

防災意識向上を目的とした体験型学習ツールの開発 ～液状化災害のメカニズム～

平成 25 年度科学研究費助成事業（奨励研究）

高田 晋 環境・建設技術分野

1. 研究背景と目的

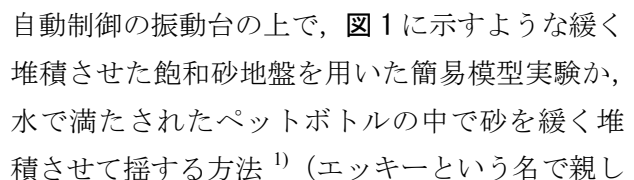
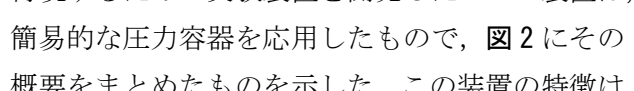
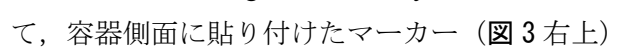
地震・津波の科学的理解を深め、住民等の防災意識の向上に努める必要性が叫ばれている昨今、防災意識向上のための実践的な教育プログラムの構築が求められている。一方では、近年多発する自然災害の中でも、大規模地震による住宅地の液状化被害が社会問題となっている。液状化被害は、緩く堆積した砂質土系地盤や、人工的に造成した地盤に発生する傾向にあり、一度この被害を経験した地盤では、大規模地震により再度液状化する危険性が指摘されている。来るべき大規模地震に備えて、免災・減災の観点から、液状化に対する防災意識を向上させることが重要であることは明らかである。そのためには、液状化現象のメカニズムやその危険性を、より適切に理解される必要がある。しかしながら、津波被害に比べて目に見えない所で発生する現象であるため、そのメカニズムを理解することは難しく、学習項目としてピックアップし難い題材とされている。そこで筆者は、小学生から地域住民までの幅広い年齢層に向けた「土の液状化現象およびその被害と対策」を理解するためのテキストの作成と、理解深耕のための簡便かつ視覚的で触れることができる体験型実験ツールを開発することを目的とした研究を着想し、平成 25 年度科学研究費助成事業（奨励研究：課題番号 25909058）に応募し、これに採択された。本報告はその成果についてまとめたものである。

2. 学習テキストの作成

はじめに、土材料の特徴、液状化現象発生メカニズムや発生条件、国内外における液状化被害と

その特徴、液状化地盤の見分け方、住宅地における液状化対策工等の応用に至るまでをアーカイブしたテキストを作成した。このテキストは、小学生や日本語力の乏しい留学生でも理解し易いように、専門性を極力省いた内容で構成されており、図説の豊富な資料、例えば、中越地震、東北大震災、ニュージーランド地震の液状化被害の被災写真、噴砂現象を撮影した動画等を多く取り入れるように工夫した。

3. 実験ツールの開発

科学啓発の場で使用される液状化を対象とした実験ツールはいくつか存在するが、手動または自動制御の振動台の上で、に示すような緩く堆積させた飽和砂地盤を用いた簡易模型実験か、水で満たされたペットボトルの中で砂を緩く堆積させて揺する方法¹⁾（エッキーという名で親しまれている）が最もポピュラーである。しかし、その両者は、実験の手順や設備の都合から、簡易的かつ単純化した状態で行われることが多く、地震時の報道等で良く見かける、泥水が地表面に沸き上がる様な液状化の代名詞と言うべき噴砂現象を再現することができない。そこで本研究では、液状化を理解する上では欠かせない噴砂現象を再現するための実験装置を開発した。この装置は、簡易的な圧力容器を応用したもので、にその概要をまとめたものを示した。この装置の特徴は、地盤内で受ける圧力や、地盤内にできた亀裂を模擬したチューブ内を噴砂が通過する様子を目視できる他、AR (augmented reality) 技術を利用して、容器側面に貼り付けたマーカー ( 右上) を読み込んで、タブレット端末上で試験機の概要

