

# ウォータービークル(MMV)の 開発と紹介



舟艇技術部設計三課 小林 昇

## 1. はじめに

ウォータービークル、この聞き慣れない乗物はなんだろうと思う人が多いかもしれない。

船は昔から人や荷物などを乗せる水上の運搬の道具として、幅広く活用され発展してきた。また一方では、レクリエーションとして活用されてきたのも歴史的事実として記録されている。

近年、特に小型船（ボート）は目ざましい発達を遂げてきた。これには主に二つの理由がある。

一つは船体材料として F. R. P (Fiberglass, Reinforced. Plastic. = 強化プラスチック) を採用し、強くて軽量の船体を作りあげられるようになったことであり、もう一つは信頼性の高い、小型推進機関の開発が進んだことによることが大である。

現在、湖沼や渚を中心に活動する多くのボートは、こうした理由から隻数も非常に増加しているが、ボートそのものの形態を考えると丸木船の時代とあまりかわってはいない。つまり端的に言うと、船体が木からFRPへ、櫓や櫂がエンジンに変わっただけである。したがって波をかぶればボートに水が溜り、転覆をすれば走れなくなるとか、浅瀬の岩場で船体をぶつければ沈没するとか、漂流するとか、スピードや快適性の面では飛躍的に進歩はしているものの、本質的な面ではあまり変わっていないように見受けられる。

こうした現状の中で、より安全に、より楽しく、より機動的に航行出来る水上の乗物を追求していったところに、ヤマハウォータービークルが生まれた。

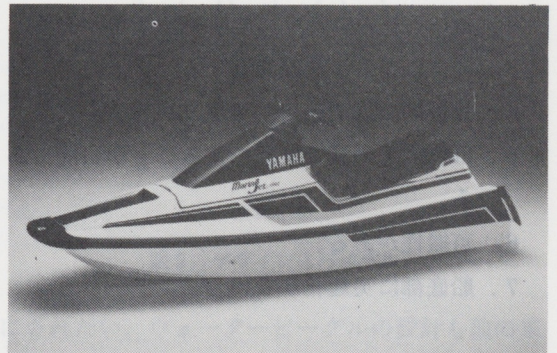


写真1 MJ-500T (WAVE RUNNER)

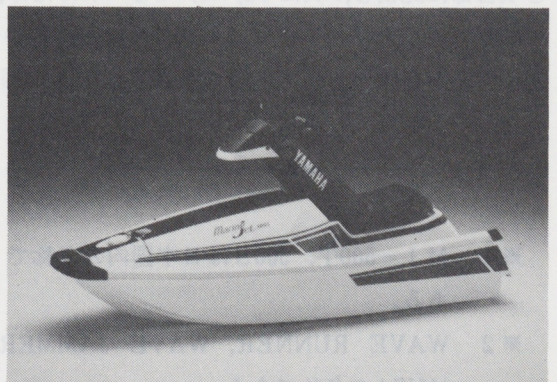


写真2 MJ-500S (WAVE JAMMER)



## 2. 開発概要

### 2-1 概要

今回発表したウォータービークルは2人乗りの  
※1 MJ-500T(WAVE RUNNER)と1人乗りのM  
J-500S(WAVE JAMMER)の2種である。(写  
真1, 2)

このウォータービークルを全体像としてとらえ  
ると、次のような乗物ということがいえる。

“小型軽量の船体にジェット推進機関を密閉設置  
し、転覆を前提にした防水性能を有し、高運動性  
と安全性を兼ね備えた新しい水上の乗物”

したがって、従来の一般的な水上の乗物と比較  
すると、特徴的な点は、次のようなものである。

1. 転覆の後でも再航走が可能である。
2. 波の打込みに対して自主排水能力がある。
3. 浮体による不沈性を有する。
4. 比較的、浅瀬航走が可能である。
5. ほば、その場で旋回をすることが可能である。
6. 可搬性がある。
7. 船底部に突起物がない。

