

# SRC News

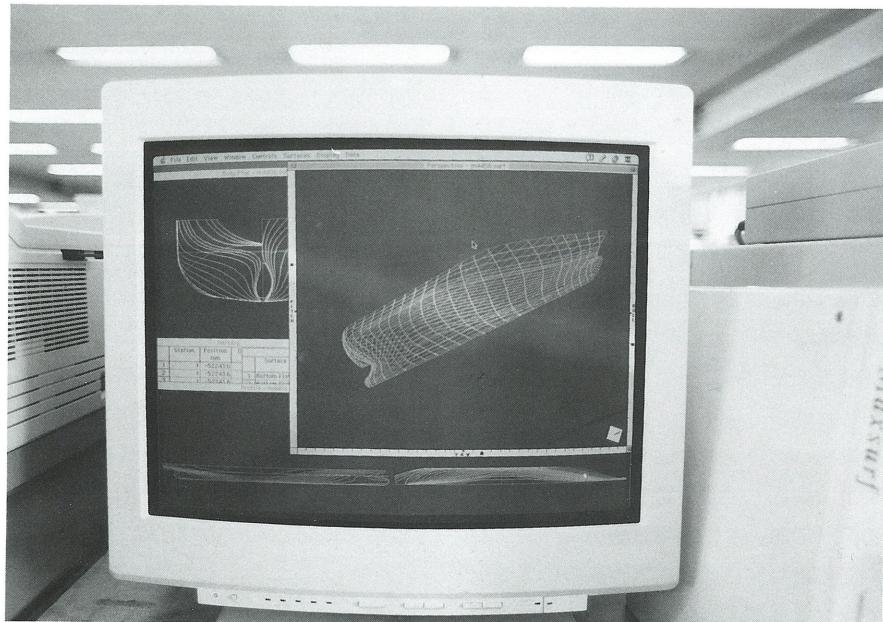
No.31 November '95

The Shipbuilding Research Centre of Japan

## ●目次●

曳航水槽試験の精度と信頼性について	Page 2
曳航水槽の多面的活用について	Page 4
船首の波沫きの減少について	Page 6
曳航水槽と模型試験	Page 8
一極北の海をめざして—	Page 10

## 水槽試験業務の近代化に向けて - CAD/CAMの導入について -

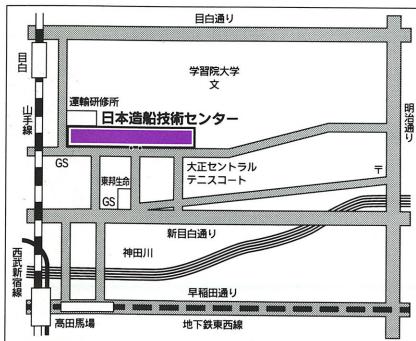


1960年代に始まるコンピューター技術の発展は、単純作業は勿論、かなり知的な作業までも次々とコンピューターを使う形態に置き換えていった。水槽試験業務においては、計測解析作業に早くから導入され、また、NC工作技術により模型船・模型プロペラ製作のコンピューター化が実現されている。しかし船体形状の創成とフェアリングに関わる線図作成作業だけは、独り時代に取り残された観があった。多様な設計条件と蓄積されたノウハウを組み合わせ、さらに独自の美的感覚が加わって進められる船体線図の創成は、推進性能に関わる船首尾付近の複雑な形状の表現が難しくコンピューター化を妨げていた。

造船技術センターにおいては、CAD関連のコンピューター技術の進展やソフトの動向、価格・メンテナンスの見通し

等の長年にわたる評価をベースに、線図作成へのCADシステムの導入に踏み切った。導入後、在来システムとの整合、必要ソフトの整備及びスタッフ教育を進め、現在は業務の有力戦力として活躍している。模型船製作工程の最上流部のコンピューター化は、模型船製作の省力・迅速化を促すとともに、出力される図面品質も向上させる。また、船体曲面が数学的に厳密に定義できるため、CFD計算の精度向上、統合的な生産管理システムとして提唱されているCALSへの対応も期待できる。

写真は導入されたシステムと作成された線図の一部を示している。造船技術センターでは今後とも更なるCADシステムの改良、機能向上を行い顧客のご要望に応えていく。



財団法人 日本造船技術センター  
〒171 東京都豊島区目白1丁目3番8号  
TEL 03(3971)0266 FAX 03(3971)0269

# 曳航水槽試験の精度と信頼性について

## 1. はじめに

船舶の諸性能の評価において、推進性能の評価は、他に比べて定量的に高い精度が要求される。すなわち、一般商船にあっては、ケースバイケースであるが、0.05ノット（約2.5 cm/s）は有意な速力差とみなされる場合がある。これは2万馬力で20ノットを走る船の場合には、大略100馬力のオーダ、すなわち0.5パーセントの差に相当する。船によって、この値は変化するが、約0.5～1パーセントのレベルで性能差が評価されていると言えよう。

水槽試験に置き換えると、試験の全プロセスを通して累積される誤差が、以上のレベルになる事が、水槽試験に要求される精度の条件ということになる。

産業活動における品質保証や製造者責任等が話題となり、ISO9000の水槽試験への適用について、国際水槽会議IITTCにおける討議テーマとなっている現状において、水槽試験の要件の1つである精度と信頼性の保持について述べる事は意義あるものと考えられる。当センターの取り組みを通して、精度と信頼性について概略紹介する。

## 2. 曳航水槽試験の目的と精度

推進性能に関する試験は、その目的により、(1) 船舶流体力学研究における実験的検証、(2) 船舶の基本設計における船型設計および性能評価の為のデータの取得、および(3) 速力保証を含む実船の性能評価（馬力、回転数計算）に分けられる。(1) の場合は、観察と計測との流体力学的な対応がつけば、目的の大半は達成されたことになるが、(2) および(3) の場合には、試験の繰返しの際の誤差を含め、上記の精度の達成が必要条件となる。なお、(3) の場合には、更に実船性能と模型試験データとを

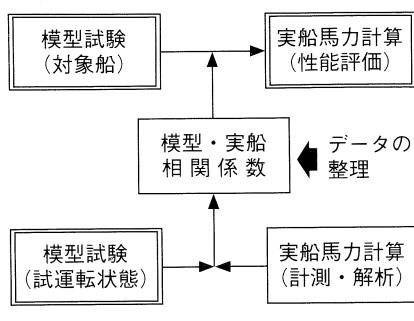


図-1 船舶の推進性能評価

流れの相似則をベースに結びつける合理的な模型・実船相関係数が必要であり、このためには信頼性の高い実船試運転計測データと流力的な尺度影響を考慮した解析によるデータの整理・評価が不可欠である（図-1）。本稿の記述は水槽試験精度に限るが、内外の曳航水槽においては、尺度影響上よりの模型船寸法や設備規模の大型化への要求と作業の難易やコスト等からの小型化指向とのバランスの上に、模型船長約数メートルを基準とする現状の設備規模が設定されてきていることを追記しておく。

