

形状を採用し、所要馬力等の計算を行った。

9.2 概 要

造波装置の概要を 図-9.1 写真-9.1 および 9.2 に示す。本装置は、基礎（I 型鋼）、上下移動用兼ブランジヤ・ガイドレール、ブランジヤ架台、ブランジヤ本体、駆動機構、制御装置、操作卓および付属装置から構成されている。駆動電動機は、平滑電機子型直流モータ（安川電機製作所ミナーシャモータ JKMM-500SR-2）10 kW 2 台であり、その制御部は、3 相十字結線可逆サイリスタ回路で構成されている。造波入力信号発生装置としては、低周波発信器、紙テープ読込装置、磁気テープ読込装置が用意され、また、起動・停止に関しては、緩・急のモード選択と、曳引車上からの遠隔操作が可能である。制御盤および操作卓は、

造波装置本体南側の制御室および操作室内にそれぞれ収められている。本装置の制御回路ブロック図を 図-9.2 に示す。制御回路には、サイリスタユニット、サージ吸収ユニット、電流検出ユニット、界磁電源回路、ダイナミックブレーキ回路、移相器電源ユニット、移相器ユニット、リードリレーユニット、直流電源ユニット、直流増幅器、電圧検出リレーユニット、および緩起動・停止ユニット等が含まれる。

9.3 操 作

操作は極めて簡単で、まず電源投入を行い、次に入力信号形式および起動・停止モードを選択し、操作卓上のダイヤル付ポテンショメータにより波高設定を行えば起動条件はすべて完了する。起動ボタンを押せば、ブランジヤ架台に取付けられたブランジヤは、駆

