

液状化現象の発生条件を探る

2年3組 上口 涼平 2年3組 丹下 翔太 2年3組 松浦 淳
指導者 中村 俊貴

1 課題設定の理由

南海トラフ巨大地震がおきることに関連して、宇和島は埋め立て地が多く液状化現象が起りやすいと言われている。そこで、砂の粒子の大きさに注目して、液状化の起りやすい条件を調べたいと思い、この課題を設定した。

2 仮説

砂の粒子が大きい方が砂と砂の間隔が大きいため、振動を加えることによってその間隔が埋められて、粒子の小さいものより、多くの水が地表に出てくると考えた。

3 実験方法

砂の粒子の大きさを 2.0mm、1.0mm、0.5mm、0.25mm に土質分類用のふるいで分ける(写真1)。砂の量は 250mL で固定する。水の量は 50mL から 50mL ずつどんどん増やしていく(水を先に入れることとする)。

これらをカップに入れて、500Hz のマッサージ機の振動を加える。



写真1 砂の粒子の大きさ



写真2 実験の様子

4 結果と考察

(1) 実験結果

砂の粒子が大きくなり、水の量が増えるほど液状化現象は起りやすいことから、発生までの時間と水の量が比例の傾向にあることが分かる。(表1)

表1 砂と水の量の割合と液状化が起こるまでの時間の関係(単位:秒)

砂(mm) \ 水(mL)	0.25	0.5	1.0	2.0
50	×	×	×	×
100	×	×	32	×
150	×	13	6	2

この実験結果について、私たちは砂の粒子が 2.0mm で水の量が 100mL のときの結果に注目した。その理由は、砂の粒子の大きさが 1.0mm の段階で液状化現象が起こっているのに、砂の粒子の大きさが 2.0mm の時に起こらなかったことが私たちの立てた仮説と矛盾していたことを疑問に思ったからである。そこで、砂の粒子の大きさが 2.0mm の場合に注目して繰り返し追実験を行った。(追実験の内容は、上記の実験と同じ)

(2) 【追実験 1】条件を変えずに上記の実験を再び行う (水の量は 100mm)

ア 結果

液状化現象は起こらなかった。(写真 3)

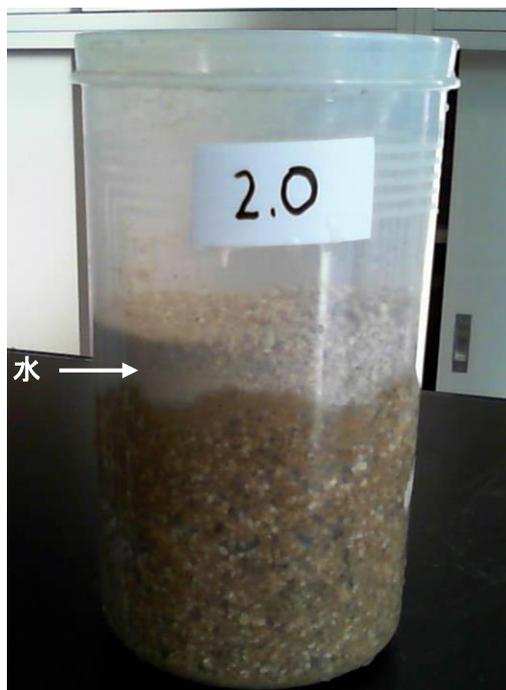


写真 3 追実験 1 の結果



写真 4 追実験 1・上部の様子

イ 考察

液状化現象が進む様子を観察してみると、液状化の進む速度が土の上層部に進むにつれて急激に減速していることが分かった。液状化現象が止まった時点の土の様子を観察してみると上層部分に細かい砂の粒子が集まっている様子が観察された。(写真 4) 実験から砂の粒子が小さい場合は、液状化現象が起こりにくいことが分かったためこのことが原因だと考えられる。実験終了後、追実験に用いた砂を加熱して、水分を蒸発させ観察してみると小さな砂の塊がたくさん存在していたことが分かった。この砂の塊が水に入った時点で、2.0mm 以下の砂の粒子が存在してしまうことになる。そこで、砂の粒子の大きさが 2.0mm のみを完全に分けることが難しいと考えたが、水の量を 100mL から 125mmL まで増やして再び追実験を行った。

(3) 【追実験 2】実験と同じ条件で追実験 (水の量は 125mL)

ア 結果

約 4 秒で液状化現象が完了した。(写真 5)

イ 考察

100mL から 125mL の間に、液状化現象が起こるか起きないのかの境界線があることが分かった。【追実験 1】と比べて、上層部分ではやはり減速したものの液状化するに至った。実験後の様子を観察してみると、最初の追実験で見られた細かい砂の粒子の層はなくなっていた。水の量が多かったために小さい砂で形成された層は水を内包しきれずなくなってしまうと考えられる。

(4) 【追実験 3】砂の粒子を大きさ別の二層に分けた実験
ア 仮説

【追実験 1】から私たちはこの層ができた理由について以下のような仮説を立て、その正否を調べるために追実験 3 を行った。

- ① 振動により、水が押し出されつつ、質量の小さい細かい砂の粒子が上昇する。
- ② ①に続いて細かい砂の粒子が新たに層を形成する。
- ③ 液状化現象が完了するもしくは止まる。

イ 実験の条件

使用する砂の粒子は今回の実験で用いた最大の大きさの粒子 (2.0mm) と最小の砂の粒子 (0.25mm) を使用する。水の量は、液状化現象を起こすために追実験 2 から 125mm、砂の量は、2.0mm を 150mL、0.25mm を 100mL の割合で行う。(図 1)

ウ 結果

液状化現象が完全に起こった。(写真 6)

エ 考察

追実験 1、2 と同様に振動を与えている間の二層の動きを観察してみると、二層の間で完全までとは言えないが、中層部分で細かい砂の粒子と大きい砂の粒子が移動している様子が観察された。ただし、1 分以上振動を与えたのちに液状化現象が完了した。砂の量を調整することで完全に液状化現象の発生と細かい砂の粒子と大きな砂の粒子の逆転現象が観察することらできると予想できる。



写真 5 追実験 2 の結果

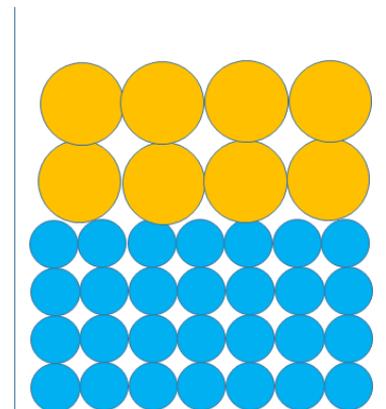


図 1 追実験 3 のモデル

5 まとめと今後の課題

今回の実験で、砂の粒子の大きさと時間と水の量が比例の傾向にあることが分かった。問題点としては、砂をふるいにかけて時点で砂の塊により分離の精度が低かったことや振動の与え方が均一でなかったことなどが考えられる。よって、実験の精度が高くなかったことが課題である。また、追実験 3 以外の実験はすべて層を作らず実験を行ったのでその他の組み合わせを検証してみたいと思った。今回は横揺れによる実験を行ったが、縦揺れの場合には横揺れの場合とどこに相違点が出てくると考えられる。この違いも探りたい。



写真 6 追実験 3 の結果

参考文献

- ・久我聡士・牧澤佑樹・尾崎萌・菅朱理・宮下優祈子(2014)「液状化の起こる条件」『平成 25 年度 S S H 生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校 p.23-24