

No. 75

●目 次●

- 1 ウォータージェット船の水槽試験
page 1
- 2 プロペラ設計における最適直径と
最適回転数
(その1、ピッチ比シリーズからの
設計チャート)
page 2
- 3 ウォータージェット
(第4回 自航試験法)
page 4
- 4 救急患者輸送艇「秋桜Ⅱ」が就航
ー広島県豊田群大崎上島町ー
page 6
- 5 SRC船型設計システム
ー全体を統括するシステムに関してー
page 8
- 6 水槽試験で使用する計測機器
(第3回 プロペラ単独試験用動力計、
ボッド型動力計について)
page 10
- 7 トピックス等
日中環境エネルギー物流協力フォーラム、
海上高速物流セミナーへの参画
平成19年度成果の部外発表状況
委員会等
編集後記
SRC所在地図
page 12

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

試験センター

〒181-0004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(独) 海上技術安全研究所2号館内
TEL 0422-24-3861 FAX 0422-24-3869

ウォータージェット船の水槽試験



ウォータージェット推進については、本紙上で何度か紹介しています。ウォータージェット推進は、30ノット以上で航行する高速艇で採用されることが多い推進方式です。

上の写真は、墨田川造船株式会社殿並びに新潟造船株式会社殿より依頼を受けて実施した、海上保安庁殿のウォーター

ジェット巡視船の縮尺模型・自航試験の様子です。中段の写真はウォータージェットのインテーク付近の様子です。本船は二軸船なので、インテークは左右舷にそれぞれ一箇所ずつ装備されています。

ウォータージェット推進器のインレット部分の工作は難しいのですが、日本造船技術センターでは、模型船本体とは別にインテーク部分をNC切削により製作し、模型船に組み込む方法を採用しています。

これまで当センターでは、高速艇の試験を数多く実施してきましたが、抵抗試験や通常プロペラの自航試験に加えて、ウォータージェット船の自航試験にも対応できる体制が整い、幅広い顧客のニーズに応えられるようになりました。

プロペラ設計における最適直径と最適回転数 (その1, ピッチ比シリーズからの設計チャート)

船舶の設計においてプロペラ直径・回転数の決定は重要なテーマの一つとなっています。第一次のオイルショックを契機に、1970年代後半、減速ギアの進歩もあり、造船分野で低回転大直径プロペラがブームになりました。その後、船用機関の低速化が進み、現在、低回転大直径プロペラが常態となっています。

最近では、必要な条件を入力するとプロペラ設計の結果が出力されるプログラムが普及していますので、最適プロペラについて考える機会も少なくなっていますが、プロペラ設計における最適直径、回転数の基本を充分理解しておくことも重要です。

プロペラ回転数の低速化は主機関の効率とも密接に関連する問題ですが、本稿ではプロペラ側、船体側のみからプロペラ直径、回転数について説明します。

1. BPチャート

図-1はプロペラ設計でよく使用されるBPチャートです。横軸を馬力係数 B_P の平方根、縦軸をピッチ比 p として、プロペラ単独効率(実線)と直径係数 δ (点線)の等高線が描かれています。

プロペラ前進速度 V_A 、主機関から伝達される馬力 P とプロペラ回転数 N を設計条件として与えまると、 B_P が定まります。横軸の B_P の値が定まると、プロペラ単独効率の等高線に右に凸となっている点でプロペラ効率が最高となります。この点を結んだ線(破線)が、 B_P が与えられたときの最高効率を表す線となります。

与えられた横軸の値と破線との交点における直径係数の値からプロペラ直径が、縦軸の値からピッチ比が定まります。これが、プロペラ前進速度、伝達馬力、

プロペラ回転数を設計条件として与えた場合の最適直径およびピッチ比です。

ピッチ比のみを数種変えたプロペラの単独性能から、図-1のようなチャートを1枚作成することができます。幾つかの翼数、展開面積比に対してチャートが用意されており、我が国ではMAUの設計チャートが有名です。

2. ピッチ比シリーズから得られる設計チャート

BPチャートはプロペラ前進速度、伝達馬力、プロペラ回転数を設計条件として与えて最適効率のプロペラ、即ち、プロペラが出力するスラスト馬力を最大にするプロペラ直径とピッチ比を求めるチャートです。

これ以外に、プロペラが出力すべきスラスト馬力を与えて、それに必要な伝達馬力を最小にする設計も考えられます。また、プロペラ回転数を与えて効率が最高となるプロペラ直径を求める設計とは逆に、プロペラ直径を与えて効率が最高となるプロペラ回転数を求める設計も考えられます。

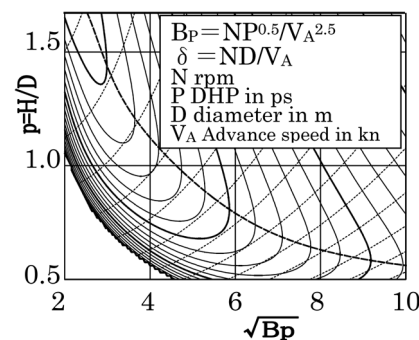


図-1 BPチャート

これらを示したのが図-3と表です。図-3は、図-2に示したピッチ比シリーズのプロペラ単独特性を使用して作成しました。横軸はSI単位を使用した無次元の荷重係数にしています。等高線も直径係数の代わりにプロペラ前進係数 J で表しています。

図-3の上の2個の図は、スラスト馬力(出力)を与えて伝達馬力(入力)を最小にする場合のチャートです。下の図は、逆に、伝達馬力を与えてスラスト馬力を最大にする場合のチャートです。

右側の2個の図はプロペラ回転数を与えて最適直径を求めるチャートです。下の図は図-1に示したBPチャートに対応します。スラスト馬力を与える上の図に対応するチャートは、従来BUチャー

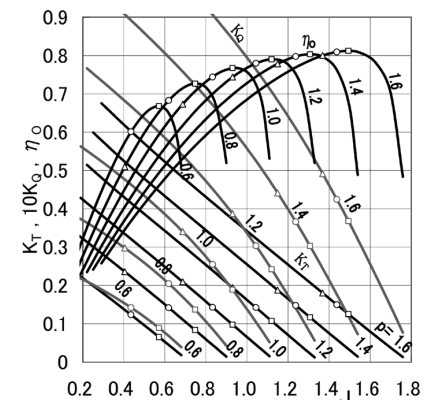


図-2 ピッチシリーズのプロペラ単独特性これは、4翼、展開面積比 $a_e=0.47$ 、ボス比 $=0.17$ のプロペラの特性である。本稿では、プロペラ単独特性は揚力面理論による計算で求めた。粘性影響は相当二次元翼に対する二次元境界層計算で求めた。実船のレイノルズ数を想定し、前縁付近で乱流に遷移するものとし、表面粗度を $ks=30\mu m$ として計算した。

