

「2：液状化モデル実験」

1 目的

アクリル透明容器に、粒度の異なる砂に様々な量の水を加えた後、手による振動を与え、液状化までの時間や液状化した砂の性質などを探究する事を通し、地震の際に大きな被害の一因となる液状化について実感する。

2 準備

アクリル透明容器（30×30×30cm：火砕流モデル実験と同じものを利用）、ビデオカメラ、ストップウォッチ、メスシリンダー（1l）、ビーカー（500mlと50mlを各1～2ヶ）、電卓、定規、自動上皿天秤、ビニール袋、細粒砂と粗粒砂（各数kg）、陶芸用粘土。

3 原理

液状化は、気象庁の震度階級の 以上（特に地盤の緩い場所では 以上）の地震によって、平野、盆地、旧河川域、埋め立て地などに発生する。これらの場所では、堆積してまもない砂や礫などが十分な圧密作用を受けていないため、粒子間でお互いを支え合っている。地震によってゆすられると、粒子間に支えが失われ、空隙に含まれていた水の中に浮かんだ状態になる。そのため、マンホールのように中が空洞のものは浮かび、反対に重いビルなどは沈んでゆく。また、この時に、粘土層などの不透水層がある場合は、地下水の圧力が高まり、逃げ場を失った泥水が地上に噴き出し、噴砂となる（図8）。

