

真野 明 共著 “緩斜面上のソリトン波列の砕波変形” への討議・回答
南 将人

(土木学会論文集 第399号/II-10 1988年11月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

藤間 功司 (防衛大学校)

By Koji FUJIMA

本論文は、ソリトン波列の変形過程を、砕波をも含め、全水深 $D (=h+\zeta)$ と断面平均流速 U に関する連立方程式で表わそうというものです。この種の砕波変形を厳密に計算するには膨大な計算時間・計算容量が必要と思われるので、このような方法は好ましいものであると考えられます。しかし、著者らの議論の中に、検証が不十分な点や従来の結果と矛盾する点があり、結論の信頼性やモデルの一般性に疑問が残るため、以下の点について討議を行いたいと思います。

(1) 分散項について

移流項と局所項の大きさの比は波高水深比のオーダーで微小である、という仮定のもとに Peregrine の導いた分散項が使われています。しかし、Peregrine の分散項を用いて孤立波の斜面上の変形の計算を行うと、初期波高水深比が大きい場合、波高増幅を過大に評価するといわれています¹⁾。論文によると、斜面のり先における第1波目の波高水深比は0.56とかなり大きいため、アーセル数が大きい場合の分散項を使うべきだと思います。

また、“非回転の条件を陽に仮定しないで”分散項を導く際に、流速分布が1次オーダーで一樣なものを考えていますが、これは論理的に矛盾しています。すなわち、渦度の定義式

$$\frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} = \omega \dots\dots\dots (1)$$

において、長波の仮定 ($L \gg h$) と非回転の仮定 ($\omega=0$) から、第一次近似として

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

が出てくるのであって、平均運動として1次オーダーの大きさで渦度が存在すれば、

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \omega \dots\dots\dots (3)$$

というせん断流となり、流速分布は一樣でなくなります。著者らは、 Dv/Dt が g に比べて無視できるなら流速分布が一樣であるといわれています。しかし、 $Dv/Dt \ll$

g であるということは、遠心力が効かない、つまり波長が非常に長いという意味であり、直接には流速が一樣であることを意味しません。これは、開水路流れにおいて、圧力が静水圧分布、すなわち $Dv/Dt \ll g$ でありながら流速が対数分布になることから明らかです。したがって、分散項を導く際に1次オーダーで一樣な流速分布を考えた時点で非回転性を陽に使っているわけで、Peregrine の分散項は、あくまでも非回転運動の分散項であるといえます。

ただし砕波後には、分散項の運動の式における寄与が小さくなるため、分散項の精度はあまり問題にならないと考えられます。したがって、砕波前まで十分な精度をもったアーセル数が大きい場合の分散項を用いるなら、砕波後もそのまま渦ありの場に適用しても構わないと思われる。

(2) 摩擦項について

図-10に、Peregrine の分散項と $f=0.01$ とおいた摩擦項を入れた計算で、砕波波高が実験とほぼ同じになるという結果が示されています。しかし、前述のとおり、Peregrine の分散項はかなりの計算誤差を生じさせるといわれています。したがって、この f の評価は物理的に必ずしも妥当ではなく、むしろ分散項の誤差を（この計算ケースにおいてたまたま）相殺するようなものになっていると考えられます。また、粗度が一定であれば水深が浅くなるほど摩擦係数は大きくなるはずで、そのような意味からも、本論文の摩擦係数の与え方は精度的に問題があります。

特に、摩擦係数は砕波後の変形に大きな影響を及ぼす可能性があり、摩擦係数の精度が砕波の効果を表わす拡散項の係数 II や拡散項そのものの重要性に関する議論に直接効いてくるものと思われます。本論文ではこの点について検討がまったく行われておらず、結論(2)の信頼性に疑問があります。

(3) 渦動粘性係数について

砕波の速度スケールとして \sqrt{gD} 、長さスケールとして $\gamma\delta$ を用いています。このように局所的な乱れのスケールについて議論を行うのは、現象を厳密に取り扱い、一般性のあるモデル化をする意図があるからだと思います。しかし、本来渦動粘性係数の速度スケールは乱れの強さに対応したものであり、その断面における流速差の最大値のようなものを考えるべきです。 \sqrt{gD} で乱れが規定されるとすると、波高が徐々に高くなるような理想的な段波を考えたときに、実際現象とは逆に乱れが段波先端から徐々に増大することになってしまいます。Spilling 砕波の場合にはこのような顕著な矛盾は生じないかもしれませんが、砕波している波の前面と後面で、 D が同じなら同じ速度スケールを与えるのは本質的に無理があります。

