

# 効率的な地中変位計測法について

小杉昌幸<sup>1</sup>・玉井昭雄<sup>2</sup>・小野寺勇記<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 資源環境技術総合研究所 地殻工学部 (〒305 茨城県つくば市小野川16-3)

<sup>2</sup>正会員 株式会社大林組 土木技術本部 (〒113 東京都文京区本郷2-2-9)

<sup>3</sup>株式会社テラ (〒344 埼玉県春日部市大沼3-103)

岩盤挙動の計測に実用されている従来からの地中変位計では、ボアホール内の複数測点に連結した複数ロッドの端の変位を手動式のダイヤルゲージまたは各ロッドに接続した変位センサによって検出していた。新たに開発した地中変位計では、一本のボアホール内にある複数測点の変位を一台の非接触式のレーザ変位センサの回転走査によって効率的に計測できる。この装置の精度検証試験の結果、標準偏差が0.2 mm以下の検出精度を示し、機械的構造に起因する誤差が無く効率的で経済的な現場計測に実用できることを明らかにした。

**Key Words** : rock mass behaviour, in-situ measurement, extensometer

## 1. ま え が き

昨今、工業設備などの立地環境に配慮した数多くの構造物が地下岩盤を利用して建設されており、これらの施工中や施工後の安全性管理のため、掘削と同時に岩盤変位のモニタをスタートさせることが多くなっている。また、石油地下備蓄や地下発電所などの構造物は数十m規模の空洞断面を有するものも多く、これらの大型化に伴い厳密な精度での計測が要求されており、計測システムの経済性や効率性の向上も望まれている。

岩盤挙動を計測する場合、従来からボーリング孔に設けた固定点の変位を孔口で計測する地中変位計(エクステンソメータ)が実用に供されており<sup>1),2)</sup>、地下構造物の施工における安全性管理の主要な手段として利用されている。一般に、地中変位計測では、ボアホール内に固定した測点の変位を剛性ロッドもしくは緊張したワイヤによって伝達し、孔口付近の岩盤に変位センサを設置している。変位センサは差動トランス式やひずみゲージ式などが用いられ、剛性ロッドと孔口岩盤の間の距離の相対変位を検出している。

従来からの方法では、手動式のダイヤルゲージによる計測手法を除けば、測点と同数の変位センサを孔口付近の岩盤に取り付けているため、一本のボアホール内の測点数は制限されており、必ずしも経済的で効率的な計測手段とは言えない面があった。また、剛性ロッドと孔口岩盤に変位センサを直接固定しており、モニタ中に測定範囲を再調整するような操作性は十分とは言えない。このように、従来からの地中変位計を用いた岩盤挙動計測は、施工の安全性を管理する上で不可欠なモニタ手段で

あるものの、その計測システムの効率性、経済性、精度や操作性などの点で改良の余地が残されている。

著者らはこれらの問題点を改善する新たな計測法を考案し<sup>3)</sup>、実用の地中変位計と計測制御システムを開発した。この計測法では、ボアホール内の複数測点の変位を一台の非接触式変位センサの回転走査によって計測するものであり、装置の簡素化を計り、効率的かつ経済的な多軸計測を実現する。本報では、新たに開発した地中変位計の計測方法、装置システムの概要および精度検証結果を報告する。

## 2. 新しい地中変位の計測方法

### (1) 従来法の概要

地中変位計測は、地下構造物など岩盤内空洞の施工中あるいは施工後の安全性管理の主要な手段として利用されており、空洞の任意断面において空洞周囲に放射状に配置した測定点の相対変化を検出する目的で用いられている。地下発電所などの岩盤開発における計測断面と地中変位計の配置の一例をFig.1に示す。大規模な空洞の開発では、地質構造や空洞の形状などを考慮し、数十m程度の間隔で計測断面が設けられている。各断面では、図に示すように、計画空洞から放射状にボーリングされ、孔口付近に設置した変位計によってボアホール内の固定測点の相対変位を計測している。一般的には、ボアホール内の測点を孔口に近ほど狭い間隔で配置し、比較の変形が大きい空洞壁面近傍を詳細にモニタしている。

