

ウォーターヴィークル用 第3世代エンジンの開発

Development of third-generation engine for water vehicles

中村 光義 原田 直樹



VX LTD



VX Cruiser

Abstract

It has been 15 years since the launch of the four-stroke Personal Water Craft (PWC). Following on from the first generation, which was based on the engine installed in the initial models of the R1 motorcycle, and the second generation, with its completely original design large-displacement engine, the third-generation PWC engine has been developed with a displacement equivalent to that of the first-generation engine. It was based on the successful 3-cylinder high-performance engine of the SR Viper snowmobile. This engine will be featured in the all-new 2016 model VX Series, which was launched in 2015 with plans for a global roll out.

1 はじめに

4ストローク・Personal Water Craft(以下 PWC)の登場から約15年が経った。モーターサイクルR1の初期モデルに搭載されたエンジンをベースにした第1世代、完全オリジナル設計の大排気量エンジンの第2世代に続き、第1世代と同等排気量を持った第3世代PWCエンジンの開発を行った。ベースとしたのは、スノーモビル(以下、SMB)SR Viper等で実績のある3気筒ハイパフォーマンスエンジンである。本エンジンは、2015年にオールニューモデルとして発売されたVXシリーズに2016年から搭載され、全世界向けに展開されていく計画である。

2 開発の狙い

PWCベーシックモデルの次世代基幹エンジンの開発にあたり、全てのお客様(PWC & スポーツボートユーザ、販売店、

メカニック、レンタルオーナー、ボートビルダ、組立工場 他)に喜んでいただくために以下を目標に掲げた。

1. 高い信頼性:PWC用エンジンとして海水環境での使用および一般のプレジャーのお客様のみならず世界のマリナーボート地でレンタル向けのコマーシャル使用を念頭とした信頼性の確保
2. 低燃費:既存エンジンを上回る馬力性能の実現と燃費性能の向上
3. 低排出ガス:全世界の規制値を大きく下回る低排出ガス
4. 小型、軽量:他モデルへの展開も念頭においた小型化および航走性能の向上に寄与する軽量化の実現
5. 高い整備性:市場での整備性を格段に引き上げ、メカニックも喜ぶ高い整備性

なお、コストダウンと開発効率向上のためにPWC、SMB、ROV(Recreational Off-Highway Vehicle)の3商材協業でプラットフォームエンジンの開発を進めた。

3 技術の解説

3-1. シリンダヘッド

PWCの搭載要件に適應させるため、ベースエンジンに対して吸気、排気を逆転させた。また、エア抜け性を考慮しウォータージャケットも専用設計とした。一方、動弁レイアウトは高い実績のあるベースエンジンを踏襲したが、ポート形状は専用設計することにより、性能向上を図った。また、シリンダヘッドはSMB、ROVと同一ラインで加工が可能となるよう設計した。

3-2. クランクケースアセンブリ

PWCエンジンの特徴である直接冷却エンジンであることや艇体性能を左右するハル設計の制約によりクランク下のスペースが他商材に比べ極端に狭いことなどから、クランクケースは専用設計とした。また、クランクケースにオイルタンク機能を一体化し、さらにオイル冷却機能をオイルタンク蓋に持たせることにより潤滑性能を向上させ、小型、軽量化を実現したことは特筆すべき点である。

