

今月は論文集第 99 号 (38 年 11 月発行) 掲載論文としてつぎの 3 編を紹介します。なお、次号では第 100 号掲載論文として下記の 3 編を紹介する予定です。

西畑勇夫：山地の崩壊と地質、地形および雨量との関係について

畑野 正：コンクリートのひずみ能力・破壊強度に対するひずみ分布の影響

岡本舜三・加藤勝行・伯野元彦：アーチ ダムの振動、特にその縦振動に関する研究

飽和砂の振動圧力について

大 原 資 生

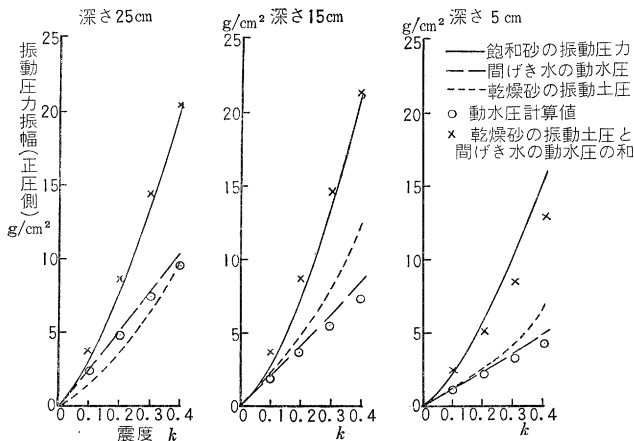
1. 本論文は岸壁の耐震設計に必要な飽和砂の振動圧力について行なわれた実験の結果と、その考察を述べたものである。この場合に生じる間げき水による動水圧については、前論文にその実験結果および理論解をくわしく述べた。

今回、飽和砂についてさらに実験を行なった目的は、飽和砂の振動圧力はこの動水圧と振動土圧との和に等しいと考えてよいか、どうかを調べることに、著者が「間げき水による動水圧」と考えている振動水圧は真の動水圧であるか、どうかという点を明らかにするために埋込水圧計を用いて、この動水圧の砂箱内での二次元的、すなわち、深さおよび長さ方向の分布状況を測定するためである。

2. 前論文でも述べたように、通常、受圧面変位型の圧力計によって飽和砂の振動圧力を測定する場合には、受圧面の変位はほぼ砂圧に支配されて水圧変化に完全に追従することができないと考えられる。よって飽和砂の振動圧力と間げき水動水圧および振動土圧との関係を調べるためには測定された振動圧力の全振幅によらず、圧力曲線のプラス側圧力振幅のみに着目して実験結果を整理しなければならないという結論に到達した。

図-1 はこの結論にしたがって得られたものである。図において×印は間げき水の動水圧(破線)と乾燥砂(点線)との別々の測定値を代数和した値であり、これは飽和砂の振動圧力(実

図-1 振動圧力振幅と震度との関係



線) とほぼ等しいものとなっている。

3. つぎに間げき水の動水圧の 2 次元的分布を測定するために、壁面水圧計のほか、3 個の埋込水圧計を砂層内に埋め込んで壁面からの距離がそれぞれ 5, 20, 50 cm の点の間げき水の動水圧を測定した。

そのときの記録の一例を図-2 に示す。距離 $l=50$ cm の点は振動砂箱の長さ方向の 1/2 点である。壁面からの距離が大なるにしたがって波形が変化しており、50 cm の点ではあたかも周期が半分になったような波形が得られている。種々考察の結果、これは振動によって砂層内にせん断変形が生じることによって発生する dilatancy が原因であることがわかった。すなわち、図-3 に示したように、砂に 1 周期に 2 回のせん断変形が生じ、それぞれの場合に間げきの膨張が起り、間げき水圧が負となるので、間げき水圧は 1 周期に 2 回変化することとなる。結局、動水圧とこの dilatancy による負の間げき水圧とが合成された波形が埋込水圧計に現われた波形である。

