

SRC News

No.8 January '90

The Shipbuilding Research Center of Japan

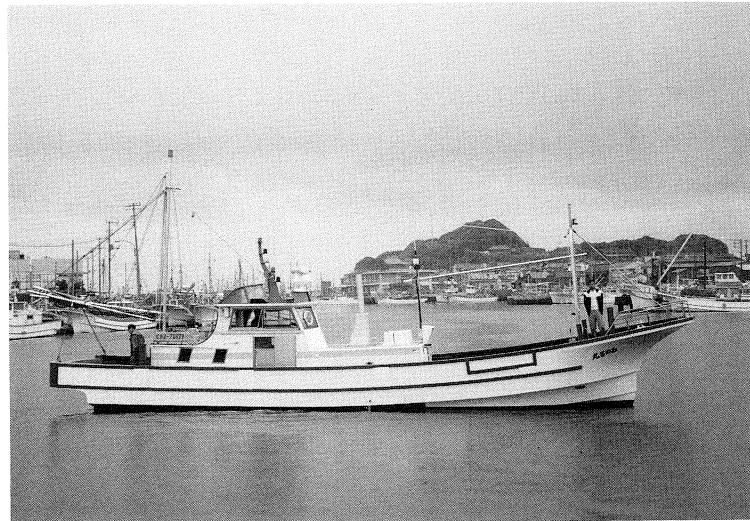
● 目 次 ●

| | |
|-----------------|---------|
| 小型遊漁船の復原性 | Page 2 |
| 推進性能予測法 | Page 4 |
| 歴史の中の名船と推進性能 | Page 6 |
| プロペラボスにつけた省エネ装置 | Page 8 |
| 新造船と復原性 | Page 10 |



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(971)0266~0268 FAX 03(971)0269

小型遊漁船の復原性



近年、海洋レジャーの隆盛と多くの釣りファンに支えられ、小型遊漁船の建造が盛んに行われています。今回、過去2年間に当センターで復原性計算が行われ、次の条件に当てはまるこの種の船舶を対象とした、簡単な調査・検討を試みたので紹介します。

〈調査対象とした船の条件〉

- 小型遊漁船または遊漁兼用船（船の長さ12m未満）
- 単胴で船型や主要寸法が異なり、限定沿海を航行区域とする。
- 総トン数が5トン以上で13名以上の旅客定員を有する。

これらの条件を満す船として13隻を抽出しました。この13隻の船は、総トン数7~14トン、旅客定員25~57名と大きさにかなり幅があります。

このクラスの遊漁船の復原性については、船舶復原性規則が準用（昭和62年10月1日より）※されています。この規則には、大別して4つの基準が示されており、なかでも最も厳しい条件を与えるのは、「標準の定常風を横方向に受け、かつ、

この定常風によって生じた波で横揺れし、船舶が最も風上に傾斜したとき、突風を受けても安全であること」とした、いわゆるC係数が1より大きくなければならないとする基準です。今回は、判定時に最も厳しくなる場合が多い、満載入港状態を調査・検討の対象としました。

今回の調査では、13隻の内9隻が固定バラスト（0.1~2.0トン）を搭載して基準をクリアしており、さらに、内2隻は改造工事を要しました。こうした現状は何に起因するのでしょうか。

問題点を大ざっぱにとらえ、よりわかり易くとの観点から、船の型幅（B）と船体中央部乾舷（F）とを用いて調査・検討した結果を図に示します。図中のⒶ～Ⓑの領域は、主要寸法の一つであるBとFの関係から眺め、次の観点で分けた基準適合上の判断の一つの目安です。

Ⓐ 領域…固定バラストの搭載を必要とせず望ましい。

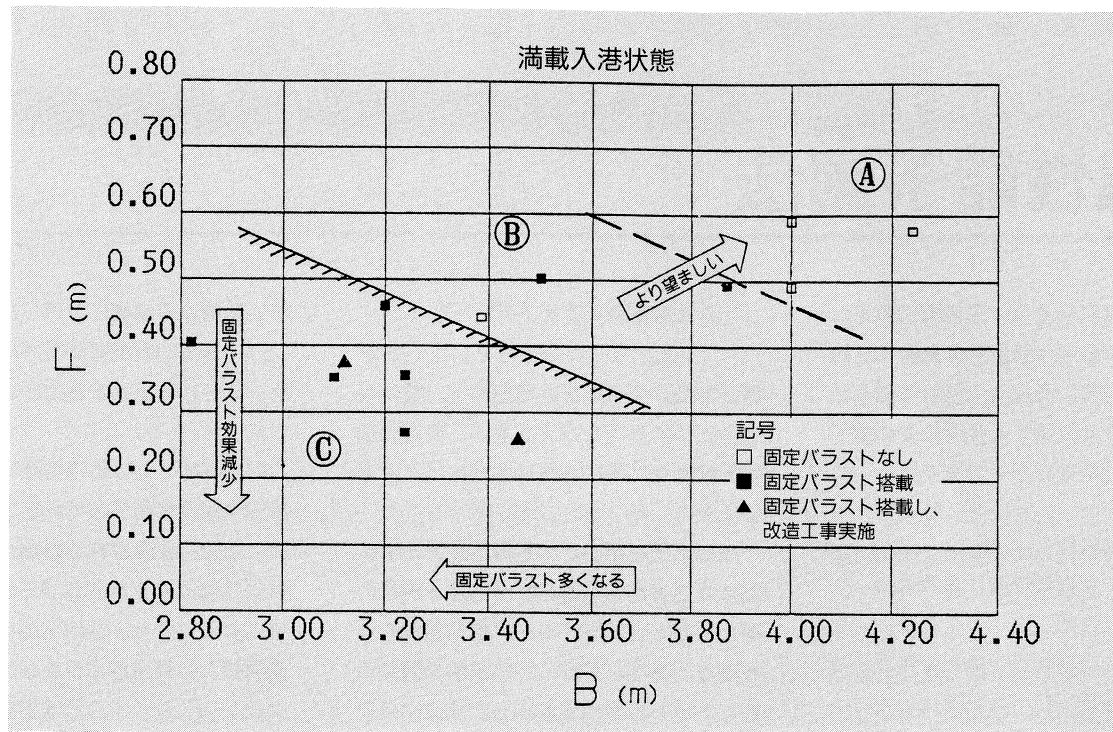
Ⓑ 領域…若干の固定バラストを搭載して復原性を増すことによって、基準がクリアできる。

