

変分安定法に基づく均一および層状斜面 の強度定数 c , ϕ の逆算解析

BACK CALCULATION OF STRENGTH PARAMETERS c AND ϕ FOR HOMOGENEOUS AND LAYERED SLOPES BY A VARIATIONAL STABILITY APPROACH

菊沢正裕*

By Masahiro KIKUSAWA

Present study describes a new method of back calculation of the shear strength adaptable to a heterogeneous slope as well as homogeneous one. Proposed is an iterative method of the variational stability analysis, in which friction-dependent slip lines expressed by some log-spirals are provided. Therefore cohesion and friction angle are determined independently, especially the latter is particulated every different zone. After the verification of the method by the stability analysis results, the effects of the errors of the safety factor or location of the slip line specified as input data of the back analysis on the calculated strength are also examined. Finally the method is shown to be effective by applying it to a problem reported by other researcher.

Keywords : back analysis, slip surface, slope stability, failure

1. 序

地すべりは、過去に地すべりを発生した箇所の再すべりとみられるものが多い。このような場合にはすべり面がおおよそ推定される。また、それ以外の場合でも常時の観測から吉澤ら⁹⁾の多角形法などにより地すべり面の推定は可能である。このようにすべり面に関するデータ入手が可能であるのに対してその箇所の強度を試験により決定することは容易ではない。これは、崩壊斜面についてもすべり層とよばれる土の厚さは数 mm から数 cm の場合が多く、乱さない試料を採取し力学試験を行うことが難しいためである⁹⁾。実際、地山構成材料の試験強度と逆算強度にギャップがあることはよく知られている。したがって、逆算法によって土の強度定数を求め、その値をもとにして地すべり防止対策工法を行うことが多い。

崩壊斜面ですべり面位置のデータが得られる場合、すべり面付近の、厳密にはすべり面上の強度定数は従来の安定解析理論によって逆算できる。この場合問題となるのは破壊基準を満たす c , ϕ の組合せの中から崩壊したすべり面に対応する c と ϕ を特定する方法である。

Da Gama²⁾ は、コンピュータグラフィックスを駆使した安定・逆算解析システムを構築した。しかし、斬新な入出力方式をとる同システムも均一斜面への適用に限られ、かつ逆算では c と ϕ の関係を与えるにすぎず c , ϕ の特定は二断面解析や付近の原位置試験データによってなされている。これに対して、わが国では崩壊すべり面が最危険すべり面である条件のもとで破壊基準から一義的に c , ϕ を決定する斉藤⁶⁾の方法が用いられてきた。近年、山上らは斉藤の方法を飛躍的に発展させ非線形最適化手法を援用した新しい逆算法を開発し、非円形すべりや層状斜面への適用^{7),8)}に成功している。ただし、任意形状のすべり面を有する層状斜面の逆算は現時点では報告されていない。

そこで、本研究では c と ϕ を特定でき、かつ任意形状のすべり面を有する層状斜面への適用が可能な逆算法を提案した。これは変分理論に基づく安定解析法を基本とするもので、 ϕ に依存するすべり面を考えるため c , ϕ をユニークに決定できるうえに、均一斜面の場合とほとんど同じアルゴリズムで非均一斜面の逆算もできる手法である。順解析の結果を用いて手法の有効性を検証したのち逆算における入力値であるすべり線の位置や安全率の推定誤差が逆算強度に及ぼす影響を検討した。最後に、Nguyen⁴⁾の示した解析例に関して本手法と

* 正会員 農博 京都大学助手 農学部農業工学科
(〒606 京都市左京区北白川追分町)

Nguyen の結果を比較し、提案法の有用性を示した。

2. 変分安定解析法と逆算方法

極限つり合いを満足するすべり線関数 $y(x)$ の汎関数としての安全率 F を変分原理によって最小化する方法が Baker ら¹⁾ によって提案された。この変分安定法によると安全率 F は式 (1) で与えられる。

$$F = \min \frac{\sum_{i=1}^m c_i \Delta l_i \sqrt{(x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2}}{\sum_{i=1}^m \Delta w_i (x_i - x_c)} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 x_i, y_i は Fig. 1 に示すようにスライス i の左側線とすべり線の交点座標、 x_c, y_c は式 (2)~(4) によって算定されるすべり線 (対数らせん) の極 P の座標、 c_i, ϕ_i は点 i が位置する層の粘着力と内部摩擦角 (全応力表示)、 x_i, y_i, x_c, y_c は ϕ_i の関数、 Δl_i はスライス i の底面長、 Δw_i はスライス i の重量である。式 (1) は、すべり線を離散化して求める場合の式で、すべり土塊を m 個のスライスに分割した場合に適用される。非均一斜面の場合むろん c_i や ϕ_i は領域ごとに異なった値を与えることになる。式 (1) に対応する臨界すべり線の動径 r_i は極座標表示で次式となる。

