

7. 研究施設及び機器

小久保芳男、齊藤 勇、右近 良孝

Research Facilities and Instrumentation

By

Yoshio KOKUBO, Isamu SAITO

and Yoshitaka UKON

Abstract

Following experiment tanks have been under the management of the Ship Performance Division.

- (1) Mitaka No.2 Ship Model Experiment Tank.
- (2) Mitaka No.3 Ship Model Experiment Tank.
- (3) Large Cavitation Tunnel.
- (4) Ice Model Basin (up to 1988)

The Ice Model Basin has been managed by the Arctic Vessel and Low Temperature Engineering Division since the recent reorganization of the Ship Research Institute.

The facility of No.2 Tank (400m long) was completed in 1966. In this towing tank, large scale model tests and various tests at high speed are performed not only for the design of hull form but also for modering physical phenomena.

Full occupation of the No.2 Tank at that time the construction of the NO.3 (200m long) Tank which was completed in 1971. This facility is used to serve various basic researches on ship hydrodynamics. Model experiments in shallow and restricted water can be carried out by changing the water depth.

Large Cavitation Tannel was completed in 1975. The tunnel has two inter-changeable working sections. In the larger No.2 working section, 7m long ship model can be tested, and "Flow Liner" fitted inside of the tunnel can modify the undesirable wake distribution.

The ice model basin was first built in Japan to conduct fudnamental and applied researches on ice engineering problems. This facility was completed in 1978.

1 研究施設

当部に所属する研究施設のうち、試験水槽としては、以下に示す施設がある。

- (1) 三鷹第2船舶試験水槽 (400m水槽)
- (2) 三鷹第3船舶試験水槽 (中水槽)
- (3) 大型キャビテーション水槽
- (4) 氷海船舶試験水槽

ただし、(4)はその設立や運営を当初は当部で担当していたが、船舶技術研究所の組織変更によって昭和61年4月に、氷海技術部が発足した時点でその所管するところとなった。

以上、各水槽施設については、その設立の経緯、建築工法、特徴、研究遂行に果たした役割、そして現状や問題点、さらに、その時点での将来像などについては、すでに刊行されている船舶技術研究所20年史に記されている部分もあるので、一部を以下に、引用した。

- (1) 三鷹第2船舶試験水槽 (400m水槽)
昭和36年、世界最大規模の船型試験水槽を運輸技

術研究所の三鷹地区に建設する構想は具体化した。当時、わが国の経済は、高度成長期を迎え、造船界においても船舶の巨大化が進行し、同時に船型研究の需要も増大している情勢にあった。このような状況で造船所、船主の依頼に応じて船型試験を実施する公的な試験施設は、運研目白水槽のみであり、その処理能力は限界にきていた。

さらに、水槽の性能を改善すること—主要寸法、曳引車、計測機器、造波設備、及び付属工場設備等を含めて—によって、より多目的の試験研究の実施を可能にすることが計画された。以上の理由により本水槽の建設が決まった。

建設工程及び工事費概算を Table 1 に示す。

これによると400m水槽は3年半の短期間で完成し、昭和41年10月1日に本水槽用の標準模範船を用いて最初の曳航試験が行われ、同年10月6日に皇太子、同妃殿下をお迎えし、ご視察いただいた。また、同年10月15日東京で開催された第11回国際試験水槽会議の全出席者を招いて400m水槽の完成を世界に披露した。

Table 1 Term and Expenses of Works

年度(昭和)	38	39	40	41	概算工事費
水槽および建屋	計画 設計	工 事		工 事	600,000 千円
	水槽棟	研究棟		製図計算室	
曳引車・レール トロリー線 側面消波装置	計 画	設 計	制作 据付	敷設	197,000
			走行レール		
造波装置	計 画	設 計	制作 据付		27,000
計測設備		計 画 設 計	制 作		85,000
解析設備		計 画 設 計	制 作		69,000
工場設備			計 画	設計 制作	68,000

全体計画の特徴

常用模型船長さとして、静水中試験用の貨物船、巨大船としては、7ないし9mを、波浪中試験及び潜水船試験用には、5ないし6mを、最大模型船としては12mを採用することにした。この寸法をもとに、水槽の主要寸法と曳引車、造波装置、計測装置、工場設備等の要目を定めた。

試験の最高速度は、高レイノルズ数における摩擦抵抗試験、6m高速艇の自航試験、不規則波中の高速貨物船の自航試験等について検討し、最高速度15m/s、水槽の長さを400mと定めた。水槽の幅と深さに関しては、静水中と波浪中の模型試験や潜水船の試験等の場合の側壁影響、水深影響を考慮して、水面幅18m、水深8mと定めた。水槽の断面積としては、現在でも世界最大である。本水槽では、水槽、模型船、曳引車等の全てが大型で、計測設備も大容量となる。したがって、大型の特色を生かし、実験精度の向上を計ると共に、大型であっても高効率を確保するための、施設、設備が使用容易でかつ安全確実であることを目標とした。このため、曳引車の速度制御装置、計測装置、消波装置、造波装置等の自動化、デジタル化を計り、遠隔装置も適宜に行うことにした。また、データ処理装置としてオンライン解析設備を導入することにした。

各施設・設備の特徴

(a) 水槽本体、建屋

構造の概要を、三鷹第3船舶試験水槽と共にFig.1

に示す。地表から約6.3m下方に底盤を作り、側壁(擁壁)の下部のみに長さ5mの杭を砂礫層まで打った。

水槽側壁は、内側の水圧と外側の土圧がバランスする条件で、安定自立しているため、工事の施工は困難であった。すなわち、短時日では十分な土圧が発生せず、補強工事が追加されたため、残りの工事に影響した。水槽棟上屋は、基礎を省き、水槽側壁を円弧屋根(ダイヤモンド・トラス)の基礎としている。

