

東洋大学工学部 正会員 本岡 仁
 東洋大学工学部 正会員 萩原国宏
 東洋大学工学部 学生員 O 田中修三

〔1〕はじめに

この研究は温度成層した水域よりの表面取水および中間取水について実験したものである。中間取水についてはツバのついた形式となっている。

測定する項目としては温度分布、取水口附近の流速および流況である。流速分布は流入速度が小さいために水素気泡を使用したものによった。又温度分布はサーミスター温度計により適当な間隔において水深方向に何處かを測定した。

〔2〕模型

水槽は木製であり前面がガラス張りであるため流況が観測できるようになっている。取水塔模型は円筒形プラスチックゲート No. 5 に相当するものとして、約 $1/10$ の縮尺を考慮して取水筒の大きさは直径 12cm とした。坡度、流量、温度は実験操作上より都合の良い所で決定している。

この縮尺比を $1/n$ とすれば Froude の相似則はり流量、流速の縮尺比は次のごとくなる。

水深、坡度、他長さ	$1/n$
流速	$1/n$
流量	$1/n^2 \cdot 1/n$

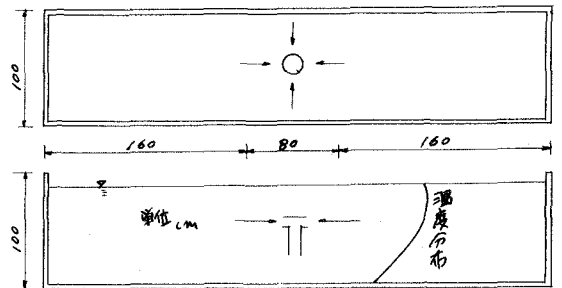


図-1

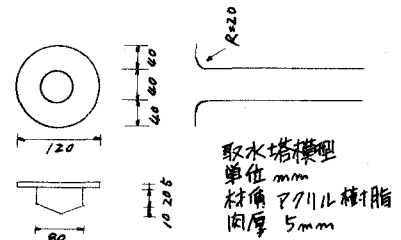


図-2

〔3〕実験条件

実験は比較のため冷水のみの場合と温度成層している場合の双方についておこなった。準定常実験をおこなうために図-3のごとくおこなった。坡度については 2.5cm, 1.5, 1.0, 0.8, 0.5 のそれぞれについておこなった。流況については染料を流しこれを観測した。

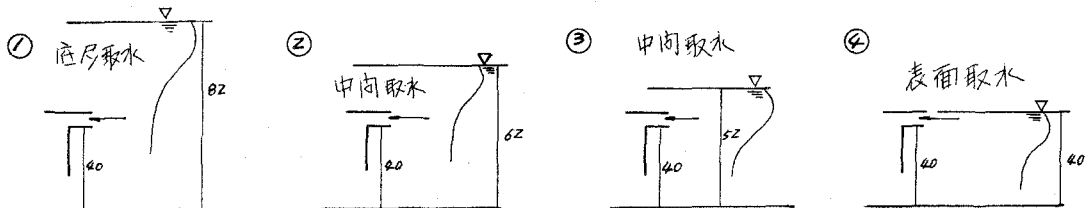


図-3

[4] 実験結果に対する考察

1) 放流水にしろる温水の比率

いま温水の流量 Q_H 温度 T_H 冷水のそれを Q_c T_c 放水のそれを Q T_o とすれば、温度の保存の関係より次の式が得られる。

$$\begin{cases} Q_H + Q_c = Q \\ Q_H T_H + Q_c T_c = Q T_o \end{cases} \quad (1)$$

この2式より Q_c/Q を求めると次のごとくなる。

まず両式を Q で割れば

$$\begin{cases} \frac{Q_H}{Q} + \frac{Q_c}{Q} = 1 \\ T_H \frac{Q_H}{Q} + T_c \frac{Q_c}{Q} = T_o \end{cases} \quad (2)$$

したがって

$$\begin{cases} \frac{Q_H}{Q} = \frac{T_o - T_c}{T_c - T_H} \\ \frac{Q_c}{Q} = \frac{T_H - T_o}{T_H - T_c} \end{cases} \quad (3)$$