すなわち、両者の振幅の大きさは、前者では壁面で最大で長さ方向の 1/2 点で 0、後者は壁面で 0 で 1/2 点で最大となるの

図-2 間げき動水圧の記録

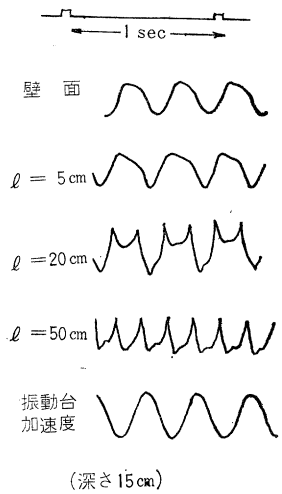


図-3 せん断変形と間げき水圧の関係

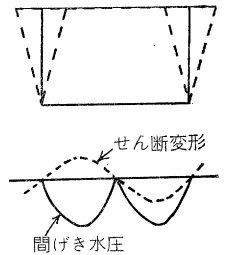
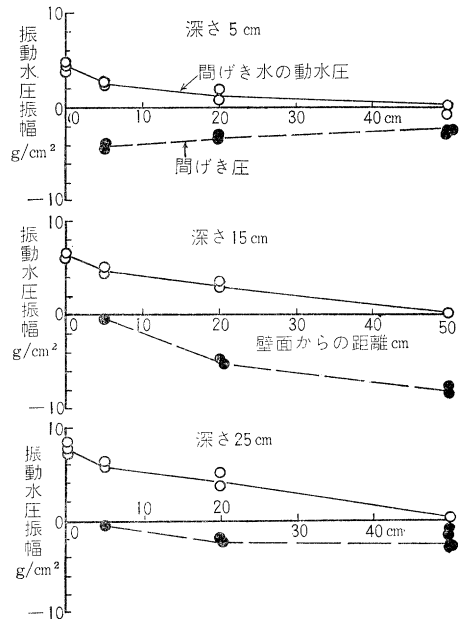


図-4 間げき動水圧と間げき水圧の分布



で、壁面からの距離が大きくなるにしたがって波形が変化してゆくと考えることができるのである。この記録波形から両者の振幅を別々に求め、その分布を示したのが図-4である。深さ5cmのものを除いてはいずれも理論的分布と近似したものとなっている。

4. 以上、本論文に述べられた実験結果とその考察から得られた事がらを要約すればつぎのとおりである。

(1) 飽和砂の振動圧力は振動土圧に間げき水による動水圧を加えたものに等しい。

(2) 著者が間げき水による動水圧と考えている振動水圧はその長さ方向分布から判断し真の動水圧であると考えられる。

(3) 振動中、飽和砂層には周期的な dilatancy による負の間げき水圧の発生が見られる。 (1963. 5. 23・受付)

【筆者：正員 工博 山口大学教授 工学部】

たわみ性地下埋設管の室内実験

湯 浅 欽 史

ここに報告する実験は昨年夏に東京大学土質研究室においてなされたもので、土木学会論文集 83号にすでに発表されたものの続きである。今回の実験はたわみ性管を対象としたものである。剛性暗きょとくらべてたわみ性管の特徴は管の横圧力が管の応力状態に重要な役割を果たし、横圧力の大きさと特性を知ることなしにたわみ性管の設計をすることは不可能である。

M.G. Spangler はたわみ性管の圧力分布を提案し、管の破壊基準となるたわみ量を計算する実際的方法を示した。今回の実験の目的はつぎのようなものである。1) 鉛直圧力の分布の推定、2) 横圧力の分布と大きさの推定、3) 管に作用する圧力にとって最も支配的要因を見出すために、土の反力係数を調べる、4) たわみ性管の設計原理の探査。

1. 実験概要

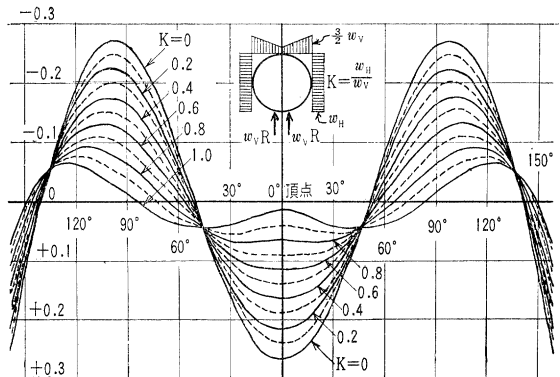
正面 120×80、奥行 40cm の木箱に粒径が約 0.8mm にそろった気乾状態の砂をつめる。箱の底中央部に幅 20cm の落戸をもうけ上下に動きうるようにする。この可動底板はひずみリングを介して押上用ジャッキにより支えられる。外径 20cm、肉厚 2mm の鋼管を2列のボルトによって可動底板にとりつける。管の内周にそって 30mm 間隔に 19枚のストレインゲージを添付する。砂高は管頂より 60cm で、ゆるづめ ($r=1.56 \text{ t/m}^3$) の場合と振動を与えて締固めたかたづめ ($r=1.74 \text{ t/m}^3$) の場合と二種ある。

底板変位 d_0 に対応する底板全圧 P_0 と管のひずみ ϵ をジャッキによって底板を押し上げながら段階的に測定する。最大底板変位はゆるづめ砂で 12mm、かたづめ砂 5mm である。

