

文献抄録欄への投稿をお願いします  
 斬新な論文を学会原稿用紙4枚以内にまとめて紹介して下さい。図面は鉛筆書きでも結構です。説明文字は必ず和訳して下さい。なお、掲載の分には薄謝を呈します。

人工凍結地盤で立坑の掘削

“Sinking a Shaft in Artificially Frozen Ground”.,  
 Fraser, D.S.C., Civil Engineering, August. (1960)

ニューヨークのイーストリバー沿いの湿地で、地盤を凍らせて立坑の掘削が行なわれた。普通の方法で掘削すると、地下水位が下がったり、付近の建物（その多くは高層建築である）の基礎に悪影響を与えるおそれがあるので、地盤の人工凍結法が採用された。用いられた冷凍設備は、工事終了後、スケートリンクに転用できるので、工事費もほかの方法より小さくなり、また、坑内の環境も良かった。凍結の方法は、まず、径26.5ftの円周上4ftおきにせん孔(8-7/16"φ、深さ123ft)を行ない、これに冷却用パイプを設置した。このパイプに、冷凍機で冷却した食塩水(最低-18°F)を循環させ、パイプのまわりの土を凍結させ全体として円筒状に凍らせ、この円筒の中央に立坑を掘削したものである。1960年8月初めに冷却を始め、70日後から掘削を開始し、工事中も冷却をつづけた。図にその概要を示す。

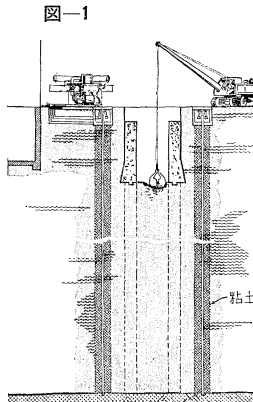


図-1

(石井 弓夫)

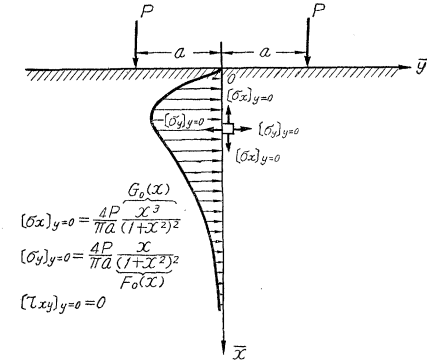
四半分無限弾性体の解法

“A Method of Solution for the Elastic Quarter Plane”.,  
 Hetényi, M., Journal of Applied Mechanics, Vol 27.  
 No. 2, (1960)

表面に載荷された半無限弾性体の解を逐次的に用いることにより四半分無限体(二次元)の問題を解くことができる。例えば、 $\bar{x} > 0, \bar{y} > 0$  (図-1)の領域からなる四半分無限体において、 $\bar{x}$ 軸から $a$ なる距離に、荷重 $P$ を加えた時の応力分布は次のようにして求められる。まず $\bar{x} > 0$ なる半無限体を考え、その表面に図-1のごとく $2a$ なる距離をへだてて、 $P$ なる一対の荷重が加わっているとする。その時に $\bar{x}$ 軸上に生ずる応力は、

$$[\sigma_x]_{y=0} = -\frac{4P}{\pi a} \cdot \frac{x^3}{(1+x^2)^2} \dots\dots\dots (1)$$

図-1 四半分無限体の解に用いられる半無限体



$$G_0(x) = \frac{4P}{\pi a} \frac{x^3}{(1+x^2)^2}$$

$$[\sigma_x]_{y=0} = \frac{4P}{\pi a} \frac{x^3}{(1+x^2)^2}$$

$$[\sigma_y]_{y=0} = \frac{4P}{\pi a} \frac{x}{(1+x^2)^2}$$

$$[\tau_{xy}]_{y=0} = 0$$

$$[\sigma_y]_{y=0} = -\frac{4P}{\pi a} \cdot \frac{x}{(1+x^2)^2} \dots\dots\dots (2)$$

$$[\tau_{xy}]_{y=0} = 0 \dots\dots\dots (3)$$

である。ただしここで用いてある  $x, y$  は、 $x = \bar{x}/a, y = \bar{y}/a$  を取って無次元化してある。次にこの  $\bar{x}$  軸上の  $[\sigma_y]_{y=0}$  を消すべく、(2)式で与えられる応力分布の符号を逆にしたものを  $\bar{x}$  軸上全体にわたって加える。 $\bar{x}$  軸の負の部分にも  $\bar{y}$  軸に関して対称なものを加え、今度は  $\bar{y} > 0$  なる半無限体を考えると、 $\bar{y}$  軸上に現われる応力は、(1), (2) の式と同様な考えから

$$[\sigma_x]_{x=0} = \frac{P}{a} \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \int_0^\infty \frac{x^2 y}{(x^2 + y^2)^2} F_0(x) dx \dots\dots (4)$$

