

潜航艇モデル回収用ROVの開発

(第1報 スラスターの製作)

2014.06.15

吉川博樹

1. 緒言

冬季水中でスタックした潜航艇モデルを回収するROVを開発するため専用のスラスターを製作する。方針を以下のように定めた。

- (1)回収艇を引き上げるだけの十分な推力を持つこと。
- (2)模型用に市販されている部品を使用すること。
- (3)低消費電力であること。

現在のAMM(AQUA MODELERS MEETING)の標準は低回転型の540モーターで専用スクリューをダイレクトに駆動する方式である。この方式はコンパクトであるがプロペラ径が小さく、大推力を得るにはモーターを高回転にする必要があり一軸当りの消費電力が10Aを超える場合があった。そこで低消費電力のモーターを遊星ギヤで減速し大径のプロペラを駆動する方式を採用する。

2. スラスターの製作

スラスターのプロペラには(株)レインボープロダクツのΦ80mm ターボファンを使用した。

http://www.powers-rainbow.com/cgi-bin/tkx/cgi/shop/goods_list.cgi?CategoryID=000009



写真2.1 Φ80mm ターボファン

プロペラを駆動する低消費電力モーターは RC-280RA-20120 で(株)鈴商から入手した。

http://www.suzushoweb.com/category_2.php?c2_id=84



写真2.2 マブチ RC-280RA-20120

表2.1 モーター仕様

| | |
|---------|-------------------|
| メーカー | マブチ |
| 型式 | RC-280RA 20120 |
| 使用電圧範囲 | 4.5~9.0V |
| 最大効率時電流 | 0.58A |
| 無負荷回転数 | 8210rpm |