		プロペラ設計 (1) V_A を与える。(2) (TV_A) ないし $(2\pi nQ)$ を与える。(3) D, n, p を選択。			
		最適プロペラの設計 一つを与え、最適の条件(η_o の最大化)から他の二つを決める。自由度は2			
		(2) (TV_A) ないし $(2\pi nQ)$ を与える	D を与えて η_o =最大となる n, p を求める	n を与えて η_o =最大となる D, p を求める	n, D の両方を与える
スラスト	スラスト係数 $K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4}$ $JK_T = \frac{(TV_A)}{\rho n^2 D^5}$	出力 (TV_A) を与えて入力 $(2\pi nQ)$ を最小化	$(\pi C_P/8, K_{TD})$ $\frac{K_T}{J^2} = \frac{JK_T}{J^3} = \frac{(TV_A)}{\rho V_A^3 D^2}$ ベー	(K_{TN}) $\frac{K_T}{J^4} = \frac{JK_T}{J^5} = \frac{(TV_A)}{\rho V_A^5/n^2}$ ス	自由度無し(いわゆる直径制限プロペラ)
トルク	トルク係数 $K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5}$ $2\pi K_Q = \frac{(2\pi nQ)}{\rho n^3 D^5}$	入力 $(2\pi nQ)$ を与えて出力 (TV_A) を最大化	$(\pi C_P/8, 2\pi K_{QD})$ $\frac{2\pi K_Q}{J^3} = \frac{(2\pi nQ)}{\rho V_A^3 D^2}$ ベー	$(2\pi K_{QN})$ $\frac{2\pi K_Q}{J^5} = \frac{(2\pi nQ)}{\rho V_A^5/n^2}$ ス	
プロペラ効率	$\eta_o = \frac{TV_A}{2\pi nQ}$ $\eta_o = \frac{JK_T}{2\pi K_Q}$	$\eta_o = \frac{出力}{入力}$	$\eta_o = \frac{K_T/J^2}{2\pi K_Q/J^3} = \frac{JK_T/J^3}{2\pi K_Q/J^3}$	$\eta_o = \frac{K_T/J^4}{2\pi K_Q/J^5} = \frac{JK_T/J^5}{2\pi K_Q/J^5}$	

トと呼ばれていましたが、我が国では作成されませんでした。

左側の2個の図はプロペラ直径を与えて最適回転数を求めるチャートで、このタイプのチャートは従来作られなかったようです。これは、プロペラ回転数は設計条件として与えられるもので、自由には変えられない、という状況にあるからです。

図-3中の○印、破線はプロペラ回転数から K_T/J^4 または $2\pi K_Q/J^5$ を与えて最適直径を求める場合の最適曲線です。他方、△印、一点鎖線は、プロペラ直径から K_T/J^2 または $2\pi K_Q/J^3$ を与えて最適回転数を求める場合の最適曲線です。同じ○印、△印は図-2にも、小さい印ですが、示してあります。

また、□印は、図-2に示すようにピッチ比を変えた各プロペラの単独効率最高点です。図-3では、単独効率の等高線の下に凸な頂点となります。これは、設計条件として馬力が与えられずにピッチ比が与えられ、効率が最高になるプロペラ前進係数を求める設計に対応していますが、このような設計は普通、存在しません。

プロペラ回転数を与えて最適直径を求める場合の最適曲線（図-3の破線）とプロペラ直径を与えて最適回転数を求める場合の最適曲線（図-3の一点鎖線）とは一致しません。すなわち、プロペラ回転数を与えて最適直径を求め、この直径を設計条件として最適回転数を求めても、最初に設定した回転数とはなりません。このことを形式を変えて示したのが図-4です。

これは K_T/J^2 等、4個の荷重係数を横軸、縦軸にしてプロペラ単独効率（実線）とピッチ比（点線）を等高線で示した図です。左の図は伝達馬力が与えられた場合の図、右側はスラスト馬力があたえられた場合の図です。横軸はプロペラ直径を表し、縦軸はプロペラ回転数を表します。馬力とプロペラ前進速度に加えて、プロペラ直径を与えると横軸の値が定まり、プロペラ単独効率はプロペラ単独効率の等高線の左に凸になっている点で最高になりますので、図中の一点鎖線がプロペラ直径を与えた場合の最適回転数を与える曲線です。同様に、破線がプロペラ回転数を与えた場合の最適直径を表す曲線です。確かに、二つの最適曲線は一致していません。

○印、破線と△印、一点鎖線、さらに□は図-2～3と同じものです。図-1、3～4はすべて図-2に示したデータか

ら作成しました。図-1等から図-2を作成することもできますから、本稿で示した8枚の図は同じ情報を含んでおり相互に変換可能です。

また、図-4では左上から右下に向かう領域でのみ等高線を示しています。これ以外の領域はプロペラ効率が悪く使用されることはありません。低回転大直径プロペラの低回転化（下向）と大直径化

