

投稿論文 (和文ノート)

TECHNICAL

NOTE

円管路流れにおける管水路・開水路遷移による局所損失水頭と水深, 動水位の近似計算法

船水尚行*・高桑哲男**

雨水管網解析法開発の一環として、管水路状態から開水路状態（またはその逆）への遷移を含む定常、常流円管路流れについて水面形の測定結果と計算結果の比較を行い、遷移に伴う局所損失を考慮する必要性の有無について検討した。遷移に伴う損失はマンホールのような雨水管網内の他の局所損失要因と比較して小さく、この損失を無視しても差し支えないと考えられた。

Key Words : storm water collection network, full pipe flow, free surface flow, transition, local energy loss

1. はじめに

既設雨水管網の能力評価や浸水対策の比較検討を目的としたシミュレーションのための雨水管網解析法の開発にあたっては、下水管路の摩擦損失に加えてマンホール等の構造物や開水路状態と管水路状態間の遷移等の流れ状態の変化に伴う局所損失を考慮する必要がある。流れ状態の遷移に関する従来の研究は開水路状態から管水路状態へ跳水により遷移する現象¹⁾、管路の上端から間欠的に空気が混入する流れ²⁾等の実験的研究、非定常流における遷移面移動の数値計算に関する研究³⁾に大別され、遷移に伴う局所損失推算に関しては十分とはいえないのが現状であろう。ここでは、管水路状態と開水路状態間の遷移に伴う局所損失水頭を推算し、管網全体的水深や動水位に与える影響を検討した。なお、本報告は第28回衛生工学研究討論会⁴⁾、第47回土木学会年次学術講演会⁵⁾の口頭発表をとりまとめたものである。

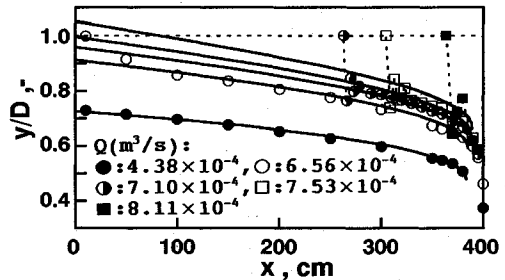
2. 流れ状態の遷移に伴う局所損失水頭の推算と水深, 動水位の近似計算法

(1) 実験方法

実験装置には直径 $D=5.2$ cm, 長さ 4 m のアクリル製パイプの上, 下流端にタンクを設置した可変勾配水路を用い, 流れ状態の遷移を含む定常流について水深を実測した。また, 一部の実験では, 管路下部に設置した圧力タップによる動水位の概略値の測定も実施した。水温は約 13°C に, 開水路部は常流に保った。

(2) 遷移に伴う局所損失を無視した水深, 動水位計算結果と実測値の比較

a) 管水路状態から開水路状態へ遷移する場合



図一 水深, 動水位の計算値と実測値の比較—1
(下流端: 段落ち, $S_0=5.53 \times 10^{-4}$)

水深 y の測定結果と計算結果の比較例を図一に示す。下流端を段落ちとしているので, 計算では下流の水位が限界水深となっている点を出発点とし, 上流に向かって漸変流の基礎方程式を変形した次式⁶⁾を数値積分して水深を得た。また, 水深が管頂と等しくなった点より上流は管水路流れとして動水位を求めた。

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{y_0}^y \frac{1-\alpha}{S_0 - S_f} \frac{Q^2 T}{g A^3} dy \dots \dots \dots (1)$$

ここに, x : 流れ方向, y : 水深, α : エネルギー係数 (計算では 1), Q : 流量, T : 水面幅, g : 重力加速度, A : 断面積, S_0 : 管路底勾配, S_f : 摩擦勾配。

実験に用いたアクリル管壁面は極めて滑らかであるため, 摩擦勾配 S_f は Darcy-Weisbach 式と Blasius 式を組み合わせた次式⁷⁾を用いた。

$$S_f = \frac{0.223}{8g} \frac{\nu^{1/4} Q^{7/4}}{R^{5/4} A^{7/4}} \dots \dots \dots (2)$$