## 3. 水槽試験の精度に影響する項目

試験の精度は、それを構成する設備や装置の特性や分解能、準備調整から計測に到るプロセスの中に含まれる要因の累積であり、それら要因を分析して、時代時代の技術をバックにして、精度の向上努力を継続して来たのが、水槽試験の歴史的一面である。主要な要因と対策を表-1に示す。それぞれの寄与を定量的に示すことは、紙数の関係から省略し、誤差要因の分析とそれへの対策が水槽試験の精度と信頼性を支えてきたことを理解して頂くこととする。すなわち、水槽設備は(1) 模型製作、(2) 水槽、(3) 曳引車およびレール、(4) 動力計等計測装置の主要部分とそれをつなぐ調整や準備に関する部分というハードの部分がある。模型製作精度に関しては、船

型やプロペラに関する設計値に対し、所定の精度内に収まり、かつ、製作後の変形を極力抑えるために、製作法の改善、数値制御工作技術の導入が行われている。水槽設備については、計画時における地盤対策をはじめとする土木工学的対策にはじまり、水槽の水理学的特性、すなわち制限水路影響、曳波、静振、残流、水温分布、水面の汚れ、生物による水質変化等であり、設備の要目の選定、消波設備、循環脱気設備、自然光や外気対策等水槽試験の環境の整備対策が必要である。これらの影響は水槽設備の要目や環境、試験の規模や内容により変化する為、長年の調査をもとに影響が一定するような作業プラクティスを作り上げている。曳引車およびレールは残留加速度や速度変動のない安定した走行を実現するための曳引車の剛性確保、車輪、レールの調整に加えて、交流直流変換装置、走行モーター、駆動システム、速度制御等システム全般の改良が進められている。計測装置については動力計の分解能の向上とドリフトの少ない安定した較正值、安定した低いアイドル値等の特性が要求される。又、模型船走行後の残流影響を修正する流速計等がある。以上の項目毎の改良に加えて、作業手順やメンテナンスの面からの精度向上が図られている。これらソフトの部分はスタッフのスキルに負うところが大きいが、適切な標準化（例えば乱流促進装置）をコストと品質のバランスを考慮しつつ進めて来ている。

以上は計測システムに関する対策であるが、その他に模型自体の流体力学的な性質を考慮せねばならない場合がある。模型船やプロペラの表面の流れのレイノルズ数による特性の相違を修正する乱流促進装置、肥形船尾をもつ船型における不安定現象評価のための試験・解析法等、船のまわりの流れの現象の理解をもとに慎重な計測・解析が必要である。新型式船や新船型の開発における性能評価

表-1 水槽試験における精度管理主要項目

設備・装置	項目	テーマ	対策
模型製作	模型船	変形防止	パラフィン・木材組合せ模型
		精度向上	船体数式表示 NC削成システム
水槽設備	水槽	精度向上	翼面数式表示 NC削成システム
		制限水路影響	水槽要目共通化
		残流影響	カレントメータによる計測 試験プロセス標準化
		曳波	消波装置 試験プロセス標準化
	レール	水温分布変化	冷暖房 水槽水循環、泡取り
		変形による速度変動	精密調整
	曳引車	振動特性	剛性確保
		定速安定走行 残留加速度	車輪、レール調整 精密速度制御
計測システム	動力計	計測の分解能 安定性	較正、保守、改良
	シャフト/スタンチューブ	振動特性 摩擦	精密加工／保守
	電気系	安定性	定電圧装置／変換装置
模型船の流力特性	レイノルズ数影響	乱流促進	模型船のスケール選定 乱流促進装置
	不安定現象	流れ場評価	流れ場の尺度影響を考慮した試験法

においては、これらについて充分な注意を要するところである。

以上のような精度向上と信頼性保持の成果を確認し、又、改善すべき問題点を抽出するために、適宜繰返し試験を行っている。図-2に繰返し試験の例を示す。最初の水槽試験実施より1~2.5年間保管されたパラウッド製模型の抵抗試験(○印)では模型製作直後の試験結果に比べ約0.5パーセント、自航試験(●印)では約1パーセント程度のレベルを達成している。

#### 4. 試験水槽間の協力

内外の水槽設備はそれぞれの歴史や経験を背景に精度の向上と信頼性保持への努力を継続して来ており、水槽間で計測に関する情報の交換や同じ模型船の持廻り協力試験等を行って来ている。各水槽間のブラックチスや実船データの相違による評価の整合を図るために、ITTCの標準解析法の作成が進められたが、当センターとしてもこのような国際協力に積

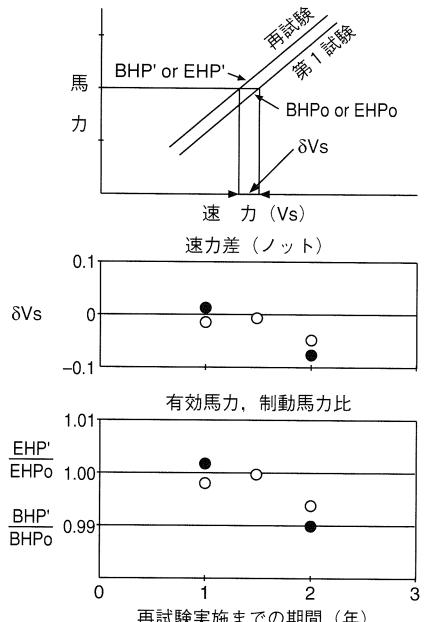


図-2 模型製作直後の試験結果と繰返し試験結果間の相違

極的に参加して来た。又、国内大小機関の情報連絡の場であるMINA連絡会において、計測技術に関する協力を用うなど、計測精度および信頼性保持への努力を続けている。

#### 5. おわりに

試験水槽はウィリアム・フルードによる建設以来、約1世紀を経たが、その間各国において大型試験水槽が建設整備されて、海運・造船産業の発展に貢献して来た。しかしながら、時代と共に試験水槽への要求は多様化しており、新型式高速船開発のための姿勢制御を伴う高速走行試験のような規模の拡大指向のテーマと共に、船型開発のための時間とコスト低減のために、小型回流水槽のようなフレキシビリティへのニーズが増加している。精度と信頼性という試験水槽の基本を保持し、時代のニーズに対応することが、当センターも含む試験水槽の課題と考える。



# 曳航水槽の多面的活用について

## 造技センター第2水槽の活動状況と今後の課題

### 1. はじめに

曳航水槽に求められる機能は（1）高精度と信頼性、（2）模型製作にかかる作業着手より試験結果を得るまでの時間の短い事、および（3）いろいろなアイデアや調査項目に対して多面的かつ柔軟に対応する事である。短時間のうちに多面的に優れた船型を得る事が必要とされる造船各社にあっては（2）、（3）は（1）に劣らぬ関心事であり、又、船舶流体力学の研究においても、流れの観察や計測等の多面的な機能が流れのメカニズム解明の為に期待されている。現存の大型水槽は建設時点で求められた精度や設備規模から、（2）、（3）は必ずしも得意ではない。一方、（2）、（3）の機能に優れる小型の曳航水槽や回流水槽においては、（1）の問題について条件付ではあるがそれなりに活用されている。回流水槽のようなフレキシブルな機能を持つ大型曳航水槽は可能であろうか。当センターにおいては、第2曳航水槽の機能の多様化（A・Q・F）

