

シールド工法における切羽の剝離現象

SLIP FAILURE ALONG THE TUNNEL FACE DRIVEN BY SHIELD

村山朔郎*・末松直幹**・川瀬泰裕***

By Sakuro MURAYAMA, Naomiki SUEMATSU and Yasuhiro KAWASE

This is the report of an experimental study on the stability of tunnel face driven by shield, including the "caving phenomenon".

The caving is called the initial slip failure of ground along the face produced by the cutter disk of shield. From the results of experiments, the followings are summed up:

- (1) the caving occurs prior to the general failure of the face ahead of the shield, (2) The ground strength necessary to prevent caving is larger than that necessary to prevent general failure (3) the larger the diameter of shield, the greater the ground strength is needed to prevent caving.

Keywords: shield, tunnel face, experimental study, initial slip failure

1. まえがき

シールド工法によりトンネルを施工する場合、トンネル切羽の安定保持は、重要な要件である。

従来、切羽安定の評価は、地盤条件に対する過去の経験に基づく検討、切羽面に作用する静止土圧と静水圧に基づく検討、あるいは、最終時の破壊形状を想定した土塊のつり合いからの検討^{1),2)}などが行われている。

しかし、実際の切羽破壊は最終時の破壊形状がいきなり発生するのではなく、小規模な土塊の剝離が繰り返し生じ、それが時間とともに拡大して、最終的に大規模な破壊(これをここでは最終破壊と仮称する)に至る。それについては定性的な知見³⁾はあるものの、定量的にはほとんど未解明である。本研究では、最初の剝離の発生から、終局の最終破壊に至るまでの破壊の過渡過程を室内実験により観測した。その状況を、写真-1、図-1に示す。この破壊の過渡過程の引金となる最初に発生する剝離に注目すると、剝離面の様相は、写真-1 a)、図-1 ①のように対数らせんに似た形(ただし、実験で観

測した剝離面の形状は正しい対数らせんになっていない)をしており、図-1③④の最終破壊までの途中の破

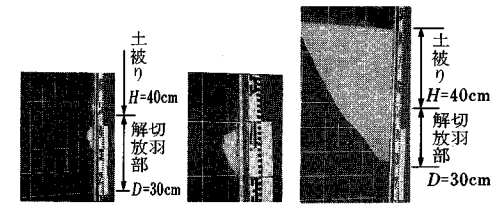


写真-1 室内実験における切羽破壊の様相
a)剝離の始まり (ケービング) b)剝離の拡大 c)最終破壊

写真-1 室内実験における切羽破壊の様相

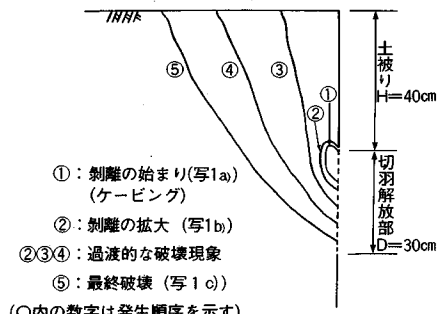


図-1 剝離から最終破壊に至る切羽破壊の様相

* 正会員 工博 京都大学名誉教授
(〒603 京都市北区紫竹梅ノ木町26)

** 正会員 不動建設(株)技術開発室室長
(〒110 台東区台東1-2-1)

*** 不動建設(株)技術開発室(同上)

壊形状や、写真—1 c), 図—1 ⑤に示すような最終破壊の形状とは異なっている。また、それらの発生過程も上述のように異なっている。すなわち、最終破壊は破壊過程の終期に生じ、その破壊領域は切羽面の全面にわたり奥深く広がる性状があるのに反し、破壊過程の最初に発生する剝離は、突発的に発生し、その破壊領域は、切羽開放面の上方から切羽天井部にかけて凹形の空洞（ケーブ）を局部的に浅く形成する性状がある。そこでこの突発的に発生する最初の剝離（または剝離現象）だけを、それに続く剝離と区別して、特にケービングと仮称する。いったんケービングが発生するとその切羽が開放状態にある限り、破壊は図—1 に示したように拡大を続け、ついに最終破壊に到達する。

本研究では、ケービングの発生条件を室内実験を実施して検討したから、その結果について報告する。

2. シールドの大断面化に伴う問題

今後、地下空間の有効利用の機運の高まりとともに、複雑軟弱な地盤条件のもとで、これまで以上の大断面シールドの適用が予期される。シールドが大断面化するに伴い、従来の小・中断面では見過ごされてきた問題が顕在化する可能性がある。シールドの大断面化に伴う問題の1つとして、ケービングが挙げられる。シールド切羽のケービングに関連する事項を次に述べる。

