# 製品開発

# 旅客船兼自動車航送船「はやぶさ」の紹介

相良 好正 Yoshimasa Sagara\*



弊社が共栄運輸株式会社殿並びに鉄道建設・運輸施設整備支援機構殿向けに建造中であった 3,000 総トン型旅客船兼自動車航送船(カーフェリー)「はやぶさ」が竣工し、2014年3月16日に引き渡された.

「はやぶさ」は、函館~青森間を就航する旅客船兼自動車航送船で、初代「はやぶさ」499 トン(1970 年竣工) 2 代目「はやぶさ」999 トン(1977 年竣工)3 代目「はやぶさ」1,759 トン(1995 年竣工)と大型化してきた.

老朽化した3代目の前船の代替船とし、更なる大型化による輸送能力の強化と省エネルギー化を主目的に計画され、4代目「はやぶさ」として誕生した.

本稿においては、「はやぶさ」の概要、特徴について紹介する. (写真1)



写真1 走行中の「はやぶさ」

原稿受理日: July 31, 2014

\*函館どつく株式会社 室蘭事業本部

#### 1. 緒言

共栄運輸株式会社殿並びに鉄道建設・運輸施設整備支援 機構殿向け、3,000 総トン型旅客船兼自動車航送船「はや ぶさ」は、弊社函館どつく株式会社 室蘭製作所にて建造 され、2013年6月7日起工、2013年11月28日進水、2014 年3月16日完工し、船主殿に無事引き渡された。

本船型を開発するにあたっては、積載能力の大幅な増大による船型の大型化と省エネルギー化を目的に、最大速力21ノットを保持するため、水槽試験を繰り返し、細部にわたっての改善がなされた。

#### 2. 本船の特徴

本船の主要な特徴としては、以下のとおりである.

- ① 推進効率の向上を目的として、省エネ船型の開発を行い、船尾端船底中央部に付加物(船尾端ウエッジ)を採用、シャフトブラケット外側アームに小型フィンを取り付けた。また、フラップ付きマリナー型舵の採用、ビルジキール、スラスタートンネルガードグリッド及びシャフトブラケットの取付角度等細部にわたり、抵抗軽減策を講じて省エネルギー化を実現した。
- ② 出入港が頻繁なため、港内での操縦性を重視して可変 ピッチプロペラ、バウスラスター、スタンスラスター 及びフラップラダーを装備し、ジョイステック装置に よる総合制御によって容易且つきめ細かい離接岸作業 を可能としている。
- ③ ディーゼル発電機のほかに軸発電機を装備し、通常航海中の船内電力を軸発電機のみによって賄うことで、ディーゼル発電機のメンテナンスインターバルを長期化して、ランニングコストの削減と省エネルギー化を図っている.
- ④ 旅客用居住設備として、バリアフリー設備としてエレベータを装備し、女性専用の座席室及びシャワー室、リクライニング椅子室・個室も新たに配置され快適な居住空間を造っている。

#### 3. 主要目

本船の主要目を下記に、一般配置図を第1図に示す.

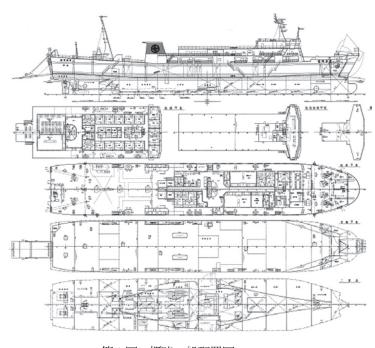
用 途 旅客船兼自動車航送船

(機関区域無人化船)

船名はやぶさ

船 主 共栄運輸株式会社 殿

船 館 籍 函 資 格 JG 第二種船 航行区域 沿海区域(6時間未満) 型 全通船楼船, 球状船首, 角形船尾 船 全 長 114.85 m 垂線間長 105.00 m 幅 (型) 19.00 m 深さ (型) 11. 45/6. 30 m 満載喫水 (型) 4.80 m 2,949 総トン数 載貨重量 1,527 車輌積載台数 12m トラック 34台 9m トラック 2台 旅客定員 300 人 乗務員 定 員 15 人 主 機 関 DAIHATSU 6DKM-36 e (L) x 2基 定格出力 3,500kW x 600.0 min<sup>-1</sup> x 2 基 常用出力 2,975kW x 568.4 min<sup>-1</sup> x 2 基 航海速力 19.0 kt 試運転 速 力 21.32 kt



第1図 概略一般配置図

#### 4. 船体構造

船体構造の特徴としては、以下のとおりである.

① 痩せ型船型のなか、車輌積載エリアの確保と構造工作が 容易になるように、船長方向シャーの工夫や舷側部に逆 キャンバー採用で甲板下狭隘部の解消に努め,船体構造維持を図った.

