

動的小よび静的注入を行った砂質土土槽における改良効果

動的注入 静的注入 弾性波測定

早稲田大学 特別会員 ○金山 哲也
 早稲田大学 国際会員 赤木 寛一
 早稲田大学 国際会員 兵動 太一
 早稲田大学 非会員 佐藤 友彦

1. はじめに

薬液注入工法は、地盤の間に薬液を充填させることで不透水性や地盤の強度増加のために使用する地盤改良工法の一つである。薬液注入工法は地盤改良工法としては準備・設備が簡単小規模で狭い場所での施工が可能であり、短期間での工事が可能であるため、都市土木において有利な工法で¹⁾²⁾、しばしば都市部で用いられる。薬液注入工法の課題としては、設計範囲に所要量の薬液を注入しても未固結部分が相当に残る場合がある点である。つまり、重要なことは固結すべき地盤のほぼ 100% 近くまで薬液を浸透させる確実な手法を確立すること、もしくは固結すべき地盤を固結できたのか確認できる手法を開発することが急務である。

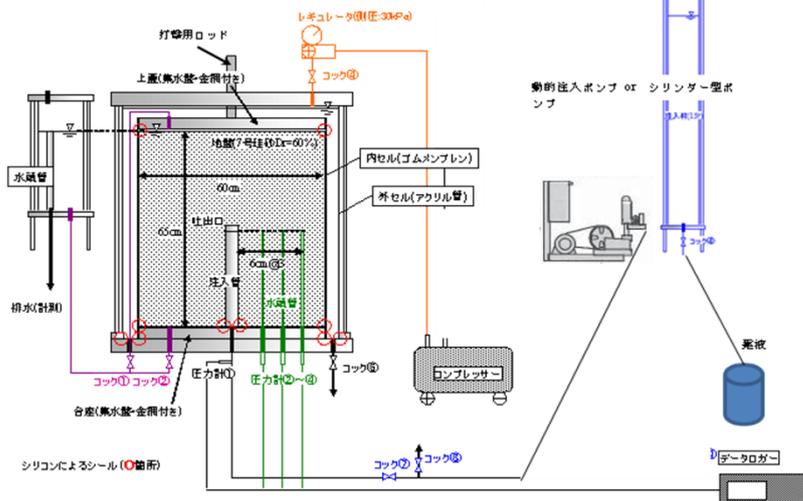


図1 試験機概要

そこで本研究では、弾性波装置付き大型試験機を用いて、注入方法が異なる動的注入と静的注入を行い改良範囲などの注入効果の違いを検討するとともに、供試体内部を通過する弾性波の伝播速度を改良前後において検討し、弾性波速度によって改良効果を評価することが可能であるかについても検討する。

図1に試験機の概要図を示す。

2. 試料および試験方法

2.1 使用試料と使用薬液

本研究では、実験試料として東北珪砂7号(D₅₀=0.18 mm)を用い、注入剤としてセメント系懸濁型薬液を用いた。実験で使用した東北珪砂7号の物理的特性を表1に示す。東北珪砂7号は硬質石英砂で、SiO₂(シリカ)の純度が高く、耐酸性に優れており、豊浦標準砂に粒度分布が近いため使用した。実験で使用したセメント系懸濁型薬液の標準配合を表2に示す。

2.2 試験方法

試験機には、拘束圧をかけることができる大型注入試験機を使用した。

供試体寸法は(φ600 mm×650 mm)であり、水中落下法の要領で相対密度がD_r=65%になるように砂を加え作成した。まず所定の目標相対密度で大型土槽にて砂地盤の作成をし、有効拘束圧 30kPa を作用させた。次にロードセルを打撃し、弾性波を測定した。その後、セメント系懸濁型薬液を動的ポンプもしくはシリンダーポンプにて砂地盤に薬液注入を行い、2日間養生した。養生後、試験装置上端に設置したロードセルをハンマーで叩き、加速度ピックアップで弾性波を受信し、測定を行ったうえで供試体の解体を行い、目視で改良状況を観察した。薬液はゲルタイムが24時間になるよう配合し、砂地盤全体の体積の10%となるよう作成した。注入速度に関しては、装置の配管等の問題から40 l/minを基準とした。既往の研究において注入速度が遅い場合は検討済みなもので、より現場に近付けるために装置の配管等が耐えられる限界の速度で注入した。

