

静的圧入締固め工法におけるグラウト注入過程の可視化による影響範囲の検討

防衛大学校 学 ○本間与之 正 野々山栄人 正 宮田喜壽
港湾空港技術研究所 正 高野大樹 非 Bathurst R.J.

1. 目的

各種社会基盤の耐震性強化が課題になっている。静的圧入締固め工法（CPG）の液状化対策効果は広く知られているが、そのメカニズムは十分に解明されていない。本研究では、透明土を用いた模型実験の有効性に着目し¹⁾、遠心模型実験を実施した。本文はグラウト注入過程における地盤挙動に関する検討結果を報告する。

2. 実験の概要

模型実験の概要を図1に示す。幅 700mm、高さ 400mm、奥行き 100mm の平面土槽内に、透明土を用いて模型地盤を構築した。実験には二種類の溶解石英ガラス粒子を用いた。図2に示すとおり模型地盤は三層構成とし、中央の液状化層は石英A（ $\rho_s=2.214\text{g/cm}^3$, $D_{50}=1.0\text{mm}$, $e_{\max}=1.018$, $e_{\min}=0.707$, 屈折率 1.4585）を用いて相対密度 50%、それを挟む上下の非液状化層は石英Aより粒径が大きい石英B（ $\rho_s=2.214\text{g/cm}^3$, $D_{50}=2.5\text{mm}$, $e_{\max}=1.022$, $e_{\min}=0.734$, 屈折率 1.4585）を用いて相対密度 100%になるように空中落下法で構築した。地盤内の粒子の動きを可視化するために石英Bを着色しトレーサー粒子として用いた。一連の実験では 30G の重力場で屈折率を整合させたスクロース水溶液を土槽下部からゆっくり浸透させた後、グラウトを打設し、正弦波で加振した。図2は地盤を飽和させ透明化した後の状態である。模型地盤中央断面に配置したトレーサーを確認できる。グラウト杭の打設は、注入ポンプ、水-グラウト置換装置、引抜き装置から構成される静的圧入締固め装置²⁾を用いて2本同時に行った。実験ケースとして、グラウト杭の間隔 W が 60mm および 100mm の2ケースを実施した。

3. 実験結果と考察

グラウト杭の間隔の異なる2ケースについて、取得した画像から打設過程におけるトレーサー粒子の動きをPTV画像解析により求めた。両ケースの打設前後の変位ベクトルを図3、4に示す。なお、変位量を10倍にして表示している。液状化層の浅層部では鉛直上向きの変位が卓越し、深層部では水平方向の変位が卓越している。各注入段階における改良体の中心位置と同じ深さにおける周辺地盤の水平・鉛直変位と注入ロッドの中心軸からの距離で整理した結果を図6～9に示す。座標軸の取り方は図5を示すとおりで、地盤変位はトレーサー粒子の可視化結果より内挿して求めた。水平方向の地盤変位は、深層部と浅層部の違いよりも、 W の影響が大きくなる。 $W=60\text{mm}$ のときはグラウト杭の外側の変位が卓越し、 $W=100\text{mm}$ のときは外側と内側の違いは小さくなる。鉛直方向の地盤の変位は、深層部と浅層部の影響が無視できなくなる。 $W=100\text{mm}$ の浅層部で上向き変位が大きくなり、逆に $W=60\text{mm}$ の深層部で小さくなる。これらのことはグラウト打設による地盤状態の変化が拘束圧の大きさとグラウト杭の打設間隔に大きく影響することを示している。

4. まとめ

透明土を用いて、静的圧入締固め工法の圧入過程を可視化し、グラウト杭の影響範囲について検討した。要求性能と改良領域の拘束圧の大きさに応じて、 W を合理的に決定する必要性が明らかになった。

参考文献

- 1) Iskander, M, Bathurst, R.J. and Omidvar, M.: Past, present and future of physical modeling with transparent soils, ASTM Geotechnical Testing Journal 38(5): 557-573, 2015.
- 2) 高野大樹, 西村聡, 竹花和浩, 森川嘉之, 高橋英紀: 静的圧入締固め工法の液状化抑制効果に関する検討, 地盤工学ジャーナル, Vol.8(1), pp.81-95, 2012.