(b) 曳引車等

船型研究実験に関する多目的実験装置としての曳引車は、多様化する実験や急速に進歩する計測技術に対応できるように計画された。主構造方式はトラス構造、駆動方式は、曳引車4隅の駆動部にそれぞれモータ1台づつを配した全輪駆動で、4隅の駆動部は2車輪ボギー方式とした。曳引車の要目等をTable 2に、駆動用動力装置をTable 3に示す。

Table 2 Particulars of Carriage

幅 (部材心間)	19,340 mm
長さ (")	16,900 mm
高さ (")	3,800 mm
トリミングタンク天端より 主桁下弦材下面までの高さ 計測区域	350 mm
長さ×幅 (部材心間)	11,310*2,640 mm
鋼構造重量	約 35 ton
常備重量	約 50 ton
最高速度	15 m/sec

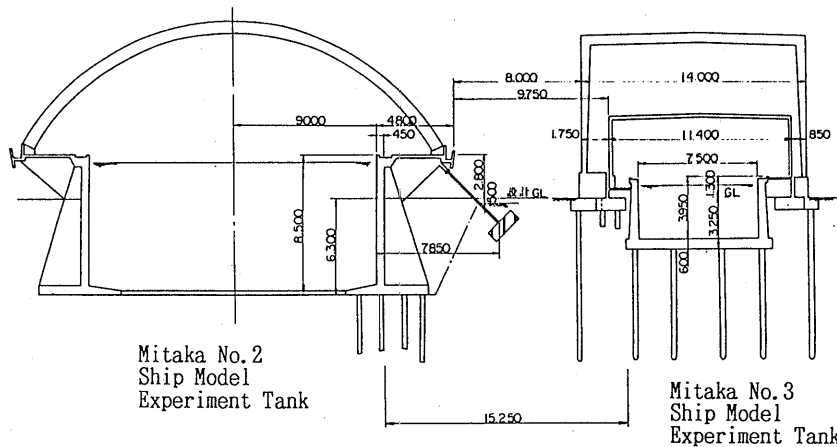


Fig.1 Section of Tanks

確認をすることができる。

問題点と将来

大型模型船を製作し、船型試験を行って実船馬力の精度良い推定や船型改良を目指した時代は過ぎ去り、現在は高速艇の波浪中試験を始め、船型試験には違いないが試験に付随する各種現象の解明や理論計算の検証等やや目的が昔と異なってきており、これらの目的を十分に果たすために従来にも増して、実験時の“環境”を明らかにしておく必要がある。すなわち、例えば走行用レール継目部の摩耗により生ずる振動、曳引車走行に伴う水槽水面の乱れや空気乱れ等が試験計測に及ぼす影響等の問題があり、十分にこれらを解明して新しい水槽試験法を確立することが必要である。

一方、400m水槽設備が当初の性能を取り戻すために、手をつけなければならないことは数多い。手近に可能な方法は衆知を集めて解決するしかないが、根本的には、先ず、1) 水槽漏水対策であり、ついで2) 造波機の新替、さらに3) 走行レール新替(制動装置を含む)、そして4) 曳引車の更新(速度制御装置を含む)となる。

付録

水槽、曳引車等の整備・保守工事

400m水槽は、長年の間つねに稼働率は高く、その合間をぬって保守整備が行われてきた。以下に主要な工事名を示す。

- | | |
|---------------------|-----------|
| ① 水槽棟屋根塗装 | 昭和49、50年度 |
| ② 水槽棟屋根裏換気装置 | 昭和57年度 |
| ③ 水槽漏水補修 | 昭和61年度 |
| ④ 水槽棟屋根新替 | 昭和63年度 |
| ⑤ 曳引車走行レール・トロリー嵩上げ | 昭和48、56年度 |
| ⑥ 曳引車トロリー線、パンタグラフ新替 | 昭和61年度 |
| ⑦ 曳引車速度制御装置新替 | 昭和52年度 |
| ⑧ 曳引車制動装置、駆動部調整 | 昭和57年度 |

注：

③ 水槽の漏水箇所を見いだすために、潜水夫によって撮影した水中写真等により水槽内壁、底面をくまなく調査したが、亀裂の入っているような所は発見出来なかった。結局、水槽側壁や底盤の継目の

ほぼ全面にわたってしみでるためと考えられたが、すぐには対策が立てられず後日に残された。現在年間を通じて、1日平均の漏水量は約72立方米(10mm)である。

④ 雨漏りが甚だしく、試験に支障を来すほどになって、現在の屋根の上にもう一枚カラー鉄板の屋根を葺いた。

⑤ 建設当初から水槽北端の地盤沈下が進み、ライナーによるレール調整のみでは水平度が補正しきれなくなって、新しく北端部のレールチェアを設計・製作して交換した。引続きトロリー線の高さも調整した。現在の地盤沈下はやや安定状態といえる。

(2) 三鷹第三船舶試験水槽 (中水槽)

400m水槽をより有効に活用するために、各種の基礎的研究試験、中・小型船の実験、あるいは制限水路影響の研究、更に風と波が共存する海面に相当する状態での実験、海洋構造物の実験が可能な中型試験水槽を設置する必要が痛感された。

昭和45年度には、1億8千6百万円の予算で水槽本体及び建屋、造波装置が、昭和46年度には、2億4千5百万円で、曳引車、送風機付き台車、レール、トロリー、側面消波装置、曳引車速度制御装置、計測装置、計算装置がそれぞれ設置された。

中水槽は、長さ150m、幅7.5m、深さ3.5mである。中水槽の特徴を、全体計画時に挙げたものと、製作された各設備固有のものに分けて説明する。

全体計画の特徴

中水槽は、主として定性的な研究に使用するとしながらも、長さ4m~5mの模型船による自航試験までは可能とする水槽長さとし、また400m水槽との併用によって blockage effect の研究も可能とする水槽断面寸法をもつものである。またこの水槽寸法により、2.5m模型船による波浪中試験も実施可能である。

