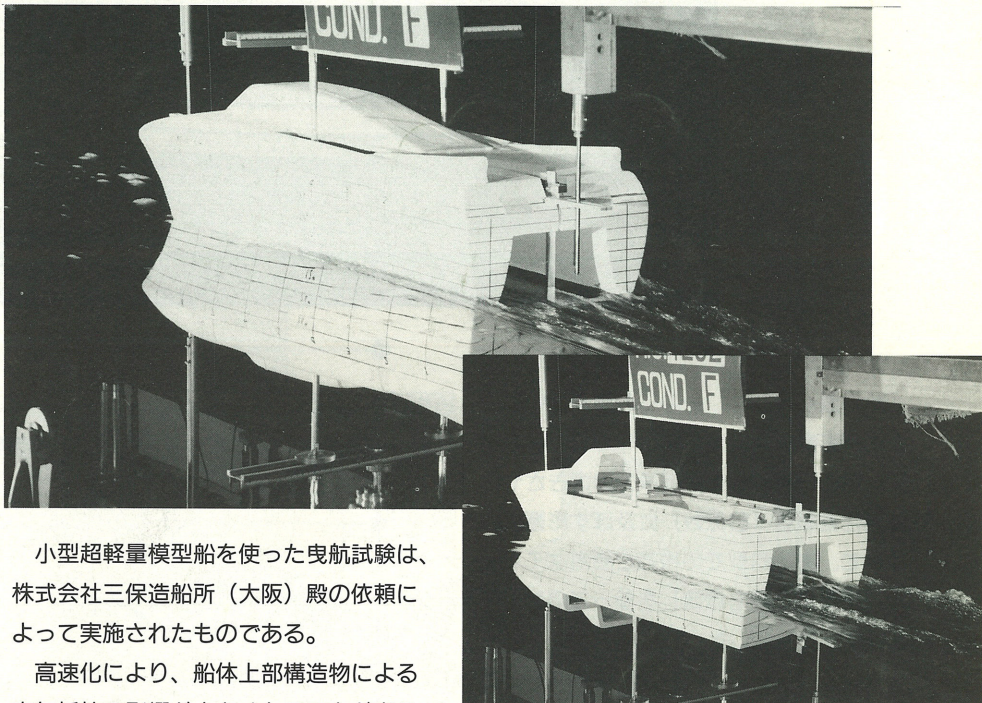


●目次●

小型遊漁船の復原性 (2)	Page 2
新築堤工法用「ダンプ艇の設計」	Page 4
大阪市消防艇「たかつ」について	Page 6
歴史の中の名船と推進性能	Page 8
新しいプロペラ設計手法の開発と プロペラ設計システムの整備 (1)	Page 10
新造船と復原性	Page 12

小型超軽量模型船による高速曳航試験

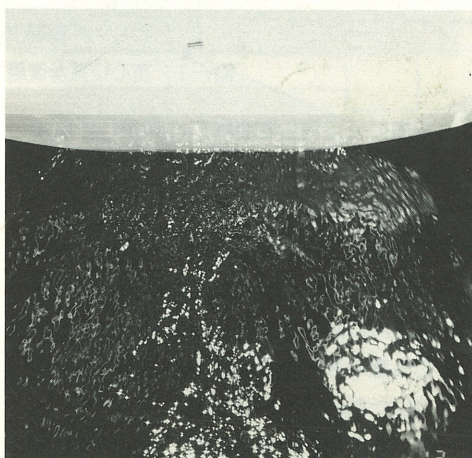


小型超軽量模型船を使った曳航試験は、株式会社三保造船所（大阪）殿の依頼によって実施されたものである。

高速化により、船体上部構造物による空気抵抗の影響が大きくなることが考えられる。今回、とくに上部構造物の有無による抵抗増加を調査した。模型船は、上部構造物付きの状態で行うため通常の模型船に比べて大幅な軽量化が必要となる。

揚力により浮上した船体は、曳航点の位置によりトリムに影響を与える。本試験では、より実船に近い曳航点となるよう、双胴のそれぞれに曳航点がセットできる機構を製作し、試験を行なっている。

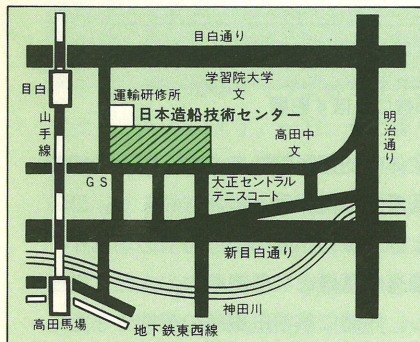
大型模型船を使用した巡視船の水槽試験



一般船舶に比べると巡視船は、より厳しい条件で運航されることが多い。そのため模型試験においても推進性能試験のみでなく多様な試験が要求されることがある。本模型船も多くの試験が予定されており、そのため模型船長さが当センターの標準より大きい7mとなっている。

当センターでは水槽試験の多様化に伴う模型船の大型化等に対応するため、現在所有の高容量型の動力計に加え、高出力モーター、自航動力計の整備に着手している。

船尾に生じた波紋



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 (2)

重心位置の影響



船の重心位置は、その船の復原性能に大きな影響を及ぼす要素の一つです。今回、重心位置の変化が復原力の大きさや復原性基準値（C係数）に及ぼす影響について、ある船型での検討と簡単なモデル（重量分布等を仮定）を使っでの試算を行なってみました。

一般に“安定か不安定か”を考えると、その物体の重心が高いか低いかを一つの目安とします。このことは船の場合にも当てはまり、同一船型であれば、重心位置の高低が、直接復原力の大きさを左右する要素となります。

重心位置を変えてみる

検討の対象とした船型は、その中央断面形状を図-1の右上部に示すように、チェーンラインが比較的高く、船底が上方に凹入しています。この船型を用い、積付けは同一のまま軽荷状態の重心位置（KG）を0.7mから1.5mまで、20cm間隔で変化させた場合の最大復原てこ（GZ_{MAX}）とC係数を試算し図-1に示します。図-1に示したGZ_{MAX}は、復原てこの曲線の最大値であり復原力の大きさを代表しています。また、C係数は、復原性基準の適合状況を評価する目安として示されています。