減速機としてタミヤの遊星ギヤを使用したがそのままではファン及びモーターと組み合わせられないのでアウトレットシャフトに以下の加工を施した。

http://www.tamiya.com/japan/kousaku/k_products/72001_planetary.htm



写真2.3 タミヤ遊星ギヤボックスセット

(1) アウトレットシャフト

キットに付属しているアウトレットシャフトの B2 パーツと噛合う部分を外し、Φ4mmの真鍮棒から削りだしたシャフトに固定する。

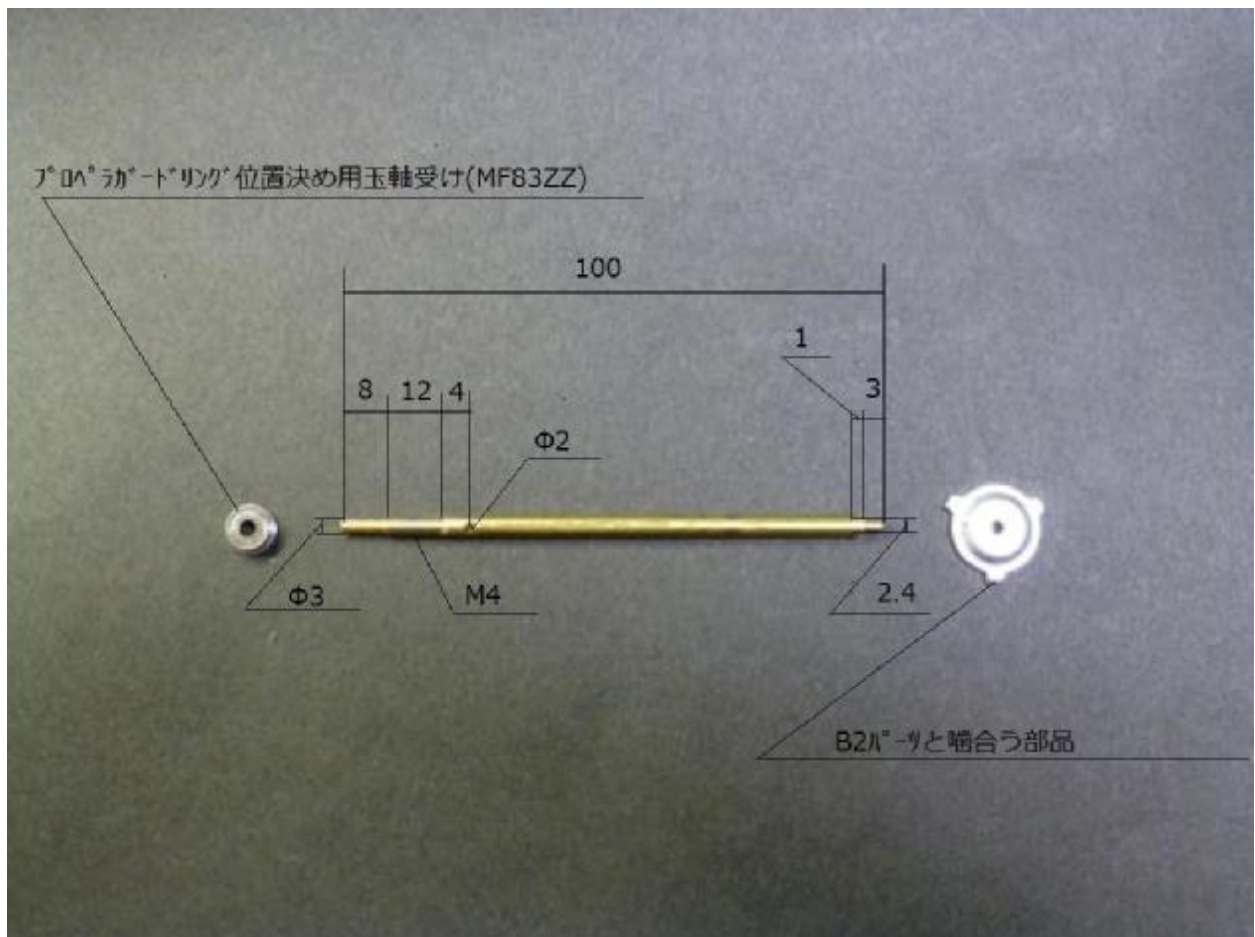


写真2.4 自作アウトレットシャフト

(2) 防水ケース

防水ケースは塩ビパイプ(VU40)で片側に掃除口(VU40)を設けメンテナンスできるようにした。掃除口はフランジ部をカットして塩ビパイプと同径にした。掃除口の中心にΦ9、その周りにΦ3の穴を同心円上に3個開けてある。Φ9の穴は駆動軸の取出し用でΦ3の穴は遊星ギヤの固定用である。またそれ以外に電力

用コードの取出し用に2個の穴が開けてある。



写真2. 4 掃除口(左…加工前/右…加工後)

(3) 駆動軸用防水機構

駆動軸はG4シールで防水する。作成方法は BLUEWORLD に詳しく記載されているのでそちらを参照されたい。今回は長さを 60mm グリスニップルの位置を遊星ギヤボックス側から 10mm の位置とした。

<http://www.rc-blueworld.com/workshop/sterntube/2/sterntube-2.html>

部品のG4シール及びミニチュア ステンレス玉軸受 開放形 SMR84 は(株)MonotaRO から入手した。

<http://www.monotaro.com/g/00172664/?t.q=%83V%81%5B%83%8B>

<http://www.monotaro.com/g/00998075/?t.q=%83%7E%83%60%83%85%83A%83%7B%81%5B%83%8B%83x%83A%83%8A%83%93%83O>