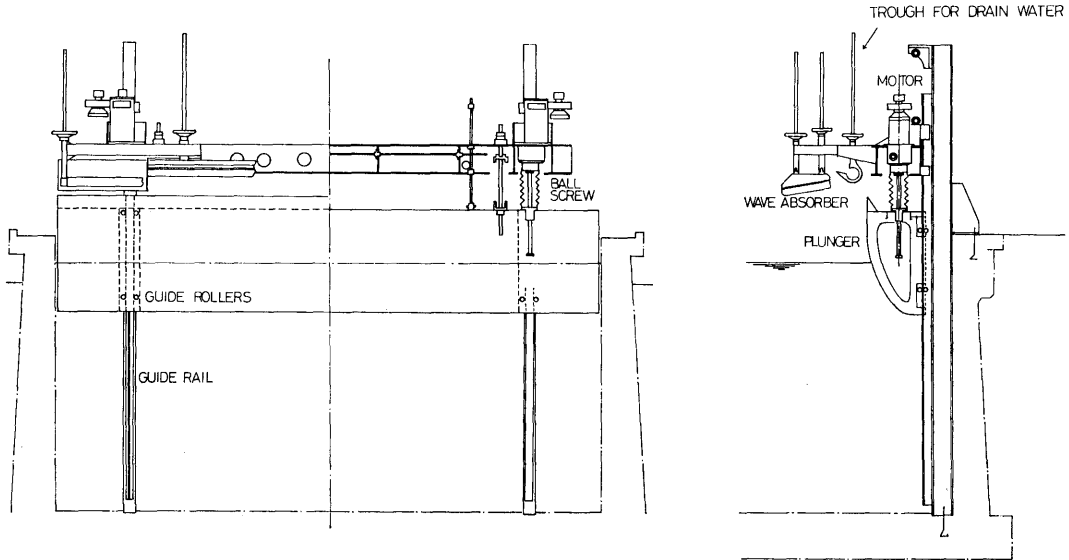


図-9.1 造波装置

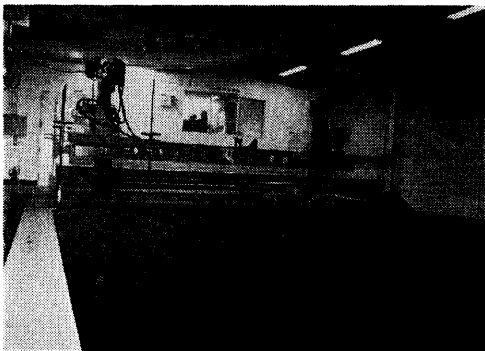


写真-9.1 造波装置（機械部）

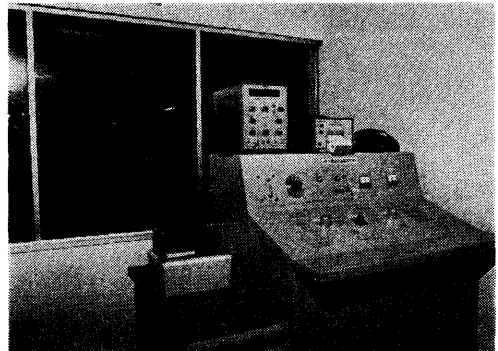


写真-9.2 造波装置操作室

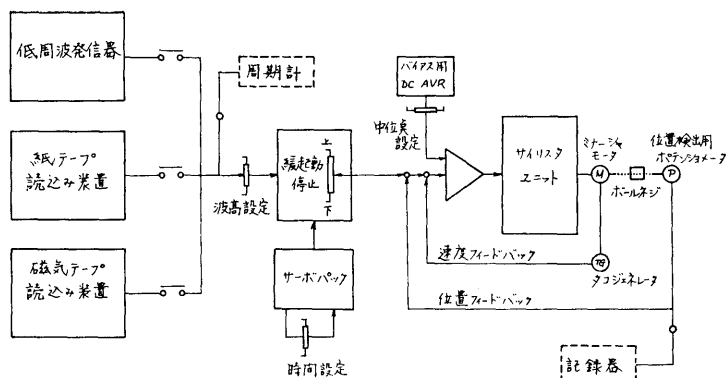


図-9.2 造波装置制御系

動電動機の正逆回転によりボールネジを介して上下動を行い、造波が開始される。

操作手順は次のとおりである。

- 1) 電源 NFB ON (制御室内壁付ボックス)
 - 2) NFB ON (制御盤内); 操作電源入, 冷却用ファン駆動開始
 - 3) 主回路電源 ON (制御盤上); 駆動電動機冷却ファンおよび励磁電源入, サイリスタ主回路入
 - 4) 操作卓上電源投入押釦 ON; 運転準備完了
 - 5) 入力信号選択押釦 (操作卓)
 - a) 規則波/不規則波
 - b) 発信器/磁気テープ/紙テープ
 - 6) 起動・停止モード選択* (操作卓)
 - a) 緩起動/急速起動
 - b) 緩停止/急速停止
 - c) 緩起動・停止時間設定; 1.5~30 秒
 - 7) 中位点調整 (操作卓); プランジャ上下動中点
 - 8) 波高設定 (操作卓); 較正曲線 (波高 ~ 設定ダイヤル/波長)
 - 9) 起動準備完了点灯確認 (操作卓)
 - 10) 起動押釦 ON (操作卓または曳引車); 造波開始, プランジャ上下動ストロークが設定値に達すれば, “定常運転” 点灯
 - 11) 停止押釦 ON (操作卓または曳引車); 造波停止
 - 12) 非常停止押釦 ON (操作卓); 主回路電源切
 - 13) NFB (制御盤内) OFF; 操作回路切, 電源切
- この他, プランジャの中立位置を大きく外れた位置で造波を行う場合には, 制御盤内の“非中立可”スイッチを ON にし, また, プランジャを手動操作する

* 特殊な場合を除き, 急速起動・停止は用いない方がよい。

際には, 操作卓上の“手動操作”押釦を ON とすればよい。

9.4 紙テープ読み装置

本造波装置の入力信号発生装置としては, 前述のように低周波発信器, 磁気テープ読み装置 (データレコーダ) および紙テープ読み装置の3形式が備えられているが, この中, 入力信号源として紙テープを用いる形式は余り類例の無いものと思われる。

紙テープ読み装置は, 信号源として別途穿孔された標準8単位の紙テープを用い, 紙テープ上の情報を編集して直流電圧信号に変換する機能を有し, 規則波, 不規則波, 複合波およびインパルス波等任意の形式の造波命令信号発生器として使用することができる。紙テープは, 欠点もあるが磁気テープに比して取扱い, 保守が容易であり, 電算機により算出した造波プログラムをそのまま利用できること, 規則波, 複合波等に対してはエンドレステープの使用が可能であることなど利点も多い。

本装置は, 紙テープ読取機 (富士通製 R208), 信号処理部および電源部から構成される。その概略を図-9.3 に示す。紙テープ上の数値は0~999の符号なし

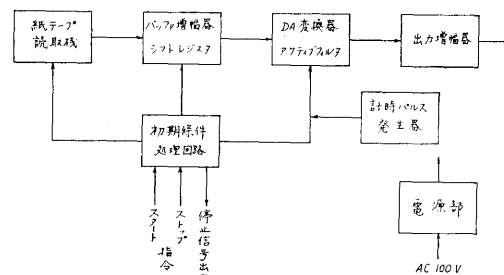


図-9.3 紙テープ読み装置

整数で、データ間の区切りマークとして“,”を入れたものである。英字“Z”は造波停止命令符号となっている。

9.5 造波特性

浅水時の造波機能を考慮したこと、造波特性が比較的波の粗度の低い領域で最良となるよう設計したこともあって、波長・波高比 $\lambda/\zeta_w \leq 20$ では、高次の周波数成分が認められる。

