

液状化における埋設構造物の浮き上がり現象に関する実験的研究

広島大学 正会員 ○脊戸 伸安
 広島大学 正会員 一井 康二
 広島大学 学生会員 木寺 寛

1. はじめに

本研究では、地震時の液状化地盤における埋設構造物の浮き上がり挙動を実験的に検討した。

2. 実験方法

地盤の相対密度、細粒分含有率、間隙流体の粘性をパラメータとした振動実験を行った。図-1に実験概要図を示す。試料は6号珪砂を用い、模型地盤は水中落下法により作成した。また、埋設構造物の浮き上がり量、地盤内の間隙水圧、振動台の入力振幅を測定した。加振は10Hzの正弦波を5秒間加えた。また非塑性の細粒分として、砕石粉を75 μ mのふるいにかけて通過したものを混入させたケースを行った。なお、細粒分を増加させると表-1のように透水係数が低下する。そこで、物性の変化と透水係数の変化の影響を分けて考えるため、比較対象としてセルロースを混入したケースを実施した。

3. 実験結果

図-3に浮き上がりの時刻歴を示す。横軸は加振開始からの時間、縦軸は埋設構造物の浮き上がり量を示す。実験結果には以下の傾向が見られた。

- ・ 相対密度を大きくすると浮き上がり量が減少する傾向が見られた。しかし相対密度50%,60%ではあまり浮き上がり量に変化が見られない。
- ・ 粘着力のない細粒分を混入した場合は、含有率の増加に伴い浮き上がり量は増加する傾向が見られた。ただし、細粒分が20%の時は浮き上がり速度は小さく加振中の浮き上がり量は減少した。また、細粒分含有率の増加に伴い加振終了時間から浮き上がりが停止するまでの時間は増加する傾向が見られた。
- ・ 間隙流体にセルロースを混入した場合は、浮き上がりの開始時刻が早くなり、濃度が大きくなると浮き上がり速度、浮き上がり量ともに減少する傾向が見られた。

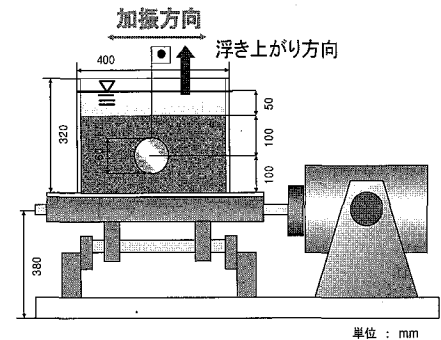


図-1 実験概要図

表-1 透水係数

透水係数 cm/sec	
6号珪砂	0.02320
6号珪砂+砕石粉細粒分5%含有	0.00152
6号珪砂+砕石粉細粒分10%含有	0.00105
6号珪砂+砕石粉細粒分20%含有	0.00046
6号珪砂+セルロース0.1%混入水	0.00880
6号珪砂+セルロース0.5%混入水	0.00305
6号珪砂+セルロース1.0%混入水	0.00088

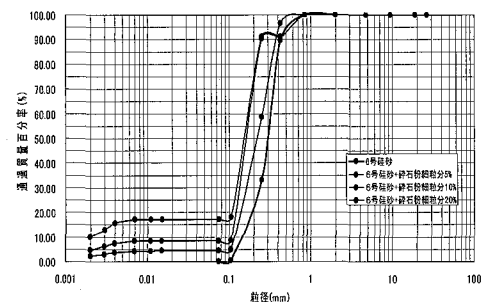


図-2 粒径加積曲線

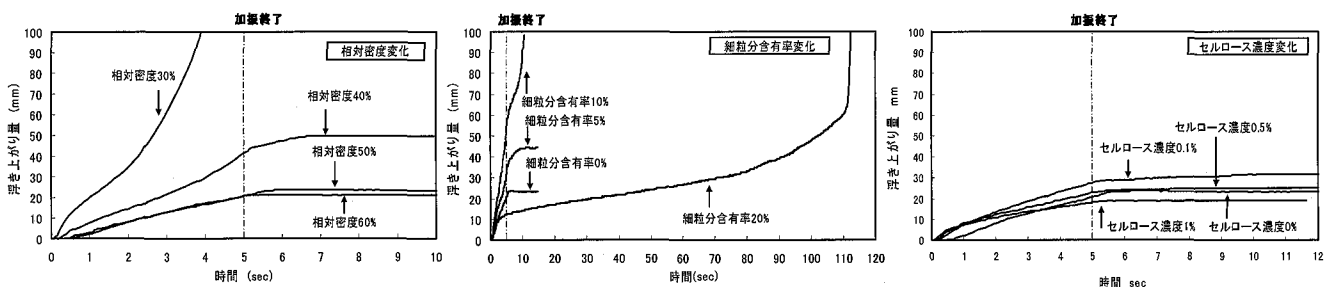


図-3 浮き上がり時刻歴

図-4 に加振終了時の浮き上がり量を示す。相対密度を変化させた場合、30%のケースでは地表面まで浮き上がったので、中抜き点で載せている。図-4 より相対密度が大きくなるにつれ浮き上がり量が減少する傾向があることがわかる。また細粒分含有率を増加させた場合は、含有率 10%までは含有率に伴い増加傾向にあるが、含有率 20%の場合は逆に浮き上がり量が減少している。つまり、細粒分があるレベル以上に混ざったときには、新たな要因による別のメカニズムが支配的になっている可能性があると考えられる。セルロースを混入させた場合は、セルロース濃度 0.1%では、相対的な浮き上がり量は上昇するが、さらにセルロース濃度を上昇させていくと、浮き上がり量がやや減少する傾向にあることがわかる。

