

Significant number of subsurface cavities were found in the liquefied ground after the Great East Japan earthquake. In this study, a series of model tests is conducted in order to understand the mechanism of underground cavity formation when liquefaction occurs. According to the results of field investigation in Urayasu-city, Shinkiba-area, and Narashino-city, cavities tended to form near man-holes and joints in pavement. Size/shape of the cavities are larger and thinner compared to those of cavities observed in the non-liquefied ground.

Liquefaction and sand boiling was simulated in the model test. Sand grains initially moved horizontally and then vertically, causing disturbance and loosening in the ground. Gaps and voids near the ground surface were eventually generated at the location of the boiled sand.

東日本大震災で発生した液状化地域には、大量の噴砂が確認されると共に多数の路面下空洞が生じました。本研究では、新木場、習志野、浦安などにおける路面下空洞調査の結果を踏まえ、液状化と空洞の発生形態を調べるために模型実験を実施しました。実態調査によると、液状化地盤ではマンホール脇や舗装施工目地付近に空洞が頻発し、通常の空洞と比べると薄く大きく広がり、舗装路面下の地盤が波打つような形状で空洞が連続しているという特徴が確認されています。小型模型土槽を用いて砂地盤の液状化、および噴砂を再現し、それによる路面下の空洞の生成状況について調べました。

まず、噴砂に伴い舗装面と地盤との隙間を砂が水平移動し、次に動水勾配の高い所や地中構造物脇の水みちなどに沿って土粒子が鉛直移動する様子がわかりました。土砂が地上に噴出すると地表面下には局所的に空隙が残り、調査で観察されたものと同様の形態の空洞生成が観察されました。

液状化地盤に多発する路面下空洞

Subsurface cavities generated in the liquefied ground

液状化地盤の空洞の特徴

Features in subsurface cavities in the liquefied ground

定常時よりも多くの空洞が発生し、特に生活道路では30倍近い発生率となる。

The number of subsurface cavities is found to be nearly 30 times.

広がりが大きく空洞厚が薄い。Thin and large in size.

人孔脇、補修跡、舗装の施工目地付近に多い。

A lot of cavities were found near manholes and joints in pavement.

大規模な噴砂で路面沈下のみならず舗装下に空洞が発生する。この時、連続空洞であっても厚さが一様ではなく、舗装下で土砂が波打った状態であることが推測される。Sometimes, several cavities are connected, forming a large uneven cavity.

