

有限要素解析による造粒固化処理土を用いた効果的な改良形式に関する検討

横浜国立大学 学生会員 田中 誠也

横浜国立大学大学院 府川 裕史

港湾空港技術研究所 正会員 森川 嘉之

港湾空港技術研究所 正会員 二宮 裕介

横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 正会員 早野 公敏

1. はじめに

航路の維持浚渫などで発生するストックヤードの容量が限界に近づいており、浚渫土砂の有効利用が望まれている。浚渫土砂の有効利用のための技術として、造粒固化処理技術¹⁾に着目した。造粒固化処理技術とは、含水比低減材および固化剤を混合、攪拌し、粒状体に改良することである。

また、既存の研究²⁾から、岸壁背後地盤に造粒固化土を用いることによって地震時における岸壁への地震時土圧を低減することができ、岸壁の変位量を低減する効果が期待できるなど優れた効果が期待されることが分かっている。しかし深度や改良範囲の影響など未だ解明されていない部分が多いため、造粒固化土による効果的な改良形式について有限要素解析による検討を行った。

2. 造粒固化処理土の繰返し三軸試験

繰返し三軸試験によって造粒固化処理土の変形特性を実験的に検討した。試験のケースとして、密度が 0.986, 1.58g/cm³ の供試体に対して 50, 100, 200kPa の拘束圧で試験を行った。

図-1 に得られた等価ヤング率を豊浦砂(乾燥, D_r=60%)と比較した結果を示す。等価ヤング率について密度や拘束圧の影響をうけることが確認された。また、緩い状態の造粒固化土の等価ヤング率は豊浦砂を下回る結果が得られたにも関わらず、図-2 のように、初期のヤング率によって正規化した等価ヤング率は、豊浦砂と同じような非線形性を示すという結果が得られた。

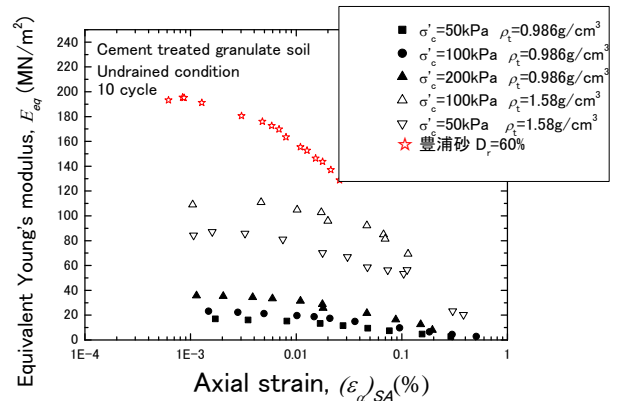


図-1 等価ヤング率と片振幅軸ひずみ ε_a の関係

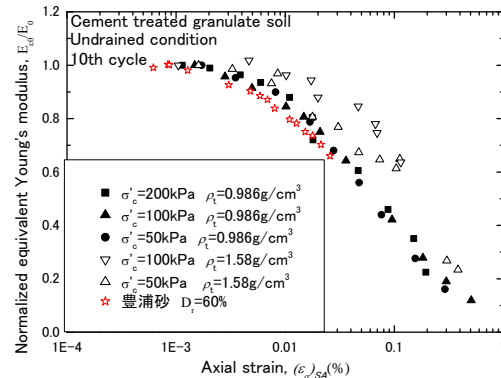


図-2 正規化した等価ヤング率と片振幅軸ひずみ ε_a の関係

3. 有限要素解析への適用性の検討

3.1 遠心模型実験との比較

初めに府川ら³⁾が行った遠心模型実験を対象に有限要素解析を行った。遠心模型実験では図-3のようにケーソンの埋立て地盤の上方を造粒固化土で改良するケースや、ケーソンの直背後を楔形に改良するケースが行われた。

図-4 にケーソン上部の残留変位量を実験値と解析値とで比較したグラフを示す。図-5 に背後 13.5m の鉛直変位量について比較したグラフを示す。ケーソン上部の変位量については実験の結果を概ね再現出

