

高吸水性ポリマーを添加した地盤掘削用安定液の開発

高吸水性ポリマー 吸水倍率 AWARD-Sapli 工法

早稲田大学 学生会員 ○坂本達也
早稲田大学 国際会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生会員 岩崎光紀
戸田建設（株）浅野均 請川誠 下坂賢二
マグマ（株） 近藤義正 上原精治

1. はじめに

地盤掘削用安定液としてベントナイトの代わりとして粘性を有する高吸水性ポリマー（以下 GEOSAP）を使用した AWARD-Sapli 工法が実際に現場で採用され始めている。この AWARD-Sapli 工法は、早稲田大学、戸田建設、マグマの共同研究成果である。AWARD-Sapli 工法では GEOSAP を 500 倍前後に吸水膨張させた高吸水性特殊ポリマー安定液（以下サプリ安定液）を地盤掘削用安定液として用いる。このサプリ安定液は透水係数の高い地盤においても難透水層を形成し緩い砂礫地盤でも孔壁安定性の確保、コンクリートとの置換性に優れることによる良好な施工性の確保、構造物の品質確保、産業廃棄物処分量の減量化による環境負荷低減などの特徴を持つ。ここではサプリ安定液の基本性状の確認を目的とする。基本性状の確認試験として使用水、電気伝導率、GEOSAP 添加率をパラメータとして変化させ、電気伝導率、吸水倍率、粘性を測定した。

2. 高吸水性ポリマーの概要

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である。特に今回用いる GEOSAP は、カルボキシル基を多数有する 3 次元に架橋された分子構造である。GEOSAP の主な性質を表 1 に示す。吸水反応のメカニズムとして 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解しようと広がる。さらに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。

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%
物理的状態	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℃)

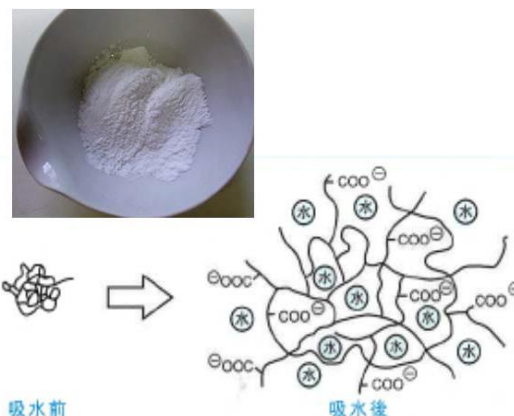


図 1 GEOSAP の吸水概念図

3. 基本性状確認試験

3.1 吸水性能

3.1.1 目的

サプリ安定液の吸水性能は所要性能の確保にとって重要な指標である。本試験では使用溶液の化学的性質の違いによる吸水性能の変化の確認を目的とする。

3.1.2 試験方法

①サプリ安定液の作製

蒸留水、水道水、イオン交換水または電気伝導率を調整したイオン交換水に所定の量の GEOSAP を添加し、30 分間攪拌した。なお、電気伝導率は CaCl_2 、 NaCl で調製し、汎用測定器（PCSTestr35）を用いて測定した。

②吸水倍率の測定

吸水倍率の測定として目開き $57\mu\text{m}$ のナイロン $10\text{cm}\times 20\text{cm}$ の袋に 200ml のサプリ安定液を投入し、所定時間の水切りを行った。なお、吸水倍率は下記の式で算出した。

$$\text{吸水倍率（倍）} = \frac{\text{Ma} - \text{Mb} - \text{Mc}}{\text{Mc}}$$

Ma：水切り後の質量(g)

Mb：ナイロン $10\text{cm}\times 20\text{cm}$ の袋の質量(g)

Mc：200ml のサプリ安定液に含まれる
GEOSAP の質量(g)

Development of stabilizer using super-absorbent polymer for excavation of ground

Tatsuya Sakamoto, Hirokazu Akagi, Koki Iwasaki
(Waseda University)

Hitoshi Asano, Makoto Ukegawa, Kenji Shimosaka
(Toda Corporation)

Yoshimasa Kondo, Seiji Uehara (Maguma Corporation)

3.1.3 使用溶液別の吸水性能の関係

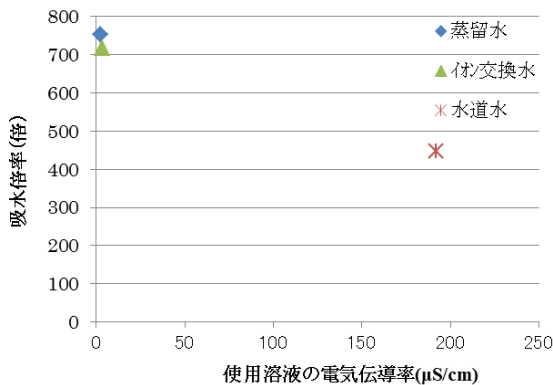


図2 使用溶液別の吸水倍率の関係

図2は、使用溶液別の吸水倍率の関係を表したものである。図2の結果から蒸留水、イオン交換水、水道水の順に吸水倍率は高い値を示すことが確認された。より純度の高い水の方が優位な吸水倍率を示した。なお、イオン交換水とはイオン交換樹脂を用いて水に溶解しているイオン（Na イオンや Cl イオン）を除いた水である。ここでの GEOSAP 添加率は 0.1%であった。

