

東田 淳 共著 “弾性論による埋設管の土圧の検討” への討議・回答  
三笠正人

(土木学会論文集 第376号/Ⅲ-6 1986年12月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

大川 秀雄 (新潟大学)

By Hideo OHKAWA

従来から多くの問題点が指摘されている埋設管の土圧算定に関し、著者らは管と地盤との相互作用を考慮に入れるため、弾性論を用いた解析を行っておられます。同じような解析を試みている者<sup>1)</sup>として、そのご努力に敬意を表するとともに、次の三点につきご意見を伺えれば幸いです。

(1) 弾性解析では管の剛性を任意に与えることができます。そのため、従来のように管を剛性管とたわみ性管とに分類して扱う必要性は、弾性解析の範囲内では、なくなると考えられます。複雑な力学挙動を示す実地盤に対して、弾性解析の結果がどの程度適用できるかはこれからの検討に待たねばならない点も多いと思われまますが、今後はそのような分類をしなくても済む方向で検討されるべきだと考えていますが、いかがでしょうか。

(2) 著者らは Spangler などの測定に批判を加えておられます。確かに、管への作用土圧を鉛直と水平方向で評価しようとするのが陥りやすい誤りだと思われまが、解析からは極座標による  $\sigma_r$ ,  $\tau_{r\theta}$  が直接求まるわけですから、それを示す方がわかりやすく、Fig. 5 等の表示はむしろ結果をわかりにくくしていると思われまが、さら

には、M-S 理論からの飛躍を計るならば、そうすべきだろうと考えまが、管応力の計算では、 $\sigma_r$ ,  $\tau_{r\theta}$  で土圧が与えられる方が楽ということもありますから。

(3) 静水圧的な等方土圧での解析例を、 $\nu=0.5$ 、すなわち、 $K_0=1$  で示されています。これは、水平方向土圧の発生原因にまでも弾性論を持ち込もうとしたためと思われまが、ここはむしろ、 $\nu$  は適当な値、たとえば  $\nu=0.3$  程度で与え、それとは独立に水平土圧を鉛直土圧と等しく与える方がよいと思われまが、そのようにすることで、加えた土圧の 1.4 倍程度の土圧が管に作用することがわかり<sup>2)</sup>、設計上の安全側を確保するためにも重要かと考えまが、 $\nu=0.5$  の条件は、体積弾性率を  $\infty$  と置くことになり、結果は流体圧が作用した場合と同じになることは明らかです。

## 参 考 文 献

- 1) 大川秀雄：集中荷重によるたわみ性埋設管の挙動，土質工学会論文報告集，Vol. 24, No. 2, pp. 153~160, 1984.
- 2) 大川秀雄：地盤自重によるたわみ性埋設管の土圧分布，土質工学会論文報告集，投稿中。

(1987. 6. 29・受付)

▶ 回答者 (Closure)

東田 淳・三笠正人 (大阪市立大学)

By Jun TOHDA and Masato MIKASA

著者らの論文に対する討議を寄せて頂き、感謝いたします。以下、3項目のご意見に対して回答し、併せてその内容に深くかかわる著者らの基本姿勢を述べさせていただきます。

## 1. 討議に対する回答

(1) 討議者の主張が、たわみ性管、剛性管の分類を初めから与えず、理論的にこれらを一貫したものとして扱うというのであれば、本論文はまさにその主旨に沿ったものであると思われまが、しかし、計算した結果、以下のようにたわみ性管と剛性管を区別することに大きな意

味のあることがわかった次第です。すなわち、本論文では、管剛性が無限大から 0 まで(剛体から素掘孔の状態まで)広い範囲にわたって変化する場合について、管に作用する土圧と管の変形の変化を土中管のたわみ性指数  $x$  (土の弾性係数と管断面の曲げ剛度との比) を用いて示しました。そして計算結果に基づいて実用上は、 $x \leq 1$  の範囲を剛性管、 $x \geq 10^2$  の範囲をたわみ性管、その間を中間領域と定義できることを示し、従来の管材質のみによる分類に代わる方法として提案しました。本論文の Fig. 4 に材質の異なる種々の管が取り得る  $x$  の範囲を示しましたが、この図によれば、これまで剛性管、

