

S-25

佐 賀 大 学

農 学 彙 報

第 22 号

目 次

電子計算機による地震時緩傾斜干拓堤防の安定解析について	国 武 昌 人	1
外国産並びに国内産初生雛精巢の性腺刺激 ホルモンに対する感受性の差異	松尾昭雄・武富萬次郎	27
イポメアマロンの植物病原菌に対する阻害作用の特異性について	野中福次・安井一臣	39
ダイズの莢から得た Phytoalexin について	野中福次・諫山真司・古川英雄	51
On the Interrelationships between the Growth of Upper Plant and the Development of Root in Common Vetch Seedling (Preliminary).	Noriyuki TANAKA	65
土壤消毒剤クロールピクリンの濃度と殺線虫効果との 関係について	横尾多美男・秦 卓美	75
ミナミネグサレセンチュウ (<i>Pratylenchus coffeae</i>) の金魚草への寄生 加害と殺線虫剤による防除効果についての 2, 3 の知見	横尾多美男・池上泰俊	83
ミナミネグサレセンチュウ (<i>Pratylenchus coffeae</i>) の寄主 植物体内への侵入加害と地温との関係について	横尾多美男・黒田善紀	93
サボテンシストセンチュウ九州に分布す	横 尾 多美男	105
筑後川水系より佐賀平野に利用する 淡水の取水量調査について	渡辺 潔・黒田正治・加々良光彦	111

佐 賀 大 学 農 学 部

昭和 41 年 1 月

昭和41年1月25日 印刷
昭和41年1月31日 発行

編集兼 佐賀大学農学部
発行者

印刷者 増 田 訓 清

印刷所 大学印刷株式会社
広島市十日市町2丁目3番23号
電話広島31—4231(代表)

S-25

佐 賀 大 学

農 学 彙 報

第 22 号

目 次

電子計算機による地震時緩傾斜干拓堤防の安定解析について	国 武 昌 人	1
外国産並びに国内産初生雛精巢の性腺刺激 ホルモンに対する感受性の差異	松尾昭雄・武富萬次郎	27
イポメアマロンの植物病原菌に対する阻害作用の特異性について	野中福次・安井一臣	39
ダイズの莢から得た Phytoalexin について	野中福次・諫山真司・古川英雄	51
On the Interrelationships between the Growth of Upper Plant and the Development of Root in Common Vetch Seedling (Preliminary).	Noriyuki TANAKA	65
土壤消毒剤クロールピクリンの濃度と殺線虫効果との 関係について	横尾多美男・秦 卓美	75
ミナミネグサレセンチュウ (<i>Pratylenchus coffeae</i>) の金魚草への寄生 加害と殺線虫剤による防除効果についての 2, 3 の知見	横尾多美男・池上泰俊	83
ミナミネグサレセンチュウ (<i>Pratylenchus coffeae</i>) の寄主 植物体内への侵入加害と地温との関係について	横尾多美男・黒田善紀	93
サボテンシストセンチュウ九州に分布す	横 尾 多美男	105
筑後川水系より佐賀平野に利用する 淡水の取水量調査について	渡辺 潔・黒田正治・加々良光彦	111

佐 賀 大 学 農 学 部

昭和 41 年 1 月

AGRICULTURAL BULLETIN

OF

SAGA UNIVERSITY

Contents

On the Stability Analysis of a Sea Dike with a Gentle Grade during Earthquake by an Electronic Digital Computer	Masato KUNITAKE 1
Differences of sensitivity between foreign and domestic chicks in their testes weight at one day of age to gonadotrophin	Teruo MATSUO and Manjiro TAKETOMI 27
On the selective toxicity of Ipomeamarone towards the phytopathogens	Fukuji NONAKA and Kazuomi YASUI 39
On the Phytoalexin produced by the results of the interaction between soybean pods and phytopathogens	Fukuji NONAKA, Shinji ISAYAMA and Hideo FURUKAWA 51
On the Interrelationships between the Growth of Upper Plant and the Development of Root in Common Vetch Seedling (Preliminary).	Noriyuki TANAKA 65
On the Relationships between the Concentration of the Soil Fumigant, Chloropicrin, and the Effectiveness of Control against the Plant parasitic Nematode	Tamio YOKOO and Takumi HATA 75
Some observations on the Growth of the New Host Plant, Snapdragon (<i>Antirrhinum majus</i> L.) attacked by the Root Lesion Nematode, <i>Pratylenchus coffeae</i> , and Control-Effect of some Nematicides.	Tamio YOKOO and Yasutoshi IKEGAMI 83
On the Relationships between the Invasion and Multiplication of the Root Lesion Nematode (<i>Pratylenchus coffeae</i>) in the Host Plants and the Soil Temperature.....	Tamio YOKOO and Yoshinori KURODA 93
On the occurrence of Cactus Cyst Nematode, <i>Heterodera cacti</i> (Nematoda: Heteroderidae), in Kyushu (Japan)	Tamio YOKOO 105
Investigation on the Quantity of Fresh Water introduced into the Creek at the Saga Plain from the Water System of the Chikugo River	Kiyoshi WATANABE, Masaharu KURODA and Mitsuhiro KAGARA 111

Published
by
FACULTY OF AGRICULTURE
SAGA UNIVERSITY
SAGA, JAPAN

電子計算機による地震時緩傾斜干拓堤防の安定解析について

国 武 昌 人

(農業造構学研究室)

On the Stability Analysis of a Sea Dike with a Gentle Grade during Earthquake by an Electronic Digital Computer

Masato KUNITAKE

Faculty of Agriculture, Saga University

Abstract: The stability analysis of a sea dike with a gentle grade during earthquake was studied in this paper.

