

文献調査委員会

不飽和土の変形特性について

Géotechnique/佐々木 康

段階的開発計画に対する経済計画

Proc. of A.S.C.E., HY/星畑 国松

地中埋設物の模型実験

Proc. of A.S.C.E., SM/佐々木 康

チューブ構造の防波堤による波の減衰特性

Proc. of A.S.C.E., WW/小森 修蔵

不飽和土の変形特性について

“Volume Change Characteristics of Partially Saturated Soils”

Matyas, E.L. and Radhakrishina, H.S.

Géotechnique Vol. 18, No. 4,

December (1968)

(1) ま え が き

Bishop は Terzaghi の飽和土に関する有効応力の式を次のように修正し、排水三軸圧縮試験を行なって x の値を検討している。

$$\sigma' = (\sigma - u_a) + x(u_a - u_w) \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 σ' : 有効直応力、 σ : 全直応力、 u_a : 間げき空気圧、 u_w : 間げき水圧、 $(u_a - u_w)$: サクション、 x : 土によって異なる変数である。

このような有効応力の概念は不飽和土の体積変化を説明するには十分ではない。有効応力式を圧縮または吸水過程に適用すると、式(1)の x の値は異常な値となる。これは x が径路に依存するからで Bishop, Blight も認めている。

土の挙動は有効応力の関数というよりも付加応力とサクションの2つの変数の関数である。

この論文では、カオリン粘土を用いた三軸供試体にて等方圧および異方圧を加えたときの体積変化特性について述べたものである。以下にまず有効応力の概念とその限界について簡単に触れ、次に実験結果とその考察を述べる。

(2) 基本的概念について

Bishop らによれば、有効応力とは全応力と間げき圧の関数であり、間げき圧は体積変化、せん断強度の変化などのような応力変化に基く力学的効果を左右するものである。

Terzaghi は飽和土に関して、そのせん断強度と間げき比は有効応力によってのみ定まり、有効応力は全応力と間げき圧とだけから一義的に定まるとしている。

不飽和土に関して Blight は式(1)における x は主として飽和度により左右されるものと考えたが、Jennings そのほかによれば、 x は応力径路によっても大きく変化することであることを明らかにした。

Bishop らは式(1)の限界について検討し、飽和土については応力径路を考慮したときのみ有効応力の原理が適用でき、不飽和土ではさらに $(\sigma - u_a)$ 、 $(u_a - u_w)$ の両者の径路をも考慮すべきであるとしている。

Burland および Newland は不飽和土の体積変化特性について定量的説明を与えた。不飽和土においては有効応力は粒子の接触点を通して作用する力と接触点のまわりから作用する力の2つの部分から成るとしている。もし前者が減少すると土の体積は膨張または収縮する。

有効応力を用いて土の体積変化特性の説明をなすときに行なわれるいま一つの仮定は、土の圧縮性が含水比、飽和度によって変わらないということである。しかしながら、実験結果によれば、この仮定は満足されないもので、間げき比、飽和度、応力などによって圧縮性は異なる。

一般に土は固相、液相、気相の三相からなり、それぞれの圧縮性が異なるために間げき比は外的および内的条件によって異なる。すなわち、不飽和土では土の状態を定めるためには応力状態、間げき比、飽和度、土の構造などが必要である。

土中の応力状態は応力テンソル σ_{ij} 、間げき圧 σ_a 、 σ_w とで定まる。全応力テンソルは次式で表わされる。

$$\sigma_{ij} = p\delta_{ij} + \sigma'_{ij} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、

p : 全平均直応力 $(\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33})/3$

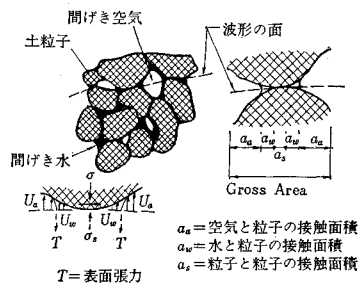
δ_{ij} : クロネッカーのデルタ、 $i=j$ のとき $\delta_{ij}=1$ 、

$i \neq j$ のとき $\delta_{ij}=0$

σ'_{ij} : 軸差応力テンソル

次に図-1に示すように土中に波形の面を考える。この面は土粒子を横切らないものとする。つりあいの条件

図-1 不飽和土の模型



から

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij} + A_w u_w \cdot \delta_{ij} + A_a \cdot u_a \delta_{ij} - \delta_{ij} \int T dx \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $A_w = \sum u_w / a$, $A_a = \sum a_a / a$

σ_{ij} : 粒子接触点で伝えられる等価応力

T : メニスカス部分の表面張力

x : メニスカスの周長

$A_s + A_w + A_a = 1$ であり、いま A_w , A_a にくらべて $A_s (= a_s / a)$ が非常に小さいと考えると、式 (2), (3) から次式が得られる。

$$\sigma_{ij} = [p - u_a + A_w(u_a - u_w) + \int T dx] \delta_{ij} + \sigma_{ij}' \dots\dots (4)$$

上式は粒子接触応力は $(p - u_a)$, $(u_a - u_w)$, $\int T dx$, σ_{ij}' の関数であることを表わす。 $\int T dx$ は実際の土について求めることは不可能であるから、次のように仮定する。

$$\int T dx = A_t (u_a - u_w) \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 A_t は全面積に対するメニスカス面積の比であり、飽和度、粒度分布、骨格構造の関数である。

サクシオンは間けき水に接した土粒子の表面に作用するのに対して表面張力は粒子接触点に集中して作用するため、メニスカスの変化は粒子接触応力のみならず粒子間応力をも変化させる。

