

鹿児島大学学内共同利用回流水槽の 設計思想と特徴およびその性能

米 盛 亨・奈良迫 嘉 一・前 川 博
今 井 健 彦・中 山 博・豊 広 利 信

New Circulating Water Channel in Kagoshima University,
Its Design Concept, Special Features and Performances

Tooru YONEMORI^{*1}, Yoshikazu NARASAKO^{*1,*5}, Hiroshi MAEKAWA^{*2},
Takehiko IMAI^{*3}, Hiroshi NAKAYAMA^{*1} and Toshinobu TOYOHIRO^{*2}

Abstract

This report represents a general description of the new circulating water channel which was situated in the site of Faculty of Fisheries, Kagoshima University in March 1986.

To arrange the basic design for the water channel, a committee was organized and the principal items were determined.

According to the specification, water capacity in the system : 80 tons, size of the measuring section : 6.0 m in length, 2.0 m in width, 1.0 m in depth, maximum water velocity at the measuring section : 2.0 m/s.

Moreover, demands were presented in connection with the capability of velocity profile, turbulent intensity, stationary waves and water surface gradient.

The results of the running examinations were almost satisfactory except on velocity profile.

Among the difficulties concernig velocity profile, the setting of revolution for two accelerators is considered a subject in a future study.

鹿児島大学水産学部では、昭和30年に設置された水平循環型で運転流速範囲が0.1~1.0 m/s の回流水槽が最近まで使用されていた。しかしながら、回流水槽の性能の向上はめざましくその応用は様々な分野に広がり、現在我国だけでも60基以上設置されている。本学に

*1 鹿児島大学水産学部 漁法学研究室 (Laboratory of Fishing Technology, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)

*2 鹿児島大学工学部 水力工学研究室 (Laboratory of Hydraulic Engineering, Faculty of Engineering, Kagoshima University, 21-40 Korimoto 1, Kagoshima, 890 Japan)

*3 鹿児島大学水産学部漁具学研究室 (Laboratory of Fishing Gear Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)

*4 鹿児島大学水産学部漁船運用学研究室 (Laboratory of Fishing Vessel Seamanship, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)

*5 鹿児島大学名誉教授 (Professor emeritus, Kagoshima University. Present Address : 32-12 Murasakibar 1, Kagoshima, 890 Japan)

においても、回流水槽を使った本格的な各種試験の要求が高まり、水産学部を中心に工学部、農学部、教育学部など全学的に新世代の水槽の設置に対する希望が出ていたが、昭和60年度、文部省より研究施設設備としてその建設が認められた。

その経緯で、本学の新しい回流水槽は、水産学部、工学部、農学部、教育学部の共同利用研究設備として広い分野の研究・実験に使用できるように汎用水槽とした。そして、その基本設計は水槽設置準備委員会*のメンバーが行った。

一方、石油危機以降に設置された回流水槽はその歴史の中で、経済性を考慮して測定部寸法は大きくし而も全体寸法を小さくした水槽が主流となっている。本学の回流水槽もその特徴を考慮しながら共同利用研究設備としての機能を十分発揮するように計画された。本報告は、61年度に行った水槽性能試験の結果を、回流水槽の設計ならびに水槽設備の概要とともに述べたものである。

1. 主な記号

X, Y, Z: 制波板から流路軸方向, 流路幅方向および垂直方向下向きの距離 (m, mm)

D: 計測水路の深さ (m, mm)

W: 計測水路の幅 (m, mm)

U: 断面平均流速 (m/s)

N: インペラ回転数 (rpm)

n: 表面および底面ロータ回転数 (rpm)

X', Y', Z': 流路軸方向, 流路幅方向および垂直方向のトラバース装置の軸

2. 基本計画

回流水槽を計画するにあたり、以下の点について留意した。

- (1) 観測部が大きく様々な流れの可視化による流れの観察が容易に行えるようになっていること。
- (2) 使用できる流速範囲が広いこと。
- (3) 流速分布が一様であること。
- (4) 定在波およびサージングが極力小さいこと。
- (5) 水面傾斜が極力小さいこと。
- (6) 測定部の流速が設定値に達した後、一定流速で連続運転できること。
- (7) 水槽の各機器の操作は原則として主操作盤で行い、動作の確認が行えること。
- (8) 運転中に危険が生じた場合に、直ちに運転を停止できるようになっていること。
- (9) 十分な防振・防音対策を施すこと。
- (10) 製作精度が高く、測定部において平坦度が ± 2 mm以内であること。

* 奈良迫嘉一・米盛 亨・今井健彦・中山 博 (鹿児島大学水産学部)
前川 博 (鹿児島大学工学部)

回流水槽の測定部の大きさは、各種実験課題において必要な模型の大きさから決まる。これは、側壁の影響を実験誤差の範囲にとどめ、流れにおけるレイノルズ数やフルード数をどの程度に保って実験できるかを考慮して決められる。もちろん、レイノルズ数やフルード数は流速にも依存するが、模型の寸法は大きいほうが概して測定精度が高くなる。しかし、あまり大きいと取り扱いが容易でなくなるので、基礎研究を重視する大学の実験研究においては適当な寸法はおおよそ与えられている。本水槽では測定部の最大流速を2 m/sとしているので、測定部の長さを6 m、幅2 m、水深1 mとすれば、水槽の流れの乱れ度の影響を考慮しても、おおよそ臨界レイノルズ数以上の実験ができることになる。

水槽は、その時代の試験課題とともにどのような計測技術を使用するかによって、その特徴が異なってくる。流れの状態を観察することは、基礎的な研究のみならず各種の実用試験においてもその意義は大きいので、近年、流れの可視化は様々な分野で行われている¹⁾。本水槽においても、流れの可視化を行いやすいように、大きな観測部に大きな観測窓を設けるようにした。観測窓が大きいため水面および底面の流れも観測できる。また、観測窓が側面と下面にあるため側面と上下面から同時に流れを観測できるようになっている。そして、観測窓のガラスは水槽の外からの撮影に障害にならないように、すべて大きな合せフロートガラスでできている。また、開放部をもつ回流水槽では気泡の混入が避けられないが、その混入した気泡を十分除去できるような構造を本回流水槽はもっている。

計測部における流速範囲を、0.025~2.0 m/s とできるだけ幅広く設定し連続可変としたので、本水槽は各種研究課題への適用が期待できる。回流水槽の理想からいえば、流速分布の一樣性が計測部全空間にわたって保たれることが望ましい。しかし、たとえば模型実験に際して、模型をとりまく一部空間の範囲内での流れが十分に一樣であれば、それよりはるかに外の空間で平均流速に対する数パーセントの偏差を生じて、その計測誤差は許容できると考えてよい。特に、壁面から10cm程度の場所は計測の対象になることがないので、壁面から10cmの範囲を除いた部分で平均流速に対する偏差の大きさを指定することとした。流速分布はその許容偏差を流速1.0 m/s において±1.5%以内とした。また水面傾斜が1/4000以下であれば、抵抗試験の補正は不要で、水面は十分に水平が保たれていると考えることができる²⁾。次に、通常回流水槽では測定部が大気圧に開放されているため、ノズルの出口あるいは制波板の端で圧力の不連続が存在することによって定在波が生じるが、現存する国内の回流水槽について調べた結果を Fig. 1 に示す³⁾。定在波が流速1 m/s で±1 mm以下であれば現在の回流水槽としてほぼ十分な値であると思われる。サージングは測定部の水位が長周期で上下する現象で、その原因は現時点で完全には解明されていないが、この量が大きくなると流れの観察や計測が困難になる。サージングの一つの原因は剝離流の非定常性と考えられているので、ディフューザ部などでの剝離を極力抑えた設計をしなければならない。現在、サージング量が0.5mm以下の回流水槽も存在するが、国内の回流水槽では流速1.0 m/s でおおよそ0.5-2.0mmが普通である。本水槽においては許容量がやや大きいですが、流速1.0 m/s で±1 mm以下を設計条件とした。サージングは圧力変動とともに速度変動になって現れると考えられているので、性能試験の項目に流れの乱れ強さも加えその結果を示す。