また、乱れの広がりを表すパラメーター γ を考慮すると計算結果が改善されると結論付けられています。が、 γ の式(18)は実験的な検討から求めたわけではありません。実際には、 \sqrt{gD} という速度スケールが不適切なので、 γ は長さスケールと速度スケールの両方の補正になっていると考えられます。したがって、結論の(3)は無意味です。

論文の最後に示されている考察は、段波の全体的な渦動粘性係数の大きさに段波高 D_0 が効くという説明であり、局所的な渦動粘性係数が $\zeta\sqrt{gD}$ に比例する根拠にはなりません。むしろ、渦動粘性係数の全体的な大きさを表すパラメーターを、たとえば第1波のピーク値

ζ_{\max}, D_{\max} を使って $\zeta_{\max}\sqrt{gD_{\max}}$ とするなら著者らの考察も生きてくると思います。そして、 $\zeta\sqrt{D}$ は砕波領域から離れるとゼロに近づく渦動粘性係数の分布を定性的に近似し、 γ が渦動粘性係数の分布形と波形とのずれを表わしていると説明した方が現実近く、考え方として応用も効くと思います。

(4) 各項の重要性について

従来、 x 方向のレイノルズ応力は大きくても移流項の10%程度で影響は小さいと考えられており²⁾、討議者の実験でも大規模渦による運動量輸送の方がレイノルズ応力よりも大きいことが示されています³⁾。また、周期波を用いた実験でも同様な結果が得られています⁴⁾。本論文の、 x 方向のレイノルズ応力をモデル化した拡散項の方が運動量補正係数 β より効くという結果はそれらの従来の知見に反しています。著者らはその理由について説明すべきです。

参考文献

- 1) たとえば、長尾昌朋・後藤智明・首藤伸夫：非線形分散波の数値計算，第32回海岸工学講演会論文集，pp.114~118，1985。
- 2) Svendsen, I. A. and Madsen, P. A. : A turbulent bore on a beach, *J. Fluid Mech.*, Vol.148, pp.73~96, 1984.
- 3) 藤間功司・首藤伸夫：跳水を用いた砕波段波の乱流測定，第35回海岸工学講演会論文集，pp.64~68，1988。
- 4) 灘岡和夫・小谷野喜二・日野幹男：二成分光ファイバ流速計を用いた砕波帯内流速場の特性の解明，第32回海岸工学講演会論文集，pp.50~54，1985。

(1989.1.31・受付)

▶回答者 (Closure)

真野 明 (東北大学)・南 将人 ((株)エコー)

By Akira MANO and Masato MINAMI

はじめに、ソリトン波列の砕波変形についてご討議をいただき、感謝申し上げます。この研究の目的は論文の序論に述べたとおり、緩斜面上を伝播するソリトン波列の砕波変形を予測することにあり、分散性や逸散性を考慮して水面波形や流速波形を数値解析によって求めることにあります。砕波変形領域は段波形成点を境にして outer region と inner region に分けられ、後者については段波モデルをもとにした数多くの研究がありますが、前者については予測モデルはほとんどなく、現在可視化を中心にしてその流動が盛んに調べられているという状況であります。本研究で提案した手法は、砕波前から outer region までを断面積分した運動方程式と連続方程式を基礎式として一貫して予測する新しい試みであります。そこには種々の仮定が使われていますが、討議の内容は主にそれらの物理的な解釈についてであり、以下順序を追ってお答え致します。

(1) 分散項について

討議の第1点は数値解析の誤差を小さくするためには、初期波高水深比の大きな波の場合に長尾・後藤・首藤の使った方程式¹⁾を使うべきだということですが、最初に初期波高水深比について考える必要があります。対象地形は一樣な斜面に沖側で一定水深の領域を接続したもので、初期波高水深比は斜面のり先での値で定義しています。このパラメーターは接続をどこにとるかによって変わり、砕波点のすぐ沖側で接続した場合には、初期波高水深比は砕波波高水深比に近い大きな値になりますが、伝播距離は短くなりますので、数値解析と物理実験のたとえば砕波点の波高を比較した場合、両者の差は小さくなるのが予想されます。接続位置を離れた場合には結果が逆になります。いま扱っている現象を規定するためには波高水深比のほかには地形条件が必要であり、1つのパラメーターだけからきめつけるのは誤りです。