The dynamical properties of earth structure during earthquake is hardly known. Then, assuming the fundamental properties of soils during earthquake were the same ones when there was no earthquake, the fundamental equations on the stability analysis of slope during earthquake were derived statically from the dangerous circle analysis and the seismic coefficient method. They are shown in eqs. (10), (19) and (20). The equations which was perfectly generalized are eq. (25) to eq. (37).

In this equations, all values of cohesion, friction angle and unit weight for both soil strata can be distinguished respectively. A water table can be placed anywhere.

Given these properties of soils and a sea dike, the electronic digital computer can automatically search out the critical circle during earthquake and print out the information for it in several minutes.

The sea dike which was analyzed as an example and the system used in this program were illustrated in Fig. 9. The form of results produced by the computer was shown in Fig. 10.

This method can be applied to similar problems immediately.

摘 要

本論文において、電子計算機による地震時の緩傾斜干拓堤防の安定解析の研究を行なった。

構造物の地震時の動的性質があまりよくわかっていないので地震時の土の基本的性質は常時のそれと同じであると仮定し、地震時の斜面の安定解析に関する基本方程式を、円弧スベリ面法と震度法から静的に誘導した。それらは (10), (19) と (20) 式である。完全に一般化された式は (25) から (37) 式である。

この式において、二つの土の層の粘着力、内部摩擦角、単位体積重量はそれぞれ区別されている。また水面はどのようなところにあってもよい。

土の性質と干拓堤防の形状が与えられれば電子計算機は、自動的に、数分で、地震時の臨界円を見出しそれを印刷する。

Fig. 9 に例題として解析された干拓堤防とこのプログラムに用いられた方法を、Fig. 10 に電子計算機によって解析された結果を示した。

この方法は類似の問題にすぐに応用できる。

I. ま え が き

地震時の斜面の安定を論ずる場合、振動時における土の基礎的性質、すなわち振動時における土の内部摩擦角、粘着力、密度、間ゲキ水圧、粒子構造などが土の力学的性質にどのように影響するかを知らなければならない。しかしながら土構造物の地震時の性質に関する知識は現在きわめて少い。また設計にあたってはなお未詳の要素が多く、現在では静力学的ないわゆる震度法が多く慣用されている。

そこで、地震時の斜面の安定解析の基本方程式を導くにあたって、円弧スベリ面法により、地震時の土の基礎的性質は常時のそれと同じであると仮定し、震時法に従って誘導することにした。

この研究を行なうにあたり、終始御指導と御鞭撻を賜った佐賀大学教授田中宏平博士に厚く御礼申し上げます。また留学中多大の御指導と御援助を賜った九州大学教授藤川武信博士に厚く御礼申し上げます。

II. 震 度 法¹⁻³⁾

震度論にしたがえば震度 K は地震の最大加速度 α と重力の加速度 g との比によって表わされる。すなわち

$$\text{水平方向} \quad K_h = \frac{\alpha_h(\text{gal})}{g(\text{gal})} \approx \frac{\alpha_h}{1000} \quad (1)$$

$$\text{鉛直方向} \quad K_v = \frac{\alpha_v(\text{gal})}{g(\text{gal})} \approx \frac{\alpha_v}{1000} \quad (2)$$

ここに、 K_h ：水平震度

K_v ：鉛直震度

α_h ：水平方向の地震の最大加速度

α_v ：鉛直方向の地震の最大加速度

そして、構造物の重量 W に (1)、(2) で定義された震度 K_h, K_v を乗じた $W \cdot K_h, W \cdot K_v$ をその重心点に作用させて静力学的に計算する方式である。(Fig. 1 参照)

(1) 式を考慮して

$$W \cdot K_h = W \cdot \frac{\alpha_h}{g} = M \cdot \alpha_h \quad (3)$$

ここに、

$$M = \frac{W}{g}$$

この $M \cdot \alpha_h$ は構造物の質量と地震加速度の積であるので、静的に考えた地震力に相当する。

Fig. 1 から地震時の合力 R は

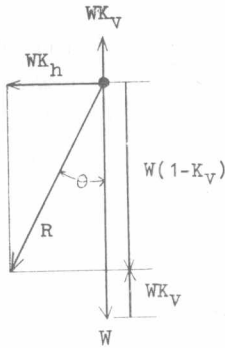


Fig. 1 震度法の考え方

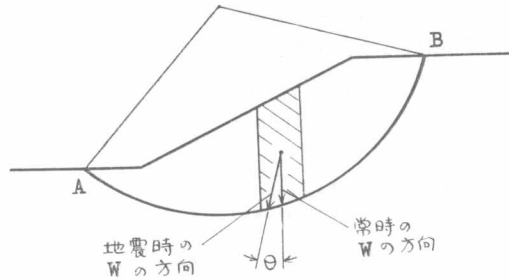


Fig. 2 円弧スベリ面法

$$R = \sqrt{(1 \pm K_v)^2 + K_h^2} \cdot W \quad (4)$$

となり、その方向は常時鉛直線に対して角 θ だけ傾く。すなわち

$$\theta = \arctan \frac{K_h}{1 \pm K_v} = \arctan K. \quad (5)$$

(5)式における K を合震度と呼んでいる。そして多くの場合分母の負号をとる。 $K_h < 0.3, K_v < 0.1$ 程度であれば(4)式から $R \doteq W$ となり、物体の重量は実質上ほとんど変化しないものと考えることができる。

