

製品紹介

FOAMAP を採用した
「BaySports 21」「AeroSports 21」The "BaySports 21" and "AeroSports 21" Boats Constructed
by the FOAMAP Method

福山 美洋 香山 晃 坂田 明子 宮下 祐司 末森 勝



図1 フィッシングボート「BaySports 21」とマルチボート「AeroSports 21」

Abstract

As the Japanese economy begins to show signs of recovery, we are seeing consistent demand for mid-size boats targeting affluent customers. On the other hand, in the smaller boat category demand remains depressed especially in the mainstream models priced inexpensively to target entry-level boaters. In light of this, Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) released in this category in 2004 the "BaySports 16" model built by our new "FOAMAP" (Foam Manufacturing Process) method and it has given us a major technological advantage that the other makers cannot imitate. Establishing a lineup of models built with this new advanced construction method has been a vital effort for YMC, not only from the standpoint of creating demand in this depressed smaller-boat category but also because this construction method holds great potential for bringing the customers boats with a higher level of "safety," "comfort" and "convenience." Amid these great expectations we developed two different types of models built by our new "FOAMAP" method at the same time, namely the "BaySports 21" and "AeroSports 21." Here we report on the project to develop and build these two boats.

1 はじめに

国内では、徐々に景気回復の兆しが見え、高額所得者向けの中型ボート以上は堅調な売れ行きを示す一方、小型ボートの中でも、比較的安価で、ボート初心者などにも購入しやすい普及モデルの市場は伸び悩んでいる。そのような中、ヤマハ発動機(以下、当社)は、2004年に発売した「BaySports 16」(以下、BS-16)に採用された新構造FOAMAP(Foam Manufacturing Process)によって、他社が追随できない圧倒的な技術力を持つに至った。この新構造を用いたモデルのラインナップ構築は、当社の命題であるとともに、上質の「安全性」「快適性」「利便性」を提供できる手段として、社内外からの期待が高い。今

回、小型ボートの需要拡大を図るため、新構造FOAMAPを用いたタイプの異なる2艇種、「BaySports 21」(以下、BS-21)と、「AeroSports 21」(以下、AS-21)(**図1**)を同時開発したので紹介する。

2 開発のねらい

BS-21とAS-21は、共通の船体構造を用いているが、それぞれ仕様に違いを持たせている。BS-21は、湾内でシーバスなどをねらう、ゲームフィッシングを主用途とした。比較的外洋釣り向けの当社既存モデル「YF-21」と性質を明確に住み分け、これまで取りきれていなかった需要を獲得することを目的とした。また、AS-21は、一般顧客の需要拡大を図るために、ウェイクボード(水上版スノーボード)や釣りなど、主目的を固定しない、マルチパーパスモデルとした。加えて、当社既存モデル「SRV-20」に代わり、会員制のレンタルボートシステム「ヤマハSRVレンタルボートクラブ」用の艇としても十分に機能する仕様を要求された。さらに、2艇に共通するテーマとして、FOAMAP構造を取り入れ、商品訴求力を高めるとともに、製造原価の低減を図ることとなった。

3 主な特徴

FOAMAPは、FRP(Fiber Reinforced Plastics)積層板の間に、高圧でウレタンを注入して一体成形した、FRP+高密度ウレタンの三重構造である。BS-21/AS-21には、2004年に発売したBS-16に採用したFOAMAP構造を、さらに進化させ、自社、他社ともに商品が多い、21フィートクラスで大きな優位性を持たせることができた。その船体断面を**図2**に示す。

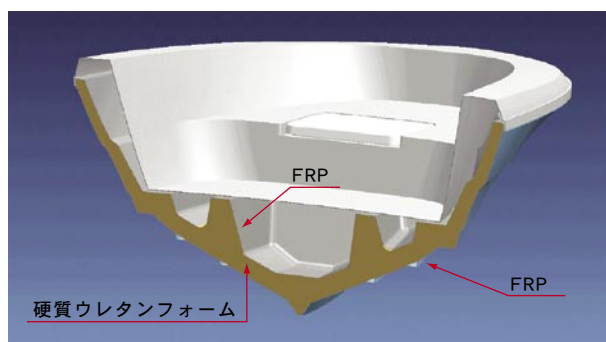


図2 BS-21の船体断面

3.1 高浮力性(Super Float)