ここに, R : 径深, ν : 動粘性係数。

全域が開水路状態の場合 (図中●, ○印) には測定結果と計算結果はほぼ一致し, 今回の水面形の計算法が妥当であったといえる。流量が $7.10, 7.53, 8.11 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ の場合には, 管水路状態から開水路状態への遷移

* 正会員 工博 北海道大学助教授 工学部衛生工学科 (〒060 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

** 正会員 工博 北海道大学教授 工学部衛生工学科

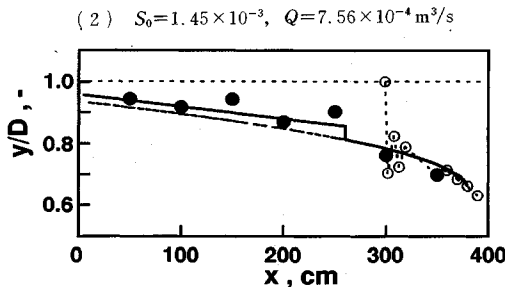
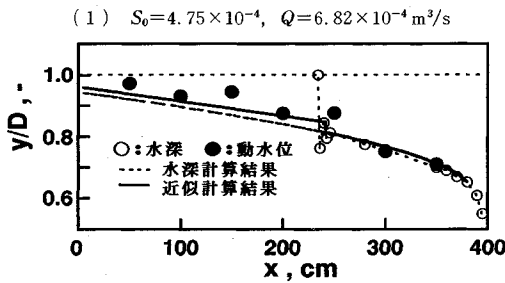


図-2 水深、動水位の計算値と実測値の比較-2

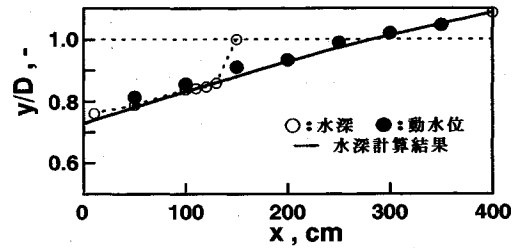


図-3 水深、動水位の計算値と実測値の比較-3
($S_0=6.40 \times 10^{-3}$, $Q=6.24 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)

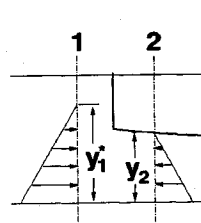


図-4 遷移部の近似

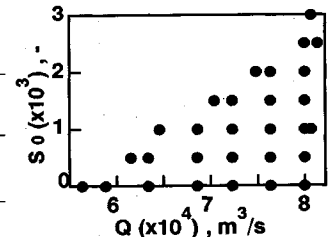


図-5 設定流量、勾配

が観察された。この流れ状態の変化は急激で、遷移領域では水面が減衰振動様の形状を呈していた。これらの流量における水深、動水位の計算結果は、下流部の開水路状態区間では実測値とほぼ一致するが、ほぼ全域で開水路状態となり、実測の流れ状態の遷移は再現できていない。図-2には、水深と動水位の測定結果を示した。流れが管水路状態となっている区間では、動水位は管頂以下の値を示し、下流部の開水路部分の水面形状との連続性が見受けられるが、この区間の計算結果は動水位の実測値より低い値となっている。

b) 開水路状態から管水路状態へ変化する場合

実測と計算結果の比較を図-3に示す。図中の計算結果は、下流のタンク水位を出発点として上流に向かって動水勾配線を計算し、動水位が管頂に達した点から上流側を開水路流れとして式(1)で求めた。開水路状態から管水路状態への変化はa)項で示した管水路から開水路の場合ほど急激ではなく、水面も振動波形を示していない。計算結果は下流部の管水路区間を短く見積もるもの、上流部の開水路区間の水面形をほぼ再現しているといえる。また、動水位は管水路流れ区間で管頂以下の値をとっているが、動水勾配線は計算結果と似た形状を示している。このことから、開水路状態から管水路状態へ遷移が生じる場合には、遷移に伴う局所損失を無視しても誤差は少ないと考えることが可能であろう。