計画された回流水槽の性能諸元を Table 1 に示す。また、Fig. 2 は本回流水槽の平面図および側面図である。

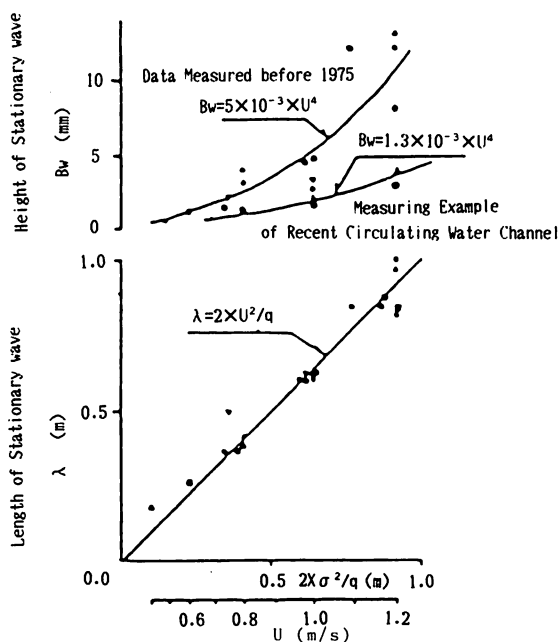


Fig. 1. Characteristic curves of stationary wave quoted from circulating water channels in Japan.

Table 1. Specified Item of Circulating Water Channel

Type	2 Impellers Driving Vertical Type
Test Section	Length : 6 m (Effective Length : 5.2m) Water Depth : 1 m, Width : 2 m Rectangular Cross Speed Range : 0.025~2.0m/s
Impeller	Unken-Type, Number of Blades : 4 Number of Impellers : 2, Diameter : 796 mm Boss Ratio : 0.25, Material : ALBC 3
Motor	D. C Variable Speed Motor Thyristor Leonard Control System Power : DC 22 KW Rotational Frequency : 0~1750 rpm Setting Accuracy : $\pm 0.5\%$ F.S Source : AC 200 V, 60 Hz, 3 Phase Number of Motors : 2
Water Channel Dimension	Length : 14.8 m, Width : 2 m Water Depth : 5.9 m

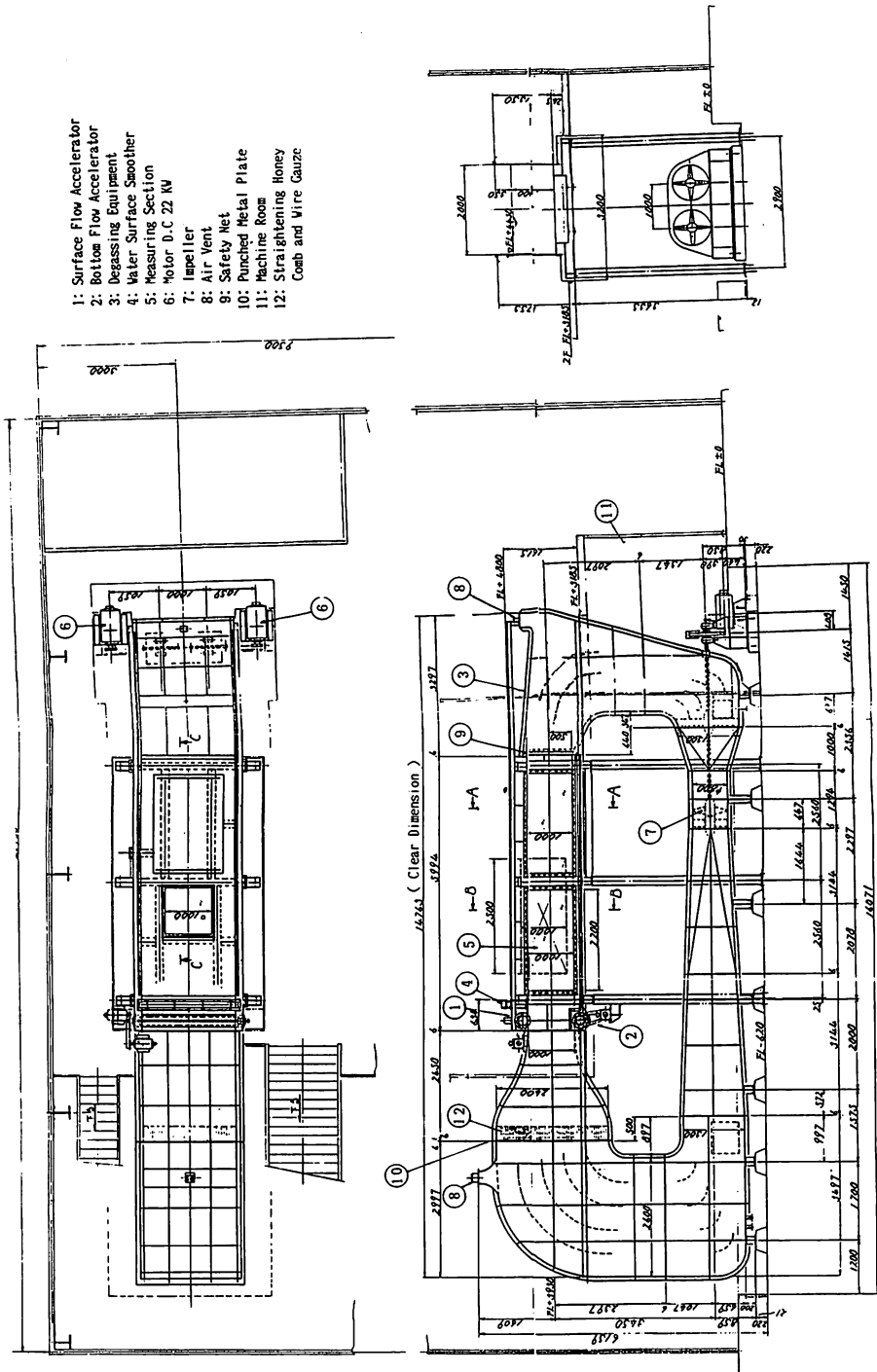


Fig. 2. General View of the Circulating Water Channel.

3. 回流水槽各部の仕様

すでに述べたように、本水槽の設計仕様は水槽設置準備委員会によって決められ、それに基づいて株式会社西日本流体技研が製図・製作を担当した。

3. 1 回流水槽本体

回流水槽の組立図はすでに Fig. 2 で示した。垂直循環型の本水槽本体は測定部、収縮ノズル、ディフューザーと4つのコーナ部からできている。水槽本体はSS41の溶接構造となっており、コーナ部のガイドベーンは腐食しやすいので材料は特にSUS304とした。測定部の寸法は以下の通りである。

測定部 全長：6000mm (有効部5200mm)

高さ：1350mm

幅：2000mm

水深：1000mm

観測窓 側面 (上流に向かって左側)

高さ：1000mm

長さ：2200mm

厚さ：20mm

枚数：2枚

側面 (上流に向かって右側)

高さ：1000mm

長さ：2500mm

厚さ：24mm

枚数：1枚

底面

長さ：1000mm

幅：1000mm

厚さ：30mm

枚数：1枚

観測部窓枠にはSUS304を用いた。

また、不要な波が起きないように、内壁とガラス面は段差のない構造になっている。観測窓ガラスはすべて合せフロートガラスである。その他観測部上部には計測レール (SUS みがき棒20mm角) が設置してある。

