HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	釧路コールマインにおける砂質頁岩のガス浸透率
Author(s)	高橋, 徹; 菅原, 隆之; 藤井, 義明 他
Description	平成26年度資源・素材学会北海道支部総会および春季講演会、2014年6月14日(土)、JAEA幌延深地層研究センター、幌延町
Citation	資源・素材学会北海道支部春季講演会講演要旨集, 2014, 7-8
Issue Date	2014-06-14
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56374
Type	conference paper
File Information	MMIJ-H,2014,7-8.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

釧路コールマインにおける砂質頁岩のガス浸透率

北大　高橋徹・菅原隆之・藤井義明・児玉淳一・福田大祐、釧路コールマイン　松本裕之・内田景己

1. はじめに

近年、堆積岩や堆積物に賦存する非在来型化石燃料に多くの関心が寄せられている。松本ら（2013）によれば、北海道釧路市の東南に位置する釧路コールマイン周辺でも、白亜紀層における岩盤層内のメタンガスの湧出が確認されており、その成因、流動経路、採掘方法等が検討されている。調査・研究対象地域は釧路コールマインの鉱区に重複・隣接する区域一帯である。本研究の目的は、釧路コールマインにおけるメタンガスの成因・湧出メカニズム・採掘方法を検討する一助となすための基礎的なデータとして白亜系岩石の浸透率を測定することであり、深度 280.1～281.0 m の緻密な釧路砂質頁岩に対して実験を行った。

2. 健全な供試体の浸透率測定

本来はメタンガスで実験すべきだが、本研究では安全のため窒素ガスを用いた。直径 30 cm 高さ 60 cm の気乾状態の供試体にエンドピースを取り付け、供試体側面でのガスの移流を防ぐためシリコンシーラント（信越化学工業株式会社、一液型 RTV ゴム、KE3495）でコーティングした。次に、エンドピースと供試体を熱収縮チューブ（潤工社製、ジュンフロン FEP 熱収縮チューブ、NF300）で被覆した。被覆した供試体を超小型三軸セルに挿入し、材料試験機（インストロン社製、5500R、機械式、250 kN）で軸圧、ダブルプランジャポンプで封圧を作用させ静水圧とした（Fig. 1）。窒素ボンベから窒素ガスを注入した。

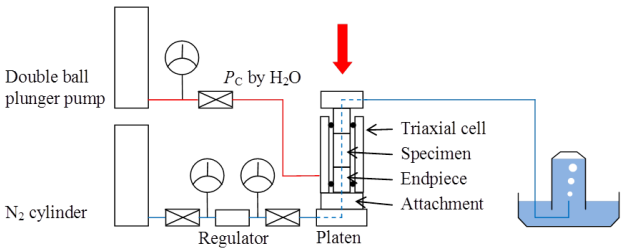

Fig. 1　A schematic diagram of the apparatus

上流圧を一定に保ちながら大気圧に開放していた下流側のバルブを閉じ、下流の圧力変化を測定した。トランジェントパルス近似法の理論式（Brace et al., 1968）は、

$$K = \frac{\mu L \alpha}{(G_1 + G_2)A} \tag{1}$$

μ : Viscosity (Pa·s)
L : Specimen length (m)
G_1 : Stiffness of upstream (Pa/m^3)
G_2 : Stiffness of downstream (Pa/m^3)

ここで、$G_1 \ll G_2$ より G_1 は省略でき、結局、浸透率は以下の式で求めることができる。

$$K = \frac{\mu L \alpha}{G_2 A} \tag{2}$$

G_2 は、来待砂岩の定圧力法とトランジェントパルス法による結果からあらかじめ逆算して求めてある。ガスの粘性率は圧力依存性が小さく温度に依存するので以下の式で与えられ（http://www.lmnoeng.com/Flow/GasViscosity.php）、

$$\mu = \mu_0 \times \frac{a}{b} \times \left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}}$$
$$a = 0.555T_0 + C \tag{3}$$
$$b = 0.555T + C$$

窒素ガスの場合は、μ_0 = 0.01781 (pa·s)、T_0 = 540.99 (K)、C = 111 なので、T = 295 (K)の場合、μ = 1.765×10^{-5} pa·s である。

得られた浸透率（注入圧 2 MPa）における結果は 10^{-18} m^2 程度（10^{-6} darcy あるいは 0.001 md、Fig. 2）と大変小さく、アメリカのシェールガスを胚胎する岩石（森島、2009）と同様の値である。また、含水飽和させた岩石に対し窒素を注入する二相流試験での相対浸透率は、来待砂岩に対する予備試験で 1%程度であり、これを行うのは現状の設備では不可能であると判断し実施しなかった。

3. 割裂した供試体の浸透率測定

健全な供試体の浸透率の測定結果からこの白亜紀層にガスが含有されているとしたらそうとう破砕しないと取り出すことができないことがわかる。また、下位層にガスが含有しているとしたらこの層は強力なキャップロックとして機能していると考えられる。いずれにしろ、ガスは白亜紀層の亀裂に沿って移動・湧出しているものと考えられる。そこで、割裂した供試体に対して試験を行った。

