

快適装備を備えた中型船外機「BF60」の開発

Development of Midrange Outboard Motor BF60 with Equipment for User Comfort

田 中 充 治*
Mitsuharu TANAKA
坂 田 繁 一*
Shigekazu SAKATA

清 水 則 和*
Norikazu SHIMIZU
安 田 興 次*
Koji YASUDA

山 本 宙*
Hiroshi YAMAMOTO
山 岸 政 彦*
Masahiko YAMAGISHI

要 旨

ABSTRACT

中型クラスの船外機は、搭載される艇体の種類や使用用途が多岐に渡り、お客様の要望は多様である。新規開発した中型船外機 BF60 では、エンジンの高出力化ならびに水没部の抵抗低減により、同クラス船外機と比較して最高速を 8.6% 向上し、かつリーンバーン制御領域を拡大して同時に -13% の低燃費をも達成した。また、中型船外機で初考案となる大転舵角ステアリングシステムによる取り回し性の向上や、操作性を向上させたマルチファンクションティラハンドルの新設定、大推力を発揮するパワースラストギヤケースの追加設定、NMEA2000 規格準拠による船外機用メータの選択肢拡大などの技術を盛り込み、利便性の高い商品とした。また、ウェッジシェイプデザインの採用により、Honda 汎用デザイン共通のテーマである「機能美」を具現化した。

Midrange outboard motors are installed on a variety of different boat types and used for a range of different applications, and customer demands are diverse. The newly developed midrange outboard motor BF60 was given a top speed 8.6% greater than outboard motors of the same class by increasing the engine power output and reducing the drag of the underwater portion of the motor. Fuel economy was also enhanced by 13% by expanding the range of situations where lean-burn control operates. Handling was also enhanced by devising the first wide-angle steering system for a midrange outboard motor, and the product was made highly convenient by incorporating such technologies as the newly configured multi-functional tiller handle with enhanced operability, the configuration with added Power Thrust gear case that yields higher thrust force, and the expanded range of options for attaching outboard motor gauges by complying with the NMEA 2000 standards. The adoption of the Wedge Shape form also gave material form to the concept of beauty, which is a theme common to Honda power products design.

1. はじめに

Honda の中型クラス船外機の新しいラインナップとして、BF75/90⁽¹⁾、BF40/50 に続いて BF60 を開発した。

Fig. 1 に BF60 の外観を示す。

1.1. 中型船外機のさまざまな使われ方

中型クラス船外機の使われ方は、フィッシング等のレジャーユースからレンタルボート、漁業等のコマーシャルユースまで多種多様である。搭載される艇体もアルミ製軽量艇 (質量 100 – 500 kg) からポンツーン艇 (質量 400 – 1200 kg) と種類が多く、艇体ごとに要求される機能や性能が異なる。以下に主要艇体の特徴を記す。



Fig. 1 External view of BF60

* 汎用 R&D センター

1.1.1. アルミフィッシングボート

Fig. 2のアルミフィッシングボートは、主に釣りを目的に湖川で使用される。釣りのタイミングを逃さない迅速なポイント移動や長い航続距離（低燃費）に加え、流し釣りでは微妙な低速コントロールなどが要求される。

また、地域／用途によっては、Fig. 3に示すティラハンドルタイプが使われることもある。ティラハンドルには転舵だけでなく、スロットル、シフトなど艇を操る操作系が集中して配備されている。

1.1.2. リジットインフレーターブルボート

Fig. 4に示すリジットインフレーターブルボートは、湖川から海といったあらゆるところで、主に走りを楽しむために使われる。船底はV角度が強く付いており高い旋回性能を有している。また、舷がフロートで囲まれているため、静止安定性や復元性が高くダイビングのサポートやレスキューなどに使用されることも多い。高い動力性能と操安性に加え、どの回転領域からでも反応するスロットルのリ