従来からの地中変位計の構造の一例をFig.2に示す。

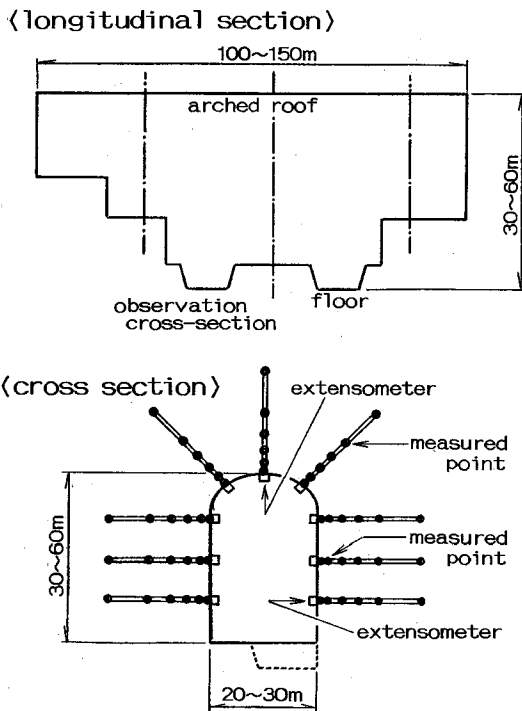


Fig.1 General arrangement of extensometers in a large cavern.

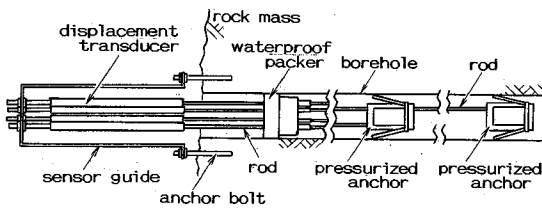


Fig.2 Structural drawing of a conventional multi-rod extensometer

この方法では、ボアホール内の任意位置に加圧式アンカーを固定し、この測定点に接続した剛性ロッドを介して測定点の変位を孔口近傍まで伝達させている。このロッドの軸方向に変位センサを直接取り付け、孔口付近の岩盤に固定している。測定点数と同じ数の変位センサを配列させて固定するため、剛性ロッドの配列径や変位センサの配列径に依存して一本のボアホール当たりの設置数が決まる。一般的には、直径 66~76 mm のボアホールで最大 6 点程度の計測が行われている。このような計測では、岩盤全体の挙動を施工中と施工後の長期間にわたってモニタするため、Fig.1 に示すように、一計測断面当たり数十の測定点が配置され、測定点と同数の変位センサが用いられている。また、岩盤の変形は緩やかに生じることが多く、施工中で 1 時間程度、施工後で 1 日程度のインターバルで計測されている。このような測定

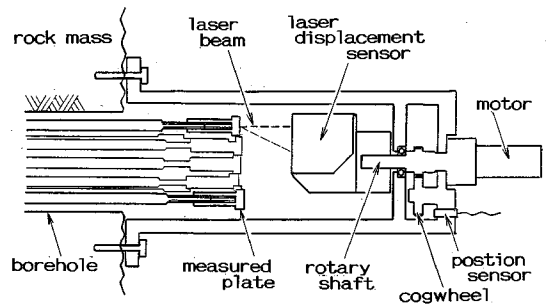


Fig.3 Detailed structure of new multi-extensometer measuring portion

点数と計測インターバルを考えると、従来法は必ずしも効率的で経済的な計測手段とはいえない面がある。

一方、測定点が大きく変形する場合、この変位に追従するには、十分な測定範囲を備えた変位センサを用いるか、もしくはモニタ中に変位センサの測定範囲を移動して対応している。しかし、計測精度と計測範囲は相反するセンサ特性であり、前者の場合、計測精度が犠牲になることが多く、後者の場合、計測範囲の移動に伴う再調整の精度と簡便さが問題になる。これらの両方を満たすような高精度で広範囲計測のセンサは非常にコスト高になり、現場計測の経済性を問題にする上では実用的とはいえない。一般的に、空洞近傍の限られた測定点に対して高精度な計測が必要となり、断層などを挟んで空洞から離れた岩盤などに限られた測定点について広い計測範囲が必要になる。このように、特定の測定点に対して高精度計測や広範囲計測が必要になるため、精度を維持しつつ計測範囲の再調整が簡便にできるような計測システムが望まれることになる。

## (2) 新計測方法の概念

以上のように、既存の地中変位計測法では、効率性、経済性、計測精度、操作性などに問題があるものと考えられる。これらの点を改良するため、非接触式の変位センサを回転走査して複数の測定点を計測する新しい方式を考案した<sup>3)</sup>。ここでは、ボアホール内における測定点の着脱式固定装置も併せて考案しているが、本報では、既存のボアホール内装置と組み合わせて実用する変位計部分について報告する。

この新計測法で用いる変位計部分の構造概略を Fig.3 に示す。ボアホール内の固定測定点から導いた複数の剛性ロッドを同心円上に配置し、孔口付近のロッド端に被測定板をネジで取り付けている。一台の非接触式レーザー変位センサをベアリングとギアを介してモータに連結し、変位計全体を孔口付近の岩盤に固定している。剛性ロッドはボアホール内において同心円上に配列されてお