この特徴を図1に表わしている。(図1を見る場  
合、初めに、横に記載されている一般的なボート  
と項目毎に比較し、次にウォータービークルだけ、  
縦に見ていくとウォータービークルの運動性能や  
安全性能が全体像として理解できると思う。)

※1 MJ-500T, 500Sは日本国内の名称で  
ある。

※2 WAVE RUNNER, WAVE JAMMER  
はUSAの名称である。

Conventional Small Boats	YAMAH Water Vehicle
1. 転覆 Capsize	
2. 沈没 Sinking	
3. 波浪 Wave	
4. 浅瀬 Shallow Water	
5. 旋回 Turning	
6. 可搬 Portage	
7. 人災 Man-made Calamity	

図1 Conventional small Boatとの比較

### 2-2 仕様

MJ-500T(WAVE RUNNER)とMJ-500  
S(WAVE JAMMER)の仕様諸元は表1のと  
おりである。

名 称	MJ-500T	MJ-500S
型 式	EU0	EW3
全 長(LOA)	2.77[m]	2.24[m]
全 幅(LOA)	1.02[m]	0.86[m]
船 の 長 さ (LR)	2.39[m]	1.92[m]
船 の 幅 (BR)	0.90[m]	0.73[m]
船 の 深 さ (DR)	0.27[m]	0.31[m]
乾 燥 重 量 (バッテリー、燃料をのぞく)	158[kg]	130[kg]
定 員	2名	1名
フュエルタンク容量	22ℓ	13ℓ
リザーブ時の容量	4.0[ℓ]	3.4[ℓ]
連続最大速度	56[km/H]	←
燃 料 消 費 量	13.2[ℓ/H]	←
最 高 出 力	32/5500(PS/r.p.m)	←
種 類	2 サイクル	←
シ リ ン ダ 数	2	←
総 排 気 量	496[cc]	←
内 径 × 行 程	72×61[mm]	←
圧 縮 比	7.0	←
吸 気 方 式	リードバルブ	←
掃 気 方 式	シュニーレ	←
排 気 方 式	水中排気	←



潤滑方式	混合潤滑	←
冷却方式	水冷式	←
始動方式	電動スタータ	←
点火方式	C.D.I	←
点火プラグ	B7HS(NGK)	←
気化器方式	チョーク式	←
使用燃料	混合ガソリン	←
混合比	※50：1	←
ジェットポンプ方式	斜流一段	←
インペラ駆動伝達方式	エンジン直結	←
インペラ回転方向	左(後から見て)	←

※印はならし運転後の混合比です。

表 1 仕様諸元

商品特性とし比較をして見ると

### MJ-500T (WAVE RUNNER)

- 1 名でも 2 名でも乗ることが出来る。
- ボート感覚とは違った、体を使うハイレベルな運動性能を有する。
- 乗り易さ、安心感の反面、スキルによる向上性がある。
- ファミリーとして、新しいマリンライフを生む魅力を備えている。

(図 2)

### MJ-500S (WAVE JAMMER)

- 1 名で操縦することの魅力も備えている。
- 500T よりもスポーツ性が高く、スキルによる向上性も高い。
- 航走が軽快でかつ華麗である。

(図 3)