BS-21/AS-21は、FOAMAPの採用により、従来艇に比べて1.8倍の浮力を有している。そのため、定員が乗船中に、船底に孔が開き、船内が浸水しても、デッキが水に浸かる程度で、それ以上沈むことはない。また、船側に浮体が詰まっているので、浸水時の左右安定性も大きく向上している(**図3~4**)。顧客訴求力を高めるため、この浮力性能を「Super Float」と名づけた。船の浮力は、船の大きさの2乗に比例するが、重量は、船の大きさの3乗に比例する。このため、船が大きくなるほど、浮力性能を向上させるのは難しいが、FOAMAPの採用で、それを可能とした。



図3 BS-21の船底/船側に孔を開けて浸水させた状況



図4 従来艇が浸水した状況

3.2 高剛性

FOAMAPを採用することによって、浮力性能を大きく向上させる以外にも、船体剛性も大きく向上させた。構造計算結果(図5)に示すように、縦曲げの荷重を船体にかけた場合、従来構造艇に比べてガンネル部の左右の開きを71%、ガンネル部、キール部の上下たわみを、それぞれ44%、48%減少させた。

3.3 高品位、高効率

国産小型プレジャーボートの船体構造は、ハル(船殻)にロンジと呼ばれるフレームや補強材を、手作業にてFRPで積層するものが多い。この場合、人目に触れる積層面については、見栄えを良くするために内装ゲルコート(塗料)を塗布するのだが、あくまで手作業による塗布なので、どうしても外観品質には限界がある(図6)。FOAMAPは、従来のロンジや補強材の役目を三重構造で担っているのので、余分な補強積層や内装ゲルコート塗布を必要とせず、人目に触れるのはライナーの外装光沢面のみとなり、物入れ内や室内外観品質を向上させることができる(図7)。

また、北米からの小型輸入艇には、ロンジなどのフレーム構造を持たない発泡構造のものが多いが、そのほとんどは、(ハル)－(発泡体)－(デッキ)という構成(図8)であり、物入れ容量に不十分なものが多い。FOAMAPは、(ハル)－(発泡体)－(ライナー)－(空間)－(デッキ)という構成(図9)であり、ライナーとデッキの間を有効に活用できるため、収納効率の高い内部レイアウトとすることができた。

もうひとつのメリットとして、船首デッキレイアウトの自由度向上がある。小型船舶の法規では、不沈性試験に不合格、もしくは申請しない場合、ルールに従ったサイズの「船首甲板」が必要となる(図10)。これはユーザーの使い勝手を低下させる遠因である。BS-21/AS-21は、FOAMAPの高い浮力性能によって不沈性試験に合格し、船首デッキを法規に縛

