

### (III-96) 液状化時の噴砂・噴泥現象に及ぼす要因について

千葉工業大学 学生会員 藤井 辰悟 柳澤 秀一  
千葉工業大学 正会員 清水 英治 渡邊 勉

#### 1. はじめに

地震の液状化に伴う噴砂・噴泥現象は多くの地震で発生し、新潟地震（1964 年）を契機に、液状化現象の発生メカニズムに関する研究が数多く行われ、地盤内の過剰間隙水圧の上昇に起因した噴砂・噴泥現象の解明が行われてきた。しかしながら兵庫県南部地震（1995 年）では、液状化しにくいと考えられていた均等係数の大きい粗粒の山砂（まさ土）が液状化し、質量約 10 kg のれきが地表に噴き出すという現象が報告された。このように噴砂・噴泥現象については、その発生メカニズムなど未解明な部分が多い。

本研究では、模型土槽を作製し振動実験を行い非排水層の厚さや地震加速度の違いなどが、液状化や噴砂・噴泥現象の発生にどのような影響を与えるか、検討することを目的とした。

#### 2. 実験の概要

図 1 は実験装置の概略を示したものである。砂地盤は、あらかじめ水で満した土槽（縦 30cm、横 60cm、高 36cm）の上面から 7 号珪砂を自由落下させて作成した。砂地盤の層厚は 20cm とし、5cm おきに黒色に着色した 7 号珪砂をふるい、水平方向のマーカラインを作成した。砂地盤の上層には非排水層をモデル化するため、カオリン粘土 90%、ベントナイト粘土 10%、含水比 40% の割合で混合し作成した粘土層を配置した。

粘土層の密度は一定 ( $\rho_t = 1.76 \text{ g/cm}^3$ ) とし、その厚さを 0.5・1.0・1.5cm と変化させて振動実験を行った。なお図 1 に示すように振動台に加速度計、また砂地盤表面から 5cm・10cm の位置に間隙水圧計を設置した。振動台の周波数は、図 1 に示す水平方向に 4Hz の正弦波、最大加速度をそれぞれ約 150・200・250・300gal とケース別に分け、振動開始と同時に最大加速度に到達させ、30 秒間振動を継続した。

実験では、間隙水圧の測定値及び着色 7 号珪砂のマーカの乱れにより液状化発生を確認し（写真-1、2 に示す）また噴砂・噴泥現象の有無は、非排水層に発生した亀裂からの砂や水の噴出によって判定した。表 1 及び図 2 に、砂地盤及び非排水粘土層の物理特性を、図 3 に実験土槽のモデルを示す。

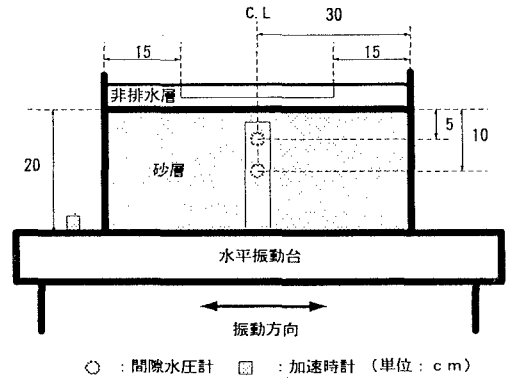


図1 実験装置

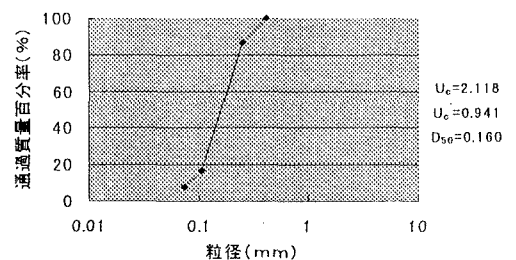


図2 7号珪砂の粒径加積曲線

表 1 試料の物理特性

| 定数<br>試料        | 湿潤密度<br>$\rho_t$ ( $\text{g/cm}^3$ ) | 塑性指数<br>$I_p$ | 非排水せん断<br>強度<br>( $\text{kN/m}^2$ ) |
|-----------------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| カオリン+ベ<br>ントナイト | 1.76                                 | 25.9          | 11.0                                |
| 7号珪砂            | 1.92                                 | —             | —                                   |