Fig. 2 Aluminum fishing boat



Fig. 3 Tiller handle type



Fig. 4 Rigid inflatable boat

ニアリティを求める声強い。

1.1.3. ポンツーンボート

Fig. 5に示すポンツーンボートは北米ではメジャーな艇体である。フラットなデッキにソファやテーブルが据え付けられており、湖川や波の少ない湾内で使用される。パーティーやスイミングの水上基地、釣りなどの余暇を楽しむことを目的として使用される。観光地でのレンタルボートとしての需要も高く、操船に慣れていないお客様が扱う機会も少なくない。2本または3本の太いアルミチューブを組み合わせた船底を持ち安定性に優れているが、小回りがききにくい面も持っている。

1.2. コンセプト

BF60はコンセプトに「使って楽しい:FUN」「使って得する:ECO」「使いやすい:EASY」の3本柱を掲げ開発した。Honda 船外機の特徴である「走り」「低燃費」といった基本性能をクラストップに仕上げるだけでなく、さまざまな「快適装備」の開発をおこなうことで、お客様の多種多様な使い方においても満足して頂けることを目標とした。また、これらの高い性能を表現する新デザイン「ウェッジシェイプ」の採用によって、プレミアムな中型船外機とすることを目指した。



Fig. 5 Pontoon boat

2. BF60 に採用した技術

BF60の商品力訴求項目は、「走り」「環境性能と低燃費」「快適装備」「デザイン」の4つを柱として検討した。

2.1. 走り

BF60は、エンジンの高出力化だけでなく、ギヤケース・プロペラといった水没部の水中抵抗低減等により、同クラス船外機の中でトップレベルの動力性能を実現した。

スタンダード仕様のコンパクトな新設計ギヤケースは、最高速向上、燃費向上を目指し、水没部の前面投影面積を小さく抑え、さらに流体解析により水流の圧力変化を穏やかにすることで水中抵抗の低減を図った。最高速を最優先に考え、プロペラの推進効率を高めるため、このクラスとしてはやや大きめのギヤレシオ (29:14) を採用した。

その結果、エンジン出力特性と相まって 16 ft のアルミフィッシングボートにおいて、同クラス船外機に対し、8.6% (4.5 km/h) 上回る最高速を達成した。また、急加速時には、燃料噴射量を増量し、ノッキング限界寸前まで進角してトルクを増幅させる「空燃比連動点火時期制御」(Boosted low speed torque システム)を採用し、加速性能を向上させた。

Fig. 6 に流体解析の圧力分布図、Fig. 7 に最高速度、Fig. 8 に加速時間を示す。

また、BF60 は前記スタンダード仕様のギヤケースに加えてパワースラスト仕様のギヤケースも設定した。これは、さまざまな艇体への適合性を向上することを目的としており、次に記すような特徴を持つ。

パワースラスト仕様では、上位機種である BF90 のギヤケースを流用し、大きな直径のプロペラをゆっくり回すことで、排気量を変更することなくプロペラ推力を向上させる仕様とした。また、プロペラの適正な没水深度をとることにより、水面からの空気の巻き込みによる推力の低下を抑えるとともに、水没部の前面投影面積を抑え最高速への

影響にも配慮した。

パワースラスト仕様が搭載されることが多い重量艇にとって、船の行き足 (惰性走行) を止めたり、方向転換したりする際に後進推力が重要な性能となる。そのため BF60 は後進推力を重視し以下のような排気システムを採用した。

通常、船外機は、プロペラの中心から排気ガスを水中に放出することで、前進時の排気効率向上を図っている。しかしながら後進時には、この排気ガスをプロペラに巻き込みやすく、高い後進推力が得られ難い。そのためプロペラ中心の排気口に加え、上方にも排気口を設けることにより、前進時の効率を阻害することなく、後進時のプロペラへの排気の巻き込みを減少させた。