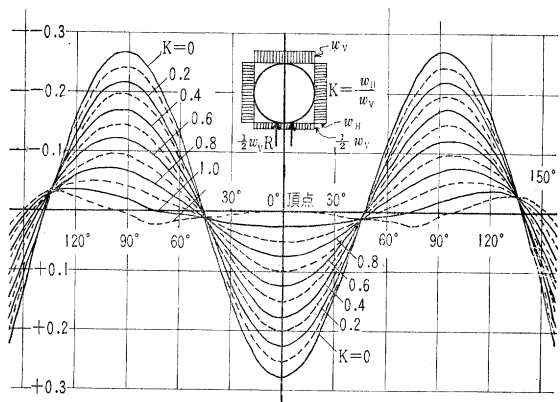
2. 横圧力、反力係数

たわみ性地下埋設管の問題では、非弾性的な砂が弾性的鋼管とかかわり合っていることに注目すべきである。その点を考察することは力学的系として興味がある。このような複合された系として埋設管を考えると、円管の挙動を観測することによって砂の性質を知る手がかりが得られるであろう。以上の考えから、管のたわみ量、砂の変位量、管に作用する合圧力および砂の反力係数の間の関係を表わす式を導いた。いろいろな荷重条件を仮定して管のたわみ量とひずみ分布を計算し、水平荷重 P_H と鉛直荷重 P_V の比 K をパラメーターとして整理した。

図-1
(a) $M^* = \frac{M}{wR^2} + \frac{T}{wR}$ (ゆるづめ砂)



(b) $M^* = \frac{M}{wR^2} + \frac{T}{wR}$ (かたづめ砂)



底板の動きに対して反力係数は一定の値に保たれないので、砂の性質と挙動を明らかにすることが主要な関心なら、 d_0 、 P_0 および ϵ の各増加量間の関係を解析するほうが都合がよい。荷重と変位の増加量について、 k と n を K と N と同様に定義する ($k \neq \partial K / \partial d_0$, $n \neq \partial N / \partial d_0$ に注意)。管周にそったひずみ分布図を計算してえた分布図と比較し、荷重状態(図-1)と k および K の傾向(図-2)とをゆるづめ砂とかたづめ砂について推定した。円管の鉛直、水平各たわみ量をダイヤルゲージで測定することによっても、 k を推定し、それから P_H を推定することができる。この円管を薄肉円筒とみなし、たわみ量の測定値から反力係数を計算によって求めた。これらの反力係数 n と砂の変位量 d の関係を図-3に対数目盛で示す。

3. 砂の力学的性質

砂の挙動に密度が大きな影響をもつことが実験の過程を通じて目だった。一般に、かたづめ砂では底板の動きに対し敏感に変位や圧力を伝える。実験結果を砂密度の違いの影響という点を中心に以下整理してみよう。

(1) かたづめ砂での P_H の増加率 $\partial P_H / \partial d_0$ はゆるづめ砂でのその数倍である。ゆるづめ砂での $k (= \partial P_H / \partial P_V)$ は底板押上の初期に急速な減少を示すが、かたづめ砂での k ははじめからゆるやかに減少する(図-2)。底板押上量がそれほど大きくなならない間に、鉛直荷重 P_V はその最終値の相当部分にすでに達す

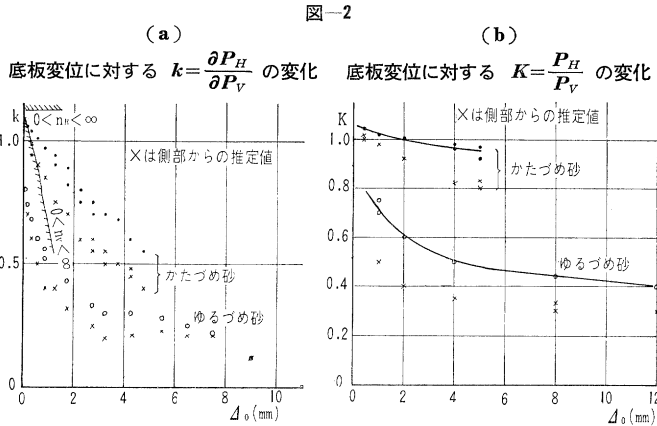
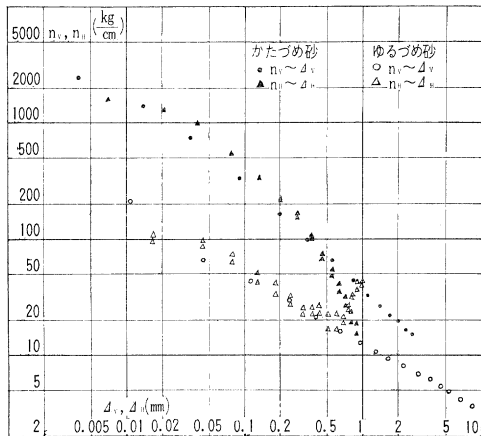


