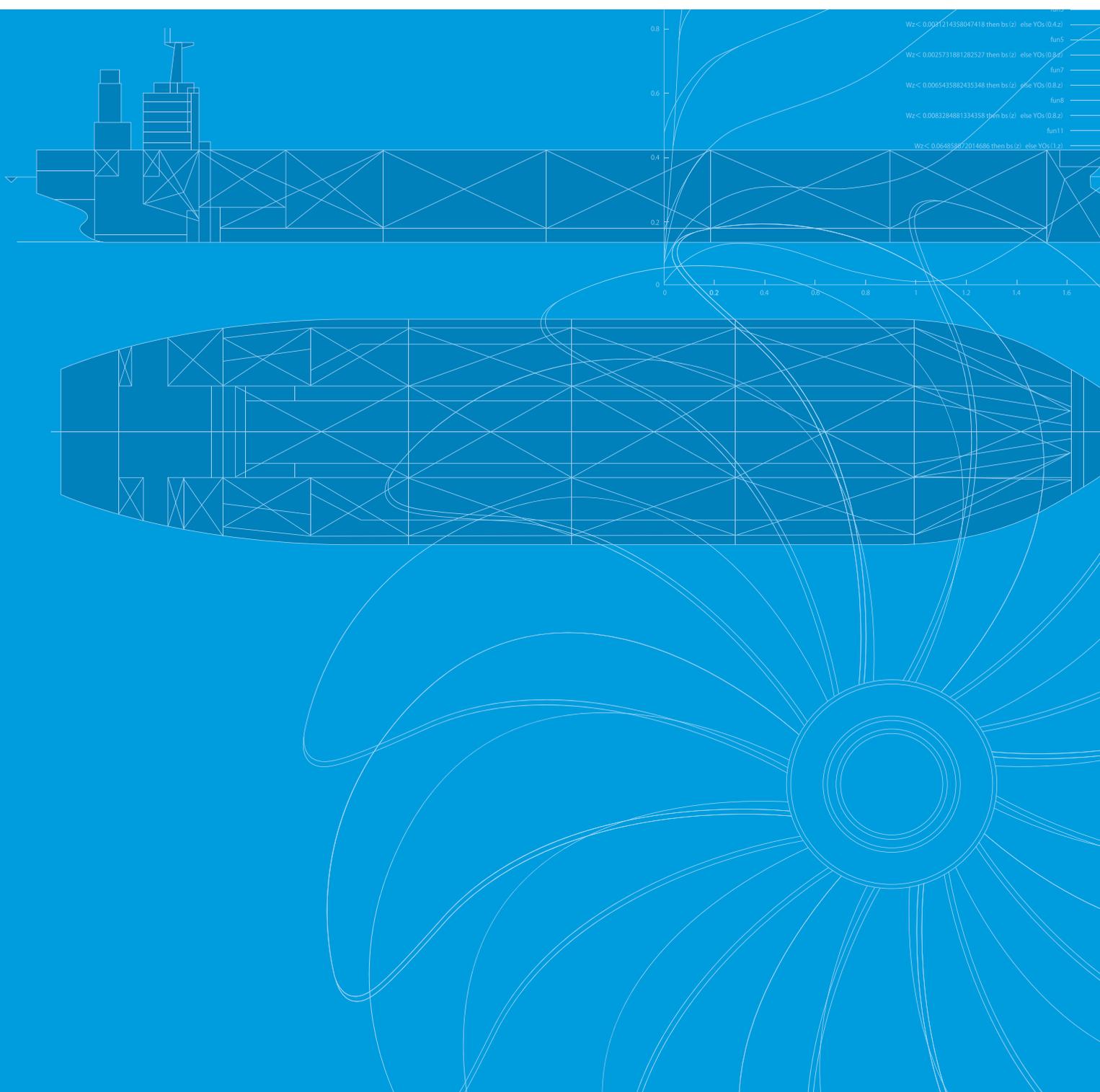


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.105
DEC 2019



CONTENTS



茨城県漁業取締船「とうかい」－ 85 総トン型漁業取締船－

3



第 7 代「種市丸」が竣工－岩手県立種市高等学校－

6



チュニジア国 漁業資源管理機材整備計画に係る現地事情

9



2019 年度 JICA 「船舶安全 Ship Safety」研修コースについて

13



2019 年度東京 MOU
「ポートステートコントロール検査官一般研修 (GTC9)」について

14



造船設計ノート 船舶開発に対するステップと心構え

15



追跡的 3 次元計測を用いた船舶建造ブロックの
精度向上に関する研究について

21

Topics

一般財団法人 日本造船技術センター 技術セミナーの開催
鉄道・運輸機構と包括的連携協定を締結

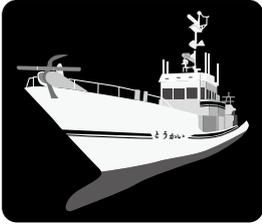
23



当センターは東日本大震災復興キャンペーンを応援しています。

一般財団法人 日本造船技術センター

〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町 1 丁目 6 番 1 号 吉祥寺スバルビル 3 階 TEL 0422-40-2820 FAX 0422-40-2827



茨城県漁業取締船「とうかい」 —85総トン型漁業取締船—



航走写真

1. はじめに

茨城県の沖合は、親潮と黒潮が交差する豊かな漁場になっており、春のはまぐり、秋のひらめ、冬のおんこうなど、季節ごとにさまざまな海の幸が水揚げされています。茨城県は海面漁業生産量全国3位、内水面漁業生産量全国4位(共に平成29年)という全国有数の水産県です。

4代目漁業取締船 旧「とうかい」は、平成10年に就役し、茨城県沿岸漁業及び沖合漁業の指導・取締り活動に従事してきましたが、建造後17年を経て、船体の老齢化が進み、平成27年に代替船の建造が決定されました。

当センターでは、平成28年7月から平成29年2月まで、本船の基本設計業務を行いました。代替船計画にあたり、茨城県海域における漁業取締業務を安全かつ適切に遂行できる漁業取締船を建造するため、2つの代船案(①排水量型(1機1軸)案、②半滑走型高速艇(2機2軸)案)に対し、主要目・概略配置図等事前検討を実施し審議を経て、2つの代替船案を1案(排水量型案)に絞りこみ、代替船の基本設計を実施しました。

代替船の建造は、平成29～30年度に行われました。入札

の結果、長崎県の(株)井筒造船所が建造造船所として選定され、当センターでは平成30年1月から平成31年3月まで、新造船の建造監理を行いました。

新造船は、5代目漁業取締船「とうかい」と命名され、平成31年3月22日に引渡され、現在、那珂湊漁港を母港として、活躍しております。以下に本船の概要と性能を紹介致します。

2. 本船の基本コンセプト

本船の建造に当たり、茨城県殿が決定された要求事項は以下のとおりです。

- (1) 船舶安全法及び関係法令等を遵守。
- (2) 漁業取締船の重要な性能である速度や操船性の性能向上。
- (3) 船体は、外海に面している茨城県海域の厳しい海象条件下で、通常の取締り業務が支障なく行えるよう、良好な凌波性、復原性を有すること。
- (4) 機器類は、最新鋭の機器類を装備し、機能的かつ作業しやすい位置に配置すること。
- (5) 居住設備については、海象条件の厳しい茨城県海域で、安全かつ快適に取締り業務を行えるよう、衛生、防振、防音、

防熱、換気について十分配慮すること。

(6) 建造費、運航及び維持・管理に要するコストの軽減。

3. 本船の概要

(1) 一般配置

一般配置は、上甲板下に船首倉庫、バウスラスター室、倉庫、船員室、機関室及び舵機室の5区画とし、機関室には、主機関1基、発電機1基、配電盤等を効率よく配置し、騒音、振動にも配慮した構造としています。

上甲板には、甲板室兼休憩室、エンジンケーシング、煙突を配置。操舵室は、海面監視能力を向上させる目的で、一層高い船橋甲板に設け、船橋周囲にはブルワーク付きの張り出し甲板を採用しています。

船尾には、搭載艇着水・揚収用兼違法漁具等回収用のスリッブウェイを採用しています。

(2) 主要目

用途	漁業取締船	
船質	主船体:鋼	
	上部構造:耐食性アルミ合金製	
船型	排水量型	
資格	JG・第3種漁船	
主要寸法	全長	40.06m
	登録長	33.20m
	水線長	22.80m
	型幅	6.40m
	深さ	2.99m
総トン数	85 総トン	
航行区域	A2 区域	
最大搭載人員	船員	6 名
	その他乗船員	3 人
	その他乗船員	12 人(沿海区域 3 時間未満)

(3) 主要装備

主機関:ディーゼル機関

推進器:4翼可変ピッチプロペラ スキュータイプ

主発電機 ディーゼル機関駆動

高揚力舵(電動油圧式シリングラダー)

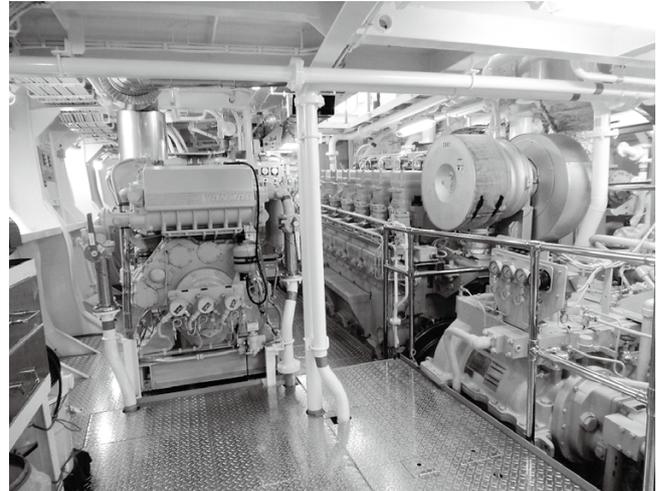
可搬式超高感度監視カメラ装置

4. 本船の特徴

(1) 高速化及び耐索性

取締水域に迅速に駆けつけるため速力が要求されており、これを達成するため、本船は、巻き網探索船の船型を採用することにより、排水量型船としては、船体抵抗が極めて小さく、かつ、高出力のディーゼル機関、推進器として4翼スキュータイプ可

変ピッチプロペラを搭載して、高速化を達成しています。また、この船型は、船首楼が高く、船尾形状が広く、初期復原性が大きく安定していて、耐索性に優れています。



主機関及び発電機

(2) 操船性能

本船の舵は、「シリングラダー」(Schilling Rudder)を採用しています。シリングラダーは、特殊な形状の舵板(魚型水平断面)の上下端に整流板が取り付けられた高揚力舵で、舵に当たったスクリューからの水流を逃さずに偏向することができ、低速から舵効が良く、航海中の操縦性・保針性の向上が図れます。更に、通常の舵の2倍の70度まで舵角が取れるので、バウスラスターとの組み合わせで、真横移動、その場での旋回など非常に自由度の高い操船も可能になります。バウスラスターは、応答性の良いCPP方式を採用しています。

(3) 船体塗装

船体塗装は、主船体及び上部構造物は白色の塗装となっています。本船塗装の特徴として、主船体と船橋ブルワークに「いばらきブルー」のアクセントラインがあしらわれています。また船底防汚塗料も、ブルーの防汚塗料を採用しています。



いばらきブルーのアクセントライン

(4) 船尾スリップウェイ・クレーン・揚網機

本船は、船尾にスリップウェイを採用しています。海上で取締官が乗船したまま搭載艇を、着水及び揚収することが可能で、取締業務運用の安全性を向上させます。また、スリップウェイは、違法漁具等を回収することが可能です。

また、違法漁具等の回収用として、船首部上甲板右舷に、電動式揚網機 1 基、機材や違法漁具等の揚げ降ろし用として、後部上甲板中央部左舷に、電動油圧式クレーン 1 基を装備しています。