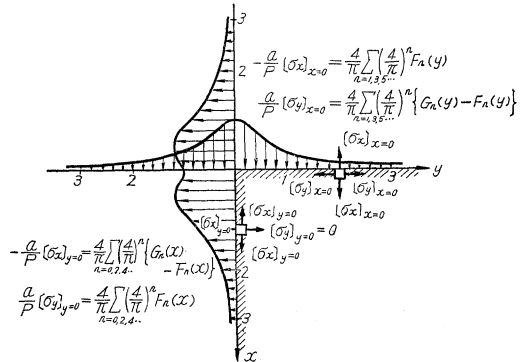
$$[\sigma_y]_{x=0} = \frac{P}{a} \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \int_0^\infty \frac{y^3}{(x^2 + y^2)^2} F_0(x) dx \dots\dots (5)$$

となる。ただし

$$F_0(x) = \frac{x}{(1+x^2)^2}, \quad G_0(x) = \frac{x^3}{(1+x^2)^2} \dots\dots (6)$$

再び  $\bar{y}$  軸上に (4) 式で与えられる応力分布を  $\bar{x} > 0$  なる半無限体に対して加えると、 $\bar{x}$  軸上にまた新たな応力分布が誘発される。以上の方法をくり返すと、 $\bar{x}$  軸上および  $\bar{y}$  軸上に交互に現われる応力分布が、一定の型に収斂していく。この関数の表示式は図-2の中に示してある。

図-2 四半分無限体の応力を求めるために重合されるべき2つの境界応力分布



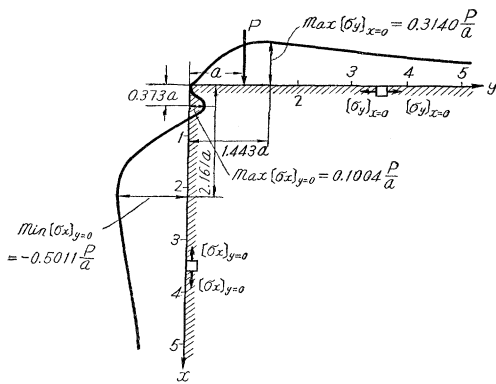
ただし

$$F_n(x) = \int_0^{\infty} \frac{xy^2}{(x^2+y^2)^2} F_{n-1}(y) dy,$$

$$G_n(x) = \int_0^{\infty} \frac{x^3}{(x^2+y^2)^2} F_{n-1}(y) dy$$

この収斂した形の応力分布を  $\bar{x}$  軸上加えた時の半無限体の解と、 $y$  軸上加えた時の半無限体の解と、図-2のごとくにして重ね合わせると、所要の境界条件を満たす解がえられる。すなわち  $\bar{x}$  軸上で  $\sigma_y = \tau_{xy} = 0$ ,  $\bar{y}$  軸上で  $\sigma_y = P\delta(x-a)$ ,  $\tau_{xy} = 0$  を満足する解がえられる。この方法で四半分無限体の周辺の応力を計算したのが図-3である。その他、この方法を拡張して、四半分無限体の内部に荷重が加わった場合の解、および三次元の問題なども解決できる。

図-3 四半分無限体周辺の応力分布  
 $[\sigma_y]_{x=0}$  および  $[\sigma_x]_{y=0}$



(石原 研而)

