

船外機「F/FL425A」の開発

Development of the F/FL425A outboard motor

小久保 幸栄 小松 央昌 長島 充



Abstract

In North America, the main market for large outboard motors, the typical power sources for large offshore boats exceeding nine meters in length used to be stern drive or inboard motors. However, in recent years the focus of motive power for large boats has shifted to outboard motors, which offer advantages in terms of speed performance, fuel economy, easier installation, easier maintenance, and liberating boat interior space. As well as individual outboards increasing in output, the trend to installing multiple motors is accelerating.

In 2007, Yamaha Motor launched its previous highest-output model, a 4-stroke engine delivering 350 horsepower, which at the time was intended for boats up to the 12-meter class and in a maximum installation of three outboards per boat. Recently, boats exceeding 18 meters and with five outboards have appeared on the market, and the use of various navigational instruments and control devices has meant that high levels of specialist skills have become required for boat operation.

The newly-developed F/FL425A outboard motors not only have the power to move boats which are becoming larger today, but also aim to make boating accessible and enjoyable for more people through the addition of an integrated control system (Figure 1).

1

はじめに

大型船外機の主要市場である北米では、従来、全長 9 メートルを超えるオフショア（外洋）向け大型ボートの動力として船内外機や船内機が主流であった。しかし、近年はスピード性能と燃料経済性に優れ、据え付けやメンテナンスが容易なうえ、船内スペースが広く確保できる船外機が大型ボートの動力として注目されており、船外機の高馬力化に加え、複数機を搭載する流れが加速している。

ヤマハ発動機では、2007 年に最大馬力となる 4 ストロ

ク 350 馬力を市場に投入しているが、当時は 12 メートルを最大クラスのボートとし、搭載も最大で 3 機を想定していた。近年では 18 メートルを超えるボートや、5 機を搭載するボートも現れ始め、さまざまな航海計器や操船デバイスが使用されることで、ボートの運航は専門性の高いスキルが求められるようになってきている。

今回開発した F/FL425A は、大型化するボートを十分に動かすことができる推進力だけではなく、統合制御された操船システムを加えることで、より多くの人が簡便にそして快適にボートを楽しむことを目指した商品である（図 1）。



図1 F425A

2 開発のねらい

本モデルは、フラグシップモデルとして多くの先進性を実現するため、エンジンからプロペラに至るまで全面新設計とし、下記4項目を主要なねらいとした。

- ・大型ボートを推進する卓越したスラストと低燃費の両立
- ・高出力エンジンに対応した高い信頼性と耐久性
- ・操船システムの統合による搭載性と利便性の向上
- ・伝統的なヤマハらしさを継承した絶対的な信頼性と安心感を表現するデザイン

3 商品の特徴

F/FL425Aは、ヤマハ4ストローク船外機のフラグシップモデルとして、これまで培ってきた信頼性を継承するとともに、4ストローク船外機として初めてのダイレクトフューエルインジェクションを採用した。それに加え、大型プロペラと新規排気構造により、低回転から発生する前後を問わない卓越したスラストと低燃費を両立している。また、船外機初となる内蔵型電動ステアリングを採用することで、軽快で応答性に優れたステアリング特性を実現している。特に、低回転から発生する大きなスラストと静かで精密に作動する電動ステアリングは、すでに発売されている「ヘルムマスター（ジョイスティックでの操船を可能とした操船システム）」と組み合わせることで、より簡便で快適な大型ボートの操船を可能としている。デザイン面では、分割タイプのカウリングを採用することで、次世代のデザインとして「ヤマハらしさ」を継承しながらも、個性的でダイナミックなフォルムを実現し、カスタマイズや整備、リギング（艀装）の容易性も向上させている。

表1に主要諸元を示す。

表1 主要諸元

エンジン形式	4ストロークV型8気筒 DOHC
総排気量	5,559cm ³
ボア×ストローク	96mm×96mm
圧縮比	12.2
最大出力	312.6kW (425ps) / 5,500rpm
燃料供給装置	電子制御筒内燃料直接噴射
推奨燃料	無鉛プレミアムガソリン
ギヤ比	1.79 (25/14)

3-1. パワーユニット

本エンジンは、大型ボートに十分な加速性能やスピード性能を供給する出力を、軽量コンパクトかつ低燃費で実現するため新設計とした。

エンジンの軽量コンパクト化を目指し、F300で採用の市場で実績のあるプラズマ溶射技術で形成されたスリーブレスシリンダーを導入した。また、燃料を高圧かつ高精度に各燃焼室に直接噴霧する「ダイレクトフューエルインジェクション」（図2）の採用により、燃焼効率を高め、より少ない排気量で卓越したトルクとパワーを実現した。

