



最軽量 4 ストローク中型船外機 F70A の開発

Developing the lightest 4-stroke outboard motor, F70A

製品紹介

寒川 雅史

Abstract

The introduction of emissions regulations in the USA from 1995 resulted in a period of major changes in the engines of outboard motors. Those changes began with a shift from the carburetor type 2-stroke gasoline engines with their compactness, lightness and simple structure to intake duct fuel-injected 2-stroke gasoline engines and later to direct [combustion chamber] fuel-injected 2-stroke engines. Then came the shift from 2-strokes to today's mainstream 4-stroke carbureted gasoline engines. Now the shift continues as 4-stroke carbureted gasoline engines are being replaced by intake [duct] fuel-injected 4-stroke gasoline engines.

These changes have brought major improvements in the areas of cleaner emissions and better fuel economy, but they have also increased the weight and cost of outboard engines and made it very difficult to avoid sacrificing the benefits of light weight and simple structure that were the original advantage and appeal of outboard motors. Today, Yamaha Motor Co., Ltd. is involved in ongoing efforts to develop a second generation of 4-stroke outboard motors that revive those original advantages of the outboard.

In this report we discuss the development of the mid-sized model F70A that follows the large-displacement V-Max SHO series as the lightest model in its class.

1 はじめに

1995年以降、USAの環境排気ガス規制導入により船外機のエンジン形式は大きな変革期を迎えた。従来の小型軽量・シンプル構造の2ストロークキャブレターガソリンエンジン方式から、2ストローク吸気管燃料噴射ガソリン方式、さらに2ストローク筒内直接燃料噴射ガソリン方式へと変わり、そして現在の主流は4ストロークキャブレターガソリン方式を経て、4ストローク吸気管燃料噴射ガソリン方式へと変遷してきている。

この変遷にともない、排気ガスの清浄化と燃費が大幅に改善されたが、反面、重量・コスト増加により本来の軽量・シンプルな船外機の長所を生かしきれなくなっていた。ヤマハ発動機株式会社(以降、当社)では、第2世代の4ストローク船外機として、この船外機本来の長所をとりもどすべく商品開発を進めている。

本稿では、大型V-MaxSHOシリーズに続いて70馬力クラスの中型船外機における最軽量モデルとして投入したF70A(以降、本モデル)について紹介する。

2 開発の経緯と商品のねらい

前述したUSAの環境排気ガス規制で2ストロークキャブレターモデルが完全に販売できない状況になるために、当社従来モデルである2ストローク船外機70Aに代替可能な4ストローク燃料噴射70馬力船外機の開発を目標とした。



図1 外観

商品の狙いは、海で使う船外機であるが故に要求される高い信頼性を基本として、第一に最軽量、第二に燃費の良い小排気量での加速性の良さを狙った。また、デザインについては当社第2世代4ストローク船外機外観デザインを踏襲した。

馬力別に船外機重量を図2に示す。本モデルは、従来の2ストロークモデルと同等の軽量化を実現した4ストロークモデルであることがわかる。

また、船外機における軽量化は滑走艇のプレーニング加速時間を短くして、早く最高速度に到達できるため、特に重要な要素である。図3にて船外機重量1kgあたりの馬力(パワーウェイトレシオ)を表す。特に従来の70馬力クラス中型船外機は、上位機種へのデチューンによる重い4ストローク船外機であった。本モデルでは、この軽量化の課題に対し低馬力モデルからのチューンナップを基本とすることにより、2ストローク並みのパワーウェイトレシオを達成している。

3 概要・諸元および性能

3-1. 製品概要

本モデルではクラス最軽量を狙うべく当社の現行60馬力モデルであるF60Dの1リッターパワーヘッド(SOHC8バルブ)を16バルブ化することにより、吸気流量を拡大し最大出力を向上させることとした。(1気筒当たり2バルブから4バルブへの変更)