Fig. 9 にギヤケース周りの排気システム図を示す。

その結果、同等排気量の比較機はもちろん、1.3 倍の排気量を持つ比較機をも上回る後進推力を達成した。

Fig. 10 にプロペラ推力の比較を示す。

2.2. 環境性能と低燃費

BF60 は、米国環境保護庁 (EPA) による新排気ガス規制に対応する環境性能の向上と、低燃費化を両立させている。

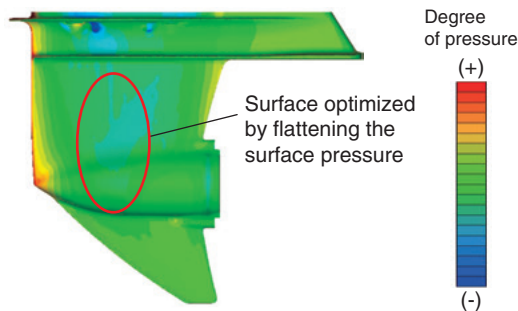


Fig. 6 Pressure distribution on the gear case

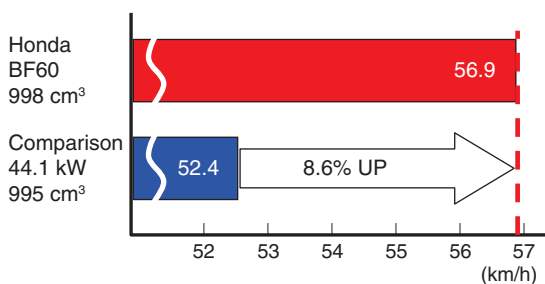


Fig. 7 Maximum speed

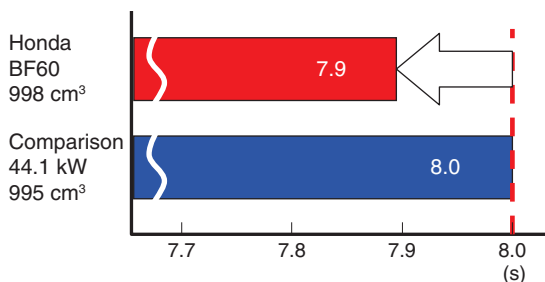


Fig. 8 0-50 m acceleration time

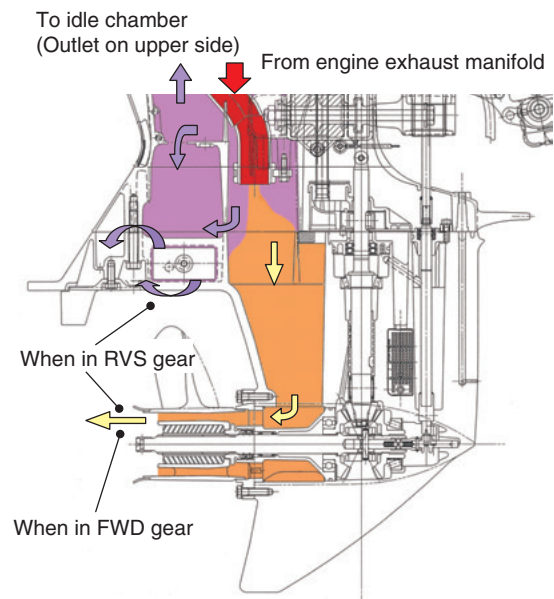


Fig. 9 Path of exhaust gas

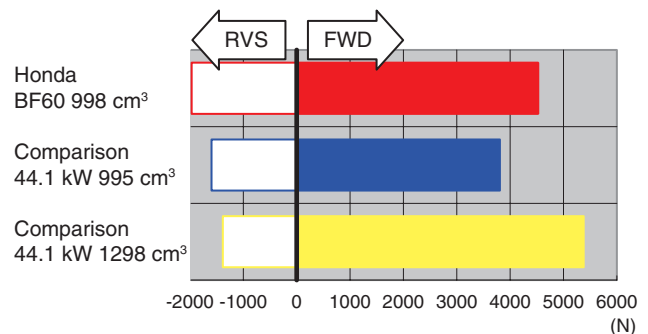


Fig. 10 Maximum thrust force of propeller

新排気ガス規制は2010 イヤーモデルよりカリフォルニア州大気資源局 (CARB) の HC + NO_x 規制値が採用されるとともに、新たに CO 値規制が追加となった。

