メスシリンダー法による粒状ベントナイトの浸潤･膨潤特性の評価

茨城大学　正会員　○小峯　秀雄
茨城大学　フェロー会員　安原　一哉
茨城大学　正会員　村上　哲
茨城大学　井上　誠
（株）神戸製鋼所　和田　隆太郎，山口　憲治

１．はじめに

現在，緩衝材の製作方法としては，工場においてブロック状に製作したものを処分孔ピットに搬入し設置する方法が有力とされている[1),2)]．しかし，それらを現地搬送し施工する上で，多くの問題が生じると思われる．本研究では，施工性の高いと考えられる小粒径ベントナイト造粒体(以下，粒状ベントナイトと記述する)の浸潤・膨潤特性を，茨城大学で開発したメスシリンダー法[3)]により実験的に調査した．取得した実験結果を突き固めにより締固めたベントナイトの実験結果と比較することにより，粒状ベントナイトの緩衝材としての利用の可能性を検討した．

２．実験方法

使用した試料は山形県月布産の Na 型ベントナイト（クニミネ工業製・クニゲル V1，含水比：9.1～13.5%）と，このベントナイトを高密度に加工した粒状ベントナイトを使用した．粒状ベントナイトの粒径，乾燥密度，初期含水比は表 1 に示す通りである．試料に供給する水には蒸留水を使用した．今回実施したメスシリンダーを用いた浸潤・膨潤特性の簡易な実験法（以下，メスシリンダー法と記述する）は，著者らが既に提案したものである[3)]．供試体作製方法は次の通りである．すなわち，容量 1000ml メスシリンダーの 500ml 位置まで，ランマー（質量：1.2kg）で試料を 5 層に分けて突固める．その後，鉛直圧としてステンレスボールを供試体上部に投入する．今回実施した条件では鉛直圧は 3.1kPa であった．次に蒸留水をメスシリンダー内に給水し実験開始とする．実験条件は表 2 に示す通りである．実験中は供試体の上端面（V_a）と水溶液の浸潤面（V_b）をメスシリンダーの目盛りから読み取る（図 1 参照）．実験期間は 90 日間とした．浸潤特性については式(1)により定義される浸潤速度 v_n，膨潤特性については膨潤した体積を蒸留水の浸潤した体積で除し百分率で表示した式(2)により定義される膨潤率 ε_n の時間変化としてデータを整理する．

表 1 粒状ベントナイトの基本データ

	造粒体
粒径(mm)	1.70～2.00
乾燥密度(Mg/m^3)	2.03
初期含水比(%)	1.37

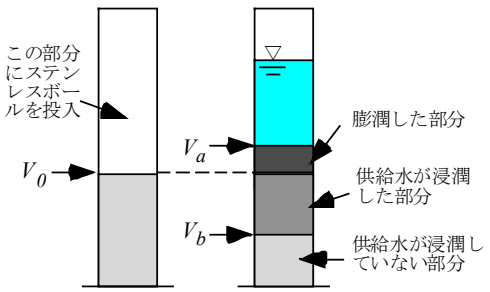

図 1　メスシリンダー法の概略図

$$v_n = \frac{V_0 - V_b}{A \times t_n} \times 10 \quad \text{(mm/min)} \quad (1)$$

$$\varepsilon_n = \frac{V_a - V_0}{V_0 - V_b} \times 100 \quad (\%) \quad (2)$$

ここに，A：供試体断面積(cm^2)，t_n：経過時間（min）

粒状ベントナイトにおいては，メスシリンダ

表 2　実験条件

実験条件	A	B
供試体の種類	粒状ベントナイト	突固め供試体
供給水	蒸留水	蒸留水
メスシリンダーの容量	1000ml	1000ml
供試体の初期体積	500ml	500ml
供給水の水位	1000ml 一定	1000ml 一定
充填乾燥密度(Mg/m^3)	1.23	1.01
上載圧(kPa)	3.1	3.1

キーワード　ベントナイト，膨潤，浸透，放射性廃棄物地層処分，室内試験
連絡先　〒316-8511　茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科　ＴＥＬ0294-38-5163

一壁面と供試体に微小な隙間が生じてしまうため，実験開始直後にメスシリンダー壁面付近の一部で給水と同時に浸潤が進行してしまう場合がある．図 2 は実験開始直後の様子を示した一例である．色の濃い部分は，給水と同時に浸潤が進行してしまった箇所である．以上のことから，粒状ベントナイトをメスシリンダー法で実験する際，水溶液の浸潤面は供試体とメスシリンダー壁面の間隙によらず，水溶液が均一に浸潤したと思われる浸潤面(V_b)を読み取り浸潤速度を算出した（図 2 右図参照）．

