

# 神奈川県水産試験場相模湾試験場の新設水産工学用 実験回流水槽の基本設計と機能について

石戸谷 博 範

On the Characteristics of New Circulating Water Channel for Fisheries  
Engineering at the Kanagawa Prefectural Sagamiwan Fisheries  
Experimental Station

Hironori ISHIDOYA<sup>#</sup>

Abstract

The design philosophy and performance of the circulating water channel newly constructed for the purpose of conducting studies on fisheries engineering at Kanagawa Prefectural Sagamiwan Fisheries Experimental Station, the test section is 7.0m length, 3.0m breadth, 1.5m water depth, is reported.

## Specifications

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 Type                                  | Two impeller vertical type  |   |
| 2 Overall dimensions                    | Length  | 14.5m *The largest trap net used in Kanagawa pref.can betested at a scale of 1/100. |
|   | Height  | 5.5m  |
|   | Width   | 4.2m  |
| Test section dimensions                 | Length  | 7.0m *An observation window 6.1m×1.6m provides a clear view of the nets tested      |
|   | Height  | 1.5m  |
|   | Width   | 3.0   |
| 3 Channel construction materials        | SUS316 and FRP  |   |
| 4 Water capacity                        | 140m <sup>3</sup>   |   |
| 5 Water circulation                     | Two impellers with independent drive. 22KW, DC. each  |   |
| 6 Surface and bottom flow accelerator   | MVR acceleration type   |   |
|   | *This allows for simulation of stratified currents.   |   |
| 7 Channel floor elevation               | - 1.5~0.1m  | *This enables nets to be tested at different waterdepths.                           |
| 8 Automated control and analysis        | *All channel operations are fully automated including recording velocity profiles, 3 component forces, tensions and pressure. |   |
| 9 Laser light apparatus                 | *Mearsuring 3 dimensional shape of fishing nets bylaser light   |   |
| 10 3-D video system for motion analysis |   |   |
| 11 Reservoir for channei water level.   |   |   |

12 Constructed by West Japan Fluid Engineering Laboratory, Co. Ltd.

#### Performance

1 This tank is specifically designed for accurate low speed water flow	Flow velocity	: 0.025 ~ 1.0m/S
	Velocity profile	: $\pm 1.5\%$ (1.0m/S)
	Velocity fluctuations	: $\pm 2.0\%$ (0.5m/S)
	Steady wave	: $\pm 0.8\text{mm}$ (0.5m/S)
	Surging	: $\pm 1.0\text{mm}$ (1.0m/S)
2 Wave - making function	*Wave height	: $\pm 5\text{cm}$

## はじめに

神奈川県では、先端技術を積極的に取り入れて神奈川県の地域に根ざした試験研究を進めるといふ基本構想のもと、試験研究機関の再編整備を進めている（神奈川県農政部，1990<sup>1</sup>）。農林水産関係の試験研究機関の再編整備の第一歩として、水産試験場相模湾支所は、1993年（平成5年）4月より、その名称も水産試験場相模湾試験場と改め、新庁舎落成とともに新たな研究活動をスタートさせた。

相模湾試験場の主な役割は、相模湾地域の基幹漁業である定置網等の漁業生産技術に関する研究を先端技術を導入した水産工学的側面から進めることにある。この研究方針は、前相模湾支所時代から行われてきた研究成果に基づくものであり、また、漁業関係者や研究・行政機関の検討によって決定されたものである（神奈川県農政部，1990<sup>2</sup>）。神奈川県内の漁業の現状から見た水産工学研究の課題は、漁具の安全面を重視した生産技術の向上、漁労作業の省力化、対象とする水産資源群の行動把握や制御を進めるといふ3項目に整理される。その課題を、本県の沿岸漁業の漁獲量の大半を占める定置網漁業を例に取って概説すると、就労者の高齢化、高価格魚の減少と多獲性魚の魚価安による経営の悪化、漁具の付着物対策や急潮対策及び来遊魚の効率的漁獲等が挙げられる。これらに対応した解決策には、漁具漁法の省力対策としての網型の開発、操業技術の改良による魅力ある漁業としての若年就業者の掘り起こし、多獲性魚の蓄養施設の開発、定置網の適正な固定力の把握及び漁具に対する魚群行動や流れに対する網成り変化の機構の解明等が求められている。ところが、漁業の生産技術に関する研究は、これまで、様々な海洋現象がもたらす障壁（透明度の限界、波浪、急潮時の状況把握の困難等）によって、観察や計測、比較実験が困難であり、また、それらの成果を系統立てて蓄積し難い状況にあった。これらの障壁を乗り越えて効果的な研究を進めるには、現行

の現場計測の充実とともに、海の中の現象を再現してその中で漁具等がどのような影響を受けるかを観察し、計測、記録できる実験施設の導入が是非とも必要である。

このような背景から、再編整備の一環として、相模湾試験場に水産工学用実験回流水槽を導入することとなった。

神奈川県は、1990年4月（平成2年度）より回流水槽設置の調査に入った。そして、翌1991年（平成3年度）9月の補正予算に計上、予算案が認められた。同年10月より、基本設計を行い、翌1992年（平成4年度）4月より製作工事に着手した。新庁舎も同年4月より工事が進められ、1993年3月に新庁舎とともに回流水槽の設置も完了した。