低周波発信器出力 10 V (15, 10, 5 V の 3 段切換) の標準時の較正曲線を 図-9.4 に示す。また、プランジャ・ストロークの上限値に相当する波高設定ダイヤル上限値を 図-9.5 に示す。上限値は、電気的あるいは

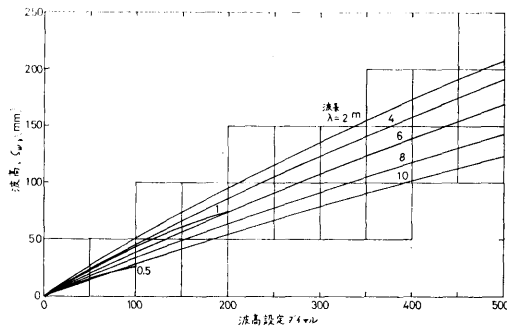


図-9.4 較正曲線

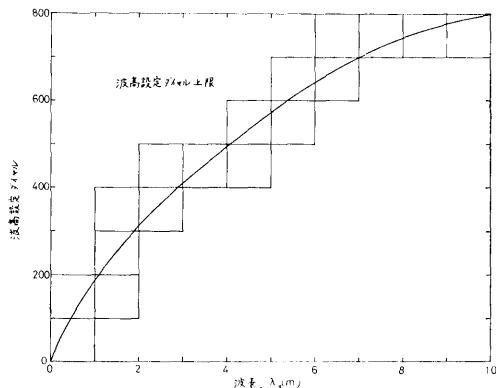


図-9.5 プランジャストローク上限

機械的な限界に加えて発生した波の安定性、歪みなどを考慮して定めた。短波長領域の造波性能は、プランジャ吃水を標準水位より浅く設定すれば若干改良される。造波時の模様を 写真-9.3 に示す。

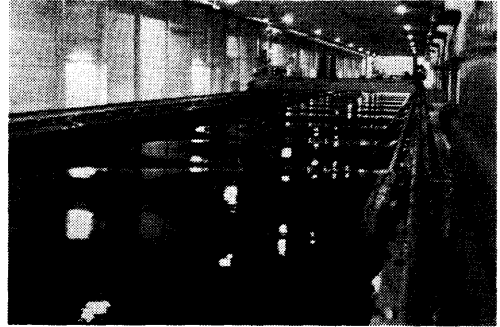


写真-9.3 造波例

10. 計測装置

10.1 計画

基本計測機器として、平水中模型試験用計測装置の設計製作を行った。本水槽の機能が多目的利用を建前として設計されていることを考慮し、計測機器についても汎用性に目掛け、高い精度と長期にわたる安定性の実現に留意した。また、計測量全量をデジタル化することは避け、計量最終段はアナログ量とし、変動量計測が可能となるよう設計した。設計に際しては特に次の点を考慮した。

- (1) 計測機器の表示記録は、できうる限り共用の表示記録装置により処理されること。
- (2) 機器出力の規格化、統一
- (3) 取扱いの簡易さ
- (4) 計測時間が十分でないことも考えられるので、動力計等の応答性が良好であること。
- (5) 浅水時にも計測機器の操作に支障のないよう、遠隔操作が可能であること。
- (6) 模型船寸法は長さ 5 m を標準とする。
- (7) 小型、軽量
- (8) 保守の容易さ

10.2 計器の概要

設計製作された計測機器の主なるものについて、その主要目等を表-10.1 に示す。

10.2.1 抵抗動力計

抵抗動力計は天秤式であって、カウンタウェイトをリードスクリューで送錘する方式となっている。最大容量を 10 kg として、その間を 20 分割し 0.5 kg ごとにカウンタウェイトを設定しうるステップ式送錘機構を採用している。また、その間の秤量は天秤に取付けられたスプリングの変位を差動トランスで検出し、アナログ電圧として取出す。ダンパーは油式で制動量可

