

新型注入管の開発

液状化 細粒分含有率 改良土

三信建設工業 正会員 ○小泉 亮之祐
正会員 山崎 淳一
所崎 茂

1. はじめに

液状化防止対策としての薬液注入工法においては、広い範囲を急速施工で効率良く注入材を浸透させ、経済的に施工できることが求められている。しかし、施工能率を上げるために吐出量を多くすると、浸透注入ではなく割裂注入となり、液状化対策としての目的が達成できないという問題がある。¹⁾

この問題を解決するために急速施工が可能で、新たに開発した注入管を用いて、注入管ピッチ 2.0mに相当する改良径 2.5mの改良体の造成実験を行った。

注入管をシール材で地山に固定し、懸濁注入材による粗詰め注入（“一次注入”と称す）を行った後に溶液による浸透注入（“二次注入”と称す）を行う方式（Case 1）と、注入管をソイルパッカー²⁾で地山に固定し、シール材を用いずに注入管周囲に空間（浸透源）を確保し、一次注入を行わずに二次注入を行う方式（Case 2）との、出来型、改良品質の比較を行った。本報では注入管の特徴と実験の仕様および結果について報告する。

2. 注入管の特徴

新たに開発した注入管の特徴は、従来は注入管被覆に設けた多数のスリットから小吐出量で注入材を吐出させ、注入管全体としては、大きな吐出量でも浸透注入を可能としていた多孔吐出型注入管を、**図-1**に示すように注入管と注入管表面被覆との間に浸透性の高い材料（“マット材”と称す）を挟み込んでいることである。これにより各スリットからの注入材の吐出量および注入圧力の均等性を高め、低压注入が可能となり、更に大きな吐出量でも浸透注入を可能にしようと試みたものである。

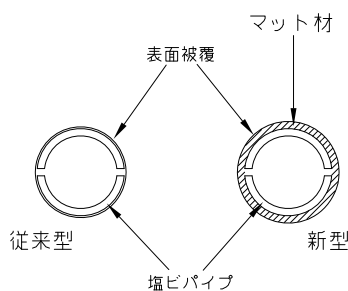


図-1 注入管断面図



写真-1 従来型注入管の気中吐出状況



写真-2 新型注入管の気中吐出状況

3. 実験概要

茨城県神栖市砂山において、平成 22 年 4 月から 5 月に実験工事を行った。改良対象となる地盤は、**図-2**に示すように上半分が N 値 6 の細粒分質砂、均等係数 7.65、細粒分含有率が 17.0%、下半分が N 値 33 の細粒分礫混じり砂、均等係数が 11.10、細粒分含有率が 12.9%の地盤である。また地下水位は、GL-4.95m である。

実験は、GL-5.0m を中心として直径 2.5m、高さ 2.5m の円柱状改良体を計画範囲として注入を行った。Case 1 は 1 改良範囲を上下 2 分割し 2 ステージとして、2 ステージ同時注入³⁾を行い、Case 2 は改良範囲を 1 ステージとして注入を行った。注入率は、Case 1 が一次注入率 5%、二次注入率 35%の計 40%、Case 2 が二次注入のみで 40%とした。使用注入材は、一次注入材とシール材にセメントベントナイト、2 次注入材に溶液型シリカゾル系の 1 液方式の注入材（シリカ濃度=6%）とした。

4. 実験結果

注入に先立ち、限界吐出量試験を実施した。各 Case の限界吐出量（ピーク値）を 2 次注入の吐出量とし、Case 1 では 80/分×2=160/分、Case 2 では 120/分と設定した。Case 1 の一次注入は吐出量 100/分で 1 ステージずつ施工した。ゲルタイムは、土中ゲルタイムで 60~80 分で管理した。

注入の結果、注入材のリーク等のトラブルは発生せず注入を完了することができ、**図-3**、**図-4**、**写真-3**、**写真-4**に示す改良体の造成を確認できた。出来型では、Case 2 では下半分に注入材の改良範囲外への逸走があり、改良体の上半分は

計画通り、下半分は計画より小さい形状となったが、Case 1 ではほぼ計画通りの形状であった。一次注入による地盤中の大きな間隙や弱点部の充填効果と考えられる。

改良品質は、一軸圧縮強度で確認し Case 1 で平均 264 k N/m²、Case 2 で平均 127 k N/m² であった。一次注入による締め固め効果と Case 2 の注入材の逸走による計画範囲内の注入材量の減少が、Case 2 が Case 1 を下回る要因となったと考えられる。この改良品質は、液状化対策に必要とされる 80~100 k N/m² ¹⁾ を上回るものであった。

