

母材粒度を変化させた地盤における高吸水性ポリマーの注入特性および遮水性能について

早稲田大学大学院 学生会員 ○北村 真歩 早稲田大学大学院 フェロー会員 赤木 寛一
 早稲田大学大学院 学生会員 水原 祐哉 早稲田大学 学生会員 中村 裕貴

1. 目的

大規模な線状地下構造物建設においては、山留め壁の構築が不可欠であり、地下水の処理が重要である。従来の山留め壁は恒久的に遮水性を有するため、山留め壁が滞水層を遮断し、地下水の流動を阻害する場合がある。その結果、構造物の上流側では地下施設の浮上や地盤の湿潤化による植生への悪影響が生じる恐れがある。一方、構造物の下流側では、地下水位の低下による地盤沈下や井戸水の枯渇が懸念される。本研究では、既往の高吸水性ポリマー（以下、ポリマーとする）による掘削用安定液の技術りを応用し、地下水流動阻害問題を解決できる施工後に透水性回復が可能な山留め壁の開発を目的としている。ポリマーは水と混合攪拌させると吸水膨潤し、分離材（塩化カルシウム）によって離水する性質がある。吸水膨潤させたポリマー溶液を地盤に注入すると、土粒子の間隙内でポリマー粒子が目詰まりを起こし、遮水性を有したポリマー改良土（以下、改良土とする）を得ることができる。また、改良土に分離材を注入すると、ポリマーが離水し間隙を充填出来なくなり遮水性能を失う。実施工では山留め壁の一部に設けたスリットを通じてポリマー溶液を注入することで上記のような山留め壁の造成为期待できる。

2. 実験概要

図 1に示す粒度分布の7種類の母材を用いて一次元模型地盤(D=5cm, H=50cm)を作成し、同一配合のポリマー溶液を一定の空気圧(300kPa)を介して注入した際の注入状況・注入後地盤の遮水性に関して調査した。ポリマー溶液は、単位質量あたりのポリマーの吸水量(吸水倍率)と吸水量以上の水を添加した際に生じる余剰水の溶液中の比率(自由水率)によって配合を管理しており、今回は吸水倍率20倍自由水率90%(ポリマー粒径 0.097mm)で統一した。また、ポリマーの燃焼特性に着目して強熱減量試験を実施し、地盤中のポリマーの充填状況についても確認した。本稿では、現場施工の効率性、経済性、品質確保を目的として、①注入領域が大きいこと、②遮水性能が確保されること、③注入範囲内で充填の均一性が確保されること、以上3つの観点から改良土を評価した。

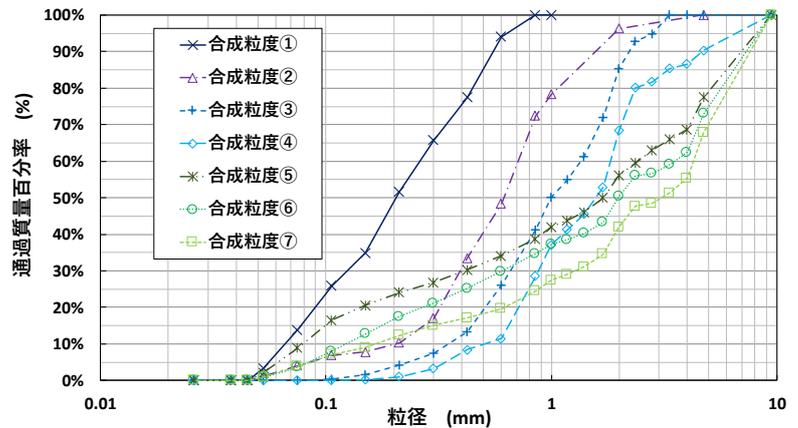


図 1 粒度分布

3. 実験方法

【一次元注入試験】①円筒容器中に空中落下法で図 1の粒度分布を持つ母材の模型地盤を作製する。②所定配合のポリマー溶液を混練する。③模型地盤を水道水で飽和させる。④所定の注入圧(300kPa)を加え、模型地盤下端よりポリマー溶液を注入する。⑤排水量(≒ポリマー注入量)を時間ごとに計測する。(図 2)

