

今月は論文集第103号(39年3月発行) 登載予定論文としてつぎの3編を紹介いたします。なお、次号では第104号登載論文として下記の6編を紹介する予定です。

島田静雄：つり橋ケーブルの水平反力の簡便算定法(英文)

神月隆一：土砂を含んだ洪水流の二、三の特性について
小西一郎・山田善一・高岡宣善・国広昌史：長大スパン
つり橋のタワーの耐震計算法に関する研究

平井一男：結合法による弾性支承を有する連続ばりの動的解析

巻幡敏秋：ゲートの空気の吸い込みに関する一考察
足立昭平：人工粗度の実験的研究

基礎構造を考慮したラーメンの解法

長 尚

1. ま え が き

元来、構造物は、基礎構造を同時に考慮して設計計算が行なわれるべきであることは説明するまでもないが、実情はこの両者が切り離されている場合が多いようである。この原因は基礎構造が上部構造物にくらべて、同時に理論的に扱うには無理があり、これをあえて考慮すると、設計計算が非常にはん雑となり実用的ではなくなり、また、はん雑をさげようとする精度に疑問が残る、いづれにしても、実用的でなくなることにあるようである。

そこで本文中で、ひとまず計算を普通のラーメン計算と同程度に簡単化するために、土をふくむ基礎構造を多分に理想化し、二、三の特殊な基礎構造の場合一部の人が試みているように、すべて弾性論で取り扱うことを容認した場合の解法を、拡がり基礎、杭基礎などあらゆる構造について、たわみ角法によって示し、ついで土をふくむ基礎構造を理想化したための誤差を実用上安全に処理できることを述べ、ここで示した解法によれば基礎構造と上部構造物を切り離して設計する従来の一般の方法にくらべて、誤差の範囲は少なくなり、より安全な、より経済的設計が可能となることを述べる。

2. 理論の概要

土をふくむ基礎構造をラーメン部材と同様に弾性論的取り扱いが可能で、たわみ角法で処理することができるためには、基礎構造の変位と力との間には比例関係が成立するという仮定を設けなければならない。この仮定の影響の処理については後述するとして、この仮定が満たされれば、基礎に作用する力の三要素と、基礎の変位の三要素との関係は次式のような一次式で表わされる。

$$M_i = \gamma_{11} \theta_i + \gamma_{12} \delta_{Hi} + \gamma_{13} \delta_{Vi} \dots \dots \dots (1)$$

$$H_i = \gamma_{21} \theta_i + \gamma_{22} \delta_{Hi} + \gamma_{23} \delta_{Vi} \dots \dots \dots (2)$$

$$V_i = \gamma_{31} \theta_i + \gamma_{32} \delta_{Hi} + \gamma_{33} \delta_{Vi} \dots \dots \dots (3)$$

ここに M_i : i 基礎に作用するモーメント

H_i : i 基礎に作用する水平力

V_i : i 基礎に作用する垂直力

θ_i : i 基礎の回転角

δ_{Hi} : i 基礎の水平変位

δ_{Vi} : i 基礎の垂直変位

γ_{pq} : 係 数

この式中の係数 γ_{pq} を各基礎構造に応じて求め、基礎構造に応じた式(1)~(3)の基本式をまず導く。この基本式が求まれば、これら式中の未知量である回転角、および水平、垂直変位と、これら基礎の変位を考慮に入れたラーメン部材の基本式中の未知量、節点角および部材角は普通なたわみ角法の解法と同様に、モーメントのつり合い式、力の平衡式、さらに場合によっては変位の幾何学的条件によって、連立方程式を作り、これを解くことにより求められる。