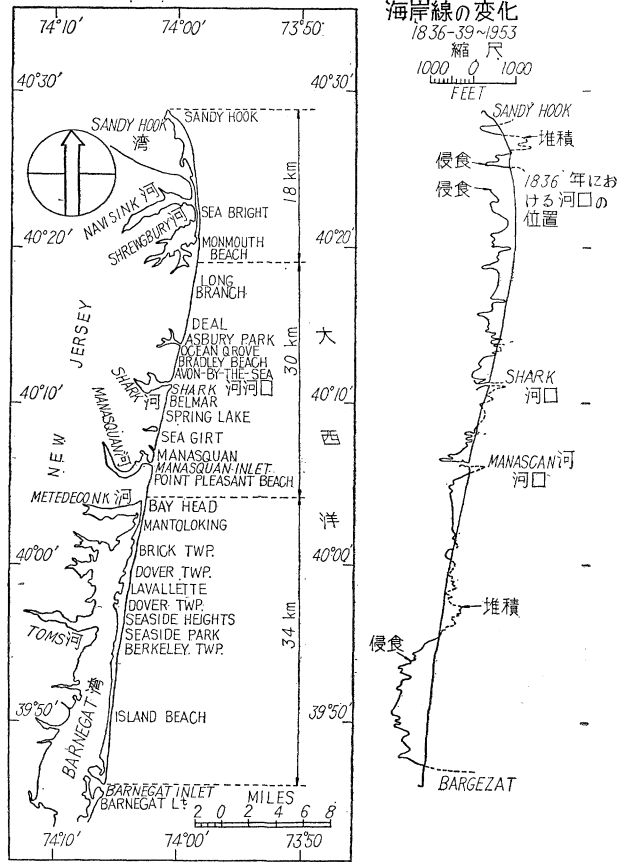
### Shark 河々口のサンド バイパス

“Shark River Inlet Sand By-Passing Project”, Angas, W.M. Proc. A.S.C.E. Vol. 86, No WW 3, Sept. (1960)

ニュージャージー州の Sandy Hook から Barnegat に至る約 82 km の海岸は、古くからはげしい侵食にみまわれていた(図-1)。このため、1954年に州の関係当局を代表して工兵隊 (the Corps of Engineers) が調査した結果、過去 50~60 年間の海岸侵食は河口における海岸構造物 (導流堤, グロインなど) の下手側にはげしくなっていることが明らかとなった。

工兵隊は、この対策として サンド バイパスを提案した。補給砂には、当初河川のしゅんせつ土砂を用いる考えであったが、このようなシルト質や粘土分をふくむ細砂を用いた過去の事例はあまり成功的でなかったため、むしろ粒度配合が良く粗粒砂に富む河口上手側の堆積砂を用いた方が効果的であると考えた。かくして、ニュージャージー州の海岸で最も侵食されている Shark 河々口部に実験的試みとして、堆積砂をバイパスする工事が行なわれることになった。この地点の漂砂量は、気象地

図-1 Sandy Hook から Barnegat に至る  
 ニュージャージー州の海岸



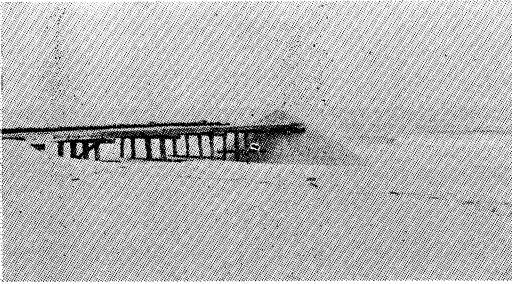
象などの観測および実測から年約 260 000 m<sup>3</sup> と推定された。これから侵食部にバイパスする砂量を 250 000 m<sup>3</sup> に見積った。

工事は 1958 年 10 月から 4 月までと 1959 年 10 月から 1960 年 4 月までの 2 期で行なうことになった。まず 1958 年 10 月に約 130 m の長さの砂採取台を海岸から直角に堆積砂部に建設し、続いて河口下手側の侵食部に約 60 m の長さの砂補給台を 3 個 (2 個は Avon-by-the-sea に、1 個は Bradley 海岸とこの地の境界付近) 適当な間隔に建設した。同年 11 月から掘削および運搬を始めた。掘削はクレーンとクラムシェルバケットを用い、運搬は 20 t と 10 t のトラックを用いた(写真-1)。運搬した砂は補給台の先端に写真-2のように積み、これを満潮時の波力で分散させた。もちろん、海岸が広がるにつれて砂補給台を延長する必要があったが、この方法は非常に成果をおさめた。第 1 期工事は 4 月中止し、河口を避暑地に供した。この工事で、約 137 000 m<sup>3</sup> の砂をバイパスし得た。本工事の結果、1959 年 5 月から同年 9 月までの工事中期における当地点の侵食量は非常に減少した。

写真-1 堆積砂の掘削および運搬



写真-2 侵食海岸に運ばれた砂



第二期工事は、1959年10月から着手され現在続行中である。本工事では、第1期工事の砂補給台1個と新たに別な位置に設けた補給台2個を用いている。現在まで約88000m<sup>3</sup>の砂をバイパスしているので、間もなく全工事が終了するものと思われる。

なお、本文では、このサンドバイパスによって海岸が非常に良好になったことを写真でも示している。

(富田 勇)

### 理想化された河口における 塩分の乱流拡散

“The Turbulent Diffusion and Convection of Saline Water in an Idealized Estuary”, Harleman, D.R. and Ippen, A.T., Extract of Publication No. 51 of the I.A.S.H., M.I.T.