これらを図 4 の比較チャートで見ると、それぞれの商品特性の違いがはっきりする。また、本商品の開発に使用した図 5 デザインスパイラルも参考

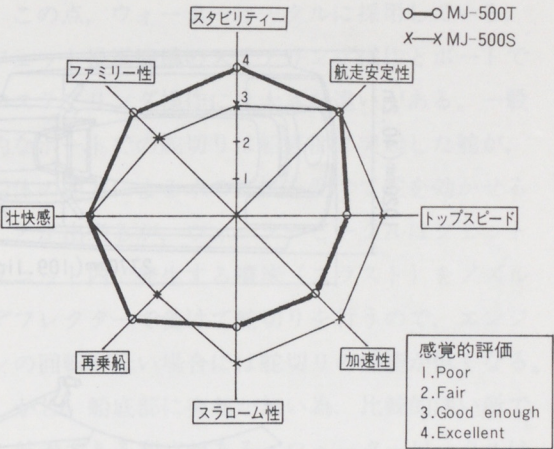


図 4 比較チャート

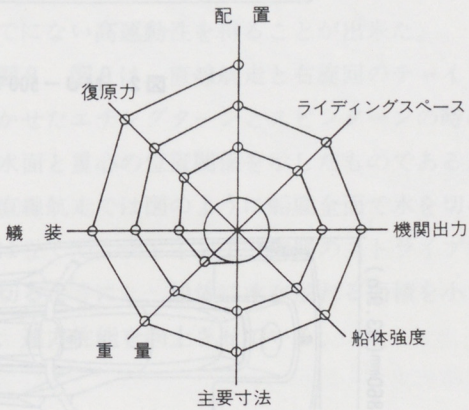


図 5 デザインスパイラル

にされたい。ウォータービーグルの設計も他の乗物の設計と同じように多くの要件の釣り合いが大切で、一つの要件にとらわれて完成度を高めても無駄になることが多い。その為にこのようなデザインスパイラルをまわして行きついたところが今回の仕様である。