3. 拡がり基礎の基本式

普通基礎の水平変位は無視できるので、基礎の変位としては、回転角と垂直変位とを考慮する。

図-1より基礎のモーメントおよび垂直力と、回転角と垂直変位の関係を導き、ラーメン部材を相似な式で表わせばつぎのようになる。

$$M_{i,f} = k_v \int (x \theta_i + \delta_{Vi}) x dA_i = k_v (I_i \theta_i + G_i \delta_{Vi}) = k_{i,f} (2 \varphi_i + j_i \psi_{Vi}) \dots \dots \dots (4)$$

$$V_{i,f} = k_v \int (x \theta_i + \delta_{Vi}) dA_i = k_v (G_i \theta_i + \delta_{Vi}) A_i = j_2 \varphi_i + \psi_{Vi} \dots \dots \dots (5)$$

ここに、 k_v : 地盤の垂直反力係数、 A_i : i 基礎の底面積、 I_i : i 基礎底面の断面二次モーメント、 G_i : i 基礎底面の断面一次モーメント、 $k_{i,f} = k_v I_i / 4 E_0 K_0$ 、 $j_1 = G_i / k_{i,f} A_i$ 、 $j_2 = k_v G_i / 2 E_0 K_0$ 、 $\psi_{Vi} = k_v A_i \delta_{Vi}$ 、 E_0, K_0 : 基準部材の E, K

4. 杭基礎の基本式

地中の細長い支持物の横抵抗については、定説はないが、ここでは比較的広く用いられている、無限長の弾性支承上のはりの理論(Changの理論)によるものとする。

m 杭の頭部に回転角および水平変位とが与えられたときの、杭頭におけるモーメントおよびせん断力の式はつぎのようになる。

$$M_{m0} = 2 \beta_m E_m I_m \theta_m - 2 \beta_m^2 E_m I_m \delta_{Hm} \dots \dots \dots (6)$$

$$S_{m0} = -2 \beta_m^2 E_m I_m \theta_m + 4 \beta_m^3 E_m I_m \delta_{Hm} \dots \dots \dots (7)$$

図-2より、基礎のモーメント、水平力および垂直力と、回転角、水平変位および垂直変位の関係はつぎのようになる。

$$M_{i,m} = \sum_m \{ f_m (\delta_{Vm} + x_m \theta_m) x_m + M_{m0} \} = k_{i,p} (2 \varphi_i + \psi_{Vi} + \alpha_i \psi_{Vi}) \dots \dots \dots (8)$$

図-1

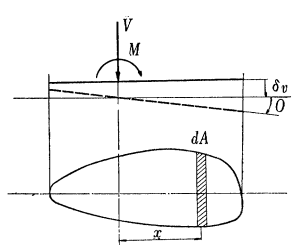
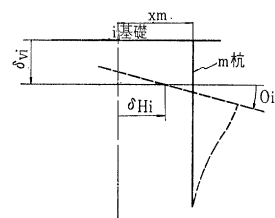


図-2



$$H_{i\rho} = \sum_m S_{m0} = \alpha_2 \varphi_i + \alpha_3 \psi_{Hi} \dots \dots \dots (9)$$

$$V_{i\rho} = \sum_m \{f_m(\delta_{Vm} + x_m \theta_m)\} = \alpha_4 \varphi_i + \psi_{Vi} \dots \dots \dots (10)$$

ここに、 $\beta_m = \sqrt{\frac{4 k_H D_m}{E_m I_m}}$ k_H : 水平反発係数

D_m : m 杭の直径, E_m, I_m : m 杭のヤング率, 断面二次モーメント

f_m : m 杭の垂直反力係数

$$k_{i\rho} = \frac{1}{4 E_0 K_0} \sum_m (2 \beta_m E_m I_m + f_m x_m^2) - \frac{2 \sum_m \beta_m^2 E_m I_m}{\sum_m f_m x_m} \quad \alpha_1 = \frac{\sum_m f_m x_m}{k_{i\rho} \sum_m f_m}$$

$$\psi_{Hi} = \frac{1}{k_{i\rho}} \delta_{Hi}, \quad \alpha_2 = \frac{-1}{E_0 K_0} \sum_m \beta_m^2 E_m I_m$$

$$\alpha_3 = \frac{-2 k_{i\rho}}{\sum_m \beta_m^2 E_m I_m} \sum_m \beta_m^3 E_m I_m,$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{2 E_0 K_0} \sum_m f_m x_m$$