(1) シールドの切羽におけるケービングの発生機構

機械化シールドでは、面板にはカッタービットが突出する形で配置されているから回転掘削時には、ビットの高さ相当の間隙が一時的に生じ、応力解放されたゆるみ領域が切羽表面を始発点として、しだいに奥部へと進行する。わずかな時間遅れで変形が進行する特性の軟弱地盤では、シールド断面が大きくなると掘進速度が遅くなり、シールドのカッター面板の前進による切羽面への接地（切羽面への圧接）によって変形が奥部へ進行するのを早めに抑えきれないときには、切羽面にケービングが発生し、変形が奥部へ進行する公算が大きい。

(2) ケービングに対する泥水加圧の効果

切羽安定の補助工法として、泥水加圧式シールドでは、泥水を加圧し、切羽を押さえる方法が用いられている。

しかし、泥水加圧は必ずしもすべての地盤に対して有効な山留め手段とは考えられない。透水係数の小さな粘性土地盤では、加圧時には非排水条件に近い状態と考えられる。したがって、静水圧以上に泥水を加圧しても、間隙水圧係数に相応して切羽近傍の地盤中の間隙水圧を上昇させ、切羽の内外面の間隙水圧がバランスする結果となり、泥水の加圧分がそのまま有効拘束圧の増加になるとは評価しがたい。泥水加圧による粘性土地盤中の間隙水圧分布は明らかではないが、少なくとも切羽から浅

い領域では、泥水圧はそれほど有効とはならず、ケービングに対し泥水加圧の効果は、予期されるほど大きくない。

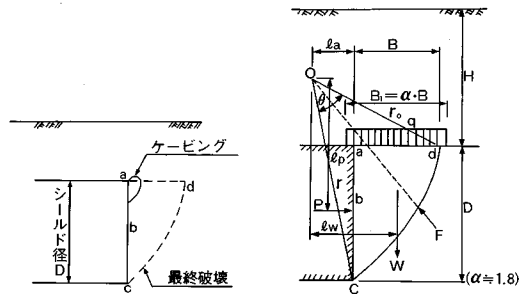
(3) ケービングがすでに生じたとき、予想される問題には以下の事項が考えられる。

① ケービングを発端にして、後に続く過渡的な破壊過程の速度がシールドの掘進速度を上回ると、土砂崩壊の拡大を十分防止できず、大規模破壊やそれに伴う地表への影響を誘発する公算がある。

② 崩壊土砂による、回転切削機能の非正常化による掘進性能の低下が予想される。

3. 最終破壊の防止に必要な土留め力

切羽に生じるケービングと最終破壊の形状や位置の概要は図—2 のようである。



図—2 破壊形状の概要

図—3 最終破壊のつり合い機構

ここでは、まず図—3 に示すように、切羽開放高さ D をもつ直立切羽面の最終破壊を防止するのに必要な土留め力 P を求める。 P の算定には村山らの求めた次の算式¹⁾を用いる。

$$P = \frac{1}{l_p} \left\{ W \cdot l_w - q \cdot B \left(l_a + \frac{B}{2} \right) - \frac{c \cdot (r^2 - r_0^2)}{2 \cdot \tan \phi} \right\}$$

上式中 q は ad 部分に作用するゆるみ土圧で、

q は、テルツァギの式を用いて

$$q = \alpha \cdot B \cdot (\gamma - 2 \cdot c / (\alpha \cdot B)) / (2 \cdot K \cdot \tan \phi)$$

$$\times [1 - \exp \{-2 \cdot K \cdot (H / (\alpha \cdot B)) \cdot \tan \phi\}]$$

..... (1)

ここに、 c は土の粘着力、 ϕ は内部摩擦角、 B は ad の長さ、 α は係数 ($\alpha = 1.8$)、 γ は土の単位体積重量、 H は土被り深さ、 W はすべり面で囲まれた破壊した土塊の重量、 l_w はその土塊の重心の座標原点 O からの距離、 l_p は P の作用点の座標原点 O からの距離である。 K は破壊部の土の鉛直土圧と水平土圧の比で $K = 1$ とされている¹⁾。最終破壊時のすべり面 cd は座標原点 O を中心とする対数らせん ($r = r_0 \cdot \exp(\theta \cdot \tan \phi)$) で示される。