船尾スリップウェイ



搭載艇の揚収状況

(5) 取締用搭載艇（ジェット救難艇）

密漁に対処するため、取締艇として、ジェット救難艇を搭載しています。コンパクトな船体ながら 6 名が乗船でき、また、専用エンジンと救難艇用に改良したジェット推進機を搭載し、高いスピード性能と波浪に強い走行性能を発揮します。ジェット推進機の搭載によって、浅場や磯場にいる密猟者へ、容易にアプローチができます。機動性が要求される漁業取締活動において信頼度の高い性能を発揮します。



取締用搭載艇（ジェット救難艇）

(6) 船内設備

操舵室には、前面のコンソールに、操舵装置、主機関操縦装置、通信航海装置等が機能的に組み込まれています。また後部左舷には、海図台が、後部右舷には、無線機器等が機能的に配置されています。



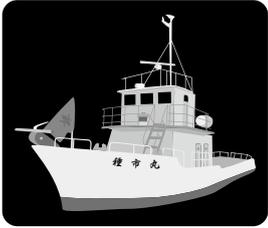
操舵室

上甲板には、甲板室兼休憩室・便所・シャワー室等を機能的に配置しています。長時間活動できる宿泊設備として、食堂、船員室（6 名）、取調室及び船長室（3 名）が配置されています。エンジンケーシングは、機関の整備作業が出来る十分なスペースを確保し、旋盤等の機材が配置されています。

5. おわりに

本船の建造監理を通して船主である茨城県殿には、終始適切なご支援を戴きました。心よりお礼申し上げます。また、建造に当たられた（株）井筒造船所殿には、長年に渡って培われた高度な造船技術と、船づくりへの飽くなき情熱を持って、本船建造に尽力されましたことを付記致します。新船の就航により、茨城県の海上における漁業取締活動が効率的に行われることにより、さらなる漁業の管理と海上の安全が図られることを期待しております。

（海洋技術部 神澤 雅彦）



第7代「種市丸」が竣工 —岩手県立種市高等学校—



航走中の「種市丸」

1. はじめに

岩手県北部の洋野町種市に立地する岩手県立種市高等学校は海洋開発科と普通科からなり、海洋開発科は全国で唯一の工業潜水教育を行っています。校内には水中溶接プール（深さ2m）やNHK朝の連続テレビ小説「あまちゃん」のロケでも使用された潜水実習プール（深さ1.2m、3m、5m、10m）があります。

これらの充実した設備や寮があることから日本全国から生徒が入学してくるとのことです。これまで多くの潜水土を排出しており、日本にいる潜水土の4人に1人が種市高等学校の出身といわれているそうです。

これまで使用してきた潜水作業実習船「第6代種市丸」(33トン)は、平成元年に就航して30年以上が経過しており、老朽化が進んでいたことから、このたび「第7代種市丸」(以下、同船)を建造することとなりました。

同船は総トン数43トンの一層甲板船であり、海底探査装置、潮流観測装置及び水中テレビカメラロボット等の最新鋭の機器を装備しており、潜水教育の充実と実習時の安全性確保が図られています。

平成30年に実施された入札の結果、株式会社北浜造船鉄工が落札して建造が進められてきましたが、平成31年3月に竣工しました。当センターは、岩手県からの委託で同船の基本設計及び建造監理業務を実施しましたので、以下に本船の概要を紹介します。

2. 建造工程

起工年月日	平成30年8月21日
進水年月日	平成31年2月21日
竣工年月日	平成31年3月15日

3. 船舶の概要

(1) 主要目等

船質	鋼	計画満載喫水(型)	1.60m
全長	23.80m	総トン数	43トン
幅(型)	5.70m	最大速力	11ノット
深さ(型)	2.00m	航海速力	10ノット
航行区域	限定沿海		
最大搭載人員	50名(船員4名、教官6名、生徒40名)		

(2) 主要装備

<船体部>

操舵装置	9.8kN-m	1 式
舵板	フラップラダー	1 組
ウインドラス (油圧式)	14.7kN × 30m/min	1 台
キャブスタン (油圧式)	4.9kN × 25m/min	1 台
油圧ポンプユニット	リングメイン方式	1 台
デッキクレーン	9.4kN/8.45m	1 台
船尾タラップ	800L × 2,000W × 130kg	1 式



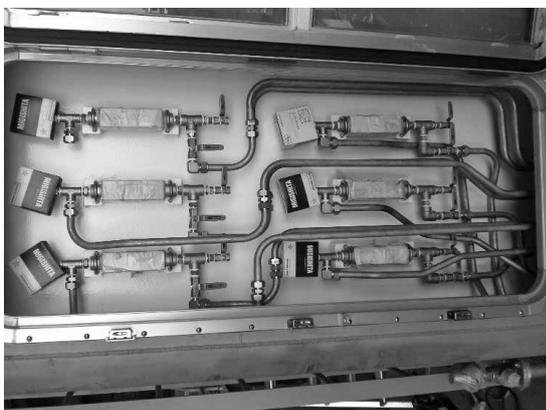
高圧コンプレッサー

<機関部>

主機関	590kW × 1,350min ⁻¹	1 基
可変ピッチプロペラ	直径:1,400mm、翼数:4 翼	1 式
発電機関	54kW (74PS)	2 台
雑用水兼ビルジポンプ	20m ³ /h × 2.2kW	1 台
CPP ポータブル操縦装置		1 式

<電気部>

発電機	60kVA (48kW)	2 台
主配電盤	自立式、デッドフロント型	1 台
陸上電源受電装置	AC200V × 3 相 × 60A AC100V × 単相 × 50A	1 式
探照灯	電動リモコン室内操作式	1 台
投光器	LED フラッドライト	3 台



潜水用空気制御室

<航海計器、無線・通信設備>

GPS コンパス	1 式
レーダー	1 式
GPS 航法装置	1 式
GPS プロッター	1 式
船舶自動識別装置 簡易型 AIS	1 式
音響測深機	1 式
電子ホーン 第 3 種汽笛	1 式
EPIRB	1 式



低圧コンプレッサー

レーダートランスポンダー	1 式
ナビテックス受信機 (日本語)	1 式
国際 VHF 無線電話装置	1 式

4. 潜水装置

(1) 再圧タンク	1 台
1 名用、400L × 0.54MPa	
(2) ポンベ充填用高圧コンプレッサー	1 台
吸入圧力:大気圧、吐出圧力:29.4MPa	
(3) ポンベ充填台	1 式
常用圧力:19.6MPa、充填バルブ (元弁) × 2、 充填ホース × 2、安全弁 × 1、圧力計 × 1	
(4) 高圧ポンベ	5 本
50L × 30.0MPa、ポンベ接続配管:SUS316 30MPa	
(5) 潜水用低圧コンプレッサー	1 台
冷却方式:空冷、定格出力:15kW、吸入圧力:大気圧 吐出圧力 (アンローダー作動圧力) :0.5~0.85MPa 吐出空気量:3.0~2.35m ³ /min	
(6) 予備空気槽	6 台
常用使用圧力:0.98MPa、内容積:97L	
(7) 制御盤	1 式
(8) オイルミストフィルター・活性炭フィルター	2 台
(9) 圧縮空気警報装置	6 台

設定圧力:0.1~1.0MPa

警告方法:警告音及び青色警告灯

(10) 呼吸ガスコントロール (NO.1) 1台

使用人数:潜水士1~3名

機能:送気圧力調整・深度表示・通信・呼吸ガスモニター

高圧供給口:3口 最大315bar

低圧供給口:3口 最大30bar

送気圧力調整:6~30bar

(11) 呼吸ガスコントロール (NO.2) 1台

使用人数:潜水士1~3名

機能:送気圧力調整

高圧供給口:3口 最大315bar

送気圧力調整:6~30bar

(12) 酸素切替えパネル 2台

使用人数:潜水士1~3名

機能:酸素の圧力調整及び送気

(13) 工業用酸素ボンベ 2本

内容積:47L、最高充填圧力:14.7MPa

5. 送気システムの概要

(1) 高圧ガス系統

高圧コンプレッサーより高圧ボンベ本(5本)に充填された後、減圧弁を経てボンベ充填台に接続されます。

また、減圧弁出口側より呼吸ガスコントロール・酸素切替えパネルを経て潜水士に送気されます。

(2) 低圧ガス系統

潜水士用低圧コンプレッサーからオイルミストフィルターを経て予備空気槽に蓄えられます。予備空気槽には警報装置用圧力センサーが設置されており、常に充填されている状態を維持するように配管されています。

予備空気槽から活性炭フィルター・送気モニターパネルを経



低圧系統のオイルミストフィルター

た空気は、上甲板左右舷に設けられた低圧空気取出口に送られ、送気ホースを経て潜水士に送気されます。

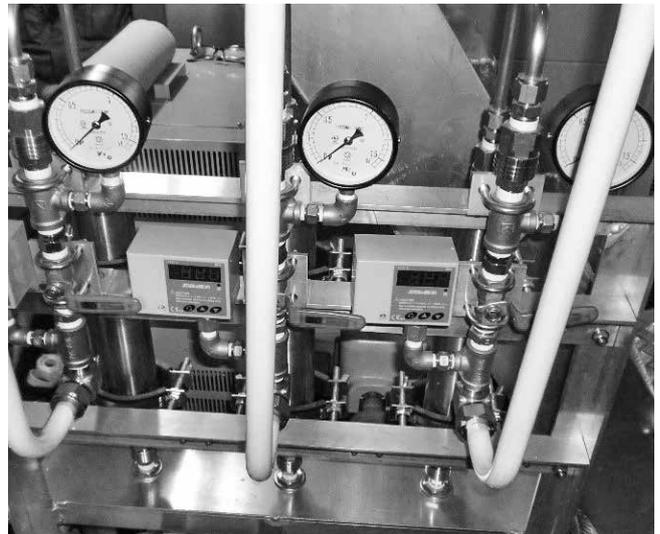
6. 安全性の確保

(1) 低圧コンプレッサー2台、高圧コンプレッサー1台を装備しており、潜水用空気の十分なバックアップ体制を構築しています。また、船尾上甲板において潜水用空気の状態が把握できるよう潜水用空気制御装置を装備すると共に、警報装置1式を設置しています。

(2) 潜水実習に適した場所を探索するため海底地形探査装置、水中テレビカメラロボット及び潮流観測装置を装備し、操舵室において海底の状況が把握できるよう配慮されています。

また、潜水実習中における船位保持(走錨防止)のため、ダンフォースアンカーの他に船首に和錨1個を装備しました。

船尾には救助用タラップを設置し、非常時にも速やかな救助活動が可能よう配慮されています。



低圧コンプレッサー用活性炭フィルター

(3) 復原性能

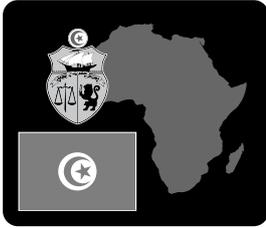
基本設計では船の安定性を最優先に計画し、十分な復原性能を確保すべく主要目及び船体線図の検討を行い、完成時の復原性試験において良好な結果を得ることができました。

7. おわりに

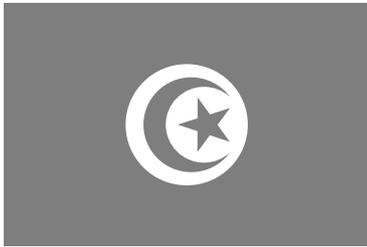
本船の基本設計及び建造監理業務を進めるにあたり、常に積極的なご支援とご高配を賜りました岩手県教育委員会及び岩手県立種市高等学校の方々に対し厚くお礼申し上げます。