$$r_i(\theta_i) = A \exp \{ \theta_i \tan \phi_i / F \} \dots\dots\dots (2)$$

r_i, θ_i は Fig. 1 に示す極座標、 A は係数である。また、デカルト座標 (x, y) との関係は式 (3)、(4) となる。

$$x_i = x_c - r_i \cos \theta_i \dots\dots\dots (3)$$

$$y_i = y_c + r_i \sin \theta_i \dots\dots\dots (4)$$

なお、式 (2) を式 (3)、(4) に代入した後、 θ_i を消去すればすべり線がデカルト座標の形で得られる。詳細は文献¹⁾に譲るとして重要なのは、式 (2) が、①最危険すべり線を与えること、および②内部摩擦角の関数となることである。①は変分原理を適用していることに、また②は関連流動則を用いることによる (塑性理論によると材料がせん断破壊を起こす場合、すべり方向とせん

断力作用方向は一致せず両者は δ の角度をなす。 $\delta = \phi$ の立場で塑性すべりを考えるのが関連流動則である)。変分安定法のもつ特性①は山上ら²⁾のいう逆算に必要な基本条件「当該すべり面がその近傍の試行すべり面群の中で最小安全率を与える」を直接満足することを意味する。また、特性②は、すべり面の方向が当該地層の内部摩擦角 ϕ にのみ依存することを意味する。逆にいえば、原位置で推定された崩壊すべり線に式 (2) をフィッティングさせれば ϕ が一義的に定まることになる。ただし、 ϕ は式 (3)、(4) で表わされる極 P の座標 (x_c, y_c) に対応して決まる。そこですべり線へのフィッティング精度が最も高い P の座標に対応する ϕ を最終の解とする。 P の座標とすべり線が決まれば所与の安全率と併せて式 (1) より c が決定される。式 (2) は対数らせん式であるが $\phi = 0$ の場合円弧となり、また直線すべりの評価も可能である。さらに、地盤の層領域ごとに定まる対数らせんが共通の極をもつ条件から非均一問題への適用も容易である。これは、任意形状のすべり線に対する逆算が可能であることを意味する。

具体的に逆算法を考える。すべり線式 (2)~(4) は未知係数として極 P の座標 (x_c, y_c) 、 A, ϕ を含むため二次元均一問題では三点の観測すべり線座標データが必要とする。これは通常のパラメータ解析の場合でも同様であるので問題ない。よって n 層地盤ではすべり線上の必要座標点数 N は $3n$ となる。いま簡単な場合として Fig. 1 に示すように層境界でのすべり線位置が与えられる場合を考える。同図中の点 S_1 や S_2 は、上下層に共通したデータとなるため $N = 3n - (n - 1)$ となる。さらに各層のすべり線が共通の極を有する条件を考慮すれば必要なすべり線上の座標点数は $N = 3n - (n - 1) - (n - 1) = n + 2$ となる。よって n 層地盤の場合は最低 $(n + 2)$ 点のデータが必要となる。解析手順は以下のようにまとめられる (Fig. 1 参照)。

- ① 現状安全率 F_0 、およびすべり線上の代表点の座標 $S_j(x_j, y_j)$ 、 $j=0, n+1$ を入力する。
- ② 極 P_k の座標値 (x_k, y_k) を仮定する。
- ③ S_{j-1} を始点とし S_j を通過するすべり線 y_{jk} を式 (2)~(4) より決定する。この過程で第 j 層に対する ϕ の値 ϕ_{jk} が併せて決まる。
- ④ ②~③を繰り返す、 y_{jk} に対応する (ϕ_{jk}, P_k) の組を求める。
- ⑤ $j=1 \sim n$ について②~④を繰り返す。ただし、第 j 層に関して決まる P_k の集合 $\eta_j = \{P_k | j\}$ は、各層内の対数らせんが共通極をもつ条件より次の関係を満たすものとする。すなわち、

$$\eta_1 \supset \eta_2 \supset \dots \supset \eta_n \supset \dots \supset \eta_m$$
- ⑥ $j=n$ の段階で次の集合が得られる。

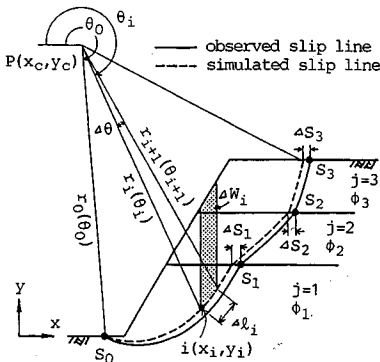


Fig. 1 Notation used in the back analysis by fitting slip lines for three-layer slope.

$$\xi_k = \{\phi_{1k}, \phi_{2k}, \dots, \phi_{nk}, y_k, P_k\}, k \geq 2$$

ただし、 y_k は y_{jk} を連ねたものですべての点 S_j を通過し、 P_k を極とする対数らせんで現状すべり線を模擬するものである。

- ⑦ 集合 ξ_k の中から点 S_{n+1} を通過するすべり線 y^* を選び、対応する $\{\phi_{1k}^*, \phi_{2k}^*, \dots, \phi_{nk}^*\}$ を決定する。これが求める各層の内部摩擦角 $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ である。