次に D をある値に仮定し、 H を $H = 20 \text{ cm}, 40 \text{ cm}$,

ϕ を $\phi=28^\circ$ (この H と ϕ は後述4. の実験に用いた地盤の H と ϕ) としたうえで、すべり面 (対数らせん) の上端の点 d を左右に動かして、式 (1) において、 $P=0$ としたときの関係から c を求める。このうち最大の c を、仮定した D の場合に地盤が自立安定に必要な粘着力とする。さらに D の仮定値を種々に変えて同様の試算を行いそれぞれの D に対し、切羽安定に必要な粘着力 c を求め、それらの $c \sim D$ 関係を図示すると図-7の実線および破線となる。

4. 室内実験

(1) 実験方法

図-4および写真-2に示す実験土槽を用いて、機械化シールドと同様に切羽を直立面とした切羽破壊の実験を行った。土槽の側面はガラス張りとして、破壊状況を観察できるようにした。地盤の作成、および実験方法を図-5に示す。

実験地盤は、細粒の砂 ($D_{50}=0.3\text{ mm}$, $U_c=2.4$) を CMC 溶液を満した土槽中に、図-5のように自由落下させて充填し、地盤の一様化を図った。CMC の濃度を変えることで、種々の大きさの粘着力 c をもつ飽和砂層地盤を作成した。こうしてできた実験地盤の間隙比 e は、 $e=0.7 \sim 0.9$ であった。この間隙比の CMC 混合砂の内部摩擦角 ϕ は、三軸圧縮試験 (CU) の結果、CMC の濃度にかかわらず $\phi=28^\circ$ であった。

また、この地盤の粘着力 c は、ベーン試験によって測定した。その結果、CMC の濃度を変えることで、 $c=0.2 \sim 0.6\text{ tf/m}^2$ ($2.0 \times 10^{-3} \sim 5.9 \times 10^{-3}\text{ MPa}$) に変化させることができた。このようにして本実験では、内部摩擦角 ϕ を変えることなく、粘着力 c のみを変えて地盤強度の異なる地盤を作成・使用することにした。

実験は、泥水加圧シールドの状況を模するよう、切羽前面にも同一濃度の CMC 溶液を張り、切羽面内外の間隙水圧をバランスさせて行った。シールドの切羽開放部の拡大化に見立てて、切羽面を高さ 5 cm の鉄プレートに縦に並べて押さえた後、プレートを 1 枚ずつ、上方から下方へ、地表沈下が収束するのを待って順次撤去し、つまり 5 cm ずつ切羽開放面を下方に拡大してこの操作をケービングが発生するまで続けた。なお地表沈

下は、図-5に示す位置に設置した 0.01 mm 読みのダイヤルゲージを取り付けた沈下計により測定し、沈下速度が 0.01 mm/min 以下になるのを確認し、地表沈下が収束したとみなした。

切羽面にケービングが発生したときのプレートの撤去高さを、切羽開放高さ D と記すことにする。

(2) 実験結果

地盤強度に比べて、切羽開放高さ D が小さい間は、わずかの地表変位が生じるだけで、切羽は自立している。しかし、切羽開放高さ D がある限度に達すると、突然ケービングが切羽開放面の上部に局部的に発生し、ついでケービングでできた空洞が拡大し、そこへ土砂の流動が生じ、さらに続いて破壊域が拡大して最終破壊へと進展する。この状況を土槽側面から撮影した結果の一例を、撮影した写真を図に描きかえて図-6に示す。図-6に

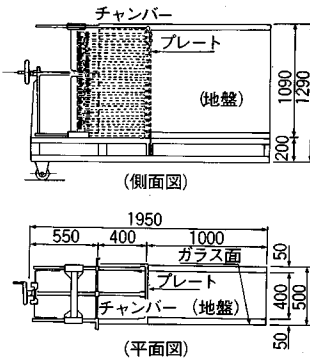


図-4 実験土槽

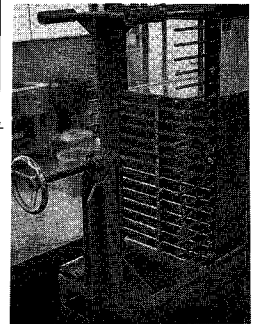


写真-2 実験土槽 (チャンバを外した状態)

