

投稿論文 (和文ノート)
**TECHNICAL
NOTE**

不均質性岩盤の限界ひずみについて

桜井春輔¹・川嶋幾夫²・土田 晃³・小池信司⁴・篠田知堅⁵・芥川真一⁶

¹正会員 工博 Ph.D 神戸大学教授 工学部建設学科 (〒657 神戸市灘区六甲台町 1-1)

²正会員 博(工) 陸上自衛隊施設学校研究部研究員(元 神戸大学大学院学生)

³イトマン(元 神戸大学学部学生)

⁴神戸市交通局新線準備室(元 神戸大学学部学生)

⁵名古屋鉄道新一宮駅(元 神戸大学学部学生)

⁶正会員 Ph.D 神戸大学助手 工学部建設学科

トンネルの施工においては、一般に観察・計測に基づく情報化施工が適用される。このとき、計測は変位の測定が主体となる。著者の一人は、測定された変位から直接求めるひずみを用いて、トンネルの安定性を評価する方法(直接ひずみ評価法)および、そのときのひずみに対する許容値として限界ひずみを提案した。さらに、この方法を実際の現場に適用し良い結果を得た。しかし、トンネルが不均質な岩盤中に掘削される場合には、不均質な岩盤の限界ひずみをいかに的確に評価し、管理基準値をどう設定するかが問題となる。そこで、本ノートでは、不均質な材料の限界ひずみを実験により検討し、その特性を明らかにする。

Key Words : critical strain, non-homogeneous rock masses, tri-axial compression test, FEM

1. はじめに

著者の一人は、トンネルの現場計測においては、変位計測が主体であることを考慮して、測定された変位から直接的にひずみを求め、それにより周辺地山の安定性を評価する方法(直接ひずみ評価法)および、そのとき用いるひずみに対する許容値として限界ひずみを提案してきた。この限界ひずみは、一軸圧縮強度(軸差強度)の変形係数に対する比として定義するものである^{1),2),3)}。そして、限界ひずみは岩盤工学に見られるような支保による拘束圧、間隙水および熱などの環境の変化による影響は小さい^{1),2),3)}。また、これまでに、トンネルの建設現場において限界ひずみを管理基準値として適用し、よい結果を得ている³⁾。

しかしながら、岩盤は一般に不均質性で、場所によって風化の程度や組成も異なる。そのため、地山の安定性を評価するための許容値として限界ひずみを用いる場合、その値はどの場所の値を取ればよいか苦慮することがしばしばあった。

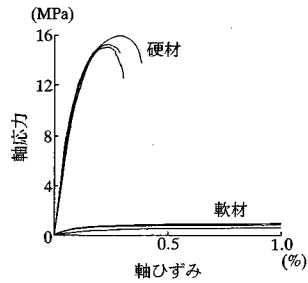
そこで、本研究では不均質な地山材料の限界ひずみについて、実験的および有限要素法を用いた解析的な検討を行う。

2. 実験の概要

まず、表—1に示す配合のセメントモルタル系の2種

表—1 岩質材料の配合

種類	配合(重量比)			
	早強セメント	普通ポルチランドセメント	砂	水
硬材	1.0	3.0		0.85
軟材	1.0		3.0	3.2



図—1 均質材料の軸応力-軸ひずみ関係

表—2 岩質材料の力学特性

種類	変形係数 (MPa)	ϵ^{*} / σ 比	一軸圧縮強度 (MPa)	限界ひずみ (%)	破壊ひずみ (%)
硬材	1.6×10^4	0.2	1.5	9.0×10^{-4}	2.5×10^{-1}
軟材	6.4×10^4	0.4	8.0×10^{-1}	1.3×10^{-1}	2.0

類の材料(硬材および軟材と呼ぶ)を用意する。硬材および軟材(両者の養生はともに型枠内1日、水中6日)に対して行った一軸圧縮試験によって求めた軸応力-軸ひずみ関係を図—1に、またこの一軸圧縮試験から求めた力学特性値(それぞれ3回の実験から求めた平均値)を表—2に示す。

これらの2種類の材料のうち、一方を内寸2 cm×2 cm×2 cmの型枠内に打設し、24時間経過後脱型して多数の立方体を作成した。そして、脱型した多数の立方体を、もう一方の材料と混合し、直方体の型枠(内寸15 cm×15 cm×20 cm)内で24時間養生後に脱型し、不均質岩質材料を作成した(このとき、軟材で作成した立方体を硬材に混ぜて作成した不均質岩質材料をモデルA、逆のものをモデルBとする)。その後、ボーリングマシンにより、φ10 cm×高さ20 cmの試料を採取し、不均質岩質材料供試体とした(写真-1参照)。その後、6日間水中で養生し、実験に供した。