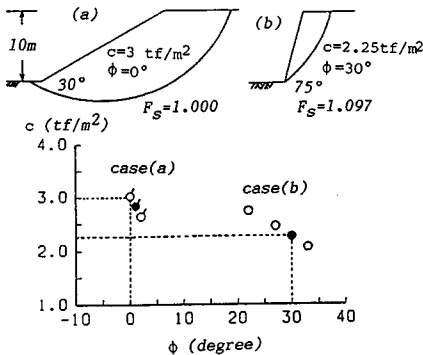
- ⑧ $\phi_j (j=1, n), y^*$ と F_0 を式 (1) に代入して c を逆算する。

なお、 n 層地盤の場合、すべり土塊全体の安全率 F_0 が既知でも各層ごとの安全率がすべて F_0 ではないため、層ごとに ϕ を逆算できても c については全体のすべり線にわたる平均的な数値でしか評価できない。このため各層の地質・土質と逆算された ϕ をもとに (たとえば、池尻³⁾ が与えているような各種材料に関する c と ϕ の関係図などを参考に) 工学的判断によって c を推定するしかない。この推定された c の組合せの中から再度順解析によって各層の c_j を決定することもできる。

3. 適用計算

(1) 手法の検証

変分安定解析を順解析とし、その結果得られるすべり線データと安全率を用いれば 100% に近い精度で強度を逆算できることは当然である。Fig. 2 の上図 (a), (b) は均一斜面の順解析の結果である。得られたすべり線 (実線) の端点と任意の 1 点の計 3 点の座標、および最小安全率 F_0 を入力データとして逆算解析を行った。フィッティングによって模擬されたすべり線 y^* は図中の点線で順解析の臨界すべり線 (実線) とほとんど (この図のスケールでは完全に) 一致している。Fig. 1 に示すように座標指定点 S_j と対応する模擬すべり線上の点の差



Dark circle denotes the most probable results. White circles are the results for $\Delta \bar{S} < 5$ cm.

Fig. 2 Back analysis for homogeneous slopes.

ΔS_j は数値計算のため完全には一致せず、その平均値 $\Delta \bar{S} = (\sum_{j=1}^{n+1} \Delta S_j) / (n+1)$ が 1 cm 未満となる場合の逆算強度を (a), (b) 各ケースについてまとめて図示したのが Fig. 2 下の●である。ほぼ正確に逆算がなされていることがわかる。しかしながら現実的には現状すべり線の位置の推定に少なくとも数 cm のオーダーの誤差があるろう。そこで $\Delta \bar{S} < 5$ cm の結果を併せて○で示した。 ϕ が大きい場合には $\Delta \bar{S}$ の影響が逆算 ϕ 値にある程度現われている。

一方、崩壊斜面では通常 F_0 を 0.95~1.00 として逆算を行う。そこで Fig. 2 の例に対して F_0 の推定誤差が逆算結果に与える効果を Fig. 3 に示した。 F_0 を過小推定すると c, ϕ ともに逆算値が過小に評価され、逆に F_0 を過大推定すると逆算値が過大評価される傾向がみられるが、 F_0 の推定誤差が数% 程度の場合結果への影響は小さい。なお、図中の水平点線は正解値を表わし、一点鎖線は正解値から 10% の範囲を示す。

Fig. 4 は三層斜面の結果である。すべり線上の境界点 4 点と任意の 1 点の座標データを与えて模擬したすべり

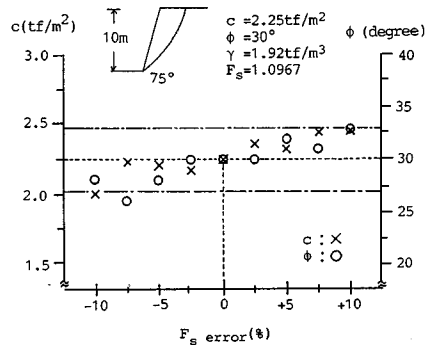
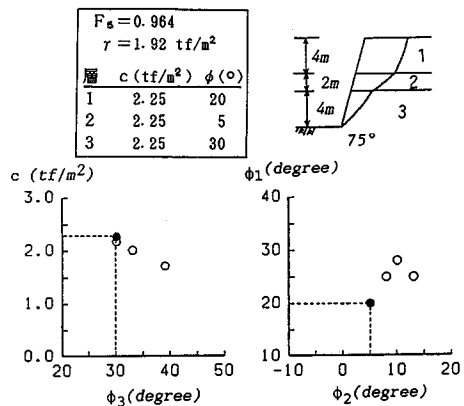


Fig. 3 Effects of the error in safety factor F_0 on the back analyzed strengths.