曳引車の代表的性能である最高速度は6m/sであるが、これによって、主としてピッチ比の大きい模型プロバラの単独性能試験、また一般船舶以外の実験、例えば、Air Cushion Vehicle の実験も可能としている。水槽長さのわりに最高速度が大きいので、制動装置には万全を期している。

水槽本体は底盤、側壁とも、一般の水槽より堅牢なコンクリート厚さとし、かつ一体型の構造として浅水水槽としても使用ができるものである。満水時と乾水時の水槽幅の変化は1mm以下であり、モルタル仕上げの底盤の高低差は5mm以下である。また、浅水中での造波も可能とするように、水槽側壁の仕上げ、造波機機能の設計には特別の考慮が払われている。本水槽は、推進性能等に及ぼす浅水影響の研究が本格的に実施できる数少ない水槽である。また、中水槽には、曳引車のほか、送風機付き補助台車が設備され、風浪中の船舶や Air Cushion Vehicle の性能、すなはちこれらの航海性能を総合的に評価することも可能である。

各設備の有する特徴

水槽：水槽水温の均一化を兼ねた浄化装置（60ton/h）の設備を持ち、水槽水上下の温度差約5℃程度は一晚でほぼ均一化される。

曳引車：堅牢、シンプルとする目的から4本の箱型主桁から構成し、振動軽減のため、レールチェア間隔、ホイールベース、駆動機構、主桁強度に必要な対策がとられた。一般の船型試験のほか、浅水時諸試験、風浪中諸試験、海洋開発用構造物関係の試験などの多用途に応じるため、4本の主桁に囲まれた6m×6mのエリアを完全にオープンにすることが可能である。この区域は普段、計測桁と計測床が設けられ、計測桁には常用の船型試験用計測機器が搭載されている。最高速度は曳引車単独のとき6m/sであるが、送風台車連結時は5m/sとなっている。制動装置は万全を期するため3種類を備え、そのうち1種類は非常制動用として減速側水槽端の地上に設置されている。曳引車重量は23.5トン、振動、騒音は非常に小さい。

送風台車：3m×1mの吹き出しダクトを水面に接近して取り付け、最大約11m/sの送風を発生する送風機を搭載した台車であり、送風による実験時は曳引車に連結されて走行する。また、自走モータと水面掃除装置も備えている。

消波装置：消波装置は、航走した模型船から発生した波を速やかに消滅させ、試験効率の向上を図るために、水槽両端部及び両側面に設備された。駆動部は大水槽の油圧式を改め電動とし、各所から

の操作が可能となっている。

造波装置：本水槽の造波装置は、任意水深での造波が可能という設計条件のもとに、深海波用としての造波特性を満足しつつ、浅水時の造波性能も発揮するものである。造波機の型式は電動式プランジャー型が採用され、造波装置を垂直ガイドレールに沿って上下移動させ、可変水深の造波機能をもたせたものである。比較的短波長の領域に焦点を合わせ、0.2Hz～3Hzの造波を可能とし、波長・波高比＝40～50での造波特性が最適となる造波特性をもつ。造波入力信号は、低周波発信器、紙テープ読み込み装置、磁気テープ読み込み装置によって与えることができ、運転操作も極力簡易化が図られている。

400m水槽と有機的に併用され、着実な成果を挙げているが、特に最近では内航船の研究、プロペラ単独試験、氷海商船でも問題になるであろう浅水時試験、さらに、レーザ利用に関する調査研究にも有効に利用されている。

また、船研の中の研究部、運動性能部、海洋開発工学部、構造強度部、機関動力部等の使用も多い。所内のみならず所外各機関との共同研究の実施にも多く利用されている。今後も400m水槽と共に、独自の多機能性を活かして、研究の遂行に役立つものと思われる。

(3) 大型キャビテーション水槽

本水槽は当時の船舶の大型化、高速化に伴い、プロペラキャビテーションの発生が避け難く、キャビテーションによるプロペラの損傷、船体振動、騒音等が深刻となってきたのに対応して建設された。昭和45年の運輸技術審議会の「運輸技術の研究開発に関する基本的方策について」の中間答申に基づいて始まった35ノット、長さ300mの大型超高速コンテナ船の研究開発の一環として、プロペラの研究を進めるうえに大型キャビテーション試験水槽の必要性が認められた。

昭和47年度から大型キャビテーション試験水槽の建設が開始され、昭和50年10月に完成した。総工費約5億7千5百万円であった。

本水槽の建設の経緯は「船研20年史」に、又各機器の性能は船研報告第14巻第1号（1977年1月）に、詳しく書かれているので、補足的に記述するのみに

とどめる。

本水槽は交換可能な2つの計測部をもち、平均年2回程度、計測部の交換が行われる。この作業は研究者が中心となって行われ、作業では、かなりの緊張を強いられるが、熟練すると半日でできる。基本的に、第一計測部は夏季、第二計測部は冬季に使用する。

第一計測部は Table 4 の示す形状であり、建設当時は、模型プロペラの P.O.T やワイヤーメッシュ & ダミープレート後方での非定常キャビテーション試験が念頭にあった設計となっている。最近では理論の発達に伴う検証実験、理論モデルを得るための基礎実験、水槽自体の性能を調査する試験など種々のニーズに対応した実験が行われる様になってきた。