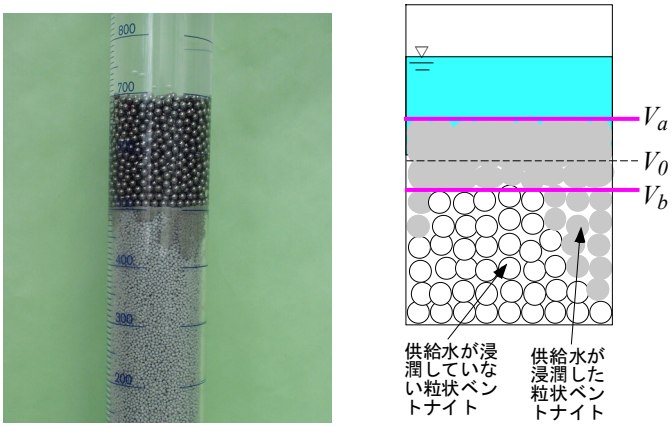

図 2　粒状ベントナイトの浸潤とデータ読み取り状況

３．粒状ベントナイトの浸潤・膨潤特性

図 3 に浸潤速度と膨潤率の経時変化を示す．今回の実験条件において，粒状ベントナイトは突固め供試体に比べ，浸潤速度の値は低く，膨潤率も高い値を示した．粒状ベントナイトは突固め供試体に比べて供試体の初期乾燥密度が高いので，上記のような結果を示したと考えられるが，給水前の供試体において水みちとなり得る部分の割合は，粒状体ベントナイトの方が大きく，供給水の浸潤が進行しやすい条件にあるものと思われた．しかし，上記の実験結果から，給水前の粒状ベントナイトは水みちとなり得る部分の占める割合は大きいが，その止水性は高く長期間にわたり維持されるものと考えられる．図 4 は，給水開始から 90 日経過した後の実験の様子を示したものである．この写真からも，粒状ベントナイトの長期間にわたる高い止水性と高い膨潤性が確認できる．今回行った粒状ベントナイトの場合，図 2 に示したように，メスシリンダー壁面と供試体の間に若干の隙間が生じてしまったため，実験開始直後にメスシリンダー壁面付近の一部で給水と同時に浸潤が進行してしまった．しかし，図 4 に示すように，給水と同時に浸潤が進行した部分は，時間が経過しても浸潤がそれ以上進行することはなく，供給水が均一に浸潤していると判断される浸潤面のみが時間の経過に伴い進行している状況が観察された．以上の実験および観察の結果から，地下水の流速が小さい条件では，このような粒状ベントナイトでも急速に再冠水する状況は少ないものと思われる．今後は，動水勾配を変化させた条件での浸潤特性などを調査し，粒状ベントナイトの緩衝材としての適用可能条件を明らかにする予定である．

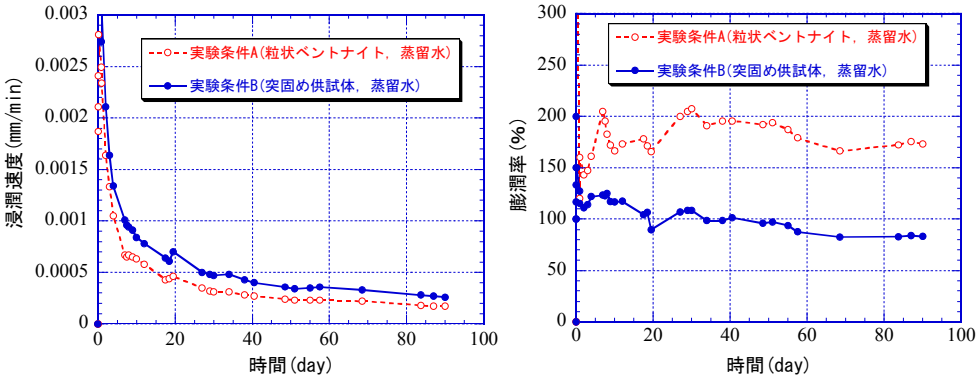

図 3　粒状ベントナイトの浸潤・膨潤特性

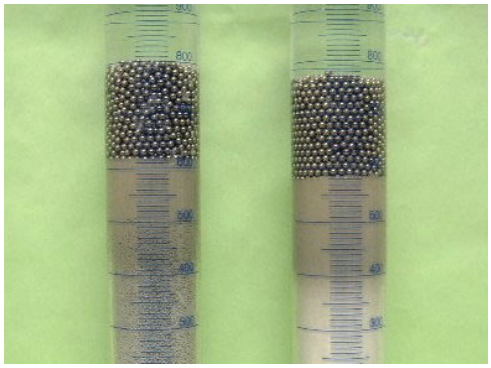

図 4　粒状ベントナイト中の浸潤特性

（左：粒状ベントナイト，右：突き固め供試体）

参考文献

1)　核燃料サイクル開発機構 1999．わが国における高レベル放射性廃棄物処分の技術的信頼性―地層処分研究開発第 2 次とりまとめ―分冊 2 地層処分の工学技術．JNC TN1400 99-022,p.IV-75.
2)　小峯秀雄・緒方信英 2002．砂・ベントナイト混合材料および各種ベントナイトの膨潤特性，土木学会論文集 No.701/III-58, pp.373～385.
3)　井上誠・小峯秀雄・安原一哉・村上哲・青砥一浩・大久保嘉雄 2002．メスシリンダーを用いたベントナイト系緩衝材・埋戻し材の浸潤・膨潤特性の簡易な実験法の提案，第 37 回地盤工学研究発表会平成 14 年度発表講演集（投稿中）