

3D しんかい6500

2013.01

吉川 博樹

1. 最初に

AMMでは主に水中で動く模型をテーマにしています。JAMSTECの一般公開用に「ペットボトルしんかい6500」と「ラジコンしんかい6500」を紹介してきましたがいずれも水中に潜ることはできません。水中に潜る模型には、

- (1)防水
- (2)深度調節
- (3)水中での制御

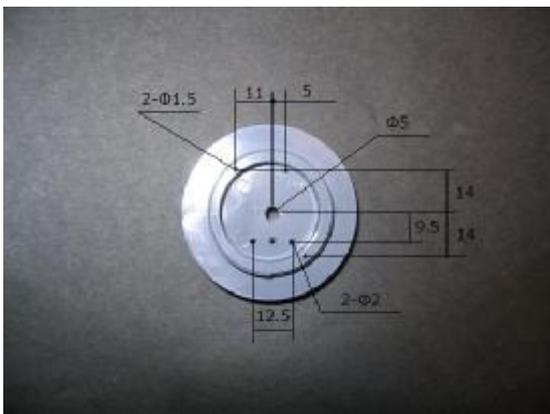
といった課題があり、それなりに技術を要します。今回ペットボトルと水道管を使った安価な潜水艇の模型を作ってみました。潜水艇の模型の入門として御一読頂ければ幸いです。

2. 設計方針

艇体がペットボトルであることから胴体を水密状態に開け閉めすることは困難です。そこでWTC(ウオーター・タイト・シリンダー;水密筒)と言う方式を採用します。WTCは模型用のものが「たもつ模型」さん(<http://tamo2mokei.sub.jp/>)から発売されていますが、汎用の物は直径が大きいためここでは40mmの水道管を使用します。水密には汎用の水道管パーツである掃除口(VC040)を使います。動力に水中モーターを使うと配線の処理が難しくなるのでWTCに内蔵することにしました。

3. 動力部の製作

掃除口(VC040)はホームセンターで購入できます。180/個でした。水道管への固定はソケット(VU-DS40)34/個を使います。2組使いますので428になります。水道管はVU-40が1000/4mぐらいですが4mも要らないので少々割高でも短い物を購入します。掃除口に下左の写真のように穴を開けます。12.5mm幅の2個のφ2の穴の中心に3mmの穴を開けていますがモーターのシャフト先端の逃げです。途中で止める予定が開け切ってしまったので(下左の写真)後で蓋をしておきます。下左の写真は表側ですがビスの頭を逃げるため少々削ってあります。一見フライス加工のように見えますが、ボール盤にドレメルの円筒形のヤスリを咥え掃除口を押し付けて削っただけです。塩ビが柔らかいのでできる技です。



モーターを内蔵するとプロペラシャフトの水密が問題になります。一般的にシールは 4mm 径用(G4 シール)です。今回は 2mm 径にしたいのでイレギュラーですが「たもつ模型」さんの防水リンクージロットシール2個セット\3400 を使います。2個セットですが1個しか使いません(下左の写真)。モーターは Graupner の SPEED250(定格 7.2V)を使いました。8T のピニオンギヤを付け、10mm のスペーサーと 2mm×16mm のビスで固定します(下右の写真)。



スパーギヤはレインボープロダクツの T30×0.5 モジュールを使います。シャフトは 2mm ステンレスバネ線でスパーギヤを入れる前に必ずシムを入れてください。下左の写真はモーター側から写したものです。スパーギヤとモーターの間には 2mm 厚のテフロンワッシャーを入れシャフトが下がらないようにします。



4. 制御系

一般的な常識として電波は水中では減衰が大きく通りません。しかしラジコンで使われている 40MHz 帯であれば真水であれば 3~5m ぐらい届きます。但しこの時受信機の感度が問題になります。飛行機用で発売されているものは概ね大丈夫ですがパークプレーン用のものは感度が落ちます。今回は飛行機用で超小型のコロナの RS410 II を使用しました。また ECS(アンプ)は TURNIGY の BRUSHED 20A を使いました。両方とも小型では有りますが長さが長いので短くするため若干の改造を施しています。受信機はクリスタルソケットを外し、足を直角に曲げたクリスタルを直接基板に半田付けしました。ECS は配線を一方としバッテリー、ブレーキの選択ピンを外し基板のパターンを直接ショートさせています(次ページ左の写真)。上がオリジナルで下が改造品です。

