

ベントナイト系人工バリアのカルシウム水通水時の膨潤挙動

関西電力(株) 田沼進、子安徹人、樋口奈津子

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 田辺博三、本島禎二

清水建設(株) 正会員○中島均、正会員 石井卓

1. まえがき

放射性廃棄物処分施設において、ベントナイト系人工バリアが保有する膨潤性およびそれによるシール性には、施工直後に在る空隙や時間の経過にともなって発生することが予想される空隙を充填する役割(自己シール性)が期待されている。しかし、ベントナイト系人工バリアの膨潤性は、ベントナイトの交換性陽イオンがカルシウムイオンに交換される(カルシウム化)ことにより、著しく低下することが確認されている¹⁾。処分施設においては、セメント系材料が使用される予定であり、これからカルシウムイオンが溶出した場合、ベントナイト系人工バリアの膨潤性が低下する可能性がある。

本報告では、施工直後に在る空隙の充填を想定し、ベントナイト系人工バリアにカルシウムイオンを多く含む水(カルシウム水)を供給し、膨潤挙動を測定した結果を報告する。

2. 膨潤試験の概要

(1) 試験供試体

試験は、ベントナイト単体の材料とベントナイトと砂を重量比で50:50に混合した材料の2種類に対して行った。ベントナイトには、Na型ベントナイト(クミネ工業製, クニゲルV1)を用い、砂には珪砂3号と珪砂5号を重量比50:50に混合したものをを用いた。

供試体の作製は、図-1に示す試験モールド中に、最適含水比に調整した材料を投入し、所定の密度になるように圧縮成型した。供試体の仕上がり寸法は60mm、高さ10mmとした。表-1に供試体の作製条件を示す。

(2) 膨潤挙動の測定

図-1に試験の概念を示す。供試体上部に静的荷重(4.9kPaもしくは19.6kPa)を載荷させた状態で、供試体下部から水を供給し、ピストン上部の変位を計測することにより供試体の膨潤量の経時変化を計測した。供給した水には、飽和濃度(600ppm)相当の水酸化カルシウム溶液(カルシウム水)を用いた。なお、カルシウム水の供給は、水頭差10cm程度で行った。

数ヶ月間経過後に膨潤量の増加が収まったと判断した時点で、体積拘束状態にて透水係数を測定した。透水係数の測定時には、水頭差が最大200cmになるように、注入圧を段階的に増加させた。

透水係数の測定後に、再び所定の荷重を載荷し、膨潤量を測定した。

3. 試験結果

膨潤率の経時変化を図-2, 図-3中に示す。膨潤率とは、試験により得られた膨潤量を初期の供試体高さで除し、百分率で表したパラメータである。図中の実線で示しているものは、カルシウム水を通水した今回の試験結果である。

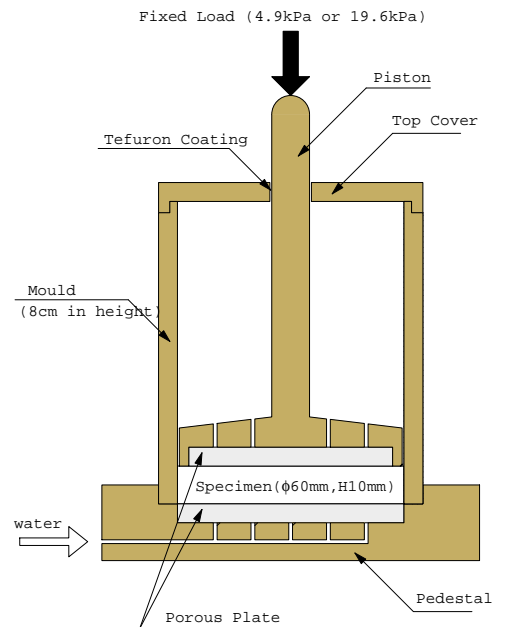


図-1 試験装置の概念

表-1 供試体の作製条件

Type	water content (%)	dry density (Mg/m ³)
Bentonite	20	1.6
Bentonite+sand*	15	1.8

*Bentonite:sand = 50:50 by weight

キーワード: ベントナイト、膨潤、カルシウム化、自己シール性

連絡先: 〒135-8530 東京都江東区越中島三丁目4番17号 TEL 03-3820-5476, FAX 03-3820-5959

これに対し、図中の点線で示した膨潤率は、著者らが過去に取得したデータ¹⁾であり、水道水からイオン分を除去した水(イオン交換水)による結果である。供試体の作製条件および载荷条件を含む試験方法は、同じである。また、線がつながっていない部分では、透水係数を計測するために、供試体の変形を固定した時間を示している。

カルシウム水の通水を開始したと同時に膨潤率は急激に増加し、3ヶ月程度でほぼ収束した。イオン交換水を通水した場合の挙動と比較して、ほぼ同様の挙動を示した。

図-4に膨潤率がほぼ収束したと判断した後に計測した透水係数をプロットしたものを示す。膨潤した後の乾燥密度とその時点での透水係数の関係は、イオン交換水を通水したもので得られた関係にあっている。

