

ジルコニウム-ステンレスの混合溶融液滴の水中酸化

Molten droplet oxidation of stainless-steel and zirconium in a water pool

*新井 崇洋¹, 古谷 正裕¹, Erik de Malmazet²

¹ 電力中央研究所, ² EdF

ジルコニウムを含む金属溶融物が水中で凝固する過程での酸化に着目し、溶融金属液滴を水プールへ滴下する小規模実験を実施した。得られた凝固物に対する酸化度等の分析評価に基づき、金属組成が水中での酸化挙動に及ぼす影響を評価した。

キーワード: FCI, 酸化, 溶融液滴, ジルコニウム, ステンレス鋼

1. 緒言 溶融炉心と冷却材の相互作用 (FCI) は、原子炉圧力容器 (RPV) あるいは格納容器の事故時健全性を評価するうえで重要な事象である。想定される溶融炉心は主に酸化物で構成されるが、RPV の破損状況によってジルコニウム (Zr) やステンレス鋼等の金属が含まれる。特に溶融 Zr は水中で酸化しやすく、FCI の発生条件や規模に影響を及ぼす可能性が指摘されている。本研究では Zr とステンレス鋼の混合溶融物を対象として、水プールへ溶融金属液滴として滴下する小規模実験を実施した。得られた凝固物に対する酸化度等の分析評価に基づき、金属溶融物に対する Zr 混合割合が水中酸化に及ぼす影響を評価した。

2. 実験 金属 300 g を坩堝内で高周波誘導加熱によって溶融させ、1700°C に維持した状態で坩堝下部のノズル (内径 2 mm) から水温 20°C の水プール中に溶融液滴として滴下する体系である。ノズル先端から液面までの距離は 0.5 m である。実験ではステンレス鋼 (SUS304) に Zr を 0-40 wt% 混合した金属溶融物を用いた。

3. 結果及び考察 図 1 にステンレス鋼の溶融液滴が水プール中に滴下されたときの様子を 80 ms 間隔の時系列で静止画を示す。溶融液滴は蒸気膜で覆われた状態で水中を落下しながら凝固する。実験後に回収した各凝固粒子の酸化度を分析した結果を図 2 に示す。Zr 含有割合の増大とともに酸化度が増大し、表面酸化が支配的であるため小粒子ほど酸化度が大きい傾向を示した。Zr 混合割合の増大とともに皮膜厚さが増大することが走査電子顕微鏡による粒子断面観察でも確認され、計算値でもその傾向が再現された。

4. 結論 ステンレス鋼に Zr を混合した高温溶融液滴を水プールへ滴下した。酸化しやすい溶融 Zr が水中での溶融液滴の表面酸化に影響し、Zr 混合割合の増大とともに凝固粒子の酸化度及び凝固粒子表面の酸化皮膜厚さが増大した。

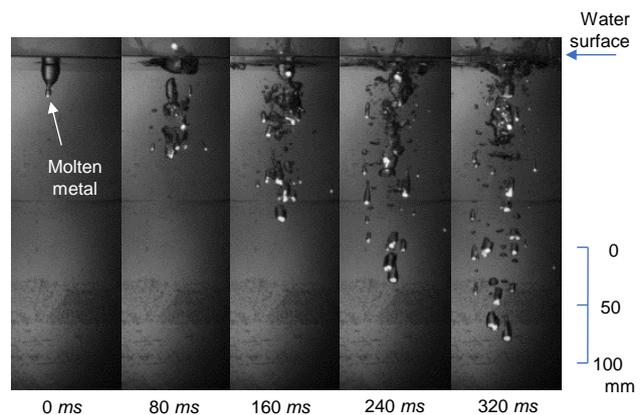


図 1 水プール内での溶融液滴挙動

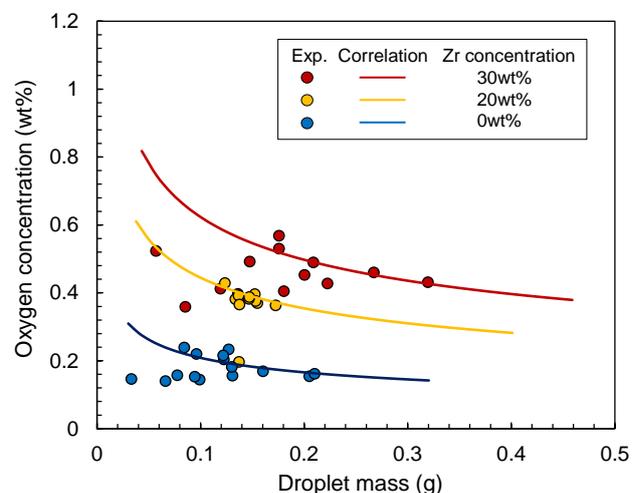


図 2 凝固物の酸化度に及ぼす Zr 混合割合の影響

*Takahiro Arai¹, Masahiro Furuya¹, Erik de Malmazet²

¹Central Research Institute of Electric Power Industry

²Électricité de France