GZ_{MAX}値とC係数は、ともにKGの

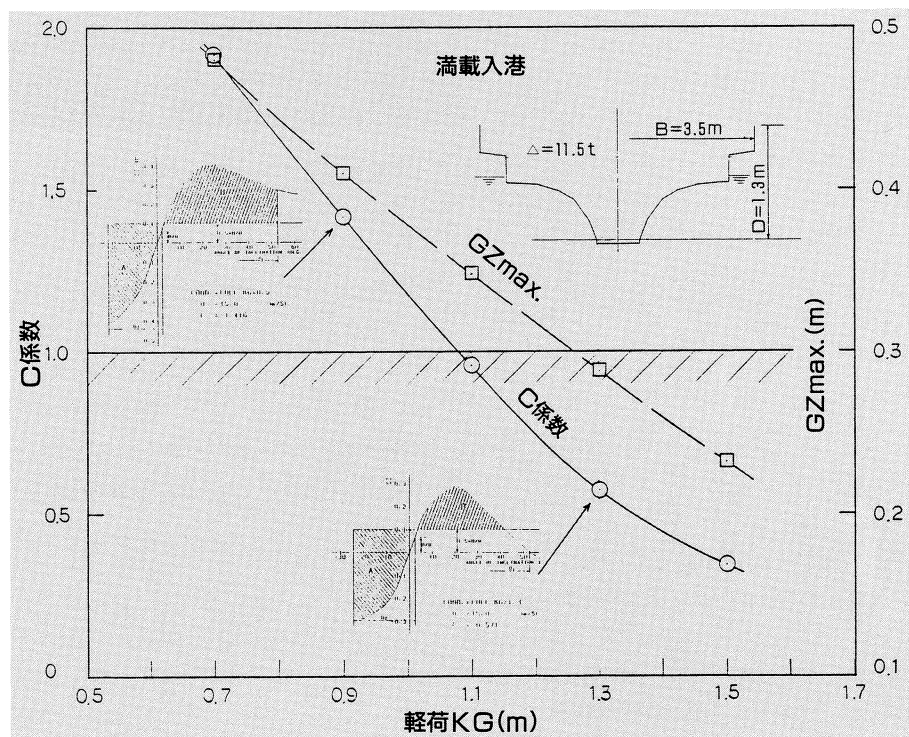


図-1 重心位置が復原力やC係数に及ぼす影響

増加に反比例して直線的に減少しています。このことは、先に述べた「重心位置の高低が復原力の大きさを左右する……」を如実に示しているといえます。この図からも、復原力を増して基準を満足させる方向に向けるためには、1cmでも2cmでも重心を下げることの大切さがわかりいただけると思います。

一般的にこの種の船舶では、軽荷重量

が全体の約70%前後を占め、残りの約30%程度が載貨重量と推定されます。このことは、軽荷状態の重心位置の高低が、船固有の基礎となる復原力の大きさを左右し、同時に旅客搭載時の復原性を定める重大要素であることを示しています。

そこで、重心位置についての簡単なモデルを使って試算し、さらに検討することとします。

軽荷状態の重心位置は？

モデルとして試算に用いた船は、軽荷重量を10トンとし、その内訳は図一2に示すように甲板室艀装（1.5トン）、船殻（6.5トン）、主機関艀装（2.0トン）の3つの部分で構成されるものとします。また、それぞれの重心位置は、●、▲、■印で示す位置に有ると仮定し、次の二つの条件を設けて試算しました。

- (1) 甲板室艀装重量を、計画時より平均的に10%（0.15トン）および20%（0.3トン）軽減する。
- (2) 主機関を、計画位置より20cm下方に据え付ける。

試算結果を取りまとめて表一1に示します。(1) (2) を別々に行なった場合は2～4cm、併せて行なった場合は、5～7cm軽荷状態での重心位置が下がることがわかります。

旅客が乗船すると

前記モデルを使い、旅客重量の合計を1.5トン（約20名）とし、図一3に示す仮定に基づき、次の二つの条件を設けて試算しました。

- (1) 軽荷状態の重心位置を、計画（*1）通りとした場合と、主機関を20cm下げて甲板室艀装重量を20%軽減（*2）した場合。
- (2) 旅客全員を、上甲板上に搭載した場合とピット型客室に収容した場合。

試算結果を表一2に示します。(1) (2) を別々に行なった場合は5～6cm、併せて行なった場合は約12cm、載貨状態の重心位置が下がることがわかります。

これらの試算結果は、復原力を増すためには、重心位置を下げる必要があることを示しています。一方、その重心位置は簡単には下がらず、大幅に下げのためのこれという画期的な方法も見当りません。しかしながら、いくつかの試算結果が示すように、設計・建造の各段階を通し、随所に工夫を凝らすことにより重心位置を下げるができます。また、ボックスキール部などに、計画的に固定バラストを搭載することにより、より効果的に重心位置を下げることも可能です。

表一1 軽荷状態の重心位置(B. L. からの高さ)の変化

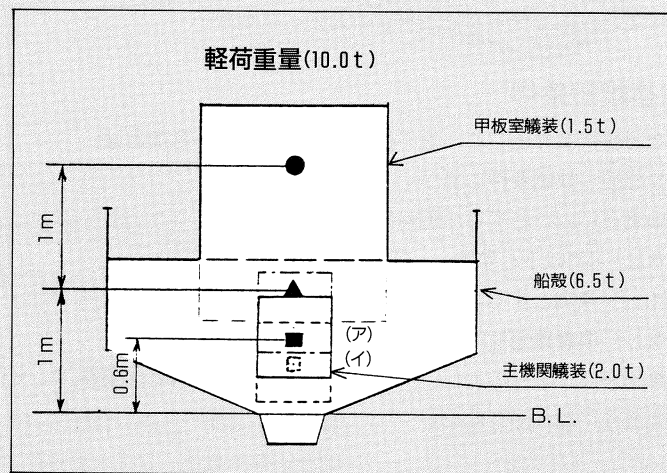
単位：m

甲板室艀装重量 主機据付け位置		計 画 (1.5 t)	10%軽減 (1.35 t)	20%軽減 (1.2 t)
(ア)	計 画 (0.6m)	1.070 *1	1.056	1.041
(イ)	20cm下げる (0.4m)	1.030	1.015	1.000 *2

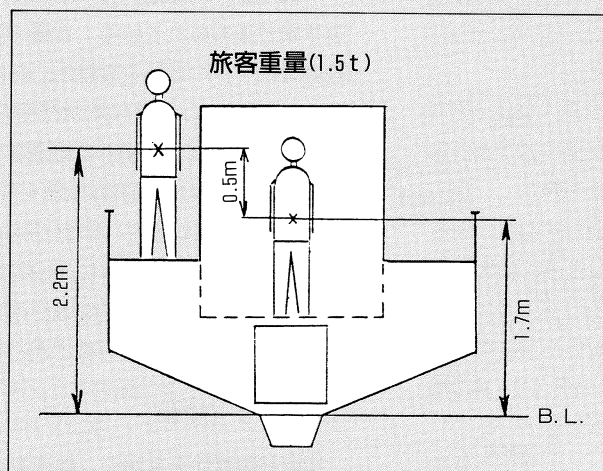
表一2 旅客搭載場所と載貨状態の重心位置への影響

単位：m

旅客搭載場所 軽荷状態の重心位置		全員上甲板上 (2.2m)	全員ピット式客室 (1.7m)
*1	計画の軽荷状態重心位置 (1.07m)	1.217	1.152
*2	主機20cm下げて、甲板室 艀装を20%軽減(1.00m)	1.161	1.094



図一2 軽荷重量の概略分類と重心位置の仮定



図一3 旅客搭載場所と重心位置の仮定

新築堤工法用「ダンプ艇」の設計

1. はじめに

近年、ウォーターフロントの開発が各地で盛んに行なわれている。これらの開発現場には、陸上と水上から各種の土木機械や作業船が投入されている。中でも作業船のニーズは、工事環境や目的、規模などによりますます多様化が進んでいる。

ここに紹介する「ダンプ艇」の設計は、共栄機械工事株式会社より委託を受けて実施したものである。本艇は、干拓事業等における潮受堤の築堤に最適な工法用として企画されたものである。この築堤工事の施工場所は、潮の干満の差が大きくて潮流が速い。また、海底は漏地の浅海である。