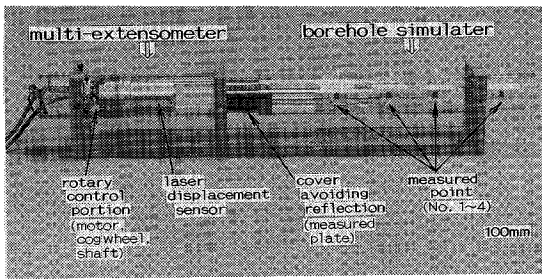


Fig.4 Photograph of the multi-extensometer

り、また、レーザ照射軸が剛性ロッド軸の延長線上に重なるようにセンサを配置している。計測インターバル毎に変位センサを回転走査させ、各被計測板の変位をボアホール内の測定点の変位として計測する。

この変位計では、非接触式センサを用いているため、センサ部に触ることなく剛性ロッド端のネジで被計測板の位置を調整できる操作性も備えている。また、このようにして計測範囲を再調整した際には、計測制御システムのスイッチによって簡単にキャリブレーションを行って計測を継続する機能も備えている。

### 3. 新しい地中変位計の開発

#### (1) 多軸地中変位計

前述した地中変位の新しい計測法の概念に基づき、現場計測に実用する変位計を設計した。この設計に従って製作したプロトタイプの変位計の写真を Fig.4 に示す。この変位計では、センサの回転走査による変位検出を外部から観察できるように、透明樹脂ケースの中に計測部を設置した。センサの回転に伴う軸の機械的ブレが計測精度に影響を及ぼすことを考慮し、回転軸に対して二段に軸受けを取り付け、センサ取り付け部のブレ変位が 0.1 mm 以内になるように配慮した。

変位の検出には、オムロン製レーザ変位センサ (Z4M-W100) を用い、計測範囲は 80 mm、直線性 1.5% フルスケール、分解能 0.03 mm になっている。計測範囲が 20 mm の同タイプの変位計 (Z4M-W40) を用いると、直線性 1% 以下、分解能 0.01 mm の高精度が得られる。本プロトタイプでは、2秒で一回転し、10 m sec 間隔でレーザ光を照射するため、一回転当たり 200 回の走査を行っている。例えば、10 個の被測定板を同心円上に隙間なく配列すると、一測点当たり 20 個程度のデータを得ることができ、この中から 1 個のデータを変位として検出する。この変位センサは受光する際にレーザ光の乱反射による影響を被るため、実際の計測では、反射防止の黒色シートで計測部分を囲んで用いている。

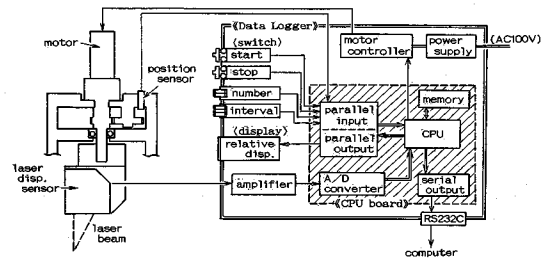


Fig.5 Block diagram of data logger

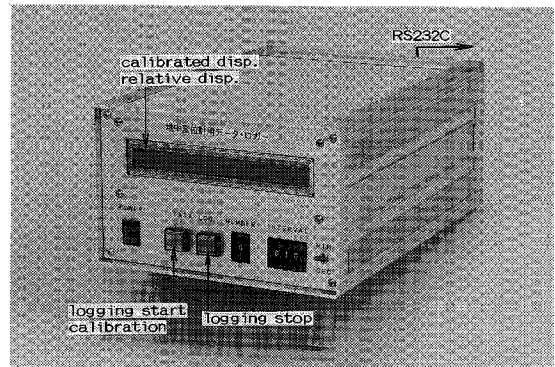


Fig.6 Photograph of a data logging system

この計測部は、孔口付近のボアホール内に設置できる構造を有しており、既存の測定点や剛性ロッドに対しても利用できるため、従来法の計測概念を変えることなく、簡単に経済性、効率性、精度などの向上を計ることができる。

#### (2) 計測制御システム

地中変位の現場計測では、計測インターバルと測点数を設定し、基準値を入力した後に計測を開始し、基準値に対する相対変位が計測データとなる。変位計の計測範囲を越える変位を生じた場合は、再調整によるキャリブレーションを行って連続計測することになる。また、長期にわたるモニタ計測では、計測中にデータ転送して変位の経時変化をチェックし、さらに計測を継続する。

新しい地中変位計を用いて現場計測を行うには、計測条件の設定、回転走査、データ表示や記録などの計測制御が必要になる。これらの機能を備えた計測制御システムのブロックダイアグラムを Fig.5 に示し、新たに開発した装置の写真を Fig.6 に示す。