圧裂引張試験で供試体に亀裂を生じさせ、定圧力法で窒素を注入し、流量から浸透率を測定したところ、封圧の増加に伴い減少し健全な供試体の 10$^{3.7}$ ~10$^{3.5}$ 倍（数 md）であった。比較のために行った来待砂岩では封圧の増加に伴って浸透率が大きく減少し、封圧 15 MPa では健全な供試体とほぼ同様な浸透率になった。

含水飽和させた供試体のガス浸透率は気乾状態の浸透率とほぼ同じであったが、封圧依存性はやや大きかった。比較のため行った来待砂岩では、有効封圧 0.8 MPa～6.8 MPa で相対浸透率は 10%程度だったが、封圧の増加に伴い浸透率は大きく減少し、有効封圧 10.8 MPa では健全な供試体と同様、相対浸透率が約 1%となった。

4. まとめ

健全な釧路砂質頁岩の浸透率は 10^{-18} m^2 程度、割裂した場合は 10^{-14} ~10^{-15} m^2 程度であった。封圧依存性が小さい原因や窒素ガス注入圧の影響について検討するとともに透水試験やメタンガスでの試験も検討している。

謝辞

本研究では、平成 25 年度経済産業省資源エネルギー庁の補助事業で実施したボーリングから回収したコアを使用した。

引用文献

Brace, W. F., Walsh, J. B., and Frangos, W. T. (1968), Permeability of Granite under High Pressure, J. Geophys Res., Vol. 73, pp. 2225-2236

松本裕之・中田英二・児玉淳一・麻植久史・鮎沢潤・内田景己（2013）、第 1 回岩層ガス採掘小委員会の活動報告、資源・素材 2013（札幌）講演資料、A1-10, pp. 27-30

森島宏（2009）、石油・天然ガス資源情報、http://oilgas-info.jogmec.go.jp/dicsearch.pl?freeword=%E3%82%B7%E3%82%A7%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%AC%E3%82%B9&target=KEYEQ

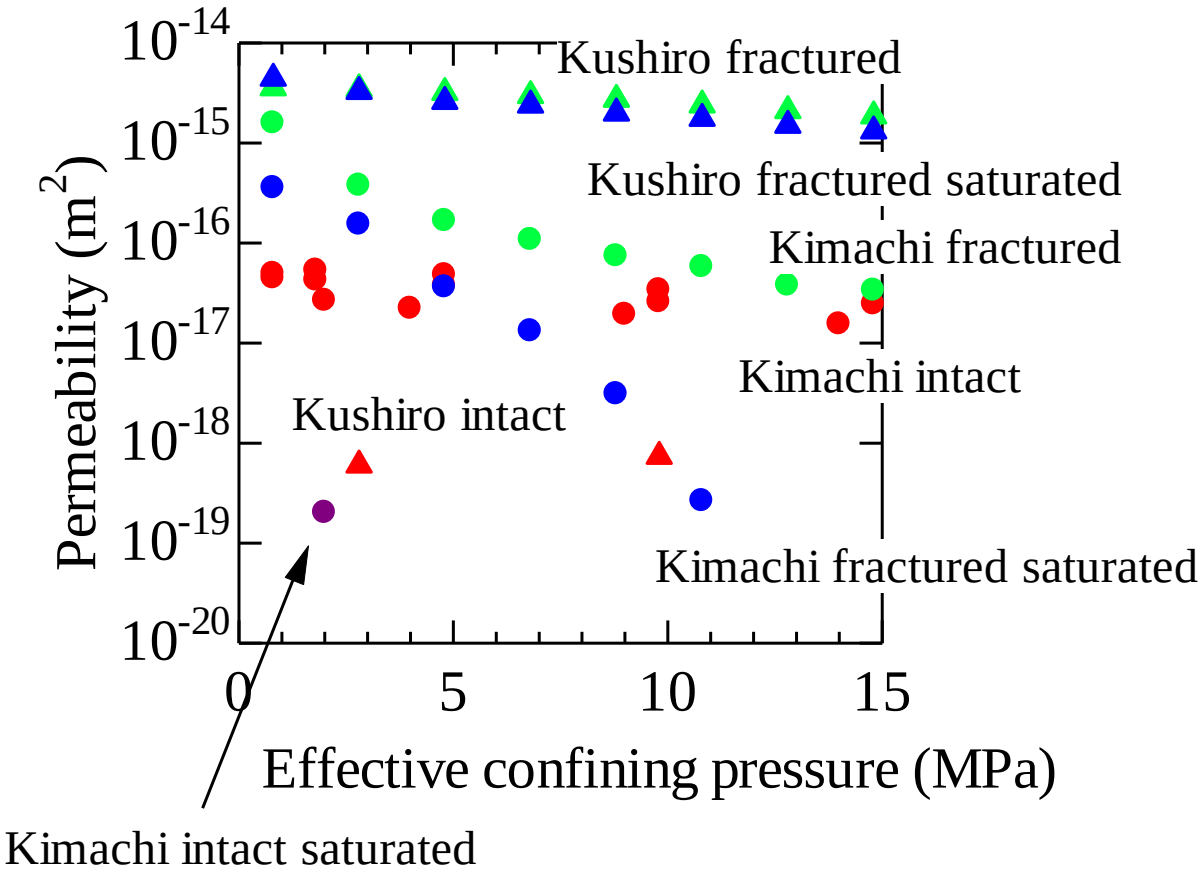

Fig. 2　Results of permeability measurements