

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：マルチスケールバブルによる摩擦抵抗低減効果の向上
- (2) 研究代表者：海上・港湾・航空技術研究所 久米 健一
- (3) 研究期間：令和2年度～令和4年度

2. 終了評価の実施概要

日時：令和5年10月26日
場所：TKP 東京駅大手町 カンファレンスセンター
評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授
平澤 洽（委員長）
東京工業大学 教授
佐藤 千明
宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 特任担当役
嶋 英志
大阪大学 大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻 教授
中野 貴由
公共投資ジャーナル社 論説主幹
吉葉 正行

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究と成果の概要

研究の概要

本研究は、船底にミリメートルサイズ（ミリバブル）の気泡を注入し船底表面を覆うことで摩擦抵抗を減らす空気潤滑法について、「マイクロメートルサイズの気泡（マイクロバブル）」を利用することで、従来より少ない空気量で、従来よりも高い摩擦抵抗低減効果を得ることを考えた。

マイクロバブルの高い効果は実験室レベルでは確認されているものの、実船での効果は未確認であり、船速約 5m/s を超える高速の外部流れに効率よく吹き出し、さらに下流での拡散を防ぐ必要があるため、船底とミリバブルの間にマイクロバブルを注入するアイデアを考案し、これを「マルチスケールバブル」と称し、要素ごとの課題解決に取り組んだ。研究目標は、従来のミリサイズの気泡を利用した場合の摩擦抵抗低減効果を、マルチスケールバブルにより 2 倍以上とした。

成果の概要

マイクロバブルを発生させミリバブル中に注入したものの、摩擦抵抗低減効果を

向上させることはできなかった。これは内部流れである高速回流水槽、および外部流れを再現した曳航水槽いずれにおいても同様の結果であった。これは大量のマイクロバブルを発生させる必要があったことから加圧溶解法によって「マイクロバブル水」を生成したが、マイクロバブルを水と共に注入せざるを得なくなったため、マイクロバブル自体の拡散を生じたこと、ミリバブルも壁面から遠ざけてしまったこと、マイクロバブル濃度を十分に上げられなかったことが原因と判断された。

一方で、壁面近傍の乱流エネルギーカスケード構造が気泡によって影響を受け、摩擦抵抗に影響を及ぼす微小スケールの渦の発生を抑制しうることを示すことができ、これまで明らかにされていない抵抗低減メカニズムの解明の端緒を掴んだ。

さらに、本研究で開発した計測器 (FBG センサー式せん断力計)、計測システム (時系列流場気泡形状計測システム TR-PTV-Shadow) は汎用性が高く、広く流体力学研究の進展に貢献できる。

4. 終了評価の評点

B 一応の成果があった。

5. 総合コメント

水流中のサイズの異なるバブルを対象にした測定法を開発したことは一定の成果として認められる。しかし、当初の目的達成のための、新規なアイデアの構想と実現がなされたとは必ずしも言えない。

一方で、研究体制についてマネジメント上の困難に直面したにもかかわらず、装置類や計測法の開拓など、流体力学研究の発展に寄与する成果を上げることができた。

6. 主な個別コメント

- マルチスケールバブルによる抵抗軽減効果に関する当初の目標が達成できず、流体力学現象の解明にも至らなかった。
- ダブル光ファイバースローブや FBG センサーなど、この分野の研究に役立つツールが開発されたことは評価できる。
- 広い意味での流体力学研究の発展に寄与する可能性がある。
- 論文投稿や知財に関する十分な成果がある。また、学会での受賞対象となる成果も上がっている。
- ミリバブルを船底に引き戻すために船底近傍の液相を吸い込んで摩擦抵抗低減効果を回復させる技術を考案し、特許出願している。
- 高濃度マルチスケールバブルの生成手法の確立がネックになるが、これが達成できれば新たな知見が得られる可能性がある。
- 測定法が確立しているので、新たなアイデアの下に、リベンジが可能。

- マイクロバブルによる抵抗低減を狙うなら必要な濃度のバブルが生成可能かを確認してから次の段階に進めるべきであった。
- 計画がうまく進まない時の計画変更がなされる体制にはなかった。リスクヘッジができていない。