

多角形縦スリットを用いた地盤注入工法の開発 その2

ー模擬地盤への注入試験ー

日特建設(株) 正会員 ○竹谷 裕

日特建設(株) 正会員 竹内 仁哉

鹿島建設(株) 正会員 田中 俊行

1. はじめに

筆者らは、ダブルパッカ工法による地盤注入の高速化および高品質化を目的とした「多角形縦スリットを用いた地盤注入工法」を新たに開発し、注入パイプの形状について検討した¹⁾。本論文では、開発した注入パイプの有効性を確認するために実施した模擬地盤への注入試験の結果について報告する。

2. 試験概要

表1に示す本注入工法の特徴を確認するために、模擬地盤への注入試験を行った。形状は、注入材料が均質に浸透することを期待して、吐出方向が多い六角形断面を選定した。図1に使用した地盤材料の粒度分布を示す。

表1 本工法の特徴と確認項目

工法の特徴	確認項目	試験(1)	試験(2)
断面形状を多角形にする	シールグラウトが規則的にクラッキングできる		○
	注入圧力を低減できる		○
	地盤に注入材料を均等に浸透できる	○	○
縦方向にスリットを設ける	高速注入できる		○
	介在する砂層に確実に注入できる	○	

(1) 介在砂層を模擬した注入試験

難透水性地盤中に介在する砂層を模擬した地盤を対象に注入試験を行った。図2に注入試験装置の概要を示す。試験装置は、前報¹⁾と同様の手順で作製し、排水パイプの代わりに排水マットを使用した。砂層(透水係数約 10^{-3} cm/sec オーダー)は、珪砂7号を50mmの厚さで3層設け、それ以外は珪砂8号と石灰石微粉末を9:1(重量比)の割合で混合した難透水性層(約 10^{-4} cm/sec オーダー)とした。注入材料は、対象砂層に対するグラウトビリティを考慮して、高浸透性セメント系注入材である極超微粒子セメント注入材²⁾(水セメント比800%)を選択して、注入速度50/minで200注入を行った。

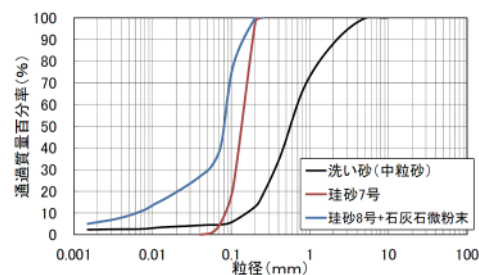


図1 地盤材料の粒度分布

(2) 実機を用いた野外注入試験

実機を用いて野外で注入試験を行った。図3に注入試験計画断面図を、表2に注入仕様を示す。対象地盤は、原地盤を掘削した後、洗い砂(中粒砂、 10^{-2} cm/sec オーダー)を投入し転圧を繰り返して造成した。上部を粘性土の現地掘削土で盛土した後に、ボーリングマシンで削孔し、注入パイプを設置した。No.1は注入パイプ(1m)を2本設置し連続した注入区間(計画改良直径1m×2)となるようにした。No.2は注入パイプを1本設置し計画改良直径1.5mとした。シールグラウトおよび地盤中の大きな空隙等の荒詰めを目的とした一次注入には、速硬性低強度型グラウトであるデンカSパックを、地盤中への浸透を目的とする二次注入には、超微粒子スラグ系注入材料であるMXグラウトを注入した。一次注入の注入速度は100/minとし、二次注入は、従来工法の8~90/minに比べて高速注入を実現

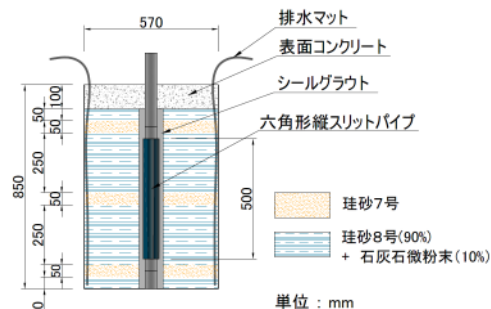


図2 介在砂層を模擬した注入試験装置

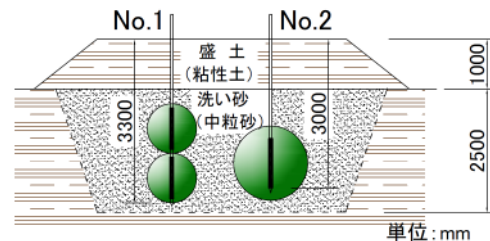


図3 野外注入試験計画断面図

キーワード 地盤注入, ダブルパッカー工法, 多角形縦スリット, 極超微粒子セメント注入材

連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町 13-18 TEL:03-3542-9298 FAX:03-3542-2081