- (1) High Accuracy and Reliability
- (2) Quick Response
- (3) Flexible Functions

を進めて来ているが、本水槽の活動状況と共に、現状や課題を以下に紹介する。

### 2. 第2水槽の概要

第2水槽は商用試験に主として活用される第1水槽の北側に平行して設置されており、長さは第1水槽と同じ207メートル、最大幅8メートル、水深が第1水槽の6.3メートルに比べて4.15メートルである。本水槽は本来高速走行を意図しており、曳引車の小型、軽量化のために、水槽上端を水槽水面上に張り出して、レール間隔の短縮、ひいては曳引車動輪間隔の短縮を図っている。又、水槽中央計測範囲では水槽幅を広くと

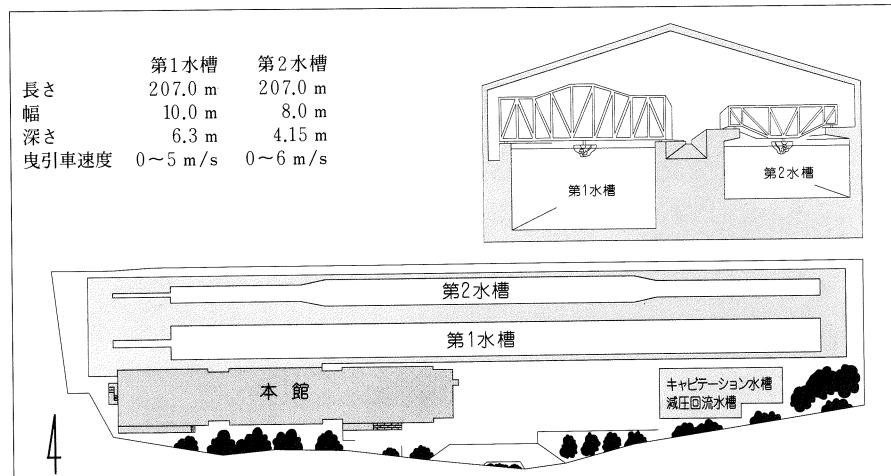


図-1 曳航水槽

り、助走および計測後の走行の範囲は幅を狭くする工夫が払われている。曳航速度の最大は6m/sで第1水槽に比べて高速である。曳引車は小型の為、配置上手狭であるが、第1水槽と同じテストが可能なよう、装置類は共通のものが装備されている。曳引車床下面には水面近くまでのゴンドラが吊下げられており、船のまわりの波や流れをごく近くから観察することが出来る。模型船の寸法は第1水槽が船長6~7メートルに対し、船長5メートル程度を上限としている。図-1参照。

### 3. 第2水槽の活動状況

1975年以後現在まで、第2水槽で行われた試験の種類、模型隻数や特殊試験件数の変化を図-2に示す。大部分は通常の抵抗・自航試験やプロペラ単独試験であるが内容において以下のような特徴がある。

- (1) 高速艇の小型模型による高フルード数域にわたる抵抗試験
- (2) 漁船々型や調査船に関する抵抗・自航試験
- (3) 作業船や台船等特殊な形状に関する抵抗試験
- (4) 競艇用ボートの開発に関する試験
- (5) 比較的小型の商船に関する試験

すなわち、対象は一般の商船に加えて小艇でかつ特殊な用途に用いられる船が多く、それぞれの試験において、船型の変更や副部の変化による影響の調査を伴っており、1隻あたりの試験の内容は大型模型試験に比べて格段に多い。流場計測や観察は従来は主に第1水槽で行われてきたが、第2水槽でも実施するように装置を整備している。なお、小型船の性能評価において、不可欠な耐航性能や操縦性能については、現状では第1水槽において試験が実施されている。

### 4. 第2水槽における特徴ある試験例

小型船に関する試験の代表例について、概略を紹介する。

- (1) 高速艇の航走時流体力 航走時の喫水・トリムを与えて、6分力計に固定し、揚力、抗力およびモーメントを計測し、喫水とトリムに関する流体力のチャートを作成する。このチャートをもとに、自由航走時の姿勢や抵抗を求める事が出来る。（図-3）
- (2) 小型の分割模型試験 船首、船尾の分割模型を用意し、組合せた場合や船首単独の場合の流体力計測を行い、船首、船尾

に関する設計データを作成する(図-4, 5)。

### (3) 水中翼付双胴船

水中翼角を変えて性能の変化を把握する(図-6, 7)。

以上の例における課題は、試験・解析から評価に到るプロセスの短縮で、これは、試験手順と共に曳引車上の計測・解析を一貫して処理する現システムにより容易に達成しうる。なお、船体まわりの流れの観察は水中カメラ・テレビのモニ

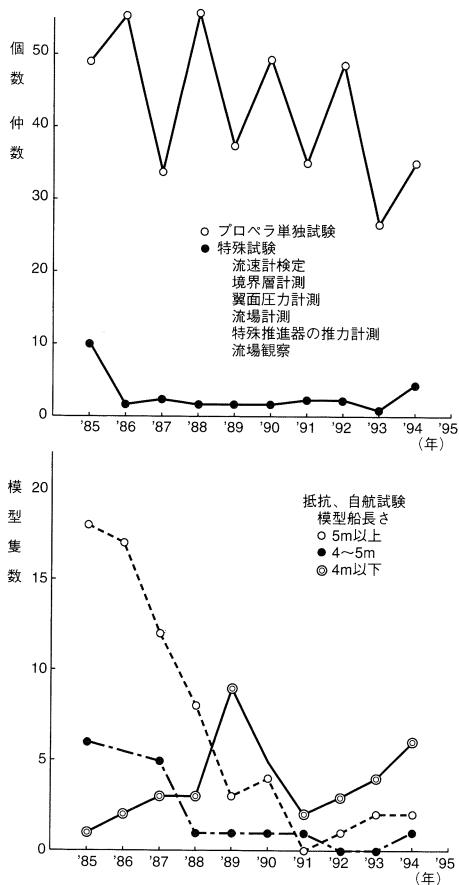


図-2 第2水槽における試験の変遷

ターにより対応しているが、流れの可視化法として一般に使用されるタフトやペイントでは準備のための工数低減に限度がある。又、模型試験はあらかじめ用意した候補の中から、最適ケースを選定する手法を採用しているが、試験の評価の上に、計画になかったケースを考えだし、模型製作、試験へと短時間のうちに進展させていくことが、求められるところであり、模型製作や試験という水槽のハード技術に加えて、評価や設計を助けるソフト面の充実が課題となる。

