

# 軟弱地盤上のジオグリッド補強盛土の安定性評価に関する一考察 STABILITY EVALUATION OF A GEOGRID REINFORCED EMBANKMENT OF SOFT GROUND

阿部 裕\*・北本幸義\*\*

By Hiroshi ABE and Yukiyoshi KITAMOTO

In order to construct a geogrid reinforced embankment on soft ground, it is significant to forecast its deformation in terms of the function as well as to evaluate safety factor. For that purpose, pull-out resistance of an embedded geogrid must be grasped. Even if various geogrids have the same tensile strength, they seem to display the different reinforcement force depending on their geometrical forms and surface states. In this paper, firstly the interaction between soil and a geogrid which affects pull-out resistance was examined based on pull-out test results. Secondly, influence of the material properties on the stability of an embankment on soft ground was analyzed from two aspects of reinforcement force and embankment deformation. As a result, the importance of the material properties for the stability evaluation was shown.

*Keywords: deformation, geogrid, reinforcement, soft ground, stability*

## 1. はじめに

ジオグリッドを盛土内に敷設する補強盛土の安定解析において、現状では盛土に発生する土塊の変位が考慮されていない場合が多いので、盛土の変形に伴って補強効果を発揮し始めるようなジオグリッドについては、実際に生ずる補強材力を正確に算定し得ないという問題点がある。また、土のせん断抵抗力の増大を目的として使用されるジオグリッドは、現在多種多様なものが開発されているが、これらの補強効果は、ジオグリッドの表面性状や幾何学形状に起因した土との相互作用および変形特性などの材料物性に依存して異なることが予想される。

著者らは先に盛土に発生するすべり面を横切るジオグリッドに着目し (Fig.1 参照), ジョグリッド敷設によって増加するすべり面上のせん断応力とせん断変位との関係式を導いたり、ここではジオグリッドの引抜き試験を実施して、土とジオグリッドの相互作用を考慮した引抜き抵抗力の算定方法に考察を加え、円弧すべりに対する安定解析を適用して軟弱地盤上に築造される補強盛土の設計への考え方を述べるとともに、土との相互作用を含

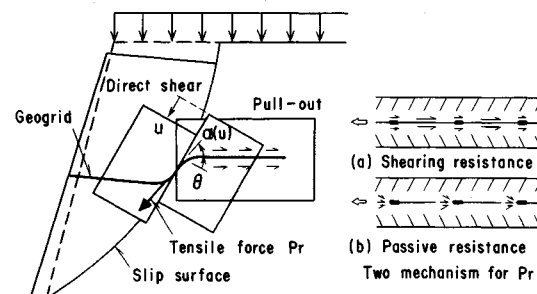


Fig.1 Geogrid across slip surface.

めたジオグリッドの材料物性が盛土の安定性に及ぼす影響について検討した。本文は、これらの結果について述べたものである。

## 2. ジョグリッドの引抜き抵抗力の算定

ここでは、ジオグリッド補強盛土の安定性を論ずる際に必要となるジオグリッドの引抜き抵抗力の算定法について述べる。

### (1) 引抜き抵抗性に影響する材料物性

空中での引張り荷重下における引張り力 $\sim$ ひずみ関係が線形であるようなジオグリッドについては、土中での引抜き抵抗 $P_r$  $\sim$ 引抜き量 $\Delta l$ 関係を次式で表わすこ

\* 正会員 工修 鹿島建設(株)技術研究所主任研究員  
(〒182 調布市飛田給 2-19-1)

\*\* 正会員 工修 鹿島建設(株)技術研究所主任研究員(同上)

とができる<sup>2)</sup>。

$$P_r = \frac{T}{\sqrt{L_{r1}\epsilon_1}} \sqrt{2\Delta l} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 $T, \epsilon_1$ ：定着部分の幅が  $W_r$  (cm) であるときのジオグリッドの引張り強さ (kgf) およびそのときのひずみ、 $L_{r1}$ ：破断するときの最小定着長 (cm) で

$$L_{re} = \frac{T}{2W_r f_b \sigma_n \tan \phi} \dots\dots\dots(2)$$

によって与えられる。ここに、 $f_b$ ：土とジオグリッドの結合状態を表わす係数、 $\sigma_n$ ：ジオグリッドに作用する垂直応力 (kgf/cm<sup>2</sup>)、 $\phi$ ：土の内部摩擦角 (°) である。式 (1)、(2) から  $P_r$  は  $T, \epsilon_1, f_b$  というジオグリッドの材料物性を表わす3つのパラメーターの影響を受けることがわかる。また、 $T, \epsilon_1$  は素材の性質にほとんど支配されるが、 $f_b$  についてはそれ以外にもジオグリッドの幾何学形状に起因するものが大きいと考えられるので、以下では  $f_b$  に関する検討を行う。

(2) 土とジオグリッドの結合状態

土中に敷設されたジオグリッドの引抜き抵抗は、せん断抵抗と支圧の2つの要因からなり (Fig.1 参照)、土とジオグリッドの結合状態を表わす係数  $f_b$  は

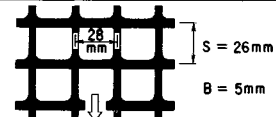
$$f_b = \alpha_s \frac{\tan \delta}{\tan \phi} + \frac{\sigma_b B}{\sigma_n S} \frac{\alpha_b}{2 \tan \phi} \dots\dots\dots(3)$$

で与えられる<sup>3)</sup>。ここに、 $\alpha_s, \alpha_b$ ：定着部の面積に対するジオグリッドのせん断抵抗部分 (定着部の敷設面積から開孔部分の面積を差し引いた実質面積) の割合および幅に対する支圧部分 (幅から引抜き方向部材の占有長さを差し引いた実効幅) の割合、 $\delta$ ：土とジオグリッドの摩擦角 (°)、 $\sigma_b$ ：支圧応力 (kgf/cm<sup>2</sup>)、 $B, S$ ：支圧部の厚さ (mm) および間隔 (mm) である。第1項がせん断抵抗成分を、第2項が支圧成分を表わす。第2項において、 $S$  が0に近づけばその値は $\infty$ となるが、実際には  $S$  が0に近づくということは、せん断抵抗の割合が大きくなるとともに支圧は0になるはずであるから、ここに式 (3) の適用範囲が存在すると考えられる (Jewell ら<sup>3)</sup>によれば第2項の値は1以下とされている)。そこで、 $S/B$  をパラメーターとした引抜き試験を実施し、 $f_b$  の値をもとにして引抜き抵抗の大きさについて検討を加えた。

a) 試験方法

本来の  $S$  が 26 mm であるジオグリッドの支圧部材を間引くことにより、 $S=52, 78, 156, 234, 468$  mm であるようなジオグリッドを作製し、計6ケースについて引抜き試験を行った。用いた試料を Table 1 に示す。なお、表中のジオグリッドは  $S=26$  mm の場合であり、 $S$  が大きくなるに従い  $\alpha_s$  の値は若干小さくなる。引抜き試験装置 (長さ 70 cm、幅 30 cm、高さ 30 cm)<sup>2)</sup> の土槽内

Table 1 Properties of sand and geogrid.

Sand	Specific gravity $G_s$	2.745
	50% diameter of soil particle $D_{50}$ (mm)	0.26
	Uniformity coefficient $U_c$	2.0
	Cohesion $c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	0
	Internal friction angle $\phi$ (°)	35.9
Geo-grid	Tensile strength $T$ (kgf/m)	6000
	Failure strain $\epsilon_1$	0.12
	Fraction of geogrid surface area that is solid $\alpha_s$	0.4
	Fraction of geogrid width available for bearing $\alpha_b$	0.86
		

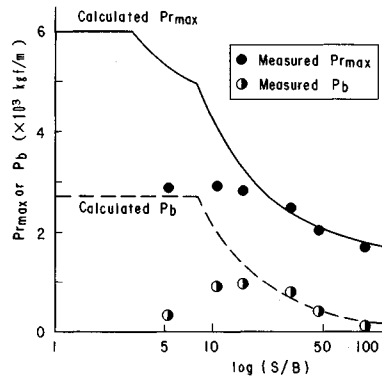


Fig.2 Comparison between calculation and measurement.