いま円弧スベリ面法にこの方法を適用すれば Fig. 2 に示すようにその小割要素の自重 W は常に鉛直方向に働くが、地震時には図中に示すように鉛直線に対して θ だけ危険側に傾斜すると考えることができる。

III. 基本式の誘導⁴⁻⁹⁾

基本式を誘導するにあたって次のような仮定をした。

- i) 土の自重 W は常時は鉛直方向に働くが、地震時には鉛直線に対して θ だけ危険側に傾斜すると考える。
- ii) 引張りひびわれの影響は無視する。
- iii) Soil I と Soil II の二層からなる。
- iv) 破壊面は円弧面である。
- v) 安全率は抵抗モーメントと転倒モーメントの比で表わす。
- vi) 抵抗モーメントは土のせん断強さのみによる。
- vii) 転倒モーメントは土の重量による。
- viii) 土のせん断強さは次式で表わす。

$$\text{Soil I} \quad \tau_1 = c_1 + (\sigma - u) \tan \phi_1 \quad (6)$$

$$\text{Soil II} \quad \tau_2 = c_2 + (\sigma - u) \tan \phi_2 \quad (7)$$

ここに、 c_1, c_2 : 粘着力 σ : 垂直応力
 u : 間ゲキ水圧 ϕ_1, ϕ_2 : 内部摩擦角

ix) 浸潤線は Soil I の層にあるものとし、近似的に折れ線で表現する。

そこで、Fig. 3 のように、鉛直線に対して θ だけ危険側に傾斜した作用線に平行な直線で分割した小割要素を考える。この小割要素について抵抗モーメント、転倒モーメントを考え、積分区間 (A, E) で積分し、その比をとれば安全率を求めることができる。その場合、抵抗モーメント、転倒モーメントは破壊円の中心点に関するモーメントであるから、Fig. 3 のように、水平方向、鉛直方向からそれぞれ θ だけ回転した座標 (x, y) について考えてもよい。

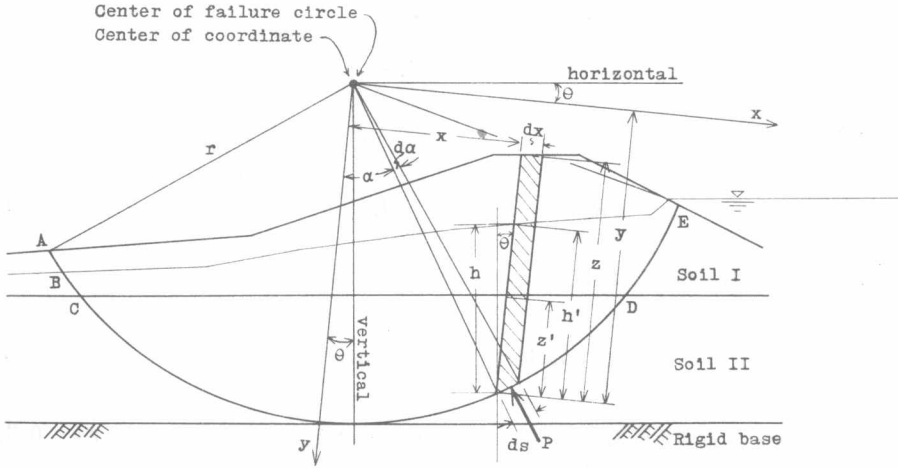


Fig. 3 基本式誘导图

抵抗モーメントを M_R , 転倒モーメントを M_0 , 安全率を FS とする。

$$M_R = \int_A^C r \tau_1 ds + \int_C^D r \tau_2 ds + \int_D^E r \tau_1 ds \quad (8)$$

$$M_0 = \int_A^C \gamma_1 z x dx + \int_C^D \{ \gamma_1 (z - z') + \gamma_2 z' \} x dx + \int_D^E \gamma_1 z x dx \quad (9)$$

ここに、 γ_1, γ_2 : それぞれ Soil I, Soil II の単位
体積重量

$$FS = \frac{M_R}{M_0} \quad (10)$$

しかるに、

$$\begin{aligned} \int r \tau_1 ds &= \int r^2 \tau_1 d\alpha = \int r^2 \{ c_1 + (\sigma - u) \tan \phi_1 \} d\alpha \\ &= \int r^2 c_1 d\alpha + \int r^2 \sigma \tan \phi_1 d\alpha - \int r^2 u \tan \phi_1 d\alpha \end{aligned}$$

$$\sigma ds = \gamma_1 z dx \cos \alpha = \gamma_1 z ds \cos^2 \alpha \quad \text{故に} \quad \sigma = \gamma_1 z \cos^2 \alpha$$

