炉心溶融物の物性評価
(2) 静電浮遊法を用いた溶融 Zr-O の粘性及び表面張力評価

Physical properties of molten core materials
(2) Viscosity and surface tension of Zr-O measured by electrostatic levitation technique

*大石 佑治[1]，黒川 昂太[1]，牟田 浩明[1]
[1]大阪大学

燃料が溶融すると生成する可能性がある U-Zr-O 溶融物の中から、本研究では Zr と ZrO_2 の中間的な組成の Zr-O 系溶融物に注目し、静電浮遊法を用いることで粘性と表面張力を測定した。

キーワード：炉心溶融物，粘性，静電浮遊法

1. 緒言

炉心において被覆管等として用いられている Zr は酸素との親和性が高いため、炉心溶融時には Zr と ZrO_2 の中間的な組成の Zr-O の溶融物が発生する可能性がある。溶融物の挙動を予測するためには、その物性の把握が必要不可欠である。しかし溶融した Zr や ZrO_2 は高い融点や反応性を有しているため、容器を用いた通常の測定方法では粘性等の物性を測定することが難しい。そこで浮遊法の一つである静電浮遊法を用いて、Zr-O の中でも金属に近い組成の $Zr_{1-x}O_x$(x = 0-0.2)溶融合金の粘性を評価した。

２．実験

Zr と ZrO_2 を $Zr_{1-x}O_x$(x = 0, 0.1, 0.2)の組成となるように秤量し、アーク溶解法によって溶融させることでインゴットを作製した。得られたインゴットを真空雰囲気下で熱処理を行い、その後 20mg 程度のサイズに切り出して静電浮遊試験を行い、液滴振動法によって粘性を評価した。試料の酸素組成は酸化重量法により評価した。

３．結果

図 1 に測定した $Zr_{1-x}O_x$(x = 0, 0.1, 0.2)の溶融合金の粘性を示す。図中の酸素組成は酸化重量法によって評価した値である。x = 0 の試料の粘性は Zr の文献値と良く一致した。酸素組成が増加するに従い粘性は増加する傾向を示した。Zr と ZrO_2 の粘性の文献値を元に、組成に対して加重平均を計算することで得られる推定値と x = 0.1, 0.2 の測定値を比較すると、概ね一致することが分かった。これは、Zr-O 溶融合金の粘性が Zr と ZrO_2 の粘性の線形内挿によって推定できる可能性を示唆している。

本研究は、文科省による「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「炉心溶融物の 粘性及び表面張力同時 測定技術の開発」の成果の一部である。

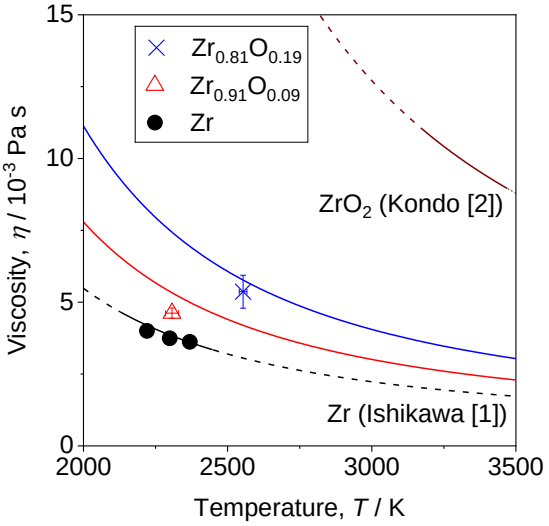

図 1 測定した $Zr_{1-x}O_x$(x = 0, 0.1, 0.2)の溶融合金の粘性の温度依存性。実線は Zr, ZrO_2 の粘性の文献値、及びこれらの加重平均によって得られた x = 0.09, 0.19 の組成の Zr-O 溶融合金の粘性の推定値を示す。

参考文献

[1] T. Ishikawa et al., Meas. Sci. Technol. 23 (2012) 025305.
[2] T. Kondo et al., “Density and viscosity of liquid ZrO_2 measured by aerodynamic levitation technique”, Heliyon, accepted.

* Yuji Ohishi[1], Kouta Kurokawa[1], Hiroaki Muta[1]
[1]Osaka Univ.