に乾燥密度  $\rho_d=1.46$  t/m<sup>3</sup> (締固め度 90 % に相当) とするよう大型ランマーで砂を詰め、 $\sigma_n=0.4$  kgf/cm<sup>2</sup> (39.2 kPa) において長さ  $L_r=46.8$  cm、幅  $W_r=17.2$  cm のジオグリッドを引き抜いた (引抜き速度は 1 mm/min)。

b) 試験結果

試験から得られた引抜き抵抗力の最大値  $P_{rmax}$  と、式 (3) を用いて

$$P_{rmax} = 2L_r W_r f_b \sigma_n \tan \phi \dots\dots\dots(4)$$

から算定される計算値 ( $P_{rmax} \leq T$ ) とを比較した結果を Fig.2 に示す。これから、 $S/B$  が 20~30 以上であれば計算値と実測値とが比較的良好に一致しているが、それ以下になると実測値はほぼ一定の値に収束していることがわかる。

また、引抜き抵抗力のうち支圧  $P_b$  に関する計算値 (式 (4) の  $f_b$  に式 (3) の第2項のみを代入する) と実測値とを Fig.2 に付記してある。ここで、支圧成分の実測値は、せん断抵抗成分が計算通り発揮されていると仮定して  $P_{rmax}$  の実測値からこれを差し引いて算出したものであり、摩擦角  $\delta$  については、支圧が作用しないように支圧部材をすべて取り除いたジオグリッドの引抜き

試験結果から逆算した。この図によれば、 $S/B$  が 20~30 以下になると実測値は徐々に 0 に近づくことがわかる。Palmeira ら<sup>4)</sup>によっても、 $S/B$  が 50 程度以下においては一種の群効果のようなものが生ずるとされており、今回の試験結果からも支圧部材の間隔が小さくなると、式 (3) 第 2 項で計算される支圧は過大評価になるものと考えられる。なお、 $P_{rmax}$  の実測値がほぼ一定値に収束している理由は、支圧の減少分だけせん断抵抗が増加したことによるものであるが、ジオグリッドの支圧を効果的に発揮させるには支圧部材の間隔として適当な大きさが存在し、それより小さい間隔を設けても引抜き抵抗力の増加は期待できないといえる。

3. 軟弱地盤上の補強盛土の安定性

軟弱地盤上に補強盛土を築造する場合には、すべりに対する安全性はもちろんのこと、盛土の機能上その変形量を適切に予測することが必要である。これらの安定性にはジオグリッドの引抜き抵抗力が大きな影響を及ぼすが、前述したように、土とジオグリッドの結合状態によって発揮される引抜き抵抗力も異なってくる。そこで、盛土の変形を含めた安定性に及ぼすジオグリッドの材料物性の影響を検討するために、土とジオグリッドの結合状態に加え変形特性の異なるジオグリッドで補強された盛土に対して、円弧すべり法による安定解析を実施した。

(1) 解析手法の概要

軟弱地盤上の盛土の基礎地盤内破壊に対する安定性を解析するフローを Fig. 3 に示す。この解析手法は、補強材力と盛土の変形の両面から補強盛土の安定性を評価しうるものである。

まず、無補強盛土について、Fellenius 法によって起

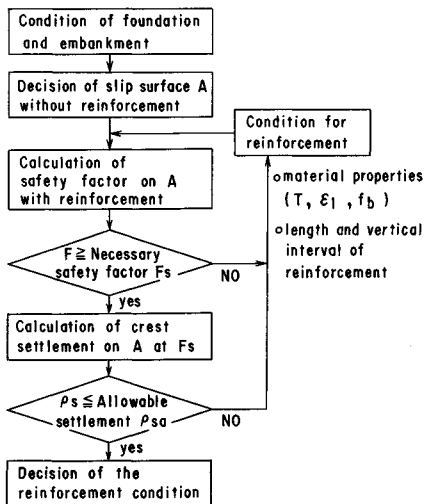


Fig. 3 Stability analysis flow.

動モーメント  $M_a$ 、抵抗モーメント  $M_{r0}$  を求め、 $M_{r0}/M_a$  の値が最小となるようなすべり面 A を決定する。

次に、ジオグリッドを敷設することによって増加する抵抗モーメント  $M_{ext}(u)$  をすべり面 A に対して作用させ、次式から補強盛土の安全率  $F$  を算定する。

$$F = \frac{M_{r0} + [M_{ext}(u)]_{max}}{M_a} \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 $M_{ext}(u)$  は、引抜きモデルから求められるジオグリッドの引抜き抵抗力  $P_r$  を一面せん断モデルに組み込む (Fig. 1 参照) ことによって計算される<sup>1)</sup>増加せん断力  $R_{ext}(u)$ 、すなわち

$$R_{ext}(u) = \sum \{P_r(u) \sin(\theta + \alpha(u)) + P_r(u) \cos(\theta + \alpha(u)) \tan \phi\} \dots\dots\dots (6)$$

とすべり面の半径を乗じたものであり、すべり土塊を回転させて生ずるせん断変位  $u$  の関数として表わされる。

なお、 $\theta$ : ジョグリッドとすべり面のなす初期角度、 $\alpha(u)$ : せん断に伴って増加する曲り角である。 $F$  が所要安全率  $F_s$  以上であれば、補強材力に関して盛土は安定であるといえることができる。

さらに、全抵抗モーメントが  $M_a$  の  $F_s$  倍とつり合うときを考えて

$$M_{r0} + M_{ext}(u) = M_a F_s \dots\dots\dots (7)$$

となるような  $u$  (このときのせん断変位を  $u_s$  とする) を算定する。 $u_s$  によって生ずる盛土天端の沈下量  $\rho_s$  が許容沈下量  $\rho_{sa}$  以内であれば、変形の観点からも盛土は安定していることになり、設定されたジオグリッドやその敷設長、敷設間隔などの補強条件が妥当なものであると判断される。 $F$  あるいは  $\rho_s$  が所定の値を満足しなければ、補強条件を変更して上述の検討を繰り返すが、設計的には無補強盛土で許容安全率を満たさないすべてのすべり面に対して同様の検討を行うことにより、最適なジオグリッドや敷設条件を決定することができる。

(2) 解析条件

Fig. 4 に示す軟弱地盤上の盛土を想定し無補強時の基礎地盤内破壊に対して最小の安全率を与えるすべり面を補強することを考える。

ここで、使用するジオグリッドの引抜き抵抗力に影響を及ぼすと考えられる材料物性として引張り強さ  $T$ 、 $T$  を呈するときの引張りひずみ  $\epsilon_1$  (引張り力~ひずみ関係は直線とする<sup>2)</sup>)、および土とジオグリッドの結合状態を表わす係数で式 (3) から与えられる  $f_b$  を取り上

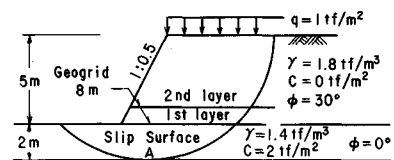
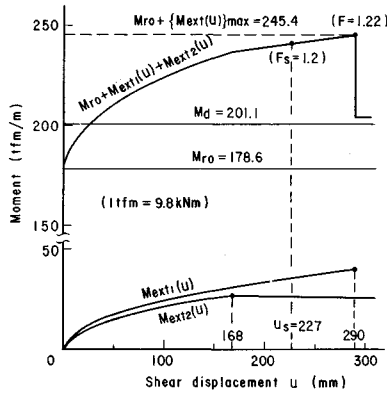


Fig. 4 Model of reinforced embankment.

Table 2 Properties of geogrids for analysis.

Geogrid	Tensile strength $T$ (kgf/m)	Failure strain $\epsilon_1$	Coef. of reinforcement bond $f_b$
G 1	5500	0.08	0.6
G 2	5500	0.16	0.3
G 3	5500	0.32	0.15

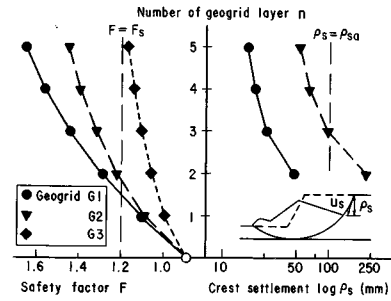
Fig. 5 Relation between  $u$  and each moment.