あるいはたわみ性管として扱われていた種々の管の  $\alpha$  値は、実は非常に広い範囲にわたっており、従来の分類方法の問題点が具体的に浮きぼりにされます。さらに、たわみ性管に対して用いられる圧縮リング理論の適用範囲はこれまで不明確でしたが、本論文の分類方法により明確となりました。したがって、本論文で提案した分類方法は、今後とも、埋設管の設計施工に携わる大多数の技術者にとって役に立つであろうと考えています。

(2) 著者らが本論文において鉛直、水平土圧を用いたのは、従来の埋設管の設計土圧がすべてこの表示方法によっていることを考慮したため、実際に設計施工に携わる技術者にとっては、この慣れた表示方法の方がわかりやすいし、管応力の計算もしやすいと思われます。さらに、従来の土圧理論からの飛躍を図るためにも、まず従来と同じ土儀に上がり、土圧表示方法をめぐって従来からこの分野で生じている混乱(本論文の 5. (2)a 参照)を整理する必要があると考えます。

(3) 本論文の主要な論点の 1 つは、管の埋設方式(矢板を用いた溝型、盛土型)によって生じる著しい土圧変化が、地盤側方の境界条件の違いによることを明らかにしたことです。これに対して、討議者の計算条件はどのような管の埋設方式を対象としたものが不明です。すなわち、著者らは盛土型埋設施工の場合の地盤側方の境界条件として、無限遠点で水平変位が 0 の条件を与えました。一方、討議者の計算条件の場合、すなわち無限遠点で水平応力を任意に与えた場合は、一般に無限遠点で水平変位が生じるため、盛土型の条件とは異なり、さらに、著者らが矢板施工を伴う溝型設置の場合に対して与えた条件である  $\alpha_n=0$  とも異なります。実は、著者らは以前に討議者の提案する条件で計算を行ったことがありますが、その発表は差し控えています。それは、この条件と対応する管の埋設方式がないためです(当時は素掘り施工溝型の場合に対応する可能性を考えましたが、その後、この埋設方式に対する遠心模型実験を行ったところ、全く条件が異なることがわかりました)。

## 2. 著者らの基本姿勢について

(1) 埋設管の土圧は、土と構造物の相互作用としての問題の複雑さと影響要因の多様さが絡み、もともと非常に解明が困難な問題ですが、さらに、この分野の研究の歴史の中で生じた次のような事実が土圧解明の妨げとなってきたように思えます。すなわち、この分野の研究の草分けで、埋設管の土圧算定の基礎理論とされる Marston-Spangler 理論(以下、M-S 理論)は、もともと埋設管の土圧変化を定性的に説明した 1 つの試みにすぎないにもかかわらず、検証が不十分なまま実際に適用できる唯一の土圧算定法として一人歩きし、これに基づ

いて現行設計法が構築されてきたという事実です。そのため、埋設管の土圧研究は常にこの理論を軸として進行せざるを得ず、また、実際施工では管の破損事故が後を断たないという状況が続いてきました。著者らはこのような現状を打破するためには、まず現象に対する厳しい事実認識が必要であり、さらに解析と実際の間には常に大きな壁が存在することを認識し、解析結果の実際への適用を慎重に行うことが、M-S 理論と同じ轍を踏まないためにも必要なことと考えています。著者らは本論文も含めて、これまで剛な埋設管の土圧に関する一連の研究を行うにあたって、一貫して実験事実を優先し、また現場を重視する姿勢をとってきましたが、これは以上のような認識に基づくものです。

(2) これまで埋設管の設計施工に携わってきた技術者らは、前述のように、便宜的な土圧算定式しか与えられず、埋設管の破損事故も後を断たない状況の中で、自らの体験を通して培った技術と創意工夫によって、土圧算定式の不備を補いつつ埋設管の建設を進めてきたものと思われます。ここに、ものを安全に作る責任を負わされた現場技術者の苦勞があり、さらに、これまでこの分野で実用土圧式が数多く提案されてきた背景をうかがい知ることができます。本論文はこのように、ものを作る実際の場面で格闘している技術者を念頭において書かれたものです。それは、技術者にとって役に立つ生きた情報を提供することを、工学を研究する者の最も重要な仕事と考えるからです。

