

クラス最軽量 4 ストローク大型船外機 F200F の開発

Development of the F200F, the lightest 4-stroke large outboard model in its class

平岡 徳由 渡辺 敬英 鈴木 賢明 大谷 佳邦



F200F



VMAX-SHO

Abstract

Since the introduction of emissions regulations throughout North America in 1995, it has become a necessity to develop engines with environment-friendly performance.

Conventional carbureted 2-stroke gasoline engines, with their compactness, light weight and simple structure, were replaced by direct [combustion chamber] fuel-injected 2-stroke gasoline engines and eventually to the intake duct fuel-injected 4-stroke gasoline engines that are becoming mainstream today.

Advances environmental performance major improvements in emissions, fuel economy and noise reduction at lower speeds, but weight and cost increased. In this report, we discuss the development of the “F200F” large-class outboard motor that achieves weight and propulsion performance on par with a 2-stroke outboard motor as a result of a thorough pursuit of a lightweight, compact design and more.

1

はじめに

1995年以降、北米の環境排気ガス規制が導入されてから、環境へ配慮したエンジンの開発が求められている。

従来の小型軽量・シンプルな構造の2ストロークキャブレタガソリンエンジンから、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・低速の静粛性は大幅に改善されたが、その一方で重量およびコストが増加した。

本稿では、軽量・コンパクト設計の徹底などにより2スト

ローク船外機と同等の重量と航走性能を達成した大型船外機 F200F の開発について紹介する。

2

開発の経緯とねらい

当社の生産モデルでは、4ストローク V6-3.4L の 200 馬力モデルが存在しているが、従来の2ストローク 200 馬力のモデルに対して重量が重く搭載できる船が限られるため、軽量艇から重量艇まで搭載できるより軽量で安価な 200 馬力クラスの船外機が求められていた。

この市場の要求に応えるために、「2 ストロークモデルへの代替が可能な重量・大きさと航走性能をもつ 4 ストローク 200 馬力船外機」を開発のねらいとした。併せて航走燃費、静粛性の向上にも取り組んだ。また、今回開発した F200F とその派生モデルのバスボート搭載モデル、VMAX-SHO 150 馬力仕様も並行して開発した。

3 概要・諸元

3-1. 製品概要

本モデルではクラス最軽量をねらうべく当社の現行モデル F150A (L4-2.7L、150 馬力) をベースに排気量をアップするとともに、VCT (可変バルブタイミング) やノックセンサなどの搭載による性能向上に加え、構造や材質変更による軽量化手段を織り込んだ。

3-2. 仕様諸元

仕様諸元を表 1 に示す。

表 1 仕様諸元表

エンジン型式	4 ストローク L 型 4 気筒
動弁機構	DOHC 16 弁 VCT タイミングベルト駆動
ボア×ストローク	96×96.2mm
排気量	2,785cc
圧縮比	10.3
プロペラ軸出力	147.1kW (200ps) /5500rpm 110.3kW (Vmax) /5500rpm
燃料供給方式	MPI
推奨燃料	Ron94
潤滑方式	ウェットサンプ
オイルパン容量	5.2L
オイルポンプ	トロコイド
点火方式	フルトラ マイコン制御
発電性能	50 A
トリム&チルト	-4~16° & 65°
ステアリング角度	左右 32 度
トランサム高	25、20 インチ (STD) 20 インチ (VMAX)
ギヤシフト	F-N-R
減速比	1.86 (26:14) (STD) 2.00 (28:14) (VMAX)
乾燥重量 (プロペラ付き)	227kg (STD 25 インチ) 223kg (VMAX)

3-3. 性能

航走性能は、既存の 2 ストローク直噴モデル Z200 同等レベルを達成した。重量はクラス最軽量をねらった結果、ベースモデルの F150A 同等以下の軽量化を実現した。また、外観サイズについても V6 → L4 化により、2 ストロークモデルと同等もしくはそれ以下のエンジン幅が実現した。その結果、十分に 2 ストロークモデルへの代替が可能なモデルとなった。

各モデルの主要性能の比較表を表 2 に示す。

表 2 性能比較表

モデル	排気量	重量	エンジン型式	出力
F200F	2,785cc	227kg	4 ストローク L 型 4 気筒	200
F150A	2,670cc	228kg	4 ストローク L 型 4 気筒	150
F200A	3,352cc	283kg	4 ストローク V 型 6 気筒	200
Z200N	2,596cc	220kg	2 ストローク V 型 6 気筒	200

