

複合ポリマー型地盤改良剤の浸透性・改良強度・遮水性に関する調査

東亜合成(株) 正会員 ○中野 駿、 後藤 彰宏
東亜合成(株) 正会員 坪内 隆太郎
(株)鴻池組 正会員 加藤 満、 正会員 後藤 宇
(株)鴻池組 正会員 大山 将、 正会員 小山 孝
京都大学大学院 正会員 勝見 武

1.はじめに

アクリル酸マグネシウム(AA-Mg)をポリ塩化アルミニウム(PAC)共存下で重合することで得られる複合ポリマーは強固で耐久性のあるゲルを形成する。硬化前の薬液は完全溶液系であることから、著者らはこの薬液を液状化対策用の地盤改良剤(製品名:CXP)として応用すべく検討を進めている¹⁾。既往の懸濁型ケイ酸系薬液は、ゲル強度に優れるが浸透性の観点で効果の確実性が得られない場合がある²⁾。このため、遮水や地盤強化を目的とした薬液注入では、比較的ゲル強度が小さいが浸透性に優れる溶液型ケイ酸系薬液と併用するケースが見られる²⁾。また、有機硬化剤を用いたケイ酸系薬液(以降、有機型ケイ酸系)のようにゲル強度に優れ、かつ良好な浸透性を示すような薬液の開発が行われる³⁾など、浸透性と強度を両立する薬液を実現する試みも行われている。

このような背景から、CXPについて高浸透・高強度を両立する新規材料としての利用に興味を持たれる。そこで今回、CXPの粘度挙動、サンドゲルの一軸圧縮強さ、および止水を目的とした際の遮水性について評価を行った。



図 1. CXP18%薬液(A)および CXP のホモゲル(B)の写真

2.薬液成分とゲル形成機構

CXP は AA-Mg(主剤)、PAC(架橋剤)、重合開始剤および添加剤から構成される(表 1a)。これらの成分を混合すると、AA-Mg は連鎖反応によりポリマーを形成し、同時に AA-Mg ポリマー間で PAC により架橋が形成される。

このようにして得られた AA-Mg ポリマーと PAC の複合ネットワークは、イオン結合により多点間で強固につながる留められた大きな分子群を成す(図 2)。このため、CXP は非常に高強度のゲルを形成することができる。

表 1. CXP(a)および有機型ケイ酸系(b)の配合例

	a. CXP		b. 有機型ケイ酸系	
	注入剤濃度	6~18%	注入剤濃度	15%
ゲル強度に寄与する有効成分	構成成分	質量%	構成成分	質量%
	AA-Mg	4~12	ケイ酸ナトリウム	15
	PAC	2~6		
助剤	重合開始剤	0.1	有機系硬化剤	2.7
	添加剤	0.1		
溶媒	水	82~94	水	82

ゲル強度に寄与する有効成分の濃度を注入剤濃度とした

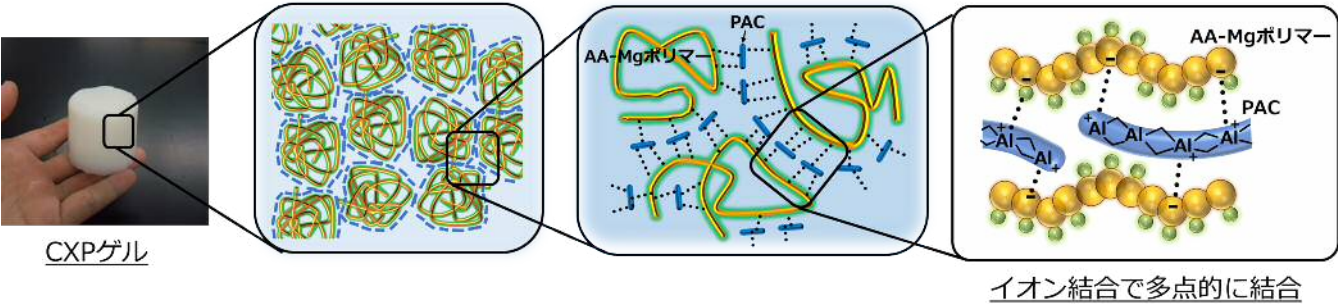


図 2. CXP 中の AA-Mg ポリマーと PAC によるネットワーク

キーワード: 薬液注入、浸透性、高強度、止水材、複合ポリマー、アクリル酸マグネシウム

連絡先: 〒455-0026 愛知県名古屋市中区 8 東亜合成(株) R&D 総合センター 製品研究所 [TEL]052-611-9221

3. 実験

CXP について粘度、サンドゲルの一軸圧縮強さ、透水性の評価を行った。表 1a に従い、6~18%の CXP を調製し粘度を測定した。続いてサンドゲルを作製した。水中落下法⁴⁾によりモールド($\phi 5\text{cm} \times H10\text{cm}$)中で薬液と砂を混合し作製した。砂は豊浦砂を使用し、相対密度は 60%とした。この供試体に対し、サンドゲルの一軸圧縮強さを評価した。さらに「低透水性材料の透水試験方法 JGS 0312-2018」⁵⁾に準じて透水性試験を行った。また、比較として表 1b に示す有機型ケイ酸系薬液についても同様の評価を行った。