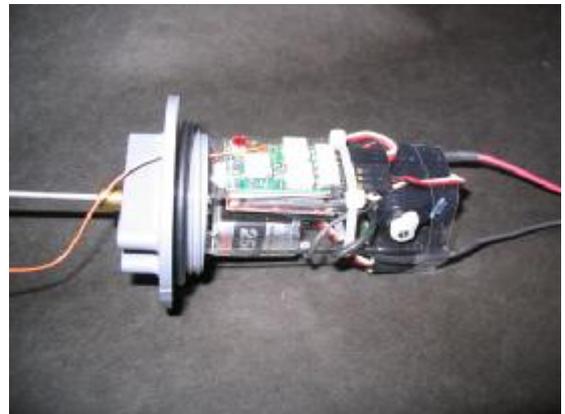
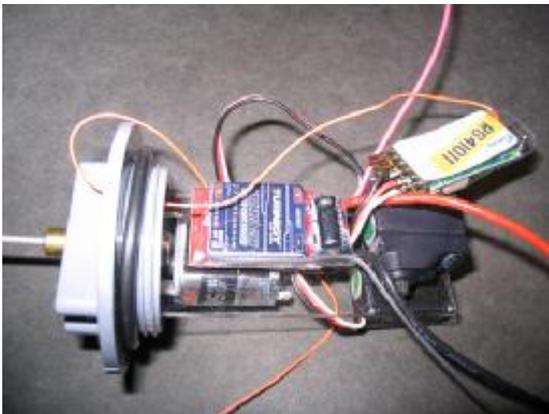
サーボベットの 2mm 厚の PET 材で作ります。32mm 幅×78mm 長さでギヤの逃げ用に 10mm×20mm の切り欠きを設けてあります(次ページ右の写真)。



サーボベットの両面接着テープでモーターに接着して固定します(下左の写真)。サーボも同様に両面接着テープで固定しますが取付用の耳は邪魔になるのでカットします(下右の写真)。今回は Eagle Heavy Duty Carbon Plastic Mini Servo(7.87\$/個)を使用しましたが、寸法的にもっと小型のマイクロサーボでも良いと思われます。



モーターの裏側に ECS を両面接着テープで固定します。受信機はその上に両面接着テープで固定しますが固定する前に ECS のコネクタをカットして S,+,- を直接受信機に半田付けします(下左の写真)。これはコネクタを 2 段重ねで設置するスペースが無いからです。配線がばらけ無い様ビニタイ及び熱収縮テープで結束しました(下右の写真)。



リンクージは外径 1.4mm のステンレスパイプと外径 1.0mm のステンレスバネ線を使います(次ページ左の写真)。両方ともハンズで入手できます。ステンレスパイプは長さ 60mm にカットしてください。ドリメルに円盤の砥石を取り付けカットすると潰れず楽に作業ができます。ステンレスバネ線は一方の端に Z

ベンダーで段を付けてサーボホーンに取り付けます。ホーンの穴は一番軸よりのものを使います。ホーン先端が水道管(VU-40)の内側に接触しないようにします。万が一接触するようならサーボの位置をより内側に移動させて下さい。掃除口(VC040)を通すときはホーンを前方に倒せば入ります。水道管のWTCに使う部品を下右の写真に示します。水道管(VU-40)はバッテリーボックスが入る長さ(作例は74mm)に調節します。今回は出来るだけ短くしたかったので単4用(長さ 52mm)を使いましたが単3用(長さ 58mm)でも構いません。短いからと言って単5は電池の持ちが悪いだけでなく100 ショップで売ってないので避けたほうが良いでしょう。



WTCの組立ては塩ビパイプ用セメダインA(低粘度品)を使いました。組む前にパイプの面取りをして置かないと奥まできちんと挿入できないので注意して下さい。接着面両面に付属のハケで手早く塗り、手で押し込んでからプラスチックハンマーで叩き込みます(下左の写真)。乾燥したら組み立てます(下右の写真)。



WTCにはペットボトルに固定するためのリングを取り付けます。押し込んだ状態でペットボトルの口から5mm以上奥になるようにして下さい。作例では左端から100mmの位置に内径54mm×外径68mmのリングを2mm厚のPET板から切り出し取り付けました。作例では掃除口の蓋に2mmのビスを5本付け、リングに2mmの穴を8個開けてアンテナ線を張ってあります(次ページ左の写真)。

5. 艇体(ハル)

艇体は「ラジコンしんかい」と同様に2分割で作りますが、今回は中に収めるWTCが長いので25mm程延長します。従って、ペットボトルは2個必要と言うことになります。蓋にはプロペラシャフトの取り出し口を開けますが、2mmの穴そのままでもスリーブ(ミニ四駆の真鍮製のものが使えます)を付けても良いで