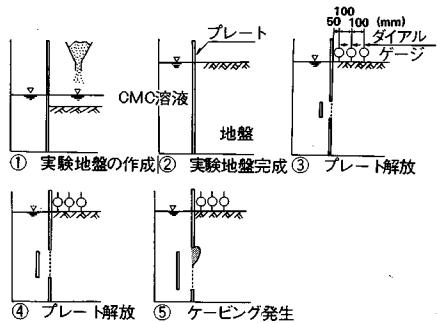


図-5 実験方法

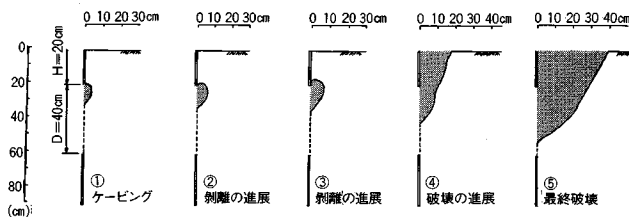


図-6 ケービングの発生と破壊の進展

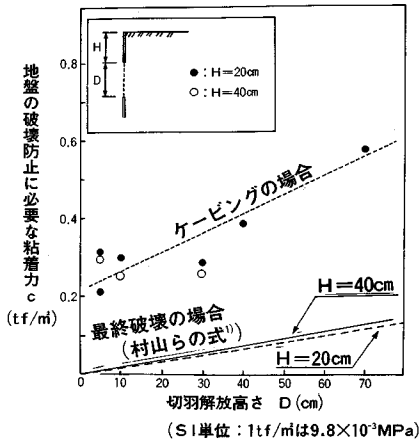


図-7 ケーピング発生時の切羽開放高さ D と地盤強度の関係

示す破壊の進行状況を述べると、①切羽開放高さが40cmに達すると、切羽頂部でケーピングが発生し(図-6①)、剝離が徐々に水平方向に進展する(図-6②③)。②その後、水平方向への拡大は止まり、破壊は上部へ進展し、地表へ至る(図-6④)。③地表へ達した後、大規模な破壊が生じ、最終破壊状態に至る(図-6⑤)。多くの実験結果を整理してケーピング発生開始時の切羽開放高さ D と、そのときの地盤強度(ϕ は $\phi=28^\circ$ で一定であるから、地盤強度は切羽頂部の位置でのベン試験で測った粘着力 c で評価する)との関係を求めると図-7のプロットとなる(●および○)。図-7の各プロットの平均値を直線で示すと、同図の点線のようになり、切羽開放高さ D が大きくなるに従って、切羽の安定に必要な地盤強度 c が増加を要することが認められた。

5. 考 察

図-7の実線および破線は、3.に述べた式(1)を用いて、4.の実験条件で切羽開放高さ D の場合に地盤の最終破壊を防止するために必要な地盤($\phi=28^\circ$)の粘着力 c を示したものである。一方、4.に述べた実験結果から求めた図-7の点線は、 $\phi=28^\circ$ の地盤において切羽開放高さ D の場合のケーピング防止に必要な粘着力 c を示したものである。この図からみれば、①ケーピングは最終破壊に先行する現象であり、②また、ケー

ピング防止に必要な地盤強度は、最終破壊防止に必要な地盤強度より大きく、③ケーピング防止に必要な地盤強度は、切羽開放高さ D が大きくなるほど大きくなることが明らかとなった。

上述の実験は、二次元状態で行ったが、シールドの切羽のような三次元の場合に対しても、同様の関係が成立すると考えられる。すなわち、図-7の切羽開放高さ D はシールドの場合はその直径に対応するとみなすことができる。ゆえに、シールドの切羽についても、シールドが大断面化するにつれてケーピングが発生する確率が増すものと考えられる。これまでのシールドトンネルの施工においても、ケーピングが生じていた可能性があったと思われるが、シールド断面が小さかったために、崩壊土砂量が少なく、また掘進速度も速かったことなどから、大きな問題とならなかったのではないと思われる。

シールドの掘進速度には、掘削・排土などのシールドの機構上、ある程度の限度があって大きく変更することは難しい点も多い。一方、ケーピングの発生の可能性は、図-7に示したように、シールドが大断面化するに伴い増加し、またケーピングによる崩土の量も増加する。ゆえに、シールドの断面を増大する場合には、最終破壊に対する安定の検討のみでなく中小断面のシールド以上にケーピングに対する安定の検討が必要であると考えられる。

以上は、大断面シールドにおけるケーピングの検討の必要性を、実験結果を論拠としてとりあえず速報したものである。なお、ケーピングの発生機構やその解析については、いずれ機会をみて述べる予定である。

参 考 文 献

- 1) 村山朔郎・遠藤正明・橋場友則：機械化シールドの掘進性能に関する土質力学的考察、第1回土質工学会研究発表会、pp.75~79、1966年11月。
- 2) 村山朔郎・遠藤正明・中崎英彦・竹村 章：アルミ棒積層体によるトンネル切羽の安定に関する模型実験、竹中技術研究報告12号、pp.82~91、1974年8月。
- 3) 山崎廣宣：泥水加圧シールドの切羽の安定性と掘進管理、土木学会論文報告集、第343号、p.11、1984年3月。
- 4) Terzaghi, K. : Theoretical Soil Mechanics, John Wiley & Sons, pp.66~75, 1943.