河口においては、真水が塩水中に流入するために密度流の現象が生ずるが、この解析は真水と塩水との混合を考えなければ満足ではない。この報告は、乱流理論にもとづいて、実験的、理論的に密度流における乱流拡散の問題を取り扱ったもので、密度流に関する将来の研究の方向を示しているものといえよう。

一般に、濃度  $c$  のある物質の流体内の拡散方程式は次のとおりである。

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} + w \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( E_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( E_z \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} \right) = 0 \dots (1)$$

$u, v, w$  は  $x, y, z$  方向の速度成分、 $c$  は濃度、 $E_x, E_y, E_z$  はそれぞれの方向の拡散係数を示す。一は時間的な平均をとることを意味する。

いま、断面が一定である水路において、混合が十分に行なわれ、 $\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}, \frac{\partial \bar{c}}{\partial z}$  が  $\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}$  にくらべて無視できるとすれば、乱れが一樣であって、かつ、 $E_x$  が一定である、という条件のもとに (1) 式を解けば、

$$\frac{c}{c_0} = e^{-\frac{V_f x}{E_x}} \dots (2)$$

である。ここで  $c_0$  は  $x=0$  における濃度、 $V_f = -u$  であって真水の流速である。

混合が良く行なわれていない河口においては、図-1のように密度差のために一種の渦動かくらんが生ずるがこの場合でもみかけの拡散係数  $E_x'$  を導入すれば (2) 式の  $E_x$  の代りに  $E_x'$  を代入した式が得られる。

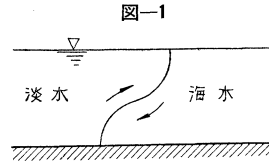


図-1

一方コルモゴロフの乱流相似理論によれば、乱流拡散係数  $E_x$  は次のようにあらわされる。

$$E_x = (\text{const}) G^{1/3} l^{4/3} \dots (3)$$

$G$  は単位体積あたりのエネルギー逸散率、 $l$  は渦の平均半径である。

M.I.T. における実験では、長さ 32 ft、巾 16.5 in、深さ 13 in の水路を用い、数カ所に電導度測定用プローブを入れて塩分の拡散状態を測定した。この場合、水路内に振動するスクリーンを入れ、人工的にかくらんを生じさせ、エネルギー逸散率として

$$G = c(a\sigma)^3 \dots (4)$$

を用いた。ここで  $a$  はスクリーンの振巾、 $\sigma$  は周波数である。

$l$  は実験を通じて不変であると仮定すれば、乱流拡散係数  $E_x$  としては

$$E_x = (\text{const}) a \sigma \dots (5)$$

で与えられる。

密度差のある場合には  $E_x$  と  $E_x'$  との間に次の関係を仮定した。

$$\frac{E_x'}{E_x} = \phi \left( \frac{G}{J} \right) = \phi \left( \frac{G}{g' V_f} \right) \dots (6)$$

$J$  は混合の生じていることによって密度が増加し、単位質量の受ける力である ( $g' = \frac{\Delta \rho}{\rho} g$ ,  $\rho$ : 密度,  $\Delta \rho$ : 密度,  $g$ : 重力の加速度)。

図-2 は密度差のない場合の  $c/c_0$  と流入点よりの距離との関係である。(2) 式を用いて求められた  $E_x$  は  $E_x = 0.0011 G^{1/3} [\text{ft}^3/\text{sec}]$  である。

密度差のある場合の  $c/c_0$  と  $X$  との関係は図-3に示されている。この場合にも、一つの実験系列につき、 $E_x$  は一定であるのがわかる。