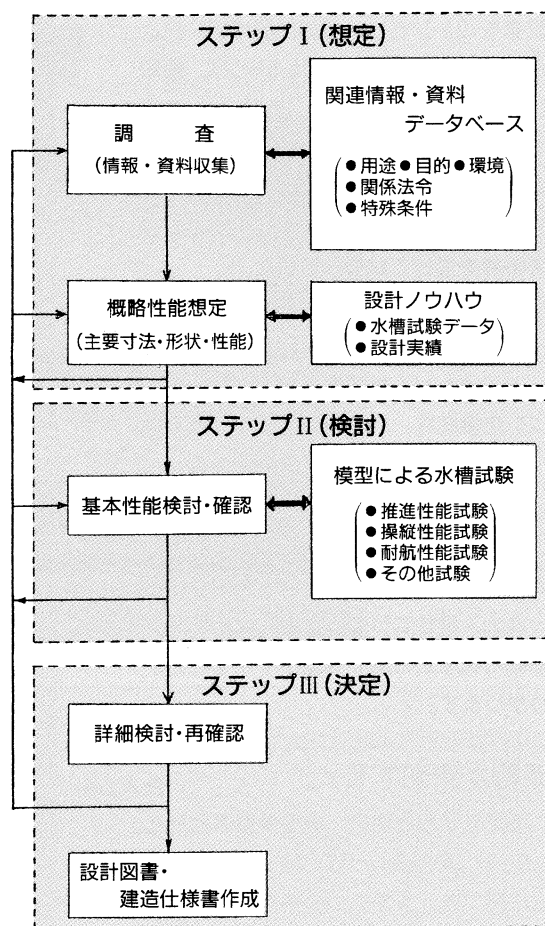
この種の事業では、各種の工法が検討されるが、今回、その中でダンプ艇による築堤は機動力と施工性、作業効率の良さなどが十分に期待できる工法と考えられた。

それ故、本艇の設計条件は、これらの実現に向け、安全で安定した作業性と経済性を踏まえ、性能を極限まで追求するものとなった。

2. 基準となる設計条件

本艇の基礎となる設計条件として、次の5項目が示された。各項目は、本艇の運航条件や機能・性能条件に基づくものである。

- ① 長さは12m未満とし、いわゆる小型船舶とする。
- ② 満載時の喫水は1.4m以下とする。
- ③ 総トン数は20トン未満とする。
- ④ 安全性を確保し、積載重量は50トンを目標にする。
- ⑤ 速力は極力高速が出せるものとし、併せて優れた操縦性と過酷な条件下でも連続運航が可能な船とする。



図一 分析的手法を取り入れた設計手順

3. 基本設計

一般に基本設計は、図一に示すような手順で進められている。本艇の設計も、設計スパイラルを順次最適化に向け進められた。しかし、本艇のような設計例がないことなどから、機能上の特殊な条件や各種制約を満足する精度の高い予測は困難であった。そのため、設計を大きく3つのステップ(図一)に分けて進めることとし、実験的な手法を取り入れるなど確度の高い方法を用いることとした。

ステップI (想定)

初期計画要件を念頭に、関連事項の調査と情報・資料収集を行う。設計条件と収集資料等に基づき、蓄積された設計ノウハウを駆使して主要寸法、総トン数を始め艇の概略性能を想定する。

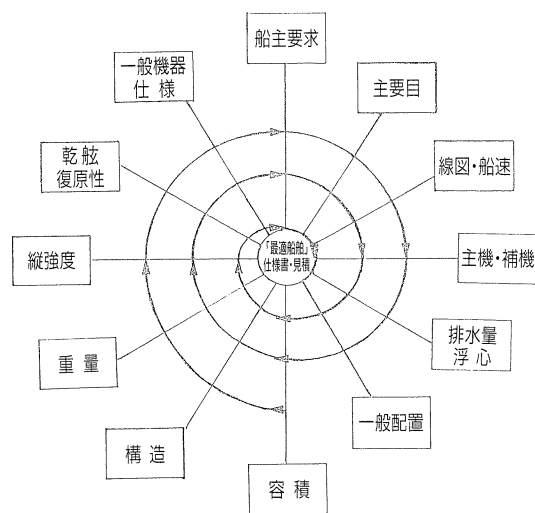
このステップでは、設計スパイラルを迅速かつ適切に処理するため、複数の設

計内容を想定する。

ステップII (検討)

ステップIで想定した設計内容を、さらに詳細に検討する。特に本艇においては、特殊な主要寸法と諸元、極端な載貨条件とスピード要件など、基本設計条件と深く関わる事項について精度の高い予測が必要となる。このため模型による水槽試験を実施し、次の事項について想定内容の確認と検討が進められた。

- ① 極端な載貨条件下での主機出力と船速の関係(推進性能試験…写真一)
- ② 進路安定性及び旋回性能(操縦性能試験…写真二)
- ③ 波浪中の航行性能(耐航性能試験…写真三)
- ④ 強潮流下での操船性(変形操縦性能試験)



図一 設計スパイラル

これらの各種試験結果を解析・検討し、設計基盤を確かなものとしてゆく。

この内、最大の課題となった満載状態の航走性能は、“船首形状の改良”、“載貨物の搭載位置の移動”、“ダンピング動作の最適化”の三つについて多角的に検討され、確認試験を繰り返し、良い見通しを得た。