もう1つの理由として討議者が挙げているのが摩擦の影響で、分散項の誤差と摩擦項の誤差が相殺しているのではないかとの推測です。本研究で摩擦を含まない数値解析も行いましたが、砕波点での波高は含んだ場合に比べて5%増加しています。摩擦係数の大きさについては次の項目で述べてありますが妥当なものであり、本研究で用いた方程式で十分であると考えています。

第2点の渦度についてですが分散項を導く段階で非回転の条件を陽に使っているという指摘です。問題の箇所は本論文の式(11)です。いま水平流速 $u(x, y, t)$ を断面平均流速 $U(x, t)$ とそれからの偏差 $U_a(x, y, t)$ に分けて式(11)の1つ上の式に代入すると、仮定の入らない式として(11)'が得られます。

$$\bar{v} = -\frac{\partial U}{\partial x}(y+h) - U \frac{\partial h}{\partial x} - \int \frac{\partial U_a}{\partial x} dy \dots\dots\dots(11)'$$

すなわち右辺の第3項が加わった形になりますが、これが第1項に比べて小さくなる1つの十分条件は、 $|U| > |U_a|_{\max}$ です。もちろん運動が非回転であれば $|U_a|/|U| = O((h/L)^2)$ となって条件が満たされますが、これが必要ということではありません。ここで L は波長です。

回転場でこの条件が満たされているものとして、砕波後の流速場の測定例があります²⁾⁻⁴⁾。位相平均流速の水平成分の鉛直分布をみると砕波点直後の水面付近で大きな値となっており、plunging型砕波の中には断面平均流速と同程度の大きな偏差が現われているものもありますが、spilling型の場合には、この条件が満足されているようです。

さらに局所的にこの条件が破られたとしても(11)の右辺第3項は積分形となっていますので、その範囲がごく狭い範囲に限られれば、第1項より小さくなります。

以上述べてきたように、非回転の条件は厳しい条件ですが、それを緩めて回転場が局在するような場合にも分散項が導かれます。

第3点は砕波後分散項の寄与は小さくなるため非回転を仮定して導いたアーセル数の大きい場合の式を砕波後も使えるとの主張についてです。Madsenら⁵⁾は跳水や段波の解析を行う際に圧力分布が静水圧で十分精度良く近似できることを示しており、この領域だけを考えるのであれば、討議者の主張は可能かと思えます。しかし最初に述べたとおり砕波点から段波形成点までのouter regionについては必ずしも正しくありません。沖合いから伝播してきたソリトン波列では非線形項とつり合うように分散項が増加しており砕波点では最大に近い値をとっているはずで、砕波点直後は特に波高減衰の大きいところであり、この部分を精度良く予測することが重要ですが、分散項の寄与は小さくありません。討議者が

使用を推奨している方程式は高次の項まで考慮していませんので、砕波後への適用を考えるのであれば、この誘導の過程で用いた非回転の仮定と抵触するかもしれません。

(2) 摩擦項について

本論文で用いた摩擦係数 $f=0.01$ は南・真野⁶⁾においてinner regionの実験結果を特性曲線法で解析して決めたもので、伝播区間内の空間的、位相的な平均値に同定しているものと考えられます。討議者は f を水深の変化に対して一定としたことやその値を問題としていますが、底面境界層は水面まで達していないと考えられますので水深の直接の寄与はありません。ここでも f に影響を与える第1因子は周期波の場合のパラメーター $X=U/\sigma Z_0$ であると考えられます。ここで U は流速振幅、 σ は周波数、 $Z_0=k/30$ 、 k はNikuradseの粗度高さ。本研究の条件で斜面のり先からinner regionまでの領域でこのパラメーターを概算すると、 $X=10^8 \sim 5 \times 10^9$ となります。Kajiura⁷⁾の結果によると、これに対する周期波、粗面の摩擦係数は $\hat{f}=0.011 \sim 0.008$ であり、本論文で用いた値が従来数多く研究されてきている周期波の結果と比べてみても同程度であることがわかります。またその変動も中間値に対して20%程度と小さく、(1)で述べたように全体に対する摩擦項の影響が小さいことと考え合わせると、 f に分布を考えても全体的な結果に対する影響は小さいといえます。

