

摩擦抵抗低減デバイスとしてのマイクロバブルに関する研究の展望 A Scope for the Research on Microbubbles as a Skin Friction Reduction Device

児玉良明(海技研)、加藤洋治(東洋大)

1. 緒論

マイクロバブルを船舶の摩擦抵抗低減デバイスとして実用化させるために必要な研究について、進捗状況と今後の課題を概説する。

2. 青雲丸実船実験(SR239)

SR239 研究プロジェクトでは、大型練習船青雲丸を用いた実船実験において、マイクロバブルによる名目 3%、正味 2%の摩擦低減効果が計測され、大型船舶においてもマイクロバブルが有効であることが実証された^{1),2)}。しかし同時に、気泡の流入によるプロペラ性能低下が計測された。この結果を踏まえ、マイクロバブルの実用化を実現するために以下の研究を行う必要がある。

- ・境界層内気泡分布制御技術の開発
- ・摩擦抵抗低減効果の一層の増大
- ・プロペラへの悪影響の解決(or 回避)
気泡流中プロペラ特性の把握
プロペラに流入しない船型の開発
- ・実船まわり気泡流の高精度シミュレータの開発
- ・気泡流シミュレータ検証用実船データの取得
- ・汚損対策
- ・粗面影響

3. マイクロバブルの摩擦抵抗低減性能の向上に関する研究

マイクロバブルの摩擦抵抗低減性能を飛躍的に向上させるためには、低減メカニズムを解明し、低減効果を最大にする気泡分布を求め、それを実現する気泡発生技術を開発する必要がある。

メカニズムの解明では、以下の 3 つの疑問を説明できる必要がある。

a. 摩擦の減少あるいは増加

気泡の注入によって摩擦が減ったり、変化しなかったり、増えたりするのは何故か、その支配パラメータは何か?

b. 平衡状態か過渡状態か?

摩擦の低減は乱流境界層中の気泡分布(大きさや数)が過渡状態においておきるのか、

平衡状態において起きるのか? また、平衡状態は存在するか? 存在するならば、気泡を壁(水平下向きの場合)に近づける作用は浮力だが、遠ざける作用は何か?

c. 低減効果の持続性

低減効果は、吹き出し直下流では流速に依存しないが、下流に行くと流速が大きいほど早く減少する。何故か?

本年度本研究プロジェクトでは以下の研究に取り組んだ。

(1) マイクロバブルによる摩擦抵抗低減時の乱流変動計測(北川)

PTV/LIF 法により、摩擦低減状態の気泡流の乱流特性が前年度の PIV/LIF 法よりも高精度に計測された。

(2) 円管内気泡流の乱流構造変化(藤原、湊)

鉛直円管内気泡流について気泡分布・気泡と乱流との干渉を詳細計測した。

(3) 気泡数値シミュレーション(杉山、川村)

前年度まで一様気泡分布状態のみを取り扱っていたのに対して、今年度は気泡が壁面から拡散する過渡的状态をシミュレートし、摩擦の減少が再現できた。

(4) 乱流境界層における気泡の影響と微細気泡発生手法(藤原)

ベンチュリ管ノズルを用いた超微細気泡の実用的発生法を開発した。

4. 今後の課題

(1) 気泡流の乱流特性と気泡の運動・変形を同時に計測できる気泡流の高精度計測技術を確立し、それを用いて低減メカニズムを解明する。

(2) (1)の知見と 3 つの疑問を説明できる気泡流モデルを開発し、それを用いて、低減効果を飛躍的に増大させる気泡分布を推定する。

(3) 実用的な気泡発生法を用いて、低減効果を飛躍的に増大させる気泡分布を実現し、実験により確認する。

参考文献

- 1) 児玉ら、造学論 192 号、2002/12、pp.1-13.
- 2) 永松ら、造学論 192 号、2002/12、pp.14-27.