

## シール能力評価に関するモデル実験 - シリカ微粒子焼結体を用いたドデカンの浸透率およびキャピラリー圧測定 -

Experimental study on the permeability and the capillary pressure of dodecane using sintered silica particles.

# 本多 克也[1], 鈴木 清史[2], 石川 正道[1]  
# Katsuya Honda[1], Kiyofumi Suzuki[2], Masamichi Ishikawa[3]

[1] 三菱総研・先端研, [2] 石油公団 T R C

[1] Adv. Sci. Dep., Mitsubishi Res. Inst. Inc., [2] JNOC, TRC, [3] Adv. Sci. Dep., Mitsubishi Res. Inst.

石油貯留層の形成におけるトラップの形成およびシール能力評価においては、岩石の孔隙率と浸透率およびシール圧力の関係を知ることは重要である。そこで粒径既知のシリカ微粒子焼結体を模擬岩石、ドデカンに模擬石油として用いたモデル実験を行った。予め模擬岩石の細孔を水で満たした状態でのドデカンの浸透率およびキャピラリー圧を評価した。測定は定流量制御下で行い、そのときに発生する圧力損失を求めた。浸透率測定において得られた圧力損失と流量は良い直線関係を示した。模擬岩石の孔隙率を試料断面から評価し、これと浸透率およびキャピラリー圧の関係について考察した。

石油貯留能力の評価およびそのメカニズムを理解する上で、貯留層のシール能力を評価することは重要である。貯留の要因としてはキャピラリー圧による静的なシールと、流体が非常に遅い速度で浸透することによる動的なシールが考えられる。この両者はいずれも貯留層内のキャピラリーパスによるものであり、孔隙率および孔隙の断面積によって支配されるものと考えられる。これらの関係を明確にすることを目的とし、本研究では粒径既知のシリカ粒子焼結体を模擬岩石として使用し、さらにその粒径および緻密度をパラメータとすることにより孔隙率の異なる試料での浸透率およびキャピラリー圧評価実験を行った。実験には物性既知のドデカンに模擬石油として用いることで理論的考察を容易にした。浸透率およびシール圧力測定は、高圧フランジャーポンプを用いて定流量制御下で行い、その際に発生する圧力損失を測定することによって行った。測定に際しては先ず試料中にイオン交換水を通すことにより、孔隙をウォーターウェットの状態とした。また試料の孔隙率を見積もるために、試料の断面を走査型電子顕微鏡にて観察した。

試料の浸透率評価は流量と圧力損失の関係から求めることができる。流量を変えて圧力損失を測定してプロットした際の傾きが浸透率に流路長をかけたものとなる。本実験で得られた結果では、理論式から予想されるように両者は良い直線関係となった。試料断面観察から得られた孔隙率およびスロート径を用い浸透率を求めたところ、今回の実験で用いた焼結体試料の浸透率はいずれもミリダルシーオーダーであった。得られた浸透率と孔隙率の関係について、Kozeny-Carman 式を用いてその関係を評価した。今回測定した孔隙率（約 30%から 20%）の範囲では、近似的に直線関係が成立するものと考えられる。

キャピラリー圧測定では焼結体にイオン交換水を流した後、途中から流体をドデカンに変更し、その時の最大圧力損失を測定する。同一サイズのキャピラリーに対し、表面張力の差から水よりもドデカンに対するキャピラリー圧のほうが高くなる。よって試料に定流量制御下で水/ドデカン界面が試料表面に接した際、キャピラリー圧に達するまでドデカンは試料中を通過できなくなり圧力損失が発生する。流体は定流量制御下にあるので、設定流量に達するまでポンプは昇圧を続け、圧力損失がキャピラリー圧と設定流量における圧力損失の和と等しくなると、ドデカンはキャピラリーを通過する。ドデカンが通過した後は、圧力は漸近的に設定流量での圧力損失まで緩和する。よって水/ドデカン界面が試料に接したときに生じる最高圧力から設定流量での圧力損失を引いた圧力がキャピラリー圧になる。測定したキャピラリー圧力について、中山の簡便法を用いて評価したくびれ径から求められるシール圧を比較した結果両者は比較的良好一致を示していた。