また、建造に当たられた株式会社北浜造船鉄工殿が、豊富な経験に基づき誠意をもって尽力されたことを付記します。

(技監 太田 悟)



チュニジア国 漁業資源管理機材整備計画に係る現地事情



チュニジア国旗



チュニジアの国章

1. プロジェクト概要

当センターはインテムコンサルティング株式会社（以下インテム社）と共同企業体を結成し、2019年2月に（独）国際協力機構（以下JICA）殿より、無償資金協力「チュニジア国漁業資源管理機材整備計画準備調査」に関わる業務の委託を受けました。これは、弊センターにとっては初めての、水産業に関わる海外事業への取り組みとなりました。この業務の背景には次のような事情があります。

チュニジア国において水産業は動物性タンパク質の供給源及び、外貨獲得源として重要な役割を果たしており、約5.3万人が漁業で生計を立てています。主な漁業は集魚灯を用いた巻網漁業、底引きトロール漁業及び沿岸漁業（刺網・延縄・集魚灯を用いない小型巻網・タコツボ・かご漁等）です。近年のチュニジア国の年間漁獲生産量は約10万トンで推移しており、中・南部海域で全体の約9割を占めています。チュニジア政府は、水産資源開発国家戦略において①養殖開発、②小型浮魚の活用、③水産資源保全の為の適切な資源管理、④水産物の付加価値向上を優先課題として位置づけ、漁獲努力と水産資源の均衡を試みています。

しかしながら近年、漁業の発展による水産資源の乱獲や違法操業のため、水産資源が減少し、チュニジア国の沿岸漁業生産量は1989年には約4.6万トンであったものが、2000年には2.6万トン程度まで低下しました。過剰漁獲により操業採算性の低下した中型トロール船やその存在自体が違法である小型トロール船（通称キス）は、本来操業が認められていない浅海域でも操業するため、海藻を中心とする浅海生態系が破壊され水産資源への影響が懸念されています。

この課題に対し我が国は技術協力「沿岸水産資源の持続的利用計画プロジェクト」(2005-2010年)及び技術協力「ガベス湾沿岸水産資源共同管理プロジェクト」(2012-2016年)に

よって支援を行ってきました。

しかし、違法操業は依然として存在し、チュニジア国の違法操業取締体制は、国家警備隊や海軍を中心として実施されていますが、主任務が違法操業取締ではないために十分な成果をあげておらず、規制を遵守している漁船が被害を受け続けています。

このような背景の下、チュニジア政府は我が国へ資源管理指導船の整備を主な内容とする無償資金協力「チュニジア国漁業資源管理機材整備計画」を要請してきました。この要請に対し、JICAは調査団を派遣し、無償資金協力の活用を前提として、事業の背景、目的及び内容を把握し、効果、技術的・経済的妥当性を検討のうえ、協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容・規模につき概略設計を行い、概略事業費を積算するとともに、事業の成果・目標を達成するために相手国側分担事業の内容、実施計画、運営・維持管理等の留意事項などの調査業務を公示しました。その結果当センターJVが受注し、35日間の現地調査を2019年2月から3月にかけて実施し、9月に追加調査及び11月に準備調査報告書（案）の説明・協議を行ないました。

2. 「チュニジア」国の概要と状況

通称チュニジアは日本語表記でチュニジア共和国（以下「チュニジア」）と呼ばれ、北アフリカのマグレブに位置する共和制をとっている国家です。西にアルジェリア、南東にリビアと国境を接し、北と東は地中海に面しており、地中海対岸の北東にはイタリアが存在します。

(1) 位置

日本から12,500キロ。地中海に面し、アフリカ大陸最北端に位置します。首都チュニス、石川県金沢市と同緯度。

(2) 首都

チュニスからローマへは空路1時間で、東京～大阪間とほぼ同距離。パリ・マドリッド・ジュネーブ・フランクフルトからは約2時間、ロンドン・アムステルダム・ブリュッセル・カイロ・カサブランカからは約3時間です。

(3) 風土

小高い丘に覆われた緑の多い山岳地帯の北部、ステップ気候の草原がサヘル沿



岸地まで広がる中央部、ショット・エル・ジェリド<塩湖>や広大なサハラ砂丘、草木の生い茂ったオアシス南部と大きく3つの地域に分けることができます。

(4) 気候

地中海性気候でそれぞれの季節の平均気温はチュニスで冬11℃、春16℃、夏28℃、秋21℃です。チュニジアはその温暖な気候から「緑のチュニジア」と称されています。

(5) 歴史

古代にはフェニキア人が交易の拠点としてこの地に移住し、紀元前814年ごろにはカルタゴが建国され、地中海貿易で繁栄を極めました。イタリア半島からの新興勢力ローマとシチリア島の覇権をめぐって紀元前264年から23年間にわたり第1次ポエニ戦争を戦った後、第2次ポエニ戦争ではローマを滅亡寸前にまで追いやったハンニバル・バルカ将軍の活躍もありながら第3次ポエニ戦争でスキピオ・アフリカヌスによって本国が攻略され、紀元前146年に国としてのカルタゴ滅亡。チュニジアとリビアにあたる地域はローマ支配下のアフリカ属州(前146年-439年)となりました。ローマ支配下では優良な属州としてローマ化が進みキリスト教も伝来しました。

ローマ帝国の東西分裂以後は、西ローマ帝国の管区となり、ゲルマン系ヴァンダル人が439年に侵入。カルタゴにヴァンダ



カルタゴ時代の主神バアル・ハモン神像
(バルドー博物館蔵)



チュニジア全体図

ル王国を建国しました。ヴァンダル王国は海運で繁栄したものの、534年には東ローマ帝

国に滅ぼされ領土に組み入れられました。7世紀にはイスラム教のもとに糾合したアラブ人が東方から侵入し、土着のベルベル人の女王カーヒナと東ローマ帝国の連合軍を破り(カルタゴの戦い(698年))、アフリカをイスラム世界に編入しました。その後、王朝は変遷するもイスラム教のアラブ人による支配が続き、最後のハフス朝が1574年にオスマン帝国によって滅ぼ



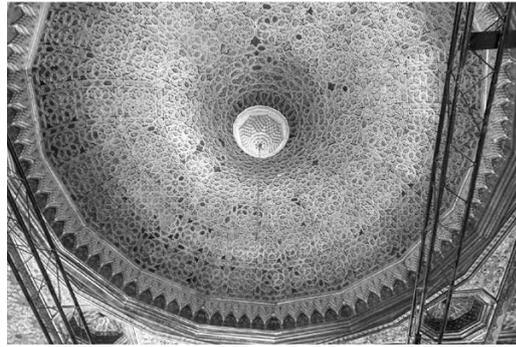
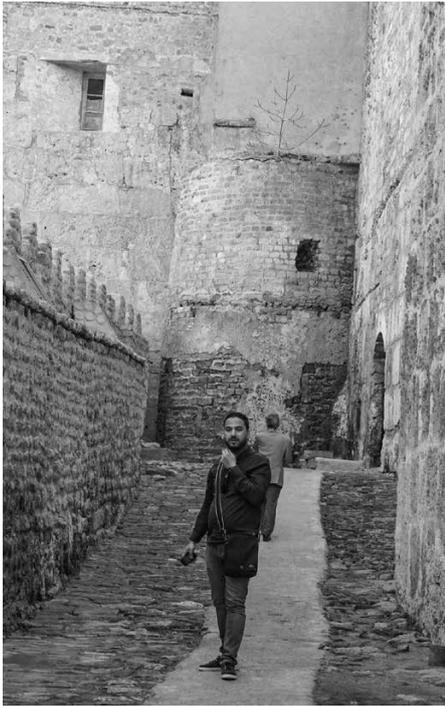
ローマ支配下のドゥガ遺跡(Capitolと呼ばれる神殿)



ローマ支配下の遺跡(アントニヌスの共同浴場)



ローマ支配下のドゥガ遺跡



オスマン帝国時代の天井装飾
(バルドー博物館)



ローマ支配下の遺跡
(エル・ジェムの円形闘技場)

左の写真は、ビザンチン時代の要塞入り口付近で撮りました。はじめて要塞化されたのは6~7世紀のビザンチン時代。その後現在まで何度も増改築され、歴史の変遷を物語っています。

されオスマン領チュニス地方として併合されましたが、オスマン帝国の弱体化が進むとイスタンブールのオスマン政府から独立した統治を行うようになり、1705年にはフサイン朝チュニス君侯国(1705年-1881年)がチュニジアに成立しました。

フサイン朝はフランス支配を挟んで252年間にわたり統治しました。1837年に即位したアフマド・ベイ時代に始められた西欧寄りの政策と富国強兵策によって、チュニジアは近代化＝西欧化の道を歩み出しました。

1878年のベルリン会議でフランスの宗主権が列国に認められると、フランスによるチュニジア侵攻が行われ、1881年のバルドー条約、1883年のマルサ協定でフランスの保護領チュニジア(1881年-1956年)となりました。チュニジアの民族運動の高まりを受けたフランス政府は1956年に王制を条件に独立を受け入れた。初代首相にはブルギーバが選ばれ、チュニジア王国(1956年-1957年)が成立し、独立を達成。しかし、翌年1957年には王制を廃止。大統領制を採用「チュニジア共和国」が成立し、ブルギーバが大統領に横滑りしました。1987年には無血クーデターが起こり、ベン＝アリー首相が大統領に就任し、ブルギーバ政権が終焉。その後2010年末に始まったベン＝アリー大統領の退陣要求デモが全土に拡大し、2011年1月14日に国外に脱出したベン＝アリー大統領に代わってムバッザ暫定大統領が就任。この一連の事件はジャスミン革命と呼ばれています。2011年12月にはマルズーキ大統領、2014年にはカイドセブシ大統領が就任。ところが今年7月25日に92歳で死去したため、2019年9月15日に大統領選挙が行われるも決着せず、決戦投票が10月13日に上位1位と2位の

間で行われカイス・サイード氏が当選しました。

(6) 食べ物

チュニジアの食べ物は今回の調査団員の間ではあまり評判は良くないのですが、ポピュラーなのはヘダイの丸焼きに野菜と



ランチに出されたヘダイ



中央市場に並ぶヘダイ

ポテトフライが付いたものとフランスパン（バゲット）という取り合わせでしょう。聞きなれない名前のヘダイは、見た目はクロダイを白くしたような魚で調理した後はクロダイと見分けが付きません。チュニジアでは水産物を、イタリア、スペイン、マルタ、リビア、ヨルダン、サウジアラビア、UAE、タイ、ギリシャ、フランスなど計51か国に輸出しています。その中でも、ヘダイは輸出量4,352トン、輸出金額0.62億ディナール（約22.6億円）と群を抜いています。

(7) 交通事情

チュニジアは長距離鉄道の路線が5路線あり国内の主要都市を結んでいます。飛行場も各地にあり鉄道と同様に国内各地に飛んでいます。また、高速道路網も整備されています。さらに、チュニス市内には路面電車メトロが走り、カルタゴ方面へは郊外電車TGMが便利です。既に発展途上国とは思えないインフラ状況で、このプロジェクトが最後の無償資金協力となるかもしれません。



チュニス市内を走るメトロ及び信号で停車中の車

3. 農業省漁業養殖総局（DGPA）の概要

DGPAは農業省の一部局で取締船などを所有せず、海軍、国家警備隊の船に漁業監視員を派遣して違法操業の取り締まりを行ってきました。近年チュニジア海域において違法操業、いわゆるIUU（Illegal, Unreported and Unregulated）漁業が増加し、地中海の対岸諸国であるEUからも取り締まりの圧力が強まりつつあります。そこでDGPAは、資源管理指導船及び位置情報処理装置を導入することにより、同海域における違法操業への指導の強化を図り、これにより水産物の健全な再生産、及び同産業の持続的な発展に寄与することを目的として現在活動しています。位置情報処理装置については、今回のプロジェクトにおいて整備する予定でしたが、既にDGPAの努力により対象船舶のほとんどが設置済みまたは設置予定で、今回のプロジェクトの対象から除外されました。今回資源管理指導船を導入する以外にも小型のパトロール艇2隻を導入し違反操業の取り締まりを強化することになっていて、非常に積極的にIUU漁業対策に取り組んでいる役所です。