4. 結果

4-1. 薬液粘度

薬液粘度を図 3 に示す。6~18%の CXP の粘度は 3~8 mPa s であった。これは一般的な溶液型のケイ酸系薬液⁶⁾や今回用いた有機型ケイ酸系薬液とほぼ同等の値であり、CXP は粘度の面で溶液型のケイ酸系薬液と同等のハンドリングが可能であると確認できた。

4-2. サンドゲルの一軸圧縮強さ

サンドゲルの一軸圧縮強さを図 4 に示す。12~18%CXP により作製したサンドゲルは 1000~4500kN/m² という高い強度を示した。また、CXP は同濃度の有機型ケイ酸系と比較すると、2.5~3 倍の強度を示した。このことから、CXP は有機型ケイ酸系薬液と比べても高強度のゲルを形成できることが確認できた。なお、今回は装置上の測定上限が 5000kN/m² であったため、評価する濃度を 18%までとしたが、実際にはより高濃度の CXP を用いた供試体の作製も可能であることが分かっている。さらなる高濃度領域での強度評価は超高強度材料の観点から興味を持たれる。

4-3. サンドゲル透水性

透水性試験の結果を図 5 に示す。12~18%CXP により作製した供試体の透水係数は $10^{-7} \sim 10^{-9} \text{ cm/s}$ となった。この値は「実質不透水」に分類され⁷⁾、最終処分場の遮水工で求められる透水係数(10^{-6} cm/s)を十分に確保できる水準である⁸⁾。この結果から、CXP は非常に高い遮水性を持つことが確認された。

5. おわりに

CXP について高浸透・高強度・高遮水性の新規材料としての利用可能性について調査を行った。結果、CXP は溶液型のケイ酸系薬液と同等の粘度を示しながら、そのサンドゲルは非常に高い強度と遮水性を発現することが確認できた。

6. 参考文献

- 1) 中野ら: 複合ポリマー型地盤改良剤の特性, 土木学会第 73 回年次学術講演会, III-42, pp.83-84, 2018.
- 2) 島田ら: 最先端技術の薬液注入工法, 第三版, pp. 49-50, 106-109, 119-122, 1995.
- 3) 日本グラウト協会: 新訂正しい薬液注入工法, pp.260-263, 2007.
- 4) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説, pp.438-440, 2009.
- 5) 地盤工学会: 新規制定地盤工学会基準・同解説, 低透水性材料の透水試験方法, JGS 0312-2018, 2018.
- 6) 化学工業社: 土質安定剤その材料特性と施工, pp.22-23, 1972.
- 7) 地盤工学会: 土質試験の方法と解説, 第一回改訂版, p. 335, 2001.
- 8) 総理府・厚生省令: 一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令, 1998.

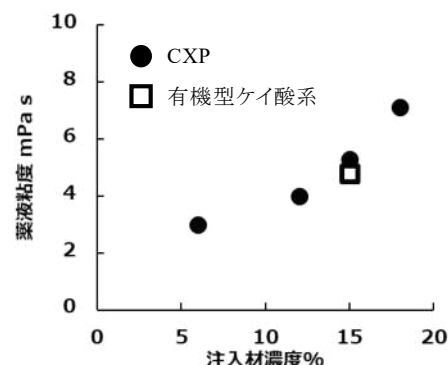


図 3. 薬液粘度 (CXP, 有機型ケイ酸系)

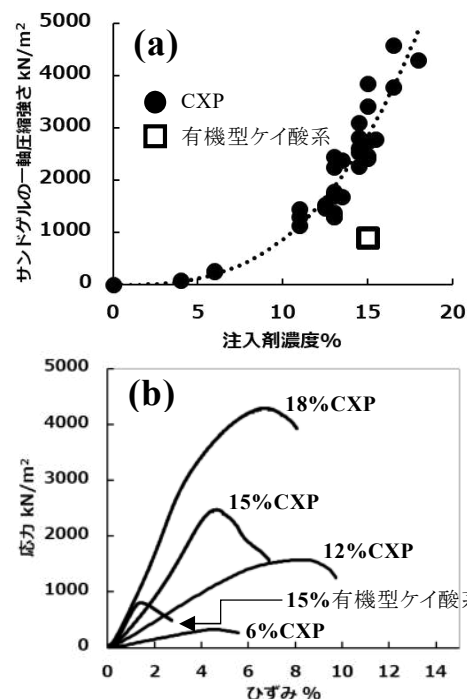


図 4. サンドゲルの一軸圧縮強さ(a)と応力ひずみ曲線(b)

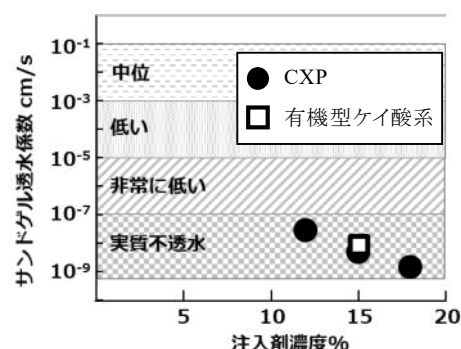


図 5. サンドゲル透水性⁵⁾⁷⁾ (CXP, 有機型ケイ酸系)