(3) 管水路状態から開水路状態への遷移に伴う局所損失水頭の推算

ここでは、水深の実測結果をもとに、諸仮定を導入して管水路状態から開水路状態への遷移に伴う損失水頭の推算を試みる。

管水路状態から開水路状態への遷移が急激であることから、(仮定-1) 遷移部を図-4のような静止した不連続面とおく。次に、(仮定-2) 重力、壁面摩擦および位置エネルギー差を他の項と比較して微小と仮定し、加えて、(仮定-3) 断面1, 2の断面平均流速をそれぞれ管路の全断面積 A_1 、水深 y_2 のときの断面積 A_2 で求め、運動量補正係数、エネルギー係数値を1と仮定すると連続の式、運動量保存の式、エネルギー保存の式はそれぞれ以下ようになる。

$$A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 = Q \dots\dots\dots (3)$$

$$\rho Q (v_1 - v_2) + [P]_1 - [P]_2 = 0 \dots\dots\dots (4)$$

$$\left(\frac{v_1^2}{2g} + y_1^* \right) - \left(\frac{v_2^2}{2g} + y_2 \right) - \Delta h = 0 \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 v : 断面平均流速、 ρ : 流体の密度、 $[P]$: 断面の全圧力、 y_1^* : 断面1の圧力水頭、 y_2 : 断面2の水深、 Δh : 遷移に伴う損失水頭。

遷移後の水面形状は減衰振動様の形状を呈し、式(5)中の y_2 を直接実測結果より定められなかったため、まず、(仮定-4) 下流部の開水路部分の水深実測値が水面形計算法による計算結果とほぼ一致することから、遷移面の実測位置における開水路部の水深計算値で y_2 の値を代替可能と仮定した。図-5の管路底勾配 S_0 と流量 Q の組み合わせの実験について計算より求めた y_2 の推定値を図-6に示す。 y_2 の推定値はほぼ流量によって定まり、管路底勾配にほとんど影響されていないのが特徴である。次に、(仮定-5) 断面1, 2で図-4のような静水圧分布を仮定して

$$[P] = \frac{\rho g D^3}{4} \left(\frac{\sin^3 \phi}{2} + \frac{\cos \phi \sin 2\phi}{4} - \frac{\phi \cos \phi}{2} \right) \dots\dots (6)$$

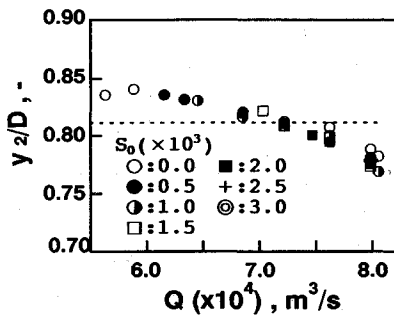


図-6 y_2 の推定値

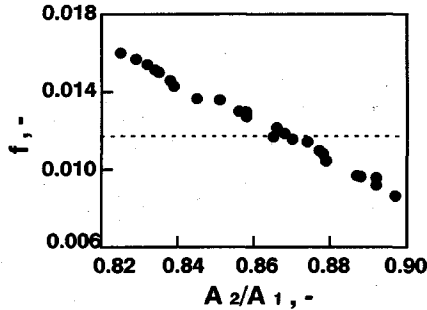


図-7 遷移に伴う局所損失水頭

$$\phi = \arccos(1 - 2y/D) \dots\dots\dots (7)$$

と断面の全圧力を表現し、 y_2 の推定値を用いて $[P]_2$ を、続いて、式(4)より $[P]_1$ を求めた。この値を式(6)、(7)に代入し、数値計算によって y_1^* 、そして最後に Δh を推算した。 Δh の推算値を

$$\Delta h = f \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots (8)$$

と表現し、局所損失係数 f を断面 1, 2 の面積比で整理すると図-7 のようになった。マンホールの局所損失係数の実測値として 0.076~2.18⁹⁾ が報告されており、これらと比較して今回の流れ状態の遷移に伴う損失は小さいことがわかる。加えて、雨水管網内で流れ状態の遷移が生じる個所はマンホールの個数に比較してはるかに少ないことから、管水路状態から開水路状態への遷移に伴う損失を無視しても管網全体の水深や動水位の計算には大きな誤差を生じないと判断することができよう。

