高吸水性ポリマーを添加した地盤掘削用安定液の基本性状

早稲田大学　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㈱　浅野 均　請川 誠　下坂 賢二
㈲マグマ　近藤 義正　上原精治

1. はじめに

地盤掘削用安定液として、従来のベントナイト系安定液の代わりに粘性を有する高吸水性特殊ポリマー安定液（以下、サプリ安定液）を用いる AWARD－Sapli 工法が実際に現場で採用実績をあげている[1),2)]。この工法は、早稲田大学、戸田建設、マグマの共同研究成果である。この工法で用いられているサプリ安定液は、高吸水性ポリマー（以下、GEOSAP）を 500 倍前後に吸水膨張させたものと自由水から構成されている。その結果、サプリ安定液を用いることにより、透水係数の高い地盤においても吸水膨張したポリマーが難透水層を形成し、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。本稿では、GEOSAP を利用したサプリ安定駅の基本性状を確認した結果を報告する。

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うものである。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。

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℃）

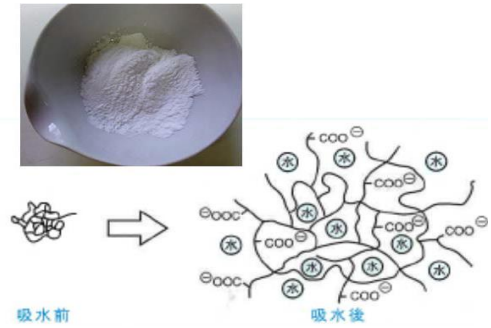

図 1. GEOSAP の吸水概念図

3.GEOSAP の基本性状確認試験

3.1 試験概要

3.1.1 目的

サプリ安定液の吸水性能、粘性は安定液としての所要性能の確保にとって重要な指標となる。そこで、本試験では現場を想定し、使用溶液の pH と水温の変化をパラメータとして吸水性能を確認することを目的とする。また、安定液の粘性を支配する要因を解明する為に、ポリマーに吸水されない自由水量が粘性に及ぼす影響についても調査した。

3.1.2 試験方法

a) サプリ安定液の作製

イオン交換水に所定の量の GEOSAP を添加し、30 分間撹拌することによって、サプリ安定液を作製する。本試験では、pH の変化と使用溶液の水温変化をパラメータとしているので、イオン交換水には、pH 調整剤として、HCl、NaOH を投入し、pH を 4～10 になるように調整している。また、水温の影響を調査するために作製した安定液をインキュベータに入れ、温度を 5℃、10℃、25℃、35℃、40℃となるように調整した。

b) 粘性、吸水倍率の測定

安定液の粘性については、粘度計を用いることで測定した。また、吸水倍率を求めるために、目開き 57μm

連絡先　〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 西早稲田キャンパス58 号館205 号室 TEL 03-5286-3405
キーワード　高吸水性ポリマー，GEOSAP，吸水性能，粘性

のナイロン袋（10cm×20cm）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後に、その質量を測定した。

測定した。なお、吸水倍率は以下の式で算出した。

$$吸水倍率（倍）＝\frac{M_a - M_b - M_c}{M_c}$$

M_a：水切り後の質量(g)

M_b：ナイロン 10cm×20cm の袋の質量(g)

M_c：200ml のサプリ安定液に含まれる GEOSAP の吸水前の質量(g)

c）自由水率

また、GEOSAP に吸水されない自由水量を表わす自由水率は、以下の式で算出した。

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

ただし、

(自由水量)＝(使用溶液の質量)－(吸水倍率×GEOSAP 質量)

3.1.3 試験結果

a) 使用溶液の pH が吸水倍率に及ぼす影響

図 2 は、使用溶液の pH と吸水倍率の関係を表したものである。なお、GEOSAP 添加率とは、使用した GEOSAP 質量を使用溶液質量で除して求めている。図 2 の結果から、使用溶液が通常想定される pH4～10 の範囲では、600 倍以上の高い吸水性能を維持していることが確認された。

