

4ストロークエンジン搭載 PWC FX140

4-Stroke engine PWC FX140

杉山 恵一 Keiichi Sugiyama 高橋 康雄 Yasuo Takahashi
服部 敏幸 Toshiyuki Hattori 平澤 武 Takeshi Hirasawa

● WV 技術統括室 / WV 商品企画 G / WV 製品開発 G / 三信工業（株） 第1技術部



図1 FX140

The 21st century is already being called the century of the environment. As of 1999, emissions regulations have been enacted for personal watercraft in the USA and Yamaha responded that year by introducing the XL1200LTD featuring a 3-way catalyzer.

Now, moving forward in anticipation of even stricter regulations to come, Yamaha has introduced the FX140 as the world's first PWC powered by a 4-stroke engine. Here is the story behind its development.

1 はじめに

21世紀は環境の時代と言われている。1999年よりパーソナルウォータークラフト（以下 PWC という）においても米国にて排気ガス規制が始まり、当社は同年、3元触媒付きの XL1200LTD を市場導入し対応してきた。

今回、今後展開されるさらに厳しい規制に対応するため世界で初めての4ストロークエンジンを搭載した PWC である FX14（図1）を開発したのでここに紹介する。

2 開発の狙い

現在の PWC に求められる機能的な要素は、排ガスや騒音と言った各種の規制に対応することはもちろん、運転者や同乗者の感覚的な静粛性や、不安なく操縦を楽しめる安定性といった総合的な快適性の向上と、従来から求められている“ファン性”すなわち加速やスピードというパフォーマンス項目との、高い次元でのバランスである。

FX140 は 2002 年度のフラッグシップモデルとして、この様な市場の要求に応えるべく開発された。

開発上の主なポイントは以下の3点である。

- ・ファン性と快適性の高バランス
- ・フラッグシップモデルに相応しいつくり
- ・PWC としての4ストロークエンジンの機能確保

3 主要諸元

表 1 に主要諸元を示す。

表 1 FX140 主要諸元

項目	諸元値
艇体(エンジン)型式	F1B(60E)
全長 x 全幅 x 全高	3.34m x 1.23m x 1.16m
乾燥重量	362kg
エンジン形式	水冷 4 サイクル 直列 4 気筒 DOHC 5 バルブ
最大出力	95.6kW(130PS)/10,000rpm
総排気量	998cm ³
ボア x ストローク	74mm x 58mm
圧縮比	11.4 : 1
潤滑形式	ドライサンプ
燃料供給形式	電子制御燃料噴射
燃料タンク容量	70L
艇体材質	SMC
完成艇工場	YMMC(米国製造子会社)