◎ 領域…基準をクリアするためには多くの固定バラストを搭載する必要がある。時に、固定バラストが有効に働くか、やむなく船体や甲板室の改造が必要となる。この領域は極力避けることが望ましい。

乾舷の大きさにもありますが、型幅3.6m未満の船は、それ以上の船に比べて基準がクリアしにくい場合が多いと言えます。検討を行ったBとFとの関係は、基準への適合の様子を比較的良く示しています。しかしながら、この他にも基準値の計算に大きな影響を及ぼす要素として、船型、重心位置、海水流入開口位置、風圧側面積とその形状などがあり、この図のみから一義的に判断できないことも確かです。

今後、新しい遊漁船の設計・建造に当っては、主要寸法の選択はもとより、より復原性の高い船型の工夫や全体的に無理のない計画で進めることが大切です。

※SRC News No.1号参照



N係数について

船を静水中である角度に傾けて放すと、横揺れ角は横揺れ抵抗によるエネルギー散逸のため図-1のように一揺れごとに減衰していく。

横揺れ振幅を $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_n$ とし、となりのピークどうしの差と平均を

$$\Delta\phi_n = \phi_{n-1} - \phi_n$$

$$\phi_m = (\phi_{n-1} + \phi_n) / 2$$

$$n = 1, 2, \dots, N$$

とする。

平均横揺れ振幅 ϕ_m を横軸に $\Delta\phi$ を示すと図-2のよう

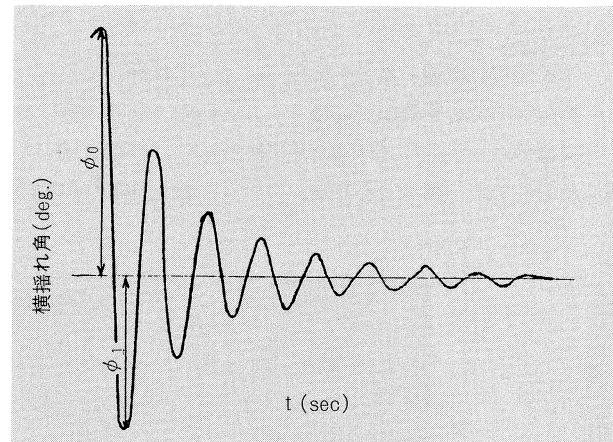


図-1 減衰曲線

で近似し、このときの a、b 係数を最小二乗法で求めると、N 係数(減滅係数)は

$$N = \Delta\phi / \phi_m^2 = (a / \phi_m) + b$$

で求められる。

N 係数の N の値が大きいほど横揺れ抵抗が大きく早く減衰する。船舶復原性規則によると、ビルジキールを有する通常の船舶では、通常 0.02 が使用される。

小型船舶の横揺れ特性は、いまだ十分に解明されておらず、船の長さ、幅、深さ、喫水、排水量、横メタセンタ及び船型などが具体的に与えられたとき、この条件に対する N 係数を精度よく推定することは、いくつかの推定式があるものの複雑な流体現象が関わっているためなかなか困難な問題である。

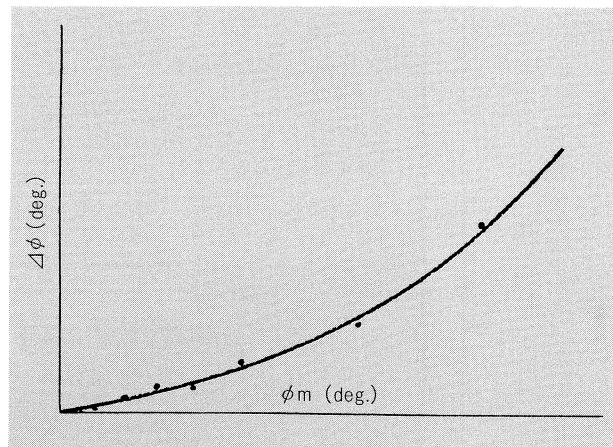


図-2 減滅曲線

推進性能予測法

船舶の設計に当たり、主機関の選定、速力予測、プロペラ設計等のために、建造しようとしている船（以下、本船と言う）の推進性能に関する予測値が必要である。推進性能を細かく分割すると

- ◆ 抵抗性能
形状影響係数、造波抵抗
- ◆ 自航性能
スラスト減少係数、伴流係数、船後プロペラ効率比

となるが、その予測法としては

- (I) 模型試験による方法
 - a 曲航水槽における大型模型
 - b 回流水槽における小型模型
 - c 曲航水槽における小型模型
- (II) 設計チャートによる方法
 - a 系統的模型試験に基づくもの
 - b 様々な船型の模型試験に基づくもの
- (III) 類似船の性能から類推する方法

(IV) 理論計算による方法

等がある。要求精度、所要期間、費用等を勘案して適当な方法を選ぶ。設計の進行に合わせて複数の方法を選ぶことが多い。

曳航水槽を用いた大型模型による模型試験から予測する方法は、精度、実績の面から最も信頼性がある。実験精度から見ると、海上における実船試験や回流水槽における小型模型による試験に比べて、格段に優れている。実船との大きさの違いに対する修正もほぼ確立しており、信頼性は高い。しかし、所要期間や費用の点から何時でもという訳にもいかないのが欠点で、次善の策も必要である。

