

平成18年度工学部予算重点配分研究テーマに係る研究報告書

(1) 研究テーマ

船舶のバブル航法最適化のための16チャンネル電極計測システム

(2) 研究代表者および分担者

代表者：西海豊彦（ファイバーアメニティ工学専攻・助教）

分担者：鈴木崇夫（ファイバーアメニティ工学専攻・准教授）

(3) 研究成果の概要

1. 研究の背景と目的

船舶の経済的航行法に、船底に泡を発生させつつ前進する、バブル航法があり、経験的に数十パーセントの燃費改善が可能であることが知られている。しかし、流体力学に基づく理論的設計指針は充分ではなく、主に経験的手法により実証されるのみである。ここで、バブル航法最適化シミュレーション構築のための応答性の良い実験データが早急に必要とされている。圧力センサーを使った気泡流の測定では、1チャンネル当たりのコストが高く、またセンサーが大きいため、容易に多チャンネル化を進めることが出来なかった。実用的な解像度に近づけるためグラッシカーボン(GC)を用いた検出電極アレーを作製し、小型、安価、高感度で多チャンネル化を達成することを目的とした。本研究は、16チャンネルのGC電極アレーを試作し、2V以下0.1~1kHzの交流電流を用いて泡を検出するハードウェアを開発、測定可能であることを実証した。さらに、再構築法に基づき流体力学理論を完成させて、泡に関する界面診断システムを必要とする、造船業、原子力、医療分野への応用を検討する。

2. 実験および方法

● 実験機器

ファンクションジェネレータ: KENWOOD FG-272. オシロスコープ: USB Instruments DS1M12 Stingray. パワーアンプ: SONY TA-N330ES. AD-DA コンバータ: Interface CSI-360116. PC: Toshiba dynabook Satellite T12 170L/5. 開発言語: Microsoft Visual Basic 6.0. 電極: 東海カーボン GC-20SS ($\phi 3 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$).

● 電極アレー

図1のように、GCによる16チャンネルの電極を作製した。GC電極とリード線の接続には、導電性ペーストを用いて、真鍮ねじとGCを接着して行った。

● 測定回路

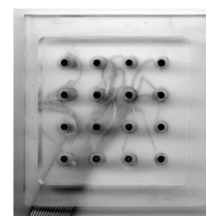
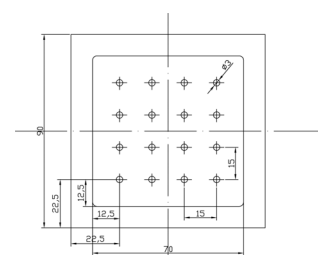


図1 GC電極アレー

流れる液体の抵抗値の変化を低駆動電圧で連続測定するためには、交流電流が適している。1 MΩ可変抵抗にかかる電圧の変化を 16 ch AD コンバータで読み取ることで、泡の流れを検出した。回路は図 2 のとおりである。本システムでは、16 ch 同時測定で、16 bit, 10 kHz のサンプリング測定可能な性能があった。

3. 結果および考察

0.5 m/s または、1.0 m/s の流水に、体積比(Void 率)で、5～25%の気泡を混合し、水のインピーダンスを測定した。このとき、振幅 1～2 V, 0.1～1 kHz の交流電流を印加し、それぞれ、1～10 kHz の周波数で、4 秒間データをサンプリングした。1, 5, 9, 13 ch は、4, 8, 12, 16 ch に対して、4.5 cm 下流にあり、それぞれ検出した泡が、約 100 ms で移動していることが分かった。これは、水の流速 0.5 m/s と良く一致しており、16 チャンネルの電極が独立に気泡の流れを捉えていることが分かる。また、ピークの大きさは、泡の大きさに対応していると考えられ、Stochastic Estimation 法を用いた再構築による解析、画像化が期待できる。

4. 結論

電極アレーにより気泡の流れが観測可能であることが実証できた。

(4) 配分額及び経費の支出額内訳

配分額	円
支出内訳	円
	円
	円
	円
	円
支出合計	円

(5) 特記事項

なし

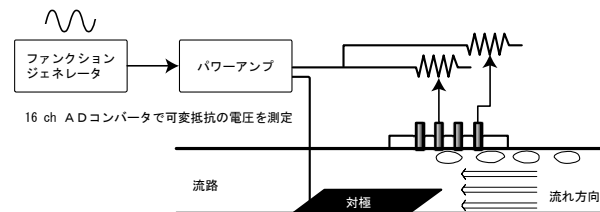


図 2 回路図

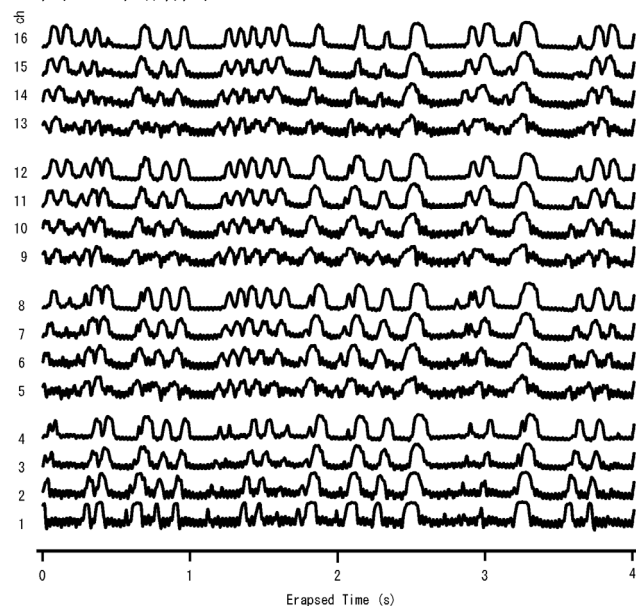


図 3 16 ch による測定結果の典型例. 流速 0.5 m/s, Void 率 20%, 印加電流 振幅 1.0 V, 周波数 100 Hz, 可変抵抗の値 200 kΩ. サンプリング周波数 1 kHz.