4 艇体

開発の狙いを実現させるため、艇体は次のような特徴を有する(図 2)。

4.1 ファン性能と快適性能ハル

従来艇に対し約 20 cm 全長を延長し、船底形状や航走関係部品の全てを一から見直した。その結果、軽快かつ快適な運動性能を達成することができた。

4.2 斬新なスタイリングと外観品質

バウリッドは商品の顔にあたる外観部分であり、かつその下にある物入れは重要な快適機能のひとつでもある。

バウリッドは裏表二重構造による高い剛性と、ラッチは手元の操作し易いカバー部にインテグレートされ、開閉をサポートするガススプリングがヒンジ部に装備されている。

また、船内側に大容量収納スペースを設けることにより、高品質高機能を成立させている。

バウバンパーは内側を硬く、外側を軟らかくする従来に無い大型二層成型品を採用することにより、機能と外観の向上の両立という、他に無い大きな特徴を与えている。

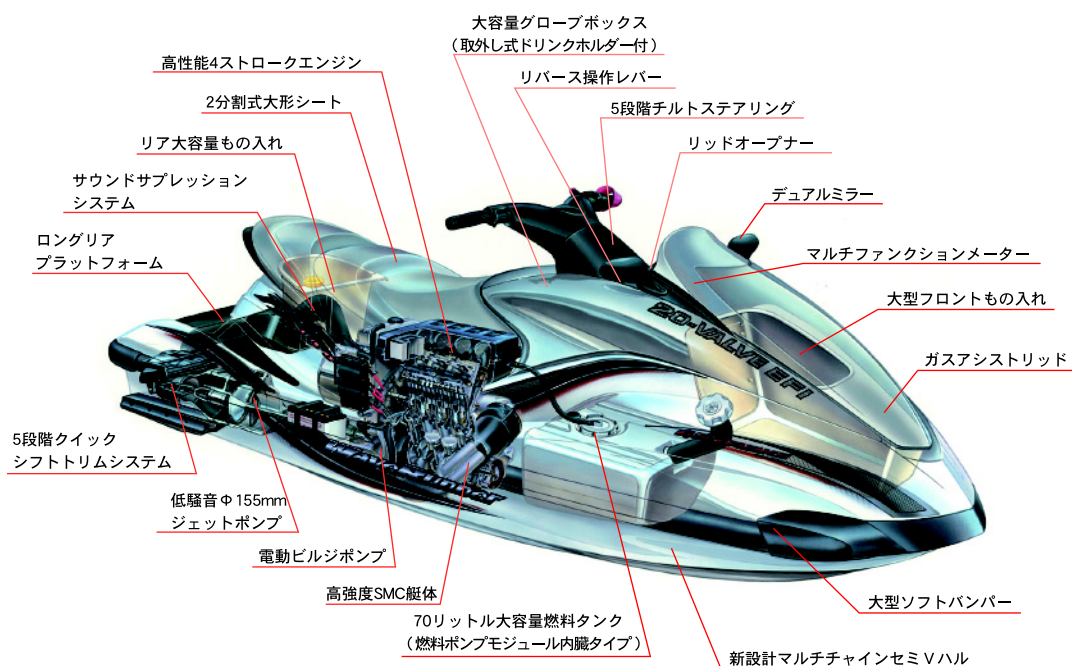


図 2 FX140 フィーチャーマップ

非常に使い勝手の良いシート前のグローブボックスは、10Lの大容量に加え、カップホルダーを装備し使い勝手を向上させている。

その他、部品の構成やつながり、デザイン初期段階から生産性も含め追求した結果、建て付けの良い優れた外観品質とすることができた。

4.3 船体構造

船体の構成は、熱硬化性不飽和ポリエステル樹脂性の SMC 工法による高品質高強度のハル / デッキ構成をベースに、ライナーをハルとデッキの中間層として追加し、ハル / デッキ各部と接着結合する立体結合の船体構造となっている (図 3)。

ハルとライナーでつくられる空間には強度アップや振動騒音の低減、船体の不沈性確保の為に発泡材が充てんされており船内スペースの有効活用が図られている。

この構造は YAMAHA 製 PWC の大きな特徴である。

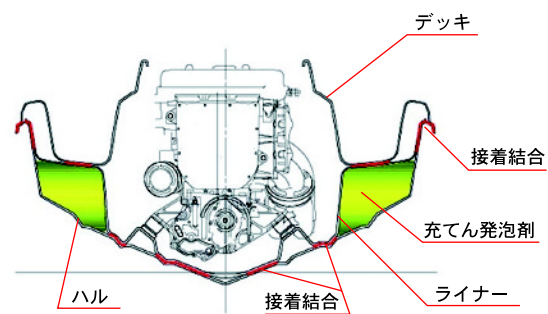


図 3 船体構造図

4.4 騒音への取組み

本モデルでは 4 ストロークならではの商品性を一段と引立たせる為に、騒音低減にも最大限の努力を払った。

エンジン吸気、排気音の他、ジェットポンプからの音、船内からの透過音、漏れ音、艇体を振動させる放射音、その他波切り音等を徹底的な音解析により全世界の騒音規制値をクリアするとともに、乗船者の耳元にも優しい艇に仕上げることができた。

以上のような種々のチャレンジにより FX140 は総合的なバランスに優れた性能、商品性を持つ艇となった。

5 エンジン

開発の狙いを実現させるため、このエンジン (図 4) は次のような特徴を有する。

5.1 高性能・軽量・コンパクト

PWC エンジンに求められる高性能・軽量・コンパクトを実現させるため、モーターサイクルの諸元・Know-how を最大限に活用した。その結果、バルブ回り、ピストン、クランク、コンロッドと言ったムービングパーツのディメンションは YZF-R1 と同一とし、コンロッド、バルブまわり部品の共通使用化を図ることができた。

性能を確保するため大型のインテークカバーを採用、エキゾーストマニホールドは 4 本独立構造を採用した。

PWC のエキゾーストマニホールドは、まわりを水で冷却する 2 重構造をとっているため、2 重構造をとりながら排気通路を 4 気筒独立にすることは製造上大きな困難を伴ったが、開発初期からのメーカーとのコンカレント活動を実施し、構造を実現させた。

また、マリンの排気ガス規制対応のため電子制御式燃料噴射を採用した。

5.2 エンジン内水入り対応

PWC 特有の使用環境は水上で使用されることである。4 ストロークエンジンの開発にあたり、2 ストロークエンジンと比較したときその構造の複雑さからエンジン内に浸入する水をいかに防ぐかが大きなポイントであると考えてきた。