ここでは、三つの次善の策について述べる。

それは、

- (1) 回流水槽における小型模型による模型試験
- (2) 様々な船型の模型試験結果を理論

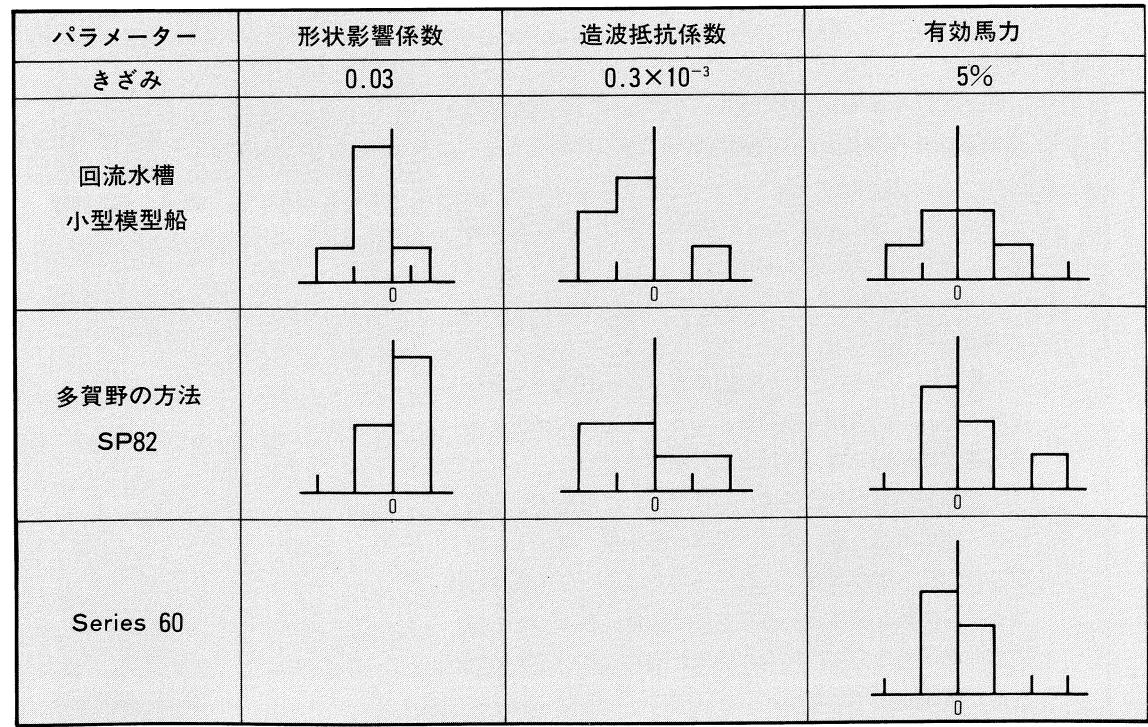
的、統計的に分析した方法

- (3) 系統的模型試験結果に基づくチャートによる方法

である。

回流水槽における模型試験は、船の造る波や船体まわりの流れを定期的に観察するために使用されてきたが、最近、抵抗試験などの定量的試験にも用いられる様になってきた。回流水槽における定量的試験は、基本的には比較試験で、レフアレンス・シップと称するものが必要である。これは、本船と類似の船型で、曳航水槽における大型模型による試験等によってその性能が分かっている船のことである。この船と本船の模型船（模型の大きさが同じ）を出来るだけ同じ条件で試験してその違いを見出す。前述(III)の類似船の方法に似ている。類似船と本船の若干の船型の違いを模型試験で見出そうとする方法である。

(2)、(3) の方法は、昔からよく使われている方法でその種類も沢山有る。主なも



のは、SRC NEWSのNo.4に概要が載っている。

(2) の方法は船型を規定するパラメータ(船の長さ幅比、肥満係数等々)を独立に変更した船型群に基づいていないので、推定に用いないパラメータの影響が誤差となる。基になっているデータや推定に用いるパラメータの選定が悪いと誤差が大きい。また、既存のデータに無いような船型に強引に適用すると思わぬ結果をまねくことがある。

(3) の方法は、系統的試験が大型模型を用いて曳航水槽で実施されており系統的試験に用いた船型と同じ船型に適用する限り、前述(I) aと同じ精度が得られるが、系統的試験は、費用等の面から船の主な要目のみを変更して実施されること多いためにその使用範囲も限られている。また、主な要目以外の船型要素が本船のそれとは異なっているのが普通で、注意して使わないと、この場合も思わぬ結果をまねくことがある。

これら三つの方法の所要期間、使用に当たっての主な制限を別表に示す。

また、1軸の大型一般商船5隻の計画満載状態に適用したときの、当センターで実施した大型模型船を用いた曳航水槽における試験結果との違いを、度数分布にして下図に示す。

方法(2)の例としては、抵抗性能の推定には主に多賀野の方法、自航性能の推定には当センターの標準的推進性能推定システム(SPR2)を用いた。1隻大きく外れているのがある。

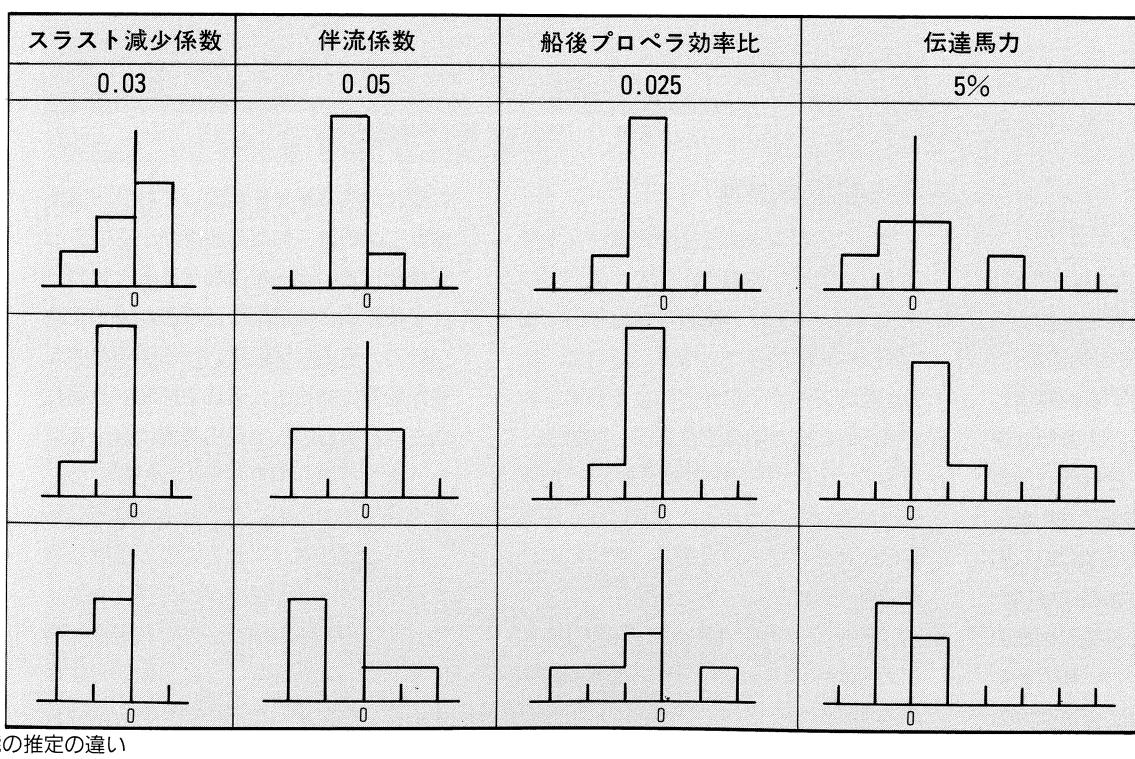
方法(3)の例としては、Series 60を

用いた。ただし、1隻はチャートの適用範囲を超えていたので5隻の度数分布を示した。比較的よく合っているが、データ数が少ないとおり一寸できすぎの感がある。

さきに述べたように、三つの方法は所要の時間、費用、得られる情報等が異なっており、それぞれの特色をうまく利用する必要がある。しかし問題を推進性能の推定精度に限ると、データ数が少ないので早急に結論を得るのは危険であるが、総じて言うと、これらの三つの方法は、同程度の誤差を持っていると考えられる。

