

繰返し圧入による締固め工法に関する基礎的研究

東京都市大学 学生会員 ○金敷 勇哉

正会員 末政 直晃

正会員 田中 剛

学生会員 田代 怜

強化土エンジニアリング(株) 正会員 佐々木 隆光

1.はじめに

我が国では2011年の東北地方太平洋沖地震をはじめ、2016年熊本地震、2018年北海道胆振東部地震など多くの地震が要因で液状化の被害が起きている。液状化対策工法の一つに静的圧入締固め工法がある。図-1に静的締固め工法の概要図を示す。静的締固め工法は地盤内に流動性の低いモルタルを圧入することで固結体を造成し、固結体による締固め効果で地盤を圧縮強化する工法である。特徴として無振動・低騒音で締固めができ、コンパクトなこと、既設構造物直下、直近に施工が可能である。しかし、施工に伴う地盤変位、地表面隆起の可能性があり、その抑制が課題になっている。この課題に対して、既往の研究¹⁾より固化液の圧入と抽出を繰り返して行うことで地表面隆起を抑制できる可能性があることが報告されている。しかし、実施工では固化液が土粒子の隙間に脈状に圧入される場合、抽出が難しいため、繰返し締固め効果が得られない可能性がある。

そこで本研究ではこの現象を改善するために、ゴムバッグを使用した新しい繰返し静的締固め圧入工法の開発を目的とする。本報告では、新たな注入ロッドを作製し、透明地盤内でのバッグ膨張実験の結果について述べる。

2.静的締固め工法と新工法の概要

図-2に静的締固め工法の施工手順を示す。静的締固め工法は地盤の密度増大による液状化対策工法の一つで、極めて流動性の低いモルタルを振動や衝撃を全く加えずに地盤内に圧入する工法である。それにより注入したモルタルの体積分だけ周辺地盤を締め固めることができる。しかし、地盤種類や改良深度、改良率の条件によっては地盤隆起が施工時に発生することが問題となっている。

図-3に新工法の施工方法を示す。新工法ではロッドに装着したゴム製のバッグを膨張・収縮させることで地盤を繰返し締め固める。その後、締固めの際に形成された間隙に固化液を圧入し、固化体を作製する工法である。

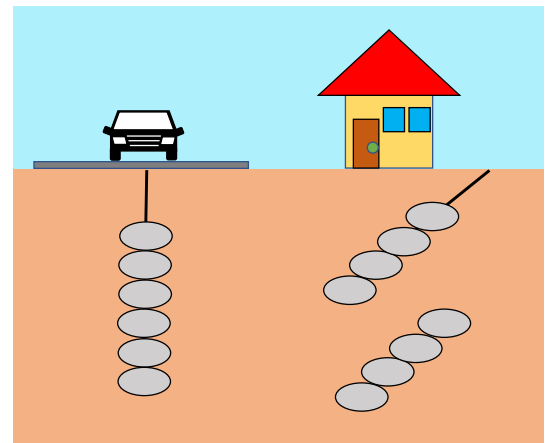


図-1 静的締固め工法概要図

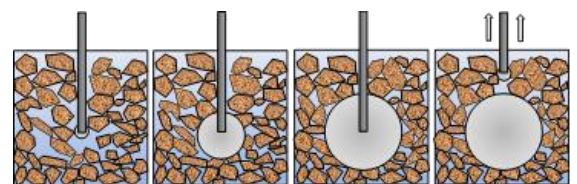


図-2 静的締固め工法の施工手順

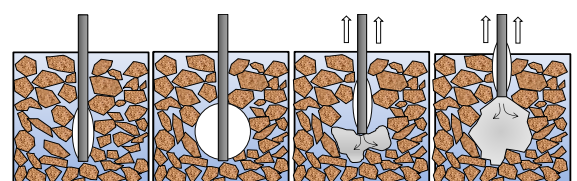


図-3 新工法の施工手順

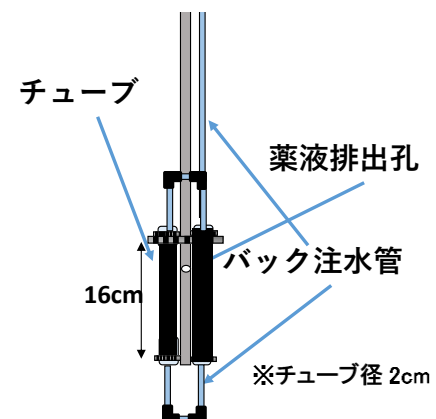


図-4 注入ロッド模型概要図

キーワード 液状化 静的締固め工法 隆起抑制

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 E-mail:g1718028@tcu.ac.jp

3.実験概要

図-4 に実験に用いる注入ロッド模型の概要図、図-5 に実験の概要図を示す。バッグ部分は 4 本の細長いチューブをまとめ、膨張時に縦長の楕円形状となる構造である。本実験では透明地盤と呼ばれる実験手法を用いて模型実験を行う。この手法は砂状の個体と流体の屈折率を合わせることで、透明な地盤を作製する方法である。本実験では熔融石英と流動パラフィンを使用した。地盤は相対密度約45%で作製し、地盤の挙動を確認するためバッグの左右に3列、5段にターゲットを計30個設置した。