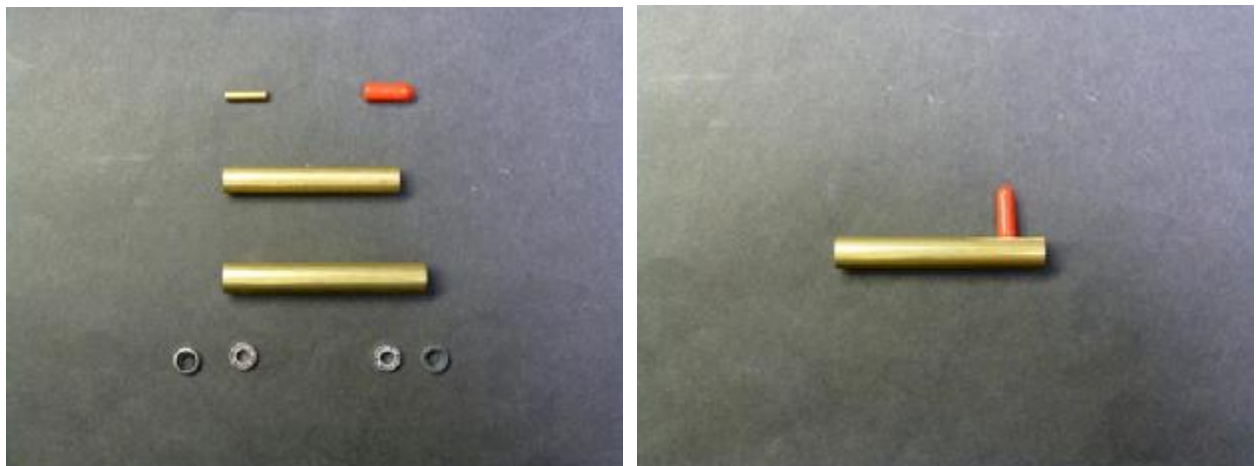


写真2. 5 駆動軸用防水機構(左…部品/右完成品)

(4) 駆動部の組立て

写真2. 6に駆動部の部品を示す。ギヤボックス固定用ビスは長すぎるが手持ちに最適なものが無かったため採用した。26mm のスペーサーは駆動軸用防水機構のグリスニップルにアクセスし易くするためと配線を掃除口から取り出すための物である。遊星ギヤの構成は 4:1~400:1の範囲で実装可能である。遊星ギヤボックスの外形が掃除口のネジ部より若干大きくそのままでは干渉するので遊星ギヤボックスの取り付けネジ部を削り落として外形を小さくしてある。