表 予測法の特徴

| 方 法 | 所要時間 | 使用に当たっての主な制限 |
|---------------------|------|--|
| 1 回流水槽における小型模型による試験 | 長い | レファレンス・シップが必要 |
| 2 様々の模型試験結果を分析 | 短い | 分析に用いたパラメータ以外の影響が分からず実績の無い船型に適用すると危険 |
| 3 系統的模型試験結果のチャート | 短い | 適用できる船型が限られている 系統的模型試験を実施した船型と異なる船型に適用すると危険 |



歴史の中の名船と推進性能

(その2) コルゲート外板の省エネ貨物船

100年以上の歴史をもつ船型学が船の性能をどのように改善したかと問われても簡単には答えられないのが、船型研究の特色と言えるかもしれない。船型性能の評価が難しいのは、より速く、より大きくと言った物理量の改善で考えることができないからで、船型が時代によって肥大化、幅広化、細長化、高速化と設計のフィロソフィーを変えてゆく中で、船型性能を包括的に評価する基は明確にされていない。

このため、研究の方法は進歩するけれども、研究のテーマの方は、時おり循環してリバイバルしている。以前に使われた船型が忘れられても、それは時代に適応しなくなったからで、技術の価値が100%失われたわけではない。

次の1908年頃建造された、英國貨物船 Monitoria号もこの一例で、近年は船側フィンなどの流れ制御で振動や推進性能改善がはかれているが、この先駆として考えられるものであろう。またこの不思議な船型が、当時の成功例とされた理由を今日の知識レベルで再評価してみるのも、面白いことであろう。

省エネ船型、Monitoria号

長さ約85mの小型貨物船Monitoria号は、図-1の中央横断面に見られるようにフレーム・ライン形状に波形船型(corrugated side principle)を採用していることを特色としている。主要目は表-1に示す通りであるが、乙筋の波形の山は高さ約0.32m(最大半幅の約5.3%)、長さは船長の70%位に見える(写真1、2)。

この船型については、試運転成績(図-2)と、当時の類似船型の試運転性能の比較(表-2)がわかっていて、類似船型(通常船側)No.1、2に比べて10%前後の馬力減少になっている。

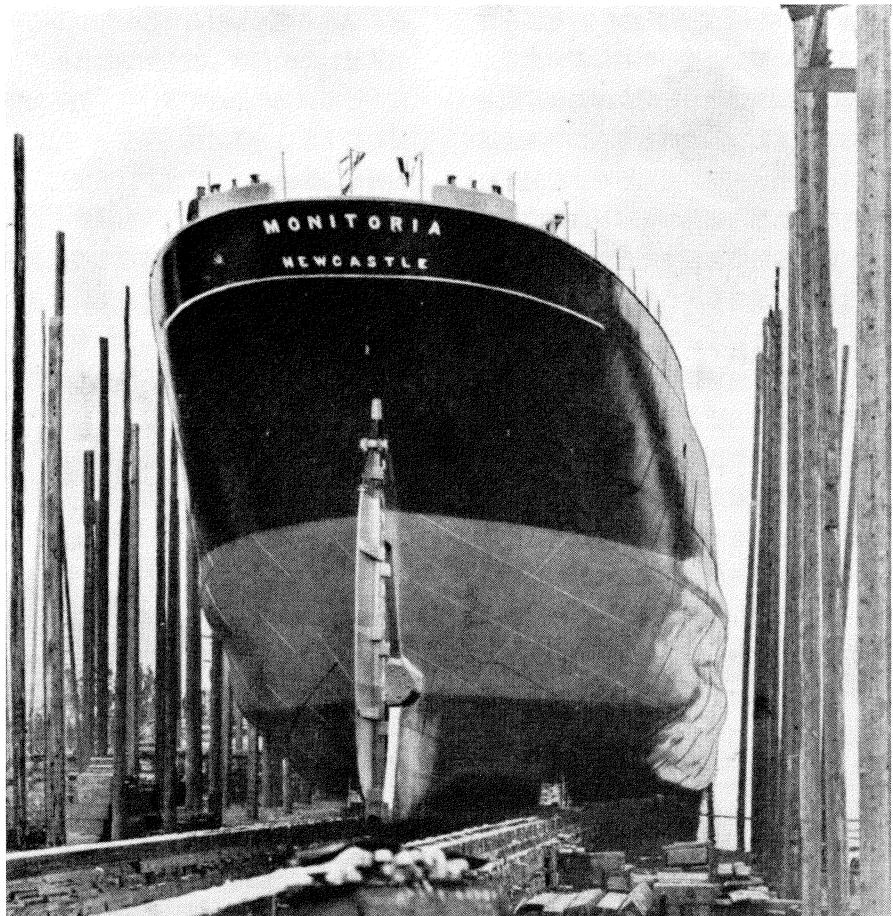


写真-1 後方から見た「Monitoria」

波形船型の原理

20世紀初頭の推進性能の知識は、主要目比など巨視的情報が中心で、まだフレーム・ライン形状の影響などについて論じるレベルになっていない。従って、この船型のアイディアがどのようなヒントで得られたのか明確でないが、英國Sunderlandの小水槽で数年間の試行錯誤の後に設計された、とされている。研究者の意見としては、横揺れ、縦揺れの減衰効果、船体構造の強化等もっともな利点をあげているが、まだ未発見の法則(undiscovered law)による推進性能の改善があると述べている。