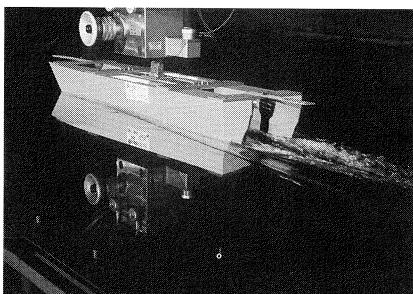


図-3 拘束曳航試験

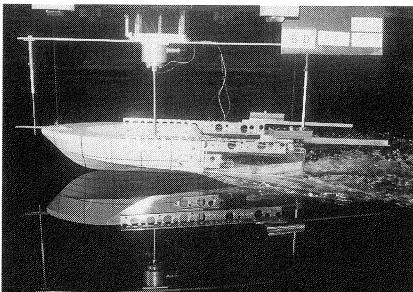


図-4 分割模型試験

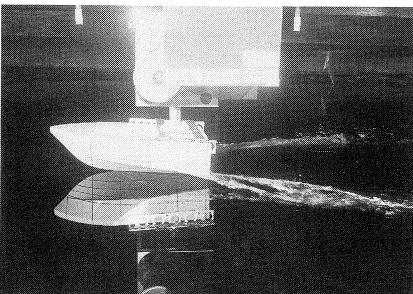


図-5 分割模型試験

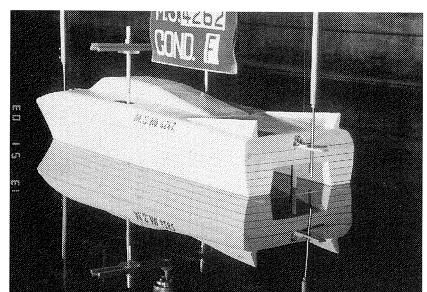


図-6 水中翼角変更試験

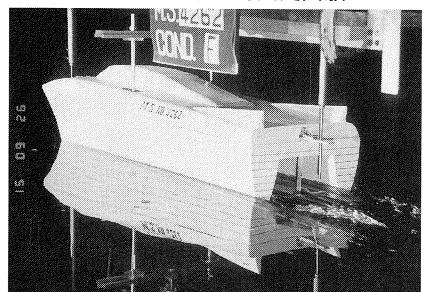


図-7 水中翼角変更試験

## 5. おわりに

大水槽に回流水槽のようなフレキシブルな機能を持たせる事は、言うは易く実現に到るには解決を要する課題が多い。しかしながら、大水槽の利点である外乱が小さく、精度と信頼性の高さを生かし、フレキシブルな対応可能な試験設備へ変化させていくことは、厳しい経済環境下の造船各社を主な顧客とする当センターの責務である。第2水槽における実績と経験や新しい技術を取り入れたA/Q/Fの総合された機能により、多様なニーズに応え、新しい分野を拓くべく努める所存である。

注：図-3及び図-4はシップアンドオーシャン財団技術開発基金による研究開発にて実施





# 船首の波沫きの減少について

## ～船型設計への水槽試験の貢献例～

### 1. はじめに

船首に波沫きを立てて全速で航走する船の姿は誠に勇ましい。しかしながら、波は船の推進エネルギーの変化した姿である故に、恰好の良い勇ましい波を立てる船はエネルギーの消費の大きい推進性能の悪い船である。又、大きな船首波は船首に装備される錨を洗い、荒天時では甲板への冠水を生じ易い。更に、水面に落下する沫きは水中へ気泡を混入させて音響機器の機能低下(SRC News No. 28 参照)等の不都合な問題を引起す。本稿では、ある排水量型の小型船の船型計画時に提示された係留設備の配置上からの錨との関係や音響機器機能低下防止要求に対処するため実施した水槽試験および実船の結果について概略説明する。

### 2. 実船について

本船は富山商船高等専門学校に所属する教育実習を主目的とし、併せて海洋観測機能を有する新鋭の練習船であり、主要目等は以下のとおりである。

全長	53.59 m
垂線間長	46.00 m
幅(型)	10.00 m
深さ	5.4 m / 3.4 m
計画喫水	3.20 m
総トン数	231トン
主機出力	1300 PS
航海速力	12.5ノット

本船の計画速力12.5ノットはフルード数で約0.3という排水量型の小型船としては高速船である。設計条件からの船体への要求の中で、推進性能の達成は勿論、錨と船首波との干渉の防止と船底に混入する気泡による音響機器機能の低下防止対策が重要な課題として提示された。図-1に船首付近の錨の設置状況を示す。満載喫水線上僅かに数十センチで錨下端に達し、しかもF.P.よりかなり後方に配置する等通常の商船の場合と異なっている。又、甲板の配置と景観上よりシステムの傾斜を大きくし、船首のフレアーの傾斜も大きい。以上の傾向は本船の航行時に、船首に盛る波は容易に錨の高さに達して、船首水面に大きな乱れを発生して船体抵抗の増加および、この船首水面の乱れに船首波頂の崩壊落下が加わって生じる気泡の混入、それに

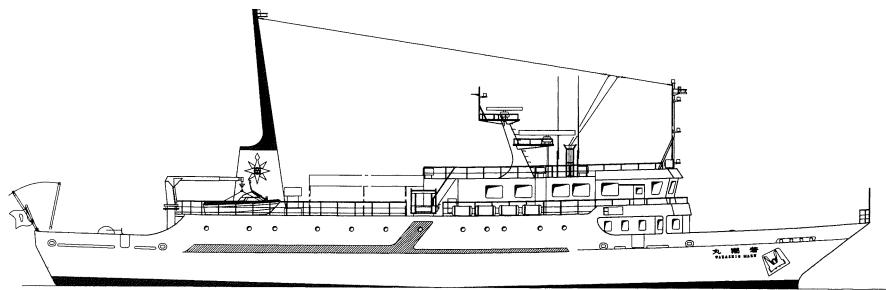


図-1 練習船配置図

よる船底に設置される水中音響機器の機能低下が懸念された。

### 3. 水槽試験による調査

係留設備と錨の配置は本船の機能上変更の余地は少なく、航走時の船首波の高さを可能な限り減少させることで解決を図らざるを得ない。又、気泡混入については、現状では限界を示すクライテリアは無く、これも可能な限り船首波を小さくする事で対処せざるを得ない。船首波を小さくするために、造波抵抗理論による検討をベースに船首突出バルブおよび計画喫水線付近の水線入射角等を設計上許容しうる条件の範囲で、大きさや形状を変化した5ケースを計画し、当センターの第2水槽において、模型試験による抵抗の計測および船首波の観察を行った。それぞれの特徴は以下のとおりである。

