

**討議** (和文)

**DISCUSSION  
/CLOSURE**

[討議・回答]

新延泰生  
松井邦人 共著  
菊田征勇

# “骨組構造物の応答感度係数の特性” への討議・回答

(土木学会論文集, No. 450 / I-20 1992年7月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

北田俊行 (大阪市立大学)

Toshiyuki KITADA

本論文の主な内容は、(1) 感度係数の総和が一定値になるということの発見、および、(2) それを用いた新しい感度係数の求め方の提案の2つに集約されると思われま。 (1) の事実は、(2) と相まって価値がでるものと思われま。提案法のように、応力法的な考え方を導入した煩雑な演算が必要ならば、たとえ数値計算に時間がかかっても、討議論文の中の式(3)を用いて通常の方法により応答感度係数を求めた方が実用的である

と思われま。

以上のような疑問を持ちましたので、討議とさせていただきます。

また、(1) の事实在、対象とされている骨組構造物において、どういう意味を持つのか明らかになっておりましたらお教え下さい。

(1993. 1. 20 受付)

▶ 回答者 (Closure)

新延泰生 (東洋大学)・松井邦人 (東京電機大学)・菊田征勇 (国士館大学)

Yasuo NIINOBE, Kunihito MATSUI and Yukio KIKUTA

著者らの論文に対して貴重なご討議をいただきまして深く感謝致します。討議者は論文で提案している不静定構造を対象とした適合法(応力法)的な考え方にに基づく感度解析法は通常の方法に比較して煩雑な演算を必要とすると考えています。そのため、数値計算に時間がかかっても次式(1)

$$K \frac{\partial z}{\partial X_i} = \frac{\partial F}{\partial X_i} - \frac{\partial K}{\partial X_i} z \quad (i=1, \dots, m) \dots \dots \dots (1)$$

を使用する通常の方法によって応答感度係数を求める方が実用的ではないかの意見ですが、以下に著者らの意見を述べさせていただきます。

まず適合法が通常の変位法に比較して煩雑であるという観点からこの問題を論ずることは不適切であって感度解析の立場から判断されるべきものと考えま。

式(1)を用いる通常の方法は、右辺にあるzを求めるために、断面変更の度に構造解析を必要とします。すなわち式(1)による通常の方法は構造解析を前提としています。一方論文で提案している方法は不静定次数の次元を有する適合条件式を解くだけでよく式(1)による通常の方法に比較して計算効率が高い場合が多いと考えられま。更に通常の方法に比べて特定の(設計過程で注目している)応答の感度係数、断面変更後の応答の

みを取り出して計算することが簡単にできます。なお、ここで提案している適合法に基づく感度解析法のアルゴリズムは容易に一般化が可能です。

次に無次元化感度係数の総和が一定値となる事实在骨組構造物において持つ意味については著者らは次のように考えています。まず、感度係数特性から次の式が導かれま。

$$z_i = \sum_{j=1}^m \frac{\partial z_j}{\partial X_i} X_i = \sum_{j=1}^m \left\{ \left( \frac{\partial z_j}{\partial X_i} \right)_F + \sum_{k=1}^l \left( \frac{\partial z_j}{\partial X_i} \right)_{Q_k} Q_k \right\} X_i \dots \dots \dots (2)$$

式(2)右辺の  $(\partial z_j / \partial X_i) X_i$  はi部材の節点変位  $z_j$  に対する寄与を示し、それらの総和が節点変位  $z_i$  となることを示しています。すなわち感度係数  $\partial z_j / \partial X_i$  と感度変数  $X_i$  との積はi部材の応答変位  $z_j$  に対する寄与を表すものと考えています。

なお、以下に論文では触れなかつた2, 3の点を述べながら上で述べた著者らの意見を補足させていただきます。

(I) 提案している感度解析法は基本的に応答感度係数が荷重に対して線型である性質と適合法の考え方を基に重ね合わせの理論から感度係数を求めています。すなわちl次不静定構造に対して次式が成立します。

$$\frac{\partial z_j}{\partial X_i} = \left(\frac{\partial z_j}{\partial X_i}\right)_F + \sum_{k=1}^l \left(\frac{\partial z_j}{\partial X_i}\right)_{Q_k=1} Q_k + \sum_{k=1}^l \frac{\partial z_j}{\partial Q_k} \frac{\partial Q_k}{\partial X_i} \dots (3)$$