同時に、ギヤ比を拡大し、最大回転数を従来の6000rpmから6300rpmに上げることで、軽量且つ低燃費、小排気量でありながら高い加速性能を狙った。

また、使い易さを継承するため、可変トロール回転制御・イモビライザ(欧州標準)・YDIS自己診断システム・各種警告システムに加え新たに当社のコマンドリンク計器にも対応させた。

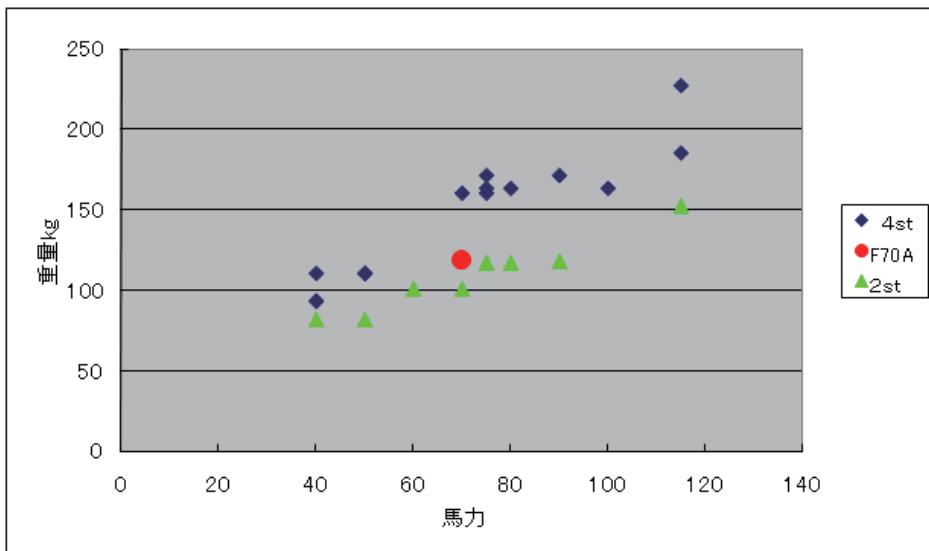


図2 船外機重量と馬力

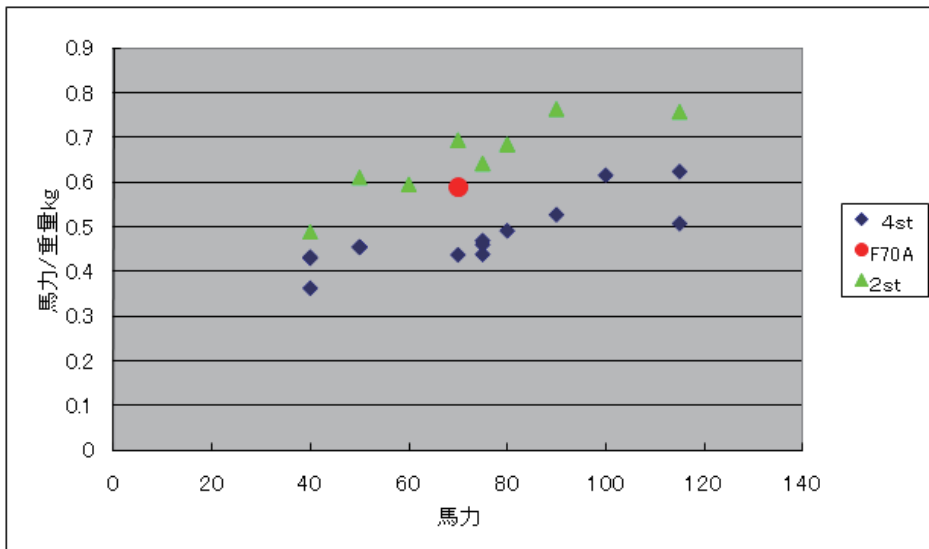