（右向）は一体のものです。片方だけではプロペラになりません。

以上は、ピッチ比のみを変えたプロペラの特性から得られる結論です。

実際にはプロペラ直径や回転数を変えると推進性能、キャビテーション性能、強度条件も変わります。次回はこれらも考慮したより実際的な例を示します。

（技監、佐藤和範）

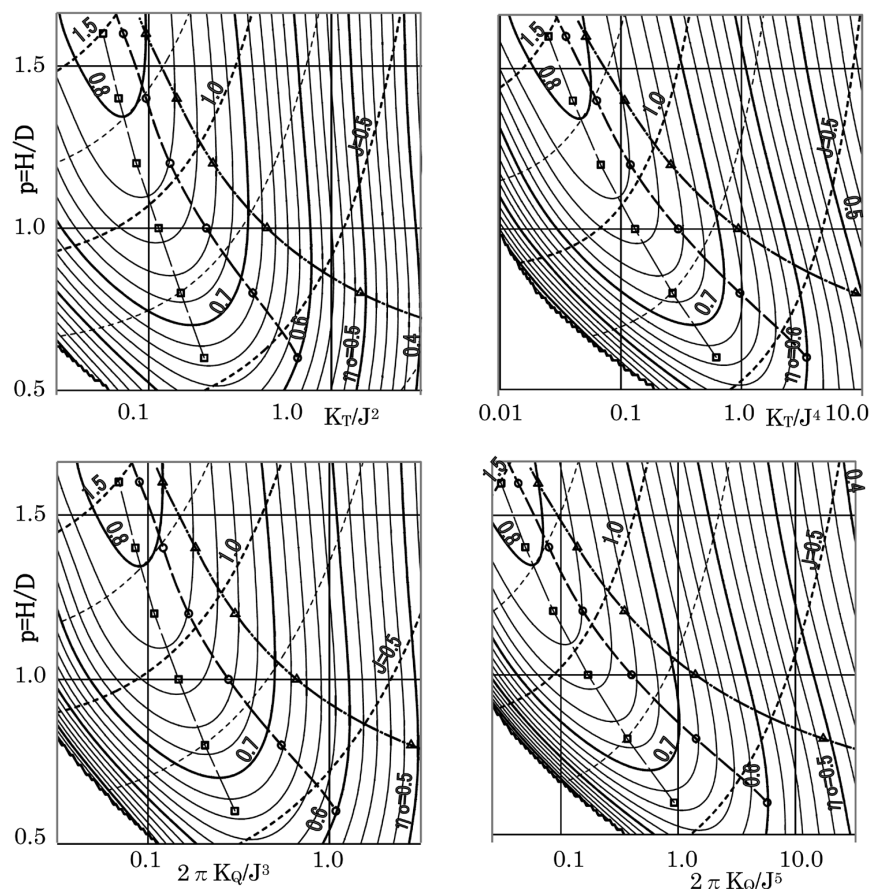


図-3 荷重係数を変えたプロペラ設計チャート

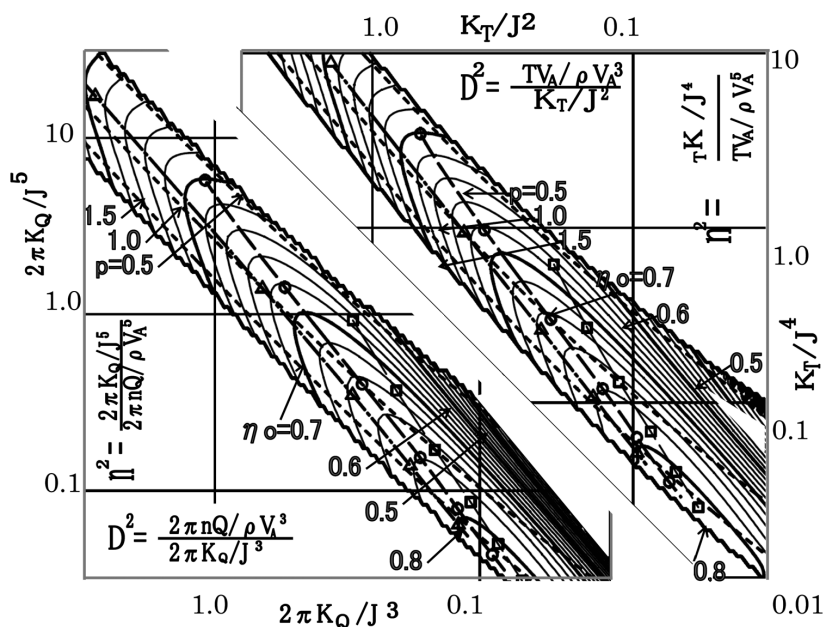


図-4 4個の荷重係数とプロペラ効率等



ウォータージェット

(第4回 自航試験法)

ウォータージェット推進方式に関して、前回、推進効率の構成について説明しました。今回は、ウォータージェット船の自航試験について説明します。

1. 自航試験とは

自航試験とは、船が自分の力で航行している状態、自航状態での水槽試験のことです。従って、通常船なら通常のプロペラを、ウォータージェット船ならウォータージェット推進器を装備した模型船を製作します。

自航試験を行う目的は、推進効率を実験的に求め、最終的に実船の推進性能を推定する事にあります。

推進効率はいくつかの要素に分けることができますが、分けるためには自航試験だけではなく、抵抗試験や推進器の単独性能試験など、別の種類の試験も併せて行う必要があります。

有効馬力 $R_T V_S$ と伝達馬力 P_D の関係を式(1)のように定義しますと、有効馬力は抵抗試験により、推進効率は自航試験などにより得ることができます。

$$R_T V_S = \eta P_D \quad \dots (1)$$

R_T : 船体抵抗(吸い込み口なし) [kgf]

V_S : 船速 [m/s]

η : 推進効率

P_D : 伝達馬力 [kgf-m/s]

一般的な分け方で説明しますと、推進効率は式(2)のように分けられます。

$$\eta = \eta_h \times \eta_{jet} \times \eta_{pump} \quad \dots (2)$$

それぞれは次のように定義できます。

$$\eta_h = (1-t) / (1-w) \quad \dots (3)$$

$$\eta_{jet} = T_g V_m / (Q \rho g H) \quad \dots (4)$$

$$\eta_{pump} = Q \rho g H / P_D \quad \dots (5)$$

ρ : 流体密度 [kgf · s²/m⁴]

g : 重力加速度 [m/s²]

Q : 流量 [m³/s]

H : ポンプ全揚程 [m]

T_g : スラスト(グロス) [kgf]

V_m : モーメンタム流速 [m/s]

η_h は、船殻効率と呼ばれ、推力減少係数(1-t)と伴流係数(1-w)の比です。推力減少係数は、船体に働く抵抗と推力の関係を、伴流係数は船底の境界層がウォータージェットに与える影響を表しています。定義を式(6)、式(7)に示します。

$$T_g (1-t) = R_T \quad \dots (6)$$

$$w = V_m / V_S \quad \dots (7)$$

実用上、モーメンタム流速はキャプチャ(Capture)エリア内の船体進行方向の平均流速と等しいとみなす事ができます。

なお、 T_g は次式により計算されます。

$$T_g = \rho Q (V_j - V_m) \quad \dots (8)$$

V_j : ジェット流速 [m/s]

ジェット流速も、実用上、ノズルから吐出される船体進行方向の平均流速と等しいと見なす事ができます。

η_{jet} はノズルによるジェット効率でウォータージェット推進装置の全揚程がスラストに変換される効率を示します。

ポンプ効率 η_{pump} は、伝達馬力がウォータージェット推進装置の全揚程に変換

される効率です。なお、ここでは船体に装備されたことによる影響を示すポンプ効率比 η_r は η_{pump} に含めて扱っています。

ジェット効率とポンプ効率に含まれる全揚程 H の定義を図-1に示す。

このインレット損失係数と、ノズル損失係数は自航試験で求めることが難しいので、別途、ウォータージェット推進装置単独での試験により求める事があります。

なお、単独性能試験は縮尺模型は使わずに、実機で行われる事が多いようです。

2. 自航試験の計測項目

ウォータージェット船の自航試験において、一般に必要とされる計測項目は次の3つです。

①流量

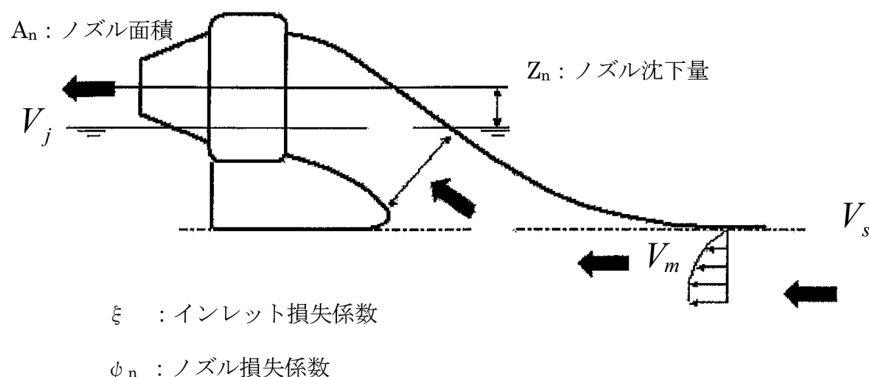
②曳航力

③ノズル沈下量

加えて、計測、あるいは理論推定や経験則により、

④キャプチャエリアの速度分布を求めておく必要があります。

以上のうち、②と③については、計測に特別な困難はなく、通常プロペラの船舶と同様の計測が可能なので、ここではこれ以上述べません。①と④については



$$H = E_{out} - E_{in} + h_j = \frac{1}{2g} V_j^2 (1 + \psi_n) - \frac{1}{2g} V_m^2 (1 - \xi) + h_j$$