ステップⅢ（決定）

設計スパイラルの最終段階であり、すべての項目について、細部にわたる再確認と建造仕様書の取りまとめや設計図書の作成が行なわれる。

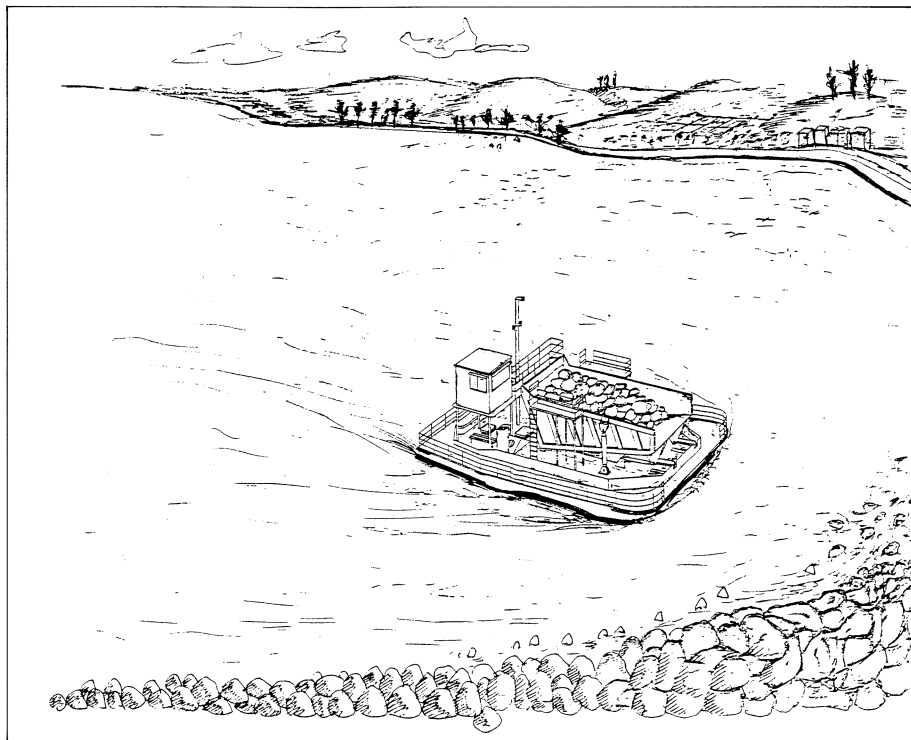


図-3 完成予想図

4. ダンプ艇の特長

こうして設計された「45型ダンプ艇」の主要目を表-1に、完成予想図を図-3に示す。また、この艇の主な特長を次に示す。

- ① 小型船舶操縦士3級の資格で操船できる。
- ② L/Bが約1.5であるが、進路安定性と旋回性能が優れている。
- ③ 小型船舶でありながら、載貨重量45トンの輸送能力を有する。
- ④ 潟地を構成する浅海での運航が可能であり、作業範囲も広く高い稼働率が得られる。
- ⑤ 潮流下での作業性にも優れ、積載物の投下が的確に実施でき、施工性が優れている。

表-1 主要目等

長さ(全 長)	約12.30m
〃 (垂線間)	11.70m
幅 (型)	8.20m
深さ (〃)	1.80m
計画満載喫水(〃)	約1.40m
総 ト ン 数	19トン

試験を取り入れた設計手法は、確実で有効であることが確かめられた。

特に、この手法を用いることにより、通常は建造後に確められる基本性能を、設計段階でその概要が推定できるメリットは非常に大きい。今後、ますます多様化が予想される作業船や各種業務用艇の設計には、この種の手法が幅広く応用できる。

こうした手法を取り入れて設計された「ダンプ艇」は、建造後、潮受堤の築堤工事等に威力を発揮するものと期待される。

最後に、本艇の設計にあたり、ご指導とご協力をいただきました共栄機械工事（株）殿および関係者各位に厚くお礼申し上げます。

5. おわりに

以上、「ダンプ艇」設計の概要を、水槽試験を取り入れた、実用的な設計手順に沿って簡単に紹介した。本艇のように、基本となる性能の中に、予測が困難なことがらがある場合、今回用いた各種水槽

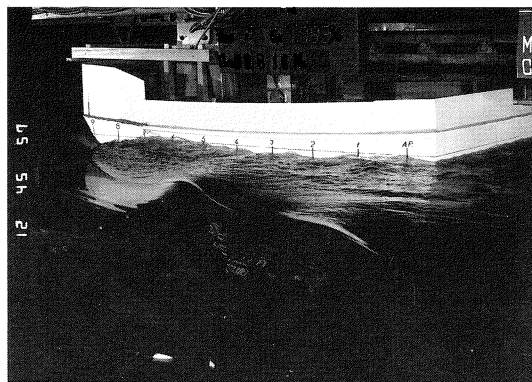


写真-1 長水槽による推進性能試験

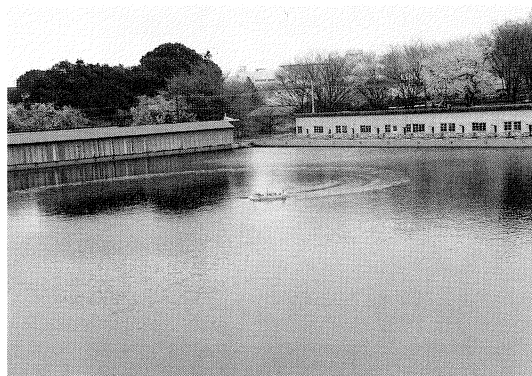


写真-2 操縦性試験

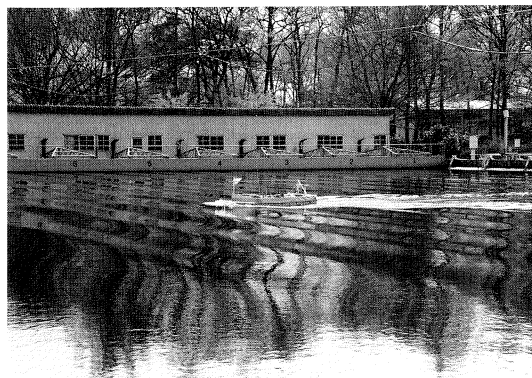


写真-3 耐航性試験

大阪市消防艇 「たかつ」について



1. まえがき

消防艇「たかつ」は、旧ときわ丸の代船として建造され、大阪市消防局水上消防署に所属する総トン数45トンの消防艇である。

本艇は化学消防艇としての機能を有するとともに、陸上火災の消防活動に必要な水源としての大量送水機能を持つ。また、船体を双胴船型とし、二層式の甲板を採用することにより、広い作業スペースが確保された。この甲板上部には高所からの有効な消火活動や人命救助が可能なバスケットつき屈折放水塔(写真-1)を装備している。

2. 基本設計および工程

基本設計および建造監理

(財) 日本造船技術センター

建造 (株) 石原造船所

起工 平成元年10月31日

進水 平成2年2月20日

竣工 平成2年3月29日

3. 主要目等

(1) 船質および航行区域

船質 耐候性高張力鋼
(耐力35kg/mm²以上)

上部構造 耐食アルミニウム合金

航行区域 平水区域

船型 非対称型双胴船(V船型)

救命設備 第4種船

(2) 主要寸法等

長さ(全長) 18.00m

(水線長) 17.00m

幅(型) 7.20m

深さ(型) 2.70m

計画満載喫水 1.55m

総トン数 45トン

(3) 速力および航続時間

常備状態速力 巡航 15.58ノット

試運転状態速力 最大17.11ノット

航続時間 12時間以上

(4) 最大搭載人員

船員 6名

その他

10名(航行予定時間: 24時間未満)

20名(〃 1.5 〃)

(5) 主機関および補機関

主機関

2サイクル高速ディーゼル機関

連続定格

1,130PS×2,170rpm×2基

補機関

4サイクル高速ディーゼル機関

定格 55PS×1,800rpm×1基

(6) プロペラ

3翼固定ピッチプロペラ

直径1,000mm

(7) 消防装置

消防ポンプ

容量 10,000/5,000ℓ/min

揚程 110/150m

基数 2基

最大放水量 約20,000ℓ/min

放水砲(自動遠隔操作型)

屈折放水塔上 3,000ℓ型×1基

船首上甲板 3,000ℓ型×2基

(8) 主要タンク類

燃料タンク(船体付)

2,800ℓ×2個

雑用清水タンク(ステンレス製)

