

## 炉心溶融物の物性評価

## (4) 静電浮遊法を用いて測定した Zr-O 溶融合金の熱物性

Physical Properties of Molten Core Materials

## (4) Thermophysical Properties of Zr-O Liquid Alloys Measured by Electrostatic Levitation

\*近藤 俊樹<sup>1</sup>, 大石 佑治<sup>1</sup>, 中森文博<sup>1</sup>, 岡田 純平<sup>2</sup>, 石川 毅彦<sup>3</sup>,  
渡邊 勇基<sup>4</sup>, 牟田 浩明<sup>1</sup>, 黒崎 健<sup>1</sup>, 山中 伸介<sup>1,5</sup><sup>1</sup>大阪大学, <sup>2</sup>東北大学, <sup>3</sup>宇宙航空研究開発機構, <sup>4</sup>エイ・イー・エス, <sup>5</sup>福井大学

ジルカロイ被覆管は原子炉運転中に冷却水との反応により表面に酸化膜を形成するが、冷却材喪失事故 (LOCA) が起きると高温水蒸気雰囲気中で被覆管の酸化が進み、中層では酸素を固溶した  $\alpha$  相が形成される。この  $\alpha$ -Zr 酸素固溶体が溶融した Zr-O 溶融合金の粘性、表面張力および密度を静電浮遊法により測定した。

**キーワード**：酸化安定化  $\alpha$ -Zr, 溶融物, 静電浮遊法, 密度, 粘性, 表面張力

## 1. 緒言

$\alpha$  Zr は酸素との親和性が高く、最大で酸素を 30 at.% 程固溶する。そのため、事故時には酸素を多量に固溶した  $\alpha$  相が形成すると考えられている。酸素固溶  $\alpha$  Zr が溶融すれば、酸素を溶解した Zr-O 溶融合金が生じると考えられる。本研究ではこの Zr-O 溶融合金に着目し、無容器法である静電浮遊法[1]によって試料を浮遊させ、試料と容器との反応という問題を解決した上でその熱物性を測定した。

## 2. 実験

粉末 Zr および  $ZrO_2$  を  $Zr_{0.9}O_{0.1}$  および  $Zr_{0.8}O_{0.2}$  の組成となるように混合し、固相反応によって酸素固溶  $\alpha$  Zr を作製した。これらを約 30 mg の小片に切断し、試料として用いた。各試料を静電浮遊炉に入れて浮遊させ、炭酸ガスレーザーを用いて加熱溶融を行った。浮遊中の試料を CCD カメラで撮影し、画像解析を行うことで推定した体積と、実験後に測定した試料の質量を用いて密度を算出した。また、上下電極に瞬間的な電圧変動を印加し、浮遊試料を振動させてその減衰の様子を観察する、液滴振動法を用いて試料の粘性および表面張力を測定した。

## 3. 結果

図 1 に本研究で得た Zr-O 溶融合金の粘性の温度依存性を示す。 $Zr_{0.9}O_{0.1}$  の粘性は 2080°C 付近で 6.3-6.6 mPa·s を示した。また、純 Zr の文献値[2]と比較すると、溶融 Zr に O が溶解することによって、粘性が増加することが示唆された。

## 参考文献

[1] W. Rhim, et al. Rev. Sci. Instrum. 1993; 64: 2961.

[2] T. Ishikawa, et al. Meas. Sci. Technol. 2012; 23: 025305.

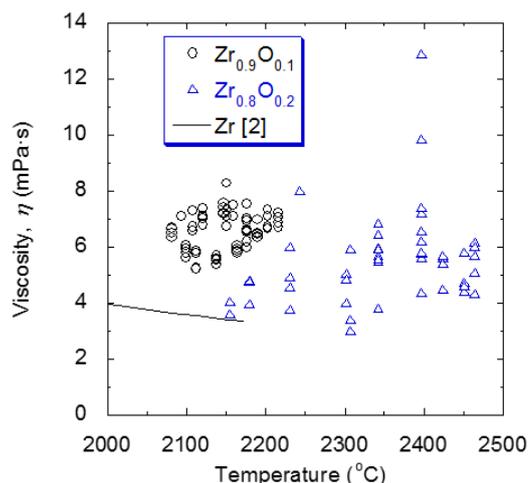


図 1 Zr-O 系溶融合金の粘性の温度依存性

\* Toshiki Kondo<sup>1</sup>, Yuji Ohishi<sup>1</sup>, Fumihiko Nakamori<sup>1</sup>, Junpei Okada<sup>2</sup>, Takehiko Ishikawa<sup>3</sup>, Yuki Watanabe<sup>4</sup>, Hiroaki Muta<sup>1</sup>, Ken Kurosaki<sup>1</sup> and Shinsuke Yamanaka<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Osaka Univ., <sup>2</sup>Tohoku Univ., <sup>3</sup>JAXA, <sup>4</sup>A.E.S Inc., <sup>5</sup>Univ. of Fukui