両モデルともに、多数の立方体の体積の総和が、供試体全体の体積の約20, 40, 60, 80%となる4種類の供試体について実験を行った。

これらの供試体に対して一軸圧縮試験、および側圧が1.0, 2.0, 4.0 kgf/cm² (0.098, 0.196, 0.392 MPa)の三軸圧縮試験を行った。なお、実験は、0.1 mm/minの定変位載荷とした。このとき、供試体に発生する軸方向および周方向のひずみはそれぞれ180°異なる相対する面に貼付した2枚のひずみゲージ(ゲージ長120 mm)を用いて、また、軸荷重は容量10 t(9.8×10⁴ N)のロードセルを用いて測定した。

3. 実験結果と考察

モデルAおよびモデルBに対して行った一軸圧縮試験、および側圧が2 kgf/cm² (0.196 MPa)の三軸圧縮試験から求めた軸(軸差)応力~軸ひずみ関係をそれぞれ図-2および図-3に示す。図において、百分率は供試体に含まれる硬材の全体に対する含有量を表わす。図から一軸および三軸圧縮試験ともに、モデルAおよびBのいずれについても、供試体に含まれる硬材の量が多いほど、変形係数および強度がともに多くなっていることがわかる。

異なる力学特性を有する2種類の材料からなる不均質材料の巨視的な力学特性は、複合材料の観点から理論的に研究されている。いま、ある材料が、その中に異なる変位特性を有する立方体を含有する場合、その見掛けの変形係数は次式によって与えられる⁵⁾。

$$E_n = \frac{E_2 + (E_1 - E_2)(1 - p)^{2/3}}{E_2 + (E_1 - E_2)(1 - p)^{2/3} \{1 - (1 - p)^{1/3}\}} \cdot E_2 \quad (1)$$

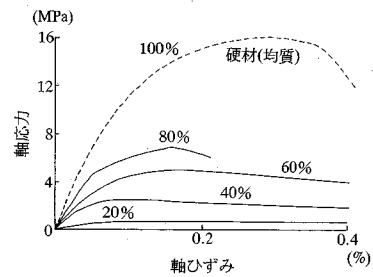
ここで、 E_n : 不均質材料の巨視的な変形係数

E_1 : マトリックス材料の変形係数

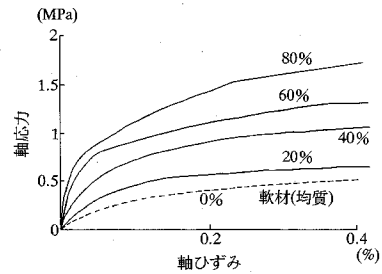
E_2 : 立方体材料の変形係数

p : 全体の体積に占める立方体の総体積の割合 (0~1.0)

なお、式(1)誘導の際のモデルは、材料中に変形係数の異なる立方体をただ一つ含むものであり、本実験の

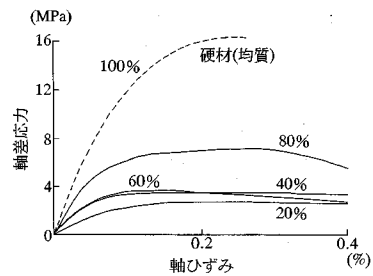


(1) モデルA

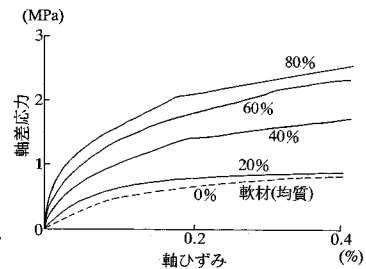


(2) モデルB

図-2 軸応力~軸ひずみ関係



(1) モデルA



(2) モデルB

図-3 軸差応力~軸ひずみ関係
(側圧2 kgf/cm² (0.196 MPa)の場合)

ように多くの立方体を含むものとは異なる。そこで本実験の場合を対象に、三次元有限要素法による線形弾性解析を行い、巨視的な変形係数を求める。ここで用いた有限要素メッシュを、供試体の概観図(いずれも供試体の

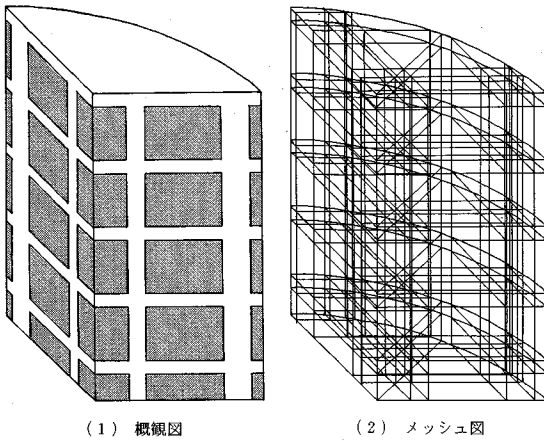
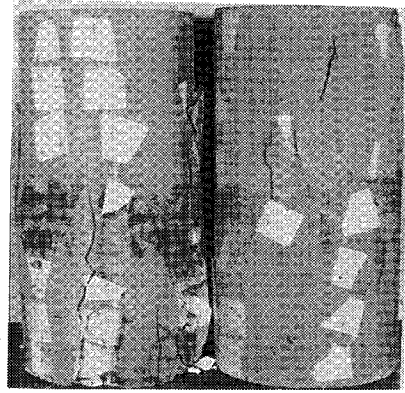