図3 重量当たり馬力

図4に製品概要を表す。

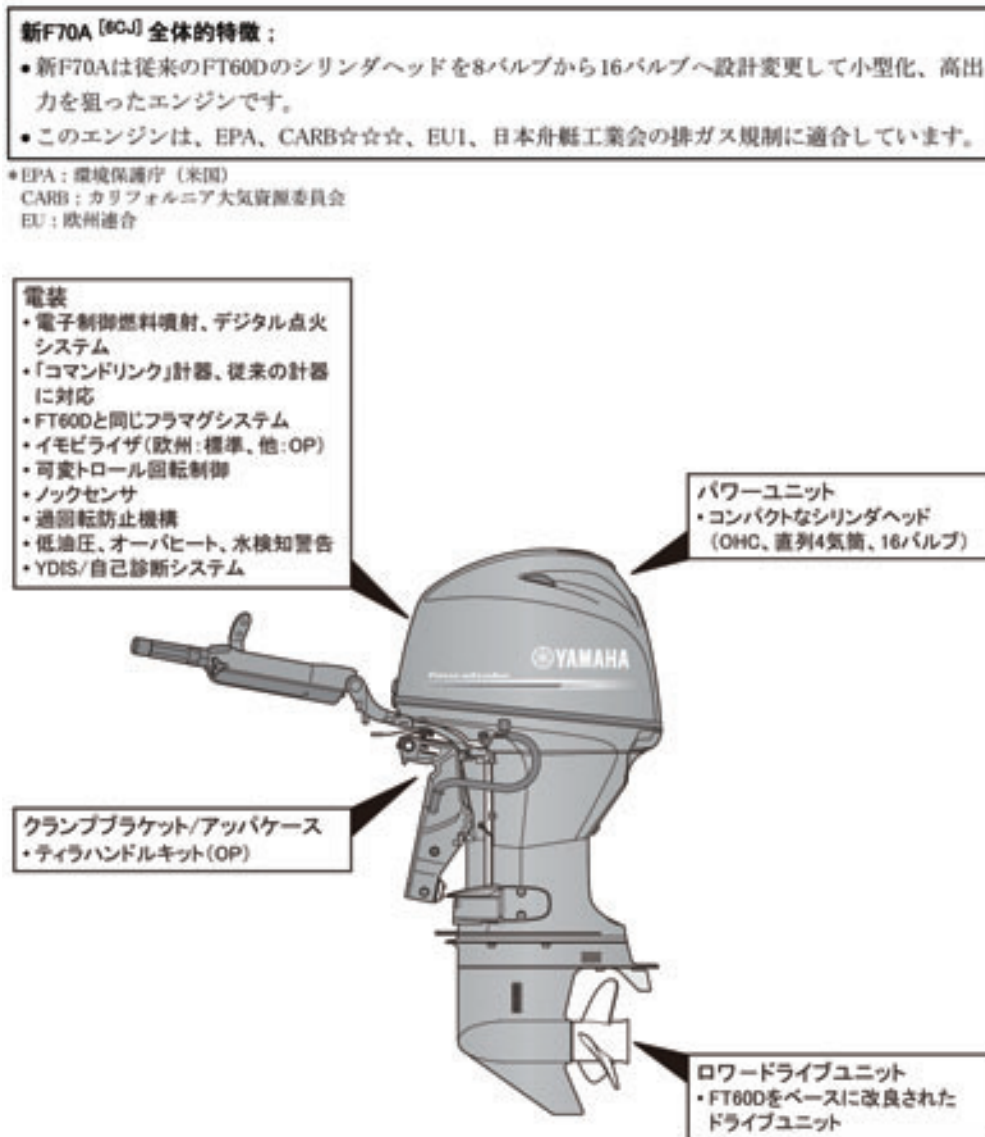


図 4 製品概要

3-2. 仕様諸元

仕様諸元を表1に表す。

3-3. 性能

動力性能では、中型クラスの4ストローク中型船外機の実質的な性能はリッター当たり60馬力止まりであった。本モデルでは、リッター当たり70馬力と最高値を達成しており、加速トルクの高い2ストロークモデルと同等の出力性能を実現した。（図5）