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。

キーワード 透明土, 模型実験, 液状化, 密度

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL. 046-841-3810 E-mail: nonoyama@nda.ac.jp

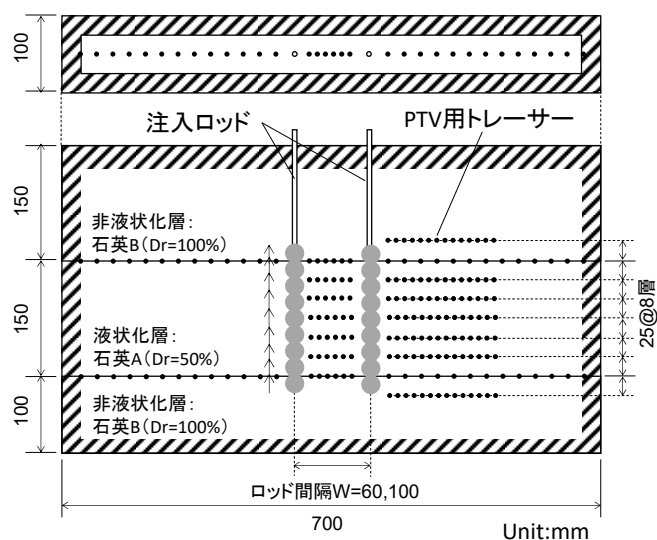


図1 模型実験の概要

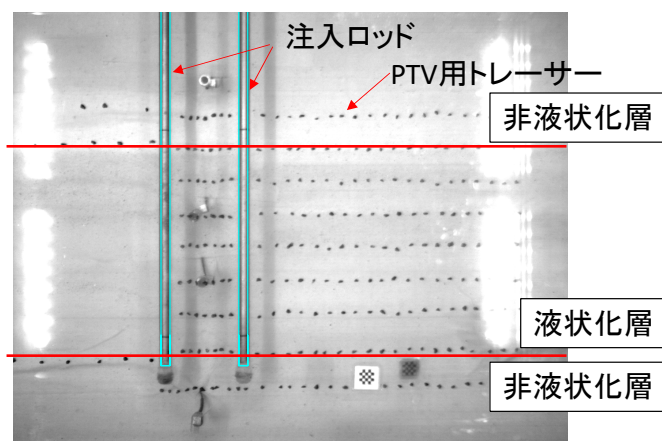


図2 透明化状況 (ケース: W60)

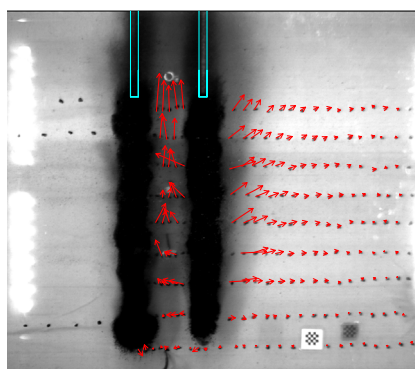


図3 打設前後の変位ベクトル
(杭間隔 W=60mm)

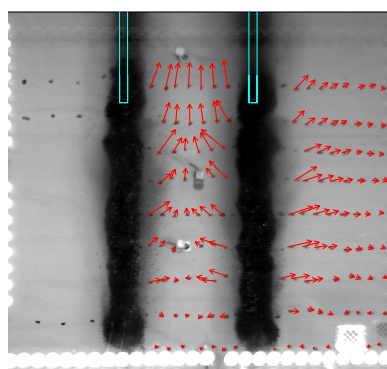


図4 打設前後の変位ベクトル
(杭間隔 W=100mm)

