

沿岸域における地下水流動への非ダルシー性の影響(第3報)(1) 非ダルシー性と水質の関係 2

(財)産業創造研究所 高橋康裕, 鈴木和則, 萩沼真之  
 同上 正会員 大岡政雄, 松尾雄司  
 応用地質(株) 岩本 健, 細田光一, 東 宏幸

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分が予想される地下深部の動水勾配は非常に小さく、動水勾配の小さい領域での透水性の特異性<sup>1)2)</sup>(非ダルシー性・図1)は、地下深部の地下水流動に大きく影響すると考えられる<sup>3)</sup>。

日本に広く分布し地層処分の候補地質のひとつである堆積軟岩は非ダルシー性に関する知見が少ないことから、我々は室内透水試験等により堆積軟岩の非ダルシー性に関する知見の取得を進めている。また、超長期予測の観点等から水質に着目したデータの取得も行なっている<sup>3)</sup>。

本稿は、2種類の堆積軟岩に異なる水質の実験水を用いた透水試験結果に関する報告である。

2. 透水試験

(1) 岩石試料

試料は2岩種ともボーリングコアを用いた。岩種1は砂質シルト岩(鉛直深度約220m)で珪藻を多く含む。岩種2は凝灰質砂岩でスメクタイトを多く含む。岩種1では3種類の実験水、岩種2では2種類の実験水を用いて透水試験を実施した。それぞれの岩種の試験に用いた供試体は、同一深度から採取した試料の中から物理特性(湿潤密度と含水比)の差の小さいものを選定した。表1に供試体諸元を示す。

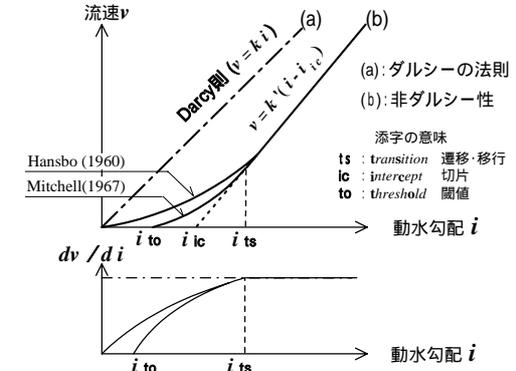


図1 非ダルシー性の概要

表1 供試体諸元

試験内容	岩種1			岩種2	
	淡水	模擬間隙水 (海水比0.16)	人工海水	模擬間隙水 (淡水)	人工海水
分析項目					
採取深度 (m)	約225m			約20m	
土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.60				
湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.71	1.72	1.72	1.70	1.68
含水比 (%)	42.5	40.6	41.1	47.4	47.5
間隙比	1.16	1.12	1.13	1.34	1.37
CEC (meq/100g乾土)	29.7			56.8	
地質	極細粒砂質シルト岩 新第三紀新統			凝灰質砂岩 新第三紀中新統	

(2) 試験装置および試験条件

透水試験装置は定水位試験法を基本として、供試体の流入・流出側の流量と水頭を高精度に測定する構成とした。図2に試験装置を、図3に主な試験条件を示す。なお、透水試験前に、間隙水と実験水の差異を少なくするため、約150ml~560ml(間隙体積の約3倍~10倍に相当)の実験水を供試体に通水した。置換水は化学成分などを分析し、実験水と置換水の性状が概ね同じであることを確認した。