(4) 遷移に伴う局所損失を考慮した水深、動水位の近似計算法

ここでは、管水路状態から開水路状態への遷移が生じている管路について、上流側マンホールに接続する動水位の近似計算法を示す。

管水路状態から開水路状態への遷移が急激である原因の一つとして円管流では同一流量に対して二つの水深が存在することがあげられる。すなわち、本実験に用いたアクリル管について Blasius 式で計算した水理特性曲線においても水深と直径の比が約 0.811 以上では同一流量

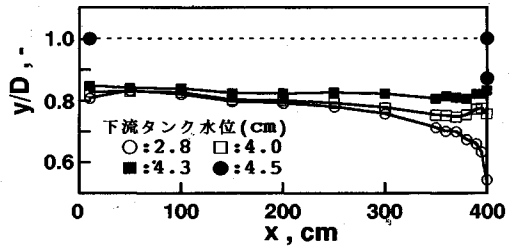


図-8 水深の測定結果 ($S_0 = 4.63 \times 10^{-3}$, $Q = 9.02 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)

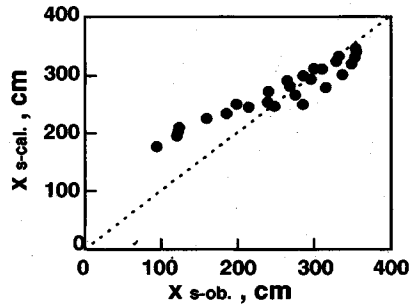


図-9 遷移点の計算値と実測値の比較

に対して二つの水深が存在し、これらの水深範囲では不連続な水深変化が生じる可能性が予想される。図-8 に示した管路底勾配、流量一定条件下で下流タンクの水位を変化させた場合の水深の測定結果によれば、下流タンク水位が約 4.3 cm ($y/D = 0.825$) までは全域が開水路状態、約 4.5 cm 以上では全域が管水路状態、その中間では開水路状態と管水路状態が交互に現れる不安定な流れとなること、また、前出の図-6 においても y_2/D の推定値は流量によって変化しているものの 0.8 付近の値となっていることから、遷移場所の推定では、管水路状態から開水路状態への変化は満管状態の流量と等しい水深、すなわち水深と直径の比が約 0.811 のときに遷移すると仮定してみる。この仮定により求めた遷移点の計算値 $x_{s, cal}$ (上流端からの距離) と実測値 $x_{s, ob}$ を図-9 に示す。前出図-6 中破線で示す値を用いて遷移点の水深を一定として計算したため、遷移点は十分な精度で推定されていないが、本計算の目的が遷移点の正確な推定ではなく、遷移点より上流部分の動水位の計算の精度を上げることにあるので、一応、遷移点推算における仮定はこのままにしておく。

以上の検討から、管水路状態から開水路状態への遷移を含む定常、常流円管流れの水深、動水位の近似計算法は以下のように整理される。

- 従来の開水路の水面形の計算法により、水深が 0.811 D となる場所まで下流端より水深を計算する。この区間が開水路流れ区間となる。
- 次に、式(5)に式(8)の局所損失水頭の表現を代入して得られる次式により y_1^* を計算する。ここで、局

所損失係数 f の値は水深 $y_2 = 0.811 D$ 時の断面積と管の断面積の比によって定まる約 0.0117 (図-7 中破線) とする。また、 v_1, v_2 はそれぞれ管水路状態、水深 $0.811 D$ における断面平均流速である。

$$y_1^* = 0.811 D + f \frac{v_2^2}{2g} + \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) \dots \dots \dots (9)$$

次に、 y_1^* を動水位の出発値として管水路流れ部分の動水勾配線を計算する。

以上の近似計算による推算結果を前出の図-2 中に実線で示す。推算結果は上流部の動水位についてはほぼ測定結果を再現しており、遷移が生じている付近の局所的な水面形状よりも上流側マンホールへの水深、動水位の接続を重視する雨水管網解析の観点からは妥当なものと考えられることができる。

3. ま と め

雨水管網の解析法開発の一環として、円管路で生じる管水路状態から開水路状態 (またはその逆) への遷移に伴う局所損失と水深、動水位の近似計算法について検討し、以下の知見を得た。