DGPAが導入する小型パトロール艇（Espadon1000）

4. 現地調査の概要

現地調査は、2019年の2月から3月にかけて計35日間にわたり、業務主任ら5名及びJICA団員2名がチュニスを中心にケリビア、ビゼルト、マハディア、スファックス、ガベス、ラグレットにあるCRDA（DGPAの地方出先機関）、APIP（漁港管理者）、INSTM水産研究所、造船所、港湾施設などをまわり、情報収集及び確認を行いました。DGPAでは本船の仕様に関して協議を行い、指導船の大まかな仕様を提示し、覚書を結びました。9月には追加調査、11月には詳細な仕様を提示し報告書の説明・協議を行ないました。



ラグレット港に係留中の Hannibal 号
（農業省傘下の INSTM 水産研究所の所有する漁業調査船）

5. おわりに

チュニジアは、古代都市国家カルタゴと呼ばれ古代ローマ帝国と戦い紀元前146年に第3次ポエニ戦争で滅ぼされましたが、高い文明を誇っていました。今日そこに住む人々も当時と同じ人種ではなくなっていますが、非常に優秀な人々です。無償資金協力の対象から外れるのは、ODAに関わる我々にとっては残念ですが、チュニジア国民にとって、このプロジェクトが、メモリアルなものになることを切望します。

（海外協力部 寺田）



2019 年度 JICA 「船舶安全 Ship Safety」 研修コースについて

近年、海洋プラスチック廃棄物の問題がクローズアップされています。周知のとおり、船舶からのプラスチックごみの排出は、焼却灰も含め、2013年に発効した海洋汚染防止条約附属書Vの改正により禁止されています。

海洋プラスチックに関する情報は十分ではないものの、未だ船舶に由来するプラスチックごみの排出が継続していることも報告されており、IMO 海洋環境保護委員会においても、この対応策が検討されています。

当センターでは、我が国が実施する政府開発援助（ODA）の一環として、発展途上国における船舶の建造と保守に必要な安全（環境関連を含む）検査に関わる人的育成を支援するため、JICA から「海事国際条約及び船舶安全検査」研修コースの実施を委託され、2000年から2004年までの第1期コース、2005年から2009年までの第2期コース、2010年から2012年までの第3期コース、2013年から2015年までの第4期コース、その後、2016年から2018年までの第5期コースからは、名を「船舶安全 Ship Safety」と改め、本年2019年は、第6期コース初年度として開講されました。

本研修は、国土交通省によるご指導のもと、海上保安庁、横浜市港湾局などの行政機関のみならず、多くの事業者の方々のご協力を頂き、実施されております。この場を借りて、ご支援頂いた関係の皆さまに改めてお礼申し上げます。

2019年度コースでは、ASEAN 加盟国のインドネシア、フィリピン、ミャンマー、南太平洋島嶼国のマーシャル諸島、バヌアツ、アフリカのジブチから合計6名の研修員を受け入れました。研修期間は、6月4日から7月31日の間で、座学6週間、実習1週間、初日のカントリーレポート（自国の検査制度等の紹介）と最終日のアクションプラン（帰国後、当研修で学んだ知見を活かしての行動計画）の発表および船用機器メーカー等の関連施設の視察に1週間、合計2か月間です。

各研修員の出身国の背景は様々ですが、研修員は各国からの期待を背負って派遣されており、日々の研修でも、その熱意が伝わります。

座学では、主に海上人命安全条約、海洋汚染防止条約、満載喫水線条約、バラスト水管理条約等の海事国際条約と、これらの基準に基づいた新造船及び現存船の安全検査要領（旗国検査）、海難調査制度、外国船舶に対する検査（ポートステートコントロール:PSC*）の要領と、条約の適用のない内航船の安

全を確保するための諸制度（第4期コースから追加）についても、講義を行っています。

また、本研修はIMOとの共催となっており、ロンドンのIMO本部とJICA横浜とをTV会議システムで結んで講義も行います。IMOが取り組む課題や最近のホットなトピックにつき、IMO本部職員が直接、講義を行ない、講義後は質疑応答やディスカッションにより相互交流を深める良い機会になっています。因みに今年度は、①地球温暖化対策、②低硫黄燃料油の使用に関わる問題、③内航旅客船の安全基準がテーマとして採りあげられました。



研修員と関係者の皆さん

これらの講義の大半は当センター内部講師が担当していますが、国土交通省海事局、運輸安全委員会、関東運輸局、東京MOU事務局、日本海事協会等の専門家にもお願いしています。

本研修では、講義の理解度を深めるため実習も実施しています。船舶の安全検査の実習として、今治市の造船所2か所（株山中造船、株矢野造船及び同関連工場）を訪問し、船体及び舵・プロペラシャフト等の製造について、現場実習を行うとともに、ヤンマーエンジニアリング(株)テクニカルトレーニングスクール（尼崎校・塚口校）において、内燃機関の製造過程、運転、解放検査の実習を行いました。

なお、これらの技術研修に加え、日本の文化にも可能な限り触れることを目的として、実習旅行の合間に今治城と大阪の道頓堀も訪問しました。

また、横浜市港湾局のご協力により、港務艇を手配頂き、横浜港の歴史、港湾係留施設等の実態について説明を受けつつ、海上から実地見学をすることが出来ました。

続いて、PSC 関連では関東運輸局の外国船舶監督官が実施す

る PSC 検査に同行して船上実習を行ない、内航船プログラムでは同局船舶検査官とともに海技教育機構所属練習船「青雲丸」にて、機器の取扱いや検査要領の説明を行いました。

さらに、かもめプロペラ(株) (プロペラ製造:横浜市)、(株)信貴造船所(救命艇製造:堺市)、(株)マリン・インターナショナル(救命いかだ整備:横浜市)、兵神機械工業(油水分離器製造:兵庫県加古郡)等、本研修に深く関わりのある事業所や、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所、東京湾海上交通センター(海上保安庁)、国立研究開発法人海洋研究開発機構への見学も行いました。

当センターの実施する本研修の履修者は、IMO 本部を始め各国の海事当局においてさまざまな分野で活躍されており、本研修は各方面から高い評価を受けています。今後も、研修を受講した研修員が学んだ知識と経験を活かし、海上安全の促進に貢献されることを願っています。

* ポートステートコントロール:PSC

寄港国が自国に入港した外国船舶に対し、人命の安全や環境の保全を目的とした立入検査により基準適合性を確認する制度で、重大な欠陥が確認された場合には出港前にこれを是正させるなど旗国政府の機能を補完するもの。

(研修・技術支援室 能田 卓二)



2019 年度東京 MOU 「ポートステートコントロール検査官 一般研修 (GTC9)」について

当センターでは、東京 MOU 事務局*からの委託を受け、PSC 検査官の一般研修 (General Training Course) を実施しています。本研修は、PSC 検査官の能力向上や検査手順の調和を図るため、PSC 職員が最低限有すべき知識に関する座学および実船訓練を内容とし、4 週間、実施するものです。この度は、8月19日から9月13日までの間、東京 MOU 域内の14か国(チリ、フィジー、インドネシア、マカオ、マレーシア、ニュージーランド、パナマ、パプアニューギニア、ペルー、フィリピン、ロシア、タイ、バヌアツ、ベトナム)と、IMOの技術協力プログラム等を通じて世界中の MOU から派遣された8か国(ナイジェリア、ウクライナ、ベリーズ、南アフリカ、チュニジア、バーレン、コロンビア及びセイシェル)の PSC 検査官、合計 22 名が参加しました。

前半の2週間は、横浜にて PSC 関連の各条約の規定や検査実施の手順について、国土交通省の外国船舶監督官、東京 MOU 事務局および当センター内部講師による講義と救命いかだ整備事業場のマリン・インターナショナル(横浜市)での技術視察および本研修への経済的支援を頂いている(公財)日本財団への表敬訪問、そして、後半の2週間は各地方運輸局に移動し、現地の外国船舶監督官が実施する PSC 検査に同行する形で現場実習を行いました。

また、研修最終日には、研修員より各地方局で実施した現場実習のプレゼンテーションを行うとともに、地方運輸局の外国船舶監督官も交えて、確認した欠陥の内容や是正の方法等につ



乗船実習中の研修員

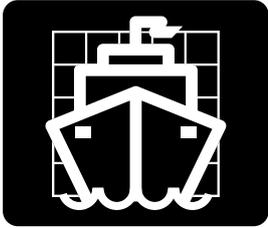
いて、ディスカッションを行いました。

海上における安全と環境保全のため、サブスタンダード船の撲滅を目的とする PSC の社会的意義は益々高まっており、今後も、当センターは東京 MOU 事務局及び国土交通省とともに効果的な PSC 検査官の研修を実施して行きたいと考えています。本研修を受講した PSC 検査官の益々の活躍が期待されます。

* 東京 MOU 事務局

PSC の実施は地域的に取り組むことが有効であることから、IMO において 1991 年に「PSC に関する地域協力の促進に関する総会決議」が採択され、これを踏まえ、1993 年 12 月、東京にて、アジア太平洋地域における PSC の地域協力に関する合意(東京 MOU)がなされ、事務局は東京に置かれている。

(研修・技術支援室 能田 卓二)



造船設計ノート

船舶開発に対するステップと心構え

はじめに

2018年度より(一財)日本船舶技術研究協会の主催で国内の海運・造船業界の幹部候補生を対象とした「未来塾」が開講されている。筆者は講師兼アドバイザーとして参加しており、本稿は承諾を受けてその際寄稿したものに加筆修正し、抄録したものであることを付記しておく[1]。

今回は、船舶開発に対するステップと心構えについて、経験談を中心として語ることにして、今から開発に携わる若人への参考としたい。エピソードを交えた私の経験談は普段あまり聞くことのない内容かもしれないが、皆さんにとってはあまりなじみのない特殊な例ばかりかもしれないが、昔と違ってこういう内容について放課後を含めて最近では話す機会も薄れてきたように思うのであながち意味のないものでもないかもしれないと思いこのチャンスに記してみることにした。

白紙に設計図を起こしていく過程など、意識の上での何がしかの参考になるのではないかと思う。開発に成功するには、歴史に学び、良き倫理観に裏付けされた自発的行動によって社会に役立つように心掛けることが大切である。対象は何であれ、やるべきことは同じである。散文的になったが特に1および2は飛ばして読み物として気楽に読んでもらいたい。

1. 私の手掛けた開発業務

造船に携わって既に半世紀を過ぎており、これまで設計、建造に携わってきた船種は、フェリー、RoRo船、ゼネラルカーゴ、バルクキャリア、コンテナ船、PCC、ケミカルタンカー、リーファー、トロール船、客船、貨客船、レストラン船、海洋研究船、ケーブル船、敷設艦、防災船、羊運搬船、使用済核燃料運搬船、自動帆船、砕氷船、トリマラン、そして高速艇(魚雷艇、水中翼船、巡視艇、旅客船、カーフェリー)などでそれぞれの船種に対して、「船」に対する掴みどころが分かってきたようにも思う。個々にはそれなりの苦勞の連続ではあったが、想定外の様々な船種に関わることができたことは今になって思えば幸運であったと思う。個人的にはある要素技術だけに限らず「船」という対象を俯瞰的に捉える経験ができたと思っている。

