

III-39

砂地盤が震動を受けた場合のボイリング
加速現象に関する実験研究浅野工学専門学校 正会員 亀井 敦 志
防衛大学校 正会員 加藤 清 志

1. まえがき

砂地盤の矢板による締め切り施工において、ボイリング現象による崩壊事故が発生しやすい。これらの現象については、一般に静的な状態についての実験報告が多い。しかしながら、現場においての杭打ち、重機や付近の交通、地震等の震動を受けた場合のボイリングの加速現象について考慮した報告は見られない。本報告は前報^{1),2)}に引き続き、この現象を基礎的に研究発展させたものである。

2. 実験装置と実験方法

2.1 実験装置 実験槽概略を 図-1 に示す。なお、中央の矢板厚は5mmの亚克力板で、かつ、前面も亚克力板張りとした。使用砂は 千葉県木更津産の山砂で、次の4種に分類、水洗し使用した。また、これらの試料の特性を 表-1 に示す。

- ① 5.0 mmふるいを通し、0.15mmふるいにとどまるもの(以下 粒径5.0mm)
- ② 2.5mm ふるいを通し、0.15mmふるいにとどまるもの(以下 粒径2.5mm)
- ③ 1.2mm ふるいを通し、0.15mmふるいにとどまるもの(以下 粒径1.2mm)
- ④ 0.6mm ふるいを通し、0.15mmふるいにとどまるもの(以下 粒径0.6mm)

振動台の特性は 可変型起振機からなり、実験槽には 図-2 に示す上下方向加速度が与えられた。高水位、低水位の場合ともほぼ同様の振動特性を示し、周波数は約15Hz、加速度は約 $\alpha=0.5G$ とほぼ一定であった。

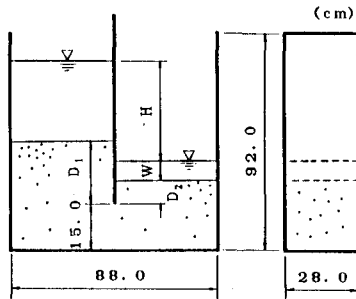


図-1 実験槽概略図

表-1 砂の特性

粒 径	5.0mm	2.5mm	1.2mm	0.6mm
比 重	2.67	2.69	2.69	2.72
均等係数	2.23	2.43	1.80	1.80

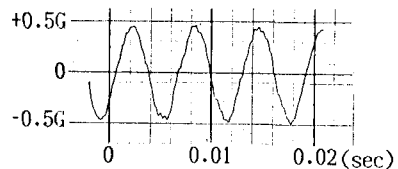


図-2 震動加速度の特性

2.2 実験方法

実験槽には あらかじめ水を張っておき、砂を投入し、棒状バイブレーターで、上・下流側ともに 5分間ずつ振動締め固めを行なった。その後、上流側水位を地盤上5cm、下流側水位を 表-2 による所定値とし、下流側はオーバーフローさせ、上流側に $50 \pm 2 \text{ ml/sec}$ で注水し、上流側水位を上昇させた。このとき、「常時(無震動)」の Case 1 と「震動加速を受ける」Case 2 に分類し、それぞれ、水位上昇5cmごとに下流側排水量、ボイリング開始時水頭差、また ボイリング終了時の水頭差を測定し、かつ、目視により地盤面を観察した。

3. 実験結果と考察

3.1 限界水頭差(H)と最短流線長($D_1 + D_2$)との関係

図-3~6にそれぞれ 粒径5.0mm、粒径2.5mm、粒径1.2mm、粒径0.6mm の場合のボイリング開始時の限界水頭差と最短流線長との関係を示し、図-7~10に ボイリング終了時のものを示す。

表-2 実験条件(cm)

No	D_1	D_2	W
1	5.0	5.0	5.0
2	10.0	5.0	5.0
3	10.0	10.0	0
4	10.0	10.0	5.0
5	15.0	10.0	0
6	15.0	10.0	5.0

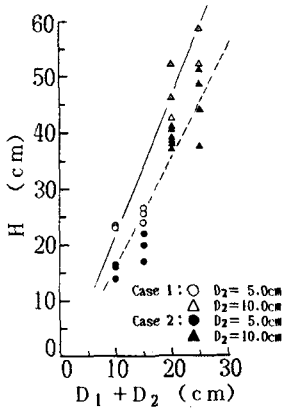


図-3 粒径5.0mmの場合
(ボイリング開始時)

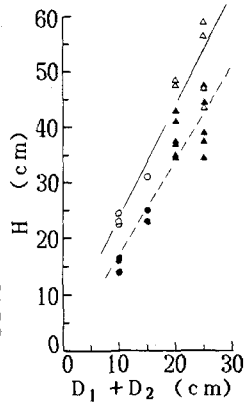


図-4 粒径2.5mmの場合
(ボイリング開始時)