本報告は、1993年（平成5年）3月に神奈川県水産試験場相模湾試験場に新設された水産工学用実験回流水槽の基本計画とその機能について報告するものである。

## 漁具の研究と回流水槽

日本における漁具の研究の歴史を見ると、その始動期は1911年（明治44年）、農商務省から水産講習所での海洋学に関する研究事項の囑託を受けた寺田寅彦博士に見ることができる（影山，1988<sup>3</sup>）。寺田は、「網に対する水の抵抗の研究」を手がけ、その間、1912年（明治45年）には、潮流と網抵抗の調査のために本県の米神漁場（小田原市）を訪れている（寺田，1951<sup>4</sup>）。現場での観察に力を注いだ寺田ならではの調査であるとともに、網の抵抗に関連する網成り変化など調査したい現象が多くあったものと思われる。しかし、当時は漁網に関する模型実験による比較検討はなく、また、国内に流水式の実験水槽も無かった。そのため、海中における漁具の状態を広範囲に観察することはできなかった。寺田（1914）<sup>5</sup>により理論化された「網に対する水の抵抗の研究」は、田内（1935）<sup>6</sup>により、「A Relation between Experiments on Model and on Full Scale of Fishing Net（漁網に関する模型実験比較則）」に集成された。これにより、漁具の模型実験に理論的な裏付けがなされ、

その後、数々の模型実験が多くの研究者により行われてきた。そして、それらの研究成果を踏まえた漁具の研究における模型実験のあり方について、井上(1960)<sup>7)</sup>は「今まで得られた知識を基礎として実物網の設計を行い、それについての模型実験をおこなうこと。」としている。また、田内(1949)<sup>8)</sup>は「定置網を押し流したり、破ったりするような底近くの強い流れ、網起こしを難しくするような二重潮、三重潮、についての実験を進めたら、面白い結果がえられると思う」とし、さらに、本多(1991)<sup>9)</sup>は「漁具の模型試験は漁具設計上重要なものであり、網成りの可視化についての配慮等が払われるようになり、漁具の流体力学的研究の進歩に一段と貢献するようになってきている。」としている。このように漁具等の研究における模型実験の必要性は今後も大きいと言える。

さらに、回流水槽も1951年に東京水産大学に設置された比較的小規模の水平循環型の第1世代型から、防衛大学校他に設置された比較的大規模な水平循環型の第2世代型、函館製網船具株他に設置された大型の垂直循環型の第3世代型、そして、オイルショック後の省エネルギー機運を反映し、また、コンピューター管理された第4世代型へと発展し、測定部寸法は大きく、全体寸法は小さく、流速分布の均一化等の性能の高度化、コンピューターによる水槽の自動制御、解析システムの導入により経済効率、実験効率ともに高度化が図られてきた(回流水槽懇談会, 1985<sup>10)</sup>)。その結果、定量化実験にも適応でき、能率の良い実験が可能な高性能回流水槽の導入が可能となった。

## 回流水槽導入の基本計画

### 1 水産工学的観点から見た神奈川県漁業の現状と回流水槽の必要性

回流水槽を導入する背景となった神奈川県漁業の現状と課題を水産工学的観点から整理して表1に示す。

この中で、回流水槽を研究施設として使う項目は、定置網では、省力対策としての定置網網型の改良、定置網の適正な固定力の把握、流れに対する網成り変化機構の解明、多獲性魚の蓄養殖施設開発と蓄養殖技術の確立等である。刺網では、網目による選択性の究明、船曳網では、曳網速度と網成りとの関係解明、小型底曳網では、網運動のコントロール技術の解明、旋網では、漁具の展開速度と網形状の把握、釣では、潮流による漁具の吹かれの検討、曳行速度と潜行板、曳角の改良、養殖業では、施設の適正固定力や耐久性の測定などが見られる。

現状と課題から水産工学分野の実験施設としての回流水槽

の必要性は次のように整理される。

水産工学実験施設としての回流水槽の必要性  
海の中は常時台風

流速1m/秒の海水の流れが漁具に及ぼす力は、風速30m/秒の風が物体に及ぼす力に等しい(宇野木他, 1990<sup>11)</sup>)。定置網等の漁具は、常に厳しい流れの中であり、漁業者は、常にその流れと戦っていると言える。

相模湾における急潮被害

資材が改良され漁具の強度が増しても、急潮による全損事故が依然として発生し、総額数億円を越える被害が出ている。現在の諸産業の中で生産施設が全損する事故はきわめて希であり、防止策の確立が必要である。

海中における漁具観察の難しさ

漁具全体が大きいと、直接観察ができるのは漁具の一部に限られる。また、透明度による制約やその状況をもっと知りたい荒天時には、観察が困難である等海中における漁具の観察は現状ではほぼ不可能な状況にある。

物理計算によるシミュレーションは研究途上である。

有限要素法等による漁具の物理計算によるシミュレーションは、現状、基礎段階にあり漁具の全容を検討する手法としては確立されていない。

漁具改良の能率化

模型による複数の比較実験ができるため、少ない費用で、多くの観察が可能となる。また、実験データを集積し、漁具の改良に役立てることができる。

漁業者参加型の漁具改良

漁業者から出された漁具改良の課題を共に実験を通して漁具の形状等を観測しながら解決できる。

2 相模湾試験場の回流水槽設計に当たっての基本計画  
前項で述べた漁業の現状と課題や回流水槽の必要性に関する諸事項を踏まえ、相模湾試験場に設置する回流水槽の基本計画を次のように策定した。

回流水槽の設計における基本計画

定置網等の漁具模型が有効に設置できるよう観測部に十分な大きさを確保し、設置水深の調整が正確かつ容易に行えること

漁具全体を容易に観察できること

漁具実験を主体とするため、低速流(1.0m/sec以下)の精度を重視すること

水面の安定性(定在波およびサージング)が高いこと  
安定した一定流速での連続運転が可能なこと

2重潮等の流速調整が可能なこと

実験目的に適應する計測機器を装備すること

計測・運転の自動化を図ること

十分な安全設計とすること

表1 水産工学的観点から見た神奈川県漁業の現状と課題

Table 1 The present state and task of Kanagawa prefectural fishery in view of fisheries engineering