収縮ノズルは二次元ノズルを用いている。収縮比は2.4:1としたが、流速分布を一様にするためには十分である。整流装置は開孔比がおおよそ0.5のパンチドメタルと塩ビのハニカム (セルサイズ20mm) である。計測部に流入する場合に壁面近くの流れは境界層が発達するため主流より速度が遅くなるので、ノズル出口には表面および底面流に対する加速装置が設けられている。これは、水が充満した円筒の中でロータを回転させ表面流を加速させる方式をとっている。さらに、その下流に制波板が設けられ、定在波を抑えるようにしている。

本水槽は、駆動部が二インペラ方式でディフューザー頂角はそれぞれ4.55度であり、面積比は1.7である。第一コーナと第四コーナには気泡除去装置が取り付けられている。第一コーナ部の気泡除去装置は、コーナ上部で水が剥離しないよう案内翼が設けられている。

3.2 インペラおよび駆動用電動機

すでに述べたように、本水槽は二インペラ方式を採用しており、インペラおよび駆動用電動機を二基用いている。その型式は次の通りである。

(1) インペラ

直径 796mm
ボス比 0.25
翼型 運研型
翼数 4枚
材料 ALBC 3種

(2) 駆動用電動機

型式 直流可変速電動機
定格出力 DC 22 KW
回転数 0～1750 rpm
制御方式 サイリスタレオナード制御デジタル設定、連続可変
制御精度 0.5% F.S.
電源 AC 200 V, 60 Hz, 3相

(3) インペラ軸系

軸材料 SUS304
水封 メカニカルシール、オイルシール兼用
伝動方式 V ベルト

3.3 初期充填装置

水を気泡タンク下部まで吸い上げるために真空ポンプを取付け、電極棒により水位を検出して自動的にポンプは停止するようになっている。

3.4 ろ過装置

ろ過装置は80 ton の水を比較的速くろ過できるように30 ton/hr のろ過能力をもつものを組み込んでいる。以下その型式を示す。

型式 カートリッジ方式
ろ過能力 30 ton/hr
フィルター pp (ポリプロピレン)
ワインドフィルター
タンク本体 SUS304
数量 1台

3. 5 主流速用流速計

実験の際に必要な主流流速のデータを得るために超音波流速計が設けられている。流速の大きさは主操作盤でモニターできるほか、アナログ出力も取り出せるようになっている。測定範囲は0~2.0 m/s、測定精度は±1% F.S. であり、応答周波数は1 Hz~20 Hz である。

3. 6 その他

水面のさざ波をできるだけ小さくするために測定部上流から界面活性剤を噴霧する方法がとられている。これは、水面からの可視化をしやすくするために設けられている。また、安全対策として観測部からの流入物の下流への回流を防止するために観測部後流側に安全ネットが設置されている。

第一コーナ部は水泳用の飛込台になっており、安全のために観測部後流側に木製枠組を設置できるようになっているとともに、制波板に木製の保護板を取り付けることができる。

4. 計測装置の概要

4. 1 三次元トラバース装置

本回流水槽にはピトー管や熱膜流速計などのプローブを移動させるための三次元トラバース装置が必要であり、その専用装置の設計製作をおこなった。

トラバース装置の構成を Fig. 3(a), Fig. 3(b) に示す。トラバース装置の三軸である X' 軸、Y' 軸および Z' 軸は鋼製 (S45C) のレールからなり、軸の可動部は鋼球が循環することによってレール上を直線運動する直線運動軸受を用い、これらを組み合わせて三軸方向に移動できるようにした。このレールの補強材としてアルミニウム合金が用いてある。回流水槽の幅が2 m もあるため、Y' 軸は一本のレールだけではねじりモーメントによるねじれ角が大きくなり、強度的にも問題があるのでこのモーメントを打ち消すためにレールを二本とした。測定点の座標は各軸のレールと軸受ユニットに取り付けた主尺と副尺によって読み取ることができ、軸の移動はボールネジ端に取り付けたハンドルを回し、ボールネジを回転させることによって行うことができる。Y' 軸には補強材としてアルミニウム合金を使用しているため計算上一つの材料から成る等価ばりに変換し、一体ばり理論により設計した。Table 2にその結果を示した。X' 軸についても強度やたわみ量を検討した結果、Table 2に示す値となった。Z' 軸についてはレールに働く荷重が X' 軸や Y' 軸に比べ非常に小さくなり、強度的には何ら問題なくたわみ量も無視できる。

このトラバース装置の移動誤差は2.0kgの測定器具を取り付けた場合、最大0.171mmであり、実用上の問題はない。また寿命は直線運動軸受とボールねじの寿命計算を行った結果、通常の使用においては約6年である。

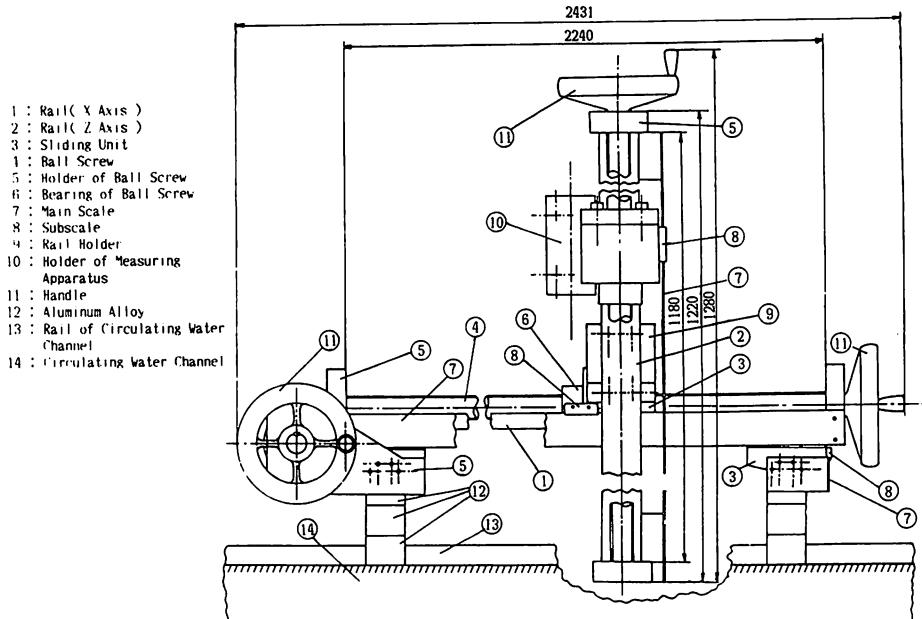


Fig. 3 (a). Three-Dimensional Traversing Apparatus (X-Z Plane)

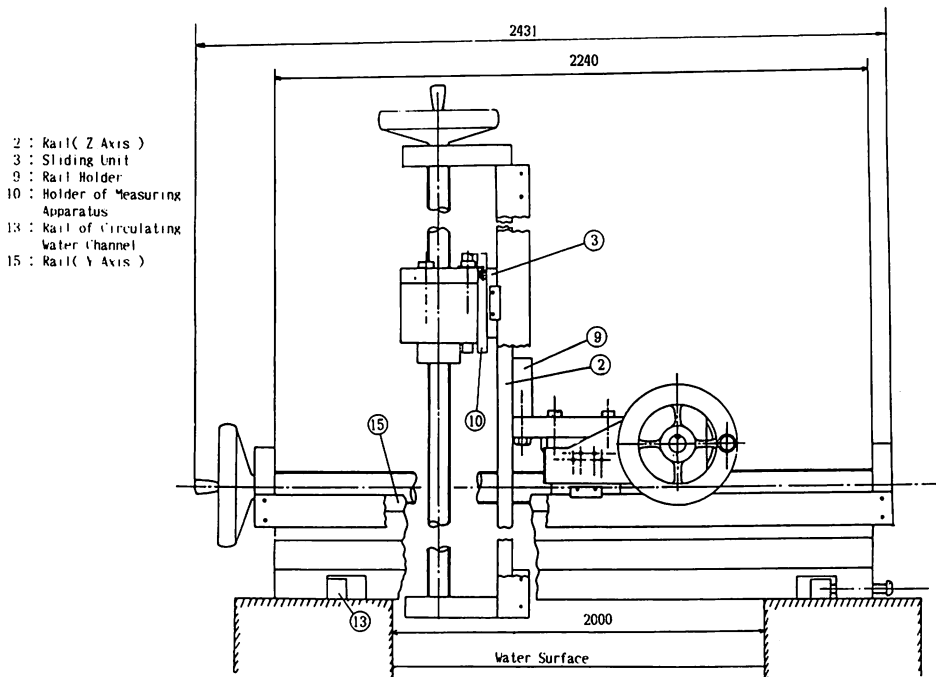


Fig. 3 (b). Three-Dimensional Traversing Apparatus (Y-Z Plane)

