

水圧変動に伴う水底地盤上構造物 の沈下機構に関する研究

名城大学理工学部 正会員 岩垣 雄一

名城大学大学院 学生員○西口 松男

名城大学理工学部 学生員 奥田 雄司・武野 利彦

1. はじめに

漂砂を制御し海岸侵食を防ぐために、海底砂地盤上に消波ブロックを用いた海岸構造物が数多く建設されている。この消波ブロックが海底地盤内に程度の差はあるが、沈下埋没することは今や常識となっている。最近では、この原因を水面変動による海底地盤の液状化現象によるものであるとして、研究が行われている。しかし、何れの研究^{1)・2)}においても、どのような場合に液状化が発生するかという可能性を調べるだけで、それを実証した研究はなく、ただ液状化発生 の証拠として、地盤上の構造物が水圧変動によって沈下することを実験で示すのみである。本研究は水底砂地盤に置かれた重量構造物が、波浪のような水面の周期的な変動に伴って、徐々に沈下していく現象の機構解明をめざして、構造物が時間とともに下降と上昇を繰り返しながら、1周期ごとに沈下していく過程を詳細な実験によって調べたものである。

2. 実験装置および実験方法

実験は、図-1に示すような縦70,横40,奥行き15cmの鋼製水槽³⁾を使用する。その中に、高さ50cmの砂地盤を作り、地盤面上に鉛製円柱構造物(比重11.2)を設置する。構造物の鉛直変位は、構造物上面にプラスチック製の非常に軽い測定ロッドを接触させ、そのロッドの上端を変位測定器に連結して測定する。また、水深を39cmとし、そこに変動空気圧を与える。さらに、水槽側面に拡散型半導体圧力変換器を取り付け、砂地盤上の変動水圧を測定できるようにする。こうして、構造物の鉛直変位と地盤面上の水圧の時間変化を同時に測定記録する。構造物を設置する地盤面は、砂層の圧縮性のため水圧変化に伴って上下に変動する。そこで、まず比重が1.07のアクリル製円盤(厚さ1.0mm,直径41.0mm)を地盤上に設置し、水圧変動に伴う円盤の鉛直変位を測定して、それを砂層面の変位とした。さて、構造物の沈下量に及ぼす影響要因を大別すると次のようである。

①構造物の重量, ②変動水圧の特性, ③砂層の性質

ここで、本研究では①の構造物の重量に着目し、表-1に示すような重量が同じで単位接地面積当りの重量(ここでは接地圧と称する)が異なる構造物(A,B,C)と、接地圧が同じで接地面積が異なる構造物(B,D,E)を用意した。なお、すべての実験の全振幅は、ほぼ一定(約0.113kgf/cm²)である。

3. 実験結果と考察

(1) 砂層面の鉛直変位

図-2に、周期を約5,10,20secと変化させたときの砂層面の鉛直変位と水圧変動を示す。この結果から、水底地盤上の水圧が大きくなる位相で砂層面は下降し、逆に水圧が小さくなる位相では砂層面は上昇している。そして、砂層面はいずれの周期

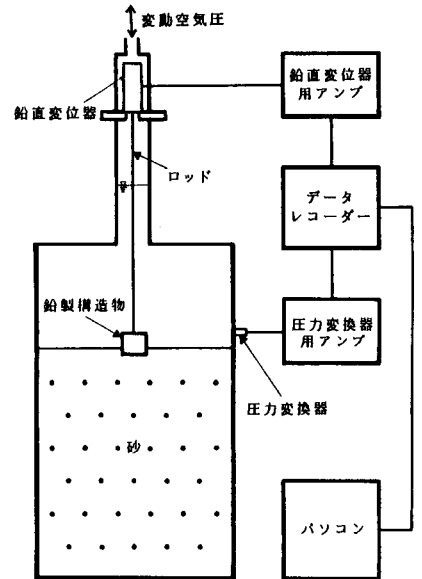


図-1 実験装置の概略図

表-1 構造物の直径,高さ,
底面積,重量,接地圧

構造物記号	直径 (mm)	高さ (mm)	底面積 (mm ²)	重量 (gf)	接地圧 (gf/cm ²)
A	28.6	61.0	642.4	440.8	68.6
B	40.5	30.6	1288.2	441.2	34.2
C	57.2	15.3	2569.7	441.1	17.2
D	28.6	30.6	642.4	219.6	34.2
E	57.2	30.6	2569.7	879.8	34.2

の場合でも、ほぼ完全に戻りきっていることがわかる。また、全振幅が一定であっても周期が短くなれば、砂層面の変位量が增大することがわかる。これは砂層の圧縮領域が周期によって変化するためと考えられる。

