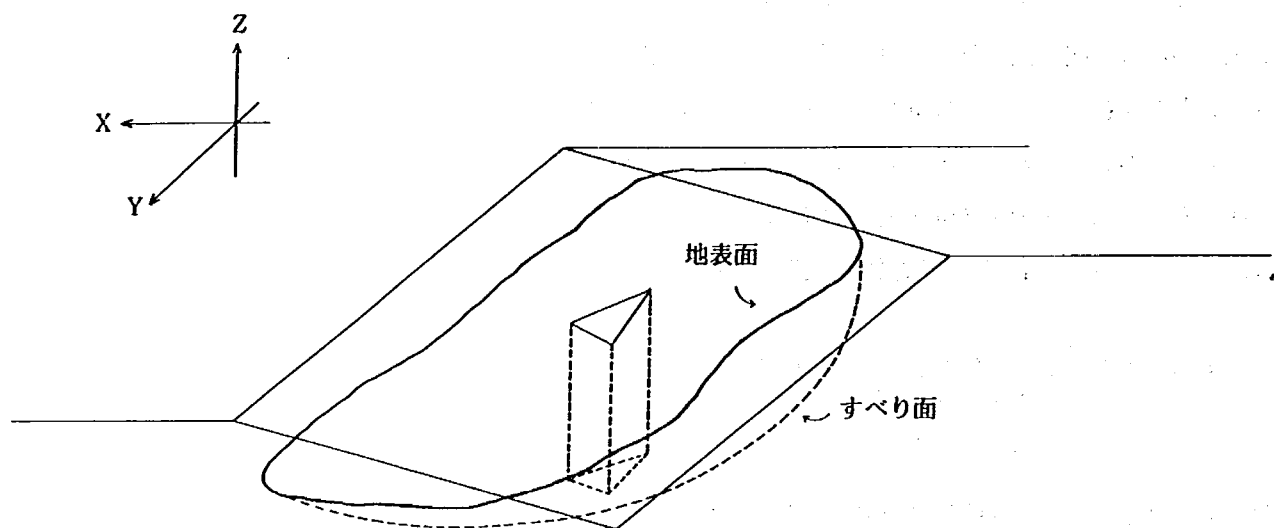


図-2 三次元安定解析断面

また、安全率の考え方も二次元解析では単位幅当りに対して計算されるのに対し、三次元解析では幅の形状が任意に与えられるため計算がやや複雑となる。そこで二次元解析を三次元解析に適用する際には以下の点について注意する必要がある。

まず1番目として、二次元解析では粘着力がスライスのすべり面長に対して働くのに対し、三次元解析ではすべり面全体すなわちすべり面の面積に対して影響する。2番目として、二次元解析ではすべり方向があらかじめ一方向に規定されているのに対し、三次元解析では各要素毎にすべる方向が変わってくる。

従って三次元安定解析における安全率は以下に示す通りである。

$$F_3 = \frac{\sum \{ c' Ab + (W_3 \cos DIP) \tan \phi' \}}{\sum (W_3 \sin DIP)} \quad (2)$$

それぞれの記号は以下に示す通りである。

- F_3 : 三次元安定解析による安全率
- W_3 : 要素柱重量
- Ab : すべり面の面積
- DIP : 要素柱の傾斜角
- c' : すべり面における土の粘着力
- ϕ' : すべり面における土の内部摩擦角

2. 計算手法

実際の計算はプログラムにより行うもので、地下水や外力についても与えられるようにしてある。また、Hovland の原文においては要素柱の形状を四角柱にして計算を行っているが、ここではデータの作成上都合がよいので三角柱により計算を行っている。

2.1 計算式の変形

実際の計算はX、Y方向のベクトルを考えて計算する為、(2)式は地下水を考慮して以下に示す式に置換えられる。

$$F_3 = \frac{\sqrt{[\Sigma A]^2 + [\Sigma B]^2}}{\sqrt{[\Sigma C]^2 + [\Sigma D]^2}} \quad (3)$$

ここで、A、B、C、Dは以下の通りである。

$$A = \cos \theta_1 \{ c' Ab + (W_3 \cos \text{DIP} - hAs) \tan \phi' \} \quad (4)$$

$$B = \cos \theta_2 \{ c' Ab + (W_3 \cos \text{DIP} - hAs) \tan \phi' \} \quad (5)$$

$$C = \cos \theta_1 (W_3 \sin \text{DIP}) \quad (6)$$

$$D = \cos \theta_2 (W_3 \sin \text{DIP}) \quad (7)$$

ここで、

$\cos \theta_1$: 要素柱のすべり方向のX軸に関する方向余弦

$\cos \theta_2$: 要素柱のすべり方向のY軸に関する方向余弦

h : 要素柱内の地下水位のすべり面からの平均高さ

As : すべり面三角形の正射影の面積

であり、その他の記号については(2)式と同様のものである。

2.2 要素柱の計算

三次元安定解析における要素柱を図-3に示す。図中の記号については以下に示す通りである。

S_1, S_2, S_3 : すべり面三角形の正射影の各辺の長さ

SS_1, SS_2, SS_3 : すべり面三角形の各辺の長さ

A_s : すべり面三角形の正射影の面積

Ab : 三角柱の平均高さ

WW : 地下水位の平均高さ

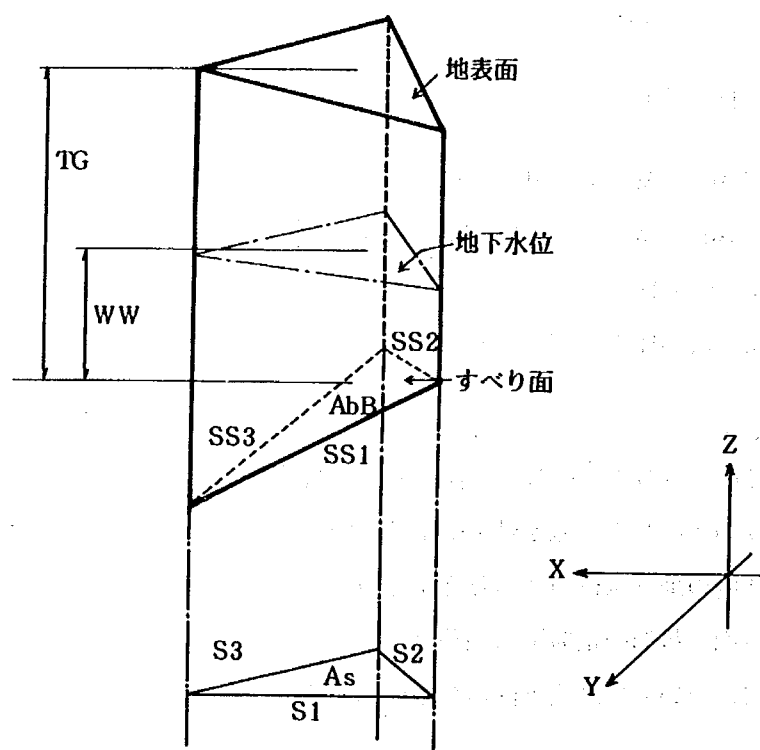


図-3 三次元安定解析の要素柱

$s_1, s_2, s_3, ss_1, ss_2, ss_3$ については、三角柱の各点の座標を図-4に示すようにすると次式のようなになる。

$$\left. \begin{aligned} s_1 &= \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \\ s_2 &= \sqrt{(X_2 - X_3)^2 + (Y_2 - Y_3)^2} \\ s_3 &= \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2} \\ ss_1 &= \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} \\ ss_2 &= \sqrt{(X_2 - X_3)^2 + (Y_2 - Y_3)^2 + (Z_2 - Z_3)^2} \\ ss_3 &= \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2 + (Z_3 - Z_1)^2} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

また、 As, Ab についてはヘロンの公式より以下の通りである。

$$\left. \begin{aligned} As &= s(s - s_1)(s - s_2)(s - s_3) \\ s &= \frac{1}{2}(s_1 + s_2 + s_3) \\ Ab &= ss(ss - ss_1)(ss - ss_2)(ss - ss_3) \\ ss &= \frac{1}{2}(ss_1 + ss_2 + ss_3) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

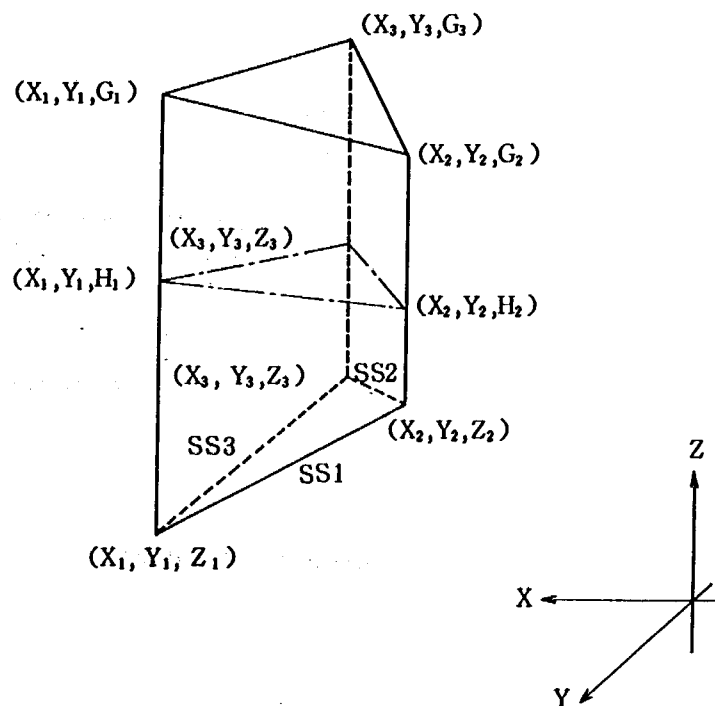


図-4 三角柱の形状

TG, WW については、三角柱において各平均の高さを求めることにより計算される。従って、

$$TG = \frac{1}{3} \{ (G_1 - Z_1) + (G_2 - Z_2) + (G_3 - Z_3) \} \quad (10)$$

$$WW = \frac{1}{3} \{ (H_1 - Z_1) + (H_2 - Z_2) + (H_3 - Z_3) \} \quad (11)$$

である。

2.3 方向余弦の計算

要素柱のすべり方向を規定する為、以下に示す計算を実施する。

図-5に三角柱のすべり面三角形を示す。図よりベクトル $\overrightarrow{BA}$, $\overrightarrow{BC}$ の方向比を求めると、

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= X_3 - X_2, & V_1 &= X_1 - X_2 \\ U_2 &= Y_3 - Y_2, & V_2 &= Y_1 - Y_2 \\ U_3 &= Z_3 - Z_2, & V_3 &= Z_1 - Z_2 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

となる。ここで、ベクトル $\overrightarrow{BC} = \mathbf{a}$, ベクトル $\overrightarrow{BA} = \mathbf{b}$ において2つのベクトル $\mathbf{a}(U_1, U_2, U_3)$, $\mathbf{b}(V_1, V_2, V_3)$ の外積を求めると次のよう なる。

$$\overrightarrow{\mathbf{a} \times \mathbf{b}} = [U_2 V_3 - U_3 V_2, U_3 V_1 - U_1 V_3, U_1 V_2 - U_2 V_1] \quad (13)$$

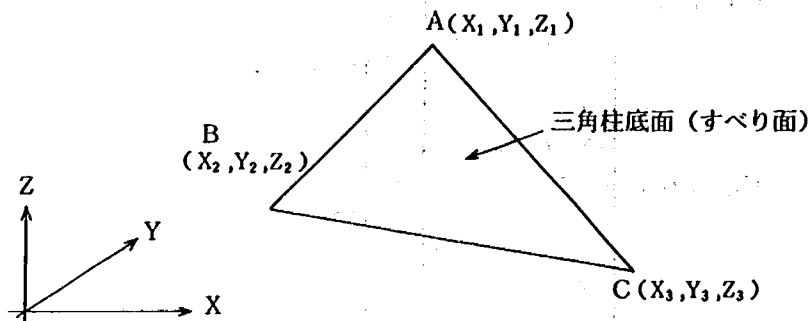


図-5 三角柱底面 (すべり面)

この $a \times b$ は、図-6 に示されるように ABC 面に対し点 B から垂直方向のベクトル $\overrightarrow{BD}$ で表わされる。このベクトル $\overrightarrow{BD}$ を X-Y 平面に投影することによりすべり面 ABC のすべり方向が規定される。

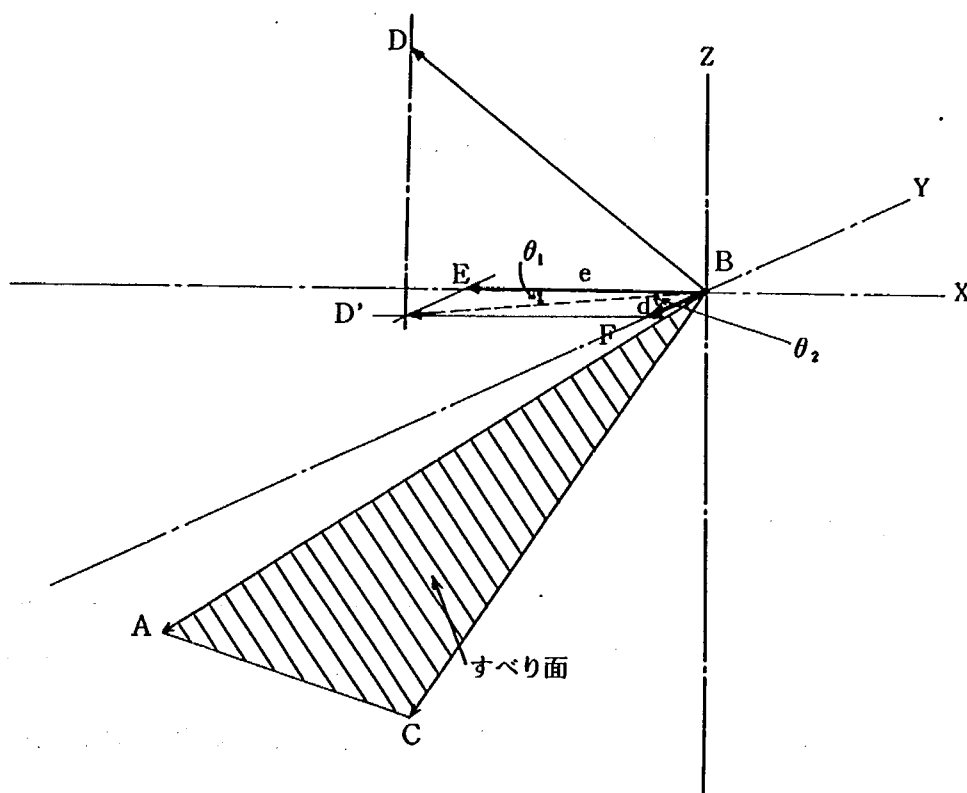


図-6 すべり面の方向規定

投影されたベクトル $\overrightarrow{BD}$ を図化すると図-7 に示すようになる。この図から X 軸に関する方向余弦を E_1 、Y 軸に関する方向余弦を E_2 とすると、 E_1 、 E_2 はそれぞれ次のようにして求める。

