地盤の液状化による地下構造物の浮き上がり挙動に及ぼす 構造物の比重の影響

Effects of Underground Structures' Specific Gravity on Uplift Behavior of Structures in Liquified Ground



川村一馬

(2022年度 卒業論文概要)

東京大学 工学部 社会基盤学科 土質・地盤研究室

概要

液状化地盤において、地下構造物の浮き 上がり挙動は本国において多大な被害を及 ぼしており、マンホールの浮き上がり被害な どは2011年の東北地方太平洋沖地震後に は多く観測されている。この地下構造物の 浮き上がり挙動は

①地盤の液状化②地下構造物の浮き上が り開始③地下構造物の浮き上がり方

の3つに分けて考えることができ、(1)②に関 してはメカニズムや影響因子が様々な研究 で検討されてきた。しかし、③地下構造物の 浮き上がり方に関してはわかっていることが 少ない。本研究では、③に地下構造物の比 重が与える影響と他の支配的な影響因子 の検討を目的に振動台模型実験を行った。



東北地方太平洋沖地震 により浮き上がったマン ホール

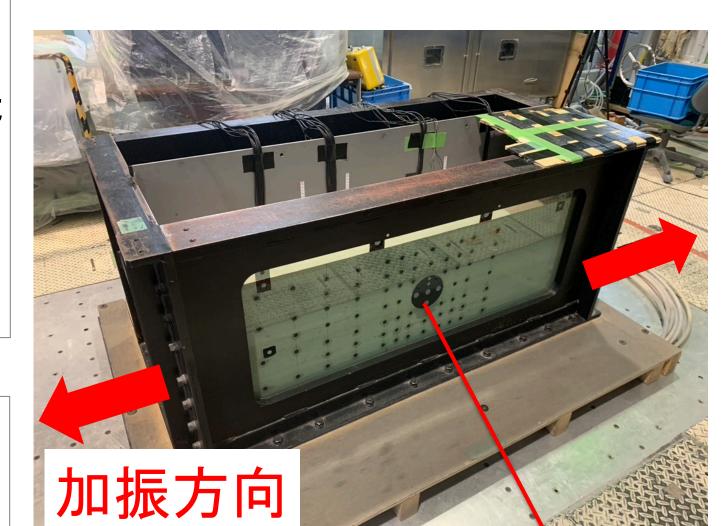
試験の流れ

地盤作製

パイプ模型を地下構 造物に模し、硅砂7 号を用いて地盤作製 。加速度計、過剰間 隙水圧計、土圧計を 異なる深度に設置。



