

海水を使用した地盤注入工法の開発

株式会社大林組 正会員 松本 伸 新村 亮
 日特建設株式会社 正会員 ○阿部 智彦
 日鐵セメント株式会社 正会員 金沢 智彦

著者らは、真水に代わり海水を使用して地盤注入材を製造することにより地盤の強度、遮水性をより改善できる地盤注入工法の開発に取り組んできた。海水を使用して製造した注入材に特殊混和剤を使用することで、流動性や浸透性の改善が図れ、圧縮強度、遮水性が向上することを室内試験で確認した。本注入材は、高炉スラグ微粉末系地盤注入材に特殊混和剤、分散材を使用している。本論文では、今回開発した注入材を用いた室内試験の結果について報告する。

1. 室内試験概要

室内試験は、i)浸透試験、ii)注入試験体による圧縮強度試験および透水試験を実施した。一般に、海水を使用して注入材を製造した場合、混合後流動性が低下し、均一に地盤へ注入・浸透できないため、改良品質が低下するという問題がある。そのため、i)の試験において、特殊混和剤を使用し注入材の流動性・浸透性を比較検討し、最適な添加率を確認した。その後、ii)の試験において、真水で練り上げた注入材と強度および透水性を比較した。

(1) 浸透試験

室内浸透試験の概要図を図-1に示す。所定の密度で5号珪砂を詰めた浸透試験器に、注入材を注入し、砂層下部から注入材が流出するまでの時間を計測することで、注入材の浸透性を評価した。注入材の配合はW/C=400%とし、ホバートミキサーで3分間高速で攪拌し製造した。なお、特殊混和剤の添加率は、0%~2.5%の5パターンとした。

(2) 注入試験体による圧縮強度試験および透水試験

圧縮強度試験および透水試験を実施するため試験砂層に注入材を注入した。注入試験概要図を図-2に示す。試験砂層は、5号珪砂を用いて、間隙率n=38%の条件とした。作成した試験砂層については、水を注入し飽和させた後、時間当りの流出水量を測定し、試験砂層の透水係数を求めた。注入材の配合はW/C=400%とした。試験砂層への注入は、注入圧力0.1MPaで設計量を注入した。なお、注入時間が20分経過した時点で設計注入量に達しない場合は、注入終了とした。なお、充填率は150%とし、排出された間隙水のpHと密度を測定し記録した。注入から28日経過した改良体は、10cmごとに切断し、φ5×10cmの供試体10本に整形した。

透水試験は、注入試験装置を用いて水を注入し、飽和した後に時間当りの流出水量を測定し、式(1)より透水係数を求めた。また、一軸圧縮強度は、供試体10本の全てで実施した。

$$k = \frac{L \times Q_w}{h \times A(t_2 - t_1)} \times \frac{1}{100} \quad (1)$$

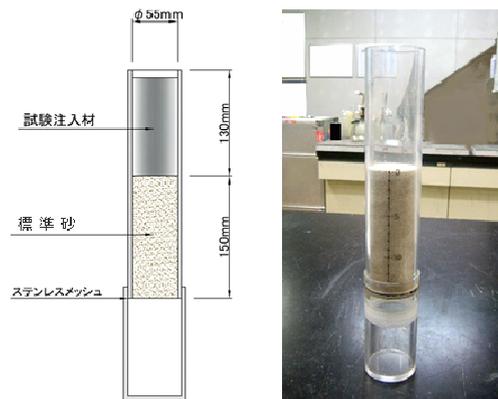


図-1 浸透試験概要図

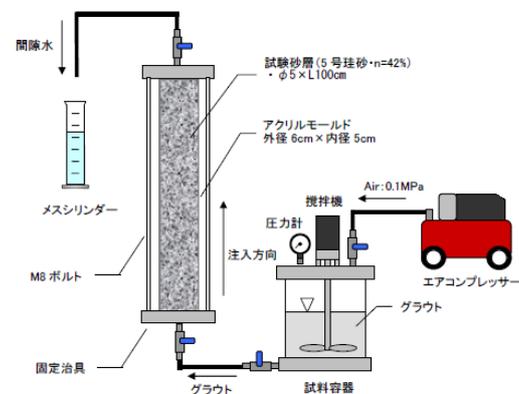


図-2 注入試験装置概要図

キーワード 海水練り、地盤注入材、特殊混和剤、圧縮強度、透水係数

連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町13-18 日特建設株式会社 TEL 03-3542-9299

ここに、 k : 透水係数 (m/s)、 h : 水位差 (m)、 L : 供試体の長さ (cm)、 Q_w : 流出水量 (cm³)、 A : 供試体の断面積 (cm²)、 t_2-t_1 : 測定時間 (s)