(3) なお、以上のような現場重視の立場に立ちながらも、また、理想化したモデルを用いて行う弾性解析によってすべてが説明し得るほど単純な問題ではないことを十分わきまえながらも、著者らが本論文で弾性解析を行った意図は次の 3 点にあります。

1) これまで明らかにされていなかった種々の要因による土圧変化のメカニズムを、簡単な計算モデルを用いて定性的に説明し、影響要因を整理すること、2) 著者らがこれまで行ってきた現場実験および遠心模型実験による剛性管の土圧測定結果と計算結果を照合して、実験の信頼性を確認するとともに、計算結果がどの程度実際と適合するかを判定すること、3) 従来の土圧理論、特に基礎理論とされ、現在も広く用いられている M-S 理論が、本論文で扱ったいくつかの重要な影響要因を正しく考慮していないために、実態とかけ離れていることを示すこと。すなわち、本論文は、実際の施工条件のもので埋設管の土圧問題を、弾性理論に基づいてできるだけ総括的に考察したもので、少なくともこの問題を考えるうえでの新しい視点を提供し得たものと考えています。

(1987. 11. 11・受付)

---

## 内容紹介

---

## グラベルパイルによる改良地盤内の過剰間隙水圧、体積変化量の計算方法

田中 幸久

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.23~32 1987.12]

本論文は、地震時における飽和砂地盤の液状化対策として水平地盤内に等間隔に設置されたグラベルパイルの設計方法について述べたものである。本論文で述べている方法は、グラベルパイルの透水性が間隙水圧の消散速度に及ぼす影響を定量的に考慮できること、地表面沈下量を計算できること等に特徴がある。本論文で述べている方法による計算結果は、振動台による実験結果と比較して比較的良く一致している。

---

## グラベルパイルによる改良地盤に関する各種算定方法の原位置実験結果による検討

田中 幸久・高野 準

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.33~42 1987.12]

著者らは、グラベルパイルの設計法の開発・改良を目的にして一連の研究を実施してきた。本論文は、すでに提案した設計法の有効性を原位置液状化実験結果を用いて実証したものである。改良地盤内の過剰間隙水圧挙動と地表面残留沈下量に関していえば、実測値と計算値は比較的良好に一致していた。これにより、本論文で示した設計法によれば、より合理的なグラベルパイルの設計が可能であることが示された。

---

## ひずみエネルギー蓄積効果を用いた飽和砂地盤の液状化過程の考察

片田 敏行・阿部 幸樹・東山 晃

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.43~50 1987.12]

本研究は地震時の地盤破壊の1つである飽和砂地盤の液状化現象について、ひずみエネルギー量の蓄積状況を明らかにし、液状化の進行状況との関連を考察した。エネルギー量はオンライン地震応答載荷実験より得られた復元力と応答速度を用いてエネルギー量を算出した。本研究の結果、飽和砂の破壊程度を表わす指標として、完全液状化に要するひずみエネルギー量が定量的に求められた。

---

## 軟岩の大規模掘削における安定管理システム

渡辺 豊彦

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.51~59 1987.12]

当論文は、泥岩の大規模直面掘削における掘削時の安定管理システムについて、その考え方をまとめ、適用事例を報告するものである。その原理の特色は①掘削時の地山安定性の評価を岩盤応力を介せず、地山の変形（またはひずみ）と地山の岩石コアのせん断特性との関係から行うものである。②地山の変形は基本的に4つの変形モード、またはその複合で表現できることに着目し、地山ひずみを算定し安定性を評価した。

---

## 砂質地盤における割裂発生機構

森 麟・田村 昌仁・千 柄 植

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.61~70 1987.12]

本報告は、砂質地盤で生じる割裂現象を解明するため、割裂発生圧に及ぼす砂の引張強度、透水性等の影響を実験的に調べ、割裂発生のメカニズムと割裂圧を決定する式を明らかにしたものである。砂の透水性が非常に小さいと孔壁の引張破壊が割裂を発生させることができるが、透水性が大きいと割裂した亀裂面よりの浸透により亀裂内部の水圧が低下してクサビ作用が生じにくいので、割裂を発生させるにはより大きな圧力が必要となる。