3.1.4 電気伝導率と吸水性能の関係

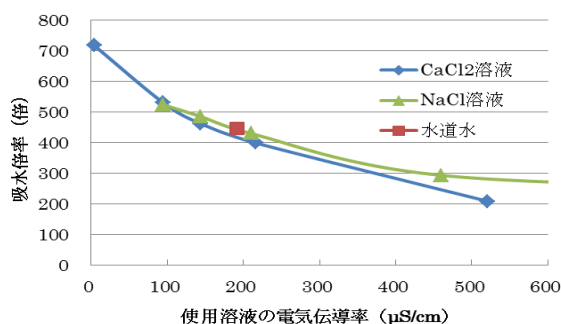


図3 使用溶液の電気伝導率と吸水倍率の関係

図3は、使用溶液の電気伝導率と吸水倍率の関係を表したものである。図3の結果からどの使用溶液においても吸水倍率は電気伝導率が高くなるにつれ減少傾向にあることが確認できた。これは吸収される溶液中のイオン濃度が増加するとポリマー内部と外部溶液との浸透圧が小さくなるためであると考えられる。また、電気伝導率が同等の値であれば、使用溶液の種類によらず吸水倍率も同等の値を示すことが確認できた。これは水道水の電気伝導率に近くなるよう CaCl₂ 及び NaCl で調製した使用水が吸水倍率も近い値を示したことからもいえる。なお、使用溶液としてあらかじめ CaCl₂ 及び NaCl を溶かしたイオン交換水、水道水を使用した。ここでの GEOSAP 添加率は 0.1%であった。

3.2 安定液の粘性

3.2.1 目的

本試験では電気伝導率と GEOSAP 量を変化させた場合のポリマーに吸水されない自由水量が粘性に及ぼす影響を調査することを目的とする。

3.2.2 試験方法

①サブリ安定液の作製

電気伝導率を調整したイオン交換水に所定の量

の GEOSAP を添加し、30 分間攪拌した。なお、電気伝導率は NaCl で調製し、汎用測定器（PCSTestr35）を用いて測定した。

②粘性、自由水率の測定

粘性についてはファンネル粘度計を用いて測定した。吸水倍率については 3.1 と同様の手順で測定した。なお、自由水率は下記の式で算出した。

$$\text{自由水率(\%)} = \frac{\text{自由水量}}{\text{使用溶液の量}} \times 100$$

$$(\text{自由水量}) = (\text{使用溶液の量}) - (\text{吸水倍率} \times \text{GEOSAP 量})$$

3.2.3 自由水率と粘性の関係

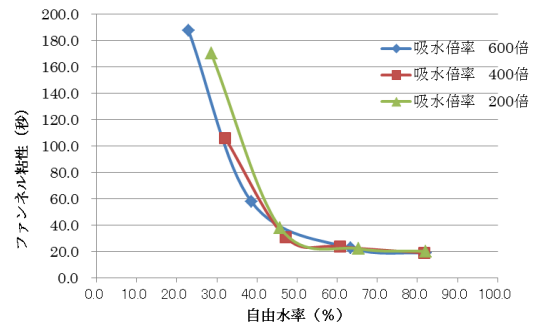


図4 自由水率とファンネル粘性の関係

図4は、自由水率とファンネル粘性の関係を表わしたものである。図4の結果から自由水率が同等の値であれば、吸水倍率の値によらずファンネル粘性は同等の値を示すことが確認できた。ここでの GEOSAP 添加率は設定した吸水倍率に応じて、調製した。

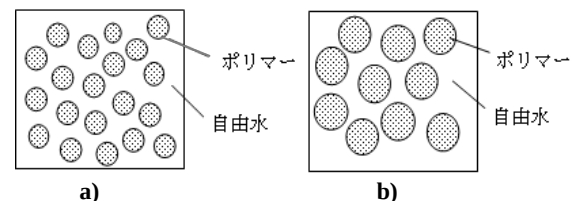


図5 ポリマー粒径の違いによるサブリ安定液のイメージ

図5は吸水後のポリマーの粒径の違いによるサブリ安定液のイメージを表した図であり、a)b)はポリマーの個数は異なるが、自由水率は同等である。すなわち、図4の結果からサブリ安定液の粘性はポリマー濃度によって影響を受けることが確認できた。

4. まとめ

サブリ安定液の特性としては以下を確認した。

- 1) サブリ安定液の吸水性能は、使用溶液の電気伝導率の値により変化することが確認できた。
- 2) サブリ安定液のファンネル粘性の値は、GEOSAP の吸水倍率によらずサブリ安定液の自由水率によって変化することが確認できた。
- 3) 上記より、電気伝導率などにより吸水性能の違いはあるものの、サブリ安定液はポリマーの混入量によって粘性をコントロールできることが確認された。

5. 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