その結果、エンジン内の水入りを防止する機構を吸・排気系に取り入れた。具体的には燃料噴射装置をエアークリーナーケースの中に配置し、空気取り入れ口を 180° 艇が回転しても水の浸入のない位置に配置、さらにエアの入口には水に強い撥水性フィルターを採用した。

排気系には、ウォーターロックと呼ばれる水の逆流を防ぐ水留めの大容量のものを系路の途中に設けた。また、積極的に艇内の水を排出するために、電動ビルジ装置を採用した。

5.3 PWC の運動性に対する対応

PWC の激しいドライビング、波間でのジャンプ、転倒などの動きに対応するために、潤滑系はドライサンプ方式を採用。オイルポンプはフィードとスカベンジポンプを 2 段構造で配置した。

また、航走中のクランクケース内のオイルを効率よく回収するため、オイルパン形状に工夫をした。

最大の難点は 180° 転倒である。180° 転倒した場合は、オイルタンク内のオイルはブローバイ通路から流出する恐れがあるため、それを防ぐために部品構成を工夫して 3 重構造のトラップ構造として対応をとり、確実に流出を止めている。

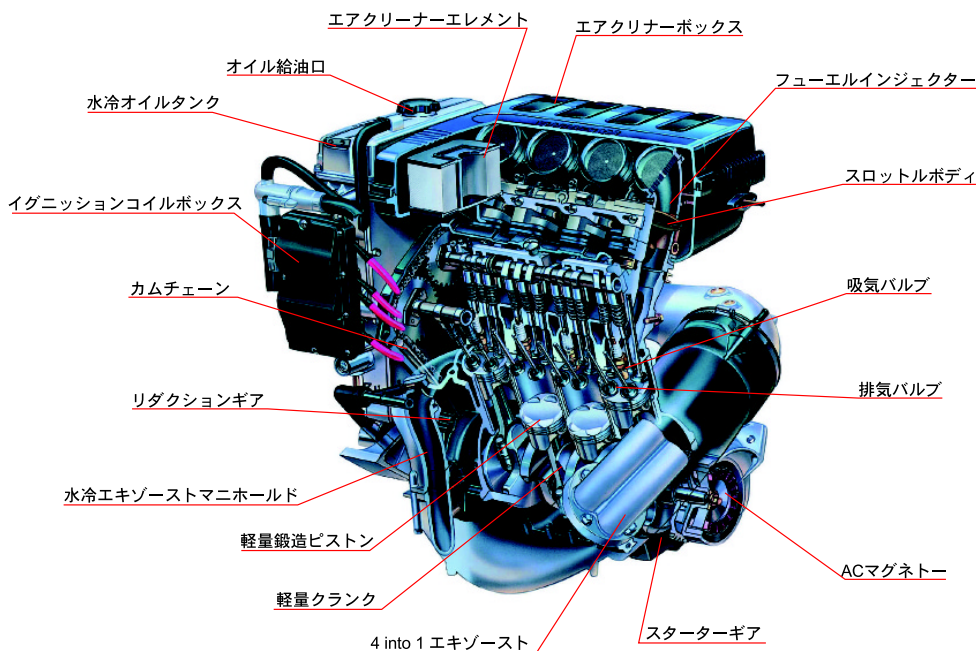


図 4 エンジン主要構造

6 品質への取り組み

開発の初期より取り組み計画を作り、『クレーム低減対象モデル』に設定し展開した。「仕事のやり方改革」、「プロジェクトの個別テーマ」の両ポイントに的を絞り具体化し、エンジン、艇体それぞれの開発担当部門が中心になり、関係部門、関連会社を巻き込んで進めることができた。

数多く取り組んだ項目のうち、「コンカレント開発の推進」は問題、課題の早期発見に大きく寄与、またはじめての4ストロークエンジン開発にはモーターサイクル、船外機における多くの事例の活用、評価方法の流用等を行なうと同時に2ストロークエンジン開発でのKnow-How、市場での品質情報をフィードバック、融合し、従来に比べステップアップした取り組みができた。

7 おわりに

数年前に初めて4ストロークエンジン搭載のプロトタイプPWCを航走させて以来、多くの関係者の努力のもとに新商品FX140を市場に提供する事ができた。その商品性は4ストロークエンジンの持つ高性能とPWCの本質であるファン性をあわせ持ち、お客様にその楽しさを十分満喫していただける商品に仕上げる事ができたと確信している。

近年、PWCを取り巻く社会環境は排気ガスのみならず益々厳しくなりつつあるが、これを機会にさらにお客様に感動していただける商品作りを今後とも目指していきたい。最後に、FX140の開発にご協力を戴いた社内外の関係各位に対し紙面を借りてお礼申し上げます。

●著者



左から、服部 敏幸、高橋 康雄、平澤 武、杉山 恵一