バッグ内に水を圧力発生機で注水することでバッグを膨張させる。また、本実験では2ケースの実験を行った。ケース1では繰返しを行うことなく継続的に注水した。ケース2では繰返しを行うため約50cm³注水、約25cm³排水を繰返すことで繰返し圧入を再現し、繰返し無と繰返し有のケースを比較した。実験後は画像解析ソフト(Move-tr/2D)を用いてターゲットの挙動を確認した。

4.実験結果

図-6 に実験時の注水量と圧力の関係を示す。同注水量で圧力を比較すると、繰返し無に比べ繰返し有の方が低圧であることが分かる。これにより、繰返しによって注入効率が向上することが分かる。次に、バッグ中心から左に7cm離れた最上部のターゲット②①に着目し、変位を比較した。図-7 にターゲット②①の変位量を示す。グラフより、繰返し有の方が繰返し無に比べ、最大変位量が多いことが分かる。そのため繰返しを行うことでより広範囲に応力が伝播し、締固め効果が得られていると考えられる。また、繰返し無の変位角度は約72°で繰返し有は約50°であり、繰返し有の方が水平方向への変位角が小さいことが分かる。図-8 に繰返しによる隆起抑制メカニズムの概要図を示す。繰返しを行うことで影響範囲が水平方向に拡大することでバッグ膨張による応力が水平に分散され、隆起が抑制されることが考えられる。

5.おわりに

今回の実験ではバッグを繰返し膨張させたケースと繰返しを行わないケースの比較を行った。繰返しを行うことで膨張効率、締固め効果が向上することが分かった。また、繰返し膨張では、地盤が締め固められることにより地盤変位角が小さくなることで、隆起が抑制されていることが示唆された。

＜参考文献＞

- (1) 山下雄輔, 末政直晃, 伊藤和也, 田中剛, 佐々木隆光: 静的締固め工法における繰返し圧入の効果に関する模型実験, 第53回地盤工学研究発表会, pp.819-820, 2018

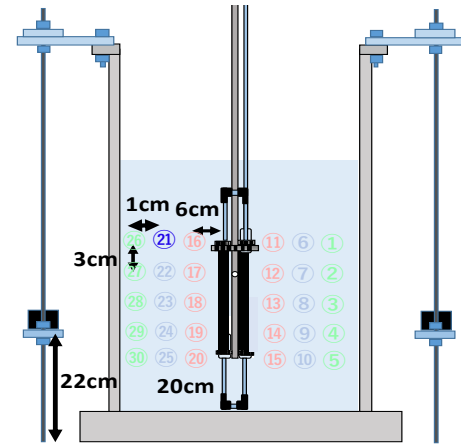


図-5 実験概要図

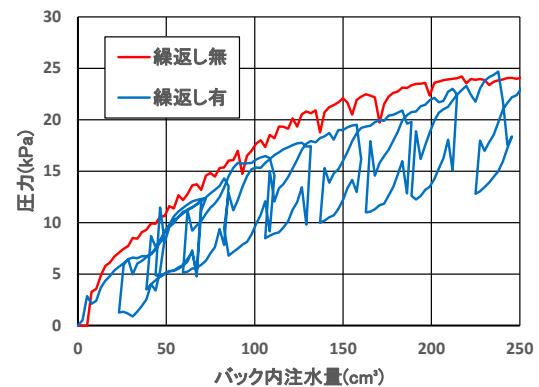


図-6 注水量と圧力の関係

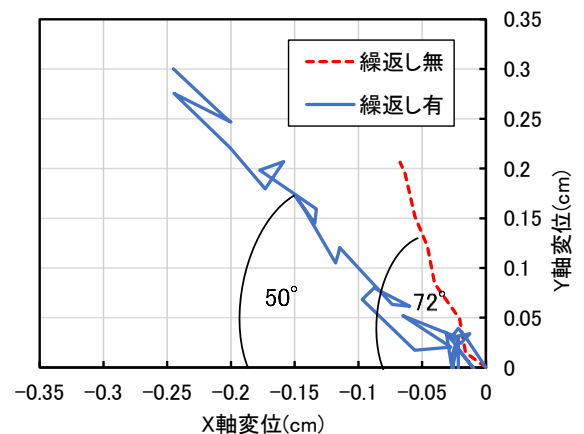


図-7 ターゲット②①変位量

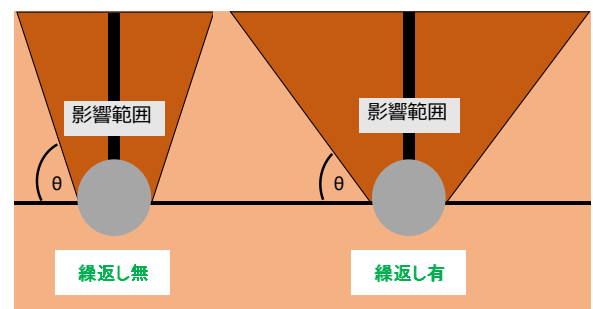


図-8 隆起抑制メカニズム