本装置では、1秒から1,000分までの計測インターバルと9点までの測点数を前面パネルのデジタルスイッチで設定する。センサの回転軸に位置センサを取り付けて回転走査の開始位置と停止位置を一定にし、設定インターバルに合わせて変位センサの回転のスタートとストップを制御する。被計測板はレーザ光が照射される同

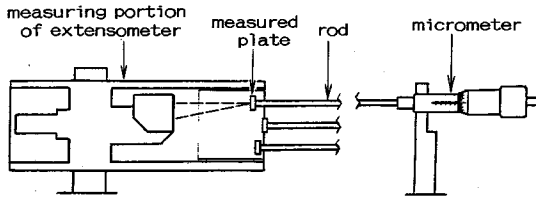


Fig.7 Schematic drawing of calibrating apparatus

心円上にガイドによって配列しており、一回転の走査において測点と同数のデータを一定間隔で検出する。

地中変位は孔口付近の岩盤に対する測定点変位の相対変化として評価されるため、本装置の前面のスイッチによってキャリブレーションを行い、このときの絶対変位を基準値として入力する。次の計測からはこの基準値との差を変位として検出し、データをファイルすると同時にモニタ画面に表示する。計測中に計測範囲の調整を行うときは、計測インターバル間に同様の操作を行って再キャリブレーションし、基準値を更新して計測を続ける。また、計測中にRS 232 Cを介してデータ転送を行い、この転送により支障なく連続的に計測を継続する。以上の機能を備えた計測制御システムは、現場における長期的な無人計測に十分実用できるものと考えられる。

#### 4. 地中変位計の精度検証試験

新たに開発した地中変位計と計測制御システムを用い、計測精度の検証試験を行った。この試験の概観をFig.7に示す。変形を生じる岩盤とボアホールを模擬した二重パイプ内に4個の測定点を固定し、この測定点にステンレスロッドを接続し、白色の被測定板を設置した。測定点を固定したパイプにマイクロメータを設置して0.2 mm ずつ変位を与えながらレーザ変位計で検出し、各測定点の変位と地中変位計による検出データを記録した。

試験結果として、測定点に与えたマイクロメータの読みと変位センサの検出値との関係をFig.8に示す。a) 図では4個の測定点中の1個について0~16 mm, b) 図では他の測定点について0~24 mmの計測を行った。両結果とも非常に高い直線性の相関が得られ、相関式の標準偏差はそれぞれ0.031と0.052となった。これは、センサ検出値から評価したマイクロメータの読みがそれぞれ±0.031 mmと±0.052 mmの誤差範囲で評価されることを示しており、計測範囲に対しては0.2 mm以下の計測精度になる。この結果、センサを組み込んだ回転制御の機械的構造による誤差がほとんど無く計測できるものと判断される。

上記の精度検証試験に加えて、計測制御機能の検証試

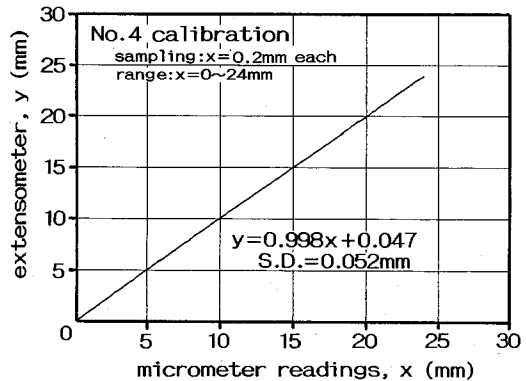
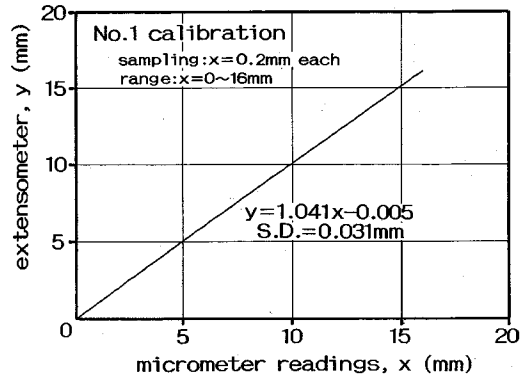


Fig.8 Relationship between micrometer readings and the multi-extensometer measurements

験も実施した。本プロトタイプ変位計では、レーザ光の走査径 31 mm (円周 97 mm) に対して直径 12 mm の被計測板 (白色セラミック製) を用いているが、変位の計測範囲 80 mm および計測インターバル 2 sec~600 min の計測条件で問題なく連続計測できることを示した。また、本計測システムによる計測制御において、計測中の較正による中断を経ても連続データとしてファイルを作成でき、RS 232 C インターフェースを介したファイル転送にも問題ないことを示した。