(3) 渦動粘性係数について

この項目は討議の(4)とも関係が深いのでまとめてお答えします。まず最初に本論文の式(16)の Π と γ の間に γ が抜けていましたので訂正してお詫びします。

最初に(4)の項目に関して渦や乱れの考え方に混乱が生じていますのでこれを説明します。outer regionにおいては可視化実験^{8,9)}より乱れ領域の先端に次々に水平渦が発生し、それらが波の伝播と相対速度をもって移動しながら三次元的な運動へと発展していることが明らかにされてきています。この段階でエネルギーの逸散にこの渦が大きな役割を果たしているということが現在盛んに論じられており、著者も同じ考えです。この移動している渦列は平均流速も残しますが、それ以上に大きな流速変動を残すと考えられ、レイノルズ応力の大きな部分はこの渦の直接の流速場によって占められると考えられます。

一方inner regionのモデルである跳水について考えてみると先端部には1つの大きな循環流(渦)が生じ、その位置は波に対して停止しています。したがって、この循環流は水平方向流速の大きな鉛直方向分布を作りだしますが、上で述べたような移動する渦による流速変動の寄与はありません。このモデルを使って解析した研

究^{5),9)}では流速の鉛直分布による運動量補正の効果が大きいという結果になったものと考えられます。どちらも渦の役割が大きいことには変わりありませんが領域固有の渦の性質や座標系のとり方によって移流項で考えた方がよい場合やレイノルズ応力の方がよい場合があります。

次に渦動粘性係数に対する討議の第1点、速度スケールとして波速 \sqrt{gD} を選んだことに対する批判で、断面内の速度差の最大値のようなものを考えるべきだということですが、本研究では断面平均流速を使っていますのでそのような量は陽に考えることができません。また乱れに関係する速度スケールも領域によって異なってきます。討議者の主張は inner region に対するものと考えられますが、outer region ではレイノルズ応力の発生は表面の大きな運動量をもった水塊が徐々に渦を作り、波と相対速度をもって移動する現象によると考えられますので、断面内の最大流速差よりは水面近くの流速が適当であります。(1)で述べたことによりこれは断面平均流で代えられます。流速と波速は砕波条件や長波の進行波の関係式からわかるようにほぼ比例関係がありますので、代表的な速度スケールとして波速を使うことができます。

次に乱れ u^2 が波先端から波峰に向かって増大するのはおかしいとの主張ですが、前述の測定例^{9),4)}をみるとこの量の最大値は波峰の下付近にあり、しかも本研究で対象としているのは、これの鉛直方向の積分量ですのでさらに大きな値が波峰の位相付近に集中しているといえます。繰り返しますと、水位の高いところほど、乱れが大きく波速で表わした速度スケールが実際現象を表わしているといえます。

また速度スケールが前面と後面で区別がつかないということですが、速度勾配が後面では小さくなっていますので「渦動粘性×速度勾配」の全体量として区別がつくようになっています。

第2点は乱れ領域の広がりや表わすパラメーター $\gamma(x, t)$ ですが、これは2つの意味をもっています。1つは乱れ領域が鉛直方向に広がる現象で、砕波点での点から段波形成点における ζ の大きさまで乱れ領域の発達を可視化実験の結果よりモデルに組み込んだもので、これにより砕波直後の波高の減衰が精度良く表現できるようになります。2つ目は乱れ領域の水平方向の広がり

を規定しており、これによって第2ソリトンが砕波前に逸散項によって減衰するのを避けています。長さスケールと速度スケールの両方にかかる定数分の補正係数は II で考えており γ はあくまでも長さスケールに対する補正係数です。可視化実験によって乱れ領域の範囲や渦運動の存在などがかなりよくわかってきていますが、その中の流動についての定量的な情報を得るにはいまだ至っていません。これらの流動を定量的に測定することや、それに基づくモデルを組み立てることはこの研究の先の段階であると考えています。

第3点の論文の最後に示した Burgers 方程式の考察については指摘のとおり誤りがあります。本論文の式(22), (23)において D は $x \rightarrow -\infty$ の漸近値 D_1 とするのが正しい表現であります。これから渦動粘性係数を一定と仮定した場合 $(D_1 - h)\sqrt{gD_1}$ に比例することが示されます。

