

水中メンテナンスロボットの研究開発 Research on the Development of Maintenance Underwater Robots

○劉 青¹, 山中 大輝¹, 和氣 直道¹, 羽多野 正俊²

*Yoo cheong¹, Taiki Yamanaka¹, Naomichi Wake¹, Masatoshi Hatano²

Abstract: This paper is concerned with the project of development of a maintenance underwater robot. Japan is surrounded by the sea, thus off shore structures, such as mega-floats, have been researched and developed. Then in order to maintain those structures under sea level, underwater maintenance robots are required. The robots must be unmanned autonomous robot necessarily.

In this report, we state our concept to construct the underwater maintenance robot. And then we show our constructed some equipment of the robot and basic experiment results.

1 緒言

本研究は、海洋構造物のためのメンテナンス用水中ロボットの開発を目的としたものである。

日本は海に囲まれており、これまで海洋利用について様々な研究開発が行われてきた。その中でもメガフロートのような、代替用地としての研究開発が行われてきた。このような構造物は、その特性上、一度設置すると長期間、海上で使用され、そのメンテナンスや修理には陸揚げする必要がある。しかし、陸揚げのための費用や時間、その間の利用不可など、デメリットが多い。これに対し、海面下の構造部分に対し、日常の監視・軽微な修理などを行うメンテナンスロボットシステムが望まれている。

本発表では、水中ロボット[1],[2]のボディ部分について製作を行い、特に水中でのスラスタの基礎実験を行った結果について示す。

2 製作する水中ロボットのコンセプト

- (1) 想定するロボットの作業環境は、波浪発電ユニットの水中部分の 5(m)四方の構造物内であるため、ロボットの全長は 1(m)程度、想定する作業水深は最大で 5(m)程度とする。
- (2) その寸法上、人間が搭乗することは不可能であり、また、水中では無線電波が著しく減衰するため地上からの無線操縦は困難であり、自律型のロボットである必要がある。
- (3) 水中ロボットは、水中における 3 次元的位置姿勢制御が必要であり、位置決めには 3 自由度、姿勢決めには 3 自由度が必要であり、計 6 自由度の制御が必要となる。そのため、少なくとも 6 つのアクチュエータが必要である。本ロボットはモータ駆動によるスクリュウ推進（スラスタ）とした。

- (4) 6 つのスラスタを制御するためには、ロボット自身の位置姿勢計測に加え、動作環境の認識が必要となり、そのための各種センサが必要となる。
- (5) 自律型ロボットの場合、環境認識と自己位置姿勢認識に基づいた制御手法が必要となる。この手法には各種あるが、本ロボットでは、別テーマにて研究中の SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)手法を適用することを考える。しかし、この既作成手法は 2 次元平面を走行するロボットに対するものであり、それに対し水中ロボットは 3 次元 SLAM となるため、その適用にはさらなる研究開発が必要となる。
- (6) メンテナンス作業のためには、ロボットアームが必要であり、またその冗長性の観点から本ロボットでは双腕のロボットアームとする。これについては今後の課題である。

3 ロボット製作

3-1 メインボディの製作

水中ロボットは耐水圧の観点から円筒形のものが多く、本ロボットでもその有効性を考慮し、円筒形を採用した。環境認識のためにカメラを用いた画像処理・認識や、LRF(Laser Range Finder)を用いることを想定し、そのために小型のノート PC を搭載することを考える。また、防水方法およびその加工方法、さらに素材の入手のしやすさ等を考慮した結果、内径 210(mm)、肉厚 20(mm)、外径 250(mm)、全長 450(mm)程度のアルミパイプを 2 つ直列にした構造とした。Fig. 1 に製作したロボットボディを示す。

水中ロボットの浮力を量るため、大型水槽にて実験を行った。その結果、1 つの円筒ボディの浮力は 19.7kgf であった。

1 : 日本大学・学部・精機, 2 : 日本大学・教員・精機



Figure 1 Main body of the developed underwater robot

3-2 防水モータ

推進力を発生させるためのスラストとしてモータ駆動によるスクリューを用いるが、このモータの防水が問題となる。本ロボットでは、モータそのものを防水処理し、水没させる手法を採用した。使用するモータはブラシレス DC モータとした。コイル部分は漏電しないため、そのまま水中でも良いが、基板部分は水に濡れると動作しないため流動性が良いエポキシ樹脂を使って基板に樹脂モールドした。