図-1 全揚程Hの定義

ウォータージェット船特有の難しさがあるので、以下、詳しく説明します。

①の流量計測は、ウォータージェット船の自航試験特有の計測項目で、主に、スラストを評価するために計測します。

ウォータージェット船は、通常の船と異なり、推進器と船体を分離して扱う事が難しいので、インペラ単体のスラストを考えるのではなく、ウォータージェット推進器が流体に作用した結果として生じる運動量変化をスラストとして扱います。

スラストの計算方法を式(8)に示しましたが、その計算には流量Qを計測する必要がある事が分かります。

さて、自航試験における流量計測には、いくつかの手法が提案されていますが、よく行われている方法は次の2つです。

ア) 質量法

イ) 差圧計測による方法

質量法は航走時に模型船のノズルから吐出される水流を別途タンクに集めておき、その質量から流量を計算する方法です。この方法では、ノズルから吐出される水流を集める機構と、水を貯めておく装置を備えておく必要があります。

差圧計測による方法は、ノズルの絞りの上流と下流の壁面に圧力孔を設け、その差圧から流量を推定する方法です。この方法では、事前に差圧と流量の対応を求めておく必要があります。この場合、質量法、堰法などによる検定が推奨されています。また、ボラード状態におけるスラストから流量を推定し、差圧と対応させる方法もあります。

$$\begin{aligned} T_{\text{bollard}} &= \rho Q V_j = \rho A_n V_j^2 \\ V_j &= \sqrt{T_{\text{bollard}} / \rho A_n} \\ Q &= V_j A_n \quad \dots (9) \end{aligned}$$

④のキャプチャエリアの速度分布は、 V_m を推定する際に必要です。

キャプチャエリアというのは、インレット直前に設定したある断面を通過する

流れの内、ウォータージェットに吸入(キャプチャ)される範囲を意味しています。

速度分布は、例えば串型ピトー管式流速計などで計測できますが、キャプチャエリアを実験的に決定する事が難しいためCFDなどの数値計算による推定も推奨されています。CFDによる流れの吸入の様子を図-2(文献[2])に示します。

キャプチャエリアに関しては、フラッシュ型のインレットについて実験および数値計算による検討を行った結果、インテーク幅の1.3倍程度の幅をもつ半楕円形の領域を設定する方法が、ITTCのガイドライン(文献[1],[2])として提案されています。

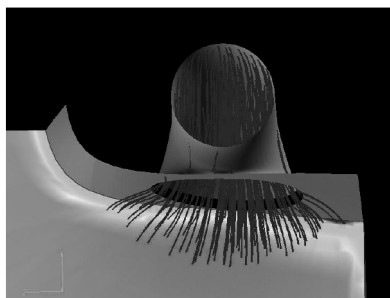


図-2 流れの吸入の様子

ここで、インテーク幅の定義を図-3(文献[2])に、CFDによるキャプチャエリアの設定例を図-4に示します。この例では、尺度影響を考慮して、模型スケールと実船スケールでキャプチャエリアの大きさを変えています。

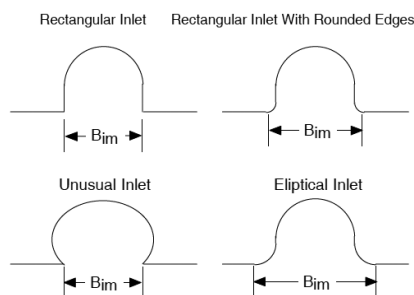


図-3 インレット幅の定義

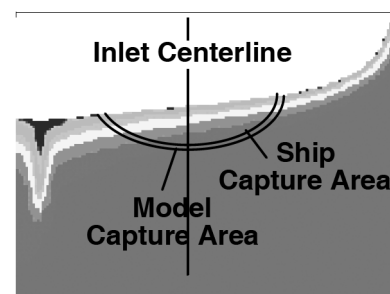


図-4 キャプチャエリアの決定例

また、扱いの難しいキャプチャエリアや流速分布を使わずに、模型船の1-wを推定する簡便な試験法も提案されています(文献[3])。

参考文献

- [1] ITTC-Proceedings of the 23rd ITTC-Volume II "The Specialist Committee on Validation of Waterjet Test Procedures"
- [2] ITTC-Recommended Procedures and Guidelines 7.5-02-05-03.1 Rev.1, "Testing and Extrapolation- Methods High Speed Marine Vehicles, Waterjets Propulsive Performance Prediction"
- [3] 松村竹実, "第5回 船用プロペラに関するシンポジウム 第8章ウォータージェット推進"

(試験センター技術部 新郷 将司)

救急患者輸送艇「秋桜Ⅱ」が就航

—広島県豊田郡大崎上島町—



1. はじめに

広島県豊田郡大崎上島町は、大崎上島3町（大崎町、東野町及び木江町）が平成15年4月1日に合併して誕生した町です。対岸に位置する竹原市、東広島市安芸津町は北方7～10kmにあり、高速船、フェリーで結ばれています。

本町には大きな病院が無いことから、救急患者の本土への搬送のため10トン型患者輸送艇「秋桜」を所有していました。しかし、平成2年に建造された「秋桜」は老朽化が進み、また救急対応の高規格設備を有していないため、その代替船の建造が町により計画されました。

本艇は平成18年に日本造船技術センターで基本設計を行い、平成19年7月6日に（株）木曾造船で起工、平成20年1月に竣工しました。船名は「秋桜Ⅱ」と命名されました。

本艇の建造に当たっては当センターが設計及び建造監理を実施しました。本艇の概要を以下に紹介します。

2. 本艇の目的

大崎上島町の行政区域から必要に応じ対岸の竹原市または安芸津町に救急患者を速やかに搬送することが本艇の業務です、その内容は次のとおりです。

- (1) 救急搬送活動
- (2) 海上における救急救助活動
- (3) 災害時等の物資輸送
- (4) その他

3. 基本コンセプト

本艇の建造計画は、まず船質の選定から始めました。候補としてはFRP（「秋桜」はFRP）または耐蝕アルミ合金でしたが、種々の比較検討の結果、経年変化が少なくかつリサイクルが効く耐蝕アル

ミ合金が採用されました。また、機関については搬送時間の短縮を図るため、軽量高出力で防振支持を備えた主機関2基を配置し、2基のプロペラを駆動する2機2軸方式としました。基本コンセプトは以下のとおりです。