5. あとがき

本文では、計算例をあげて、実際の演算法を述べるとともにこの解法の難点である、弾性諸常数の不明確さ、および、非線形性などの問題は、弾性諸常数の選択にある幅を持たせることで解決できることを述べた。

(1963.8.1・受付)

[筆者：正員 国鉄大阪工事局]

アーチ ダムの周期的な温度応力

— 近似計算法と観測結果の考察 —

林 正 夫

アーチ ダムのたわみや応力が、気温および水温の年間の変動によってどの程度に影響を受けるかについて、近似計算法と実際の諸アーチ ダムの観測値の両方から考察をした報告である。観測例としては5つのアーチ ダムでの結果を参考とした。

筆者の導いた近似計算法と実際の諸ダムでの観測値の両方からの考察の結果、つぎのことがいえるように思われる。

1) 薄いアーチ ダム(ここでは平均厚さが約10mより薄いアーチ ダムを指す。ダムの高さとしては約70m以下の純アーチ ダム程度に相当するだろう。平均厚さとは堤頂幅と堤底幅の平均の意味としている)では、年周期の温度たわみ(図-1)および温度応力(図-2)は他の静的な荷重による応力、たわみよりも卓越した影響をダムに与えることがある。

2) 薄いアーチ ダムでは、現行設計基準では考えに入れていない年間最高温度時の安定をも吟味するのがよいと思われる。その際、現行設計基準では考慮に入れていないダム上下流面間の温度差を計算に入れる必要があるように思われる。

3) 筆者の導いた近似計算法と実際の観測値は、傾向的にはかなり似ているが(図-3, 図-4)、表面近くの強い応力勾配、貯水温、気温のより実情に即した数理的表現などはまだ十分に観測結果をこの近似計算にとり入れる段階にいたっていない。今後の検討にまつべき問題は多い。

4) ここでは、非線形温度分布を、等価な線形温度分布に変換して近似計算をしたが、非線形の影響は、村、中村、大久保、飯田の研究報告(土研報告 No. 104)があるので別途に参

図-1 たわみの年間の変動(計算値)

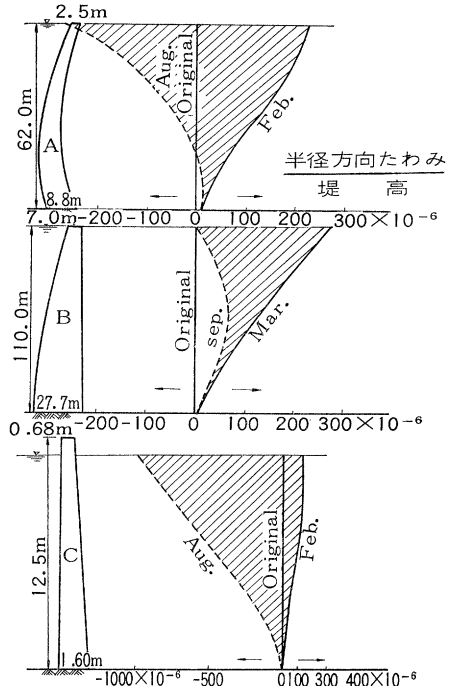


図-2 周期的な温度応力と全応力(Aダム)(計算値)