図-4 不均質岩質材料供試体(8分割)および有限要素メッシュ



硬材 80% 硬材 80%
側圧 0 kgf/cm² 側圧 2 kgf/cm²

(1) モデル A

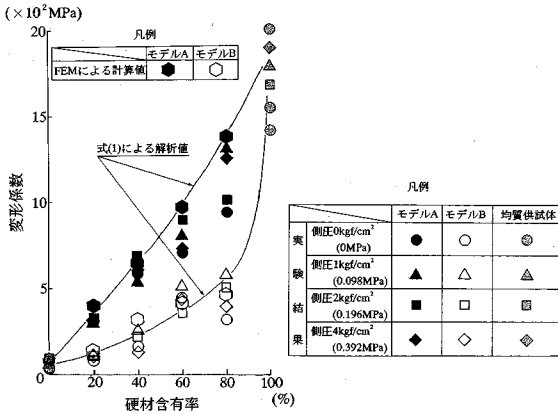
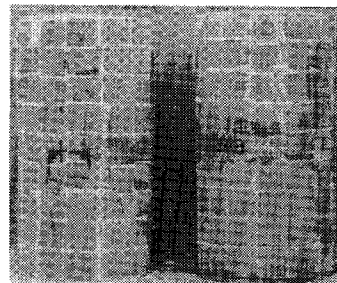


図-5 変形係数～硬材含有率関係



硬材 80% 硬材 80%
側圧 2 kgf/cm² 側圧 4 kgf/cm²

(2) モデル B

写真-1 モデル A およびモデル B の破壊状況

1/8) と併せて図-4 に示す。なお、それぞれの材料の力学定数としては、表-2 に示す変形係数およびポアソン比を用いた。

図-5 に変形係数と硬材含有量との関係を、①実験値、②式(1) から求めた理論値、および③三次元有限要素法によって求めた計算値を併せて示す。なお、変形係数の実験値は、軸ひずみ 0.02% に対する割線弾性係数として求めた。図から明らかなように、変形係数は供試体中に含まれる硬材の量によって大きく変化し、モデル A は、硬材量とほぼ線形に近い関係にある。一方、モデル B は、モデル A より変形係数は小さくなっている。いま、三次元有限要素法によって求めた計算値に注目すると、モデル A では実験値のほぼ上限の値に、また、モデル B ではほぼ実験値の平均的な値になっていることがわかる。

写真-1 にモデル A および B の破壊状況を示す。写真から明らかなように、モデル A は、モデル B に比べて、供試体に縦割れが伸展している。これは、特に、一

軸圧縮試験後の供試体において顕著である。また、この縦割れは側圧を与えることにより抑止される。この縦割れの現象は、破壊がかなり進行した状態になって顕著になるが、モデル A においては硬材マトリクスの軟材キューブとの角に応力が集中することから、そこにクラックが発生し、それが縦割れとして発達しているものと考えられる。そのため、変形の小さい領域においても、鋼材マトリクスの角からのクラックの発生・発達により変形が進行し、これによって変形係数が低下しているといえる。この現象は線形の弾性計算では表現できないため、モデル A の実験においてはクラックの発生・発達によって変形係数が低下し、計算値と実験値の間に差が生じ、図中において計算値をほぼ上限として実験値が分布するものと解釈できる。一方、モデル B では、軟材マトリクスの硬材キューブとの角において応力の集中が小さいため、このようなクラックの発生・発達の現象は生じにくく、計算値を中心として実験値が分布している。