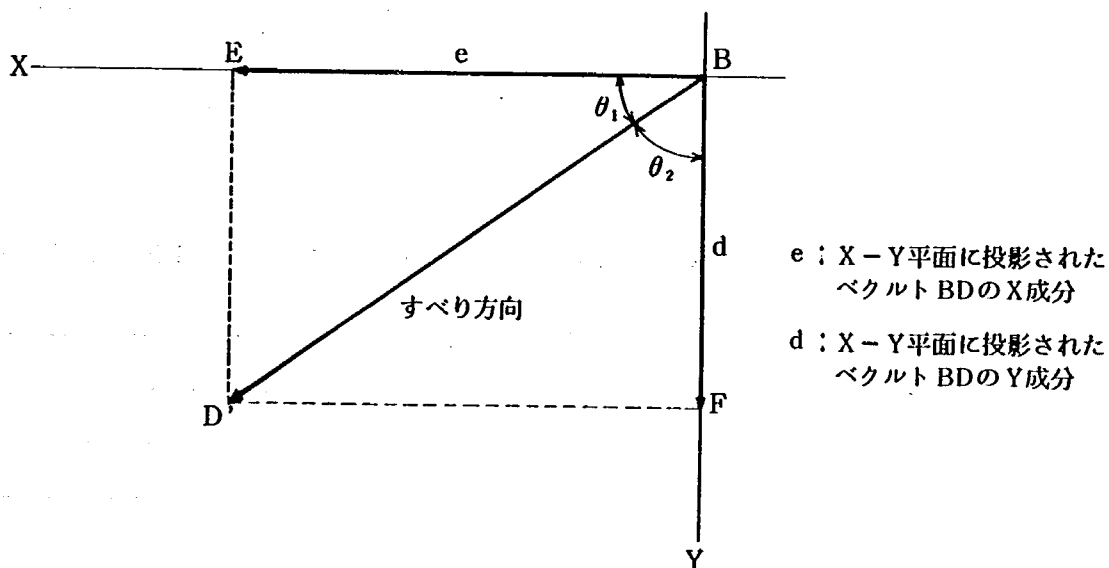


図-7 ベクトル $\overrightarrow{BD}$ の X-Y 平面への投影図

$$E_1 = \frac{e}{\sqrt{e^2 + d^2}} \quad (14)$$

$$E_2 = \frac{d}{\sqrt{e^2 + d^2}} \quad (15)$$

また、 E_1 、 E_2 はそれぞれ X 軸、Y 軸に関する方向余弦であるから

$$E_1 = \cos \theta_1, \quad E_2 = \cos \theta_2 \quad (16)$$

となる。

2.4 滑動力、抵抗力の計算

土柱の重量を W_G ，間隙水圧を U とすると

$$W_G = A_s \cdot T_G \cdot r_t \quad (17)$$

$$U = A_b \cdot W_W \cdot r_w \quad (18)$$

となり、 r_t は土の単位体積重量、 r_w は水の単位体積重量である。従って、滑動力を SL ，抵抗力を RE とすると、 SL ， RE はそれぞれ次式で与えられる。

$$SL = W_G \sin DIP \quad (19)$$

$$RE = c' A_b + (W_G \cos DIP - U) \tan \phi' \quad (20)$$

また、 DIP は要素柱におけるすべり面の傾斜角であって、これは最大傾斜角である。従って

$$DIP = \cos^{-1} (A_s / A_b) \quad (21)$$

により計算される。

2.5 安全率の計算

滑動力、抵抗力の X、Y 方向成分をそれぞれ $SL(x)$ ， $SL(y)$ ， $RE(x)$ ， $RE(y)$ とすると、

$$SL(x) = SL \cdot E_1 \quad (22)$$

$$SL(y) = SL \cdot E_2 \quad (23)$$

$$RE(x) = RE \cdot E_1 \quad (24)$$

$$RE(y) = RE \cdot E_2 \quad (25)$$

となる。従って安全率 F_s は、

$$F_s = \frac{\sqrt{\{\sum RE(x)\}^2 + \{\sum RE(y)\}^2}}{\sqrt{\{\sum SL(x)\}^2 + \{\sum SL(y)\}^2}} \quad (26)$$

により計算される。尚、この式は(3)式と同様であることは明らかである。

2.6 外力作用時の安全率の計算

外力作用時における安全率の計算は、要素柱の重心に集中荷重が作用するものとして、以下の場合について計算される。

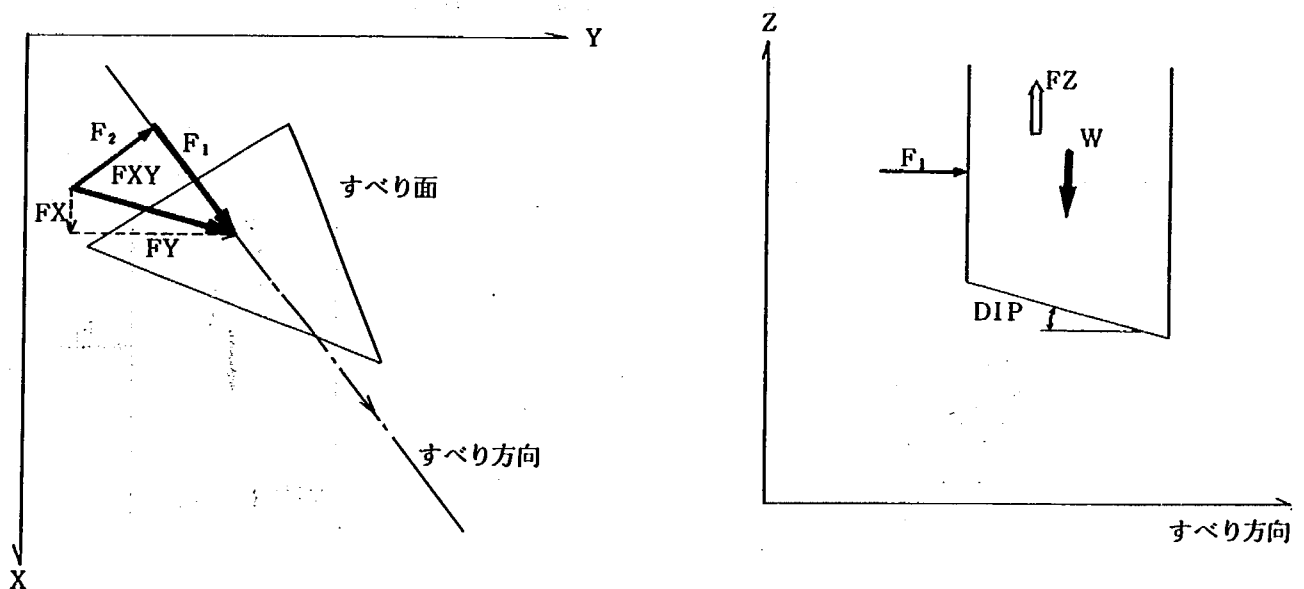


図-8 外力が滑動を助長させる場合

2.6.1 外力が要素柱の滑動を助長する場合

外力が滑動を助長させる場合は、図-8に示すような力が加わると考えられる。但し、図中の記号は、

F_{XY} : X方向, Y方向からの荷重の合力

F_1 : F_{XY} のすべり方向の成分

F_2 : F_{XY} のすべり方向に垂直な成分

F_z : 鉛直方向の外力

である。このことから、外力が滑動を助長させるときの $RE(x)$, $RE(y)$, $SL(x)$, $SL(y)$ の計算式は以下に示すように書き換えられる。

$$RE(x) = E_1 [c' Ab + \{ (W_G - F_z) \cos DIP - U - F_1 \sin DIP \} \tan \phi'] \quad (27)$$

$$RE(y) = E_2 [c' Ab + \{ (W_G - F_z) \cos DIP - U - F_1 \sin DIP \} \tan \phi'] \quad (28)$$

$$SL(x) = E_1 (W_G \sin DIP + F_1 \cos DIP) + F_2(x) \quad (29)$$

$$SL(y) = E_2 (W_G \sin DIP + F_1 \cos DIP) + F_2(y) \quad (30)$$

但し、 $F_2(x)$ 、 $F_2(y)$ はそれぞれ FXY のすべり方向に垂直な成分の X、Y における方向成分である。

2.6.2 外力が要素柱の滑動を抑制する場合

外力が要素柱の滑動を抑制する場合には図-9に示すような力が作用すると考えられる。従って、 $RE(x)$ 、 $RE(y)$ 、 $SL(x)$ 、 $SL(y)$ は以下に示すようになる。

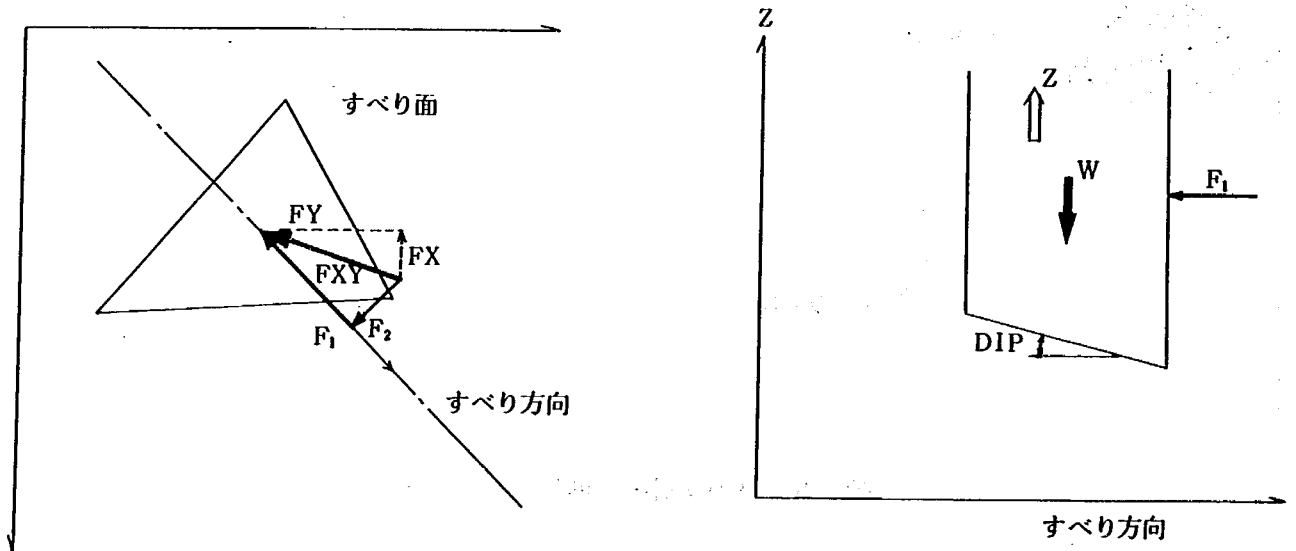


図-9 外力が滑動を抑制する場合

$$RE(x) = E_1 [c' Ab + \{ (W_G - F_z) \cos DIP - U + F_1 \sin DIP \} \tan \phi'] \quad (31)$$

$$RE(y) = E_2 [c' Ab + \{ (W_G - F_z) \cos DIP - U + F_1 \sin DIP \} \tan \phi'] \quad (32)$$

$$SL(x) = E_1 (W_G \sin DIP - F_1 \cos DIP) + F_2(x) \quad (33)$$

$$SL(y) = E_2 (W_G \sin DIP - F_1 \cos DIP) + F_2(y) \quad (34)$$

3. 計算プログラムの説明

計算に使用したプログラムの構成及び機能は、以下に示す通りである。

- MAIN PROGRAM

計算名称の呼び込み、サブルーチンの呼び出し、及び入力データの書き出しを行う。

- SUBROUTINE GDATA

各要素の折点、座標及び土質定数など計算に必要なデータの入力を行う。

- SUBROUTINE ASK

各要素柱の座標より三角柱の各辺の長さ、地下水位の高さ、及び底面の面積などの計算を行う。

- SUBROUTINE VECTOR

各要素のすべり面三角形の座標より、すべり面三角形に対するベクトルの外積を求め、それによりすべり方向を規定するため、方向余弦の計算を行う。

- SUBROUTINE FORCE

各要素柱の滑動力及び抵抗力の計算を行う。

- SUBROUTINE SAFETY

各要素ごとに求められたX、Y方向の滑動力及び抵抗力を合計して、全体の安全率を求める。

- SUBROUTINE GPRINT

計算結果の出力を行う。

- SUBROUTINE EFORCE

X、Y方向の外力作用時における、各要素柱の滑動力及び抵抗力の計算を行う。

以上の構成により三次元安定解析を実施するわけである。尚、プログラムにおける計算処理方法については、図-10のフローチャートに示す。また、計算プログラムの入力フォーマットを13ページから14ページに、プログラムリストを18ページから29ページに、また出力結果の見方を15ページから17ページに示す。