漁業種類	問題点	解決策
定置網 * 沿岸漁業における漁獲量の大半を占めている。 主な漁獲対象魚 マアジ・マイワシ・ウマツラハギ等	* 人の問題：就労者の高齢化  * 資源の問題：高価格魚の減少と多獲性魚の魚価安による経営の悪化。 * 漁具の問題：漁具の付着生物対策及び急潮対策。 * 漁法の問題：来遊魚群の効果的漁獲	* 漁具漁法の省人・省力対策としての網型の開発 * 操業技術の改良による魅力ある漁業としての若年就業者の掘り起こし  * 多獲性魚の蓄養施設開発と蓄養殖技術の確立。 * 定置網の適正な固定力の把握  * 魚群行動及び流れに対する網成りの解明。
刺網漁業 * 砂浜域の刺網漁業 主な漁獲対象魚 ヒラメ・ウシノシタ等 * 岩礁域の刺網漁業 主な漁獲対象魚 イセエビ等	* 資源の問題：漁獲量の減少  * 漁場利用の問題：漁場が狭いため着業統数の制約がある。  * 環境の問題：陸上起源によるゴミが大量に掛り、処理に人手を要している。	* 種苗放流と合理的資源管理の推進及び網目による選択性の究明。 * 適切な漁場利用の在り方の検討。  * 漁具及び材質の改良 * 海底清掃。
船曳網漁業 主な漁獲対象魚 シラス	* 資源の問題：漁獲量が不安定 * 漁場利用の問題：漁場が狭いため着業統数の制約がある。 * 漁具漁法の問題：来遊魚群の効果的漁獲方法の究明	* 資源研究と漁海況予測の精度向上 * 適切な：漁場利用のあり方の検討。  * 曳網速度と網成り、魚群行動の解明
小型底曳網漁業 主な漁獲対象魚 シャコ・マコガレイ	* 資源の問題：主要対象種のシャコ、マコガレイの小型化等資源の減少が危惧されている。	* 適性サイズの漁獲等網目の選択による合理的資源管理の推進。 * 網運動のコントロール技術
旋網漁業 主な漁獲対象魚 マイワシ	* 漁具漁法の問題：来遊魚群の効果的発見と操業経費の削減	* 魚群行動の解明及び漁具の展開速度と網の形状の把握
釣漁業 主な漁獲対象魚 底魚釣：ムツ・キンメ 曳縄釣：メジ・タチウオ等	* 資源の問題：資源の減少  * 漁法の問題（底魚釣）縄成りの解明（曳縄釣）潜降板等の運動の解明	* 潮流による漁具のフカレの検討。 * 曳行速度と潜降板、曳角の改良
養殖業	* 施設の問題：波浪や潮流による施設の破壊による損害	* 施設の適正固定力や耐久性の測定。

## 回流水槽の機能と特徴

### 1 機能要目

相模湾試験場の回流水槽の機能要目を表2に示す。回流水槽本体(図1)には2インペラー単独駆動方式垂直循環型の形式を採用した。漁具実験を主体とするため低速域(1.0m/sec以下)の流れの性能を重視して設計した。実験効率を高める装置としては、水深調整用移動床・ターンテーブル、各層流発生装置、造波装置、上面・側面からの撮影装置、水中撮影装置、レーザー光撮

影装置、画像解析装置等がある。また、水槽の運転、計測及び解析に自動化装置が導入され、実験の効率化を図っている。また、1994年4月には解析系がLANによりSUNワークステーションと連結されるため、より高度の処理が迅速にできるようになる。

### 2 基本計画に対する機能内容

相模湾試験場に設置された回流水槽の基本設計に対応する各機能内容は表3のとおりである。当初の計画に従い、漁具実験を主体とした内容で各機能が構成されている。

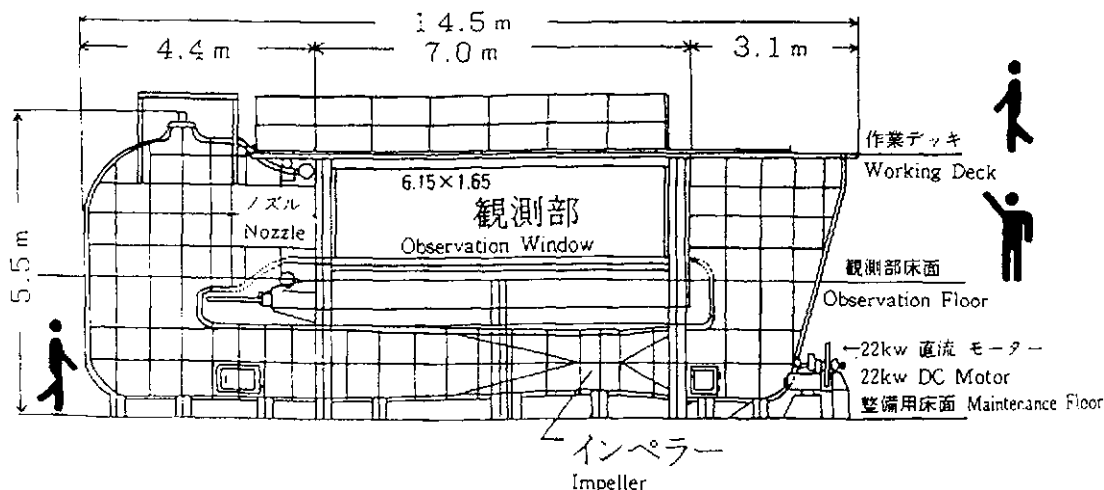


図1 回流水槽概要図

Fig.1 General Arrangement of Circulating Water Channel

表 2 - 1 相模湾試験場の回流水槽の機能

Table 2 - 1 The Characteristics of Circulating Water Channel at Sagamiwan Fisheries Experimental Station