- (1) 建造に係るイニシャルコスト及びメンテナンスコストの低減が期待できる19総トン以下のJCI船としました。
- (2) 患者搬入を迅速にするためのストレッチャー乗降用ランプを設置しました。また、高規格医療器具を装備した船としました。
- (3) 船速は常備状態、主機関85%出力で25ノット、軽荷状態で最大馬力にて27ノットとしました。
- (4) 船員は「秋桜」と同じく2名とし、その他は12名としました。

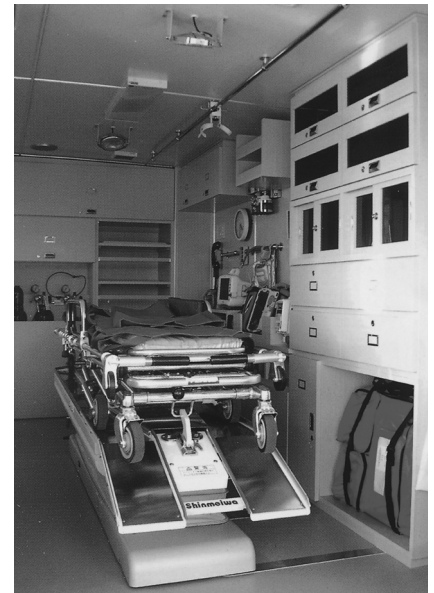
4. 基本計画概要

基本コンセプトより、本艇の基本計画の概要を以下のように設定しました。

- (1) 業務上高速性を要求されることから軽量化を図る必要があり、また、船体保守費用、廃船費用等を考慮して船質を船舶用耐食アルミ合金製としました。
- (2) 船型は高速性を発揮できる単胴チャイン船型としました。
- (3) 係留場所となる大崎上島町の盛谷桟橋は他の係留船との関係から本船の長さには制約があり、全長は15.3mに抑えました。
- (4) 主機関は所定の船速を満足する軽量高出力の4サイクルディーゼル機関を2基搭載しました。主機関の位置はVドライブ方式を採用して船尾側とし、防振支持として、救急処置室、操舵室における振動・騒音の低減を図りました。また、船尾側に配置することにより上部構造や救急処置室を一部取外すことなく主機関を取り出すことが出来るようにしました。
- (5) 発電機は防振装置を施した高速ディーゼル機関駆動1基を機関室前部に配置して、船内機器に必要な電力を供給するようにしました。
- (6) 業務上の要件として緊急発動が多いため、主機関、補機関の発停操作は全て操舵室から出来るよう主配電盤も航海コンソールに組みこみました。
- (7) 航走トリム対策として、船尾トランスムの左右に固定式のトリムタブを装備しました。
- (8) 4翼スクュー付固定ピッチプロペラを装備し、直上の船底外板とのクリアランスを十分に確保して振動・騒音が低減するように留意しました。

5. 完成主要目等

(1) 主要目		
全 長		15.30m
登録長さ		15.00m
幅 (型)		4.30m
深さ(型)		1.93m
満載喫水		0.80m
総トン数		19 トン
航行区域		平水区域
航海速力		25 ノット
最大搭載人員		14名
船 員		2名
その他		12名
(2) 船体部主要機器		
操舵装置		1台
係船用キャブスタン		1台
ランプドアー (両舷)		2台
トリムタブ		1式
船尾プラットフォーム		1式
冷暖房装置		2台
ヒートガラス		1式
救命・消防設備		1式
(3) 機関部主要機器		
操舵室制御盤		1台
主機関 高速ディーゼル機関		2基
連続最大出力502kW／基		
発電用機関 14.5kW		1基
4翼固定ピッチプロペラ		2個
機動通風装置		4台
ポンプ類		1式
(4) 電気部主要機器		
1) 電源装置・配電装置		
主発電機 14.5kW		1台
変圧器 5 kVA		1台
蓄電池 200 Ah		2群
150 Ah		2群
陸電受電箱 100 V		1式
2) 航海灯・照明装置		
航海灯類		1式
ハロゲン探照灯 (電動)		2台
ハロゲン角型フラッドライト		2台
3) 航海計器・通信装置等		
消防無線		1式



救急処置室

第4種汽笛	1台
15W防水型スピーカー	1台
磁気コンパス	1基
船舶用カラーレーダー	1基
カラーGPSプロッター	1基
相対風向風速計	1基
ワイパー	3基

6. 海上公試結果 (抜粋)

最大速力	29.2ノット
騒音測定値(85%出力)	74dBA
(救急処置室)	

7. あとがき

詳細設計展開に先立ち、発電機の容量、主機関の遠隔発停、また救急処置室の幅等について船主(町)、造船所、当センター間で十分な協議を行いました。この結果、使い勝手の良い高性能の救急患者輸送艇を建造することが出来ました。本艇のご活躍を祈念すると共に、積極的なご指導を戴いた大崎上島町関係者の皆様と、高い技術力で建造に当たられた(株)木曽造船殿に紙面を借りて感謝申し上げます。

(海洋技術部 佐藤 千秋)

SRC船型設計システム

ー全体を統括するシステムに関してー

1. はじめに

日本造船技術センター（SRC）で開発中の船型設計システムに関してはすでに概要をSRC News No.68 (2006)で紹介しました。また、No.70 (2007)では実際に活用した事例を紹介しました。今回はユーザーが最初に触れることになる、全体を統括するシステム、Design System Manager (以下、DSMと呼ぶ) に関して紹介します。

2. DSMの概要

このシステムは、SRCが保有している設計に関する技術を統合して、一連の設計作業がスムーズに行えるようにしたシステムです。

図-1に示すように船種、載貨重量、計画喫水、計画速力を入力とします。そして、このシステムのガイダンスにしたがって進めていくと、出力として主要目はもちろん、CB、Cp、Cw、Icbやその他の詳しい諸係数、Cpカーブ、Cwカーブ、線図、排水量計算結果、パワーカーブ、貨物容積、船舶用CADであるNapa用の入力データやその他の情報が得られます。

利用形態としては、図-2に示すように全国の造船所等のユーザーからインターネット（暗号化通信）を介してSRCのサーバーに接続して使用する仕組みを採用します。これにより、ユーザーは重い計算を行うためのハードウェアやNapaライセンスを余分に用意する必要がなく、単に安価な端末を用意するだけで使用できます。実際には図-3に示すようにWEBブラウザから使うことになります。



図-1 SRC Design System Manager (DSM)でできること

3. DSMのユースケース

次に具体的にどのようなことができるのか、どのような使い方をするのかをユースケース図を使って詳しく見ていきます。

図-4にDSMの基本的な使い方を示します。設計に関連した部分は、「主要目の決定」、「最適船型パラメータの決定」、「概略線図の生成」、「区画配置及び貨物容積等の計算」の4つで構成されます。

図-5は「主要目の決定」に関する機能をブレークダウンした図です。入力できる要求仕様として、図-1に示す入力以外に主機、貨物容積などに関する調整値、場合によっては長さ、幅などの制約条件なども入力できます。