三軸試験における供試体の応力状態を規定するには次の3つの量で十分である。

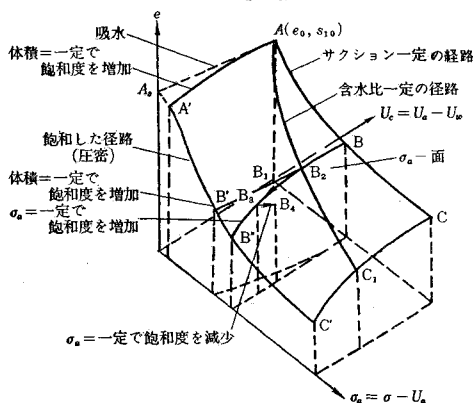
$$p_a = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_3}{3} - u_a \quad \text{: 平均直応力}$$

$$q = \sigma_1 - \sigma_3 \quad \text{: 軸差応力}$$

$$u_c = u_a - u_w \quad \text{: サクシオン}$$

土の状態は図-2に示したように間けき比、サクシオン、応力を三軸とする空間内の曲面上の点で示される。図-2における点Aは土の要素の初期状態を示す。図中の径路は同図中に説明してある。同様の曲面は飽和度、サクシオン、応力を三軸とする空間にも描くことができる。

図-2 (e , σ_a , u_c) 空間



(3) 実験結果とその考察

実験に用いた土は 図-3 に示す“3”の試料である。実験装置は標準の三軸試験機を改造したもので、図-4 に示すようなものである。体積変化の測定装置は、Bishop らの用いたものと同様のもので、供試体と透明な円筒セルとの間に満たした水銀面の上下移動により測定するものである。

図-3

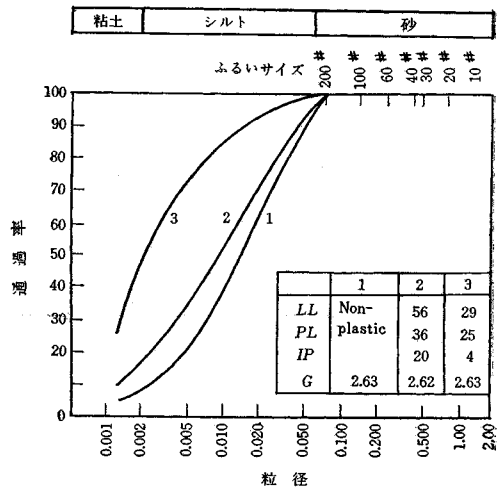
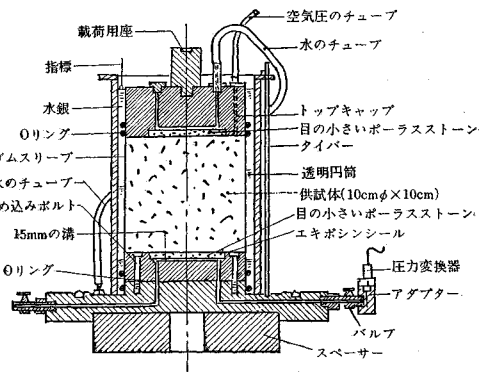


図-4 三軸セル底版と水銀用セル



実験は等方圧で圧縮するAシリーズと、異方圧で圧縮するBシリーズとからなる。Aシリーズにはサクシオンを一定に保って圧縮する試験および供試体の体積または外力を一定にして含水比を増加させ、サクシオンを低下させる試験とが含まれる。

Bシリーズには横方向の変形を生じさせない試験および体積一定または外力一定のもとで吸水によりサクシオンを減じる試験とが含まれる。

Aシリーズの実験結果を 図-5, 6 に示す。

図-5 Aシリーズの試験経路

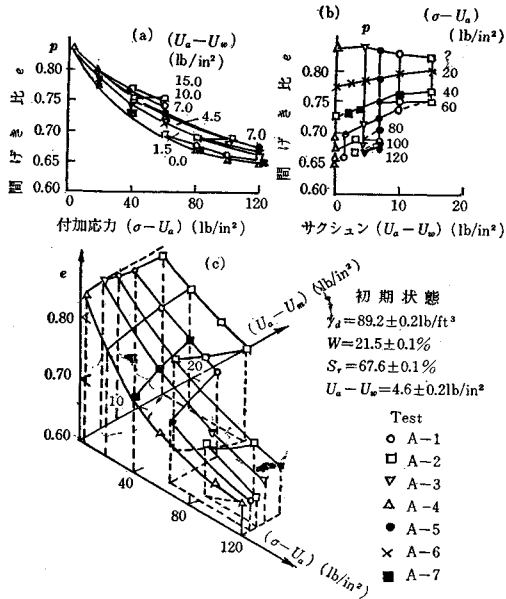
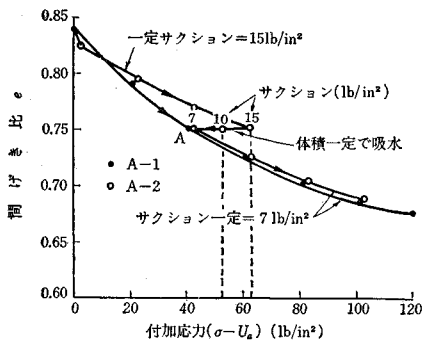


図-6



これから土の圧縮性はサクヨンに依存していることが明らかである。すなわち、初期のサクヨンの値の大きいもの（例えばA-2）は小さいもの（例えばA-4）より圧縮性が高い。

外力 σ_a を一定にして供試体に吸水させると σ_a の大きさによっては膨張または崩壊を生ずる。このことはサクヨンが骨格構造を強固にする作用があるということに起因している。