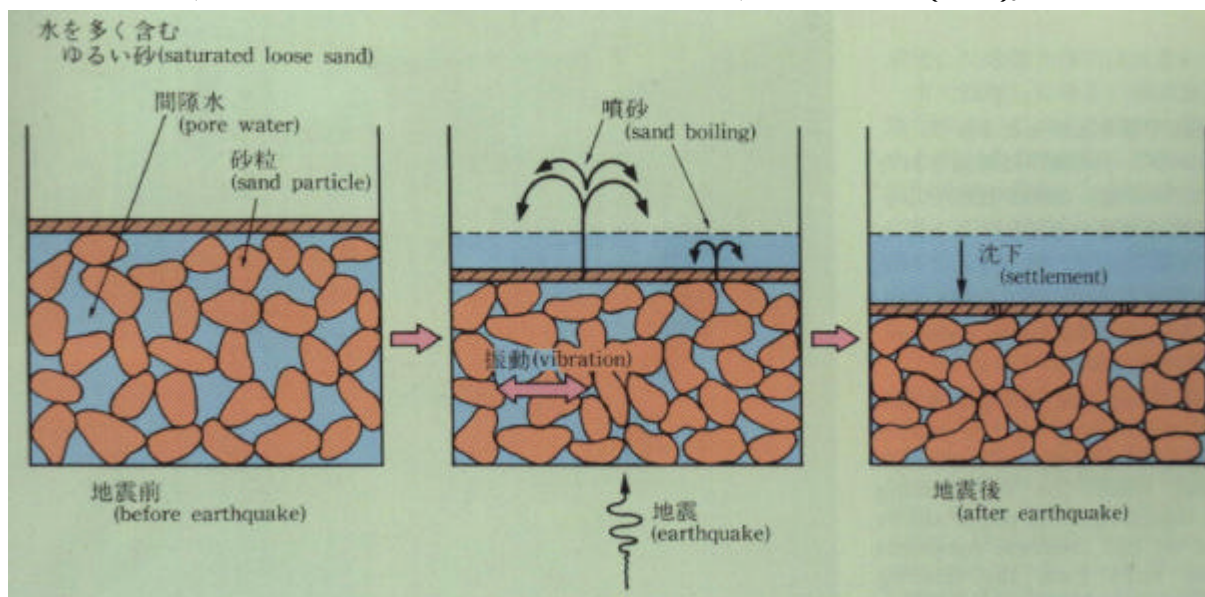


図8 液状化の発生モデル（伯野 元彦：(1992)）

4 方法

(1) 液状化モデル実験の仮説

次の仮説が設定できる。液状化の発生やそのときの状態を示したいときには、結果のグラフから必要な条件を読みとって実施する。

仮説ア 振動方法の違いで液状化の発生時間が異なる
容器を手で打撃または揺らす

仮説イ 水の量によって液状化までの時間が異なる
含水率を変化させて液状化を発生させる。

仮説ウ 粒度により液状化の起こり易さが異なる。
粒度を変えて実験を行う。

仮説エ 液状化すると比重に応じて浮いた沈んだりする。

砂の内外に密度の異なる物体を置き液状化を発生させる。

仮説オ 不透水層があるほど噴砂は発生する
粘土層を挟んで液状化を発生させる

(2) 液状化モデル実験の方法

細かい砂（仮説ウ）10kgを十分に乾燥させた後、重量を量り、深さ10cm程度アクリル透明容器に入れる。

水を100mlずつ加えた後（仮説イ）、手で打撃、または揺らし（仮説ア）、液状化までの時間を測定する。再び乾燥することは、時間の無駄であるので、実験毎に移植ごとなどで砂をよくかき混ぜ、必要量の水を追加する。また、水が過剰な場合は、ビーカーなどで余分な水の体積を測定後、取り除き、現在の水分量を計算する。

密度や大きさの異なる物体を砂の上、または、中に沈め（仮説エ）、その物体の沈んだり浮かんだりする時間を測定する。

砂の中に薄い粘土層（仮説オ）を挟み、液状化を発生させる。

5 結果

(1) 液状化の発生条件

液状化は、若干湿った砂においても発生する。振動より打撃の方が、粗粒砂より細粒砂の方が、短時間で、また、少ない含水率で発生する（図9）。

(2) 液状化したときの物体の挙動

液状化した砂に対し、密度 $1.08\text{g}/\text{cm}^3$ のスーパーボールは動かず、それより密度の小さい物体は浮き上がり、重い物体は沈む（図10）。

(3) 噴砂の形成

粘土層を挟んだ場合、容器との隙間を通過して水が表面にあふれ出て噴砂が形成される。壁面との境には、砕屑性岩脈と同様な構造が観察される（図11）。

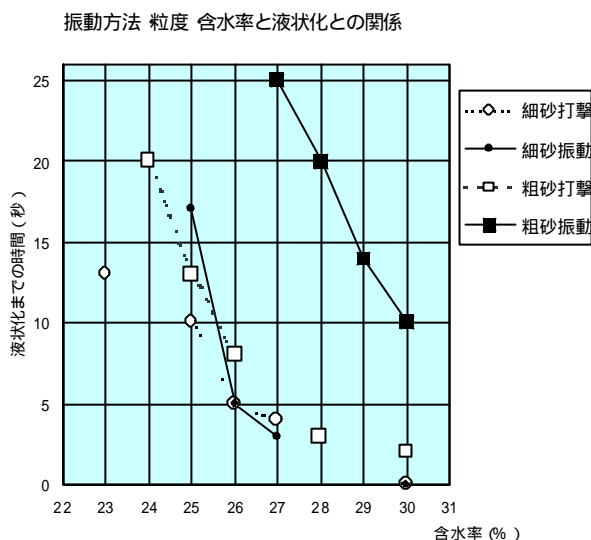


図9 液状化と含水率、粒度の関係

6 まとめ

・液状化の発生する含水率の特定、液状化を発生しやすい地震波、抜き上がりなどの現象、噴砂の形成など生徒が容易に体験的に実験を進めることができた。更に条件を変えることも可能である。

・生徒は、自分の手で振動を与えているので、若干湿った砂ですら完全に液状化

して物体が容易に浮沈するのを見て、液状化の結果引き起こされる災害について実感した。更に、発表会において、ビデオなどの映像を見ただけの他の生徒にも印象的であった。

7 引用文献

伯野 元彦 (1992): 被害から学ぶ地震工学、鹿島出版

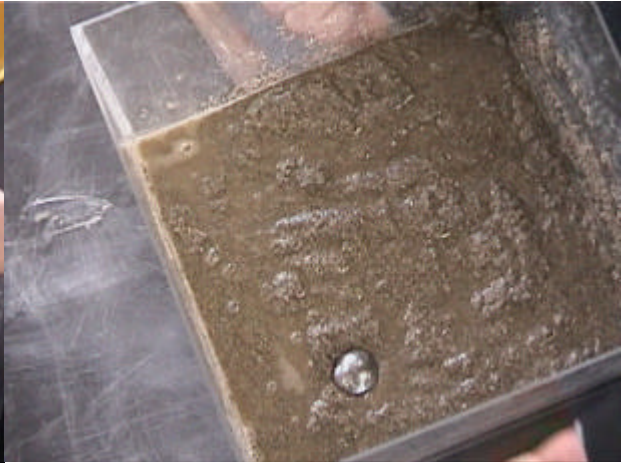
清水 忠助他編 (1986): 都市地盤の形成史と液状化、地質学論集27、日本地質学会