さらに新モデルには Not to exceed (NTE) ゾーン規制と燃料透過規制も追加された。

燃料透過規制対応で採用した低透過燃料ホースを Fig. 11 に、NTE ゾーン規制の概要を Fig. 12 に示す。

BF60 は Honda 船外機の特徴であるリーンバーン制御⁽²⁾をさらに熟成し、リーンバーン制御領域の拡大、制御マップの緻密化をおこない、環境性能と低燃費の両立を実現した。これにより実用走行時の燃費は同クラス船外機に対し、16 ft のアルミフィッシングボートで 13% の向上を達成した。

Fig. 13 に実用走行時の燃料消費量、Fig. 14 に船の負荷特性と空燃比のイメージマップを示す。

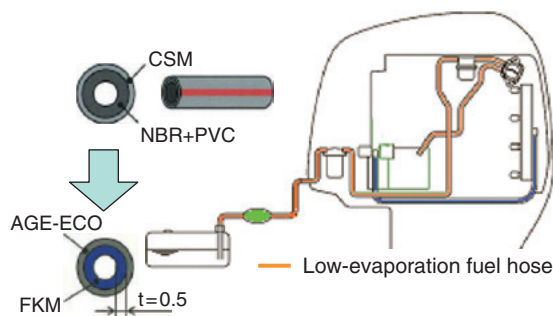


Fig. 11 Low-permeation fuel hose

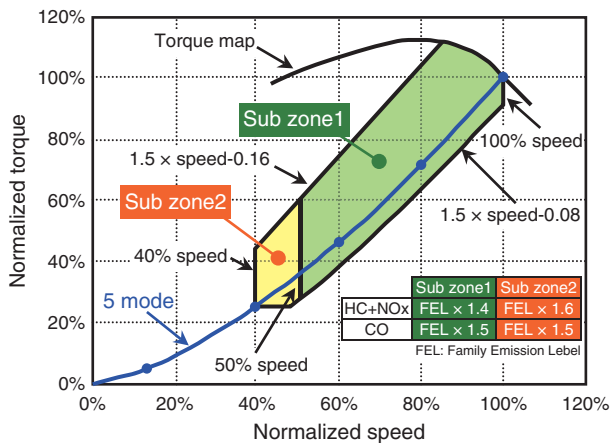


Fig. 12 NTE zone map under EPA regulations

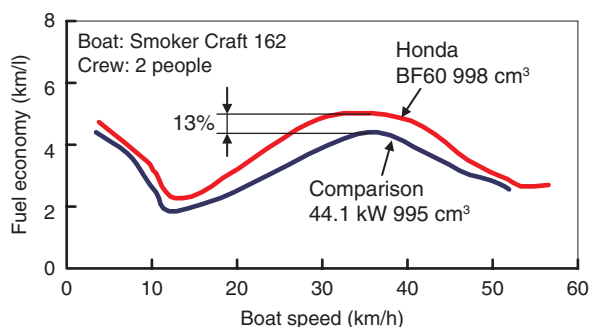


Fig. 13 Mileage in practical use

2.3. 快適装備

2.3.1. 大転舵角ステアリング

北米で多く使用されるポンツーンボートは、艇体の走行抵抗が大きいため、高価な高出力船外機を搭載しても期待するほどには動力性能は向上しない。そのためアンダーパワーな船外機が搭載されることも多い。例えば、方向転換や離着岸時などの小回り性が必要なときに、プロペラ推力が足りずに切り返しを繰り返す必要があった。このような煩雑な操船からお客様を解放するため、BF60 では、転舵角を業界標準の左右 30 度から 50 度に拡大させた大転舵角ステアリングを考案、採用した。