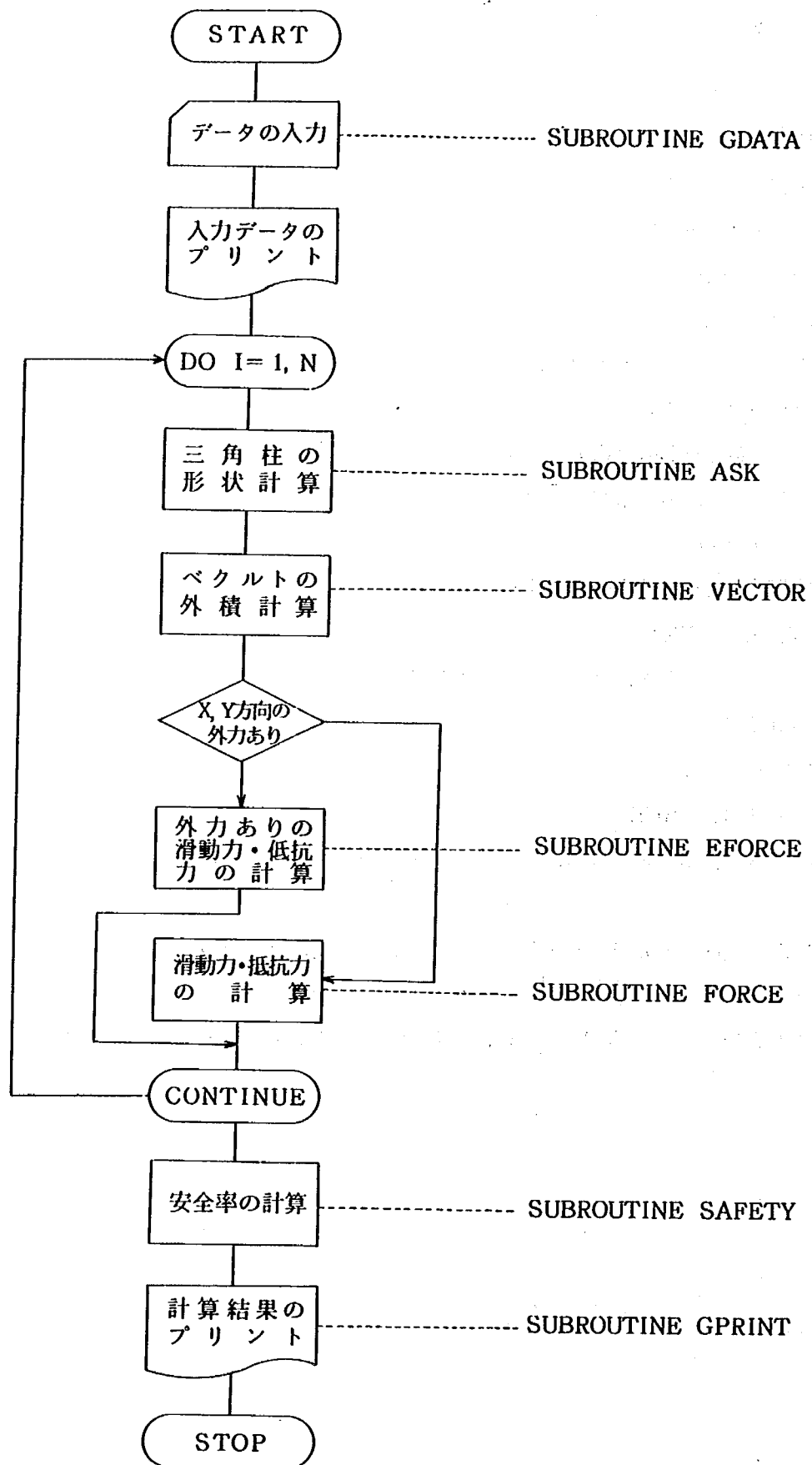


図-10 プログラムのフローチャート

DATA SHEET

SHEET OF

CODED BY

TITLE										SHEET OF									
三次元安定解析入力フォーマット																			
計算名称 (20A4)																			
N	NEL	NMT	FSS	(315, F10.0)															
N : 総節点数																			
NEL : 総要素数																			
NMT : 物性組数																			
FSS : 許容安全率																			
C	FAI	r	(3F10.0)																
C : 粘着力										*このカードはNMT組必要									
FAI : 内部摩擦角																			
r : 単位体積重量																			
J	M1	M2	M3	NM	FX	FY	FZ	(515, 3F10.0)											
J : 要素番号																			
M1 ~ M3 : 要素結合 (必ず反時計まわり)																			
NM : 物性番号																			
FX, FY, FZ : X, Y, Z方向集中荷重 (要素重心における)																			
										*このカードはNEL組必要									

▲

TITLE		SHEET	OF
		CODED BY	

J	X	Y	UX	DX	WL	(15 5F10.0)
---	---	---	----	----	----	-------------

J	: 観測番号	*このカードはN組必要
X, Y	: 観測のX, Y座標	
UX	: 観測の地表面標高	
DX	: 観測のすべり面標高	
WL	: 観測の地下水標高	

[illegible]

HOVLAND CHECK (3-D) 計算名称

地表面要素番号				要素に作用する外力			
NO.	ELEMENT CONNEC.			物性番号	X方向成分	Y方向成分	Z方向成分
	要素の節点結合						
1	NOP=	1 - 2 -	4	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
2	NOP=	4 - 2 -	5	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
3	NOP=	2 - 6 -	5	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
4	NOP=	2 - 3 -	6	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
5	NOP=	4 - 5 -	7	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
6	NOP=	7 - 5 -	8	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
7	NOP=	5 - 9 -	8	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
8	NOP=	5 - 6 -	9	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
9	NOP=	7 - 8 -	10	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
10	NOP=	8 - 11 -	10	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
11	NOP=	8 - 12 -	11	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
12	NOP=	8 - 9 -	12	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
13	NOP=	10 - 11 -	13	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
14	NOP=	13 - 11 -	14	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
15	NOP=	11 - 15 -	14	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
16	NOP=	11 - 12 -	15	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
17	NOP=	13 - 14 -	16	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
18	NOP=	16 - 14 -	17	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
19	NOP=	14 - 18 -	17	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
20	NOP=	14 - 15 -	18	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
21	NOP=	16 - 17 -	19	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0
22	NOP=	19 - 17 -	20	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 1500.000 FZ= 0.0
23	NOP=	17 - 21 -	20	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 1500.000 FZ= 0.0
24	NOP=	17 - 18 -	21	MAT.NUM. =	1	FX= 0.0	FY= 0.0 FZ= 0.0

地表面 節点番号 NO.	地表面の節点(X, Y, Z) 座標			地下水位座標			地すべり面の座標		
	X, Y, Z, COORDINATE SURFACE			WATER LEVEL			BASE LEVEL		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	40.000	150.000	15.000	40.000	150.000	15.000	40.000	150.000	15.000
2	25.000	150.000	15.000	25.000	150.000	15.000	25.000	150.000	15.000
3	10.000	150.000	15.000	10.000	150.000	15.000	10.000	150.000	15.000
4	40.000	125.000	15.000	40.000	125.000	4.000	40.000	125.000	4.000
5	25.000	125.000	15.000	25.000	125.000	4.000	25.000	125.000	4.000
6	10.000	125.000	15.000	10.000	125.000	4.000	10.000	125.000	4.000
7	40.000	105.000	22.000	40.000	105.000	1.000	40.000	105.000	1.000
8	25.000	105.000	22.000	25.000	105.000	1.000	25.000	105.000	1.000
9	10.000	105.000	22.000	10.000	105.000	1.000	10.000	105.000	1.000
10	40.000	85.000	29.000	40.000	85.000	2.000	40.000	85.000	2.000
11	25.000	85.000	29.000	25.000	85.000	2.000	25.000	85.000	2.000
12	10.000	85.000	29.000	10.000	85.000	2.000	10.000	85.000	2.000
13	40.000	55.000	39.500	40.000	55.000	12.000	40.000	55.000	12.000
14	25.000	55.000	39.500	25.000	55.000	12.000	25.000	55.000	12.000
15	10.000	55.000	39.500	10.000	55.000	12.000	10.000	55.000	12.000
16	40.000	35.000	47.000	40.000	35.000	25.500	40.000	35.000	25.500
17	25.000	35.000	47.000	25.000	35.000	25.500	25.000	35.000	25.500
18	10.000	35.000	47.000	10.000	35.000	25.500	10.000	35.000	25.500
19	40.000	15.000	50.000	40.000	15.000	50.000	40.000	15.000	50.000
20	25.000	15.000	50.000	25.000	15.000	50.000	25.000	15.000	50.000
21	10.000	15.000	50.000	10.000	15.000	50.000	10.000	15.000	50.000

MATERIAL CONSTANT 1 SETS 物性組数

COHESION FRICTION UNIT WEIGHT

0.0 13.20 2.140
粘着力 内部摩擦角 単位体積重量

抵抗力のベクトル RESISTANT FORCE VECTOR			滑動力のベクトル SLIDING FORCE VECTOR			所要計画安全率を満足する に必要な抑止力のベクトル LACK FORCE VECTOR			LACK FORCE ABSOLUTION
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
X方向ベクトル	Y方向ベクトル		X方向ベクトル	Y方向ベクトル					
1	0.0	315.794	0.0	-592.528	0.0	0.0	-276.734	0.0	276.734
2	0.0	631.587	0.0	-1185.060	0.0	0.0	-553.472	0.0	553.472
3	0.0	631.588	0.0	-1185.059	0.0	0.0	-553.471	0.0	553.471
4	0.0	315.794	0.0	-592.529	0.0	0.0	-276.735	0.0	276.735
5	0.0	1067.005	0.0	-682.519	0.0	0.0	384.486	0.0	-384.486
6	0.0	1315.146	0.0	-841.247	0.0	0.0	473.899	0.0	-473.899
7	0.0	1315.146	0.0	-841.247	0.0	0.0	473.899	0.0	-473.899
8	0.0	1067.005	0.0	-682.519	0.0	0.0	384.486	0.0	-384.486
9	0.0	-1729.170	0.0	368.369	0.0	0.0	-1360.801	0.0	-1360.801
10	0.0	-1879.533	0.0	400.344	0.0	0.0	-1479.189	0.0	-1479.189
11	0.0	-1879.532	0.0	400.459	0.0	0.0	-1479.073	0.0	-1479.073
12	0.0	-1729.170	0.0	368.369	0.0	0.0	-1360.801	0.0	-1360.801
13	0.0	-2910.046	0.0	4136.488	0.0	0.0	1226.442	0.0	1226.442
14	0.0	-2927.901	0.0	4161.867	0.0	0.0	1233.966	0.0	1233.966
15	0.0	-2927.901	0.0	4161.867	0.0	0.0	1233.966	0.0	1233.966
16	0.0	-2910.048	0.0	4136.488	0.0	0.0	1226.440	0.0	1226.440
17	0.0	-1590.989	0.0	4579.559	0.0	0.0	2988.570	0.0	2988.570
18	0.0	-1466.205	0.0	4220.379	0.0	0.0	2754.174	0.0	2754.175
19	0.0	-1466.205	0.0	4220.379	0.0	0.0	2754.174	0.0	2754.174
20	0.0	-1590.989	0.0	4579.559	0.0	0.0	2988.570	0.0	2988.570
21	0.0	-682.300	0.0	3564.212	0.0	0.0	2881.912	0.0	2881.912
22	0.0	-68.661	0.0	2730.674	0.0	0.0	2662.013	0.0	2662.013
23	0.0	-68.661	0.0	2730.674	0.0	0.0	2662.012	0.0	2662.012
24	0.0	-682.300	0.0	3564.213	0.0	0.0	2881.913	0.0	2881.913

抵抗力の総和
RESISTANT
TOTAL VECTOR

X= 0.0 Y= 33168.6

ABSOLUTION= 33168.6

滑動力の総和
SLIDING
TOTAL VECTOR

X= 0.0 Y= 41721.2

ABSOLUTION= 41721.2

SAFETY FACTOR = 0.7950 地すべり面の平均安全率

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(1)
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NOOLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM,CODE(N),NOANSCHK,NOCHECK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK,RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1	00001	PROGRAM HOVLN2	00000100
2		C THIS PROGRAM IS ANALYSIS FOR SLOPE STABILITY	00000200
3		C BASED ON THE THREE DIMENSIONAL SOLUTION.	00000300
4		C THEORY BASED MAINLY THE SIMPLY ANALYSIS.	00000400
5		C DATE 1984.9.29.	00000500
6	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00000600
7	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00000700
8	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00000800
9	00005	COMMON FXY(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00000900
10	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00001000
11	00007	DIMENSION TITL(20)	00001100
12	00008	CHARACTER*4 TITL,REND	00001200
13	00009	DATA REND/4HDEND/	00001300
14	00010	DIMENSION A(3,3),E(3)	00001400
15	00011	FS=1.0	00001500
16	00012	1100 CONTINUE	00001600
17		C	00001700
18	00013	READ(5,200) (TITL(I),I=1,20)	00001800
19	00014	200 FORMAT(20A4)	00001900
20	00015	IF(TITL(1).EQ.REND) GO TO 9999	00002000
21	00016	WRITE(6,6) (TITL(I),I=1,20)	00002100
22	00017	6 FORMAT(1H1,///,20X,20A4)	00002200
23	00018	CALL GDATA	00002300
24	00019	WRITE(6,2)	00002400
25	00020	2 FORMAT(//,14X,'NO. ELEMENT CONNec.',//)	00002500
26	00021	DO 10 I=1,NEL	00002600
27	00022	WRITE(6,3) I,(M(I,J),J=1,3),NM(I),FX(I),FY(I),FZ(I)	00002700
28	00023	3 FORMAT(13X,I4,' NOP=' ,2(I5,2X,'-'),I6,' MAT.NUM. =' ,I6,	00002800
29		+ ' FX=' ,F10.3,' FY=' ,F10.3,' FZ=' ,F10.3)	00002900
30	00024	10 CONTINUE	00003000
31	00025	WRITE(6,4)	00003100
32	00026	4 FORMAT(1H1,///,14X,'NO. X, Y, Z, COORDINATE',/,32X,7HSURFACE,200003200	00003200
33		11X,11HWATER LEVEL,20X,10HBASE LEVEL,/,25X,1HX,9X,1HY,9X,1HZ,9X,1HX00003300	00003300
34		2,9X,1HY,9X,1HZ,9X,1HX,9X,1HY,9X,1HZ,///)	00003400
35	00027	DO 20 NNN=1,N	00003500
36	00028	WRITE(6,5) NNN,(X(NNN,J),J=1,2),UX(NNN),(X(NNN,J),J=1,2),WL(NNN),	00003600
37		1 (X(NNN,J),J=1,2),DX(NNN)	00003700
38	00029	5 FORMAT(13X,I4,9F10.3)	00003800
39	00030	20-CONTINUE	00003900

