

含水岩石のガス浸透特性: ガス貫通試験による評価

Gas penetration characteristics of a water-saturated rock as evaluated by the gas breakthrough method

西山 直毅 [1]; 横山 正 [2]; 竹内 晋吾 [3]; 中島 崇 [4]; 中嶋 悟 [5]

Naoki Nishiyama[1]; Tadashi Yokoyama[2]; Shingo Takeuchi[3]; Takashi Nakajima[4]; Satoru Nakashima[5]

[1] 阪大・理・宇宙地球; [2] 阪大・理・宇宙地球; [3] 電中研; [4] 阪大・理・宇宙地球; [5] 阪大・理・宇宙地球

[1] Dept. Earth & Space Sci., Osaka Univ; [2] Dept. Earth and Space Science, Univ. Osaka; [3] CRIEPI; [4] Earth and Space Science, Osaka Univ.

; [5] Dept. Earth & Space Sci., Osaka Univ.

地質媒体中のガスの貯留や集積を考える上で、岩石のガス浸透特性の評価は重要である。水で飽和した岩石中にガスが進入すると、間隙中の水は押し出される。この時、毛細管における力の釣り合いから、ガスの圧力と間隙半径との間には以下の式が成り立つ (Gelinas and Angers, 1986; Innocentini and Pandolfelli, 2001) :

$$P=2 \cos \theta / r$$

ここで、 P は試料両端の差圧 (Pa), σ は水-ガス表面張力 (N/m), θ は接触角 (度), r は間隙半径 (m) である。この式から、細かい間隙ほど、中の水を押し出すためには大きな差圧が必要になることが分かる。いま、含水岩石の両端でガス圧が異なり、高圧側からガスが進入して水が低圧側に押し出される場合を考える。差圧を増加させていくと、はじめは低圧側にはガスが流れないが、ある差圧の時に最も太い間隙中の水が押し出されて流路が貫通し、ガスが流れるようになる。さらに差圧が高くなると、より細かい間隙中の水が押し出されてガスの流路が増えるため、全体の流量も増える。したがって、差圧が増加するに連れて、全体の流量から計算される岩石の浸透率は高くなる。本研究では、このような差圧と浸透率の関係を定量的に評価するために、ガス貫通試験 (Yokoyama and Takeuchi, 2009) を応用した実験を行った。

実験には、フォンテーヌブロー砂岩 (フランス) を用いた。この砂岩の鉱物組成はほぼ 100 % 石英であり、石英粒子の粒径は約 200-250 μ m である。間隙率 5% の砂岩から切り出したコアの側面を樹脂でシールし、上下面をカットして試料とした。まず、乾燥試料を用いて、差圧を徐々に増加させてガス流量を測定し、Forchheimer の式から浸透率 (1.5E-14 m²) を決定した。次に、間隙を水で飽和させた試料を用いて同様の実験を行った。差圧を徐々に増加させると、185 hPa 未満ではガスが流れなかったが (浸透率は 0 m²)、185 hPa で最も太い半径 8 μ m の間隙が貫通し、その時の浸透率は 4.2E-17 m² であった。以降、差圧が増加するに連れてより細かい間隙が貫通し、浸透率が増加した。最終的には、差圧が 2100 hPa の時に乾燥試料の浸透率と等しくなった。

実際の地質環境下のガスの浸透を考える場合、差圧・含水状態に応じた浸透率を考慮する必要がある。本研究の手法は、そのような差圧 - 浸透率の関係の評価に利用できる。