これにより、同クラスの船外機に対して半分以下の最小回転径での旋回が可能となり、大幅な操縦性の向上を得ることができた。

Fig. 15 に最小回転半径の比較図を示す。

船外機の転舵システムは舟艇工業会国際評議会

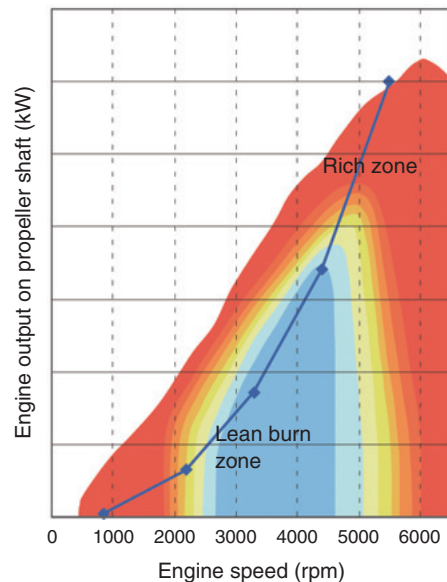


Fig. 14 Map of A/F ratio

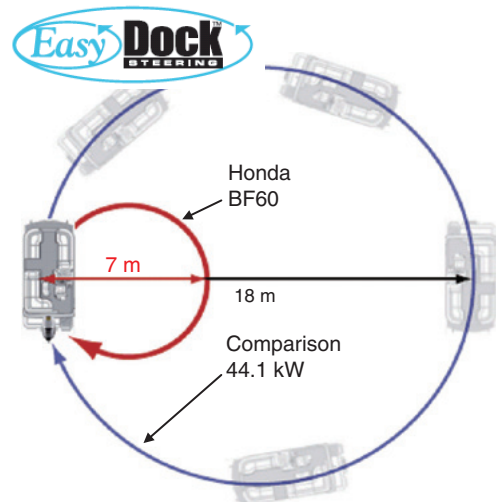


Fig. 15 Minimum turning diameters

(International Council of Marine Industry Associations) や米国ボートヨット協議会 (American Boat and Yacht Council) といった業界の規格にのっとり構成され、ステアリングピボットのストローク量が限定されている。このピボットと船外機をステアリングロッドを介して接続し船外機の転舵システムは完結する。したがって、転舵角度は、転舵軸のセンターとステアリングロッドの接続位置までの距離で決定される。この距離を短くすることによって、船外機の転舵角度を増大させることが可能になる。

通常、ステアリングロッドの接続位置は、船外機が直進状態の中心線上にとる。しかしこのまま 50 度転舵のレイアウトをおこなうと転舵時のリンク比が、左転舵時は 84% 右転舵時は 39% となり、右転舵時のステアリング操作荷重が際立って高くなってしまう。