【透水試験】①注入後の円筒容器下端に二重管ビュレットを接続する。②ビュレット上部に空気圧を载荷し、所定の水頭差を供試体に加える。③ビュレット水位を時間ごとに計測し、透水量および透水係数を求める。

【強熱減量試験】模型地盤解体後、改良土から試料を採取し、強熱減量試験を行う。詳細な手順は参考文献²⁾に示す。

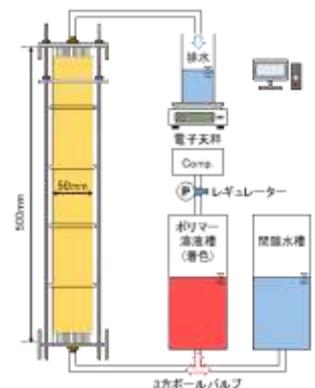


図 2 注入試験模式図

キーワード 高吸水性ポリマー, 遮水壁, 地盤改良, 注入試験, 透水試験, 強熱減量試験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 58 号館 205 号室 TEL 03-5286-3405

4. 実験結果

一次元注入試験時の経過時間と注入量の関係を図 3 および図 4に示す。ポリマー溶液は固化しないため、間隙内でポリマーが目詰まりした場合には合成粒度①、②、③、⑤、⑥のように注入量が収束する。一方で、合成粒度④、⑦では、ポリマーが間隙を透過したために注入量が線形的に増加した。合成粒度④は合成粒度①～③と、合成粒度⑦は合成粒度⑤、⑥と均等係数が同等であるが、平均粒径が大きいために間隙径が大きくなり目詰まりが発生しなかったと考えられる。合成粒度④、⑦に関しては遮水性の増加を期待できないと判断した。

図 5に注入量が収束した合成粒度①、②、③、⑤、⑥の充填長と 100kPa 下での透水係数を示す。ここでの充填長とは 50cm の模型地盤内でポリマーが充填されている長さである。図 6に強熱減量試験結果を示す。ここで、強熱前の土試料の質量に対するポリマー質量の比を含有ポリマー比として定義している。粒度によって間隙径が異なるため含有ポリマー比は絶対的な指標ではなく、粒度ごとのポリマーの分布を把握するために用いている。また、充填長は改良土解体時の触診および強熱減量試験で得られたポリマー分布により判断している。合成粒度①および②は透水係数が小さい値を示し良好な遮水性能を示しているが、充填長が小さく十分な改良範囲を得られなかった。これはポリマー粒径に対して間隙径が小さく目詰まりの度合いが大きかったためだと考えられる。一方で、合成粒度③、⑤、⑥は充填長および透水係数ともに良好な値を示し、また充填長内でポリマーが分布している状況も確認できた。

5. まとめ

合成粒度③、⑤、⑥において間隙に対してポリマー粒子が適切な目詰まりを起こし、現場施工性の観点から見て良好な値を得られた。一方で、合成粒度④、⑦では目詰まりが発生せず、また合成粒度①、②では目詰まりの度合いが大きすぎたために良好な改良土が得られなかった。目詰まりの度合いは間隙径およびポリマー粒径に依存するため、今後ポリマー粒径を変化させることで工法の適応範囲を拡大できる可能性がある。

本研究は、気泡工法研究会 AWARD-Pmr2 工法研究会(前田建設工業(株), (株)安藤・間, (株)地域地盤環境研究所, 戸田建設(株), 西松建設(株), 日特建設(株), (有)マグマ, (株)ミヤマ工業)の支援により得られた成果である。記して謝意を表す。

6. 参考文献

- 1) 浅野 均, 赤木 寛一, 下坂 賢二, 近藤 義正: 高吸水性ポリマー材を利用した地盤掘削安定液の基本性状と場所打ち杭工法への適用, 土木学会論文集(トンネル工学), Vol. 73, No2 pp71~87, 2017.
- 2) 廣瀬雅弥, 赤木寛一: 強熱減量試験を用いた高吸水性ポリマー改良土の填充率の推定, 第53回地盤工学研究発表会, pp679~678.