300ℓ×1個

泡原液タンク（ステンレス製、FRPコーティング） 3,500 L × 1 個
（2,500 L と 1,000 L の 2 区画構造）

ビルジ溜タンク（船体付）
200 L × 1 個

油ドレンタンク（鋼製）
50 L × 1 個

作動油タンク
ウォータージェット用
500 L × 1 個

屈折放水塔用
250 L × 1 個

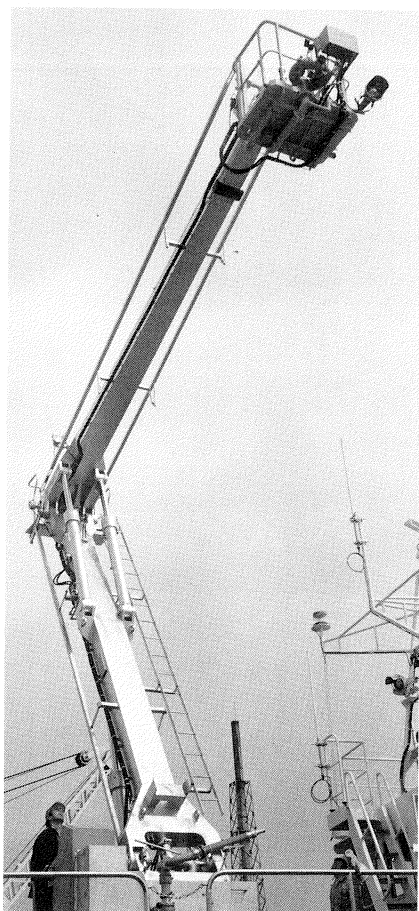


写真-1 屈折放水塔

4. 船型および構造

船型は、写真-2に示すような非対称型双胴船である。これは船内に配備する機器数等を考慮して決定したもので、丁度単胴型チャイン船型を二つに切り離したような型となっている。

構造は縦肋骨（全溶接）方式とし、上甲板以下と船橋楼甲板は耐候性高張力鋼製、救急救護室及び操舵室の上部構造物はアルミ合金製とし、極力重量の軽減に努めた。

また、屈折放水塔付近は、旋回・伸縮等による振動、反動力にも十分耐えるよう増厚、補強等を行なっている。

5. 特長

(1) 最大伸長高さ 約 17.7m（海面上）の屈折放水塔を装備し、先端には救助用バスケットと 3000 L 遠隔操作型放水砲を装備する。

(2) 放水、救助活動時の船位保持や船体の姿勢制御が可能なウォータージェット式側方推進器を備える。

(3) 操舵室に主機関や消防ポンプ等の遠隔操縦及び監視装置を設け、省力化を図る。

(4) 船橋楼甲板を設け、二層式の作業甲板とする。

6. あとがき

本艇の計画速力は、この種船型の推進性能データが少ないことによる推定の難かしさと、主要寸法の割には排水量が大きく、船速が確保しにくい状況が重なり、確定しにくい要件であった。しかしながら、極力重量の軽減等を図った結果、試運転において、計画通りの速力が得られた。

最後に、本艇の基本設計及び建造監理を進めるに当たりご指導を賜った大阪市関係者各位並びにご協力いただいた（株）石原造船所殿に対し厚くお礼申し上げます。



写真-2 船体前方姿

歴史の中の名船と推進性能

(その3) 最初の蒸気船クラークモント号と水槽試験

フルトン(R. Fulton 1765~1815)が蒸気を動力とした旅客船を設計し、New Yorkと州都Albany間に最初の定期蒸気船航路を開設(1807)したのはよく知られている。しかし、もともと肖像画家であったフルトンの生涯は、多彩な経歴に色どられているが、中でも彼が系統的船型試験資料の世界最初と思われる利用者であったことは、殆んど知られていない。

フルトンの開発した最初の蒸気船の名は、North River Steamboatであったがこの79総トンの小型船がClermont号の通称で歴史に名を残すことになる。概略の主要目は、長さ43m、幅4.3m、深さ1.2mの平底川船で、時速5mile(4.3knot)であった。図-1は、米国特許の添付図にでているフルトン自筆のクラークモント号である。彼の画才は、設計構想をまとめるスケッチの中に示されているが、これらの多くは米国機械学会に収集されており、若干の例を図-2から4に示した。

クラークモント号は、図-1でもわかるように長さ／幅比が10の帆船時代の客船としては破天荒な細長船である。当時の帆船が主に西洋梨型の断面形状をもち、船首尾がブラントな幅広船であったのに対して、フルトンは駆動装置だけでなく、船型線図の設計にもかなり近代的な考え方をもち込んだ。新しいコンセプトの船を設計するのは、たとえ小型船であっても性能、復原力、構造、重量と設計上のバランスを考えるのが大切なので今も昔も容易でない。フルトンにもかなりの勉強をした跡が見られて、例えば船型についても思い切った細長船が用いられたのは、図-5に示したような系統的に主要目と船首尾形状を変化させた模型試験データを研究した結果であった。

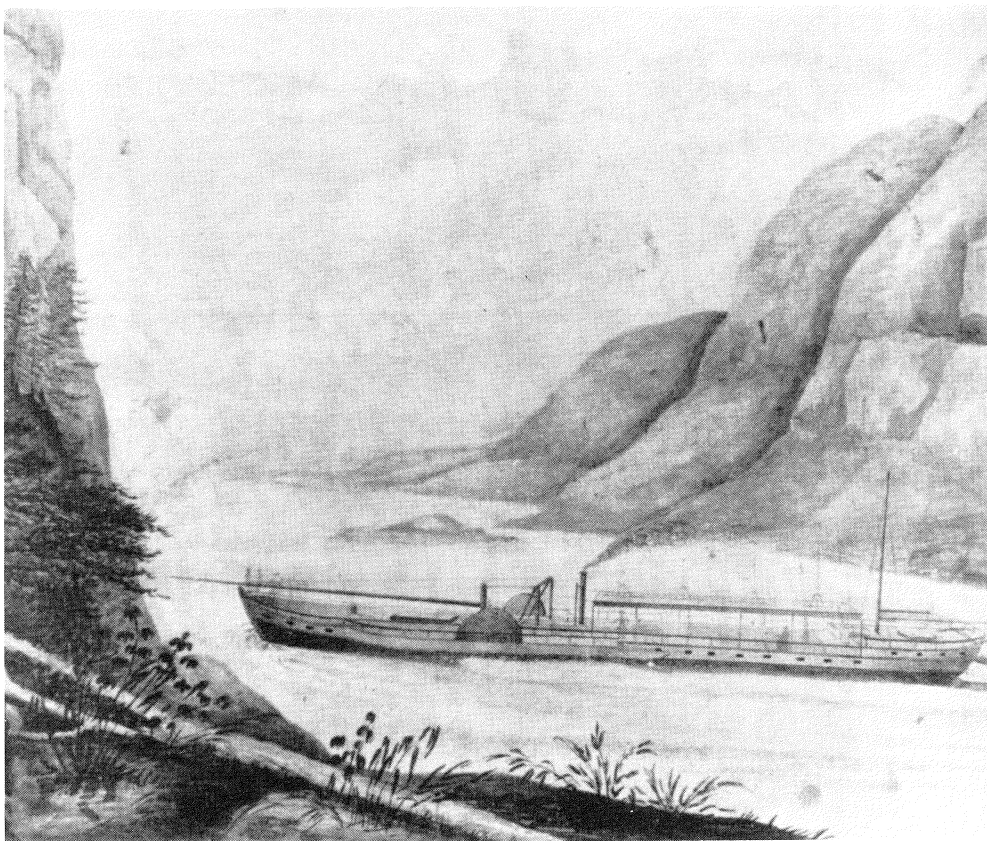


図-1 クラークモント号(フルトン画)

船の模型試験は、一般にはフルード(W. Froude)がトーケイ(Torquay)に最初の船型試験水槽を1871年に建設したことに始るとされている。フルトンが参考とした模型試験データは、これより約75年前の1793から1798年頃、当時の実験家ビューフォイ(Coloney Beaufoy)によって造船所のドック(Greenland Dock)を借りて行われた。この試験の動機は、今の英国造船学会(The Royal Institute of Naval Architecture)の前身に、The Society for the Improvement of Naval Architectureなる学会があって、この学

会が公募した一連の研究テーマに基いている。

因みにこの研究テーマとは、流体中を進行する形状の異なる物体の抵抗を与える法則を求めて、抵抗減少に役立つ方法を示す系統的な試験をしたものに100ポンドの賞金が金メダルを与えると言うものであった。このほかあらゆるクラスの船についてマストとヤードの形状と数を与えて帆走性能を推定する最良の方法を考えたものに30ポンドの賞金が銀メダルを与える等、8項目ほどのテーマに賞金が付されていて、大変面白い。

A black and white photograph of a large industrial machine, likely a steam-powered pump or engine. The machine features a large flywheel on the left side, a central boiler or cylinder, and a tall chimney on the right. The machine is mounted on a concrete foundation. The background is a plain, light-colored wall.

