

粒子離散化有限要素法を用いた改良土および地盤の変形・破壊解析

防衛大学校 正 ○野々山栄人

防衛大学校 正 宮田 喜壽

海上・港湾・航空技術研究所 正 高野 大樹

1. はじめに

軟弱地盤における地盤工学的課題として、支持力や沈下等が挙げられる。その対策技術の1つにセメントや石灰等の各種添加材を加えて軟弱土を固化する地盤改良がある。現場条件に応じて適切な固化材や改良範囲を設定するための設計の合理化が求められている。本研究では、応用力学分野で確立された粒子離散化有限要素法(PDS-FEM)¹⁾を用いて改良土のモデル化と改良地盤の解析法について検討した。

2. 数値解析の概要

PDS-FEM では、図1に示すように、変位場を不連続かつ重なり合わない形状関数を用いて離散化する。さらに、応力場・ひずみ場をボロノイ分割に双対なドロネイ分割領域で離散化する。このPDS-FEMでは、破壊現象を表現するために、ボロノイブロック境界に対して計算された要素間の相対変位や境界応力を用いて破壊規準を定義する。そして、ボロノイブロック境界で算定されるトラクションの絶対値が一定のしきい値を超えた場合に破壊と判定する。

3. 改良土のモデル化

改良土は一般的な土とは異なり、脆性的または延性的な変形挙動を示すことが知られている。そこで、PDS-FEMを用いて、セメント改良土および繊維混合セメント改良土の一軸圧縮試験の結果²⁾を再現できるか検討した。解析は構成則として弾塑性モデルを用いて、軸対称条件下で実施した。解析パラメータは、ヤング率、ポアソン比、粘着力と内部摩擦角、不連続面の発生を規定するパラメータの5つである。

計算で得られた鉛直応力-軸ひずみ関係を既往の研究の実験結果と合わせて図2に示す。少ない解析パラメータで、ピーク強度までの線形的な挙動だけでなく、それ以降の脆性的および延性的な変形挙動まで再現可能であることがわかった。

4. 浅層および深層改良を想定した模型実験の再現解析

セメント改良地盤および繊維混合セメント改良地盤の支持力模型実験^{2,3)}の再現解析を平面ひずみ条件下で実施した。解析モデルと境界条件を図3、4に示す。

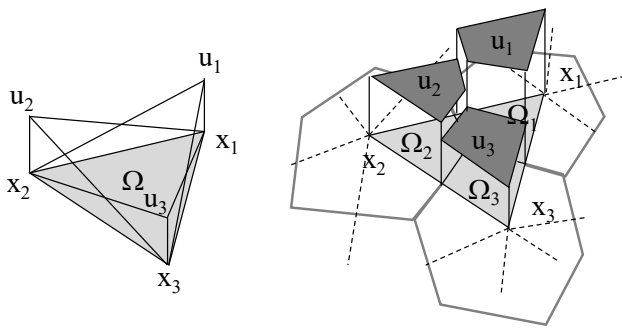
計算で得られた鉛直応力と沈下量の関係を実験結果と合わせて図5、6にそれぞれ示す。解析パラメータを適切に設定することで改良地盤の支持力特性を再現できることが確認された。

5. まとめ

粒子離散化有限要素法の枠組みで、改良土のモデル化と改良地盤の解析法について検討した。弾性状態から弾塑性状態に移行して、不連続面が発生するモデルを用いることで、改良土の脆性的・延性的な力学挙動や浅層・深層改良地盤の支持力特性を再現できることが明らかになった。