であるから

$$= \int r^2 c_1 d\alpha + \int r^2 (\gamma_1 z \cos^2 \alpha) \tan \phi_1 d\alpha - \int r^2 u \tan \phi_1 d\alpha$$

また $dx = ds \cos \alpha = r d\alpha \cos \alpha$, $y = r \cos \alpha$

故に $d\alpha = dx/y$ であるから

$$= r^2 c_1 \int \frac{dx}{y} + r_1 \tan \phi_1 \int yz dx - r^2 \tan \phi_1 \int \frac{u}{y} dx \quad (11)$$

同様に

$$\begin{aligned} \int r \tau_2 ds &= \int r^2 \tau_2 d\alpha = \int r^2 \{c_2 + (\sigma - u) \tan \phi_2\} d\alpha \\ &= \int r^2 c_2 d\alpha + \int r^2 \sigma \tan \phi_2 d\alpha - \int r^2 u \tan \phi_2 d\alpha \\ &= \int r^2 c_2 d\alpha + \int r^2 [\{r_1(z - z') + r_2 z'\} \cos \alpha] \tan \phi_2 d\alpha \\ &\quad - \int r^2 u \tan \phi_2 d\alpha \\ &= \int r^2 c_2 d\alpha + \int r^2 r_1 z \cos^2 \alpha \tan \phi_2 d\alpha \\ &\quad - \int r^2 (r_1 - r_2) z' \cos^2 \alpha \tan \phi_2 d\alpha - \int r^2 u \tan \phi_2 d\alpha \\ &= r^2 c_2 \int \frac{dx}{y} + r_1 \tan \phi_2 \int yz dx - (r_1 - r_2) \tan \phi_2 \int yz' dx \\ &\quad - r^2 \tan \phi_2 \int \frac{u}{y} dx \end{aligned} \quad (12)$$

また

$$\int r_1 z x dx = r_1 \int z x dx \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \int \{r_1(z - z') + r_2 z'\} x dx &= \int \{r_1 z - (r_1 - r_2) z'\} x dx \\ &= r_1 \int z x dx - (r_1 - r_2) \int z' x dx \end{aligned} \quad (14)$$

間ゲキ水圧 u は

$$u = h \cdot \gamma_w \quad (15)$$

ここに, h : Fig. 3 における h

γ_w : 水の単位体積重量

しかるに, $K_v < 0.1$, $K_h < 0.3$ であり, 浸潤線の勾配が緩ければ,

$$h \doteq h' \cos \theta \quad (h': \text{Fig. 3 における } h') \quad (16)$$

といえる. そこで(15)式は

$$u = \gamma_w \cdot h' \cos \theta \quad (17)$$

となる。

また、転倒モーメントに対する浮力効果は Fig. 4 の方法で計算する。

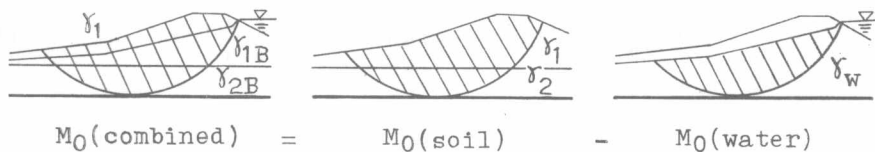


Fig. 4 浮力効果

従って(11), (12), (13), (14), (17), (18), を(8), (9)に代入すると

$$\begin{aligned}
 M_R = & r^2 c_1 \int_A^C \frac{dx}{y} + r_1 \tan \phi_1 \int_A^C yz dx - r_w \cos \theta r^2 \tan \phi_1 \int_B^C \frac{h'}{y} dx \\
 & + r^2 c_2 \int_C^D \frac{dx}{y} + r_1 \tan \phi_2 \int_C^D yz dx - (r_1 - r_2) \tan \phi_2 \int_C^D yz' dx \\
 & - r_w \cos \theta r^2 \tan \phi_2 \int_C^D \frac{h'}{y} dx + r^2 c_1 \int_D^E \frac{dx}{y} + r_1 \tan \phi_1 \int_D^E yz dx \\
 & - r_w \cos \theta r^2 \tan \phi_1 \int_D^E \frac{h'}{y} dx
 \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned}
 M_0 = & r_1 \int_A^C z x dx - r_w \cos \theta \int_B^C h' x dx + r_1 \int_C^D z x dx \\
 & - (r_1 - r_2) \int_C^D z' x dx - r_w \cos \theta \int_C^D h' x dx \\
 & + r_1 \int_D^E z x dx - r_w \cos \theta \int_D^E h' x dx \\
 = & r_1 \int_A^E z x dx - (r_1 - r_2) \int_C^D z' x dx - r_w \cos \theta \int_B^E h' x dx
 \end{aligned} \quad (20)$$

次に(19), (20)式を電子計算機で計算するために、例えば、Fig. 5 のようにいくつかのセクションにわかち、それぞれのセクションについて計算し和をとることとする。