キーワード：液状化・噴砂現象・砂質土

連絡先：（住所：習志野市津田沼 2-17-1・電話：047-478-0449・FAX：047-478-0474）

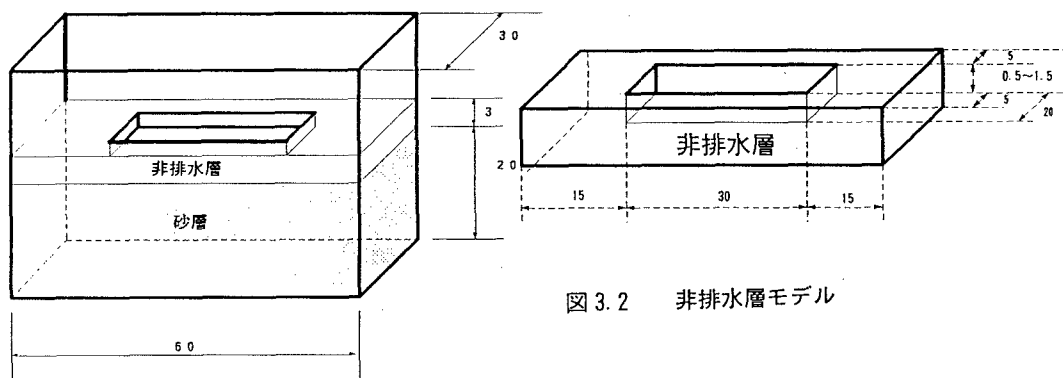


図 3.1 土槽モデル

表 2 液状化および噴砂現象の有無

| 層厚(cm) \ gal | 150 | 200 | 250 | 300 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|
| 0.5          | ×   | ○   | ○   | ○   |
| 1.0          | ×   | △   | ○   | ○   |
| 1.5          | ×   | △   | ○   | ○   |

○：液状化あり・噴砂あり △：液状化あり・噴砂なし ×：液状化なし・噴砂なし

### 3. 実験結果

表 2 は各ケースにおける液状化及び噴砂・噴泥現象の有無をまとめたものである。実験を行った結果 150gal 以外はすべてのケースにおいて砂地盤に液状化が発生した。

150gal 以外のほとんどのケースにおいて、砂層の液状化と同時に非排水層が大きく波打ち、層厚の変化する部分において亀裂が生じ噴砂・噴泥現象が確認できた。しかし、砂層と非排水層の間に間隙水が溜まり、非排水層がパイ生地のように膨らみ噴砂現象が見られなかったケースもあった。

加速度の高いケースでは、負圧が発生してしまい、そのため間隙水圧を測ることが出来なかったものも出てしまった。

### 4. 考察

今回の実験結果で興味深かったことは、液状化は見られても噴砂現象が見られなかったケースがいくつかあることである。

液状化現象は、地震時の揺れによって地盤の間隙水圧が上昇し、有効応力が減少し、地盤のせん断力が失われることから起こる。液状化層の上部に非排水層が存在する地盤

では、間隙水圧が地盤の有効応力を越えた場合に液状化は起きるが、噴砂現象が起きるとは限らない。噴砂現象が見られるためには、非排水層を突き破るせん断応力が発生しなければならないと考えられる。また、負圧の発生原因としては、加速度が噴砂するほど大きくなかったために、振動開始と同時に砂が若干沈下するか、粘土層が膨張するかして、砂層と非排水層の間に密閉された空間ができてしまったためと考えられる。

本報では、小規模な実験であったため土槽の側壁の影響も大きいと考えられることから、実験土槽の大型化も検討しなければと考えている。



写真 1 振動前の土槽



写真 2 振動後の土槽