- ② 速力への影響を最小限にするため、以下の施策を実施
- ・シャフトブラケットの鋳物表面祖度をミニマイズした.
- ・シャフトブラケット外側アームに小型フィンを取付た.
- ・フラップ付マリナー型舵(ラダーホーン有)の採用と舵 流線形の最小幅化を図った.
- ・軸ボッシング塞ぎ板をスムーズな流線形状 (R 付) とし 船尾端には鋳物を採用した.
- ・船尾端船底中央部に付加物(船尾端ウエッジ)を採用した. (写真 2)
- ・抵抗をミニマイズすべく、フィンスタビライザー前後の ビルジキール取付位置にも注意を図った.
- ③ 客室構造(上部構造)には、ロンジ甲板構造を採用すると共に、居室前後端の船楼甲板下部付近には、ボックス型ウエブビーム及びウエーブフレームを配置するなどで強度保持と防振を図った。
- ④ 船幅が大きくなったことで、バウバイザーも大型化したが、重量をミニマイズするため、ハイテン材の採用及び小骨の外板取付角を直角にするなど、剛性の効率化を図り、開閉装置への負担を軽減した.



写真 2 船尾状況

#### 5. 船体艤装

#### 5. 1 操船装置

操船装置としては以下を設置している.

・フラップ付マリナー型舵 2	基
----------------	---

• バウスラスター

電動可変ピッチ、スラスト: 12t 1 基

・スタンスラスター

雷動可変ピッチ、スラスト:9t 1基

・フィンスタビライザー

後方折れ込み式格納形, 揚力:47t, 翼面積:7m²

2基

2基

## 5. 2 揚錨・係船装置

甲板機械は、電動油圧駆動方式で、海洋汚濁防止効果に優れた密閉型甲板機械を採用、船首尾ともに防音・防振を考慮し、車輌甲板下にリングメイン方式油圧装置を配置し、同時に2台の係船機が定格運転できる仕様となっている.

さらに、低脈圧型油圧ポンプを採用し、ポンプ吐出側に サイレンサー、振動元に防振パッドを使用し、優れた低騒 音・低振動を実現した

また、係船機及びスプリングウインチには、船首部及び 船尾部にリモートコントロールスタンドを設けて遠隔での 制御を可能とした. 設置機器は以下のとおり. (写真3) 船首部

#### • 揚錨機

油圧ユニット(低脈圧型)

各70kW

出力

1201211170				
電動油圧式	127. 5kN	X	15 m/min	2基
• 係船機				
電動油圧密閉式	₹ 147.2kN	X	18 m/min	2基
・スプリングウィ	インチ			
電動油圧密閉式	₹ 68.7kN	X	18 m/min	1基
・ランプウインラ	F			
電動油圧式	55kN	X	12.3 m/min	1基
沿尾部				
• 係船機				
電動油圧密閉式	₹ 147.2kN	X	18 m/min	2基
・スプリングウィ	インチ			
電動油圧密閉式	₹ 68.7kN	X	18 m/min	1基
・ランプウインラ	F			
電動油圧式	90kN	X	21.8 m/min	1基



写真3 船首甲板機械

#### 5.3 車輌荷役装置

船首船体中心部と船尾船体中心部に,40tの車輌が走行可能な電動油圧駆動方式のショアランプを装備し,油源は甲板機械用油圧装置と兼用した.(写真4,5)

- ・バウバイザー 油圧シリンダー昇降方式
- ・船首ショアランプ (メインパネル+フラップ型) 長さ 9.45m x 幅 5.4m 耐荷重40 t
- ・船首隔壁扉 (バウドア) (シリンダー跳ね上げ式)長さ 4.5m x 幅 6.0m
- ・船尾ショアランプ (2 パネル+フラップ型) 長さ 14.75m x 幅 7.14m 耐荷重40t 各部の特徴として
- ①バウバイザーの大型化, 重量増に対応した PLC (シーケンサ) 式自動速度切替機構を採用し, 閉鎖端での衝撃減を実現するとともに操作性及び信頼性の向上を図った.
- ②船首・船尾ショアランプは、スポーツタイプの低車輌の 走行性や旅客に対する、バリアフリーを考慮し、設置時 の段差及び隙間を極力小さくする対策を施している.
- ③船首・船尾ショアランプのメインヒンジには、樹脂製の 球面軸受を採用し、船体/ショアランプ間の状態変動吸収 に加え、球面軸受を2分割とすることで、ショアランプ を取外すことなく球面軸受の交換が可能である.
- ④船尾ショアランプは、可動橋のない岸壁へ直接設置可能 な折りたたみ式の機構を採用した.
- ⑤船尾ショアランプは船体への固縛装置として、下記の特徴を備えたLINK式金物を採用している.
  - ・固縛金物の一つに万一の不具合が生じても、残りの固縛金物で十分に保持できる強度を有している.