来たが背後の鉛直変位量は大幅に異なる値となった。背後地盤の実験結果の再現が行えなかった理由として以下のものが考えられる。

- ①：液状化による砂地盤体積変化
- ②：振動を受けた造粒固化処理土の圧縮性

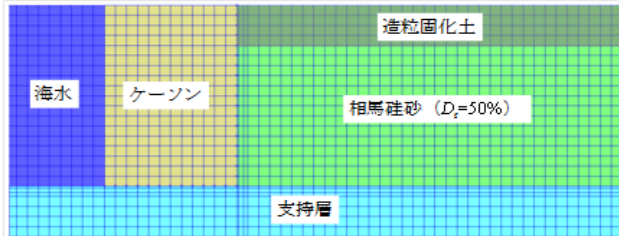


図-3 改良深度解析断面のイメージ

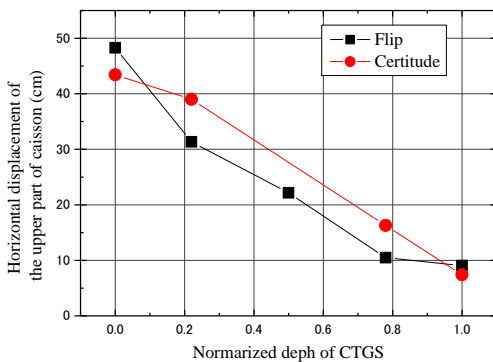


図-4 ケーソン上部の残留変位量

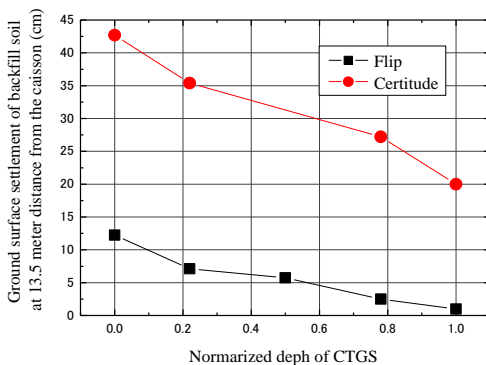


図-5 背後 13.5m の残留鉛直変位量

3.2 改良幅に関する検討

図-6 のような楔形の断面をベースに改良幅の検討としてケーソン後趾から埋立地盤上方への改良角度を限定した改良断面について解析を行った。

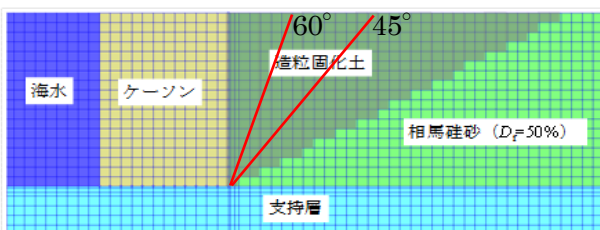


図-6 改良幅解析断面のイメージ

図-7 に造粒固化土の楔が水平となす角度と加振後のケーソン水平変位量および背後地盤の地表面沈下量の関係を示す。図には造粒固化土境界面の角度が 0° (全面造粒固化土), 30° および 90° (未改良相馬硅砂) の断面における府川ら³⁾が行った遠心模型実験の結果を合わせて示す。

FLIP の解析結果をみると 0° から角度が増加する(改良幅が狭くなる)につれて, ケーソンの水平変位量は増加していき, 60° の時をピークに 90° のケースの変位量へと推移する。また 45°改良ケースでも変位量が過大に生じる解析結果が得られたため, 造粒固化土の改良範囲について適用幅を十分に検討する必要がある。

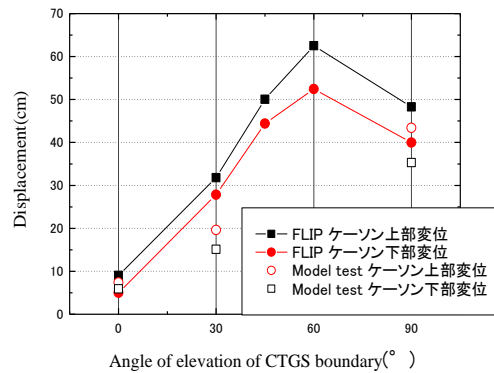


図-7 楔形改良形式の角度と変位

4. まとめ

有効応力解析によって遠心模型実験の再現を試みた結果, ケーソン上部の変位量について概ね再現することが出来た。しかし, 背後地盤の鉛直沈下量については再現することが難しいという結果となった。

また改良幅についての検討より, 改良を行う上で改良部分に十分な幅を持たせる必要がある。

6. 参考文献

- 1) 高橋 英紀, 森川 嘉之, 市川 栄徳, 早野 公敏, 大草 陽太郎: “貧配合セメント造粒固化土の圧縮特性および支持力特性に関する模型実験”, 土木学会論文集 C Vol. 66 No. 2, pp. 236-249, 2010.
- 2) 高橋英紀, 森川嘉之, 早野公敏, 大草陽太郎: 岸壁背後に用いた造粒固化土からの地震時土圧に関する遠心模型実験, 第 55 回地盤工学シンポジウム
- 3) 府川裕史, 森川嘉之, 竹花和浩, 早野公敏: 造粒固化処理土による岸壁の耐震強化手法に関する検討