

地中貯留 CO₂ の比抵抗モニタリングのための基礎実験

Basic experiments for resistivity monitoring of underground CO₂

石川 慶彦[1]; 松岡 俊文[2]; 山田 泰広[3]

Yoshihiko Ishikawa[1]; Toshifumi Matsuoka[2]; Yasuhiro Yamada[3]

[1] 京大・工・社会基盤; [2] 京大・工・社会基盤; [3] 京大・工・社会基盤

[1] Civil and Earth Resources Engi,Kyoto Univ; [2] Kyoto Univ; [3] Civ. Earth Res. Eng., Kyoto Univ.

<http://earth.kumst.kyoto-u.ac.jp/>

1. 緒言

CO₂ などの温室効果ガスによる地球温暖化問題は、近年ますます深刻になりつつある。その対策として、大量の CO₂ を地中に封じ込める「地中貯留技術」が注目を集めているが、CO₂ 地中貯留の長期安定性を検討する場合、帯水層に圧入された CO₂ の挙動を把握することが重要な研究課題である。本研究では、圧入フィールド付近の比抵抗測定によって地中の CO₂ の挙動をモニタリングすることを目的としているが、そのための室内基礎実験として、地下状態を再現した圧力容器内において岩石に CO₂ を圧入し、その挙動を岩石の比抵抗を測定することにより解析した。

2. 実験方法とその結果

地下の高圧条件を再現するために、油を圧力媒体とした大容量の圧力容器を用いた。岩石試料として、直径 5cm、長さ 10cm の Berea 砂岩のコアを用いた。試料の両端に取り付けた電流電極間に電流を流し、電位電極間で電位差を測定し、各電位電極間の比抵抗を求めた。

計測は、同一の岩石試料を用いて 2 回行った。計測として、CO₂ の圧入圧力 2000KPa (気体 CO₂)、計測として、圧入圧力 7000KPa (液体 CO₂) という条件を設定した。CO₂ の圧力調整には、流入側でシリンジポンプ、流出側で保圧弁を用いた。いずれの場合も CO₂ 注入量の増加とともに比抵抗値の上昇がみられ、注入量がある一定量を超えるとその値は収束に向かった。液体 CO₂ と気体 CO₂ を比較すると、液体 CO₂ の方が比抵抗値が高く、値が早く収束に向かった。気体 CO₂ の場合は、2 つの電極での測定値に明確な違いは見られなかった。また、今回用いた試料の間隙部分は約 36ml であるが、実験では 20~30ml 注入した時点で比抵抗値は収束した。このことから、実験後もまだ多くの間隙水が試料内に残留していると考えられる。

3. 電気回路モデル計算

計測により得られる比抵抗値と試料内の CO₂ 挙動との関係を解析するために、試料内部の間隙水ネットワークを電気回路にみたてた「電気回路モデル」を作成した。回路の各部分にそれぞれ初期抵抗値を設定し、CO₂ の浸透部分について抵抗値を大きくするという方法でいくつかの浸透パターンについて計算を行った。その結果、CO₂ の浸透範囲の偏りによっては、比抵抗値が浸透とともに一様上昇せず、減少がみられる場合もあることが明らかとなった。

4. まとめ

気・液の 2 相それぞれについて CO₂ 注入による岩石試料の比抵抗変化を測定したところ、相による CO₂ の浸透速度、浸透範囲の相違が確認できた。また、電気回路モデル計算を行い、CO₂ の浸透パターンと比抵抗値の変化に関する関係の概略を把握できた。今後、実験条件(注入量・圧力・電極配置等)を改良し、様々な浸透パターンについてモデル計算を行うことにより、比抵抗測定による CO₂ 挙動のモニタリングシステムの開発を進めていく方針である。