するために 180/min とした。注入率は、地盤の間隙率 45%、充填率 100%とし、一次注入 5%、二次注入 40%とした。

表 2 野外注入試験における注入仕様

孔No.	計画径(mm)	一次注入		二次注入	
		計画注入量	注入速度 (L/min)	計画注入量	注入速度 (L/min)
No.1	$\phi 1500$	90 L	10	710 L	18
No.2	$\phi 1000 \times 2$	30 $\text{L} \times 2$	10	210 $\text{L} \times 2$	18

3. 試験結果

(1) 介在砂層を模擬した注入試験結果

注入試験後にドラム缶を解体して、注入材料が浸透していない砂を水で取り除き、写真 1 に示すように注入状況を確認した。フェノールフタレイン溶液を噴霧した結果、極超微粒子セメント注入材は、薄い砂層である珪砂 7 号へ良好に注入されており、また難透水性層である珪砂 8 号と石灰石微粉末を混合した層においても、注入パイプ周りに注入されていることが確認できた。このことから、適切な注入材料を選定すれば、本工法の連続した長い柱状の浸透源によって、介在する砂層の位置に依らず確実に改良できることが分かった。

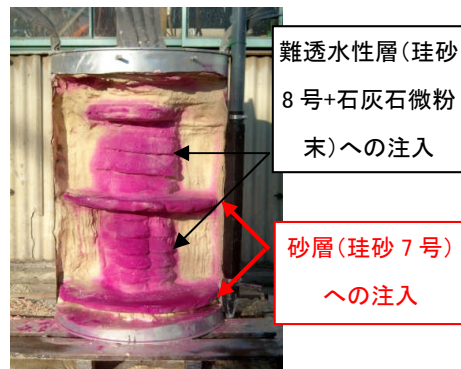


写真 1 介在砂層を模擬した地盤における注入改良体

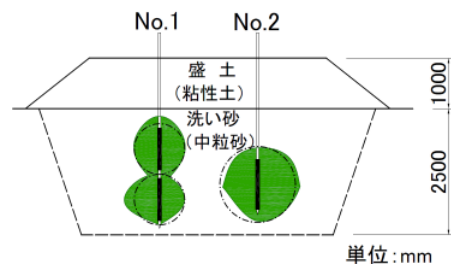


図 4 野外注入実験における改良体の出来形断面図

(2) 実機を用いた野外注入試験結果

図 4 に改良体の出来形断面図を、写真 2, 3 に No. 1 および No. 2 の改良状況を示す。改良体は、概ね計画どおりの大きさであり、ほぼ球状であった。同一注入孔における連続する浸透源からの注入でも、ほぼ同形の改良体を得られた。一方、一次注入の際にできたと考えられる注入脈がパイプ周りの放射状 6 方向に発生していること(写真 4)、また、改良体内のシールグラウトに連続した縦方向の亀裂が発生していることを確認した(写真 5)。以上から、実機を用いた実規模大の野外注入試験でもシールグラウトを規則的にクラッキングすることができた。また、注入速度 180/min で二次注入を行った際の注入圧力は 0.2MPa 程度であり、高速注入しても注入圧力を抑制できることが分かった。



写真 2 改良状況 (No.1)



写真 3 改良状況 (No.2)

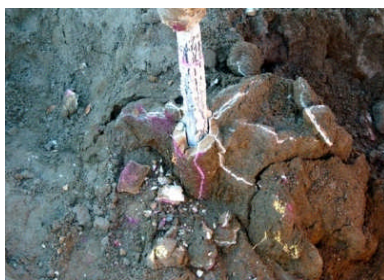


写真 4 放射状 6 方向の注入脈



写真 5 連続した縦方向の亀裂

4. まとめ

多角形縦スリットの注入パイプを用いて、地盤条件に相応した材料を地盤へ注入し、放射状 6 方向に規則的なクラッキングをすることによって、高速注入および低圧注入が実現でき、さらに介在する砂層に対しても確実に地盤改良できることを確認した。今後、実現場への適用を目指して、原地盤に対する検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 竹内他:多角形縦スリットを用いた地盤注入工法の開発 その 1—注入パイプの形状に関する検討—, 土木学会第 68 回年講, 2013.
- 2) 小泉他:極超微粒子セメント注入材による砂質土地盤への注入工法の開発, 材料第 61 巻第 1 号, 2012.