

処分場閉鎖前の乾燥過程を考慮した多孔質体における物質移動と間隙分布の変化

Changes of mass transfer and porosity distribution in porous media,
considering a drying process before the closure of repository

*鹿野 悟史¹, 新堀 雄一¹, 千田 太詩¹

¹東北大学

本研究では、処分環境における乾燥過程を伴う物質移動および処分場周辺の止水性の向上に関する基礎研究として、高塩濃度の溶液で湿潤した多孔質体充填層を乾燥させ、X線CT値に基づく間隙率の算出を行い、溶質の析出に起因した間隙率の変化を定量的に明らかにした。

キーワード：地層処分, 多孔質体, 乾燥, 間隙, X線CT

1. 緒言

地層処分では閉鎖前の少なくとも50年間において処分場内の坑道は通気されており、坑道周囲の不飽和層から坑道に向かって乾燥過程が生じる[1]。一般に、多孔質体中の乾燥過程において、水の蒸発や毛管力によって溶媒とともに溶質が乾燥面近傍へと集積する現象が確認されている。これを地層処分の周辺環境に適用すると、セメント系材料からの溶出成分や、地下水の高アルカリ化によって溶出するケイ酸が高濃度になり、不飽和層における乾燥過程に伴い坑道周辺へと移動した後、これらの溶存成分が再び析出することになる[2]。本研究では、湿潤した多孔質体充填層の乾燥による物質移動および間隙率の変化について、X線CTを用いて基礎的知見を取得することとした。

2. 実験

本実験では、乾燥過程にて析出する溶質として塩化セシウム(CsCl)を試験的に使い、CsCl溶液(10 mM, 100 mM, 1.0 M)により多孔質体充填カラム(ケイ砂の平均粒径 190 μm 、カラム充填長さ 25 mm、カラム管内径 12 mm)を湿潤させた。その後、飽和塩化アンモニウム溶液を置いたデシケーター内に60日間静置して乾燥させた。この際、カラムは下端を封じた状態で鉛直方向に配置するとともに上端は開放しており、このカラム上端からのみ水分の乾燥が進展するようにした。乾燥後、X線CTを用いて画像観察と間隙率の算出を行なった。

3. 結果および考察

図1に、CsCl 1.0 M溶液を用いた場合のCT断面画像(白色が間隙率の小さい部分、黒色になるにつれて間隙率が大きい)、および、縦方向の間隙率を左から順にそれぞれ示す。なお、後者は、2次元のX線CT値を用いた縦方向の一定区間ごとの平均間隙率である。図1より、乾燥に伴い充填層上部の間隙率が低下することがX線CTによる画像観察およびカラム内の間隙率分布から示された。本研究は、

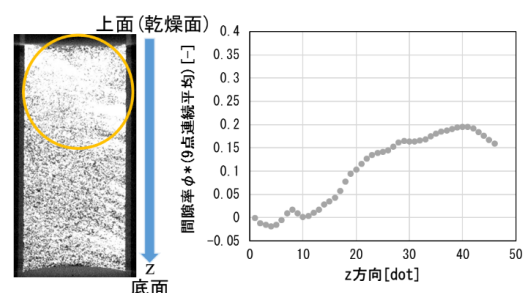


図1 CsCl 1.0 M溶液におけるCT断面画像及び縦方向の間隙率

極端に塩濃度が高い溶液を用いることで不飽和層の乾燥過程における溶質析出を加速した検討であるが、これらの結果は乾燥過程に伴う物質移動によるバリア機能の向上の可能性を示す。

参考文献

[1] 原子力発電環境整備機構：高レベル放射性廃棄物地層処分の技術と安全性 (2004).

[2] 原子力発電環境整備機構：低アルカリ性セメントの処分場における長期適用性に関する検討, NUMO-TR-08-02(2008).

*Satoshi Kano¹, Yuichi Niibori¹ and Taiji Chida¹

¹Tohoku Univ.