また、オイルフィルタを一体化したオイルタンク上部にレイアウトすることで、オイルフィルタの交換性や防錆性の向上をもたらした(図1)。

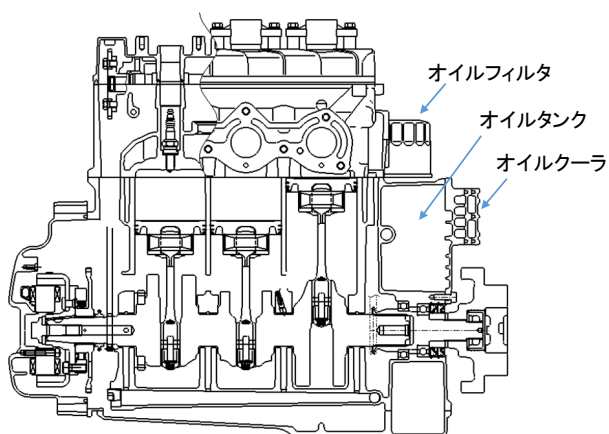


図1 オイルタンクの構成

3-3. クランク周り

バルブ周り同様、クランク、ピストン、コンロッド等で3商材共用部品を使用することが、コスト低減に大きく寄与している。その一つであるクランクシャフトは、各商材の要求に応じて出力軸の形状が各々異なる。そのため、出力軸のみを別部品で構成し、専用部品とすることでクランクシャフト本体の共通化を実現した。

3-4. 排気周り

従来のPWC4ストロークエンジンは、密閉された艇内にレイアウトされるため、マフラーは水冷2重管構造を採用することになり非常に重かった。そこで、マフラーの大幅な小型、軽量化にトライした。しかし、それは排気と冷却水を混合させるこのエンジンにとって、転覆時の排気管への水逆流など背反する要件を抱えることとなる。そこで艇体側排気も含め排気レイアウト全体の見直しを行い、最適化することで従来の基準と同等のレベルをクリアするとともに高い信頼性を確保した(図2)。

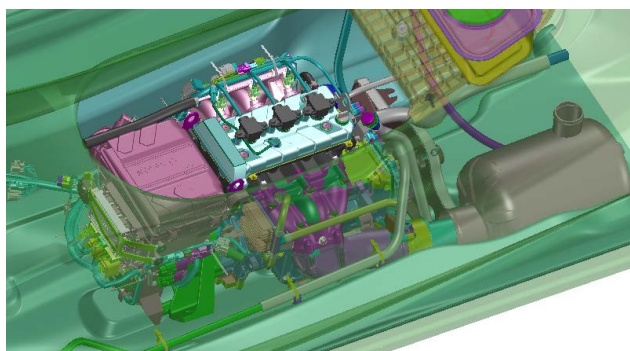


図2 艇体搭載レイアウト概要

3-5. 吸気周り

馬力性能確保のために十分な吸気管長を確保する一方、軽量化、信頼性の観点から樹脂インテークマニフォールドと電子制御シングルスロットルボディを採用した。

また、エアクリーナ構造は、エンジンにマウントする基本コンセプトをもとに従来構造を大幅に見直し、吸気の流れと水の分離効率が最大となるよう、吸気通路および吸気フィルタのレイアウトを刷新した。さらに、市場でフィルタの交換が容易にできるよう、自動車エンジン並みの交換整備性を確保した。



図3 エアクリーナ外観図

エアクリーナは艇体のシート脱着時に最も目立つエンジン部品の1つである。今回、このクラスのエンジンとしては初のエアクリーナの意匠設計を行い、さらに、YAMAHAブランドを

象徴するロゴマークにホットスタンプを施すことで、エンジンの外観レベルを大幅にアップさせた(図3)。

3-6. 電装レイアウト

今回、PWCのエンジンとしては初めてエアクリーナに電装部品(ECU、FUSE BOX等)を搭載する構造とした(図4)。従来、PWCエンジンの電装系部品はエンジンとは別レイアウトとし、ハルライナやバルクヘッドなどの艇体部品に取り付ける構造であった。今回、それを一新することで、ワイヤハーネスの取り回しを最短で行うことができた。さらに、電装系をエンジンと一体としたことで、市場で艇体からのエンジン上げ下ろし時の作業が大幅に軽減されるとともに、艇体工場でのエンジン搭載性の改善にも一役買った。その結果、本エンジンの汎用性を高めることにもなった。

