

焼却飛灰浸出液用ベントナイト砕石(NB工法)に関する一考察

NB研究会 正会員 ○成島 誠一, 氏家 伸介, 皆瀬 慎
(独)国立環境研究所 正会員 遠藤 和人

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故に由来する放射性物質を含む焼却飛灰は、浸出液から放射性セシウムが溶出することが懸念されている。当該焼却飛灰は、放射性物質汚染対処特措法に準じ不透水性土壌層および側方土壌としてベントナイト混合土(以下混合土)やベントナイト砕石(以下NB)を敷設しながら埋設される予定である。一般に焼却飛灰の浸出液はKイオン, Caイオン等を多く含む焼却飛灰浸出液(以下高電解質浸出液)となっており、混合土の場合、遮水性能が大きく低下することが既往の研究で報告され、例えば8%塩水の場合の透水係数は、純水での数値の3オーダー程度上昇することが報告されている¹⁾。これはベントナイトの膨潤特性が高電解質液中で著しく低下することによって土粒子間に存在する水みちの閉塞性が発揮されなかったためと推察される。そこで本研究では、ベントナイト砕石のみを使用したNBに着目し、粒径を細かくすることで間隙を小さくし、比表面積を増大させ膨潤体積を確保することにより対高電解質浸出液遮水性能を検討する。さらに混合土との透水性を比較しNBの有効性について考察する。

2. NB挙動確認試験

NBの挙動確認試験として、焼却飛灰浸出液を模した高電解質浸出液を供与液とする透水試験をおこなった。詳細を表-1に示す。試料は群馬県富岡産のベントナイト砕石を使用し、試験は粒径の異なる2試料とした。なお同原鉱粉末の膨潤力はイオン交換水で14(ml/2g)、高電解質浸出液で7(ml/2g)、8%塩水で6(ml/2g)を示した。よって既往の知見である8%塩水と同様高電解質浸出液は、ベントナイトの膨潤性を大きく低下させるものである。試験手順を以下に示す。

- 1)最大粒径19mmおよび9.5mmの試料を作成する。図-1にこれらの粒径加積曲線を示す。
- 2)試料の含水比を30%に調整し15時間養生する。
- 3)外径150mm肉厚6mm高さ200mmの亚克力パイプに試料を入れ、締固め試験(JIS A 1210, A-c法)によって得られた最大乾燥密度90%、厚さ50mmの供試体層を作成する。
- 4)通液時の体積変化を抑制するため、供試体上に厚さ50mmの小石層を敷設し上部から注液を開始する。
- 5)水位100mmで一定となるように1週間注液を継続し経過を観察する。

表-1 供与液詳細

	導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	イオン濃度(mol/m^3)		
			Naイオン	Caイオン	Kイオン
イオン交換水	0	8.02	0	0	0
高電解質浸出液	60.4	12.29	448	15	266
8%塩水	104.2	5.94	1369	0	0

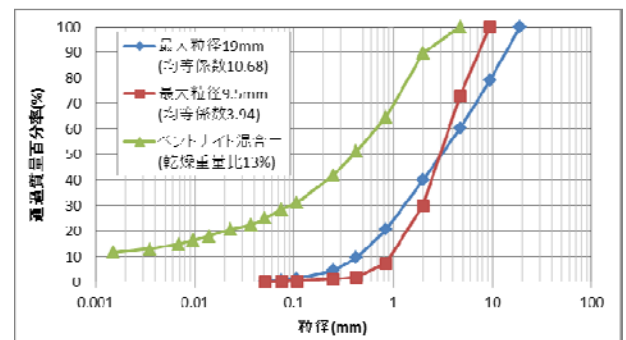


図-1 粒径加積曲線



写真-1 最大粒径 19mm



写真-2 最大粒径 9.5mm

キーワード ベントナイト砕石, 粒径制御, 混合土, 高電解質浸出液, 透水係数

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋1-18-14 新橋MMビル4F ナチュラルブランケット研究会 TEL 03-3503-4861

挙動確認試験の結果、写真-1 に示す最大粒径 19mm の供試体は注液開始 54 時間後に底部からの通液が確認されたが、写真-2 に示す最大粒径 9.5mm の供試体は注液開始 1 週間後でも底部からの通液は確認されなかった。写真-1 の丸部分に示すように最大粒径 19mm の供試体には通液後にも大きな間隙が存在するのに対し、最大粒径 9.5mm の供試体は写真-2 の丸部分に示す目視確認による供与液浸透部分にこのような間隙は存在せず水みちが閉塞されているのが確認できた。

