

III-48

電子顕微鏡によるベントナイトの膨潤挙動の観察

(財)電力中央研究所 正会員 ○小峯秀雄

(財)電力中央研究所 正会員 緒方信英

(株)シーアールエス 田代勝浩

1 はじめに

放射性廃棄物処分施設、特に放射能レベルのあまり高くない廃棄物処分施設においては、難透水性、核種の吸着性の観点から、砂とベントナイトの混合材料の利用が考えられている⁽¹⁾⁽²⁾。筆者らは、この混合材料の透水特性や膨潤特性について調査・検討を行い、既に報告している⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。これらの研究の成果から、砂・ベントナイト混合材料の透水特性は、混合材料中のベントナイトの膨潤特性と密接な関係にあることが明らかにされてきた。本研究では、飽和水蒸気圧が制御できる最新の電子顕微鏡により、混合材料中のベントナイトの膨潤挙動を観察し、ベントナイトの透水特性について考察する。

2 観察試料の概要

飽和水蒸気圧が制御できる電子顕微鏡で観察した試料はモンモリロナイト含有率が48%のNa型のベントナイトと三河珪砂6号（粒径：74～840 μ m）を混合したものである。ベントナイトの配合率（全試料の乾燥質量に対するベントナイトの乾燥質量の百分率）が5%と20%の2種類の混合材料を用いた。いずれも、それぞれの最適含水比（表-1参照）で締固めた供試体から切り出し、観察に供した。

表-1 各ベントナイト配合率における最大乾燥密度と最適含水比

ベントナイト配合率(%)	最大乾燥密度(g/cm ³)	最適含水比(%)
5	1.61	19.4
20	1.68	17.0

3 ベントナイトの膨潤挙動の観察

本研究で用いた電子顕微鏡は温度と真空度の制御が可能である。飽和水蒸気圧は温度に依存し、図-1に示すように変化する。すなわち、ここで用いた電子顕微鏡は、温度と真空度をコントロールすることにより、可能な限り飽和水蒸気圧に近い状態で含水試料の観察が可能である。さらに、本電子顕微鏡では、任意の温度に対応する飽和水蒸気圧の下で試料を観察した後、温度をわずかに上昇させることにより水蒸気を結露させ試料に加水し、

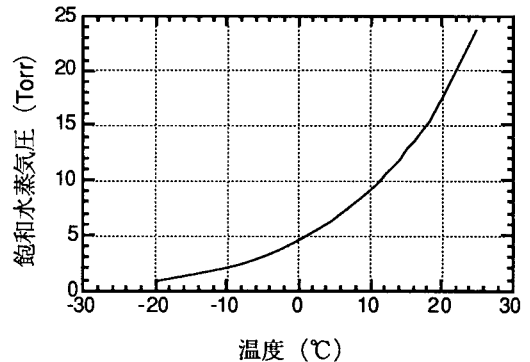
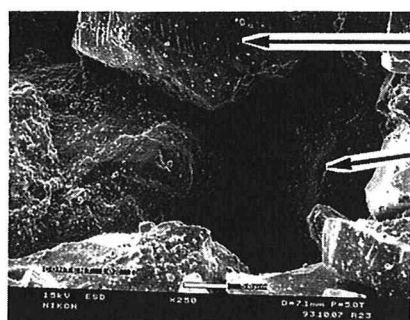


