

エキジョッカーによる液状化実験装置

宮地 良典¹⁾・兼子 尚知¹⁾

はじめに

日本は世界でも有数の地震国であり、様々な形態で構造物へ被害が及んでいる。その一つとして、液状化と呼ばれる現象がある。これは、地震発生時に地盤の地下水圧が上昇しておこる。地盤の液状化が防災上クローズアップされたのは、1964年の新潟地震とアラスカ地震の時で、新潟地震の際の砂丘の上にあった団地が浮き上がり倒れている写真などが有名である。最近では、1995年兵庫県南部地震の際、主に神戸・阪神地域の埋め立て地で、マンホールやビルの浮き上がり、電柱などの沈み込み、噴砂(一部の地域では噴礫)、側方移動などで構造物に大きな被害を与えたことが知られている。

液状化時の現象を簡易に実験する装置として、コンテナ等に砂と水を混ぜておき、砂の中に発泡スチロールなど軽いもの、上に建物の模型などを置き、横からゆらす実験が一般的である。しかしこの実験は装置が大がかりであるばかりか、再現性に乏しく、何度も繰り返し実験することは難しい。一方、ペットボトルを利用した堆積実験装置として、砂粒子と水をPET ボトルに入れたものを考察している。この中で堆積させ、更に振動を加えると、液状化を起こし、圧密が起こることが知られている(宮田, 1998)。また、防災科学技術研究所の納口氏によるエッキーやニューエッキーは、粒子とマップピンを用いて、マンホールの抜け上がりや電柱の沈み込みを再現した(納口, 1999, 2000a,b, 2001)。

我々は、ペットボトルを用いて噴砂の起こる仕組みを説明するための装置を作成し、山陰地質情報展、北陸地質情報展において演示したので、ここにその内容を報告する。

なお、この実験装置は「粒子の挙動実験観察装置」として特許出願(受付番号: 50000508506, 出

願番号通知: 特願2000-121033)を行っている。

実験1 エキジョッカー

複数の粒度のそろった砂を500ccのペットボトルの中に入れる。ペットボトルは、炭酸飲料用のボトルが丸く模様が少ないので見やすい。さらにペットボトルを水で満たす。このペットボトルを良く振り、机の上に静置すると粒度の大きいものから順に沈み、級化構造が見られる。この構造は噴砂を起こしやすい地盤の条件をそろえている。すなわち間隙率の大きい砂層の上に間隙率の小さなシルト層が累重し、間隙は水(地下水)で満たされている状況である。

ここで、指で振動を加えることで、砂粒子が充填すなわち間隙が少なくなり、間隙水圧が上昇する。これによって、地下水と砂粒子が噴出する「噴砂」現象が観察できる(第1図右上)。この時シルトと砂の量比を変えると、噴出の仕方に差が生じることも観察できる。これは、上位のシルト層(被覆層)の厚さが変わることによって封圧が変わり、シルト層が薄いと、任意の場所から小さく噴出するのに対し、厚くすると集中した場所から大きく吹き出すことがわかる。また、振ったあとの「緩い地盤」の上面に印をつけ(建物の絵を描いておくと)、液状化後に砂層が圧密を受け、地盤沈下を起こすことが解る(第1図右下)。さらに振った直後の「緩い地盤」を別においておき、叩いたあと(地震後)のペットボトルと比較することで、地盤のしまり具合を体感することができる。この実験装置をエキジョッカーと命名した。これらのほかにも同じ実験装置で、級化やリップマークなどの堆積構造を見ることがもできるが、今回の情報展では話が複雑になるためこれらの説明はしなかった。

1) 産総研 地球科学情報研究部門

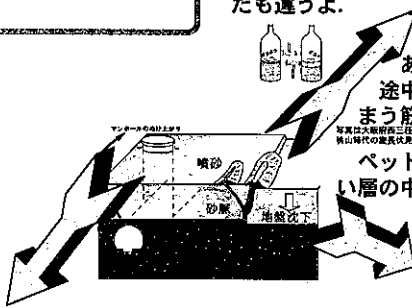
キーワード: 液状化, 地震, 実験, 教材

液状化ってどんなこと？

液状化が起こると地面の下にある地下水と砂が混ざり、泥水のようになります。この時地下水の圧力が高まり、様々な現象が起こります。ここにその一例を挙げます。

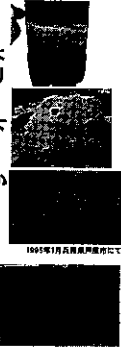
噴砂

・噴砂：地盤の砂が水と一緒になって地面の割れ目やコンクリートの継ぎ目からふき出します。ペットボトルでは、白い層の下から色のついた砂が出てきます。層の厚さが違うと、ふきあがりかたも違うよ。



砂脈：下から砂がふきあがるとき、途中に残ってしまう筋状の砂の事。

ペットボトルでは白い層の中に色の砂の筋が残ります。



・マンホールのぬけ上がり：地面の下にあった軽いもの（たとえば中空の土管）はまわりが液体のようになっているので浮かびあがろうとします。



ペットボトルでは、画鋸がマンホールのような動きをします。

・地盤沈下：下から水や砂が吹き出すので、その分地盤全体が下に沈下します。基礎をキッチリ作った建物は地面から抜けあがります。

ペットボトルでは、最初に砂が沈んだ時とゆらした後は砂のたまっている高さが下がっているでしょう。また、砂の層はかたくなり、ひっくり返してもなかなか落ちてきません。



第1図
液状化時に起こる現象とペットボトルを用いた実験方法。

実験2 エッキー及びニューエッキー(納口の方法)

北陸地質情報展では、前述のエッキー及びエキジョッカーの実験も演示した。これらの実験の詳細については、納口(1999, 2000a,b, 2001)に記載しているのでここでは省略する(第1図左下)。

この実験で解ること

液状化現象は大地震のあとテレビのニュースなどで噴砂やマンホールの抜け上がりなど、終わったあとの状態しか見ることのできない。これらの実験装置では液状化現象を動的に観察することができる。しかもこの実験は閉じたペットボトルの中で行うのでガラスや砂などが散らばったりけがをしたりする心配がほとんどない。地学実験というと汚いと言うイメージを払拭してシンプルに現象をとらえさせることができた。

地質情報展では一般的かもしれないが、子供た

ちはその事象自体に興味を持ち、何回でも遊んでいった。一方で、現象の説明になると、保護者(特にお母さん)が興味を持って非常に良い反応を返してくださった。

参考文献

宮田隆夫(1998)：“小さな水槽”と簡易な実験装置。堆積学研究。47, 103-105。
 納口恭明(1999)：自然災害の科学教室-地盤液状化現象の科学手品 [エッキー] (1)-, 防災科研 News, 129, 10-11, (防災科学技術研究所)。
 納口恭明(2000a)：自然災害の科学教室-地盤液状化現象の科学手品 [エッキー] (2)-, 防災科研 News, 130, 12-13, (防災科学技術研究所)。
 納口恭明(2000b)：自然災害の科学教室-地盤液状化現象の科学手品 [エッキー] (3)-, 防災科研 News, 132, 10-11, (防災科学技術研究所)。
 納口恭明(2001)：自然災害の科学教室-地盤液状化現象の科学手品 [エッキー] (4)-, 防災科研 News, 134, 14-15, (防災科学技術研究所)。

Miyachi Yoshinori and Kaneko Naotomo (2002) : Experiments on liquefaction with PET bottle.

<受付：2001年12月4日>