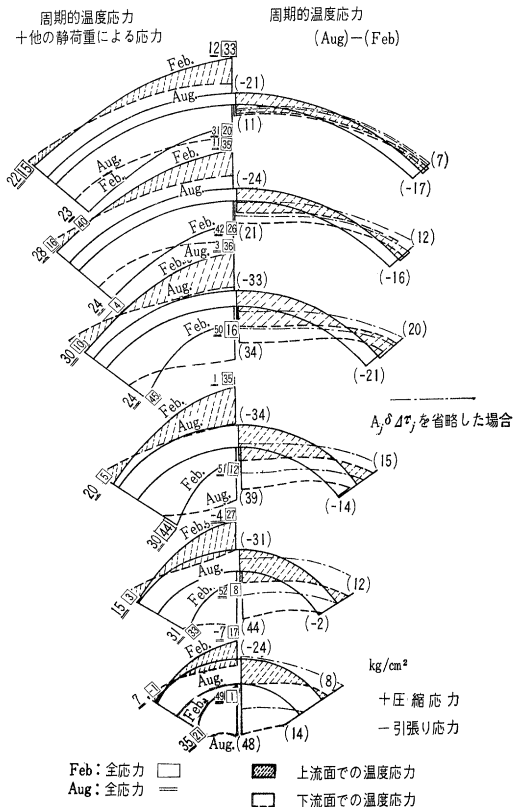
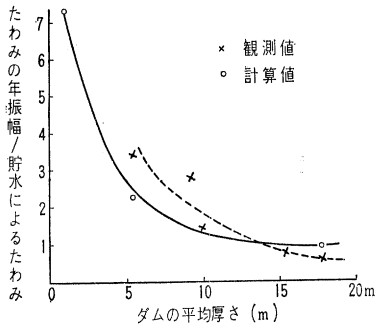


図-3 たわみの年振幅/貯水によるたわみとダムの平均厚さの関係



考にされた。

筆者の用いた近似計算法はつぎのような基本にたっている。上流面温度 $\theta_e = T_{em} + T_e \sin(\omega_e t + \epsilon_e)$ 、下流面温度 $\theta_i = T_{im} + T_i \sin(\omega_i t + \epsilon_i)$ の年間振動のある場合の堤体厚さ l の間の非線形温度分布をもとめ、この非線形分布と、軸変形、まげ変形が等価な線形温度分布 $\tau(x, t)$ は、過度現象の項を省略し、周期現象の項をとりあげるとコンクリートの

$$\begin{aligned} \tau(x, t) = & \frac{(T_{em} + T_{im})}{2} + T_e \sqrt{A_A^2 + B_A^2} \sin(\omega_e t + \epsilon_e) \\ & + \phi_{Ae} + T_i \sqrt{C_A^2 + D_A^2} \sin(\omega_i t + \epsilon_i + \phi_{Ai}) \\ & + \left(x - \frac{l}{2}\right) \left[(T_{im} - T_{em}) - 12 T_e \sqrt{A_M^2 + B_M^2} \right. \\ & \times \sin(\omega_e t + \epsilon_e + \phi_{Me}) + 12 T_i \sqrt{C_M^2 + D_M^2} \\ & \left. \times \sin(\omega_i t + \epsilon_i + \phi_{Mi}) \right] \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ただし、} \phi_{Ae} &= \tan^{-1} \left(\frac{-B_A}{A_A} \right) & \phi_{Ai} &= \tan^{-1} \left(\frac{D_A}{-C_A} \right) \\ \phi_{Me} &= \tan^{-1} \left(\frac{-B_M}{A_M} \right) & \phi_{Mi} &= \tan^{-1} \left(\frac{-D_M}{C_M} \right) \end{aligned} \dots \dots \dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} A_A &= 2\pi^2 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right)^2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{1 + n^4 \pi^4 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right)^2} (1 - \cos n\pi) \\ B_A &= 2 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + n^4 \pi^4 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right)^2} (1 - \cos n\pi) \\ C_A &= 2\pi^2 \left(\frac{K}{\omega_i l^2} \right)^2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 \cos n\pi}{1 + n^4 \pi^4 \left(\frac{K}{\omega_i l^2} \right)^2} (1 - \cos n\pi) \\ D_A &= 2 \left(\frac{K}{\omega_i l^2} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos n\pi}{1 + n^4 \pi^4 \left(\frac{K}{\omega_i l^2} \right)^2} (1 - \cos n\pi) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

$$A_M = \pi^2 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right)^2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2 (1 + \cos n\pi)}{1 + n^4 \pi^4 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right)^2}$$