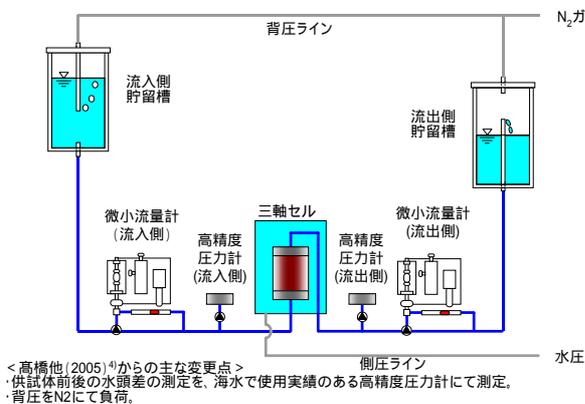


図2 試験装置の概要

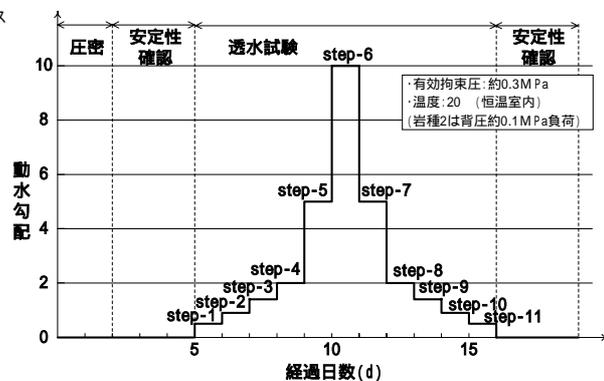


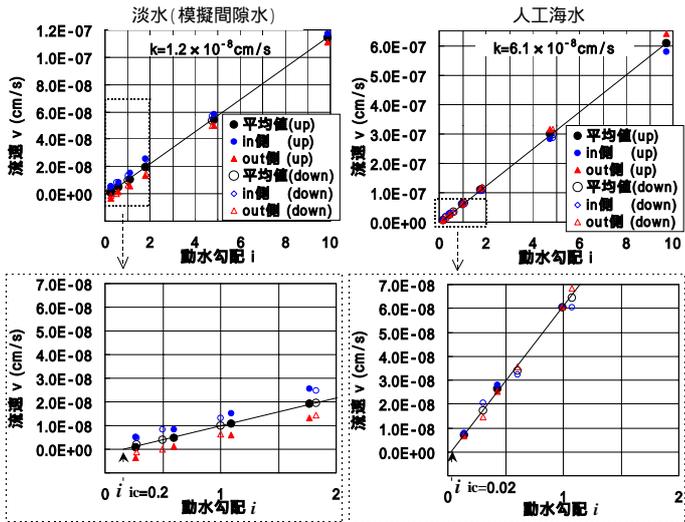
図3 試験条件

キーワード：非ダルシー性, 透水係数, 地下水流動, 水質

連絡先：〒277-0861 千葉県柏市高田 1201 TEL.04-7146-0011 FAX.04-7144-7602

（3）試験結果

図4に、岩種2の透水試験結果（流速 動水勾配関係）を示す（岩種1は高橋他（2005）<sup>4</sup>）に掲載）。



透水係数  $k$  は流入側と流出側流速の平均値の回帰線の傾きとした。

図4 流速 動水勾配関係（岩種2）

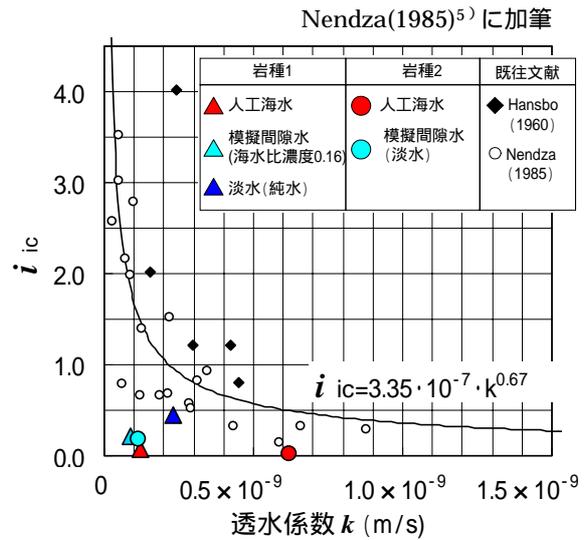


図5 既往研究との比較 ( $i_{ic}$ )

岩種2の透水試験は、動水勾配の上昇時（図4中の up ; Step-1~6）と下降時（図4中の down ; Step-7~11）でほぼ同じ結果となっており、低動水勾配領域及び微小流動領域で安定したデータが得られていると判断される。一方、流入側と流出側の流速差が認められるが、試験前後の安定性確認時（動水勾配 0）にそれと同じ現象を確認しており、その流速差は止水性能等に起因した試験誤差と考えている。本稿では、試験流入側と流出側の流速平均値が一次回帰式に良く合い、流速差の大小によって平均値が回帰式から逸脱することも殆どないことなどから、流入側と流出側の流速の平均値を用いて透水性を評価することとした。

岩種2の流速 動水勾配関係は、模擬間隙水（淡水）でダルシー則からの逸脱が認められ、非ダルシー性の一指標  $i_{ic}$  は約 0.2 である。一方、人工海水ではダルシー則からの逸脱は非常に小さい。

図5に、本研究(堆積軟岩)で求めた岩種1と岩種2の  $i_{ic}$  と既往文献(粘性土)で得られている  $i_{ic}$  を併せて整理した。本研究で得た  $i_{ic}$  は 0~0.5 であり、透水係数による違いや塩濃度による変化が認められる。既往文献と比較すると、 $i_{ic}$  は粘性土より本研究結果である堆積軟岩の方が小さく、同程度の透水係数で  $i_{ic}$  は約半分から1割程度である。この差は材料特性の差異などにより生じているものと推測される。

今後、低動水勾配領域及び微小流動領域での透水性の評価法についてさらに吟味する予定である。また、非ダルシー性は岩種や水質により異なると考えられることから、より多くの岩種のデータを蓄積して非ダルシー性の理解を深め、非ダルシー特性を考慮した地下深部の水理場の評価手法などを検討する予定である。

**謝辞**：本研究に関して岡山大学西垣教授に多岐に渡るご意見を頂きました。岩種2は独立行政法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センター殿よりご提供頂き、また、試料の選定に際して同センター水野様に、模擬間隙水の作成に際して三菱マテリアル(株)上田晃様にご協力頂きました。記して謝意を表します。

**参考文献**

- 1) S.Hansbo : Consolidation of clay, with special reference to the influence of vertical sand drains, Proc.18, Swedish Geotech. Inst., 1960
- 2) J.K.Mitchell and J.S.Younger : Abnormalities in hydraulic flow through fine-grained soils, ASTM Spec, STP 417, pp.106-139, 1967
- 3) 財団法人産業創造研究所, “塩水環境下処分技術調査”, 2005
- 4) 高橋他 : 沿岸域における地下水流動への非ダルシー性の影響 第2報(2) 非ダルシー性と水質の関係, 土木学会第60回年次学術講演会要項集, 2-037, pp.73-74, 2005
- 5) H.Nendza and H.G.Gabener : Flow phenomena in soils with small permeability, Proc. 11<sup>th</sup>, Int Conf. Soil Mech. Foundation Eng., vol.2, pp.597-602, 1985

本研究は、経済産業省の委託を受けて実施した「地層処分技術調査等（塩水環境下処分技術調査）」の成果の一部である。