(1988.9.20・受付)

土木情報処理の基礎

— FORTRAN 77 に即して —

土木情報システム委員会 編
教育問題小委員会
B5判 350ページ

定 価 3 399 円(本体3 300円)(〒350円)
会員特価 2 980 円(本体2 900円)(〒350円)

本書は、次のような方針で編集されています。

- FORTRAN の使用を中心とした土木情報処理の入門書とする。
- 例題は土木の各分野に関連のあるものを使用する。
- FORTRAN 言語の文法については、実際に使用する範囲を中心に《文法のまとめ》として巻末にまとめ、例題の解釈やプログラミングの際に随時参照しやすい形とする。このテキストによる教育終了後も、実際の仕事としてプログラミングを行う際の参照にも耐える内容とする。



本書の主要な構成要素の概要は次の通りです。

基礎プログラミング：

●基礎-2.1~2.5

簡単な問題をまず自分で解くことによって、コンピュータやFORTRANによるプログラミングに慣れることを第一の目的としている。プログラム構造は主プログラムのみの単一構造で構成されている。ここまでの例題を理解することによっても、実際に現われる問題の多くをFORTRANを利用することにより解決することが可能である。

●基礎-2.6

基礎-2.1~2.5の例題に現れるFORTRAN文法項目を中心としてFORTRANの文法を取りまとめ、FORTRANによるプログラミングの基礎についてわかりやすく概説する。

●基礎-2.7~2.13

FORTRANのより高度な機能を用いる例題によって、書式制御、配列、プログラムのモジュール化、文字処理、ファイル処理、倍精度計算、複素数の扱いについて示す。

応用プログラム I：

FORTRAN文法の基礎を習得した上で、各種の問題解決をはかるときに現れるデータ処理の方法、各種数値解析手法およびプログラムテクニックが含まれる比較的簡単な例題を取り上げる。

応用プログラム II：

土木各分野での問題解決を目的とした応用プログラムを中心に、実際の研究・業務でも使用されることのあるようなプログラム例を集め、実際問題への適用事例を通して、土木分野での情報処理の一端を紹介する。

《文法のまとめ》：

JIS-FORTRAN X3001-1982(上位水準)の内容を、プログラミング時に頻繁に参照される範囲を中心に参照しやすい形にまとめ、プログラミング作業時に際しての便をはかる。

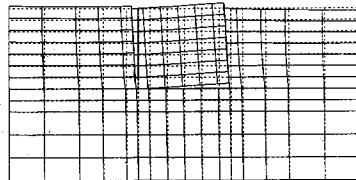
本書の基礎プログラミング編は、情報処理初心者を対象とした教育で使用されるテキストとして企画しましたが、応用プログラム編には、実務での情報処理でも使用可能な高度な問題も多く収録されているので、それらを参照することは、ある程度FORTRANを理解し、実務を処理している技術者にとっても十分参考になると考えていますので広くご利用下さい。



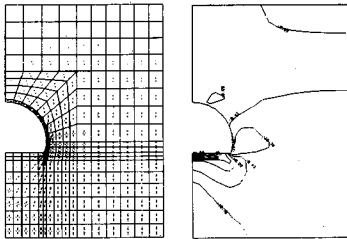
Mr. SOIL Version-2.0

＜機能＞

- ・弾性及び弾塑性解析が可能
- ・掘削機能、盛土機能がある。
- ・地盤の不連続性や、構造物との相互作用が扱える。
- ・三角形要素、四角形要素、梁・棒要素、joint要素の準備。
- ・大型モデルは、CRCネットワークでメインフレーム処理が可能。



不連続性を考慮した地盤と構造物の解析



トンネル掘削による応力ベクトル/コンター図

- ・地震荷重、分布荷重が扱える
- ・荷重の段階的載荷が可能。
- ・弾性解での安全率（モール・クーロン基準）評価。
- ・充実したグラフィック機能（変形図、応力ベクトル図、応力コンター図、拡大機能）

販売価格:64万円 機種:NEC PC-9801シリーズ,IBM5550
150万円 機種:SONY NEWS,DEC VAX,他

MR. SOIL 納入実績表 127社 (平成元年2月1日現在)