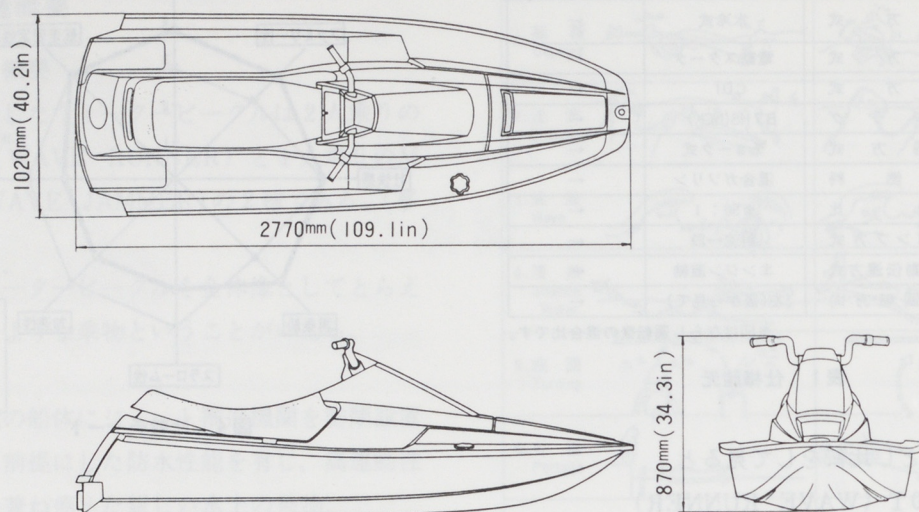


図2 MJ-500T (WAVE RUNNER) 外観三面図

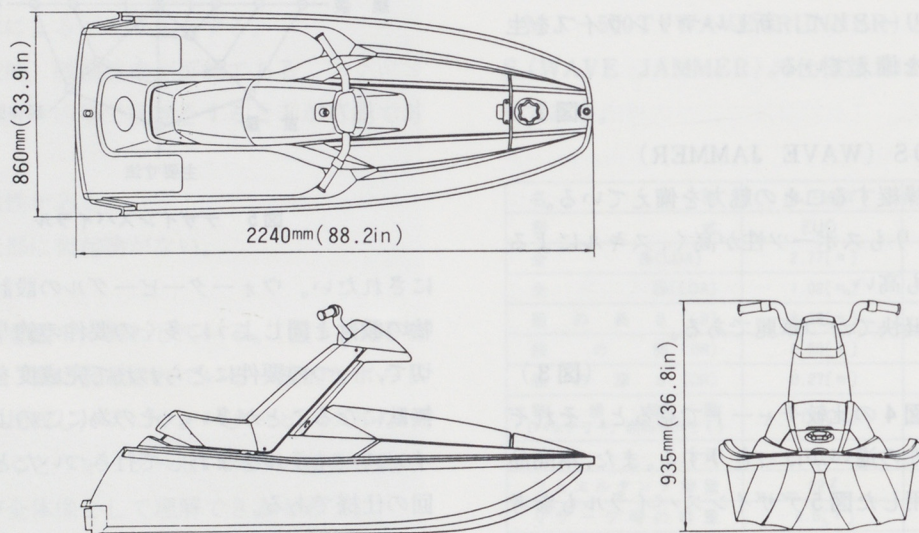


図3 MJ-500S (WAVE JAMMER) 外観三面図



### 3. 操作と運動性

ウォータービークルは比較的、簡単な操作により航走することが出来る。図6はステアリング系統を図解したものである。ステアリングバーの右端にはアクセルレバーが付き、左端には始動、停止の為のスタートスイッチ、ストップスイッチが付いている。またストップスイッチには操縦者が落水した場合にエンジンを停止させる為のロックプレートが付くようになっている。

スタートスイッチを押しエンジンが始動すると、プロペラの付いているジェットユニット内のシャフトは、エンジンに直結になっているのでアクセルレバーを握ることにより、そのまま最高速まで引き出すことが出来る。図7を参考にされたい。

ステアリングは、プッシュプルケーブルにより、ノズルデフレクター(ノズル舵)に連結しておりステアリングバーを左右に操作することによって、ノズル舵が左右に動き旋回することが出来る。

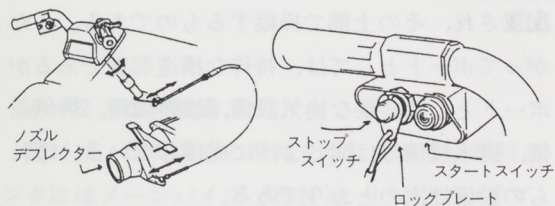
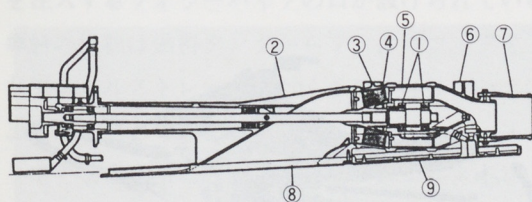


図6 ステアリング系統



- ①ハウジングベアリング(ジェットカップリング部)
- ②ダクトインテーク
- ③ハウジングインペラ
- ④インペラ
- ⑤ダクトインペラ(静翼)
- ⑥ノズル
- ⑦ノズルデフレクター
- ⑧スクリーンインテーク
- ⑨プレート

図7 ジェットユニット

この点、ウォータービークルに採用している、ジェット推進機構のステアリング操作とボートでのステアリング操作には大きな違いがある。一般的なボートでの舵切りは船底部に突起した舵が、船体の速力による水の抵抗を受けて舵を効かせることが出来るが、ウォータービークルはジェットユニット内で発生する噴流(スラスト)をノズルデフレクターで受けて舵切りを行うので、エンジンの回転が低い場合には舵切りの性能が低くなる。しかし、船底部に突起が無い為、比較的浅い所でも航走できる利点がある。ウォータービークルはこの有利さを生かし、かつ舵切り性能をジェットの噴流と操縦者の体重移動によって行うことで今までにない高運動性を得ることが出来た。