Table 2. Design of Three-Dimensional Traversing Apparatus

	X'axis	Y'axis	Z'axis
P (kg)	18.9	13.2	2.0
ω (kg/mm)	0.51×10^{-2}	1.4×10^{-2}	0.51×10^{-2}
L (mm)	572	2000	1180
b (mm)	40	40	40
h (mm)	16	106	16
t (mm)	16	16	16
Ea (kg/mm ²)	—	7400	—
Es (kg/mm ²)	21100	21100	21100
I (mm ⁴)	2.70×10^4	2.00×10^6	2.70×10^4
σ_a (kg/mm ²)	—	5.29×10^{-2}	—
σ_s (kg/mm ²)	3.21×10^{-2}	0.220	—
δ_{max} (mm)	5.10×10^{-2}	0.120	—

P : load, ω : uniform load, L : length of the shaft

b : width of the rail, h : height of the beam

t : thickness of the rail

Ea : modulus of longitudinal elasticity in aluminium alloy

Es : modulus of longitudinal elasticity in steel

I : geometrical moment of inertia

σ_a : max. tensile stress in aluminium alloy

σ_s : max. compressive stress in steel

δ_{max} : max. deflection

4. 2 一軸抵抗検出計

鎖分銅を使用した0点方式の検力計で、小型模型船実験にとって高い分解能をもっている。性能は以下のようにになっている。

最大計測容量 1000 g

分解能 0.03% F.S.

非直線性 $\pm 0.3\%$ F.S.

ヒステリシス $\pm 0.5\%$ F.S.

ドリフト $\pm 0.3\%$ F.S.

また、計測結果のアナログ出力とデジタル出力が記録できるようになっている。

4. 3 その他

二次元のレーザ・ドップラー流速計を、鹿児島大学全学共同利用設備として使用できるほか、レーザ・ドップラー流速計に付属しているミニコンピュータもデータ解析に使える。

5. 回流水槽の特性（実測結果）

5.1 インペラ回転数と流速の関係

Fig. 4にインペラ回転数と流速の関係を示す。流速の計測位置は制波板より1 m下流で計測部の中心点である。流速はJIS型ピトー管（翼形支柱付き）によってなされた。本水槽の最大流速計画値2 m/sに対するインペラの所要回転数は320 rpmとなる。

5.2 測定部流速分布

Fig. 6～Fig. 13は制波板より1 m下流の位置における各インペラ回転数に対する流速分布を示す。水面と低面の流速低下を補償する目的で設けられた加速ロータの回転数設定に関するメーカー（西日本流体技研）の資料をFig. 5に示す。Fig. 6～Fig. 13は両ロータの回転数を指示通りに設定した場合の計測結果である。また、Fig. 14～Fig. 19は制波板より2 m下流の位置における流速分布を示す。計測した速度分布は平均流速が0.3 m/sから1.75 m/sまで8通り（制波板より1 m下流の位置）および6通り（制波板より2 m下流の位置）である。計測はインペラを所定の回転数に設定しておこなった。計測点は水深100mmから100mm間隔に水深900mmまでで、幅方向はその中心から100mm間隔に両側にそれぞれ壁面から100mmまでで、合計171点である。インペラ回転数50 rpmにおいては、流速分布の一意性は良好ではなく、実験に際しては注意を要する。一意流速の範囲は $Z/D=0.2\sim 0.5$ 、 $Y/W=-0.05\sim -0.25$ である。インペラ回転数80 rpmにおいては、 $X=2000\text{mm}$ の位置では一意性は良くないものの、 $X=1000\text{mm}$ の位置では良好ではない。インペラ回転数110 rpmにおいては、

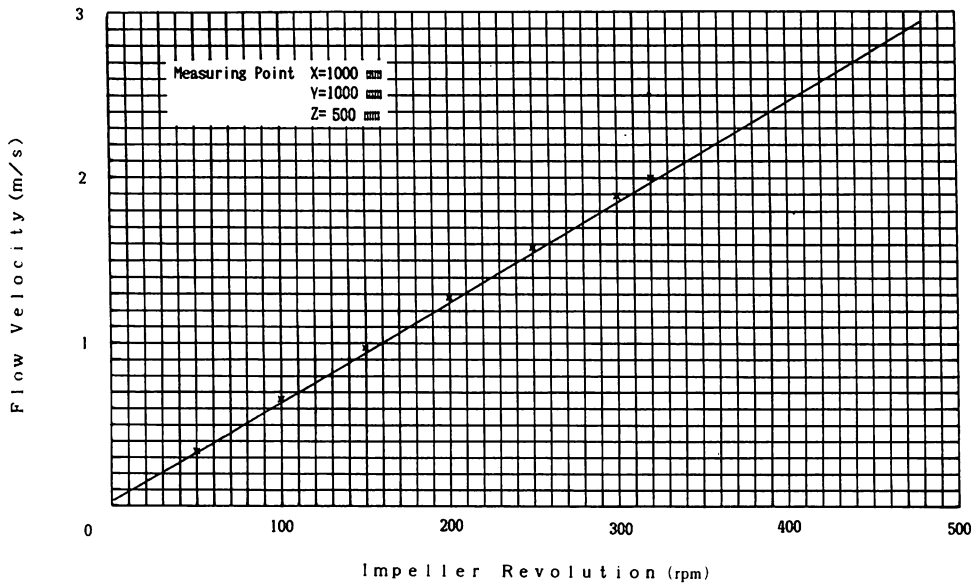


Fig. 4. Impeller Revolution vs. Flow Velocity.

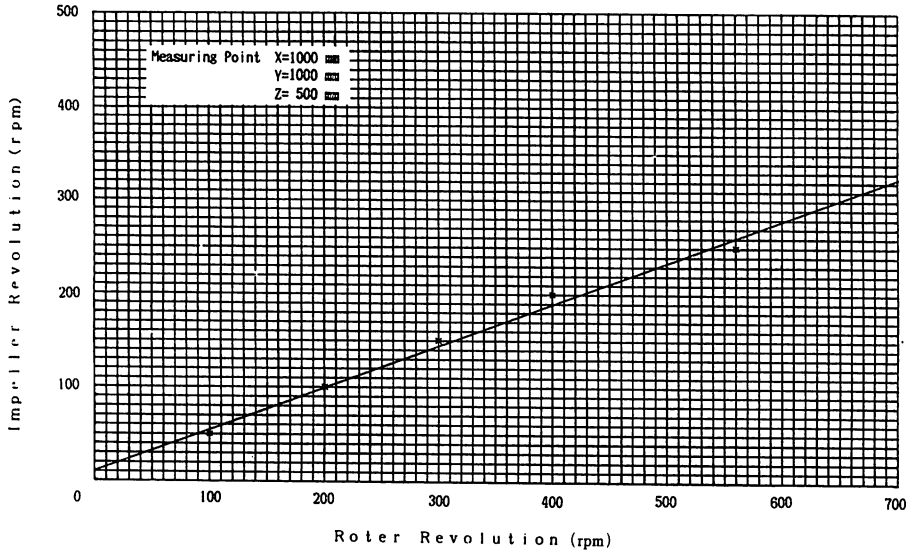


Fig. 5. Rotor Revolution vs. Impeller Revolution. (recommended by the maker)