次に、強度と硬材含有量の関係を図-6 に示す。強度

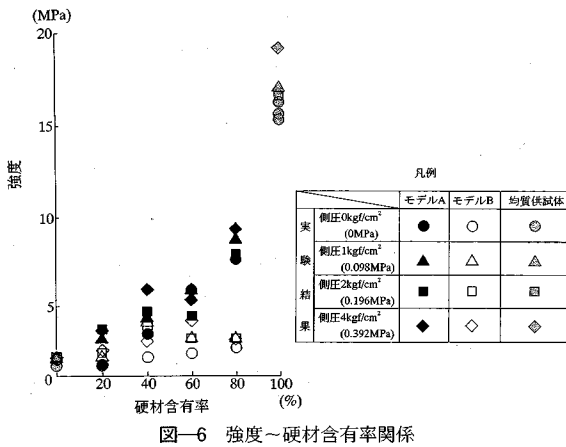


図-6 強度～硬材含有率関係

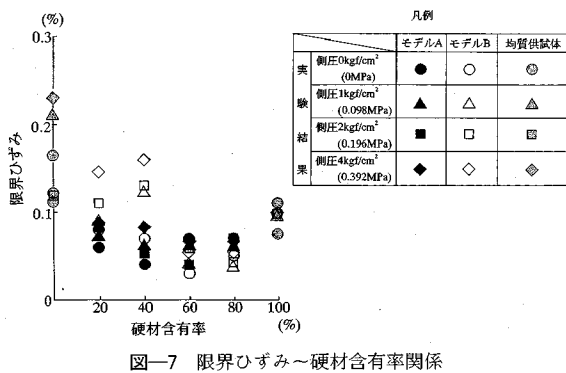


図-7 限界ひずみ～硬材含有率関係

も変形係数と同様に、硬材の含有量が多いほど大きくなっている。なお、ここで強度は、軸（軸差）応力～軸ひずみ関係におけるピーク値の応力をもって定義した。

いま、次式のように一軸圧縮強度 (σ_c) あるいは軸差強度 ($(\sigma_1 - \sigma_3)_f$) と変形係数 (E_n) の比として定義される限界ひずみ (ϵ_0) を、硬材含有量との関係で示すと図-7 のようになる。

$$\epsilon_0 = \sigma_c / E_n \text{ あるいは } (\sigma_1 - \sigma_3)_f / E_n \quad (2)$$

上述したように、強度と変形係数は、ともに硬材含有量の増加とともに増大する。したがって、それらの比として求められる限界ひずみは、図-7 から明らかなように、狭い範囲に分布しているようすがわかる。また、一軸圧縮試験の結果から求めた限界ひずみ (○印および●印で表す) は、硬材あるいは軟材それぞれの限界ひずみに比べて、かなり小さくなる場合もあることがわかる。一方、三軸圧縮試験結果から求めた限界ひずみ (△、□、◇印および▲、■、◆印で表す) は一軸圧縮試験結果から求めた限界ひずみよりも若干大きく、それを構成する硬材の一軸圧縮状態における限界ひずみの値に近づく傾向にある。

実際のトンネルにおいては、一般に何らかの支保工が

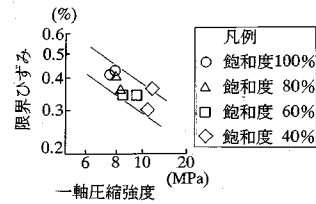


図-8 含水量を変えた岩石の限界ひずみ～一軸圧縮強度関係 (材料変化)

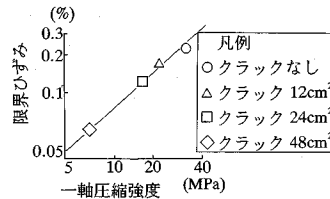


図-9 クラックを入れた供試体の限界ひずみ～一軸圧縮強度関係 (伊東らのデータを引用)(構造変化)

施工されているため、地山は常に三軸圧縮状態にあるといえる。したがって、地山が不均質な状態にあつては、地山を構成する材料の限界ひずみのうち小さい方の値 (一軸圧縮状態) を、トンネルの安定性評価における許容値と考えることができる。

4. 材料変化と構造変化

軟岩に分類される田下石について、含水量を変化させて行った一軸圧縮試験 (文献2参照) から求めた限界ひずみ～一軸圧縮強度関係を図-8 に示す。この実験においては含水率を飽和 (100%) から室乾 (約 40%) までを 20% 刻みに設定している。図から明らかなように、一軸圧縮強度が増加すると限界ひずみはやや減少し、図において右下がりの傾向にある。限界ひずみのこの変化は、含水量の変化によって材料が見掛け上変わったものと解釈できる。そこで、このような右下がりの変化を“材料変化”と呼ぶことにする。

一方、伊東らは、クラックを表現するために薄い練り消しゴム板を挿入した人工岩質材料を作成し、一軸圧縮試験を行った⁶⁾。いま、その結果を引用して、供試体 (供試体直径 $\phi 5 \text{ cm} \times$ 高さ 10 cm) 中に含まれる円形の薄板の総面積量を 12, 24, 48 cm² と変えた 3 ケースについて限界ひずみを求め、一軸圧縮強度との関係で整理すると図-9 を得る。この図から、供試体に含まれるクラックの量が少ないほど限界ひずみおよび一軸圧縮強度が共に大きくなっており、図において、右上がりの傾向にあることがわかる。このとき、クラックを含む供試体は一軸圧縮状態においてクラックの先端から亀裂が発達し、縦割れ現象を生じ、これは、供試体中のクラックの量が