図8、図9は、直線航走と右旋回のチェーンを効かせたエダゲターンとスピントーンの時の船底水面と重心の位置関係を示したものである。

直線航走では図のように船底全面で水を切るのではなく、チェーンより内側のストライプで水を切るようにし、船体に水が触れる面積を小さくし、速力性能を向上させている。

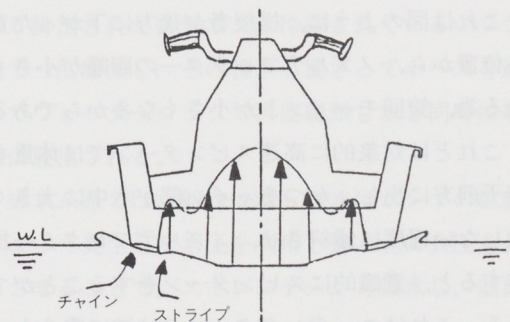
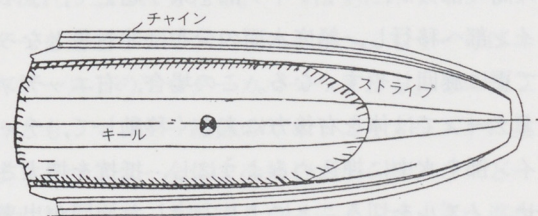
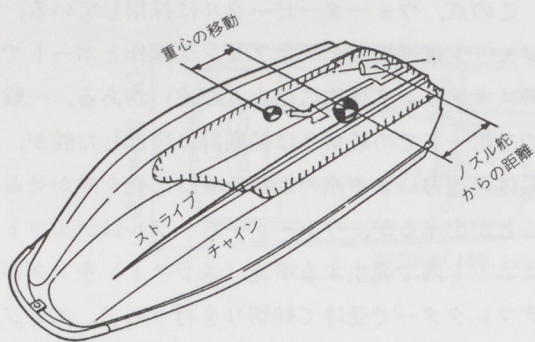
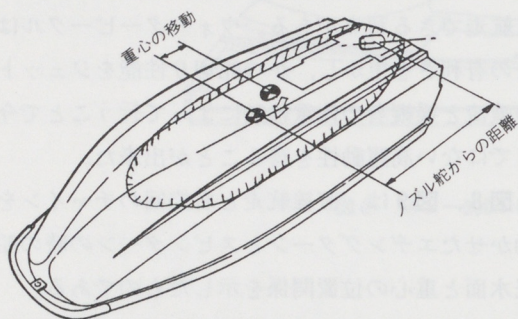


図8 直線航走時の船底水面と水圧





高速エッジングターン時の船底水面



高速スピニングターン時の船底水面

図9 旋回時の船底水面と重心位置の関係

直線航走から旋回に移りはじめると、船底水圧の高い部分が、ストライプ部を乗り越えて、チェーン部へ移行し、船底水面の分布は非対象となって更に旋回しやすくなる。この場合、右エッジングターンでは体を右後方に大きく移動して、チェーン部を水中に押込めるようにし、抵抗を増大させ、ノズルを切ることでより安定した旋回が出来る。

これは図のように、操縦者が後方に下がった重心位置から、ノズルデフレクターの距離が小さくなる為、旋回モーメントが小さくなるからである。

これとは対比的に高速スピニングターンでは体重を若干前方に出し、かつチェーン部が水中に大きく没しない程度に傾斜させ、ノズルデフレクター操作すると、意識的にスピニングターンをすることが出来る。これはエッジングターンとは逆に重心とノズルデフレクターとの距離が大きくなるために起

きる。ウォータービークルはこうしたマリンスポーツとしての運動性能を持合させた乗物である。



写真3 プロトタイプの試運転風景(筆者) スピニングをさせながら逆ハンを切り旋回径を縮める。

#### 4. 配置と構造

ウォータービークルは、セールボートやパワーボートのような居住空間や、行動空間がなく、密閉された船体内にジェット推進機関と機能部品が配置され、その上部で操縦するものである。したがってボートとしては、特殊な構造形態であるがボートとして必要な換気設備、燃料設備、排気設備、排水設備等は同じように完備している。これらの設備は次のとおりである。