C_M は e を i にする。

$$B_M = \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1 + \cos n\pi)}{1 + n^4 \pi^4 \left(\frac{K}{\omega_e l^2} \right)^2}$$

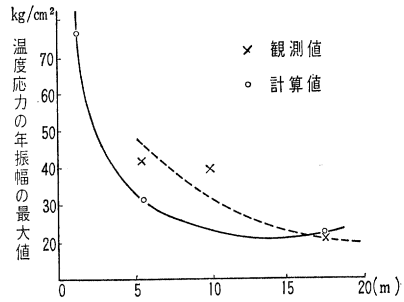
D_M は e を i にする。

従来は、上式の

$$\tau(x, t) = \tau_m + \Delta \tau \left(x - \frac{l}{2} \right)$$

の中、 $\Delta \tau$ に関する項は省略していたが、ここでは上述の式の $\Delta \tau$ に関する項を考慮に入れた。

図-4 温度応力の年振幅の最大値とダムの平均厚さの関係



その場合は、慣用の開拓局方式の荷重常数に、つぎの $\Delta \tau$ に関する項を付け加えればよいことを示した。

$$\begin{aligned} \Delta D_1 &= - \int_0^s \frac{C \Delta \tau}{T} ds = - C \Delta \tau \frac{r_c}{T} \phi_A \\ \Delta D_2 &= - \int_0^s C \tau_m \sin \phi ds - \int_0^s \frac{C \Delta \tau}{T} x ds \\ &= - C \tau_m r_c \text{vers } \phi_A - C \Delta \tau r_c \frac{r_c}{T} \text{vers } \phi_A \\ \Delta D_3 &= \int_0^s C \tau_m \cos \phi ds - \int_0^s \frac{C \Delta \tau}{T} y ds = C \tau_m r_c \sin \phi_A \\ &\quad - C \Delta \tau r_c \frac{r_c}{T} (\phi_A - \sin \phi_A) \end{aligned}$$

C はコンクリートの温度膨張係数、 K は温度拡散率、 r_c 、 T はアーチ中心線半径および、厚さである。等厚円弧アーチに対して、筆者の作成した便利な数表は電力中央研究所技術研究所報第9巻5、6号、昭和34年12月に掲げてあるので利用された。

三次元的に温度応力をもとめるためには、アーチ要素と片持ばり要素の個々の初期たわみが、各格点で合致するように仮想外力を両要素に作用させて計算をする。

数値計算では熱伝導論による非直線温度分布を等価な線形分布に変更したこと、実際のダムの観測値については上下流面近くで観測された生の値を考察の対象とし断面内の非線形分布については考察の対象としなかったことなどが今後の主とした課題となるように思われる。この場合は、実際のアーチダムには多数存在し、微妙な作用をしている半径方向収縮継目の開口状態を同時に検討しなくてはならなくなる。

(1963. 8. 31・受付)

[筆者：正員 電力中央研究所技術研究所 第2部 研究担当]

マトリックスを用いた格子桁の一解法

多田安夫・米長 泰

上路桁橋において、荷重分配横桁を配し、格子桁として計算を行なうことは近年非常に高比率を示してきている。一方、実橋の挙動からしても、格子桁としてとりあつかうことが合理的であることは論をまたない。

この構造の解析に関してはすでに多くの論文が発表されているが、本論文は単純合成桁格子構造に関する解法である。

仮定条件として図-1に示すように、鉄筋コンクリート床板は合成桁指針に定められた主桁協力幅をもって各隣接桁と断絶させ、分配横桁によってのみ荷重分配作用がなされるものとみ

なした。この場合、主桁 A に荷重 P が作用するものとすれば、荷重分配横桁の存在によって不静定な格点力 X_A , X_B を生ずることになる。したがって、载荷主桁 A には荷重 P と不静定力 X_A が作用し、非载荷主桁 B には、不静定力 X_B が、作用するわけである。