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
40	00031	WRITE(6,27) NMT	00004000
41	00032	DO 25 NMM=1,NMT	00004100
42	00033	FAI=PROP(NMM,2)*57.3066	00004200
43	00034	WRITE(6,26) PROP(NMM,1),FAI,PROP(NMM,3)	00004300
44	00035	25 CONTINUE	00004400
45	00036	27 FORMAT(///14X,'MATERIAL CONSTANT',I5,2X,'SETS',//20X,'COHESION',	00004500
46		1 5X,'FRICTION',5X,'UNIT WEIGHT',/)	00004600
47	00037	26 FORMAT(/20X,F8.3,F13.2,F15.3)	00004700
48		C	00004800
49	00038	DO 1300 I=1,1000	00004900
50	00039	VV(I)=0.	00005000
51	00040	1300 CONTINUE	00005100
52		C	00005200
53	00041	DO 1 J=1,NEL	00005300
54	00042	MM=J	00005400
55	00043	CALL ASK(J,AREA,AREAB,TG,WW,A)	00005500
56	00044	CALL VECTOR(A,E,MM)	00005600
57	00045	IF(FXY(MM).NE.0.) GO TO 100	00005700
58	00046	CALL FORCE(J,E,AREA,AREAB,TG,WW)	00005800
59	00047	GO TO 1	00005900
60	00048	100 CALL EFORCE(J,E,AREA,AREAB,TG,WW)	00006000
61	00049	1 CONTINUE	00006100
62		C	00006200
63	00050	CALL SAFETY(ABRE,ABSL,FS)	00006300
64	00051	CALL GPRINT(ABRE,ABSL,FS)	00006400
65	00052	GO TO 1100	00006500
66	00053	9999 CONTINUE	00006600
67	00054	STOP	00006700
68	00055	END	00006800

*PROGRAM SIZE 4720(001270) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 55, PROGRAM NAME = HOVLN2, NOT USED CORE = 184K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(1),
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM,CODE(N),NOANSCHK,NOCHECK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK,RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
69		C(GDATA)....	00006900
70	00001	SUBROUTINE GDATA	00007000
71	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00007100
72	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00007200
73	00004	COMMON YV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00007300
74	00005	COMMON FXY(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00007400
75	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00007500
76	00007	COMMON /AA/ II	00007510
77		C	00007600
78		C N NUMBER OF POINT	00007700
79		C NEL NUMBER OF ELEMENT	00007800
80		C FAI FRICTION ANGLE (DEG) ==> CHANGE 'FAI'-->'PROP(2,I)'	00007900
81		C CO COHESION (T/M**2) ==> CHANGE 'CO'-->'PROP(1,I)'	00008000
82		C GAM UNIT WEIGHT (T/M**3) ==> CHANGE 'GAM'-->'PROP(3,I)'	00008100
83		C A SUMMIT NUMBER OF ELEMENT	00008200
84		C X X-Y COORDINATE OF A	00008300
85		C UX UPPER LEVEL OF A (SURFACE)	00008400
86		C DX DOWN LEVEL OF A (BOTTOM)	00008500
87		C WL WATER LEVEL	00008600
88		C	00008700
89	00008	READ(5,2) N,NEL,NMT,FSS	00008800
90	00009	DO 11 I=1,NMT	00008900
91	00010	READ(5,4) (PROP(I,J),J=1,3)	00009000
92	00011	PROP(I,2)=PROP(I,2)*0.01745	00009100
93	00012	11 CONTINUE	00009200
94	00013	DO 12 I=1,NEL	00009300
95	00014	READ(5,3) II,(M(I,J),J=1,3),NM(I),FX(I),FY(I),FZ(I)	00009400
96	00015	FXY(I)=SQRT(FX(I)**2+FY(I)**2)	00009500
97	00016	12 CONTINUE	00009600
98	00017	DO 13 I=1,N	00009700
99	00018	READ(5,5) II,(X(I,J),J=1,2),UX(I),DX(I),WL(I)	00009800
100	00019	13 CONTINUE	00009900
101		C	00010000
102	00020	2 FORMAT(3I5,F10.0)	00010100
103	00021	3 FORMAT(5I5,3F10.0)	00010200
104	00022	4 FORMAT(5F10.0)	00010300
105	00023	5 FORMAT(I5,5F10.0)	00010400
106		C	00010500
107	00024	RETURN	00010600
108	00025	END	00010700

*PROGRAM SIZE 2464(0009A0) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 25, PROGRAM NAME = GDATA, NOT USED CORE = 200K-BYTES
 *NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(1)
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM,CODE(N),NOANSCHK,NOOCHECK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK, RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
109		C	
110	00001	SUBROUTINE ASK(J,AREA,AREAB,TG,WW,A)	00010800
111	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00010900
112	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00011000
113	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00011100
114	00005	COMMON FXY(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00011200
115	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00011300
116	00007	DIMENSION A(3,3),AB(3,3),AW(3,3),K(3),AS(3,3)	00011400
117		C	00011500
118	00008	DO 10 I=1,3	00011600
119	00009	K(I)=M(J,I)	00011700
120	00010	10 CONTINUE	00011800
121	00011	DO 11 II=1,3	00011900
122	00012	DO 11 I=1,2	00012000
123	00013	AS(II,I)=X(K(II),I)	00012100
124	00014	AB(II,I)=X(K(II),I)	00012200
125	00015	AW(II,I)=X(K(II),I)	00012300
126	00016	11 CONTINUE	00012400
127		C	00012500
128	00017	DO 12 II=1,3	00012600
129	00018	AS(II,3)=UX(K(II))	00012700
130	00019	AB(II,3)=DX(K(II))	00012800
131	00020	AW(II,3)=WL(K(II))	00012900
132	00021	12 CONTINUE	00013000
133		C	00013100
134	00022	DO 15 I=1,3	00013200
135	00023	DO 15 L=1,3	00013300
136	00024	A(I,L)=AB(I,L)	00013400
137	00025	15 CONTINUE	00013500
138		C	00013600
139	00026	S1=(AS(1,1)-AS(2,1))*2+(AS(1,2)-AS(2,2))*2	00013700
140	00027	S2=(AS(2,1)-AS(3,1))*2+(AS(2,2)-AS(3,2))*2	00013800
141	00028	S3=(AS(3,1)-AS(1,1))*2+(AS(3,2)-AS(1,2))*2	00013900
142	00029	SS1=SQRT(S1)	00014000
143	00030	SS2=SQRT(S2)	00014100
144	00031	SS3=SQRT(S3)	00014200
145	00032	S=(SS1+SS2+SS3)/2.	00014300
146	00033	AREA=SQRT(S*(S-SS1)*(S-SS2)*(S-SS3))	00014400
147		C	00014500
			00014600

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
148	00034	S1=S1+(AB(1,3)-AB(2,3))**2	00014700
149	00035	S2=S2+(AB(2,3)-AB(3,3))**2	00014800
150	00036	S3=S3+(AB(3,3)-AB(1,3))**2	00014900
151	00037	SS1=SQRT(S1)	00015000
152	00038	SS2=SQRT(S2)	00015100
153	00039	SS3=SQRT(S3)	00015200
154	00040	S=(SS1+SS2+SS3)/2.	00015300
155	00041	AREAB=SQRT(S*(S-SS1)*(S-SS2)*(S-SS3))	00015400
156		C	00015500
157	00042	AZ1=(AS(1,3)+AS(2,3)+AS(3,3))/3.	00015600
158	00043	AZ2=(AB(1,3)+AB(2,3)+AB(3,3))/3.	00015700
159	00044	AZ3=(AW(1,3)+AW(2,3)+AW(3,3))/3.	00015800
160	00045	TG=AZ1-AZ2	00015900
161	00046	WW=AZ3-AZ2	00016000
162		C	00016100
163		C 900	00016200
164		C &	00016300
165	00047	RETURN	00016400
166	00048	END	00016500

*PROGRAM SIZE 5600(0015E0) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 48. PROGRAM NAME = ASK. NOT USED CORE = 192K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(1)
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM,CODE(N),NOANSCHK,NOOCHECK,NOIAP
 ,NODGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK, RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
167		C(VECTOR)....	00016600
168	00001	SUBROUTINE VECTOR(A,E,MM)	00016700
169	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00016800
170	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00016900
171	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00017000
172	00005	COMMON FXY(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00017100
173	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00017200
174	00007	DIMENSION A(3,3),B(2,3),C(3),E(3)	00017300
175		C E(3)=0. *****	00017400
176	00008	E(3)=0.	00017500
177	00009	DO 10 J=1,3	00017600
178	00010	B(1,J)=A(3,J)-A(2,J)	00017700
179	00011	B(2,J)=A(1,J)-A(2,J)	00017800
180	00012	10 CONTINUE	00017900
181		C	00018000
182	00013	C(1)=B(1,2)*B(2,3)-B(1,3)*B(2,2)	00018100
183	00014	C(2)=B(1,3)*B(2,1)-B(1,1)*B(2,3)	00018200
184	00015	C(3)=B(1,1)*B(2,2)-B(1,2)*B(2,1)	00018300
185		C	00018400
186	00016	E(1)=C(1)	00018500
187	00017	E(2)=C(2)	00018600
188		C E(3)=C(3)	00018700
189	00018	D=SQRT(C(1)**2+C(2)**2)	00018800
190		C D=SQRT(C(1)**2+C(2)**2+C(3)*C(3))	00018900
191		C	00019000
192	00019	IF(E(1).EQ.0..AND.E(2).EQ.0.) VV(MM)=1.	00019100
193	00020	IF(D.EQ.0.) GO TO 100	00019200
194	00021	DO 13 I=1,3	00019300
195	00022	E(I)=E(I)/D	00019400
196	00023	13 CONTINUE	00019500
197	00024	100 CONTINUE	00019600
198		C WRITE(6,900) MM,(C(I),I=1,3),D	00019700
199		C 900 FORMAT(5X,'CAL. CHECK IN VECTOR NEL= ',I3,' C1=',	00019800
200		C & F10.3,' C2=',F10.3,' C3=',F10.3,' D= ',F10.3)	00019900
201	00025	RETURN	00020000
202	00026	END	00020100

*PROGRAM SIZE 3284(000CD4) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 26, PROGRAM NAME = VECTOR, NOT USED CORE = 196K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(I),
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM,CODE(N),NOANSCHK,NODCHECK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK,RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
203		C	(FORCE).... 00020200
204	00001	SUBROUTINE FORCE(J,E,AREA,AREAB,TG,WW)	00020300
205	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00020400
206	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00020500
207	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00020600
208	00005	COMMON FXY(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00020700
209	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00020800
210	00007	DIMENSION E(3),ED(3)	00020900
211	00008	IF(AREAB.EQ.0.) AREAB=1.	00021000
212	00009	TETA=ACOS(AREA/AREAB)	00021100
213		C	00021200
214	00010	KK=NM(J)	00021300
215	00011	PRP1=PROP(KK,1)	00021400
216	00012	PRP2=PROP(KK,2)	00021500
217	00013	PRP3=PROP(KK,3)	00021600
218	00014	WG=AREA*TG*PRP3-FZ(J)	00021700
219	00015	IF(WW.LT.0.) WW=0.	00021800
220	00016	U=AREA*WW	00021900
221	00017	WWW=WG*COS(TETA)-U-FXY(J)*SIN(TETA)	00022000
222	00018	RE=PRP1*AREAB+WWW*TAN(PR2)	00022100
223	00019	IF(VV(J).EQ.1.) VV(J)=RE	00022200
224	00020	SL=WG*SIN(TETA)+FXY(J)*COS(TETA)	00022300
225	00021	DO 13 I=1,3	00022400
226	00022	ED(I)=-1.*E(I)	00022500
227	00023	13 CONTINUE	00022600
228		C	00022700
229	00024	DO 14 I=1,3	00022800
230	00025	RESI(J,I)=RE*ED(I)	00022900
231	00026	SLID(J,I)=SL*E(I)	00023000
232	00027	14 CONTINUE	00023100
233		C	00023200
234	00028	ARS=0.	00023300
235	00029	ASI=0.	00023400
236	00030	DO 15 I=1,3	00023500
237	00031	ARS=ARS+RESI(J,I)**2+VV(J)**2	00023600
238	00032	ASI=ASI+SLID(J,I)**2	00023700
239	00033	15 CONTINUE	00023800
240	00034	ABL=SQRT(ARS)-FSS*SQRT(ASI)	00023900
241	00035	ABL=-1.*ABL	00024000

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
242	00036	ABLACK(J)=ABL	00024100
243	00037	DO 16 I=1,3	00024200
244	00038	FLACK(J,I)=RESI(J,I)+FSS*SLID(J,I)	00024300
245	00039	16 CONTINUE	00024400
246		C WRITE(6,900) J,TETA,WG,RE,SL	00024500
247		C 900 FORMAT(5X,'CHECK IN FORCE NEL = ',I3,' TETA= ',	00024600
248		C & F10.3,' WG= ',F10.3,' RE= ',F10.3,' SL= ',F10.3)	00024700
249	00040	RETURN	00024800
250	00041	END	00024900

*PROGRAM SIZE 4376(001118) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 41, PROGRAM NAME = FORCE, NOT USED CORE = 192K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(I)
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NQNUM,CODE(N),NOANSCHK,NOCHECK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK, RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
251		C	(SAFETY).... 00025000
252	00001	SUBROUTINE SAFETY(ABRE,ABSL,FS)	00025100
253	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00025200
254	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00025300
255	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00025400
256	00005	COMMON FX(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00025500
257	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00025600
258	00007	DO 17 J=1,2	00025700
259	00008	RES(J)=0.	00025800
260	00009	SLI(J)=0.	00025900
261	00010	DO 17 I=1,NEL	00026000
262	00011	RES(J)=RES(J)+ABS(RESI(I,J))	00026100
263	00012	SLI(J)=SLI(J)+SLID(I,J)	00026200
264	00013	17 CONTINUE	00026300
265	00014	ABRE=0.	00026400
266	00015	ABSL=0.	00026500
267	00016	DO 18 I=1,2	00026600
268	00017	ABRE=ABRE+RES(I)**2	00026700
269	00018	ABSL=ABSL+SLI(I)**2	00026800
270	00019	18 CONTINUE	00026900
271	00020	ABRE=SQRT(ABRE)	00027000
272	00021	DO 19 I=1,NEL	00027100
273	00022	ABRE=ABRE+VV(I)	00027200
274	00023	19 CONTINUE	00027300
275	00024	ABSL=SQRT(ABSL)	00027400
276	00025	FS=ABRE/ABSL	00027500
277	00026	FSLIDE(1)=SLI(1)	00027600
278	00027	FSLIDE(2)=SLI(2)	00027700
279	00028	RETURN	00027800
280	00029	END	00027900