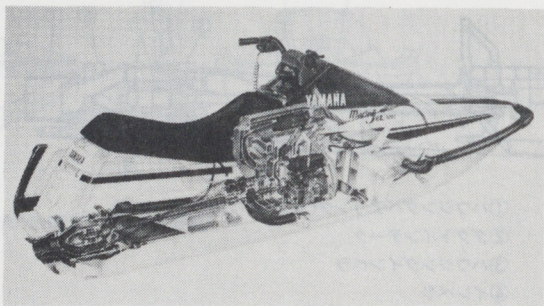


写真4 配置と構造



#### 4-1 換気設備

図10はMJ-500Tの換気の系路を示している。

空気は、船首開口部（フロントエアーインテーク）より導入される。開口部は図のような二重構造となっている。空気はその室からエンジンルーム内に通じるパイプにより、エンジンルーム内に入る。エンジンルームではエンジンを中心に複雑な流れになるが、流れた空気は、シート下側にあるエアーアウトレットより排出される。

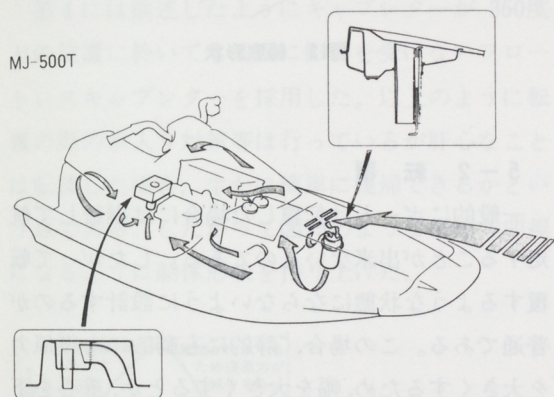


図10 換気設備

#### 4-2 燃料設備

図11は、燃料供給の系路を示している。燃料タンクにはメインパイプ（ON）、リザーブパイプ（RES）、リターンパイプ、エアーパイプと燃料油を注入するフィルターパイプの口が設けられている。燃料の供給は燃料タンクからフュエルコックを通りフュエルストレーナーへ行く、フュエルコックは三方コックとなっておりメイン、リザーブ、ストップと切替えることが出来る。フュエルストレーナーからはキャブレターに行き、過剰な燃料油はダイレクトに燃料タンクに戻るしくみになっている。キャブレターは360度どの位置でもエンジンに燃料を供給することが出来るフロートレスキャブレターである。このキャブレターには、インテークマニホールドから負圧を受けるダイヤフラムが設けられ常時、適正な燃料供給が送られるようになっ

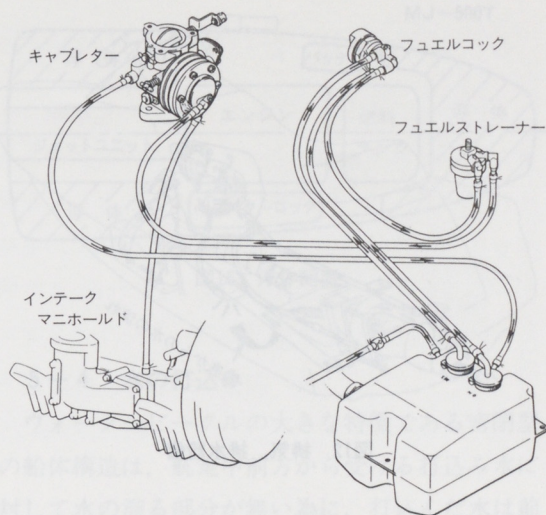


図11 燃料設備

ている。

#### 4-3 排気、排水設備

図12は、冷却系路、排気系路、排水系路を示している。冷却水はジェットポンプの作動によりダクトインペラ部に設けた、冷却水取入口より動圧を利用し各部に強制圧送される。冷却水の流れはジェットポンプ内のホースよりエンジンブロックに流れ、二つに分れる。一つは主にボディシリンダーを通過しシリンダーヘッドへ、もう一方はエキゾーストの OUTER カバーへまわる。その後二つとも、マフラー端部のガイドエキゾーストに集まり、マフラー全体を冷却してから排気ガスと一緒に、ホースを通りウォーターロックへ導かれる。この場合排気系路で考えると、エンジンにより排出された排気ガスは冷却されているマフラー内で一度膨張し、その後水と混ざってホースを通じてウォーターロックで再度膨張し水と同時に船外に放出される。