作成した地盤を 0.1G,0.2Gの漸増波(正 弦波5Hz)で加振する。



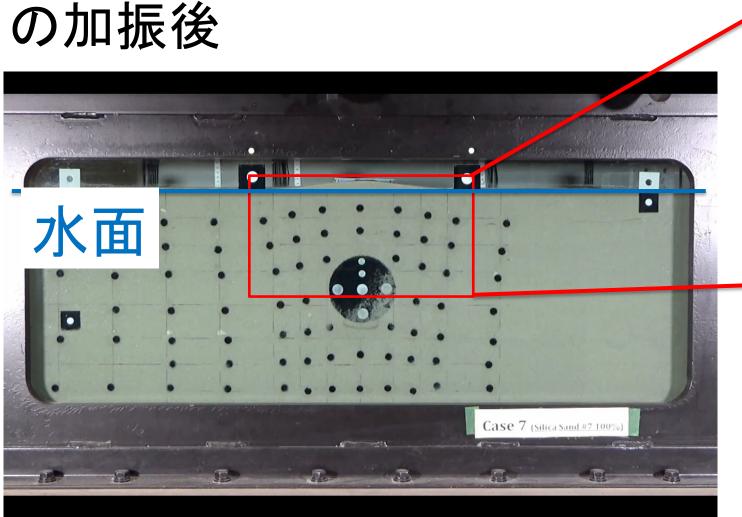
パイプ模型

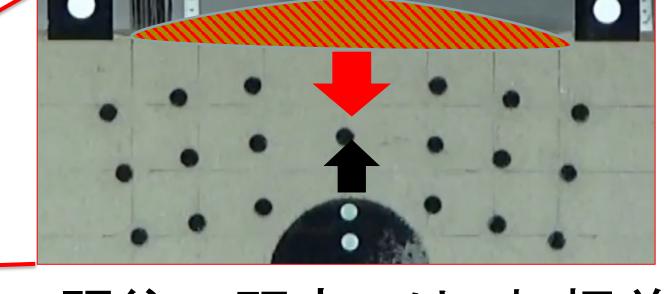
※真空飽和

…耐圧性能が十分な真空飽和用土槽・真空 容器を導入。地盤飽和度を極限まで高める ことが可能となる。

既往の研究の課題

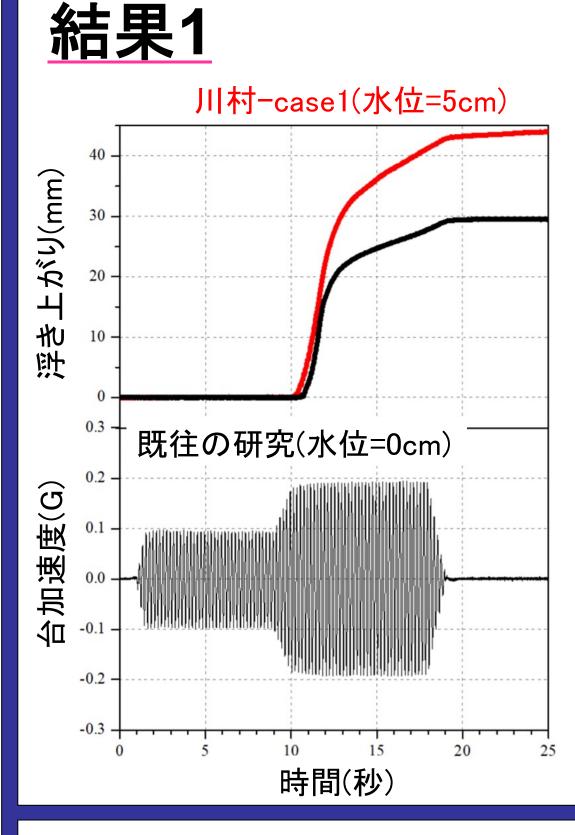
既往の研究(Fernaldy, 2021)





既往の研究では、加振前 の水位を地表面に一致さ せて行ってきたが、加振に 伴い水面上に隆起した浮 力を受けない地盤が抵抗 要素となり、浮き上がり挙 動に複雑な影響を及ぼす ことが課題であった。

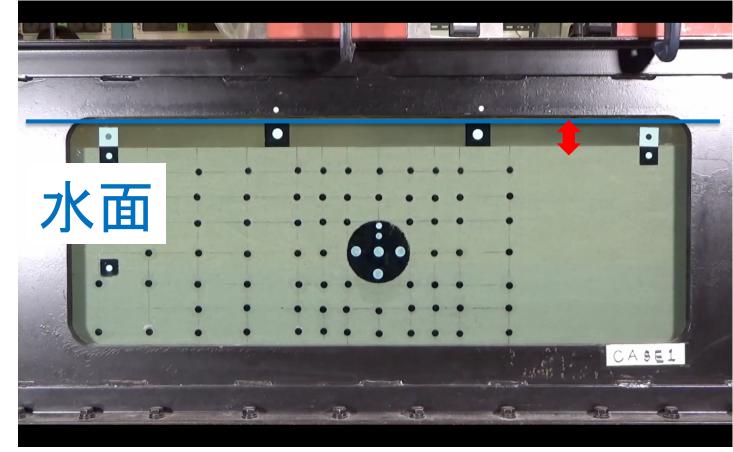
本実験では、地盤が水面 上に行かないようにもとの 水位を5cm上げることで実 験の単純化を図った。

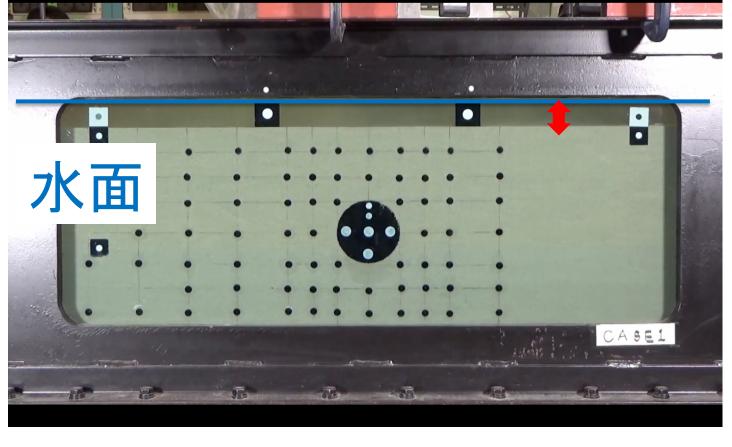


水位のみを変化させた本実験case1と既 往の研究の浮き上がり量の時刻歴を示す。 グラフより、浮き上がり開始時刻、浮き上が り速度はほぼ同じであるが、浮き上がり量 は水位を上げた方(川村-case1)の方が大き いことが分かる。