そこで、一セクションの抵抗モーメントを M_R' 、転倒モーメントを M_0' とし、Fig. 3 における諸関係

$$y = \sqrt{r^2 - x^2} \quad (21)$$

$$z = \sqrt{r^2 - x^2} - m_{zi} \cdot x + (m_{zi} x_i - y_{zi}) \quad (22)$$

$$z' = \sqrt{r^2 - x^2} - m_{z'i} x + (m_{z'i} x_i - y_{z'i}) \quad (23)$$

$$h' = \sqrt{r^2 - x^2} - m_{h'i} x + (m_{h'i} x_i - y_{h'i}) \quad (24)$$

を用いて、積分区間 (x_i, y_i) で定積分を行ない、整理すると次のようになる。

$$M'_0 = M'_{01} - M'_{02} - M'_{03} \quad (29)$$

$$\begin{aligned} M'_{01} &= \gamma_1 \int_{x_i}^{x_j} z x dx \\ &= \gamma_1 \left\{ -\frac{1}{3} A_3(x) - \frac{m_{zi}}{3} (x_j^3 - x_i^3) \right. \\ &\quad \left. + \frac{m_{zi}x_i - \gamma_{zi}}{2} (x_j^2 - x_i^2) \right\} \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} M'_{02} &= (\gamma_1 - \gamma_2) \int_{x_i}^{x_j} z' x dx \\ &= (\gamma_1 - \gamma_2) \left\{ -\frac{1}{3} A_3(x) - \frac{m_{z'i}}{3} (x_j^3 - x_i^3) \right. \\ &\quad \left. + \frac{m_{z'i}x_i - \gamma_{z'i}}{2} (x_j^2 - x_i^2) \right\} \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} M'_{03} &= \gamma_w \cos \theta \int_{x_i}^{x_j} h' x dx \\ &= \gamma_w \cos \theta \left\{ -\frac{1}{3} A_3(x) - \frac{m_{h'i}}{3} (x_j^3 - x_i^3) \right. \\ &\quad \left. + \frac{m_{h'i}x_i - \gamma_{h'i}}{2} (x_j^2 - x_i^2) \right\} \end{aligned} \quad (32)$$

ここに,

$$A_1(x) = \arcsin \frac{x_i}{r} - \arcsin \frac{x_i}{r} \quad (33)$$

$$A_2(x) = x_j(r^2 - x_j^2)^{1/2} - x_i(r^2 - x_i^2)^{1/2} \quad (34)$$

$$A_3(x) = (r^2 - x_j^2)^{3/2} - (r^2 - x_i^2)^{3/2} \quad (35)$$

$$A_4(x) = (r^2 - x_j^2)^{1/2} - (r^2 - x_i^2)^{1/2} \quad (36)$$

ただし, (26), (28)において, c, ϕ と表現してあるのは, そのセクションの弧が通る層での c, ϕ の値を使って計算するという意味である.

(25), (29)において M_{R1}', M_{01}' はそれぞれ, $\gamma_1 = \gamma_2$ と仮定された場合の抵抗モーメント, 転倒モーメントである. そこで, M_{R2}', M_{02}' でその補正を行なっている. また M_{R3}', M_{03}' は間ゲキ水圧の項である.

したがって, 安全率 FS は

$$FS = \frac{\sum_a^e M_{R'}'}{\sum_a^e M_0'} = \frac{\sum_a^e M_{R1}' - \sum_c^d M_{R2}' - \sum_b^e M_{R3}'}{\sum_a^e M_{01}' - \sum_c^d M_{02}' - \sum_b^e M_{03}'} \quad (37)$$

となる。

IV. 計 算 方 法

種々の必要なデータと出発点を与えられたら、第3計算機は自動的に臨界円を見出して、与えられたデータと共に臨界円の位置、その半径、抵抗モーメント、転倒モーメントおよび最小安全率を印刷して停止するようにしたい。

そこで、Fig. 6 のような図型を考える。このような図型において、与えられた出発点を P_0 とする。

- i) P_0 の安全率を計算する。
- ii) Δ だけ離れた P_1, P_2, P_3, P_4 の安全率を計算する。

iii) この5点の安全率を比較して P_0 が最小であれば、 P_0 の附近に臨界円があることがわかる。

iv) もし5点の安全率を比較して、 P_0 以外の点、例えば P_3 が最小であったならば、 P_3 を中心点 P_0 とする図型を考えて計算を行う。

v) このようにして計算していくと iii) のように、 P_0 のまわりがすべて大きな安全率をもつ点になる。そこで、精度をあげるために Δ を小さくして同じような図型を考えて計算する。

vi) このようにして得られた最小安全率をもつ破壊円を臨界円とする。

このような考えで計算の順序を整理すると Fig. 7 のようになる。

(B1) 1. 土の性質としては、Soil I, Soil II についてそれぞれ粘着力、内部摩擦角のタンジェントおよび単位体積重量を与える。

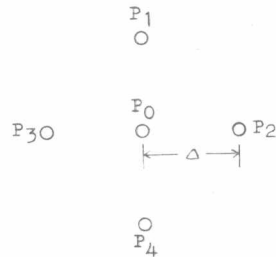


Fig. 6 図 型

Table 1 土 の 性 質

	c	$\tan\phi$	γ
Soil I	c_1	$\tan\phi_1$	γ_1
Soil II	c_2	$\tan\phi_2$	γ_2

2. 水平震度と鉛直震度とを与えることにした。そしてこのプログラムにおいては(5)式の分母が負号をとる場合についてのみ考え、 $K_h < 0.3$, $K_v < 0.1$ 程度では $R \div W$ と仮定している。普通には、鉛直震度を0とし、水平震度のみを考えて解析している例が多いので、この場合にも水平震度を与え、そして鉛直震度は0として与えて解析して充分だと思われる。

