

SEAGULLの水中機動に関する一考察

2012.03

吉川 博樹

オリジナルの SEAGULL はとても良く考えて設計されています。もともと体験操縦用に開発されましたが今までにない動きをすることから、その力学を解明してみたいと思います。と言っても数値的にシミュレーションする能力は無いので定性的な考察です。以下頭の中で考えただけなので間違っているかも知れませんが、なにかの参考にして頂ければ幸いです。

1. 旋回

(1) 左旋回

左旋回時にはラダーに右の写真の力が働きます。この内右方向の分力が船尾を右に動かすため船首が左を向き左旋回します。

ラダーが艇体の上下にあれば問題は無いのですが上にしかないので下左の写真のように船首を上げ更に下右の写真のように右にロールする力が働きます。このロールにより上半角を持った右の翼が水平になり頭上げによる仰角で赤矢印の力が生じ(左



の翼にも生じるが右より小さい)これが復元力となってロールが抑えられます。ロールの復元力は水平に近づくに従い小さくなる(左右の翼に働く力が等しくなるため)のでラダーに働く力と釣り合った位置でロールが止まります。また、翼に働く揚力は船首を下げ艇体を水平にする方向に働くので必要以上に働くことはありません。ロールも頭上げも発散方向ではなく収束方向に制御されます。SEAGULL をはじめて見たとき一番感心した点です。

因みにアクアレーサーⅡのように下側にだけラダーがあると船首を下げる力が働くため旋回時下に突っ込みがちになります。この場合は安定して走行させるためにラダーにエレベーターをミキシングする必要が生じます。



(2) 右旋回

右旋回では逆になりますが挙動は変わります。これは艇体にスクリューの反作用が働くためです。スクリューの反作用は左回転のロールになるため右旋回時には次ページ左の写真のように旋回のロール(黒矢印)にスクリューの反作用のロール(青矢印)が加わり左の翼は水平より更に下側に傾きます。このように大きくロールすると左翼の復元力は小さくなり大きくロールしたままになります。この時ラダーに働く力はラダーが水平に近くなるため下右の写真のように頭上げの分力が大きくなり船尾を左に振る分力が小さくなります。右旋回では「頭上げ+旋回半径大」の癖

が出易くなることとなります。下右の写真のように大きく傾くと制御が出来なくなり直進し浮上してきます。そして水面に出たところで転覆する場合があります。対策は、
 (a)浮力材と錘で復元力を出来るだけ大きくする。
 (b)ハイパワーのモーターを使わない。
 ですがスピードを追求する場合(b)はNGでしょう。そこでその他の対策としては、



(c)左翼の上半角を大きくする。
 (d)左翼の下にリッドを付ける。
 (e)右翼に鉛の板を貼る(静止時右に傾きます)。
 (f)前部潜舵(バウプレーン)に左右で振れを付ける。
 等々が考えられますが、(a)+(c)が抵抗が増えず走行性能も変わらないので良いと思います。

2. ピッチ制御

SEAGULL は宙返りではなく水面下を安定して巡航することを目的に開発されています。そのためピッチ方向の動きが緩やかな前部潜舵(バウプレーン)が採用されています。

右上の写真のように前部潜舵を下向きにすると船首を下に向けますが後部の翼が下向きになり翼に下向きの力が働き艇体を水平にしようとします。前部潜舵を上向きにした場合は右下の写真のように逆になります。