(1) 管水路状態から開水路状態へ遷移する場合、遷移に伴う局所損失を無視した計算結果は下流部の開水路区間の実測値をほぼ再現したが、上流部の動水位を過小に見積もった。一方、開水路状態から管水路状態へ遷移する場合の計算結果は下流の管水路区間を正確に計算できなかったが、上流の開水路区間の水面形をほぼ再現し、流れ状態の遷移による損失を無視しても大きな誤差が生じないと予想された。

(2) 管水路状態から開水路状態への遷移に伴う損失水頭を諸仮定を導入して推算した。推算値はマンホールの局所損失と比較して小さく、管網内のマンホール数を

考慮すれば、遷移に伴う局所損失の無視は管網全体の計算に大きな誤差を与えないと予想された。

(3) 管水路状態から開水路状態へ遷移が生じている円管路流れの水深、動水位の近似計算法を示した。この計算法では、遷移が生じる場所は正確に予測できないが、上流部管水路区間の動水位はほぼ計算でき、水深や動水位を上流側マンホールへ接続していく雨水管網の水面形計算の観点からは妥当なもの判断された。

参 考 文 献

- 1) Haindl, K. : Hydraulic jump in closed conduits, Proc. Cong. Int. Assoc. Hydraul. Res., 7th, Lisbon Vol.2, pp.32.1~32.12, 1957.
- 2) Somer, M. : Flow instability occurred during the transition of full pipe flow to free surface flow and vice versa in a closed conduit, Proc. Third Int. Conf. on Urban Storm Drainage, Vol.1, pp.427~433, 1984.
- 3) Wiggert, D.C. : Transient flow in free-surface, pressurized system, J. of the Hydraulics Division Proc. of ASCE, HY1, pp.11~27, 1972.
- 4) 船水尚行・高桑哲男：開水路・管水路遷移流れの実験的研究，第28回衛生工学研究討論会講演集，pp.37~39，1992.
- 5) 船水尚行・高桑哲男：管水路・開水路遷移を含む円管路流れ水面形の近似計算，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集第2部，pp.192~193，1992.
- 6) Ven Te Chow : Open Channel Hydraulics, pp.249~252, McGraw-Hill, 1959.
- 7) 同上, p.8.
- 8) 村上孝雄・桜井真一：下水道マンホールの水理に関する検討，重点領域研究「自然災害」研究報告集，01601011, pp.109~115, 1990.

(1993. 5. 17 受付)

LOCAL ENERGY LOSS OF THE TRANSITION OF FULL PIPE FLOW TO PARTIALLY FULL FLOW AND VICE VERSA IN A CIRCULAR PIPE

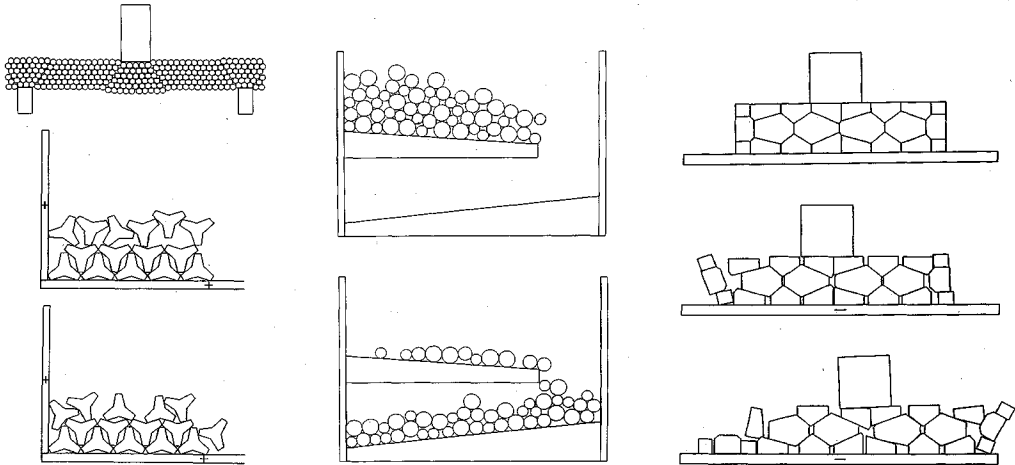
Naoyuki FUNAMIZU and Tetsuo TAKAKUWA

In order to determine whether the local energy loss of the transition of full pipe flow to free surface flow and vice versa should be involved or not in the calculation of the urban storm water collection network, experiments on the flow in a circular pipe with transition were performed under a steady and subcritical flow condition.

