

ベントナイトペレットの充填性および止水性能の確認

鹿島建設(株) 正会員 松本聡碩 ○小林一三 フェロー会員 瀬尾昭治
原子力発電環境整備機構 國丸貴紀

1. はじめに

放射性廃棄物の地層処分事業では、地上から地下深部に至る地質環境特性の分布やその変化などを把握するため、ボーリング調査やボーリング孔を利用した地下水の長期モニタリングなどが行われる。これらの調査後は、ボーリング孔が地下から地上に至る地下水の短絡経路となる可能性や、ボーリング孔が地下施設の予定領域に近接することでその建設に影響を及ぼすことなどが想定されるため、これらのボーリング孔を確実に閉塞することが国際的にも重要な課題となっている。

このような背景から、本報文ではボーリング孔の閉塞技術を整備するために、閉塞材料の候補の一つであるベントナイトペレットの充填性および止水性能を評価した結果を報告する。

2. 供試体のベントナイトペレット

供試体は、国産のNa型ベントナイトであるクニゲルV1をブリケット法によって造粒した、粒径の異なる3種類のベントナイトペレット(図-1)の混合物である。3種類のペレットの粒径および乾燥密度の平均値を表-1に示す。これらのペレットを異なる乾燥質量比で混合したものを、各試験の供試体とした。



図-1 ベントナイトペレット
(左から大ペレット, 中ペレット, 小ペレット)

3. 充填性試験

3種類のペレットの配合(乾燥質量比)をパラメータとして、充填密度の確認試験を計40ケース実施した。実際のボーリング削孔径を考慮して、内径160mmのメスシリンダーを使用した。底部を板で塞いだ塩ビ管に供試体を入れ、メスシリンダーの上で板を水平方向に引き抜くことでペレットを充填した(図-2)。その後、充填後のペレットのかさ体積とその質量から充填密度(乾燥密度)を算出した。

表-1 ペレットの粒径および乾燥密度(平均値)

形状	粒径 (mm)		乾燥密度 (Mg/m ³)
	長尺	短尺	
大ペレット	27.8	9.4	2.010
中ペレット	11.6	5.9	2.050
小ペレット	3mm 以上 5mm 以下		1.984

供試体の配合および試験結果を図-3に示す。図中の番号は、充填密度の高いものから順に付けている。一般的には、粒径が広い範囲に分布している材料の方が締固め特性に優れるが、本試験では大ペレットおよび小ペレットを50%ずつ配合した場合に充填密度が最大の1.097Mg/m³となった。これは、大ペレット

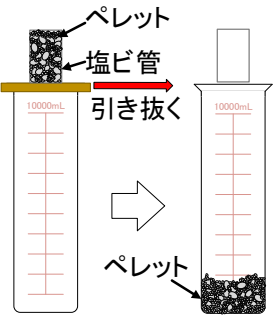


図-2 充填性試験

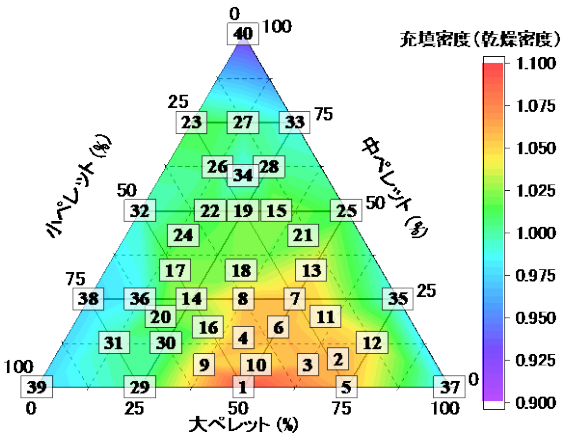


図-3 充填性試験の配合および結果

今回は採用したペレットの形状の差によるものだと考えられる。

キーワード：放射性廃棄物、地層処分、ベントナイトペレット、充填、透水係数
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