- ・LINK機構採用により、引寄せ及び固縛の両機能を有し 確実なショアランプ閉鎖・固縛が可能となっている.
- ・外気に直接触れる船尾ショアランプは冬場の長期係留 等により凍結固着した際でも、解放できるようポータ ブルジャッキを備えている.



写真4 船首ショアランプ



写真5 船尾ショアランプ

#### 4 車輌甲板バリアフリー設備

旅客は、船首尾ショアランプからの乗降となるためショ アランプから車輌甲板及び旅客用居住区まで段差のない安 全なバリアフリー通路を設け、また、車輌甲板から居住区 までの移動経路としてエレベーターを装備している.

バリアフリー通路には、全長に渡り、折りたたみ格納式 の手すりを設置している。(写真6から8)



写真6 車輌甲板

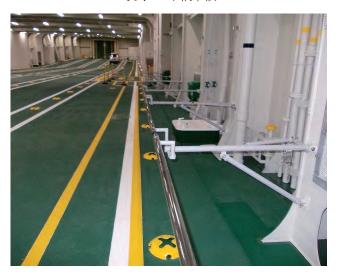


写真7 車輌甲板上バリアフリー用手すり



写真8 車輌甲板・旅客室間エレベーター

# 6. 居住区設備

6. 1 旅客用居住設備(写真9から15)

・座席室:3室 (55 人室・60 人室・65 人室)

・婦人専用座席室:1室 (20人)

・ドライバー用寝室:2室 (12人 x 2室)

•4 人用個室:3室 (和室2室, 洋室1室)

• 2 人用個室: 1 室 (洋室)

・リクライニング椅子席:1室 (50人)

・バリアフリー椅子席:1室 (12人)

共用スペースとして、テレビコーナー、軽食コーナー 及びロビーを有し、リクライニング椅子席室には大型テレビを備えシアタールームと機能も兼ね備えている.

男性用・女性用シャワー室・喫煙室・バリアフリートイレ も装備されている.

内装は「樹」をモチーフにとしており、落ち着いた色合い、広めにとった通路、2層の旅客用居住区中央には、吹き抜け階段のあるロビーを設け、壁面タイルや鏡を用いて静かでゆったりとした印象を与えている.



写真9 座席室



写真10 2人用個室



写真11 リクライニング椅子席



写真12 軽食コーナー及びバリアフリー椅子席



写真13 幅広な通路



写真14 吹き抜け階段のあるロビー(下階)

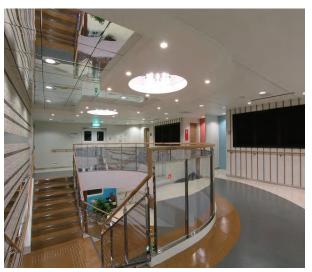


写真15 吹き抜け階段のあるロビー(上階)

# 6. 2 操舵室 (写真 16)

操舵室は、ウイングに向かってテーパーをつけた形としており、全方位視界を配慮した配置となっている.

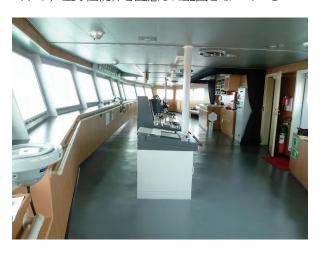


写真 16 操舵室

#### 7. 機関部(写真 17)

本船の推進装置は、中速主機関、減速機を使用した2基2軸であり、推進器には可変ピッチプロペラを採用している.

2基それぞれの減速機には、1段オメガクラッチを介した PTO 軸が装備され、それぞれに軸発電機を装備している.

発電機関は、軸発電機のほか、ディーゼル発電機2基と した構成としている. (8. 電気部を参照)

使用燃料油を,主機関,発電機関,補助ボイラーともに C 重油 (380cst) 仕様とし,発停も同油にて行える設備を 有している.

燃料供給システムには、加圧循環式モノフューエルシステムを採用し、C 重油タンクの過熱及び移送システムには、F.O.シフター装置を採用し、省エネルギー化を図っている.

機器の冷却方式には、セントラルクーリングシステムを 採用しており、腐食の起こりやすい海水管を出来るだけ少なくし、また、セントラルクーラーに逆洗機構を設けることで、メンテナンス性の向上を図っている.

蒸気プラントは、トップファイヤ式補助ボイラー1 基, 排ガスエコノマイザー2 基にて構成しており、主機関 2 台 に対して、それぞれ排ガスエコノマイザーを装備し、通常 航海中は、主機関の排ガスエネルギーにて、船内必要蒸気 を賄っている.