#### 5. 新計測法の特徴

新計測法は、上記のような構造および精度を有しており、従来からの地中変位計と比較すると、以下のような特徴を有している。

##### ①効率的な計測

従来法では、直径 66~76 mm のボアホールで最大 6 点程度の計測が限界となっている。新計測法では、走査の円周に対する被計測板の寸法が設置の条件になり、ボアホール当たり 10 点以上の測定点を設置した効率的な計測が十分に可能になる。

##### ②経済的な装置

**Table 1** Comparison between conventional-and new extensometer

	conventional extensometer	new multi-extensometer
measuring point per borehole	max. 6	max. 10~(20)
number of sensor per borehole	6	1
measuring range	50~200mm	20~80mm
sensor linearity and resolution	2%FS ---	1.5%FS 0.03mm
extensometer accuracy	±1mm	±0.2mm
sensor cost	¥50k~100k (amp. ¥200k)	¥150k (with amp.)
measuring cost per borehole	¥500k~800k (+scanning)	¥150k (+rotation)

FS:full scale, k:×10<sup>3</sup>, amp.:amplifier

従来法では、測定点と同数の変位センサと対応する計測システムを準備する必要がある。新計測法では、ボアホール当たり10点以上の測定点に対して一台の変位センサと一系統の計測システムだけが必要となり、センサと計測システムのコストを飛躍的に減少した経済的な計測が期待される。

#### ③高精度な検出

従来法では、差動トランス式やひずみゲージ式などの変位センサを用いており、計測範囲の2%程度の直線性が保証されている。新変位計では、回転走査に伴う機械的誤差を含まず、非接触のレーザ変位センサと白色セラミック被計測板によって0.05~0.2mm程度(計測範囲20~80mm)の高精度な検出が可能になる。

#### ④簡便な操作性

新計測法では、非接触計測であるため、センサに触れることなく被計測板の位置を移動して計測範囲を調整できる。また、同時に開発した計測システムでは、再調整に伴う較正と継続記録の機能を備えており、簡便な操作性を備えている。

#### ⑤柔軟な適応性

新計測法では、変位伝達の剛性ロッドをボアホール内で同心円上に配列することにより、従来法の測定点の固定装置を利用できる。また、同様に、被計測部を同心円上に配列した他の多点計測にも幅広く適用できる。

以上に示した新計測法と従来の地中変位計の特徴をまとめ、性能やコストを比較してTable 1に示す。新変位計では、ボアホール当たりの測定点の設置数が2~3倍になり、センサ数が1/6以下になるため、増幅器を含む変位計のコストは1/2以下になるものと考えられる。また、同様の計測範囲の場合、2倍程度の計測精度が得ら

れ、ボアホール当たりの測点数に拘わらず簡素化したデータ収集システムを用いることができる。

従来法では、複数のセンサを1台の増幅器で効率的に検出するため、リレースイッチによる切替制御(スキヤニング)が用いられていた。新計測法では、回転走査のためのモータ制御が必要になるものの、特性の異なるセンサの切替による電気的な不安定要因を回避しており、安定した検出が行える利点も有している。

新計測法では、上記の利点を機能させるため、回転走査の基準軸の固定と被計測部の開閉構造が必要になる。このため、ステップ・モータを用いた回転制御と変位計測部の取り外し構造を備えた新たな変位計の開発を進めている。また、施工現場の条件下での使用を考慮し、孔口部においてボアホール内からの湧水をシールする構造の検討も進めている。

## 6. おわりに

本報では、新たに提案する計測法に基づいて多軸地中変位計と計測制御システムを開発した。この変位計は、既存の変位センサに機械的な回転構造を付加して計測効率の向上を図っており、変位計の較正試験と検証試験を通して機械的構造を介した変位センサの計測精度と実用性を明らかにした。

この新たな計測法では、一本のボアホール内にある10点以上の測定点の変位を一台の非接触式変位センサの回転走査によって計測する。また、この変位計は既存のボアホール内の測定点設置装置を利用して計測できるため、比較的簡単に経済的で効率的な現場計測を実現できる。開発したプロトタイプの地中変位計を用いた精度試験の結果、模擬ボアホール内の測点変位に対して標準偏差が0.2mm以下の計測精度で検出できることを明らかにし、回転走査制御による連続計測に問題がないことを明らかにした。

変位センサなどの技術開発がめざましい昨今、高精度の非接触センサを用いた本計測法を用いることにより、幅広い分野のモニタリング計測における安定性、効率、経済性、簡便性、データ制御の簡便性などを向上させることが期待される。

## 参考文献

- 1) 日本トンネル技術協会: NATMの計測指針に関する調査研究書, 1979年3月.
- 2) 土木学会: トンネルの地質調査と岩盤計測, 1983年7月.
- 3) 小杉昌幸・玉井昭雄: 地中変位計, 特許願, 平5-308278, 1993.