サクヨンが減少するために生ずる崩壊は有効応力の原理を基にしては説明し切れない。図-6のA-2に示す実験結果に対して式(1)を適用すると

$$d\sigma' = d(\sigma_a - u_a) + x d(u_a - u_w) \dots\dots\dots (6)$$

もし、ここで x が一定でしかも有効応力の原理に従って $de = C \cdot d\sigma'$ とするとこの実験では体積は一定であるから

$$x = \frac{-d(\sigma_a - u_a)}{d(u_a - u_w)} \dots\dots\dots (7)$$

となる。図-6に示す実験結果を代入すると $x = -2.0$ という値が得られる。ところが式(6)における x の値は正でしかも1以下でなければならない。この矛盾は有効応力の原理の不完全さに由来するものであり、応力の2つの要素の体積変化に及ぼす影響について再検討する必要があることを示している。

また図-5, 6に示したように、間げき比の変化量は供試体がたどった応力径路には無関係であり、初期状態 (e_0, S_{r0}) が定まっている場合には、間げき比の変化は図-5(c)の座標空間の1つの曲面で表わされることがわかる。この曲面が一義性を持つためには供試体の飽和度は減少しないという条件と供試体は膨張しないという条件が満足される必要がある。

図-7にBシリーズの実験結果を示した。この異方圧縮試験によってもAシリーズと同様の結果が得られた。

これらの実験結果を基にして圧縮性を検討するには、(p_a, u_c)平面上に間げき比の等高線を描いて内そうする

図 7 Bシリーズの実験経路

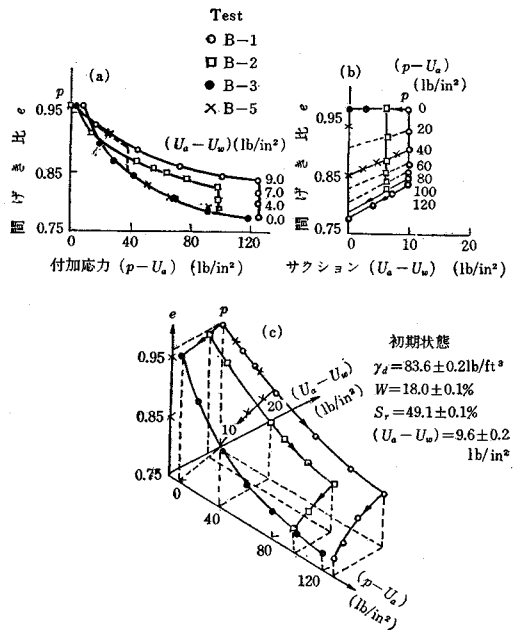
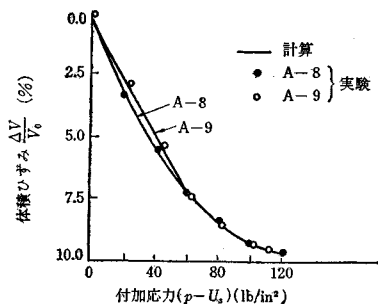
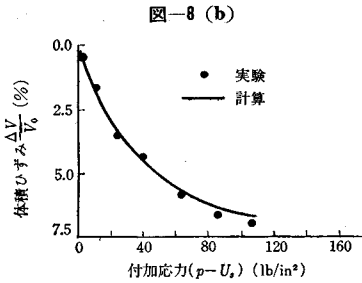


図-8 (a)





のが良い。こうして求めた結果を実測値と比較すると図一8に示すように良い一致を示しているのがわかる。

(委員 佐々木 康)

段階的開発計画に対する経済計画

“Economic Planning for Staged Development”
Sorensen, K.E. and Jackson, R.D.
Proc. of A.S.C.E., HY Vol. 94 No. 5,
pp. 1231~1243 (1968)

水資源の開発プログラムは段階的に実施されている。ここで示す経済基準とは次のようなものに適応しようとするものである。

- 1) 望ましい便益～費用の割合を定めるのではなく、最適の資本の使用法を定めること。
- 2) 一度で建設するときと分割して実施する場合の費用を比較する。
- 3) 種々の規模、供給関数、投下資本の事業の比較法を確立する。

このことのために利潤率が導入された。以下本文にしたがって段階的開発の理由、型、経済的要因、経済基準についてみてみよう。

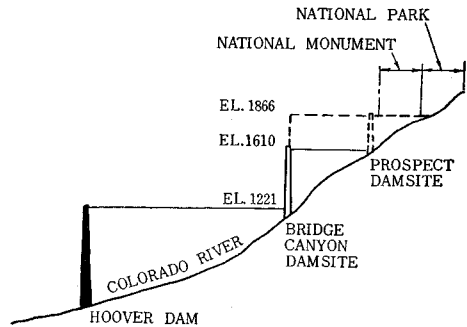
(1) 段階的開発の理由

著者は、種々の開発計画を検討して、段階的開発の理由をあげている。この中において、essential (欠くべからざる) と disirable but essential の2つの概念を出している。前者は上水、発電などに用いられ、治水・かんがいと後者に含まれている。これは上水は生活にかかせないという意味であろうか。理由としては、(1) 需要の不足、(2) 資本不足、(3) 認可の必要、(4) 基礎データの不足、(5) その他、があげられ、(2) の資本不足の項は、essential なものは除外されている。(1) は現在需要が増大中で将来流域のポテンシャルに見合う増加が見こまれる場合であり、(3) は法的な認可を要する場合である。(5) としては水利権、国境などがあげられている。

