

吸水性高分子摩擦低減剤の膨潤特性に及ぼす pH の影響（その 1）

信州大学工学部 学生会員 ○岸川公紀

信州大学大学院 学生会員 山崎晴香

信州大学工学部 正会員 梅崎健夫, 正会員 河村 隆

(株)日本触媒 正会員 岡本功一, 正会員 服部 晃

1. はじめに 吸水性高分子摩擦低減剤^{1), 2)} (以下 FC 剤とする) は, 図-1 のようなメカニズムで吸水し, 膨潤する. 土木工事においては, 鋼矢板などに塗布することにより引き抜き時に, 土との間の摩擦を低減させて土塊の排出を防止し, 地盤変状を抑制するために用いられる (写真-1). FC 剤は鋼矢板の表面に塗布される. 既往研究²⁾では, 塩化ナトリウム NaCl, 塩化マグネシウム MgCl₂, 塩化鉄 (II) FeCl₂, 塩化アルミニウム AlCl₃, 塩化鉄 (III) FeCl₃ 水溶液の条件下において吸水倍率が低下し, FC 剤の吸水特性は水質によって影響をうけることが報告されている.

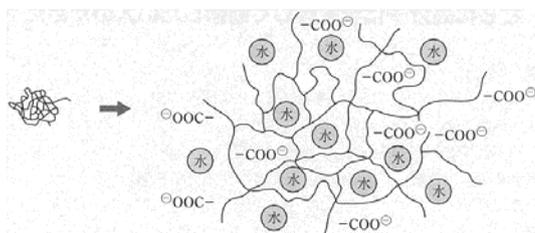


図-1 FC 剤の吸水原理の模式図³⁾

本研究では, pH やイオンの種類や濃度が異なる場合の簡易吸水試験を行い, FC 剤の膨潤特性に及ぼす水質の影響について検討する.



写真-1 矢板引き抜き時の様子 (左: FC 剤なし, 右: FC 剤あり)

2. ティーバッグを用いた簡易吸水試験

験 純水の他に, 0.05~1(N)のグルコース C₆H₁₂O₆, 塩酸 HCl, 酢酸 CH₃COOH, 塩化アンモニウム NH₄Cl, 酢酸ナトリウム CH₃COONa, 塩化ナトリウム NaCl, 塩化カリウム KCl, 炭酸水素ナトリウム NaHCO₃, 水酸化ナトリウム NaOH, 塩化カルシウム CaCl₂, 塩化マグネシウム MgCl₂, 塩化アルミニウム AlCl₃, 塩化鉄 (III) FeCl₃ の 13 種類の水溶液を使用した (表-1).

表-1 各種水溶液の特性

	pH	電離	価数(価)	陽イオン	陰イオン	金属, 非金属
純水	7.0	しない	-	-	-	非金属
C ₆ H ₁₂ O ₆	6.0	しない	1	-	-	非金属
HCl	1.0	する	1	H ⁺	Cl ⁻	非金属
CH ₃ COOH	3	する	1	H ⁺	CH ₃ COO ⁻	非金属
NH ₄ Cl	4.5-6.0	する	1	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	非金属
CH ₃ COONa	7.5-9.0	する	1	Na ⁺	CH ₃ COO ⁻	金属
NaCl	5.0-8.0	する	1	Na ⁺	Cl ⁻	金属
KCl	5.0-8.0	する	1	K ⁺	Cl ⁻	金属
NaHCO ₃	8.0	する	1	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	金属
NaOH	14.0	する	1	Na ⁺	OH ⁻	金属
CaCl ₂	8.0-10.0	する	2	Ca ²⁺	2Cl ⁻	金属
MgCl ₂	9.0	する	2	Mg ²⁺	2Cl ⁻	金属
AlCl ₃	2.0	する	3	Al ³⁺	3Cl ⁻	金属
FeCl ₃	-	する	3	Fe ³⁺	3Cl ⁻	金属

写真-2 に示すように, FC 剤 (粉末) に対して簡易吸水試験を実施した. メスフラスコを用いて 0.05~1(N)の各種水溶液を 100ml 作製し, 溶液が均一になるよう十分に攪拌を行った. 溶液を 200ml ビーカーに入れて pH を測定した. pH 計には, 東亜ディーディーケイ (株)製の型式 WM-22EP を使用した. その後, 市販のティーバッグ内に約 0.2g の FC 剤を入れ, 写真-2 (a)に示すように, 水溶液 (100ml) へ浸漬し, 24 時間吸水膨潤させた. ティーバッグを引き上げて 5 分



(a) 水溶液への浸漬 (b) 洗濯ばさみを用いた水切り

写真-2 簡易膨潤試験

間空气中に吊し、水切りをした後 (写真-2 (b)), 質量を測定した。

3. 試験結果及び考察 写真-3(a)に示すように, pH3~14の酸性~強アルカリ条件下においては, FC 剤はゲル化する。しかし, 写真-3(b)に示すように pH1~3の酸性 (塩酸や酢酸, 塩化アルミニウム) 下においては, FC 剤はゲル化しない。塩化アルミニウム AlCl_3 水溶液中の反応では FC 剤は薄い黄色 (溶解前の塩化アルミニウムの色) の固形物となった。