(1995. 5. 24 受付)

## DEVELOPMENT OF A NOVEL TECHNIQUE TO MEASURE ROCK MASS BEHAVIOUR IN A BOREHOLE

Masayuki KOSUGI, Akio TAMAI and Yuki ONODERA

Borehole extensometers are used to measure displacements in rock mass surrounding an underground excavation. Although a conventional multi-rod extensometer enables one to measure relative displacement changes at multiple points in a borehole, the monitoring to measure the position of each end of the rods is carried out by using a manual dial indicator readout or multiple electronic displacement sensors.

A newly developed extensometer has the mechanism to measure each displacement by a single displacement sensor. The adoption of a laser displacement sensor and its rotational position control make it possible to realize the production of an economical and high-accuracy extensometer and the monitoring system. The verification test of the device in a laboratory showed the accuracy of 0.2 mm or less with the standard deviation. The results also demonstrate that the device and its measuring system have no measuring errors derived from its mechanical structure and are fully applicable for the efficient and economical monitoring of rock mass behaviour in the field.

3次元構造解析の  
流れを変える

# 初

What you see is what you want!  
3Dの時代、ビジュアルの時代

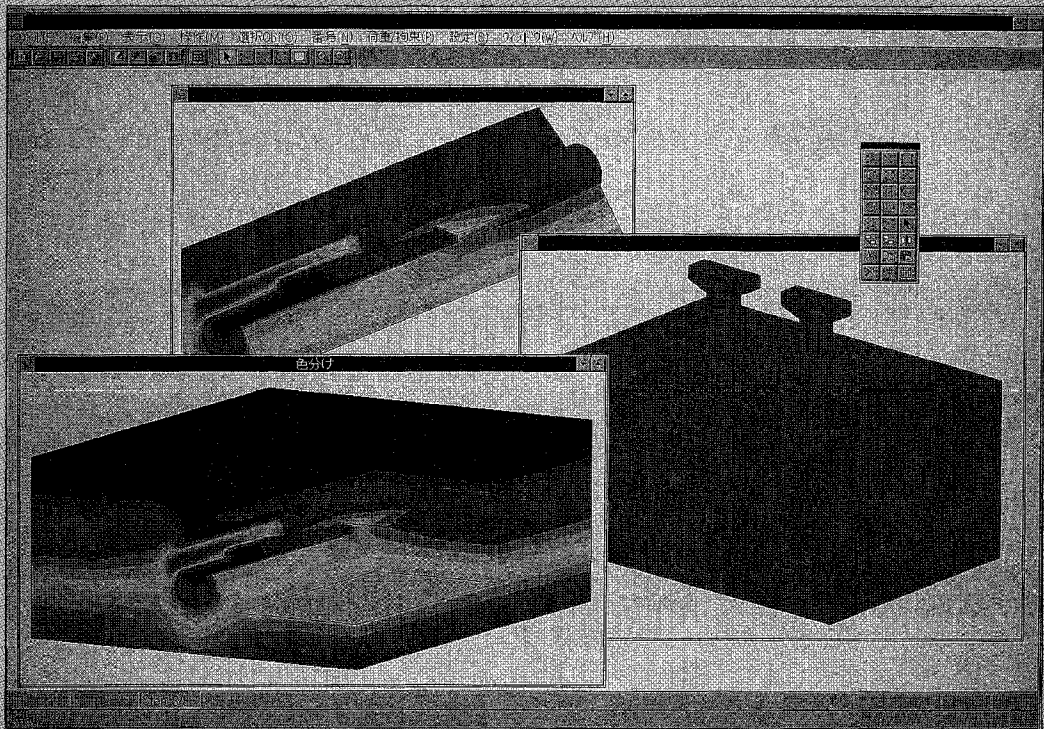
'95. 12 Release

# 3D-σ


3次元土木解析システム

パソコンで  
FEMを意識せず  
内蔵3次元CADを用いて  
解析対象および施工過程(STEP)  
をそのまま直感的に入力するだけ!  
好評の「2D-σ」のデータも直接利用可能!

■大容量、大規模、高速 ■掘削、盛土、支保などはワンタッチで!