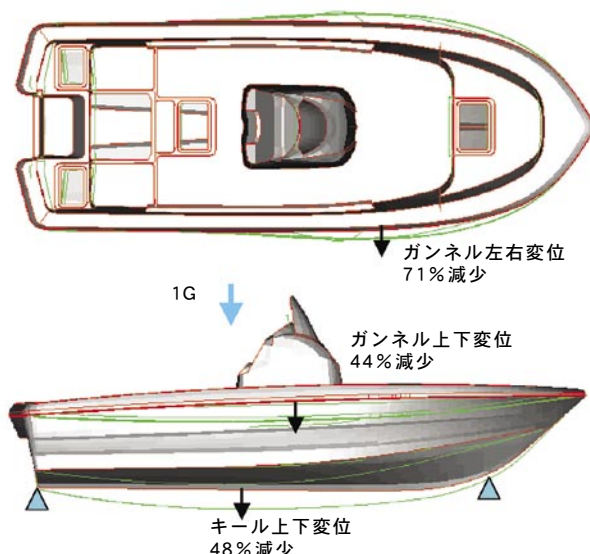


図5 縦曲げ荷重をかけた場合の従来構造に対してたわみ量が減少した割合



図6 既存工法の船内内部 図7 FOAMAPの船内内部

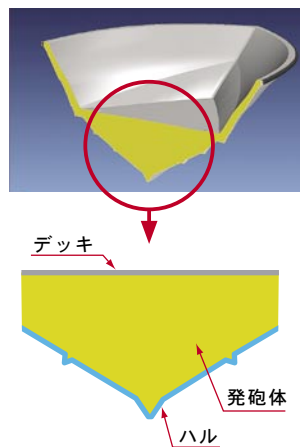


図8 既存の発泡構造艇

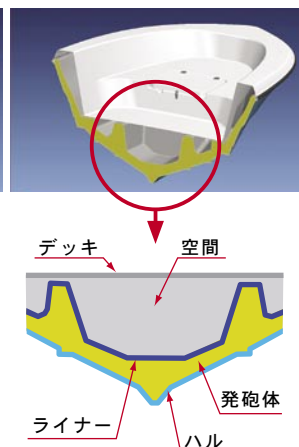


図9 FOAMAP

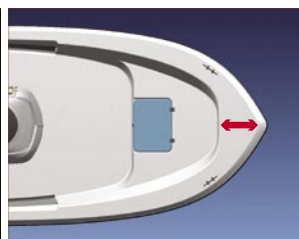
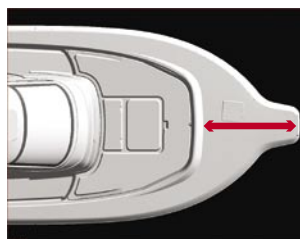


図10 一般的な船首甲板 図11 必要最小限に抑えたBS-21の船首甲板

られることなく、要求品質に基づいた自由な設計が行えた(図11)。もちろん、不沈性試験に合格すれば、FOAMAPのみならず、既存工法でも船首甲板を割愛することは可能だが、既存工法で不沈性試験をクリアするのは多大な労力とコストがかかることを付け加えておく。

4 製品の特徴

BS-21とAS-21は、同一の船体構造を完全共用し、デッキのレイアウトのみを変更したモデルである。同一プラットフォームで仕様の違う製品を設計するのは、他業種でも頻繁に行われるが、ボートの場合、船体主構造とデッキ構造に深い関わりがあったり、船体主構造が室内レイアウトに強く影響したりと、デッキの変更だけでは済まないケースが多く、ハル外観形状のみは共有するけれども内部構造は新設計、というパターンがほとんどで、設計効率向上にあまり寄与しなかった。今回の2艇種が、実質上、当社製ボート初の同一プラットフォーム異種開発モデルになり得たと思う。

主構造を共有化する上で、基本設計にて主に心がけた点は以下のとおり。

- (1) ハルライナーとデッキを接着する面積の増減と、それに関わる最適な構造や形状
- (2) デッキ形状が変化しても、使い勝手に支障のない内部物入れレイアウト形状
- (3) 各艇の取付け部品や取付け位置に違いがあっても、組立て作業上支障ないこと
- (4) デッキ形状の違いによる、水密確保部位の変化に対する対応手段

共有化設計を考えない場合、上記に関して検討の必要がなかったり、開発ステップの後半で検討すればよいものが多いが、今回は開発後半で不整合を発見した場合、基本設計に立ち戻る恐れもあるので、設計ミスを極小にできるよう、並行で2艇種の開発に臨んだ。以下、各々の商品特徴を説明する。

4.1 BaySports 21の特徴

本艇の基本コンセプトは、主に比較的若年層に向けたゲームフィッシングであり、現在ラインナップとして存在する「YF-21」(図12)とは開発思想が異なる。表1に、この2艇の主たる使用海域や要求性能の違いを示す。航走性能を司る船底形状については、YF-21をベースとし、横揺れを少なくするためにチェーンと呼ばれる船底両舷の張出し部の幅を広くリメイクした。さらに、各地域の艇体保管形態に適應するため、船底後部形状をYF-21CCのVキールからフラット形状に変更。係留保管で、かつ、干満差により船底が川底に接地するような場所でも艇体が斜めに転がらないよう配慮した(図13)。

デッキ上の基本レイアウトであるが、ルアーを用いるキャストスタイルの釣りの場合、最適な釣り場は後部ではなく、船首デッキとなる。通例ならば



図12 YF-21CC

表1 BS-21とYF-21CCの特性の違い

比較項目	BaySports 21	YF-21CC
主な使用海域	ベイエリア～内海	内海～外洋
釣りスタイル	キャスト・底釣り	底釣り・流し釣り
メイン釣りスペース	船首デッキ	後部デッキ
主たる要求性能	静止安定性	外洋凌波性

外洋航走性を考慮して高めに設定される船首デッキも、本艇では思い切って低く、人と水面との関係を近くなるよう設計した。また、先に述べたように、船首甲板が不要なため、親水性はより深まっている。あわせて全体のシルエットも低めにすることで、ゲームフィッシングのみならず、沿岸で座って竿を出す底釣りにも対応できるようにした。ゲームフィッシング機能のみでは若年層の一部にしか受け入れられないが、底釣り機能も満足することで、広範囲の需要層を獲得することをねらっている。