この省エネ性能の解釈については、主

に造波抵抗の減少を推論しており、模型試験では船首、船尾の波高が小さいことを観測している。船速を与えると船のおこす波の長さは自由に選ぶことはできないので、自由な流線を妨げるような突起物が船側にあると、造波を抑制する場合もあると言うのが当時の考察になっていた。またこの作用で水槽模型試験では、最高18%の省エネになったと述べている。

さらに設計者は、この船型の価値を高く評価しており、船側外板の強度を考えると、フレーム間隔が広くとれるので船体重量の軽減に役立つこと、耐航性能がよいことを乗船した船長の経験によって述べている。

以上の説明は、今日の見方からしても必ずしも誤っていないかもしれない、ただし船の造波性質は、低速船の場合では船首 entrance angle や、主要目比で定まる要因が強いので、波形船側は2次的影響を与えたに過ぎないであろう。さらに船尾境界層の知識を加えるならば波形船型の原理が明確にできると思われるが、大型の高速計算機を用いても波形船型の効果を現す程に細いメッシュ分割が難しいので、今日の計算流体力学もまだここまで手がつけられないかもしれない。

いずれにせよ Monitoria 船型のアイディアを今日の問題として考えてもあながち荒唐無稽と一笑できないものを含んでいる。再びチャレンジする勇気ある設計者はいないものだろうか。

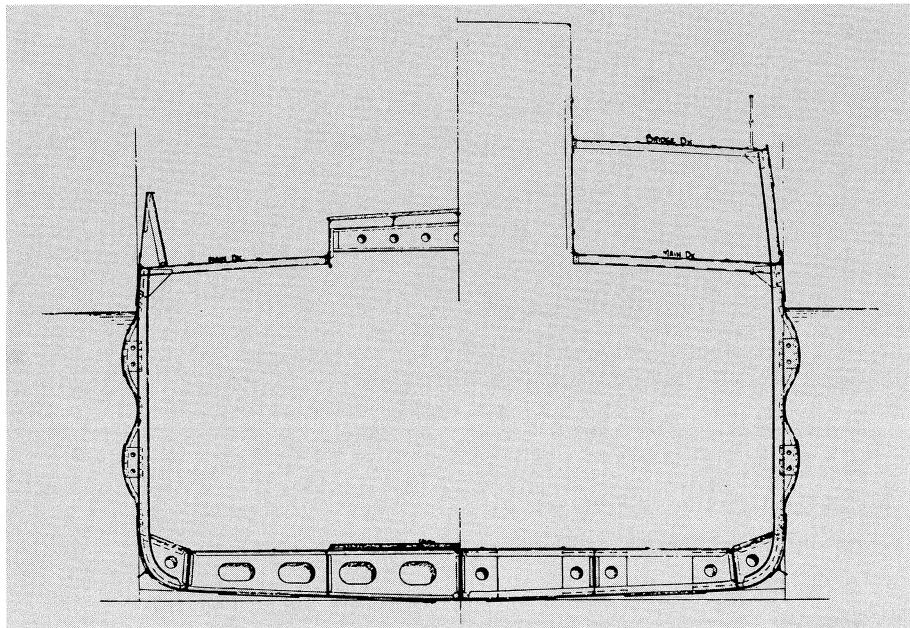


図-1 中央横断面図

表-1 船体主要目

| | |
|-----|---------|
| 長さ | 85.04 m |
| 幅 | 12.79 m |
| 深さ | 5.31 m |
| 排水量 | 126 TON |

表-2 試運転性能の比較

| | Monitoria | No. 1 | No. 2 |
|----------|-----------|-------|-------|
| L/B | 6.65 | 6.95 | 6.95 |
| B/d | 2.41 | 2.26 | 2.27 |
| 排水量(ton) | 126 | 126 | 126 |
| 馬力 | 1.012 | 1.116 | 1.133 |
| 回転数(rpm) | 65.8 | 70 | 70.5 |
| 速力(Knot) | 9.78 | 9.78 | 9.76 |

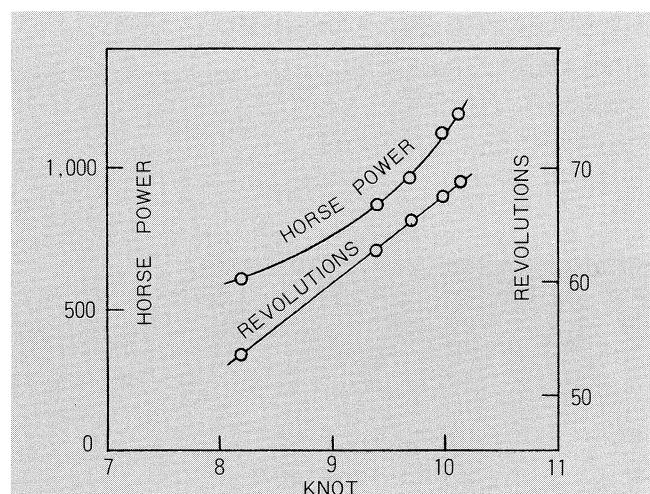


図-2 試運転結果



写真-2 横から見た「Monitoria」

PBCF (Propeller Boss Cap Fins) "プロペラボスにつけた省エネ装置"

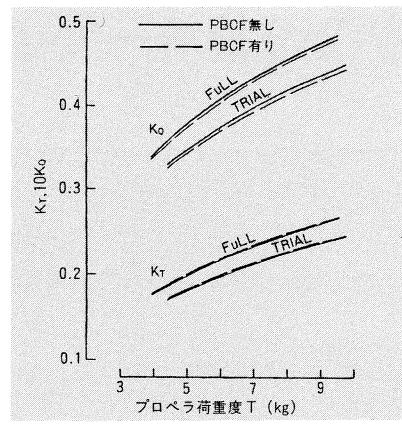
省エネルギー装置については多くのアイデアが出されているが、プロペラ周りの流れに関連するものが多い。プロペラが作動する船尾は、船体による伴流やプロペラが作る回転流、その後方にある舵などによって非常に複雑な流場となっており、その流れのコントロールは、船舶の推進性能に大きく影響する。

プロペラ周りの省エネルギー装置としては

- フィン、ノズル、非対称船尾など船尾の流れをコントロールして推進効率を高めるもの。整流作用により船体振動軽減などの効果も期待できるものもある。
- 二重反転プロペラ、リアクションランダ等プロペラが発生する回転損失を回収するもの。