林 譲治 (2001): 火砕流と液状化の簡単モデル実験と指導、平成12年度東レ理科教育賞受賞作品集、41-44。

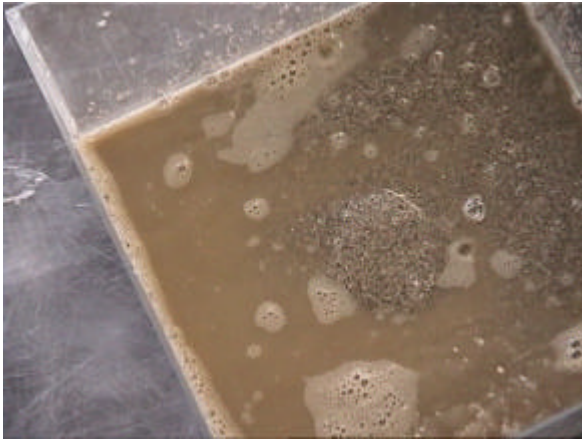
a



b



d



c

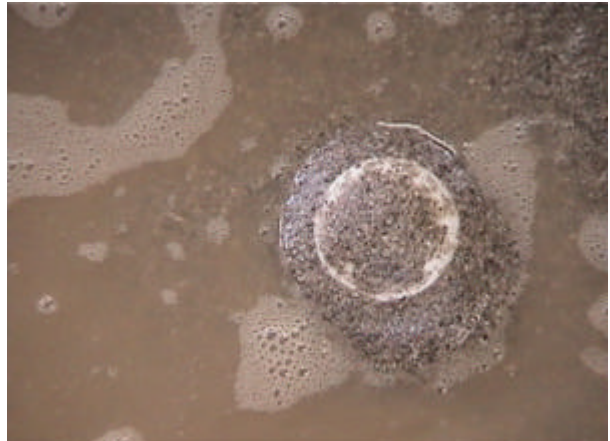


図10 液状化の実験の様子と物体の挙動

- a : 砂に任意の量の水を加え、移植ごてでかき混ぜる。この時に、ピンポン玉を沈め、鉄球を砂の上に置く。
- b : 容器の横から、1秒間に数回の頻度でたたくと、鉄球は、10秒程度で沈む。
- c : その後もたたき続けると、ピンポン玉が50秒ほどで浮き上がってくる
- d : ポッコリと浮き上がる。水が大量に出ていることがよく分かる。

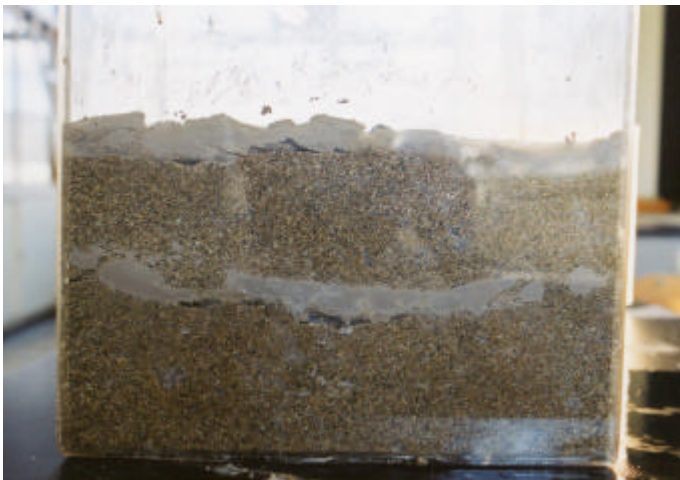


図11 噴砂と形成された碎屑性岩脈
粘土層を間に挟み、振動を与えると、アクリル板と粘土との間を砂混じりの水が上昇していく。その結果、壁面には噴砂が形成される。また、砂の体積が減少していることもよく分かる。

8 補足

- (1) 「 3 : 地磁気モデル作成とコンパスによる地磁気測定モデル」と「 4 : スライムによるモデルの開発」は、現在、作成中である。
- (2) これらのモデル実験は、各務原高校理数科課題研究と地学部の生徒の協力が必要であった。この場を借りて、感謝申し上げる。
- (3) 文献の引用などに不正確さがあるが、最終報告には正確を期したい。