中でも開発要素の多いものに当たることも多く、いずれも国内向けのものだが、いくつか思い出すままに振り返ってみよう。

1) 20代の頃は、オートパイロット(A/P)装備のハイブリッド型のウォータージェット推進のハイドロfoil船の開発に従事し、当時のボーイング社、グラマン社の文献が大いに役に立ち、同社の技術者と接するチャンスもあって無我夢中で事に

当たった。A/Pのシステム設計、ウォータージェットのダクトの設計などに携わり、翼を含め航空工学を学ぶ機会にもなった。大型の実験艇が建造され、計測員として乗り込んでストレインゲージや加速度計による計測、解析を全てマニュアルでこなした。結果として速力はほぼ60ノットまでに達し、手がけた作業は後日の実力養成に大いに役立ち、設計にF/Bできるデータが得られたことは次への大きな自信へとつながった。

2) 次に回ってきたものは、造船現場の型鋼のNC切断機のソフト開発であったが、当時は“FORTRAN”で組んだプログラムを書き込んだ膨大なカード読み込み式の大型計算機を駆使して、稼働率の低い夜中を利用して走らせ、バグを取り除くだけでも大変で、何か月もの間試行錯誤を繰り返した。

肝心なことは現場作業において都合のよい開先を考えた自動切断ができるかどうかであって、机上の検討もさることながら溶接の実態を知らねば絵に描いた餅に過ぎないことを思い知らされたものである。

3) ほどなく船主の社長から熱海-大島を半分の時間で結ぶ高速旅客船を造ってくれという要求もたらされた。まずは片端から関連する文献を読み漁り類似船を調査したが、このように大型で在来の倍の高速を発揮できる船は当時は、世の中に存在せず、全く新たにルールを超えたものに挑戦するしかなかった。まずポンチ絵からスタートして、船体材質の選定、重量重心、推進性能、復原性能、ルールを超えた構造設計、適当な機関の選定など、実験によらざるを得ないものも多く、旅客船であるからには乗り心地もさることながら安全性を最優先させた試行錯誤の繰り返しであった。データのない外挿範囲での性能推定には不安があり、博士号を有した著名な研究者にも相談したが、推定願った結果は、及びもよらない保守的なもので、分野によっては権威や年功はいかに当てにならないかを身にしみて感じる経験であった。あらゆる情報に敏感となり、人に相談しても、総合的に決断するのは自分しかないなのである。苦勞の末、結果は上々であって、引き渡し後は就航地までの回航に乗船し、その後は設計値の妥当性を検証するために計測器を持ち込み、連日データを集積するために計測解析を繰り返した上で、設計値の妥当性について初めて論文にして発表することができた。

4) 同じような要求はそれから20年近く経った別の船主から地域の要請があるとして青函航路におけるカーフェリーの航行時間を半分にしてくれとの要求であった。その10年前に同じ要求があったのであるが、当時にはガスタービンを除いて適当な主機も存在せず、採算上からもしばらくは難しいと断っていた経緯がある。その間は、やむなく旅客専用のジェットfoil

がしばらく投入されたが、車両の搭載ができないばかりか、この航路においては耐航性に難あり、ほどなく運航中止となった。

それから10年、就航率、消席率、ランニングコスト、メンテナンス方法を含めて、欧州で巻き起こった高速フェリーブームに乗って、それらの成功例にも現地に乗船視察の上、あらゆる可能性を検証した上で設計に臨んだ。その結果、試運転では、鋼製ディーゼル船での世界最高速力42.4ノットをマークし、1997年の“Ship of the Year”の受賞に繋がった。

後日談として就航後に、シリアスなエンジントラブルが発生し、ドイツのメーカーに日参して、行きついた先には全く想定外の原因が突き止められた。おまけに引き波に関してホタテ漁業従事者と冬季の灯油給油パース関係者からクレームがついた。現地に出向いてその影響を調査し、引き波の影響を計測した結果、青森入港前に適度な減速を余儀なくされた。何れも建造時の検証項目から漏れていたものであり、想定外ではとは言いつてもならない経験であった。

5) 大型フェリー各社の連続建造に勤んでいた頃、東京一苦小牧の定期航路は大型RoRo船、3隻で運行されていた。当時の両港での発着時刻はまちまちで、その理由は、まず運航速力の限界、荷役時間の限界、東京湾内での減速運航など制限されている条件が多々あった。これを毎日両港での定時発着にして3隻を2隻で運航できないかという命題であった。この問題は、1社内だけで解決できない点もあって、当時の船舶整備公社主催の調査研究テーマに掲げて頂き、採算を含みFSを行った結果、巡航速力30ノットであれば可能であるとの結論に達した。あとは、これをどう具現化するかである。船型のみならず荷役時間の短縮を含め、考えられるあらゆる検討を行った。改良すべき問題点を残した所もあったが、初の30ノット大型RoRo船、2隻を投入でき、1999年の“Ship of the Year”の受賞となった。

6) その他大型フェリーの船主社長から新事業として、「オホーツク海での流氷観光船を考えてくれ」との要望があった。「できれば船内から流氷の海面下も見れるようにしてくれ」との要求であり、データもなく、経験もなく、どの程度の砕氷能力を持たせればいいのか、旅客を乗せる観光船であるので、安全は第一であり、乗って楽しくなければならぬなどどこから手を付けばいいのか迷うことしきりであった。まず北海道大学、研究所、気象観測所などを訪れ、流氷の性状、流体力、流氷下の透明度を含め情報の収集に勤んだ。調査報告をまとめ、実現可能であることを設計図を提示して報告した。船主は満足され、建造する決断をされたが、土壇場で「申し訳ないが今回は別の造船所に発注する…」と言われ、愕然とした。この船は、ほぼ私の基本設計通りのものが2隻、別のヤードで建造され、現在も活躍している。

7) 海洋研究船の経験では、「巡航速力で海底1万メートルの地形図を瞬時に描画可能とすべく、潜水艦並みの静粛性を要求される性能」に対して、音響機器の性能を阻害しないように海中に存在するノイズよりも自船が発生する水中ノイズをいかに抑えるかが課題になった。考えられる阻害要因と対策について全て抽出した挙句に、それらを解決するにはどうすればいいか、対策と

日程を検討して、次には方策を練り、実行していった。船型に関しては、航行中には船首部から空気が巻き込まれるが、この泡が船底に達しないような線図を模索し、バウスラストの翼はフォワードスキューを採用し、さらにスラスト開口が起因で発生する気泡の船底への巻き込みを防ぐため開口部には開閉可能な蓋を設け、主機関は二重防振支持とし、プロペラのキャビテーションには最大限の注意を払った設計を採用し、外板内側には吸音材を張り付けるなどの対策を施した。結果として巡航速力16ノットで航行しながら船底から大角度で放射する超音波がカバーする広範囲の海底地形図が、船上で同時に描画できるリアルタイムマッピング性能が発揮できたのである。後日考えると副次的効果として次の開発に役立つ多くのノウハウが得られた。

8) 結果として実現できなかったものに自動で操帆が可能な自動帆船がある。これも貨客船を運行する船主の社長からの問いかけで、東京湾、あるいは可能であれば外洋まで運航可能な帆船クルーズ船はできないかということであった。帆船は優雅で誰しも興味をそそられるものであるが、操帆に多大な人手を要するため今では大型の練習船でしか見ることができない。これがすべて自動化できれば別の用途も膨らむ。おりしも日本では好景気に沸き、いわゆるバブル景気の時期であり、こういうことに投資したいという顧客も複数存在したのである。個人的にはとても興味をそそられ、帆船の知識に欠けていた私はそれこそ関連文献を漁り、“日本丸”などの設計のベテラン、宝田先生や、“マーマイド号”などの設計で有名なヨット設計の大家、横山晃さんにも教えを乞うたことを思い出す。しかし、調べたところ自動帆船は米国のオーナーが当時のフィンランドのバルチラ造船所に開発を依頼し、実船としてはフランスのセヌ川の河口のルアーブルにあるACHヤードが“Windstar”シリーズとして3隻建造し就航していることが分り、さらにもう1隻、やはりフランスの設計、建造で、“Le Ponant”が実船として、フランス領東カリブ海にクルーズ船として就航していることが分った。調査を進める中で欧州のヨットメーカーを含め関連ヤードに接触し、地中海と東カリブ海で別々の思想でできた自動操帆のクルーズ船に1週間ずつ乗り込んで実態を調査した。検討結果、当時としては類似の自動帆船を日本で早期に実現するためにはこれらの技術を導入することがベストとして技術導入契約を実施することで進めた。それまでに帆船としての様々な特性を把握して伊豆七島をクルーズ可能な大型の自動帆船を計画し、PRのために大型の可動式全体模型も製作してあとは契約を残すだけとなった。

発注直前にバブルがはじけ、実現には至らなかった。その後も当時クルーズ船が勃興したころにカリブ海の乗船調査に同行させて頂いたこともあったフェリー会社のアクティブな社長は、同社が横浜で運航している中古客船を改造したレストラン船の代替として、小型のクルーズ船としても使える帆船の実現に意欲を示された。その意向に寄り添い、基本計画を完成させ、契約を進めようとしたところ、氏の急逝のため立ち消えになったことは誠に残念であった。

9) 今一つ紹介するのは、米海軍が湾岸戦争での反省を含め、

新たに明確な運用使用条件を提示して最適船型を模索して、数年に渡って各メーカーが選定作業でしのぎを削る“LCS”計画である。後掲の図に示すようにそれまで船の世界で存在しなかった高速で大きなDWT:載貨重量を有する船にすることが条件であった。耐航性も要求され、SESを含め様々な設計案が競い合ったが、結果としてトリマラン船型と保守層が選定した従来型モノハル船型が採用され、現在両船型とも連続建造されている。このうちトリマランについての日本での技術上の蓄積は皆無であったといってよく、日本として自前の評価と設計可能なポテンシャルを有しておくことの必要性を強く感じた。この開発は顧客のニーズから出たものではなく、将来の日本のためにと当センターから資金が提供され、東大の数人の先生方に協力して頂き、試設計船の水槽試験を含め、できる限りの問題点をクリアするべく開発研究を進めた。これはいわば机上のFSとでもいうべき開発であったが、試設計を含めて結果についての一端は学会にも発表し、具体的な設計を展開する上での蓄積を図ることができた。最初は雲をつかむような手探り状態であったが、先生方とも協議を重ねるごとに検討すべき事項が明確になって各専門での分担作業となった。当然のことながらセキュリティサイドからも興味が表示されており、10年経った現在、研究が進んでおり、わずかながら私もその一端を担わせて頂いている。

以上、久しぶりに思い出しながら書き下してみたが、世の中にある目に見えているものの内部には、単に「船」みたいなものであってもその裏にいろいろの事情と人の苦労や活躍が隠されているということを、改めて感じるようになった。しかし、正直なところ、実は失敗経験も数多くあったし、こういうことを書くのは恥ずかしい面も多々あるが、読んでもらって少しでも役に立つものを発見してもらえば幸いである。今一つ言っておきたいことは、「失敗を恐れるな、たとえ失敗しても、突っ走るのではなく、気づいたら原点に戻ってやり直す勇気を持って」ということである。

まだ思い出すものは色々あるが、紙面の制約もあるので次に今一つ皆さんが身近に感じられて面白いと思われる次の成功例について少し詳しく記してみたい。

2. 東京湾レストラン船の開発について

かつて手がけた日本初の本格的レストラン船は、2019年に就航30周年を迎えた。伊豆七島航路の貨客船をいくつか手掛けていた私に、船主の社長からお声がかかった。「日本には本格的なレストラン船がない、竹芝桟橋はもうすぐ完全にリニューアルされ見違えるようにきれいな岸壁とビル群に囲まれることになる。そこで、東京湾で21世紀にふさわしい日本が誇れる本格的なレストラン船を造って欲しい…、フランス仕込みの椿山荘のシェフを乗り込ませて本格的なフランス料理を提供する船にしたい。そのためには船内調理のための本格的なギャレイも設けたい…、但し、技術先行でデザインしてもらっては困る、先頃開園したディズニーランドの周辺に新設されたリッチなホテルに泊まって遊び、最新のデザインセンスを肌で感じ取ってからにして欲しい…」との話で、大きさ、定員、船価レベルなどは好き