---

---

## 断熱二重巻覆工によるトンネルのつらら防止工法の断熱材の最適化に関する研究

岡田勝也・松本嘉司

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.71~76 1987.12]

トンネルのつらら防止工としての断熱二重巻覆工は、一次覆工と二次覆工の間に断熱材をサンドイッチするものである。まず、非定常熱伝達/熱伝導を考慮した断熱二重巻トンネル地山モデルを提案する。このモデルによる計算値が実物トンネルの温度挙動を十分シミュレートできることを確認した後、断熱二重巻覆工に適用する断熱材の材質とその厚さを、気象条件とトンネル地山の熱的条件により合理的に決定できる手法を提案した。

---

## 寒冷地トンネルにおけるつらら発生領域に関する統計的・理論的解析

岡田勝也・松本嘉司

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.77~84 1987.12]

寒冷地の多くのトンネルには冬期につららが発生する。当論文は、トンネルの実態調査に基づく統計的手法により、ついでトンネル地山とトンネル内空気の熱伝達/熱伝導を考慮した理論的手法により、トンネル坑口からのつらら発生領域を求めたものである。またトンネル内気温の振幅減衰についても言及した。これにより、凍害防止工の必要な施工距離を、気象条件とトンネル地山の熱的条件に従って経済的合理的に決定できる。

---

## 二次覆工で補強されたシールドセグメントリングの挙動について

村上博智・小泉 淳

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.85~94 1987.12]

本論文は、二次覆工で補強されたシールドトンネルの挙動を模型実験の結果に基づいて検討したものである。シールドトンネル模型は、切欠きを設けた鋼製リングの内側にモルタルを打設したもので、これを弾性的に支持して集中荷重を作用させた。各種実験結果を基に、重ねリング構造、合成リング構造、その中間的な構造に対するそれぞれの解析モデルを提案した。さらにそれらの解析モデルの実際のトンネル設計への適用性を検討した。

---

## 誘導異方性を有する地盤の弾塑性解析

山辺 正・尾原祐三・市川康明・川本脩万

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.95~102 1987.12]

地盤に外力が作用することにより、内部に生ずるクラックの効果を表現する新たな有限要素(塑性クラック要素)を開発した。この塑性クラック要素を用いた弾塑性解析によれば、ぜい性材料にみられるひずみ軟化現象を表現することが可能であり、地盤の極限耐力を推定し得ることを示した。また、弾塑性解析に必要なパラメーターを、通常の三軸圧縮試験( $\sigma_{11} > \sigma_{22} = \sigma_{33}$ )から決定できることを示した。

---

## 岩石の亀裂進展特性と破壊靱性特性に関する研究

石塚与志雄・木下直人・安部 透

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.103~110 1987.12]

岩石の破壊靱性試験では、亀裂先端部分のプロセスゾーンの形成により非線形を示すため、ASTM 規準により破壊靱性値( $K_{Ic}$ )を評価することはできない。本研究では、巨視亀裂発生時の $K_{Ic}$ として、再載荷時のコンプライアンスから有効亀裂長を求め、線形破壊力学により $K_{Ic}$ を評価する方法を示した。また、各種の破壊靱性試験では角柱供試体の方が寸法効果がなく試験に適していること、封圧下の $K_{Ic}$ は15 MPaまでは岩種に依存せず線形に増加すること、含水飽和岩石の $K_{Ic}$ は低温下において顕著な温度依存性を示すことが明らかとなった。

---

## 有機質土の排水強度特性に及ぼす過圧密の影響

山内邦彦・山口晴幸

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.111~120 1987.12]