上式右辺の第1項は外力による静定基本系の応答感度係数を示し、感度変数  $X_i$  を逆変数とすることにより応答感度係数を変数に依存しない定数とすることができま  
す。すなわち以後の断面変更による感度係数の変動は考  
えなくてもよいこととなります。また右辺の第2項中の  
 $(\partial z_j / \partial X_i)_{Q_k=1}$  も不静定力  $Q_k=1$  による静定基本系の応  
答感度係数を示し以後の断面変更による感度係数の変動  
は考える必要がありません。したがって第2項の値を計  
算するに際しては不静定力  $Q$  のみを断面変更の度に求  
めればよいことになり、その不静定力  $Q$  は感度係数特  
性から導かれる式(2)を用いて、静定基本系に対する  
適合条件式を立てることにより求められます。式(3)

の右辺第3項は不静定力  $Q$  の変動による感度係数の変  
動を表します。第3項の  $\partial z_j / \partial Q_k$  は式(2)より  $\sum_{i=1}^m (\partial z_j / \partial X_i)_{Q_k=1} X_i$  で示されます。

また、 $\partial Q_k / \partial X_i$  は前述の適合条件式を感度変数  $X_i$  で  
偏微分することにより求められます。

(II) 断面変更後の応答変位  $z_j$ 、部材断面力  $r_j$  も上記  
の感度解析の過程で求めることができます。先ず応答変  
位  $z_j$  は式(2)より得られ、部材断面力  $r_j$  は次式

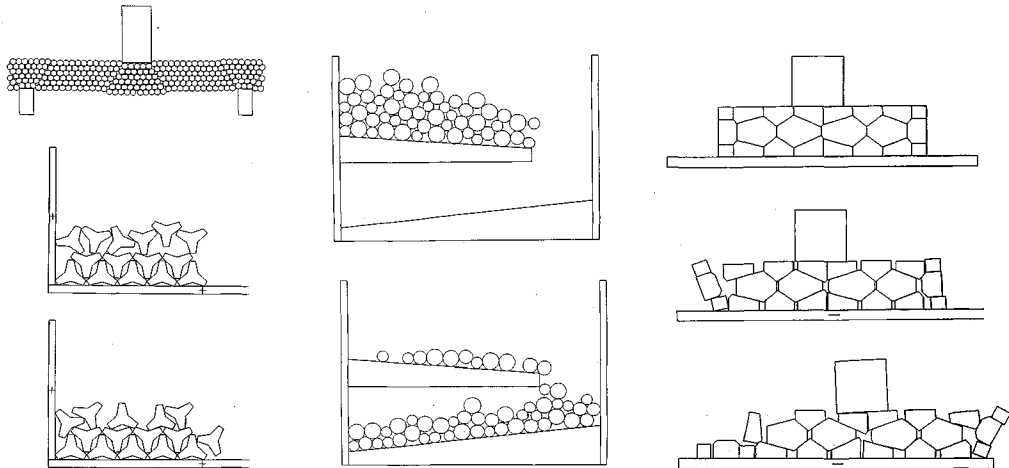
$$r_j = (r_j)_F + \sum_{k=1}^l (r_j)_{Q_k=1} Q_k \dots (4)$$

より得られます。式中の  $(r_j)_F$  および  $(r_j)_{Q_k=1}$  は静定基  
本系に対するもので既に求められているものでありま  
す。

(1993.5.27 受付)

# 個別要素法プログラムシリーズ

■開発元 Dr.Cundall (ITASCA社)



## UDEC

個別要素、差分要素を基本とする汎用2次元コードです。転倒・滑落解析、不連続性岩盤の安定及び掘削解析、熱解析等の機能を有します。

## BALL2D/3D

解析対象を円あるいは球でモデル化する手法のコードで、この手法は数多くの個別要素法プログラムに採用されています。

## BALL2D -Polygon

BALL2Dに多角形ブロックを機能追加したバージョンです。任意剛体壁境界あるいは、飛翔体等を多角形ブロックとし、円ブロックとの相互作用解析が可能です。

## BFLOW

解析対象を任意多角形でモデル化する手法のコードで、接触判定ロジック、特に凹型のブロックの接触判定の難点を解決したものです。

UDECではやや困難な完全崩壊、流動解析に適します。

## CASK-3D

キャスク等の3次元円筒構造物の地震時の転倒解析コードです。

## ■価格

●UDEC	SUN/IBM-PC	ソース・コード	260万円
	(Barton-Bandis Model等の機能追加も可能です。)		
●BALL2D/3D	SUN/IBM-PC/FACOM/HITAC	ソース・コード	各200万円
●BALL2D-Polygon	SUN/IBM-PC	ソース・コード	260万円
●BFLOW	SUN/IBM-PC	ソース・コード	260万円
●CASK-3D	SUN/IBM-PC	ソース・コード	200万円