重量では、このクラスの2ストロークモデル並みの119kg（L）を実現し、軽量艇にも搭載できるレベルとなった。

（前述、図2）

軽量化を達成できたことで、加速性能・スピード性能とも

従来の2ストロークモデルである 70A同等以上の性能を示し、軽量艇では2ストロークモデル90Aにも代替できる性能となった。図6、図7は、当社のグループ会社であるヤマハモーターアメリカでWEB掲載している各種ボートでのパフォーマンスデータをまとめたものである。図6に加速性能、図7にスピードを示す。

これにより、既存の4ストロークモデルであるF75は重量艇への適合とし、軽量艇へは本モデルの適合が可能となることから、F75・F70シリーズにより幅広い艇体に適合できるようになった。

| 項目 | モデル |
|-----------------------------------|--|
| | F70AET |
| 認定型式 | 6CJ |
| 初号機 | 1000001 |
| サイズ・重量 | |
| 全長 | 698mm |
| 全幅 | 386mm |
| 全高 | L: 1476mm X: 1590mm |
| トランサム高 | L: 534mm X: 648mm |
| 乾燥重量 (代表的なALプロペラ付き) | L: 119kg X: 121kg |
| エンジンユニット | |
| エンジン種別 | 4-サイクル, 4気筒, OHC, 16バルブ |
| 連続最大出力 | 51.5kW (70ps) @5800rpm |
| 総排気量 | 996cm ³ |
| ボア×ストローク | 65×75mm |
| 最大燃料消費量 | |
| WOTレンジ | 5300～6300rpm |
| アイドル回転数 | 750rpm |
| 圧縮比 | 9.40 |
| 操作方式 | リモコン |
| 始動方式 | 電動 |
| 始動濃縮方式 | プライムスタート (電子制御燃料噴射) |
| 冷却方式 | 水冷 |
| 排気方式 | プロペラボス |
| 潤滑方式 | ウエットサンプ |
| 燃料・オイル | |
| 燃料種別 | 無鉛レギュラガソリン |
| エンジンオイル種別 | 4-サイクル モーターオイル |
| エンジンオイル等級 (API/SAE双方の要件を満たすこと) | API: SE, SF, SG, SH, SJ, SL SAE: 5W-30, 10W-30, 10W-40 (*1) |
| エンジンオイル容量 | 1.9L 2.1L (オイルフィルタ含む) |
| ギヤオイル種別 | ハイポイドギヤオイル |
| ギヤオイル等級 (API/SAE双方の要件を満たすこと) | API: GL-4 SAE: #90 |
| ギヤオイル容量 | 670ml |
| ブラケット・ドライブユニット | |
| トリム角度 (12度ボートトランサム時) | -4～15度 |
| チルトアップ保持角度 | 60度 |
| 浅瀬航走角度 | 可変 (*2) |
| 舵角度 | 40 + 40度 |
| ギヤシフト位置 | F - N - R |
| 減速比 | 2.33 |
| 減速ギヤ種別 | スパイラルベベルギヤ |
| クラッチ種別 | ドッグクラッチ |
| プロペラ装着方式 | スプライン |

