

## 実験水槽の剛性が波による水底地盤の 液状化現象に及ぼす影響

名城大学工学部 正会員 岩垣 雄一  
名城大学大学院 学生員 西口 松男  
名城大学工学部 学生員○ 関 康夫  
名城大学工学部 学生員 篠田 哲郎

### 1. はじめに

波浪などの水面変動に伴う海底地盤内の間隙水圧変動や応力変化に関連して発生する砂層の液状化の理論的研究には数多くの研究がある。一方、実験や観測による研究は名倉・前野<sup>1)</sup>や善<sup>2)</sup>らのように数少ないのが現状である。理論的研究に比べ実験や観測研究が少ないのは、実験や観測を行う際、以下に述べる種々の問題が存在するからである。まず、実験を行う場合の問題点として、(1)現地をどのように再現するか、(2)現地を再現しなくても液状化を起こすことができるか、(3)実験のスケール(水深など)は液状化と関係があるか、(4)変動圧力を与えると発生する実験水槽の歪みは液状化現象に影響を及ぼすか、(5)地盤内に含まれる空気量をどのように測定するか等がある。また、現地で観測する場合の問題点として、液状化の発生をどのように確認するかがある。そこで、本研究では水槽の剛性、すなわち(4)の変動圧力を与えたときに生じる水槽の歪みが構造物の沈下に及ぼす影響を調べた。ついで、水槽の歪みの割合をどの程度以下に抑えれば液状化実験を行うにあたり水槽の歪みを無視することができるかを検討した。

### 2. 実験の概要

#### (1) 実験装置

実験は厚さ10mmの亚克力を用いた内寸、幅40cm、奥行き15cm、高さ70cmの直方体水槽と同じ寸法の鋼製水槽の2種類のものを用いた。今回の実験では上部のふたの中央のパイプを圧力伝達用とし、長さ1mのパイプ(外径16mm、内径12mm)を接続した。さらに、その先に変動空気圧を与えた。変動圧力発生は、モーターの回転によってピストンの内部の圧力を変化させ、それを周期的な変動圧力とし水槽内の水面に作用するようにした。図-1に示すように、海底地盤面の構造物の沈下量測定には、測定範囲が10mmで1/100mmまで測定可能なダイヤルゲージを用いた。また、内部のばねを取り除き先端におもりを取り付けることによって、一定の力でダイヤルゲージの先端が構造物に接触するようにした。

#### (2) 実験方法

まず、水槽内を水で満たし中央粒径0.141mm、比重2.645g/cm<sup>3</sup>、間隙率0.426の砂を砂層厚が47cmになるまで入れた。次に、構造物を設置し水をふたの中央パイプに水深73cmになるまで入れた。なお、海底地盤面の構造物として円柱状の鉛(直径4.0cm、高さ2.9cm、比重11.2)を用い、構造物の上部にダイヤルゲージの先端をのせ、構造物の沈下量が測定できるようにした。前述したように亚克力の実験水槽は、変動水圧を与えると水槽がかなり歪む。そこで、この歪み量は、ふたの中央パイプの水位の変化量 $\Delta h$ に等しいとみなした。しかし、この水位変化によって水槽上部出口から噴流が発生し、海底地盤面に洗掘を引き起こすので、途中に隔壁を設けた。また、この実験水槽の歪みは補強材(長さ60cm、幅3cm、アングル)によってある程度抑えることができるため、位置や本数を変え歪み量を制御し、そのときの構造物による沈下量の時間変化を測定した。