1 回流水槽循環水路 水を定常循環させる装置であり、供試体を設置し、観察・計測を行う回流水槽の本体部分。 型式:垂直循環型 全体規模 長さ:14.5m 高さ:5.5m 幅:4.2m 材質:sus316 水量:140 t	調査を行う装置
1-1 測定部 供試体を設置し、実験に直接使用する部分 長さ:7.0m 高さ:1.9m 幅:3.0m 水深:1.5m 窓(正面)材質:アクリル(厚さ85mm) 長さ:6.45m 高さ:1.6m 窓(背面)材質:強化ガラス 長さ:2.5m 高さ:1.0m	7-1 造波装置 型式:水平ブランジャー方式 駆動方式:サーボモーター 駆動用電動機:交流サーボモーター 5.5Kw 造波波長・波高の設定方法:デジタルスイッチ 波形:規則波 波長:0.3m~1.5m 波高:±0.5cm~±5.0cm
1-2 安全ネット 人の安全策と供試体模型の流出を防止するためのネット(sus316)	7-2 消波装置 型式:ビーチ型(昇降機能付き)
1-3 初期充填装置及び気泡除去装置 循環水路内への水の充填と気泡の除去を自動的に制御する装置 初期充填装置 型式:真空ポンプ式 電動機:交流電動機 0.75Kw×1台 気泡除去装置 型式:真空ポンプ式 電動機:交流電動機 0.2Kw×2台	8 水位調整水槽 回流水槽の水位調整用 寸法 長さ:3.8m 幅:3.8m 高さ:1.5m 水深:1.1m 水量15t 材質:FRP 観測窓 正面(50cm×50cm) 側面(150cm×50cm)
1-4 整流装置 測定部に流出する流れを整流する装置。 整流格子・パンチドメタル・ガイドペーン	9 濾過装置 回流水槽循環水路内及び水位調整水槽内の水を清浄に保つための濾過装置
1-5 微量水位調整装置 水面の平滑性を高めることを目的とした観測部の水位をコントロールする装置	9-1 回流水槽用濾過装置 濾過機 ワインドフィルター (25μ 濾過) 濾過能力 30t/時 殺菌方式 オゾン方式
2 送流装置 回流水槽循環水路内の水を加速し、定常循環させる装置。 送流方式:2インペラー方式単軸駆動型 駆動電動機:直流可変速モーター AC220V 22Kw 2台	9-2 水位調整水槽用濾過装置 1次濾過機 残餌処理槽 活性炭(アンモニア吸着) 2次濾過機 ワインドフィルター (25μ 濾過・17L=7分解) 3次濾過機 サゴ砂(pH調整) 濾過能力 5t/時 殺菌方式 オゾン方式
3 移動床 試験の目的に応じて観測部における水深が任意に設定可能とするための水深調整用床 駆動方式:クロスリンク方式 寸法 長さ:6.4m 幅:3.0m 移動範囲:水面下1.5m~水面上0.1m 駆動用電動機:直流可変速電動機 AC200V 3.7Kw	10 観測床・作業床・保守床 回流水槽側面、天端、ビット内での観察・作業をするための床面 観測床:建物1階床面と同レベル床面(普通鋼) 作業床:回流水槽観測部天端と同レベルのデッキ(普通鋼) 保守床:回流水槽ビット内床面(コンクリート製)
4 各層流発生装置 実海域の複雑な潮流現象に近い状態を再現するための装置	11 操作・制御装置 回流水槽に付帯する設備の操作・制御は1箇所に集中されており、操作盤は1階フロア上に設置されている。一部の装置は、手動運転モードと自動運転モードの機能を有し、切り替えが可能である。
4-1 任意表面流発生装置 観測部表面の遅速流れを加速して流れの均一化を図るとともに、表面付近の流れの増減速を行う装置 型式:MVR型表面流加速装置 駆動電動機:可変速直流電動機 1.5Kw	12 計測・自動運転制御装置
4-2 任意底面流発生装置 観測部底面の遅速流れを加速して流れの均一化を図るとともに、底面付近の流れの増減速を行う装置 型式:MVR型底面流加速装置 駆動電動機:可変速直流電動機 1.5Kw	12-1 計測装置 水産工学実験の幅広い目的(魚具、魚礁、その他水中構造物)に適合するよう、測定範囲、台数等を検討し次の諸器を装備した。
5 ターンテーブル 供試体の水流に対する角度を任意に設定可能にする装置 型式:旋回円台型 直径:2.2m 回転範囲:水流に対して無限回転が可能 角度設定:デジタルスイッチ 駆動電動機:ステッピングモーター	12-1-1 超音波流速計・増幅器 主流速の計測 FU-102 レンジ 0~±20cm/sec 2台 FU-101 レンジ 0~±1.0m/sec 2台 再現性:±1% 測定方向:1成分
6 作業台車 観測部における模型設置作業の効率化や計測装置のトラバース機能を備えた台車 台車の走行、 走行モーター:可変速直流モーター 0.4Kw 作業台の昇降、 昇降モーター:可変速直流モーター 0.75Kw ストローク:480mm トラバース装置 横行用モーター:ステッピングモーター 昇降用モーター:ステッピングモーター 設定方式:デジタルスイッチ 移動範囲:観測部断面の側面より100mmを除く範囲	12-1-2 超小型フロベラ流速計・増幅器 模型網内部等細部の流速計測 P-3L レンジ 2.5cm/sec~1.0m/sec 2台 7°0'径3mm P-6L レンジ 1.5cm/sec~0.5m/sec 2台 7°0'径6mm
7 造波装置及び消波装置 供試体の波浪特性及び挙動の	12-1-3 3分力計・増幅器 供試体にかかるXYZZ分力の計測 LMC-3502-20 レンジ 10Kg 1台 検出方向:X軸、Y軸、Z軸 測定範囲:±10kg 直線性:±0.5%FS 再現性:±0.5%FS
	12-1-4 小型水中張力計 供試体(縋綱等)各部の張力測定 LP6 777 (1.2.5Kg) 各2台 直線性:±0.5%FS 再現性:±0.5%FS

表 2 - 2 相模湾試験場の回流水槽の機能

Table2 - 2 The Characteristics of Circulating Water Channel at Sagamiwan Fisheries Experimental Station

