

核破碎中性子源水銀標的の耐久性向上に向けた研究開発

(2) 気泡崩壊に伴う局所衝撃力における支配因子

R&D on Mercury Target for Spallation Neutron Source
to Improve the Durability under High Power Operation

(2) Dominant factors in local impact forces caused by bubble collapse

*川島 広之¹, 粉川 広行², 二川 正敏², 祖山 均³, 久慈 千栄子³, 田中 伸厚¹¹茨城大学, ²日本原子力研究開発機構, ³東北大学

水銀ターゲット容器における注入ガス気泡の最適条件提案のため、ガス気泡崩壊時に生じる局所衝撃力に着目した実験を行った。また、気泡ダイナミクスに関する Keller-Miksis の式による計算を行い、両者の比較から、気泡最大径とそれが発現してから崩壊するまでの時間がほぼ線形で表せることを見出した。

キーワード: キャビテーション, 気泡崩壊, キャビテーション損傷, 火花放電, Keller-Miksis の式

1. 緒言

J-PARC 水銀ターゲットでは、キャビテーション損傷抑制を目的としてヘリウムガス気泡を注入した運転が行われている。しかしながら、この注入ガス気泡が損傷を引き起こしている可能性が近年示された。このため水銀ターゲットの高出力、耐久性向上のためには、注入ガス気泡の最適条件を明らかにすることが重要である。本研究では注入ガス気泡の最適条件の提案を目的とし、ガス気泡崩壊時に生じる局所衝撃力を評価すべく、その第一段階として気泡ダイナミクスと種々の観測パラメータとの相関を実験観測結果に基づいて調査した。さらに、Keller-Miksis の式[1]を援用し、その相関性について数値解析的考察を行なった。

2. 実験

実験には常温常圧の水を使用した。200×200×200 mm のアクリル水槽の水中試験部に直径 0.2 mm の SUS316L 電極を設置し、水中火花放電によって気泡を生成した[2]。壁として厚さ 5 mm のアクリル板を気泡生成位置の 15 mm 上部に設置し、この部分の振動速度をレーザードップラー振動計 (LDV) で測定した。気泡挙動は高速度ビデオカメラを用いて 10⁵ f/s で撮影した。ここでは最大気泡径に着目した実験および結果の整理を行った。さらに、レーザージャビテーションピーニングに関する基礎実験で得られた観測結果[3]との比較も行った。

3. 結果

気泡ダイナミクスに関する観測結果について、幾つかのパラメータに対して相関を求めた中で、図 1 に示すように気泡崩壊に転じてから完全崩壊に至るまでの時間 Δt_{β} と最大気泡半径にはほぼ線形の相関関係があることが分かった。この傾向は数値解析的にも説明できた。今後は得られた Δt_{β} および最大気泡半径の関係を用いることで、壁面衝撃力を推定できる手法について検討していく予定である。

参考文献

[1] 井田 他, 数理解析研究所講究録, 第 1594 巻, pp.77-88, 2008

[2] H. Kawashima et al., *Advanced Experimental Mechanics*, Vol.7, 2022; Accepted, In press

[3] H. Soyama, *Metals*, vol. 11, no. 4, p. 531, Mar. 2021

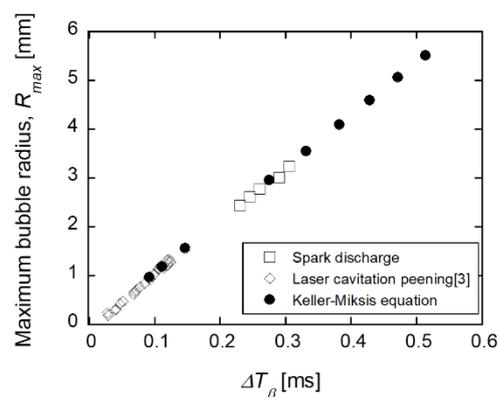


図 1 Δt_{β} と最大気泡半径の比較

*Hiroyuki Kawashima¹, Hiroyuki Kogawa², Masatoshi Futakawa², Hitoshi Soyama³, Chieko kuji³, Nobuatsu Tanaka¹

¹Ibaraki Univ., ²JAEA, ³Tohoku Univ.