Comparisons of the observed water depth and computed results, and estimated friction factor of the transition showed that neglecting this energy loss might not introduce a significant error.

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
- ・地震応答解析
- ・地盤、不連続性岩盤の安定解析
- ・岩盤の掘削解析
- ・コンクリートの亀裂進行解析
- ・流れ解析 (Coupled flow-mechanical analysis)
- ・熱解析 (Coupled thermal-mechanical analysis)

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。

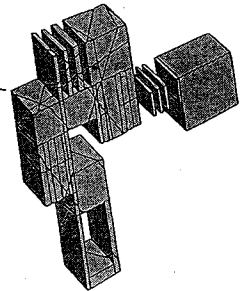
3DEC

UDECの3次元バージョンです。充実した3次元グラフィック機能をもっています。

- ・転倒、滑落解析
- ・地震応答解析
- ・地盤、不連続性岩盤の安定解析
- ・岩盤の掘削解析
- ・コンクリートの亀裂進行解析

■価格

● UDEC	SUN/IBM-PC (Barton-Bandis Model等の機能追加も可能です。)	ソース・コード	260万円
● 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
● 3DEC	SUN/IBM-PC	ロード・モジュール	680万円



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

FLAC-2D (Fast Lagrangian Analysis of Continue)

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-2D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。微小変形・歪解析も可能です。
- ・要素の大きなゆがみの発生からくる数値不安定を避けるため3角形差分要素を採用しています。
- ・要素間の滑りを考慮できるスライド・ライン機能(大変形)を備えています。

要素ライブラリー

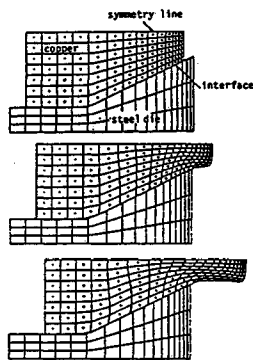
- ・2次元平面歪/応力要素
- ・ケーブル要素
- ・ビーム要素
- ・ロツクボルト要素(point anchor/grouted)

適用分野

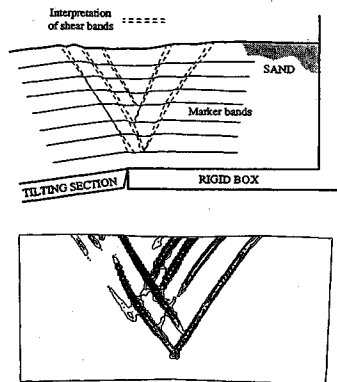
- ・斜面・盛土の設計及び安定解析
- ・浅/深基礎解析
- ・アースダム及びコンクリートダム解析
- ・トンネル、鉱山掘削解析
- ・圧密、流れ解析
- ・固体と流体の相互作用解析

構成則

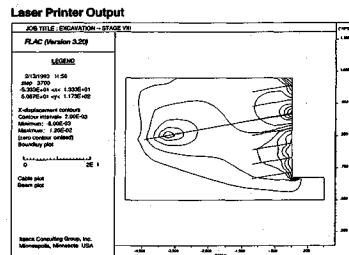
- ・等方性、非等方性弾性
 - ・弾塑性 (Mohr-Coulomb, Von Mises, Drucker-Prager 等)
 - ・偏在ジョイント・モデル (Ubiquitous joint)
 - ・歪硬化/軟化 ・ヌル要素
 - ・体積歪依存の間隙水圧発生モデル 等
- その他の構成則の機能追加も可能です。



スライド・インターラクション



断層解析



地盤安定解析

■価格

- FLAC-2D SUN/IBM-PC ロード・モジュール 標準バージョン……80万円
- ※追加オプションとして、動解析、クリープ解析及び熱解析があります。
- 追加オプションを含む一括購入の場合……150万円

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 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

土と水の連成逆解析プログラム

未来設計企業
CRC

UNICOUP

応力解析と浸透解析がドッキングした!