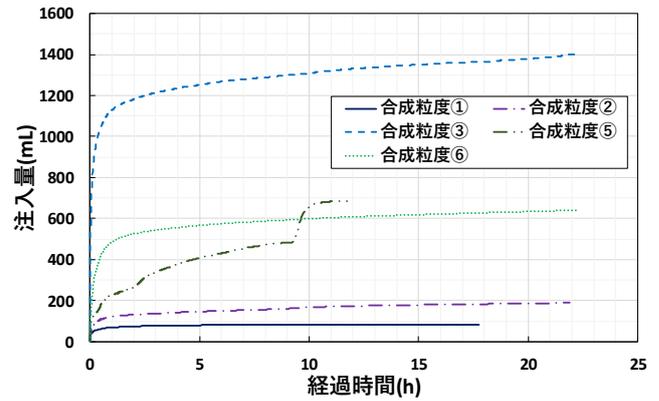


図 3 注入試験結果①

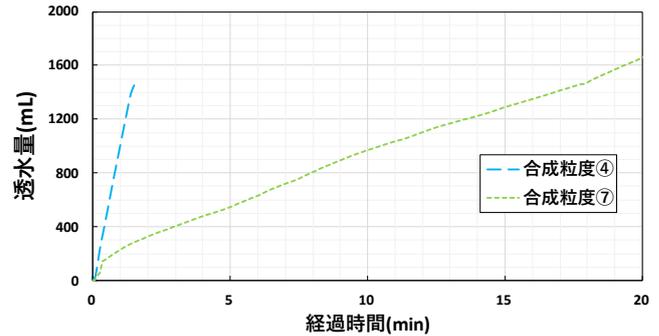


図 4 注入試験結果②

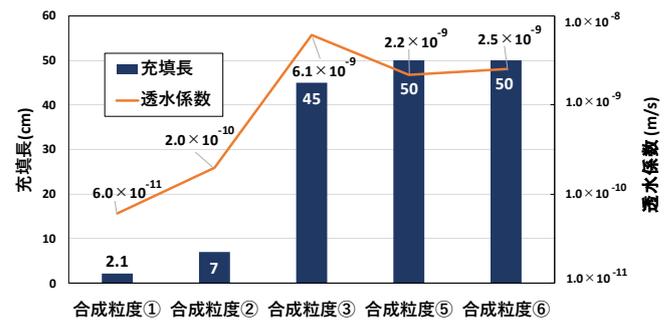


図 5 充填長と透水係数の関係

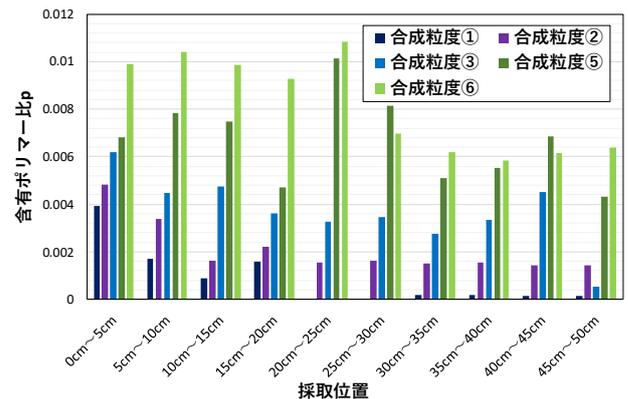


図 6 強熱減量試験結果