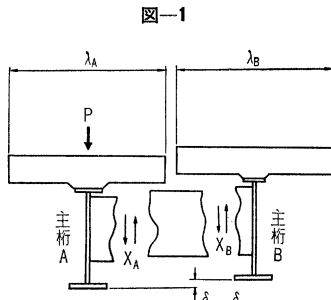


図-1

一般に図-2に示すように、格子構造における主桁と横桁の格点座標系と荷重載荷点の座標系を独立して考え、各载荷状態に対する不静定格点力を求めた。その際の方程式の誘導にあたり、従来のように構造系を2つの静定系に分割したり、対称または逆対称荷重を载荷するなどの方法を用いることなく、例えば n 本主桁に m 本の荷重分配横桁を配する場合には $(m \times n)$ つぎの不静定構造として直接解析した。その結果、方程式の次数は若干増加したのであるが係数マトリックスの元素が非常に簡単で特徴あるものが得られた。

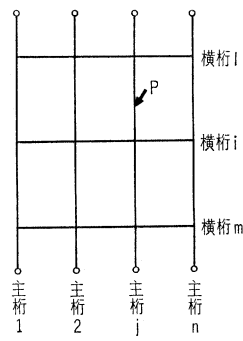


図-2

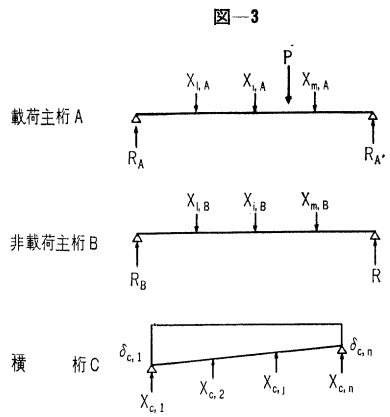


図-3

不静定格点力が求まると、载荷主桁、非载荷主桁および荷重分配横桁の荷重状態は図-3のようになり、一般の単純支持桁として曲げモーメント、支点反力、たわみなどの影響面距を計算することができる。

計算は電子計算機を利用して行なったのであるが、格点座標系と載荷点座標系が一致する場合は、いわゆる Homberg 氏の数表に示された荷重分配率とまったく等しい結果が得られることが確かめられた。

本論文の方法は合成桁、非合成桁を問わず一般の格子構造に適用できるものである。

(1962.9.20・受付)

〔多田・正員 建設省土木研究所千葉支所
米長・正員 三菱重工業KK神戸造船所〕

書 評

軟弱地盤における建築の地下掘削工法

甲 野 繁 夫 著 鹿島研究所出版会刊

本書は著者が研究し実施に関係した多くの施工例について詳細に述べたもので、貴重な実例が多数詳細に収録されている点に特長がある。

最近のビル建築はますます大規模となり、地下掘削も深く、しかも軟弱地盤や近接する建築物や地下埋設物が増々複雑な施工条件を与えている。建築中の事故の多くは掘削時に起きることが多く、また仮工事段階でもあるため最近まであまり検討されずに施工されていた。著者はこの点に注目し、安全に地下掘削を行なうための研究を行ない、また実際の工事でも数多く研究的に手掛けている態度は賞讃に与する。

内容はつぎのとおりである。

第1章 概 論

- 1 地下水の浸透圧とその制御, 2 土圧(オープンセット), 3 掘削斜面の安定, 4 ピヤ式基礎柱の工法, 5 地盤の人工安定化.

第2章 地盤の人工安定化に関する実験研究

- 1 ウェルポイント工法, 2 電気浸透工法.

第3章 軟弱地盤における大規模建築の深い地下掘削報告.

- 1 地下水位の高い地質地盤の掘削工事, 2 塑性

変形を起こしやすい地盤の掘削工事(その1),

- 3 塑性変形を起こしやすい地盤の掘削工事(その2), 4 深いピヤ基礎柱の沈設工事.