表1 試料の物理的特性

物性値	珪砂7号
土粒子の密度ρ _s (g/cm ³)	2.62
最大間隙比	0.931
最小間隙比	0.613
平均粒径D ₅₀ (mm)	0.18

表2 セメント系懸濁型薬液の標準配合

普通ポルトランドセメント	調整剤	硬化剤	水
8.75kg	0.14kg	0.7kg	7.05l



図2 静的注入 (40 /min)



図3 動的注入 (4±10 /min)

3. 試験結果と考察

3.1 注入効果の観察

図2に静的注入 (40 /min) 後の固結物の写真を示す。図3に動的注入 (4±10 /min) の写真を示す。図2において、上蓋付近には改良体は見られず注入口より上方に薄い改良体が広がっていた。図3に比べ、注入口付近よりも、土倉境界部に固結体が広がっていた。

図3においては、上蓋付近に薄く改良体が広がっていた。注入口付近および上方に大きな改良体が見られた。図2に比べ、全体に広がるわけではなく、注入口付近に改良体ができていた。

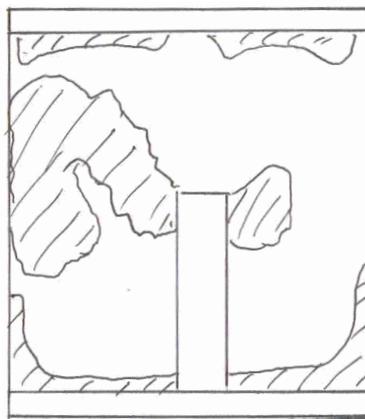


図4 静的注入 (40 /min) の全体スケッチ

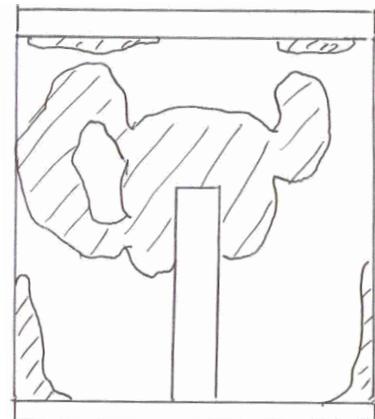


図5 動的注入 (4±10 /min) の全体スケッチ

図4は静的注入 (40 /min) の固結状況の全体スケッチを示す。図5は動的注入 (4±10 /min) の全体スケッチを示す。図4においては上述したように注入口より上方に薄い改良体が広がっていた。また、底にセメントが溜まっていた。図5においては上述したように上蓋付近に薄く改良体が広がっていた。注入口付近および上方に大きな改良体が見られた。また、下方側面にセメントが溜まっていた。

3.2 弾性波の測定

図6に養生日数と伝播速度の関係を示す。改良前後を比較すると、セメント系懸濁型薬液において動的注入の方が静的注入よりも伝播速度は増加している。これは、上記の動的、静的の固結状況の違いを反映していると考えられる。このことから、弾性波測定は薬液の強度増加を測る方法として有効であると考えられる。

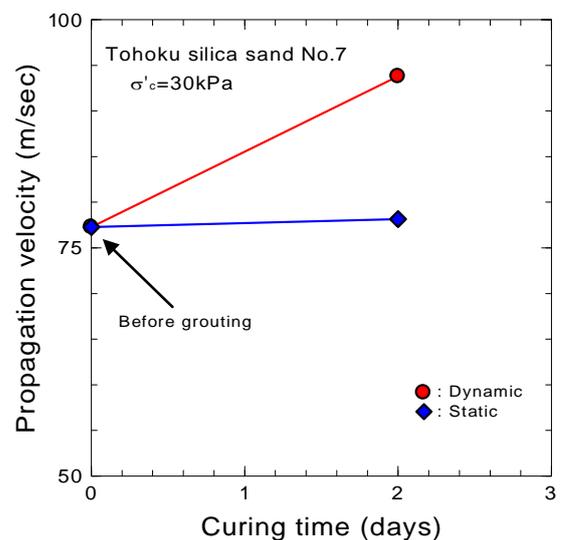


図6 養生日数と伝播速度の関係

4. まとめ

本研究で得られた成果を要約すると、以下の通りである。(1) 静的注入よりも動的注入の方がより大きな固結体が得られた。(2) 薬液の強度増加を測る方法として、弾性波測定は有効であると考えられる。

本研究の実施にあたり、動的注入工法協会のご援助をいただいた。記して、謝意を表す。

参考文献：(1) 『薬液注入工法の理論・設計・施工』, (社)地盤工学会, 2009

(2) 浸透固化処理工法技術マニュアル, (財)沿岸技術研究センター, 2008