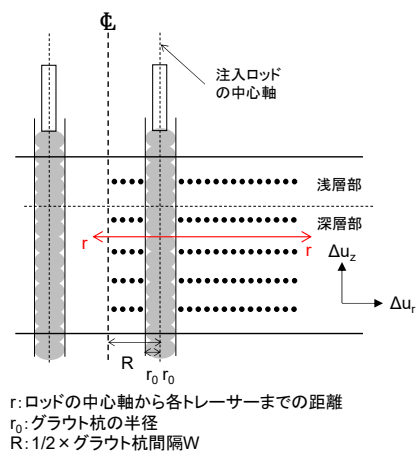
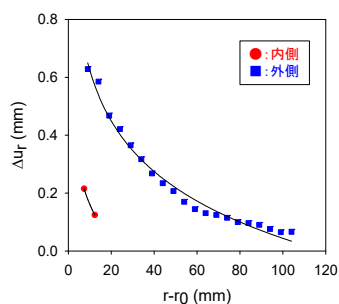
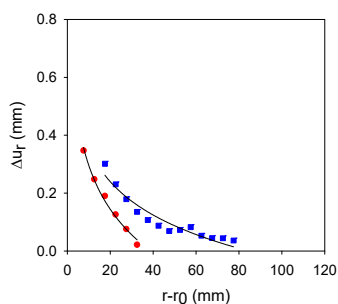


図5 説明図

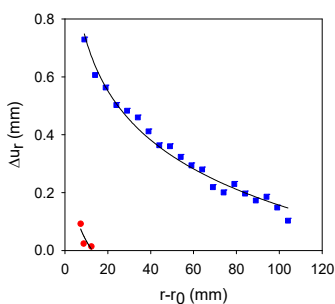


(a) W=60mm

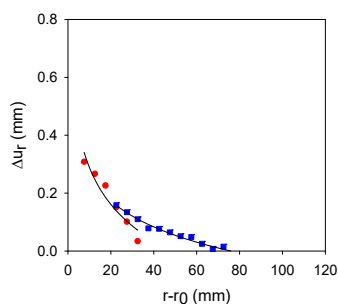


(b) W=100mm

図6 深層部における変位増分 Δu_r の平均値

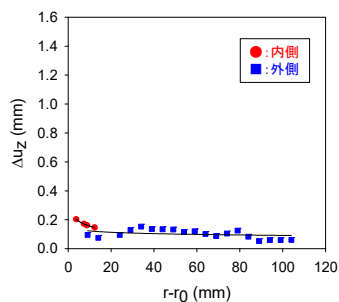


(a) W=60mm

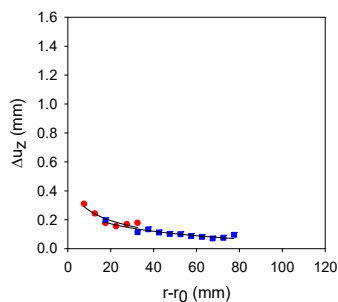


(b) W=100mm

図7 浅層部における変位増分 Δu_r の平均値

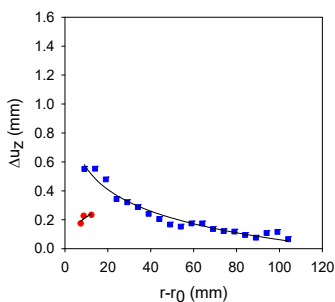


(a) W=60mm

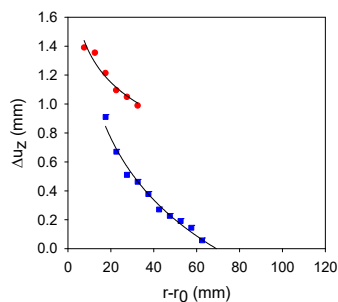


(b) W=100mm

図8 深層部における変位増分 Δu_z の平均値



(a) W=60mm



(b) W=100mm

図9 浅層部における変位増分 Δu_z の平均値