(2) 構造物の鉛直変位

まず、構造物A, B, C について、構造物の鉛直変位と砂層面の鉛直変位が水圧の時間変化によって、どのように変動するかを図-3に示す。これから、水圧が増大する位相では、構造物が存在しないときの砂層面の鉛直変位より小さいが、構造物は低下し、逆に水圧が減少する位相では、上昇する。しかし、構造物は上昇しても砂層面の上下動と違い、最初の位置に完全には戻らない。その差が一周周期ごとの沈下量となる。実際の構造物の地盤内への沈下は、これが積み重なったものと考えられる。このことは、重量構造物を設置すると、地盤内に鉛直応力が働くが、それに圧力変動が加わると砂層が弾塑性的変形を起こし、もとへ戻らなかったと考えられる。また接地圧の大きい構造物の方が鉛直変位量が多いのは、地盤内の間隙水圧が同じでも鉛直応力が大きくなり鉛直変位に影響がでると考えられる。

一方、構造物B, D, E 及び砂層面の鉛直変位と水圧の時間変化を図-4に示す。これから接地面積の小さい構造物の方が水圧上昇時に生じる鉛直変位が大きくなるが、一周周期後の沈下量は、重量が一定の実験ほどの差は生じないことがわかる。

4. おわりに

周期的な水圧変動によって、地盤上の重量構造物が徐々に沈下していく現象を取りあげ、構造物がどのような過程で変位し沈下するかを調べ、次の結果を得た。

(1) 変動水圧の周期を短くすると、砂層の

見かけの圧縮率が大きくなり、砂層面の上下動はより増大する。

(2) 変動水圧が増大するときの構造物の降下量と、逆の位相での上昇量との差が一周周期後の沈下量となる。

(3) 構造物の接地圧を大きくすると、沈下量も水圧上昇時の鉛直変位も大きくなる。

【参考文献】

- 1) 善 功企ら: 海底地盤の波浪による液状化および高密度化, 港湾技研所報告, 第26巻, pp. 125~180, 1987.
- 2) 名合宏之: 変動水圧による砂層の液状化に関する研究, 第26回水理講演会論文集, pp. 589~594, 1982.
- 3) 岩垣雄一・西口松男: 水圧変動に伴う水底地盤上構造物の沈下現象に関する基礎的研究, 第39回海岸工学講演会, pp. 866~870, 1992.

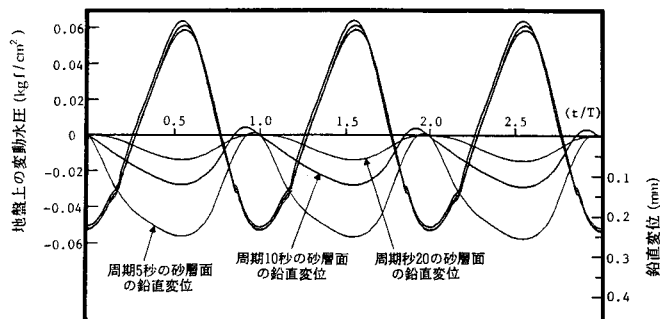


図-2 砂層面の鉛直変位と地盤上の水圧の変化

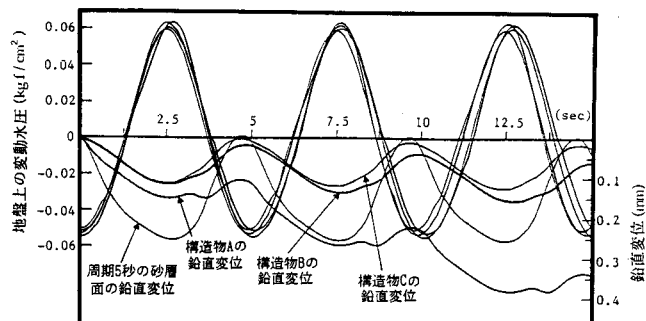


図-3 構造物A, B, Cおよび砂層面の鉛直変位と地盤上の水圧の時間変化

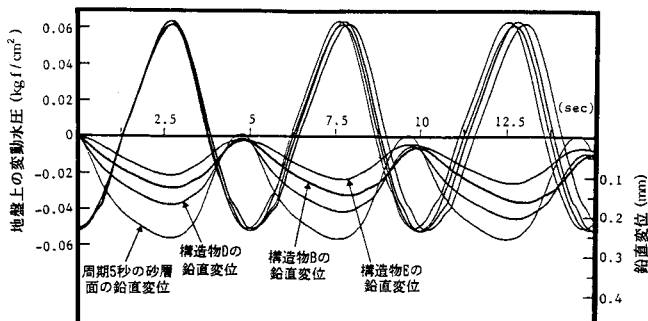


図-4 構造物B, D, Eおよび砂層面の鉛直変位と地盤上の水圧の時間変化