

岩石試料の保水性試験 —軟岩の不飽和浸透特性評価(その2)—

岡山大学 正会員 小松 満 榊 利博
原子力発電環境整備機構 國丸貴紀
電力中央研究所 正会員 長谷川琢磨
鹿島建設(株) フェロー会員 瀬尾昭治 正会員 栗原啓丞

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る地質環境調査では、母岩の特性を把握して評価することが重要であるものの、不飽和状態の堆積岩の浸透特性を評価する室内試験法については、明確な基準化に至っていないのが現状である。そこで本報では、堆積岩の保水性の室内試験手法の確立を目的とし、サイクロメータを用いてヒステリシスを考慮したデータの取得方法について検討した結果を報告する。

2. 測定方法と供試体形状の違いによる検証

測定に用いたサイクロメータは METER 社製の水ポテンシャル測定装置 WP4C であり、水蒸気圧に平衡状態にある供試体をチャンバー内に格納し、冷却しながらミラーが結露した時点の水蒸気圧を計測することによって供試体のサクシオンを求めるものである。なお、測定範囲はカタログ値で 0.1~300MPa と示されている。

まずは、予備試験として供試体形状の違いによる違いを確認するために、現地から採取した堆積岩のボーリングコア試料を用い、写真 - 1 に示すようにパウダー状、直方体、円柱の 3 つの形状の供試体に対する測定を実施した。供試体は概ね飽和状態に近いコア試料をロータリーハンドソーで切削し、パウダー状はその切削屑を用い、直方体、円柱の供試体はさらにサンダーを用いて形状を整えた。切削工程時の乾燥の影響により初期体積含水率は必ずしも一様ではなく、初期段階の測定後は各供試体を風乾により体積含水率を減少させるとともに、供試体内の水分量が一定となるように一週間程度養生期間を設けて次の段階の測定を実施した。これを数段階繰り返して、体積含水率とサクシオンの関係を求めた。

試料の物理特性を表 - 1 に、測定結果を図 - 1 に示す。いずれの供試体も概ね同等の傾向を示しているが、パウダー状の供試体がわずかに低い値を示した。これはパウダー状にしたことで空隙構造が変化し保水特性に影響したものと考えられる。同図には別途加圧法によって測定した結果¹⁾も併記したが、データの連続性から判断すると、直方体あるいは円柱の供試体の方が加圧法の結果とより整合していると判断できる。このことから、以降の測定に用いる供試体はパウダー状(紛体状)ではなく、チャンバー容器に入る大きさの固体状のものを切削して製作することとした。

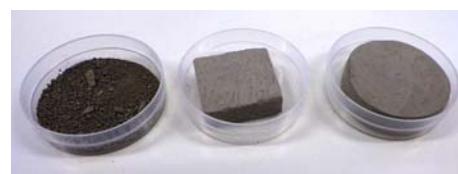


写真 - 1 予備試験試料

表 - 1 予備試験試料の物理特性

土粒子密度	ρ_s (g/cm ³)	2.304
乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	0.986
間隙率	n	0.572

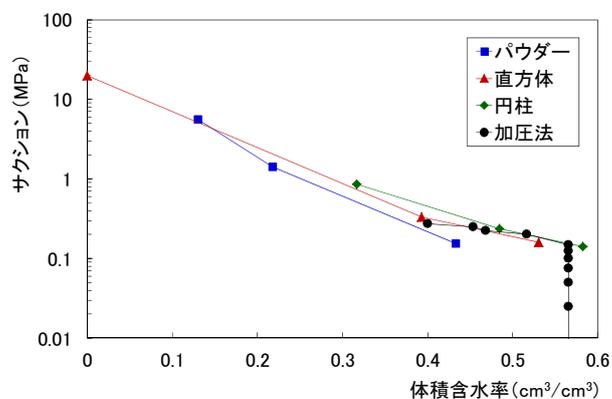


図 - 1 予備試験結果 (排水側)