3. 試験結果

(1) 浸透試験

特殊混和剤の添加量と浸透性の関係を図-3 に示す。添加量をセメント重量の 1.5%とした場合に浸透時間が最も短かった。また、1.5%以上添加すると浸透時間が逆に長くなった。

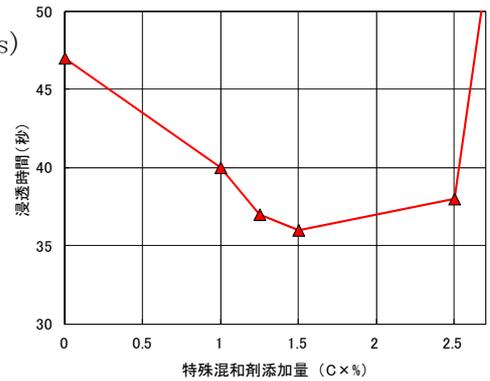


図-3 特殊混和剤添加量と浸透時間

(2) 注入試験結果

試験砂層の物性および注入後の供試体を表-1 に示す。特殊混和剤の添加量は浸透性の最も高かったセメント重量の 1.5%とした。

表-1 試験砂層の物性・注入後の供試体

試料	間隙率 n %	乾燥密度 ρ g/cm ³	透水係数 k m/s	注入後の供試体	
				注入側	排出側
5号珪砂	38	1.63	7.2×10^{-4}		

(3) 圧縮強度および透水性

圧縮強度試験結果を図-4 に、透水性の試験結果を図-5 に示す。海水を使用することで、真水を使用して製造した場合に比べ、一軸圧縮強度は約 2 倍に増加し、また、透水係数は 1/14 に低下できることが確認できた。

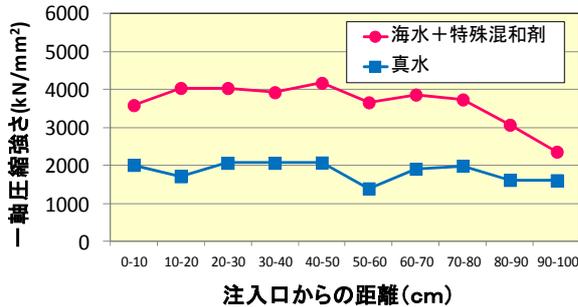


図-4 一軸圧縮試験結果

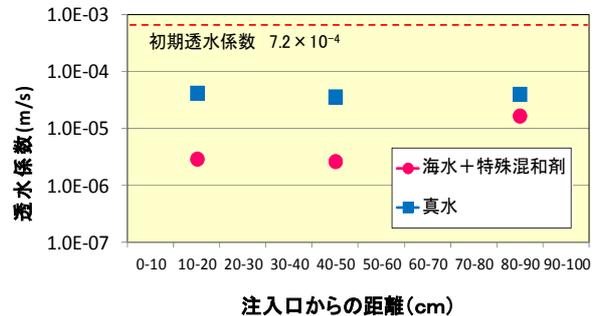


図-5 透水試験結果

4. まとめ

離島や沿岸部での工事、災害復旧工事において真水の使用にコストがかかったり、ライフラインや道路の不通で真水の入手が困難な場合がある。本注入材によれば、真水に代わり海水を用いて地盤注入材を製造することにより地盤の強度、遮水性をより改善することができる。また、通常の注入工法で施工が可能である場合には、さらに動的注入工法で施工することにより地盤への浸透効果の向上が図れる。動的注入システムの概要図を図-6 に示す。

今後は、施工性や経済性を勘案し、適用地盤ごとに最適な配合等、注入工法の改良に向け、更なる検討を進めていく所存である。

参考文献

1) 竹田他：海水練り・海砂コンクリート（人口岩塩層）の開発、大林組技術研究所報 No. 75 2011

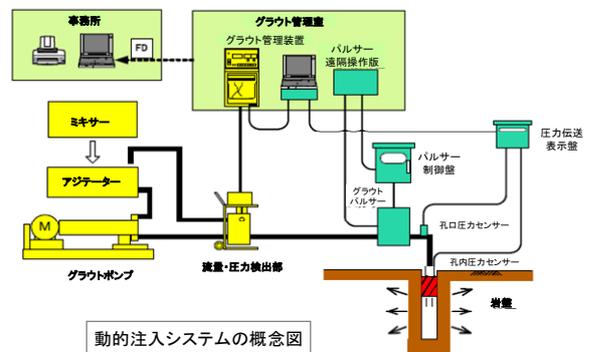


図-6 動的注入システム概要図