キーワード 地盤改良, 粒子離散化有限要素法, 変形, 破壊

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 TEL046-841-3810



(a)通常のFEM

(b)PDS-FEM

図1 2種類のFEMの違い

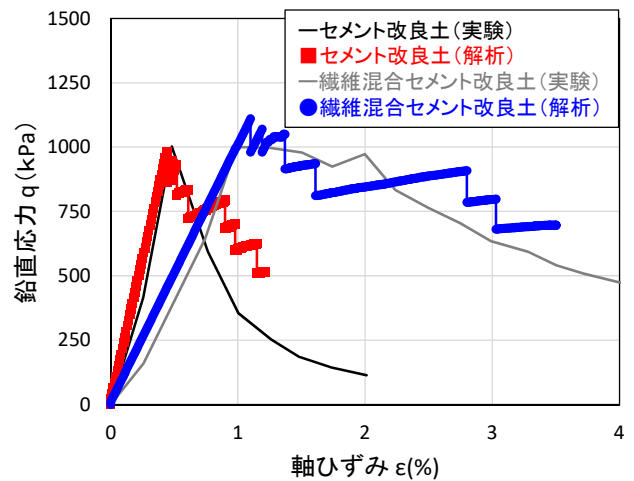


図2 鉛直応力—軸ひずみ関係

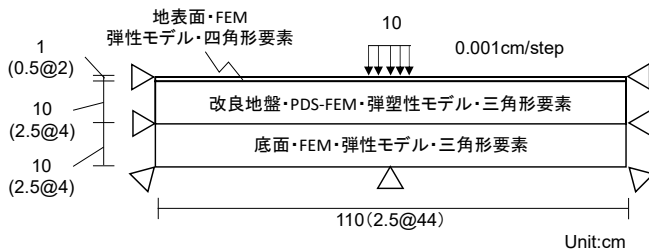
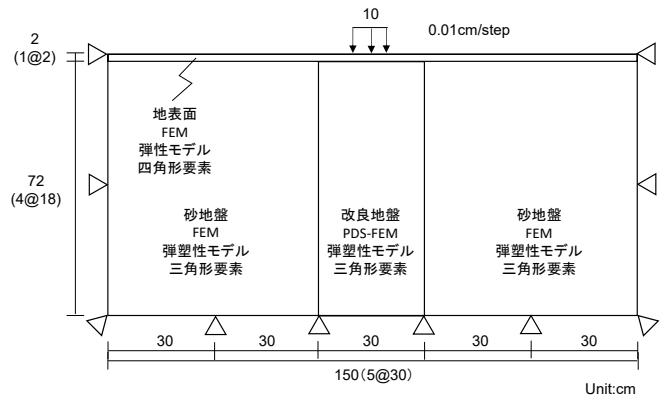
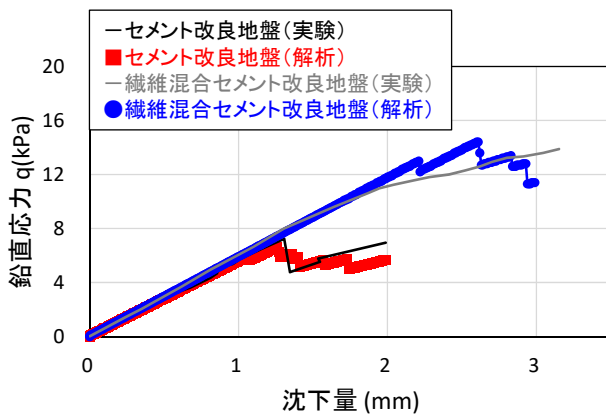
図3 解析モデル
(浅層改良地盤, 499 節点, 800 要素)図4 解析モデル
(深層改良地盤, 660 節点, 1158 要素)

図5 浅層改良地盤の支持力試験の再現解析

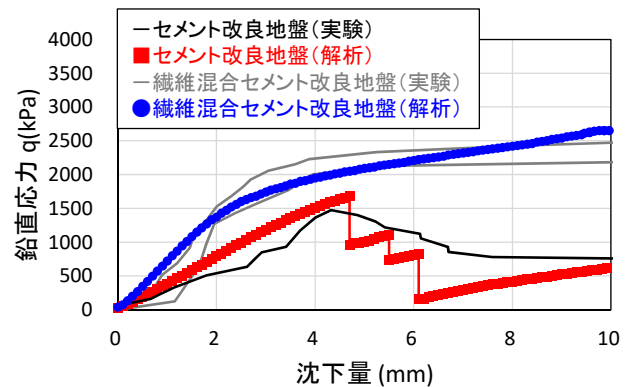


図6 深層改良地盤の支持力試験の再現解析

参考文献

- 1) Hori, M., Oguni, K. and Sakaguchi, H., 2005, Proposal of FEM implemented with particle discretization for analysis of failure phenomena, Journal of the Mechanics and Physics of Soils, 53, 681-703.
- 2) 横田康行, 前田良刀, 落合英俊, 大嶺聖: プラスチック片を混合したソイルセメント改良地盤の支持力特性, 土木学会論文集 701, III-58, 87-97, 2002.
- 3) 落合英俊, 安福規之, 大嶺聖, 山本雅之: プラスチック廃材を利用した新たな地盤材料の活用-表層改良地盤の支持力特性の改善効果-, 第3回環境地盤工学シンポジウム, III-6, 125-130, 1999.

謝辞 本研究は科学研究費補助金(15K06222)による助成を受け実施したものであり,ここに謝意を表します。