Table 4 Principal Particulars of Working Section

中心線間高さ 中心線間長さ	10.00 m 18.00 m	
計測部	第1計測部	第2計測部
断面形状	円形	矩型
寸法	0.75 m	2 m×0.88 m
断面積	0.442 m ²	1.76 m ²
長さ	2.25 m	8.00 m
最高流速	19.7 m/s	6.5 m/s
最大圧力	196 kpa	
最小圧力	4.9 kpa	
縮流部		
絞り比	7.99	2.01
長さ	2.10 m	3.00 m
使用模型 最大模型 常用寸法	プロペラ直径 400 mm 300~350 mm	模型船長さ 7 m
送流機		
インペラ直径	1,346 mm	
インペラ翼数	4	
駆動電動機出力	355 kw	
最高回転数	1,150 rpm	
インペラ回転数	419.7 rpm	

本計測部では、模型プロペラに関しては上記の試験の他、変動圧力計測、水中騒音計測、翼面圧力計測、LDVを用いた流場計測、プロペラ後方の舵及び高速艇の舵キャビテーション等が行われる様になってきて、この種の試験用の計測装置が製作されている。

又、基礎的物体としてITTCヘッドフォームや各種の2次元及び3次元翼を用いる試験が行われている。特に翼型試験は計測部断面が円形であるため、観測窓を利用した計測部が製作され、用いられている。この数年は音、即ち圧力の水槽内での伝播が問題とされているため、既知の強さの音を放射して水槽内の伝播の様子が調べられている。

第二計測部は Table 4 に示す形状をもち、最大7mまでの模型船を取り付けて試験を行える東洋で唯一、世界でも数少ない施設である。ここでは、模型船により伴流分布をシュミレートするので三次元伴流となり、ワイヤー・メッシュ等による方法と決定的に異なる。この計測部で数多くの模型船について伴流分布計測が行われたが、計測部断面が2m×0.88mと小さいこともあり、側壁影響が避けられず、Fineな船型で、かつ5m程度以下の模型船にならないと、この影響は無視できない。特に、Cb=0.8程度の肥大船になると、伴流分布は曳航水槽のそれと合わないばかりか、左右非対称となる例が生じた。この理由は船尾部での急激な Diffuser 効果によると考えられたので、Fig.2 及び 3 に示す「Flow Liner」なるものを模型船船尾のまわりに配置することにより、ほぼ曳航水槽における伴流分布と同等の分布を得ることが可能となった。この Flow Liner は厳密には、船尾部ばかりでなく、船首部近傍にも配置すべきであり、船尾部のみに配置すると、伴流分布は曳航水槽のそれより、当然狭いものとなる。このことを利用して Flow Linerの大きさや位置を変化させ、最近、実船推定伴流分布を模型船によりシュミレートする方法が開発された。この方法により再現された伴流分布でキャビテーション試験を行うと、キャビテーション・パターンのみならず、船尾変動圧力についても模型と実船との一致もよくなることが分かってきた。現在、この水槽では一軸船のみならず、二軸船の試験が可能となってきている。本計測部は第一次オイル・ショックの最中に建設されたため、総ステンレス製ではなく、内壁は塗装となっている。このため保守に費用と時間を要する。又、近年、発展のめざましいLDVによる船尾流場の計測や気泡核計測ならびに高速艇関係の試験に対応できる計測部の改造が最大の懸案となっている。

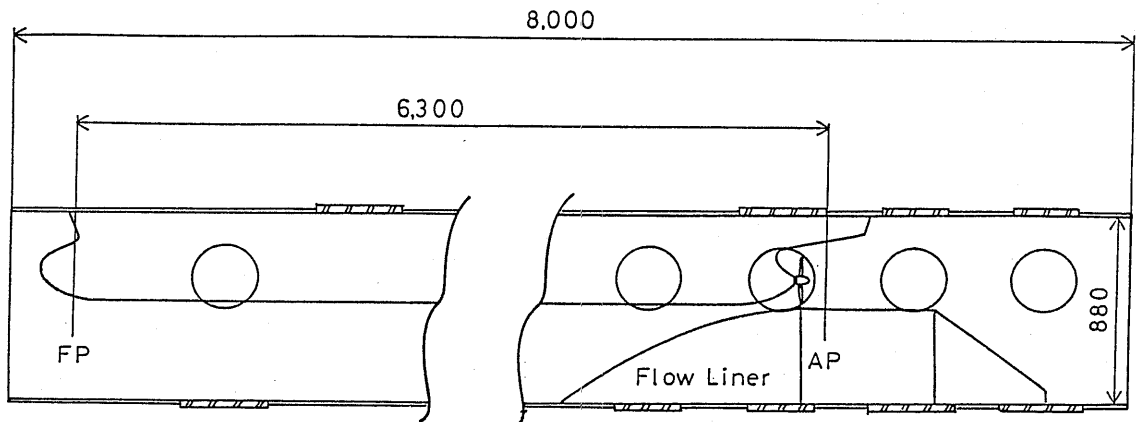


Fig. 2 Arrangement of Ship Model and Flow Liner

unit: mm

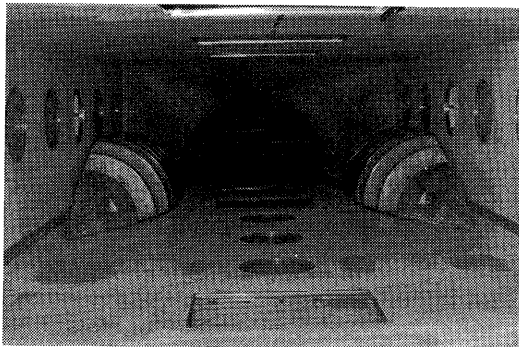


Fig. 3 Flow Liner Looking from Upstream

(4) 氷海船舶試験水槽

船舶技術研究所として、昭和48年以来、北方海域からの資源輸送システムの開発について検討してきたが、これらの研究開発を遂行するには、まずそれなりの研究施設の整備が必要であり、その第一段として、船舶等の氷海中の航行性能の研究が可能な実験施設、すなわち氷海船舶試験水槽の建設が計画された。