4. 透水試験

次に、ペレットの配合および通水する溶液（イオン交換水もしくは人工海水）をパラメータとして、フローポンプ透水試験²⁾を行った。試験ケースを表-2 に示

表-2 透水試験の試験ケースおよび試験結果

No.	配合（質量比）（％）			液種	充填密度(Mg/m ³) (図-3 における配合)	透水係数 (m/s)
	大ペレット	中ペレット	小ペレット			
1-DW	100	0	0	イオン交換水	0.978 (37)	1.40×10^{-12}
1-AS				人工海水		2.53×10^{-10}
2-DW	25	25	50	イオン交換水	1.027 (14)	1.04×10^{-12}
2-AS				人工海水		7.59×10^{-11}
3-DW	50	50	0	イオン交換水	1.009 (25)	1.29×10^{-12}
3-AS				人工海水		1.95×10^{-10}

す。内径および高さが 100mm である円筒形の試験セルにペレットを充填し、まず膨潤圧試験を行い、膨潤圧が一定になったことを確認した後、溶液を流量制御で通水し透水試験に移行した。このとき、通水圧が試験装置の耐圧である 3MPa を超えないように流量を設定した。

透水係数の経時変化を図-4 に示す。イオン交換水を通水した 1-DW、2-DW および 3-DW では試験開始から約 50 日経過した頃に、人工海水を通水した 1-AS、2-AS および 3-AS では試験開始から約 5 日経過した頃に透水係数が定常状態となった。最終的に得られた透水係数は表-2 の通りである。試験セルへの充填密度が同一のケースで比較すると、人工海水のケースの透水係数は、イオン交換水のケースよりも 10～100 倍程度大きくなった。

さらに、本試験で得られた透水係数と充填密度の関係を図-5 に示す。図中の既往の研究結果³⁾は、いずれもクニゲル V1 で作製したブロック状の供試体のものである。ペレットの透水係数と充填密度の関係は、ベントナイトブロックの透水係数と乾燥密度の関係と概ね同等であることが明らかとなった。

5. おわりに

本報では、粒径の異なる 3 種類のベントナイトペレットを造粒し、それらの充填密度を評価した。また、透水試験を実施することで、人工海水を通水したペレットの透水係数はイオン交換水を通水した場合よりも 10～100 倍程度大きいことや、透水係数と充填密度の関係がペレットとベントナイトブロックとで同等であることが分かった。

なお、本報は原子力発電環境整備機構からの委託による「ボーリング孔の閉塞技術に関する検討」の成果の一部である。

参考文献

1) 松本ら：ボーリング孔閉塞のためのベントナイトペレットの基本特性の取得，土木学会第 74 回年次学術講演会，VII-135，2019。

2) 平山ら：フローポンプ透水試験，応用地質技術年報，pp.157-162，2000。

3) I.Kobayashi et al.：Evaluation of specific surface area of bentonite-engineered barriers for Kozeny-Carman law，Soils and Foundations 57，pp.683～697，2017。

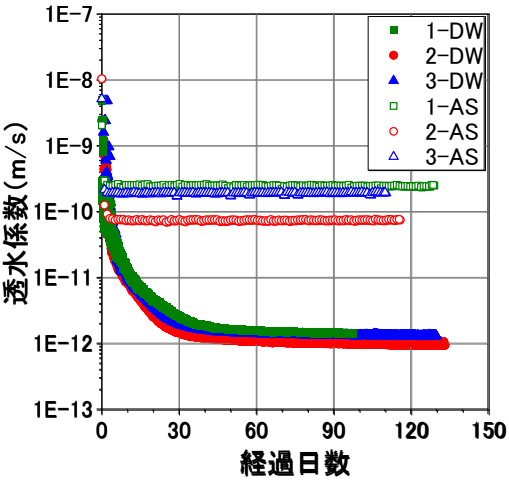


図-4 透水係数の経時変化

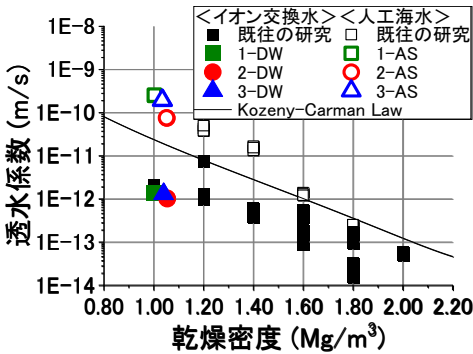


図-5 透水係数と乾燥密度の関係