The image contains two technical drawings of a mechanical device. The left drawing is a side elevation showing a cylindrical component mounted on a base, enclosed within a rectangular frame. The right drawing is a top-down view of the same device, showing its symmetrical structure with two vertical supports and a central shaft.

Notes: figures required to overcome the resistance of the opposite rollers when they are moving; all resistance on wheels is made for fair as supported indicated.

Actual miles per hour:								
F	7	5	5	4	3	2	1	
Roller pressure—pounds and wheel pairs of pressure								
202.30	158.74	145.71	10.78	9.57	29.36	15.07	3.25	
202.30	155.46	144.14	79.78	52.70	26.67	12.56	3.05	
194.47	152.86	113.04	77.18	51.46	29.14	13.49	3.39	
73.05	57.97	43.25	31.02	28.60	12.21	5.83	1.63	
6.83	44.56	36.70	26.61	17.62	10.66	5.02	1.22	
60.74	47.77	36.17	26.08	17.37	10.83	6.96	1.60	
35.70	27.78	20.76	14.70	9.63	5.59	2.60	0.70	

Direction of the motion of the rollers ←

1c One foot square

2c One foot wide

3d One foot long one foot square

4d One foot long one foot square one foot wide

5d One foot long one foot square one foot wide one foot long

6d One foot long one foot square one foot wide one foot long one foot wide

7d One foot long one foot square one foot wide one foot long one foot wide one foot long

A The long friction plank (1 foot 2 inches long, 1 foot 4 inches, 2 inches thick).

B The short friction plank (1 foot 2 inches long, 1 foot 4 inches, 2 inches thick).

A table of the resistance of rollers moved through water taken from experiments made in England by a Society for improving Naval architecture, between the years 1793 and 1798.

The image contains three technical drawings of mechanical devices, labeled 'Figure 1a', 'Figure 1b', and 'Figure 1c' from top to bottom.

- Figure 1a:** A horizontal beam with a vertical support on the right. A hook is attached to the end of the beam, and a small weight is hanging from it. The beam is labeled 'a' at the left end and 'b' at the right end. The vertical support is labeled 'c'.
- Figure 1b:** A vertical frame with a hook at the top and a scale on the right. The frame is labeled 'd' at the top and 'e' at the bottom. The scale is labeled 'f'.
- Figure 1c:** A vertical frame with a hook at the top and a scale on the right. The frame is labeled 'g' at the top and 'h' at the bottom. The scale is labeled 'i'.

フルトンはクラームント号の設計に当って、具体的に試験データをどのように利用したか明確でないが、図-4のクラームント号の断面および長さ／幅比は、図-5の模型船とよく似ているところがある。このようにして完成したクラームント号も総合性能としては、必ずしも完全なものではなかったらしい。イギリスから取り寄せたワットの蒸気機関は、約20馬力、1気筒のものであるが、これの銅製ボイラーが原始的なもので効率が悪く長い煙突から火炎を上げて走ったので、当時の人を驚かせたらしい。

が背景にあったことは確であるが、フルトンの並でない企業家としての能力によるところが大きい。フルトンの伝記には、フランクリン、ナポレオン(一世)、リビングストン(米国高官、共同経営者)など色々な名前がでてきて相互に結ばれている。そこで思いだすのは、ワシントンのテラ水槽(NSRC)の来訪者用パンフレットには木桶のような水槽で川船の浅水影響試験をしているフランクリンのスケッチがでてくる。察するに、フルトン周辺の知識人は、ハイテク情報として船の模型試験のことを話して楽しんでいたのかもしれない。船型試験が新しい船の設計に不可欠なことは、200年近く前からみとめられていたことになる。

1. はじめに

我国では、MAU型プロペラが広く使われている。MAU型プロペラは、30年前に運輸省運輸技術研究所（現、目白水槽）と（株）神戸製鋼所により約10年かけて開発された。当時としては非常に優れたプロペラで、日本造船業の技術競争力の一端を担ってきたといっても過言ではない。しかし、最近ではプロペラ効率やキャビテーション性能に対してより厳しい要求がなされるようになり、それらにきめ細かに対応することが可能なプロペラ設計システムが望まれるようになってきた。

標記事業は、このような要望に答えるために、プロペラに流入する流れの不均一さをも考慮にいれ、キャビテーション上の条件から翼面積を決める課程もプロペラ設計の中で一体化し、効率及びキャビテーション性能の優れたプロペラを迅速に設計することができる新しい設計システムを開発するものである。

財団法人日本船舶振興会の補助金を頂き、昭和63年度から平成2年度までの3ヵ年をかけて、本事業をMAU型プロペラ開発に貢献した目白水槽において実施することとなった。昭和63年度、平成元年度は、当初の計画どおり作業を終え、現在最終年度の作業に着手している。