- A ; バルバスバウの突出しと大きさは5ケース中最小のケース
- B ; バルバスバウの突出しと大きさは5ケース中最大のケース
- C ; バルバスバウの突出しと大きさをBより若干小さくしたケース
- D ; バルバスバウの突出しと大きさをCケースとAケースの中間程度としたケース
- E ; バルバスバウの突出しと大きさをBケースとCケースの中間程度とし、更に計画喫水付近の水線の傾向を変えたケース

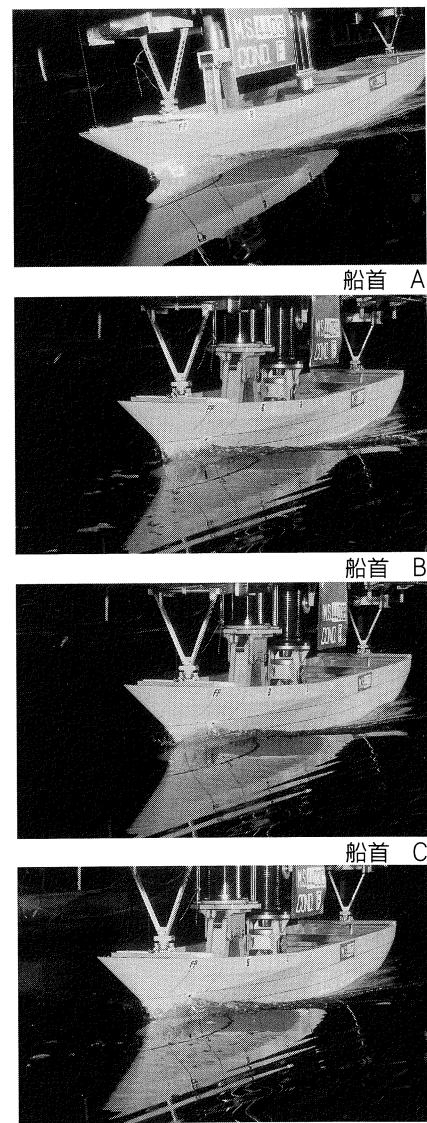


図-2 船首波比較 ケース A～D

以上の試験結果をケースAからの有効馬力の変化と船首付近の船側波形の比較により示した。図-2および図-3参照。以上より、バルバスバウおよび水線形状が、船首波の減少に効果の大きいことすなわち有効馬力の変化は数パーセントにも及び、船

時間で得るための工夫が検討、実行されていることを付け加える。なお以上の5ケースより、ケースEが実船に採用された。

#### 4. 実船の結果

速力試運転の結果を図-4に示す。模型試験結果を用いた実船性能推定結果に比べて、実船試運転結果はかなり良い性能となっているが、試運転時の状態（排水量）は計画状態より軽く、これを修正すると実船計測結果と推定値は良く一致する。

船首付近の波の状況を図-5、図-6、図-7の写真に示した。ほぼ計画喫水状態においても、錨は船首波の表面から離れており、又、船首の波沫きは少なく、更に船首より後方の波（船側および周囲水面での波）も小さい。以上より、船型改善の意図は実船にて実現できたと評価されると共に、模型と実船の現象が良く対応していると言えよう。



図-5 実船の波形（1）



図-6 実船の波形（2）

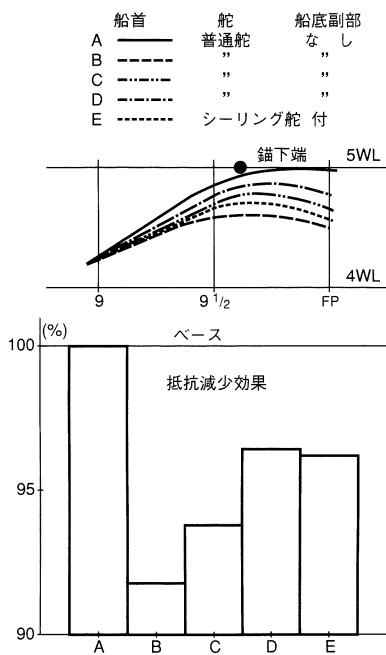


図-3 船首形状による抵抗および船首波への影響

満載状態	水槽試験結果	—
試運転状態	試運転状態推定	---
"	実船計測結果	○

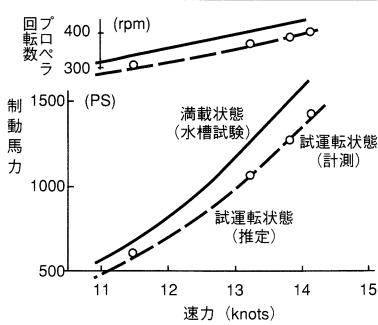


図-4 実船試運転結果

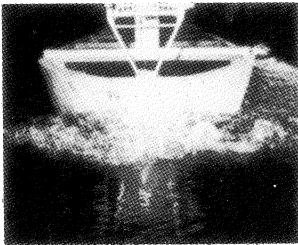


図-7 船首付近の波の状況

#### 5. おわりに

錨への船首波の干渉と気泡の混入を防ぐことを目的とした当センターの取組みについて紹介した。本件を通じ、第2水槽の多面的な活用について、計画、模型、試験の全プロセスにおけるQUICK RESPONSEへの工夫、改善を実行し、短期間に目標を達成して、設計進展および実船性能改善に貢献したものと考える。当センターとしては、今後共いろいろな課題に積極的に取組んでいく所存である。





# 曳航水槽と模型試験

## 実船の性能推定

SRC News No.24以降、抵抗試験、プロペラ単独試験、自航試験について説明してきました。今回は、これらの結果を使用して速力  $V_s$  で航走するときの実船の伝達馬力、プロペラ回転数を求める方法について説明します。

添字M, S は模型船、実船を表します。

### ① 船体抵抗

実船の全抵抗  $R_{TS}$  は、抵抗試験結果から求められます。有効馬力は、次式のとおりです。

$$EHP = R_{TS} V_s / 75 \quad (1)$$

### ② スラスト減少係数、スラスト

スラスト減少係数  $(1 - t)$  は、尺度影響が小さいと考えて、模型試験で得られた値をそのまま使用します。スラスト  $T_s$  は、次式となります。

$$T_s = R_{TS} (1 - t) \quad (2)$$

### ③ 有効伴流係数

模型試験結果から実船の性能を推定する場合は、スラスト一致法による有効伴流係数  $(1 - W_T)$  を使用します。

伴流係数は、粘性の存在により形成される境界層の厚さに大きく左右されること、および、粘性力の程度を表すレイノルズ数が模型船と実船では異なっていることから、殆どの場合、模型試験結果をそのまま使用することはできません。

有効伴流係数に対する修正係数は、理論的に求めることは困難で、現在でも、実験データに基づく係数が使用されています。即ち、模型試験結果と実船の海上速力試運転結果を対比させることによって修正係数を得ています。

