

地震による構造物基礎周辺地盤の沈下に及ぼす杭の打設効果に関する模型実験

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○金子 大 田村 拓也
 長岡技術科学大学 正会員 大塚 悟 磯部 公一

1. はじめに

新潟県長岡市にある大河津分水旧可動堰は施設の老朽化により、新可動堰の建設と共に撤去工事が実施された。この際に行われたボーリング調査で、旧可動堰底部に連続した空洞が発生していることが確認された。この空洞は可動堰のほぼ全域にわたって存在しており、最大で 16 cm の空洞が確認されている。この空洞が生じた原因として、地下水による浸食と液状化による周辺地盤の沈下の 2 つが挙げられている。液状化によって地盤が沈下すると、たとえ杭基礎が健全であったとしても、周辺地盤の沈下により堰直下に空洞が生じ、杭が突出した状態となる。そうなれば、杭の水平耐力を損なう可能性があり、構造物は安定性を失う危険性にさらされることとなる。

本研究では液状化による堰直下の空洞化の可能性に着目し、堰・杭が打設された現地地盤を想定した振動台実験を行い、堰・杭の有無、杭本数による周辺地盤の挙動への影響を比較し、検討する。

2. 実験概要

2.1 地盤作製方法

土槽底面に杭先端を固定するための土台を設置し、そこに杭を差し込む。杭を設置後、鉛直性を確保しながら、所定の相対密度(Dr=40%)になるように水中落下で砂(東北硅砂 6 号)を降らせて地盤を作製する。完成した地盤上に堰模型を静かに設置する。

2.2 計測項目

地盤内には間隙水圧計と加速度計を図-1 に示す位置に設置した。これらは杭間地盤と自由地盤の比較および深度方向での比較を可能とする。また、堰中央の土槽壁面に圧力計を設置し、間隙水圧計の測定値の妥当性の検証に用いた。堰の模型には上面左右に加速度計を取り付けた。また、堰の沈下量の経時変化をレーザー式変位計及び接触式変位計で測定した。

2.3 実験ケース

実験ケースは、杭本数による比較ができるように表-1 に示す 3 ケースを設定した。入力地震動の最大加速

度は 60gal, 150gal, 250gal と 3 回加振した。1 回目の 60gal ではどのケースでも液状化しなかった。本論文では 2 回目の 150gal のケースについて報告する。

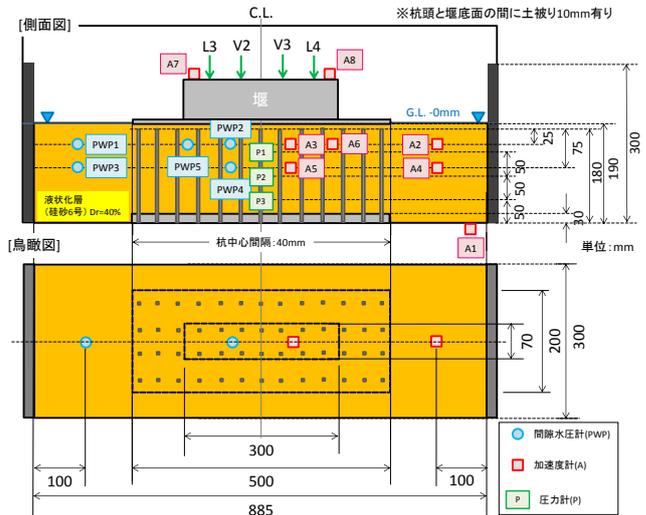


図-1 実験装置概要 (Case3 : 杭 52 本)

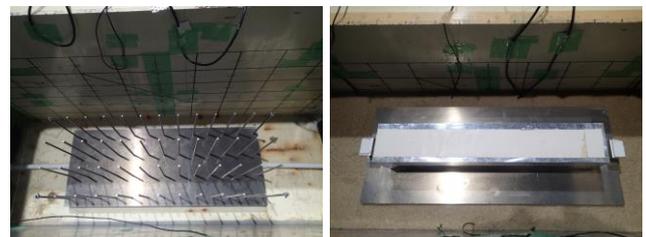


図-2 杭設置状況(左)・堰設置状況(右)

表-1 実験ケース

	相対密度 (%)	入力加速度 (gal)	杭本数 (本)
Case1	40	60 / 150 / 250 / 600	0
Case2	40	60 / 150 / 250 / 600	26
Case3	40	60 / 150 / 250 / 600	52

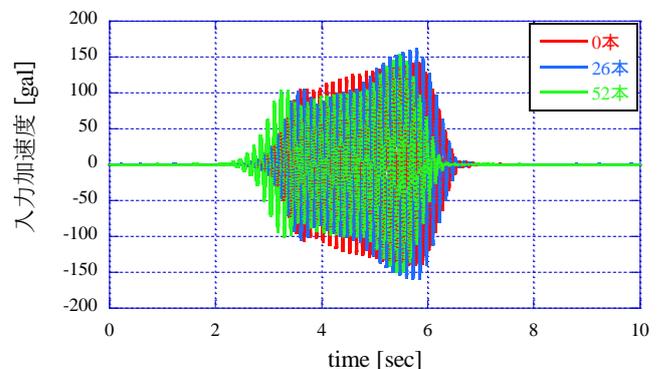


図-3 振動台入力波形 (8Hz 40 波)