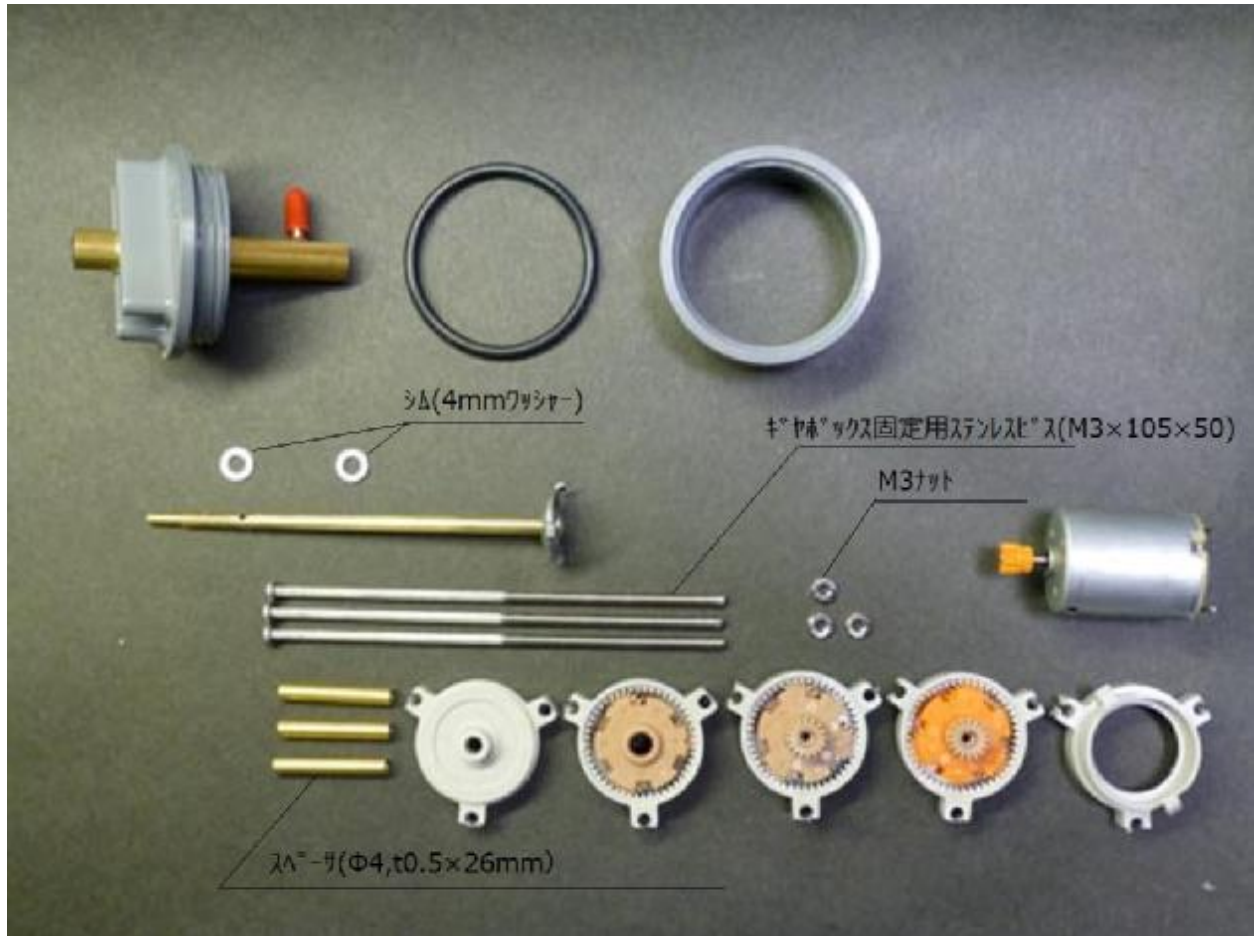


写真2. 6 駆動部部品

写真2. 7が組立て後の駆動部である。ハウジングの塩ビパイプ(VU40)は長さ76mm(掃除口のパイプ側と合わせて100mm)で掃除口の反対側は厚さ3mmの透明塩ビ板を接着してある。

写真では80:1(3段減速)のギヤ比にしているが表2. 1よりモーターの無負荷回転数(8210rpm)から4:1~25:1(1段 or 2段減速)が妥当と考えられる。減速比については次節で検討する。



写真2. 7 駆動部

(5) プロペラ

プロペラはΦ80mm ターボファンの 2mm の穴径を 4mm に拡大し更にボス部にアウトレットシャフトに設けた 2mm ステンレス平行ピンを噛合うよう溝を設け M4 ステンレスナットにゆるみ止め(ロックタイト)を付けアウトレットシャフトに固定した。

(6) プロペラガードリング

プロペラの径が大きいのでガードリングは必須である。ガードリングとして塩ビパイプ(VU75)を使用した。VU75の近似内径は 83mm でありΦ80mm のプロペラ外径との間に片側 1.5mm のクリアランスしかない。アウトレットシャフトの先端にΦ3mm の位置決め部を設けたのはこのためでフランジ付きミニチュア ステンレス玉軸受 MF83ZZ で位置決めしている。

玉軸受を t=5mm、Φ32mm の透明塩ビ板の中心に固定し、透明塩ビ板は 4 方向から 3mm ステンレスビスで 26.5mm のスペーサを介してVU75の中心に位置決めした(写真2. 8参照)。



写真2. 8 プロペラとガードリングの位置決め

ガードリングの固定は 4 本の t=3mm の塩ビ板から切り出したステーで駆動部のハウジングに固定する。この時分解可能とするためステーを塩ビソケット(VU-DS40)を 1/2 に切断した物に接着し取り外し可能としている。ソケットは駆動部のハウジングに 3mm の止めネジで固定した(写真2. 9参照)。

写真2. 10は反対側から見たところである。駆動部のハウジングの反対側の透明塩ビ板の中央には空圧を掛け漏れチェックをするための M4 の雌ネジが切ってある。使用しないときは写真のように O リングを介し M4 バインドネジで密閉する。