4 各ユニットの構造概要と特徴

4-1. エンジンユニット

現行の F150A の基本諸元を踏襲しながら、現行モデル F300B(V6-4.2L 300 馬力) と部品共通によるモジュール設計を踏襲した。ボアは 94mm → 96mm とし、排気量を 2,785cc にアップした。また、吸排気バルブ、スプリング、リフタ等の動弁系及びピストンリング、コンロッドは F300B と共通の部品を適用した。さらに、出力向上の手段として排気量アップに加え、VCT の採用、ノックセンサによる点火時期の適正化、クランクケース内のフリクション低減等を取り入れた。フリクションを低減するために、攪拌されるオイルを効率的に回収するための空間をボデーシリンダに設定した (図 1)。

また、回収部に冷却通路を設けることでオイル冷却機能 (クランクケース下部にも冷却構造を付与している) も併せ持たせた (図 2)。

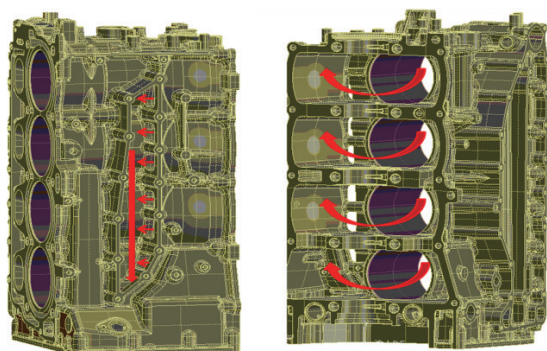


図1 オイル回収通路

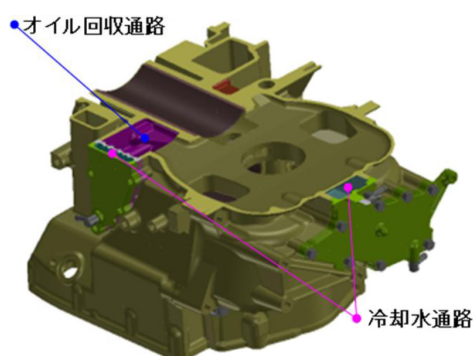


図2 オイル冷却

軽量化対策としては中空カムシャフトを採用するとともに、タイミングベルト関連の部品をコンパクト化した。タイミングベルトは、ベースとなる F150 の市場実績に基づいて、ベルトの耐久性を再検討することによりプーリーやテンショナのサイズダウンを図った。また、内製 3C 部品（ヘッドシリンダ、ボデーシリンダ、クランクケース）は、コンカレント活動や強度解析を通して肉厚の最適化を図った。さらに、鋳造湯流れ解析に基づいて湯道を確保するとともに、強度対応を兼ねたリブ配置を行った。

また、エンジン内冷却水通路は水流れ解析にて水温バランスの最適化を図った。アノード（海水中等の電気腐食環境下で自身が消失していくことで周辺金属の防護をするもの）は、防食シミュレーションにより配置を最適化することでその数を半減させることができた。

4-2. 吸気・燃料ユニット

従来の 4 連スロットルボデーから単スロットルボデーの電子スロットルに変更した。また、ペーパーセパレートタンクも既存モデルと共通化することにより開発コストが削減された。さらに、CAE 解析を活用することで樹脂製インテークマニフールドの軽量化も図った。

4-3. 電装ユニット

トーションダンパーを廃止し軽量化を図った。また、最適発電性能はボート装備品の調査や競合他社製品の性能も踏まえ、低速性能に重点を置いた 50Amp/6000rpm とした。

4-4. 艀装

従来に比べ電装部品の大型化に対応するため、電装ブラケットを 2 分割化することで型トン数を下げ、型投資の低減を図った（図 3）。

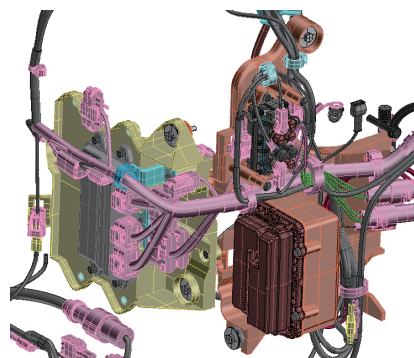


図3 電装ブラケット

制御の複雑化に伴うワイヤハーネスの重量増加を抑えるために、全長を短縮させるとともにレイアウトを見直すことで軽量化を図った。また、電線間における中間ジョイントを廃止することでワイヤハーネスの防水スペックを向上させた。