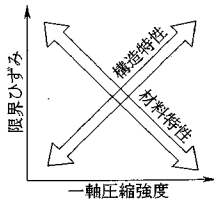


図-10 材料変化と構造変化

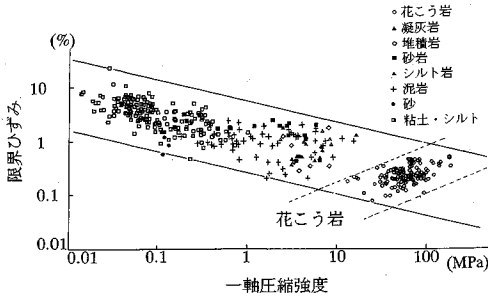


図-11 地盤材料の限界ひずみ～一軸圧縮強度関係¹⁾

多いほど顕著であると考えられる。結局、この実験においては、クラックを含むことによって、供試体の内部構造が変化したと考えられる。この変化は前述した含水量が変わった場合の右下がりの傾向とは明らかに異なり、供試体にクラックを含むことによる内部構造の変化に起因することから、ここでは“構造変化”と呼ぶ。供試体にクラックなどを含む場合の限界ひずみは均質材料に対して図中において必ずしも右上がりの傾向を示すものではないが、ここでは右下がりの“材料変化”と対比して“構造変化”としている。図-10に限界ひずみ～一軸圧縮強度関係における“材料変化”および“構造変化”を模式的に示す。

いま、粘土から花崗岩にいたる地盤材料に対する一軸圧縮試験結果から、限界ひずみと一軸圧縮強度との関係を整理すると図-11のようになる¹⁾。この図から、地盤材料の限界ひずみは、全体として右下がりの帯状の範囲内に分布していることがわかる。これは、材料の違いを表わしているといえる。しかし、同一の材料について、例えば図中に○印で表した花崗岩に注目すると、その分布はむしろ右上がりの傾向にあることが見てとれる。これは、同一材料については、その材料の違いに対して、内含するクラックの量や質の違いによる影響が大きいためであると考えられる。

ここで、3章に示した不均質材料の実験結果から、モデルAおよびBについて、別々に限界ひずみ～一軸圧縮(軸差)強度の関係を示すと、それぞれ図-12(1)、(2)のようになる。なお、添え字は供試体の硬材含有量を百分率で示している。図からモデルBについては

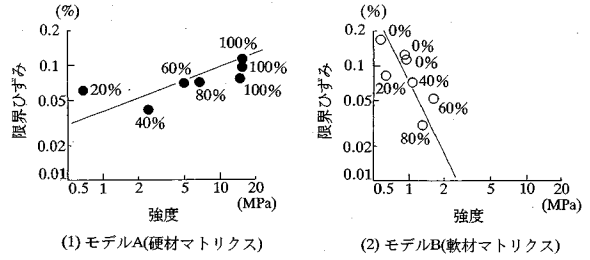


図-12 不均質岩質材料の限界ひずみ～一軸圧縮強度関係 (添え字は、供試体全体に対する硬材含有率)

右下がりの“材料変化”の傾向が見て取れる。一方、モデルAの分布傾向は右下がりの材料変化とは大きく異なっている。これは、モデルAでは、硬材マトリクスの軟材キューブとの角から発生・発達するクラックによる影響であると考えられる。

以上から、異種の地盤材料は材料特性が異なるため、その限界ひずみと一軸圧縮強度との関係は、“材料変化”によって右下がりの傾向にある。一方、同一材料においては材料の違いに対して内含するクラックの量や質などの違いが大きいため、その限界ひずみ～一軸圧縮強度関係には、右上がりの“構造変化”の傾向が現われる。

5. まとめ

- ここでは、不均質性岩盤の限界ひずみについて人工的に作成した不均質岩質材料を用いて実験を行い、その特性について検討した。その結果、つぎのことがわかった。
- (1) 軟らかい材料のなかに硬い材料を含む不均質岩質材料の変形係数の実験値は、有限要素法によって求めた計算値とほぼ一致する。一方、硬い材料の中に軟らかい材料を含む不均質岩質材料の変形係数は、計算値が実験値の上限となる。
 - (2) 不均質岩質材料の限界ひずみは、一軸圧縮状態においては、それを構成する各々の均質材料の限界ひずみよりもかなり小さくなるケースがある。
 - (3) 不均質岩質材料の三軸圧縮試験結果から求めた限界ひずみは、少なくともそれを構成する硬い方の材料の一軸圧縮状態における限界ひずみに近づく。したがって、三軸圧縮応力状態にあるトンネル周辺の不均質地山の安定性をひずみによって評価する場合、その許容値として地山を構成する複数の材料の限界ひずみ(一軸圧縮状態における)のうち小さい方の値を用いることができる。
 - (4) 岩質材料の限界ひずみ～一軸圧縮強度関係において、右下がりの傾向は材料変化を示し、右上がりの傾向は構造変化があることを示すと考えられる。