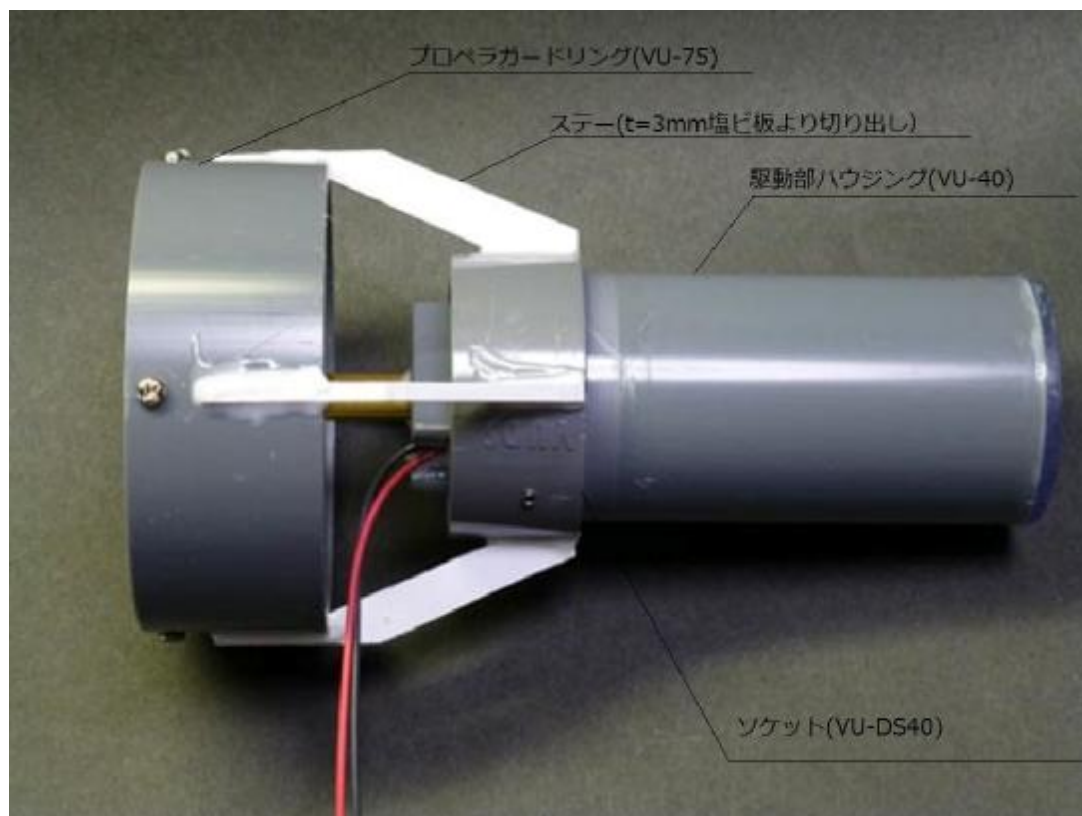


写真2. 9 プロペラガードリングの固定

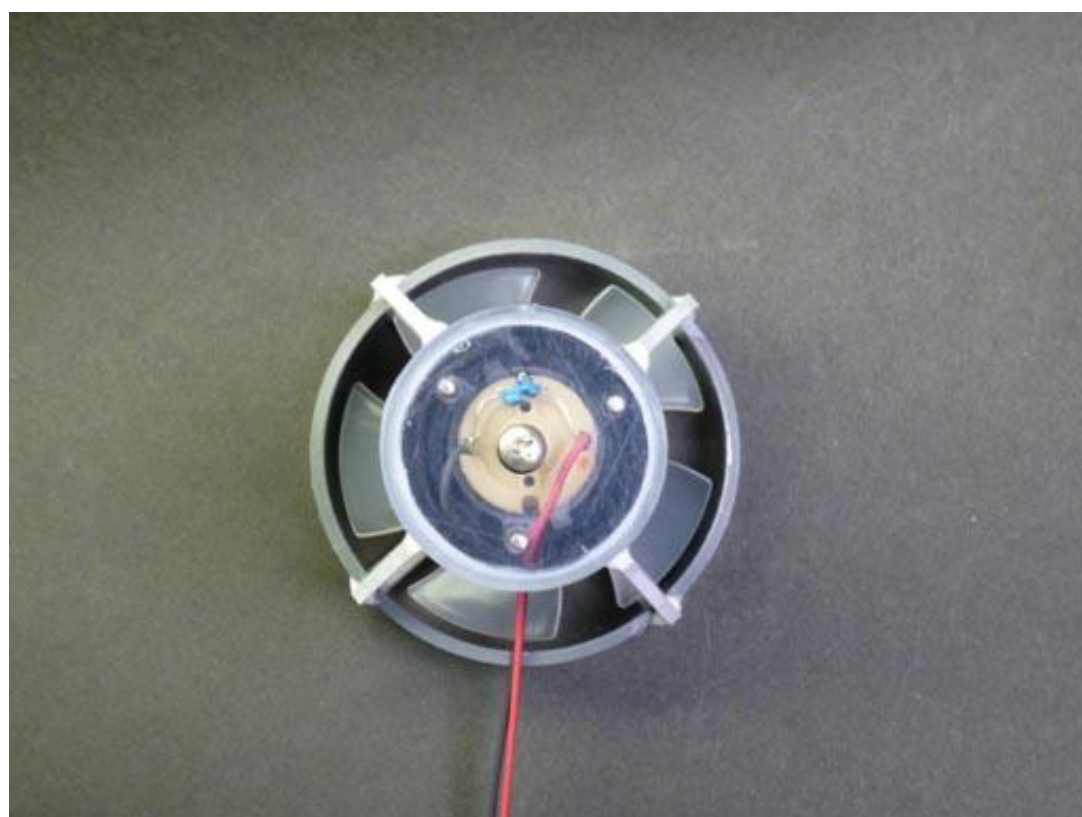


写真2. 10 漏れチェック用雌ネジ穴(M4)