などがある。

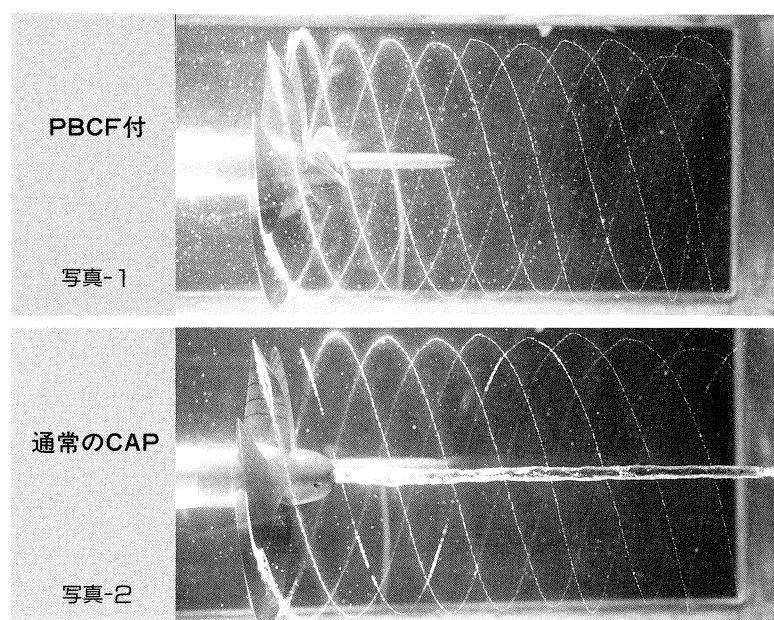
ここでは、それらの省エネルギー装置のうち大阪商船三井船舶株等によって最近開発された"PBCF(Propeller Boss Cap Fins)"について紹介する。



水槽試験結果

表 供試船要目

| | |
|-----------------|--------------|
| 船種 | コンテナ船 |
| L _{pp} | 206.0(m) |
| B | 32.2(m) |
| D | 18.8(m) |
| d | 16.6(m) |
| 主機出力(MCO) | 35,500(P.S.) |
| 巡航速力 | 22.3(KN o t) |



PBCFは、プロペラボスから発生するハブボルテックスに注目し、これを拡散消滅させる装置としてプロペラボスキヤップに整流フィンを取付けてプロペラ効率を高めようとする装置である。

図に、PBCFを模型船 ($L_{pp}=7.45m$) に装着し当センターの曳航水槽で行った、プロペラの荷重度を変化させた場合のスラスト・トルクの計測結果を示す(供試船要目を表に示す)。図によると、PBCFの有無による違いが明瞭に確認できる。写真-1 および2は、キャビテーションタンセルにおける通常の作動状態に近い状態のプロペラのキャビテーションを示している。PBCFを取り付けた状態ではハブボルテックスキャビテーションが

完全に消滅している。

プロペラキャビテーションは、振動・騒音の原因でもありPBCFは、振動・騒音対策上の効果も期待できることになる。

PBCFは、船体に及ぼす影響がほとんどなく導入しやすい装置と言えるが、省エネルギー装置を導入する場合、その効果を最大限に得るために十分な検討と調査のうえ水槽試験によりその効果を確認することが望ましい。

参考文献

大内一之外：PBCFの研究開発 第1報、第2報、日本造船学会論文集、第163号、1988、PP66~78 第165号、1989、PP43~53

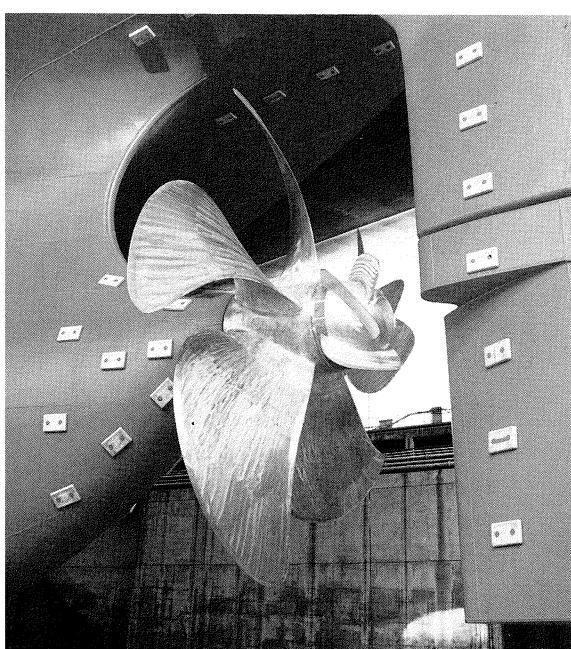


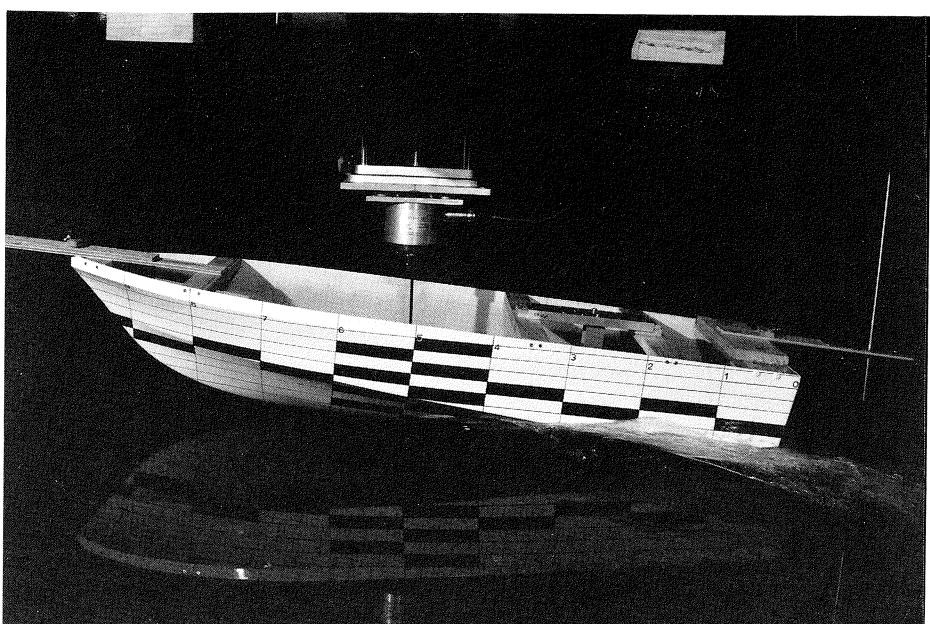
写真-3 実船に取付けたPBCF

小型プレジャーボートの水槽試験

高速艇の水槽試験は、最近になり数多く行われるようになってきた。しかし、一般大型船に比べるとその数はまだ少なく、特にプレジャーボートについては経済的な面から水槽試験を行う機会は少ないようだ。

