

放射能汚染水を遮蔽するためのゼオライト吸着層及びベントナイト遮水層の配合検討

鹿島建設(株) 正会員 ○佐藤 毅, 伊藤 圭二郎, 川端 淳一

1. 目的

平成23年の東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原子力発電所の事故で、放出された放射性物質により環境の汚染が生じており、除染等によって生じる土壌や廃棄物は最終処分するまでの間、中間貯蔵施設へ保管する計画である¹⁾。中間貯蔵施設では放射性物質の遮蔽が必要となるが、現地発生土を活用して対策できれば、資源を有効利用でき、コストの削減にもつながると考えられる。そこで本研究では、現地で発生することが想定される泥岩を用いて放射能汚染水を遮蔽するためのゼオライト吸着層及びベントナイト遮水層の配合検討を行った。

2. ゼオライト吸着層の配合検討

2-1. 試験に用いた材料

表1に使用したゼオライトの主な物性を示す。ゼオライトは既往の研究から、セシウムに対して高い吸着性能を有する天然ゼオライトであるモルデナイトを使用した²⁾。

表2に使用した泥岩の主な物性を示す。使用した泥岩は、最大乾燥密度が小さく、土懸濁液pHが4.0の酸性土壌といった特徴がある。試験では粉碎して2mmふるい通過分を使用した。

2-2. 試験方法

供試体は吸着層を模擬して泥岩にゼオライトを表3に示すとおり混合した後、含水比を最適含水比に調整し、締固め度を現場での施工管理を想定して85%として作製した。

図2に試験装置の模式図を示す。三軸試験装置を用いて透水圧は9.8kPa、拘束圧は49kPaとし、流入水には土壌溶出液に塩化セシウムを添加してセシウム濃度を100mg/Lとした水溶液を使用した。流出液の量を測定して透水係数を求め、所定の時間ごとに採水して流出水中のセシウム濃度を分析した。

2-3. 試験結果

図2にカラム吸着試験での累積流入水量を間隙体積で除したもの(以下PVと記載する)と、流入水のセシウム濃度を1としたときの流出液のセシウム濃度比の関係を示す。図2中の目標濃度は、実際の廃棄物からの浸出水中のセシウム濃度は3750Bq/Lと想定され、これを飲料水基準レベルの10Bq/Lまで低減するために、流出水と流入水のセシウム濃度比が10/3750倍(約0.0027倍)となる濃度とした。

図2よりゼオライト0%のケースではPV=30程度、1%混合したケースではPV=60程度、15%混合したケースではPV=370程度を超えたところから流出水中のセシウム濃度が目標濃度を超過した。

実際の吸着層の層厚を300mm、吸着層の間隙率を締固め試験から0.65、浸出水量を年間降水量相当の1000

表1 ゼオライトの主な物性

土粒子密度 (g/cm ³)		2.24
粒度 (%)	礫分	0
	砂分	91.8
	細粒分	8.8
セシウムに対する分配係数 (ml/g)		900~55,000 ²⁾

表2 泥岩の主な物性

最大乾燥密度 (g/cm ³)	0.94
最適含水比 (%)	56.0
土懸濁液のpH	4.0

表3 試験ケース

試験ケース	ゼオライト混合量 (%)
CASE 1-1	0
CASE 1-2	1
CASE 1-3	15

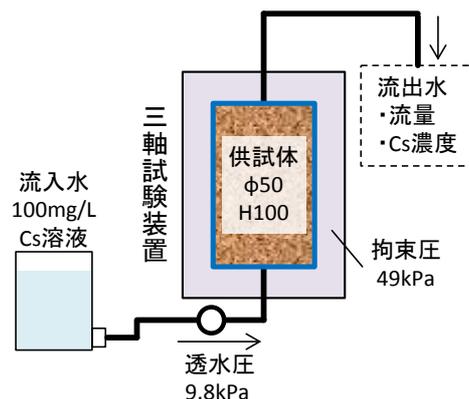


図1 三軸試験装置を用いたカラム吸着試験の模式図

キーワード 中間貯蔵施設, ゼオライト吸着層, ベントナイト遮水層, セシウム

〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 岩盤・地下水グループ TEL042-489-6597

mm/年と仮定すると、1年分の降水量に相当するPVは5程度となる。よってゼオライト0%のケースでは約6年分、1%混合したケースでは約12年、15%混合したケースでは約72年分の耐久性があることとなる。耐久年数はゼオライトの添加量に応じて増加しており、30年の耐久性を保持させるにはゼオライト添加量を6%程度とすればよいと考えられる。