に提案せよというものであった。手配してくれた課長さん共々、翌日からTDL周辺に新設された豪華ホテルに泊まり、客としてスペースマウンテンを始め遊興に浸り、若き顧客層の好みを感じ取るべく体のいい視察を行った。勿論、TDLも初めてでこんなチャンスがなければ行くはずもない粋な計らいであった。

果たしてタイプシップとしての既存船のデータも何もなく、旅客の定員から考えられる大ギャレイ設備をどう配置し、出航後に直ちに全旅客に配膳するための工夫を考えねばならない。

まず速力だが、竹芝桟橋を出て羽田沖まで航行し、帰着するまで客が窓の外をゆっくり眺めながら食事を楽しみ、かつ食事後に外の空気を吸って東京港の風景を楽しむための時間を考え、さらに毎日、最低3航海を可能にするためダイヤを組むことから始めた。速力が決まると旅客定員と船の大きさを適当に決めて一般配置をスケッチする。旅客の数、動線とギャレイの規模、そして配膳とを考えた配置にする。大きなレストランと少人数で楽しむ個室も備え、結婚式や演芸などが楽しめるスペースにオープンデッキ、売店なども考えて一通りの配置が完成する。そうした所で、重量重心、パワリングなど船の基本性能のチェックをひと回しした上で、船価を試算し、就航後の採算を検討してみる。消席率がどのくらいになるか見当もつかないが、30%程度でもトントンになりそうな結果が得られた。

一方、東京湾での旅客船であるので外観デザインは重要である。一般的な地中海に浮かぶ豪華ヨットスタイルを考えたが、余りに面白くない。大きなレストランでは客は窓際に座りたがるに決まっている。銀座を歩いていて4丁目にある有名な三愛ビルに目が留まった。そうだ、床から天井まで総ガラス張りのレストランがいい、しかも円筒形で船外に出張った総ガラス張りの船ではどうか。中央に座った客も船外の風景が居ながらにして手に取れるではないか。社内にいる芸大出の美術家に相談し2層ぶち抜きの円筒形の客室を中央に備えた斬新な外観が出来上がった。これを最終的に推すことにして、豪華ヨットスタイルなどの外観も参考に合計十数種を持参して客にプレゼンした。結果として21世紀の東京湾に総ガラス張りの円筒形レストランを擁するデザインが出来上がった。二転三転はしたが、採算などから船の規模も固まってきた。

各レストラン、個室を含め内装のデザインは専門のデザイナーに競ってもらい、決定した。あとは小船だけに、レストラン船として食事中に船が揺れて皿がすべり落ちたり、船酔い者が出るようではそれだけで著しく評判を損ねその後の営業は終わりに帰してしまうことが予想された。ひそひそ話が可能な静粛性、振動騒音対策、加えて。万全の動揺対策、離接岸にタグボート使わずに可能にすることなどいわゆる造船屋としての性能検証に勤しんだ。実績のないものだけに、机上の検討だけではとても不安要素が多いものであったが、考えられる要素を全て抜き出し、最後には平水仕様だけに、外洋を通過して本船を無事造船所から東京湾まで安全に回航する対策にも万全を期した。

一方、窓ガラスの大きさ、厚さ、強度などの仕様に加え、清掃をどうするのかという大きな問題が浮かび上がった。ガラス

の強度や設置に対する船体との接合方法などは、船の軋みや揺れに対して十分なシミュレーションの下で設計を行った。洗浄については、あれこれ提案されたアイデアから格納式の自動洗浄装置を装備した。船主工務陣から、「それにしても2層ぶち抜きで丸筒形総ガラス張りの客室は実績がないため第2船では考えても安全上から第1船では1層だけにしてくれ」との強い要望が出され、当方としても多少の不安がかすめる中、結果として1層のみとなった。最上階のオープンデッキは夏冬の暴露は問題ありとして、天井付きのカバースペースが追加されるなど、外観上からも初期のスタイルからはかなりの変更を余儀なくされたが、営業上からの要望は大切に受け止めることにした。実のところびくびくしながらの試運転ではあったが、大きな問題も生ぜず、無事の引き渡しとなった。船名も21世紀にふさわしい仏語で“ヴァンテアン”と命名された。

就航早々、真乃花の婚約パーティーに貸し切りとなり、夜のゴールデンタイムにTV放映された時は、それこそアンサンブヒーロー(Unsung Hero)の気分であつた。その後、貸し切りで結婚式を挙げる客は相次ぎ、訪船するたびに好評を頂き、開発に勤しんだ者の醍醐味を感じたものだ。ただ、上部に夜の星やブリッジを居ながらに見られるように天窓を配置したが、日光のまぶしい時は邪魔になり、夜間に天窓を介して空を眺める人などおらず、これは余計なことであった。

さらにグッドデザイン賞、いわゆる“Gマーク”を与えられ、客にも好評で、より大きな第2船の建造もほぼ決まりかけた時にバブルがはじけて実現はならなかった。後日談として時の船主の社長は「次の船に踏み切らなくてよかった、命拾いした」と言われたのを覚えている。就航して30年も経ち、オーナーによる保守点検が行き届いて今もなお新造時のままの状態で日夜の運航が続いていることは誠に心に残る嬉しい事である。



Fig.1 私が手がけた開発船舶など

3. 開発についてのステップと心構え [2]

私自身が、これまでそれなりに苦労して開発を手掛けてきたが、基本的に対象が何であれ、立ちはだかる問題に対しての解決策に妙策はあるはずもなく、しかし、共通した考え方、姿勢があるのではないかと考えるようになった。つたない経験ではあるが、下記に注意して計画を立て、あとは実行だけである。これは開発業務に限らずすべてに当てはまることかもしれない

が、私としてはこれらが意識されて実行されなくては成功に結び付くことはおぼつかないのではないかと考えている。内容が多分に心構え的なものになっているのはそのためである。

0) 最新情報に対するたゆまぬ努力

- 日頃の準備としての該当機種だけでなく、世の動向、内外の最新情報、参考文献、研究成果等のキャッチ、および蓄積されたデータベースの再構築、活用を図っておくこと。
- データベースの活用に対しては、今からはAIの利用を組み込むこと。
- 国内情報だけでなく最低限、IMO、RINA、SNAME 等が発信する情報は随時入手しておくこと。
- 顧客要求が届いてからおもむろに開始するのではなく、何事に対しても日常からの心構えと準備が必要であると同時に、これらを所属する組織が理解し実行できている、あるいはできることが開発に取り組む前提である。

1) 顧客のニーズ、社会のニーズを踏まえた開発であることの確認

- 顧客のニーズ、使用者のニーズを反映させたものであることは勿論であるが、目標は社会に対して貢献できるものであること、ESG (環境・社会・企業統治) を念頭においた影響を考慮した上で、上司を含め周囲の理解を得ること。
- 利益追求だけでなく、最終目標は何か見極めること、情熱が持てるか、sustainable な命題かを見定めること。
- Product Out (研究開発型) に偏らず、Market Pull (市場志向型) を意識した開発を心がけること。
- 開発に着手する前に、命題に対して解が見込めること、問題の本質を確認しておくことが重要である。

2) コンセプトデザインの実行と開発の見極め

- 上記を踏まえて白紙よりコンセプトデザインを実行し、製品としての成立の可否を見極める。
- それは、蓄積されたデータベースと内外情報との組み合わせによるシステム構築である。
- 既存技術の応用、組み合わせで可能な限界を見極め、さらに開発が必要な項目とを区分けして問題点を整理し、開発期間を含めマスタースケジュールを作成する。

3) 市場調査、開発終了後のランニングコストを含めた分析と予算の裏付け

- 市場投入時期と当面の損益分岐点を考慮した採算計算の実施。(開発には採算度外視の案件もあるにはある。)
- ランニングコスト、メンテコスト、ライフサイクルコスト、終末処理まで考慮して試算検討する。
- その中には当然、引き渡し後の各船用工業品の緊急供給体制の裏付けを確認しておくことが必要である。

4) 目標設定と開発日程の確定

- 上記を踏まえて開発可能と判断されれば、顧客の同意、上司の賛同を踏まえた組織としての開発プロジェクトを立ち上げる。(リーダーとメンバーの責任を明確にしておくこと。)
- 大きな目標設定と、目標時期までに開発を要する項目、既存

技術の組み合わせで解決できる項目、チェックする項目、管理する項目、気になる事柄をすべて網羅し、想定外の項目を除外した管理表を設定する。

- 当然ながら、製作現場の実力把握と、理解が前提となる。
- 自己を含めプロジェクトチームだけで実行し、完結することは当然だが、必要に応じて、日頃からの付き合いを大学、研究機関、関連産業などと深めておいて、所謂クラスターの活用も計画に含めておくこと。
- その上で、必要な予算計画を立て、組織内で裏付けを得ること。

5) 開発責任者としての自覚 (品質管理の徹底と自分が主体の開発)

- 品質管理の徹底と自分が主体の開発と心得、リーダーであってもアンサングヒーローに徹することを自覚して取り掛かること。
- たとえ自分自身が会社や組織の一員としてどこのポジションにいても、自分自身の矜持に鑑みて、全て自己の問題であり、自己完結業務としての解決するための目標に向かって進む自覚を持つこと。
- AI による判断結果を参考にしても最終的には自分の判断で決断すること。
- ジェネラリストの視点を持ったスペシャリストたれ。目前の仕事に勤しむだけでなく、その仕事が全体の中での位置づけ、社会とのかかわり方などを同時に把握しながら実行すること。
- 実現まで常にミスがないか、見落としがないかをチェックして、見つければ遠回りしてでも原点に戻る勇気をもって修正すること。
- あとは、開発日程を見ながら実行あるのみであり、失敗、成果を含め必ず記録を残しておくことである。

以上、私なりに開発に際して必ず心しておかねばならないステップと心構えを記してみたが、約 15 年前に輸送手段としての船舶の建造実績を載貨重量 DWT ベースに航海速力 Vs で整理してみたことがある [3]。結果は Fig.2 の在来船型で整理される範囲の船舶が一般に船舶と呼ばれるものであることが可視的にもよく分かり、より高速を出すためには、造船工学の理論からしても要するに船の長さを長くして大型にすることが必要であったことが良く分かった。例外的には、とても高速な小型の船舶も存在したが、これらは数十トンを超えるような荷物の輸送手段としての役割は果たす能力はない。ほんの数十年前まではこの二つのゾーンを除いてその他の範囲には船舶は存在していなかったのである。1980 年代に欧州中心に起こった大型の高速フェリー群がこの壁を破った。計画だけに終わったが日本が提案した TSL はこの新しいゾーンに楔を打つ役目を果たしたことに由来する。その後湾岸戦争の反省もあって、米国は LCS 計画を企画してより大きな貨物を高速で短時間に輸送可能な大型の船舶、特にトリマラン船型の開発に成功し、海軍の対象船が連続建造されつつある。民間においても数は少ないが来年には国内フェリーとして海外のヤードから輸入されて登場する予定である。