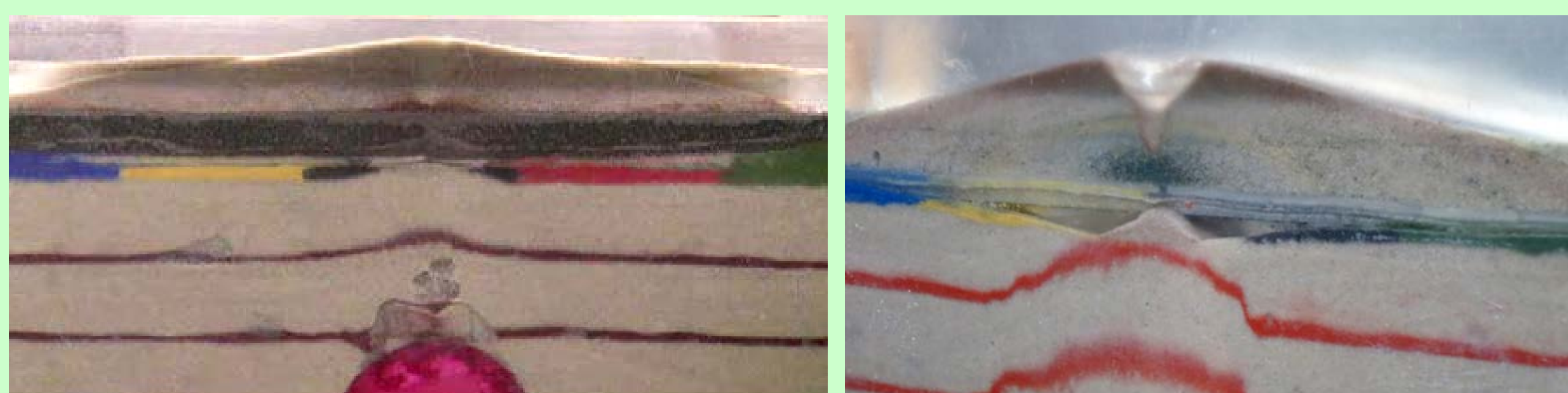
噴砂の発生と土砂の亡失

Sand boiling and formation of subsurface cavity



地表面近くの砂の水平移動

Lateral movement of sand grains below ground surface



大規模噴砂時の液状化地盤の乱れと砂の鉛直移動

Disturbance and loosening of the liquefied ground

噴砂直下の土砂の亡失

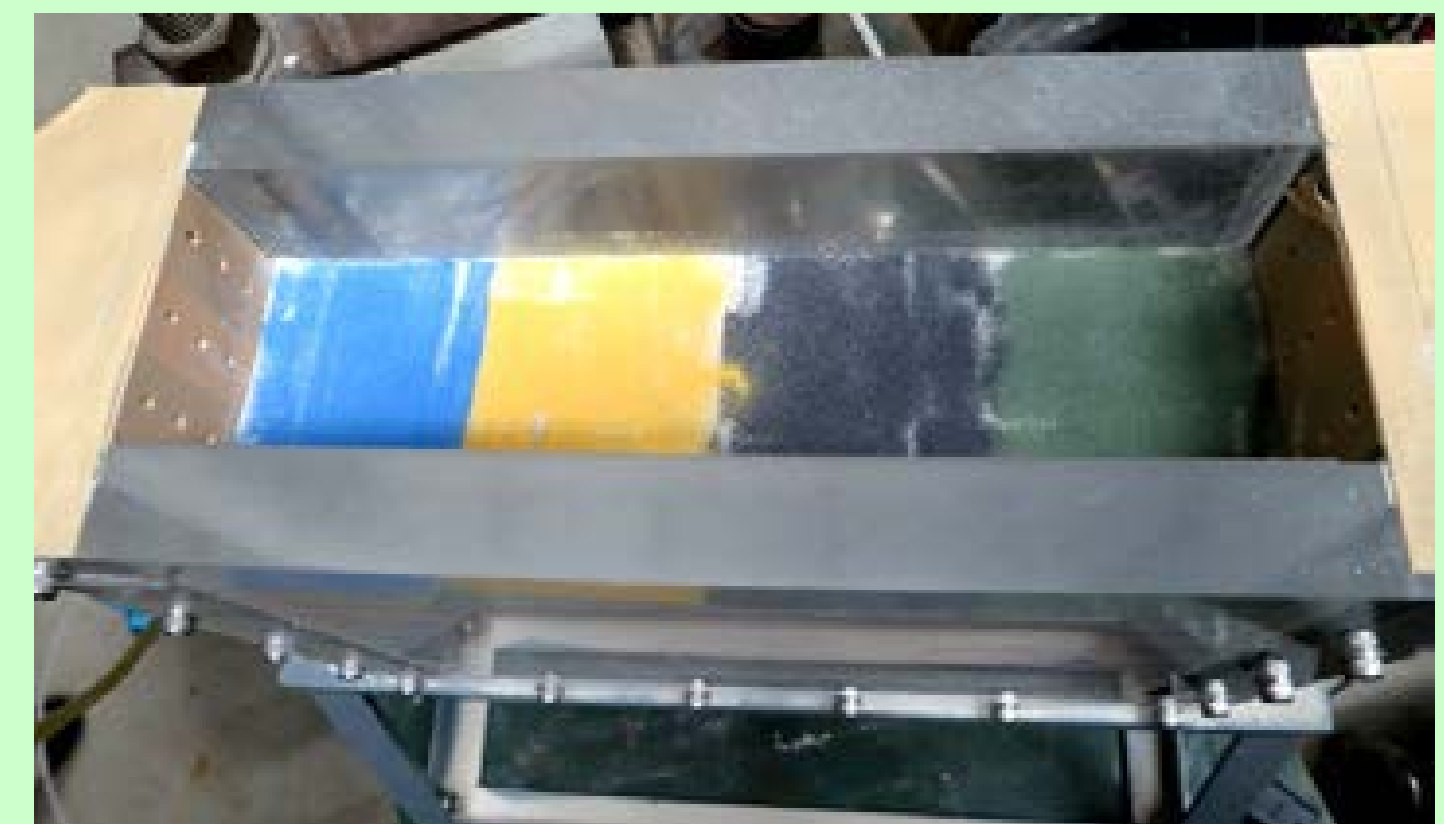
Boiled sand and void in the liquefied ground