表 1 仕様諸元

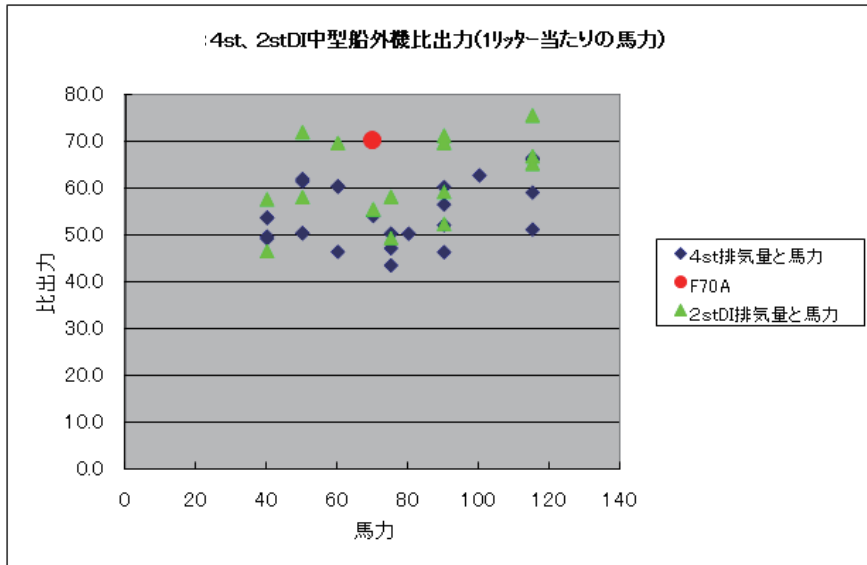


図5 性能 (比出力)

