

エアロゾルが単一気泡の上昇挙動と形状変化に及ぼす影響

SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

福島第一原子力発電所の事故のような炉心損傷を伴うシビアアクシデント(SA)では、現在、種々のシビアアクシデント解析コード(SAコード)が提案されている。本研究では、SPARC-90をベースとした統合SA解析コードMELCOR単一気泡モデルにおける単一気泡の形状変化や上昇挙動に着目している。

本研究の目的は、単一大径気泡の形状や上昇挙動におよぼすエアロゾル粒子の影響を解明することである。水道水への溶解度が異なる複数のエアロゾル粒子を気泡に混入させ、径が約10 mmの大きな単一気泡が上昇する際の気泡形状および上昇速度への影響を実験的に調査した。気泡形状をアスペクト比を用いて定量評価し、さらに、気液界面に生じる界面振動について詳細に調べた。

■ 活動内容

1. エアロゾルを含む単一気泡の可視化

図1に単一気泡の可視化画像を示す。観察された領域では、気泡は終端速度に達した状態にある。気泡径が大きくなると気泡は揺動し、扁平形状となることが確認された。特に気泡内にエアロゾルを含まない条件では、単一気泡の揺動と扁平が大きかったことが確認された。一方でエアロゾル粒子を含む気泡では揺動および扁平の双方が小さくなった。図2に気泡重心を原点とした気液界面半径方向位置を示す。エアロゾルを含む気泡の半径は局所的に変動が大きくなる θ が現れた。

2. 気液界面に生じる振動

図3にエアロゾルの滞留が想定される底面部 $\theta=270^\circ$ における単一気泡半径 r の時系列変化に対してFFT解析を行った結果を示す。エアロゾルを含まない気泡は13.2Hz、エアロゾルを含む気泡は16.7~16.9Hzにおいて最大のピークが示された。また、エアロゾルを含む気泡は含まない気泡に比べて振幅が低くなった。これはエアロゾルが界面に付着することで、濃度マランゴニ効果により界面が滑りなしの状況となり、界面振動が表れにくくなったためと考えられる。

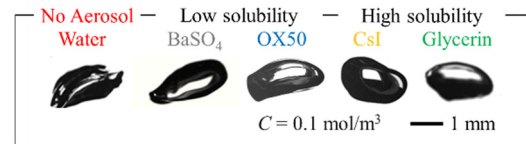


図1 エアロゾルを含む単一気泡の可視化

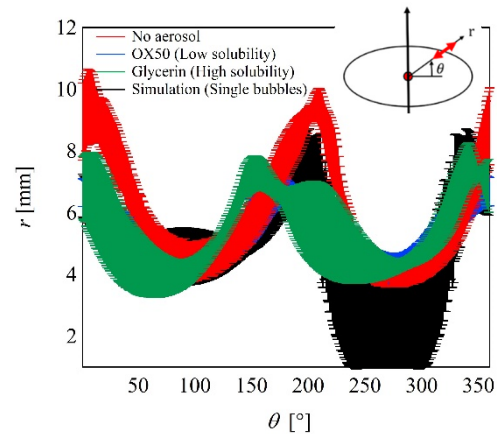


図2 各座標の単一気泡半径

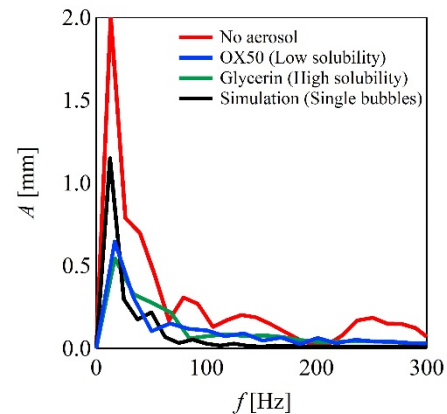


図3 単一気泡半径のFFT解析

■ 謝辞

本研究の実施にあたり、原子力規制委員会(NRA)の支援を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

代表発表者 **金子 暁子(かねこ あきこ)**
 所属 **筑波大学システム情報系
 構造エネルギー工学域**
 問合せ先 **〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1
 TEL:029-853-5113 FAX:029-853-5487
 Mail:kaneko@kz.tsukuba.ac.jp**

■キーワード: (1)プールスクラビング
 (2)単一気泡
 (3)エアロゾル粒子
 ■共同研究者: 河野 紀一(筑波大院)
 門間 彩介(筑波大院)