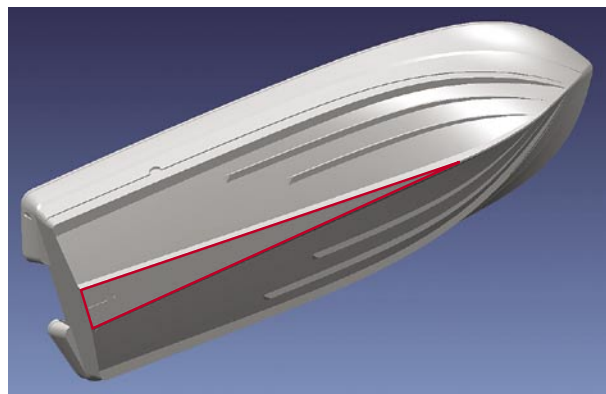


図13 船底中央のフラットキール形状

さらに、釣り上げる獲物によっては、人が竿を抱えたまま、デッキ上を移動する必要があり、本艇ではブリッジ左右の通路幅をYF-21CCの290mmから470mmへ拡大。船上での移動性を高めている。その分、ブリッジはYF-21CCより小振りになったが、余分な船内補強を必要としないFOAMAPの床下収納性を活かし、ブリッジ内物入れ容量は同一とできた。同時に、釣り上げた獲物を収容するイケスもクラス最大級の容量とした。

ゲームフィッシングでは、ポイントへ素早く移動する機動性と長時間の釣行に耐えうる航続力が必要となる。燃料タンクはYF-21CC比約1.5倍の110Lとし、搭載船外機は、年々の高馬力化に従い、YF-21CCの73.6kW(100馬力)から今回は84.6kW(115馬力)まで保証馬力を上げ、スピード性能の向上を図った。表2にBS-21の主要諸元を示す。比較としてYF-21CCを並べた。

表2 主要諸元(YF-21CCとの比較)

	BaySports 21 F115	BaySports 21 F60	YF-21CC F90	YF-21CC F60
全長	6.38m	6.38m	6.45m	6.45m
全幅	2.35m	2.35m	2.27m	2.27m
艇体質量	860kg	840kg	793kg	763kg
完成質量	1,058kg	965kg	971kg	880kg
定員	6 名	6 名	6 名	6 名
搭載エンジン	F115A	F60C	F90B	F60C
最大搭載馬力	84.6kW (115ps)	84.6kW (115ps)	73.6kW (100ps)	73.6kW (100ps)
燃料タンク容量	110L	24L	73L	24L

4.2 AeroSports 21の特徴

本艇は、マルチパーパスな使われ方を想定したモデルである。SRV-20に代表されるマルチパーパスモデルといえば、釣りを主軸として、その他の遊びにも適応できる、という視点で開発していたが、YF-21、BS-21などのフィッシングボートラインナップが充実しているので、今回のコンセプトはファミリーユース、ウェイクボード色を強めた商品として設計した。

基本レイアウトは、SRV-20から継承されるデュアルコンソールタイプだが、今までSRV-20で課題となっていた「ファミリーボートなのにトイレがない」というコンプレインを解消するために、運転席側のブ

リッジを大きくし、非常トイレルームとして使える大型カーゴスペースを設定。それにともない助手席のブリッジを小さくし、思い切って左右非対称のデザインとした(図14)。

このカーゴスペースは、非常トイレルームとして使用する場合、人間が全て納まるように設計しては、とてもコンパクトには、まとめられない。そこで、カーゴドアを上下開閉式とし、ドア裏にオプションのファスナー付きカーテンを仕込んでおいて、ドアが上に上がりきったところでカーテンを展開し、プライバシーを保てる工夫をした。多少窮屈ではあるが、軽い着替えなどもできるスペースとなっている(図15～17)。

運転席と助手席のシートは、縫い目がなく、水の入りにくい一体成型シートを標準装備、その間にBS-21からそのまま活用しているイェススペースを装備する。ウェイクボードでは滑る人の技量などに合せ、重量物を追加することで艇の浮きなりを調整し、引き波の大きさや形状を変えるため、このイェスに水を入れることで重量調整ができるようにしている。