げる。なお、 $\epsilon_1$  や  $f_b$  の影響度合いについて検討するため、 $T$  を一定として Table 2 に示すような 3 種類のジオグリッドを設定したが、 $f_b$  の範囲は Fig. 2 において得られた試験結果に基づいている。また、すべり面を横切るジオグリッドは基礎地盤上から 1 m の鉛直間隔で敷設することとし、この層数を  $n$  とおけば、Fig. 4 では  $n=2$  の場合を示している。さらに、破断に要する最小定着長を考慮して、ジオグリッドの敷設長は  $L=8$  m で一定とした。

### (3) 解析結果

一例として、 $n=2$  でジオグリッド G2 を用いた場合のせん断変位と各モーメントの関係を図 5 に示す。この図から、せん断変位  $u$  が大きくなるにつれ第 1 層、第 2 層のジオグリッドによる抵抗モーメント  $M_{ex1}$ 、 $M_{ex2}$  はともに増大するが、 $M_{ex1}$  のほうが  $M_{ex2}$  より大きいことがわかる。さらにせん断が進むと、 $u=168$  mm で第 2 層のジオグリッドに引抜けが生じて、それ以降  $M_{ex2}$  は漸減する。一方、第 1 層のジオグリッドは  $u=290$  mm で破断され、以後の  $M_{ex1}$  は 0 となる。したがって、この場合ジオグリッドによって増加する抵抗モーメントは、第 1 層のジオグリッドの破断直前で最大となり、式 (5) から安全率  $F$  は 1.22 と算定される。また、式 (7) において所要安全率  $F_s$  を 1.2 とすれば、せん断変位  $u_s=227$  mm が求められる。

同様の検討をジオグリッド G1、G3 について行うとともに、 $n$  を変化させたときに得られる  $F$  および  $F_s=$

Fig. 6 Relation between  $n$  and  $\rho_s$ .

1.2 としたときの  $\rho_s$  の値を Fig. 6 に示す。この図によれば、 $f_b$  の小さいジオグリッド G3 では 5 層敷設 ( $n=5$ ) しても  $F$  が 1.2 を確保できず、引張り強さが十分に発揮されていないことがわかる。一方、ジオグリッド G1、G2 では  $n=2$  のときにも  $F \geq F_s$  を満足するが、天端の許容沈下量  $\rho_{sa}$  を 100 mm に設定すると、G1 については  $\rho_s \leq \rho_{sa}$  を満足するのに対し、G1 よりも  $f_b$  が小さく  $\epsilon_1$  の大きい G2 では所定値を大きく上回り、 $\rho_s \leq 100$  mm であるには 3 層以上敷設しなければならないことになる。以上のように、ジオグリッドの選定の際には、ジオグリッドの引張り強さが同じであっても発揮される補強材力には  $f_b$  が、盛土の変形には  $f_b$  ならびに  $\epsilon_1$  式 (1)、(2) からわかるが、 $f_b$  が 2 倍になることと  $\epsilon_1$  が 1/2 倍になることは等価である) が支配的であるという点に留意する必要がある。

## 4. おわりに

今後は、本解析法を実際の軟弱地盤上の盛土設計に適用し、盛土の挙動観測結果からその適用性を確かめることにしている。

### 参考文献

- 1) 阿部 裕・北本幸義：ジオグリッド補強盛土の挙動と安定解析，土質工学会論文報告集，Vol. 30, No. 3, pp. 185~196, 1990.
- 2) 阿部 裕・北本幸義：ジオグリッドの引抜き特性に関する理論的考察，第 4 回ジオテクニカルシンポジウム発表論文集，pp. 101~105, 1989.
- 3) Jewell, R. A., Milligan, G. W. E., Sarsby, R. W. and Dubois, D.: Interaction between soil and geogrids, Polymer grid reinforcement, Thomas Telford Limited, London, pp. 18~30, 1985.
- 4) Palmeira, E. M. and Milligan, G. W. E.: Scale and other factors affecting the results of pullout tests of grids buried in sand, Geotechnique, Vol. 39, No. 3, pp. 511~524, 1989.

(1990. 9. 21・受付)

## 内容紹介

# 土木学会論文集 内容紹介

No. 403/VI-10, 1989. 3

## 公害振動における構造物の応答特性と水平振動力計測の重要性

国松 直・三浦房紀・新村 威・中川浩二

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 45-54, 1989. 3.

公害振動の評価は今まで地盤上での鉛直振動レベルの大きさに注目され、計測されてきた。しかし、住民が振動を深刻に感じるのは屋外、すなわち地盤上で作業しているときよりむしろ屋内で静止しているときの方が多い。本研究は種々の振動源からの鉛直、水平地盤振動波形を入力として1自由度系による構造物の応答特性を調べた。特に、水平応答振動レベルの鉛直応答振動レベルに対する比を算出した。その結果から、公害振動の観測における水平振動計測の重要性を明らかにした。

## サンドコンパクションパイルの大規模施工に伴う隆起地盤の形状と物性

前田 進・高井俊郎・福手 勤

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 55-64, 1989. 3.

サンドコンパクションパイル(SCP)を施工した際に生じる隆起地盤についてもSCPによる改良を行って、支持地盤の一部としての有効活用を試みた。本論文においてはSCPによる隆起地盤の形状を予測する手法を新たに提案しその有効性を示した。さらに隆起地盤の強度・土性・沈下特性を把握し、在来撤去されることの多かったSCPによる隆起地盤をさらにSCPによって改良することにより埋立護岸の基礎として有効活用することが可能であることを示した。

## 岩盤の不連続面の影響を考慮した大規模地下空洞の変位計測結果の逆解析

桜井春輔・谷河正也

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 75-84, 1989. 3.

地下空洞掘削時に生ずる空洞周辺の挙動は連続体的挙動だけではなく、割れ目等の存在のために剝離やすべりなどの不連続的挙動が現われる。桜井らは応力ひずみ関係の中で新たに異方性パラメーターを導入することによって、不連続体的挙動を連続体力学の枠組の中でとらえる逆解析法を提案した。

本論文はインドネシア国テラタ水力発電所地下空洞の掘削時に出現した不連続体挙動にこの方法を適用した結果について述べたものである。

## 港湾鋼構造物の腐食の実態について

横井聰之・阿部正美

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 85-92, 1989. 3.

港湾鋼構造物の腐食の実態を把握し、腐食の特性を明らかにするため、全国各地の港湾における腐食調査結果を整理、分析して、次の結果を得た。構造物により、特にL.W.L付近の腐食速度が一樣でなかった。鋼管杭の腐食速度は鋼矢板よりも若干大きかった。また、平均干潮面直下が著しく腐食する、いわゆる集中腐食は多くの構造物にみられた。集中腐食は鋼管杭、鋼材露出高さが高い、水質が悪い、淡水が流入する場合に多い傾向があることが認められた。

## RCD工法とRCC工法との特性について

鈴木徳行・志木茂明

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 93-102, 1989. 3.

近年、コンクリートダムの新しい施工法として、RCD工法が普及してきた。この工法は、わが国で独自に開発された工法で、従来のコンクリートダムと同様の品質で、施工が速く、経済的で安全にダムが施工できる画期的な工法である。一方、アメリカでもRCC工法と称し超硬練り貧配合コンクリートを振動ローラにより締固める工法が進められているが、RCD工法とは設計、施工の基本的な点で大きな相違がある。本文ではRCD工法とRCC工法の特性について対比するとともに、RCD工法の最適化の方向について述べる。

## 湿地用ブルドーザの走行性能—エネルギー解析—

室 達朗・尾本 清・柳家篤司

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 103-110, 1989. 3.