参考文献

- 1) 長尾昌朋・後藤智明・首藤伸夫：非線形分散波の数値計算，第32回海岸工学講演会論文集，pp.114~118，1985。
- 2) 水口 優・友金孝治：巻き波型砕波時の流れの場の実験的研究，第32回海岸工学講演会論文集，pp.60~64，1985。
- 3) Nadaoka, K. : A fundamental study on shoreling and velocity field structure of water waves in the nearshore zone, Technical Report, No. 36, Dept. Civil Eng., Tokyo Inst. Tech., pp.33~125, 1986.
- 4) Skjelbreia, J. E. : Observations of Breaking Waves on Sloping Bottoms by Use of Laser Doppler Velocimeter, W. M. Keck Laboratory Report No. KH-R-48, California Inst. Tech., 175 p., 1987.
- 5) Madsen, P. A. and Svendsen, I. A. : Turbulent bores and hydraulic jumps, J. Fluid Mech., Vol. 129, pp.1~25, 1983.
- 6) 南 将人・真野 明：ソリトン波列の砕波後の波速に関する研究，第33回海岸工学講演会論文集，pp.71~75，1986。
- 7) Kajiura, K. : A model of the bottom boundary layer in water waves, Bull. Earthquake Res. Inst., Vol. 46, pp.75~123, 1968.
- 8) 山下隆男・Tallent, J. R.・土屋義人：砕波水平渦の生成機構と移動特性，第35回海岸工学講演会論文集，pp.54~58，1988。
- 9) 藤間功司・首藤伸夫：跳水を用いた砕波段波の乱流測定，第32回海岸工学講演会論文集，pp.64~68，1988。

(1989.8.21・受付)

土木学会出版案内

水理公式集

B5判 642ページ上製・ビニールケース入り 定価 14 420 円(本体 14 000 円)(〒とも)、
会員特価 12 360 円(本体 12 000 円)(〒とも)

●主要目次●**第1編 基礎水理編** 1. 水理の基礎 2. 開水路の水理 3. 管水路の水理 4. 浸透流 5. 渦 6. 拡散 7. 噴流 8. 密度流 9. 流体力および流力弾性振動 10. 波 11. 環境水理 12. 資料解析 13. 数値解析 **第2編 水文編** 1. 水文統計 2. 流域と流出過程 3. 流出解析 4. 水文予測 5. 水資源計画 **第3編 河川編** 1. 流れと観測 2. 河川の不等流 3. 局部流 4. 洪水流 5. 流砂 6. 土砂生産と流出 7. 河床変動 8. 河川構造物の水理 **第4編 発電編** 1. せきと越流頂 2. ゲートおよびバルブ 3. 跳水と減勢工 4. 水撃作用 5. サージタンク 6. 地震時動水圧 7. 貯水池の環境水理 8. 冷却水取放水 **第5編 上下水道・水質保全編** 1. 地下水取とその保全 2. 送配水と下水の集水 3. 流量計およびポンプ 4. 水処理 5. 市街地雨水流出・汚濁流出 6. 汚泥の流動と脱水 7. 水域の水質環境 **第6編 海岸・港湾編** 1. 波浪 2. 波浪推算と波浪の長期統計 3. 波の変形 4. 波と構造物 5. 漂砂および海浜過程 6. 潮汐・潮流および長周期水位変動と流れ 7. 津波および高潮 8. 沿岸域における密度流現象 9. 沿岸における水質拡散

● お申込みは土木学会または全国主要書店へ ●

土木学会出版案内

水理公式集例題集

B5判 310ページ 定 価 7 210 円(本体 7 000 円)、
会員特価 6 480 円(本体 6 000 円)(〒350 円)

●本書は、水理公式集(昭和60年版)に採用されている公式・図書等に基づいて具体的な水理計算・水理設計およびそれらの実施例につき、例題・解説を提示することによって、
(1) 公式の考え方、意義を正しくとらえ、理解を深める、
(2) 公式の適用の仕方、あるいはどの公式が実務のどの面に関係があるかを総合的な例題を通して体得する、
(3) 新公式集で不足しがちな図表などを補い、実際の水理現象に即した分析ができるようにする、

ことを主たる目的として、水理学を専門としない一般実務者を対象に編纂したものであり、座右の書として活用されますようおすすめします。

●目次●**第1編 基礎水理編**／**第2編 水文編**／**第3編 河川編**／**第4編 発電編**／**第5編 上下水道・水質保全編**／**第6編 海岸・港湾編**

● お申込みは土木学会または全国主要書店へ ●

3次元熱流体解析プログラム

STREAM

特 徴

- 定常・非定常問題の取扱いが可能
- 化学反応を伴う流れ
- 三角柱要素、三角柱+三角柱要素のメッシュ機能
- パーティクルの取扱いが可能
- ユーザー組込み関数機能
- 層流・乱流の取扱いが可能
- 物性データの温度依存が可能
- 固体と流体の温度連成が可能

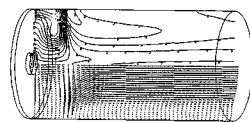
販売条件

価 格 **500**万円 (バージョン1)
700万円 (バージョン2)