図 3 は、使用溶液の水温と吸水倍率の関係を表したものである。図 3 の結果から、通常の地下水で想定される使用溶液の水温が 5℃～35℃の範囲では、pH を変化させた場合と同様に 600 倍以上の高い吸水性能を維持していることが確認された。

b) 自由水量がサプリ安定液の粘性に及ぼす影響

図 4 は、自由水率とサプリ安定液の粘度の関係を表わしたものである。なお、この実験では、使用する溶液に NaCl を添加して、電気伝導率を調整することにより、吸水倍率を 3 種類に変化させている。図 4 の結果から、サプリ安定液の粘度の値は吸水倍率に関わらず、自由水率の値によって決まることが分かる。なお、ここでの GEOSAP 添加率は各吸水倍率によって変化させている。図 5 は吸水後の GEOSAP の粒径の違いによるポリマーと自由水の混合状態の概念図を示した。

図 5 の a)と b)ではポリマーの粒径と個数は異なるが、自由水率は同等であるので粘性も同等となる。

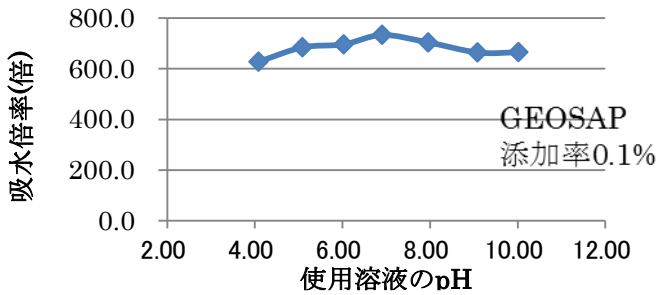

図 2. 使用溶液の pH と吸水倍率の関係

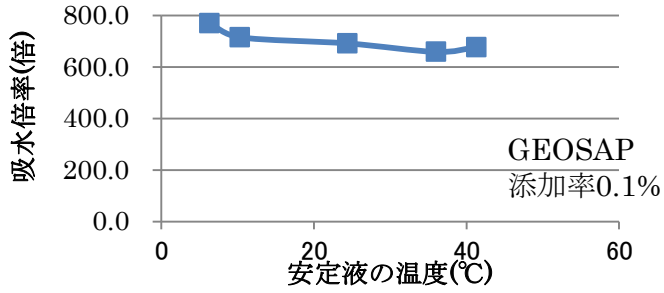

図 3. 使用溶液の温度と吸水倍率の関係

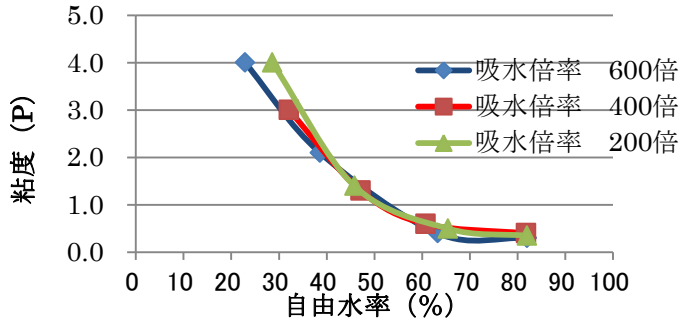

図 4. 自由水率と粘度の関係

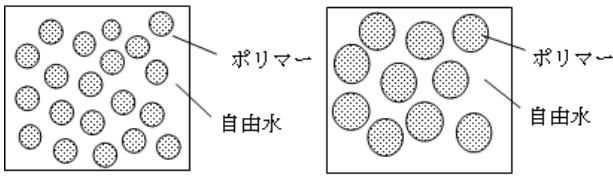

図 5. ポリマーと自由水の混合状態の概念図

4. まとめ

1) サプリ安定液の吸水性能は、使用溶液の pH や水温の影響をあまり受けず、高い数値を維持することが出来る。

2）サプリ安定液の粘性は、GEOSAP の吸水倍率や粒径の大きさには依存せず、自由水率のみに支配される。

4. 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 3 号,2013

2）浅野、赤木、近藤、上原、請川、下坂　“特殊ポリマー安定液を用いた場所打ち杭工法の施工例”基礎工、vol.43, No.3, pp46～49, 2014 年 3 月