修正係数として、我が国では、矢崎の

チャートが有名です。模型船の縮率が大きいほど、レイノルズ数の違いが大きくなりますので、修正係数は大きくなります。また、瘦型船に比べて、境界層の厚みが厚い肥大船の方が、修正係数は大きくなります。小型高速艇では、境界層の厚さが薄いこともあって、通常、模型試験結果をそのまま使用できます。

実船の有効伴流係数  $(1 - W_{TS})$  が決まりますと、船速が  $V_s$  のときのプロペラ前進速度  $V_A$  は、次式で求まります。

$$V_A = V_s \times (1 - W_{TS}) \quad (3)$$

### ④ プロペラ効率、プロペラ回転数

プロペラ単獨特性の尺度影響については、SRC News No.27 で説明したように、誰もが納得する方法が確立されていません。通常、実験上可能な高いレイノルズ数での模型試験結果がそのまま使用されています。

上記のように有効伴流係数が実船と模型船では異なりますので、プロペラ単獨特性が同じであってもプロペラの作動点が異なり、プロペラ単獨効率は同じにはなりません。以下、実船のプロペラ単獨効率を求める計算法について説明します。この計算において、実船のプロペラ回転数も得られます。

1) プロペラ形状、プロペラ単獨特性は既に分かっているものとします。図-1 の太い実線は、プロペラ単獨特性を表します。

プロペラ単獨特性としては、通常、スラスト係数  $K_T$ 、トルク係数  $K_Q$  が示されますが、本図にはこれらから計算で求まる  $K_T / J^2$ 、 $\eta_0$  の曲線が示されています。スラスト係数を計算するためには、プロペラ回転数が必要ですが、これは現段階では未知数です。 $K_T / J^2$  は、プロペラ回転数が不明でも、次式のように、

プロペラの直径、スラスト、前進速度の値が決まると定まります。

$$K_T / J^2 = T / \rho V_A^2 D^2 \quad (4)$$

$$J = V_A / n D$$

$$K_T = T / \rho n^2 D^4$$

$\rho$  水の密度

$n$  プロペラ回転数

$D$  プロペラ直径

2) (2), (3)式のプロペラの必要スラスト  $T_s$ 、前進速度  $V_A$  を(4)式に代入します。この値を使用して、図-1 の矢印にそつてプロペラ前進係数  $J_{TS}$  が定まります。このプロペラ前進係数に対応するプロペラ単獨効率 ( $\square$ 印) が、速力が  $V_s$  のときのプロペラ単獨効率  $\eta_0$  です。

3) プロペラ回転数  $n_s$  は、プロペラ前進係数  $J_{TS}$  とプロペラ前進速度  $V_A$  から、次式で計算されます。

$$n_s = V_A / J_{TS} D \quad (5)$$

### ⑤ 船後プロペラ単獨効率比

船後プロペラ単獨効率比  $\eta_R$  はプロペラに流入する流れの不均一さに関連するパラメーターですから、境界層の相対的厚さによって変化するとも考えられますが、値が 1.0 に近いことから、修正量も小さいことが予想されますので、尺度影響を考慮していません。

### ⑥ 伝達馬力

以上の手順で、有効馬力  $EHP$ 、および推進係数  $\eta$  を構成する諸要素が求まり、次のように伝達馬力  $DHP$  を計算することができます。

$$\eta = (1 - t) \times \frac{1}{(1 - W_{TS})} \times \eta_0 \eta_R$$

$$DHP = EHP / \eta$$

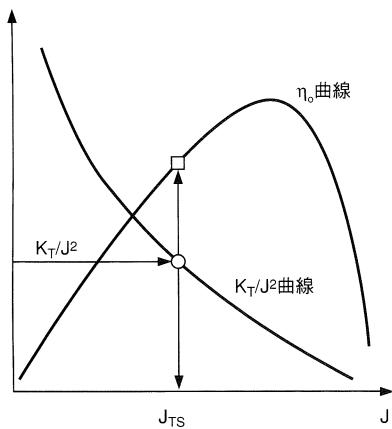


図-1 プロペラ単独特性とプロペラ作動点

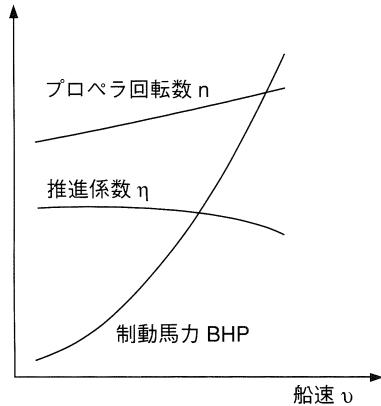


図-2 馬力等曲線図

馬力等曲線図の例を図-2に示します。図-2には、伝達馬力DHPの代わりに制動馬力BHPが示されています。制動馬力は、軸系の伝達効率 $\eta_r$ を用いて次式で計算されます。

$$BHP = DHP / \eta_r$$

#### コラム

##### ストックプロペラ

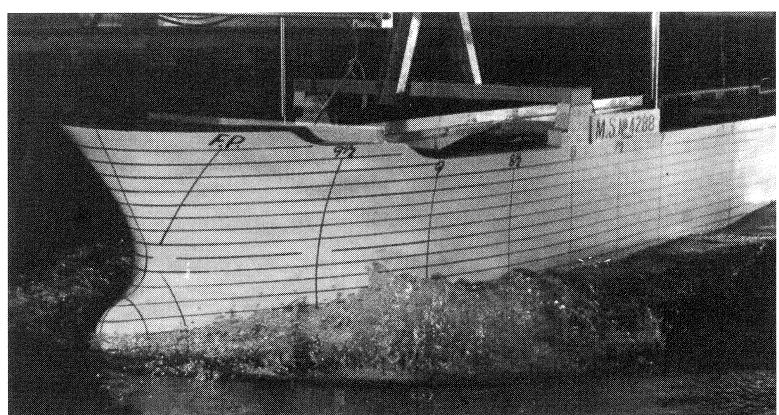
推進係数を構成する諸要素のうち、自航要素 $(1-t)$ ,  $(1-w_r)$ ,  $\eta_r$ は主に船体形状に左右されます。

プロペラ形状の影響としては、直径の影響が比較的大きいのですが、その他のピッチ比や翼断面形状等の影響は余りありません。工学的近似として、直径がほぼ等しい模型プロペラを使用した自航試験の結果を、実船に装備されるプロペラの場合にも適用できると考えられます。

この考え方に基づいて、我が国では、自航試験に使用する模型プロペラは個々

の船毎には製作せず、試験水槽が保有している数多くの模型プロペラ（ストックプロペラ）の内から、実船に装備予定のプロペラの形状に近い相似プロペラを選択して使用しています。

なお我国で一般的に用いられる分析的な考え方においては、何らかの理由で実船に装備予定のプロペラの形状が若干変更されても、自航試験をやり直す必要はありませんが、自航試験結果を直接スケールアップする欧州で一般に採用されている方法では、自航試験を再度実施することが必要となります。