BF60 ではステアリングロッドの接続位置を中心線上からオフセットさせることにより、リンク比を左転舵、右転舵ともに 71% に設定した。

これにより転舵荷重が極端に重くなることを抑制するとともに、左右転舵の荷重差を最小とし、操舵フィーリング向上を図った。

Fig. 16 にステアリング構造図, Fig. 17 にリンク比を示す。

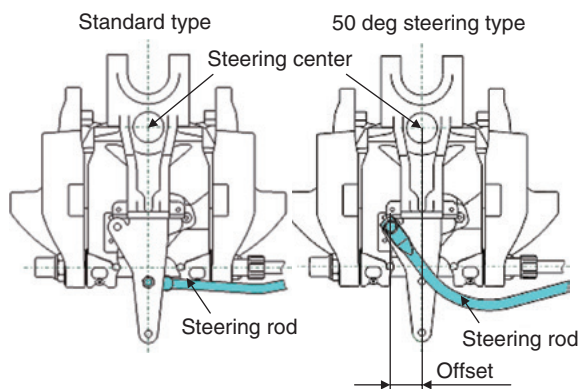


Fig. 16 Layout of steering system

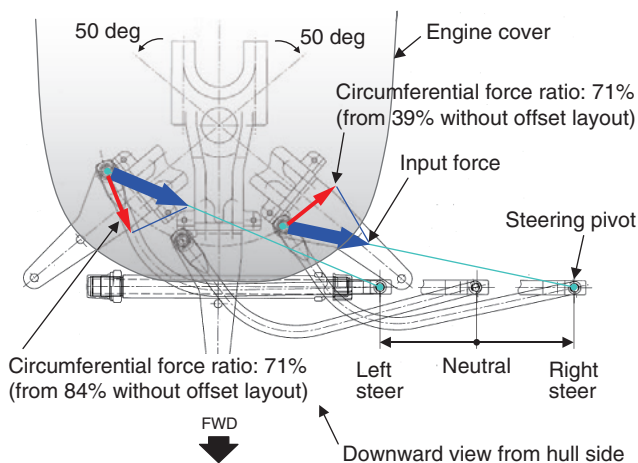


Fig. 17 Link efficiency

2.3.2. マルチファンクション ティラハンドル

船外機のティラハンドルは、操舵、スロットル、シフト操作に加え、船外機独特の調整機能であるパワートリムアンドチルト (船外機の上下角度を変化させ、船の航行姿勢、スピードを調整する機構) の操作をおこなうなど、各種機能が集中した部位であり使いやすさが重要となる。BF60 のティラハンドルの新規開発にあたっては、使いやすさを徹底的に追求し、操作系の形状や配置を決定した。

一般的にティラハンドルの船は右舷側にオペレータが着座し、左手でハンドルを操作する。したがってティラハンドルの操作部は右舷着座を前提に設定されている。しかし自動車などと違い船外機の操船ポジションはシートで規定されておらず、艇の形状や利き腕によっては船の左舷側にオペレータが着座することもある。そこで BF60 のティラハンドルではリバーシブルシフトレバー構造を採用し、シフトレバーの取り付け方向を左右どちらにでも選択できるようにした。これによって左手でも右手でもシフト操作が容易にできるようになった。

また全開航行時に最高速度を調整する際は、片手でスロットルを操作し、他方の手は船から振り落とされないように船体につかまりながら操船をおこなうのが一般的である。この状態でスロットル操作とトリム操作を同時におこなうため、スロットルグリップを握ったまま片手でトリムスイッチの操作ができることが望ましい。BF60 のティラハンドルでは、パワートリムアンドチルトスイッチをスロットルグリップの先端部にグリップ一体で配置することにより、常にスロットルを握る手に対して一定の位置にスイッチが存在し、スロットルグリップを握り直すことなく、容易に操作できるようにした。

Fig. 18 にティラハンドルの外観を示す。



Fig. 18 Multi-functional tiller handle

一方、流し釣りなどの極低速では、風や潮の流れによる影響を受けるため、船速の微調整が要求される。この使い方を向上させるため、BF60 は低速時のエンジン回転数を 750 rpm から 1000 rpm まで 50 rpm ごとに調節できるトロリングコントロールシステムを設定した。

Fig. 19 にトロリングコントロールの回転数調整イメージを示す。

これにより 16 ft のアルミ艇では、ピッチ 15 インチのプロペラにてトロリングスピードをスイッチ操作ひとつで 3.5 km/h から 5.0 km/h まで 0.3 km/h ごとに調節することが可能となり、流し釣りでの船速微調整を容易にした。