当初の計画では、低温船舶海洋研究所（仮称）という組織の主要施設の一つとして北海道千歳市郊外に検討され、昭和50、51年にそのための調査費が認められたが、その後、多様な情勢の変化により、大幅な計画の変更を余儀なくされ、昭和52年に現在の場所に建設が認められた。

氷海船舶試験水槽は、昭和52年度に三鷹第三船舶試験水槽の南側に所内各所から集められていた残土の所外への搬出および整地から始められ、4年の歳月を経て昭和56年の春に完成したが計画から完成までは氷海再現水槽と呼ばれていた。屋外受変電設備が54年3月に完成し、さらに水槽本体、水槽棟および実験準備棟等の建屋、濃塩水槽、および冷凍機械設備が昭和55年3月に完成した。昭和55年度には、曳引車、レール、トロリー、氷圧調整装置、抵抗・自航動力計、氷板曲げ試験機等の計測機器の設計製作を行い、昭和56年3月に完成式が行われた。

氷海試験水槽の実験では、一様な平板氷中模型試験は、氷中性能の基礎となる重要な試験である。そのため氷厚の均一度を高めるために、結氷効率は劣るが天井クーラによる自然対流型冷却方式を採用した。また、季節変化による外気温度の影響を避けるために、氷水槽の下部全面に地下ピットを設けて氷水槽全体を断熱建屋内に収める構造とした。

水槽建屋は鉄骨・スパンクリート製で、氷水槽本体、トリムタンク、及び砕氷・排氷処理を行う砕氷ホッパー等が収容されている。冷凍機械室、冷凍機制御室、実験準備場、解析室等を収めた実験準備棟は水槽建屋の西側に隣接一体として建てられており、水槽建屋への日射の影響を減少させることに重要な役目を果たし得る構造となっている。現在では氷質制御添加物として尿素、エチレングリコール等が使用されているが、建設時は塩を用いての氷質制御を考慮していたので、塩の取扱は、水槽建屋から北へ

約30m離れた場所に高濃度貯蔵タンクを設けてそこで行うようにし、作業中に飛散した塩によって構造物や計測機器に悪影響を与えないようにした。水槽本体へはこの貯蔵タンク内の濃塩水をポンプで注入出来るようになっている。また、地震災害時の様な非常事態を考慮して氷水槽室の天井に取り付けてあるクーラ及び関連の配管内の冷媒（トリクロロエチレン）を抜き取って、回収するための非常用ブライン回収タンクを水槽建屋の南側外部に設置した。

水槽建屋へは実験準備棟から二重の断熱扉を介して連絡されていて、入るとすぐにトリムタンク室になっており、氷水槽室とは、水中及び水上の2枚の断熱扉によって、独立した室温状態を保つことができる。砕氷ホoppaは氷水槽本体の南端に設けられていて、ホoppa上面の開口部は油圧駆動による可動断熱蓋で、その下に設置されている砕氷機や排水管とは熱的に遮断されている。また、氷水槽室内の様子は冷凍機制御室から監視窓を通して、ある範囲で見ることが可能となっている。

氷水槽本体は、長さ35.0m、幅6.0m、深さ2.1m（基準水深1.8m）の鉄筋コンクリート製である。コンクリートの凍結融解抵抗を高めるためにAE剤を添加し、さらには水槽天端の約60cmの部分には鋼繊維を混入した。また、水槽の内面には、防水、補強のほか氷の膠着力を弱める効果を期待してFRPの処理を施した。水槽の底面および東側面には、それぞれ8個の大型観測窓を設けてあり、結晶粒径や砕氷過程が観察できる。トリムタンクは長さが8.0m、幅1.6m、深さ1.1mであるが、氷水槽の結氷時においても断熱扉で仕切られているので、トリムタンクに結氷することはない。

断熱処理としては、厚さ150mmの硬質ウレタンパネル・カラーアルミ板貼りによって水槽棟の側面および天井面が断熱され、さらに50mmの硬質ウレタンを現場発泡させて水槽本体の外表面が断熱されている。

冷凍装置としては、氷水槽室を冷却し結氷させるための低温系ユニットと、水槽水の予冷、トリムタンク室および地下ピットの冷却を行う高温系ユニットから成っている。低温系ユニットはロータリー型冷凍機ロタスコRT-245が3台で熱負荷に応じて選択運転されるようになっており最高冷凍能力は121,680 Kcal/hである。また、高温系のユニットはロー

タリー型冷凍機ロタスコRL-150が1台で冷凍能力は107,500 Kcal/hである。氷水槽の室温は、天井クーラーに送られるブラインの温度と流量を調整して制御される。氷水槽室の最低温度は-35℃である。また、結氷速度は、水槽室温、氷質制御添加物濃度等によって異なるが、概ね4mm/hである。さらに、氷質制御のための水槽室加熱装置や結晶粒径制御のための噴霧装置等が設けられている。

曳引車は鋼製ボックスガーダ式で、水槽側壁天端上に敷設した鋼製レール及びラック上を走行する。駆動方式は、車輪・レール方式と、ラック・ピニオン方式との二つの方式があるが、通常はレール上面の整備条件が比較的容易なラック・ピニオン方式を使用している。曳引車の重量は約17トンで、7本のヒータ付き剛体トロリーを介して給電される電動機によって駆動される。曳引車の最高速度は2.0m/sで、速度制御はアナログ式である。曳引車上の制御機器、計測機器電気部はステンレス製の保温箱に収納されている。

この氷海船舶試験水槽は、諸外国の氷水槽には見ることの出来ない数々の特徴、新工夫をもって画期的な水槽として注目をされているが、昭和61年4月に氷海技術部が設置され、現在は推進性能部から離れて氷海技術部の管理下に置かれている。