3. ベントナイト遮水層の配合検討

3-1. 試験に用いた材料と透水試験方法

ベントナイトはNa型のベントナイト、母材にはゼオライト吸着層の配合検討と同じ泥岩を用いて試験を行った。

図3に透水試験で使用した試験機の模式図を示す。供試体は直径40mm、高さ20mmで作製して変水位透水試験を行った。

表4に透水試験ケースを示す。ベントナイトを表4に示す所定の添加率で泥岩に混合し、含水比は最適含水比、締固め度は現場での施工管理を想定して85%とした。

3-2. 試験結果

図4に透水試験結果を示す。図4中に示す目標値は本試験における透水係数の目標値であり、管理型処分場の遮水工の基準で透水係数が 1×10^{-6} cm/s以下(層厚50cm以上)と定められていることから³⁾、本試験では基準の10分の1となる 1×10^{-7} cm/sを目標値とした。

試験の結果、ベントナイト添加量10%以上で透水係数が目標値である 1×10^{-7} cm/sを下回ることが分かった。

4. まとめ

ゼオライトと現地で発生が想定される泥岩を混合してゼオライト吸着層を模擬した供試体を作製し、セシウム吸着能力を評価するためカラム試験を行った。その結果、ゼオライト添加量に応じて耐久年数は増加しており、吸着層厚さを30cmと仮定した場合、30年分の耐久性が確保するためには泥岩にゼオライトを6%程度添加して吸着層を施工すればよいと考えられる結果となった。

また、母材に泥岩、ベントナイトにNa型ベントナイトを用いてベントナイト混合土を作製し、遮水性能を評価するために透水試験を行った。その結果、添加率10%以上とすることで透水係数を 1×10^{-7} cm/s以下にできる結果となった。

参考文献

- 1) 環境省：中間貯蔵施設安全対策検討会及び環境保全対策検討会の検討結果取りまとめ、2013。
- 2) 田中，他：吸着材・土壌の放射性物質吸着及び溶出特性について，第18回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，2012。
- 3) 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，環境省令第三号，1977(2013改正)。

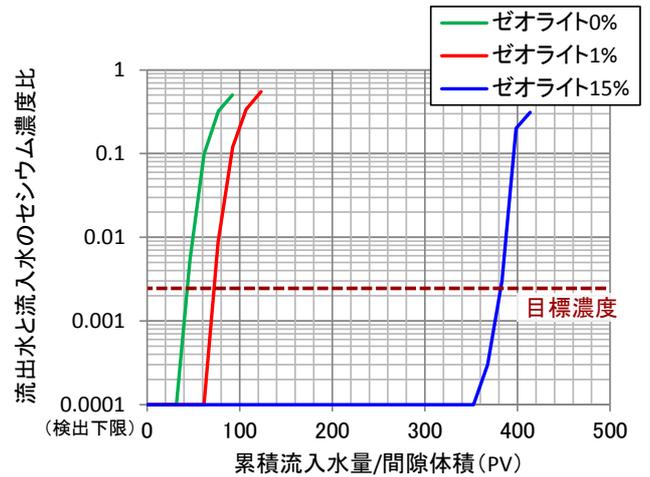


図2 PVと流出液中のセシウム濃度

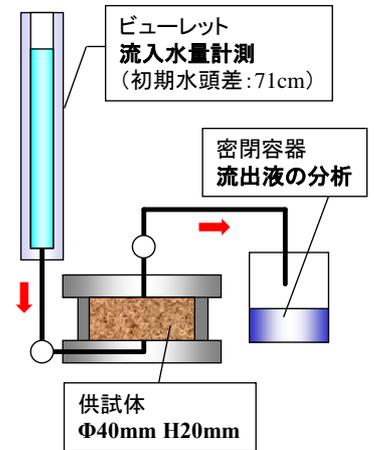


図3 透水試験機

表4 透水試験ケース

試験ケース	ベントナイト添加率 (%)
CASE 2-1	8
CASE 2-2	10
CASE 2-3	12

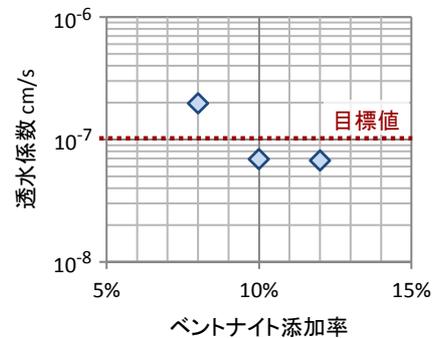


図4 透水試験結果