が得られる。

これらの式を使用して Q_c/Q を求めた。その値は①では $0.02 \sim 0.05$ 、②では $0.05 \sim 0.20$ 、③では $0.3 \sim 0.7$ 、④では $0.8 \sim 0.9$ の値であった。すなわち表面取水④で温水を最も多くとり入れることができる事を示している。これはごく当り前の事を云っており、この状態では躍層はだんだん薄くなる事を示している。この逆の場合①の場合では躍層厚さは厚くなっていく様と考えがちであるが躍層厚さはほとんど変化を示さなかった。

2) 流速分布について

温度躍層のない場合 写真-5 では下層よりかなり吸い上げているのが良く判る。温度躍層のある場合 写真-6 では全く異ってくる。温度躍層下の部分はほとんど鉛直に上昇していることが判る。

次に流速分布のグラフ図-4は同一測定について温度躍層の有無の差が明確になるようにまとめたものである。図中 ～ 線のあつ位置が取水口の位置

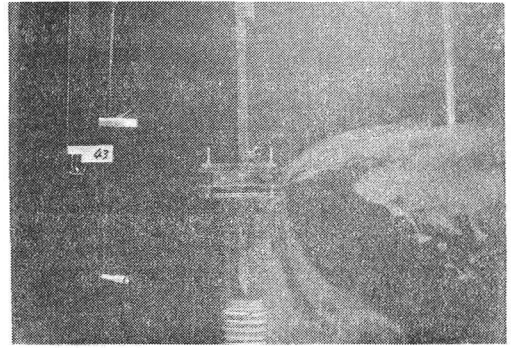


写真-1

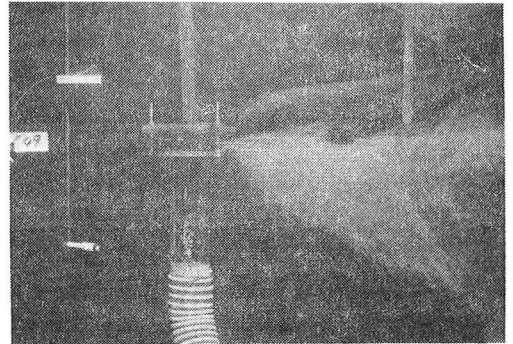


写真-2

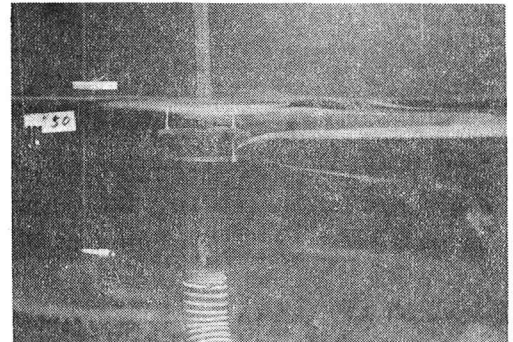


写真-3

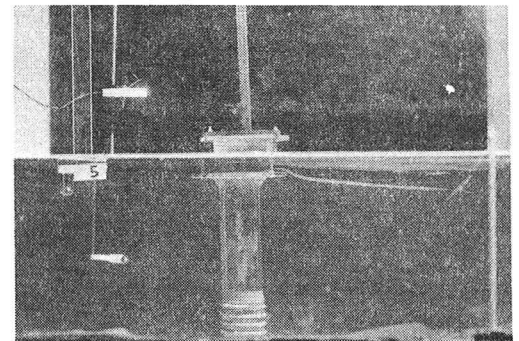


写真-4

である。いずれの場合も温度躍層のある方が取水口
附近の流速が早くなっている。取水口キマツプより
上の流速は表面に向って減り、取水口キマツプの
位置附近に最大流速が発生し、水深が増加するに
したがって減りしている。その減りの割合合いは温度
躍層以下に取水口のある場合と温度躍層附近に取水
口のある場合とでは異なっている。

この流速分布がどのような曲線になっているか、対
数グラフにプロットしたのが 図-5-1, 2. である。
いずれの図もゲートの開き（開度）で水深を割っ
て鉛直軸も無次元化している。

