

炉心溶融物の物性評価

(1) 研究概要と実験手法

Physical properties of molten core materials

(1) Outline of study and methodology

*山中 伸介^{1,2}, 大石 佑治¹, 牟田 浩明¹, 黒崎 健¹

¹大阪大学, ²福井大学

炉心溶融物の流出挙動を正確に推測するためには、炉心溶融物の精度の高い物性データが必要となる。本研究の目的は、種々の浮遊溶融法を炉心溶融物へ適用し、非接触で物性を測定することにより、炉心溶融物の物性についての知見を得ることである。本発表では、研究と実験手法の概要について述べる。

キーワード：炉心溶融物，浮遊溶融法，物性測定

1. 緒言

福島第一原子力発電所の事故進展過程を精度良く予測するためには、炉心溶融物の流下移動挙動や拡がり挙動を正確に予測することが重要である。粒子法のような計算科学的手法の発達により、粘性や表面張力のような溶融物の物性を元に、溶融物の挙動を予測することが可能になりつつある。ここで問題となるのは、炉心溶融物の物性の研究例が極めて限られていることである。従来の物性測定方法では、容器を用いて溶融物試料を保持する必要がある。しかし炉心溶融物は非常に高温の酸化物の溶融物や、化学的活性の高い金属の溶融物から構成されているため、試料を保持する容器と試料との反応を避けることが難しく、精度良く物性を測定することが困難である。そこで本研究では、静電浮遊法やガス浮遊法、電磁浮遊法といった種々の浮遊法を適用し、非接触で炉心溶融物の熱物性を測定することを目的とした。

2. 実験方法概要

炉心溶融物としては、燃料棒やコンクリート由来の酸化物 (UO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , CaO , SiO_2 etc.)、被覆管や構造材由来の合金 (Zr , Fe , Ni , Cr etc.)、制御棒由来の化合物 (Fe , B etc.) が挙げられる。浮遊法には一長一短があり、測定対象の性質に合わせて適した浮遊法を用いる必要がある。静電浮遊法はクーロン力を利用して試料を浮遊させる方法であり、金属の浮遊に適した手法であるため、合金系の炉心溶融物の物性測定に用いた。ガス浮遊法はノズルからガスを噴出させることで試料を浮遊させる手法である。ガスの成分を調整することで試料の還元を防ぐことができるために、酸化物の浮遊に適しており、本研究では酸化物系の炉心溶融物の物性測定に用いた。電磁浮遊法は高周波磁場によって試料に誘導電流を発生させ、ローレンツ力によって試料を浮遊させる方法である。不活性ガス雰囲気での浮遊が可能であるため、試料の蒸発を防ぐことができる。そこで、本研究では蒸気圧が大きく異なる元素からなる Fe-B の浮遊に用いた。

静電浮遊法やガス浮遊法では、浮遊した試料をレーザー加熱によって加熱溶融させる。電磁浮遊法では、誘導電流によって試料が加熱される。溶融した試料の物性としては、密度、粘性、表面張力が測定可能である。密度については、試料の質量と、溶融した試料の画像から見積もった試料の体積より導出した。また、液滴振動を励起し、振動の周波数や減衰を測定することで、粘性や表面張力を得た。

*Shinsuke Yamanaka^{1,2}, Yuji Ohishi¹, Hiroaki Muta¹, and Ken Kurosaki¹

¹Osaka Univ., ³ Univ. of Fukui