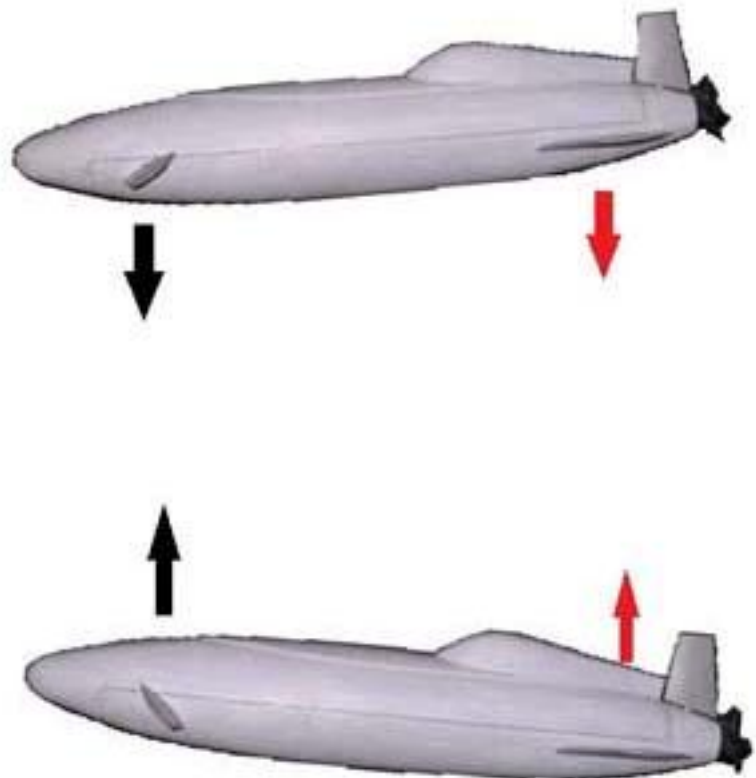
ピッチ方向の自動制御の方法として

(a)ピッチコントローラー

(b)デプスコントローラー

があります。ピッチコントローラーは艇体のピッチ方向の傾きをゼロにするためのものなので前部潜舵でも後部潜舵でも関係はありませんが、デプスコントローラー

では影響があります。例えば前頁右下の写真で浮上の状態にあるとき艇体前部の感圧孔で目標深度を検出した場合、前部潜舵は水平になりますが艇体は緩やかに水平になるため目標深度を行き過ぎます。これに対して後部潜



舵であれば艇体前部の感圧孔で目標深度を検出した場合、艇体後部を上げようとします。艇の浮力点を中心に後部を上げれば前部が下がることになるので目標深度に緩やかに漸近することになり目標深度を行き過ぎることはありません。従って、前部潜舵の SEAGULL ではピッチコントローラーがお勧めです。

3. 後部浮力と復元力

SEAGULL はセミドライハルが標準です。セミドライハルを付ける前のものを分けて頂いてφ50mm のWTCを積んでみましたが、重心が上がるとともに上部クリアランスが無くなり浮力材を積むのに苦労しました。ウレタンの直接発泡でやっとの思いで浮かべることが出来ましたが復元力が無く小さなモーターでも艇が傾いてしまいます。大きな復元力を得ると言う意味でセミドライハルはベストな選択だと思います。

後部キャンピーは浮力材を入れ難い後部の浮力を稼ぐために設けたとの説明がありましたが、デザインの的にもとても美しいと思います。このキャンピーと艇体上部にウレタンを発泡します。セミドライハルの塩ビの蓋にラップを巻いて押し付けながら発泡させると手間無しで綺麗に出来ます。後でネジの頭の逃げをリューターで削る必要があるぐらい隙間無くピッタリできるので最大浮力を稼ぐ上で良い方法と思います。このようにして最大浮力を稼いだ後、錘でバランスを取れば大きな復元力が得られ、大パワーのモーターでも比較的安定した姿勢を維持できると思います。下の写真は上部ハルに発泡処理を施したものです。



4. フラットな船底と抵抗の少ない艇体

ラダーが上部にしかないので船底がフラットに出来ています。前部潜舵の採用と合わせて万が一着底してもプールの底に張り付くことなくパワーで上に上げる事が可能になっています。また紡錘形の艇体は舵の効きを良くしています。高速で前進している状態からラダーをフルに切ると、略直角に進行方向を変える感じで方向転換します。

最後になりましたが素晴らしい艇体を設計・製造しご提供頂いた平尾氏に感謝の意を表します。

以上