*PROGRAM SIZE 2444(00098C) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 29, PROGRAM NAME = SAFETY, NOT USED CORE = 200K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(I),
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(CERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM.CODECN),NOANSCHK,NOCHECK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK,RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
281		C(GPRINT)....	00028000
282	00001	SUBROUTINE GPRINT(ABRE,ABSL,FS)	00028100
283	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00028200
284	00003	COMMON WL(1000),PROPC(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00028300
285	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00028400
286	00005	COMMON FX(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00028500
287	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00028600
288		C	00028700
289	00007	WRITE(6,6)	00028800
290	00008	6 FORMAT(1H1,/,19X,' RESISTANT FORCE VECTOR SLIDING F000028900	
291		1RCE VECTOR LACK FORCE VECTOR LACK FORCE',00029000	
292		2/,26X,1HX,9X,1HY,9X,1HZ,9X,1HX,9X,1HY,9X,1HZ,9X,1HX,9X,1HY,9X	00029100
293		3,1HZ,13X,'ABSOLUTION',/)	00029200
294	00009	DO 30 J=1,NEL	00029300
295	00010	WRITE(6,7)J,(RESI(J,I),I=1,3),(SLID(J,I),I=1,3),(FLACK(J,I),I=1,3)	00029400
296		1,ABLACK(J)	00029500
297	00011	7 FORMAT(13X,I4,F13.3,8F10.3,F20.3)	00029600
298	00012	30 CONTINUE	00029700
299	00013	WRITE(6,8)(RES(I),I=1,2),(SLI(I),I=1,2),ABRE,ABSL,FS	00029800
300	00014	8 FORMAT(/,23X,9HRESISTANT,31X,7HSLIDING,/,22X,12HTOTAL VECTOR,28X00029900	
301		1,12HTOTAL VECTOR,/,20X,2HX=,F10.1,3X,2HY=,F10.1,13X,2HX=,F10.1,3X00030000	
302		2,2HY=,F10.1,/,20X,11HABSOLUTION=,F10.1,20X,11HABSOLUTION=,F10.1,00030100	
303		3//,20X,15HSAFETY FACTOR =,F10.4)	00030200
304	00015	RETURN	00030300
305	00016	END	00030400

*PROGRAM SIZE 2044(0007FC) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 16, PROGRAM NAME = GPRINT, NOT USED CORE = 200K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*EFFECTIVE OPTIONS: NAME(MAIN),OPTIMIZE(2),SIZE(MAX,MAX),LINECOUNT(60),AUTODBL(NONE),FLAG(0),LEVEL(I)
 ,SOURCE,EBCDIK,OBJECT,NOMAP,NOXREF,NODECK,NOLIST,ALC,ERSTMT,NOMEMBER,FIXED,NOCOUNT,NOTERM,NODLINE
 ,NOTEST,NOSYMDBG,INLINE(ERCHK),NOPROD,NODOCHK,NOISCHEDULE,NOMCHECK,OPLIST,PAUSE,SUBCHK,NOBREAK
 ,ANS66,NODIVOPT,NONUM,CODE(N),NOANSCHK,NOOCHK,NOIAP
 ,NOGO,ARGCHK,EXMOVE,NODXR,NOFIXOVR,NOAGOCK, RUNOPT

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
306		C.....(EFORCE).....	00030500
307	00001	SUBROUTINE EFORCE(J,E,AREA,AREAB,TG,WW)	00030600
308	00002	COMMON NM(1000),M(1000,3),X(1000,2),UX(1000),DX(1000)	00030700
309	00003	COMMON WL(1000),PROP(1000,3),RESI(1000,3),SLID(1000,3)	00030800
310	00004	COMMON VV(1000),FLACK(1000,3),ABLACK(1000),FSLIDE(2)	00030900
311	00005	COMMON FXY(1000),FZ(1000),FX(1000),FY(1000)	00031000
312	00006	COMMON N,NEL,NMT,FSS,RES(2),SLI(2)	00031100
313	00007	DIMENSION E(3),FE(3),FF2(3),FE2(3)	00031200
314		C	00031300
315	00008	FE(1)=FX(J)/FXY(J)	00031400
316	00009	FE(2)=FY(J)/FXY(J)	00031500
317	00010	DD=E(1)*FE(1)+E(2)*FE(2)	00031600
318	00011	DDD=ABS(DD)	00031700
319	00012	BETA=ACOS(DDD)	00031800
320	00013	F1=FXY(J)*COS(BETA)	00031900
321	00014	F2=FXY(J)*SIN(BETA)	00032000
322	00015	TETA=ACOS(AREA/AREAB)	00032100
323		C WRITE(6,1)J,E(1),E(2),FE(1),FE(2),DD	00032200
324		C 1 FORMAT(/,5X,I5,' E(1)=',F10.5,' E(2)=',F10.5,' FE(1)=',	00032300
325		C F10.5,' FE(2)=',F10.5,' DD=',F10.5)	00032400
326	00016	KK=NM(J)	00032500
327	00017	PRP1=PROP(KK,1)	00032600
328	00018	PRP2=PROP(KK,2)	00032700
329	00019	PRP3=PROP(KK,3)	00032800
330	00020	WG=AREA*TG*PRP3-FZ(J)	00032900
331	00021	IF(WW.LT.0.) WW=0.	00033000
332	00022	U=AREA*WW	00033100
333	00023	IF(DD.LT.0.) F1=-1.*F1	00033200
334	00024	RE=PRP1*AREAB+(WG*COS(TETA)-U-F1*SIN(TETA))*TAN(PR2)	00033300
335	00025	IF(VV(J).EQ.1.) VV(J)=RE	00033400
336	00026	SL=WG*SIN(TETA)+F1*COS(TETA)	00033500
337	00027	DO 10 I=1,3	00033600
338	00028	RESI(J,I)=RE*(-1.*E(I))	00033700
339	00029	SLID(J,I)=SL*E(I)	00033800
340	00030	10 CONTINUE	00033900
341	00031	DF2=-1.*E(2)*FE(1)+E(1)*FE(2)	00034000
342	00032	IF(DF2.LT.0.) GO TO 20	00034100
343	00033	FE2(1)=-1.*E(2)	00034200
344	00034	FE2(2)=E(1)	00034300

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
345	00035	GO TO 30	00034400
346	00036	20 FE2(1)=E(2)	00034500
347	00037	FE2(2)=-1.*E(1)	00034600
348	00038	30 CONTINUE	00034700
349	00039	DO 40 I=1,2	00034800
350	00040	FF2(I)=F2*FE2(I)	00034900
351	00041	SLID(J,I)=SLID(J,I)+FF2(I)	00035000
352	00042	40 CONTINUE	00035100
353		C	00035200
354	00043	ARS=0.	00035300
355	00044	ASI=0.	00035400
356	00045	DO 50 I=1,3	00035500
357	00046	ARS=ARS+RESI(J,I)**2+VV(J)**2	00035600
358	00047	ASI=ASI+SLID(J,I)**2	00035700
359	00048	50 CONTINUE	00035800
360	00049	ABL=SQRT(ARS)-FSS*SQRT(ASI)	00035900
361	00050	ABL=-1.*ABL	00036000
362	00051	ABLACK(J)=ABL	00036100
363	00052	DO 60 I=1,3	00036200
364	00053	FLACK(J,I)=RESI(J,I)+FSS*SLID(J,I)	00036300
365	00054	60 CONTINUE	00036400
366		C	00036500
367	00055	RETURN	00036600
368	00056	END	00036700

*PROGRAM SIZE 6540(00198C) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 56, PROGRAM NAME = EFORCE, NOT USED CORE = 192K BYTES

*NO ERROR IN THIS COMPILATION

*PROGRAM UNITS = 8, NO DIAGNOSTICS GENERATED

4. 解析結果

ここでは実際に三次元安定解析を実施した例を解析手順に従って説明する。

解析実施地区は、大阪府と奈良県の府県境に位置する亀の瀬地すべり地であり、この峠ブロックにおいて解析を実施した。

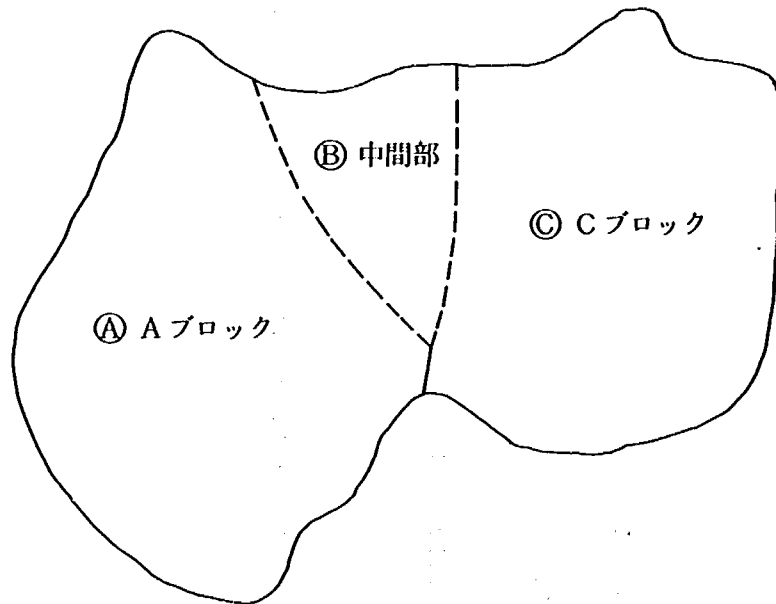


図-11 地すべりブロック区分

この地すべりブロックは図-11に示すようにA、Cブロック、さらにそれぞれの地区に挟まれた中間部Bブロックに区分されておりこの中間部がどちらのブロックに含めて考えるかが問題となる。このため二次元解析では適用に限界があり、従って三次元安定解析が必要となるわけである。ここではこの中間部を各ブロックが含む場合と含まない場合について解析を進めることにした。

4.1 解析手順

解析手順をフローチャートにより図-12に示す。また各項目毎の作業の概要を以下に示す。

① 解析断面の決定

既存資料からボーリング位置図、地質柱状図、平面図等により、すべり面、地下水位、土質定数等を決定し三次元安定解に必要な諸データを作成する。

② メッシュ内挿コンター図の作成および比高差分布図の作成

解析断面の決定により地表面、すべり面及び地下水位のメッシュ内挿のコンター図を作成しこれにより各メッシュ交点におけるすべり面と地表面における比高差を表わす比高差分布図を作成し、それにより各メッシュ交点の座標を読み取る。

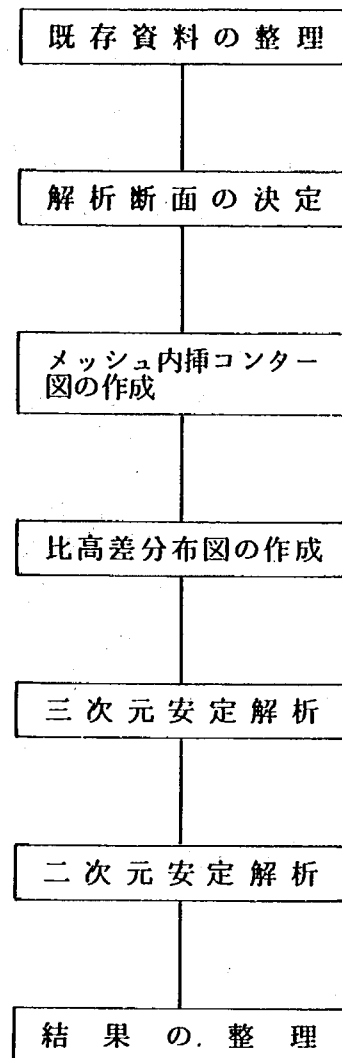


図-12 解析手順

③ 三次元安定解析

メッシュ内挿コンター図及び比高差分布図より、プログラムの入力フォーマットに従って三次元解析データを作成し解析を実施する。

④ 二次元安定解析

三次元安定解析結果から滑動力方向を考慮して解析断面をいくつか作成し、簡便法と Morgenstern 法により二次元安定解析を実施する。

4.2 解析結果

三次元安定解析断面を図-13のメッシュ図に示す。図中の縦線は二次元解析に使用した断面の位置図である。また、三次元安定解析結果を表-1に、二次元安定解析結果を表-2に示す。尚、地下水位については調査によるものと、参与の為、地下水位が地表面にあるものと地下水が無いものについても解析を行った。また、三次元安定解析のケース3-3におけるプログラムの出力結果を36ページから42ページに、また、そのメッシュ図を図-14に示す。

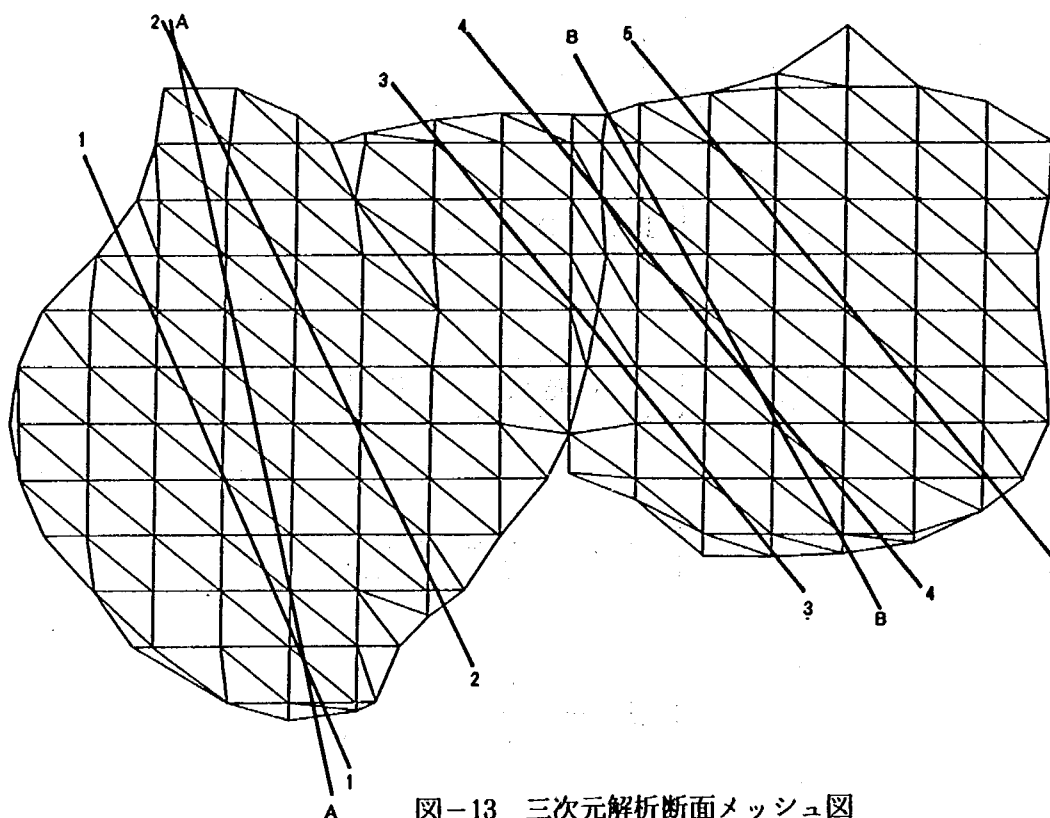


図-13 三次元解析断面メッシュ図

4.3 三次元安定解析と二次元安定解析の結果の比較

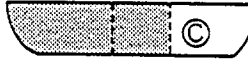
二次元と三次元の安全率を比較する場合、二次元解析では簡便法を用いたほうが三次元解析の理論からいって妥当である。また、三次元解析において比較する断面はAブロックではケース3、Cブロックではケース9を用いる。