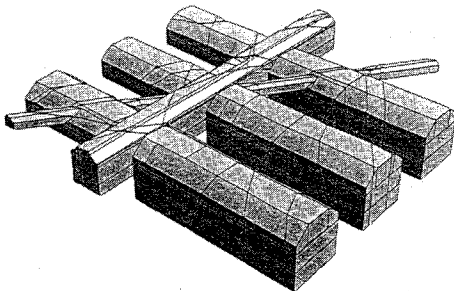
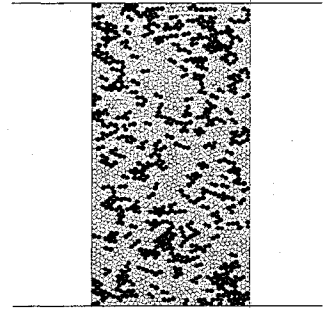
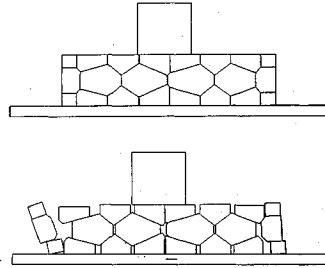
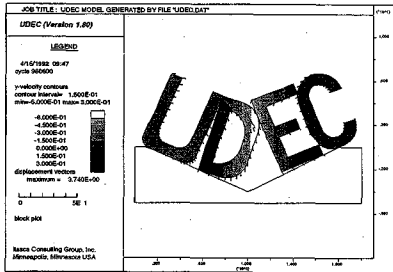


2次元土木解析システム「2D-σ」も 好評発売中!

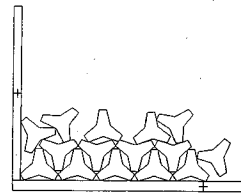
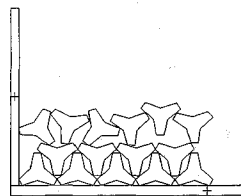
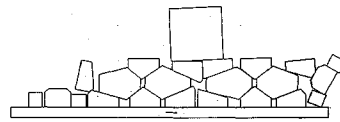
開発・販売  ソフトブレイン (株) お問い合わせは 03-3592-7659  
本社：〒001 札幌市北区北37条西4丁目 王陽ビル TEL 011-736-7009 FAX 011-736-7449

# 個別要素法プログラムシリーズ

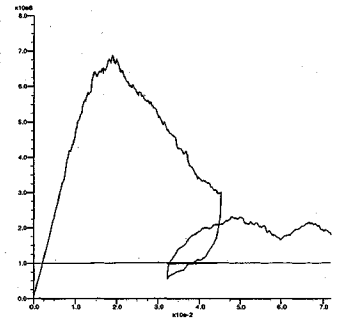
■開発元 Dr.Cundall (ITASCA社)



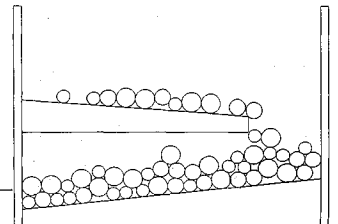
3DEC



BFLOW



PFC-2D



BALL-Poly

## ■価格

- ロード・モジュール
  - ・UDEC SUN/IBM-PC(標準バージョン) .....110万円  
(Barton-Bandis Optionを含む場合) .....160万円
  - ・3DEC SUN/IBM-PC .....550万円
  - ・PFC-2D SUN/IBM-PC .....70万円
- ソース・コード
  - ・UDEC SUN/IBM-PC(標準バージョン) .....190万円  
(Barton-Bandis Optionを含む場合) .....240万円
  - ・BFLOW SUN .....190万円

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

TEL.03-3437-2164 FAX.03-3437-2652  
〒105 東京都港区虎ノ門5-1-4 東都ビル6F  
株システムネットワーク内



# 地盤の非線形解析プログラム

■開発元 Dr.Cundall (ITASCA社)

# FLAC-2D/3D (Fast Lagrangian Analysis of Continua)

1950年代に有限要素法が出現し、コンピュータの発展と共に進歩をとげていったのと並行して、衝撃分野での解析を目的に始まった差分法に基づく、“Hydrocodes”もすくなく成功をおさめていました。応力波伝播を基本とする弾塑性固体の大変形、スライド・ライン手法による滑り・剥離挙動の解析には目覚ましいものがありました。しかし、これらを取り扱うプログラムの多くは公的機関での開発のため公開されたものは余りありませんでした。FLACはこの流れをくむ地盤非線形解析プログラムです。

### プログラムの特徴

- 幾何学的大変形及び材料非線形を取り扱うことができます。陽解法のため歪み軟化解析が容易です。
- 複雑な3次元地盤をモデル化するため、優れたジェネレーター機能をそなえています。
- 機能追加のための開発ツールFISHプログラミング言語を備えていますので、機能追加が容易です。

### 要素ライブラリー

- 2次元平面歪/応力要素(2D)
- ソリッド要素(3D)
- ビーム要素(2D)
- ロックボルト要素(2D,3D)