参考文献

- 1) 桜井春輔：トンネル工事における変位計測結果の評価法，土木学会論文報告集，第371号，pp.93-100，1982年。
- 2) 桜井春輔，川嶋幾夫，大谷達彦：岩石の限界ひずみにおよぼす環境要因の影響について，土木学会論文集，No.463/Ⅲ-22，pp.177-180，1993年。
- 3) S. Sakurai : Displacements measurements associated with the design of underground openings, *Proc. of Int. Sympo. on Field Measurements in Geomechanics*, pp.1163-1178, 1983.
- 4) 桜井春輔：NATMにおける現場計測と管理基準値，土と基礎，Vol.34，No.2，pp.5-10，1986年。
- 5) 林毅：複合材料工学，日科技連出版社，1985年。
- 6) 伊東孝，赤木知之，河村精一：岩質材料の不連続面量と力学特性の相関性に関する研究，第8回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，pp.109-114，1990年。
(1994.7.15 受付)

CRITICAL STRAIN OF NON-HOMOGENEOUS ROCK MASSES

Shunsuke SAKURAI, Ikuo KAWASHIMA, Akira TUCHIDA, Shinji KOIKE,
Tomomi SHINODA and Shin-ichi AKUTAGAWA

One of the authors has already defined the critical strain of rocks, which is the ratio of uniaxial strength to Young's modulus, and demonstrated that the critical strain can be used as an allowable value in assessing tunnel stability. The previous study on the critical strain has mainly been restricted to homogeneous rocks. However, we often encounter non-homogeneous rocks when a tunnel is excavated in a geologically complex ground. Thus, uniaxial and tri-axial tests were carried out in the laboratory to investigate the critical strain of non-homogeneous rock-like materials. 3-D finite element analyses were also conducted to assess the results of the experiments. In this paper, the experimental and numerical results have been presented and the characteristics of critical strains of non-homogeneous materials have been clarified.

2D-σ for Windows

世界をリードする
夢の土木構造解析システム

ツー ディー シグマ

体験システムを無料提供

●建設省・通産省の研究機関をはじめ、道路公団、セネコン、コンサルなどのユーザーは既に**数百社**

●学会での**受賞**、メディアによる**特集記事**など、評価が**抜群**

斬新なコンセプトと驚異の自動化・高速化・大容量。

大型機で数日間かかった解析がパソコンでわずか数十分間で / 有限要素を意識せず、誰でも、どこでも、低コストで簡単に / 一般技術者のノートPCによる現場解析も楽々 /

- 有限要素の概念は一切表に出ない。解析の条件とプロセスを内蔵の高性能CADで作成した図面へ直感的に与えるのみ。
土木構造解析特有の面倒な解析に特に有効(ステップ施工、掘削、盛土、支保・近接・拡幅、接触問題など)
- 膨大な解析容量(1万節点以上)と驚異の演算速度(たとえば5000節点前後の解析は66MHzのPCでも2、3分間で完了。)
- 豊富な入出力画面に編集を加え、説明文やキャプションを付けた上、ワンタッチで高品質の最終成果物が得られる。ワープロや表計算などの他のソフトにも図面と数値を転送できるので設計技術者が夢見る調査・設計・評価の一括自動化を実現。
- 土木解析に必要な機能のほとんどの対応(非線形、弾塑性、接触面・弱面、熱応力、地震慣性力、自動ステップ解析、掘削、盛土)

位置	軸力	変位	安全率
(1)	9.35	0.15	0.03
(2)	6.20	0.13	-0.17
(3)	7.35	0.12	-0.07
(4)	6.20	0.10	-0.44
(5)	9.14	2.03	0.66

3次元土木解析システム「3D-σ」も好評発売中!

土木業界で大好評
詳細資料提供

開発・販売  ソフトプレーン(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

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)

- 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。

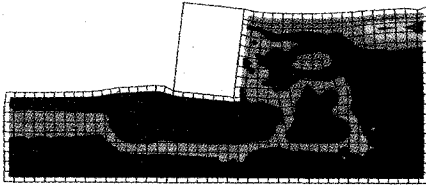
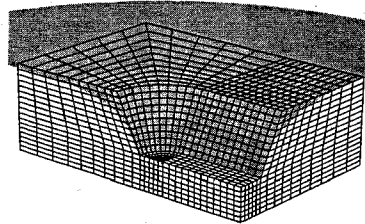
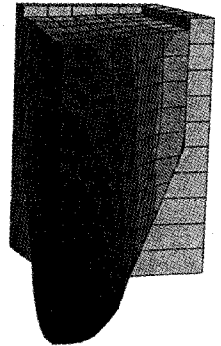