表-1、表-2を比較すればわかるように、三次元解析結果と比較的良く一致する二次元断面はAブロックは2-2断面、Cブロックでは5-5断面である。これらの断面では、安全率が1~4%程度の差しかないのに対して、他の断面では約15~60%の違いが生じている。

以上のことから考えると、二次元安定解析では解析断面の取り方によっては安全率にかなりのバラツキが生じている。しかし、断面の設定によっては、三次元解析とほとんど一致している。このように、地すべりを二次元により解析する場合、特にその解析断面の設定に注意を要すると言える。

また、断面の選び方によっては、一般に言われているように必ずしも二次元解析よりも小さな安全率を与えるとは限らず、特に今回のように二次元解析の方が安全率を与える場合もある。

表1 三次元安定解析結果一覧表

	解析ケース	地すべり ブロック	地すべりブロック 境界部の断面形状	土 質 定 数	地 下 水 位	安 全 率	滑 動 方 向*
A ブ ロ ッ ク	CASE-3-1	Ⓐ		$C=0, \phi=12.95^\circ$ $\gamma_t=2.10 \text{ tf/m}^3$	地 表 面	0.695	27.5°
	CASE-3-2			"	す べ り 面	1.384	"
	CASE-3-3			"	調査地下水位	1.194	"
	CASE-3-4	Ⓐ + Ⓑ		"	地 表 面	0.621	24.7°
	CASE-3-5			"	調査地下水位	1.087	"
	CASE-3-6	Ⓐ + Ⓑ		"	地 表 面	0.647	21.1°
C ブ ロ ッ ク	CASE-3-7	Ⓑ + Ⓒ		$C=0, \phi=13.8^\circ$ $\gamma_t=2.14 \text{ tf/m}^3$	地 表 面	1.054	21.5°
	CASE-3-8			"	す べ り 面	2.055	"
	CASE-3-9			"	調査地下水位	1.799	"
	CASE-3-10	Ⓒ		"	地 表 面	1.468	24.6°
	CASE-3-11			"	調査地下水位	2.453	"
	CASE-3-12	Ⓑ Ⓒ		"	地 表 面	1.087	34.5°

* A断面線に対し反対時計まわりを正とする角度

表-2 二次元安定計算結果一覧表

地すべり ブロック	計 算 ケ ー ス	計 算 常 数	土 質 常 数	地下水位条件	安 全 率	
					簡 便 法	Morgenstern - Price 法
A ブ ロ ッ ク	CASE-2-1	A - A	$C = 0$ $\phi = 12.95^\circ$ $r_t = 2.10 \text{ tf/m}^3$	調査地下水位	1.319	2.233
	CASE-2-2	1 - 1			1.474	2.614
	CASE-2-3	2 - 2			1.147	1.283
	CASE-2-4	A - A		地 表 面	0.795	1.581
	CASE-2-5	1 - 1			0.890	1.853
	CASE-2-6	2 - 2			0.685	0.862
C ブ ロ ッ ク	CASE-2-7	B - B	$C = 0$ $\phi = 13.8^\circ$ $r_t = 2.14 \text{ tf/m}^3$	調査地下水位	2.644	2.944
	CASE-2-8	3 - 3			2.150	2.349
	CASE-2-9	4 - 4			2.953	3.389
	CASE-2-10	5 - 5			1.751	1.837
	CASE-2-11	B - B		地 表 面	1.521	1.803
	CASE-2-12	3 - 3			1.211	1.414
	CASE-2-13	4 - 4			1.722	2.089
	CASE-2-14	5 - 5			1.098	1.200

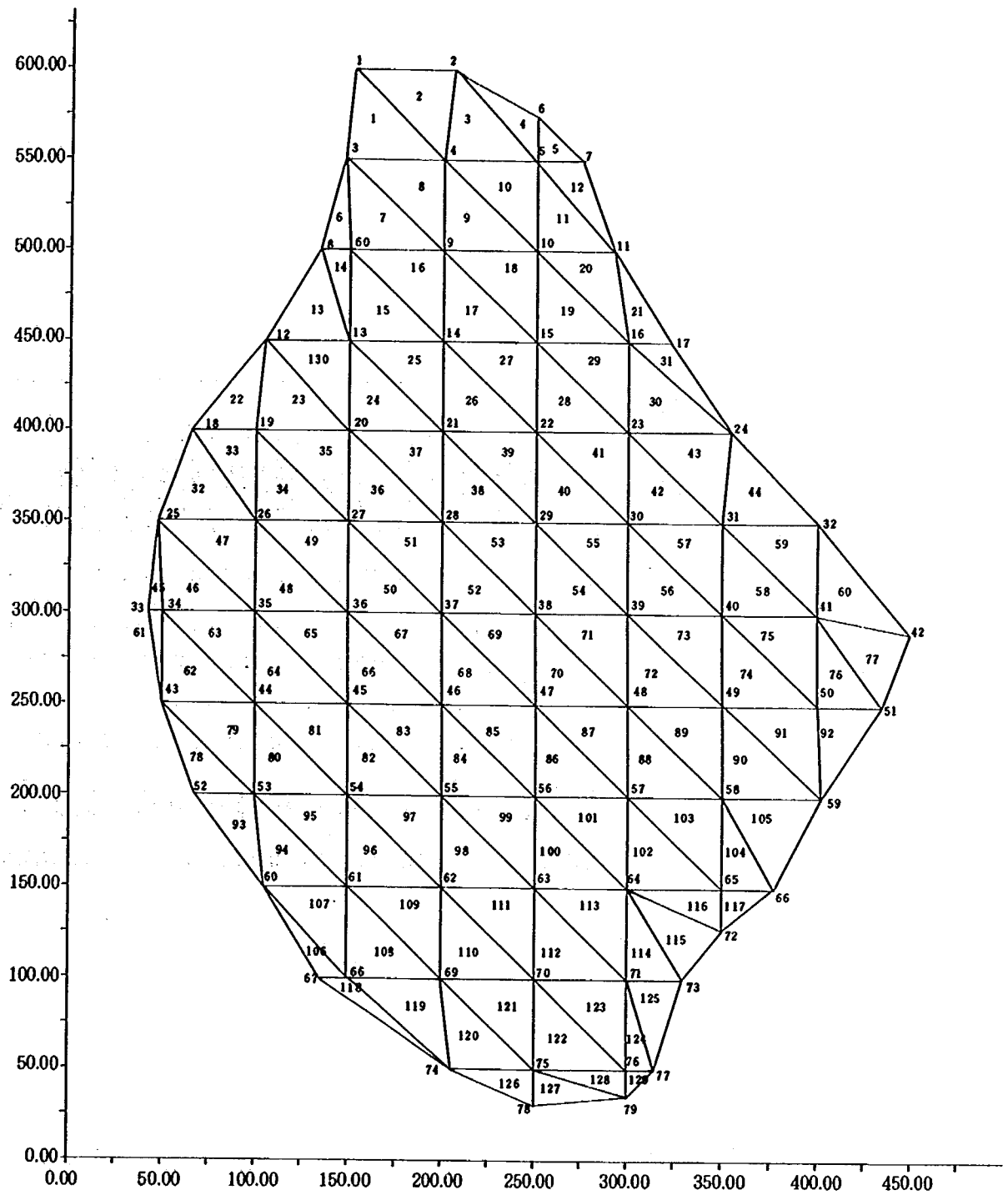


図-14 ケース 3-3 におけるメッシュ図

TOGE-BLOCK CASE-303 (S.52 WATER-LEVEL)

NO.	ELEMENT CONNEC.					
1	NOP=	1	-	3	-	4 MAT.NUM. = 1
2	NOP=	1	-	4	-	2 MAT.NUM. = 1
3	NOP=	2	-	4	-	5 MAT.NUM. = 1
4	NOP=	2	-	5	-	6 MAT.NUM. = 1
5	NOP=	6	-	5	-	7 MAT.NUM. = 1
6	NOP=	3	-	8	-	80 MAT.NUM. = 1
7	NOP=	3	-	80	-	9 MAT.NUM. = 1
8	NOP=	3	-	9	-	4 MAT.NUM. = 1
9	NOP=	4	-	9	-	10 MAT.NUM. = 1
10	NOP=	4	-	10	-	5 MAT.NUM. = 1
11	NOP=	5	-	10	-	11 MAT.NUM. = 1
12	NOP=	5	-	11	-	7 MAT.NUM. = 1
13	NOP=	8	-	12	-	13 MAT.NUM. = 1
14	NOP=	8	-	13	-	80 MAT.NUM. = 1
15	NOP=	80	-	13	-	14 MAT.NUM. = 1
16	NOP=	80	-	14	-	9 MAT.NUM. = 1
17	NOP=	9	-	14	-	15 MAT.NUM. = 1
18	NOP=	9	-	15	-	10 MAT.NUM. = 1
19	NOP=	10	-	15	-	16 MAT.NUM. = 1
20	NOP=	10	-	16	-	11 MAT.NUM. = 1
21	NOP=	11	-	16	-	17 MAT.NUM. = 1
22	NOP=	12	-	18	-	19 MAT.NUM. = 1
23	NOP=	12	-	19	-	20 MAT.NUM. = 1
24	NOP=	13	-	20	-	21 MAT.NUM. = 1
25	NOP=	13	-	21	-	14 MAT.NUM. = 1
26	NOP=	14	-	21	-	22 MAT.NUM. = 1
27	NOP=	14	-	22	-	15 MAT.NUM. = 1
28	NOP=	15	-	22	-	23 MAT.NUM. = 1
29	NOP=	15	-	23	-	16 MAT.NUM. = 1
30	NOP=	16	-	23	-	24 MAT.NUM. = 1
31	NOP=	16	-	24	-	17 MAT.NUM. = 1
32	NOP=	18	-	25	-	26 MAT.NUM. = 1
33	NOP=	18	-	26	-	19 MAT.NUM. = 1
34	NOP=	19	-	26	-	27 MAT.NUM. = 1
35	NOP=	19	-	27	-	20 MAT.NUM. = 1
36	NOP=	20	-	27	-	28 MAT.NUM. = 1
37	NOP=	20	-	28	-	21 MAT.NUM. = 1
38	NOP=	21	-	28	-	29 MAT.NUM. = 1
39	NOP=	21	-	29	-	22 MAT.NUM. = 1
40	NOP=	22	-	29	-	30 MAT.NUM. = 1
41	NOP=	22	-	30	-	23 MAT.NUM. = 1
42	NOP=	23	-	30	-	31 MAT.NUM. = 1
43	NOP=	23	-	31	-	24 MAT.NUM. = 1
44	NOP=	24	-	31	-	32 MAT.NUM. = 1
45	NOP=	25	-	33	-	34 MAT.NUM. = 1
46	NOP=	25	-	34	-	35 MAT.NUM. = 1
47	NOP=	25	-	35	-	26 MAT.NUM. = 1
48	NOP=	26	-	35	-	36 MAT.NUM. = 1
49	NOP=	26	-	36	-	27 MAT.NUM. = 1
50	NOP=	27	-	36	-	37 MAT.NUM. = 1
51	NOP=	27	-	37	-	28 MAT.NUM. = 1
52	NOP=	28	-	37	-	38 MAT.NUM. = 1
53	NOP=	28	-	38	-	29 MAT.NUM. = 1
54	NOP=	29	-	38	-	39 MAT.NUM. = 1
55	NOP=	29	-	39	-	30 MAT.NUM. = 1
56	NOP=	30	-	39	-	40 MAT.NUM. = 1
57	NOP=	30	-	40	-	31 MAT.NUM. = 1
58	NOP=	31	-	40	-	41 MAT.NUM. = 1
59	NOP=	31	-	41	-	32 MAT.NUM. = 1
60	NOP=	32	-	41	-	42 MAT.NUM. = 1
61	NOP=	33	-	43	-	34 MAT.NUM. = 1
62	NOP=	34	-	43	-	44 MAT.NUM. = 1

