

CLAWAR 2016 に参加して

表 1 材料の比較

ゴムの種類	比重	連続使用温度 (°C)
ニトリル	0.96~1.02	80
クロロブチレン	1.15~1.25	80
エチレン	0.86~0.87	80
ブチル	0.91~0.93	80
フッ素	1.80~1.82	210
シリコン	0.95~0.98	150

山本 裕之

Hiroyuki YAMAMOTO

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

私は 2016 年 9 月 12 日から 3 日間ロンドン大学クイーンメアリー校で開催された、「CLAWAR 2016」に参加し、「New Small Buoyancy Control Device With Silicone Rubber For Underwater Vehicles」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 背景, 目的

貨物船や潜水艦は、バラストによって浮力調整を行っている。しかし、バラストでは外部との物質のやりとりがあるため、生態系や環境に影響を与えてしまう。そこで本研究では M. R. Clarke が提唱したマッコウクジラの潜水方法の仮説を参考に、外部との物質のやり取りなしに浮力調整を行うことが可能な装置の開発を目的としている。

2.2 小型浮力調整装置の開発

2.2.1 材料の選定

小型浮力調整装置の構造として、ゴムの中にパラフィンワックスを封入することを考案した。内部のパラフィンワックスを融解することにより、ゴムが膨張することで全体の体積を増やす仕組みとなっている。

まず、パラフィンワックスを封入するための材料の選定を行った。パラフィンワックスを融解するため、80 度以上の熱水を流す。この温度に耐えることが必須である。また、量産するため一個当たりの質量は小さい方がよい。以上より表 1 に示す材料を比較し、シリコンゴムを使用することに決定した。

2.2.2 小型浮力調整装置の製作

シリコンゴムのプレート 2 枚でパラフィンワックスを覆い、内部のパラフィンワックスを融解させることで装置の体積が変化するかを確認したところ、およそ理論値通りの体積変化が得られた。これにより、本装置が予想通りの動作をすることが確認できた。次に、液体のシリコンゴムを用いて浮力調整装置を設計・製作した。パラフィンワックスが融解したとき、シリコンゴムを膨張させる力を装置の内部全体に分散させ、装置の破損を防ぐため、図 1 のようにパラフィンワックスをシリコンゴムで製作した型で造形し、パラフィンワックスの周りにシリコンゴムをコーティングする製作方法をとった。

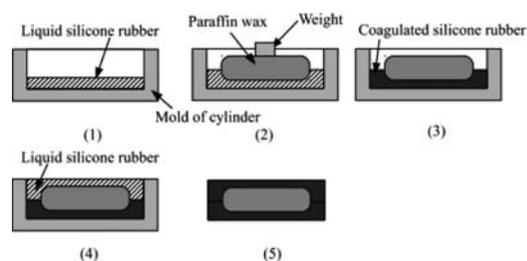


図 1 装置の製作手順

この方法で製作した装置を図 2 に示す。

この装置を体積変化させたところ、装置が破損しないことが確認できたため、この装置を使用して浮力変化量を測定する実験を行った。



図2 製作した装置

### 2.2.3 浮力変化量測定実験

図3に実験装置を示す。実験は以下のように行った。まず、パラフィンワックスが固体の状態の装置をおもりと一緒に沈め、梁のひずみをひずみゲージで測定する。次に、パラフィンワックスを融解し再度おもりと一緒に装置を沈め、ひずみを測定する。測定したひずみをそれぞれ重力に変換し、差を計算することで浮力変化量を算出した。

この実験から、装置の浮力変化量と理論値がほぼ等しくなっていることが確認できた。

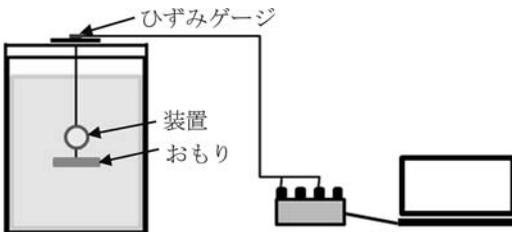


図3 実験装置

### 2.2.4 治具の製作

装置一つでの実験ではほぼ理論値通りの結果が得られたため、次に複数の装置を用いた実験を行うための治具を製作した。今回製作した治具と断面図を図4に示す。これは装置を2個取り付けることが可能であり、それぞれの装置のパラフィンワックスを融解させるのに熱水を使用することを想定して設計を行った。この治具を用いた浮力変化量を測定する実

験を行った。

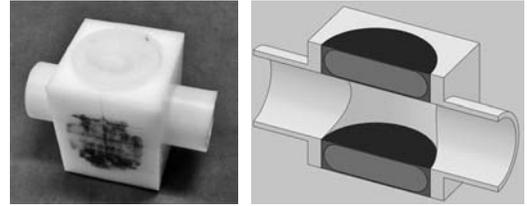


図4 製作した治具と断面図

### 2.2.5 治具を用いた浮力変化量測定実験

図5に実験装置を示す。実験は、装置を1個用いた実験と同様の方法で行い、この実験では装置を2個用いているため、装置1個での実験結果を2倍した値を予測値として、今回の実験結果と比較した。

この実験で得られた実験値と予測値はほぼ等しくなっていることが確認できた。

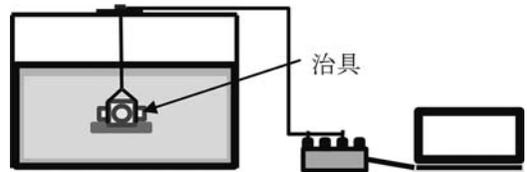


図5 治具を用いた実験装置

### 2.2.6 今後の研究

今回は装置2個での実験を行ったが、得られた浮力は微小であった。そのため、さらに装置と治具の数を増やす。また、熱水を流すことを考慮した治具を製作したため、熱水を循環させる装置を製作していくことを考えている。

## 3. まとめ

今回初めての国際学会への参加で英語での発表も初めてだったため、発表前は非常に緊張した。しかし、発表中は落ち着いて、準備してきたことをしっかりと発表することができたと思う。いままで密に英語に触れることがなかったため、いい経験になったと感じた。

最後に、発表までの間多大なご指導していただいた渋谷恒司教授に深くお礼申し上げます。