模型地盤における液状化・噴砂の再現

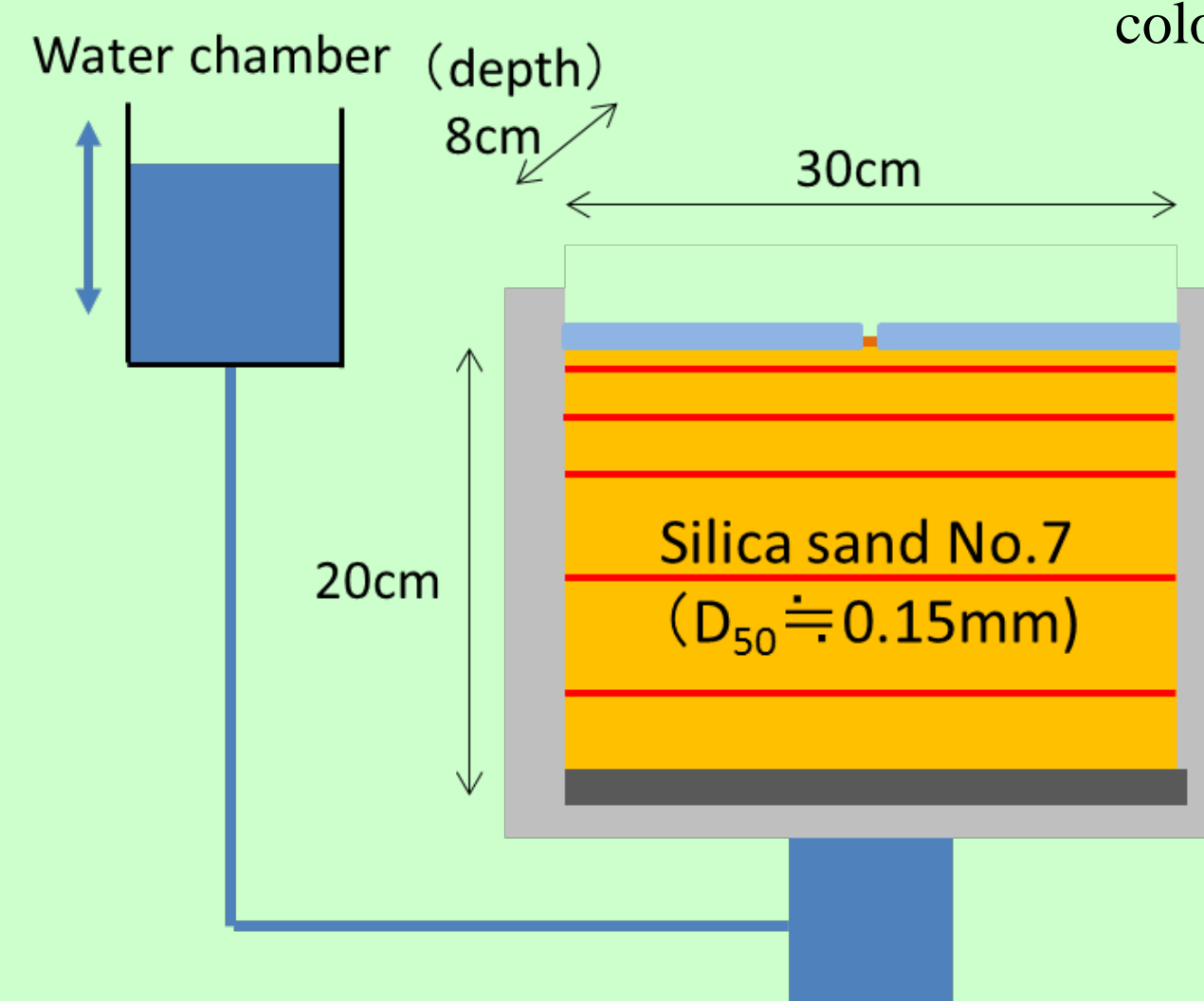
Simulation of liquefaction and sand boiling in a model test