軟弱地盤の解析に!

海洋開発・埋立

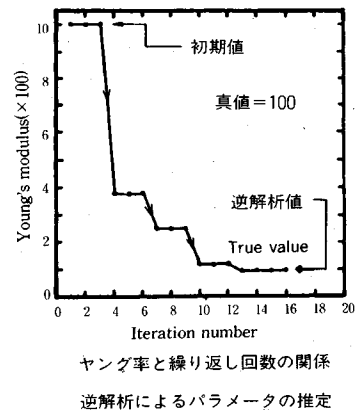
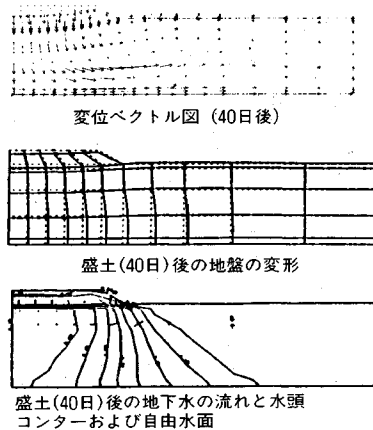
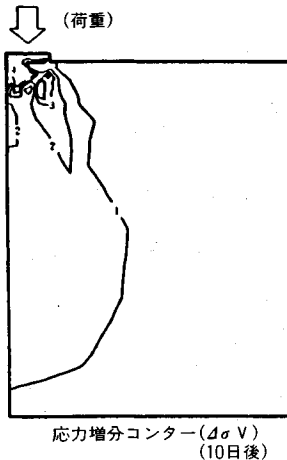
盛土・掘削

出力項目

- 各節点での変位、各要素での応力
- 各節点での全水頭・圧力水頭 他
- 豊富な図化処理
変位図、変位ベクトル図、応力ベクトル図、応力コンター図、安全率コンター図、水頭コンター図、圧力水頭コンター図

プログラムの特長

- 応力と地下水の流れをカップルさせた問題が解析可能です。(圧密含む)
- 地下水の流れは飽和・不飽和域を対象としています。
- 多段掘削・盛土や降雨等が扱えます。
- 梁や連結要素も扱え実用的です。
- 経時観測記録(変位・水位)があれば、非線形最小乗法に基づき変形係数や透水係数が逆解析できます。(順解析、逆解析がスイッチにて選択可能です。)
- 弾性・非線形弾性・弾塑性・弾粘塑性を示す地盤が扱えます。
非線形弾性(電中研式、ダンカン・チャンの双曲線モデル)
弾塑性(ドラッカー・ブラガー、モール・クーロン、カムクレイモデル、ハードニング、ソフトニング)
弾粘塑性(関口・太田モデル)



この製品は、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。
通商産業省 特別認可法人

IPA 情報処理振興事業協会
株式会社 **CRC** 総合研究所

西日本支社

〒105 東京都港区芝公園三丁目1番38号
TEL. (03) 3437-2301

問合せ先

〒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:菅原

移流拡散解析プログラム

未来設計企業

CRC

MATRAN EX

地下水汚染
の解析に!