第1章は主として問題点を簡単に述べたもので、この種工事計画立案の際に参考となるであろう。第2章においてはウェルポイント工法について特に詳細に述べられており、著者が特に苦心されたところと考えられる。この工法を行なう者には非常に参考となろう。第3章においては第1節にウェルポイント工法のが国最初の実例について述べ、第2, 3節に軟弱地盤での深い掘削工事の実例を詳細に報告し、第4節で21~23mの井筒施工の工事報告を行なっている。

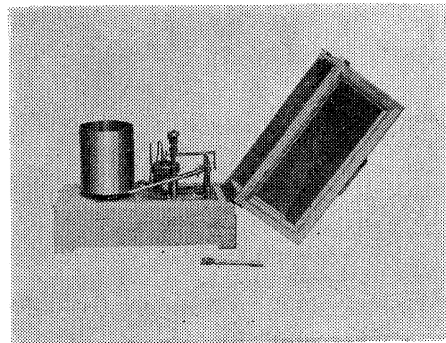
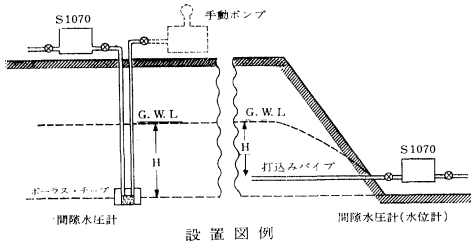
本書は仮工事段階で苦心する多くの技術者に貴重なデータを提供している点が特長であり、土質工学関係の研究者、設計者、現場技術者向けの良書であるが、参考文献をていねいに示す方が良いと思われるところも見受けられた点は惜しまれる。

著 者: 工博 鹿島建設KK取締役企画監査第三部長
体 裁: A判 140 ページ 定価 400 円(〒70 円)
鹿島研究 東京都港区芝田村町 5-9 浜ゴムビル5階
所出版会 電話(581) 8911 振替東京 180883

【東京大学 渡辺 隆・記】

間隙水圧自記記録計 S 1070

本器は滑り破壊を起こす可能性のある斜面の中復、フート部あるいは上平面に導水パイプあるいは導水チューブ付きポーラス・チップを打ち込んで本器に連絡し降雨等による地下水の増減を水圧の変化として自記々録するものです。連続7日間の記録ができますので非常に御好評を賜っております。



S 1070

間隙圧の測定は構造物の安定に関する重要な役割を果たします。アース・ダムの様な急激な水位の変化のない場合および測定に便利な所では常時観測が可能ですが観測に不便な地点、すなわち、降雨等により急激に間隙水圧が変化する様な盛土、築堤および地這りの起こり易い斜面においては刻々の水圧変化状況の測定が必要となり、又災害予防の貴重な資料となります。本器はこのような地点に設備され大きな役割を果たしております。

本器の主な仕様

- | | | | |
|------|---|--|-----------------------------------|
| 1. 型 | 式 | 丸東 S1070型 | |
| 2. 受 | 感 | 部 | 高感度ベロー式受感部 |
| 3. 性 | 能 | 精度 $\pm 1\%$
水柱(標準) 2000mm
(御希望により変更します) | |
| 4. 機 | 能 | 7日間連続記録式 | |
| 5. 記 | 録 | 用紙 | 巾 100mm |
| 6. 器 | 体 | 概器寸法 | 巾 305×奥行 150×高さ 220mm
(持手部を除く) |

ピエゾメーター
開拓局型間隙水圧
測定装置 S 70米国
開拓局規格27準拠
上記はすでに本土
木学会誌Vol48・12
にて御紹介済み
につき御参照下さい

カタログ、その他不明の個処につきましては下記へお問い合わせ下さい
連絡先：東京都江東区深川白河町2の7 株式会社 丸東製作所 営業部
京都出張所：京都市中京区壬生西土居の内町3の1 TEL：京都84-7992

土誌
VOL. 49. 3
MARUTO

試験機紹介のページ

株式会社
丸東製作所

TEL
東京
(641)
2661
7749
8735
1090