軟弱地盤上を走行する湿地ブルドーザとして、剛性履帯式車両の制・駆動時における走行性能について模型車両実験とエネルギー平衡式による解析結果とを比較したものである。制・駆動力、有効牽引力とスリップ率の関係および前・後輪沈下量、偏心率とスリップ率の関係を明らかにするとともに、牽引エネルギーを最大ならしめる最適スリップ率を求めている。なお、最大牽引力を発揮する最適平均接地圧の存在を示した。

## 下水処理場におけるコンクリートの劣化に関する調査研究

中本 至・谷戸善彦

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp. 111-120, 1989. 3.

海浜に位置する4か所の下水処理場コンクリートの劣化状況の調査、処理水・処理汚泥の分析、生汚泥の還元化進行実験、処理汚泥からの硫化水素発生実験、硫黄酸化菌による硫酸生成実験、および採取したコンクリートコアの分析を行った。各処理場は高濃度の硫酸が生成される非常に厳しい劣化環境にあること、セメント水和物は石膏とシリカゲルに変化し、その劣化程度はセメントの種類、骨材、配合に因らないことを明らかにした。

## 切土のり面保護工選定に関する知識ベース・システム

三上市蔵・家頭圭昌・河野吉次郎・広兼道幸

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.121~130, 1989.3.

近年、道路・宅地造成などの土木工事に伴う地山の切り取り作業は増加する傾向にある。これらの切土のり面を安全かつ美しく保持するための保護工は、専門家がのり面の状況を十分に把握したうえで、慎重かつ迅速に選定する必要がある。今回構築したESは、このような現場の必要性を満足させるためのものであり、各選定条件の重要度を決定するためにはA.H.P.を使い、曖昧な選定条件を評価するためには、Fuzzy理論を使っている。

## 機械推進工法におけるN値に基づく推力の算定に関する研究

南野輝久・皇昭次郎

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.131~136, 1989.3.

機械推進工法はヒューム管など既製管渠を土中へ圧入埋設するトンネル工法で、きわめて経済的かつ低公害であり、下水道管渠築造のほかその使用例は年々増えつつある。所要推力の算定は従来下水道協会の式が用いられているが、土の性質が非常に不確定なため、算定値と実測値が大きくかけ離れる傾向がある。そこで著者らは、施工現場のN値と所要推力の関係を366例の実測結果から帰納し、実際の所要推力に近い値を算定する方式を提案したものである。

## 中小支間道路橋における低周波空気振動の放射音圧レベルとスペクトルの推定

五郎丸英博・白石捷夫・原 公・小森 武

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.137~146, 1989.3.

本研究は、中小支間道路橋の重車両走行による低周波空気振動の放射音圧レベルとスペクトルの推定方法について検討したものである。推定方法の手順は、(1)実橋の床版振動加速度の測定、(2)振動から音響パワーへの変換計算、(3)放射音圧レベルと1/3オクターブバンドスペクトルの計算、(4)放射音の距離減衰量の計算、(5)対象空間の音圧レベルの計算である。実橋の推定結果と検証結果から、本推定方法の精度と適用性について検討し、同種の橋梁の放射音が推定できることを明らかにした。

## 斜面上直接基礎の実用的な支持力評価法の提案

毛戸秀幸・前田良刀・上原精治・日下部治

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.147~156, 1989.3.

段切り基礎を含めて斜面上に設けられる直接基礎に対する実用的な支持力評価法は、いまだ確立されていない状況にある。この設計手法を確立するために、実験および解析的な研究を行い、その成果として、傾斜荷重および斜面内の地震力の影響を考慮した実用的な支持力評価式を提案した。さらに一連の研究結果をとりまとめ、斜面上の直接基礎の安定照査法について紹介した。

## 温度応力継続時間を考慮したダムコンクリートの温度ひびわれの検討

長島 弘・小野 定

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.157~166, 1989.3.

本研究は、実際に施工されたAダムコンクリートの温度ひびわれの発生について、温度および温度応力解析をもとにして検討したものである。また、ひびわれ発生有無の評価を行うために必要な温度応力解析に使用する定数の影響についても検討した。

結論として、ひびわれ発生の有無は、引張応力だけで評価するよりも、引張応力の継続時間を考慮して評価した方が、ひびわれ発生予測の適合率が良くなることが認められた。

## 関西国際空港連絡橋における工事保険

本山 薺・土山和夫・堀地紀行

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.167~172, 1989.3.

官民一体のプロジェクトとして泉州沖約5kmの地点で建設が進められている関西国際空港は、その事業主体が民間会社であるところに大きな特徴がある。本報告はこうした空港工事、とりわけ陸岸と空港島とを結ぶ連絡橋工事において全面的に採用されるに至った工事保険について、その導入の背景と内容について紹介する。

## 発破による鉄筋コンクリート構造物の解体に関する基礎的研究

木下雅敏・長谷川昭美・松岡 栄・中川浩二

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.173~182, 1989.3.

発破によるRC構造物の解体技術の確立のため、小規模な実構造物を用いて、まず各部材レベルの局所的な破砕に関する実験を行い、その後その結果を参考に簡単な部分構造物の倒壊実験を行った。局所破砕実験により、RC造の薄い壁およびはりについてRC構造物の倒壊を行うに十分な破砕を行うための発破条件が明確になった。また、倒壊実験によりRC構造物の倒壊を行う際の問題点を具体的なイメージとして明確にすることができた。

## むつ小川原石油備蓄基地におけるRCリングの水張試験時挙動

吉澤耿介・大森弘一

土木学会論文集 第403号/V-10, pp.183~188, 1989.3.

むつ小川原石油備蓄基地で実施した計測のうち、水張試験時のRCリングの応力計測結果、タンク側板沈下とRCリング沈下との関係およびタンク側板沈下とタンク側板の平面的な変形との関係についてまとめた。水張試験時のRCリングの発生応力が試験時期に左右されること、タンク側板沈下とRCリング沈下との間に一定の相関関係があること、およびタンク側板の平面的変形が側板の沈下に伴う側板の弾性変形により生じていることがわかった。

## 高盛土による山岳空港の建設

清水幸雄・河野伊一郎・会田敏雄・竹内秀明

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.189~198, 1989.3.

新岡山空港は、標高239mの吉備高原の南端を切り開いて、大規模(盛土1250万 $m^3$ )、高盛土(60m)で、急速施工(3年半)して建設された山岳空港である。切土材を活用し、盛土ゾーニング工法が採用された。この空港の特徴、つまり転圧試験、排水対策、切土の判別、盛土の品質管理、水浸沈下、動態観測、施工機械について述べるものである。

## 秋田石油備蓄西基地地中式原油タンクの設計・施工

永田英敏・植出和雄・久野英郷・林 博一

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.229~238, 1989.3.

秋田石油備蓄基地は、秋田県南鹿市船川港地区において備蓄容量約450万 $kI$ の国家石油備蓄基地として建設中のものである。本文では、完成間近の西基地の地中式タンク(30.5万 $kI \times 4$ 基)の土木工事について報告するものである。当タンクは順巻き工法によって構築したものであり、その泥岩の掘削規模は、直掘りとしてはわが国最大級の掘削工事である。ここでは、主として、設計の考え方、泥岩性状に関する事前調査の結果、掘削中の計測管理の結果に基づいて検討した設計の妥当性の評価などについて紹介する。

## 確率論手法に基づく発破振動管理手法に関する一提案

吉岡幸雄・宮地明彦・古川浩平・中川浩二

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.199~208, 1989.3.

都市部における山岳トンネルの発破掘削においては、制御発破工法による厳しい振動の管理が要求される。その管理は最大速度振幅を表わす式  $PPV = KW^a D^{-b}$  によることが多い( $W$ :薬量、 $D$ :距離)。本研究は、この予測式において薬量は段当たりでなく孔当たりを基本にし、発破振動のばらつきを考慮に入れた確率論に基づく発破振動管理法を提案し、従来の手法との比較を行い、提案した管理法がより優れていることを明らかにしている。

## 菅原城北大橋の設計と施工

藤沢政夫・亀井 正・井下泰具

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.239~248, 1989.3.

