

# 二軸圧縮試験及び三次元DEMによる 繰返しせん断履歴を受けた砂の微視的考察



森本 時生

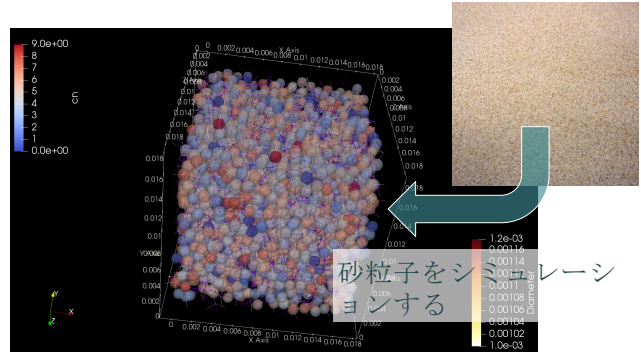
(修士論文概要, 2019年3月)

東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 土質地盤研究室

## 序論

過去の地震動などによるせん断履歴は砂の液状化強度に大きな影響を与える。そのせん断履歴の大小により相反する影響が与えられ、小さなせん断履歴を受けた砂は液状化強度が非常に高く、大きなせん断履歴を受けた砂は液状化強度が非常に低いことが知られている。

しかしながら、このせん断履歴による液状化強度の変化に対する根本的な理解は未だなされておらず、現在の液状化予測手法は過去のせん断履歴を考慮できていない。本研究ではモデル化した粒子をコンピュータ上でシミュレーションする個別要素法 (DEM) と呼ばれる手法を用い、せん断履歴を受けた砂の微視的構造を把握を目指した。



なぜこのような変化が起きるのか?

室内試験  
Wahyudi (2014)  
(単純せん断条件)

定性的に一致

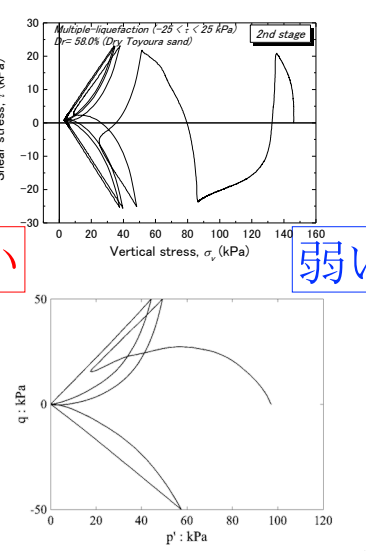
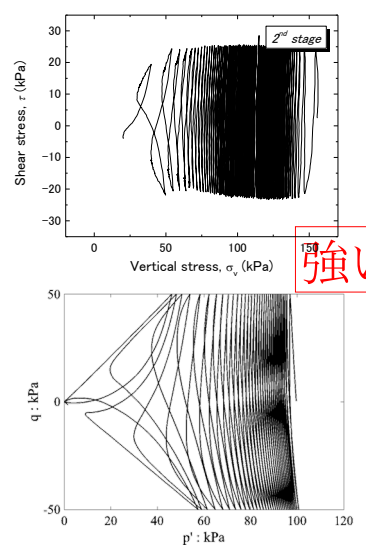
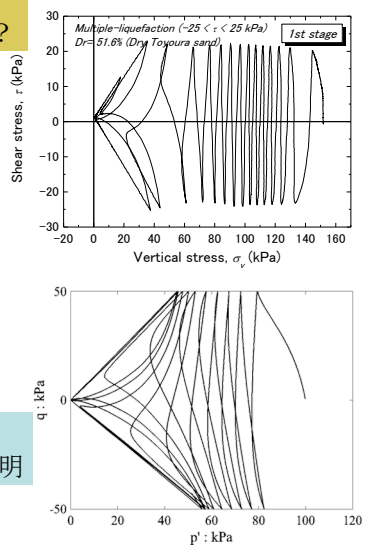
本解析  
(三軸条件)

定性的に再現  
→メカニズムの解明

A. 履歴なし

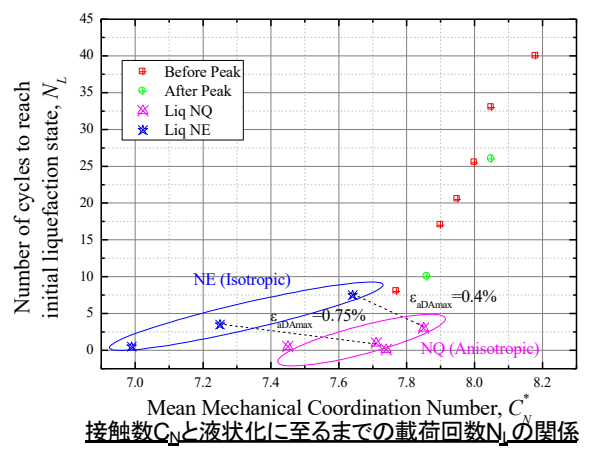
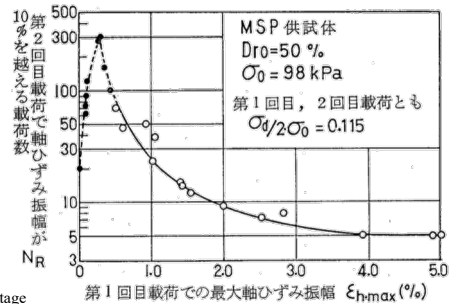
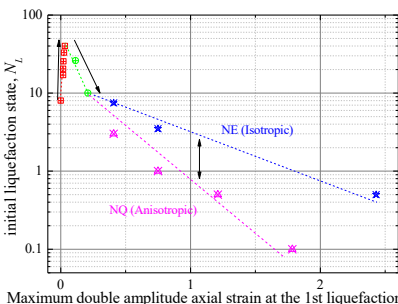
B. 履歴小

C. 履歴大



## 室内試験との比較

より微視的な考察に先立って、過去の実際の砂を用いた室内実験結果と同様な結果が数値解析により得られるようにすることは非常に重要である。本研究では密度や摩擦係数、粒形、供試体の初期条件などの様々な条件を考慮することで有効応力経路や液状化強度とせん断履歴の関係などの観点から過去の研究に定性的に一致した結果を得た。



## 微視的パラメータと液状化強度の関係

DEMでは室内試験では観測できないような非常に小さいスケールで情報を抽出することが可能である。さらに抽出された数千粒子の情報を統計的に処理しスカラー(またはベクトル)のパラメータに落とし込むことで定量的な比較を可能とする。

本研究では様々な観点から分析を行ったが、中でもある粒子が他の粒子との間に持つ接触点の数の平均値が液状化強度と強い相関を持つことが示された。例えば大きなせん断履歴を受けた地盤は接触数の少ない不安定な砂粒子を多く持つために液状化しやすくなったと理解できる。

凍結サンプリング+X線スキャンによる接触数の直接的な観測、あるいは弾性波探査による間接的な推測による実務への応用が期待できる。