本事業の実施のために、学識経験者および業界代表のご協力を得て当センター内に研究委員会を設置している。委員の方々はつぎのとおりである。

加藤 洋治（委員長）

東京大学工学部船舶海洋工学科

池畑 光尚

横浜国立大学工学部船舶海洋工学科

門井 弘行

船舶技術研究所水海技術部推進性能研究室長

右近 良孝

船舶技術研究所キャビテーション研究室長

臼井 勲

（社）日本船主協会常務理事

寺田 泰治

元日本海事協会技術研究所所長

土屋 睦夫

（社）日本造船工業会常務理事

奥山 孝志

（社）日本中型造船工業会常務理事

（敬称略順不同、平成2年3月現在）

以下、本号から数回にわたり、本事業の概要をお伝えするものである。

2. 設計システムの構想

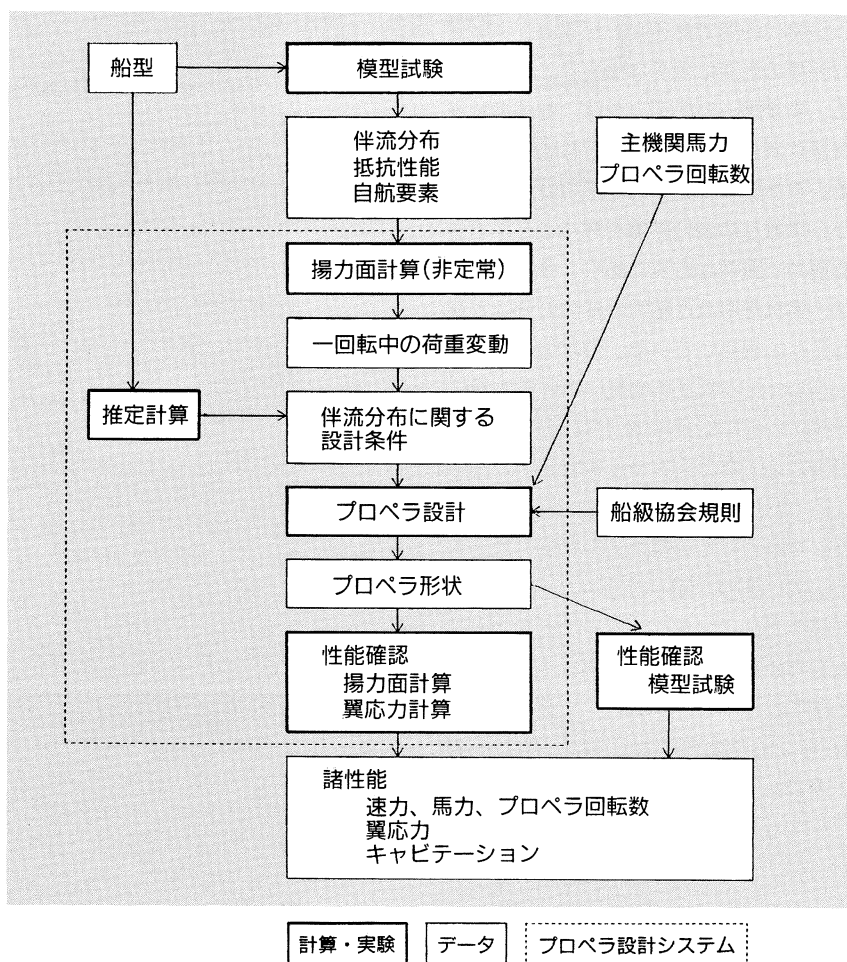
本事業は日常のプロペラ設計を高度化するために以下の4項目を重視したプロペラ設計システムを開発することとした。

(1) プロペラに流入する流れの不均一度も考慮した柔軟な設計ができる。

船用プロペラは、一般に、主船体がつくる不均一な流れ（伴流）の中で作動する。そのため、プロペラの半径方向位置によって翼素に入ってくる流れが異なる。また、ある一つの翼素に入ってくる流れ

もプロペラ一回転中にその大きさと方向が変化する。入ってくる流れが異なると、それに適したプロペラ形状も異なる。したがって流入する流れの不均一度によって必要翼面積も変わる。

伴流分布に適合したプロペラは、従来からWake Adapted Propellerと呼ばれて幾つかの設計法が研究、実用化されているが、本事業で開発するプロペラ設計システムは、半径方向、円周方向の伴流分布を考慮した柔軟な設計ができるようにする。それも、原型となるあるプロペラがあり、伴流分布の違いによってその形状を修正するという方法ではなく、プロペラ設計の根幹の部分で伴流分布を設計条件とする。伴流分布が与えられないとプロペラが設計できない。従来の方法では、伴流分布の違いは、普通、ピッチやキャンバーの半径方向分布に反映するが、本システムにおいてはそれ以外に翼面積、翼断面形状にも反映する。



プロペラ設計の手順

(2) 直径やピッチを計算する過程と翼面積を決める過程を一体化する

従来のプロペラ設計は、通常、系統的試験結果から作成されたB_Pチャートを用いてプロペラ直径やピッチを求める。他方、翼面積は主にキャビテーション性能から決めるが、そのチャートは別途用意されている。このチャートには伴流分布がパラメーターとして入っていないだけでなく、基になっているデータが異なっている。MAU型プロペラを用いるときも、WageningenのBシリーズプロペラを用いるときも、さらに、最近よく行われるこれら標準的プロペラの形状を修正して用いるときも、基本的には必要翼面積は同じになる。言わば、木と竹を繋いでいる。

本システムにおいては、これら二つの過程を不可分なものとして一体化する。

(3) 翼断面形状を固定せず設計条件によって変える

プロペラ設計とは、基本的には直径、ピッチおよび翼面積を決めることである。MAU型プロペラの設計でも、6翼のプロペラで後縁付近の形状を若干変えてある程度で、翼断面形状は予め固定されており、基本的には、タンカーにもコンテナ船にも同じ翼断面形状が使われる。

一つの翼断面形状で、各種船舶の最近の厳しい設計条件を満足させることは難しい。約10年前に開発された船舶技術研究所のSR1シリーズでは船種を限定している。また、個々の設計者は設計条件に応じて標準的プロペラの形状を変えたりしているが、個々の船型によって翼断面形状まで変えるのは大変な費用と労力である。しかし、プロペラ起振力の減少を目的として伴流を均一化するために主船体を改良しても、プロペラの翼断面形状を変えないのではその効果は半減というものであろう。

本システムにおいては、翼断面形状は固定されず伴流分布等の設計条件によって変化する。そのために、設計条件の一つとして翼面上圧力分布を指定する。翼面上圧力分布が同じでも、他の設計条件が異なると翼断面形状は異なる。

(4) 簡易化された設計条件でも設計できる

前記で述べたような個々の船型に適合したプロペラを設計するためには、設計条件の数も多くなる。全ての設計条件をその都度考えるのは大変であろう。柔軟な設計システムと簡単な使用法は矛盾する。

そのために、必要最小限以外の設計条件には標準値を決めておく必要がある。

設計段階では、主船体の伴流分布が不明なのが普通である。工程、費用等の理由からプロペラ製作前に伴流分布データを入手できない場合もある。そのようなときでも本システムを利用できるように、伴流分布に関する設計条件の推定法も本システムに組み込む。ただし、このとき推定誤差をある程度のマージンで補わざるをえないので、設計されたプロペラの性能は、正確な設計条件が与えられた場合に比べて、多少悪くなるであろう。

以上に述べたことを実現するためには、複雑さと迅速さを両立させるため、本システムの主要部分は電算機用プログラムとする。単に手計算を電算化するのではなく、本システムは始めから電算機用プログラムとして（のみ）存在する。プログラム作成に当たっては、柔軟かつ拡張可能性を重視する。