Dark circle denotes the most probable results. White circles are the results for $\Delta \bar{S} < 5$ cm.

Fig. 4 Back analysis for a three-layer slope.

線(点線)は順解析によるすべり線(実線)とはほぼ重なっている。強度についても順解析における入力値(図左上枠内)と逆算強度(図の●印)は一致している。このように $\Delta\bar{S}$ を十分小さくすれば逆算は完全であるが、現状すべり線位置の測定に誤差がある場合(図の○印)、先の均一斜面同様逆算 ϕ 値の評価が不十分となる。

(2) 円弧すべり二層地盤の逆算解析

Fig. 5は、Nguyen⁴⁾が割線法によって逆解析を行った問題(Fig. 5の右上図、破壊円半径 $R=16$ m)と逆算結果である。未知パラメーターは上層の ϕ_1 と下層の c_2, ϕ_2 の3つである。Nguyenの結果(—+—)は、 ϕ_1, c_2, ϕ_2 を一義的に決定するものではなくおのおのの関係を与えるにとどまっている。一方、本解析結果(丸印で●と○の意味はFig. 2, 4と同じ)は3つのパラメーターを一義的に特定している。ただし、変分安定法では円弧表現はできるが層境界ですべり線が屈折を起こすためこの場合のように層状地盤で円弧破壊を考える問題では逆算解が得られない。また、実際二層地盤ではNguyenが示すような1つの円弧で地盤が破壊することは考えにくい。そこで、すべり円の両端 S_0, S_2 および層境界線とすべり線の交点 S_1 を指定したうえでもう1点 S_3 を上層で与えた場合(すべりA)と下層で与えた場合(すべりB)を考えた。おのおのの結果が●と○である。最終的に模擬されたすべり線を右上図に示している。いずれのすべり線をとってもNguyenが逆算した強度 ϕ_1, c_2, ϕ_2 の関係に対応した値が得られている。す

なわち、 $\Delta\bar{S} < 1$ cmの結果は、すべり線Aの場合(●), $\phi_1=21^\circ, c_2=12.5$ kN/m², $\phi_2=7.5^\circ$, すべり線Bの場合(○), $\phi_1=3^\circ, c_2=8$ kN/m², $\phi_2=22^\circ$ である。この場合、上層が砂質地盤であることから $\phi_1=3^\circ$ は非現実的でありすべりAの結果が妥当であると判断される。

4. 結 論

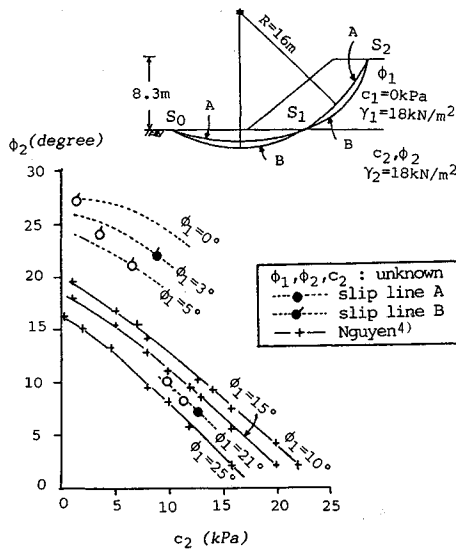
変分安定法¹⁾が内部摩擦角 ϕ に依存したすべり線を与える点に着目し、同手法を用いた逆算解析から以下の結論を得た。

- (1) 本手法によれば、層状斜面の逆算強度も一義的に推定できる。
- (2) 現状すべり面位置の推定誤差 $\Delta\bar{S}$ が逆算強度に及ぼす影響は ϕ が大きい場合特に大きく、 $\Delta\bar{S}$ は数cm以下であることが望ましい。
- (3) 崩壊斜面の安全率は0.95ないし1.00と仮定されるが、安全率の推定誤差が数%以内の場合逆算強度に及ぼす影響は工学的範囲内である。

なお、数値計算には京都大学大型計算機センター(FACOM M780)を用い、文部省科学研究費(一般研究(A)63420049, 研究代表者:京都大学農学部 長谷川高士教授)の援助を受けた。記して謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) Baker, R. and Garber, M. : Theoretical analysis of the stability of slopes, *Géotechnique*, Vol. 28, No. 4, pp. 395~411, 1978.
- 2) Da Gama, C.D. : Interactive graphics in the back-analysis of slope failures, *Proc. Int. Congr. Rock Mech.*, Vol. 1, pp. C 53~C 60, 1983.
- 3) 池尻勝俊・田中 茂・谷本喜一 : すべり面せん断強度に関する一考察, 第21回土質工学研究発表会講演集, pp. 1529~1530, 1986.
- 4) Nguyen, V.U. : Back calculations of slope failure by secant method, *Géotechnique*, Vol. 34, No. 3, pp. 423~427, 1984.
- 5) 小川正二 : 設計における土のせん断強さと c, ϕ の考え方, *土と基礎*, Vol. 32, No. 12, pp. 75~81, 1984.
- 6) 齊藤迪孝 : 円形地すべり面での c, ϕ 逆算の一方法, 第9回土質工学研究発表会, pp. 601~604, 1974.
- 7) Yamagami, T. and Ueta, Y. : Back analysis of average strength parameters for critical slip surfaces, *Computer and Physical Modelling in Geotechnical Engineering*, Balasbramianiam *et al.* (eds.), Balkema, pp. 53~67, 1989.
- 8) 山上拓男・植田康宏 : 非均質な地すべり地山の強度定数逆解析, 斜面崩壊および地すべりの予知と対策に関するシンポジウム, pp. 199~208, 1988.
- 9) 吉澤孝和 : 多角形法による地下すべり面の推定, *地すべり*, Vol. 25, No. 2, pp. 9~17, 1988.