3. 表面、水面、層境界線、基盤の座標としては、例えば、Fig. 5 の大きい座標 (X, Y) において、それぞれの変化点についての座標を与える。

4. 破壊円の中心の移動する間隔として、粗い間隔 Δ_1 と細かい間隔 Δ_2 を与える。
 $\Delta_2 = (1/3 \sim 1/4) \Delta_1$ ぐらいがよいようだ。

5. 半径のきざみ STP は最大半径から最小半径までの間でいくつかの半径を与えるために考えたものである。例えば、最大半径が 40^m で最小半径が 20^m である場合に $40^m, 38^m, 36^m, 34^m, \dots, 22^m$ と破壊円を仮定して計算したい時には $STP = 2^m$ とすればよい。STP は最大半径から最小半径までの間を 5~10 に分割する程度に与えればよい。

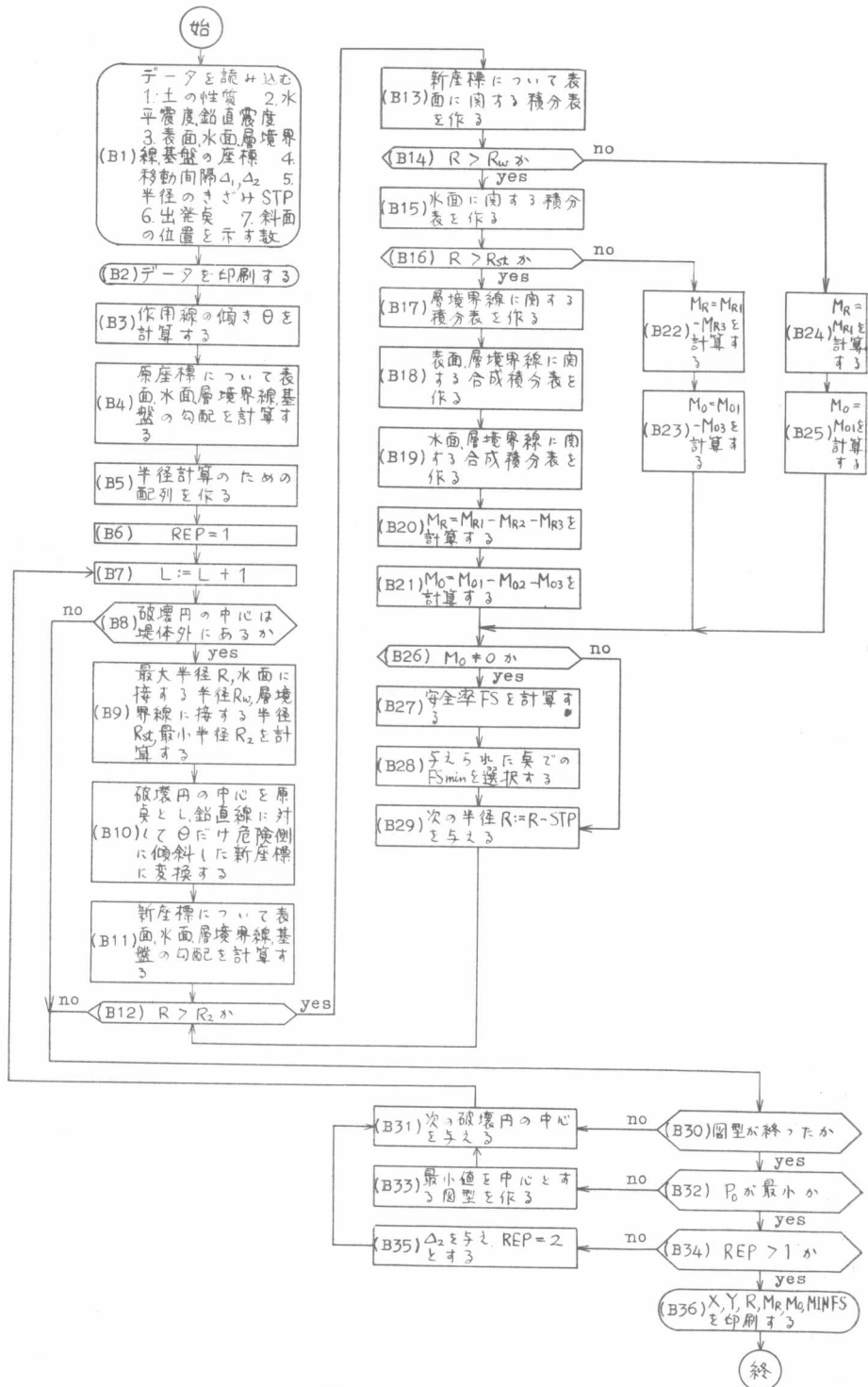


Fig. 7 フローチャート

Table 2 各変化点の座標

表 面	水 面	層 境 界 線	基 盤
X_{s1}, Y_{s1}	X_{w1}, Y_{w1}	X_{t1}, Y_{t1}	X_{b1}, Y_{b1}
X_{s2}, Y_{s2}	X_{w2}, Y_{w2}	X_{t2}, Y_{t2}	X_{b2}, Y_{b2}
X_{s3}, Y_{s3}	X_{w3}, Y_{w3}		
X_{s4}, Y_{s4}	X_{w4}, Y_{w4}		
X_{s5}, Y_{s5}	X_{w5}, Y_{w5}		
	X_{w6}, Y_{w6}		
	X_{w7}, Y_{w7}		
	X_{w8}, Y_{w8}		
	X_{w9}, Y_{w9}		
	X_{s5}, Y_{s5}		

6. 出発点としては、臨界円の中心点を予想して大きい座標 (X, Y) で (X_0, Y_0) の如く与える。この値が適切であれば計算時間が少なくてすむ。

7. Fig. 5 において、左側の斜面を解析する場合には 1 とし、右側の斜面を解析する場合には 2 とする。それは Fig. 2 における小割要素の自重 W が常時は鉛直方向に働くが、地震時には鉛直線に対して θ だけ危険側に傾斜すると仮定したために、斜面が左側にあるか、右側にあるか、によって θ だけ傾斜させる方向が異なるからである。

(B2) (B1) で与えられたデータを印刷する。

(B3) (5) 式によって計算する。ただし分母は負号をとる場合だけを考えた。