表-10.1 計測機器と主要目

機器名称	数量	容 量	要 目
抵抗動力計	1台	10 kg 1950×700×2380 mm	天秤式, ステップ式送錘機構 (0.5 kg ステップ), 偏差出力 ± 1 V (± 500 gr 相当), 昇降ストローク 1000 mm 電動 (遠隔操作可) 精度: 最大容量の $\pm 0.1\%$ 以下, 油式ダンパ付, 摩擦修正量付加装置付 (30 kg)
自航動力計	1台	トルク 0.3 kg·m スラスト 10 kg 回転数 30 rps	天秤式, トルク; 駆動モータ反力方式, スラスト; ベルクランク/楯方式 精度: 最大容量の $\pm 0.1\%$ 以下, ステップ式送錘機構 (送錘速度 0.5 kg/s, 0.02 kg·m/s), スラスト逃げ; ベローズ方式 駆動電動機出力 1 kW
小型自航動力計	1台	トルク 5 kg·cm スラスト 3 kg 回転数 55 rps	ストレンジージ型, マルチダイヤル方式 (総量方式可), 重量 2.5 kg, 全長 362 mm, 短時間過負荷 (トルク 500%, スラスト 300%), 240 (トルク)/120 (スラスト) Ω 型ブリッジ
プロペラ単独動力計	1台	トルク 1.5 kg·m スラスト 30 kg 回転数 40 rps	天秤式, 差動トランス分 (トルク 0.075 kg·m, スラスト 1.5 kg) 精度: 定格値の 0.1%, アナログ出力: ± 5 V (high); ± 20 mA (low)
流速計	1台	0.1~6.0 m/s	翼車型, デジタル表示, アナログ記録可 (max. 5 V), 精度 ± 0.5 mm/s, 計数時間 1 s
トリム計付ガイド	1式	トリム ± 50 mm	ポテンショメータ方式, 昇降ストローク 800 mm (5 mm/s) 電動
クランプ	1台	水平荷重 500 kg	ブレーキモータ方式, ハサミ型 (方向可変), 昇降ストローク 700 mm
計測補助装置	1式	—	デジタルプリンタ 18 桁×2, デジタルポルトメータ ± 5.000 mV×6, ユニバーサルカウンタ 1, 計測指令器 (タイマー内蔵), ペンレコーダ (平衡型 4 ch, 2 ch)

変である。操作部には、カウンタウエイトの表示装置、差動トランス増幅器、動力計昇降用押ボタン等が配置

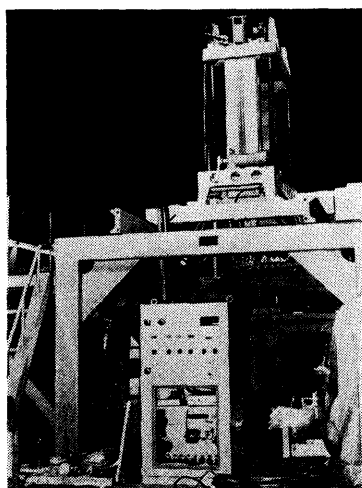


写真-10.1 抵抗動力計

されている。昇降ストロークは 1 m, 対象模型船重量は最大 2 ton である。アナログ信号出力は $0 \sim \pm 1$ V ($0 \sim \pm 500$ g 相当), 出力インピーダンス 10 k Ω 以下である。本装置には、摩擦修正量付加装置が付属されており、重錘付加用のプーリを利用して模型船と曳引車との相対位置を検出し記録するように工夫されている。本装置の概観を写真-10.1 に示す。

10.2.2 自航動力計

自航動力計は、本体駆動部、計量部および操作装置からなる。動力計主軸にスラスト逃げを設け、スラストは主軸よりユニバーサルジョイントを介してベアリングにより支持されたスライド軸に伝達され、スラスト検出金具、ベルクランクを経て計量桿の重点に伝えられ計測される。トルク計測の原理は、直流モータのロータとステータに界磁を与えロータ軸に回転力を与えた時、ロータ軸が等速回転を行っている場合にはロータ軸への外力、すなわち、プロペラにかかるトルクのみがステータへの反力として作用することを利用し

たもので、ステータに与えられたトルクをステータに取付けられたトルクアームを介し吊棒、楕桿を経て計量桿の重点に伝え計測する。プロペラ回転数の計測としては、電磁式ピックアップにより軸1回転につき100パルスを発信しこれをカウンタにより計数する。カウンタウェイトは抵抗動力計と同様に、リードスクリューで送錘され、またスプリングの変位量を差動トランスで検出する。ダンパは油式で制動量可変である。スプリング計量はスラスト ± 500 g, トルク 0.02 kg \cdot mである。駆動直流電動機出力は1kWである。本装置の概観を写真-10.2に示す。