全体のシルエットは形状的にはBS-21と似つかないのは当然のこと、子供などの安全性にも配慮し、サイド面を高くして深めにし、ファミリー的な印象を与えるために各部に大きなRの効いた曲面形状を多用した。また、船上から水面へエントリーできるよう専用ラダーと、ウェイクボードが座って履けるよう大型ステップを設定した。これらは開発効率も考え、ウェイクボード専用モデル、AG-21から流用、小変更したものである。



図14 AeroSports 21の左右非対称ダブルコンソール



図15 カーゴドア



図16 ドア全開状態



図17 カーテン展開状態

表3 主要諸元 (SRV-20との比較)

	AeroSports 21 F90	AeroSports 21 F60	SRV-20WB
全長	6.38m	6.38m	6.43m
全幅	2.35m	2.35m	2.00m
艇体質量	965kg	942kg	697kg
完成質量	1,266kg	1,128kg	826kg
定員	6名	6名	6名
搭載エンジン	F90B	F60A	70B
最大搭載馬力	84.6kW (115ps)	84.6kW (115ps)	51.5kW (70ps)
燃料タンク容量	110L	24L	75L

尚、AS-21は、一般販売のほかに、ヤマハSRVレンタルボートクラブ専用艇があり、エンジン出力、装備品の違いなどで価格帯に幅を持たせた計8バリエーションとなっている。表3にAS-21の主要諸元を示す。比較としてSRV-20を並べた。

5 環境への取り組み

ボート製造工程において、環境に対する課題は2つある。ひとつは産業廃棄物の減少、もうひとつは有害物質(スチレン)排出の低減である。

産業廃棄物の低減に関してはトリミング(積層後の不要部分の削除)部位の減少などの取り組みを行った。

有害物質(スチレン)排出の低減については、ハルに低スチレンゲルコートを使っている。このことにより、従来のゲルコートに比べて約30%大気へのスチレンの放出を減少させている。また、これまで使っていたスチレンを含有した接着剤からスチレンを含有しない接着剤を採用し、接着剤分のスチレンの大気放出をゼロとしている(図18)。



図18 デッキ接着前の船体

6 1日2隻生産の取り組み

BS-16の生産から1年経ち、BS-21/AS-21の生産が開始されたが、大きく変わった点がある。BS-16は1つの型で2日に1隻のペースで生産していたが、BS-21/AS-21は2つの型で1日2隻生産している。すなわち16時間の2直の体制で1つの型で1隻生産していることになる。FRPボート製造において1日1隻生産することは、多くの課題を持つこととなる。なぜなら成形工程(ゲルコート吹き付け～積層～注入～離型)の中でゲルコート、FRP成形、接着、ウレタン発泡などの化学反応によって支配される工程が大半を占めるからである。これまで2日に1隻の生産ペースでは、48時間(24時間×2日)で反応を完了させていたものを、24時間で反応を完了させなければならない。そのため、よりシビアな温度管理を実施し、安定して生産することに注力している。ヤマハ天草製造(株)では各工程での綿密なデータ取りを実施し、安定して良品を生産する取り組みを実施している(図19～20)。



図19 アウターとインナーのカップリングの様子



図20 ウレタン注入作業

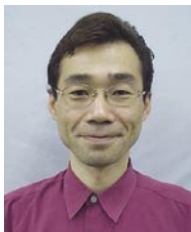
7

おわりに

BS-21/AS-21は従来艇がひしめく厳しい競争の中で、様々な工夫により、何とか目標コストに着地させることができた。また、FOAMAPの船体構造開発技術も、BS-16よりも、ふたまわりも大きな構造体を開発することによって、ひとつのブレークスルーを達成することができた。

ただし、いくつかの課題も見えてきた。ひとつは、よりコストを意識した構造の開発、もうひとつは、より環境課題に対応した材料/工法の開発と導入である。これらの開発を成功させるには、まだまだ高いハードルが待ち受けていると思うが、ひとつずつクリアしていき、FOAMAPのレベルを向上させ、お客様に「Super Float」を含めた新しい価値を提供していきたい。

■著者



福山 美洋
Yoshihiro Fukuyama
国内マリン事業部
舟艇製品開発室



香山 晃
Akira Kayama
国内マリン事業部
舟艇製品開発室



坂田 明子
Akiko Sakata
国内マリン事業部
舟艇製品開発室



宮下 祐司
Yuji Miyashita
ヤマハ天草製造株式会社
製造部



末森 勝
Masaru Suemori
ヤマハ天草製造株式会社
製造部