読者の皆さんが手掛けてきた船舶はそのほとんどが図の在来船の範囲を対象にしているのではないかと思うが、世界の情勢

の変化に伴い、社会のニーズに従って今後の開発を考える時に図に示すような視点も持ってもらいたいと考える。

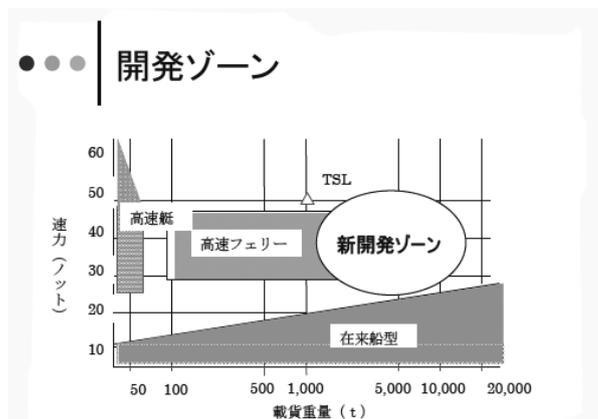


Fig.2 船舶の開発ゾーン (載貨重量 DWT と航海速力 Vs の関係)

4. 次世代を担う者への期待

見渡してみれば、私達は朝三暮四を地で行き、米百俵の教えを忘れてるように思える。翻って災害のあるなしに拘わらず戦後の日本の社会、組織は多かれ少なかれ同じ状況で、起こった事実を総括せず、目前の生産と利益追求ばかりに追われ、先達の教訓に倣って着実に未来に布石を打っていく気概など、端からなかったようにさえ思える。自戒を含めて真面目に頑張ってきたつもりでも目先の生産に追われて時が進み、定年を目前にして気が付けば技術者としてはおろか自分がどういう存在になり得たのか、疑問を抱くにも多いのではないだろうか。

人生の中で自己の職業をどう位置付けるかなどは人それぞれの勝手であってチャンスと偶然がつきものであるが、組織や体制に囚われず志を持って臨むものがあるならば、それなりのやり方もあるのではないだろうか。いつも思うのは、楽にこなせたり、幸せを感じることができたりするのは父母を始めとする先達のお陰であり、その逆はそのツケが回されたのだと感じる。だから自分がこの世にある限り問題を先送りすることなく、後に続くものにはツケを回してならないと思って過ごしてきた。

過去いくつかの開発に直接かかわってきた者として今更ながら思うことは、勝手に自分の専門分野に拘らないこと、顧客に接する時に自分に必要なことは、専門知識に加えてあらゆる事象に対する教養であり、広く教養を身に着ける努力を怠らないことが大切である。自分のポテンシャルを上回ることは見通せないし、それがどれほど自分より高いものかについても分からない。逆は手に取るように見えるものである。世界を見、近隣諸国を見、自分の位置を確認すること、そのためにはあらゆる情報に敏感で内外の参考論文を含めて日頃の蓄積が重要である。

船の設計とは大まかに言って既存の技術と既知の情報の組み合わせによるシステムとしての完成を目指し、新たに開発すべき項目をプラスアルファとして組み込むことである。どこに開発のポイントを据えるか、開発を通じてポテンシャルを磨き、全体を見渡す眼力を養い、自信をつけて自己実現につなげる仕

事としたいものである。

私が最近重要と思っている事の一つとして、日常の注意としてまずは三種の神器なるものを身に付けてもらいたいと思うのである。それは、まず英語力の養成、次には、IT/AI 技術の知識、三つめとしては歴史に学び、特に宗教に関する知識を磨くということである。北欧の国々に学ぶまでもなく今の世界で英語力は必須であり、IT に目を背けては失うものが多すぎる。業務上も個人的にもデータ処理をどうこなしていくかを考える時、そしてその技術を使いこなすためには必須なアイテムになるのは間違いない。それに加えて私がとても大切だと思うのは、眼前のことにすべて歴史があり、よって来るべき由縁が存在する、このことを知らずしては、相手はおろか自分も見失う恐れがある。歴史音痴の日本人が最も不得意とするところかもしれないが、特に宗教音痴ではすぐ隣にいる隣人ですらお互いに誤解を生じかねないし、世界で起きている事の実態は見えてこない、逆にこの点に着目することによって、毎日起きている事象の理解に大いに役立ち、民族や国が違って誤解を生ぜずに対話が成り立つということである。長くなるので別の機会によるが、自己の体験から特に外国と付き合う時には要注意項目であることは論を待たない。一見、技術や開発に関係ないように思えるかもしれないが、世界の主要な技術開発もこの暗黙の理解の下でなされているものが多いのである。

仕事とは問題解決の連続であり、人材は受け身的に育成されるのを待つのではなく、何事も自己啓発的に俯瞰的な視点をもってことに当たることが肝要で、対象は船であれ、車であれ、職業が医者であれ商人であれ、政治家であろうとも人間が対象である以上、対応方法は変わらないということではないだろうか。

要するに周辺環境が少々悪くてもその気になって精進していけばそれなりの成果は得られるのではないかと思うし、逆に組織体としては将来を見据えた育成システムに対してもっと目を向けることを考えるべきではないかと思う。解きやすい命題ばかり追いかけて論文にして満足しているのでは見通しは暗い。以前に記した英国戦略ののっつた BMT は、約 1,500 人の技術者を有して対象物を俯瞰して取りまとめができる "Naval Architect" ("Generalist") としての人材を擁すシンクタンクとしての存在になっている。加えて近隣では設立後半世紀を過ぎた中国の SDARI は、いまや総勢 600 人、平均年齢 37 歳で、年間 170 隻の設計をこなすと聞いており、日本の船主サイドからの引き合い対応についての迅速性は既に国内ヤードの敵ではなく、今後のデータ蓄積と新規開発に対する能力は侮りがたいものがある。

既存の技術だけを駆使して生産量を増やして、その手間賃を得るような仕事に甘んぜず、常に先を見越していかなければならない。世のニーズをキャッチし、シーズを蒔いて次の世代の開発につなぐことを日頃から目指してもらいたいと思う。

セキュリティの高い社会を見るにつけ思うことは、業績をエビデンスで示せなくとも顕彰されなくとも、たとえ組織からせり口査定を受けようとも、各人が自己評価を高め、アンサンブリー

ローたることに甘んじる心掛けを集団的に共有されている社会が基本的にリスクを最小限に抑えることに繋がるのではないかということである。日本の将来を考える時、消極的に見えても先達が培ったこの国の良き伝統、文化を失ってはならない。

隣国の中国は、既にスパコン、量子コンや 5G で世界をリードし、拳句は世界のデータベースを手中に収めようとしているように見える。データを制する者は世界を制することを見通しているようである。米国の "GAFA+M" の 5 社の金融上の実力は、日本のトップ 5 社の数倍にも達していることにも目を向けて、ポーッと置いて気に留めないことは危険ですらある。中国のアリババ、テンセントなども同様である。「一帯一路」構想を見るにつけ「鄭和」を思い出すのは私だけではあるまい。国際ルールに倣う企業であるならば、その逆手も考えておかねばならない。

10 年以上前に当時の日本の最大の ODA 支援国に JICA に参画して行った際に、先方の高官が言うには、「日本は金持ちで助かるが支援に時間と手間がかかって困る、中国は希望の半分も叶えてくれないがすぐに対応して、翌日には何がしかを持ってくる。日本は世界の、アジアの中でどういう理念と哲学をもって進もうとしているのか見えない、そういう意味で存在感を感じない。金が尽きれば『杜子春』(とは言わなかったが)と同じ運命を迎えるのではないかと心配してくれた。

技術者として生きようと考えている皆さんも同じで、日本が古来培ってきた倫理観や文化観に基づくものをベースに世界を概観して理念と哲学を意識して存在感を示してもらいたいと思う。

組織的、行政的対応と個人的創意の調和を大切に、施策規則、定説や発表された論文などは鵜呑みにせず疑問を持って検証していくこと、常に目のものだけでなく周辺をも把握していく目を持つこと、そうすれば 10 年もせずにリーダーシップを発揮できる一流の技術者になること間違いない。

ヴィジョンを持ち、リテラシーを磨き存在感を示していってほしい。造船のある分野におけるスペシャリストであると同時にジェネラリストたる視点を常に養い、総合的に眼力を発揮できる能力を磨いて欲しい。

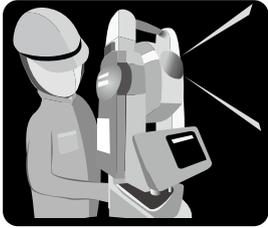
おわりに

ここまで読んでくださった読者諸氏には、是非とも知的でクリエイティブな仕事に携わっていく中で、次世代をリードして自己実現を図ってもらいたいと願っている。

参考文献:

- [1] 鷲尾祐秀、「船舶の開発についての所感」、2018 年度技術開発未来塾、(一財)日本船舶技術研究協会、2019 年 3 月
- [2] 鷲尾祐秀、「次世代の船舶開発に対する期待」、2019 年 9 月、日本船舶海洋工学会誌「咸臨」
- [3] 鷲尾祐秀、「高速船の位置づけと果たすべき役割」、日本造船学会誌 第 867 号 (平成 14 年 5 月)

(技術顧問兼 総合コンサルティング事業室長 鷲尾 祐秀)



追跡的 3 次元計測を用いた 船舶建造ブロックの精度向上に 関する研究について

1. はじめに

平成 28 年からの新造船市場の低迷を受け、中国地区の造船所においては、従来のバルカーの連続建造からフェリー、RO/RO など様々な船種の多品種少量建造にシフトし、収益性の改善には 1 番船から番船効果を出すことが求められました。

このため当センターでは平成 30 年度に、中手造船所の一部などで既にブロックなどの 3 次元計測に使用されているトータルステーションを活用し、ブロック製造工程におけるブロックの変形を詳細に計測して結果を解析することにより、ブロック精度に影響の大きな工程等を明確化し、少ない計測点数（少ないコスト）でのブロック計測により手戻りが発生しない一定精度のブロックを最終的に製造するための方策について、一般社団法人中国船用工業会、一般社団法人中国小型船舶工業会、中国地区造船協議会、日本船舶設計協議会、国立大学法人広島大学及び中国運輸局から構成される中国地区船舶関係技術懇談会とともに共同研究を実施しました。

本号では、その概要について報告します。

2. 目標

研究を行うに当たり、以下の目標を設定しました。

- (1) 部品切断から小組、中組（仮組時・溶接後）、大組（仮組時・溶接後）までの工程において、ブロックの誤差が拡大する工程を明らかにし、手戻りをなくすためにはどの段階でブロックの精度管理を行う必要があるか、その傾向を明らかにします。（同一形状のブロックの計測結果の偏差を活用し、許容誤差を超える原因となるリスクが高い工程を見える化します。）
- (2) 現在行われているブロック計測に比較して負荷が過剰とまらない範囲でより効果的なブロック等の計測方法（計測工程、計測点）を明らかにします。
- (3) 今回計測するブロック等の誤差には、ブロック割の方法やその構造、工作機械・溶接手順など個別の造船所の生産設計や生産設備に起因するものも含まれます。このため、他の造船所が本研究と同様の取り組みを行おうとする場合の留意点等、アプローチ手法をとりまとめます。

3. 研究計画

中手造船所において建造する長さ約 100m~160m のタンカー 4 隻の船首側及び平行部のブロックを題材に P と S の両サイドのブロックについて、部材の切断から小組立（仮付け、本

溶接）、中組立（仮付け、本溶接）、大組立（仮付け、本溶接）の全工程において部材やブロックを追跡的に計測し、切断誤差、工程間の溶接による収縮・変形、位置決め誤差等を求めることによってブロックの精度への影響を把握し、誤差の発生工程、原因を明らかにすることとしました。