図-3 砂の変位量と反力係数の関係



るので、かたづめ砂では横荷重がかなり増加することが期待される。

(2) このような構造物では二種の破壊の型が存在するようになる。一つは管の上にある砂のせん断破壊であり、一つは側方の砂の支持力が不足して生じる管の過剰変形である。この差異は管の剛性と砂かぶり高に依存するが、同時に砂密度によっても変化する。

(3) かたづめ砂の $K (= P_H/P_V)$ はゆるづめ砂のほぼ 2 倍であるが、砂の変位が小さいときには、この比は 1.4 程度である(図-2)。このことから、入念に締固められた砂地盤に設置されたたわみ性管はゆるい地盤での管に比し、大きな安定性をもっていると推論できる。

(4) 砂の反力係数は変位に対して一定の値をとらない。 $\log n$ は $\log \Delta$ または Δ と直線関係にある。

(5) コルゲートパイプは直径の 5% のたわみ量を許容値としているが、周囲の砂は変位量が直径の 1~2% に達したとき降伏するようになる。しかし、より深い、より剛性の大きな円管で実験を行なうなら、砂の降伏以前に管自体のたわみ量が許容値を越えることが予想しうる。

(6) 砂中に生じる圧力の状態と変位の状態は互いに一致した領域と分布を示さない。それゆえ、砂の力学的性質を一個の定数で表現することはできないであろう。

4. 今後の設計原理

Spangler の理論にいくつかのコメントを加え、砂質土に設置されたたわみ性管の実際の理論に関する将来の研究の方向についてつぎのような提案を行った。

管のたわみ量で破壊基準を定める。たわみ性埋設管を弾性的鋼管と非弾性的な砂とからなる複合系としてとらえる。反力係数 N を一個の定数として与えるのではなく、 K を土質条件に応じた定数として与える。鉛直荷重はあらかじめ推定しておくのではなく、たわみ量の関数と考える。この関数は「せん断力の砂中の誘起」という考え方をふくみ、Spangler の等沈下面の考え方に代わるものがあるが、この関数の具体的形は今後さらに明らかにされる必要がある。

(1963. 5. 8・受付)

[筆者: 正員 法政大学助教授 工学部]

鉄鋼港湾における撒荷埠頭計画

江口辰五郎・門馬将義

先に報告した“鉄鋼港湾における入港船舶およびアンローダーに関する実態調査”(土木学会論文集第 95 号(昭 38.7))において、製鉄八幡港における約 9 年間の荷役実績から、① 船舶入港時のラック隻数の出現する割合は入港隻数に比例し、原料の種類・船型による差はない、② パース数を増やすことにより船舶の着岸時点を分散させることができ、その効果は 1 パースを 2 パースにした場合が最も大きい、③ 一船積荷量と重量トン数との比は、計画値として汎用船で 85~90%、専用船で 90~95% である、④ 計画ビーク率の算出根拠、⑤ アンローダーの実運転時間、⑥ 鉄鉱石の見掛け重量、⑦ 汎用船と専用船とのグラフバケットの荷揚げ効率、などを明らかにしたが、本文ではさらにパース数別に必要な荷揚げ能力を定量的に求め、実績船型におけるパース数と荷揚げ能力との相関性を明らかにするとともに、限界一船積荷重および能力比と称する係数を導入することにより、他種船型に対しても広く本調査の結果を適用できることを示した。さらに前回および今回の結果の応用例として製鉄戸畑港計画の概要を述べたものである。

今回の調査で得たおもな結論はつぎのとおりである。

(1) パース数および荷揚げ機械の能力を定量的に決定するためには、目的達成率を明示する必要がある。このため全荷量の何 % を、与えられた期限内に処理するか(処理率)を明確にしなければならない。

(2) 平均一船積荷量約 7 600 t/隻 の場合のパース数・荷揚げ日数と必要機械能力との関係は、パース数を増すほど必要機械能力は最少値(限界一船積荷量)に収束する。

(3) 前述の結果を他種船型に適用する方法はつぎのとおりである。

① 予想入港船型分布から限界一船積荷量 (Q) の算出

② 計画月間入港隻数を求め能力比 (R) を求める。

③ 必要荷揚げ機械能力 $P = Q \times R$

(4) 荷揚げ機械能力の合計が最も小さいのは、1 パースの場合であるが、反面入港状態の変動を極端に受ける。ゆえに入荷量・船型に見合ったパース数、アンローダーの能力および台数の決定が大切である。具体的方法を製鉄戸畑港について示した。

(1963. 2. 14・受付)

[江口: 正員 工博 八幡製鉄 KK 参与
門馬: 正員 八幡製鉄 KK 市场部]