Dark circle denotes the most probable results. White circles are the results for $\Delta\bar{S} < 5$ cm.

Fig. 5 Comparison between the present method and the circular arc method by Nguyen⁴⁾ for two-layer slope.

(1989. 4. 17・受付)

国際建設契約約款の基礎

Engineering Law and the ICE Contracts

本書「国際建設契約約款の基礎」は、1965年に初版が刊行されて以来、土木技術者が契約実務を習得する際のバイブルとさえ言われている Abrahamson 著 "Engineering Law and the I.C.E. Contracts" (第4版)を海外活動委員会 I C E 契約研究小委員会が6年間にわたり全訳し、纏めたものであります。国際契約約款の基本システムである発注者—エンジニア—請負者という三者の権利と義務について、多くの判例による法的裏付けをしながら逐条・逐語で徹底的に解説したものです。

本書は、利用者の便宜を考え二分冊とし、ケース入りとしました。

第I部は、I C E 約款の逐条・逐語の対訳で、付録として「公共工事標準請負契約約款」、「民間建設工事標準請負契約約款」、「四会連合協定・工事請負契約約款」を付け、I C E 契約約款との比較ができるよう配慮してあります。

第II部は、原文解説の逐条・逐語訳であり、多くの判例を用いて、分かりやすく解説したものです。

本書は、現在国際的プロジェクトにおいて広範に活用されている F.I.D.I.C. 約款の母体となった I.C.E. 契約約款について、その全条項を列挙したうえで、実際に引用されることの多い条文に対しては、関連資料あるいは判例等を使いながら懇切丁寧に解説されているため、契約関連業務に馴染みの薄い読者でも正確な理解が得られ、実践上裨益するところ大であると言えます。多くの方々が本書を通読され、座右の書として活用することによって欧米型契約実務の要所を把握され、建設工事の国際化に大いに役立つものと考え、ご利用下さるようおすすめ致します。

体 裁：A 5 判 900 ページ

定 価：30 900 円(本体 30 000 円)(〒400 円)

会員特価：27 810 円(本体 27 000 円)(〒400 円)

申 込 先：土木学会刊行物販売係(03-355-3441)

構造工学シリーズ 4

材料特性の数値モデル入門 ～構成則主要用語解説集～

土木学会構造工学委員会構造力学小委員会 編

B 5 判 120 ページ 定 価 4 500 円(本体価格 4 368 円) 送料 300 円
 会員特価 3 800 円(本体価格 3 689 円)

土木構造物の材料は、鋼、コンクリート、土、岩など多種・多様であり、それらの力学特性は環境や時間に依存する複雑なもので、学問的には工学や材料学の各分野で深く研究されている。

構成則 (constitutive law) とは、ごく簡単にいえば、材料や部材における力と変形の関係を数式で表現したものである。構成則の研究結果は有限要素法に代表される数値解析法の中に組み込まれ、種々の土木構造物やそれを支える基礎の計画・設計・施工に役立てられており、コンピュータの利用と発展に相まって近年益々その重要性が認められている。

本書は構成則の最新の研究成果を利用しようとする実務家や構成則を広く勉強しようとする学部学生、大学院生のために書かれたものである。すでにこの種の用語解説は専門誌の中の特集記事としていくつか見られるが、それぞれの専門分野に重点を置いたコンパクトなものが多いように思われる。

本書の執筆者は構造工学、鋼構造工学、コンクリート工学、土質工学、岩盤工学などの広い分野の専門家から構成されている。それぞれの専門分野から構成則の主要な用語を収集し、関連用語を含めて約90の用語に分類・整理し、それぞれに丁寧な解説を付けている。本書を利用すれば、最新の研究成果を含めて、構成則の全容が容易に把握でき、多くの材料に対して、バランスのとれた構成則の知識を得ることができる。また、各用語について、さらに一層深く勉強しようとする者には、精選された参考文献が役立つものと思う。

緒言 1. 一般、2. 材料の基本的性質、3. 構成則の基本原則、4. 弾性体、5. 弾塑性体、6. 粘弾塑性体、7. 鋼関係、8. 土質・岩盤関係、9. コンクリート関係、10. 数値解析法、主要用語90を収録。