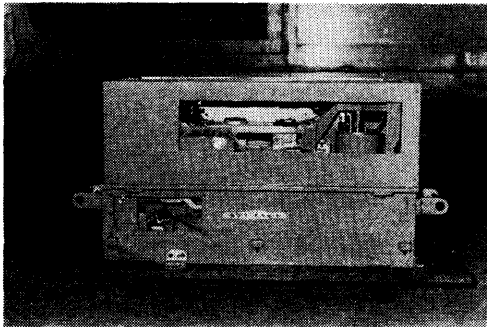


写真-10.2 自航動力計

10.2.3 小型自航動力計

軽量、コンパクトなストレンゲージ式自航動力計で動力計本体、動歪計および零バランスからなる。動力計本体は重量約2.5kg, 全長362mmの外部駆動機型であり、プロペラ回転数の検出部は含まれない。較正は、静的較正法による。スラストおよびトルクについては、定格容量3kgおよび5kg \cdot cmに対して、短時間過負荷300%および500%がそれぞれ許容される。主軸の高さは本体底面より30mmである。なお、本

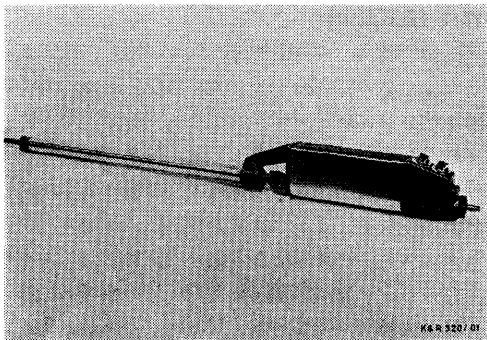


写真-10.3 小型自航動力計

機は、固有振動数が低く、プロペラ1回転中のスラストあるいはトルク変動量の計測には適していない。その概観を写真-10.3に示す。

10.2.4 プロペラ単独動力計

天秤式であるが、前述の自航動力計と異なる点は、トルク検出にベベルギヤ方式を採用していることである。すなわち、プロペラ軸に生ずるトルクはベベルギヤを介してトルクレバに伝えられ、トルクレバは軸受を支点とし連結リンクを介して計量桿を傾斜させる。この計量桿の傾斜に対応して天秤他端のカウンタウェイトとスプリングの変位とによって天秤はほぼ平衡状態となるが、その残差の微小傾角は差動トランスの出力として検出される。スラストおよび回転数検出機構は自航動力計と同様である。ただし、カウンタウェイトは全て手動操作であり、天秤ロックの開閉、計量指示等には専用の電気計測部が用意されている。駆動電動機出力は、3.7kW, 供試プロペラ直径は200mmを標準とする。概観を写真-10.4に示す。

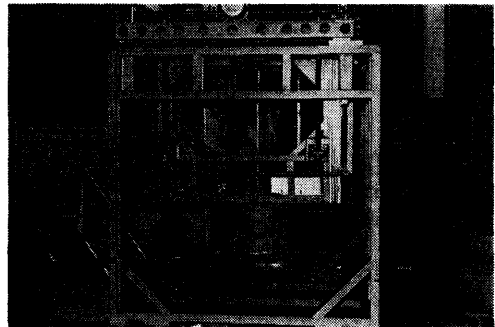


写真-10.4 プロペラ単独動力計

10.2.5 流速計

プロペラの遊転回転数をプロペラ軸に設けた歯車と無接触方式の高周波発振機構を利用して電気パルスとして検出し、予め較正された回転数対流速較正曲線より流速を求める。回転数は通常、デジタルカウンタを介しプリンタに印字されるが、D-A変換器が内蔵され流速変動のアナログ記録が可能である。

10.2.6 その他の計測器

トリム計付ガイドは、小型、軽量であること、および細部に工夫改良を加えた外は、400m試験水槽常用のトリム計と変るところはない。計測補助装置は、本水槽独特のものであり、様々の計測機器の出力レベルをでき得る限り統一し、これを1つの装置を以て表示記録するための装置で、デジタルボルトメータ、