納入品 STREAMソースプログラム一式
STREAM使用説明書

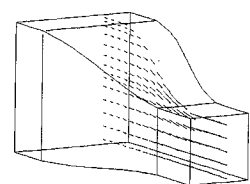
化学反応を伴う流れ解析

(濃度)



縮流タクト内の流れ解析

三角柱要素、三角柱+三角柱要素使用



両ソフトのお問合せは

開発・販売元 **CRADLE 株式会社** ソフトウェア クレイドル 営業部
東京 03(440)8577(代) 大阪 06(300)5641(代)

一般座標系熱流体解析プログラム

SCRUYU

特 徴

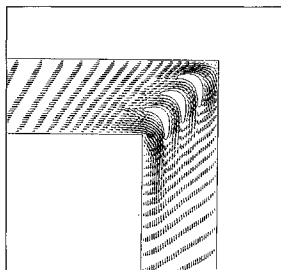
- 一般座標(BFC)系を採用
- 1次精度と3次精度(2種類)の風上差分
- 層流・乱流の取扱いが可能
- 熱流体の取扱いが可能
- 定常・非定常問題の取扱いが可能
- 簡易プリ・ポスト保有
- **Atrac**と接続すれば3次元カラー・グラフィック処理が可能
流速ベクトル図 温度コンター図
圧力コンター図

販売条件

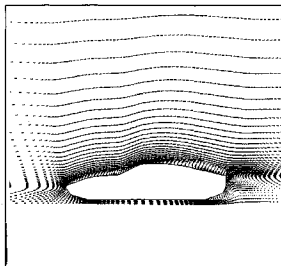
価 格 **900**万円

納入品 SCRUYUソースプログラム一式
SCRUYU使用説明書

フィンまわりの流れ解析



車体まわりの流れ解析



**技術者
募集中!**

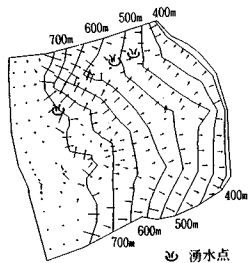
- 給与当社規定により優遇
- 完全週休2日制

地下水解析のことなら **CRC**

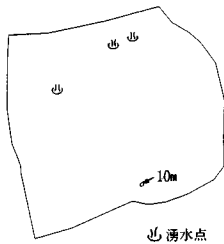
日本初!! 逆解析手法による 地下水変動解析プログラム

UNISSF

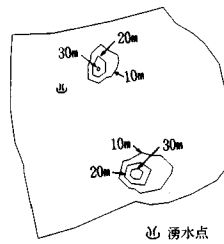
スピーディな同定・安価な解析



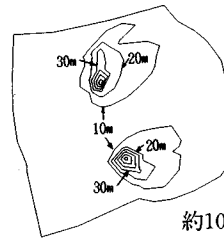
初期状態の地下水流



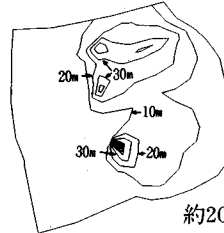
トンネル掘削開始直後



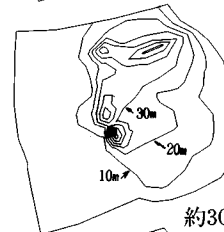
約4日後



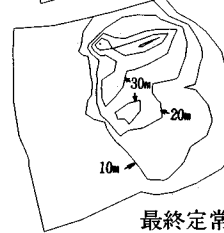
約10日後



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。

○図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

STACCC

(Shield Tunnel Analysis Program by Characteristic Curve)

概要

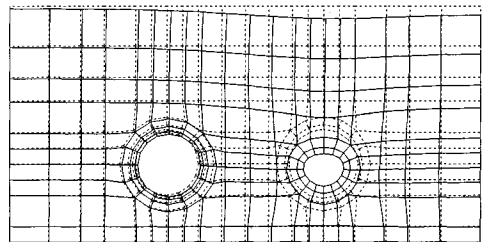
- ・二次元有限要素法解析と地表面沈下特性曲線を融合し、三次元的効果を考慮すると共に、各種施工条件をも考慮した地表面沈下量解析プログラム。

