

鉛直加振による液状化と流体輸送の実験的研究 Experimental study of liquefaction and fluid transport

安田 奈央^{1*}, 隅田 育郎¹
Nao Yasuda^{1*}, Ikuro Sumita¹

¹ 金沢大学大学院 自然科学研究科
¹ Kanazawa University

液状化とは、何らかの衝撃により粉粒体における粒子同士の噛み合いが崩され、一時的に流体のような振る舞いをすることを言う。地震によって土壌の液状化が起こることは広く知られており、土壌の液状化は噴砂現象や泥火山形成の原因となっている。液状化は、土壌に限らず粒子 - 流体系ではどこでも起こり得ると考えられ、高粘性流体の場合の例としてはマグマ溜りにおける液状化がある (Sumita and Manga, 2008, EPSL)。マグマの液状化もまた地震によって引き起こされ、これは火山の地震による誘発噴火の原因になっている可能性がある。また、地球のみならず、火星表面においても液状化に伴い、流体が噴出したことにより形成されたと考えられる地形が見られる。これまで土質力学や土木工学の分野において、水で飽和した砂を用いた液状化実験が数多くなされてきた。しかし、液状化を引き起こす臨界条件や実験パラメータによって現象がどのように変わるかについては十分に明らかにされていない。我々は、様々な液状化と流体輸送の素過程を理解するために、液状化を粒子 - 流体系の物理学の問題として捉え、鉛直加振による液状化の室内モデル実験を行った。

本実験では、粒径の異なる2種類の球形のガラスビーズと流体 (水あるいはグリセリン水溶液) を封入したケースに、鉛直方向の正弦振動を与えて液状化させる。ケース下部の約 33.7mm はガラスビーズ層となっており、その下層が粒径 0.2mm、上層が粒径 0.05mm (低浸透率層) の2層構造となっている。実験セルは加振機の上に設置し、加速度 2.0 - 41.1m/s²、周波数 10 - 40 Hz の範囲で振動を与える。

水を用いた実験では、振動による間隙水の排出パターンが4通りあることが分かった (No-change, Percolation, Transition, Flame)。小さな加速度では、粒子層の層厚や2層境界の形態において明らかな変化はない (No-change)。加速度を大きくしていくと、粒子層は間隙水の排出によって収縮する。初めのうちは2層境界に変化は見られないが (Percolation)、加速度をさらに大きくしていくと2層境界が不安定になり始め (Transition)、さらにその振幅が成長すると火炎構造を形成する (Flame)。

水で飽和した粒子2層系に振動を与えると、下層から排出された間隙水が一時的に2層の界面にたまった後、上層中をチャンネル状に上昇し排出される様子が観察された。火炎構造が形成されるための臨界加速度は、()g のオーダーであった (: 粒子 - 水の密度差、 : 粒子の密度、 g : 重力加速度)。

キーワード: 低浸透率層, レイリーテイラー型不安定, 火炎構造

Keywords: low-permeability layer, Rayleigh-Taylor type instability, Flame structure