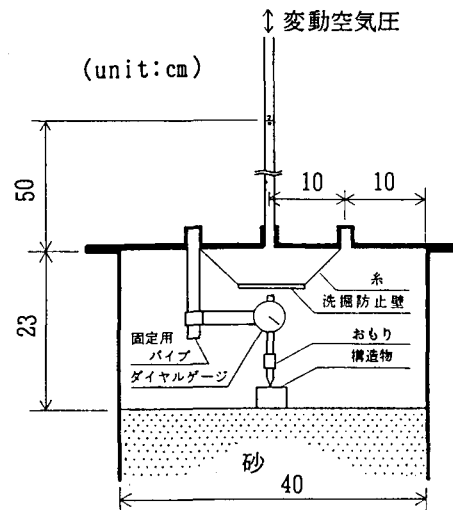


図-1 実験概略図

### 3. 実験結果及び考察

表-1は振幅0.0925kgf/cm<sup>2</sup>,周期1.96secの  
変動圧力の場合の実験を行った結果であるが、  
補強材によって変化する場合の歪み量をCase1  
~6に分け示した。Vは水槽中の水の体積、 $\Delta h$   
は水位の変化量、 $\Delta V$ は歪んだ体積、 $\Delta V/V$ は水  
槽体積の歪み率である。ただし、この $\Delta h$ を水  
槽の歪み量としたが、 $\Delta h$ は変動圧力による実  
験水槽の歪みと水の圧縮が考えられ、水の圧縮  
による変動体積は約0.2cm<sup>3</sup>で、水槽の歪みに比  
べ非常に小さいので無視してよい。今回の実験  
において、Case1~5は厚さ1cmのアクリル水槽  
を用いた場合で、Case6は厚さ1cmの鋼製水槽を  
用いた場合である。この鋼製水槽は、 $\Delta V$ を1.0  
cm<sup>3</sup>以下にするために厚さ1cmの鉄で製作したが、  
上部のふたを鋼製ではなくてアクリル水槽と同  
じものを使用したことなどにより、 $\Delta V$ は予定  
より大きくなった。図-2にCase1~6の構造物  
の沈下量の時間変化を示した。この結果から、  
水槽の歪みが大きければ大きいほど構造物の沈下  
速度が大きいたことがわかった。また、図-3に  
はCase1~6の $\Delta V/V$ の変化による200, 400, 600,  
800, 1000sec時の沈下量を示したものである。  
この図より $\Delta V/V$ を $7.0 \times 10^{-4}$ 程度以下に抑えれ  
ば、波による海底地盤の液状化現象の実験に及ぼす  
水槽の歪みの影響は無視できると考えられる。た  
だし、外力が変化すれば多少違ってくるとされる  
のでさらに検討したい。

### 4. おわりに

以上、実験水槽の剛性が波による水底地盤の液状  
化現象に及ぼす影響として、実験水槽の歪みが構造  
物の沈下速度に及ぼす影響を調べた。その結果、水  
槽の歪み率が大きくなるにつれて構造物の沈下速度  
が大きいたことがわかった。また、水槽の歪み率  
 $\Delta V/V$ が $7.0 \times 10^{-4}$ 程度以下になるように液状化実験  
を行えば、水槽の歪みによる影響は無視してよいこ  
とがわかった。

### 参考文献

- 1) 名合宏之:砂層内水圧変動と液状化,第18回水工学に関する夏期研修会講義集,土木学会, p. A-9-1~A-9-15, 1982.
- 2) 善 功企・山崎浩之・渡辺篤:海底地盤の波浪による液状化および高密度化,運輸省港湾技術 研究所報告, 第26巻,第4号, pp. 125~180, 1987.

表-1 変動圧力によるアクリル水槽  
(CaseNo. 1~5)と鋼製水槽の歪み量

Case No.	V (cm <sup>3</sup> )	$\Delta h$ (cm)	$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )	$\Delta V/V (\times 10^{-3})$
1	25734.38	35.7	40.376	1.569
2	"	32.3	36.530	1.420
3	"	30.7	34.721	1.350
4	"	28.0	31.667	1.231
5	"	26.1	29.518	1.147
6	27969.32	15.7	17.756	0.635

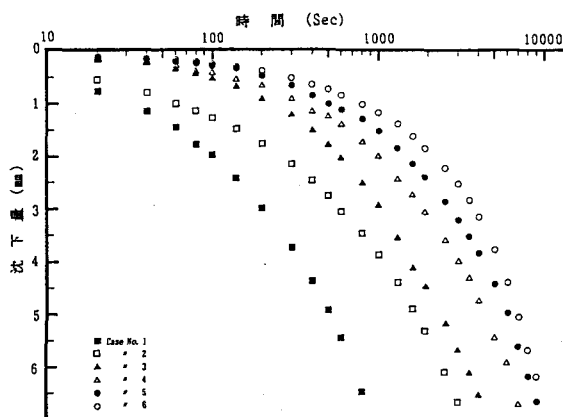


図-2 水槽の歪みによる構造物  
の沈下量時間変化曲線

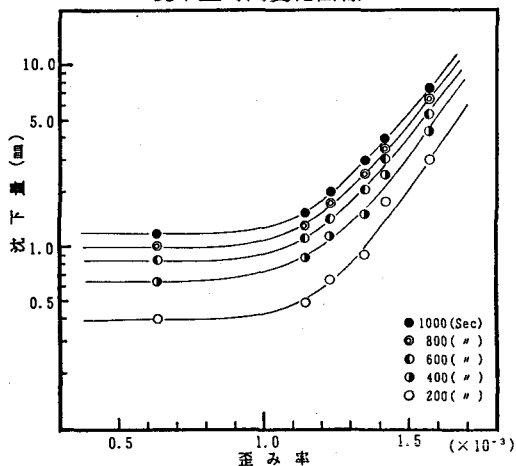


図-3 構造物の沈下量と水槽の歪み率との関係