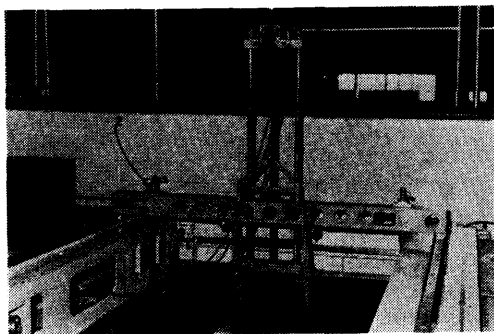


写真-10.5 トリム計付ガイド

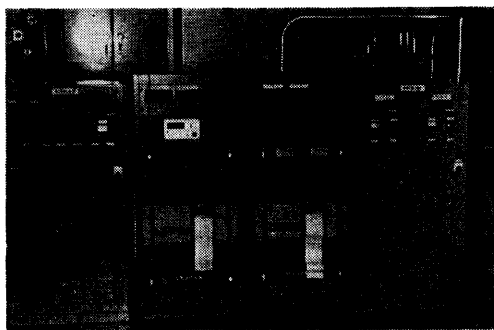


写真-10.6 計測補助装置

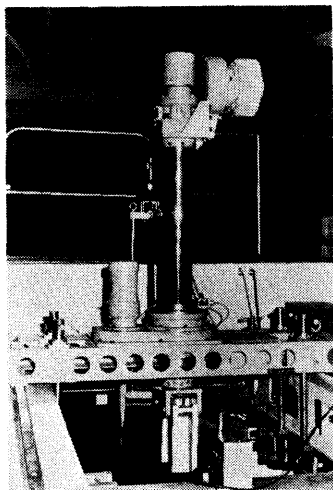


写真-10.7 クランプ

プリンタおよびクロックパルス発生器からなる。トリム計付ガイドを写真-10.5に、計測補助装置を写真-10.6に、またクランプを写真-10.7に示す。

11. 計算設備

水槽建設の計画時には、中型試験水槽の稼動によ

て、推進性能部に関連した研究では、約8割の水槽試験データの増加を予測していた。このため400m水槽で使用していた既設のTOSBAC 3300B型電子計算機(8kW)によるオンラインのデータ処理装置は容量、速度ともに十分でないため、計算機本体をTOSBAC 3400-30型電子計算機(16kW)に交換し、周辺諸装置を補強した。一方、本工事に關連して400m水槽曳引車からのオンラインのデータ伝送装置を廃止したが、これは旧データ処理装置が計画時には最高のものであった1,600 bits/sec(約100データ/秒)の伝送速度も近年の実験の要求に合わないことと、最近では小型の計算機の発達によって、計算機の曳引車搭載が容易になったこと等によっている。

また近年は、船型試験水槽の実験が質的に変化していることもデータ処理装置の計画に関して見逃すことができない。すなわち、以前は大型水槽の任務は多数の模型船について日常化した抵抗、自航試験の実施が主なものであり、このためdigitalデータの処理と実験準備の計算が多かったが、近年は、模型船の隻数が少なくなった一方、抵抗成分の分離計測、船体周りの流れを調べる等、大量のanalogデータの処理が中心になりつつある。この見地からもanalogデータを重視した改造を行ったことは適切であった。analogデータの処理は、磁気テープ方式のanalog data recorderに水槽で生データを記録し、DATAC 2000A型データ集録装置を介して計算処理する方式としている。

主要な機器の構成を図-11.1に示す。

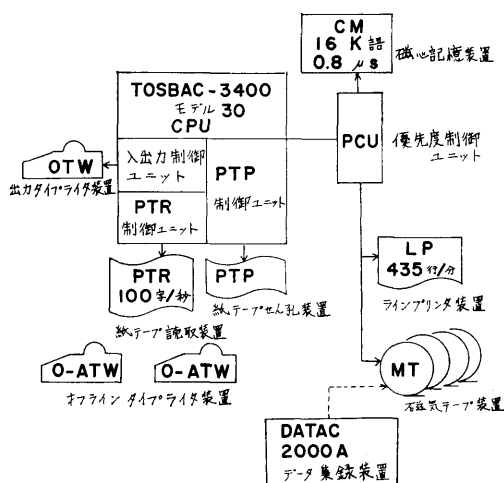


図-11.1 水槽用データ処理装置構成図

12. 結 言

以上、述べてきたように本水槽は数多くの特徴を備えており、中型試験水槽としては世界の中でも有数のものと考えられる。

本水槽を建設するに当たっては、広く各方面から絶大な協力を賜ったが、特に、東京、大阪、広島、九州の各大学および三菱重工（株）長崎研究所、石川島播磨重工（株）技術研究所の方々に厚くお礼を申し上げます。また、水槽および建屋の設計建設監督に当たられた建設省関東地方建設局の方々、建設にご指導ご鞭撻をいただいた船舶技術研究所大江、木堂前所長、山内現所長をはじめ所内外の方々に深く謝意を表します。なお、本水槽の主要な工事を担当していただいた次の各社の方々にも厚く感謝いたします。

