

X線ラジオグラフィを用いた高圧下における液体密度測定法の開発

Development for the density measurement method of the liquid using the X-ray radiography technique under high-pressures

野澤 暁史[1]; 舟越 賢一[1]

Akifumi Nozawa[1]; Ken-ichi Funakoshi[1]

[1] 高輝度光セ

[1] JASRI

高温高圧下における液体の密度測定法として落球法による測定が試みられている。落球法は密度の異なる球を落下させそれぞれの終端速度からストークスの式を用い密度を求める方法である。落球式密度測定は、急冷回収実験で初めて行われたが、球の形状や落下速度の精度に問題があり精密な密度値は求められなかった(Fujii and Kushiro, 1977)。X線ラジオグラフィ法を利用した密度測定も試みられたが(Kanzaki et al. 1987)、実験は粘性の高い液体に限られており密度の測定誤差も不明であった。その後、X線ラジオグラフィ法は粘性実験で改良が進み、取り込み速度や画質が向上によって低粘性の液体試料でも落下速度を精密に求められるようになった。本研究では最新のX線ラジオグラフィ法を用いて落球式密度測定を行い、密度測定の誤差範囲や実験手法の有効性について検討を行った。

実験にはSPRING-8, BL04B1 ビームラインの川井型マルチアンビル装置(SPEED-1500)を用いた。実験試料には融点の比較的低い(500~700 程度)硫黄を用いた。落下球には直径200~100 μm 程度の密度の異なる球(Ni, Mo, Ta, W, Au, Pt)を最大4種類BNカプセル中に封入した。八面体圧力媒体を切り欠き12mmのWC製アンビルで加圧し、Grヒーターで加熱した。球が落下する様子はCCDカメラで観察し、落下終端速度は球の重心座標位置の変化から等速部分の最小二乗法により決定した。液体の密度はストークスの式から v/r^2 と s の一次式の関係より決定される(v :落下速度, r :落下球半径, s :落下球密度)。3.8GPa, 472で行った実験では、試料カプセルの改良により試料温度が安定し精密な落下速度を決定することができた。それぞれの落下速度と文献値を使って算出した粘性は2.13~2.15 Pasであった。この条件における液体硫黄の密度は $3.03 \pm 0.07 \text{ g/cm}^3$ と見積もられ、2-3%程度の誤差範囲で密度を決定することができた。

落球式密度測定では落下球の精密な落下速度を求める必要があり、X線ラジオグラフィ法は有効な実験手段である。一方で安定した温度圧力を発生させるために温度制御方法や実験セルの工夫も重要である。本講演では、X線ラジオグラフィ法を用いた落球式密度測定の実験上の問題点を明らかにし、有意な密度値を求めるために必要な実験技術について報告する。