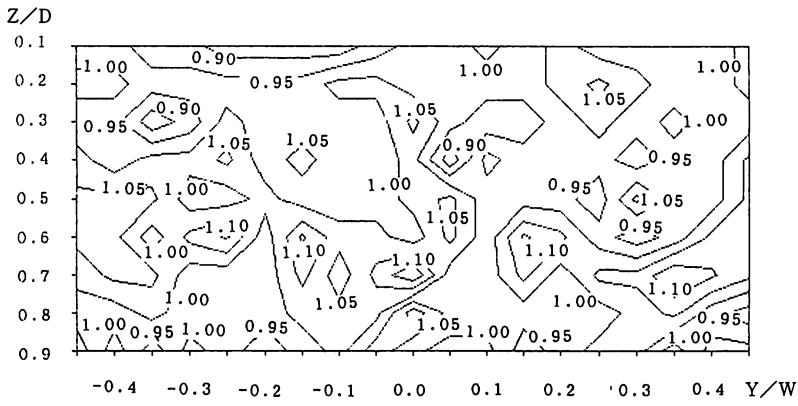


Fig. 6. Velocity Profile at N=50rpm (X=1000mm, U=0.30m/s)

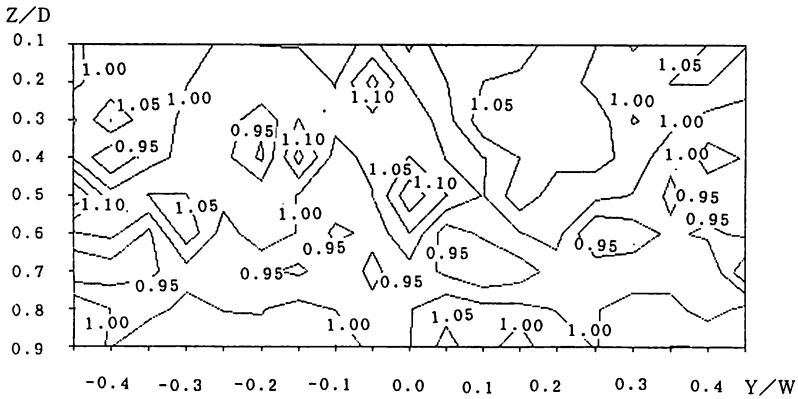


Fig. 7. Velocity Profile at N=80rpm (X=1000mm, U=0.48m/s)

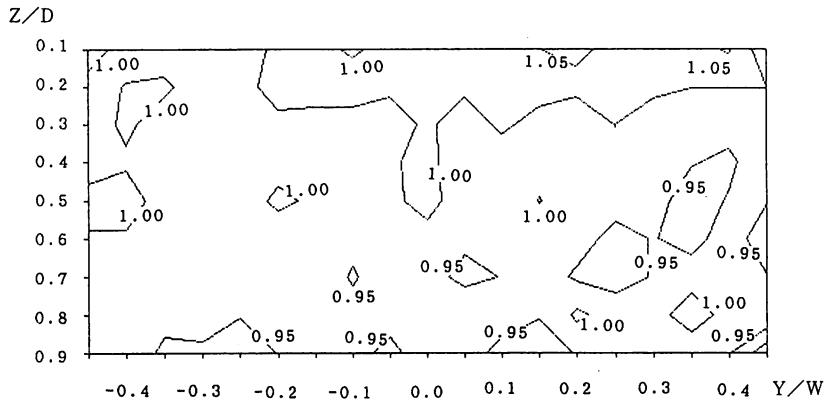


Fig. 8. Velocity Profile at N=110rpm (X=1000mm, U=0.67m/s)

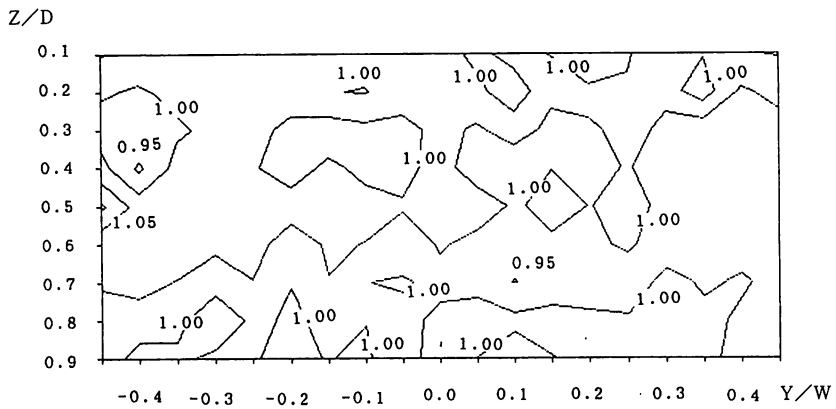


Fig. 9. Velocity Profile at N=140rpm (X=1000mm, U=0.83m/s)

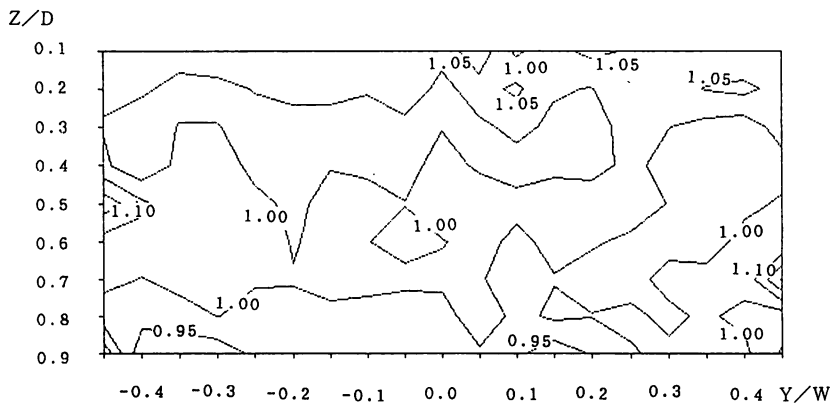
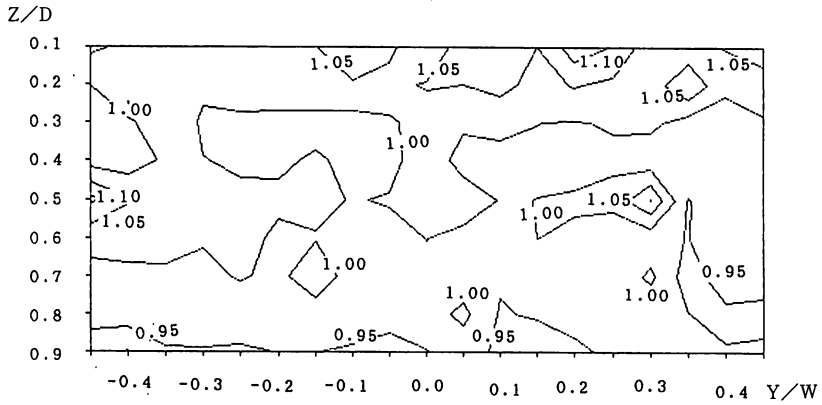
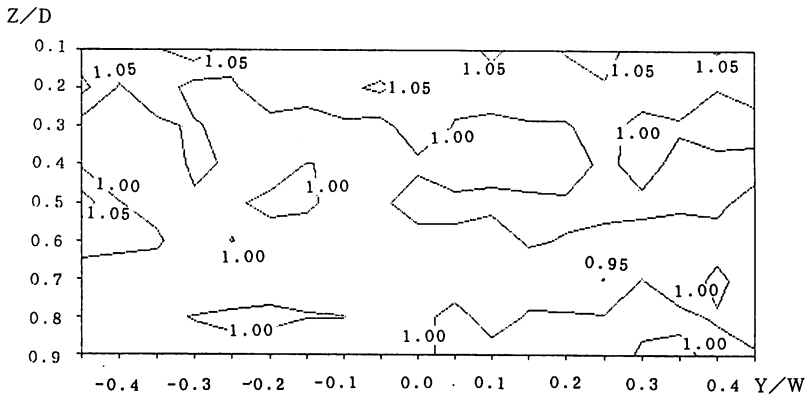
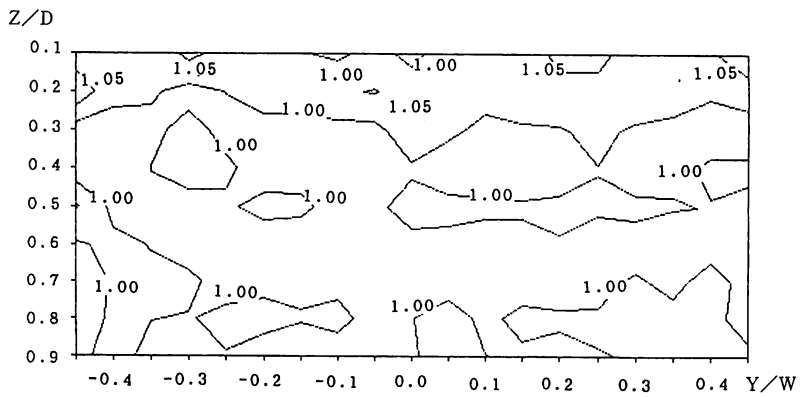