(B4) 表面、水面、層境界線、基盤の勾配を計算する。その一般式は次のとおりである。

$$m_i = \frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i} \quad (38)$$

(B5) 半径については、基盤に接する半径を最大半径、表面に接する半径を最小半径とし、最大半径から順次ある長さ STP を減じて最小半径まで変化させることにした。半径を計算する一般式は次のとおりである。

$$r = \frac{(Y_i - Y_0) - m_i(X_i - X_0)}{\sqrt{1 + m_i^2}} \quad (39)$$

しかし、Fig. 8 の O_3 のような場合には (39) 式では計算できない。次の式によらなければならない。

$$r = \sqrt{(X_i - X_0)^2 + (Y_i - Y_0)^2} \quad (40)$$

そこで、あらかじめ $S1-S1'$, $S2-S2'$, $S3-S3'$, $S3-S3''$, ..., を用いて領域をわかし、その領域に応じた式を選ばせるようにした。その場合の判別式は、 $S1-S1'$, $S2-S2'$, ... の勾配を m_i' とすると次のとおりである。

$$\left. \begin{aligned} m_i'(Y_0 - Y_i) + (X_0 - X_i) &\geq 0 \\ m_j'(Y_0 - Y_j) + (Y_0 - Y_j) &< 0 \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

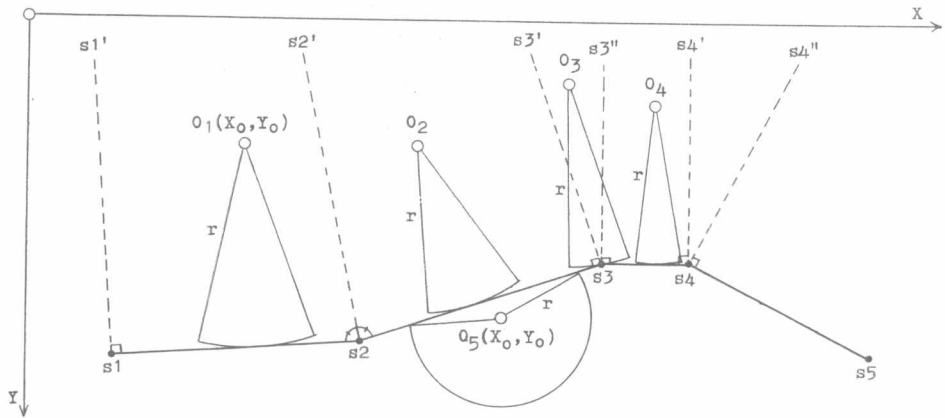


Fig. 8 半径の計算

(B6) $REP=1$ は中心点の移動間隔 Δ_1, Δ_2 による図型をそれぞれ区別するために工夫したものである。 $REP=1$ のときは Δ_1 の図型であり、 $REP=2$ のときは Δ_2 の図型である。

(B7) (B30), (B31) で述べる図型においては、 P_0 は既知で P_1, P_2, P_3, P_4 は未知と仮定している。ところが最初の図型では P_0 も未知であるため、その P_0 を計算するために工夫したものである。 $L=1$ のときは、 P_0 が未知であるとして、 $L \neq 1$ のときは P_0 が既知であるとして計算を進めるようにした。