(株)アースコンサルタント (株)葵エンジニアリング (株)荒谷建設コンサルタント 上山試錐工業(株) (株)エイトコンサルタント (株)応用地学研究所 大阪大学 大阪市立工業研究所 (財)大阪土質試験所 大阪府立工業高等専門学校 岡山大学 (株)奥村組 技術研究所 奥村組土木興業(株) 小野田ケミコ(株) 小野田ケミコ(株) 鹿兒島大学 梶谷エンジニア(株) 鹿島建設(株) 技術研究所 金沢大学 川崎地質(株) 関西電力(株) 建設部 土木課 岩水開発(株) 関西航測(株) 九州産業大学 九州産業大学 九州大学 工学部 九州大学 九州電技開発(株) 京都市立伏見工業高等学校 京都大学 京都大学 京都大学	協和電設(株) 近畿実測(株) 近畿大学 近畿大学 (株)熊谷組 (株)熊谷組 技術研究所 (株)建設企画コンサルタント (株)建設工学研究所 神戸大学 神戸大学 神戸大学 興亜開発(株) 佐賀大学 佐伯建設工業(株) サンコーコンサルタント(株) (株)CIT 構造技術研究所 島根大学 昭和地質情報リサーチ(株) (株)新日本技術コンサルタント 新日鉄(株) 新技術計画(画) 技術設計部 (株)住化土建設計 住友建設(株) 技術研究所 住友建設(株) (株)西播設計 促進工事(株) (株)第一コンサルタント 大成基礎設計(株) 大豊建設(株) 大豊建設(株) (株)ダイヤコンサルタント (株)高千穂設計コンサルタント	(株)タカラエンジニアリング (株)竹中工務店 技術研究所 玉野総合コンサルタント(株) (株)地崎工業 技術研究室 (株)地盤調査事務所 (株)中央設計技術研究所 中央復建コンサルタント(株) 通信土木コンサルタント(株) (株)テクノックス 東建地質調査(株) 東電設計(株) 東電設計(株) 東京地下工事(株) 東海大学 戸田建設(株) 土木工技術室 西日本建設コンサルタント(株) (株)中堀ソイルコーナ 西松建設(株) 技術研究部 (株)日本基礎コンサルタント 日本大学 日本大学 日本鋼管(株) 中央研究所 日本鋼管(株) 日本シールドエンジニアリング(株) 日本工営(株) 日本工営(株) 日本通信建設(株) 日鉄鉱コンサルタント(株) 日本水工設計(株) 日本道路公団 試験所 (株)日本パブリックエンジニアリング (株)日建技術コンサルタント	八戸工業大学 土木工学科 (株)阪神コンサルタント 東日本旅客鉄道(株) ヒメノコンサルタント(株) 広瀬鋼材産業(株) 福井大学 (株)藤井基礎設計事務所 フジタ工業(株) フジタ工業(株) 不動建設(株) 藤原技術士事務所 不動建設(株) 不動建設(株) 北光ジョリサーチ(株) 前田設計(株) 三井建設(株) 建築技術部 明治コンサルタント(株) メトロ設計(株) 山口大学 工学部 山口大学 工学部 山口大学 工学部 (株)西電技術コンサルタント りんかい建設(株) 和歌山工業高等専門学校 韓国 大林産業 韓国 三星建設 韓国 現代エンジニアリング 韓国 大韓コンサルタント 韓国 ソウル国立大学 オランダ デルフト大学
---	--	---	--

(あいうえお順 敬称略)

サブストラクチャー法による動的連成応答解析プログラム

DYSAS Version 3.0

地盤—基礎—構造物系の耐震解析に最適!!

適用分野

- 吊り橋、斜張橋等の長大橋梁
- 高炉、原子炉、煙突等の産業施設
- 高層ビル等の建築物
- 地中タンク、地中埋設構造物等*

適応機種

- IBM 303X、308X、43XX
- FACOM Mシリーズ
- HITAC Mシリーズ

機能

- 平面歪モデルによる面内、面外振動解析
- 軸対称及び3次元モデル*による下部構造系と、3次元モデルによる上部構造物の連成振動解析
- 剛基盤および半無限基盤
- 粘性境界、伝達境界
- 四辺形要素、梁要素、ベルヌーイ・オイラー梁要素、シェル要素*、3次元立体要素*

