

北海道北部、幌延地域の新第三紀堆積岩における浸透率・間隙率に対する変形の影響

The effect of deformation on permeability and porosity of the Neogene sedimentary rocks of Horonobe area, northern Hokkaido, Japan

岡崎 啓史 [1]; 嶋本 利彦 [1]; 上原 真一 [2]; 新里 忠史 [3]

Keishi Okazaki[1]; Toshihiko Shimamoto[1]; Shin-ichi Uehara[2]; Tadafumi Niizato[3]

[1] 広大・院・理・地惑; [2] 産総研; [3] 原子力機構

[1] Graduate School of Science, Hiroshima Univ.; [2] AIST; [3] JAEA

<http://www.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/~info/GS/>

地下の岩石の浸透率や間隙率などの水理特性データは、地層処分や二酸化炭素の地中貯留で重要となる地下深部での流体移動を推定する上で必要不可欠な情報である。特に、褶曲や断層帯の形成に伴う変形作用は岩石の水理特性に大きな影響を与えるが、これまで変形作用と水理特性との関連性に係る研究例は少ない。

本研究では、日本原子力研究開発機構が幌延町内で実施したボーリング調査により取得した岩石コア試料を用いて、同地域に分布する新第三紀堆積岩（上位から勇知層砂岩、声問層珪藻質泥岩および稚内層珪質泥岩）の浸透率と間隙率に対して変形がどのような影響を与えるかを室内実験により調べた。実験では広島大学の容器内変形透水試験機を使用し、100 MPa 以下の静水圧条件下および、最小主応力と中間主応力が等しく最大主応力を徐々に増加させた三軸応力状態下における浸透率と間隙率の測定を行った。浸透率は主に窒素ガスを用いた定差圧流量法によりガス浸透率を測定し、間隙率の測定はピクノメータにより実施した。また、間隙率の測定では、ガスの種類が測定結果に及ぼす影響を検討するため、窒素、アルゴンおよびヘリウムガスを用いた測定結果を比較検討した。主な結果は以下の通りである。

(1) 静水圧下での試験による浸透率の変化は、いずれの層準の試料においても、100 MPa までの条件下では封圧の増加とともに浸透率が1~2桁減少した。また、どの静水圧条件においても、上位の層準ほど浸透率の高い値となった。封圧を増加させ、その後に減少させると浸透率は高くなるものの、変形前の浸透率には回復しないヒステリシスを示した。

(2) 静水圧下での試験による間隙率は、いずれの静水圧条件でも、珪藻遺骸を主体とする声問層が最も大きな値を示した。勇知層と稚内層は低封圧下ではほぼ同じ値となったが、封圧の増加とともに稚内層の間隙率は大きく減少し、封圧100MPaの条件下では稚内層は勇知層よりも10%ほど小さな値を示した。間隙率も浸透率と同様に、封圧を増加させ、その後に減少させるというサイクルに伴い、浸透率と非常に類似したヒステリシスを示す。なお、間隙率の測定に使用したガスの種類によって、間隙率は2~6%程度異なる結果が得られた。

(3) 三軸応力状態での変形試験の結果、勇知層と声問層は圧密に伴い浸透率が減少することが明らかになった。一方、稚内層は変形の初期にはほぼ弾性的に圧密が進み浸透率は低下するものの、脆性変形などの非弾性変形が進行するにつれて岩石の体積膨張が生じ、浸透率は高くなることが明らかになった。

静水圧下での試験で得られた(1)、(2)の結果は、地下に分布する岩石の浸透率と間隙率を把握し、地下深部での岩石の間隙構造を推定する際の基礎データとなる。さらに、三軸応力状態下での試験で得られた(3)の結果は、稚内層珪質泥岩は変形が進行すると透水性が高くなり流体が通りやすくなるのに対して、声問層珪藻質泥岩と勇知層砂岩は変形により透水性が低下し、流体が通りにくくなることを示している。これらのことは、流体の移動を妨げるシール性が高くなることと見込まれるのは、声問層の基底部分付近である可能性が高いことを示唆する。