温度躍層以下①、②に当たるものは勾配 $\frac{1}{3}$ 、温
度躍層附近に取水口のあるもの③、④は勾配 $\frac{1}{2}$
になっている。

この関係を(4)式で表現すると

$$\frac{v}{v_{max}} = \left(\frac{y}{D}\right)^{-\frac{1}{n}} A + 1 \quad (4)$$

となり $n=3$ 或 2

したがってAの値は $y/D=1$ のときの
 $\frac{v}{v_{max}}$ の値として得られる。データが
散らばっているので平均値をとることにす
れば、

温度躍層以下に取水口のある時

$$A = -0.2$$

温度躍層附近に取水口のある時

$$A = -0.3$$

とすることができ、故に(4)式は

$$\begin{cases} \frac{v}{v_{max}} = -0.2\left(\frac{y}{D}\right)^{-\frac{1}{3}} + 1 \\ \frac{v}{v_{max}} = -0.3\left(\frac{y}{D}\right)^{-\frac{1}{2}} + 1 \end{cases} \quad (5)$$

と書くことができる。さらに

$$\begin{cases} \frac{v_{max}-v}{v_{max}} = 0.2\left(\frac{y}{D}\right)^{-\frac{1}{3}} \\ \frac{v_{max}-v}{v_{max}} = 0.3\left(\frac{y}{D}\right)^{-\frac{1}{2}} \end{cases} \quad (6)$$

の形に書き、いわゆる速度欠損則に相当
している。

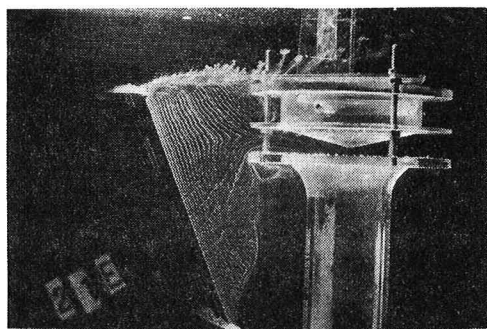


写真-5

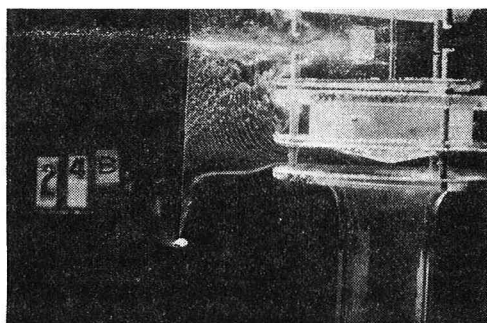


写真-6

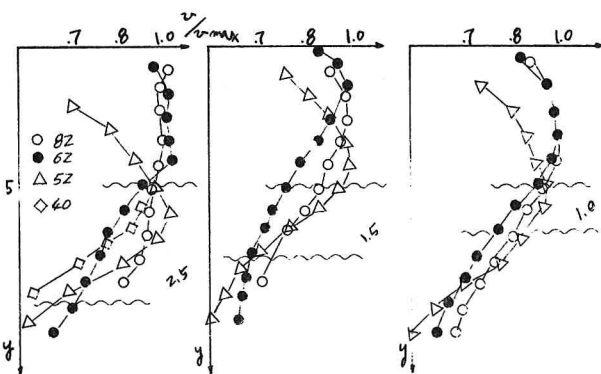


図-4

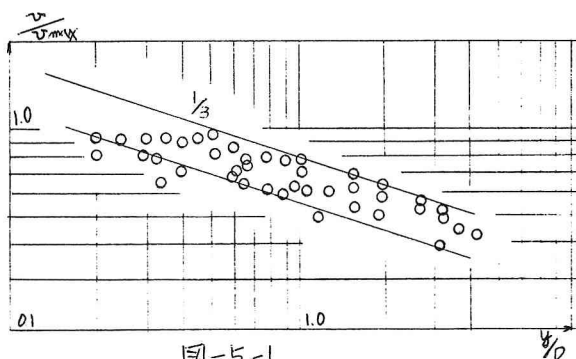


図-5-1

3) θ_{∞} に対する考察

別の研究によると温水取水の効果は主として

$$G = \frac{Q}{2\pi \sqrt{g\beta} d^3}, \quad \beta = \frac{\rho_0 - \rho_1}{\rho_0} \cdot \frac{1}{d} \quad (7)$$

で定めらる。ここに d は水深であり ρ_0, ρ_1 は底及び水面での水の密度である。 g は重力の加速度。ただしこれは温度分布が直線分布をなす場合であり、この値が大きい程低温の水を吸い込むとされている。しかしこれは Point Sink の場合であるがここに若干の検討をおこなってみた。