●お申込みは土木学会または全国主要書店へ●

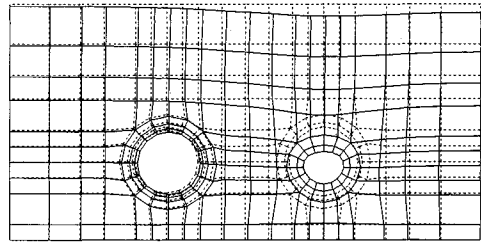
〒160 東京都新宿区四谷1丁目無番地 土木学会 電話03-355-3441・振替東京6-16828

STACC

(Shield Tunnel Analysis Program
by Characteristic Curve)

概要

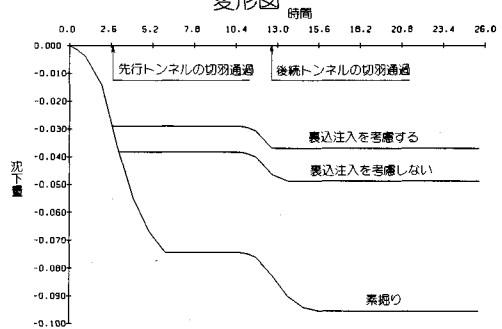
- ・ 二次元有限要素法解析と地表面沈下特性曲線を融合し、三次元的効果を考慮すると共に、各種施工条件をも考慮した地表面沈下量解析プログラム。



変形図

特長

- ・ 三次元的効果を、効率良く解析できる。
- ・ 粘弾性的な時間依存性地山が解析可能。
- ・ 施工による経時的な沈下量が解析可能。
- ・ 現場での施工条件が考慮できる。
 - ・ シールド掘進速度
 - ・ テールクリアランス
 - ・ 圧気圧
 - ・ セグメントの構築
 - ・ 双設トンネルの施工手順
- ・ メッシュジェネレータ内蔵。



地表面の経時沈下量

対応機種

- ・ 各種汎用機
- ・ 各種EWS

アイサワ工業(株)	新技術計画(株)	西日本旅客鉄道会社(JR西日本)
(株)青木建設	(株)新日本技術コンサルタント	西松建設(株)
(株)浅沼組	(株)錢高組	日本鋼管(株)
(株)応用地学研究所	大成基礎設計(株)	日本交通技術(株)
大阪市交通局	(株)竹中土木	日本シールドエンジニアリング(株)
大阪ガス(株)	(株)地崎工業	日本スピードシールド(株)
(株)大林組	中央復建コンサルタント(株)	日本鉄道建設公団
(株)大本組	中電技術コンサルタント(株)	日本電信電話(株)(NTT)
(株)奥村組	通信土木コンサルタント(株)	(株)簡組
北居設計(株)	鉄建建設(株)	阪神高速道路公団
(株)熊谷組	(財)鉄道総合技術研究所(JR総研)	パンフィックコンサルタント(株)
久保田建設(株)	東急建設(株)	東日本旅客鉄道会社(JR東日本)
(株)溝池組	東京ガス(株)	フジタ工業(株)
国際航業(株)	東進地質調査(株)	不動建設(株)
五洋建設(株)	東電設計(株)	三井建設(株)
佐藤工業(株)	戸田建設(株)	村本建設(株)
四国電力(株)	飛鳥建設(株)	(株)森組
清水建設(株)		

シールドトンネル研究会参加メンバー

CRC センチュリリサーチ センタ 株式会社

IPA 情報処理振興事業協会

このシステムは、情報処理振興事業協会の委託を受けて開発したものです。

問合せ先

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3

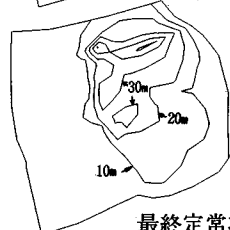
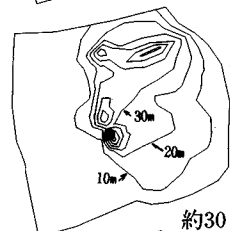
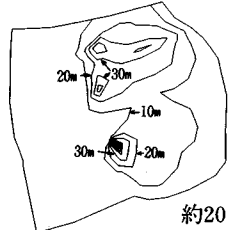
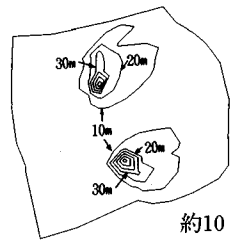
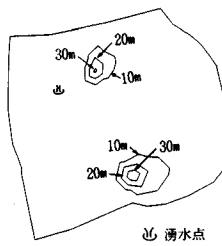
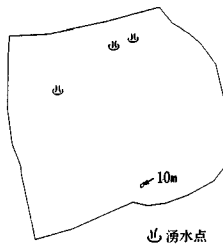
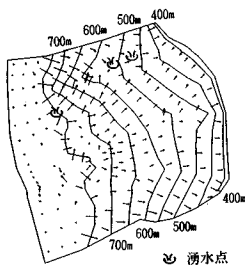
(06-241-4121)営業担当: 遠藤・岩崎