3-3 スラストの出力実験

Fig. 2 に示すように、防水加工を施したブラシレス DC モータ(Hyperion, Zs2209-32)にスクリュー（直径 100mm, 3 枚羽）を取り付けたスラストユニットを製作し、水中での動作実験を行った。電圧を 12(V)と 14.4(V)をそれぞれ印加した場合の、発生力と消費電流の関係を調べた。12 (V)と 14.4 (V)を印加した時の実験結果をそれぞれ Fig. 3 と Fig. 4 に示す。グラフより発生力と消費電流はほぼ比例の関係にあり、また図にはないが、最大 2 (kgf)を発生することを確認し、本ロボットに必要な推力が得られることを確認した。

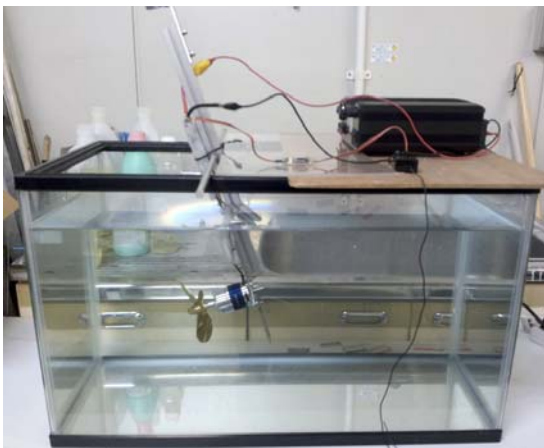


Figure 2 Experimental equipments

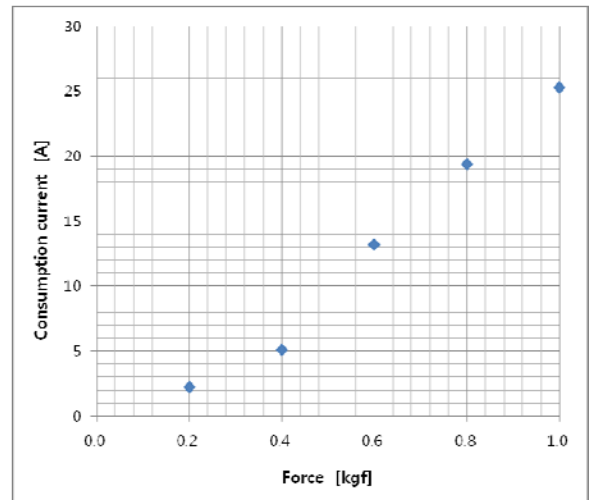


Figure 3 Experimental results in case of 12V

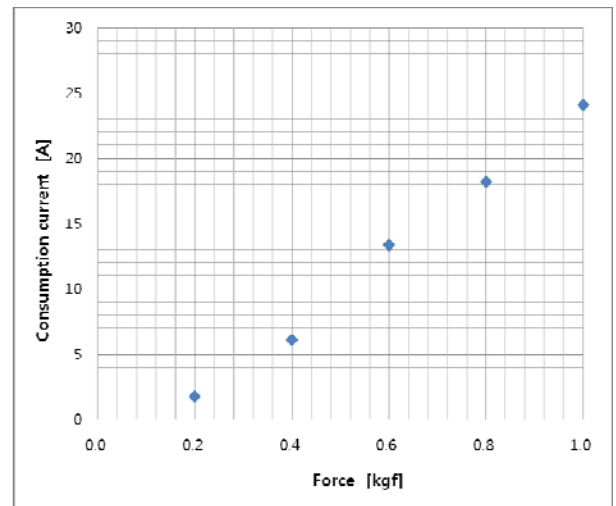


Figure 4 Experimental results in case of 14.4V

4 結言

本プロジェクトで作成する水中ロボットのコンセプトを示し、スラスト部の基礎実験結果について述べた。これらをロボットに取り付け、基礎運動制御実験を行った結果については、発表当日に示す予定である。

謝辞

本研究は、日本大学理工学部シンボリックプロジェクトの助成を受けたものである。記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 浦環 高川真一 海中ロボット(1997)
- [2] 浦環 高川真一 海中ロボット総覧(1994)