12-1-5 小型水中圧力計 供試体表面の圧力及び水深測定 P303 レンジ (0.2Kg/cm <sup>2</sup> ) 3台 直線性: ±0.5%FS 再現性: ±0.5%FS	12-1-6 サーマ式水位計 波高の測定 SW-201S レンジ (100mm) 1台 測定範囲: ±50mm 分解能: ±0.1FS 直線性: ±0.1FS 応答速度: ±300ms/FS	12-1-7 ビトー管 流速基本値の測定 φ12×1,500mm 1台 型式: JIS型	12-1-8 動歪計 圧力、張力、3分力用変換器 MCC-16A(12CH) 1台 型式: 絶縁型DCブリッジ方式 4-1in 22217	12-1-9 レーザ光源 供試体(網)形状変化の可視化 NEO-30MS(Ho-Neレーザー) 1台 出力: 30mw	12-1-10 補助架台 流速計・小型水中カメラ固定用治具を具備した架台で移動計測用のスケール付	12-2 自動運転制御装置 自動モードを持つ装置をコンピューターにより制御し、自動運転・計測されたデータを収集する集中管理装置 装置内容 パーソナルコンピューター、CRTレーザープリンター、XYプロッター、ペンレコーダー、無停電電源装置、自動運転制御器、インターフェイス	12-3 自動運転モードプログラム 自動運転モードで運転可能な各装置を制御し、データの収集を行うプログラム。 マスターメニューは次のとおりである。	12-3-1 流速のコントロール 回流水槽の流速を次の2方式によりコントロールする。 方式1: 一様流のデータ表より、送流装置、表面・底面流発生装置の回転数を設定する。 方式2: リアルタイムの流速データより、目標とする一様流速になるように送流装置、表面・底面流発生装置の回転数を設定する。	12-3-2 YZトラバースの設定 YZトラバースの位置をコントロールし計測器を任意の位置に設置する。	12-3-3 ターンテーブルの角度の設定 ターンテーブルの角度をコントロールする。	12-3-4 造波装置のコントロール 波の高さ、周期をコントロールする。 波高計のデータを収録する。	12-3-5 画像録画のコントロール テロップ表示、VTRをコントロールする。	12-3-6 デジタイズデータ入力 デジタイズデータ入力	12-3-7 流速分布データ入力 流速分布データ入力 YZトラバースによる位置決め、流速測定、等高線表示を自動的に行う。	12-3-8 A/Dデータ入力 A/Dデータ入力、パルスデータ入力の工業単位変換等の設定、A/Dデータの入力を行う。	13 画像処理システム 画像データの記録、解析、モニタリングを行う装置。	13-1 カラーVTRカメラ 回流水槽の上面・側面より同時に供試体の撮影を行う。 型式: カラーC C Dカメラ WYCL700 2台	13-2 暗視VTRカメラ レーザー可視化映像等低照度での撮影を行う。 型式: 白黒C C Dカメラ C3500 1台	13-3 スチールカメラ 回流水槽の上面・側面より同時に供試体の撮影を行う。 型式: 4-1in 7.5mmフォーカス F-80/AF 2台	13-4 ビデオテープレコーダー 各種カメラからの映像を録画する。 型式: S V H S カラーVTR AG6750AF 2台	13-5 画像処理装置 一般的画像処理(面積、個数、距離等の測定)の他、3次元の移動物体の計測を行う。 型式: LAS55 3次元計測 APS-510 1台	13-6 カラーVTRプリンター VTR画像の写真印刷を行う。 型式: 熱転写方式 SCT-CP120K 1台	13-7 カラーイメージプリンター 画像処理図形のカラー印刷 型式: インクジェット方式 10-73S 1台	13-8 イメージスキャナー 図形等画像の入力を行う。 型式: GT6000S 1台	13-9 小型水中カメラ 供試体の水中撮影に用いる。 型式: カラーC C Dカメラ EM102 3台	13-10 VTR編集装置 VTRの編集・映像処理を行う。 AVセレクター SB-V3000 1台 エフェクター XV-2100 1台	13-11 デジタイザーシステム 供試体の2次元形状を測定するためのデジタイザー(位置測定装置)で計測データはコンピューターに送信することができる。 計測範囲: 左右(X)方向 8.5m 上下(Y)方向 1.6m 分解能: 0.5mm	13-12 パーソナルコンピューター 型式: PC486GR 1式	14 その他 14-1 作業クレーン 造波装置、作業台車等重量物の移動及び撮影用カメラのトラバース機能を有する。 型式: トップランニング型 スパン: 9.0m 操作方式: 床上海押しボタン式 定格荷重: 1000Kg 揚程: 6m	14-2 空調設備 回流水槽実験ベースの空調(冷房、暖房、除湿)を行う。 型式: 天吊型 能力: 冷房: 25,000kcal/時 暖房: 27,000kcal/時	15 基本性能 15-1 発生流速 0.025~1.0m/sec 15-2 流速分布 ±2.0% (0.5m/sec) ±1.5% (1.0m/sec) 15-3 平均乱れ度 ±2.0% (0.5m/sec) 15-4 定在波 ±0.8mm (0.5m/sec) 15-5 サージング ±1.0mm (1.0m/sec) 15-6 水面傾斜 1/6200 (0.5m/sec) 15-7 造波機能 ±5.0cm
---	---	---	--	--	---	---	---	--	--	--	--	--	---------------------------------	--	---	---	---	---	--	--	--	---	--	--	---	--	---	--------------------------------------	--	--	---