# 一極北の海をめざして—

## 国際北極海航路開発計画シンポジウム

平成7年10月2日より5日までの4日間、新宿のホテル海洋において、国際北極海航路開発計画（INSROP）シンポジウムが開催された。INSROPは、我が国の（財）シップ・アンド・オーシャン財団、ノルウェーのフリチョフ・ナンセン研究所、及びロシア中央海洋調査設計研究所が中核となり、商業航路としての北極海航路（北東航路）啓開の可能性について研究開発を実施しているもので、シンポジウムは過去3ヶ年間の研究成果を問い合わせ、専門分野を越えた討議を行うことを目的として開催されたものである。第一日には、北極海全般についての啓蒙的な講演や（財）シップ・アンド・オーシャン財団がロシアの砕氷貨物船を庸船として実施した、北極海航路実船試験報告などがあり、INSROPが特定の専門家によって実施されているにも拘わらず、参加者は、世界8ヶ国、279名を数える盛況であった。

INSROP計画の分野分類に従い、北極海航路の自然条件と氷海航行、環境への影響と評価、航路の経済性評価、及び政治、法制の問題について、合計94編の論文が発表され活発な討議が行われた。

当センターも、INSROPの日本側コードネータとして、氷海航行技術に関する論文やタンカーからの流出油の挙動、北極海航路による将来の海運予測などについて発表し注目を集めた。

## 地球規模の海洋調査について 必要性と課題

### 1. はじめに

人間活動の結果として発生する温室効果ガス、特に炭酸ガスの急増とそれによる地球規模の気候変動や温暖化の進展を指摘されている。これを正確に予測し、適切な対策を立てるためには、気候予測技術の改善、そのベースとなる海洋環境データの充実が緊急の課題とされ、国際協力による海洋調査が広範に進められている。本稿では極域の調査に重点を置き現状と課題を概略紹介する。

### 2. 極域の海洋調査について

極域に積もった雪の変化した氷を調べることにより、過去の気候を知ることが出来る。これにより極域の氷量の変動が例えば熱帯赤道付近に発生するエルニーニョと相関があるなど、世界各地の気象や自然現象が地球規模で影響しあっていることが判って来ている。これら現象には地球表面の大部分を占める海洋が大きな役割を荷っており、海洋調査によってその状況は徐々に明らかになって来たが未知の領域が依然として大きい部分を占めている。特に北極海については、地球規模の気象、気候に与える影響の大きさから、観測強化策とこれによる中層大気領域と氷海との相互干渉メカニズムの解明をめざす提案が各國より出されている。北極海域の過酷な自然現象を克服して、人工衛星による平面的な情報から海面下の鉛直方向の諸データを収集する新しい海洋観測システムの構築の必要性が叫ばれている。

## 3. 海洋観測システムの課題

以上のようなシステム構築のためには山積みしている技術課題を解釈せねばならない。それらは（1）物理、化学、生物の各分野において、精度、安定性、経済性に優れ長期使用に耐える小型で軽量なセンサー類の開発

（2）ミクロからグローバルなスケールの計測システムを有機的に組み合わせた観測システムの開発、すなわち各種ブイ、有人無人のROV、海底観測室、作業用サブマージブル、高空領域用バルーン、ロケットや衛星を組み合わせ、それらの中核となる装置は移動センター、データセンターとしての機能を持つもの

（3）データベースの整備

多種多様なデータを利用容易な型に整理し、蓄積して活用させるためのデータベースの構築・整備

（4）専門分野間の協力を具体化さすための国際間協力をサポートする制度等である。

以上のような装置の開発や研究は国際的に開かれたものとして、開発や研究成果の実を上げる必要がある。

## 4. おわりに

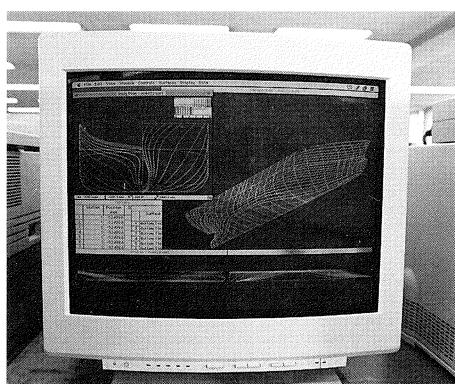
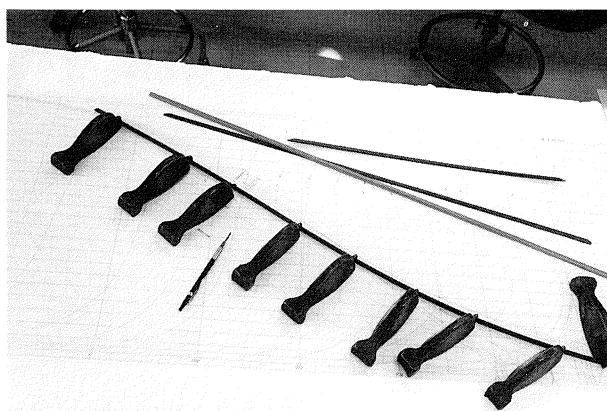
地球環境問題対策の一翼を荷う地球規模の海洋調査プロジェクトは、センサー、ビーグル、新しい型式の船舶、大規模システム等の新しいタイプのニーズを内包している。我が国の優れた造船技術がこのような極地観測分野に貢献することが期待されている。当センターとしても、極北の海をめざすいろいろなテーマに関心をもって積極的に対応している。

## こだわりーバッテンのことー

世の中のコンピュータ利用は怒濤のように進んでおり、当センターも遅まきながら、線図作成、フェアリングはC A Dシステムに切換わりました。手作業による線図作成に長年携わって来た者としては誠に感慨深いものがあります。ここに哀惜の情をこめて、線図作成の友人であった、便利な道具「バッテン」についてお話をさせて頂きます。

バッテンはご存じだと思いますが、線図作成・フェアリングをはじめ滑らかな曲線を描くために使われる弾性のある薄い板材です。材料は木材やプラスチックがありますが、当センターでは『あららぎ』というシベリア産の木材を使って来ました。以下は、選定のいきさつです。まずプラスチックですが、バッテンにはバッテンを支えるウエートという友が居りこの友達に一番嫌われるのがプラスチックのバッテンです。嫌われる原因是プラスチックの表面が滑らかすぎてウエートのフックが滑ってしまうことです。バッテンを使って様々な曲線を作図しますが、曲線によっては中央から端部に向かって細くするとか、又、プロペラの輪郭を製図する場合にバッテンの中央に向かって細くするなどカンナを使って対象とする曲線の特性に応じて、作図者が独特のバッテンを作っていましたが、プラスチックでは不可能です。また、製図用紙によっては滑りやすく特に当センターの使っているダイアマットという樹脂系の用紙では非常に扱いづらく、これもまた嫌われた原因でもあります。