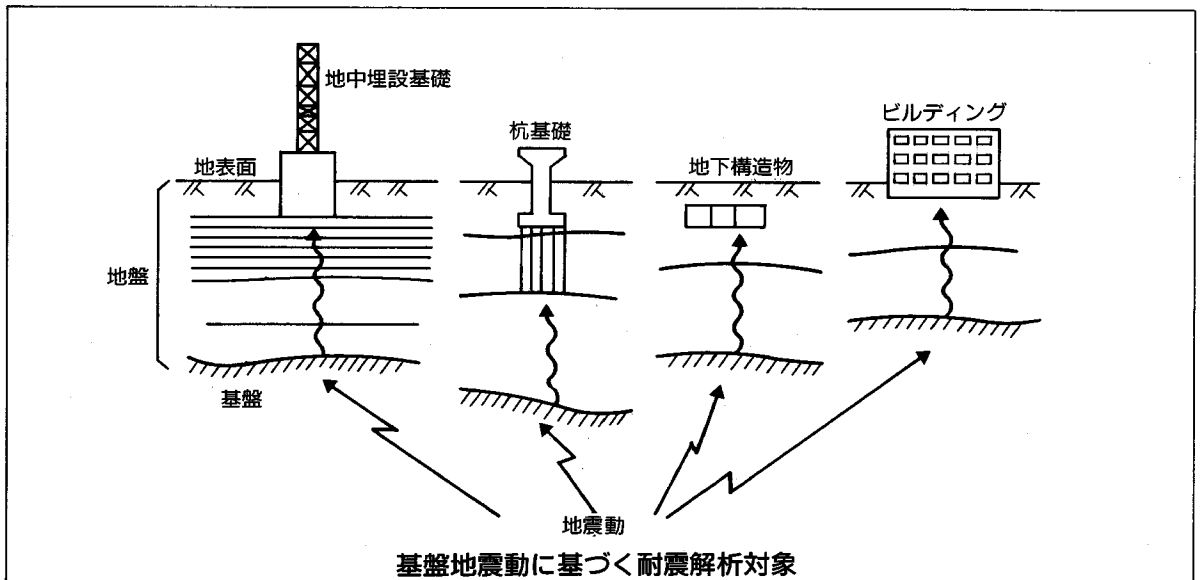
地震波入力

- 基盤面上の一様入力：面内、面外
- 実体波(斜め入射可)：P波、SV波、SH波
- 表面波：レーリ波、ラブ波
- 点加振* (下部構造物のみ)

解析手法

- 動的サブストラクチャー法：インピーダンス法、部分モード法
- 一体解析法
- 応答計算法：周波数応答法

* Version 3.0による機能追加



圧密解析ソフト パソコンに上陸!!

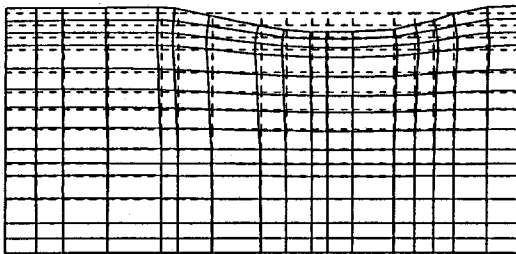
地盤の非定常圧密解析プログラム

Mr. 圧密

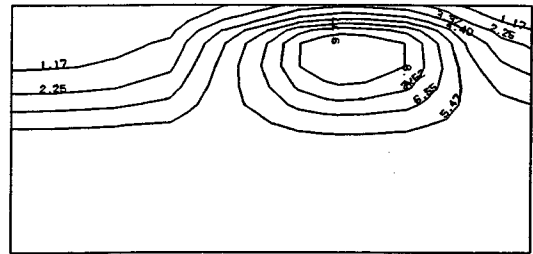
(特長)

- 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。

CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

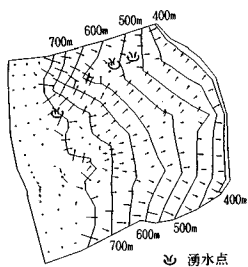
大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当：遠藤・岩崎