表3 回流水槽の設計基本計画に対応する各機能内容

Table3 Principal particulars and function of the circulating water channel

基本計画	機能
定置網等の漁具模型が有効に設置できるように観測部に十分な大きさを確保し、設置水深の調整が正確かつ容易に行えること	2段落網の1/100模型が収容可能 全体 長さ：14.5m 高さ：5.5m 幅：4.2m 水量：140t 観測部 長さ：7.0m 高さ：1.5m 幅：3.0m 水深調整用移動床：長さ6.45m 幅3.0m 移動範囲（水面下1.5m～水面上0.1m 任意設定） ターンテーブル：直径2.2m（移動床中央に設置） 移動範囲（無限回転 角度任意設定）
漁具全体を容易に観察できること	観測部ガラスの1枚化 窓（正面）材質：アクリル（厚さ85mm）長さ：6.45m 高さ：1.6m 窓（背面）材質：強化ガラス（厚さ15mm）長さ：2.5m 高さ：1.0m
漁具実験を主体とするため、低速流（1.0 m/sec以下）の精度を重視すること。	発生流速：0.025～1.0m/sec 流速分布：±2.0%（0.5/sec） ±1.5%（1.0m/sec）
水面の安定性（定在波およびサージング）が高いこと	定在波：±0.8mm（0.5m/sec） 水面傾斜：1/6200（0.5m/sec）
安定した一定流速での連続運転が可能なこと	平均乱れ度：±2.0%（0.5m/sec）
2重潮等の流速調整が可能なこと	各層流発生装置（任意表面・底面流発生装置）
実験目的に適応する計測機器の装備すること	流速、張力、圧力、3分力、レーザー測定装置、デジタイザー、画像処理装置
計測・運転の自動化を図ること	流速設定、流速分布計測の自動化、各種測定器のデータ自動収録
安全対策が十分であること	後流ネット、非常停止装置



3 観測部規模の特徴

本回流水槽の特徴の1つに、観測部の大きさに比較し、全体の大きさがコンパクトに設計されていることが挙げられる。図2に国内の各回流水槽の測定部容積と全容積の比率を比較した結果を示す。本水槽は測定部容積31.5 m<sup>3</sup>、全容積比22.5%でそれぞれ最大クラスの値となっている。これは、流速の上限を1.0m/secに限定したためであり、回流水槽下流側に高速域気泡除去装置を設置する必要がなかったためである。

4 システム系統図

今までに述べた回流水槽のシステムを総括したフロー図を図3に示す。回流水槽の運転・制御に関する機能を

持つ機器を当場水産工学実験室に設置し、画像解析関係の機能を有する機器を工学実験制御室に設置した。

回流水槽を使った研究課題と回流水槽の位置づけ

1 回流水槽を使った研究課題

相模湾試験場が当面、緊急に取り組むべき研究課題を漁業生産技術開発試験として表4に示した。急潮等による漁具被害防止の研究では、模型網を使った抵抗試験、網目の拡大や錨重量の適正化による急潮対策網の開発がある。また、漁労作業の省力化のための漁具改良研究では、網成保持試験や作業性の高い網構造の開発等がある。

表4 漁業生産技術開発試験

Tab. 4 The research of Fishery production technology

研究課題	期待される効果	研究項目	研究課題	試験研究内容
急潮等による漁具被害防止の研究	急潮に強い定置網の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・漁具抵抗試験</li> <li>・改良方策実験試験</li> <li>・定置網漁場での潮の流れと網の形状調査</li> </ul>	回流水槽実験 回流水槽実験 海上調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・模型網(4種類)を使った網の抵抗測定</li> <li>・模型網を用いた網目の拡大、錨重量、錨網の角度等の改良による急潮対策網開発</li> <li>・超音波流速計、深さ計、水中カメラ等を使った潮流と網の形状の開発調査</li> </ul>
漁労作業省力化等のための漁具改良研究	省力型定置網の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・網型改良開発試験</li> <li>・網替え作業等省力化試験</li> <li>・箱網内の魚の居残り率向上試験</li> </ul>	回流水槽実験 海上調査 電算処理 回流水槽実験 海上調査 海上調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・模型網、改良模型網を使った漁具の形状保持試験</li> <li>・漁具の形状把握、定置網設置位置改良のための3次元データベースの作製</li> <li>・網揚げ作業、網交換作業のしやすい漁具構造の開発試験</li> <li>・省力化機器の開発</li> <li>・省力化の障害となる定置網付着生物調査</li> <li>・ソナー、小型発信機を用いた定置網内標識放流、追跡調査</li> <li>・超音波流速計、深さ計、定置網監視装置を用いた定置網の形状と居残り率調査</li> </ul>
魚群接岸機構の研究	魚群行動に適合した定置網	<ul style="list-style-type: none"> <li>・接岸入網機構調査及び改良網による試験</li> <li>・相模湾来遊魚群の滞留機構調査及び誘導試験</li> </ul>	海上調査 海上調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソナー、超音波流速計等を用いた潮流と魚群来遊、入網機構の調査</li> <li>・ソナー、小型発信機を用いた魚群来遊経路調査</li> <li>・水中音響装置等を用いた魚群誘導試験</li> </ul>