本船は、JG「機関区域無人化船」に適合した自動化設備・ 遠隔操縦設備を装備している.

操舵室操作盤には、機関制御室(写真 18)に設けられた警報状態表示 LCD と同様の機能を有した LCD を設けており、操舵室においても推進装置及びその他補機類の状態監視を可能としている.

本船の機関部主要機器の要目は、次の通りである.

#### ・主機関

DAIHATSU 6DKM-36e(L) x2基

4 サイクル単動過給機付非逆転式トランクピストン型 ディーゼル機関

定格出力: 3,500kW x 600 min<sup>-1</sup> 2基 常用出力: 2,975kW x 568.4 min<sup>-1</sup> 2基

#### 減速機

横異芯型舶用減速機 MGRPY9043H79 2基 (油圧嵌脱クラッチ装備,1段オメガクラッチ式軸初電 機取出端付)

# ・プロペラ

4 翼可変ピッチプロペラ CPC-100B/115F 2 基

#### ・ディーゼル発電機関

4 サイクル単動過給機付トランクピストン型 ディーゼル機関 6EY22LW 2 基

定格出力: 745kW x 720 min<sup>-1</sup> (発電機: 680kW)

#### • 蒸気発生装置

 補助ボイラー VWH-1200E 1基 自然循環式堅型水管ボイラー(トップファイヤ式) 蒸発量:1000kg/h (制限圧力 0.69MPa)

蒸発量:500kg/h / 1 基 (主機 57%出力時)

2) 排ガスエコノマイザー KF-52-1F 2基 強制循環多管式 (ヒレ付水管)



写真 17 主機左舷機



写真 18 機関制御室

#### 8. 雷気部

#### 8. 1 電源装置

本船は、ディーゼル機関駆動による発電機2台、主機駆動による軸発電機2台を装備している.

- ・ディーゼル発雷機 2 基 (850kVA x AC440V)
- ・軸発電機 2 基 (625kVA x AC440V)

通常航海中は、軸発電機2台運転にて船内電力を賄い、 電力負荷の大きい出入港時は、全ての発電機を並列運転と して稼働させ、電力を、賄う仕様となっている.

また、下記7基のポンプを駆動する電動機にソフトスターターを採用し、電源及び機器への悪影響を改善している.

- ・低温用冷却清水ポンプ 2基
- ・主冷却海水ポンプ 2基
- ・消防兼ビルジバラストポンプ 1基
- ・船首部甲板機械油圧ポンプ 1基
- ・船尾部甲板機械油圧ポンプ 1基

本船は、2 区画浸水対応のため、機関室が浸水し配電盤がダメージを受けても、軸室に装備した非常起動盤により補機室にあるビルジバラストポンプを遠隔起動出来るようになっている。

#### 8. 2 保冷車給電用レセプタクル

保冷車に航海中の電源用として、車輌甲板上に8箇所の レセプタクルを装備している.

• AC220V 60A 8 箇所

• 身障者涌報装置

# 8. 3 通信·航海·無線装置

航海機器は、安全な運航を確保する為に、次の計器・装置を装備している。

- ・監視カメラ装置 機関室監視カメラ 4台
  - 車輌甲板漏水監視カメラ 2台
- 運航情報モニター 40インチ 1台

呼出ボタン x 2

- ・自動操舵装置 1式
- ジャイロコンパス1式
- ・DGPS航法装置 1式
- ・スピードログ 1式
- ・音響測深機 1式
- ・レーダー(ARPA付) Xバンド 2式
  - スキャナー 9ft x1,6ft x1
- 船橋航海当直警報装置 1式
- ・船舶自動識別装置 1式

- ・BS/CS/地上波テレビアンテナ装置 1式
- ・衛星船舶電話装置(船主殿支給品,ファックス付)

1式

船内自動電話交換機に接続

- ・ナブテックス受信装置(和文対応) 1式
- · 気象情報受信装置 (船主殿支給品) 1式
- ・GMDDSS 救命無線設備 1式

#### 9. 結言

以上,旅客船兼自動車航送船「はやぶさ」の概要,特徴 を紹介した.

## 謝辞

本船の開発,設計,建造に際し多大なるご支援,ご指導, ご協力を頂きました共栄運輸株式会社,鉄道建設・運輸施 設整備支援機構,関係官庁並びに各メーカー,及び関係各 位に誌上をお借りして厚く御礼申し上げると共に,本船の 安全な航海と大いなる活躍を心から祈念する次第である.



写真19 室蘭白鳥大橋下を航行する「はやぶさ」

1式