等方応力条件下における有機質土の側圧一定下での排水・非排水試験および平均主応力一定排水試験を行い、特に、排水条件下における過圧密土の変形および強度特性を明らかにした。また、せん断時の  $e \sim \ln \sigma$  面上での状態経路に注目して、状態経路に及ぼす過圧密効果を新たに導入した係数  $\beta$  によって考慮し、 $e \sim \ln \sigma$  面上での破壊状態線を“wet”と“dry”側に分け、Hvorslevの破壊規準を適用して、正規圧密状態にある土の非排水強度パラメーターから任意の過圧密比にある土の排水圧縮および伸張強度を推定できる強度式を提案し実験値との検証を試みている。

## 仮想粘性法による弾塑性変形・浸透流連成解析

庄子幹雄・松本 喬・太田秀樹・飯塚 敦

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.121~130 1987.12]

弾塑性変形・浸透流連成有限要素解析は地盤の変形・応力・水圧の予測にしばしば用いられるが、安定性の検討に對しては、地盤全体の崩壊以前にその数値解が不安定となる場合がある。

そこで本論文では、初期状態から崩壊状態に至るまでの地盤の挙動を解析するために、従来からの粘塑性計算手法を応用した「仮想粘性法」を導入した解析法を開発した。

簡単なモデルでの耐荷力解析と実際の盛土の解析を行い、本解析法の有用性、適用性を検討した。

## ゲル化時間の長い薬液の砂質地盤における注入形態とその支配条件

森 麟・田村昌仁・平野 学

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.131~140 1987.12]

本報告は、ゲル化時間の長い薬液による砂質地盤を対象とした注入において、浸透注入になり得る条件を明らかにするため、注入形態に及ぼす砂の透水性、拘束圧、注入量 (l/分) の影響を最大 20 l/分の定量注入が可能となる大型三軸注入装置を用いて実験的に調べたものである。主な結果は、次のとおりである。①浸透注入になるのは、透水性だけでなく、拘束圧にも強く依存している。②定常状態における注入圧・注入量の関係を調べることで、浸透注入が可能となる限界注入量  $q_{CR}$  を求めることができる。

## 岩石の一軸圧縮強度実験結果のばらつきに関する研究

佐野 修・工藤洋三・古川浩平・中川浩二

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.141~150 1987.12]

材料固有のばらつきが大きいとされている岩石の一軸圧縮試験結果について供試体の作製と載荷試験を注意深く行えばばらつきの非常に小さい実験結果が得られることを北木島花崗岩供試体を用いて示した。また実験結果がばらつく理由について試験途中に計測された供試体中のひずみの状態や AE 観測結果から試験結果に大きなばらつきを生じる原因についても言及した。

## 被りの浅い砂質地山におけるトンネル周辺の沈下挙動

横山 章・堀内義朗・木村 宏

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.151~160 1987.12]

本論文は、洪積砂層に掘削された土破りの浅い9つのトンネルの現場計測から、その特徴的な沈下挙動を切羽の進行という視点で整理し、地山状態およびトンネルの設計、施工の評価と結びつけて考察したものである。ここで示された現象は、トンネル上方の地山が掘削に対して三次元的に影響しあった結果であり同じ条件下の各トンネルで再現性のある現象として地山状態およびトンネルの設計、施工の評価に重要な情報となることが明らかとなった。

### トンネル掘削による土かぶりの浅い未固結砂質地山の挙動を特徴づける指標に関する研究

横山 章・堀内義朗・木村 宏

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.161~170 1987.12]

本研究は、トンネル掘削時のかぶりの浅い未固結地山の挙動特性を定量的に評価し、設計、施工管理に役立つ指標を見出すことを目的とする。この種の地山挙動は、トンネル上方地山を一種のスラブと考えた場合に発生する連続体としての挙動から地山の破壊という不連続現象に移行する間に発生する挙動とみなせ、縦横断方向の地表面沈下曲線から導かれる指標によって定量的に評価され、この指標を用いて発生する現象の予測も可能であることが明らかとなった。

### 破壊力学を用いた LPG 岩盤内貯蔵空洞の亀裂進展解析について

石塚与志雄・木下直人

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.171~178 1987.12]