3. 年次計画

本事業の実施計画の概要は以下のとおりである。

初年度（昭和63年）

① 伴流分布類型化の研究

伴流分布が不明なときでも本設計システムを利用することができるようにするため、プロペラ面の伴流分布を少ないパラメーターで類型化、数量化する方法について研究する。

② 最適圧力分布に関する研究

効率・キャビテーション性能の優れた翼面上圧力分布を見出す。これは、本設計システムの翼面上圧力分布に関する設計条件の標準値となる。

2年度（平成元年）

① プロペラ形状に関する研究

翼輪郭等がプロペラ性能に及ぼす影響を調査する。

② プロペラ翼応力解析プログラムの作成

プロペラが伴流中で作動するときの応力の平均値と変動を有限要素法で計算できるようにする。本プログラムは、本設計システムにサブシステムとして組み込まれる。

③ プロペラ設計条件簡易化

伴流分布が不明なときでも本設計システムを利用することができるようにするため、伴流分布に関する設計条件を船型等から直接的に得る方法を研究する。

④ システム用プロペラ設計

本システムの基本となるプロペラを設計する。

最終年度（平成2年）

① プロペラ単独性能の比較

翼数2種、ピッチ比4種、計8個のプロペラの単独性能について、計算結果を実験結果と比較し、計算結果に対する修正係数を得る。

② 翼幅最大半径位置を変えたプロペラの性能比較

スキューが異なったときの翼幅最大半径位置がプロペラ性能に及ぼす影響を調査する。

③ 総合的性能の確認

本事業で実用化したプロペラ設計法で設計されたプロペラの性能を総合的に確認し、従来のプロペラの性能と比較する。

④ プロペラ設計プログラムの作成

3カ年の事業の成果に基づきプロペラ設計プログラムを作成する。2年度目の②のプログラムや、当センター既存のプログラムも合わせてプロペラ設計システムとして当センターの計算システムに組み込む。

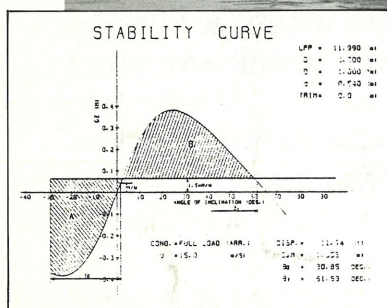
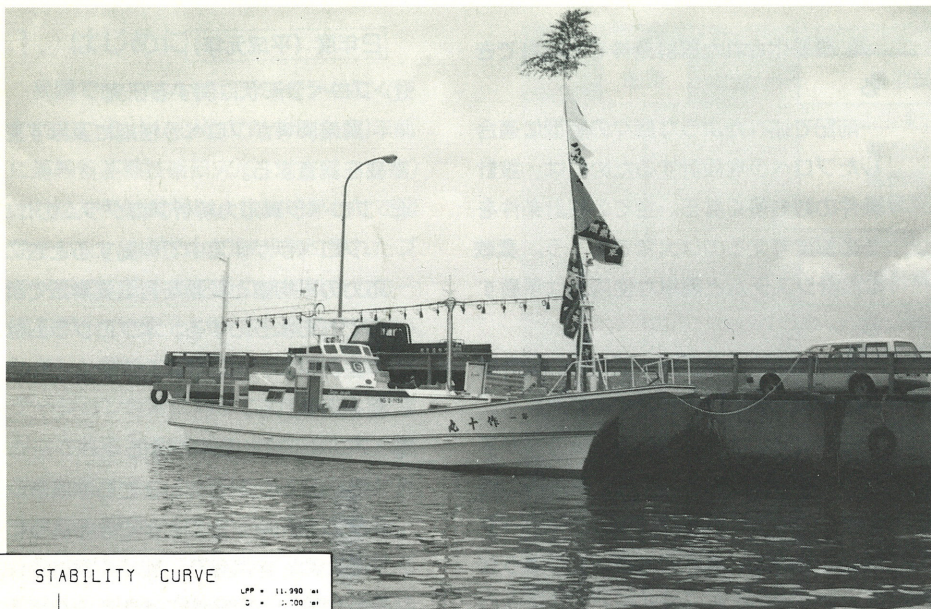
⑤ 報告書の作成

3カ年の事業の成果を取りまとめた報告書を作成し、関係機関へ配布する。

新造船と復原性

船名 第一作十丸

用途	遊漁船
船主	五十嵐利男
造船所	瀬賀造船所
設計者	瀬賀兵次
竣工	昭和63年12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 11.99 3.60 1.31
主機	連続最大出力 380 PS 回転数 2,300rpm 基数 1
速力	最大速力 20ノット
旅客定員	35名



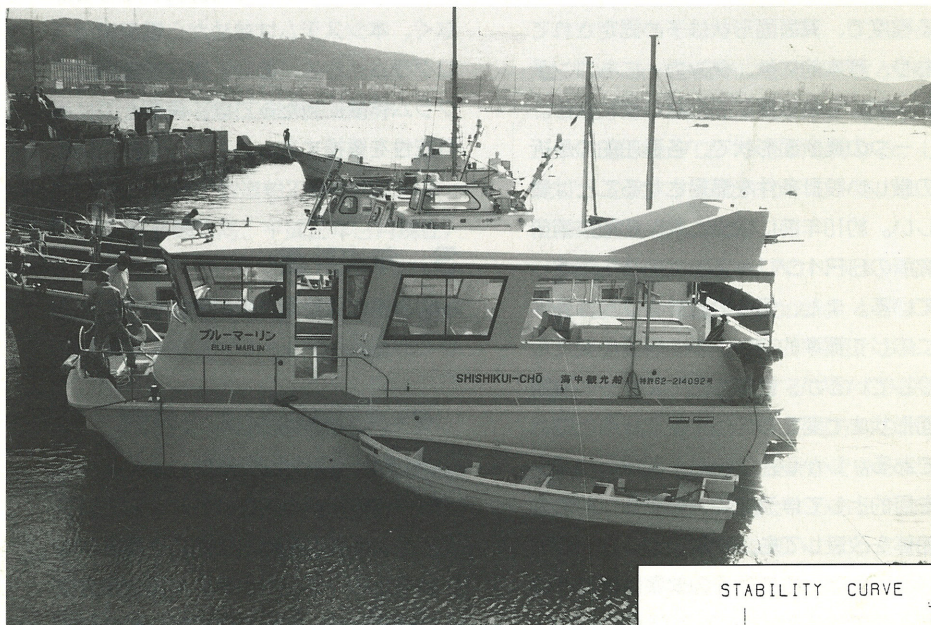
第一作十丸の復原力曲線と判定図

新潟県三島郡寺泊町を母港とし、佐渡弥彦米山国定公園の一部である、同町沖合を主漁場とする小型遊漁船。

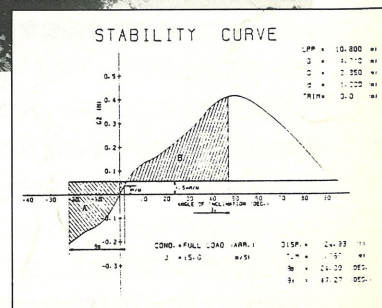
主船体の幅は若干狭いが、ある程度の乾舷を有し、重心を低目に抑えることでこのクラスとしては平均的な復原力を有する船となっている。

船名 ブルーマリン

用途	旅客船(海中観光船)
船主	徳島県穴喰町
造船所	加藤ボート工業
設計者	株寛治マリンデザイン
竣工	昭和63年7月
総トン数	16トン
航行区域	限定沿海
主要寸法(m)	長さ × 幅 × 深さ 10.8 4.3 2.35
主機	連続最大出力 68PS 回転数 3,600rpm 基数 2
速力	最大速力 6.5ノット
旅客定員	25名



徳島県海部郡穴喰町を母港とし、室戸阿南海岸国定公園の一部を構成する水床湾周辺に就航する半潜水式の海中透視船。主船体の断面形状は逆凸字型をしており、水面下に海中展望室を有している。そのため、本船は「海中展望室が損傷した場合でも安全であること」の要件を確認するため、区画浸水時の復原性計算も併せて実施されている。



ブルーマリンの復原力曲線と判定図