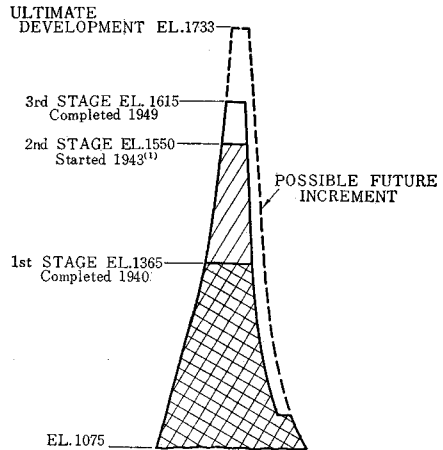
(2) 段階開発の型

上記諸理由により段階開発を要する場合、段階開発の型としては、多くの型があり、最適のものを選ぶ必要がある。この場合、特に需要が変化し、操作法が変わる可能性のあることに留意しなければならない。これらの型を図示すると、図一1~3のとおりである。これらは日本においても開発の過程の中で熟知のものであるが、図3の廃棄をも含めていることは興味深い。

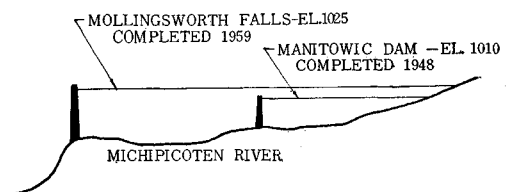
図一1 多数サイトのある段階的開発計画



図一2 かさ上げによる段階的開発



図一3 廃棄を考えた段階的開発



以上の技術的問題を要約して、

- 1) 開発段階としては、あらゆる構造的なまた機能的な段階を考えること。
- 2) あらゆる計画は、将来の拡張に対する適応性を検討すること。
- 3) 計画の配置と設計は、将来の機能上、操作上の変化に対する最大の適応性をもつこと。
- 4) 最初の状態は、知られている将来の状態と適合す

るように、あるいは計画的な廃棄に対して計画すること。

5) 最初の開発が明らかな必要性和効用をもつ場合は全流域のポテンシャルが不明であるとしても遅らさないこと。

をあげている。

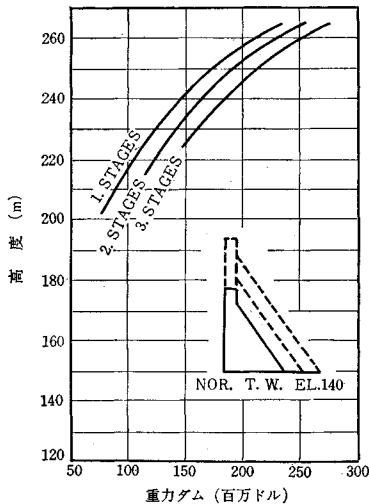
(3) 経済的要因

段階的开发に影響する経済要因としては、需要、目標便益、費用、水によらない代替建設の費用（身代り建設費）などが考えられ、段階開発としての要素が加わってくる。

この問題としては、使用方法の変化が予期される場合の取り扱い、全体計画の中で、最初の事業計画をいかに設定するかということが重要である。費用についてみると、

1) 一度に建設する場合よりも多くの費用がかかり、段階建設に要する費用は、図-4 の多数の曲線で示される。

図-4 段階的開発の費用（余水吐を含む）

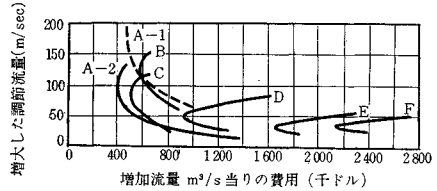
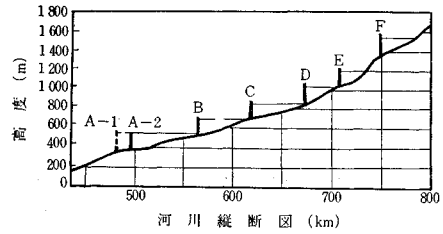


2) 段階開発計画においては、一段案よりも多数の案がある。しかし、研究のための金と時間に限りがあるため、代替物の優劣を比較し、代替物の数を減少するための費用あるいは効用の簡単な表示法が必要になる。この方法として parameter and short-cut method をあげている。この方法は多く用いられているが、流域内に多数の代替地のある例として一つあげると、図-5 のとおりである。

(4) 経済解析の規準

段階開発計画の経済解析の基準としては、便益～費用の規準は適当でない。便益～費用の割合が 1.5:1 の事

図-5 段階的開発のための予備的評価



業が 1.4:1 のものより経済的にすぐれているとはいえない。この規準で判断できる場合は、便益～費用の増分が 1:1 のときのみである。基準は、本文の最初にのべた 3 点を明らかにするために必要であるが、便益～費用の増分を 1:1 で比較することは、利潤率の考えに通じてくる。

このほか関連する事項を含めて、経済解析の基準として要約すると以下ようになる。

- 1) 投下資本や操作費用、便益に対する時間の影響を表わすためには、現在価値表示が最も適している。
- 2) 代替物の費用あるいは便益と投資利潤の割合との比較が、経済効用の尺度としてもっともすぐれている。
- 3) 利潤の割合がもっとも大きい解が経済的にすぐれている。
- 4) 事業の正当性は、資本の現在価値を反映する最小利潤割合に基づかねばならない。
- 5) もしもその計画の取りやめが将来における資源の利用を妨げるものでなければ、計画の最終的増大は最小許容利潤割合以内でなければならない。