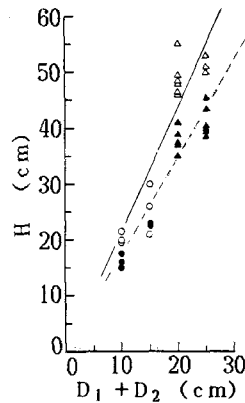


図-5 粒径1.2mmの場合
(ボイリング開始時)

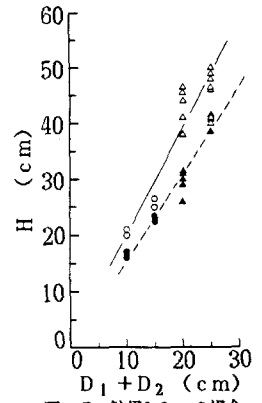


図-6 粒径0.6mmの場合
(ボイリング開始時)

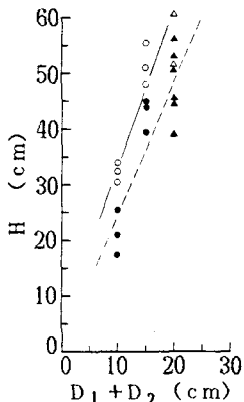


図-7 粒径5.0mmの場合
(ボイリング終了時)

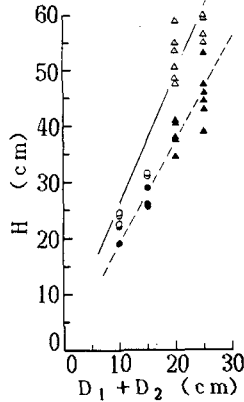


図-8 粒径2.5mmの場合
(ボイリング終了時)

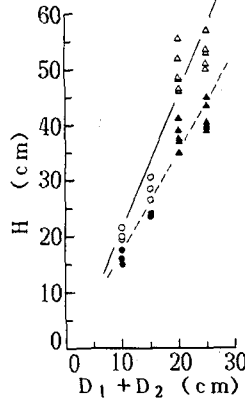


図-9 粒径1.2mmの場合
(ボイリング終了時)

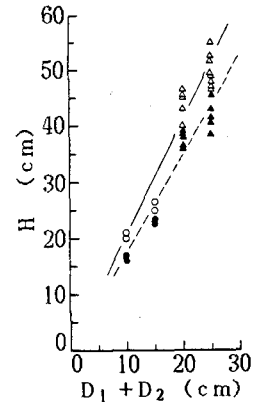


図-10 粒径0.6mmの場合
(ボイリング終了時)

特徴的な現象としては、次のことが言える。1) ボイリング開始時・終了時ともに、震動時の限界水頭は常時に比べ減少している。2) 粒径が小さくなるほど、ボイリング開始時と終了時との水頭差が小さくなる。3) 常時に比べ、震動時はボイリングによる破壊地盤領域が狭くなる。

3. 2 水頭差と透水量との関係 粒径5.0mmの場合の水頭差と透水量との関係を 図-11, 12 に示す。図-11は $D_1=10\text{cm}$, $D_2=5\text{cm}$

の場合であって、常時・震動時も水頭差の増大とともに透水量も連続的に増加していく。ボイリング開始とともに震動時は常時に比べ、透水量が加速される。

図-12は $D_1=D_2=5\text{cm}$ の場合であって、震動時は 図-11と同様な傾向を示す。常時はボイリング開始とともに不連続的に透水量は増大する(突発湧水的)。しかし、ふたたび地盤の安定化によって急激な透水量はおさえられ、平衡的な透水状態となる。

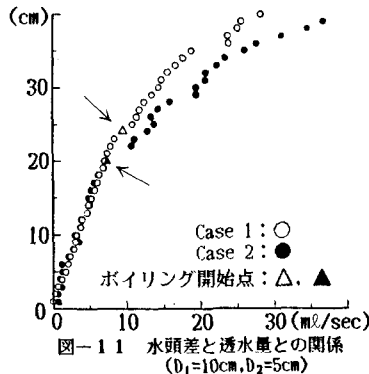


図-11 水頭差と透水量との関係
($D_1=10\text{cm}$, $D_2=5\text{cm}$)

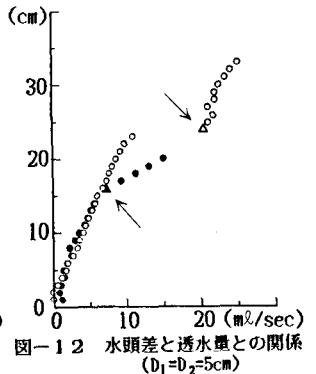


図-12 水頭差と透水量との関係
($D_1=D_2=5\text{cm}$)

4. 結論 震動を受ける地盤でのボイリング現象は 常時に比べボイリング発生水頭は低くなり、かつ、ボイリング開始以後は とくに透水量が増加し、危険度が增大するといえる。

〈参考文献〉 1) 亀井・加藤：震動を受けた砂地盤のボイリングに関する基礎的実験研究，12回関支技研，昭60. 3, pp.137~138. 2) 亀井・加藤：砂地盤の震動によるボイリング加速現象，13回関支技研，昭61. 3, pp.154~155.