図-2 に, 膨潤倍率 R_a と pH の関係を示す。膨潤倍率は, $R_a = \{(\text{吸水膨潤後のティーバッグの質量}) - (\text{ティーバッグの質量})\} / (\text{ティーバッグに入れた吸水高分子の質量})$ である。pH1~3の酸性領域では膨潤しない。その他の pH5~14の領域については pH による統一的な評価はできない。

図-3 は膨潤倍率と水溶液の濃度の関係を示したものである。非電解質のグルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 溶液における FC 剤の膨潤倍率は純水の膨潤倍率と大きな差はなく、膨潤に影響はない。FC 剤の膨潤倍率は価数の値が大きくなるにつれて小さくなり、純水に比べて1価では約 1/5, 2価では約 1/8, 3価では約 1/14 であった。価数が同じ場合には, pH1~3を除き, 膨潤倍率曲線は同様の形状となる。それぞれの価数の曲線においても, 濃度が大きくなると膨潤倍率は減少し, 1価では 0.6N の付近, 2価では 0.1N 付近, 3価では 0.03N 付近で一定となる。また, 塩化アンモニウム NH_4Cl の 1価の非金属溶液について, 同一価数の 1価の他の水溶液と比較しても膨潤倍率曲線は同じ曲線で評価できるため, 金属, 非金属イオンの違いは膨潤倍率に影響しないと考えられる。

4. まとめ pH1~3の酸性下 (塩酸 HCl , 酢酸 CH_3COOH , 塩化アルミニウム AlCl_3) においては, FC 剤はゲル化せず, 固形化する。その他の pH5~14の範囲においては, pH による統一的な評価はできない。一方, pH>5の範囲では, FC 剤の膨潤倍率は非電解質水溶液 (純水, グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) であるか, もしくは価数 (イオン結合の強さ) 及び濃度で評価できる。非電解質の場合, 純水と同様に膨潤する。イオンの濃度または価数が大きい水溶液中ほど, 膨潤倍率は小さくなる。

【参考文献】 1)フリクションカッター施工編, 株式会社日本触媒, 2005。2)岡本功一, 梅崎健夫, 服部 晃: 地中埋設体の付着力および周面摩擦力を低減する吸水性高分子材料の開発, 土木学会論集 C (地圏工学), Vol.67, No.4, pp.407-421, 2011。3)川上浩良: ライブラリ工科系物質科学 6, 工学のための高分子材料化学, サイエンス社, pp.209, 2001。



(a)ゲル化した FC 剤 (NaCl 水溶液, 0.05N, pH) (b)ゲル化しない FC 剤 (塩化アルミニウム水溶液, 1.0N, pH2.0)

写真-3 試験後の FC 剤の一例

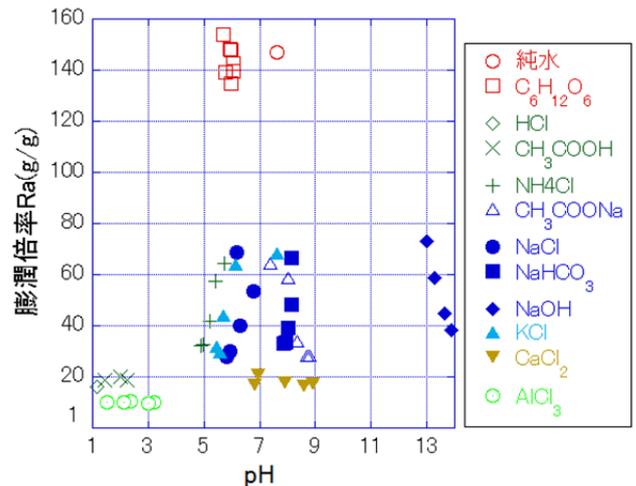


図-2 膨潤倍率と水溶液の pH の関係

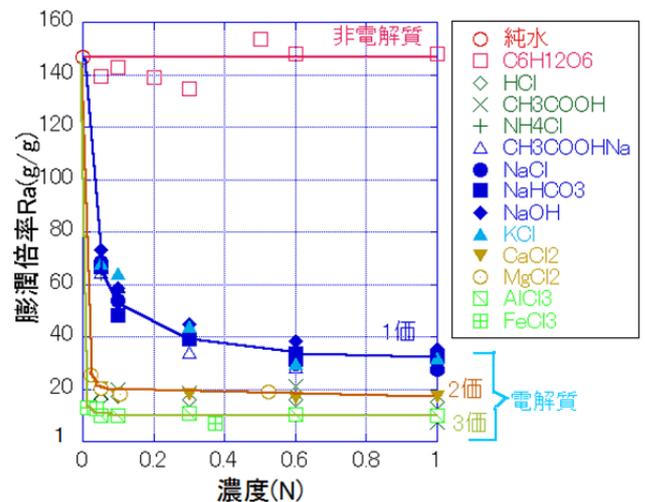


図-3 膨潤倍率と水溶液の濃度の関係