参考文献

- 1) 船舶技術研究所二十年史、運輸省船舶技術研究所発行、1985.3
- 2) 推進性能部：三鷹第2船舶試験水槽の建設について、船舶技術研究所報告、第6巻、第4号、1969.7
- 3) 推進性能部：大型キャビテーション試験水槽の建設について、船舶技術研究所報告、第14巻、第1号、1977.1

2 主要機器

主要機器は、購入の年度の順序で記載した。
但し、水槽、曳引車及び動力装置等を除く。

波浪中試験用計測装置

規則波用模型船ガイド装置

全長：1,600mm

可動範囲：上下揺れ ±300mm, 縦揺れ ±30°
前後揺れ ±600mm

下端における最大水平力：200kg

使用模型船長さ：4.0~6.0m

消波用マット

取付区域 水槽北端：木製砕波板上全域
水槽南端：同上基準水面下 50cm
まで

材質：鉄芯パーム製ねじりブラシ
ブラシ外径 10cm

模型船削成機

駆動：全電気駆動, 方式：線図倣い方式

制御：線図倣いの合成速度

定制御、合成速度の漸減制御、線図の初期零位置決め制御、自動零復制御、カッターの上下方向自動位置決め制御

拡大縮小：同一図より 1/3~2 の範囲内の拡大縮小削成可能

削成可能な模型船寸法：長さ 12.0m, 幅 2.0m
深さ 1.0m

粘土ミキサー

鍋の寸法：直径 91cm, 深さ 40cm

容量 200ℓ

モータ：3相 2PS, 杵：3本

摺潰し度：100 メッシュ

工場設備

パラフィン溶解缶

形式：間接加熱立形パラフィン溶解缶

容量：5t/1チャージ, 7時間

圧力：水側；最高使用圧力 1.0kg/cm²G

常用使用圧力 0.42kg/cm²G

パラフィン側；大気圧

温度：水側；常用温度 110° C

パラフィン側；最高温度 100° C

取出温度 70~75° C

燃焼方式：自然通風B重油専焼

1 チャージ約 250ℓ/7Hr

その他：自動運転装置, 自動保安装置つき

模型船トップカッター

軌道幅：1,660mm, 2,160mm

移動距離：8m, 11m

カッター上下移動距離：250mm

カッター駆動モータ：200V 3φ 1/4PS

軌条及び移動ケーブルつき

模型船用重量計測装置

型式：埋込台秤, 手動送錘, 手動印字式

容量：5トン, 最小目盛り 1kg

精度：1/5,000

載台寸法：4m X 2m, クランプつき

木工集塵装置

床溝式ダクト：180mmφ, 130mmφ, 90mmφ

プレートファン：風量 65m³/min

風圧 200mm/Ag

モータ：200V 3φ 3.7KW

サイクロン型ダストコレクター：外径 800mmφ

高さ 2.7m

集塵室：1.5m 角, 高さ 1.8m

モータ操作盤：マグネットスイッチ式

大型旋盤

ベッド長さ：2,080mm, ベッド幅：406mm

中心の高さ：266mm

キャップ上の振り：800mm

キャリッジ上の振り：310mm

中心間の最大距離：760mm

主軸の回転数：8段 48~1,200rpm

送り左右（主軸一回につき）：48種

0.0036~2mm

送り前後（主軸一回につき）：48種

0.0018~1mm

モータ：5.5KW

万能工具フライス盤

フライスベッドくり出し距離：150mm

テーブル左右移動距離：240mm

テーブル上下移動距離：340mm

テーブル面積垂直：200mm×550mm

テーブル面積水平：100mm×550mm

構成：本体、投光器、位相制御器、光電式ピッチアップ

半潜水船用曳航装置

半潜水船及び浅深度没水体の曳航（抵抗）試験の際に使用するガイド装置で、本体及び指示装置に分かれ下記の機能を持っている。

模型船の長さ：3～6m

計測の範囲と精度： 抗力 0～20kg (0.1%)
計測は抵抗動力計による
揚力 ±50kg (1%)
縦揺れモーメント
±30kg-m (1%)
トリム角 ±20° (±2%)

模型船の取付深度：0～0.6m

没水体用3分力計測装置

半潜水船用の3分力計として製作されたもので、浅い深度の没水体用3分力計として使用できる。島津製作所製、3CB-5H形、3分力天秤

揚力：±50kg, ±25kg, ±10kg

精度 ±1% 以内

抵抗：±30kg, ±15kg, ±6kg

精度 ±1% 以内

ピッチングモーメント：±40kg-m, ±20kg-m
±10kg-m

精度 ±1% 以内

迎角：±20°，精度：±0.3°

使用模型船：排水量 1,000kg，長さ 5m 以下

取付深度：水面上 100mm，水面下 600mm

ただし、本装置は三鷹第3船舶試験水槽用として設計されている。

付属品：陸上検定装置 1式

コントローラ 1式

特殊曳航装置

模型船の波浪中における運動及び抵抗を測定するための装置。

ガイドレール：組立式 全長 6m

動揺検出部主ガイド：上下揺れ ±0.5m

縦揺れ ±30°

横揺れ ±45°

前後揺れ 5.1m

補助ガイド：上下ストローク ±0.5m

重力式天秤：重錘上下ストローク ±0.4m

固定式天秤：抵抗 ±20kg, 上下力 ±500kg

縦モーメント ±100kg-m

上下揺れ、縦揺れ、横揺れ、

固縛可

プロペラ曳航装置

この装置は超大型高速コンテナ船の船型に関する研究の一部として製作され、模型プロペラによって起される波を計測するための装置である。没水する部分はできるだけ細長くするか薄くして、装置によって起される波を少なくするようにつとめた。

没水部：全長 1,650mm(ナセル部の長さ 650mm)