塩水くさび

農薬汚染

廃棄物処理

その他

飽和・不飽和浸透解析に、移流分散・拡散を考慮。
EXtensiveな問題に適用可能なEXcellentなプログラム。

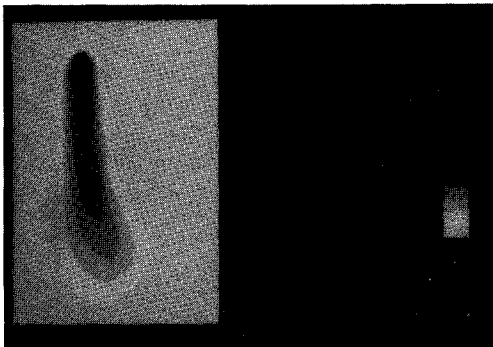
プログラムの特長

■断面(EXV)および平面(EXH)の解析が可能

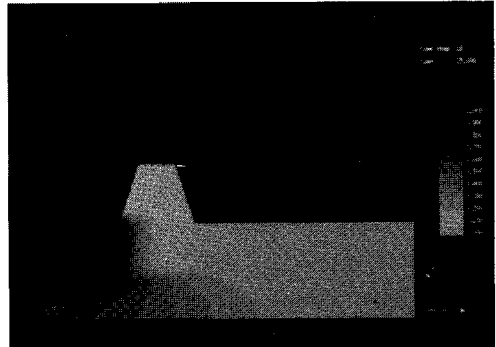
■充実した解析機能

- 定常・非定常解析 (断面、平面)
- 軸対称解析 (断面)
- 降雨 (断面、平面)
- 揚水・注水 (断面、平面)
- 浸出面 (断面)
- 材質変更 (断面、平面)
- 境界条件の変更 (断面、平面)
- 水位・濃度の経時変化 (断面、平面)

■豊富なグラフィック出力 (濃度コンター図、流速ベクトル図、濃度の時間推移グラフ 他)



濃度コンター図(平面解析例)



濃度コンター図(断面解析例)

画面出力図

画面出力図

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: 菅原

地盤の有限要素法解析ソフト

未来設計企業
CRC

3月リリース
開始

世界標準のソフトウェア

Mr.SOIL Ver.3.0 WINDOWS 版

Mr. SOILの新バージョン (Ver.3.0) はWindows[®]で稼働する強力なシステムに生まれ変わり大モデルも扱えるようになりました。

また、マウスを使ったメニュー形式の導入、画面上での出力が可能になるなどの新機能により、すぐれた操作性をもたらします。

※Windowsは、米国マイクロソフト社の登録商標です。

バージョンアップ項目

入力部

- モデル作成のためのメッシュジェネレート機能。
- モデル図を参照しながら荷重条件、境界条件、材質条件、はり、棒要素のデータをメニュー画面のテーブルにより入力することが可能。

ソルバー部

- 強制変位。
- 解析途中の材質の変更。(薬注施工のモデル化)
- 節点数制限のUP。(約3000節点が可能)

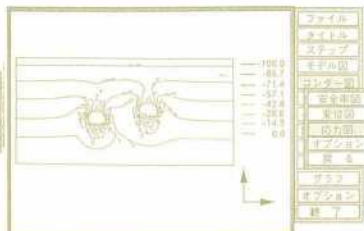
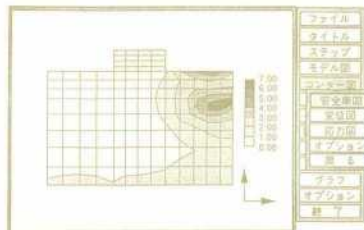
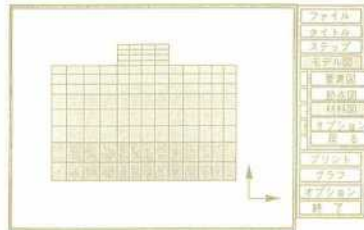
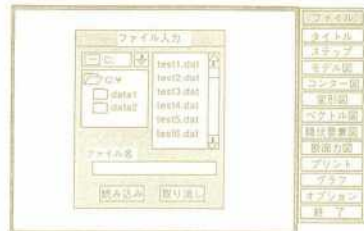
出力部

- 線画だけでなく画面塗りつぶし処理が可能。
- マウス入力とメニュー型式による操作性の大幅な向上。

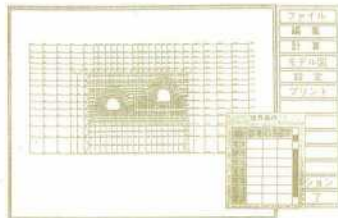
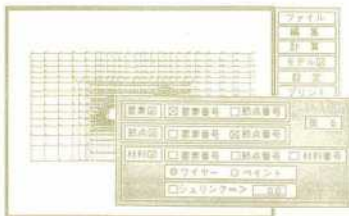
動作環境

CPU 80386 以上 (推奨 80486 以上)
Windows 3.1 以上
メモリ 640Kbyte + 7Mbyte (プロテクトメモリー)
ハードディスク 10Mbyte以上

以上のメモリーは今後、改良により小さくなる場合もあります。



製品版は、一部異なる場合があります。



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 担当/村中 一意