特長

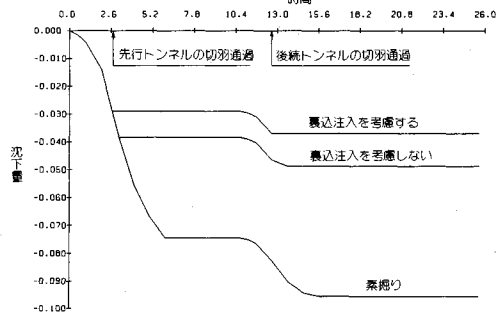
- ・三次元的効果を、効率良く解析できる。
- ・粘弾性的な時間依存性地山が解析可能。
- ・施工による経時的な沈下量が解析可能。
- ・現場での施工条件が考慮できる。
 - ・シールド掘進速度
 - ・テールクリアランス
 - ・圧気圧
 - ・セグメントの構築
- ・双設トンネルの施工手順
- ・メッシュジェネレータ内蔵。

対応機種

- ・各種汎用機
- ・各種EWS



変形図



地表面の経時沈下量

アイサワ工業(株)	新技術計画(株)	西日本旅客鉄道会社(JR西日本)
(株)青木建設	(株)新日本技術コンサルタント	西松建設(株)
(株)浅沼組	(株)鎌高組	日本鋼管(株)
(株)応用地学研究所	大成基礎設計(株)	日本交通技術(株)
大阪市交通局	(株)竹中土木	日本シールドエンジニアリング(株)
大阪ガス(株)	(株)地崎工業	日本スピードシールド(株)
(株)大林組	中央復建コンサルタント(株)	日本鉄道建設公団
(株)大本組	中電技術コンサルタント(株)	日本電信電話(株)(NTT)
(株)奥村組	通信土木コンサルタント(株)	(株)簡組
北局設計(株)	鉄建建設(株)	阪神高速道路公団
(株)飯谷組	(財)鉄道総合技術研究所(JR総研)	パシフィックコンサルタンツ(株)
久保田建設(株)	東急建設(株)	東日本旅客鉄道会社(JR東日本)
(株)瀧池組	東京ガス(株)	フジタ工業(株)
国際航業(株)	東建地質調査(株)	不動建設(株)
五洋建設(株)	東電設計(株)	三井建設(株)
佐藤工業(株)	戸田建設(株)	村本建設(株)
四国電力(株)	飛島建設(株)	(株)森組
清水建設(株)		

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 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

圧密解析ソフトパソコンに上陸!!

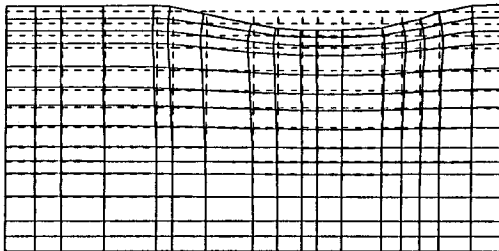
地盤の非定常圧密解析プログラム

Mr. 圧密

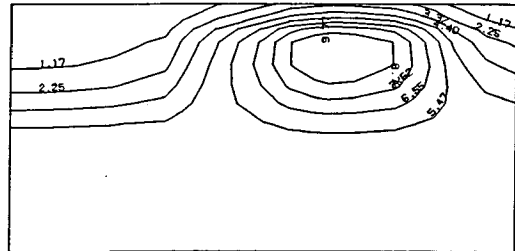
(特長)

- 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)。
- 図化处理(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。

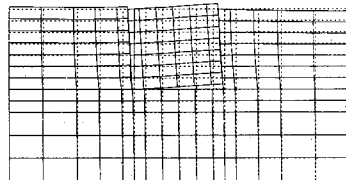
CRC センチュリリサーチセンター 株式会社

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

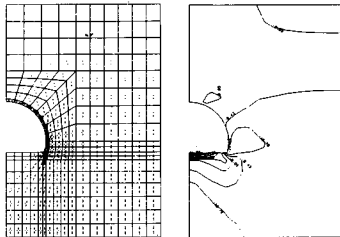
Mr. SOIL Version-2.0

<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 上山試験工業(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 京沢大学 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 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 鳥根大学 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(株) 技術設計部 (株)住友建設 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) 日鉄鉱山コンサルタント(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 フジ工業(株) フジ工業(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)四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)