表 - 2 試験試料の物理特性

土粒子密度	ρ_s (g/cm ³)	2.521
乾燥密度	ρ_d (g/cm ³)	1.674
間隙率	n	0.336



写真 - 2 試験試料

キーワード：堆積岩，保水性，サイクロメータ，体積含水率

連絡先：〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 TEL 086-251-8160

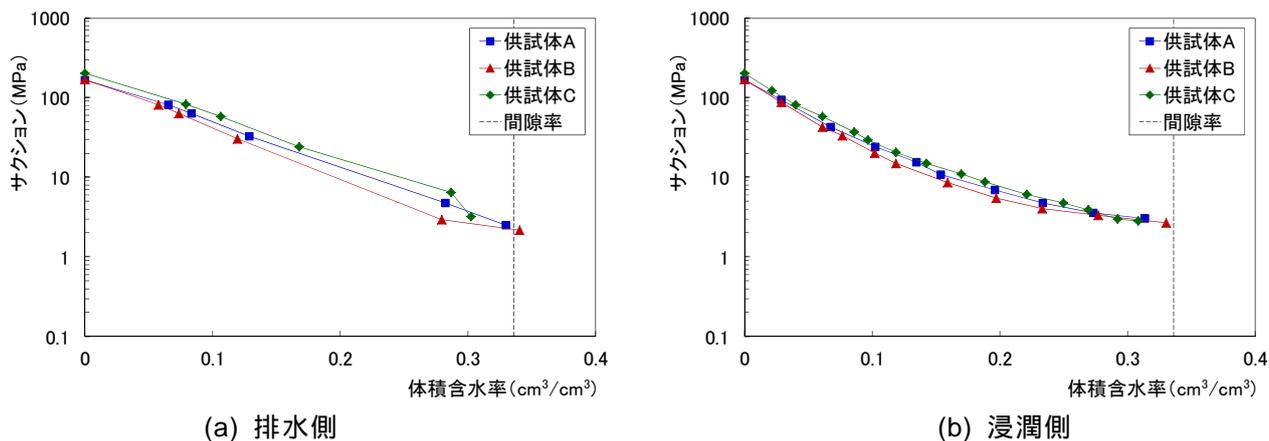


図 - 2 測定結果

3. 測定結果

次に、予備試験とは異なる堆積岩に対する測定を実施した。ここで用いた堆積岩は、神奈川県横須賀市の葉山層群より採取した泥岩であり、その物理特性を表 - 2 に示す。ボーリングコア試料を切削し、写真 - 2 に示すように固体状の供試体を3個製作した。

測定方法は、まずは予備試験と同様に各供試体を風乾により体積含水率を減少させた後、一定期間養生後に測定する段階を繰り返す排水側と、炉乾燥後少量の水分を注射器で供試体表面に滴下した上で一定期間養生後に測定する段階を繰り返す浸潤側の測定を連続して実施した。

図 - 2 に排水側と浸潤側のそれぞれの結果を示す。排水側の飽和に近い領域のデータが一部得られていないものの、浸潤側も含め3つの供試体は概ね同様の傾向を示した。次に、図 - 3 に排水側と浸潤側のデータを比較した結果を示す。排水側のデータが少ないものの、概ね排水側のサクシオンの方が大きく現れている。また、得られた水分特性曲線に対してVGモデル²⁾をフィッティングさせた結果を併記する。飽和に近い領域で測定結果がややモデルから乖離する状況となっているものの、ヒステリシスが現れる結果となった。

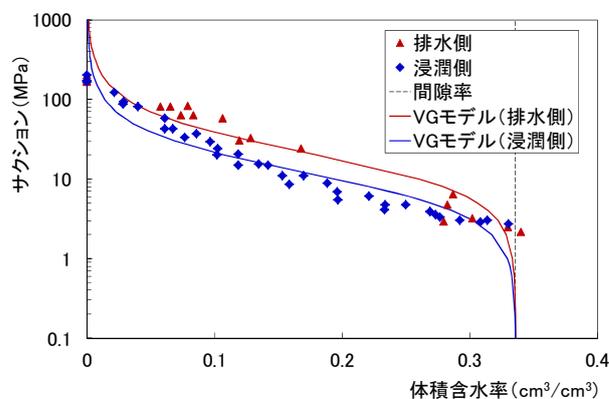


図 - 3 測定結果のまとめ (水分特性曲線)

4. まとめ

堆積岩の保水性の室内試験手法の確立を目的とし、サイクロメータを用いてヒステリシスを考慮したデータの取得方法について検討した結果、排水側よりも浸潤側のサクシオンが低く現れるヒステリシスを確認した。今後の課題としては、各段階の測定を細かく実施することでより多くのデータを収集すること、また、他の保水性試験方法(例えば遠心法等)の測定結果を追加することで測定結果の信頼性を高めること、さらに、水分特性曲線を推定する他のモデルの適用などが挙げられる。

参考文献

- 1) 小松満, 藤田知大, 児島晃弘: 塩水環境下における堆積岩の不飽和浸透特性の計測法に関する研究, 土木学会中国支部研究発表会発表概要集, -25, 2010.
- 2) van Genuchten, M.Th.: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, Soil Science Society of America Journal, vol. 44, No.5, pp.892-898, 1980.