よって、水面上に隆起した地盤の抵抗力 は、浮き上がり開始時刻、浮き上がり速度 には影響を及ぼさないが、浮き上がり量に は大きく影響を及ぼすことが推測される

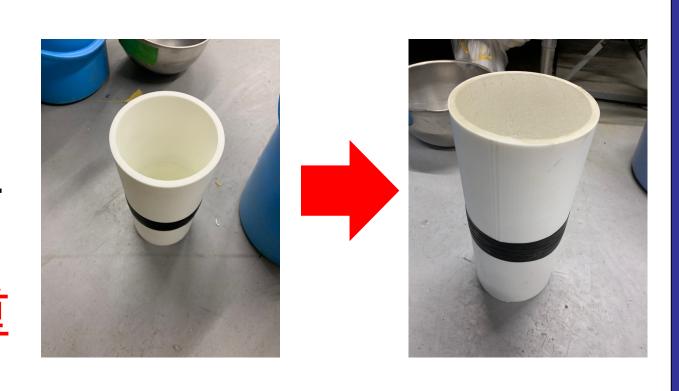
本実験の加振前





比重の軽いパイプ模型

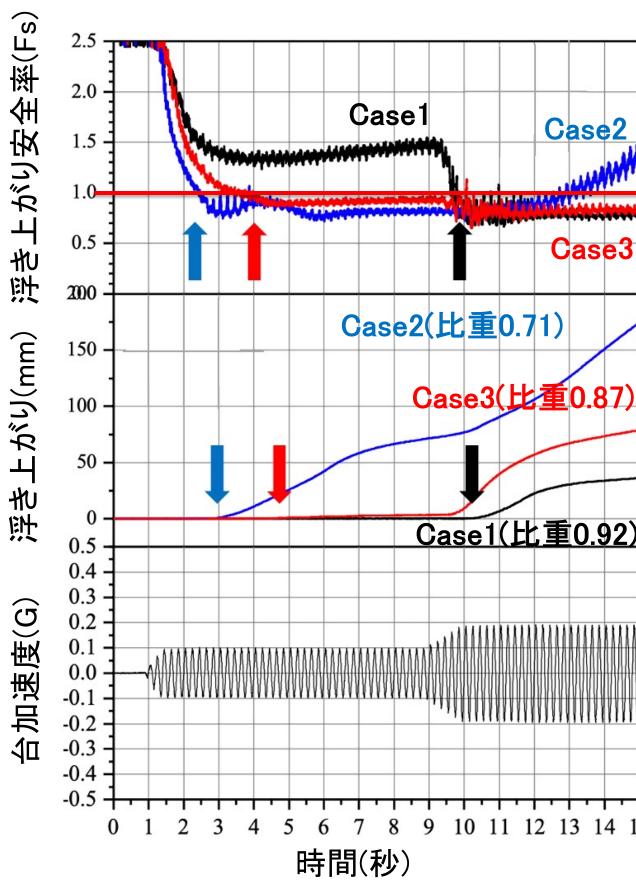
地下構造物の比重を検討す るためにパイプ模型の比重を 軽くする必要があったが、既往 の研究でパイプ模型の材料と して用いたポリプロピレン(比重 0.92)よりも軽く、真空飽和に耐 え得る材質が身近に見つから なかった。そこで本研究では、 パイプ模型の比重を軽くするた めに3Dプリンターで作成したポ リ乳酸(比重1.25)中空パイプに 、超軽量モルタル(比重0.47)を 充填する方法を採用した。



各ケースの比重

	比重
case1	0.92
case2	0.71
case3	0.87

結果2



物体に作用する力の鉛直方向の釣 り合いから求めた、物体の浮き上がり に対する安全率を Fsとし、Fsをパイプ 模型の浮き上がりに対する抵抗力を パイプ模型に作用する揚圧力で除す ることで定義する。

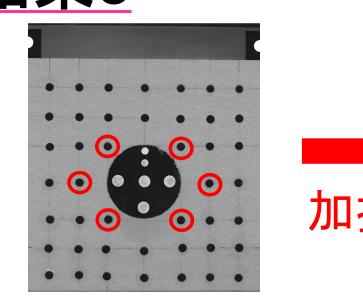
Us+Ud

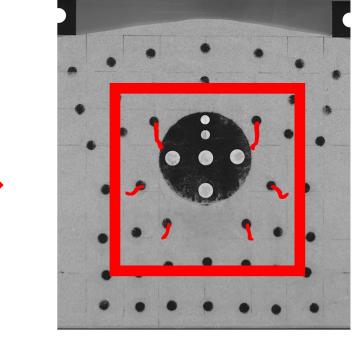
W:重力 Q:摩擦力

Us:浮力 Ud:過剰間隙水圧

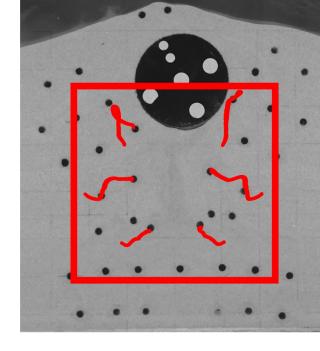
グラフより、比重が変化してもパイプ 模型の浮き上がり安全率が1を下回る タイミングと浮き上がり開始時刻は対 応することが確認された。

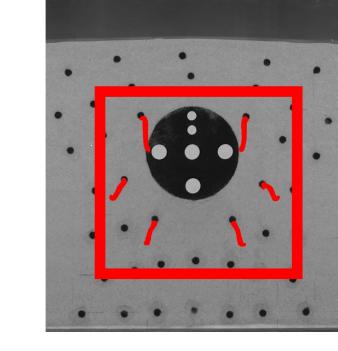
結果3





Case 1





Case2

Case3

パイプ模型周りの標点の動きから、比重の軽いCase2では周辺地 盤を伴わずに浮き上がり、大きな速度を維持したまま浮き上がったと 考えられる。