このような段階的開発計画の解析の一例を図示すると

図-6 段階的開発計画の経済解析例

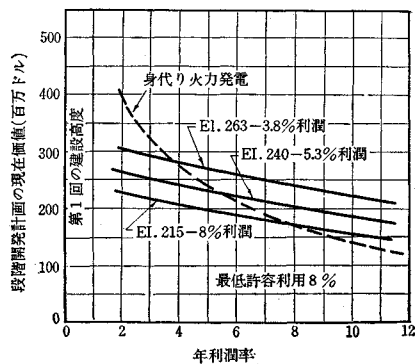


図-6 のとおりである。

(委員 星畑 国松)

地中埋設物の模型実験

“Model Study on Arching Above Buried Structures”
 Getzler, Z, Komornik, A. and Mazurik, A.
 Proc. of A.S.C.E. SM Vol. 94, No. 5, pp. 1123~1141,
 September (1968)

トンネル, 地下の溝きよ, 防空壕など地下埋設物に作用する土圧を算定する理論には, 大別して2つの方法がある。

その一つは, Terzaghi によって提唱されたせん断面法である。これは地下構造物の両端を通る垂直なせん断面を仮定し, その安定性を調べるもので, 地下埋設物に作用する土圧分布は指数関数で表わされる。この流れをくむものに Marston, Spangler の方法があり, 土および埋設物の特性を考慮した公式が導かれている。

いま一つの方法は Finn, Chelapati らのように地下埋設物のまわりの土を半無限弾性体として取り扱う方法である。

前者は極限の破壊時の状態について考察しているという欠点を有し, また後者は計算が非常にやっかいであるという欠点を有している。

これら両者の中間的な考え方に土と埋設物の相互作用の構造的な概念を表現する解析的モデルを考える方法がある。このような考え方は Whitman, Getzler, Hoeg らの解にとり入れられている。すなわち, 埋設物のまわりの土をアーチ, リングまたはドームとして取り扱っている。

いま σ_0 : 表面の荷重, σ_s : 埋設物に伝達される平均荷重とすると

$$A = \frac{\sigma_0 - \sigma_s}{\sigma_0}$$

でアーチ効果の大きさを表現することにする。アーチ効果は

- 1) 土の弾性的性質
- 2) 埋設物の深さ, 支持法などの幾何学的特性
- 3) 埋設物の形状
- 4) 埋設物の剛性
- 5) 埋設物の支持条件 (支持の剛性)

などによって影響される。

この報告の目的は, このような条件のうち埋設物の埋設深さ, 埋設物の屋根の形を変えた模型実験を行なって埋設物に作用するアーチ効果を考慮した解析的モデルを求めようとしたものである。

実験装置は 図-1 に示したようなもので, 土を入れ

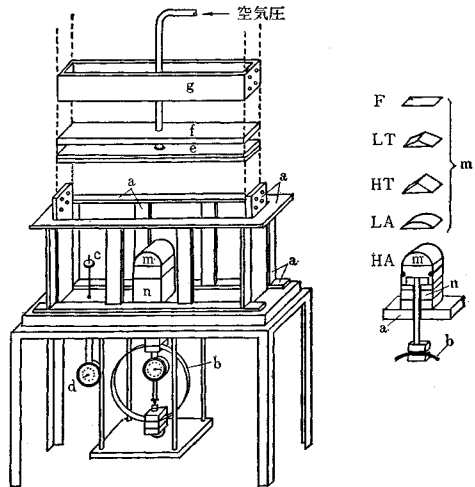
る部分は, $10 \times 20 \times 40$ cm の箱形である。用いた土は $0.8 \sim 2.0$ mm の砂である。埋設物の模型は同図中に図示したように5種の異なった形状である。

砂を充填するには, 一定高さからじょうごを用いて流し込む方法をとった。こうして得られた砂の相対密度は約 80% であった。

実際に砂中に埋設物模型を置いた実験を行なうに先立って砂だけの場合の沈下量を測定して砂の剛性, 移動に関するデータを得た。しかるのちに5種の形状の埋設物模型のある場合について初期の砂の相対密度をそろえ, 埋設深さを変えた実験を数多く行なった。

図-2 にアーチ効果と埋設深さの関係を図示した。先に説明した種類の模型の形状のうち, 三角形のものと円形のものとの差は顕著でないので, この図では形状を3種類に分類して示した。この図に見られるように埋設深さが深くなるにつれてアーチ効果は大きくなる。また埋

図-1 実験装置



a) 鋼製のわく, b) ブルーピングリング, c) 沈下量測定板, d) 変位計, e) ゴム製加圧装置, f) 支持板, g) 支持わく, m) 埋設物模型, n) 埋設物模型の底板

図-2 アーチ効果と埋設深さ

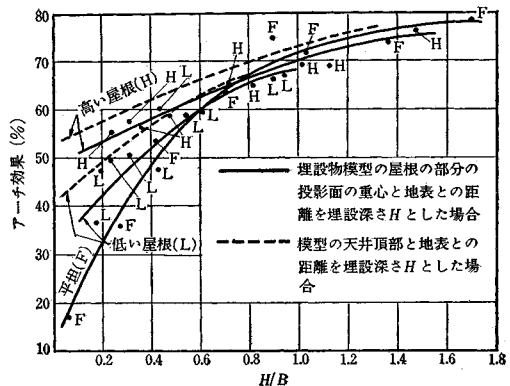
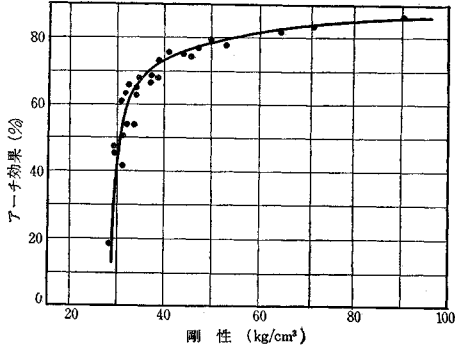