4-5. カウリングユニット

カウリングボトムをアルミダイキャスト製から樹脂製に変更することで 5.4kg の軽量化を実現した。樹脂ボトムは既存モデルに採用しているが、強度解析と成型解析の結果に基づき成型方案を最適化した（図 4）。

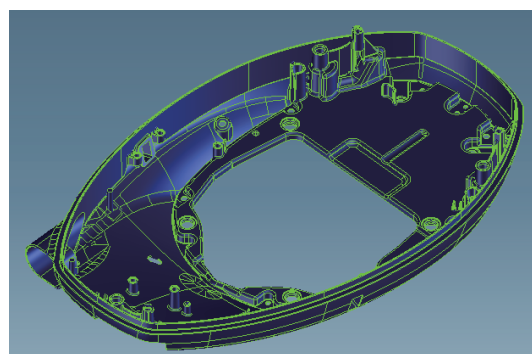


図4 樹脂カウリングボトム

VMAX-SHO バスモデルのトップカウルには、今回初採用となる 2 色塗装を採用した（図 5）。2 色の境目はぼかし塗装とし、場所によりぼかし幅を変更することで、前に進む動き、すなわち「スピード感」を表現した。

上記の 2 色塗装により、F200F と同形状のトップカウルを流用しながら VMAX-SHO としての外観を実現した。



図5 VMAX-SHO 150塗装仕様

4-6. マウントユニット

マウントユニットにおいては、機能優先の設計手法を適用し、F150 に対して 16% の軽量化を実現した（図 6）。

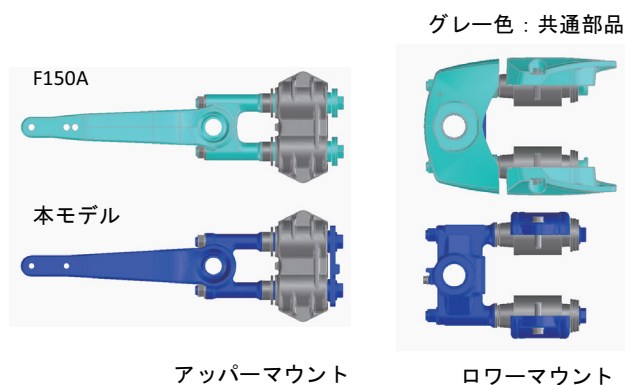


図6 マウント形状比較

4-7. アッパーケース

25 インチトランサムは専用のアッパーケースを新設することで、低速での静粛性向上と 20 インチトランサム並みの重量実現を達成した。

軽量化の取り組みとしては、2 部品で構成したアッパーケ

ースを 1 部品に集約することで、締結に伴う合面ボルト類を排除した。

また CAE 解析を用いた機能重視の軽量化設計により、スタイリングと強度を高い次元で両立した。

4-8. ロワーユニット

本モデルにおいてプロペラは、弊社純正オプション部品である Reliance Series（Mシリーズ）を推奨している。このプロペラは、「Shift Damper System (SDS)」構造（図 7）を採用することで、シフト IN 時の騒音が低減することを確認している。

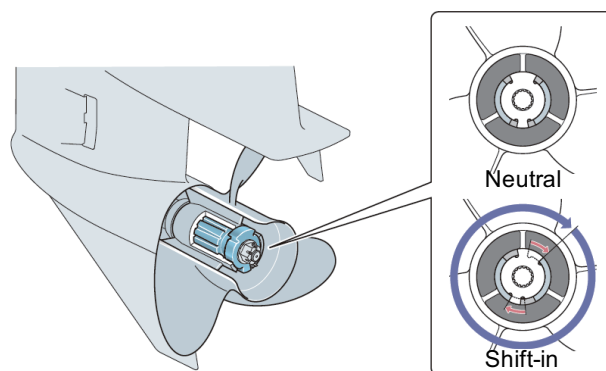


図7 プロペラSDS構造

5 おわりに

本モデルは昨年 12 月より生産を開始し、現在北米をメイン市場として多くのお客様に使っていただいている。

当初の開発のねらい通り、軽量化と高い航走性能でお客様から好評を得ている。

今後もお客様の声を真摯に聞き、市場の環境変化をしっかり捉えながら、お客様の期待を超える商品を開発し続けたいと考える。

■著者



平岡 徳由
Noriyoshi Hiraoka
マリン事業本部
ME事業部
開発統括部



渡辺 敬英
Takahide Watanabe
マリン事業本部
ME事業部
開発統括部



鈴木 賢明
Yasuaki Suzuki
マリン事業本部
ME事業部
開発統括部



大谷 佳邦
Yoshikuni Ootani
マリン事業本部
ME事業部
開発統括部