図-4 は  $E_x'/E_x$  と  $G/g' V_f$  との関係を示したもの

図-2

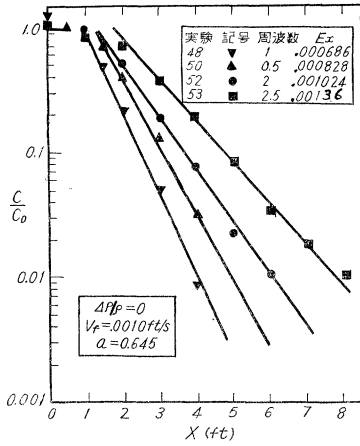


図-3

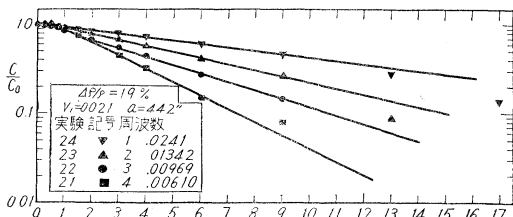
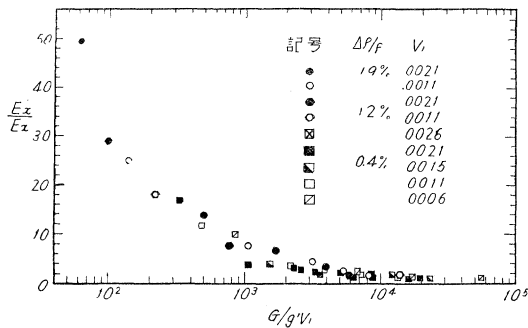


図-4



で実験の種類にかかわらず、一つの曲線上にのり、(6)式の仮定の正しいことが示されている。

(椎貝 博美)

### 水平荷重を受ける杭に対する 一般的な解法

“Generalized Solution for Laterally Loaded Piles.”  
Matlock, H and Reese, L.C., Proc. A.S.C.E. Vol. 86,  
No. SM 5 Oct. (1960)

この論文は、水平荷重を受ける杭の解法は、弾性基盤上のりを解く問題に密接な相関があることからときおし、土質係数という常数  $E_s$  を導入することにより、杭と構造物と土との間に満足すべき適応性を持つことを見出し、弾性論を重複しながら適用することにより、無次元解法を利用してすべて問題を解決して、いる。次にこの解決を簡単にのべる。土質係数は次のように定義さ

れる。

$$E_s = \frac{-P}{y}$$

ただし、 $y$  : 杭の水平変位、 $P$  : 杭単位長に対する土の抵抗力

図-1 土の反力と杭の変位の一般的な関係図

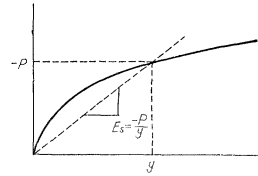


図-2 水平荷重を受ける杭とその解法

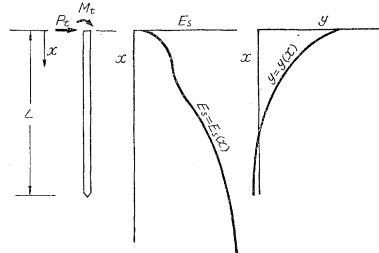


図-3 杭の解法からの完全な結果

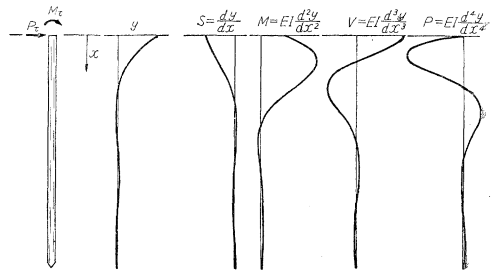


図-4 記号表示

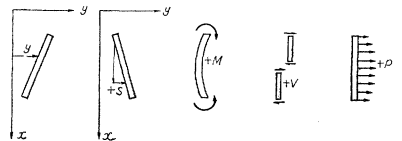


図-5 記号表示

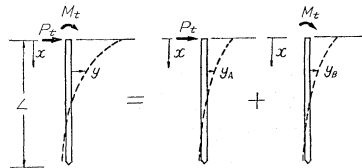
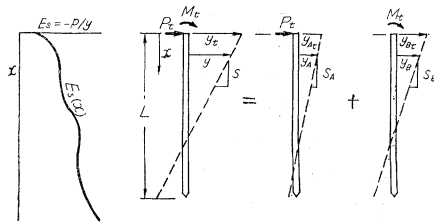


図-6 短い剛な杭の場合



a) 弾性杭に対する次元解析 変位は  $y=y(X, T, L, E_s, EI, P_t, M_t)$

図-5 より全変位は,  $y=y_A+y_B$

ケースAの場合  $\frac{y_A}{P_t} = f_A(X, T, L, E_s, EI)$

ケースBの場合  $\frac{y_B}{M_t} = f_B(X, T, L, E_s, EI)$

ケースAの場合の変位係数  $A_y = \frac{y_A EI}{P_t T^3}$

ケースBの場合の変位係数  $B_y = \frac{y_B EI}{M_t T^2}$

変位  $y = \left[ \frac{P_t T^3}{EI} \right] A_y + \left[ \frac{M_t T^2}{EI} \right] B_y$