水槽および建屋：大木建設（株）、タツヲ電機（株）
日建設備（株）

曳引車、送風台車、レール

側面消波装置、トロリー：住友重機械工業（株）

曳引車制御装置：（株）明電舎

送風機：（株）日立製作所

造波装置：（株）安川電機製作所

計測装置：大和製衡（株）電子工業（株）

計算装置：東京芝浦電気（株）

岩崎通信機（株）

参 考 文 献

- 1) 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，昭和44年7月
- 2) 栗村康彦，大津留喬久他，滑動抵抗試験水槽の水位変化による壁体の微動について，第12回船研研究発表会講演概要，昭和43年11月（本研究は，第14，15船研研究発表会でも続報されている）
- 3) 乾崇夫，梶谷尚他，東京大学船型試験水槽曳行台車等の改新について，日本造船学会論文集，第123号，昭和43年6月
- 4) 栗原道徳，田才福造，栖原寿郎，九州大学応用力学研究所の海洋災害研究用大水槽について，西部造船会会報第32号，昭和41年7月
- 5) Porter, W. R., Pressure Distributions, Added-mass, and Damping Coefficients for Cylinders Oscillating in a Free Surface," Report of University of California, Series 82, 1960.

(附録) 工事記録写真

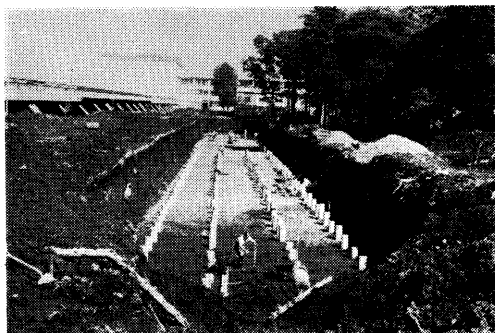


写真 A-1 堀削と杭

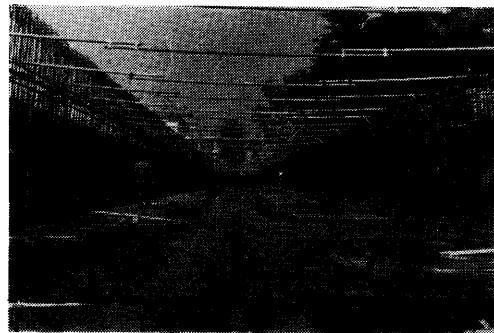


写真 A-2 底盤と側壁配筋



写真 A-3 側壁配筋, 南端部非常制動等の基礎

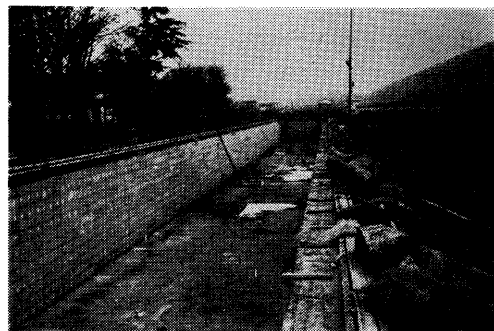


写真 A-4 主水槽 (北側より)



写真 A-5 造波機基礎 (水槽南端の壁を外側から見る)