写真は、マツダ株式会社殿より依頼された曳航水槽における小型高速艇の抵抗試験時の様子で、ほぼ完全に滑走している模型船の状態を示している。

アメリカズ・カップのレース艇に見られるように、プレジャーボートにおいても高性能化を進める上で水槽試験の効果は大きく、プレジャーボートの普及とともに船型試験水槽の利用も増加することが予想される。



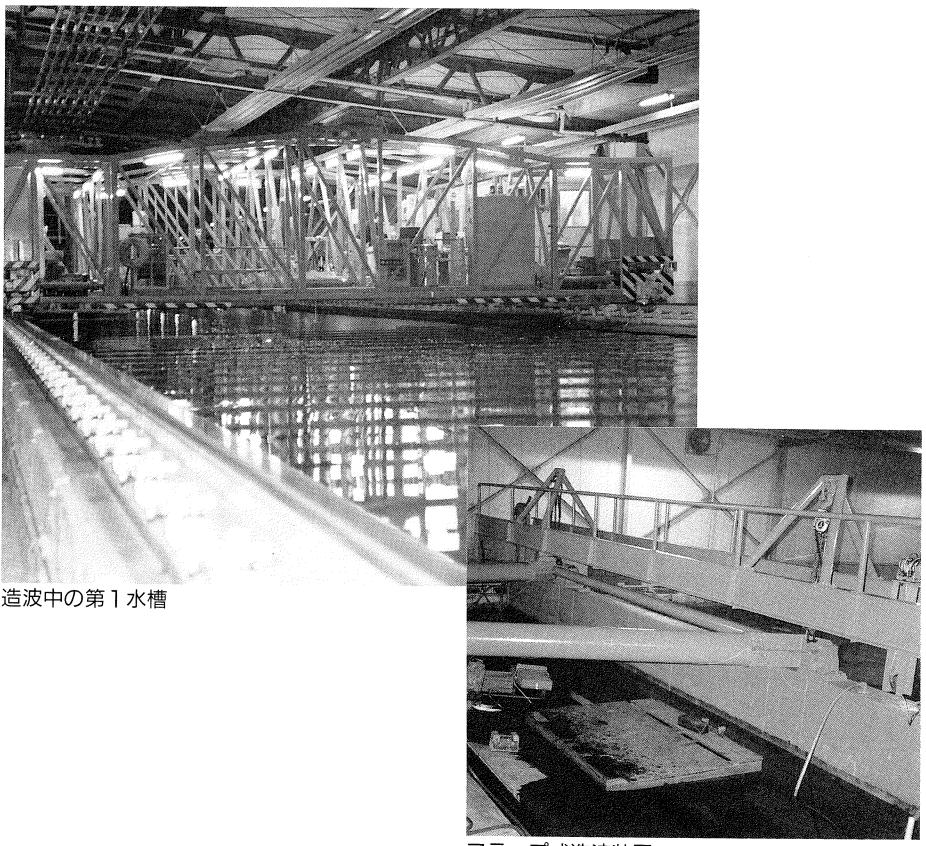
曳航中の模型船 Fn = 1.4

造波装置の改修

当センター第一水槽の造波装置は、設置以来20年近く経ておりこの間構成部品等の劣化も激しく十分にその機能を発揮することが出来なくなっていた。

一方、船舶設計の高度化の中で波浪中試験に対する需要が多くなってきている。このたび波浪中試験の依頼に対応出来るよう造波機の油圧機構、電気信号部分に大幅な改修を実施した。特に信号処理関係は、パソコンを導入することにより操作性の向上と作業能率の向上を図って、試験依頼に対応できる体制を整えた。

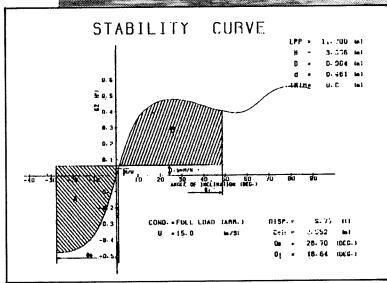
造波性能 最大波長 15m
最大波高 0.4m



造波中の第1水槽

フラップ式造波装置

新造船と復原性



第八さちはるの復原力曲線と判定図

船名 第八さちはる

| | |
|---------|--------------------------------|
| 用途 | 遊漁船 |
| 船主 | 井上正道 |
| 造船所 | 有藤井造船 |
| 設計者 | 藤井秀幸 |
| 竣工 | 昭和63年6月 |
| 総トン数 | 9.1トン |
| 航行区域 | 限定沿海 |
| 主要寸法(m) | 長さ × 幅 × 深さ 11.68 3.40 1.12 |
| 主機 | 連続最大出力 350PS 回転数 2,100rpm |
| 基數 | 1 |
| 速力 | 最大出力 22ノット |
| 旅客定員 | 40名 |

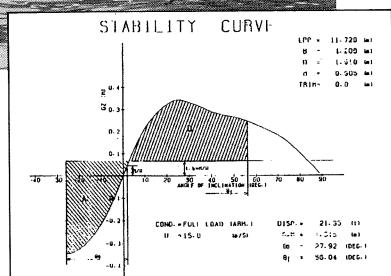
三重県志摩郡浜島町を母港とし、伊勢志摩国立公園の中心部である英虞湾周辺を主漁場とする小型遊漁船。復原力は一般的に小さくなりがちであるが、重心を低目に抑え、風圧側面積を小さくするなど工夫をした船となっている。

船名 海の子一号

| | |
|---------|--------------------------------|
| 用途 | ダイビングボート |
| 船主 | マックス石垣 |
| 造船所 | MASTER YACHTS CORPORATION |
| 設計者 | 入交商事株 |
| 竣工 | 平成元年3月 |
| 総トン数 | 14トン |
| 航行区域 | 限定沿海 |
| 主要寸法(m) | 長さ × 幅 × 深さ 11.72 4.2 1.51 |
| 主機 | 連続最大出力 1100PS 回転数 2,300 rpm |
| 基數 | 2 |
| 速力 | 最大速力 27ノット |
| 旅客定員 | 40名 |