3. ギヤ比の選択

今回使用したタミヤ遊星ギヤボックスセットは 4:1~400:1の範囲で実装可能である。前述のようにモーターの無負荷回転数(8210rpm)から4:1~25:1(1段 or2段減速)が妥当と考えられるが、本来は空気中で使用するファンを水中で回転させることからどの程度の負荷になるか不明である。そこで簡単な実験を行いギヤ比を決定した。

写真3. 1は製作したスラスターの静止推力の測定治具である。ブルーの板は 20mm 厚のダウ化工(株)のポリスチレンフォーム保温板(商品名:スタイロフォーム)でスラスターを浴槽に浮かべるための物である。スラスターを下側にして水の上に浮かべ Max500g(最小目盛=5g)のバネ秤で静止推力を測定した。

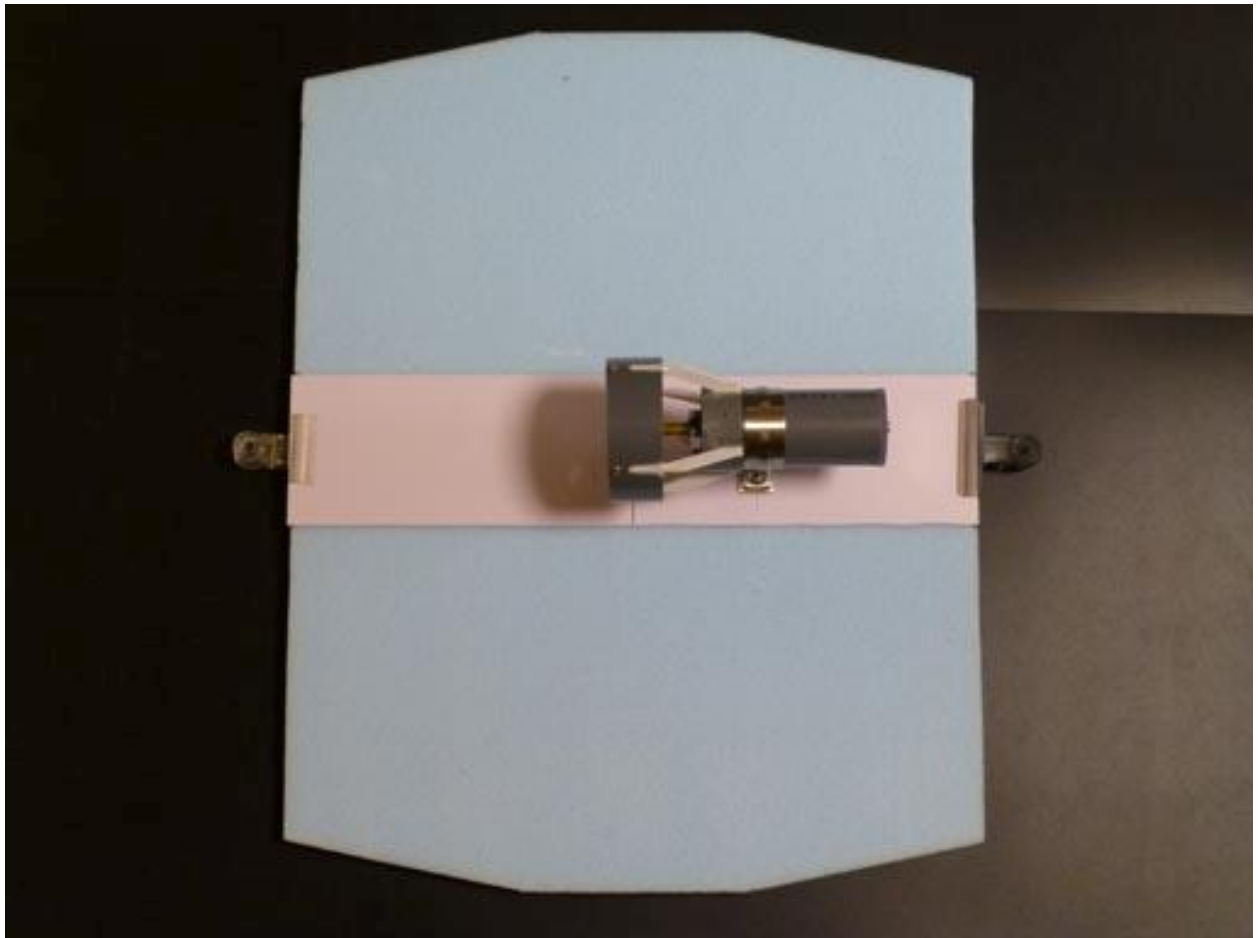


写真3. 1 静止推力の測定治具

結果を図3. 1に示す。

- (1)ギヤ比5:1と16:1を比較すると静止推力は殆ど同じであるが消費電力は16:1の方が5:1の約1/2となっている。