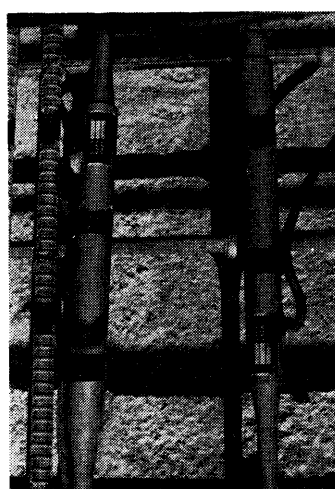


写真 A-6 底盤内ロード・セル

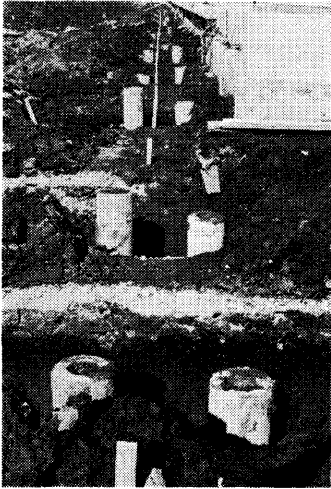


写真 A-7 建屋基礎杭

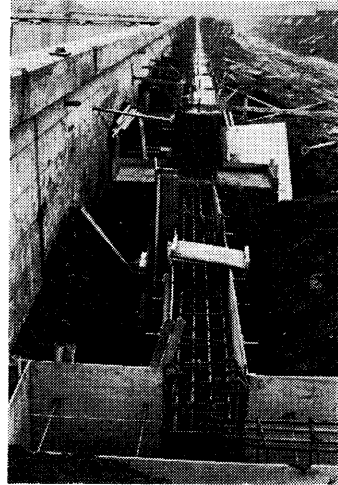


写真 A-8 建屋基礎

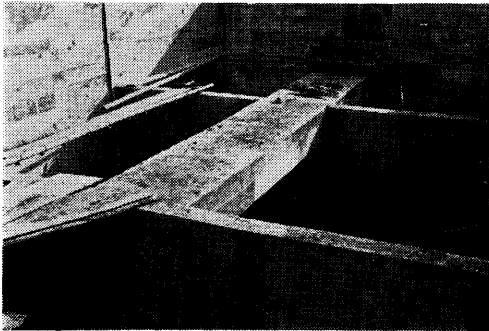


写真 A-9 トリミング・タンク基礎

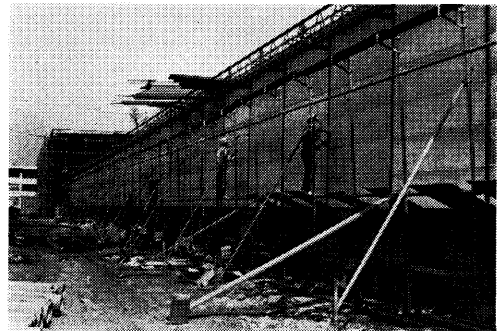


写真 A-10 水槽場建屋外壁

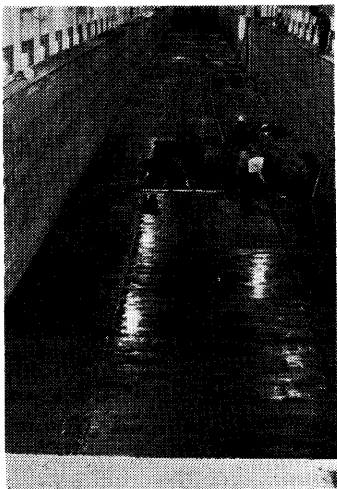


写真 A-11 底盤仕上げ

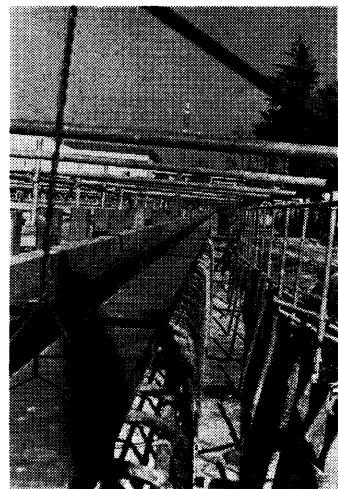
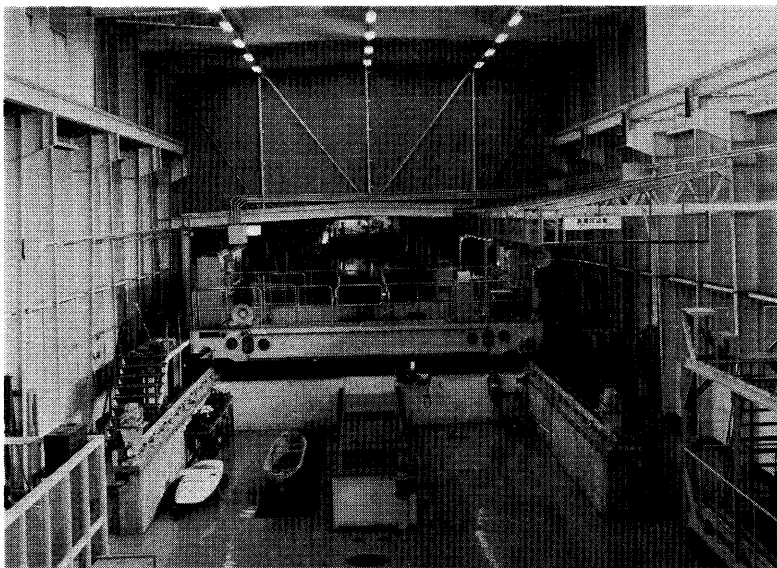


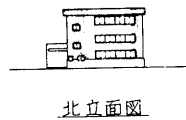
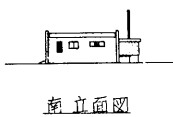
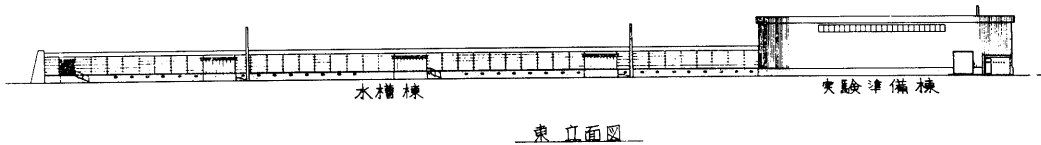
写真 A-12 レール基礎



正面玄関



実験準備場内部



外観図

三鷹第3船舶試験水槽完成図