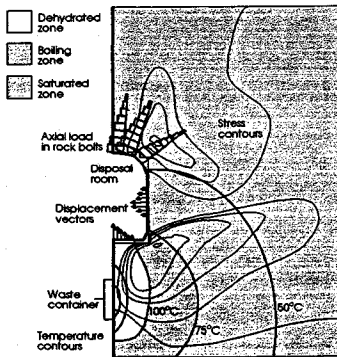
Figure 2. Distorted grid and contours of pore pressure ratio after shaking applied at base



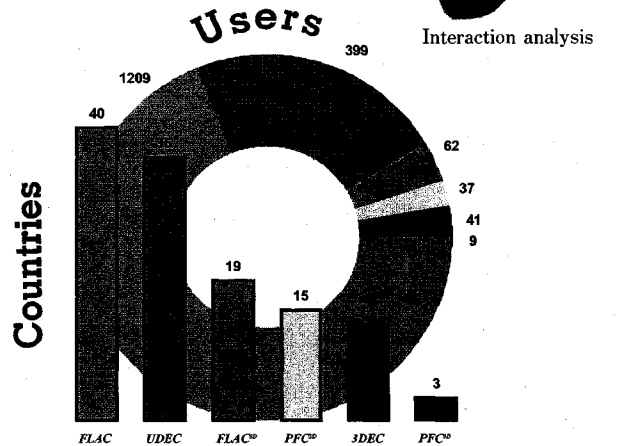
Water flow analysis



Interaction analysis



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(標準バージョン)190万円
(Dynamic, Creep, Thermal Optionを含む場合)250万円

Itasca Software & Windows 95

Yes, Itasca codes do run under Microsoft Windows95. *Windowsは米国マイクロソフト社の商標です。

*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
株式会社システムネットワーク内

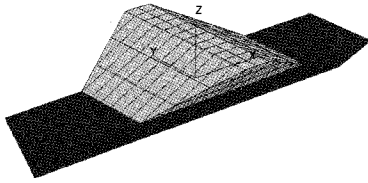


Figure 1. Grid for earth dam and foundation

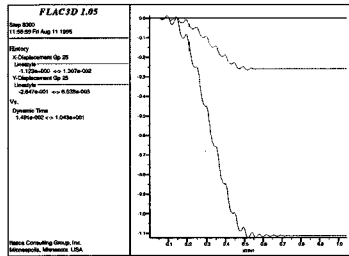


Figure 2. Displacement records (in x- and y-directions) at crest of dam

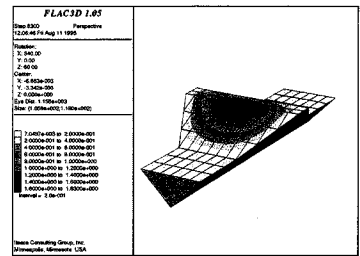
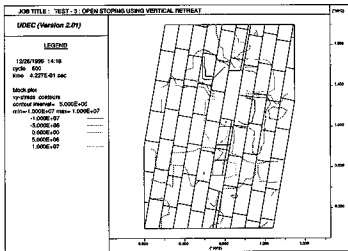


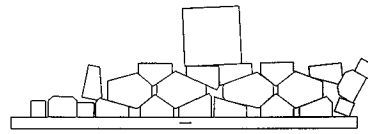
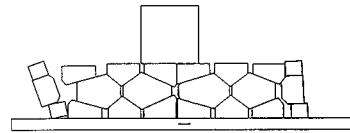
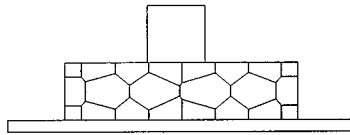
Figure 3. Contours of final displacement magnitude

Dynamic analysis

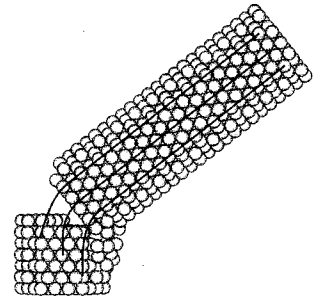
個別要素法プログラムシリーズ



UDEC

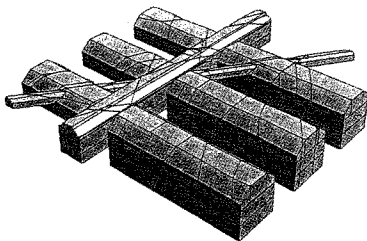


BFLOW

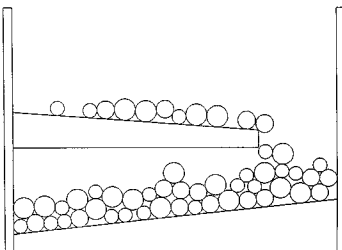


Toppling of pier after horizontal crack forms near base, (reinforcement has pulled out of concrete)

PFC-3D



3DEC



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-PC550万円
- ・PFC-2D SUN/IBM-PC70万円
- ・PFC-3D SUN/IBM-PC250万円