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

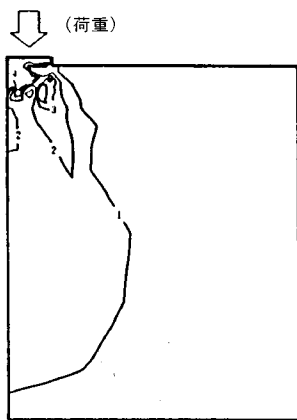
盛土・掘削

出力項目

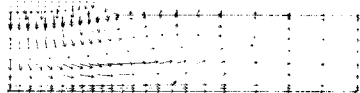
- 各節点での変位、各要素での応力
- 各節点での全水頭・圧力水頭他
- 豊富な図化処理
変位図、変位ベクトル図、応力ベクトル図、応力コンター図、安全率コンター図、水頭コンター図、圧力水頭コンター図

プログラムの特長

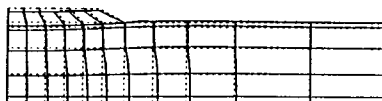
- 応力と地下水の流れをカップルさせた問題が解析可能です。(圧密含む)
- 地下水の流れは飽和・不飽和域を対象としています。
- 多段掘削・盛土や降雨等が扱えます。
- 梁や連結要素も扱え実用的です。
- 経時観測記録(変位・水位)があれば、非線形最小二乗法に基づき変形係数や透水係数が逆解析できます。(順解析、逆解析がスイッチにて選択可能です。)
- 弾性・非線形弾性・弾塑性・弾粘塑性を示す地盤が扱えます。
非線形弾性(電中研式、ダンカン・チャンの双曲線モデル)
弾塑性(ドラッカー・ブラガー、モール・クーロン、カムクレイモデル、ハードニング、ソフトニング)
弾粘塑性(関口・太田モデル)



応力増分コンター(Δσ_V)
(10日後)



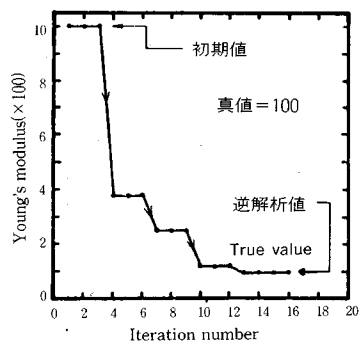
変位ベクトル図(40日後)



盛土(40日)後の地盤の変形



盛土(40日)後の地下水の流れと水頭コンターおよび自由水面



ヤング率と繰り返し回数の関係
逆解析によるパラメータの推定

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

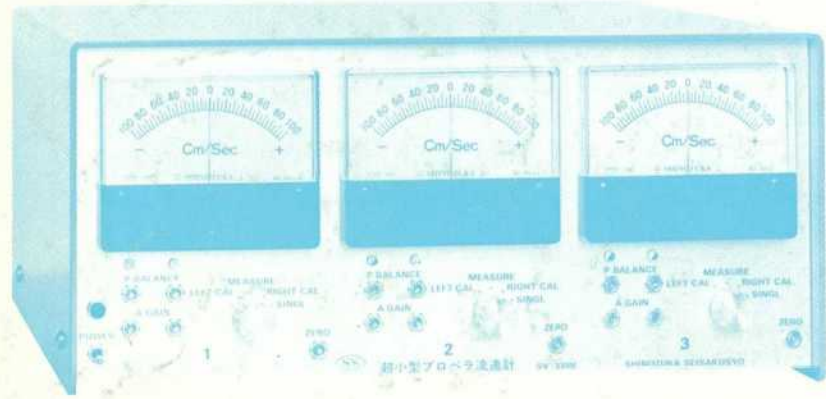
問合せ先
大阪市中央区久太郎町4丁目1-3
(06-241-4121) 営業担当: 遠藤・岩崎

昭和三十七年五月二十八日
 平成元年十一月十五日
 印刷(毎月発行)
 発行(二十日発行)
 土木学会論文集

直径3ミリ

水理実験用に理想的

超小型プロペラ流速計 3チャンネル SV-33W型



米粒とプロペラ

- プロペラ検出器軸長 30~50cm, 軸の曲ったものも製作致します。

特 徴

- ◎ 赤外線回転検出で水温や水質に影響されません。
- ◎ 往復流の正逆判別は高感度で確実です。
- ◎ 正逆判別のないシングルのプロペラも使用出来ます。
- ◎ 独自の楕円軸に依り流れを乱すことが非常に小さくて済みます。
- ◎ プロペラが小さいので流速100cm/secで800~900パルスと高い分解能です。

A C サーボ水位計 SL-4 SL-20 SL-40

水理実験用測定器専門 **SS** 篠塚製作所

〒196 東京都昭島市玉川町2-8-21 電話 0425-44-1731

○ 土 木 学 会 論 文 集 ○

定価 一五〇〇円(本体価格一四五六円)