地下水解析のことなら CRC

日本初!! 逆解析手法による 地下水変動解析プログラム

UNISSF

スピーディな同定・安価な解析



特長 ○有限要素法による準3次元解析を中心とした地下水の流れのトータルシステムです。

○観測水位と計算水位より、非線形最小二乗法を用いて帯水層定数の同定が可能です。(逆解析手法)

○建設・土木工事（掘削・ディープウェルその他）の解析に対応する多くの機能を備えています。

○メッシュ・ジュネレータにより、モデル（要素分割）作成の手間を軽減できます。

○図化处理プログラムにより、結果の確認が容易に行えます。

機種：FACOM-Mシリーズ, HITAC-Mシリーズ
IBM303X,308X,43XX, CRAY
NEC ACOSシリーズ, DEC VAX11 他

このシステムは、情報処理振興事業協会の委託を受けて開発したものです。

IPA 情報処理振興事業協会

CRC センチュリリサーチ センタ 株式会社

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

圧密解析ソフトパソコンに上陸!!

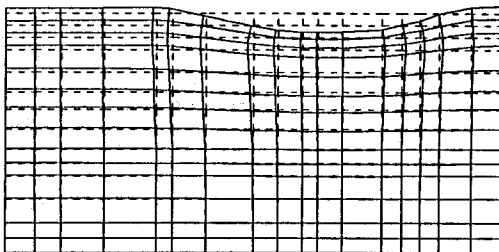
地盤の非定常圧密解析プログラム

Mr. 圧密

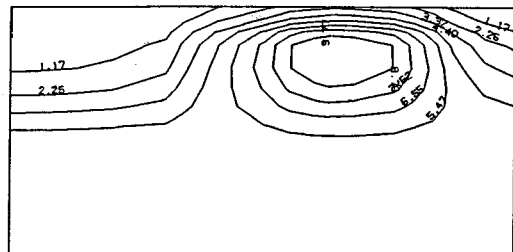
(特長)

- 非定常FEMによる線形弾性解析(christian系の解法)。
- 二次元平面歪解析。
- 要素として三角形・任意四角形が扱える。
- スケーリングをしているので安定して解が求まる。
- リスタート機能の完備。
- 入力はわかりやすいコマンド形式を採用(フリーフォーマット)。
- 図化处理(プロッタ、画像出力)等、豊富な機能を持つポストプログラムを完備。
- ジェネレート機能(長方形要素)により簡単にモデル作成が可能。
- 大モデルはそのままCRCネットワークでも(ホスト処理)可能。

販売価格：60万円 機種：NEC PC9800シリーズ 他



変形図



過剰間隙水圧コンター図

※EWS、汎用機用の圧密解析プログラム(逆解析も可能)として"UNICON"も用意しております。

CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

CRC meets Dr. Cundall



米国ITASCA社 (ITASCA CONSULTING GROUP, INC.) と業務提携!!

CRCは、皆様方の信頼を得て、多くの地盤、地下水解析ソフトウェアを提供してまいりましたが、このたび、米国ITASCA社 (ミネソタ大学 教授 Dr. Peter Cundall) と業務提携を行ない、先進の個別要素法プログラムをご紹介させて頂けることとなりました。今後とも、常に優れたソフトウェアの提供に全力を傾けてまいりますので御期待下さい。

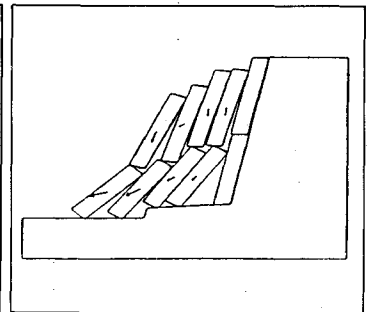
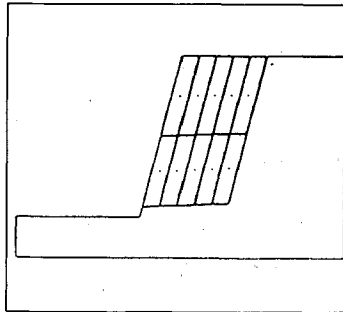
カンドールモデル個別要素法 (DEM) プログラム

二次元個別要素法プログラム (ソースコード)



- 岩盤の転倒・滑落解析
- 岩盤の掘削解析
- 不連続性岩盤の安定解析
- 地震応答解析

- 浸透解析 (UDEC)
- 熱解析 (UDEC)
- 充実した三次元グラフィック表示
- 大型汎用プログラム



三次元個別要素法プログラム (ロードモジュール)