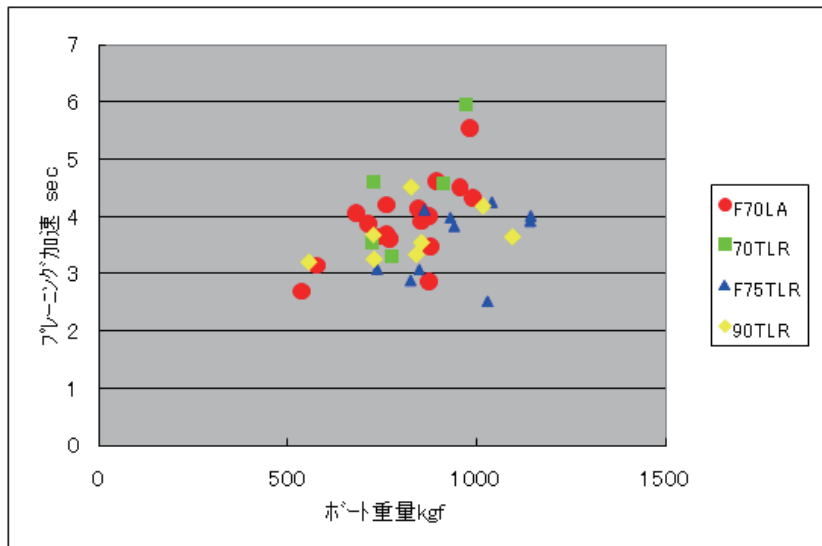


図6 ボートテスト重量とプレーニング加速

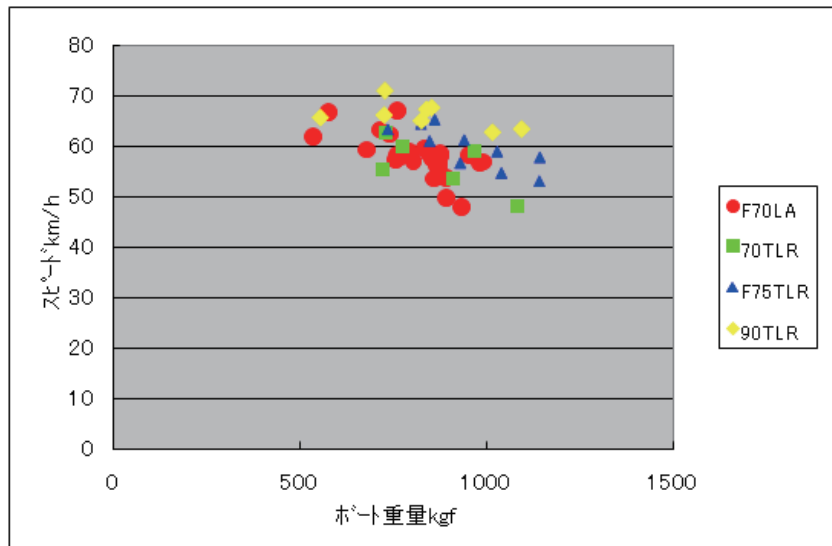


図7 ボートテスト重量とスピード

4 構造特徴

4-1. パワーヘッド・・・SOHC 4バルブ

バルブ形式はSOHC(シングルオーバーヘッドカムシャフト)で1気筒あたり4バルブを採用し、燃焼室は、ペントルーフ形式で、中央に点火プラグを配置している。

また、吸気管はシングルスロットル、レゾネーター装備の樹脂インテークマニフォールドで、ヘッドシリンダー近傍の吸気ポートに燃料噴射インジェクターを配置している。

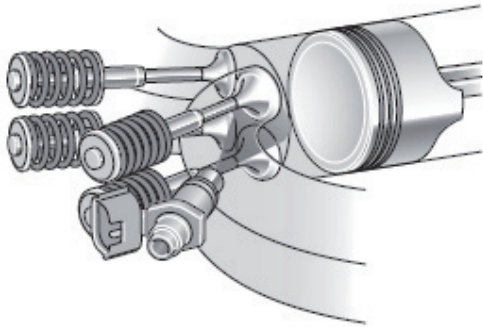


図8 バルブ形式

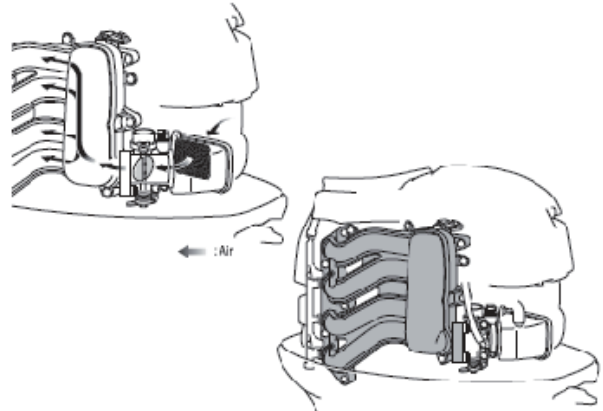


図9 吸気管

1. バルブ配列

OHC、気筒あたり4バルブ
 吸気バルブ用に一体型のロッカーアーム
 排気バルブ用に2本のロッカーアーム

