

# 二軸載荷試験装置を用いた再液状化試験および画像解析による微視的構造の変化に関する考察

横山 大智 (東京大学社会基盤学科)

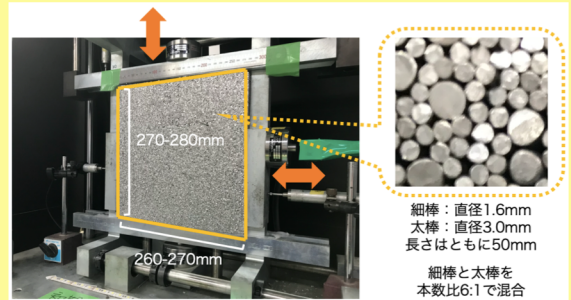
## 研究の背景

かつて液状化した地盤が、後の地震で再液状化する現象に関して、過去の地震で地盤が経験した最大ひずみが、再液状化強度に影響を与えることが既往の研究から分かってきた。しかし、複雑な再液状化現象の全容は、未だ明らかとなっていない。そこで本研究では、二軸載荷試験装置を用いた再液状化試験を実施し、試験中の供試体に画像解析を適用して、再液状化試験中の微視的構造の変化に関して考察する。

## 再液状化試験手順

再液状化試験は右図の二軸載荷試験装置を用いて実施する。供試体には直径の異なる2種類のアルミ棒からなるアルミ棒積層体を使用し、その供試体に対して初期圧密および再圧密後に定体積繰返し二軸せん断を実施することで、液状化および再液状化を再現する。

初期圧密と再圧密は等方的に100kPaまで行う。初期圧密後の供試体の平均間隙比は0.153~0.165である。定体積繰返しせん断は軸差応力が $\pm 30\text{kPa}$ に至った時点で載荷方向を反転する。液状化過程での最大両振幅鉛直ひずみの大きさを変える(2.0/5.0/7.5%)ことで、さまざまな大きさの地震履歴を再現する。



## 画像解析とその考察

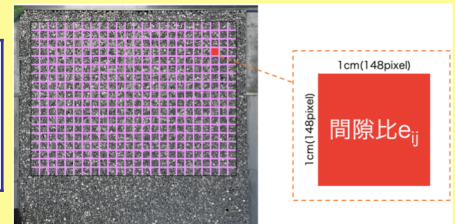
微視的構造の変化を観察するため、定体積繰返しせん断中の供試体画像を4分ごとに取得する。その画像を二値化画像に変換し、実際の1cm四方に対応するメッシュに分割する。そして、各メッシュ内の局所的な間隙比を算出し、試験中の密度分布の変化を評価する。以下、液状化過程の定体積繰返しせん断時に、最大両振幅鉛直ひずみ7.5%を与えたケースに関して、次の4つの時点で着目し考察を行う。

液状化過程：(A)初期圧密後の時点

(B)両振幅鉛直ひずみ7.5%に到達したサイクルの最も鉛直方向に圧縮された時点

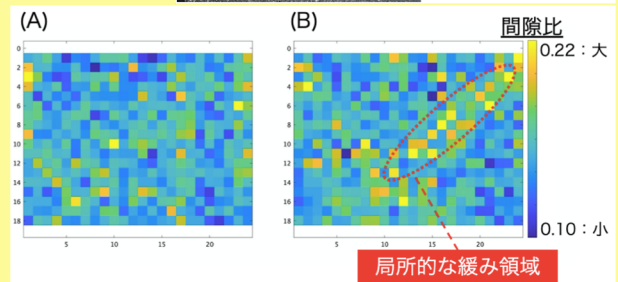
再液状化過程：(C)再圧密後の時点

(D)両振幅鉛直ひずみ2.0%に到達したサイクルの最も鉛直方向に圧縮された時点



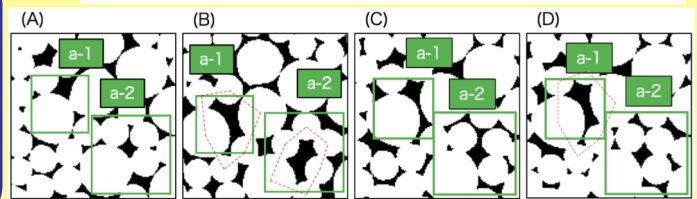
### ○局所間隙比の分布図

各メッシュの間隙比の値の違いを色の違いで表現し、(A)および(B)の時点で比較した。(B)の分布には、部分的に明るい部分、つまり局所的な緩み領域が確認されることがから、地盤が繰返しせん断されて液状化し、大きなひずみが生じると、局所的な緩み領域が形成されると考えられる。



### ○微視的構造の変化

上述の局所的な緩み領域が確認された部分について、二値化画像を拡大する。(B)の時点において、破線で示す「縦に細長い間隙」が複数確認された。また、この間隙は(C)の時点で一度消滅したものの、(D)の時点で一部が再形成された。ゆえに、局所的な緩み領域に関しても同様に、消滅~再形成の過程を経て、全体的な再液状化挙動に影響を及ぼしていると考えられる。



### ○再液状化過程での局所間隙比の変化

各メッシュ位置における(C)~(D)の間隙比の変化量と、(C)の時点での局所間隙比の関係を図示すると、全体として右下がりの相関関係が見られた。これは、再液状化発生時に、局所的に緩い部分の密度が増加し、逆に密な部分の密度が減少した結果、全体として均質化されることを表している。したがって、液状化で大きなひずみが発生した後の地盤には不均質な構造が存在し、その一部は不安定であるため、再液状化発生時の強度低下の原因となっていることが推察される。