地下水解析のことなら CRC

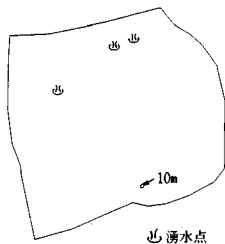
日本初!! 逆解析手法による 地下水変動解析プログラム

UNISSF

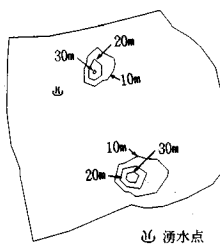
スピーディな同定・安価な解析



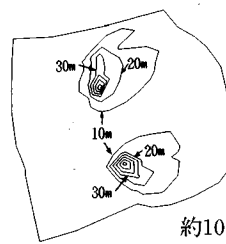
初期状態の地下水流



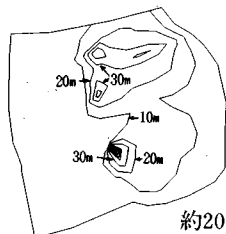
トンネル掘削開始直後



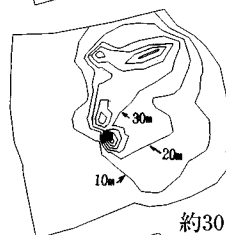
約4日後



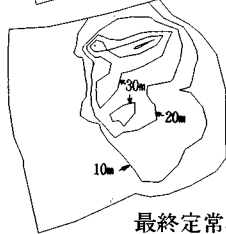
約10日後



約20日後



約30日後



最終定常状態

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。

○凶化処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

STACC

(Shield Tunnel Analysis Program
by Characteristic Curve)

概要

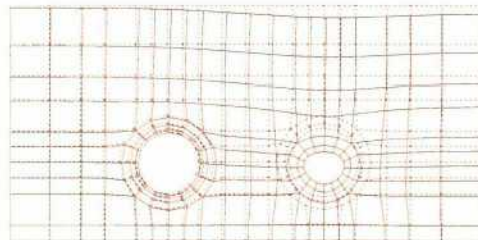
・二次元有限要素法解析と地表面沈下特性曲線を融合し、三次元的効果を考慮すると共に、各種施工条件をも考慮した地表面沈下量解析プログラム。

特長

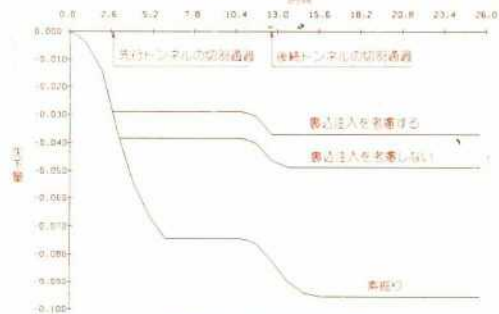
- ・三次元的効果を、効率良く解析できる。
- ・粘弾性的な時間依存性地山が解析可能。
- ・施工による経時的な沈下量が解析可能。
- ・現場での施工条件が考慮できる。
 - ・シールド掘進速度
 - ・テールクリアランス
 - ・圧気圧
 - ・セグメントの構築
 - ・双設トンネルの施工手順
- ・メッシュジェネレータ内蔵。

対応機種

- ・各種汎用機
- ・各種E.W.S



変形図



地表面の経時沈下量

アイサワ工業 株式会社	新技術計画 株式会社	西日本旅客鉄道株式会社	西日本
川崎建設 株式会社	新日本技術コンサルタント 株式会社	西松建設 株式会社	
建設三協 株式会社	大林高橋 株式会社	日本鋼管 株式会社	
応用地学研究所 株式会社	大成基礎設計 株式会社	日本交通技術 株式会社	
大阪市交通局	竹中土木 株式会社	日本シールドエンジニアリング 株式会社	
大阪ガス 株式会社	地崎工業 株式会社	日本スピードシールド 株式会社	
大林組 株式会社	中央環状コンサルタンツ 株式会社	日本鉄道建設公団	
大日本組 株式会社	中環技術コンサルタンツ 株式会社	日本電信電話株式会社	(NTT)
東武建設 株式会社	通信土木コンサルタンツ 株式会社	井筒組 株式会社	
北原設計 株式会社	計建建設 株式会社	阪神高速道路公団	
東武建設 株式会社	計建建設 株式会社	パシフィックコンサルタンツ 株式会社	
久保田建設 株式会社	豊倉建設 株式会社	東日本旅客鉄道株式会社	東日本
東武建設 株式会社	豊田ガス 株式会社	フジタ工業 株式会社	
国際航空 株式会社	東建地質調査 株式会社	不動建設 株式会社	
三洋建設 株式会社	東電設計 株式会社	三井建設 株式会社	
佐藤工業 株式会社	戸田建設 株式会社	村本建設 株式会社	
四国電力 株式会社	飛島建設 株式会社	住友組 株式会社	
清水建設 株式会社			

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ー 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

昭和三十七年五月二十八日 第三種郵便物認可
平成元年六月十五日 印刷(毎月一回)
平成元年六月二十日 発行(毎月一回)
土木学会論文集

○ 土 木 学 会 論 文 集 ○

定価 一五〇〇円(本体価格一四五六円)