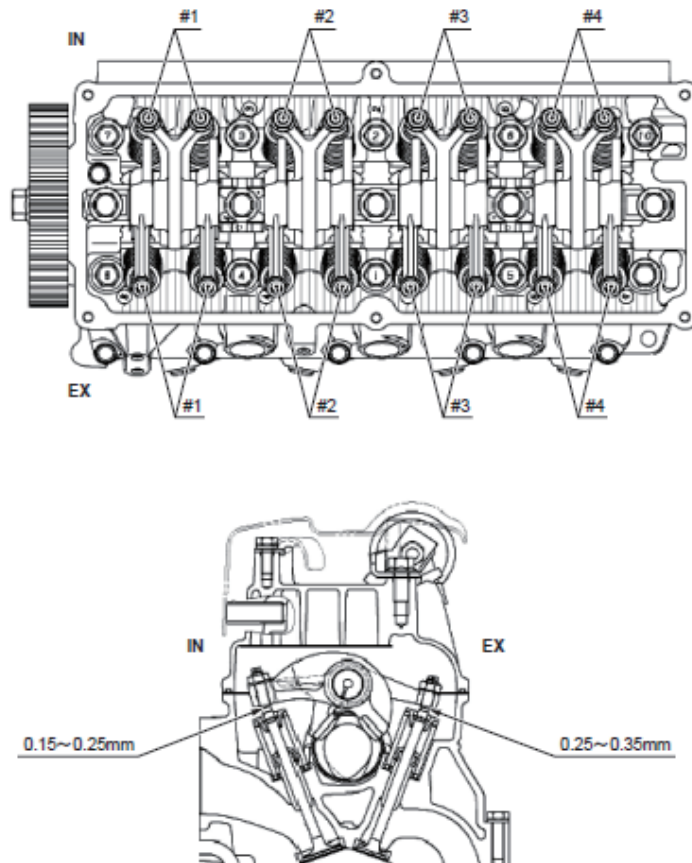


図10 シリンダーヘッドとバルブ配列

2. 電子制御システム

電子制御システムは、センサ、スイッチ、ECMから構成され、様々な運転状況下において最適な空燃比と点火時期を制御します。

「コマンドリンク」計器を選択した場合、船外機の盗難を抑止するためにイモビライザを取り付けることができます。

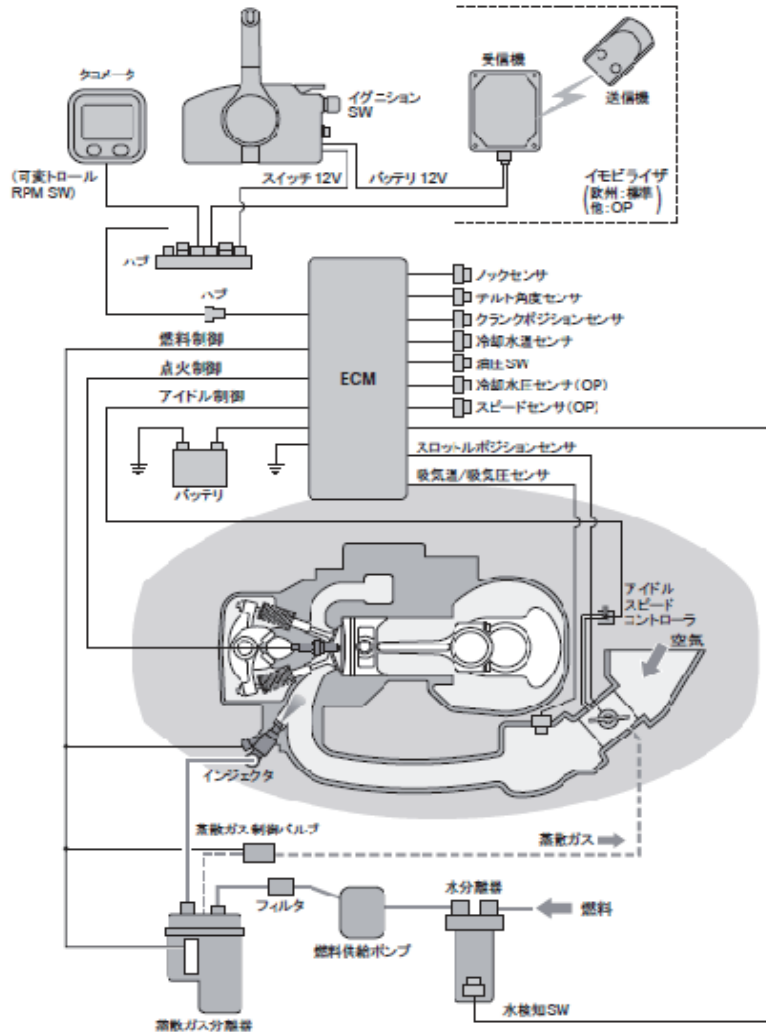


図 11 電子制御システム

4-2. 電子制御システム、カウリング・ドライブ

燃料噴射システム・電装システムは、当社で信頼性を築いてきたシステムを採用しており、最新のイモビライザー（欧州標準）を装備し、コマンドリンク計器にも対応可能とした。更に、可変トール回転数制御やYDIS自己診断システムも従来モデルと同様に採用し、使い易さを追求している。

また、ローユニットは、ギヤ比2.33と減速比を大きくすることにより、プロペラ軸トルクを確保した。このことにより90馬力クラス相当のプロペラが使用可能となり、推進効率の向上により加速性能の確保と低燃費の実現に貢献している。(図12)