図-3 アーチ効果と砂の剛性



設物の屋根の形状が平坦になるほどアーチ効果は小さくなるということが知られる。この変化は表面荷重の大きさにはそれほど左右されないようである。また、もし埋設深さを埋設物屋根の底部から測るとこのような形状によるアーチ効果の差異は減少し、埋設深さを屋根頂部から測るとこの差異はより誇張して示される。

図-3 は、アーチ効果と砂の剛性を比較したものである。ここに砂の剛性というのは実験装置内の砂の応力をサイロ理論に従って次式によって求め、これを沈下量で除した値である。

$$\sigma_z = \sigma_0 e^{-\alpha}$$

$$\alpha = 2 \mu N_\phi \frac{h-z}{b}$$

ここに、 σ_z : 地中応力、 μ : 壁のまさつ係数、 N_ϕ : 土圧係数、 h : 砂層の厚さ、 z : 箱底部から考えている点までの高さ、 b : 箱の幅であり、砂の剛性 K は沈下量を S とすると

$$K = \frac{\sigma_z}{S}$$

で与えられる。

砂の剛性が増すと急にアーチ効果は増加し、ついにはアーチ効果はほとんど変わりなくなる。

この実験は地中埋設物に作用するアーチングの解析的モデルを求めるためのデータを得ようとしたものであって、実験結果から直ちに定量的な考察を加えることは困難であるが、定性的には次のことが明らかになった。

- 1) アーチ効果は埋設深さの増加とともに増大し、一定値に近づく傾向がある。
- 2) アーチ効果は表面荷重の増加とともに増大する。この増加の割合は埋設深さによって異なる。
- 3) アーチ効果は埋設物の屋根の形によって異なり平坦なものより突出した形の方が大きい。
- 4) 砂の剛性とアーチ効果の大きさとは直接的な関係がある。

(委員 佐々木 康)

チューブ構造の防波堤による波の減衰特性

“Characteristics of an Open Tube Wave Attenuation System”

Bourodimos, E.L. and Ippen, A.T.

Proc. of A.S.C.E., WW, Vol. 94, No. 4, pp. 465~487, November (1968)

波が固定構造物あるいは浮体構造物にあたると、波のエネルギーは減衰し、波の特性が変化し、時には砕波がおこる。

現在、海岸や港にはいろいろな固定構造物——直なもの・曲っているもの、直立堤・傾斜堤、不透過堤・透過堤——が築造されている。これらのものは波を反射させ砕波させることによってエネルギーを減衰させる。襲いかかる波の力は、たとえ海岸近くで海底の影響で弱められたとしても、かなり大きなものである。

近年、固定構造防波堤に代るものとして、空気防波堤水ジェット防波堤、カーテン防波堤、浮防波堤などが採用されるようになってきているが、これらのものはそれほど経済的でもなく、便利なものでもない。

防波堤は、大きくわけて次の2つのはんちゅうに属する。

- 1) 全断面を構造物にする場合
- 2) 波の作用が強い上部だけを構造物にする場合

さて、ここで提案しているチューブ構造によって波を減衰させるチューブ構造防波堤は、1), 2) のものとは少々趣きを異にする。2) の考えと同じく、波のエネルギーが集中する断面の上部につくられるが、これによって砕波をうながすことはない。波の周期的運動を乱し、乱すことによってエネルギーを減衰させようとするものである。この防波堤はチューブを横方向にならべると同時に縦方向（水深方向）にもな段段がならび、構成されている。そして波の進行方向に平行にならんでいる。チューブの密度は全断面に対し、全チューブ断面で 30~40% である。

いま、入射波を $\eta_1 = a_1 \sin(kx - \sigma t)$ とし、反射波を $\eta_2 = a_2 \sin(kx + \sigma t + \delta_2)$ 、透過波を $\eta_3 = a_3 \sin(kx - \sigma t + \delta_3)$ とすると、反射率は $K_r = a_2/a_1$ 、透過率は $K_t = a_3/a_1$ となる。記録データから a_1, a_2, a_3 を求めるには、 $a_1 = (\eta_{a \max} + \eta_{a \min})/2$, $a_2 = (\eta_{a \max} - \eta_{a \min})/2$, $a_3 = (\eta_{a \max} + \eta_{a \min})/2$ を計算する。ただし、 a_1, a_2 を求める場合は防波堤の前での記録データを用い、 a_3 では防波堤の後での記録データを用いる。

防波堤にかかる波力については次の方法で検討した。まず、全断面が直立堤である場合の総波力の最大値を $f_t \max$ とする。チューブ構造防波堤にかかった波力の平

均最大波力を f_{xc} とし

$$F_x = \frac{f_{xc}}{f_{t \max}}$$

を波力比とした。 f_t の理論値は、

$$f_t = \int_{-h}^0 p b dz \quad (b \text{ は幅})$$

で与えられ、 $p = r[\eta \cosh k(h+z)/\cosh kh - z]$ であるから、代入して計算すると、

$$f_{t \max} = r b a \left(\frac{2 \tan h k h}{k} \right)$$

となる。

一方、速度ポテンシャル

$$\phi = \frac{ag}{\sigma} \frac{\cosh k(h+z)}{\cosh kh} \cos(kx - \sigma t)$$

より出発し、波のエネルギー減衰率 P_L を計算すると(途中省略)、

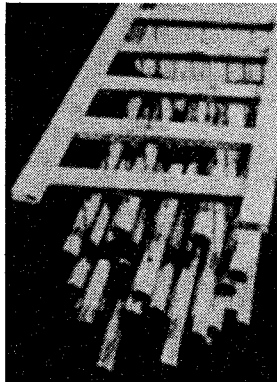
$$P_L = 1 - \left(\frac{a_3}{a_1} \right)^2 - \left(\frac{a_2}{a_1} \right)^2 = 1 - K_t^2 - K_r^2$$