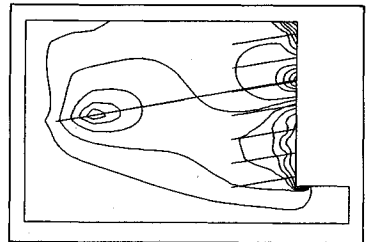


有限差分法 地盤解析プログラム



(ロードモジュール)

- パソコン用地盤の汎用解析コード
- 最大2000要素まで解析可能
- 弾性及び弾塑性解析
- 不連続面の取り扱いが可能
- メッシュジェネレート機能
- 図化出力機能



■ 販売条件

UDEC・3DEC

- ◆ 各種メインフレーム、各種EWS、IBM-PC/AT及び互換機
- ◆ UDECはソースコードで提供いたします。
- ◆ 3DECはロードモジュールで提供いたします。

FLAC

- ◆ IBM-PC、PC-AT、PS/2及び互換機
- ◆ IBMカラーカード、EGA、VGA
- ◆ 8087、80287、80387数値演算プロセッサ
- ◆ HPコマンド対応プロッタ、ポストスクリプト言語対応プリンター

CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

ジオフロントに挑戦!



昭和三十七年五月二十六日
平成元年十二月十五日
平成二年十二月二十日
印刷(毎月一回)
発行(二十日発行)

EWSによる

3次元地質解析システム

概要

地質調査で得られたデータを基に、利用者の判断を加味して3次元地質モデルを作成します。この3次元モデルより地質・岩級区分・地下水位等をグラフィック表示並びに作画します。また、今後この3次元モデルを利用して解析用メッシュ作成等への応用が考えられます。

特徴

- ・走向・傾斜データも考慮できる高度な推定法
- ・複雑な地質体モデルの表現が可能
- ・ビジュアルで豊富な出力機能
- ・図面間での整合性がとれる
- ・操作性の高いシステム

入力データ

- ・地形図
- ・地表踏査データ
- ・ボーリングデータ
- ・横坑データ

出力図面

- ・等高線図
- ・地質平面図
- ・鉛直断面図
- ・水平断面図
- ・ブロック図他
(岩級区分・地下水位を含む)

適応機種

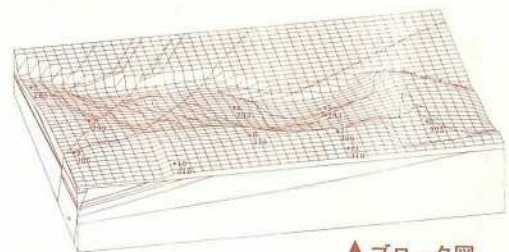
- ・SONY NEWS
- ・SUN-3, SUN-4, SPARC
(互換機を含む)
- ・HP9000シリーズ
- ・その他機種は別途御相談

'90年1月より順次リリース予定

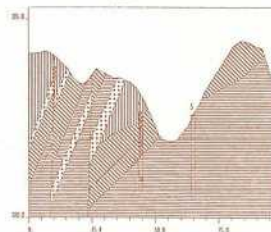
導入予約受付中

㈱アイ・エヌ・エー アイサワ工業(株) アイドルエンジニアリング(株) アサヒ地水探査(株) ㈱イトコンサルタント 応用地質(株) 大阪ガス(株) 大手開発(株) ㈱大林組 ㈱奥村組 川崎地質(株) 基礎地盤コンサルタンツ(株) ㈱熊谷組 建設技術研究所 建設省 土木研究所 五洋建設(株) 佐藤工業(株) サンコーコンサルタンツ(株) ㈱望国総合研究所 ㈱四電技術コンサルタント 清水建設(株)	㈱情報処理研究所 ㈱新日本技術コンサルタント 住友コンサルタント(株) 住友建設(株) 石油資源開発(株) 全日本コンサルタント(株) 大成建設(株) 大豊建設(株) ㈱ダイソク ㈱ダイヤコンサルタント ㈱竹中工務店 中央開発(株) ㈱地球科学総合研究所 中電技術コンサルタント(株) 通産省 地質調査所 電源開発(株) ㈱電力中央研究所 東急建設(株) 東建地質調査(株) 東京電力(株)	東電設計(株) 東電ソフトウェア(株) 東洋地質調査(株) 動力炉・核燃料開発事業団 ㈱中堀ソイルコーナ 西松建設(株) 日本工営(株) 日本国土開発(株) ㈱日本パブリック ㈱間組 ㈱阪神コンサルタンツ ヒロセ(株) フジタ工業(株) ㈱富士和ボーリング 北光ジオリサーチ(株) 北海道開発コンサルタント(株) 三井建設(株) 三菱金属(株) 村本建設(株) 明治コンサルタント(株)
--	--	--

3次元地質解析システム研究会 参加メンバー



↑ ブロック図



← 鉛直断面図

(この図は、プロトタイプであり
完成時には、一層充実します。)

CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 岩崎・吉川

○ 土 木 学 会 論 文 集 ○

定価 一五〇〇円(本体価格一四五六円)