最大直径：80mm

模型プロペラ用シャフト直径：20mm及び15mm

昇降範囲：標準水面より上方 100mm，

下方 500mm まで

(プロペラシャフトの中心を基準とする)

回転数：0～2,000rpm (ただし、駆動用モータは既設の自航用大型モータ 3KWを使用する。回転数は検出部より既設の表示装置に伝えられる。)

なお、この装置は 30kg のスラストに耐えられるように設計されている。

大振幅強制動揺機

試験水槽曳引車に設置し模型船を強制的に縦運動させるための装置。

構成：強制動揺架台、スコッチヨーク、駆動ロッド、下部ジンバル機構及び固定装置からなる。

機能：上下動揺振幅 最大 250mm

上下動周波数 0.2～2.0Hz

使用模型船 最大 3m

4軸自航動力計

検出部：容量 スラスト 10kg (ストレンゲージ方式)

トルク 0.4kg-m (磁わい方式)

回転数：2～40rps

負荷配分計算機を内蔵している。

電源部：制御電源 入力 3相 220V

出力 220V, 1.5KW 及び 3KW,

4,000rpm 用電源

回転速度制御範囲：200～4,000rpm

レーザドップラ流速計

型式：リファレンスビーム方式

測定範囲：1cm/sec～10m/sec

測定断面：約1mmφ

送信部：He-Ne ガスレーザ

型番 GLG 2016(NEC)

波長 6328Å, 出力 15mW 以上

ビーム間隔 20～55mm

レンズ焦点距離 550mm

散乱角 ($\theta/2$) $1^\circ \sim 3^\circ$

受信部：フォトマルチプライヤー

型番 RCA-8645

電源 John Fluke 412B

工学ユニット レンズ口径 50mmφ

口径絞り, 視野絞り, 干渉フイ

ルタつき

トラッキングスコープ

タケダ理研製 TR-4120

スペクトル・アナライザ部

測定範囲：100Hz～30MHz

入力最大感度 -130dBV (1mΩ 18PF)

ダイナミック・レンジ：80dB

周波数分離能：10Hz～100kHz

1-3 ステップ 9 段切替

周波数掃引幅：50Hz～2MHz/div.

1-2-5 ステップ 12段切替

掃引時間：10μs～10s/div.

1-2-5 ステップ 19 段切替

トラッキング・ジェネレータ部

周波数範囲：100Hz～30MHz

出力レベル：+10～-40dBm

出力インピーダンス：75Ω

カウンタ用出力：100mV.r.m.s.

(スペクトルアナライザと連動)

XYレコーダ

渡辺測器製 WX-431 型, 用紙サイズ：A4

入力電圧感度：0.2mV～20V/cm,

1-2-5 ステップ 16 段切替

Y軸→時間軸, ロール紙使用可能, 入力電圧感

度連続変更可能

ボッシング外力計測装置

本装置はボッシングの固有抵抗の計測に使用する。

測定容量：0～±1.5kg

検力範囲：0～±0.75kg天秤のレバー比 2:1)

差動トランス入力：Max. 15V 20mA

差動トランス出力電圧：約 20mV/mm/V

差動トランス出力リップル：3% 以下

出力直線性：0.1% (フルスケール)

二重反転プロペラ動力計

相反する方向に回転する模型プロペラのトルク、スラスト及び回転数を測定する。プロペラの単独試験及び模型船の自航試験に使用できる。

自航動力計

トルク (内軸、外軸共に) ±1kg-m

スラスト (内軸、外軸共に) ±20kg

回転速度 (内軸、外軸共に) 1,800rpm

表示：デジタル表示

総合精度：±0.2%

寸法：長さ 970mm, 幅 120mm,

高さ 125mm

プロペラ単独試験用装置

上記自航動力計を内蔵して構成する。

寸法：長さ (軸を含む) 2,590mm

幅 1,700mm, 高さ 2,645mm

昇降ストローク 500mm

プロペラ翼面圧力計測装置

大型空洞試験水槽の計測部にとりつけて、小型圧力変換器と有線テレメータと組み合わせて、作動中のプロペラ翼面上に作用する水圧を測定する。

主要寸法：長さ 1.6m, 幅 0.48m, 高さ 0.8m

回転数：最大 1,800rpm

軸強度：トルク 10kg-m, スラスト 70kg

有線テレメータ

翼面圧力計測装置と組み合わせて使用する。

型式：TMW-6B-FM

チャンネル数：6 チャンネル

変調方式：FM 変調

周波数特性：DC～500Hz±3dB

利得：37dB, クロストーク：-50dB

出力電圧：±5V p-p (1KΩ負荷)

出力電流：±50mA (20Ω負荷)

電源：AC 100V 50～60Hz±10% 以内

脱気装置

処理水量：30m³/H

脱気能力：吐出孔で 0.15Vol%

操作圧力：30Torr

排気装置：水エゼクター

脱気塔：550φ×2,880mm

ストロボ装置

構成：本体1台、ランプハウス2台

ストロボ発光

放電管入力：最大 0.56J/PULSE(1灯当たり)

閃光時間：1M sec

フラッシュ発光

放電管入力：最大 28J(1灯当たり)