プログラムはいずれも最新バージョンを提供いたします。また、問題に応じた個別要素法プログラムの開発も行っています。

\* 当社は1988年7月からITASCA社の販売代理店をしています。

## OKL 株式会社 応用工学研究室

〒151 東京都渋谷区上原2-2-7 カマタビル201  
TEL.(03)3485-9360 FAX.(03)3485-6955

旧バージョン(Ver.1.0)ご使用の皆様、お待たせいたしました。

未来設計企業

CRC

好評につき

新バージョン(Ver.2.0)

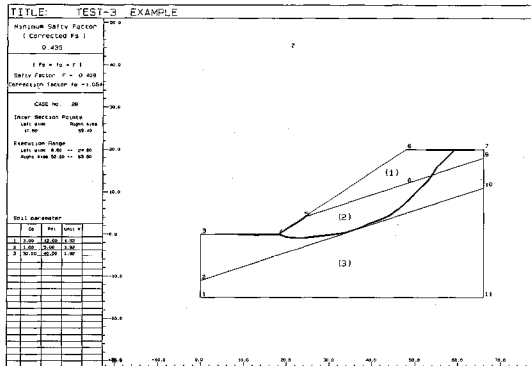
リリース開始!

任意形状臨界すべり面自動決定システム  
**Mr. 一番すべり Ver. 2.0**

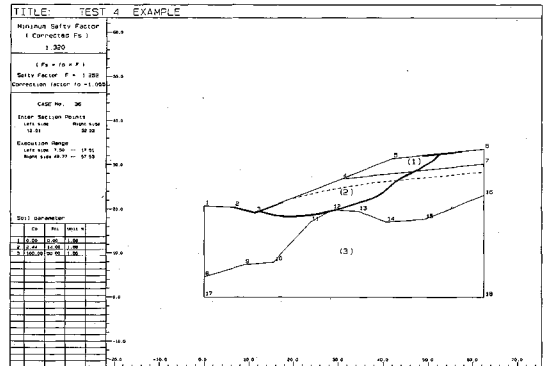
Mr. 一番すべりは、簡易Janbu法に基づき任意形状臨界すべり面位置を自動的に探索し、安全率を算定する斜面安定計算システムです。ご好評をいただいた本システムが、さらに充実した操作性、新機能を備えて新登場しました。

Ver. 2.0 新機能

- ◆計算対象すべり面制限機能(定義した部分をすべり面が必ず通過する)
- ◆必要抑止力の計算(任意の必要安全率に対して計算する)
- ◆臨界すべり面位置座標のファイル出力
- ◆既知すべり面のデータ入力による安全率の算定
- ◆外水面の導入(フィルダムなどの湛水斜面に対応)
- ◆結果のハードコピー機能
- ◆マウス誤操作時のやり直し機能



軟弱層をはさむ場合



凸形基盤上の切土斜面

適応機種：NEC PC9801シリーズ

価格：50万円(税別)

(既にVer. 1.0をご使用の場合は、5万円で交換致します)

**デモプログラム貸出中**

あなた自身の手でご確認ください。

株式会社 **CRC総合研究所** 西日本支社

〒541 大阪市中央区久太郎町4丁目1-3  
(06) 241-4121 営業担当:岩崎  
(03)3665-9741 本社窓口:小林

圧密解析ソフトパソコンに上陸!!