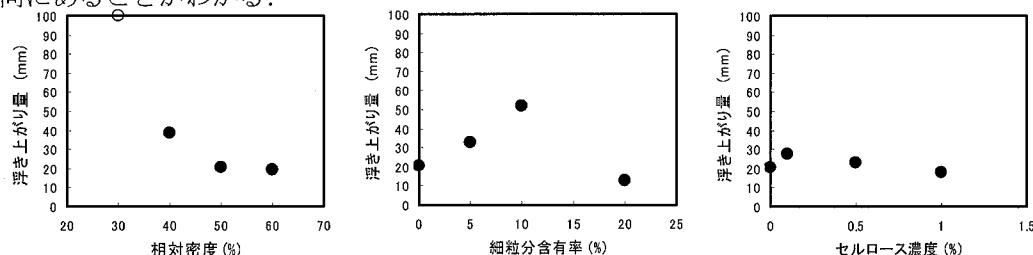


図-4 加振終了時の浮き上がり量

4. 浮き上がり速度についての検討

図-5 に測定した変位の差分から求めた浮き上がり速度を示す。横軸は加振開始からの時間、縦軸は浮き上がり速度を示す。なお相対密度が 30%または細粒分が 10%、20%の場合は地表面まで浮き上がったので速度が 0 に収束していない。

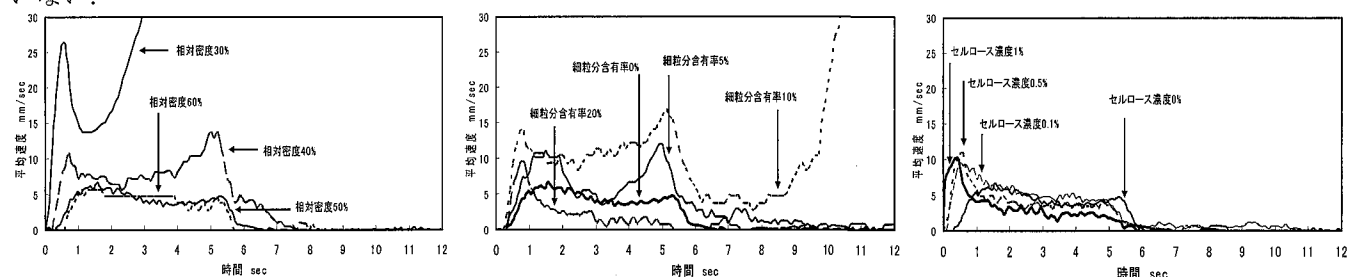


図-5 浮き上がり速度時刻歴

ほぼ全ケースにおいて図-6 のように加振開始から速度が上昇し、ピークを迎えて速度が減少し始め、ある程度減少した所で速度が一定に収束する。そして、しばらく速度が一定の状態が続いた後にケースによっては徐々に速度が上昇するが、加振が終了すると同時に速度が落ちていき 0 に収束する傾向が見られる。

このような傾向が見られるメカニズムとしては、以下のよう
なことが考えられる。加振開始後に模型地盤の液状化が起
こり、埋設構造物が浮き上がり始める。しかし、ある程度浮き
上がりを生じたときには地盤にひずみが生じる。ひずみがあ
る程度大きくなると粒子の移動により一時的に地盤の剛性が
回復する。そのため浮き上がり速度が抑えられる。加振が続
いていれば、加振により再び液状化の状態に戻るが、ある程
度のひずみを生じると再び地盤の剛性が回復する。その繰り
返しで埋設構造物は一定速度での浮き上がり続ける。加振終
了後は過剰間隙水圧が消散されていく一方なので浮き上
がり速度も過剰間隙水圧の消散と共に 0 に収束していく。

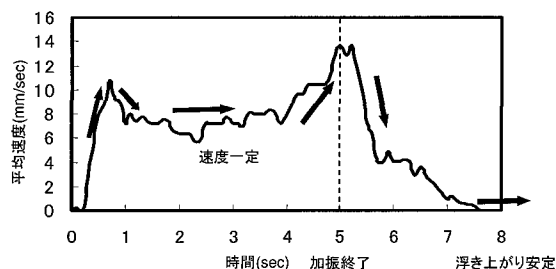


図-6 浮き上がり速度時刻歴の傾向

5. まとめ

液状化地盤中の埋設構造物の浮き上がり挙動について検討し、地盤条件にかかわらず振動中は浮き上がり速度が一定に収束する現象を示すことを明らかにした。

参考文献：(1)液状化による地中埋設構造物の浮き上がり被害に関する受託研究委員会：液状化による地中埋設構造物の浮き上がり被害に関する研究，第 48 回地盤工学シンポジウム，pp. 1-97 (2003)。