

新たなCPG 工法の施工過程における地盤挙動—周辺地盤の挙動—

みらい建設工業（株）	正会員	○足立 雅樹
（国研）港湾空港技術研究所	正会員	佐々 真志
（国研）港湾空港技術研究所	正会員	山崎 浩之
アートンシビルテクノ（株）	正会員	高橋 但
東興ジオテック（株）		岡田 宙

1. はじめに

静的圧入締固め工法（以下、CPG 工法）¹⁾は注入管より低流動性のモルタルを地盤に静的に圧入して地盤の密度を増大させる液状化対策工法の一つである。従来のボトムアップ方式（以下、従来施工）では施工に伴う地盤隆起が問題となる場合があり、その抑制が課題であった。これまで著者らは、小型模型実験および実大規模の現場実証実験を実施し、従来施工よりも隆起抑制効果ならびに液状化対策効果の高い新たな CPG 工法であるアップダウン施工（以下、U/D 施工）の開発を進めてきた²⁾³⁾⁴⁾。U/D 施工とは、圧入したモルタル中で注入管の貫入・引き上げを繰り返し隆起を抑制する施工方法である。改良体の拡縮が隆起抑制に関係することが想定されているが、関連する詳しいメカニズムについては検証がなされていない。本研究では、透明地盤を用いてモルタル圧入時の周辺地盤の挙動およびモルタル圧入後 U/D 時の改良体および周辺地盤の挙動を観察し隆起抑制メカニズムについて考察する。本報告では、U/D 施工時の改良体周辺地盤の挙動について述べる。実験概要については文献 5)を、U/D 施工時の改良体の挙動については文献 6)を参照されたい。

2. 実験概要

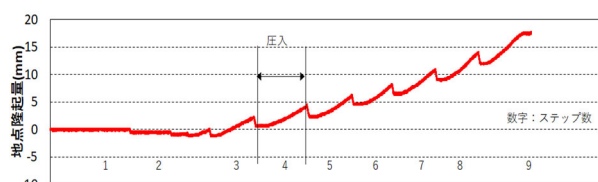
実験では、アクリル製の小型角型土槽に石英ガラスと 2 種類のパラフィンを用いて透明地盤を作製した。実験仕様、地盤材料の物性、作製途中に設置したトレーサーの配置および計測・解析方法については、文献 5)を参照されたい。

実験は、 $\phi 24\text{mm}$ の注入管を用いて、貫入・引き上げ区間 90mm、圧入後の注入管の貫入・引き上げ(U/D)の繰り返し回数が 5 回の施工ケースについて周辺地盤の挙動を計測した。

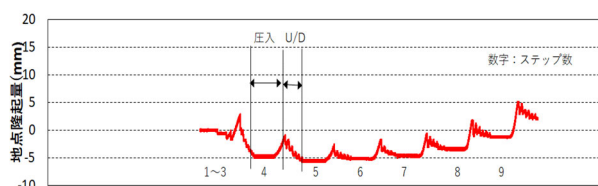
3. 実験結果

図-1 (a)には従来施工によるステップ毎の圧入時の地点隆起量、(b)には 1～3st 圧入後に U/D と圧入を繰り返した U/D 施工時の地点隆起量を示す。地点隆起量は従来施工ではステップ毎に増加するが、U/D 施工では圧入にともなう隆起するものの、その後の U/D 時に沈下をする傾向であった。特に 3st 圧入後 U/D での沈下は顕著であった。そこで改良体の拡縮にともなうトレーサーの動きを追跡することで改良体周辺の地盤の動きを確認する。

写真-1 にはトレーサー（赤印）の配置状況、写真-2 には改良体の可視化状況を示す。図-2 には解析ソフトを用いて改良体の拡縮、トレーサー粒子の移動方向と移動量をベクトルで示した。この図は、1～3st 圧入後（黒矢印）および U/D_1～5 回目終了後（赤矢印）の結果である。図は土槽を横から見た右半分を示して