となり、%表示式は、

$$\% P_L = [1 - (K_t^2 + K_r^2)] \times 100$$

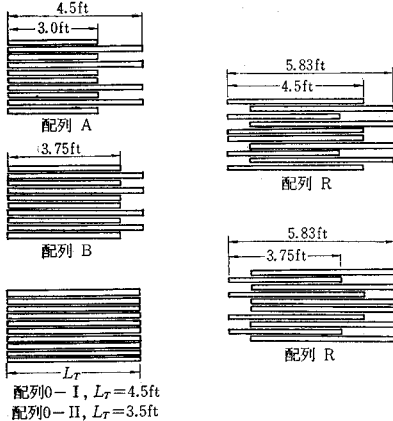
となる。

写真-1



実験は M.I.T. 水理実験室の大型水路で行なった。長さ 100 ft (30.5 m) 幅 2.5 ft (0.76 m)、高さ 3 ft (0.91 m) である。チューブ構造防波堤模型は、図-1 に示すような 5 種類である。チューブの長さは 3.0 ft (0.91 m)、3.75 ft (1.14 m)、4.5 ft (1.37 m) のものを組み合わせた。チューブの直径は 2 in (5 cm) である。波長は 3.25~22.5 ft (0.99~6.86 m) のものを用いた。

図-1 チューブの配列



得られた実験結果のうち、図-2 に反射率と波形勾配の関係を示す。波形勾配が小さいほど反射率は大きく、波形勾配が大きくなるにつれ急速に減衰している。またチューブを不規則に配列した方が反射率は小さい。そして L_T/L_i (チューブの平均長さと波長との比) が小さいほど反射率は小さい。図-3 には透過率を示したが、これによると、反射率と同様に波形勾配が大きくなるほど透過率は小さくなる。しかし、 L_T/L_i が大きくなるほど透過率は小さくなっている。

図-4 には波のエネルギーの減衰率を示す。波形勾配

図-2 反射率と波形勾配の関係

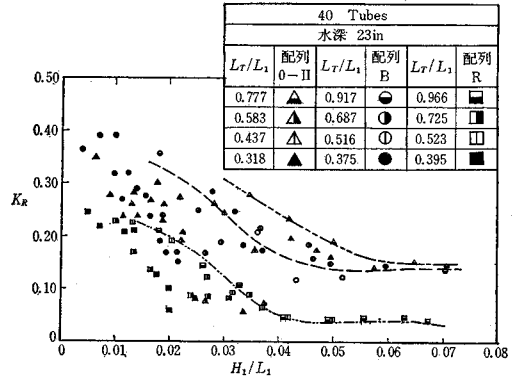


図-3 透過率と波形勾配の関係

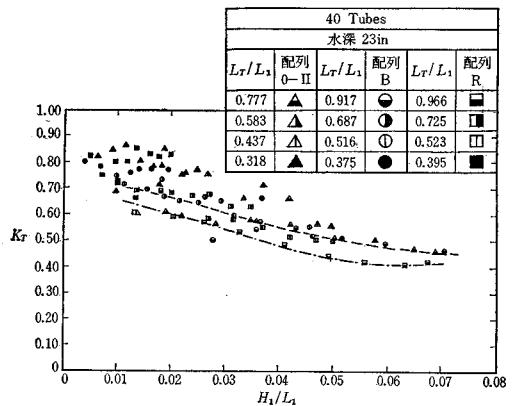
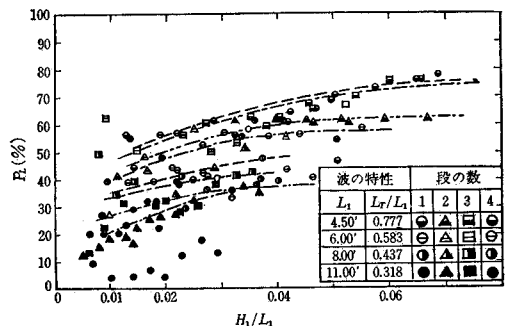


図-4 (a) 波のエネルギー減衰率と波形勾配の関係 (配列 0-II)



が大きくなるほどエネルギー減衰率はよい。またチューブの配列について言えば、不規則な配列である R がもっとも減衰率がよい。図-5 には総波力比と L_T/L_i の関係を示す。直立堤と比較した場合、総波力は、2~5%

程度であり、きわめて小さい。

先にも述べたように、チューブ構造防波堤は安く建設が容易であるから、特に水深が大きいようなところでどんどん応用されることが望まれる。

図-4 (b) 波のエネルギー減衰率と波形勾配の関係 (配列 R)

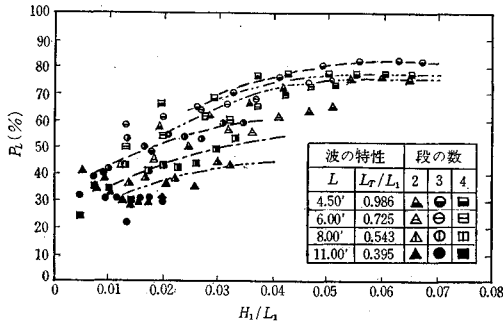
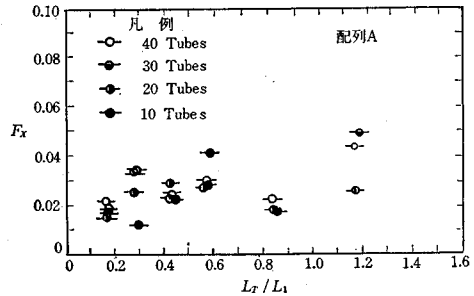