排水系路では、船内に溜った水はポンプの駆動によって発生した水圧を利用し排水孔に負圧を生じさせることで、ストレーナーから吸水し、船底のプレートから排水する。



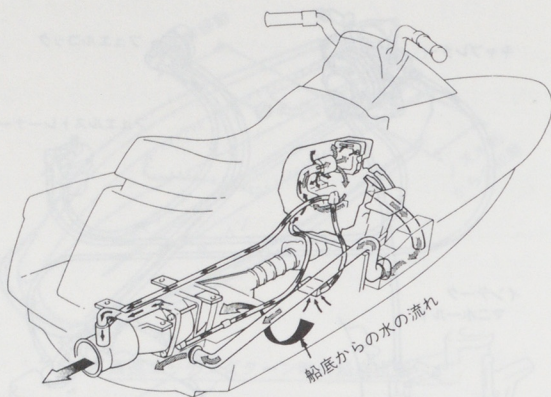


図12 排気、排水設備

て砂浜から上下架できるという利点も持っている。

これによって港からしか出られないボートの弱点を大きくカバーすることができる。

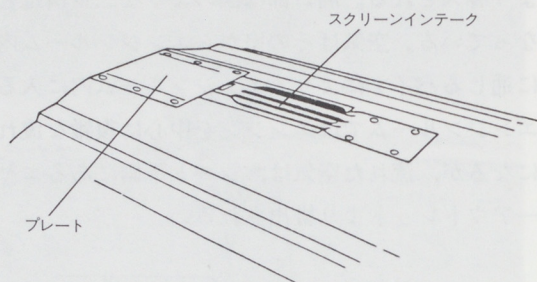


図13 船底形状

## 5. 特殊構造

ウォータービークルの配置は前述したとおり、ボートと同じ機能を有しているが、ボートと比較すると諸々の面で異なる特殊な構造を持ち合わせている。これは浅瀬での航走、転覆、沈没、水の打込みへの対処のためのものである。そして、これらは前述したウォータービークルの運動特性そのものを発揮するために考慮した特殊な構造である。

### 5-1 浅瀬航走

ウォータービークルはジェット推進機関を船内に設置することにより、船底部には突起が無い構造になっている。したがってボートと比較するとプロペラとプロペラを支える部分が無い分だけ浅瀬を航走することが出来る。この為に構造的には浅瀬でインペラ部に異物の吸込みを未然に防止するスクリーンを吸水口に設けている。また浅瀬でノズルデフレクターを破損させないようにする為、ノズルデフレクターを船体内に入れ、プレートでふたをし、平滑な面を形成している。

(図13を参照)

この浅瀬航走の特性は単に浅瀬を走れるという利点だけでなく、今までのボートが深い場所ではボートの上下架をすることが出来ないのに対し

### 5-2 転覆

一般的にボートは転覆した場合には継続して航走することが出来ないものである。したがって転覆するような状態にならないように設計するのが普通である。この場合、静的にも動的にも復原力を大きくするため、幅を大きくするとか、重心を下げるとかの工夫をしている。そのために操縦者の移動ぐらいではボートの運動性が変らないのが普通である。ウォータービークルは、運動性は当然として、基本的な安全性の確保から転覆しても、即、継続運転が可能であるように設計した。

その第1には、転覆してもエンジン内に水が入り、再始動が出来ないような状態を作りださないことである。これは、転覆した場合エンジン内に排気管を通して水が逆流しないようにする為、ウォーターロックを設置した。このしくみは図14のようになっており転覆し、180度さかさまになってもエンジン内に水の浸入のないようにしている。

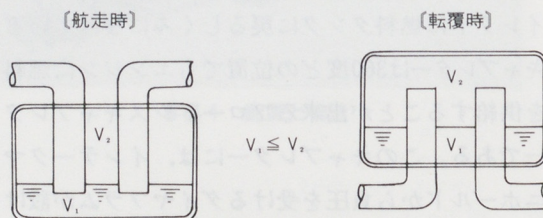


図14 ウォーターロック構造



第2にはエンジン内に水が入いらくとも、船内に多量の水が入っていたのでは復原力もなくなり、航走することが出来ない。そこで、水と空気の入るエヤーインレット及びアウトレットに迷路のような水と空気を分離する工夫をしている。(図17を参照)