低温貯蔵方式の LPG 貯蔵空洞周辺に予想される破壊亀裂の評価方法として、破壊力学による亀裂進展解析について検討した。解析手法として  $J$  積分による有限要素解析について説明し、実際問題の解析を行った。岩石の冷却破壊実験の解析では、連続体解析では困難である破壊現象を同解析法で説明できることを示した。貯蔵空洞については、連続体力学による解析結果同様、初期応力が小さい場合は亀裂が凍結領域外に進展するとの結果になった。そのため、凍結領域外部に引張応力が発生しない初期応力下（深度）に空洞を設置する必要がある。

### 突出条件下の埋設管に作用する土圧

島村一訓・西尾宣明・高木宣雄・兵藤元宣

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.179~188 1987.12]

周辺地盤の沈下などにより埋設管が周辺の地盤に対して突出する時に埋設管に作用する土圧の算定式を整理した。次に実験により測定された土圧と各土圧算定式による土圧を比較した。この結果、地盤中に生じるすべり面を円弧により近似し、このすべり面に Kötter の方程式を適用して得られる土圧算定式が突出条件下の埋設管に作用する土圧を評価するのに最も適切であることがわかった。

### 大阪湾上部洪積粘土層 (Ma 12) の圧縮特性および強度特性

谷本喜一・田中泰雄・末広匡基

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.189~196 1987.12]

近年、大阪湾臨海域の埋立造成において、上部洪積粘土層の沈下が問題となってきている。本論文では上部洪積粘土のうち、Ma 12 の圧縮特性および強度特性について研究した。標準圧密試験のほかに  $K_0$  条件・排水三軸試験を実施した結果、連続的な応力-ひずみ関係が得られ、圧縮特性を精度良く決定することができた。また、圧密降伏応力の深度分布などより、Ma 12 は年代効果による擬似過圧密状態であることが判明した。

### 円形粒子の規則的配列をもつロックフィルダム模型の動的破壊機構

大町達夫・荒井靖博

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.197~206 1987.12]

ロックフィルダムの耐震性を不連続体の力学に基づいて究明することを目的に、円形粒子を規則的に配列させた単純な二次元ダム模型について傾斜破壊実験と振動破壊実験からその典型的破壊性状を明らかにしている。それをもとに個別要素法によってシミュレーション解析を行い、地震加速度の周期特性の重要性を指摘している。さらに、模型の全体破壊をもたらす粒子構造の崩壊が粒子配列の座屈解析によって説明できることを示している。

---

## トンネル掘削に伴う地山変位計測結果の簡易解析法

足立紀尚・矢野隆夫

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.207~216 1987.12]

杭基礎をもつ粘土地盤上の構造物に隣接して、盛土等を築造すると、粘性土層の側方変位によって杭が破損することがある。本研究は、粘性土層を理想弾性体と考え、盛土荷重による変位挙動を有限要素法により解析し、まずポアソン比の影響を中心に検討した。ついで、その結果求まる側方変位により杭に生じるモーメント分布を、杭と地盤の相互作用を Winkler 型モデルで表わせると仮定して考察した。

---

## 比較的短いロックボルトを用いた切り取り斜面の安定化について

西村和夫・山本 稔

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.217~226 1987.12]

本論文では、規則的に配置した比較的短いロックボルトによって切り取り斜面を安定化する場合の安定化のメカニズムを明らかにするため、小型室内模型実験とそれを説明する解析法とを示した。その結果、ロックボルトは周辺地山を一体化し、疑似擁壁として挙動させること、また、その作用効果は NATM におけるそれとほぼ同じであることを明らかにした。

---

## Kalman フィルター有限要素法による逆解析と観測節点配置

村上 章・長谷川高士

[土木学会論文集 第388号/Ⅲ-8 pp.227~235 1987.12]

現場観測値の誤差を考慮できる逆解析法として、Kalman フィルターと有限要素法との結合解法を提案した。すでに用いられている2つの逆解析法との比較を同一のモデルに対する数値計算により行い、提案法の適用性を検討した。次に、観測計器の配置決定を“節点観測変位感度”により論じ、Kalman フィルター有限要素法との関連を調べた。あるコンクリートダムサイトを例にとり、有効と考えられる計器の配置を考察した。

