

高吸水性ポリマーを用いたポリマー混合土の遮水性・透水性の回復について

早稲田大学大学院 学生会員 ○岩崎 光紀
早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一
戸田建設（株）正会員 下坂 賢二
マグマ（有）正会員 近藤 義正

1. はじめに

近年、中央リニア新幹線、外郭環状道路などを始めとして、大深度地下を利用した大規模プロジェクトが多くある。これらの大深度地下利用にあたっては、トンネル施工時のシールド機の発進、到達立坑、鉄道駅部やジャンクション等の道路接続設備建設のために地下掘削用の山留め壁構築が不可欠である。しかしながら、これらの山留め壁は止水性の高いシートパイルや SMW により構築されるために、地盤に地下水流が存在する場合にはその流れを阻害してしまう。地下水流の上流側では、地下水位が上昇してゆるい砂地盤では液状化の危険性が増したり、地下施設の浮上や漏水が生じたり、植生への悪影響が生じることになる。一方、地下水流の下流側では、地下水位の低下により、地盤沈下が生じたり、井戸水が枯渇したりして環境への重大な悪影響を与えることになる。

本研究は、山留め壁の主要構成材である土と高吸水性ポリマー（GEOSAP）を混合混練し山留め壁を構築することにより、山留め壁施工時には十分な山留め機能を有するが、山留め壁施工後には分離剤（主に CaCl_2 ）の添加により GEOSAP と水を分離し原地盤の透水性の回復をさせることにより、地下水流に悪影響を及ぼさない山留め壁の設計、施工法（Award-Pmr 工法）の研究開発についてである。本稿では、十分な山留め機能を有するかを検討するために、土と GEOSAP を混合混練したポリマー混合土の遮水性を確認すること。また、透水性の回復を検討するために、先述したポリマー混合土に分離剤である CaCl_2 溶液を添加した際の透水性を確認する。

2. 高吸水性ポリマー（GEOSAP）の概要

高吸水性ポリマーとは、架橋構造を持つ親水性の高分子の有機化合物のことをいう。本研究で用いている GEOSAP は、カルボキシル基を多数有する 3 次元的に架橋された分子構造を有している。GEOSAP の主な性質は 以下に表 1 として示すとおりである。吸水反応のメカニズムは GEOSAP に水が触れるとカルボキシル基がイオン化し、親水性が高まった分子鎖は水に溶け込もうと広がるといものである。さらにカルボキシル基のイオン濃度によって生じる浸透圧で分子鎖間に水が入り込み、図 1 のように魚網状の網目に水が取り込まれた状態となる。また、高吸水性ポリマーは 2 価の陽イオン物質を添加すると、構成している架橋構造（図 1）が破壊され、水を溶出するという性能を有している。

表 1. GEOSAP の性質

成分及び含有量		アクリル酸重合体の部分ナトリウム塩架橋物－95% 水－5%
物理的状态	形状	粉末状
	粒径	平均35μ m
	臭い	ほぼ無臭
	pH	約6(0.5%生理食塩水分散液)
	嵩比重	約0.65(25℃)

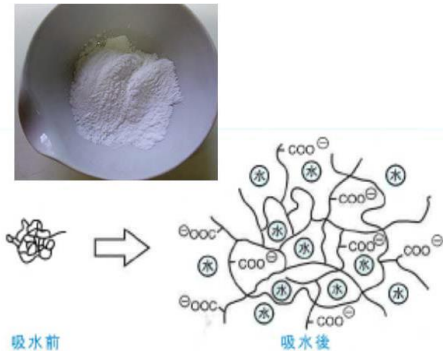


図 1. GEOSAP の吸水概念図

3. ポリマー混合土の遮水性・透水性の回復の検討

3-1.実験概要

ポリマー混合土の遮水性・透水性の回復を検討するために定水位透水試験を行った。なお、配合条件は表 2 に示す通りである。

表 2. ポリマー混合土の配合条件

土粒子密度 (g/cm ³)	2.601
間隙比	0.793
吸水倍率	429.6
粒径 (mm)	0.0035
土粒子質量(g)	1353.12
吸水ポリマー添加量(g)	536.51