63	NOP=	34	-	44	-	35	MAT.NUM.	1
64	NOP=	35	-	44	-	45	MAT.NUM.	1
65	NOP=	35	-	45	-	36	MAT.NUM.	1
66	NOP=	36	-	45	-	46	MAT.NUM.	1
67	NOP=	36	-	46	-	37	MAT.NUM.	1
68	NOP=	37	-	46	-	47	MAT.NUM.	1
69	NOP=	37	-	47	-	38	MAT.NUM.	1
70	NOP=	38	-	47	-	48	MAT.NUM.	1
71	NOP=	38	-	48	-	39	MAT.NUM.	1
72	NOP=	39	-	48	-	49	MAT.NUM.	1
73	NOP=	39	-	49	-	40	MAT.NUM.	1
74	NOP=	40	-	49	-	50	MAT.NUM.	1
75	NOP=	40	-	50	-	41	MAT.NUM.	1
76	NOP=	41	-	50	-	51	MAT.NUM.	1
77	NOP=	41	-	51	-	42	MAT.NUM.	1
78	NOP=	43	-	52	-	53	MAT.NUM.	1
79	NOP=	43	-	53	-	44	MAT.NUM.	1
80	NOP=	44	-	53	-	54	MAT.NUM.	1
81	NOP=	44	-	54	-	45	MAT.NUM.	1
82	NOP=	45	-	54	-	55	MAT.NUM.	1
83	NOP=	45	-	55	-	46	MAT.NUM.	1
84	NOP=	46	-	55	-	56	MAT.NUM.	1
85	NOP=	46	-	56	-	47	MAT.NUM.	1
86	NOP=	47	-	56	-	57	MAT.NUM.	1
87	NOP=	47	-	57	-	48	MAT.NUM.	1
88	NOP=	48	-	57	-	58	MAT.NUM.	1
89	NOP=	48	-	58	-	49	MAT.NUM.	1
90	NOP=	49	-	58	-	59	MAT.NUM.	1
91	NOP=	49	-	59	-	50	MAT.NUM.	1
92	NOP=	50	-	59	-	51	MAT.NUM.	1
93	NOP=	52	-	60	-	53	MAT.NUM.	1
94	NOP=	53	-	60	-	61	MAT.NUM.	1
95	NOP=	53	-	61	-	54	MAT.NUM.	1
96	NOP=	54	-	61	-	62	MAT.NUM.	1
97	NOP=	54	-	62	-	55	MAT.NUM.	1
98	NOP=	55	-	62	-	63	MAT.NUM.	1
99	NOP=	55	-	63	-	56	MAT.NUM.	1
100	NOP=	56	-	63	-	64	MAT.NUM.	1
101	NOP=	56	-	64	-	57	MAT.NUM.	1
102	NOP=	57	-	64	-	65	MAT.NUM.	1
103	NOP=	57	-	65	-	58	MAT.NUM.	1
104	NOP=	58	-	65	-	66	MAT.NUM.	1
105	NOP=	58	-	66	-	59	MAT.NUM.	1
106	NOP=	60	-	67	-	68	MAT.NUM.	1
107	NOP=	60	-	68	-	61	MAT.NUM.	1
108	NOP=	61	-	68	-	69	MAT.NUM.	1
109	NOP=	61	-	69	-	62	MAT.NUM.	1
110	NOP=	62	-	69	-	70	MAT.NUM.	1
111	NOP=	62	-	70	-	63	MAT.NUM.	1
112	NOP=	63	-	70	-	71	MAT.NUM.	1
113	NOP=	63	-	71	-	64	MAT.NUM.	1
114	NOP=	64	-	71	-	73	MAT.NUM.	1
115	NOP=	64	-	73	-	72	MAT.NUM.	1
116	NOP=	64	-	72	-	65	MAT.NUM.	1
117	NOP=	65	-	72	-	66	MAT.NUM.	1
118	NOP=	67	-	74	-	68	MAT.NUM.	1
119	NOP=	68	-	74	-	69	MAT.NUM.	1
120	NOP=	69	-	74	-	75	MAT.NUM.	1
121	NOP=	69	-	75	-	70	MAT.NUM.	1
122	NOP=	70	-	75	-	76	MAT.NUM.	1
123	NOP=	70	-	76	-	71	MAT.NUM.	1
124	NOP=	71	-	76	-	77	MAT.NUM.	1
125	NOP=	71	-	77	-	73	MAT.NUM.	1
126	NOP=	74	-	78	-	75	MAT.NUM.	1
127	NOP=	75	-	78	-	79	MAT.NUM.	1
128	NOP=	75	-	79	-	76	MAT.NUM.	1
129	NOP=	76	-	79	-	77	MAT.NUM.	1
130	NOP=	12	-	20	-	13	MAT.NUM.	1

NO.	X, Y, Z, COORDINATE			SURFACE			WATER LEVEL			BASE LEVEL		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	152.500	600.000	118.000	152.500	600.000	91.000	152.500	600.000	118.000			
2	205.000	600.000	120.000	205.000	600.000	90.000	205.000	600.000	120.000			
3	147.500	550.000	105.000	147.500	550.000	89.000	147.500	550.000	105.000			
4	200.000	550.000	105.000	200.000	550.000	88.000	200.000	550.000	97.000			
5	250.000	550.000	103.000	250.000	550.000	87.000	250.000	550.000	95.000			
6	250.000	575.000	108.000	250.000	575.000	89.000	250.000	575.000	108.000			
7	275.000	550.000	100.000	275.000	550.000	85.000	275.000	550.000	96.000			
8	135.000	500.000	95.000	135.000	500.000	87.000	135.000	500.000	95.000			
9	200.000	500.000	98.000	200.000	500.000	86.000	200.000	500.000	83.000			
10	250.000	500.000	95.000	250.000	500.000	86.000	250.000	500.000	75.000			
11	292.500	500.000	93.000	292.500	500.000	83.000	292.500	500.000	72.000			
12	105.000	450.000	93.000	105.000	450.000	85.000	105.000	450.000	93.000			
13	150.000	450.000	92.000	150.000	450.000	85.000	150.000	450.000	75.000			
14	200.000	450.000	96.000	200.000	450.000	84.000	200.000	450.000	70.000			
15	250.000	450.000	94.000	250.000	450.000	82.000	250.000	450.000	67.000			
16	300.000	450.000	91.000	300.000	450.000	80.000	300.000	450.000	65.000			
17	322.500	450.000	86.000	322.500	450.000	73.000	322.500	450.000	64.000			
18	65.000	400.000	83.000	65.000	400.000	79.000	65.000	400.000	83.000			
19	100.000	400.000	84.000	100.000	400.000	81.000	100.000	400.000	72.000			
20	150.000	400.000	85.000	150.000	400.000	78.000	150.000	400.000	68.000			
21	200.000	400.000	90.000	200.000	400.000	70.000	200.000	400.000	60.000			
22	250.000	400.000	92.000	250.000	400.000	61.000	250.000	400.000	60.000			
23	300.000	400.000	84.000	300.000	400.000	55.000	300.000	400.000	50.000			
24	355.000	400.000	78.000	355.000	400.000	41.000	355.000	400.000	48.000			
25	47.500	350.000	81.000	47.500	350.000	57.000	47.500	350.000	81.000			
26	100.000	350.000	78.000	100.000	350.000	55.000	100.000	350.000	64.000			
27	150.000	350.000	84.000	150.000	350.000	51.000	150.000	350.000	40.000			
28	200.000	350.000	82.000	200.000	350.000	49.000	200.000	350.000	41.000			
29	250.000	350.000	78.000	250.000	350.000	46.000	250.000	350.000	38.000			
30	300.000	350.000	71.000	300.000	350.000	39.000	300.000	350.000	40.000			
31	350.000	350.000	73.000	350.000	350.000	37.000	350.000	350.000	37.000			
32	400.000	350.000	72.000	400.000	350.000	37.000	400.000	350.000	27.000			
33	42.500	300.000	70.000	42.500	300.000	40.000	42.500	300.000	70.000			
34	50.000	300.000	70.000	50.000	300.000	41.000	50.000	300.000	65.000			
35	100.000	300.000	81.000	100.000	300.000	41.000	100.000	300.000	48.000			
36	150.000	300.000	80.000	150.000	300.000	39.000	150.000	300.000	34.000			
37	200.000	300.000	80.000	200.000	300.000	38.000	200.000	300.000	27.000			
38	250.000	300.000	72.000	250.000	300.000	37.000	250.000	300.000	18.000			
39	300.000	300.000	68.000	300.000	300.000	35.000	300.000	300.000	24.000			
40	350.000	300.000	73.000	350.000	300.000	34.000	350.000	300.000	30.000			
41	400.000	300.000	77.000	400.000	300.000	33.000	400.000	300.000	24.000			
42	450.000	290.000	79.000	450.000	290.000	33.000	450.000	290.000	15.000			
43	50.000	250.000	68.000	50.000	250.000	36.000	50.000	250.000	68.000			
44	100.000	250.000	78.000	100.000	250.000	35.000	100.000	250.000	38.000			
45	150.000	250.000	86.000	150.000	250.000	35.000	150.000	250.000	22.000			
46	200.000	250.000	79.000	200.000	250.000	34.000	200.000	250.000	12.000			
47	250.000	250.000	71.000	250.000	250.000	35.000	250.000	250.000	6.000			
48	300.000	250.000	71.000	300.000	250.000	32.000	300.000	250.000	5.000			
49	350.000	250.000	78.000	350.000	250.000	32.000	350.000	250.000	12.000			
50	400.000	250.000	75.000	400.000	250.000	32.000	400.000	250.000	23.000			
51	435.000	250.000	70.000	435.000	250.000	32.000	435.000	250.000	70.000			
52	67.500	200.000	60.000	67.500	200.000	32.000	67.500	200.000	60.000			
53	100.000	200.000	75.000	100.000	200.000	32.000	100.000	200.000	39.000			
54	150.000	200.000	75.000	150.000	200.000	33.000	150.000	200.000	12.000			
55	200.000	200.000	70.000	200.000	200.000	31.000	200.000	200.000	1.000			
56	250.000	200.000	61.000	250.000	200.000	32.000	250.000	200.000	-1.000			
57	300.000	200.000	58.000	300.000	200.000	31.000	300.000	200.000	0.0			

58	350.000	200.000	62.000	350.000	200.000	31.000	350.000	200.000	11.000
59	402.500	200.000	53.000	402.500	200.000	31.000	402.500	200.000	53.000
60	105.000	150.000	43.000	105.000	150.000	30.000	105.000	150.000	43.000
61	150.000	150.000	48.000	150.000	150.000	30.000	150.000	150.000	12.000
62	200.000	150.000	42.000	200.000	150.000	30.000	200.000	150.000	-5.000
63	250.000	150.000	29.000	250.000	150.000	29.000	250.000	150.000	-4.000
64	300.000	150.000	33.000	300.000	150.000	30.000	300.000	150.000	3.000
65	350.000	150.000	34.000	350.000	150.000	30.000	350.000	150.000	10.000
66	377.500	150.000	32.000	377.500	150.000	30.000	377.500	150.000	32.000
67	135.000	100.000	25.000	135.000	100.000	25.000	135.000	100.000	25.000
68	150.000	100.000	25.000	150.000	100.000	25.000	150.000	100.000	15.000
69	200.000	100.000	26.000	200.000	100.000	26.000	200.000	100.000	6.000
70	250.000	100.000	29.000	250.000	100.000	29.000	250.000	100.000	0.0
71	300.000	100.000	36.000	300.000	100.000	30.000	300.000	100.000	6.000
72	350.000	127.500	27.000	350.000	127.500	27.000	350.000	127.500	27.000
73	330.000	100.000	40.000	330.000	100.000	30.000	330.000	100.000	40.000
74	205.000	50.000	47.000	205.000	50.000	30.000	205.000	50.000	47.000
75	250.000	50.000	65.000	250.000	50.000	30.000	250.000	50.000	38.000
76	300.000	50.000	77.000	300.000	50.000	30.000	300.000	50.000	62.000
77	315.000	50.000	78.000	315.000	50.000	30.000	315.000	50.000	78.000
78	250.000	30.000	79.000	250.000	30.000	30.000	250.000	30.000	79.000
79	300.000	35.000	85.000	300.000	35.000	30.000	300.000	35.000	85.000
80	150.000	500.000	97.000	150.000	500.000	88.000	150.000	500.000	85.000

MATERIAL CONSTANT 1 SETS

COHESION	FRICTION	UNIT WEIGHT
0.0	12.95	2.100

	RESISTANT FORCE VECTOR			SLIDING FORCE VECTOR			LACK FORCE VECTOR			LACK FORCE ABSOLUTION
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	-780.739	1410.210	0.0	1068.382	-1929.766	0.0	287.643	-519.555	0.0	593.866
2	127.860	1531.128	0.0	-254.592	-3048.746	0.0	-126.732	-1517.618	0.0	1522.900
3	-250.600	2906.962	0.0	507.646	-5882.687	0.0	257.045	-2981.726	0.0	2992.784
4	27.428	641.812	0.0	-62.093	-1452.978	0.0	-34.665	-811.166	0.0	811.906
5	41.040	533.521	0.0	-93.099	-1210.288	0.0	-52.059	-676.767	0.0	678.766
6	-505.000	277.750	0.0	1671.260	-919.193	0.0	1166.259	-641.442	0.0	1331.018
7	-504.293	5017.715	0.0	877.408	-8730.211	0.0	373.115	-3712.496	0.0	3731.199
8	-2212.569	4065.596	0.0	3067.883	-5637.234	0.0	855.314	-1571.639	0.0	1789.305
9	-3846.890	6732.055	0.0	5729.461	-10026.559	0.0	1882.571	-3294.504	0.0	3794.445
10	-668.603	6686.027	0.0	1169.072	-11690.723	0.0	500.469	-5004.695	0.0	5029.656
11	-1150.928	6521.926	0.0	2383.403	-13505.949	0.0	1232.475	-6984.023	0.0	7091.937
12	240.025	2964.312	0.0	-517.436	-6390.328	0.0	-277.410	-3426.016	0.0	3437.229
13	-2265.806	1586.064	0.0	4812.039	-3368.427	0.0	2546.233	-1782.363	0.0	3108.071
14	-1238.245	371.473	0.0	4165.359	-1249.608	0.0	2927.114	-878.135	0.0	3055.997
15	-3672.103	7344.203	0.0	4696.488	-9392.977	0.0	1024.385	-2048.773	0.0	2290.598
16	-1276.541	8297.520	0.0	1793.973	-11660.824	0.0	517.431	-3363.305	0.0	3402.875
17	-2282.654	9891.500	0.0	3449.331	-14947.102	0.0	1166.677	-5055.602	0.0	5188.473
18	-6637.437	6637.437	0.0	8465.902	-8465.902	0.0	1828.465	-1828.465	0.0	2585.840
19	-2561.627	10246.508	0.0	2520.950	-10083.801	0.0	-40.677	162.707	0.0	-167.711
20	-3984.634	7305.160	0.0	3480.025	-6380.043	0.0	-504.609	925.117	0.0	-1053.793
21	-1478.895	4436.684	0.0	1195.716	-3587.147	0.0	-283.179	849.536	0.0	-895.491
22	-845.962	1215.109	0.0	2024.010	-2907.215	0.0	1178.049	-1692.106	0.0	2061.801
23	-789.147	4221.934	0.0	1861.229	-9957.574	0.0	1072.082	-5735.641	0.0	5834.977
24	-7314.562	6400.242	0.0	8764.266	-7668.730	0.0	1449.703	-1268.488	0.0	1926.320
25	-4952.547	9905.098	0.0	6233.520	-12467.039	0.0	1280.973	-2561.941	0.0	2864.340
26	0.0	14963.973	0.0	0.0	-15101.070	0.0	0.0	-137.098	0.0	137.098
27	-5526.820	12895.918	0.0	4411.605	-10293.750	0.0	-1115.215	2602.168	0.0	-2831.074
28	-13241.230	9268.863	0.0	15810.645	-11067.453	0.0	2569.414	-1798.590	0.0	3136.367
29	-1770.767	13280.754	0.0	2914.442	-21858.320	0.0	1143.676	-8577.566	0.0	8653.473
30	-2129.156	17565.535	0.0	3015.327	-24876.449	0.0	886.171	-7310.914	0.0	7364.426
31	-911.650	5971.309	0.0	1309.429	-8576.762	0.0	397.779	-2605.453	0.0	2635.641
32	-2516.024	1191.411	0.0	3920.939	-1856.680	0.0	1404.915	-665.268	0.0	1554.467
33	-3077.000	1566.473	0.0	4720.035	-2402.927	0.0	1643.035	-836.454	0.0	1843.697
34	-10920.422	3640.142	0.0	26233.289	-8744.430	0.0	15312.867	-5104.285	0.0	16141.172
35	-1401.196	9808.375	0.0	4447.676	-31133.758	0.0	3046.479	-21325.383	0.0	21541.887
36	539.732	15112.488	0.0	-1557.186	-43601.215	0.0	-1017.455	-28488.727	0.0	28506.887
37	-5310.113	12611.520	0.0	11389.852	-27050.898	0.0	6079.738	-14439.379	0.0	15667.121
38	-2861.876	18125.215	0.0	5438.918	-34446.488	0.0	2577.042	-16321.273	0.0	16523.480
39	0.0	16961.203	0.0	0.0	-35944.426	0.0	0.0	-18983.223	0.0	18983.223
40	1646.514	18111.656	0.0	-3297.499	-36272.500	0.0	-1650.985	-18160.844	0.0	18235.738
41	-12938.301	12938.301	0.0	16334.117	-16334.117	0.0	3395.816	-3395.816	0.0	4802.410
42	-5604.898	18682.996	0.0	5190.598	-17301.992	0.0	-414.301	1381.004	0.0	-1441.812
43	-3463.659	21301.504	0.0	3413.434	-20992.621	0.0	-50.225	308.883	0.0	-312.945
44	-13460.605	16152.727	0.0	18541.340	-22249.609	0.0	5080.734	-6096.883	0.0	7936.355
45	-112.178	48.237	0.0	354.084	-152.256	0.0	241.906	-104.020	0.0	263.322
46	-5193.687	4628.492	0.0	10288.328	-9168.715	0.0	5094.641	-4540.223	0.0	6824.148
47	-6426.621	6351.016	0.0	12725.805	-12576.086	0.0	6299.184	-6225.070	0.0	8856.137
48	-11337.254	12956.859	0.0	20968.168	-23963.617	0.0	9630.914	-11006.758	0.0	14625.430
49	-17541.168	4385.289	0.0	39150.051	-9787.512	0.0	21608.883	-5402.223	0.0	22273.926
50	-19515.457	16727.535	0.0	17227.437	-14766.371	0.0	-2288.020	1961.164	0.0	-3013.504
51	1699.526	23793.367	0.0	-2325.135	-32551.898	0.0	-625.609	-8758.531	0.0	8780.848
52	-13307.234	20700.148	0.0	22117.031	-34404.277	0.0	8809.797	-13704.129	0.0	16291.582
53	-3237.265	21581.770	0.0	6570.387	-43802.602	0.0	3333.122	-22220.832	0.0	22469.430
54	6314.945	21049.820	0.0	-13370.914	-44569.715	0.0	-7055.969	-23519.895	0.0	24555.492
55	2517.061	20136.492	0.0	-3830.735	-30645.883	0.0	-1313.673	-10509.391	0.0	10591.180
56	7416.031	19776.090	0.0	-11724.285	-31264.766	0.0	-4308.254	-11488.676	0.0	12269.914
57	-8504.160	19843.043	0.0	5709.137	-13321.324	0.0	-2795.023	6521.719	0.0	-7095.410
58	-16184.098	18881.449	0.0	13630.496	-15902.250	0.0	-2553.602	2979.199	0.0	-3923.832