変形  $S = S_A + S_B = \left[ \frac{P_t T^3}{EI} \right] A_s + \left[ \frac{M_t T^2}{EI} \right] B_s$

モーメント  $M = M_A + M_B = [P_t T] A_m + [M_t] B_m$

せん断  $V = V_A + V_B = [P_t] A_v + \left[ \frac{M_t}{T} \right] B_v$

土の反力  $p = P_A + P_B = \left[ \frac{P_t}{T} \right] A_p + \left[ \frac{M_t}{T^2} \right] B_p$

b) 剛な杭に対する次元解析 図-6 を参照すれば次の結果が理解される。

ケースAの場合 ( $M_t=0$ )  $y_A = y_A(X, L, E_s, J, P_t)$

ケースBの場合 ( $P_t=0$ )  $y_B = y_B(X, L, E_s, J, M_t)$

深さの係数:  $h = \frac{X}{L}$  土質係数の関数  $\phi(h) = \frac{E_s}{J}$

$y = y_A + y_B$

変位  $y = \left[ \frac{P_t}{JL} \right] a_y + \left[ \frac{M_t}{JL^2} \right] b_y$

$M = M_A + M_B = [P_t L] a_m + [M_t] b_m$

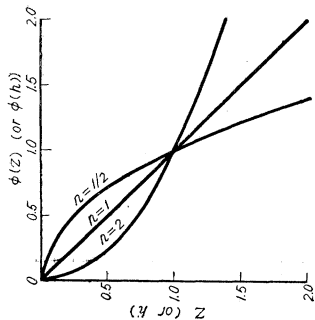
変形  $S = S_A + S_B = \left[ \frac{P_t}{JL^2} \right] a_s + \left[ \frac{M_t}{JL^3} \right] b_s$

せん断  $V = V_A + V_B = [P_t] a_v + \left[ \frac{M_t}{L} \right] b_v$

土の反力  $P = P_A + P_B = \left[ \frac{P_t}{L} \right] a_p + \left[ \frac{M_t}{L^2} \right] b_p$

c) 土質係数について

図-7 土質係数に対する標準関数



深さによる土質係数の変化の状態を表わせば  $X/T = Z$  とし一般的な無次元の土質係数の関数は

$\phi(Z) = Z^n \quad J = KL^n \quad \phi(h) = E_s/J$

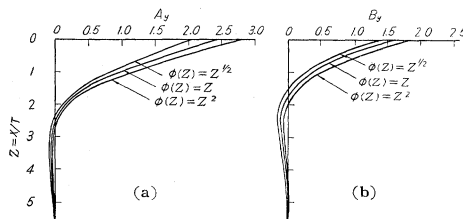
$h = X/L$  であるから

$J = KL^n \quad \phi(h) = \frac{KX^n}{KL^n} \quad \phi(h) = h^n$

次に上記の a), b) の二つの適用範囲の区別は  $Z_{max}$  の値で定まるが,  $Z_{max} < 2$  のときは剛な杭に対する次元解析を使う。  $Z_{max} = 2$  のときは, 弾性杭も剛な杭も大体値は一致している。次にその関係図を示す。

図-8 弾性杭の理論による標準結果

$E_s = KX^n, \phi(Z) = Z^n$   
Deflection Coefficients



Moment Coefficients

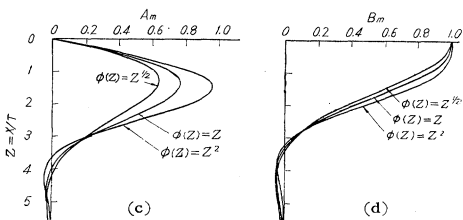
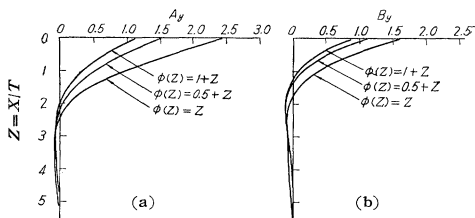