### 適用分野

- 斜面・盛土の設計及び安定解析
- アースダム及びコンクリートダム解析
- トンネル、鉱山掘削解析
- 地下水、圧密、液状化解析(2D)

### 構成則

- 等方性、非等方性弾性
  - 弾塑性(Mohr-Coulomb, Drucker-Prager)
  - 偏在ジョイント・モデル(Ubiquitous joint)
  - 歪-硬化/軟化 ●ヌル要素
  - 液状化FINNモデル(2D)等
- その他の構成則の機能追加も可能です。

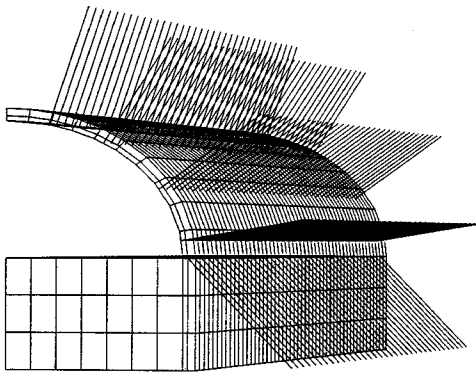
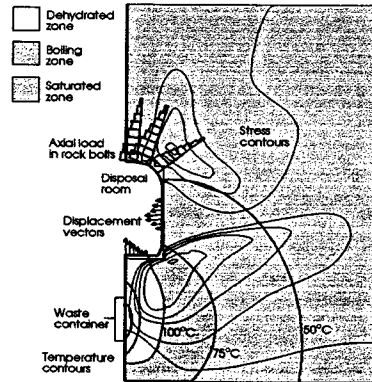


Figure 5 Steel bolt pattern for Method 2



Thermomechanical conditions five years after nuclear waste emplacement.

### ■価格(ロード・モジュール)

- FLAC-2D SUN/IBM-PC(標準バージョン).....80万円  
(Dynamic, Creep, Thermal Optionを含む場合).....110万円
- FLAC-3D SUN/IBM-PC(Creep Optionを含む).....190万円

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、問題に応じた地盤非線形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 日本技術開発株式会社

研究部

TEL.0  
〒105



3437-2652  
都ビル6F

# FEM Analysis CAE Seminar

土木設計技術者のためのFEM解析セミナー

次の日から  
即戦力。

**最** 最近のCAEニーズの高まりにより、土木建設分野においても、解析専門家でなくともFEM解析を利用しなければならないケースが増えています。しかしFEM解析には、まだまだ専門的知識や利用経験で蓄積されるノウハウを必要とするのも事実です。

そこで、このようなニーズに答えるべく、CRCでは長年の解析業務、ソフト開発を通して得た豊富な実績を基に「パソコンによるFEM解析セミナー」を開催いたします。

本セミナーでは、具体的な例題を用いて解析初心者が悩まされる問題に対する注意点を整理し、解析基礎知識の習得を目的としています。

**是非**、本セミナーを貴社における業務にお役立て下さい。

## セミナー内容

1 時限目

地盤安定解析 使用プログラム [Mr. SOIL]  
例：近接施工による地盤安定解析  
トンネル掘削による地盤安定解析 他

2 時限目

浸透流解析 使用プログラム [PC/UNISSF]  
例：掘削による周辺地盤の地下水変動解析 他

3 時限目

地盤動的解析 使用プログラム [FLAC]  
例：有効応力法による防波堤の液状化解析 他

## セミナー開催日と開催会場

大阪会場  
(定員50名)

平成8年1月31日(水) 13:00~16:30  
大阪市中央区久太郎町4-1-3  
株式会社CRC総合研究所 西日本事業部  
伊藤忠ビル B4-01Bセミナールーム

東京会場  
(定員50名)

平成8年2月7日(水) 13:00~16:30  
東京都江東区南砂2-7-5  
株式会社CRC総合研究所 科学システム事業部  
CRC本社ビル 1F研修ルーム

●お申し込みいただいたお客様には、「セミナー詳細ご案内」をお送り致します。

お申し込みはFAXで。必要事項をご記入のうえ、今すぐお送り下さい。

本セミナーに参加します。

東京会場 / 大阪会場

貴社名	部署
お名前	
所在地	
Tel.	Fax.

なお、定員になり次第受付を締切らせていただきますのでご了承下さい。

株式会社CRC総合研究所

FAX to CRC 東京! 03-5634-7337

科学システム事業部  
建設エンジニアリング部  
担当/大島 TEL 03-5634-5789

FAX to CRC 大阪! 06-241-4136

西日本事業部 科学システム営業部  
担当/村中 TEL 06-241-4730