 - (2)プロペラの逆転は推力は 75%~80%に減少するが消費電力は殆ど変わらない。
 - (3)ギヤ比25:1は推力が 50%程度までしか上がらず明らかに減速比が過大である。
- 以上よりギヤ比は16:1が最適と考えられる。

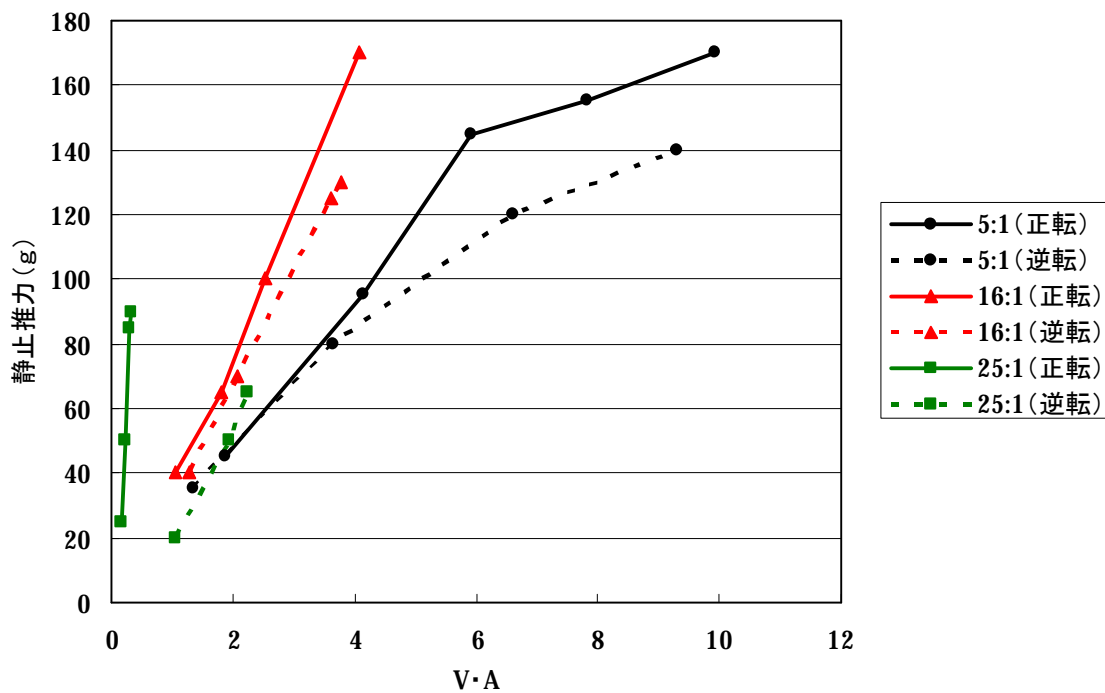


図3. 1 静止推力測定結果

4. 結言

模型用に市販されている部品を使用してROV用のスラスターを製作し以下の結論を得た。

- (1) 7.2Vのバッテリーを電源とした時、電流値 0.55A で170gの静止推力を得ることができた。このスラスターを垂直方向に2基使えば 1.1A で 340g の静止推力を発生させることができ、300cc 程度のバラストタンクを持つ潜航艇モデルを回収することができる。
- (2) 前後進用に左右2基を追加しても、スラスターの全電流は 2.2A に収まる。

5. 謝辞

本開発に当たり潜水訓練プールの使用を御許可下さった(独)海洋研究開発機構に感謝の意を表します。