新型注入管の特徴であるマット材には注入材が残留固化してしまい、そのままでは一次注入後の二次注入が正常に行えなくなるとの懸念があったが、コンプレッサーを用いて圧縮空気ですべての注入材を除去し正常に二次注入を施工することができた。

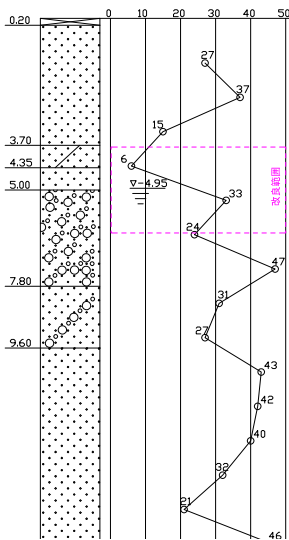


図-2 土質柱状図

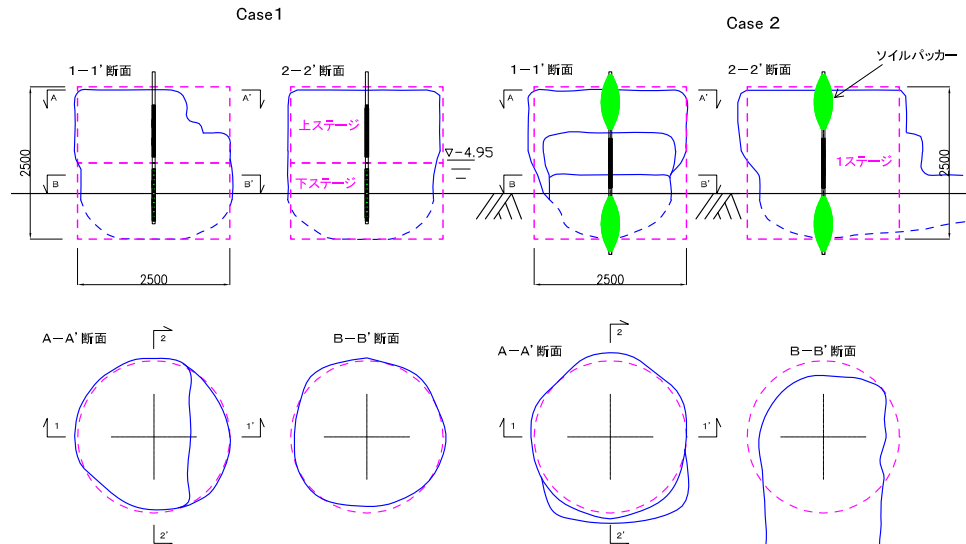


図-3 Case1出来型スケッチ

図-4 Case2出来型スケッチ



写真-3 Case1改良体出来型



写真-4 Case2改良体出来型

表-1 改良体一軸圧縮強度

Case	位置	位置平均	Case平均
1	上	386	264
	中	171	
	下	234	
2	上	82	127
	中	143	
	下	155	

試料数=18個

単位:kN/m²

5. まとめ

新型注入管を用いて注入を行った結果、出来型、改良品質ともに Case 1 が Case 2 を上回る結果となった。

一次注入による地盤中の大きな間隙や弱点部の充填効果、締め固め効果が 2 次注入の効果を確実にすることが確認できた。

注入管の注入材吐出部の単位長さ当りの限界吐出量が Case 2 の方式に対して小さい Case 1 の方式であったが注入範囲を分割して注入管の注入材吐出部を長くすることで、Case 2 方式より大きな吐出量でも、出来型、品質ともに上回ることが確認できた。

今後は、マット材の繰り返し注入に対する適応性の向上と、更なる改良径の大型化と改良効果の向上を目指してゆく予定である。

参考文献

- 1) 地盤工学会：液状化対策工法
- 2) 島田ら（2001）：三次元同時注入システムと柱状浸透同時積層工法の開発，第 56 回土木学会年次学術講演会
- 3) 島田ら（2005）：既設構造物直下の薬液注入工法の開発（その 1），第 60 回土木学会年次学術講演会