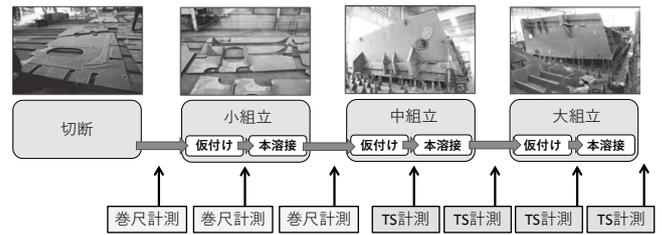


図 1 計測タイミングと計測方法

4. 計測方法

切断と小組立では巻尺を用いた長さ計測を実施しました。中組立以降は形状が立体的になるため、トータルステーション（以下 TS）を用いて 3 次元計測を実施しました。使用した TS の距離誤差は 0.5mm 程度です。なお、繰り返し計測時の位置精度を高めるため、反射ターゲットシートを計測点に貼りました。

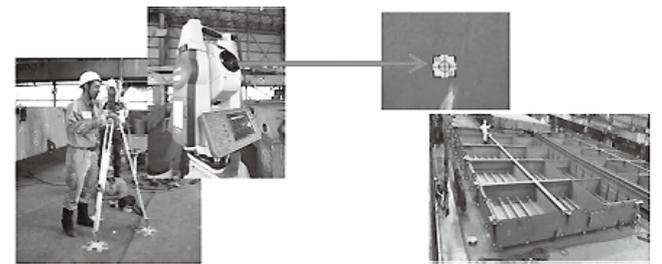


図 2 トータルステーションを用いた計測

5. 問題点

計測を行ったところ、「収縮の問題」、「ねじれの問題」、「UPP DK の傾きの問題」があることがわかりました。研究対象とした 4 隻に共通して発生しているのは「収縮の問題」で、それ以外は 4 番船では発生していないことがわかりました。また、船によって状況が異なっていました。

大組立本溶接後とそれ以前の工程との関係を得るために相関係数を求めました。相関係数が大きいとい

工程名	大組立本溶接
切断	0.73
小組立	0.69
中組立仮溶接	0.91
中組立本溶接後	0.83
大組立仮溶接後	0.83

表 1 工程間の相関係数

うことはその工程での誤差が大組立本溶接後の誤差と変わらないということであり、その工程でブロックの精度が決まっていることとなります。表1に大組立本溶接後とそれ以前の工程との相関係数を示します。中組立以前の相関係数は小さく、それ以降で大きくなっていることから、中組立仮溶接でおおよその精度が決まっていることがわかります。

6. 統計解析

これまで、問題点がある計測箇所に対し個別に検討を行い、特徴を把握してきましたが、ここでは、すべての計測箇所に対して、特徴の把握を行うために、まず、クラスター分析を行いました。クラスター分析を行うとデータ間の類似度を定義して、似ているものをまとめていき、いくつかのグループ(クラスター)に分類することができます。

クラスター分析によって精度が良いクラスターに分類された計測点は精度良く製作されていますので、精度管理する必要がありません。また、同じクラスターに属している計測点は誤差が同じ傾向を示しますので、代表的な計測点を計測すればよいということの意味しています。すべてのブロックでクラスター構成が同じであれば、共通して現れる現象であることがわかります。

図3にクラスター分析結果を示します。数字は計測点の番号です。

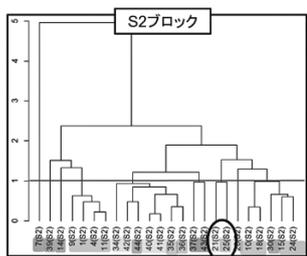


図3 クラスター分析

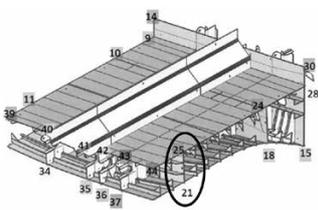
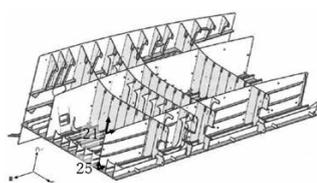
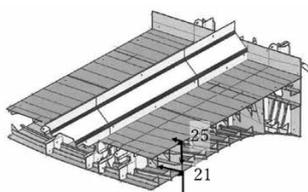


図4 S2 ブロックの計測点



(a) 中組立仮溶接後



(b) 大組立本溶接後

図5 計測点21、25との誤差

図4にS2ブロックにおける計測点を示します。計測点21は計測点25と同じクラスターで誤差の傾向がよく似ていることがわかります。詳しく変形を見ても、図5(a)に示すように、この2点は中組立仮溶接時に矢印が内を向いていました。そして、大組立本溶接後の(b)では内向きの矢印が長くなっており、さらに収縮して、内に寄っています。このことから、切断と収縮が影響していることがわかります。

7. 本研究の実施により得られた知見

(1) 精度に影響を与える工程について

平行部の比較的製造が容易なブロックと、船首尾の製造が難しい曲り部のブロックでは、誤差の発生する工程が異なっていることが明確になりました。

平行部の比較的製造が容易なブロックでは、誤差の要因は溶接による熱変形が支配的であり、特に溶接線長の長い中組本溶接工程における収縮量が大きい傾向にありました。但し、収縮量は大きいもののそのバラツキは収縮量と比較して少ない傾向にあります。したがって、切断長を調節することにより対策可能となります。

一方で、建造の難しい曲りブロックの誤差の要因は、溶接工程ではなく仮組工程であることが明確となりました。これらのブロックでは溶接による変形や収縮よりも、位置決め精度が支配的であり、かつブロック毎に位置決めがばらつく傾向が見られました。相関分析を実施した結果、1、2番船の4ブロックでは切断・小組・中組仮付までの上流の工程における誤差と搭載ブロックとの相関係数は0.91でした。これは中組仮付までの精度でほぼ搭載ブロックの精度が決まっていることを示しています。したがって、これらのブロックの精度の向上のためには溶接工程ではなく、切断や曲げを含めた上流工程の精度向上と精度管理が有効となります。

(2) 効果的なブロック計測法について

本研究では一つのブロックについて30~50点程度の計測点を全工程で計測していますが、これは現実の建造工程では容易な数字ではありません。一方で、計測点の変位の特徴をクラスタリング分析することによって、変形する工程とその変形量・方向が類似している計測点が多数あることが明確となりました。また、計測点によっては、どのような船においても大きな変形が生じない計測点も存在します。つまり、変形が大きくなる可能性がある計測点のみに着目し、さらにクラスタリング分析によって同一の変形傾向がある計測点を明確化しその中から代表点を絞り込むことによって、日常的な精度管理では計測点を大幅に削減できます。この方法によって絞り込んだ計測点は3割程度に削減され、現実的な計測点となります。

また、上記(1)に示した結果より、曲り部のブロックは切断・曲げ・仮組に着目した精度管理が重要であり、これらの工程を中心に計測を行うべきと考えられます。平行部については溶接による変形量の把握が重要なため、最終工程を計測してトータルでの変形量を把握することが重要です。

(3) 他の造船所への適用の際の留意点

本研究では、相関分析とクラスタリング分析を詳細解析の際に実施しています。これらの分析は一般的な統計解析ソフトウェアにも含まれている分析手法ですので、本研究の手法を参考にすれば各造船所においても実施可能と考えられます。

(企画室 田中 信行)

一般財団法人日本造船技術センターは、11月11日(月)広島市内において、「令和元年度 一般財団法人日本造船技術センター 技術セミナー」を開催し、全国各地の造船会社、船用機器メーカー、海運事業者などから、約140人の方々の参加を頂きました。

本年のセミナーでは、外部講師の方々に以下のとおりご講演を頂きました。また、当センターからは、当センターが支援する船型開発についてご紹介致しました。

(1) 国際条約等と船舶産業政策の動向

～ GHG ゼロエミッション、i-shipping、自動運航船、外国人材等～
 国際海事機関 (IMO) 海洋環境保護委員会 (MEPC) 議長
 国土交通省海事局船舶産業課 齋藤課長

(2) EEDI (エネルギー効率設計指標) 規制の最新動向と技術課題

～ Phase4 規制導入による影響と技術課題～
 (一財) 日本海事協会船体部 EEDI 部門 三宅主管
 代理: (一財) 日本海事協会船体部 EEDI 部門 神崎技師

(3) LNG 燃料船への期待

～ GHG 排出削減と SOx 規制強化への対応～
 九州大学 総合理工学研究院 高崎名誉教授

(4) 船舶におけるデジタル化に向けて

～ デジタルツインに向けた船体構造モニタリング技術～
 (国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
 構造安全評価系 越智系長
 船上モニタリングプロジェクトチームリーダー

(5) 海事分野への AI の適用

～ AI の活用範囲と期待される効果～
 (国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
 産業システム系 情報システム研究グループ 平方グループ長
 AI プロジェクトチームリーダー

(6) 追跡的 3次元計測を用いた船舶建造ブロック精度向上

～ 1 番船からの効率的な建造を目指して～
 広島大学 大学院工学研究科 輸送・環境システム専攻 濱田教授
 会場は満席となり、参加者の皆様には講演に熱心に耳を傾け、積極的に質疑にも参加頂き、盛況裡にセミナーを終了することができましたこと感謝申し上げます。更に、本セミナーの開催にあたり、ご多忙中にもかかわらず、ご講演を頂きました講師の皆様方、そして、ご協力を賜りました中国運輸局殿に心より感謝申し上げます。(企画室 田中 信行)



船舶建造に関する調査及び研究についての連携を強化するため、一般財団法人日本造船技術センターは、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構との間で包括的連携協定を締結しました。

国内物流の4割強、特に産業基礎物資輸送では8割を担う内航海運にとって、昨今の環境対策、省エネ、自動化等に関する新技術の導入は重要な課題となっており、関係者において様々な調査や研究が実施されています。

このような中、一般財団法人日本造船技術センター (SRC) は、古くは通信省の付属機関として設立され、以来、船舶に関する研究開発



に一貫して取り組んできておりますが、特に、模型を使った水槽試験による船型開発や革新的な船舶の設計を行ってきています。更には、海外への技術協力事業や船舶技術に関する総

合的なコンサルティング事業等も実施しています。

一方、鉄道・運輸機構 (JRTT) は、共有船舶建造業務を通して実質的に日本最大の内航船主 (現在 324 隻保有) の立場にあることを踏まえ、関連する新技術の導入や課題の解決に資する調査研究に取り組んでいます。最近では、SOx 等の環境規制や電気推進等動力源の多様化による省エネに関する調査研究を実施しており、元々有している共有船舶の実船データに加え、これらの調査研究の成果が蓄積されつつあります。

SRC は、これまでも JRTT からの受託等によって知見を活用した調査研究を実施してきておりますが、動力源の多様化や自動化等の新技術に関して、より一層の調査研究成果が求められる昨今の状況を踏まえ、双方の強みを活かしたより効果的かつ効率的な調査研究の恒常的な実施体制を構築するため、7月26日、包括的連携協定を締結いたしました。

SRC 及び JRTT は、本協定が目的とする双方の強みの相乗効果により、内航海運事業者の皆様のご期待に応える調査研究成果をめざして取り組んで参ります。(企画室 田中 信行)

委員会等

- 第1回 SPCG委員会 令和元年5月30日 日本造船技術センター大会議室
- 第146回 HRC委員会 令和元年5月30日 日本造船技術センター大会議室
- 第22回 理事会(通常) 令和元年6月4日 日本造船技術センター役員会議室
- 第15回 評議員会(定時) 令和元年6月25日 日本造船技術センター役員会議室
- 第23回 理事会(臨時) 令和元年6月25日 日本造船技術センター役員会議室
- 第2回 SPCG委員会 令和元年9月30日 日本造船技術センター大会議室
- 第147回 HRC委員会 令和元年9月30日 日本造船技術センター大会議室

試験等の申し込み、問い合わせは下記までご連絡をお願いいたします。

申し込みの受付

☎ 180-0003
 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号
 吉祥寺スバルビル3階

☎ 0422-40-2820





Shipbuilding Research Centre of Japan
一般財団法人 日本造船技術センター

<http://www.srcj.or.jp>