閃光時間：2M sec

高精度翼車型流速計検出部

検出器軸受けに空気軸受けを採用した流速計検出部であり、既設の指示装置に接続して船型試験時等の流速を計測する。

型式：HC-505 型 検出部

測定範囲：0.1～5.0m/sec, 精度：1mm/sec

出力：デジタル及びアナログ表示

模型スラスタ試験機

可変ピッチインペラを備えたトンネル型スラスタの模型試験に使用する。

使用インペラ：直径 150mm, 4 翼可変ピッチ式翼輪郭カプラン型, 平板翼

可変ピッチ制御：可変ピッチ角 0～±25°

ピッチ変化速度 2Hz

ピッチ制御は外部信号による。

インペラ回転制御：回転数 0～±20rps,

回転制御は外部信号による。

測定容量：スラスト±7kg, トルク0.2kg-m

構成：可変ピッチインペラを含むトンネル型スラスタ試験機, 可変ピッチ駆動制御部, 計測部, 校正装置

船体表面圧力計測装置

船体表面にあけた直径 0.8mm の孔, 最大 144 点(増加可能)を通して船体表面の圧力分布を計測・解析する計測システム。

本装置には、圧力計4台を使用し、計測圧力をマイコンで制御されたスキヤニバルブで切り替

え計測する。圧力計の自動検定台、導通管の自動泡除去等の機能も有し、解析プログラムも完備している。

高馬力船用自航試験装置

小型高速船は、船体の大きさに比して著しく主機出力が大きいため、模型船を自航させる場合に、出力、重量、スペース、計測容量に問題を生ずる。このため、半潜水船を目標として、自航試験システムを作った。

駆動システム：3KW DC モータ2台
(164φ370mm)

回転制御装置：左、右舷モータ 同時制御

自航動力計：計測容量 スラスト 50kg
トルク 1kg-m

回転数：60rps, 精度：0.2%FS

自航制御用マイクロ・コンピューター

上記、高馬力船用自航試験装置のシステム制御用マイクロ・コンピューター

型式：TEAC PS-80 48K バイト (RAM)

付属品 磁気テープ 2台

磁気ディスク 1台

アナログ入力 12bit, 16 チャンネル

アナログ出力 12bit, 3 チャンネル

デジタル入出力 64bit, I/O 指定

精密表面粗さ計

キャピテーション・エロージョン量を表面粗さ(中心線平均粗さ Ra)により測定する機器である。

メーター指示：Ra(積分値)

指示範囲：0.1～10μm

記録倍率：10 種類, 駆動距離：10cm

触針先端：5μmR, ダイヤモンド

設置寸法：幅 1,200mm, 奥行 550mm,
高さ 650mm

レーザー・ドップラ流速計

レーザー装置から発射されたレーザー光を、光学装置により2本のレーザー・ビームに分け、さらに、水槽中の計測点で交差させ流速に比例したドップラ周波数で変調された散乱光を同じ光学装置により受光し、信号処理装置にて流速値に変換するシステムである。

レーザー装置：スペクトラ・フィジックス

アルゴンイオンレーザー 4W

光学装置：DISA 55X 後方散乱方式

モデューラ・システム

信号処理装置：DISA 55L90

カウンタ・プロセッサ

トラバース装置：X, Y ± 250 mm, Z ± 150 mm

小型軽量自航動力計

定格負荷：スラスト 25kg, トルク 1kg-m

定格回転数：3,000rpm

許容過負荷： $\pm 150\%$ FS

非直線性： $\pm 0.2\%$ FS, 自重：4.8kg

カウンタ・プロセッサ

当部において現在使用されているレーザー・ドップラ流速計(LDV)に付属する信号処理装置である。

入力信号範囲：2kHz~100MHz

信号処理速度：1 μ s/Data

Low-Passフィルター：256kHz~100MHz(12step)

High-Passフィルター：2kHz~64MHz(11step)

入力ゲイン：0dB~-31dB(1dB step)

機能：アンサンブル平均出力、入力信号数表示、有効信号比表示

ストロボフラッシュ

キャピテーション水槽において回転するプロペラに発生するキャピテーションを観察するために必要な装置である。

形式：SF-106 (菅原研究所製)

仕様：(1) トリガ信号の種類

a 電気信号：0.1~10Vp
(負・正・パルス切替)

b 接点信号：MAKE, BREAKに同期

(2) 発光動作

a 連続発光：1~80Hz
放電管入力 80W
内光時間 4.5~6 μ s

b 単発発光：
放電管入力 20J
内光時間 10 μ s
発光繰返し 3sec

400 米試験水槽用曳引車補助装置

本装置により、流れに対し角度がついた状態の模型プロペラの特性(スラスト、トルク及び回

転数)を計測する。

定格：スラスト 40kg, トルク 2kg-m,

回転数 50rps

許容過負荷： $\pm 150\%$ FS

非直線性：直進状態で $\pm 0.15\%$ FS

斜流状態で $\pm 0.3\%$ FS

昇降機能：電動式、ストローク 570mm

斜流機能：手動, 可変範囲 $\pm 30^\circ$

電動機：定格出力 5.5KW

船型試験水槽レーザー流速計

船型試験水槽において、模型船まわり及びプロペラまわりの流速分布を計測する。

DANTEC：60 \times 11 水中2次元光ファイバー

LDV 2式

計測距離 470mm

信号処理装置：3台

レーザー装置：Ar-ion レーザ、水冷 4W 2台

LDV信号処理装置

船型試験水槽用レーザー流速計のシステムに組み込まれて、その信号処理装置として機能する。

DANTEC 57NIOバーストスペクトラムアナライザ

周波数変換制御装置

光ファイバLDV(小型)システムの中に組み込まれて、レーザー光の周波数変調を行う。

周波数変調範囲 ± 10 KHz~ ± 9 MHz

流場計測制御装置

光ファイバLDV(小型)システムの出力をマイクロコンピュータへ接続するためのインターフェイス装置

高速艇用抵抗計測装置

高速艇の平水中抵抗試験に用いる。

支柱：許容水平力 ± 100 kg

上下昇降量 0~900mm

昇降速度 1~40mm/sec

曳航ロッド：角度検出範囲 $\pm 15^\circ$

角度検出精度 $\pm 0.5\%$ FS

LDVトラバース装置

曳航水槽におけるレーザー流速計の計測位置移動

移動量：X 450mm, Y 900mm, Z 550mm

Y及びZ軸電動

模型船搭載型(重量 150kg)