しかし、透水係数を測定した後に再度、膨潤量を測定した結果では、膨潤量の挙動に若干の違いが見られた(図-2, 図-3参照)。すなわち、イオン交換水を通水した場合には、透水試験後にさらに膨潤量が増加したケースが多くみられたが、カルシウム水を通水した場合には、膨潤量の増加は確認できなかった。

試験で得られた最終的な膨潤率をまとめると、表-2のようになり、カルシウム水を通水した場合のほうが小さい結果となったが、その量は、非常に小さい。

表-2 最終膨潤量の比較

Material	Bentonite		Bentonite+sand	
	4.9kPa	19.6kPa	4.9kPa	19.6kPa
calcium water	247%	158%	136%	77%
distilled water	270%	175%	145%	93%

4. まとめ

放射性廃棄物処分施設にベントナイト系人工バリアを設置した場合に、施工終了時に若干の空隙が生じることが考えられるが、カルシウムイオンを含む水が人工バリアに供給された場合にも、これらの空隙を充填することが可能であることがわかった。

なお、本報告は「電力共通研究:処分施設成立性に係る緩衝材の特性研究」の成果の一部をまとめたものである。

参考文献

1) H.Nakashima, T.Ishii, A.Nakahata, H.Tanabe and S.Tanuma : Swelling deformation of compacted bentonite/sand mixture, Clay Science for Engineering, Proc.IS-SHIZUOKA2001, Balkema.

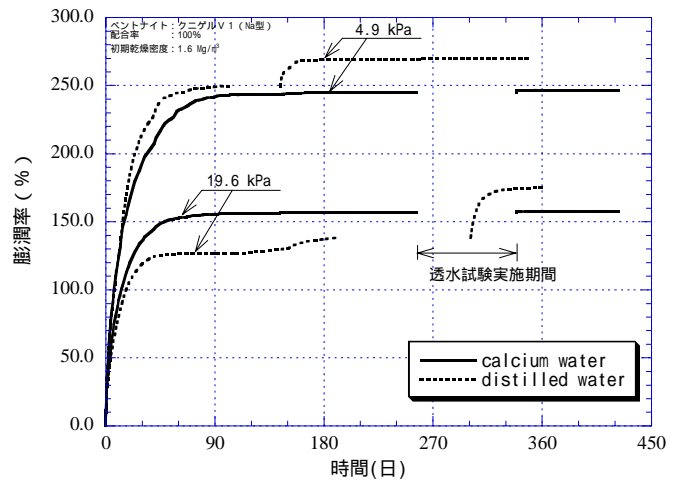


図-2 膨潤率の経時変化(ベントナイト単体)

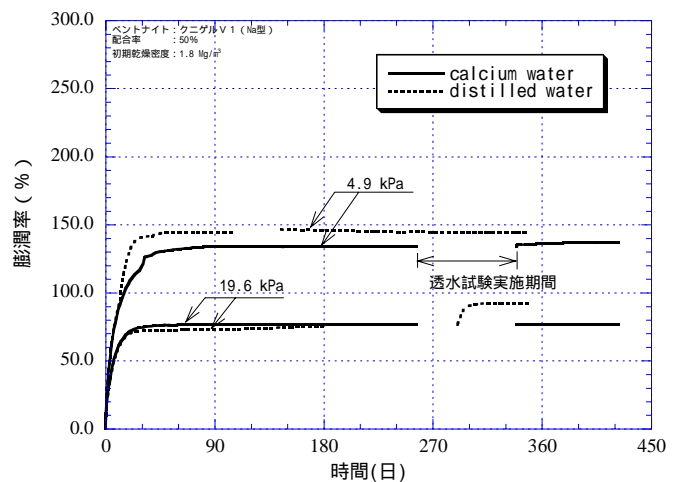


図-3 膨潤率の経時変化(ベントナイト 50%+砂 50%)

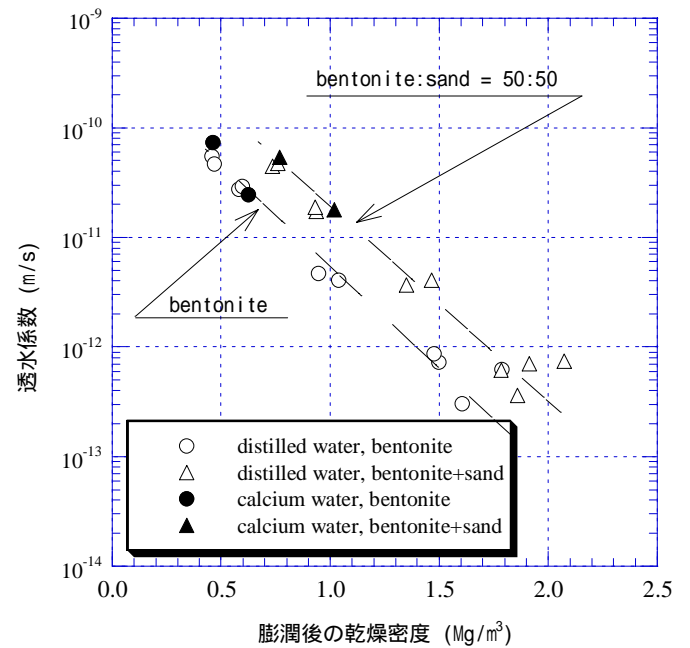


図-4 膨潤後の透水係数