

ゼオライト添加型粘土ライナーの遮水性能に高濃度カチオン溶液が与える影響

佐藤 一貴

キーワード：ゼオライト、粘土ライナー、セシウム、交換性カチオン、透水係数

1. 研究背景と目的

2011年に発生した福島第一原子力発電所の事故により、放射性セシウムが大量に放出され、焼却処理を経て最終的に排出される焼却飛灰に濃縮されるようになった。それらの焼却飛灰を既存の管理型処分場に投棄する場合、放射性セシウムを含む浸出水と処分場外部との隔離が不可欠である。この隔離層にはセシウム吸着能の高いゼオライトを混合したジオシンセティッククレイライナー（以下、GCL）の適用が期待される。GCLとは水等に接触すると膨潤する性質を持つベントナイトを内包するシート状の遮水材であるが、ゼオライト添加型 GCL を隔離層として適用するためには、ゼオライトの添加および、浸出水中の共存イオンがベントナイトの膨潤を阻害するため、GCLの遮水性能へ与える影響を定量的に評価することが不可欠である。本研究ではゼオライト添加型 GCL を対象とし、種々のカチオン溶液を用いてカラム通水試験を実施し、ゼオライト添加量とその添加方法、浸出水に含まれる共存イオンの各要因が性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

本研究では初めに、Na型粉状ベントナイトと粉状ゼオライトを用いて、各材料の陽イオン交換容量や吸着特性をバッチ試験で評価した。さらにこれらの材料を用いて、ゼオライト添加型 GCL の遮水材としての適用性を評価するため、表-1 に示す 5 種類の模擬 GCL を作製し通水試験を行った。通水溶液には、表-2 に示すイオン濃度に調整した 5 種類の溶液を使用し、GCL の透水係数および流出液中のカチオン濃度を測定した。

表-1 使用する各 GCL の概要

GCLの種類	構造	ゼオライト (g/m ²)	ベントナイト (g/m ²)
Type-A	-	0	3,000
Type-B1	混合	3,000	3,000
Type-B2	混合	1,000	3,000
Type-C1	複層	3,000	3,000
Type-C2	複層	1,000	3,000

表-2 カラム試験に用いた通水溶液のイオン濃度

	Na (mol/L)	K (mol/L)	Ca (mol/L)	Cs (mg/L)
蒸留水	-	-	-	-
NaCl 溶液	0.4	-	-	1.0
KCl 溶液	-	0.4	-	1.0
CaCl ₂ 溶液	-	-	0.1	1.0
混合イオン溶液	0.4	0.4	0.1	1.0

3. 本研究で得られた主な成果

- ① 図-1 はカラム通水試験より得られた透水係数を示すが、複層型で作製した GCL は、KCl 溶液を通水した場合を除き、ベントナイト単体よりも低い透水係数を示した。これは溶液中のカチオンをゼオライト層が吸着し、溶液中の濃度を低下させたことで、GCL の遮水性能への阻害性を緩和したためであると考えられる。
- ② KCl 溶液を通水した場合は、混合型、複層型ともに NaCl 溶液を通水した場合と比較して、高い透水係数を示した。これは溶液中の K とゼオライト中の Ca とのイオン交換が生じ、溶液中の Ca 濃度が増加したことで、GCL の遮水性能を大きく低下させたと推察される。
- ③ 全ての通水溶液において、複層型は混合型と比較して低い透水係数を示した。これは、混合型ではゼオライト由来の溶液中のカチオン濃度の変化に加え、ゼオライトの混合により単位体積あたりのベントナイト密度が低下することも、遮水性能を阻害する要因であると考えられる。

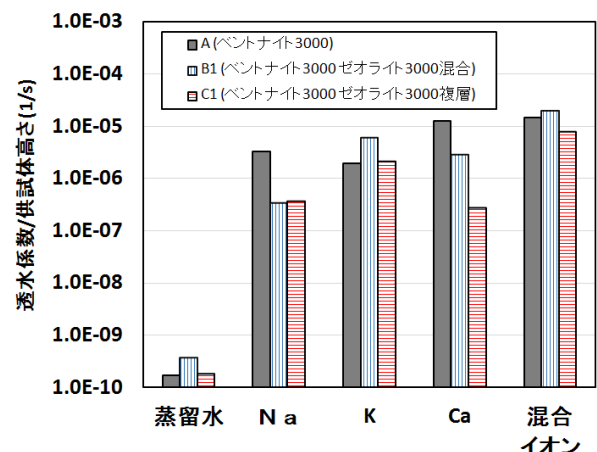


図-1 カラム試験により得られた透水係数