本橋は主橋梁部の3径間連続鋼斜張橋の端橋脚を省略するために隣接するPCラーメン橋の側径間側端部との接点にヒンジを設けている。主塔については耐風性、景観等を考慮し橋軸方向にスリットを設けた構造を採用している。また、斜張橋の架設は側径間への張り出し架設工法を採用している。

本論文では、これらの特徴を有する本橋の設計ならびに架設の概要を報告するものである。

## 実施工からみた硬岩トンネルの無発破掘削法に関する特許情報の検討

中川浩二・古川浩平・萩森健治・村上 進

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.209~217, 1989.3.

近年、市街地近郊における硬岩トンネルの無発破掘削工法の重要性は増加してきている。本研究では、最近16年間における硬岩トンネルの無発破掘削工法に関する特許情報(296件)を整理し、その結果を実施工の状況と比較することにより評価し、これらの特許情報をもとに硬岩トンネルの無発破掘削工法のあり方、将来の技術開発動向について検討した。

## 集材材と主構造とした坊川林道橋の防腐処理と架設

薄木征三・長谷部薫

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.249~256, 1989.3.

秋田営林局土木課で架設した坊川林道橋は、集材材を主桁と床版とした格子桁橋であり、実橋で使用したすべての集材材に対しCCA1号で加圧注入防腐処理を行っている。本報告では、防腐処理の木の強度に及ぼす影響、桁と床版を結合するラグボルトの引き抜き耐力に及ぼす影響およびアスファルト舗装による集材材床版パネルへの影響について検討を行った。さらに、桁の架設から舗装までの現地における架設手順について報告する。

## RC斜張橋・呼子大橋上部工の情報化施工

久我尚弘・根本文夫・中山 等・日紫喜剛啓

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.219~228, 1989.3.

呼子大橋は、佐賀県の離島・加部島と九州を結ぶ3径間連続PC斜張橋の道路橋であり、中央径間250mを有し、日本で最長スパンのコンクリート橋となる。本橋の主桁は斜材で吊り上げながらのワーゲンによる張出し工法により施工され、ここではたわみ、斜材張力、各部応力度等の管理を迅速かつ合理的に行うため、マイクロコンピュータを用いた情報化施工を実施した。本報文は、この情報化施工の概要について報告している。

## マネジメント・スタイル分析による日本と欧米の建設マネジメントの相違について

馬場敬三

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.257~264, 1989.3.

本報告は、工事現場におけるマネジメントにおいて最も重要なものの一つと考えられる労務管理に関するものであり、工事マネジメントシステムのあるべき姿を提案し、その中で労務管理システムが非常に重要であること、また運用にあたって特に時間管理が重要であることを強調している。次に、こうした工事マネジメントシステムの出発点として作業員の入退場管理システムを開発し、その実績を踏まえて得られた労務管理システムに関する知見を報告している。



## 段発発破振動速度波形からの振動レベルの算出

国松 直・三浦房紀・今村 威・中川浩二

土木学会論文集 第403号/VI-10, pp.265~268, 1989.3.

本研究は衝撃的な波形がある秒時差で繰り返されるような段発発破波形を対象に、速度波形から振動レベルを求める方法を示した。算出方法はまず各速度波形の最大速度振幅、継続時間と秒時差がそれぞれ異なるような一般的な波形について、単発発破波形とみなせる波形を分離し各波形ごとの振動レベルを求め、次に振動レベル計の減衰特性を考慮しながらデシベルの和の計算を行い、各波形入力に対する振動レベルを求めることになる。本方法を実際の施工中の発破記録に対して適用した結果、十分満足のいく結果であった。

# 土木学会論文集 内容紹介

No. 409/VI-11, 1989. 9

## 泥水式シールドの適性泥水圧に関する実験的研究

栗原和夫・森 麟・田村昌仁

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 37~46, 1989. 9.

泥水式シールドにおいて、切羽を安定させ、変状を防止し、噴発を防ぐための切羽の押え圧を適正にする必要があり、泥水圧とカッター圧の関係を実験によって確かめた。その結果、a) 地盤の動きを押え変状を小さくする前面圧は静止側圧と一致させることで泥水圧はカッター圧を差し引いた値となる。b) 切羽のブローを防ぐ泥水圧は粘性土地盤で泥水圧をとる必要があり、砂質地盤ではカッター圧が大きく、泥水圧=地下水圧+0.2 kg/m<sup>2</sup>程度にする要が判明した。

## 逐次確率比検定法による労働災害発生率の統計評価に関する研究

花安繁郎・五十嵐日出夫

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 47~56, 1989. 9.

建設工事事業所などにおける労働災害の発生危険性の水準を評価するために、災害発生率が変動する過程を統計的仮説検定法によって分析・評価することを試みた。評価のための尺度には労働災害が発生するまでの時間数を用いた。少数の災害データで評価を行うことができる逐次確率比検定法を採用することにより、労働災害発生時間数を尺度として労働安全性の評価を効果的に行えることを事例分析を通して示した。

## 磁気層別沈下計の開発とその適用性に関する研究

谷口敬一郎・楠見晴重・木村宏一・辻本勝彦

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 57~64, 1989. 9.

磁気層別沈下計は、1孔のボーリング孔において、同時多点式に各深度ごとの沈下量を測定するという目的で、著者らによって開発された測定器である。

測定法は、まず小さな磁石を特殊なジャッキでボーリング孔内から地層中に押し込み、その位置を磁気抵抗素子を利用した測定プローブによって観測する。磁石の間隔は20 cm程度以上であれば十分で、個数については制限がない。埋立地、人工島、造成盛土等の大荷重による旧地盤の収縮沈下や盛土自体の圧縮、一般の圧密沈下等の測定に実効を挙げている。

## 氷海構造物の地震時挙動と滑動安定性に及ぼす氷の影響

三浦房紀・野沢逸男・榊 信昭・平野勝志

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 65~74, 1989. 9.

本研究は、重力定着式構造物が氷海に建造される場合を想定して、地震時における構造物の応答および滑動安定性に及ぼす氷の影響について調べたものである。その結果、入力波形や氷の剛性によってその程度は異なるが、氷の存在によって構造物の最大加速度、速度、変位応答はほぼ半分まで低下する場合がある。また、構造物全体の滑動に対する安全率は、氷のない場合に比べて20~100%高くなった。以上より氷の存在は構造物の安全性に対して有利に作用することがわかった。

## 鋼製落石防護柵の落石による衝撃特性

吉田 博・榎谷 浩・藤井智弘・前川幸次

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 75~84, 1989. 9.

落石防護柵とは、落石の停止あるいは落石エネルギーの低減を目的に斜面途中に設けられる道路構造物である。防護柵上には、通常、衝撃緩衝材として砂あるいは古タイヤが敷かれている。本研究では、砂とタイヤを用いた実物大の鋼製落石防護柵を用いて落石衝突実験を行い、両材料における衝撃緩衝能力と分散効果の相違、静的挙動との比較による防護柵の動的挙動特性そして防護柵の衝撃特性に与えるたわみ性の影響を明らかにし、合理的な設計のための基礎資料を提示している。

## 軽量な可撓性材料を用いた排気施設（ソフトチムニー）の提案

清水 浩・森口祐一・内藤正明

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 85~92, 1989. 9.

煙突や排気塔は重力と横風に対してその形状が内部を排気が通過するのに差し支えない程度に保たれておれば状態を果たすことに着目し、これらを可撓性のある軽い材料で実現することを提案した。可撓性のある材料の形状を保持するため、本提案では繫留気球や空気圧を利用する。風速が30 m以下という条件の下で、高さ100 m、直径2 mの排気塔が理論上285 kgの重量で実現できる。

## アスファルト舗装を対象とした維持管理支援システムの開発

水野直樹・福井康裕・松井邦人・井上武美

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp. 93~102, 1989. 9.

幹線道路の総延長距離は伸び続ける一方、近年の爆発的な交通量・重車両の増加は、わが国の道路舗装の損傷に深刻な影響を与えている。道路管理者が、限られた予算で望ましいレベル以上に舗装の供用状態を維持するためには、その費用を合理的かつ効率的に配分することが重要である。本論文の目的は、新設あるいは、既存の道路舗装の最適維持管理を支援する手法（CAMPAS）を開発することである。最適手法として動的計画法を用いている。

## 開削工法による剛性埋設管の設計法に関する研究

村田恒雄・山田清臣

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.103~112, 1989.9.