未来設計企業

CRC

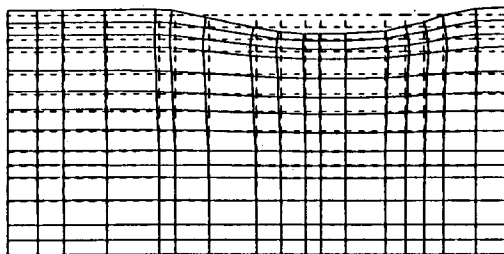
## 地盤の非定常圧密解析プログラム

# Mr. 圧密

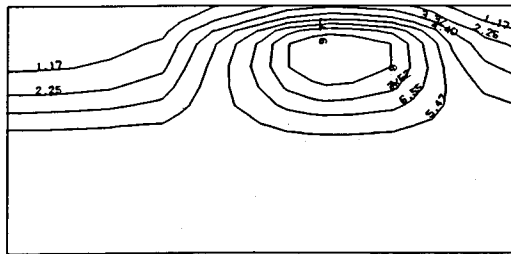
(特長)

- 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)。
- 図化処理(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。

株式会社 **CRC総合研究所** 西日本支社

〒541 大阪市中央区久太郎町4丁目1-3  
(06) 241-4121 営業担当:岩崎  
(03) 3665-9741 本社窓口:小林

# 地盤の有限要素法解析ソフト

未来設計企業  
**CRC**

世界標準のソフトウェア

## Mr.SOIL Version-2.5

### ◆豊富な機能

- ・弾性、及び弾塑性解析が可能
- ・掘削、盛土機能により、施工ステップを通じた解析が可能
- ・荷重の段階的載荷が可能
- ・側圧係数の指定が可能\*

### ◆充実したグラフィック機能

- 変位ベクトル図、変位カウンター図\*
- 応力ベクトル図、応力カウンター図
- 棒、梁要素の断面力図\*、安全率図
- 降伏要素プロット図\* (各図拡大可能)
- \*はV2.5による追加機能

### ◆お求めやすい価格設定

- ・パソコン版 (PC-9801シリーズ).....64万円 (税別)
- ・EWS版 (NEWS、SUN、HPなど).....220万円 (税別)

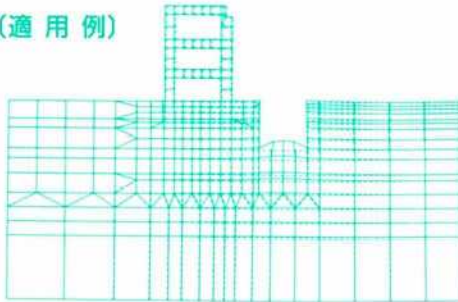
### ◆実績が示す信頼性

(使用実績 281本 平成5年8月現在)

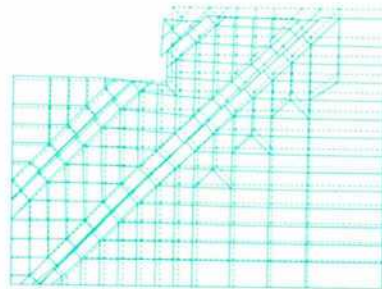


EWS画面表示

(適用例)



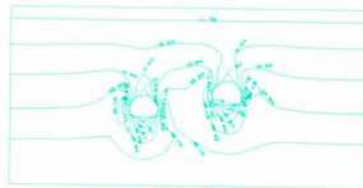
近接施工解析



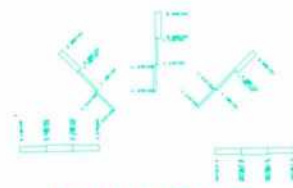
ジョイントを考慮した掘削解析



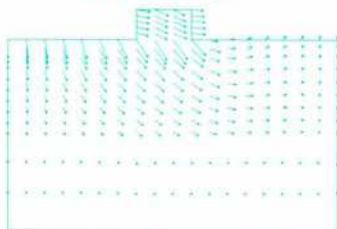
降伏要素プロット図



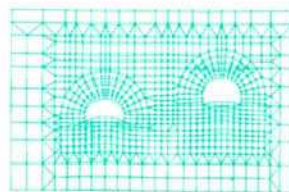
応力カウンター図



ロックボルト棒要素軸力図



変位ベクトル図



変形図



梁要素モーメント図

NATM工法による掘削解析

株式会社 **CRC** 総合研究所 西日本支社

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

土木学会論文集

昭和三十七年五月二十八日 第三種郵便物指定  
平成五年十月十五日・印刷  
平成五年十月二十一日・発行  
土木学会論文集 西日本支社 西二〇二二二日発行

定価 一、五〇〇円(本体価格)・四五六円