第3には、他の機装品で船外に暴露している部分にも水の浸入が予想されるので、同じようにウォーターロック構造を用いている。

第4には前述したようにキャブレターが 360度どの位置に於いても油面に影響を受けないフロートレスキャブレターを採用した。以上のように転覆の際の水入り対策等は行っているが肝心なことは転覆した場合、生かに簡単に復帰できるかという点である。したがって図15のような復原力曲線になるように船体形状を作り上げた。

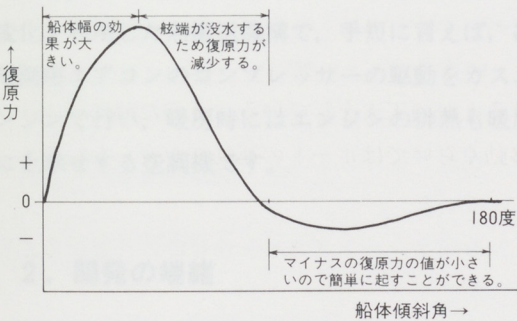


図15 復原力曲線

### 5-3 沈没

不慮の事故により船内浸水をおこした場合に備え、ウォータービークルには浮体を設置している。出来る限りつかまり易い浮遊姿勢を得るために図16のような重心を浮体でかこむような浮体配置を行っている。

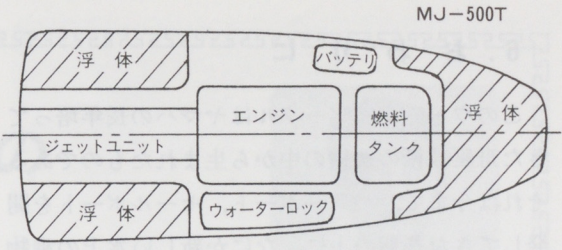


図16 浮体配置

### 5-4 水の打込み

ウォータービークルの大きな特徴である密閉型の船体構造は、航走中前方から受ける打込み水に対して水の溜る部分が無い為に、打込んだ水は前方から船体を走り、後方へ抜けてしまう。このような航走中打込み水があっても溜る場所を作らないという設計思想は、特に小型のボートでデッキを高くとれないものにとっては格段の優位差がある。もちろん密閉型の船体であっても、エンジンを回すための空気は必要で空気取入口を大気に開放している。したがって航走中この空気取入れの船首開口部から、常に空気と同時に打込み水も入る訳けであるが、これを図17の構造によって、空気はエンジン内に入っているが、水は二重構造になっている部分から船外に排水される。また迷路のようになっている船首開口部から、万一水が船内に浸入しても、船内にはエンジンが回転している間、常に作動する排水設備によって、自動的に船外へ排出するしくみになっている。

このように水上を航走する時に常に遭遇する打込み水に対して諸々の方法によって対処している。

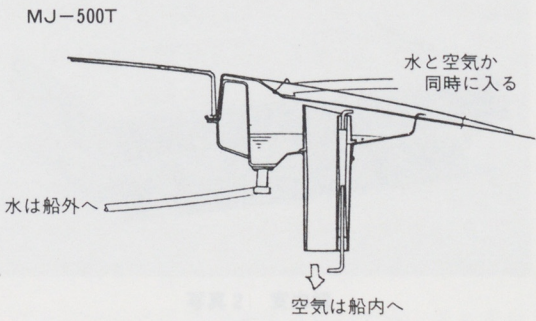


図17 エヤーインテークの構造



こうした社内気風のあるボート部門で開発出来た喜びと、ウォータービークルを開発して来た仲間感謝をしたい。また、同じ気持ちで心血を注い  
でくれた三信工業(株)にもこの書面を借りて御礼申  
し上げます。