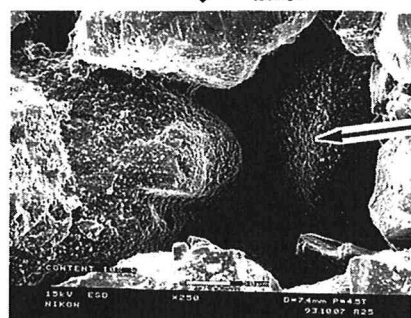
図-1 飽和水蒸気圧と温度の関係

再び観察することが可能である⁽⁷⁾。本研究では、2で示したベントナイト配合率5%と20%の混合材料に対して、最適含水比で締固めた状態および結露によりさらに吸水した状態を観察した。ベントナイト配合率5%の観察結果を写真-1、配合率20%の観察結果を写真-2に示す。これらの写真から、混合材料中のベントナイトが吸水により体積膨張していることが分かる。ベントナイト配合率5%の場合は、吸水によるベントナイトの体積膨張が生じているが、混合材料中の間隙を十分に充填するまでに至っていない。一方、配合率20%の混合材料では、その間隙がベントナイトの吸水膨張により、ほぼ完全に充填されていることが分かる。図-2には、混合材料の透水係数とベントナイト配合率の関係を示す。混合材料の透水係数については、写真-1、2の考察から、ベントナイト配合率5%の場合には十分に間隙が充填されていないために、図-2に示すように配合率20%の透水係数と比べて大きくなるものと考えられる。一方、ベントナイト配合率が20%の場合、乾燥密度が表-1に示した最大乾燥密度程度の値であれば、ベントナイトの吸水膨張により間隙がほぼ完全に充填されるため、透水係数は著しく小さくなる。さらに、最大乾燥密度程度で20%以上の配合率であれば、混合材料の間隙はほぼ完全に充填されると考えられるので、配合率を20%以上にしても、その透水係数の低下は大きくならないものと考えられる。



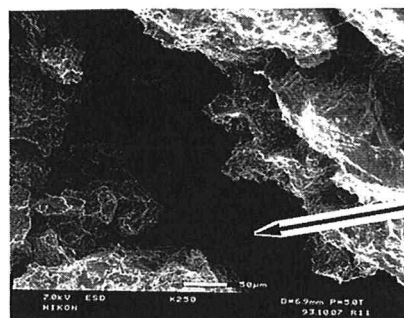
ベントナイト配合率5%
(最適含水比状態)

↓ 結露により
加水



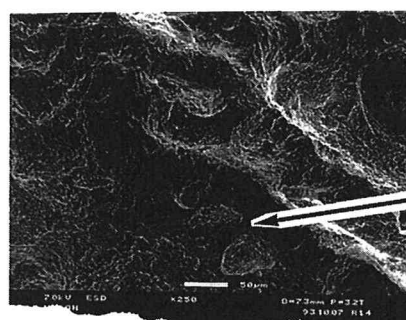
ベントナイト配合率5%
(結露により加水した後の状態)

写真－1 ベントナイト配合率5%の
膨潤挙動の観察結果（倍率：250倍）



ベントナイト配合率20%
(最適含水比状態)

↓ 結露により
加水



ベントナイト配合率20%
(結露により加水した後の状態)

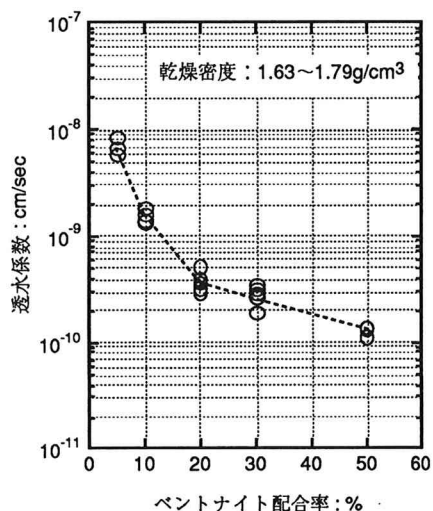
写真－2 ベントナイト配合率20%の
膨潤挙動の観察結果（倍率：250倍）

4 結 論

温度と真空度が制御できる最新の電子顕微鏡により、混合材料中のベントナイトの膨潤挙動が観察できた。その結果、透水係数が小さいベントナイト配合率20%の場合、ベントナイトの膨潤により間隙が十分に充填されていることが分かった。

参考文献

- (1)Pusch, R. (1982) : Mineral - water interactions and their influence on the physical behavior of highly compacted Na-bentonite, Canadian Geotech. J., Vol.19, No.3, pp381-387
- (2)Kenny, T.C., van Veen, W.A., Swallow, M.A. and Sungaila, M.A. (1992) : Hydraulic conductivity of compacted bentonite-sand mixtures, Canadian Geotech. J., Vol.29, pp364-374
- (3)小峯、緒方、菅原(1991) : 砂とベントナイトの混合材料の透水係数、土木学会第46回年次学術講演会、pp884-885
- (4)小峯、緒方、菅原(1992) : 砂とベントナイトの混合材料の膨潤変形前後の透水係数、土木学会第47回年次学術講演会、pp.666-667
- (5)Ogata, N. and Komine, H. (1993) : Permeability Changes of Bentonite-Sand Mixture before and after Swelling, SMiRT12, pp357-362
- (6)小峯、緒方、菅原、伊藤(1993) : 砂とベントナイト混合材料の膨潤特性に関する一考察、土木学会第48回年次学術講演会、pp364-365
- (7)緒方、小峯(1994) : ベントナイト-砂混合材料の透水係数に関する一考察、第29回土質工学研究発表会（投稿中）



図－2 透水係数とベントナイト配合率の関係