(B8) 破壊円の中心が Fig. 8 の O_5 のように堤体の中に入っては意味がないので、その場合は次の破壊円の中心点に移るようにした。その場合の判別式は次のとおりである。

$$m_i(X_0 - X_i) + (Y_i - Y_0) > 0 \quad (42)$$

この式が満足されるときは破壊円の中心は堤体外にある。

(B9) (39) または (40) 式によってそれぞれの半径を計算する。

(B10) ここで、原座標 (X, Y) で表現されている各変化点を、破壊円の中心を原点とし、水平線、鉛直線に対して θ だけ危険側に傾斜した新座標 (x, y) に変換する。その変換の式は次のとおりである。

$$\left. \begin{aligned} x_i &= (X_i - X_0)\cos\theta + (Y_i - Y_0)\sin\theta \\ y_i &= -(X_i - X_0)\sin\theta + (Y_i - Y_0)\cos\theta \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

ここに、 X_0, Y_0 : 破壊円の中心の座標

ここで、 θ は (5) 式によって計算される θ である。したがって、斜面が原座標において左側にある場合には θ のかわりに $-\theta$ を入れてやらなければならない。そこで、このプログラムにおいては、(B1)7 で読み込んだ、いわゆる斜面の位置を示す数によって switch を使ってその斜面の方向を区別するようにした。

(B11) 新座標は原座標と比べて x 軸、 y 軸がそれぞれ θ だけ傾いているので、表面、水面、層境界線、基盤の勾配は (B4) で計算した値と異なる。そこで、新座標におけるそれらの勾配の計算をここで行なう。

(B12) $R > R_2$ でなければその破壊円は堤体と交わらないので次の中心点に進む。

(B13) 破壊円と表面との交点を計算し Table 3 のような積分表をつくる。

Table 3 表面に関する積分表

x	y	m
x_a	y_a	m_a
x_{s2}	y_{s2}	m_{s2}
x_{s3}	y_{s3}	m_{s3}
x_{s4}	y_{s4}	m_{s4}
x_e	y_e	

補正項を計算しなくてよい。したがって (B22) に進む。

Table 4 水面に関する積分表

x	y	m
x_b	y_b	m_b
x_{w2}	y_{w2}	m_{w2}
x_{w3}	y_{w3}	m_{w3}
x_{w4}	y_{w4}	m_{w4}
x_{w5}	y_{w5}	m_{w5}
x_{w6}	y_{w6}	m_{w6}
x_{w7}	y_{w7}	m_{w7}
x_{w8}	y_{w8}	m_{w8}
x_{w9}	y_{w9}	m_{w9}
x_e	y_e	

(B17) 破壊円と層境界線との交点の計算し、Table 5 のような積分表をつくる。

Table 5 層境界線に関する積分表

x	y	m
x_c	y_c	m_c
x_d	y_d	

(B18) Table 3 と Table 5 を合成した Table 6 のような積分表をつくる。

Table 6 表面層境界線に関する積分表

x	y	m
x_a	y_a	m_a
$x_{c'}$	$y_{c'}$	$m_{c'}$
x_{s2}	y_{s2}	m_{s2}
x_{s3}	y_{s3}	m_{s3}
x_{s4}	y_{s4}	m_{s4}
$x_{d'}$	$y_{d'}$	$m_{d'}$
x_e	y_e	

(B19) Table 4 と Table 5 を合成した Table 7 のような積分表をつくる。

(B14) $R > R_w$ でなければ、その破壊円は浸潤線より上にあって、Soil I だけしか通らないから γ の差違による補正項も間ゲキ水圧の項も計算しなくてよい。したがって (B24) に進む。

(B15) 破壊円と水面との交点を計算し Table 4 のような積分表をつくる。

(B16) $R > R_{st}$ でなければ、その破壊円は Soil I だけしか通らないから γ の差違による

Table 7 水面層境界線に関する積分表

x	y	m
x_b	y_b	m_b
$x_{c''}$	$y_{c''}$	$m_{c''}$
x_{w2}	y_{w2}	m_{w2}
x_{w3}	y_{w3}	m_{w3}
x_{w4}	y_{w4}	m_{w4}
x_{w5}	y_{w5}	m_{w5}
x_{w6}	y_{w6}	m_{w6}
x_{w7}	y_{w7}	m_{w7}
$x_{d''}$	$y_{d''}$	$m_{d''}$
x_{w8}	y_{w8}	m_{w8}
x_{w9}	y_{w9}	m_{w9}
x_e	y_e	

(B20) Table 6 によって M_{R1} を、Table 5 によって M_{R2} を、Table 7 によって M_{R3} を計算し、 $M_R = M_{R1} - M_{R2} - M_{R3}$ を計算する。

(B21) Table 3 によって M_{01} を、Table 5 によって M_{02} を、Table 4 によって M_{03} を計算し、 $M_0 = M_{01} - M_{02} - M_{03}$ を計算する。

(B22) Table 3 によって M_{R1} を、Table 4 によって M_{R3} を計算し、 $M_R = M_{R1} - M_{R3}$ を計算する。

(B23) Table 3 によって M_{01} を、Table 4 によって M_{03} を計算し、 $M_0 = M_{01} - M_{03}$ を計算する。

(B24) Table 3 によって $M_R = M_{R1}$ を計算する。

(B25) Table 3 によって $M_0 = M_{01}$ を計算する。

(B26) $M_0 = 0$ であったら FS 計算できないから (B29) に進む。 $M_0 = 0$ ということはその破壊円に関しては安全だということである。