

砂地盤の震動によるボイリング加速現象

浅野工学専門学校 正会員 ○ 亀井 敦志

同 太田 守彦 同 園田 剛士 同 田盛 清真 同 山口 靖

防衛大学校 正会員 加藤 清志

1. まえがき

近年、河川締め切り掘削施工で、ボイリング発生により 工事の進捗に障害をきたしている事故も多く、また、都市部においては 重交通の地盤震動によりこの現象が加速され、人命にも影響を与える事例も多くなっている。そこで、現場の施工管理上、どの程度震動によってボイリング現象が加速されるかどうかという基準が必要とされる。

前報¹⁾において、ボイリング現象が震動によって促進されることを定性的に示した。本報告では、震動加速度を前報よりも大きなものを採用し、また、砂地盤としての粒度は4種類にするなど、要因を増して定量的な評価を試みた。

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あり、

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

の4種類をそれぞれよく水洗いし、粘土分などを除去して、目視による観測を容易にした。それぞれの砂の特性を 表-1 に示す。

振動台の特性は、可変型起振機からなり、主として 本実験では 図-2(a),(b) に示す上下方向加速度が実験槽に与えられている。同図(a) は 実験開始時近傍で上流側水位がごく低水位の場合であり、また同図(b) は ボイリング終了時（地盤破壊時）近傍で上流側水位が高水位の場合である。両者の周波数は約15Hz、加速度は約 $\alpha v = 0.5 G$ とほぼ一定であるが、波形に若干のひずみがみられた。

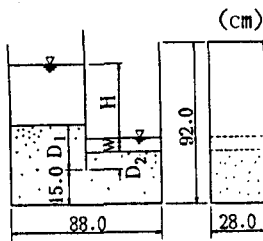


図-1 実験槽概略図

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

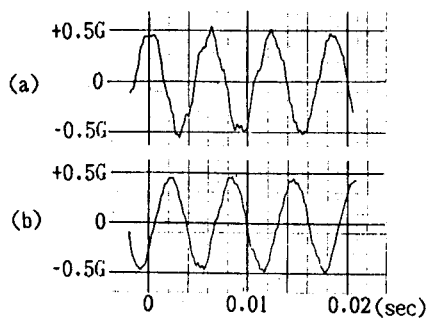


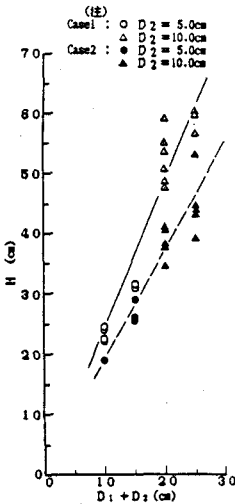
図-2 震動加速度の特性

表-2 実験条件 (cm)

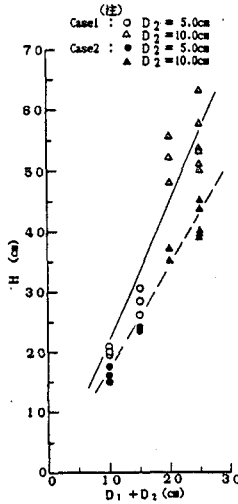
D ₁	D ₂	W
5.0	5.0	5.0
10.0	5.0	5.0
10.0	10.0	0
10.0	10.0	5.0
15.0	10.0	0
15.0	10.0	5.0

2. 2 実験方法

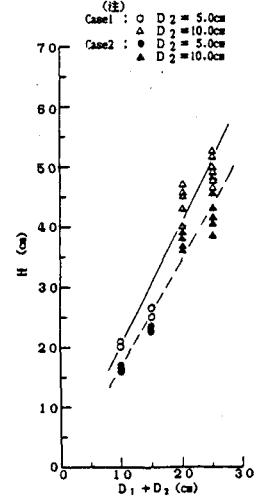
実験槽には あらかじめ水を張っておき、砂を投入し、棒状バイブレーターで、上・下流側ともに 5 分間ずつ振動締め固めを行なった。その後、上流側水位を地盤上 5 cm、下流側水位を表一2による所定値とし、下流側はオーバーフローさせ、上流側に $50 \pm 2 \text{ ml/sec}$ で注水し、上流側水位を上昇させた。このとき、「常時（無震動）」の Case 1 と「震動加速を受ける」Case 2 に分類し、それぞれ、水位上昇 5 cm ごとに下流側排水量、ボーリング開始水頭差、また ボーリング終了時の水頭差を測定し、かつ、目視により地盤面を観察した。



図一3 粒径2.5mm の場合の常時と震動時の水頭差との比較



図一4 粒径1.2mm の場合の常時と震動時の水頭差との比較



図一5 粒径0.6mm の場合の常時と震動時の水頭差との比較

3. 実験結果と考察

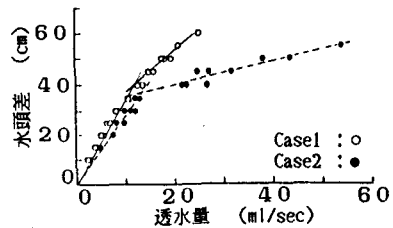
3. 1 地盤粒度を変えた場合の限界水頭差Hと最短流線長($D_1 + D_2$)との関係

図一3, 4, 5にそれぞれ 粒径2.5mm, 粒径1.2mm, 粒径0.6mm の場合の 限界水頭差と最短流線長との関係を示す。なお、粒径5.0mm については、バイピング現象は観察されたが ボーリングによる破壊が生じなかったので ここでは割愛する。

- 1) 常時の場合で、粒径2.5mm の勾配は2.42, 粒径1.2mm の勾配は2.35, 粒径0.6mm の勾配は2.05であり、明らかに粒径が小さいほど 限界水頭差が小さい。
- 2) 常時に比べ、震動時の限界水頭は減少し、その比率は 粒径2.5mm で26%, 粒径1.2mm で27%, 粒径0.6mm で13%, 全平均22%減となった。

3. 2 水頭差と透水量との関係

典型的な例として、粒径5.0mm, $D_1 = D_2 = 10 \text{ cm}$, $W = 0 \text{ cm}$ の条件下での観測結果を図一6に示す。常時および震動時とも 特記すべき点として、水頭差と透水量の関係は、2本の折れ線で表され、そのキックでバイピング または ヒーピングが発生することがわかった。



図一6 水頭差と透水量との関係

〈謝辞〉 本研究には 防大 山田 均事務官の助力を受けた。付記して謝意を表す。

〈参考文献〉 1) 亀井敦志・加藤清志：震動を受けた砂地盤のボーリングに関する基礎的実験研究，12回関支年研，昭60. 3, pp.137~138 .