尚、上記の配合において添加するポリマー量は、土粒子の間隙量と等しくなるように設定している。

図 2 に示すような透水試験装置を用いて、実験を行った。実験手順は以下の通りである。

- 1. 配合条件に従って、ポリマー混合土を作製する。
- 2. 作製したポリマー混合土を約 12cm の高さになるように円筒に投入する。なお、この際 3 回程に分割して投入し、ポリマーが潰れないように棒で突いて締固めながら投入する。
- 3. 供試体上端にろ紙を敷き、その上に粗砂を約 2cm の高さとなるように投入する。
- 4. 円筒に水を高さ 35cm まで注入する。
- 5. 上載圧 40kPa をセットする。
- 6. 流出する浸透水量を電子ばかりにて 1 秒ごと測定する。
- 7. ポリマー混合土に Cacl₂ 溶液を十分に透水させた後、4~6 の手順を行う。

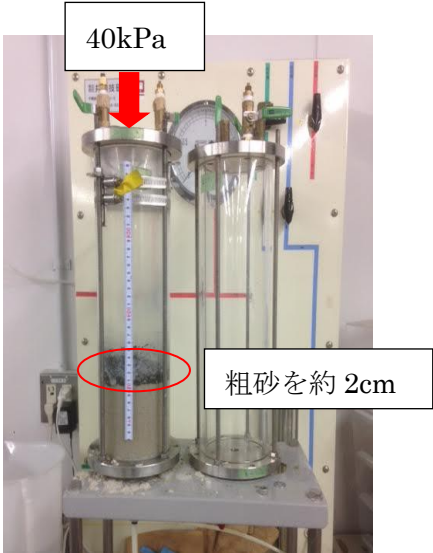


図 2 透水試験装置

3.2 実験結果

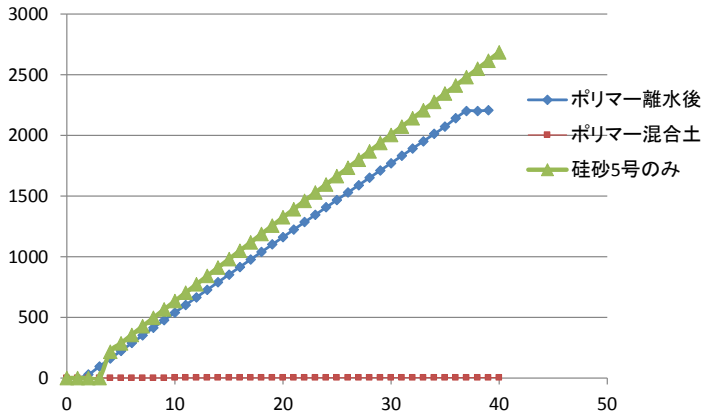


図 3. 透水係数の比較

表 2. 透水係数の値

硅砂 5 号のみ	$4.82 \times 10^{-2} \text{cm/s}$
ポリマー混合土	$1.70 \times 10^{-5} \text{cm/s}$
ポリマー離水後	$4.29 \times 10^{-2} \text{cm/s}$

図 3,表 2 は硅砂 5 号のみ、ポリマー混合土、Cacl₂ 溶液によってポリマーを離水させた後の透水係数の比較をしたものである。図 3,表 2 よりポリマー混合土は高い遮水性を有していることが分かる。また、ポリマー混合土に分離剤である Cacl₂ 溶液を添加することで、硅砂 5 号のみの場合とほぼ同等な透水性を示すことが確認できた。この結果から、ポリマー混合土は十分な山留め機能を有しており、また透水性の回復も十分に満たしたといえる。

4.まとめ

- 1) 土と GEOSAP を混合混練したポリマー混合土の遮水性は高く、ポリマー混合土は十分な山留め機能を有している。
- 2) ポリマー混合土に Cacl₂ 溶液を添加することで、透水性は硅砂 5 号のみの場合とほぼ同等な透水性を示すことから、透水性の回復は十分にしている。
- 3) 今後は、使用するポリマーを変えることで遮水性にどのような影響を及ぼすかを検討していく。

参考文献

1) 請川、浅野、下坂 :特殊吸水性ポリマーによる地盤掘削技術の開発 , 技術研究報告第 39 号,2013
2) 藤田: 高吸水性ポリマー, 化学と教育 44 巻 7 号, pp451~454, 1966