①実規模現場試験工事により矢板引抜き時に鉛直土圧が急増することを証明。②従来の土圧算定法の問題点の指摘と弾性CEMによるモデル化で、新しく式を誘導。③基礎の構造計算に新しく形状の要素を入れ、新K値を提案。④現場での計測調査と提案式の検証を行い、ほぼ一致したことが判明。

## 既設トンネル周辺岩盤の調査手法と設計への応用

谷口親平・亀和田俊一・米田裕樹

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.139~144, 1989.9.

本論文は既設トンネル周辺岩盤において、ポアホールカメラを利用した調査手法の概要と調査例および設計への応用について述べたものである。この調査の結果、既設トンネル背面の①空洞の規模、②ゆるみ領域の推定、③亀裂の卓越する方向などの変状状況の推定に有効であることを明らかにした。特に②と③が判断できれば、ゆるみ領域を拡大させないための補強対策およびその施工範囲を調査の段階で示唆できることを示した。

## 軟岩の大規模掘削における地下水挙動

永田英敏・渡辺豊彦・久野英郷・石原和夫

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.113~120, 1989.9.

当論文は泥岩を対象にした直径約96m、深さ約40mの円形掘削にあたり実施した地下水挙動の事前予測、掘削中、掘削後の計測による検討について実績を中心に報告するものである。報告の要旨は次のとおり。

- (1) 地下水挙動は、地山全体を均一としたダルシー則に従う挙動と不連続面に支配された挙動が混在する。
- (2) 掘削時の湧水量に大きく影響するのは、高透水層の存在等、地山の不均一性であり、掘削周辺のゆるみによる係数の変化、異方性等の影響は少ない。

## 地盤データベースに関する問題点と今後の展望

岩尾雄四郎

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.145~150, 1989.9.

地盤データベースの作成が盛んであるが、その作成と利用は著作権法に関しての統一的理解や認識がないに等しい現状である。まず原資料となる地盤調査報告書に網羅されている内容、そこに引用された文献を体系的に整理している。次に著作物、地図、プログラム、作成者の職務、利用、通信、データベース自身について関連事項と比較しながら現状の解釈例と問題点を明らかにしている。さらに情報公開と私的権利、保護の関係で今後あるべき姿について論じている。

## 液体窒素により冷却した細骨材を用いたプレケーリングシステムの開発

木村克彦・根上義昭・後藤貞雄・大下研一

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.121~130, 1989.9.

本論文は、液体窒素(LN<sub>2</sub>)を用いたプレケーリング方法に関するもので、①LN<sub>2</sub>で冷却した細骨材(冷却砂)および冷却砂を用いたコンクリートの性質、②本方法をLPG地下タンク底版の温度ひびわれ制御対策に適用した例について述べている。実験の結果、冷却砂の性質は変化せず、冷却砂を用いたコンクリートの性質は向上し、本方法を用いて施工した結果、温度ひびわれの発生は認められず、冷却コンクリートの製造・品質管理、冷却効率などの面から実用的であることが認められた。

## 東京湾横断道路の環境影響評価における国の実施要綱と地方条例等との整合化

森 康男・前田依彦・小島伸一

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.151~160, 1989.9.

東京湾横断道路の環境影響評価は、1984年に閣議決定された国の「環境影響評価実施要綱」によって実施されることになったが、この実施要綱と地方公共団体の条例等との評価内容や手続きについての相違の調整を行って、整合性をもった環境影響評価の手続きをすすめる必要があった。本稿では、経過の概要を紹介するとともに、これらの相違から生じる問題点を明らかにし、整合を図るために工夫された解決手法を示し、今後の課題を論じた。

## 軟弱地盤上の空港建設

塩田精一・足立二雄・豊田奉節・田中洋行

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.131~138, 1989.9.

現在運輸省が進めている羽田空港沖合展開工事の概要について述べた論文である。非常に軟弱な土砂によって埋め立てられた地区に新しい空港が建設される。論文は第一期工事で実施された施工の中で、ベーパードレーンで改良された地盤の沈下挙動、軟弱地盤中に建設される地下構造物の設計の考え方、および観測施工によって計測された土留め工の挙動について述べる。

## モルタル継手鋼棒トンネルライニング(MSライニング)工法

松本嘉司・安原 明・宮田弘之介・新見吉和

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.161~168, 1989.9.

現在のシールドトンネルのライニングは、セグメントをボルトで接合して構築しているので、ライニングからの漏水を防止することができない。本研究で開発した工法は、コンクリートを組み込んだ鋼棒の覆工部材を用い、その接合面の間にモルタルを注入して一体化するもので、継目間の漏水を完全に防止することができる。本論文では、鋼棒部材の設計方法およびそれに伴って行った実験結果と施工実績を示す。

## 幸魂橋下部工における連壁基礎

河田寛行・内田邦雄・木下省三・磯貝光章

土木学会論文集 第409号/VI-11, pp.169~176, 1989.9.

本稿は、東京外郭環状道路が荒川を渡る幸魂橋のP15橋脚基礎に採用した連壁基礎について、その設計・施工の概要を述べるとともに施工性や施工による地盤のゆるみ、橋脚自重作用時の挙動等の調査を行った結果を述べたものである。

これらの調査により、連壁基礎の設計・施工に関する多くの有益な資料を得ることができ、今後連壁基礎を検討する際に参考になると思われる。

# 土木学会論文集 内容紹介

No. 415/VI-12, 1990.3

## 中小建設業の経営意識と長期的振興方策—徳島県におけるケーススタディー—

定井喜明・坂本佳彦

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 81~88, 1990.3.

現在建設産業の構造組織の非合理性、企業の零細性、経営の非近代性、労働力の高齢化など多くの問題をかかえている。そこで徳島県下の中小建設業者を対象として、経営意識アンケート調査を実施・分析するとともに、建設業者経営事項審査表を統計解析した。さらに、長期的振興方策を階層分析法(AHP法)によって評価するなどして、中小建設業者が21世紀にむけて活力と魅力ある基幹産業として発展するための振興方策を論じた。

## セル体の振動貫入に関する研究

高井俊郎・今野健太郎・荻野秀雄・中村正邦

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 53~62, 1990.3.

パイプロハンマーを用いたセル体の地盤への貫入機構およびウォータージェット併用時の低減効果について、既往の研究成果をもとにパイプロハンマー出力算定式を求め、関西国際空港の空港護岸工事で採用された根入れ式鋼板セル工法の施工記録との対比を行い、上記算定式の有効性について検討した。その結果、新しく提案したパイプロハンマー出力式およびジェットによる低減算定式が出力実測値と良い相関を示すことが確かめられた。

## 路面性状による飛行場コンクリート舗装の老朽度評価

木暮敬二・藤本一男・酒井 隆・松田隆繁

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 89~98, 1990.3.

飛行場コンクリート舗装の路面破損について、主観的な視察調査を実施し、数量化理論を用いて、調査結果を客観的な評価値に数量化した。同時に定量的な実測を行い、実測値と数量化された評価値との重回帰分析から、路面性状による老朽度の評価式を提案し、既往の調査・補修実績等から評価式の妥当性を確かめた。

## 橋脚の洗掘防止ブロック工の重量と施工範囲の統計的手法による設計法

岡田勝也・関 雅樹・村石 尚・梶間津洋志

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 63~70, 1990.3.

橋脚の洗掘防止工の一つであるコンクリートブロック工の洪水時の安定性について多変量解析を用いて検討し、コンクリートブロック工安定度判定手法を提案した。その手法は、川幅水深比、水深、摩擦速度、河道曲率半径とブロック重量の5変量によって表わされる判別関数に基づくもので、その適用限界も明確にされた。これによって河川特性と洪水特性に応じたコンクリートブロック工の重量が定量的に決定できることになった。

## スロット削孔機とプレーカを用いた硬岩トンネルの無発破掘削工法に関する研究

萩森健治・古川浩平・横関義美・中川浩二

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 99~108, 1990.3.