ダイレクトフューエルインジェクションへ最適な燃料供給を行うため、燃料装置はボートの燃料タンクから燃料を汲み上げる電動ポンプが1つ、フロートチャンバー ASSY 内には ECU で制御された電動ポンプが2つ、インジェクターに高圧の燃料を供給するカムシャフト駆動のメカニカルポンプが2つと、計5つの燃料ポンプを搭載した。

また、フリクションロス低減と耐久性向上のため、DLC（Diamond Like Carbon）コーティングを施したバルブリフターを採用し、長時間の使用においてもバルブクリアランス調整を不要とした。

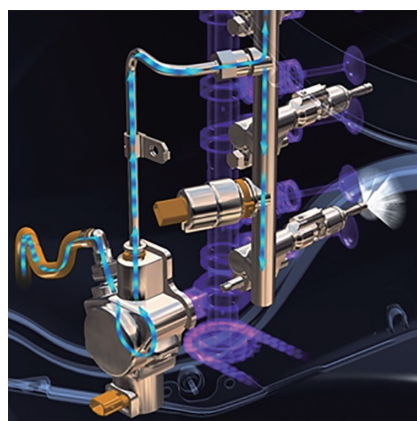


図2 ダイレクトフューエルインジェクション

3-2. 操舵システム

船外機初となる内蔵型電動ステアリング(図3)を採用した。これによって操船者のハンドル操作に対し、よりダイレクトで正確な動きを実現させることができた。また、ハンドルを回した量と船外機の舵角量の関係やハンドルの操作荷重は、7インチのタッチスクリーンカラーディスプレイ「CL7」を通して、回転数に応じた設定をできるようにした。

そして、内蔵型電動ステアリングにしたことで不要となった油圧機器や油圧配管を廃すことでポートへのリギングが容易になっただけでなく、トランサム周りの簡素化により、ポートのトランサム周りの設計自由度を上げることができた(図4)。

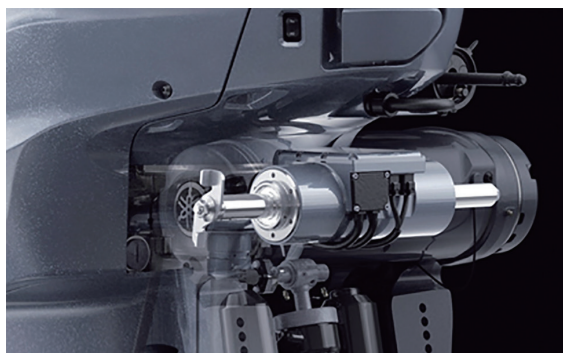


図3 内蔵型電動ステアリング



図4 トランサム周り

3-3. ドライブシステム

425馬力の出力をプロペラに伝達するための減速ギヤはギヤケースの中に配置され、そのギヤサイズはギヤケースの砲弾部径を決定する重要な要素である。ギヤケースの投影面積が大きくなるにつれ、水の抵抗が増加することから小さなギヤサイズが望まれるが、一方で耐久性の面では大きい方が有利である。本モデルのギヤ設計では、全面歯当たりする歯形形状を採用することで面圧を分散し、耐久性とサイズの両立を実現した。

また、ギヤケースについては、新たな外形形状(図5)を採用した。これにより砲弾径が大きくなったにも関わらず、最高速および旋回時の安定性を向上させ、高効率のギヤケースを実現した。

翼面積を拡大したプロペラは、大型ボートを推すための十分な推力を発生させると同時に、旋回時のベンチレーション耐力も向上させた。また、信頼性の面から材料は新材料の二相鋼ステンレスを採用することで、耐錆性とキャビテーション耐力を向上させた。

このプロペラが前後問わず推力を発生できるよう、本モデルでは新たな排気構造を採用した。従来の構造では、排気は主にパワーユニットの排気通路からオイルパン等のミッドセクション、ギヤケースを通して、最終的にはプロペラ後端から排出される。この構造では、後進時にプロペラから排出された排気ガスをプロペラが巻き込んでしまい、理想的な後進スラストを発生することができない。そこで本モデルでは、ギヤケースの後方でアンチベンチレーションプレートの上方に、比較的低回転時に排気ガスが排出される別通路を設置した(図6)。これにより、後進時のプロペラはクリーンな水を掴むことができ、F350Aに対し3倍の後進スラストを実現させた。後進スラストの向上により、大型ボートにおいても着岸時の制動やヘルムマスターでの横移動をより容易に行うことができるようになった。