なお、この機能はリモートコントロールハンドル仕様でも、パネルスイッチの追加で利用することができる。

2.3.3. 船外機用メータの選択肢拡大

船外機艇の場合、燃料計・バッテリー電圧計等の電子機器類を含むぎ装は、船外機とは別のメーカの製品をディーラが組み合わせてボートを仕上げるといったカスタマイズの慣習が根強い。しかし、スピード・タコメータなどはエンジンとの相性からその選択肢は船外機メーカの純正メータにほぼ限定されてきた。つまりお客様の好みの選択の幅を狭める結果となっていた。それに対し、2001 年に船舶用電子機器の通信方式を統一した NMEA2000 規格が制定され、各種電子機器の接続が容易におこなえるようになった。

NMEA2000 規格⁽³⁾とは、米国海洋電子機器協会 (National Marine Electronics Association) が定めた船舶用電子機器の通信方式を統一したものであり、全世界の 500 社以上の製造メーカ・ディーラが加盟している。

BF60 は NMEA2000 規格に準拠することにより、Honda 純正メータの他、この規格に対応した各種船舶用電子機器

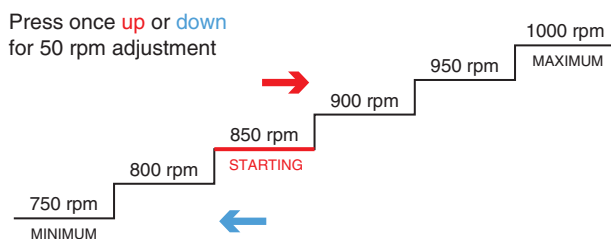


Fig. 19 Variable trolling speed control

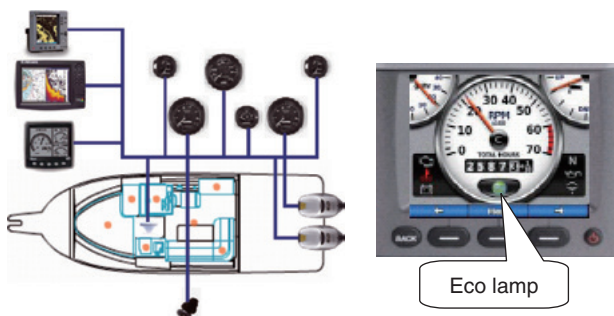


Fig. 20 NMEA 2000 instrument network

Table 1 Specifications

Code name	BF60A L-type
Overall length (mm)	777
Overall width (mm)	417
Overall height (mm)	1397
Transom height (mm)	521
Dry mass (kg)	110
Engine type	4 stroke water cooled in-line 3 cylinder
Displacement (cm ³)	998
Bore (mm) X Stroke (mm)	73.0 X 79.5
Compression ratio	9.2 : 1
Valve train	SOHC 12 valves
Maximum power (kW/rpm)	44.1 / 5500
Maximum torque (N·m)	79
Recommended engine speed range (rpm)	5000 - 6000
Trolling engine speed (rpm)	850 (750 - 1000)*1
Gear ratio	2.07:1, 2.33:1*2
Fuel supply system	Programmed fuel injection
Ignition system	Programmed ignition
Charge output (A)	22
Exhaust system	Through propeller hub

*1 : () under variable trolling speed control

*2 : Power thrust model

を幅広く使用することが可能となった。これより、お客様の電子機器の選択肢が大幅に増えた。

NMEA2000 は、規格にのっとったエンジン情報のみでなく、各メーカが任意に設定可能な情報領域を持っており、BF60 ではこの領域を ECO ランプ信号の出力に使用している。また、この ECO ランプ信号に対応した NMEA2000 準拠の Honda 用メータも設定した。

ECO ランプ信号とは、エンジンがリーンバーン制御条件を満たしたときに、ECO ランプに対応した NMEA2000 メータ上に、グリーンランプを点灯させるシステムである。今までユーザの認知が困難であったリーンバーン制御領域を視覚的に確認できるようになり、より燃費の良い運転状態での航行を容易に実感できるようになった。