●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 SUN190万円

日本技術開発株式会社

◆FLAC、個別要素法コードとも導入時に移植
初期購入価格の10~15%程度です。但し、比
◆当社ではこれらソフトによる解析コンサルタン



のバージョン・アップ代金は
ます。
います。

パソコン用、地下水解析トータルシステム

PC/UNISSF Ver. 3.5 for Windows

PC/UNISSF Ver. 3.5 for Windowsは、すでに汎用機やEWSで実績のある準3次元広域地下水変動解析プログラムと断面2次元飽和/不飽和浸透解析プログラムに強力なプリポスト処理プログラムを付加し、Windows版として、生まれ変わったPC用地下水解析トータルシステムです。

準3次元版 PC/UNISSF(H)	} セットの場合 ¥1,400,000
¥980,000	
断面2次元版 PC/UNISSF(V)	
¥700,000	

プログラムの特徴

■プリ処理 [(H)、(V)共通]

- ★モデル作成のためのメッシュジェネレート機能
- ★地層データ(PC/UNISSF(H)のみで使用)、初期水位データ等の自動発生機能
- ★モデル図を参考しながら、境界条件等各種データの入力、修正が可能
- ★マウス入力とメニュー形式による操作性の向上

■解析機能

[準3次元版PC/UNISSF(H)]

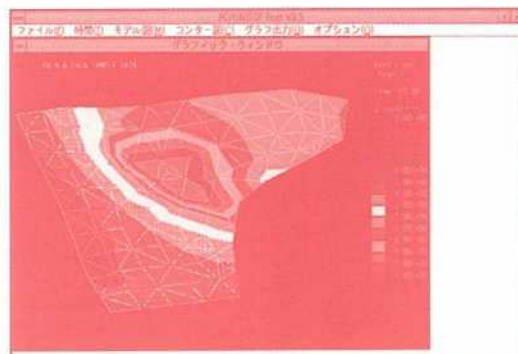
- ★汎用機、EWS版と同一機能(順解析)、同一データフォーマット
- ★約3000~10000節点までのモデルが解析可能
- ★降雨・揚水井・浸出面の取り扱いが可能
- ★水位・流量の経時変化
- ★境界条件の変更、材質の変更
- ★掘削機能・簡易漏水機能
- ★初期定常計算・非定常計算・最終定常計算

[断面2次元版PC/UNISSF(V)]

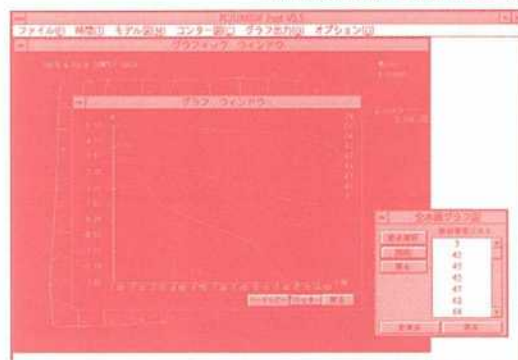
- ★収束状態により Δt を変化
- ★降雨および水位の経時変化に対応可能
- ★鉛直二次元解析だけでなく軸対称解析が可能
- ★自由地下水面を求めることが出来る
- ★浸出点の位置と浸出量を求めることが出来る
- ★①定常計算、②非定常計算、③定常計算を行ったのち非定常計算の3通りが可能

■ポスト処理 [(H)、(V)共通]

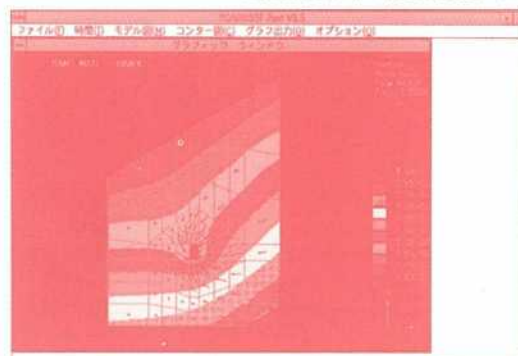
- ★線画に加えて画面塗りつぶし処理が可能
- ★水位の時間変化が簡単にグラフ化可能
- ★マウス入力とメニュー形式による操作性の大幅な向上



PC/UNISSF(H) : 全水頭コンター図



PC/UNISSF(H) : 水位時間変化グラフ



PC/UNISSF(V) : 圧力水頭コンター図と流速ベクトル図

動作環境	Windows Ver. 3.1
	CPU:80486DX 33MHz以上
	RAM : 8MB以上
	ハードディスク空容量 : 10MB以上

*Windowsは米国マイクロソフト社の商標です。

問い合わせ先

株式会社 **CRC総合研究所**
 西日本事業部 科学システム営業部
 〒541 大阪市中央区久太郎町4-1-3
 Tel.06-241-4121 (担当/岩崎)
 E-Mail : iwasaki@crc.co.jp