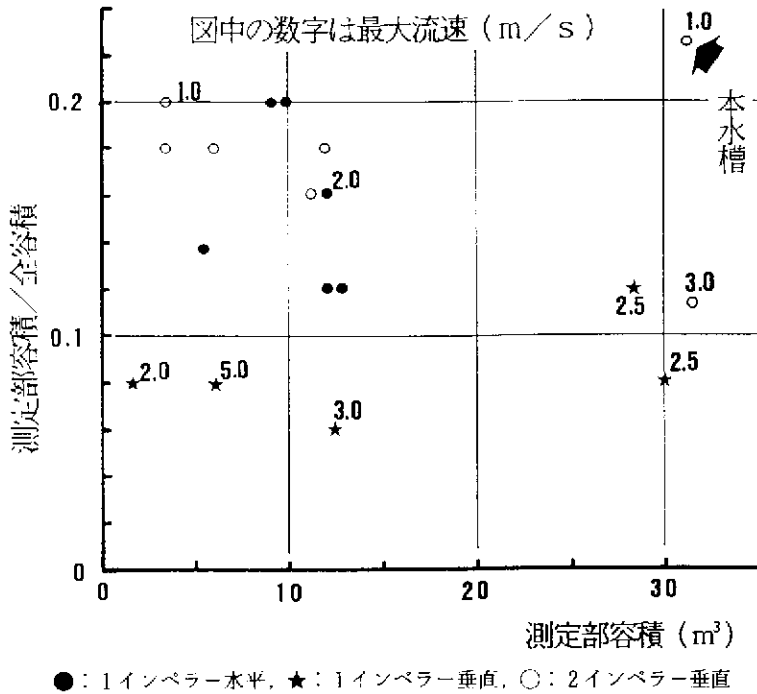


図2 測定部の大きさ

Fig 2 Dimensions of Working Section

2 回流水槽の位置づけ

研究における回流水槽の位置づけを、図4に示した。現場での計測や聞き取りから問題点を抽出し、その問題点を模型比較則に従って模型化し、回流水槽実験を行う。

そこから得られた結果をもとに、現場への導入に関する問題点を検討し、導入が可能な成果として現場に適用する。

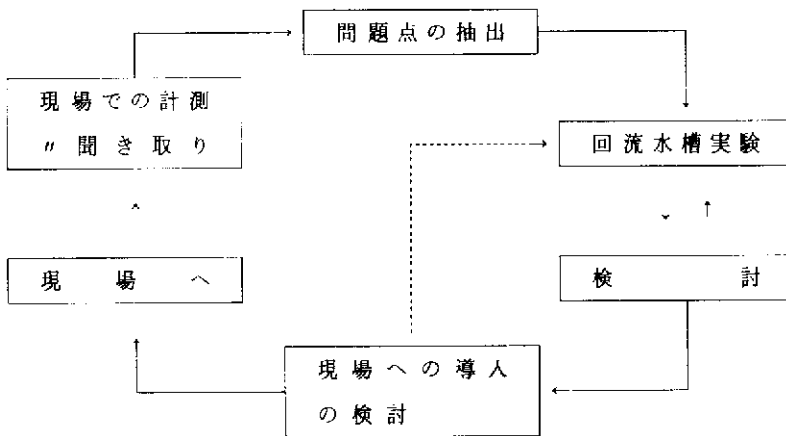


図4 研究における回流水槽の位置づけ

Fig. 4 Duty of Circulating Water Channel in Fisheries Engineering Study

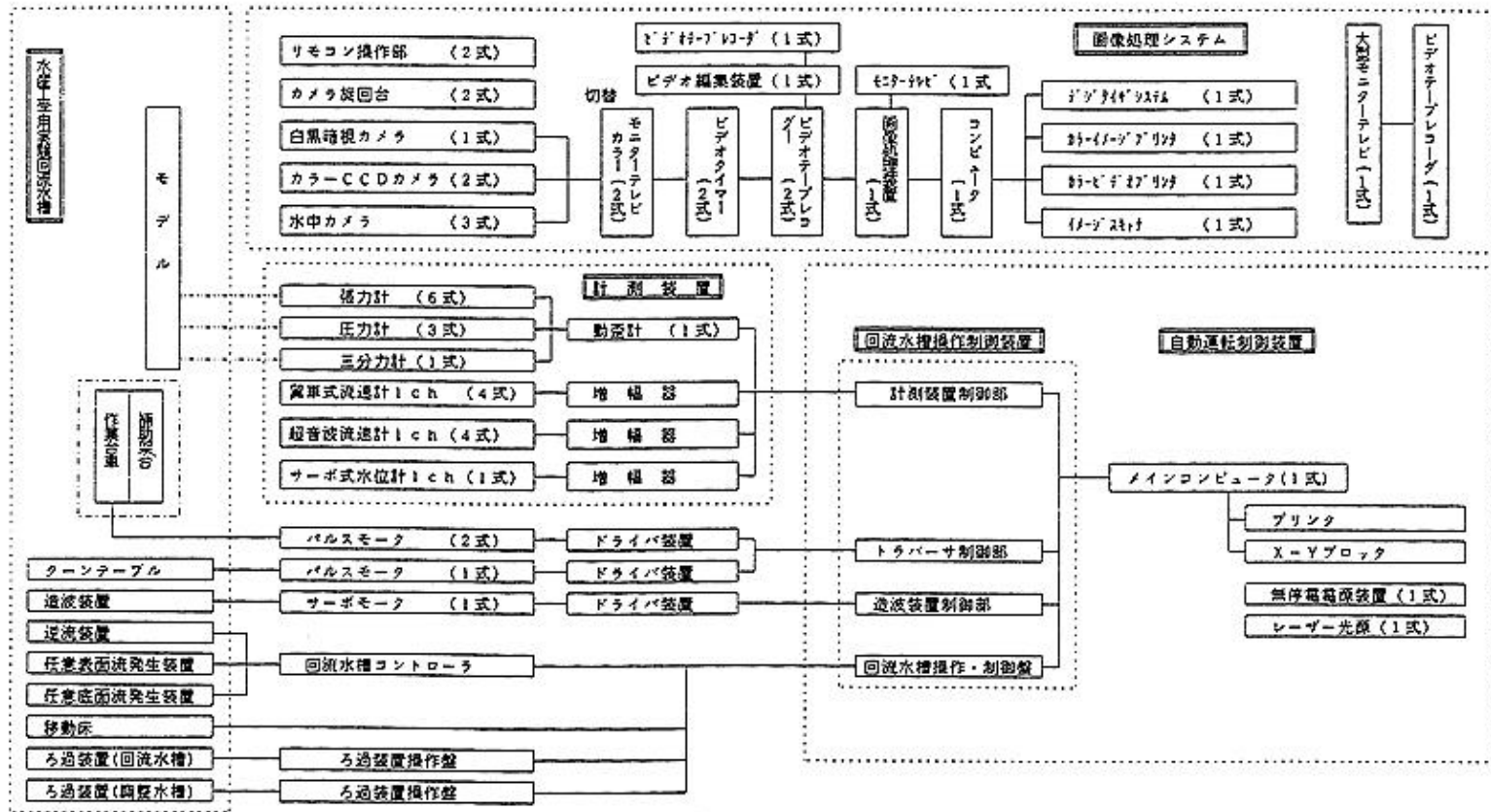


図3 回流水槽システム系統図

Fig.3 System flow chart Circulating Water Channel

## 要 約

神奈川県水産試験場相模湾試験場では1993年（平成5年）3月に定置網等の漁具を中心とする水産工学実験用に回流水槽を導入した。設計の基本計画は、神奈川県漁業の諸課題に着目して策定された、本水槽の主な機能は次のとおりである。