59	-23530.977	7059.293	0.0	22955.090	-6886.527	0.0	-575.887	172.766	0.0	-601.238
60	-26875.465	9598.379	0.0	23443.680	-8372.738	0.0	-3431.785	1225.641	0.0	-3644.086
61	-124.874	-11.239	0.0	363.570	32.721	0.0	238.696	21.483	0.0	239.660
62	-7713.691	-771.369	0.0	20231.531	2023.153	0.0	12517.840	1251.784	0.0	12580.266
63	-12581.125	7400.660	0.0	21586.305	-12697.824	0.0	9005.180	-5297.164	0.0	10447.637
64	-21621.871	13513.668	0.0	35889.562	-22430.973	0.0	14267.691	-8917.305	0.0	16825.141
65	-19692.203	16879.031	0.0	32871.121	-28175.246	0.0	13178.918	-11296.215	0.0	17357.664
66	-19304.562	23165.477	0.0	29565.750	-35478.902	0.0	10261.187	-12313.426	0.0	16028.484
67	-11866.703	25428.648	0.0	19304.687	-41367.191	0.0	7437.984	-15938.543	0.0	17588.656
68	-10946.285	27365.711	0.0	18484.199	-46210.500	0.0	7537.914	-18844.789	0.0	20296.461
69	-16493.684	21991.582	0.0	25947.492	-34596.656	0.0	9453.809	-12605.074	0.0	15756.348
70	-2408.041	28896.508	0.0	3147.543	-37770.531	0.0	739.502	-8874.023	0.0	8904.781
71	7584.652	24018.066	0.0	-15996.633	-50656.004	0.0	-8411.980	-26637.937	0.0	27934.590
72	9424.039	25579.535	0.0	-19983.512	-54240.969	0.0	-10559.473	-28661.434	0.0	30544.730
73	8039.590	24118.770	0.0	-15019.914	-45059.746	0.0	-6980.324	-20940.977	0.0	22073.730
74	13911.977	22765.055	0.0	-28555.141	-46726.598	0.0	-14643.164	-23961.543	0.0	28081.629
75	-27073.766	4512.293	0.0	15426.309	-2571.051	0.0	-11647.457	1941.242	0.0	-11808.117
76	8829.402	131.502	0.0	-51577.703	-768.178	0.0	-42748.301	-636.677	0.0	42753.043
77	-4080.092	-11724.660	0.0	22854.836	65676.250	0.0	18774.742	53951.590	0.0	57124.953
78	-3927.111	-402.061	0.0	11094.984	1135.915	0.0	7167.871	733.854	0.0	7205.340
79	-13100.672	-436.689	0.0	34208.895	1140.296	0.0	21108.223	703.607	0.0	21119.945
80	-23530.270	-871.491	0.0	57781.133	2140.042	0.0	34250.863	1268.550	0.0	34274.352
81	-24135.434	15084.645	0.0	43748.598	-27342.871	0.0	19613.164	-12258.227	0.0	23128.777
82	-23428.426	21298.570	0.0	36165.602	-32877.820	0.0	12737.176	-11579.250	0.0	17213.797
83	-21752.988	23928.289	0.0	33548.648	-36903.512	0.0	11795.660	-12975.223	0.0	17535.508
84	-5496.875	30232.812	0.0	6763.070	-37196.887	0.0	1266.195	-6964.074	0.0	7078.250
85	-19740.145	23030.172	0.0	20032.586	-23371.355	0.0	292.441	-341.184	0.0	449.359
86	3951.339	27659.371	0.0	-3205.712	-22439.984	0.0	745.627	5219.387	0.0	-5272.379
87	-5783.488	28917.453	0.0	3290.542	-16452.711	0.0	-2492.946	12464.742	0.0	-12711.598
88	24349.676	11068.035	0.0	-32744.914	-14884.051	0.0	-8395.238	-3816.016	0.0	9221.824
89	29730.645	4247.234	0.0	-22196.937	-3170.991	0.0	7533.707	1076.243	0.0	-7610.187
90	17479.516	436.988	0.0	-67142.500	-1678.563	0.0	-49662.984	-1241.575	0.0	49678.469
91	6796.852	-18197.027	0.0	-19229.832	51483.516	0.0	-12432.980	33286.488	0.0	35532.660
92	3873.653	-1537.098	0.0	-24342.020	9659.117	0.0	-20468.363	8122.016	0.0	22020.922
93	-3830.120	-857.217	0.0	11031.035	2468.851	0.0	7200.914	1611.634	0.0	7379.059
94	-10414.621	-2250.902	0.0	31927.129	6900.375	0.0	21512.508	4649.473	0.0	22009.211
95	-20830.578	0.0	0.0	56126.941	0.0	0.0	35296.363	0.0	0.0	35296.367
96	-20718.195	0.0	0.0	41123.250	0.0	0.0	20405.055	0.0	0.0	20405.059
97	-23431.371	12780.746	0.0	33424.207	-18231.383	0.0	9992.836	-5450.637	0.0	11382.715
98	3348.242	20089.457	0.0	-2588.525	-15531.152	0.0	759.718	4558.305	0.0	-4621.172
99	-13151.723	19727.586	0.0	5724.766	-8587.148	0.0	-7426.957	11140.437	0.0	-13389.141
100	14660.570	6283.102	0.0	-15138.375	-6487.875	0.0	-477.805	-204.773	0.0	519.828
101	6766.484	-20299.457	0.0	-2619.954	7859.863	0.0	4146.527	-12439.594	0.0	-13112.477
102	13605.000	-5830.711	0.0	-13563.621	5812.980	0.0	41.379	-17.730	0.0	-45.016
103	19244.508	1749.500	0.0	-24999.867	-2272.714	0.0	-5755.359	-523.214	0.0	5779.094
104	4475.461	111.887	0.0	-22544.824	-563.621	0.0	-18069.363	-451.734	0.0	18075.004
105	8408.219	210.205	0.0	-29267.285	-731.682	0.0	-20859.066	-521.476	0.0	20865.586
106	-500.962	-30.058	0.0	1455.290	87.317	0.0	954.328	57.260	0.0	956.044
107	-5535.867	-482.156	0.0	20525.574	1787.711	0.0	14989.707	1305.555	0.0	15046.449
108	-8012.719	-2670.907	0.0	10213.000	3404.334	0.0	2200.281	733.427	0.0	2319.301
109	-10252.937	-6634.250	0.0	28401.887	18377.691	0.0	18148.949	11743.441	0.0	21616.953
110	-5117.020	-9381.207	0.0	9777.703	17925.793	0.0	4660.684	8544.586	0.0	9733.031
111	3046.480	-12185.918	0.0	-1901.141	7604.562	0.0	1145.339	-4581.355	0.0	-4722.355
112	8386.656	-5591.105	0.0	-9561.074	6374.047	0.0	-1174.418	782.941	0.0	1411.473
113	9603.656	-4115.852	0.0	-11262.562	4826.812	0.0	-1658.906	710.961	0.0	1804.836
114	2427.763	-128.529	0.0	-23601.277	1249.479	0.0	-21173.512	1120.951	0.0	21203.160
115	774.164	-2380.423	0.0	-3233.709	9943.105	0.0	-2459.545	7562.680	0.0	7952.578
116	337.075	-1819.137	0.0	-2360.370	12738.504	0.0	-2023.294	10919.363	0.0	11105.234
117	273.995	-258.773	0.0	-2796.426	2641.069	0.0	-2522.431	2382.296	0.0	3469.582
118	-144.412	-297.489	0.0	958.919	1975.374	0.0	814.507	1677.885	0.0	1865.132
119	-700.762	-3262.439	0.0	3587.534	16701.969	0.0	2886.772	13439.527	0.0	13746.062
120	-1491.762	-6265.402	0.0	5602.809	23531.809	0.0	4111.043	17266.406	0.0	17749.066

121	-1277.257	-8089.293	0.0	6324.570	40055.629	0.0	5047.312	31966.336	0.0	32362.352
122	5672.168	-8980.934	0.0	-22177.285	35114.039	0.0	-16505.117	26133.105	0.0	32908.867
123	838.557	-7826.535	0.0	-5158.492	48145.937	0.0	-4319.934	40319.402	0.0	40550.164
124	1016.906	-1067.752	0.0	-6841.176	7183.234	0.0	-5824.270	6115.480	0.0	8445.187
125	1389.983	-1349.102	0.0	-9548.801	9267.953	0.0	-8158.816	7918.852	0.0	11369.891
126	-82.922	-849.954	0.0	742.907	7614.797	0.0	659.985	6764.840	0.0	6796.957
127	147.654	-931.358	0.0	-1333.042	8408.414	0.0	-1185.387	7477.055	0.0	7570.434
128	400.127	-1278.183	0.0	-2796.316	8932.676	0.0	-2396.189	7654.492	0.0	8020.785
129	73.199	-105.223	0.0	-594.703	854.885	0.0	-521.504	749.662	0.0	913.214
130	-4373.047	1530.567	0.0	9861.008	-3451.354	0.0	5487.961	-1920.786	0.0	5814.391

RESISTANT
TOTAL VECTOR

X= 970222.9 Y= 1248119.0

ABSOLUTION= 1580864.0

SAFETY FACTOR = 1.1942

SLIDING
TOTAL VECTOR

X= 610364.7 Y=-1174626.0

ABSOLUTION= 1323741.0

あとがき

今まで地すべり斜面安定解析は、二次元解析が一般的であった。ところが実際の地すべりの場合、二次元解析では平面的に地すべりをとらえるため、斜面の安全率を正確に表面することが困難な場合が生じる。しかし、三次元安定解析では比較的現実の現象に近い状態で解析を進めることができるため、場合によっては有力な解析法に成る場合もある。

今回紹介した Hovland 法による三次元斜面安定解析は簡便法による解析であり、内部応力を無視している等様々な問題を含んでいる。今後は更に考察を進める上でより現実的な斜面の安定解析手法の確立が必要であろう。

参与文献

H. Jhon Hovland;

Three-Dimensional Slope Stability Analysis Method, GT9. ASCE, September 1977.

Hovland 法による
地すべり三次元安定解析手法

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2265号
昭和60年11月 (1985)
中村浩之, 中嶋 茂
吉松弘行

要 旨 Jhon-Hovland によって紹介されている地すべり三次元斜面安定解析手法を基に開発したプログラムを用いての計算実施例やHovland法の理論について紹介したものである。
Hovland法は、現在地すべり解析に広く用いられている二次元簡便法を三次元に拡張したものであり、二次元解析ではスライスにより計算されるのに対し、三次元解析では要素柱によって計算される。また、Hovland法に多少改良を加えており、原文では四角柱により計算されるのに対し、プログラムでは三角柱により計算される。また、地震力等の外力についても考慮できるようになっている。

キーワード：地すべり，斜面，安定解析，土質力学，斜面安定安全率

郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい

3 0 5 - □ □

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

地すべり研究室

御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2265号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印