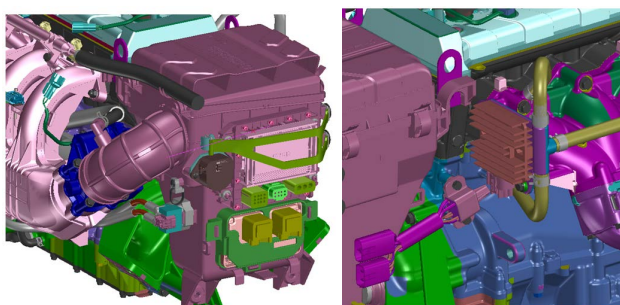


図4 電装レイアウト概要

3-7. 出力軸構造

本エンジンは3気筒特有の振動および騒音を低減するために、出力軸であるフランジカップリング部に慣性マスを付加し、フランジカップリングと慣性マスを一体化させた構造を採用した。慣性マスの付加により3気筒エンジン特有の回転変動に起因する振動、騒音レベルを大きく低減することができた。

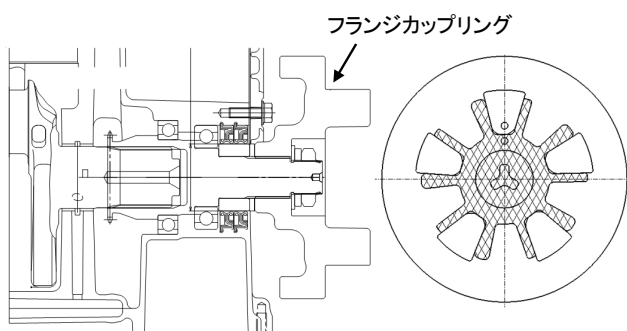


図5 出力軸構造

同時に、カップリングラバーも従来の形状とは大幅に異なる大きなトルク変動に耐えうる形状に変更した(図5)。

3-8. エンジン防触性改良

上級機種の1.8Lエンジンでは、エンジン各部品に対して防触塗装および表面処理を実施してきたが、今回本ベーシックモデル用エンジンにも防触塗装を追加した。また、従来機に比較してエンジン外観の一体感をより高めるため、アルミ部品の防触塗装は全て統一し、樹脂部品であるエアクリーナの外観とも一体感を持てる塗装とした(図6)。さらに、PWCとしては初採用となるマットブラック塗装を実施した。初採用の塗料の開発において、外部のテスト機関に依頼してエンジンアセンブリ全体を腐食耐久試験に織り込み、従来機との比較を実施した。結果として、従来機と同等以上の高い防触性能が確保できた。



図6 エンジン外観

3-9. 出力性能および加速、速力性能

図7に見られるように、従来機6ENに対して、今回紹介する6EYは全開時の出力を全域において大幅に高めた。また、開発艇(F4G)の艇体性能は、加速、速力性能ともに従来艇(F2X)に対して向上させている。加速性能においては、エンジンの軽量化も大きく寄与している。

3-10. 燃費、排出ガス性能

従来機比較で、中低速(10-50km/h)領域において約20%の燃費改善(平水、1人乗り時)を達成した。また、排出ガス性能も、従来機種比較で約20%程度の改善を達成した(図8)。これにより、排ガスクレジット上も大きな効果があり、販売計画にも大きく貢献できた。