- 1 観測部が大型（7 m × 3 m × 1.5 m）で定置網等の漁具模型が収容可能であり、また、移動床により設置水深が任意（- 1.5 m ~ + 0.1 m）に調整できる。
- 2 観測部全面が1枚アクリルガラスであり、漁具等の全体観察が容易に行える。
- 3 漁具実験を主体とするため、最大流速を1.0 m/secとした。そのため、全体規模（14.5 m × 4.2 m × 5.5 m）は比較的小さい（容積比22.5%）な大きさである。また、低速域の流速分布の偏差は、1.0 m/secで±1.5%、0.5 m/secで±2.0%と小さい。
- 4 定在波、サージンはそれぞれ±0.5 mm、±1.0 mmであり水面の安定性が高い。
- 5 平均乱れ度は、0.5 m/secで±1.6%と小さく、安定した一定流速での連続運転が可能である。
- 6 各層流発生装置により二重潮等の流速調整が可能である。
- 7 実験目的に適合する計測機器（トラバース装置、流速計、張力計、3分力計等）が装備されている。
- 8 運転計測はPCにより自動化されている。
- 9 緊急停止装置、後流側ネットの設置により安全設計である。

## 謝 辞

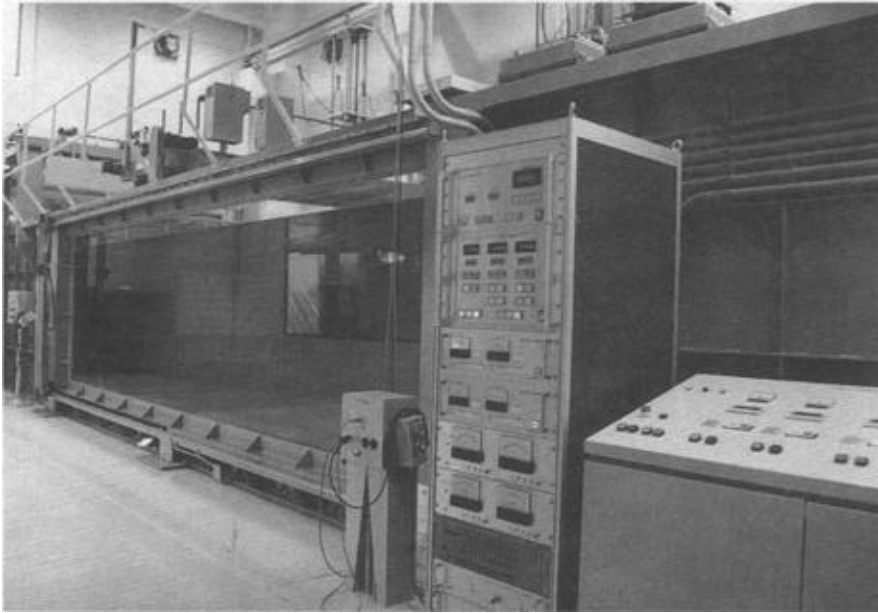
当回流水槽を導入するにあたって、(株)西日本流体技研小倉理一副社長、並松正明東京事務所長、細川護久氏をはじめとする同社諸氏、水産庁水産工学研究所漁船工学

部川島敏彦室長、東京水産大学本多勝司名誉教授、松田皎教授、稲田博史助手、函館製網船具(株)折戸義晴研究員など多くの方の尽力と助言を賜った。なお、水産課計画振興班の花本栄二技幹、卯月雅裕副技幹、高間浩副技幹より導入計画の作成に当たり御支援を賜り、また、計画から建設に到る長い過程において前相模湾支所及び相模湾試験場の神宮司 衛前支所長、小野 誠場長、柴田勇夫水産工学科長より有益な御助言と格別の御支援を賜ったことをここに記して謝意を表したい。

## 引用文献

- 1) 神奈川県農政部 (1990): 農林水産系試験研究機関整備実施計画, 7
- 2) 神奈川県農政部 (1990): 農林水産系試験研究機関整備実施計画, 45
- 3) 影山昇 (1988): 寺田寅彦と水産講習所, 東京水産大学論集, 24, 110-114
- 4) 寺田寅彦 (1951): 寺田寅彦全集, 12, 岩波書店, 東京, 2-14
- 5) 寺田寅彦, 関根磯吉, 野崎知之 (1914): 網に対する水の抵抗の研究, 水産講習所研究報告, 10 (5)
- 6) M. Tauti (1935): A Relation between Experimentals on Model and on Full Scale of Fishing Net, Bull. jap. soc. sci. fish. 3, 1-4
- 7) 井上実 (1960): 模型実験による定置網の研究, ていち, 24, (5), 60-66
- 8) 田内森三郎 (1949): 水産と物理, 霞が関書房, 東京, 77
- 9) 本多勝司 (1991): 漁具模型試験法, 恒星社厚生閣, 東京, 3-9
- 10) 回流水槽懇談会 (1985): 回流水槽セミナー, 15-38
- 11) 宇野木早苗, 斎藤 晃, 小菅 晋 (1990): 海洋技術者のための流れ学, 東海大学出版会, 37

付 図



観測部 Observation area



制御室 Control room

付図 回流水槽観測部及び制御室

Fig Observation area and Control room of Circulating Water Channel