第2新神戸トンネルの市街地に近い約500m区間は堅硬な花崗岩であるが、発破が使えないため、近年開発されたスロット削孔機とプレーカにより完全に無発破で掘削が行われた。本研究ではこの区間の掘削における岩質と施工能率に関する種々のデータを重回帰分析により解析した結果、地山の状況を軸圧縮強度と節理評価で規定すれば、スロットの配置や施工時間を予測できることを示した。この結果は、今後の同種工事の計画に役立つと思われる。

## 斜面崩壊予測を対象とした衛星マルチスペクトルデータの実利用化について

大林成行・小島尚人・笠 博義

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 71~80, 1990.3.

斜面崩壊の予測問題を「面的広域予測」の立場からとらえ、数量化理論第I類~III類およびミニマックス判別を中核とする予測モデルを構築し、斜面崩壊現象と種々の国土情報との因果関係の分析を通じ、多方面からモデルの検証を試みた。国土情報のひとつとして衛星リモートセンシングデータを加味したところに特徴があり、さらに、現地踏査データを用いた詳細な検証によって実際に構築された予測モデルから作成された「斜面崩壊予測危険性図」の有効性を立証している。

## 不連続性岩盤斜面の安定性評価に関する統一的手法について

清水泰弘・Ömer AYDAN・土山茂希・市川康明

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp. 109~118, 1990.3.

本論文は、不連続性岩盤斜面を対象として、現地調査結果のデータに基づいた適切な安定解析法を選択・実行し、その解析結果により破壊の有無を判断し、必要な対策を導入する手順について提案した。全体の手順は、数多くの過程に細分されているが、大きくは5つのSTAGEにまとめられている。ここで提案した処理システムを利用することで、経験が浅い現場技術者でもすみやかに適切な判断が可能になるものと考えられる。

## 建設分野における国際摩擦の背景と解決の方向について

馬場敬三

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.119~126, 1990.3.

近年、建設分野における国際摩擦が主に3つの分野で起こっている。すなわち、日本の建設市場の開放の問題、日本の建設業が海外進出している場合の現地における摩擦、最後に日本の経済の好調さが招いた人手不足から来る外国人就労の問題である。これらの原因の共通点は経済の国際化と日本の経済の影響力の増大がその根底にある。そして、これらの解決には国際的なレベルでの相互理解が必要であり、同時に日本の諸制度や方式も見直される必要がある。

## 数量化法に基づく転落型落石の危険度評価基準について

村上幸利・箭内寛治

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.155~162, 1990.3.

従来からの採点法と数量化法それぞれの長所を活かした転落型落石の危険度判別法として、数量化分析結果に基づく危険度評価基準ならびにその基準による採点法の提案を行った。従来の採点法と比較しながら、実際の落石斜面の危険度評価を試み、本報告で提案する採点法の妥当性等について検討した。その結果、数量化分析から設定される判別点をそのまま利用できることによって、客観的な危険度判別ができることなどがわかった。

## アワビの蠣集に与える副産物フェライトの影響

間山正一

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.127~134, 1990.3.

本稿は新しい素材である副産物フェライトで作製したシェルタのアワビの蠣集効果について報告するものである。その結果、副産物フェライトシェルタは従来の骨材を使用したシェルタに比較してアワビの蠣集効果が大きく、また、従来のセメントコンクリートシェルタであってもフェライト材料で表面を覆われた場合はアワビの蠣集効果が大きいこと、アワビが好まないアクリルシェルタであっても副産物フェライトを封入することによって近くまで蠣集できること等を明らかにした。

## 軟岩の大規模山留め工事における計測管理手法の適用

永田英敏・林 博一・井上啓明・高野 忠

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.163~170, 1990.3.

安全性が高い、景観が保全できる、土地が有効利用できるなどの優れた特徴を有する地下空間を利用したエネルギー備蓄が盛んになっている。このような地中構造物は大深度掘削となるため山留めに対する慎重な配慮が必要である。土砂地盤においては、すでにLNG地下式貯槽など多くの実績がある。ここでは、軟岩における大規模掘削の例について報告する。この事例では計測された地盤の挙動に基づき地盤モデルを設定することで、高い精度で最終掘削時までの予測が可能となった。

## 大深度ケーソン立坑と高水圧海底シールド工事

山下 修・福田澄夫・和佐野貞利・小林育夫

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.135~144, 1990.3.

堺航路シールドトンネルは、延長が2130m、土被りが約45mの海底シールドであり、トンネル内には、天然ガス輸送導管が敷設された。立坑には、深さが52mのニューマチックケーソンを用い、シールドは、4.5 kgf/cm<sup>2</sup>の高水圧の作用する洪積砂礫層を掘進、凍結工法を用いて海底ドッキングを行った。トンネルの一部区間は、圧密沈下の影響を受けるため、弾性ワッシャーや可撓セグメントを用い、不同沈下対策を施している。

## 松浦火力発電所貯炭場地盤改良の設計・施工

平川義行・篠原淑郎・宮入寛雄

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.171~180, 1990.3.

輸入石炭を燃料とする大規模石炭火力発電所において、ボタ、海砂等を埋立材料とする埋立地盤上に、大容量の屋外貯炭場を建設した。当工事では、沈下量の低減を目的とした締固め砂杭工法と、山積み石炭の安定を図るため、基礎地盤表層部にセメント安定処理による地盤改良を行った。本報告では、これらの地盤改良を適用するに至った設計の基本的考え方と、現場施工管理の方法ならびに実績について述べている。

## 発破による鉄骨建家の倒壊工法に関する実験的研究

小林茂雄・草深守人・池田義之・中川浩二

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.145~154, 1990.3.

発破による鉄骨建家の倒壊工法の確立のため、単純な工場建家の発破解体を行ううえでの設計方法と実際の解体工事を行ううえでの問題点について検討を行った。本文では、弾塑性骨組み解析を用いた倒壊設計の基本的な考え方とその例を示すとともに、実構造物を用いた倒壊実験を4つの異なる倒壊パターンにて実施した結果について報告している。実験を通して、実際に鉄骨建家の発破解体を実施するうえでの(1)倒壊設計、(2)鋼板切断、(3)防音対策 についての問題点を明らかにすることができた。

## 鋼橋送出し架設工法(集中方式)における反力管理に関する2,3の考察

前田研一・西土隆幸・本田 進

土木学会論文集 第415号/VI-12, pp.181~190, 1990.3.

本文は、テフロン板による集中方式の鋼橋送出し架設工法に着目し、実橋の架設を通じて行ってきた、送出し設備の改良、センサーの開発および室内実験、現場の管理計測の結果について報告し、主に反力管理に関して種々の考察を加えたものである。さらに、これらの成果を踏まえて実施した、本方式によるわが国最初の曲線橋架設における現場施工管理結果について報告し、工法の安全性や特殊性を論じたものである。

# 世界標準のソフトウェア

## Mr. SOIL

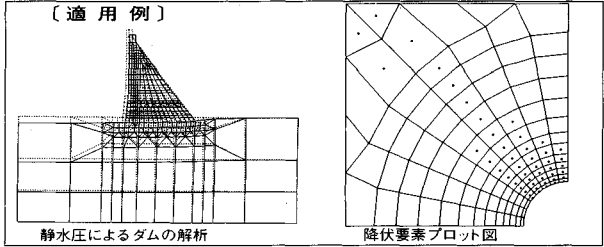
### Version-2.5

■豊富な機能

- 弾性及び弾塑性解析が可能。
- 掘削・盛土機能により、施行ステップにしたがった解析が可能。
- 荷重の段階的載荷が可能
- 側圧係数の指定が可能\*
- 充実したグラフィック機能
  - 変位ベクトル図\*、変位コンター図\*
  - 応力ベクトル図、応力コンター図
  - 構・梁要素 断面力図\*
  - 降伏要素プロット図\*

\*はV.2.5による追加機能

〔適用例〕



■お求めやすい価格設定

パソコン版(PC-9801シリーズ).....64万円(税別)  
EWS版(NEWS, SUN, HP, VAX など).....220万円(税別)

■実績が示す高信頼性(使用実績187本 平成2年度8月末現在)