(a) 従来施工



(b) U/D 施工

図-1 地点隆起量



写真-1 トレーサー
の配置状況



写真-2 改良体の可視
化状況

キーワード：静的圧入締固め、透明地盤、隆起抑制

連絡先：〒108-0014 東京都港区芝 4-6-12 みらい建設工業株式会社 TEL03-6436-3719 FAX03-6436-3744

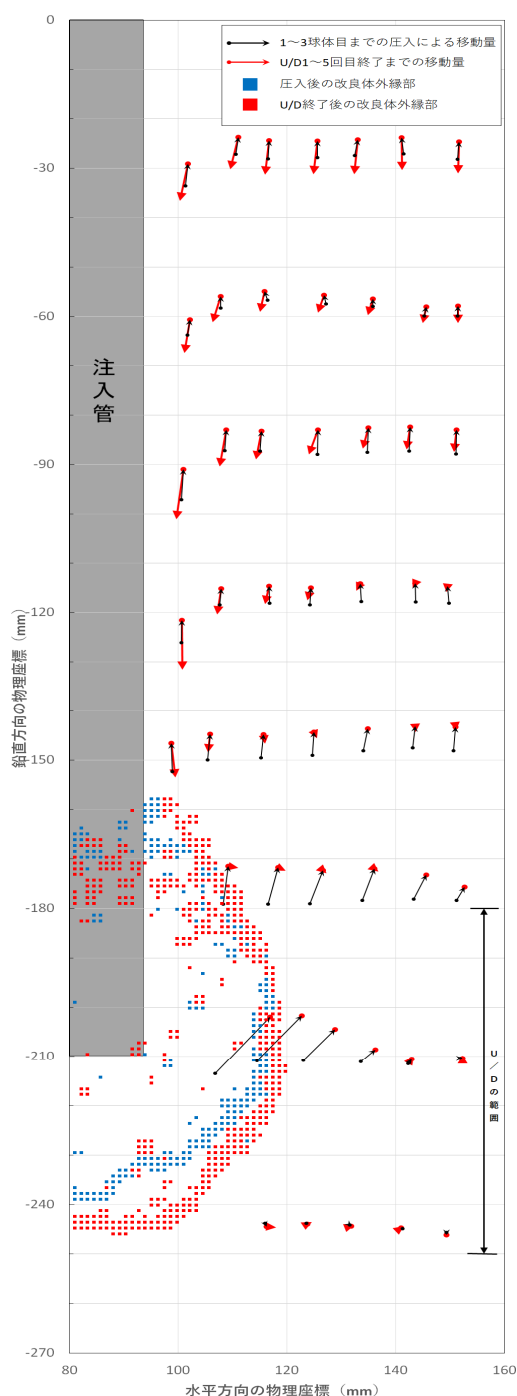


図-2 圧入後およびU/D₅回後の周辺地盤の挙動 (トレーサー粒子移動量のベクトル図)

- ・改良体周辺地盤は、改良体の拡張する方向への移動が見られる。
- ・改良体より上の地盤には水平方向への移動はほとんどみられず、圧入時は鉛直方向に隆起し、U/D時は沈下を示し、隆起を抑制する。土層上部ほど沈下量は大きく、隆起を大幅に抑制する。

＜参考文献＞1) (一財) 沿岸技術研究センター：液状化対策としての静的圧入締固め工法技術マニュアルーコンパクショングラウチング工法ー，2013。 2) 竹之内他：隆起抑制効果と液状化対策効果が向上した新たなCPG工法の開発，土木学会論文集B3 (海洋開発)，Vol.72，No.2，I_372-I_377，2016。 3) 竹之内他：隆起抑制CPG工法の開発と現場実証実験による検証，土木学会論文集B3 (海洋開発)，Vol.73，No.2，I_282-I287，2017。 4) 竹之内他：新たなCPG工法の隆起抑制メカニズムと施工能率向上の検討，土木学会論文集B3 (海洋開発)，Vol.74，No.2，I_886-I891，2018。 5) 高田他：新たなCPG工法の施工過程における地盤挙動一概要および圧入についてー，土木学会第74回年次学術講演会，2019 (投稿中)。 6) 諸橋他：新たなCPG工法の施工過程における地盤挙動一改良体の挙動ー，土木学会第74回年次学術講演会，2019 (投稿中)。

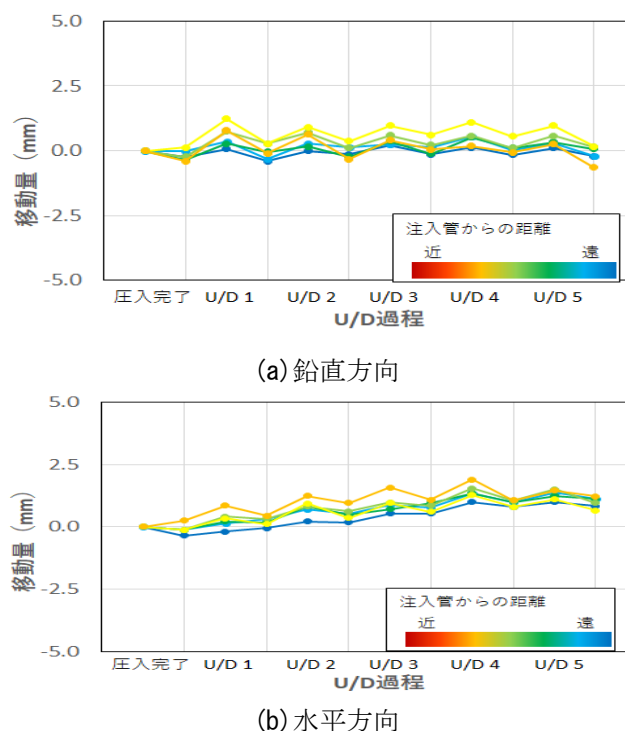


図-3 4st 圧入後の周辺地盤の挙動 (深度-210mm 付近)

おり、土槽の左端、改良区間の上端を原点とした物理座標で示している。圧入した改良体周辺の地盤は、改良体が拡張する方向に移動し、移動量は改良体に近いほど大きく遠ざかると急激に小さくなっている。改良体より上の地盤では鉛直方向 (上側) にのみ移動 (隆起) しており、圧入深度から離れた土層上部ほど移動量は小さくなっている。U/D₅ 回終了後の改良体周辺の地盤は、若干改良体が拡張する方向に移動がみられた。一方、改良体より上の地盤では鉛直方向 (下側) にのみ移動 (沈下) しており、土層上部ほど沈下量は大きい。

周辺地盤の挙動の一例として、4st 圧入後の深度-210mm 付近での移動量を図-3(a) 鉛直方向，(b) 水平方向に示す。圧入にともなって鉛直・水平ともに移動量は増加し、その後の U/D 時は U/D 回数の増加とともに水平方向への移動が見られる。

4. まとめ

本報告では、透明地盤においてモルタル圧入後 U/D 時の改良体の周辺地盤の挙動を観察した。その結果、以下のことが確認された。