次に、図-6に「最適船型パラメータの決定」に関する機能を示します。ここでは、中央横断面形状など足りない設計要素を追加します。その他のデータは基本的には図-5の「主要目の決定」での出力を引き継ぐことができますが、ここで、変更したいものがあれば修正も可能ですし、さらには各ユーザーがお持ちのタイプシップを入力値として使用することもできます。

出力の最適船型パラメータとは、その要目に合った最適な性能のCpカーブ、

Cwカーブ、船首尾プロファイルです。この最適化に用いられる性能推定にはSRCが実施した水槽試験結果から高度な技術と多くの労力をかけて構築したデータベースを用いております。散布図にはこのデータベースの頻度分布が示されており、ユーザーは現在の設計対象がどこに位置するか、周りにどれだけの多くのデータが分布しているかをみることで、性能推定の信頼度を知ることができます。

図-7には「概略線図の生成」に関する機能を示します。ここでは前の段階で得られた船型パラメータから概略船図を生成することができ、ある程度の修正も可能です。より詳細な修正や精度が必要

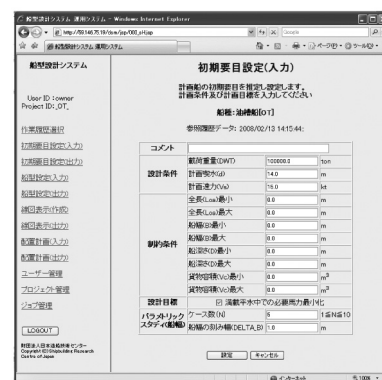


図-3 実際のユーザーインターフェース



図-2 利用形態

な場合にはGeo2D（クライアントにインストールする形式の線図生成アプリケーション）用のデータをダウンロードしてローカルPCで編集して再度DSMにアップロードし、修正した線図を以降の作業で用いることができます。

次に図-8に「区画配置及び貨物容積等の計算」に関する機能を示します。区画配置の情報を入力してSRC内にあるNapa（図-2参照）に船殻モデル、区画モデルを作り、排水量計算、貨物容積、コンテナ個数、重心などを計算し、線図が要求仕様を満足しているかを最終的に確認します。この後ユーザーはNapaデータをダウンロードして各ユーザーが所有するNapaを用いて詳細な設計作業が行えるようになっております。

4. おわりに

本システムの利点は基本設計者等が船型設計に関わることができることにあり、全体の設計工程の効率化を支援します。また、タイプシップのない船種に対応できることも利点の一つです。

なお、本システムは平成20年度中に試験運用を開始し、平成21年度には正式運用する予定です。詳細については直接当センターまでお電話、メール、ホームページ等でお問い合わせください。

（技術開発部 西川達雄）

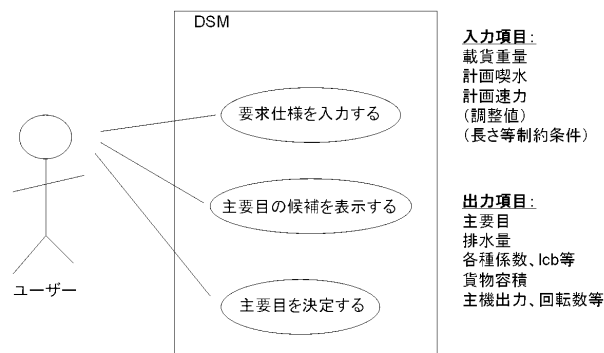


図-5 「主要目の決定」

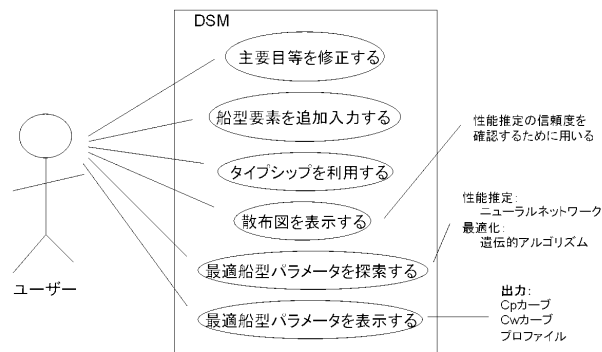


図-6 「最適船型パラメータの決定」

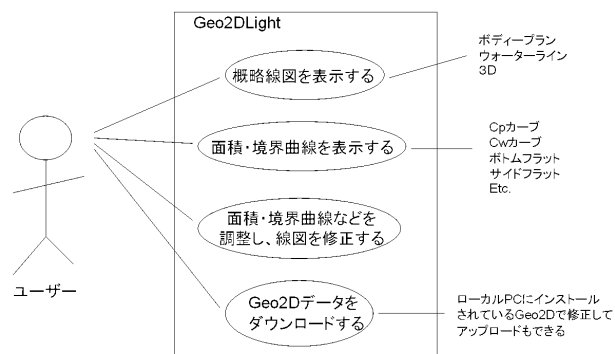


図-7 「概略線図の生成」

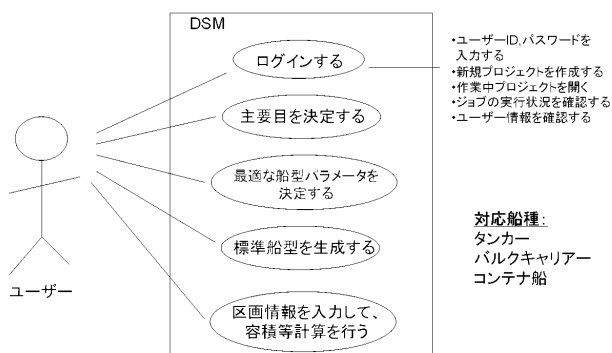


図-4 DSMの基本的な使い方

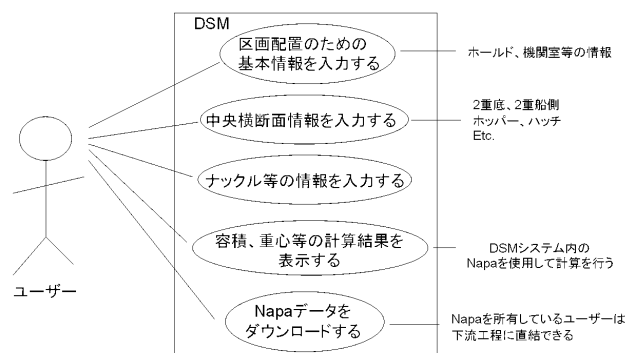


図-8 「区画配置及び容積等計算」

水槽試験で使用する計測機器

(第3回 プロペラ単独試験用動力計、ポッド型動力計について)