Fig. 10. Velocity Profile at N=170rpm (X=1000mm, U=1.02m/s)

Fig. 11. Velocity Profile at $N=200\text{rpm}$ ($X=1000\text{mm}$, $U=1.19\text{m/s}$)Fig. 12. Velocity Profile at $N=230\text{rpm}$ ($X=1000\text{mm}$, $U=1.42\text{m/s}$)Fig. 13. Velocity Profile at $N=290\text{rpm}$ ($X=1000\text{mm}$, $U=1.78\text{m/s}$)

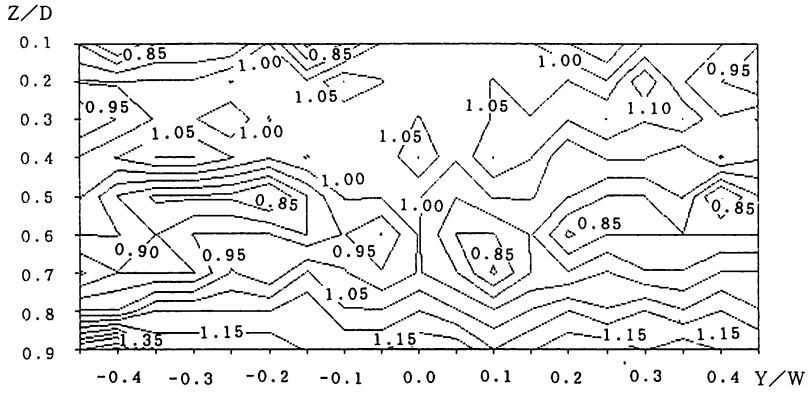


Fig. 14. Velocity Profile at $N=50\text{rpm}$ ($X=2000\text{mm}$, $U=0.29\text{m/s}$)

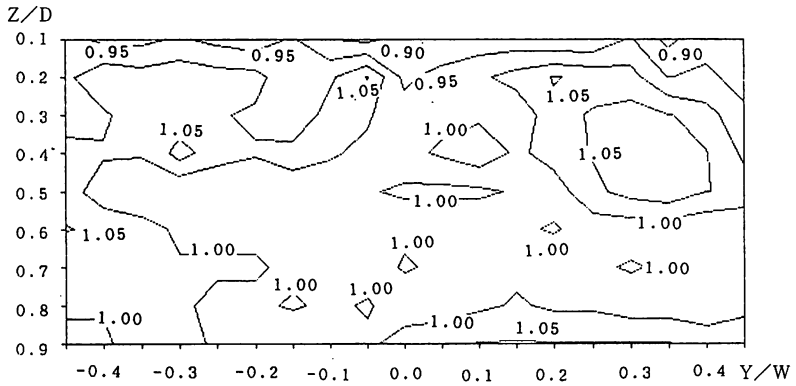


Fig. 15. Velocity Profile at $N=80\text{rpm}$ ($X=2000\text{mm}$, $U=0.51\text{m/s}$)

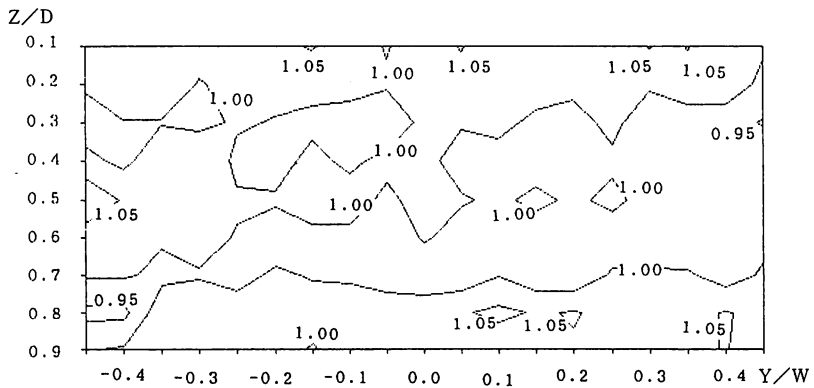
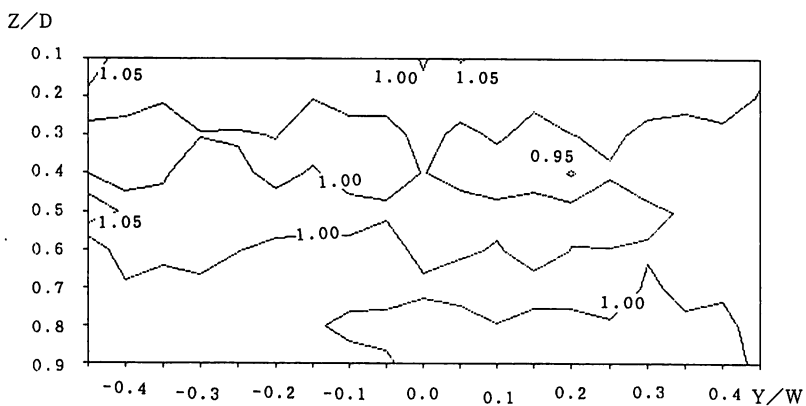
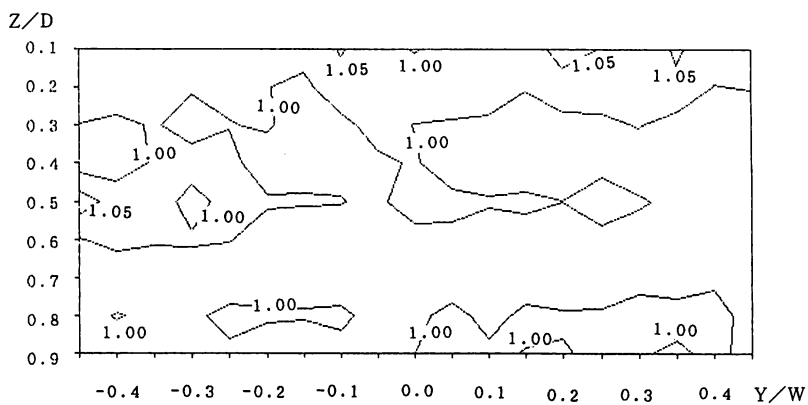
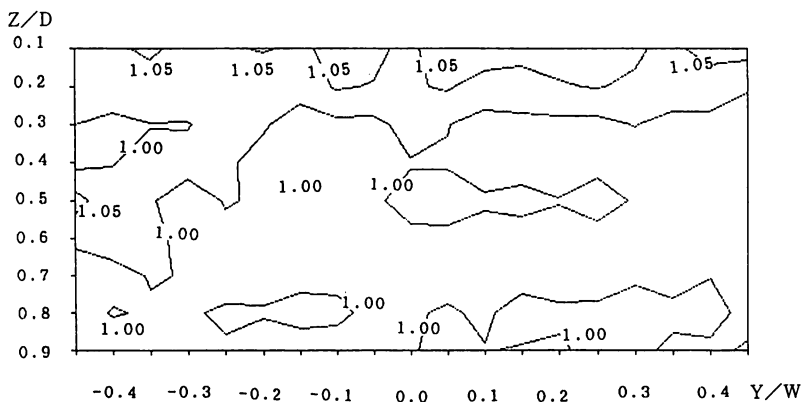