模型地盤の作製

Preparation of model ground

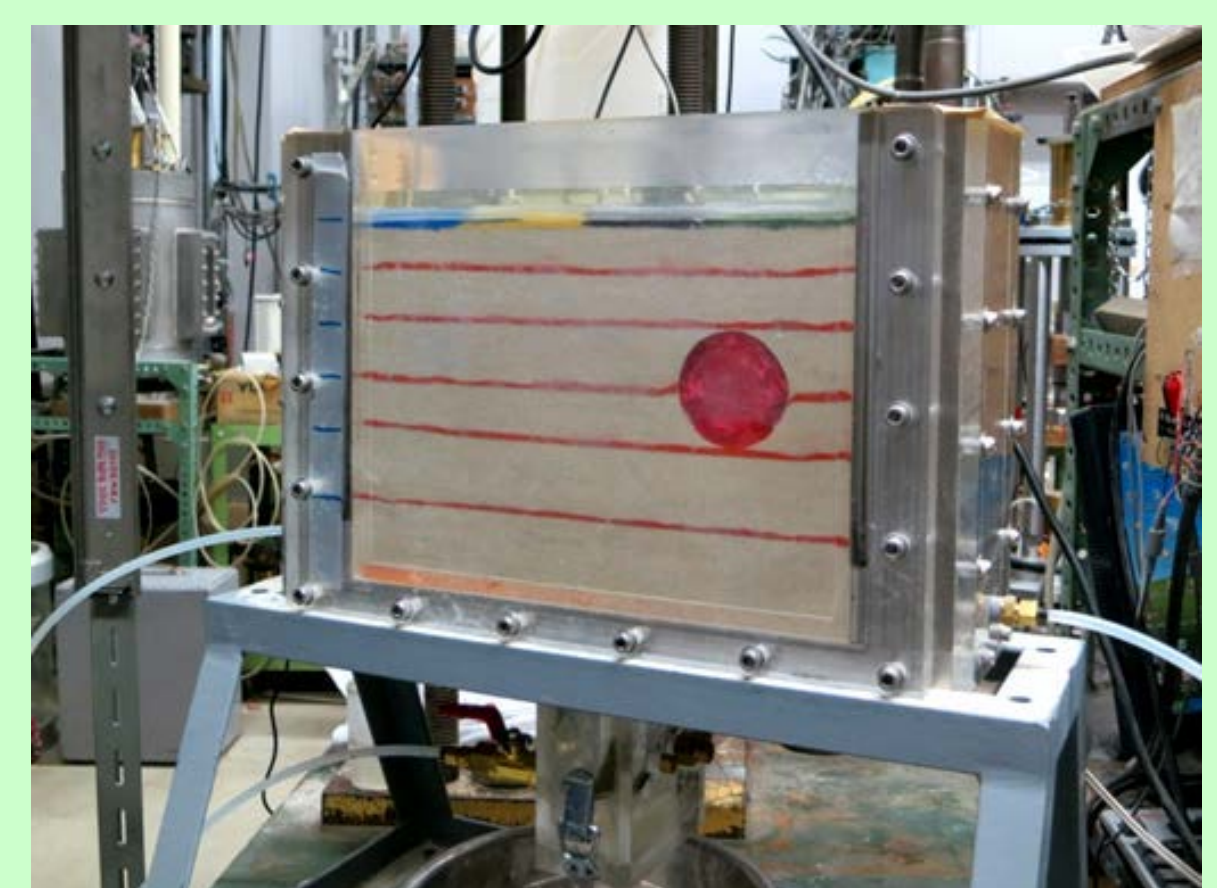


砂の移動の観測用に設けられた色砂
colored sand for the observation of grain movement



実験装置

Model test apparatus



模型地盤

Model ground

噴砂時には、開口部に向かって地表面付近の砂の水平方向の移動がまず生じた。さらに動水勾配が高くなった時に、砂の鉛直上向きの移動が見られた。Sand near the surface move horizontally first, then later vertically.

小規模な噴砂の場合地盤深部への影響は少ないが、開口部下方に構造物模型を設置すると構造物壁に沿って水みちが発生し、砂の移動、および地盤のゆるみが促進された。地盤のゆるみの範囲も拡大する可能性がある。

When a model structure was put near the opening, water pathway tended to be generated along the model structure and sand movement was accelerated.

噴砂で生じる空洞は浅く広範囲なものとなり、空洞底面は波打つ傾向がある。これは、地震後の空洞調査で観察されたものと類似している。

A small scale sand boiling did not affect the penetration resistance deep in the ground. A buried structure sometimes enhanced the generation of water pathway and the extent of ground loosening.

本研究に関する担当研究室は桑野研究室です。
部屋は東京大学生産技術研究所B棟3階のBw-304

電話: 03-5452-6843, FAX: 03-5452-6844

E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp

For further information, contact below.

Prof. Reiko Kuwano,
#Bw-304, Institute of Industrial Science

TEL: +81-3-5452-6843, FAX: +81-3-5452-6844

E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp