

# 地殻流体の状態方程式実験システムの開発

## Development of experimental apparatus for state equations of crustal fluids

# 内田 良始[1]; 大槻 憲四郎[2]; 小泉 洋介[3]; 植原 稔[1]

# Yoshiharu Uchida[1]; Kenshiro Otsuki[2]; Yosuke Koizumi[3]; Minoru Uehara[1]

[1] 東北大・理・地圏; [2] 東北大・理・地学; [3] 東北大・理・地圏

[1] Geoenv. Sci., Grad. Sch. Science, Tohoku Univ.; [2] Earth Sci., Tohoku Univ.; [3] Geoenvironmental Sci., Tohoku Univ.

三軸圧縮試験機を油圧式からガス圧式にバージョンアップし、さらに地殻流体の状態方程式を測定する装置を新たに開発したので報告する。

アルゴンガスを封圧媒体とした新三軸圧縮試験機は、最大封圧 200MPa、最大温度 800℃、間隙流体流通式である。プレスは旧三軸を引き継いだもので、最大载荷は 50t、歪速度は 10<sup>-3</sup>、10<sup>-4</sup>、10<sup>-5</sup> /s の 3 段階可変速で、圧力容器外での荷重と変位をロードセルと作動トランスで計測する。封圧は 2 段階で増圧し、圧力容器内に荷重変換器、ヒーター、熱伝対 2 個が設けられている。試料のサイズは径 20mm、高さ 40mm である。

固着すべりなどの高速実験が出来るように、圧力容器内には歪ゲージ、電極、トロイダルコイルなどを設置できる。これらの計測系は 8 チャンネル同期、応答周波数 500kHz、サンプリングレイト 5MHz であり、パソコンに連続同時収録する。

地殻流体状態方程式測定装置は、圧力容器内に内径 20mm のシリンダーとピストンをセットしたもので、ここに地殻流体を想定した溶液を注入しておく。シリンダーは容器内に固定し、封圧の変化に追従してピストンが上下に動けるしくみになっている。したがって、状態方程式の圧力  $P$  は封圧そのものであるが、ピストンとシリンダー間の摩擦を補正しなければならない。温度  $T$  はシリンダーとヒーターの間に 2 個の  $k$ -型熱伝対を挿入して計測する。アルゴンガスの対流による温度の不均質化を防ぐため、ヒーターとシリンダーとの間の隙間には断熱材を詰めておく。 $P$  と  $T$  の変化とともに変化する溶液の体積  $V$  は、ピストンの外側下部に配置した手製の作動トランスでその上下変位を検出することによって計測する。作動トランスの精度は、現在のところ 0.05mm である。

地殻流体には NaCl が溶けているのが普通だが、この水溶液はあらかじめシリンダー内に封入しておく。この他に高濃度の二酸化炭素が溶け込んでいるが、この封入法が問題である。そのための我々の装置は、二酸化炭素ポンプ (12MPa)、増圧器、流量マイクロメータから構成されている。まず、増圧器の二次側にポンプから二酸化炭素 (液体) を導入し、一次側 (油圧) を手押しポンプで加圧することによって、二次側を最高 200MPa まで増圧する。二酸化炭素の輸送量は、既存の流量マイクロメータ (精度 0.006cm<sup>3</sup>) で計測する。加圧された二酸化炭素は、間隙流体のラインを利用し、シリンダーの上方先端から逆止弁を介して注入する。二酸化炭素は水に溶けにくいので、常温かつ最高圧力 (200MPa=封圧) で導入し、その後所定の  $PT$  に設定する。 $P$  と  $T$  を断続的に変化させ、 $P$ 、 $V$ 、 $T$  を連続的にパソコンに収録する。

個々の誤差は非常に小さいものであり、全体としておよそ 1%前後の誤差がでると想定している。このことを確認するために、まずは高温・高圧の状態方程式が既知である純水について実験する。