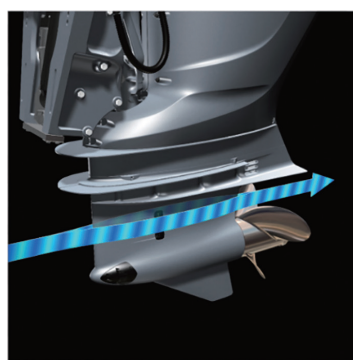


図5 ギヤケース形状

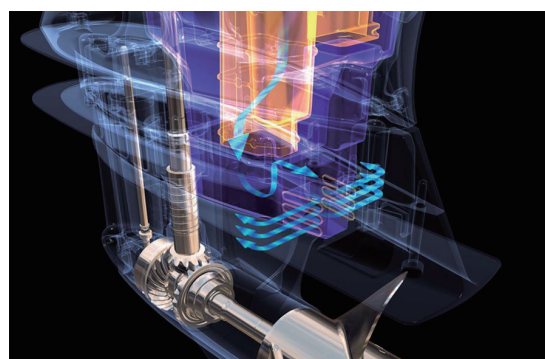


図6 低回転域における排気の流れ

3-4. 利便性、メンテナンス性

近年の大型ボートにおいて、さまざまな航海機器や、調理器具、エアコンやジャイロスタビライザーなどの快適装備等、電力消費が大きい機器類の搭載がますます増加し、発電量に対する要求が高くなっている。この市場ニーズに応えるべく、発電システムの構造は市場実績のある従来タイプを踏襲しつつ、3系統発電にすることで発電量を90Aに向上させた。その裏目としてステーターコイルの温度が上昇するため、フライホイール上面に排熱ファンを設置し、発生した熱を外部へ強制的に排出する構造を採用した（図7）。

メンテナンス面では、大型ボートを係留した状態でもギヤオイルが交換できる新しいシステムを採用し、より簡便なメンテナンス作業を実現させた（図8）。

その他、外部からオイルストレナ点検が可能な構造や、パワーユニット部品へのアクセスが容易な外装カウリングの分割構造、多機掛けでの水洗いを容易にする水洗システムなどを採用し、メンテナンス性を向上させた。

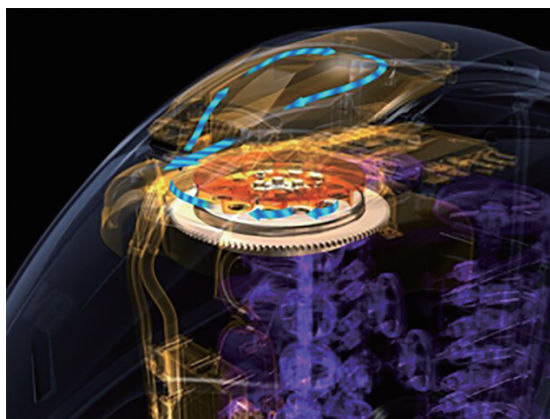


図7 排熱構造

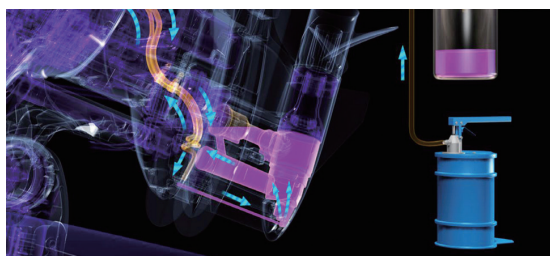


図8 水上ギヤオイル交換システム

3-5. デザインおよびカウリング

デザインは、これまでヤマハブランドが培ってきた絶対的な信頼性と安心感を、有機的な形状による躍動感と上質感で魅せることを目指した。カウリングには多分割タイプを採

用し、全身の一体感を生む流麗なサーフェスと、ミッド部分に力強い陰影を生む特徴的なスタイルラインにより、ユニークでダイナミックなフォルムを実現した。また、多分割カウリング構造は、市場でのカラーカスタマイズや先に述べたメンテナンス性、リギングの容易性も向上させた（図9）。これらに加え、カラーリングは北米エリアを中心とするお客様の外装色に対する要望の多様化に応えるため、ホワイトをカラーラインナップに追加した。



図9 分割カウリング

4

おわりに

F/FL425A は、フラグシップモデルとして多くの新技術を採用し、また今まで以上に信頼性を作り込んだモデルである。その商品性については、北米で行われた先進国ボートビルダーやディーラ向け発表会で、非常に高い評価を頂いている。また、同時にお客様からは次の新しい商品への要望も頂いた。お客様の尽きることのないヤマハへの期待に応えられるよう、今後も世界の人々の豊かなマリナライフに貢献できる商品を提供し続けていきたい。

■著者



小久保 幸栄
Koei Kokubo
ME事業部
開発統括部
技術企画部



小松 央昌
Noriyoshi Komatsu
ME事業部
開発統括部
設計部



長島 充
Mitsuru Nagashima
ME事業部
開発統括部
技術企画部