---



# NEW MARUIの

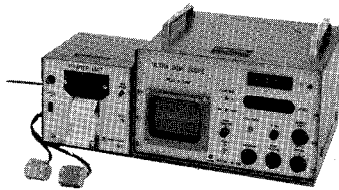
## コンクリートの耐久性用 試験機器のご紹介

U.S.T (超音波非破壊試験器)



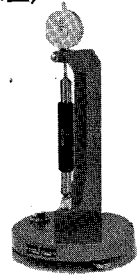
(構造物劣化診断用)

ウルトラソニスコープ



(構造物劣化診断用)

モルタルコンパレーター  
(4×4×16cm型)



(アル骨反応性測定用)

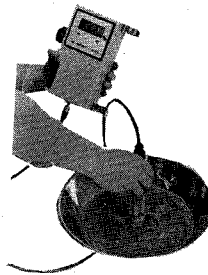
自記式Rメーター  
(自記式鉄筋探査器)



(米国製)

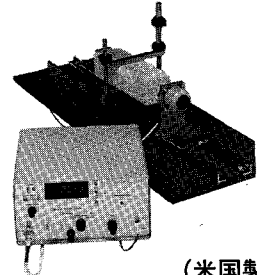
(配筋のカブリ厚さ・径の探査用)

ソルテスター (塩分濃度計)



(細骨材、生コンの塩分測定用)

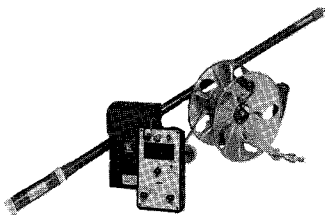
オートスキャン式動ヤング率測定器



(米国製)

(アル骨反応性早期測定用)

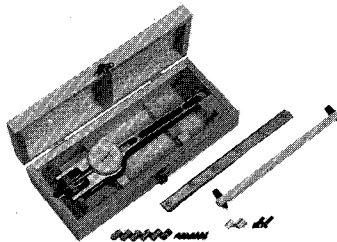
M・C・M (鋼材腐食モニター)  
ASTM C876-80適合



(米国製)

(鉄筋腐食の診断器)

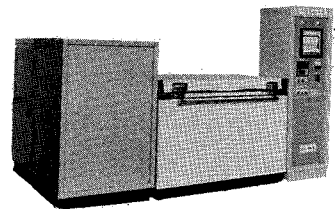
フンボルト式ひずみ計 (ホイットモアー)



(米国製)

(構造物の伸縮測定用)

凍結融解試験機



(熱サイクル型劣化測定用)

(カタログ、資料は下記営業所へご請求下さい。)



—試験研究のEPをめざす—

株式会社 **マルイ**

- 東京営業所 〒105 東京都港区芝公園2丁目9-12  
TEL (03) 434-4717(代) ファクシミリ(03) 437-2727
- 大阪営業所 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1  
TEL (06) 934-1021(代) ファクシミリ(06) 934-1027
- 名古屋営業所 〒453 名古屋市中村区太閤1丁目20-13  
TEL (052) 452-1381(代) ファクシミリ(052) 452-1367
- 九州営業所 〒812 福岡市博多区博多駅南1丁目3-8  
TEL (092) 411-0950(代) ファクシミリ(092) 472-2266
- 貿易部 〒536 大阪市城東区中央1丁目11-1  
TEL (06) 934-1023(代) テレックス(06) 529-5771

# 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

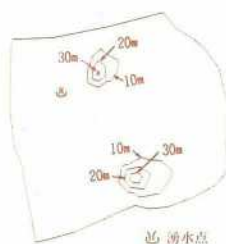
スピーディな同定・安価な解析



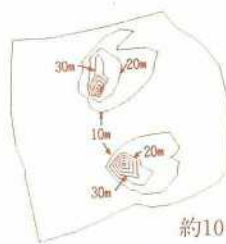
初期状態の地下水流



トンネル掘削開始直後



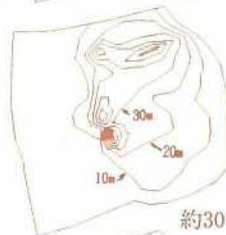
約4日後



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**

大阪市東区北久太郎町4-68  
 (06-241-4121) 担当: 岩崎、中屋