Fig. 16. Velocity Profile at $N=110\text{rpm}$ ($X=2000\text{mm}$, $U=0.66\text{m/s}$)

Fig. 17. Velocity Profile at $N=170\text{rpm}$ ($X=2000\text{mm}$, $U=1.04\text{m/s}$)Fig. 18. Velocity Profile at $N=230\text{rpm}$ ($X=2000\text{mm}$, $U=1.40\text{m/s}$)Fig. 19. Velocity Profile at $N=290\text{rpm}$ ($X=2000\text{mm}$, $U=1.75\text{m/s}$)

水面や底面近くに部分的に流速の速い所と遅いところがあるが測定部中心部分では一様性は良好になっている。インペラ回転数140 rpm においては、局所的に流速の遅い部分があることと、 $Z/D=0.5$, $Y/W=-0.45$ の位置に流速の速い部分があることを除けば全体に一様性は良好になっている。インペラ回転数170 rpm においては、水面近くに流速の速い所と底面近くに流速の遅い所があるほか、 $Z/D=0.5$, $Y/W=-0.45$ の位置に流速の速い部分があることを除けば全体に一様性は良好になっている。インペラ回転数200 rpm においても、回転数170 rpm の場合と同様に部分的な偏差の大きい所を除けば全体に一様性は良好になっている。インペラ回転数230 rpm と290 rpm においては、水面近くで流速の速くなる傾向にあり、表面加速ロータの設定回転数を改善すべきであろう。

5.3 測定部流れの乱れ強さ

測定部流れの乱れ強さもしくは固有乱れについては、回流水槽について従来系統的に調べられているわけではないので、本水槽についての結果は国内の3箇所における回流水槽の測定結果と比較することによってその性能を評価することとする。従来、風洞については低乱(0.02%程度)のものも多く⁴⁾、その設計・製作には多くの実績がある⁵⁾。回流水槽の場合は水面が存在し、水面近傍は固有乱れが大きくなる傾向があり、固有乱れを小さくする技術はこれからその実績が蓄積されると思われる。本計測においては定温度型流速計と熱膜プローブ(I型)を使用した。熱膜プローブとその支柱は振動しないように三次元トラバース装置に取付けられている。Fig. 20～Fig. 21に測定結果を示す。Fig. 20は平均流速が0.48 m/s の場合の測定結果である。測定部中心部においては、固有乱れは0.2～0.4%である。また、Fig. 21は平均流速が1.02 m/s の場合の測定結果であるが、測定部中心部分における固有乱れは0.3～0.8%である。これは Fig. 22において示された他の回流水槽の測定結果⁶⁾と比較して決して大きくないと思われる。

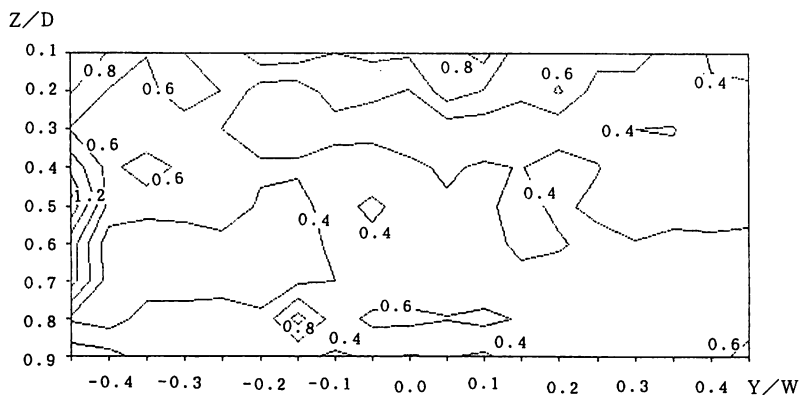


Fig. 20. Turbulent Intensity at $N=80\text{rpm}$ ($X=1000\text{mm}$, $U=0.48\text{m/s}$)

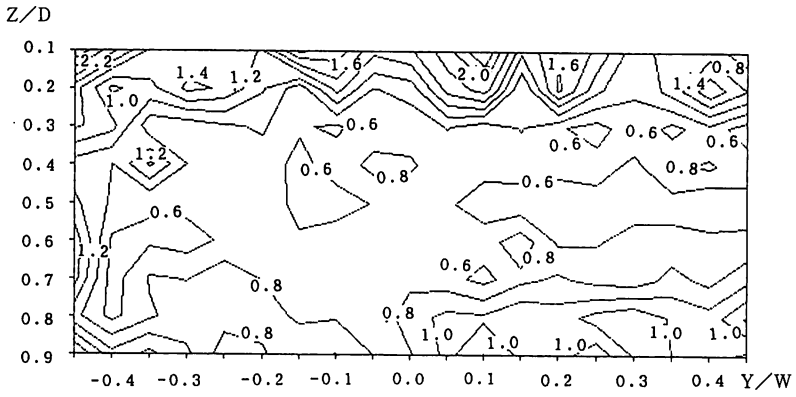


Fig. 21. Turbulent Intensity at $N=170\text{rpm}$ ($X=1000\text{mm}$, $U=1.02\text{m/s}$)

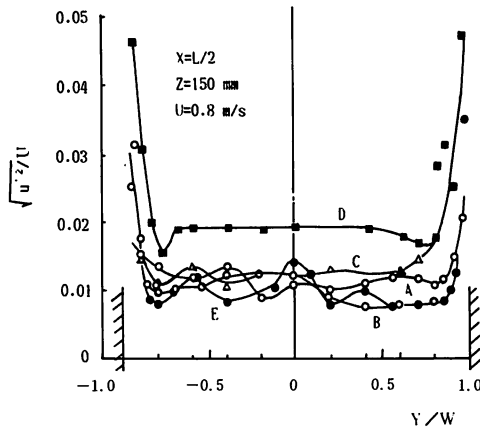


Fig. 22. Five other examples of Turbulent Intensity reported in Japan.

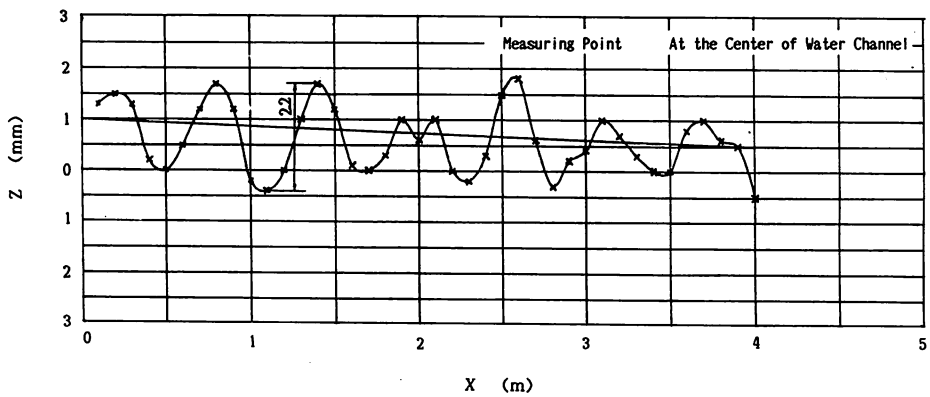


Fig. 23. Stationary Wave, Surging and Water Surface Inclination.