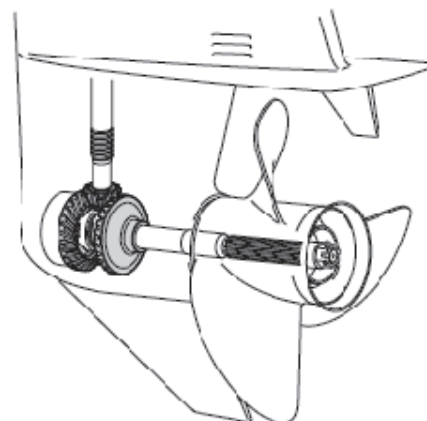


図 12 ローユニット

さらに、船外機内部への防水性を配慮して、トップカウリング内側のエアードクト形状を工夫することで大量に入る海水をトップカウリング横の水抜き穴から排水させ、船外機内部への海水侵入を最小限にとどめている。(図13)

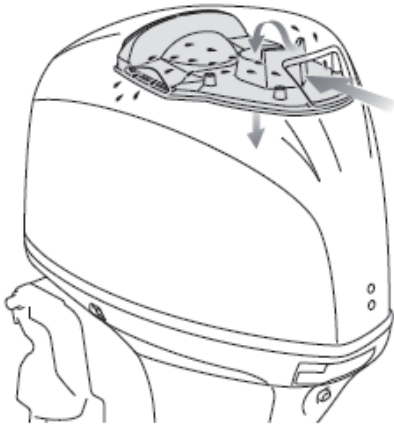


図 13 カウリング

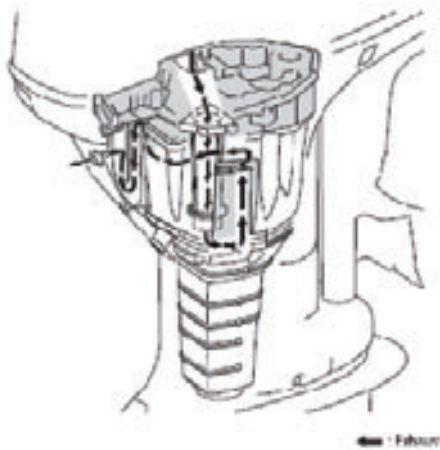


図 14 排気

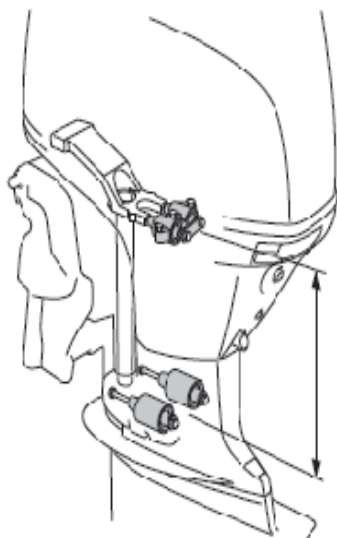


図 15 エンジンマウント

静粛性においては、4ストロークエンジン形式の採用に加えて、排気通路内部構造の迷路化により達成している。(図14)

さらに、防振機構は、船体に装着するブラケットの上下に防振ゴムマウントを配置させ、そのゴムマウント容量を拡大することで、防振性能を確保している。(図15)

5 おわりに

従来、このクラスの4ストローク中型船外機は、上位機種である90馬力からのデチューン手法により商品化されてきた。その結果、2ストローク並みの軽量化が実現されておらず、搭載艇の選択に制約があるなど課題があった。本モデル開発では、60馬力モデルからのチューンナップによる軽量化と高回転大減速ギヤの採用による加速性能の確保と低燃費の実現により、従来からの軽量艇にも適合が可能となり、現有市場でも高評価を得ている。

今後も、当社の経営理念にあるとおり、「顧客の期待を超える価値の創造」を目指すべく、「高い環境性能、低燃費、高い航走性能、優れたデザイン」の実現に向けて、商品開発を進めていく所存である。

6 参考文献

- [1] 当社ヤマハモーターアメリカ WEB掲載パフォーマンスデータ
- [2] 当社ヤマハモーターアメリカ 公開F70Aホットシート
- [3] 当社ヤマハモーター 公開F70Aサービスガイド

■ 著者



寒川 雅史
Masafumi Soogawa
マリン事業本部
ME事業部
開発統括部