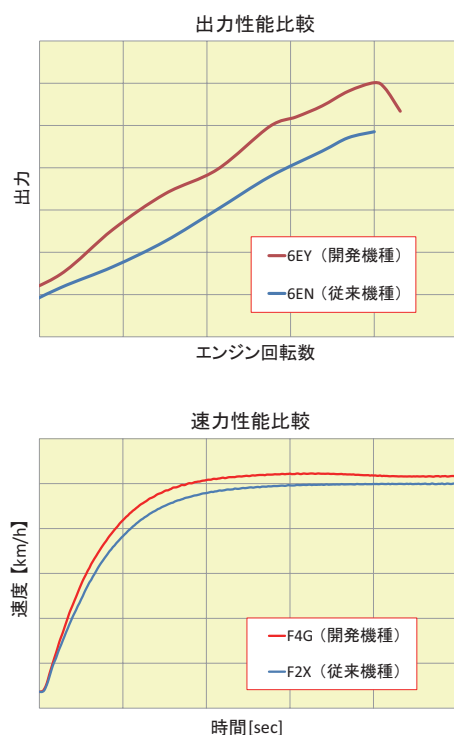


図7 加速性能比較

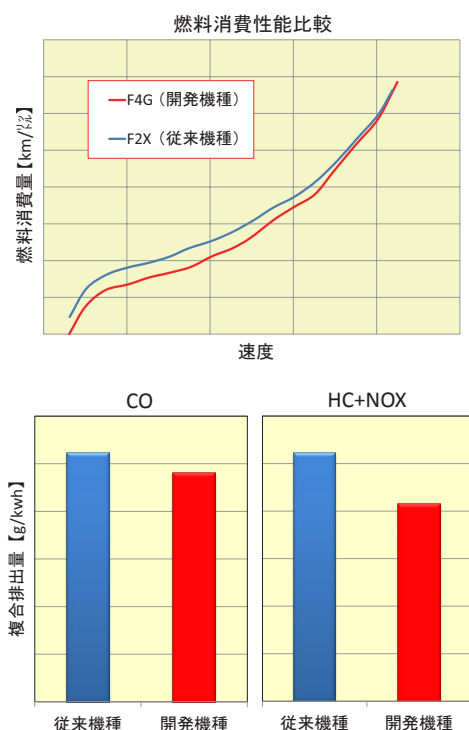


図8 燃費・排ガス性能比較

3-11. エンジンの小型、軽量化

図9のように大幅なエンジンの小型化を図り、エンジン部品総数では約30%を削減した。軽量化においても、エンジン

単体比較で99kg→73kgと約25%、さらに艇体全体の重量では約30%の軽量化を達成した。これは、エアクリーナや電装系部品をエンジンに取り付けることにより、艇体部品点数を削減できたことで実現した。

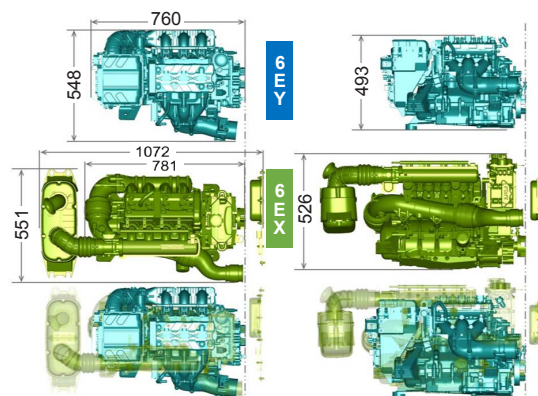


図9 エンジンサイズ比較

4 終わりに

本エンジン開発は、SMB エンジン进行ベースとしながらも、PWC エンジンとしての最適化を図るために多くの部分を専用設計とした。一方、ムービング系パーツの多くをベースエンジンと共用することが、開発負荷やコストの低減に大きく役立った。

また、このエンジンの開発を通じて、SMB、ROV 開発技術者間での交流が非常に盛んになり、設計内容にとどまらず実験評価方法についても多くの情報共有がもたらされたことは、非常に有効なことであり今後も継続していくべきと考えている。

最後に、本エンジンがPWC 第3世代基幹エンジンとして、より多くの機種に展開されていくことを願うと共に、小型、軽量、パワフルを実現させた本エンジンを、より多くのお客様に体感して頂ければと願う次第である。

■著者



中村 光義
Mitsuyoshi Nakamura
マリン事業本部
ボート事業部
エンジン開発部



原田 直樹
Naoki Harada
マリン事業本部
ボート事業部
エンジン開発部