図-5 波力比と L_T/L_i の関係



(委員 小森 修蔵)

基礎工法シリーズ <全4巻>

新しい基礎工法の
えらび方と実績

日本鉄道建設公団理事 田中倫治編
B 5判・上製373頁/定価3200円/千200円

<本書の特色>

- 回各種基礎工法のチェックリストの一覧表を製作一目して各工法の条件に応じた得失がわかる。
- 回基礎工法のえらび方を各種工法を比較しつつ実例をもって示した。

<主要目次>

- 第1章 各種基礎工法の概要
- 第2章 各種基礎工法のえらび方
各種基礎工法の分類/チェック・リスト/チェック・リストの使用法
- 第3章 各種基礎工法のえらび方の実例
RCクイ/PCクイ/鋼管クイ/鋼管クイの斜クイ/大口径クイ圧入工法/場所打ちコンクリートクイ(ベント・カルウェルド・リバースサーキュレーション・PIP・深礎工法) ケーソン基礎/井筒工法/直接基礎

新しい基礎工法

工博・中島 武編
B 5判・上製260頁/定価1500円/千150円

新しい基礎工法の歩掛と実績

工博・中島武/工博・滝山養編
B 5判・上製350頁/定価2000円/千150円

新しい基礎工法の設計

工博・中島武/八島忠編
B 5判・上製421頁/定価2600円/千180円

土・基礎・構造物シリーズ<全4巻>

新しい土留工法

工博・藤森謙一/内田襄編
B 5判・上製440頁/定価3400円/千200円

新しい軟弱地盤処理工法

工博・藤森謙一/内田襄編
B 5判・上製460頁/定価3400円/千200円

土・基礎・構造物の設計・
施工上の失敗例と解決方法

工博・村上永一編
B 5判・上製270頁/定価1800円/千150円

新しい土留工法の歩掛と実績

工博・藤森謙一/内田襄編
B 5判・上製200頁/定価2300円/千180円

新しい仮設工事の
設計と施工

八島 忠編
B 5判・上製530頁/定価3600円/千200円

近代図書株式会社

〒102 東京都千代田区九段北1-6-7
電話 03(263)3871-2 振替 東京23801

●改訂三版

重版出来!

農業土木 ハンドブック

農業土木学会編

編集委員長
石橋 豊

A 5・1376ページ

¥5,500

計画編、設計・施工編、事業編、基礎編の4編より成り、農業土木事業独自の技術体系を確立したもので、計画・予備設計段階に重点をおき、広範な基礎知識と専門分化した技術を約1,200点に及ぶ図版と900の数表を駆使して、わかりやすく解説しています。

〈内 容〉 ■計画編 土地利用/水資源開発/地域開発/営農/開墾・草地造成計画/干拓・埋立計画/カンガイ計画/排水計画/農地整備計画/農村計画/水産土木計画/海外低開発地域の農業開発 ■設計・施工編 開墾工/飲雑・防除用水施設工/海底(湖底)堤防工/潮止め工/干拓地排水施設工/地盤造成(埋立)/除塩工/貯水工/頭首工/地下水工/水路工/配水施設工/水質改良施設工/河海工/ポンプ/ゲート・バルブ/区画工/農道工/耕地内用排水工/耕地土層工 ■事業編 事業費算定/経済効果/事業施行/施行に伴う補償/施設の維持管理/災害復旧/法規 ■基礎編 数学・数表・度量衡/気象水文/水理/測量/土壌・作物・肥料・農薬/土木地質/土質工学/構造力学/コンクリート工学/材料/電気/施工機械/ホ場機械一覧/農作業用施設/世界の農業

〈近刊〉

土木計画とOR

石原藤次郎 校閲

吉川 和広 著

B 5・¥3,000

M丸善

東京・日本橋/振替東京5番

新刊紹介

土 質 力 学 演 習

中央大学 久野悟郎・山梨大学 箭内寛治・日本大学 浅川美利 共著

A 5判 340頁 定価 1400円

【内容】最近の土質力学においては教科書のままだが適用できることがしだいに少なくなり一ひねりも二ひねりもした計算法と設計者の豊富な経験的判断が要求されるようになっている。本書は9章に分けて土質力学の諸問題について詳しく述べてある。

第1章 土の物理的性質と分類
第2章 土質調査(特にサウンディング)
第3章 構造物基礎の沈下、変形
第4章 斜面の安定、軟弱地盤における盛土基礎の安定

第5章 土をささえる壁体の安定
第6章 構造物基礎の支持力
第7章 地下埋設物に加わる土圧
第8章 堤体およびしゃ水構造からの漏水、排水
第9章 地下水の流動

□既刊□

測量学演習(1) 春日屋伸昌著 A 5判 384頁 1300円
構造力学演習 久保慶三郎著 A 5判 268頁 1000円
水理学演習(1) 岸 力著 A 5判 302頁 1100円
水理学演習(2) 岸 力著 A 5判 248頁 900円
橋梁工学演習 堀井健一郎著 A 5判 328頁 1200円

道路工学演習 伊吹山四郎著 A 5判 404頁 1400円
港湾工学演習 小川 元著 A 5判 396頁 1400円
上下水道工学演習 内藤幸穂著 A 5判 264頁 1200円
発電水力演習 千秋信一著 A 5判 424頁 1500円

東京都文京区小石川3-1-3(伝通院ビル)
振替口座 東京 13152 電話 813-7362 〒112

株式会社 学 献 社