Fig. 20 に NMEA2000 規格の電子機器の接続イメージを示す。

2.4. 主要諸元

BF60 のエンジンは、FIT 用 1496 cm³ 直列 4 気筒を 3 気筒化し、998 cm³ の船外機専用エンジンとして新設計した。同クラスの船外機は 4 気筒が主流であるのに対し、3 気筒を選択し、軽量コンパクトを実現した。

BF60 の主要諸元を Table 1 に示す。

3. ウエッジシェイプデザイン

外観デザインは、クラス No.1 の走りを予感させ、勢いのある「ウエッジシェイプ (くさび形) デザイン」をコンセプトとし、新世代の Honda 船外機としてのアイデンティティ

を構築した。さらに、他社との違いを「高質」を中心にアピールするために、デザインの細部にもこだわった造形とした。具体的には、トップカバーを二分割とし、ウエッジシェイプのキャラクターラインを際立たせるとともに、フロント側の水抜き穴を、動物の「眼」をモチーフに彫り込み、個性的な表情を加えた。また、アンダーカバーのスプラッシュラインを、凸形状とし、面のメリハリを高めるとともに、水の跳ね上がりによる本体上部の防汚にも貢献した。

これらの手法を取り入れ、Honda 汎用デザイン共通のテーマである「機能美」を具現化したプレミアムな中型船外機を作り上げることができた。

Fig. 21 に BF60 のデザインコンセプト、Fig. 22 にトップカバー部を示す。

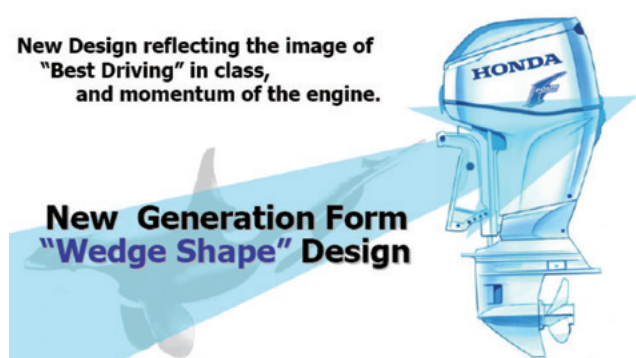


Fig. 21 The BF60 design concept



Fig. 22 The top cover of the BF60

4. まとめ

BF60 の開発では、走行性能や環境性能の向上に加えて、中型船外機に求められるさまざまな要求に応えるべく、快適装備を開発した。

- (1) 最高速は同クラス船外機に対し 8.6% 向上した。
- (2) 同クラス船外機に対し 13% の低燃費化を達成した。
- (3) 左右 50 度転舵ステアリングを考案、採用し、操船性を向上した。
- (4) 2 種類のギヤケースを設定し、艇体への適合性を向上した。
- (5) マルチファンクション ティラハンドルの新設定により操作性を向上した。
- (6) NMEA2000 規格への準拠による船舶用電子機器の選択肢を拡大した。
- (7) ウエッジシェイプ デザインの採用による「機能美」を具現化した。

5. おわりに

新型 BF60 の開発によって得られた技術、ノウハウを今後の船外機開発にも活かして、お客様視点に立った商品作りを継続していきたい。

参考文献

- (1) 吉村肇, 藤間昭史, 坪内方則, 宮内智広, 木村亨: 新型 [BF90] 船外機の開発, Honda R&D Technical Review, Vol.19, No.1, p.20-25
- (2) 米沢道, 松田佳之, 田和寛基, 設楽貞文, 豊後圭一郎, 鈴木幸夫: 高出力, 低燃費船外機 [BF150] の開発, Honda R&D Technical Review, Vol.16, No.1, p.29-38
- (3) NMEA2000 Main Document Version 1.200

■著 者■



田中 充治



清水 則和



山本 宙



坂田 繁一



安田 興次



山岸 政彦