図-9 弾性杭の理論による標準結果

$E_s = K_0 + K_1 X, \phi(Z) = \gamma_0 + Z$   
Deflection Coefficients



Moments Coefficients

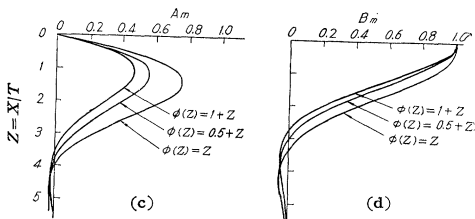


図-10 モーメントの値の比較

$E_s = KX, E_s = KX^n$

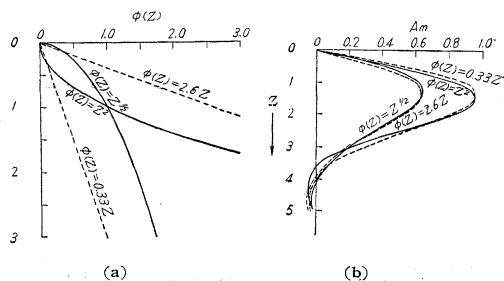
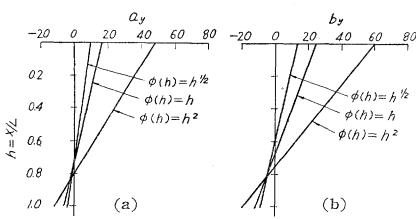


図-11 剛な杭の理論による標準解法

$$E_s = KX^n \phi(Z) = Z^n$$

Deflection Coefficients



Moment Coefficients

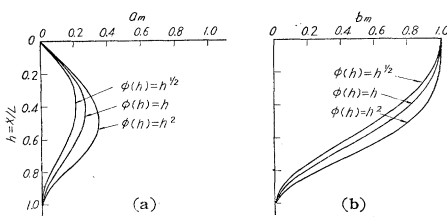
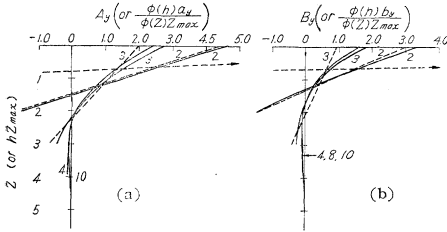
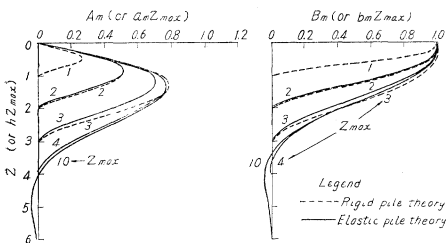


図-12 杭の長さの影響と剛な杭と弾性杭の両論の比較

Deflection Coefficients



Moment Coefficients



(城所 正雄)

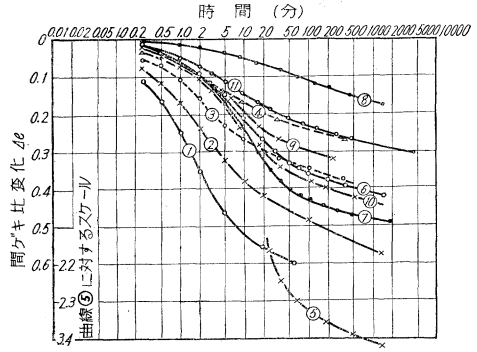
### 粘土の圧密特性に関する研究

“A Study of the Consolidation Characteristics of a Clay., Newland, P.L. and Alley, B.H. Géotechnique, Vol. X, No. 2. June (1960)

圧密特性は、試料の厚さ、荷重増加比、圧密荷重などの諸要因によって影響されるので、以下はこの点に関して、Whangamarino 粘土試料について行なった実験結果である。図-1 は縦軸に圧密中に生ずる間げき比の変化を、横軸に時間の対数をとって描いた時間-変形量曲線である。

凡例からわかるように、この試験は、試料の厚さ、荷重増加比  $\Delta P/P_1$ 、圧密荷重  $P_2$ 、前の荷重  $P_1$  の載荷時

図-1 二次圧密曲線部の勾配を示す曲線

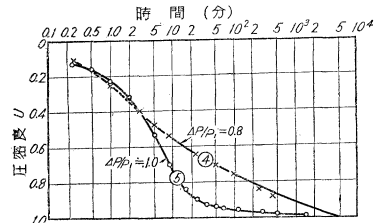


凡 例

曲線番号	試験番号	最初の試料厚 (in)	$P_2$	$\frac{\Delta P}{P_1}$	前荷重増加の載荷時間 (時間)
1	25	1/2	2.2	1.2	1
2	26	1/2	2.2	1.2	24
3	30	1/2	4.8	0.8	1
4	29	1/2	4.8	0.8	24
5	29	1/2	2.2	0.10	前荷重増加なし
6	4	1	1.8	1.25	24
7	18	1	3.0	2.1	24
8	20	1	3.7	0.5	24
9	45	1	4.7	0.83	1
10	44	1	4.7	1.2	24
11	44	1	8.6	0.83	24