を確認できるような工夫を凝らしてある。図3はAR マーカーを読み込んだ際にタブレット端末上でのみ見ることができる試験模式図である。再現実験は次の手順で行う。はじめに、容器中に砂を適当な密度で詰め、ポーラスストーンを介した底盤の給排水ポートからポンプで水を汲み上げて砂および排水チューブ内を飽和させ、ポートのバルブを閉じて非排水状態とする。次に、容器内上部の空圧载荷部に空気入れで所定の圧力（地盤の上載圧に相当）を载荷する。続いて、振動台上でこの容器を揺すり、砂を液状化させる。容器内の砂が密になり、排水された水が分離してピストン下部に溜まったのを見計らい、容器上部に取り付けた地表面の亀裂を模したバルブを開放する。すると、容器内の圧力を受けて、亀裂を模したチューブ内を砂混じりの水が勢い良く排出される。

4. 学習ツールの適用性検討

本研究では、開発した学習ツールを用いて、一般市民を対象とした公開講座、公開実験を試行した。この中で、噴砂ツールに関しては、実験後に水浸しになるため、そのための養生が他に必要になることを除けば、科学啓発の場で必要最低限の設備で短時間に実験できることが分かった。また、子供達が直接触れたり、見たり、音を聞いたりできるので、学習効果が高い教材であることが明らかとなった。特に、これまでの防災教育において、実演することが難しく、またプレゼンテーション資料だけでは短時間で理解することが難しいとされる噴砂現象を、直感的に理解できるようになったことは大きな成果と言える。ちなみに、この実験を披露した際には、子供達からリピートを受けるほど好評であった。

5. まとめ

本論で説明した学習テキストおよび噴砂実験装置を含めて、これまで開発された実験ツールを上手に活用して、防災意識向上に資する教育プログラムが広く普及することを切望するところである。最後に、防災教育の発展の一助になること

を願い、小学生を対象とするビデオ教材²⁾を作成し、科学啓発サイト内で公開した。

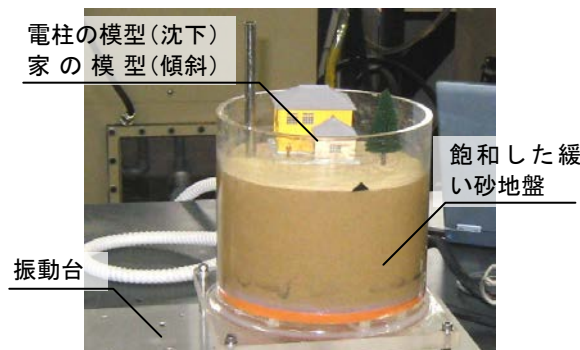


図1 液状化模型実験の一例

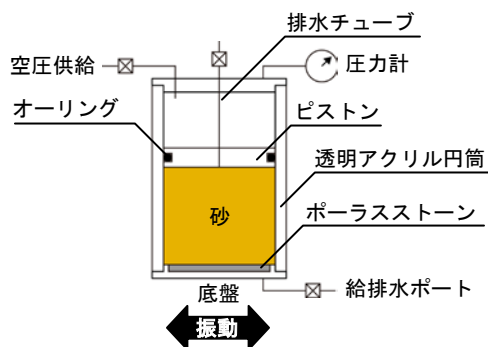


図2 噴砂実験装置概要図

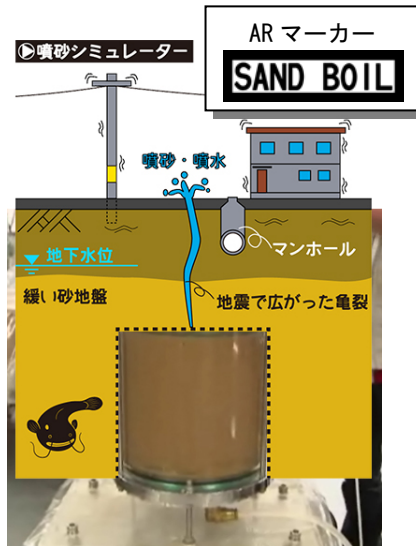


図3 AR技術を用いた試験概要模式図

参考文献

- 1) 納口恭明:地盤液状化実験ボトル「エッキー」, 防災科学技術研究所報告, Vol.61, pp.49-53, 2001.
- 2) 長岡技術科学大学テクノ探検隊(第36回 地震で地面が水になる?-液状化について学ぼう-) <http://oberon.nagaokaut.ac.jp/techno/index.htm>