船舶の主な静水中の推進性能試験は、大きく分けると、抵抗試験、自航試験、プロペラ単独性能試験、および伴流計測の4つになります。

抵抗動力計、自航動力計と2回にわたって説明してきましたが、今回は、プロペラ単独試験用動力計、ポッド型動力計について説明します。

1. プロペラ単独試験用動力計

プロペラ単独性能試験を行うときのプロペラの発生するスラストおよびトルクを計測する装置がプロペラ単独試験用動力計です。この試験から得られるプロペラ単独性能曲線は自航試験解析および実船プロペラ性能推定の為には欠く事の出来ない重要なものです。

プロペラ単独試験は、プロペラ前進係数 ($J = \frac{V_A}{nD}$) をパラメータとし、前進係数をボラード状態からスラストがゼロとなるまで順次変化させて実施します。

日本造船技術センターでは、レイノルズ数 (nD^2/ν) = 6×10^5 を標準として試験時のプロペラ回転数を決め、性能を評価していますが、目的によってはレイノルズ数を変更して試験をすることもあります。

当センターではプロペラのスラスト・トルクを計測する検力部として、大容量の検力部(常用)と小容量の検力部を用意して計測量に応じて使い分けています。

2. プロペラ単独試験用動力計の検力方式

当センターで使用しているプロペラ単独試験用動力計の検力方式は全量型のストレンゲージ方式で、原理的には自航動力計と同じです。また、検力部は交換可能な構造になっており、幅の狭い流線型のボートの中に搭載され、所定の水深まで沈めて試験が行われます。プロペラ単独試験用動力計の概略図を図-1に、動力計の容量、精度等を表-1に、検力部を写真-1に示します。

このプロペラ単独試験用動力計の軸受としては、軸先端部一箇所に内径25mmでテフロン製の摩擦係数が小さいすべり形式のものを用い、常時水潤滑状態で使用することで、プロペラ軸の摩擦トルクを軽減しかつ安定化しています。図-2にプロペラをつけないで回転数を変化させた時のトルクを示しますが、5~30rpsの回転数変化に対するトルクの変化は0.001kgf-mと小さくなっ

ています。これはトルク容量5kgf-mの0.02%/FSになっています。このような数値は、検出器の機構部を工夫し、軸

表-1 プロペラ単独試験用動力計の容量・精度

大容量 (FS)	スラスト(kgf)	100
	トルク(kgf-m)	5.0
小容量 (FS)	スラスト(kgf)	50
	トルク(kgf-m)	2.5
	ゼロ点変動 (%FS/℃)	0.005
	感度変動 (%FS/℃)	0.01
	非直線性 (%FS)	0.1
	ヒステリシス (%FS)	0.1
	干渉度 (%FS/FS)	0.1
	許容過負荷 (%FS)	150

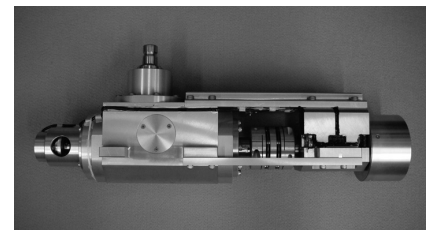


写真-1 プロペラ単独試験用動力計検力部

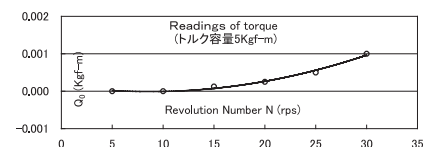


図-2 プロペラ軸回転数と摩擦トルク

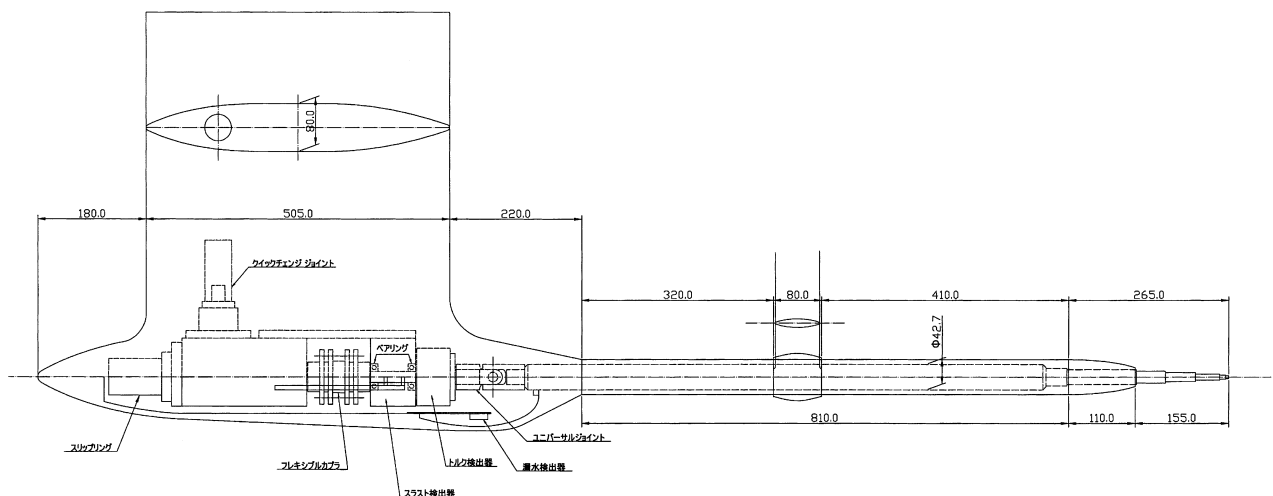


図-1 プロペラ単独試験用動力計概略図

を中空にして重量軽減を企り、ユニバーサルジョイントにベアリングを使用するなど、精度を確保するための努力を重ねた結果であります。

また、回転数を制御する直流電源装置も0.01rpsまで正確に合わせることが出来る高性能なものであり、直流増幅器も最高の性能のものを選択しています。

3. ポッド型動力計

最近ではポッド型推進機を搭載した水槽試験が盛んに行われるようになりました。

当センターでは、写真-2で示すようなポッド型動力計を整備しています。

この動力計は、ポッド型推進装置の単独試験のみならず自航試験にも使用しています。



写真-2 ポッド型動力計

この動力計は、ポッド、ストラット、3分力計、旋迴台、駆動モータより構成されています。ポッドおよびストラット部はプロペラスラスト、トルクの計測部や動力伝達機構が無理なく収まる程度の大きさに作られています、ポッド外形は、樹脂等によりその都度カバーを製作することにより任意の形状にすることが出来ます。同様にストラット部の前後には、流線型のフェアリングを製作して取り付けることが出来ます。このようにすることで、実船装備が予定されているポッド推進機と相似にする事ができます。ストラットの上部には、これらを支持し、プロ

ペラ、ポッド、およびストラットを併せたユニットに加わる水平面内の力・モーメントを計測する事ができる、ポッドユニット用3分力計(Fx,Fy,Mz)が取り付けられています。ここで計測されるFxは、プロペラのスラストからポッドとストラットの抗力を引いた値になります。また3分力計の上には旋迴台と駆動用モータが載っています。この旋迴台でポッド型推進機の向きを360度変更する事ができます。