図-6 は θ_{∞} と G との関係をプロットしたものである。全体としては G の増加に従い θ_{∞} も増加傾向を示し理論的におおむね一致する。中層取水②だけみれば良いように思われるが G の中に、取水口深度、取水口と躍尺の位置のパラメータが入っていない。そこで新たなパラメータ $\tilde{R}-R$ を入れた図が図-7 である。

別なパラメータについても検討したが紙面の都合上割捨する。

[5] むすび

水素気泡による速度分布の利便は一応の成果を上げられた。パラメータ $G, \theta_{\infty}, \tilde{R}-R$ について Data 解析した有力な根拠をつかめなかった。最層取水、深層取水についての理論適用範囲も考える必要がある。以上の事を考慮しながら、理論検討及び実験を続けてゆくつもりである。

参考文献

日野, 大西: Point sink への密度成層流の解析 東工大研報 No.57-18 (1968)

日野, 大西: 密度成層流におよぼす P.S の高さの効果 土木学会論文報告集 No.163, 39-48 (1969)

東洋大水理研報告書 昭和 50 年

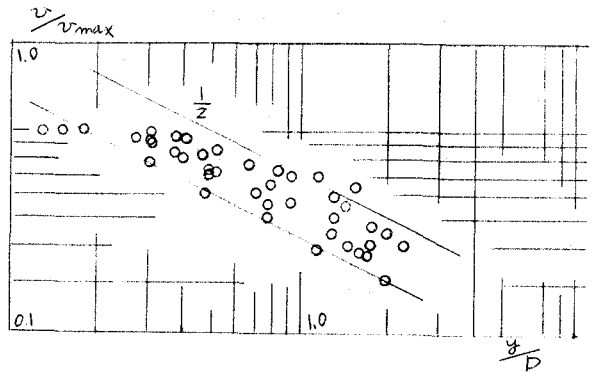


図-5-2

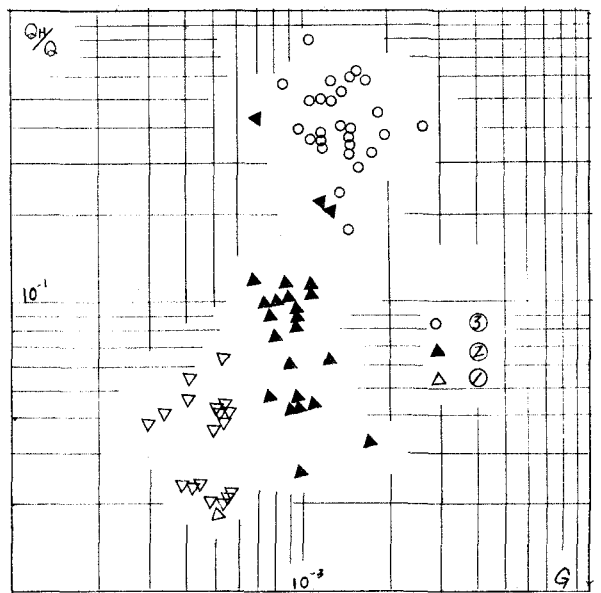


図-6

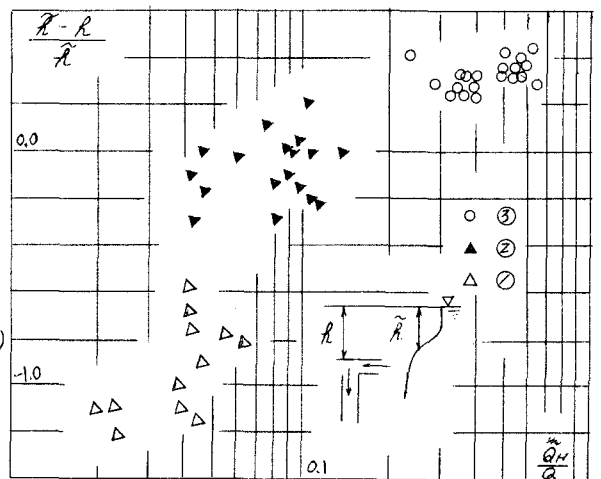


図-7