西表国立公園に臨む石垣市を基地とし、豊富なダイビングスポットを抱えたダイビングボート。フライングデッキを有し、重心が高目になりがちであるが、船の幅が大きく、ある程度の乾舷を有することなどから比較的復原力範囲が広い船となっている。



海の子一号の復原力曲線と判定図

船舶の復原性に関するサービス

サービスの内容

① 主なコンサルティング

- ①復原性能を担保するための設計段階における諸検討
- ②復原性計算を行うための必要図書の作成及び諸計算
 - 実船からの線図復元
 - 原型からの改造線図の作成
 - 計画重量重心トリム計算はじめ一般設計図書の作成
- ③完成後の復原性能に関する諸問題

② 主な計算サービスの内容と結果の概要

- ①非損傷復原性計算（静復原力計算）
 - 復原力交差曲線数値テーブル及び図
 - 海水流入角数値テーブル及び図
 - C係数一覧及び復原力曲線図
 - 復原性基準書式出力
 - IMO等復原性規則に対する計算*
 - C係数～GM復原性図表*
- （*：標準外の計算内容）
- ②損傷時復原性計算
 - 残存復原力曲線数値テーブル及び図
 - IMO基準数値一覧

③ 計算処理

標準的な場合、受付から作業終了まで約3～7日を要します。

申し込み方法と料金

① コンサルティング

ご相談の内容を示す文書、電話または直接窓口でもお受けいたします。なお、内容により費用を要する場合は、隨時お見積りを行います。

② 計算サービス

計算内容に応じ、必要な図書を添付して計算条件等を明示してご送付下さい。
なお、復原性試験の前後での計算をセットにしたサービスも行っています。
計算内容別の添付図書と標準的料金（特殊な船や計算条件は除く）の例を下表に示します。

復原性計算内容と標準的料金の例

| | |
|--|----------|
| 〈非損傷時〉 4載貨状態で計算書3部作成 | 162,000円 |
| ②単独の申込みを受けて1回の計算を行う場合 | 204,000円 |
| ①復原性試験前と後の計算をセットで行う場合(セット1) | 340,000円 |
| ②(セット1)に、復原性を増すための固定バラスト搭載計画を作成し、併せて復原性試験書式の作成を行いう場合 (セット2) | 340,000円 |
| 〈添付図書〉 | |
| 一般配置図、中央横断面図、線図、計画重量重心トリム計算書 | |
| 復原性試験後は、試験書式(セット2の場合を除く) | |
| 〈損傷時〉 3損傷ケース 3000,000円 | |
| 〈添付図書〉 | |
| 一般配置図、中央横断面図、線図、計画重量重心トリム計算書、タンク容積図、船倉内構造図 | |

注) 計算内容や条件が異なる場合は、別途お見積りいたします。また、同型船の場合は割引き料金が適用されます。

試験等手数料

平成2年1月

① 模型製作費

| | | |
|------------------------|----|---------|
| (1) パラフィン模型船 | 1隻 | 1,600千円 |
| (1軸通常船舶、長さ5.5～6.5mのとき) | | |

② 試験費

| | |
|--------------------------|----------------|
| Ⓐ曳航水槽における抵抗試験、自航試験 | |
| (1軸通常船舶、速力の範囲が5～7ノットの場合) | |
| (1) 抵抗試験 | 1状態のとき 660千円 |
| | 2状態のとき 1,100千円 |
| | 3状態のとき 1,540千円 |
| (2) 自航試験 | 1状態のとき 990千円 |
| | 2状態のとき 1,650千円 |
| | 3状態のとき 2,310千円 |

Ⓑ曳航水槽におけるその他の試験

| | |
|-----------------------------|--|
| (1) ピトー管によるプロペラ面の伴流計測 | |
| 1状態のとき 547千円 | |
| 2状態のとき 985千円 | |
| (2) 5孔管によるプロペラ面(半円)の伴流計測 | |
| 1状態のとき 949千円 | |
| 2状態のとき 1,749千円 | |
| (3) プロペラ単独性能試験1個につき 367千円 | |
| ④ キャビテーション試験 | |
| (1) 伴流シミュレーション | |
| キャビテーション・タンセル(メッシュ) 654千円 | |
| 減圧回流水槽(ダミー模型船) 1,350千円 | |
| (2) キャビテーション観察 1状態のとき 691千円 | |
| 2状態のとき 1,173千円 | |

③ 設計・計算等

| | |
|----------------------------------|------|
| (1) 復原性計算(100GT未満) | |
| 非損傷時(4載貨状態) | 上記参照 |
| 損傷時(3ケース) | 上記参照 |
| (2) 基本設計(200GT未満貨物船の場合) 4,500千円 | |
| (3) 建造監理("200GT未満貨物船の場合) 5,000千円 | |

(注) (1) 上記の料金は、当センター標準仕様に対するものです。
(2) その他の試験・設計・計算や内容が標準と異なるときは別途お見積りを致します。
(3) 上記料金には、報告書作成(1部)の費用が含まれています。

申し込みの受付

上記復原性に関するサービスや試験等についての申し込み及び問い合わせは、企画室または業務課に連絡して下さい。

〒171 東京都豊島区目白1-3-8 電話03(971)0266 FAX03-971-0269
財団法人 日本造船技術センター

財団法人 日本船舶振興会の補助金による 特別研究及び事業一覧

- 1 全天候型救命艇およびその降下装置の研究
(昭和45年～昭和50年度)
- 2 大型船の自航試験法の研究
(昭和50年度)
- 3 小型船の自航試験の実用化に関する研究
(昭和51年度)
- 4 模型船の船尾流場調査技術の開発と実用化に関する研究
(昭和52年度)
- 5 減圧回流水槽及び長水槽併用による実船の推進性能予測のための試験法に関する研究
(昭和53年度)
- 6 第1試験水槽用曳引車の速度制御装置等の整備
(昭和54年度)
- 7 自由表面のキャビテーション現象に及ぼす影響に関する研究
(昭和55年度)
- 8 船舶の馬力節減を目的とした多軸船に関する研究
(昭和56年度)
- 9 模型プロペラ切削機の整備
(昭和56年度)
- 10 超広幅浅喫水船の推進性能に関する調査研究
(昭和57～58年度)
- 11 第2試験水槽用曳引車の速度制御装置等の整備
(昭和58年度)
- 12 第1水槽曳引車用走行レールの更新
(昭和61～62年度)