3. 結果と考察

3.1 最終沈下量

図-4 に地震力の大きさとそれに伴う沈下量の関係を示す。杭の無い Case1 では、地震動が大きくなるほど沈下量は増大するが、杭のある Case2, 3 は初期の土被り分沈下した後は地震動が大きくなってそれ以上沈下が進行することはなかった。

3.2 応答加速度

図-5 に各設置ポイントで計測した加速度を、土槽の左端からの距離を基準に示す。杭間地盤では杭を 52 本設置した Case3 で応答加速度倍率が 1.0 を上回っており、地震中も地盤の剛性が保持されていることがわかる。

Case1, 2 は地震によって加速度が減衰していることから地盤の剛性が低下しており、液状化の可能性が示唆される。また、堰の応答を見ると杭本数が多いほど応答倍率が大きいことから杭によって地盤のせん断抵抗力が大きくなっていることが考えられる。

3.3 過剰間隙水圧

図-6, 7 に過剰間隙水圧の経時変化を示す。杭の本数が多いほど過剰間隙水圧の発生が抑制されていることがわかる。Case1(杭無し)では加振中に過剰間隙水圧が上昇し、液状化(有効応力・支持力の低下)に至り、図-4 のように沈下が促されたと考えられる。それに対し、Case2, 3 の過剰間隙水圧は入力加速度が最大になった時点で一定となり、その後緩やかに消散している。このことから杭によって地盤のせん断抵抗力が大きくなっていることが推察される。

4. まとめ

- ①杭によって杭間地盤の剛性が保持され、せん断変形に対する抵抗性が増すことで過剰間隙水圧の上昇が抑制される(液状化しにくくなる)。
- ②杭がある場合、堰は杭に支持され沈下しないが、周辺の地盤が沈下するため、地盤と堰の間に空洞が生じた。
- ③堰沈下量と杭周辺地盤の相対的な沈下量についてより定量的に評価することが今後の課題である。

参考文献

1) 田村, 大塚ら: 大河津分水旧可動堰の丸太杭支持力試験, 第 30 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, pp. 188-189, 2012-10

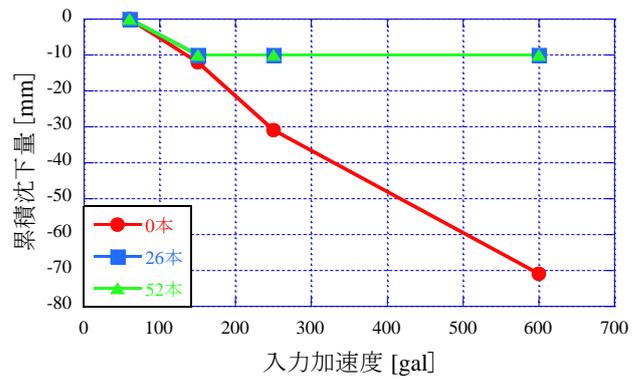


図-4 地震力の大きさと沈下量

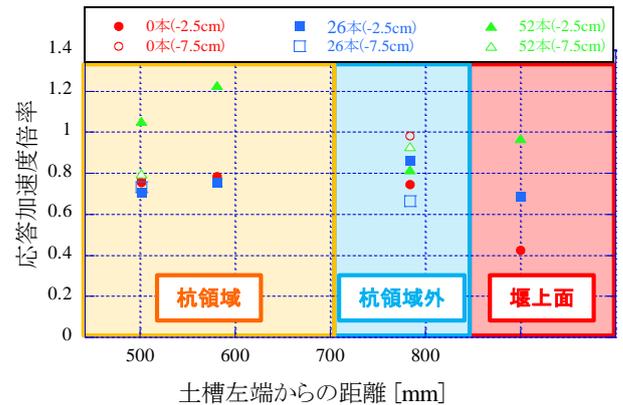


図-5 各設置ポイントで測定した応答加速度倍率

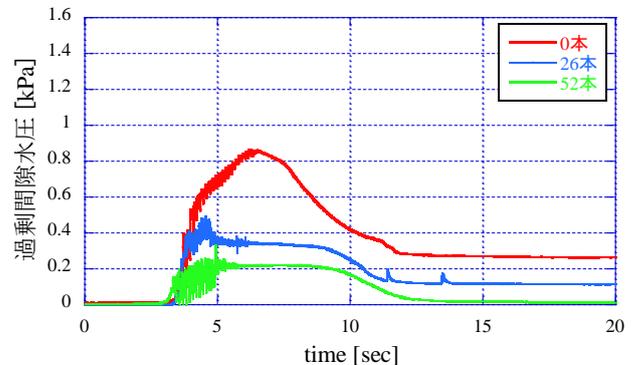


図-6 過剰間隙水圧の経時変化 (G. L. -2.5cm)

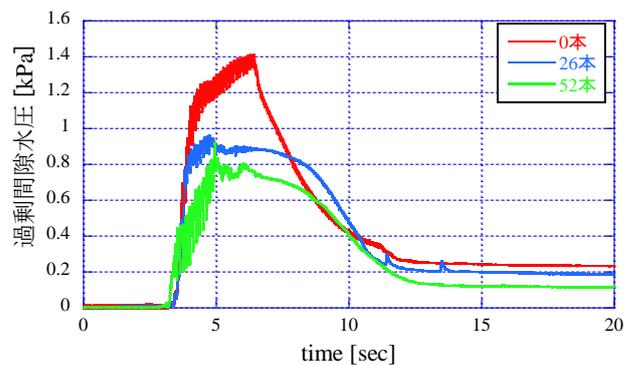


図-7 過剰間隙水圧の経時変化 (G. L. -7.5cm)