5. 4 定在波およびサージング

平均流速1.0 m/sにおける定在波の大きさを Fig. 23に示す。その大きさは±1.1mm以内であることがわかる。また、サージングの大きさは平均流速1.0 m/sにおいて±1 mm以内であった。

5. 5 水面傾斜

水面傾斜の様子を Fig. 23 に示す。その大きさはおよそ1/8000である。

5. 6 騒音

本回流水槽は学内に設置され、また隣接して一般住宅があるため回流水槽装置から建屋を通して外部に洩れる騒音については十分な措置が必要となる。また一方、実験を円滑に遂行できるように回流水槽実験室内での騒音についても十分な配慮が必要とされる。そのために本回流水槽実験室には十分な防音処理が施してある。

回流水槽実験室内外で詳細な騒音測定を実施した結果、実験室内では収納室、セミナー室および実験室入口などの NC 値は許容範囲内であり、電動機付近でも常に Beranek による騒音の危険限界を下まわる値となっていることがわかった。ただ、制御盤付近での NC 値は60であり、電動機に防音設備を施すことが望ましい。Fig. 24にインペラー回転数290 rpmにおける収納室およびセミナー室での騒音レベルの測定結果を示す。Fig. 25はインペラー回転数290 rpmにおける実験室周りおよび住宅地での騒音レベルの測定結果である。実験室外においてはどの場所においても NC 値は許容範囲内であり、隣接する住宅地では測定点周囲の暗騒音と同程度であった。

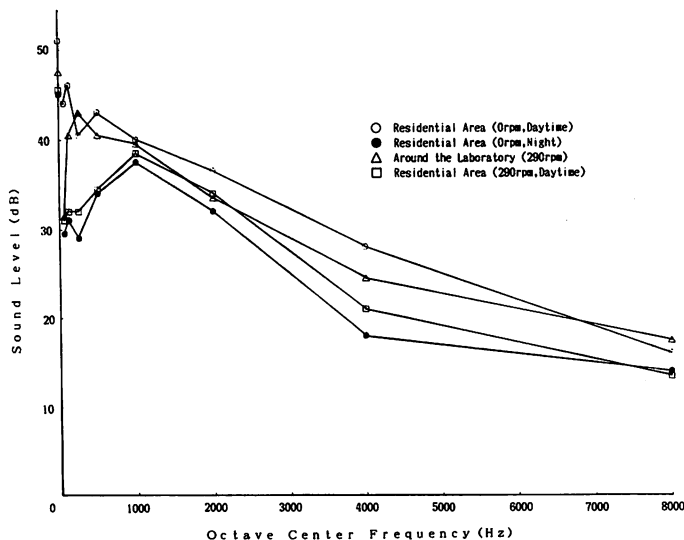


Fig. 24. Sound Level out side of the Laboratory.

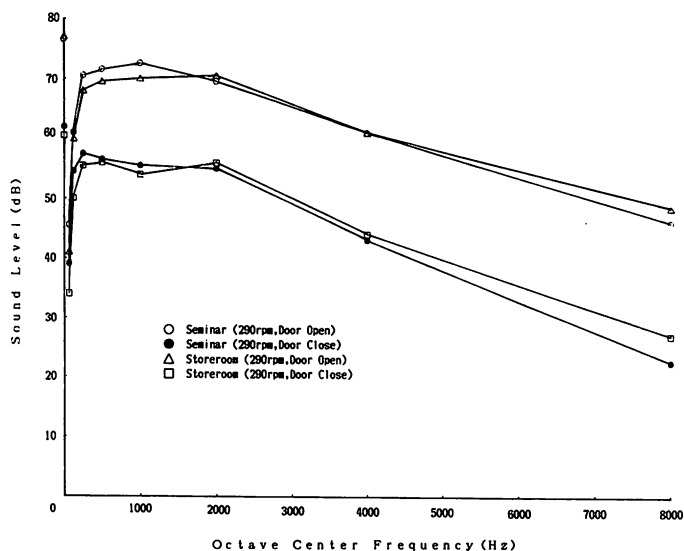


Fig. 25. Sound Level inside of the Laboratory.

6. 結 言

鹿児島大学共同利用回流水槽設備の概要と、回流水槽の基本設計計画ならびに水槽性能の測定結果について述べた。現在までの実測結果からつぎのことがいえる。

- (1) インペラ回転数110 rpm～290 rpm (断面平均流速0.67 m/s～1.78 m/s)における時間平均速度分布の一様性は測定部中心付近では良好であり、偏差はほぼ±4%以内であるが、表面および底面近くの流速の一様性を保つためには表面・底面各ロータの設定回転数を新たに決める必要がある。
- (2) 平均流速が1.0 m/s 付近では一様性は特に良好であり、測定部中心付近での偏差はほぼ±2%以内である。部分的に偏差の大きな所もあるが整流格子の調整によって改善できると考えられる。
- (3) インペラ回転数50 rpm～80 rpm (断面平均流速0.29 m/s～0.51 m/s) では時間平均速度分布の一様性は良好とは言えず、±10%以上の偏差が存在することを使用に際して銘記する必要がある。
- (4) 定在波およびサージングの大きさは平均流速1.0 m/s のときそれぞれ±1.1mmと±1mmであった。
- (5) 水面傾斜は平均流速1.0 m/s のときおおよそ1/8000であった。
- (6) 乱れ強さは平均流速1.0 m/s のとき測定部中心付近では0.3～0.8%であり現在の回流水槽として適当であると考えてよい。
- (7) 騒音は実験室外では何ら問題はなく、実験室内でもほとんどの場所で許容範囲内であるが制御盤付近のNC値は60であり、電動機に防音設備を施すことが望ましい。

流速分布の一様性について低流速の場合今後改善が必要であるが、以上の結果は当初の基本計画を満足するものである。

謝 辞

近年、加速度的に老朽の度を増した旧回流水槽施設を用いて、教育研究を続けてきたわれわれにとって、格段に性能を一新した本施設の実現は望外の喜びである。文部省および大蔵省の御理解はもとより、その実現に御努力戴いた学長はじめ事務局の皆様から感謝の辞を捧げる。また、工事に当って最高の技術と労力を傾注されたメーカー各社（特に西日本流体技研および中島建設殿）にも敬意を表したい。更に、初代実験室長として全学共同利用回流水槽施設の維持管理に、多大の御尽力を戴いた水産学部漁具学講座の肥後伸夫教授に感謝申し上げる。

本水槽の性能試験には、水産学部漁具学講座田畑静男技官、機械工作室高岡勝義技官、水産学部学生有馬英夫君、斉脇信一君、工学部学生山国稔君、新谷博史君の協力があった。また、数値計算および図面作成には、工学部大学院生永崎靖君と浜田隆弘君の助力があった。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) 流れの可視化学会編 (1986): “流れの可視化ハンドブック”, pp. 46-90 (朝倉書店, 東京).
- 2) 田古里哲夫編 (1985): 回流水槽の実験技術と利用, 回流水槽セミナー (昭和60年12月, 東京), pp. 109-114.
- 3) 田古里哲夫編 (1985): 回流水槽の実験技術と利用, 回流水槽セミナー (昭和60年12月, 東京), pp. 27-28.
- 4) 谷一郎編 (1977): “流体力学実験法”, pp. 14-48 (岩波書店, 東京).
- 5) 伊藤英覚 (1980): 東北大学高速力学研究所附属気流計測研究施設低乱熱伝達風洞設備および風洞性能について. 東北大学高速力学研究所報告, 44, 93-151.
- 6) 田古里哲夫編 (1985): 回流水槽の実験技術と利用, 回流水槽セミナー (昭和60年12月, 東京), pp. 25-26.