核破砕中性子源水銀標的の耐久性向上に向けた研究開発
（3）合泡現象に関する実験的観測および数値予測コードの開発

R&D on Mercury Target for Spallation Neutron Source to Improve the Durability under High Power Operation
(3) Experimental observation of bubble coalescence phenomenon and development of numerical prediction code

*有吉 玄[1]，伊藤 啓[2]，粉川 広行[1]，二川 正敏[1]
[1]原子力機構，[2]京大

微小気泡の合体・分裂挙動を把握するため、空気－水二相流中における気泡挙動の可視化実験および数値予測コードの開発を行っている。本報では、可視化実験結果および予測コードの開発状況について報告する。
キーワード：核破砕水銀標的，圧力波，キャビテーション損傷，微小気泡，液体金属気液二相流

1. 緒言

大強度陽子加速器施設（J-PARC）の核破砕水銀標的では、圧力波による標的容器のキャビテーション損傷が問題視されており、水銀中に微小 He 気泡を混合した水銀－He 二相流を利用する損傷抑制技術が開発されている。圧力波の抑制・減衰に有効な固有振動数を有する気泡の半径は約 100 μm 以下とされているが、水銀流中における微小気泡の合体・分裂挙動により、最も損傷抑制が要求される陽子ビーム窓部の気泡半径が適正値と異なる可能性が示唆されている。本研究は、水銀標的内部における気泡半径分布の予測を目的として、空気－水二相流をモデル流体とした微小気泡の合体・分裂挙動の可視化実験および数値予測コードの開発を行うものである。

2. 気泡挙動可視化実験

Fig.1 に実験装置の概略図を示す。試験部は一辺 60 mm の正方矩形流路であり、長さは 480 mm である。試験部中心軸上の 3 箇所（L=100, 200, 300 mm）に計測位置を設け、L=300 mm の位置には高さ方向 3 箇所の計測位置を設けた。気泡挙動は、撮像視野 12.67 mm×9.50 mm の高速度カメラを使用したバックライト法で可視化され、気相流量は 0.42 – 5.00 L/min、液相流量は 183.3 – 383.3 L/min とした。

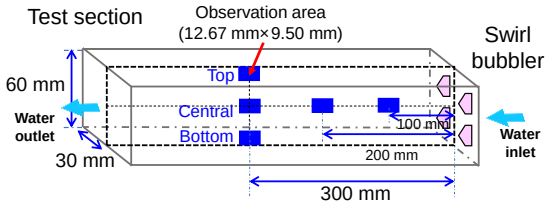

Fig. 1 Experimental apparatus.

3. 可視化結果と解析手法の開発

試験部中心軸上の各計測位置において観察された気泡半径のヒストグラムを Fig.2 に示す。流動水中には半径 100 – 200 μm の気泡が数多く存在するが、流下に伴う気泡数の減少と気泡半径の僅かな増大から、微小気泡が流下に伴って合体する傾向を示すことが明らかになった。

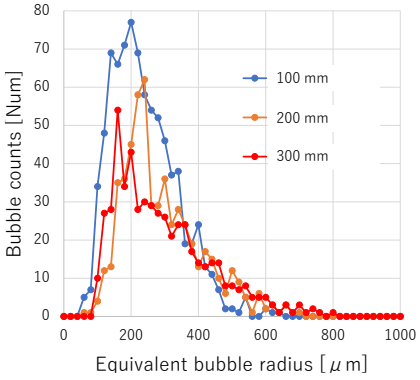

Fig.2 Histograms of bubble radius.

水銀標的内部の気泡半径分布の予測には、今回示唆された気泡の合体傾向を考慮した評価モデルが必要となるため、流れ場中の微小気泡挙動解析コードの開発を行っている。現在、気泡間距離に基づく合泡モデルや壁面近傍の気泡に作用する壁面潤滑力モデル[1]の検討を進めており、可視化実験で蓄積される気泡半径や合体挙動に関する詳細特性を適切に評価モデルへ組込むことで、解析精度の向上を目指している。

参考文献 [1] Antal et al., Int. J. Multiphase Flow, 17 (1991), 635-652.

---

*Gen Ariyoshi[1], Kei Ito[2], Hiroyuki Kogawa[1] and Masatoshi Futakawa[1]
[1]JAEA, [2]Kyoto Univ.