3. 高電解質浸出液における NB の遮水性能と混合土の比較

群馬県富岡産ベントナイトによる最大粒径 9.5mm の NB について表-1 の高電解質浸出液を供与液として用いた透水試験(JIS A 1218, 変水位法)を実施した。試料の物性値を表-2 に示す。なお、供試体は締固め試験(JIS A 1210, A-c 法)によって得られた最大乾燥密度 90%の締固度とした。その結果を図-2 に示す。最大粒径 26.5mm, 締固度 90%の供試体に対する透水試験(供与液:水)を参考まで比較すると、最大粒径 9.5mm の供試体は、最大粒径 26.5mm の供試体よりも初期通液が少なく30 日経過時での透水係数は最大粒径 26.5mm の供試体の $2.0 \times 10^{-10}(\text{m/s})$ より 1 オーダー高い $2.0 \times 10^{-9}(\text{m/s})$ に収まり、廃掃法の最終処分場に係る技術上の基準である $1.0 \times 10^{-8}(\text{m/s})$ を十分に達成することが確認された。一方、混合土の場合¹⁾、図-2 に示すように 8%塩水による透水係数は $10^{-7}(\text{m/s})$ 以上という高い透水性が報告されており、概ね最大粒径 9.5mm の NB の透水係数は、混合土よりも 1 オーダー以上低いことが確認された。

表-2 NB 物性値

土粒子の密度 ρ_s	2.47 (g/cm ³)
自然含水比 W_n	28.9 (%)
メチレンブルー吸着量	56.0 (mmol/100g)

図-2 に示す。最大粒径 26.5mm, 締固度 90%の供試体に対する透水試験(供与液:水)を参考まで比較すると、最大粒径 9.5mm の供試体は、最大粒径 26.5mm の供試体よりも初期通液が少なく30 日経過時での透水係数は最大粒径 26.5mm の供試体の $2.0 \times 10^{-10}(\text{m/s})$ より 1 オーダー高い

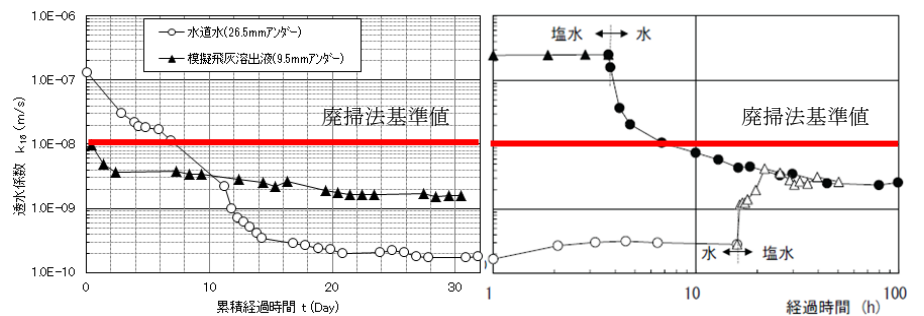


図-2 長期透水性評価結果 (左図:NB 右図:混合土の一例)

$2.0 \times 10^{-9}(\text{m/s})$ に収まり、廃掃法の最終処分場に係る技術上の基準である $1.0 \times 10^{-8}(\text{m/s})$ を十分に達成することが確認された。一方、混合土の場合¹⁾、図-2 に示すように 8%塩水による透水係数は $10^{-7}(\text{m/s})$ 以上という高い透水性が報告されており、概ね最大粒径 9.5mm の NB の透水係数は、混合土よりも 1 オーダー以上低いことが確認された。

4. 考察

以上の試験結果から、NB は最大粒径を制御することによって高電解質浸出液に対しても十分な遮水性能を発揮することが確認された。

表-3 供試体条件

	間隙率	ベントナイト容積率
混合土	36%	9%
NB	57%	43%

これは、混合土と比較すると NB は最大間隙径が大きいものの、NB の一般的な規格値である²⁾最大粒径 26.5mm を 9.5mm まで小さくすることによって、最大間隙径を小さくし、同時に表面積増大によって膨潤面積が増えることで、高電解質浸出液による低膨潤であったとしても間隙を閉塞するに十分な膨潤体積を確保していると考えられ、また、表-3 に示すように供試体の間隙率に対するベントナイト容積率が混合土の約 30 ポイント大きいことも空隙の閉塞に寄与していると考えられる。その結果、ベントナイトの膨潤特性を低下させる高電解質浸出液に対しても透水係数は水による透水係数と比較しておよそ 1 オーダー程度の上昇に留めることができたと考えられる。結果として粒径を制御した NB は混合土よりも高電解質浸出液に対する遮水性能に優れることが確認された。

5. まとめ

本論では高電解質浸出液に対する透水係数が NB の場合、粒径制御によって廃掃法の最終処分場に係る技術上の基準値である $1.0 \times 10^{-8}(\text{m/s})$ を達成できることが示された。また群馬県富岡産ベントナイトは Ca 型であり、粒径を調整することで低透水性と膨潤圧の双方を制御することが可能であると考えている。今後不透水性土壌層に適用できる NB の技術的根拠を示し指定廃棄物処分の一助に寄与したい。

参考文献

- 1) 西垣誠;小松満:ベントナイト混合土ライナーの原位置透水試験法に関する研究,土木学会論文集 C Vol.63 No.1,299-311,2007
- 2) 成島誠一;藤原照幸;水野正之:高品質粘土の試験施工と品質管理 第8回環境地盤工学シンポジウム論文集,107~110,2009