但しプラスチックには、実に木材とは比べ物にならないほどの捨てがたい良さがあります。まず第1は折れないということです。これには非常にしづといものがあります。次に安いということと耐久性抜群であり、消耗品ですがお金を支払って購入する会社にとっては嬉しい限りです。



曲線を描くときの友としてウエートと人間に好かれた木材ですが、ここでも『あららぎ』と『檜』がありましたが檜が競争に負けました。あららぎに比べて穏やかな気候で育った檜は最初の曲線の性質を身につけてしまって、例えれば最初の曲線に貞節をつくして譲らぬ、実際に扱いづらい木材なのです。使う人間にとつてみれば貞節心は捨てて自由奔放の方がいろいろな形のスムーズな線が描けるということです。北国の厳しい寒さに耐えた木目の緻密で弾力性に富む自由奔放な『あららぎ』製のバッテンはこのようにして生き残りました。

しかし、現在ではあららぎそのものが少なく貴重な木材となり、止むを得ず、プラスチックや檜が使われているところもあります。新しい良く乾燥させた柾目の『あららぎ』材のバッテンは望み薄ですが、当センターでは過去に購入した

『あららぎ』材のバッテンの在庫が豊富にあり、現在でも大切に使っております。

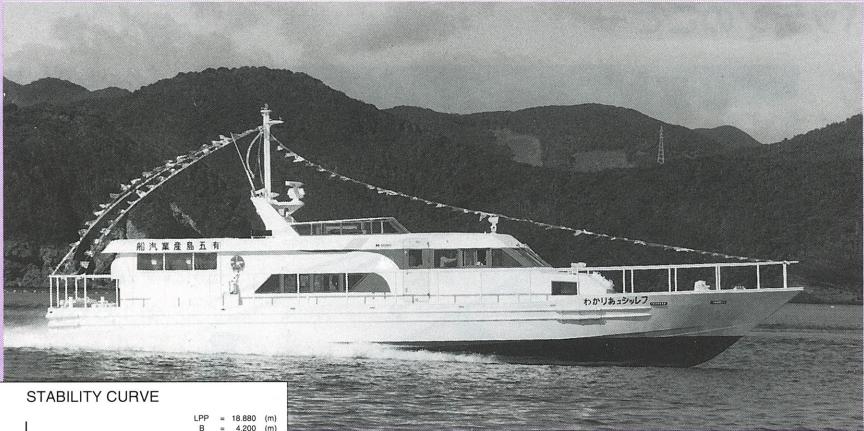
線図作業のC A Dシステム化は作業の近代化の第1歩です。すでに当センターでもC A Dによる線図が次々と生まれております。しかし、フェアリングの際の判断にバッテンの助けの要る場面もあり完全引退はまだのようです。若いシステムの成長を見守りながら、要所をピシッとおさえるのが大ベテランとしてのバッテンの役目かと思います。

### 編集後記

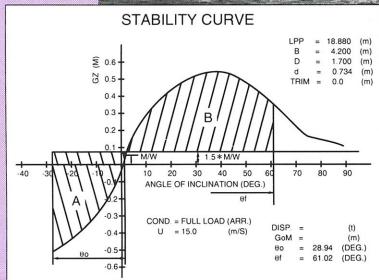
水槽試験の原点は何であろうか、又、何が求められているのだろうか。そのような思いから、精度と信頼性、多機能とQ U I C K R E S P O N S Eなど、当センターの取組み状況を紹介しました。産業構造の変革、ハイテク産業や第3次産業へのシフトなどが叫ばれますが、造船業に匹敵する関連産業の広いそ野や雇用人口をもつハイテク、第3次産業は仲々難しいようです。造船業は鉄や自動車などと同じように、いましばらく老骨に鞭打って頑張りとおさねばならないと思います。当センターは、造船産業の支援を設立の主旨に掲げており、顧客のニーズにも応えるべく、遅ればせではありませんが近代化へ向けて進みつつあり、その一端を紹介しました。

(K. T)

# 新造船と復原性



船名 フレッシュありかわ



フレッシュありかわの復原力曲線と判定図

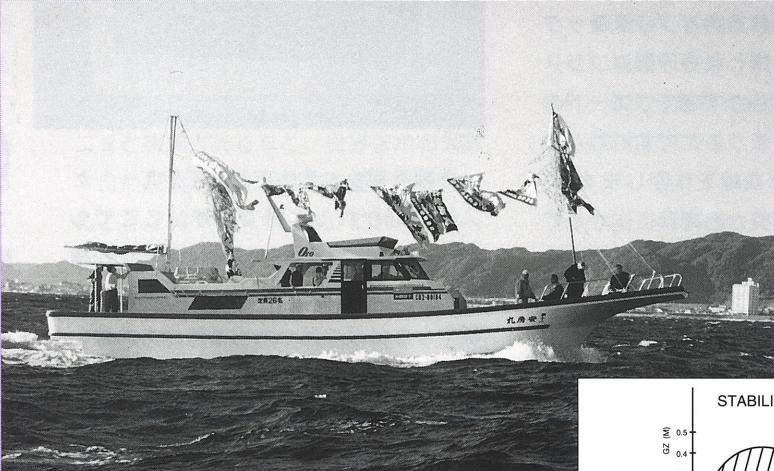
本船は、長崎県の佐世保～上五島（有川）を結ぶ高速旅客船である。

船体中央部の乾舷は約95cmあり、最大復原度は約55cmで、安定した復原性能を示している。

用途	旅客船
船主	（有）五島産業汽船
造船所	熊本ドック株式会社
竣工	平成7年8月
総トン数	19トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 17.92 × 4.2 × 1.7
主機	連続最大出力 1000PS 回転数 2,300rpm
	基數 2基
最大速力	37.8ノット
旅客定員	47名

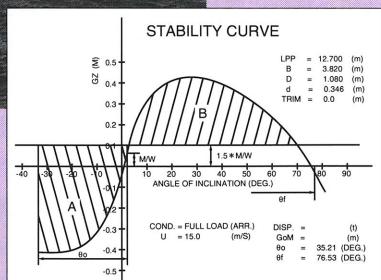
船名 第十一安房丸

用途	小型遊漁兼用船
船主	安田庄治
造船所	池田造船所
竣工	平成7年1月
総トン数	13トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 12.7 × 3.82 × 1.08
主機	連続最大出力 550PS 回転数 2,000rpm
	基數 1基
最大速力	22ノット
旅客定員	26名



千葉県白浜町を母港とし、南房総国定公園の中央、房総半島の南端部の海岸線に面する沖合を主漁場とする遊漁船である。

本船は船幅が若干狭いが、十分な復原力有効範囲により、安定した性能を示している。



第十一安房丸の復原力曲線と判定図

## 申込みの受付

試験等の申込み、問合せは当センター企画室までお願いします。

〒171 東京都豊島区目白1-3-8  
TEL 03-3971-0266 FAX 03-3971-0269

財団法人 日本造船技術センター(SRC)