間などを種々変えて行なわれたが、二次圧密曲線の勾配は、これらの要因に対して関係がないことがわかった。したがって二次圧密による間げき比の変化  $\Delta e_s$  は、一次圧密終了後の載荷時間だけで定まる。特に、この二次圧密曲線の勾配は、一定の圧密荷重による間げき比の全変化量には関係がないので、一定の載荷時間では、この間げき比の変化に対する二次圧密による間げき比の変化の割合は、荷重増加比が大きくなるにつれ減少する。すなわち、Taylor が定義した二次圧縮比は荷重増加比で大きくなるにしたがい減少し、10またはそれ以上になると二次圧縮比は0に近づく。図-2 はこれを例証するための時間-圧密度曲線である。一次圧密終了に相当する点は、荷重増加比が約10の曲線⑤の方が、曲線④よりも正確に決定できる。

図-2 荷重増加比にもとづく圧密曲線の比較



乱した試料で荷重増加比を大きくとって試験し得た時間-圧密曲線の中には、Taylor<sup>1)</sup>が実験結果を説明するために提唱した、圧縮に対する塑性抵抗の理論に合致するように思われるものもあったが、試料端における排水

操作や試験前に載荷板などの荷重が材料に加わらないように装置の改良を行なった結果、曲線はすべて Terzaghi の圧密理論にかなりよく一致した。要するに、 $e$ -log  $P$  曲線は以上の諸要因にはほとんど影響されることがわかった。

結論として、かなり大きな荷重増加比を用いて、載荷時間を一次圧密に要する時間までに限定すれば、標準圧密試験は非常に短縮してもよいことがわかった。

- 1) Taylor, D.W., : "Research on Consolidation of Clays" Pub. M.I.T Dept. Civ. & Sanit. Eng., Serial No. 82, pp. 147 (1942) (座親 勝喜)

## コンクリート スパン構造物の 流れ作業生産

交通建設 (ソ連), 10-10, 1960-10, ユー・エム・ミトロフ  
アノフ

プレストレスト コンクリート ガーダーを工場および  
現場で流れ作業によって生産する技術は、作業台および

型枠を可動的にするという方向にすすめられている。  
モスコウの高架橋建設用のガーダーの製作に用いられた  
月産 16 本のガーダーを作る作業組織を説明している。  
(梶川 温彦)

## 圧縮力を受けるコンクリート 構造要素の負荷力の向上

交通建設 (ソ連), 10-10, 1960-10, ベエ・イ・カルピンスキ

圧縮力を受けるコンクリート構造要素の負荷能力を向上させる一つの方法として高強鋼線をらせん状に入れ、高強コンクリートを用いることを提唱し、その実験を、径 1.5 mm のワイヤーを 4 mm ピッチでらせん状に入れたシリンダー状試片に 18 000 kg/cm<sup>2</sup> までの圧縮力を 10~15 t の段階で加えることによって行なった。このような方法によれば、鋼材の使用量 1/5~1/6 で、負荷能力を 40~50% 増大することができる。(梶川 温彦)

### 講習会テキスト「高速度計算機の土木工事への応用」の頒布について

本書は本年 2 月 15, 16 両日関西支部が大阪で催した上記講習会に教材として使用したのですが、残部があまりますので講習会に出席できなかった方々のためにとくにお頒布します。御希望の方は関西支部 (大阪市東区大手前之町 大阪合同庁舎近畿地建局内, 振替口座大阪 82599 番) へお申込み下さい。

体裁: B判 153ページ, 頒価 300円, 送料 35円 (ただし現行郵便料による, 郵便料金改訂の場合は追って広告します)

# 城ヶ島大橋応力測定

## 報告書

城ヶ島大橋応力測定委員会編

### ▶最新刊◀

A4判・200頁 定価800円 千30

本書はいまだかつてないほどの膨大な実験計画をもつ、城ヶ島大橋の測定結果を詳細に収録したもので、神奈川県、大学等の研究所の協力作業で、PC 桁部の応力・タワミ・振動等の測定方法、結果を出したものである。付録として城ヶ島大橋測定関係の数値計算書を付し、これら技術関係者等の便に供した。

## 軽量形鋼建築便覧

軽量形鋼建築便覧編集委員会編

技 報 堂

東京都港区赤坂溜池5番地  
振替東京10 電話 481-8581(代表)

本書は軽量形鋼の正しい使い方と設計・施工のよりどころを斯界の権威者仲威雄博士他 8 氏により執筆されたもので執筆者が自らの設計・実験・経験上から出した直ぐ役立つ便覧とした。 A 5 判・730 頁・定価 1,500 円 千30