この動力計の容量と精度等を表-2に示します。

表-2 ポッド型動力計

主要寸法

ポッド部	長さ (mm)	260
	直径 (mm)	76
ストラット部	長さ (mm)	66
	幅 (mm)	35
	高さ (mm)	260

プロペラ駆動モータ(0.5~1.5kw)搭載
旋迴台で360度ポッド方向変換可能

スラスト・トルク計測部の容量と精度

容量(FS)	スラスト(kgf)	30
	トルク(kgf-m)	1.0
ゼロ点変動 (%FS/℃)		0.02
感度変動 (%FS/℃)		0.05
非直線性 (%FS)		0.5
ヒステリシス (%FS)		0.5
干渉度 (%FS/FS)		3.0
許容過負荷 (%FS)		150

ポッドユニット用3分力計の容量と精度

容量(FS)	Fx (kgf)	30
	Fy (kgf-m)	30
	Mz (kgf-m)	3.0
ゼロ点変動 (%FS/℃)		0.02
感度変動 (%FS/℃)		0.05
非直線性 (%FS)		0.2
ヒステリシス (%FS)		0.2
干渉度 (%FS/FS)		2
許容過負荷 (%FS)		150

このポッド動力計は、プロペラ単独試験用動力計のように使い込まれた歴史のある動力計ではないので、動力計を使用する上で注意しなければならない点が多くあります。ポッド本体の性能、特に試験中のゼロ点の管理は不可欠です。また、3分力計では着力点でのキャリブレーションを必要とするなど、細かい配慮をし

ないと、正確な計測値は得られません。

4. 二重反転ポッド型動力計

近々二重反転プロペラ(CRP)用ポッド型動力計が整備される予定です。参考までに概略図を図-3に、容量、精度等を表-3に示します。

(試験センター技術部 新井 明)

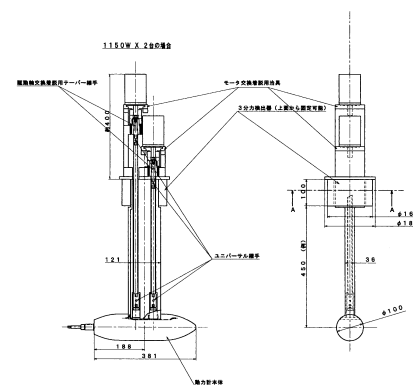


図-3 CRP用ポッド型動力計

表-3 CRP用ポッド型動力計

主要寸法

ポッド部	長さ (mm)	381
	直径 (mm)	100
ストラット部	長さ (mm)	121
	幅 (mm)	36
	高さ (mm)	350,450

プロペラ駆動モータ(0.6~1.2kw)2台搭載
旋迴台で360度ポッド方向変換可能

スラスト・トルク計測部の容量と精度

各軸の 容量(FS)	スラスト(kgf)	25
	トルク(kgf-m)	0.5
ゼロ点変動 (%FS/℃)		0.01
感度変動 (%FS/℃)		0.01
非直線性 (%FS)		0.3
ヒステリシス (%FS)		0.3
干渉度 (%FS/FS)		1.0
許容過負荷 (%FS)		150

ポッドユニット用3分力計の容量と精度

容量(FS)	Fx (kgf)	30
	Fy (kgf-m)	30
	Mz (kgf-m)	3.0
ゼロ点変動 (%FS/℃)		0.01
感度変動 (%FS/℃)		0.01
非直線性 (%FS)		0.15
ヒステリシス (%FS)		0.15
干渉度 (%FS/FS)		1.0
許容過負荷 (%FS)		150

日中環境エネルギー物流協力フォーラム、 海上高速物流セミナーへの参画

来る1月15日から17日に第3回日中環境エネルギー物流協力フォーラムが東大の柏キャンパスで開催されました。このフォーラムは東大が中心になって主催しており、今回は3回目、中国側からは官庁関係者を始め、大学などからの参画、日本側からは、大学、海技研を始め、民間電力会社からなど多方面からの参加がありました。2日目からは4つの分科会方式になり、日本造船技術センターでは、分科会Ⅱ海運-陸運の新物流システムの構想に参画して、東大と「日中間高速海上物流と複合一貫輸送システムについて」の発表を致しました。

さらにこの内容に関連するものとし

て、2月19日には、東京駅前で国土交通省主催、日本造船技術研究協会が運営された海上高速物流セミナーが開催さ



海上高速物流セミナーの様子

れ、多数の参加者を見ることができました。当センターとしては、東大と共同で研究してきた内容を中心に現在までの成果発表を行いました。特に欧米を中心に実用化が進んでいるトリマラン船型の研究成果、実用船の試設計を元に水槽試験を実施し、日中間航路を対象とした大型で高速省エネ貨物船への実用化のめどが得られたことなどをお話しました。パネルディスカッションでは、大連海洋大学のジン教授や青函航路へ高速フェリーを投入された東日本フェリーの古閑社長を始め多彩なメンバーから将来に向けての積極的な発言がなされ、盛況の中に終了しました。

平成19年度成果の部外発表状況

論文または報告名

CFDと船型設計

(財)日本造船技術センターにおけるCFDの利用

A New Prediction Method for Deterioration of the Corrosion Protection System of the Oil Storage Barges

著者

金井 健、新郷将司

Hironori Sugimoto
Yuji Horii (JOGMEC)

発表誌

海上技術安全研究所報告 第7巻第2号

Shipbuilding Technology ISST
2007, Osaka, 2007

■委員会等

第101回HRC委員会

平成20年2月6日(水)

オフィス東京「会議室F」

第7回SPCG委員会

平成20年2月6日(水)

オフィス東京「会議室F」

編集後記

この1月に武蔵野の吉祥寺に移転しました。飯田橋とは街の雰囲気がいぶ様相を異にします。オフィス街というよりは、若者の集まるちょっとハイカラでもあり、また混みいった横丁が点在する活気のある街です。年配の方には興味が沸

かない面もありますが、それなりに楽しめる場面もあります。

世の中は近頃、原油の高騰に起因すると思われる工業製品から生活用品に至る物価高、米国のサブプライム問題からの金融不安・株安、高齢化社会による労働人口の減少、環境問題などなど決して樂觀できる状況にはありませんが、我々のできる範囲での社会貢献、特に技術的な

高度化、高精度化、高速化などの成果を出せる様に業務に邁進していきたいと考えています。

この冬は地球温暖化を忘れさせる程の厳冬でしたが、もうすぐ来る近くの井の頭公園の桜の季節が楽しみな今日この頃です。(H.S.)

本部移転のお知らせ

(財)日本造船技術センター本部は、平成20年1月15日より吉祥寺南口(公園口)の下記に移転しました。

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。

〒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

〒181-0004

東京都三鷹市新川6丁目38番1号

(独)海上技術安全研究所2号館内

TEL 0422-24-3861

本 部 (吉祥寺)



試験センター (三鷹)



SRC

Shipbuilding Research Centre of Japan

財団法人 日本造船技術センター

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