(株)アースコンサルタント アイドールエンジニアリング(株) (株)葵エンジニアリング (株)荒谷建設コンサルタント 石川工業高等専門学校 (株)ウエスコ 上山試錐工業(株) 運輸省港湾技術研究所 (株)エイトコンサルタント (株)N T T 鈴鹿電気学園 (株)オリエンタルコンサルタンツ (株)応用地学研究所 大阪大学 大阪市交通局 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 大阪府立大学 岡山大学 岡山大学 (株)奥村組 技術研究所 奥村組土木興業(株) 小田急建設(株) 小野田ケミコ(株) 小野田ケミコ(株) 鹿児島大学 梶谷エンジニア(株) 鹿島建設(株) 金沢大学 金沢大学 川崎地質(株) 関西電力(株) 岩水開発(株) 関西航測(株) (株)基礎建設コンサルタント 関西大学 九州共立大学 九州産業大学 九州産業大学 九州産業大学 九州大学 九州電機開発(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 近畿大学 岐阜工業高等専門学校 久保田建設(株) (株)熊谷組 (株)熊谷組 (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 奥亜開発(株) 佐賀大学 佐伯建設工業(株) 佐田建設(株) 佐藤工業(株) 佐藤工業(株) サンコーコンサルタント(株) 滋賀県立短期大学 (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 新日本製鉄(株) 新技術計画(株) 技術設計部 JR西日本コンサルタンツ(株) (株)住化土建設 住友建設(株) 住友建設(株) (株)西播設計 (株)ソイルブレーション 促進工事(株) (株)第一コンサルタント 大成建設(株) 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)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 玉野総合コンサルタント(株) (株)地崎工業 (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)	中国電力(株) 中部工務(株) 中部電力(株) 通信土木コンサルタント(株) (株)テクノックス 東海大学 (株)東京建設コンサルタント 東京大学 東京地下工務(株) 東京都土木技術研究所 東建地質調査(株) 東鉄工業(株) 東電設計(株) 東電設計(株) (株)東日測量設計社 東邦エンジニアリング(株) (株)東和技術コンサルタント 動力炉・核燃料開発事業団 戸田建設(株) (株)中堀ソイルコーナー 西谷技術コンサルタント(株) 西松建設(株) 技術研究部 日本大学 日本大学 日本鋼管(株) 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) 日本交通技術(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 (株)ニュー設計 八戸工業大学 林建設工業(株) (株)阪神コンサルタント 東日本旅客鉄道(株) (株)日立造船技術研究所 ヒメノコンサルタント(株) ヒロセ(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)	(株)復建エンジニアリング (株)復建エンジニアリング 藤原技術士事務所 復建調査設計(株) 不動建設(株) 不動建設(株) 不動建設(株) (株)芙蓉調査設計事務所 北光オリサーチ(株) 前田建設工業(株) 前田建設工業(株) 前田設計(株) (株)松村組 三井建設(株) 三菱重工業(株) 明治コンサルタント(株) メトロ設計(株) (株)守谷商会 山口大学 山口大学 山口大学 山口大学 (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 和歌山工業高等専門学校 海外 オランダ デルフト大学 米国 ミネソタ大学 米国 イタスカ社 西オーストラリア大学 韓国 大林エンジニアリング 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 正友エンジニアリング 韓国 先進エンジニアリング 韓国 大学 韓国 大学 韓国 又大エンジニアリング 韓国 原子力研究所 韓国 三安エンジニアリング 韓国 都和エンジニアリング 韓国 宇星エンジニアリング 韓国 ソウル大学 韓国 ソウル大学 韓国 光州大学
---	---	---	--

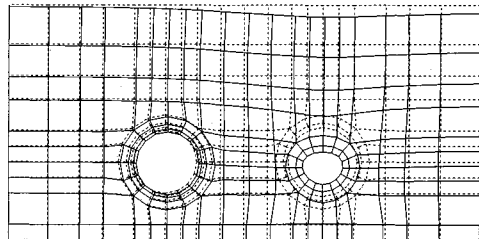
(五十音順 敬称略)

# STACC

(Shield Tunnel Analysis Program  
by Characteristic Curve)

## 概要

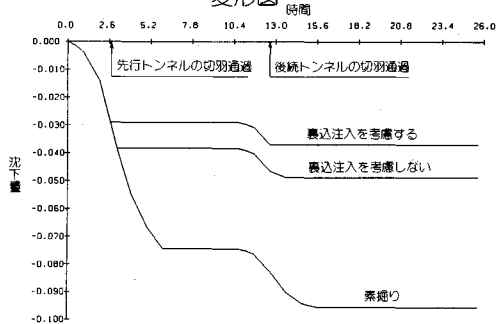
- ・二次元有限要素法解析と地表面沈下特性曲線を融合し、三次元的効果を考慮すると共に、各種施工条件をも考慮した地表面沈下量解析プログラム。



変形図

## 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。



地表面の経時沈下量

## 対応機種

- ・各種汎用機
- ・各種EWS

アイサフ工業(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)舘高組	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	日本スピードショア(株)
(株)大林組	中央復建コンサルタンツ(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)岡組
北馬設計(株)	鉄建建設(株)	阪神高速道路公団
(株)熊谷組	(財)鉄道総合技術研究所(JR総研)	パン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	(株)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

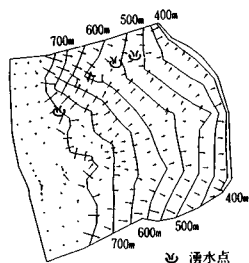
(06-241-4121) 営業担当: 岩崎・吉川



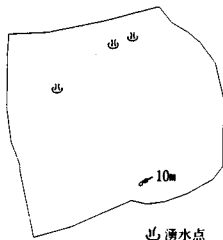
あの地下水解析ソフトがさらに機能充実!

# UNISSE<sub>ユニセフ(V-2)</sub>

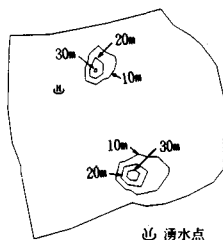
スピーディな同定・安価な解析



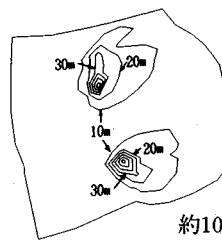
初期状態の地下水流



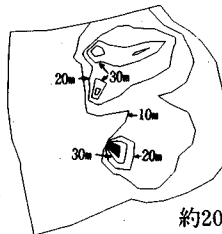
トンネル掘削開始直後



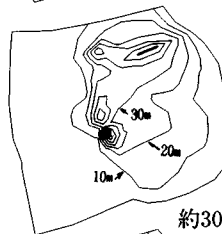
約4日後



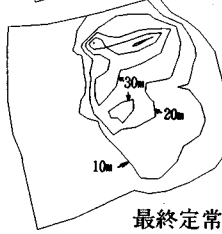
約10日後



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。

適応機種: SUN, NEWS, HP,

IBM 30XX, FACOM-Mシリーズ 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 未来設計企業  
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: 岩崎・吉川

# 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

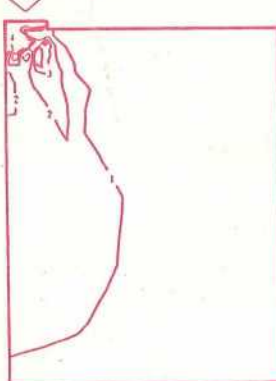
### 出力項目

- 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・プラグー、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)

(荷重)



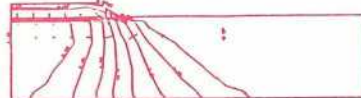
応力増分コンター(Δσ V)  
(10日後)



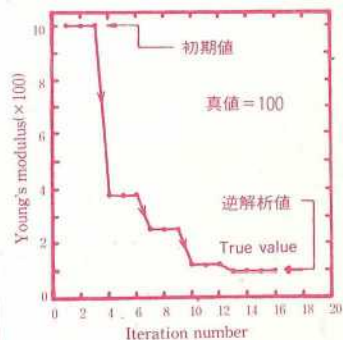
変位ベクトル図(40日後)



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: 岩崎・吉川