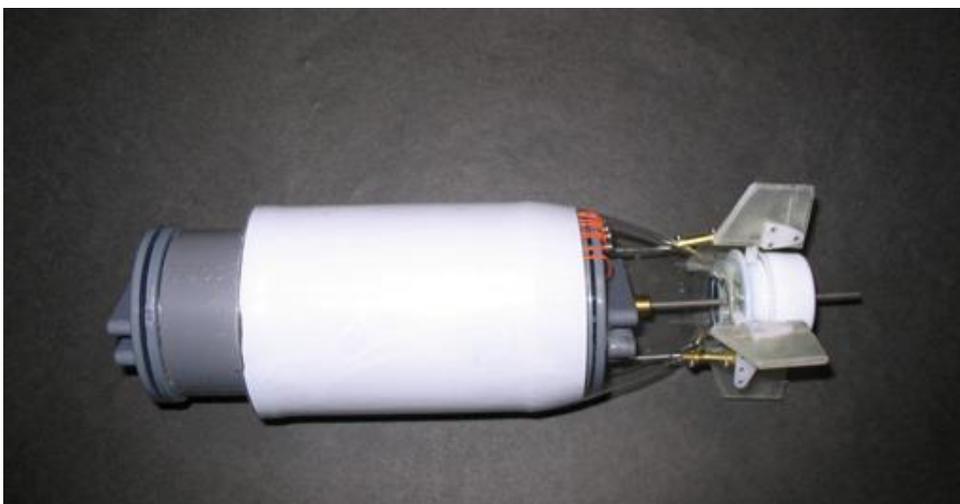
しょう。作例では 720 ステンレス製フランジ付きベアリングを使いました(下右の写真)。



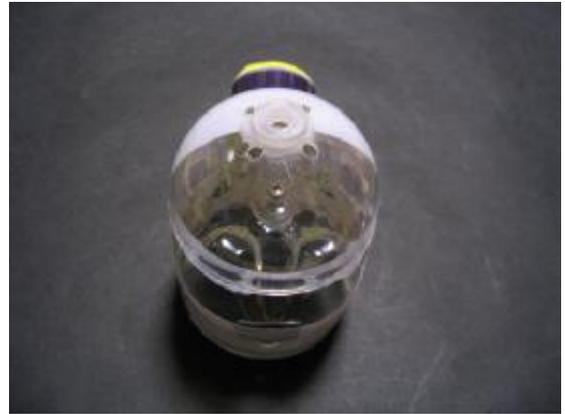
縦舵と横舵は上下、左右を内部で連結した形状を採用しました。連結は外径 1.0mm のステンレスバネ線です。縦舵はプロペラシャフトを逃げるため内部で湾曲させます。そのためバネ線をペットボトルの口の基部に 1mm の穴を開け差込んでからペットボトルの口からラジオペンチで曲げました(下左の写真)。横舵は上下にシフトできるため内部で曲げる必要はありません。作例では上側に逃げています。



舵は底辺 30mm 上辺 20mm 高さ 20mm の台形にしました。曲げたバネ線を逃げるため 1mm 厚のプラ板をコアにして両側に 0.5mm 圧のプラ板を両面テープで貼ってあります(上右の写真)。リンケージは現物合わせで作ります。ジョイントがぶつからないようペットボトルの取り出し口は大きめに開けます。下に組み立てた写真を示します。接着は浮力調整後になりますのでまだ付けないようにして下さい。



蓋は掃除口の蓋に 3mm×長さ 10mm のスペーサを取り付けそこに 3mm のビスで取り付けます。ガシヤポンカプセルにはドライバーが入る穴を開けておきます。穴の周りにはウレタンゴムのワッシャーを接着しプールの壁に激突してもひび割れしないようにしておきます(下左の写真)。下右の写真は組立て後です。



スクリューは「平尾モデル」さんの「シーガル」の物を分けて頂き使用しましたが、シャフト径 2mm のものならどのような物でも良いでしょう。

この後、動作を確認し浮力調整を行います。黄色のスポンジ部分が僅かに水面から出ているぐらいが良いでしょう。WTCと艇体間に発泡材を詰め下側に板鉛を貼り付けることにより調整しますが、発泡材は可能な限り多く詰めてください。こうする事により復元力が増しモーターの反トルクで艇体が傾くのを防ぐことができます。

作例(下の写真)ではWTCの周りに独立気泡の発泡材のシートを巻き付け両面粘着テープで固定し、錘は艇体下部に幅 20mm×長さ 85mm×厚さ 2mm の鉛板を 4.5 枚シュリンクした後両面粘着テープで固定しました。微調整は蓋の内側やメインの錘に鉛の板錘を適当に切って両面粘着テープ固定します。全てが完了したらWTCを艇体に接着して完成です。



今回は「ペットボトルしんかい」に載せるためミニマムサイズの 40mm 径としましたが、50mm 径で作ると作り易いと思います。そのときは 500ml のペットボトルには入らないので 1500ml のペットボトル(ジンジャエールのものがスマートで良いと思います)を用意して下さい。



*1 一部地域での取り扱いとなります

以上