II－2　温度密度流に関する実験

東京大学工学部　正員　嶋 祐之
○東京大学大学院　学生員　椎貝博美

開水路における温度の拡散の問題は密度流的な効果を考慮にいれ、更に乱れをも考慮にいれるとかなり複雑な問題となる。これを工学的に応用すると、例えば、内湾に面した臨海工業地帯などで 工場排水による水温上昇の問題になる。これらの問題を解明すべく、次のような実験装置を製作した。図1にはその概畧を示す。

結局、4000×1000×800 の木製水路であるが、これに温水器をつけて、連続的に温水を放流し、サーミスター水温計によって温度分布を測定するものである。なお，サーミスターを用いた微少流速計（平均流速用）も研究中であるが、この構造は間に合わなかった。

温水源としては市販のイカリ6号ガス湯沸栈を用いた。これは水温を常温より 50°C 上昇させて、約 200 cc/s の給湯が可能である。

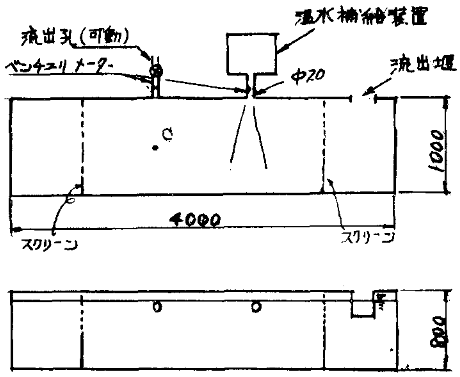

図 1

この装置によって温水ジェットなどの特性も研究可能であるが、計測栈等の関係もあって、今年度は温水ジェットより遠く離れた、即ち流速のほとんどない部分について研究を行なった。

実験法としては常温（ほとんど一様な温度分布を有する）の水中へ、温水を流入させ、一点における温度の時間的変化、鉛直分布を測定した。その一例として温水流量 $q=65$ cc/s（水温 62°C）を 15.5°C（室温 18°C）の水中に放流した時の水温の時間的変化は図2の通りである。ここで y 軸は水面を原点として、鉛直下方にとったものである。

今、水面，壁面よりの熱の伝導、輻射、蒸発等による損失をすべて無視し、比熱は一定とすると、T°C，体積 Q なる水中に、単位時間あたり流量 q，T_m°C の水が流入した場合混合が完全に行なわれるものとすると、水の温度変化は

$$\frac{q}{Q}dt = \frac{dT}{T_m - T} \tag{1}$$

又は

$$T_m - T = Ae^{-\frac{q}{Q}t} \tag{2}$$

で与えられる。(2) 式で $T_m = 60°C$，$q = 3.85\times10^3\,cm^3/min$ とおき、$t=0$ で $T=15°C$ とすれば、(2) 式は

$$T = 60 - 45e^{-\frac{3.85}{Q}\times10^3 t} \tag{3}$$

となる。(3)式を図2の中に書き込むと、破線のようになる。この場合のQとしては水槽内の水深 30 cm をとっている。これは絶対値は異なるとはいえ、かなり実測と似た性質を示しているので、実際の温度上昇の機構もかなり性質が似ているものと思われる。

鉛直方向の温度分布は、図3に示すようなものである。

流れが全くなく、一端の温度が時間的に変化する場合の半無限体内の温度分布は、熱伝導の式

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K\frac{\partial^2}{\partial y^2}T(y,t) \qquad (4)$$

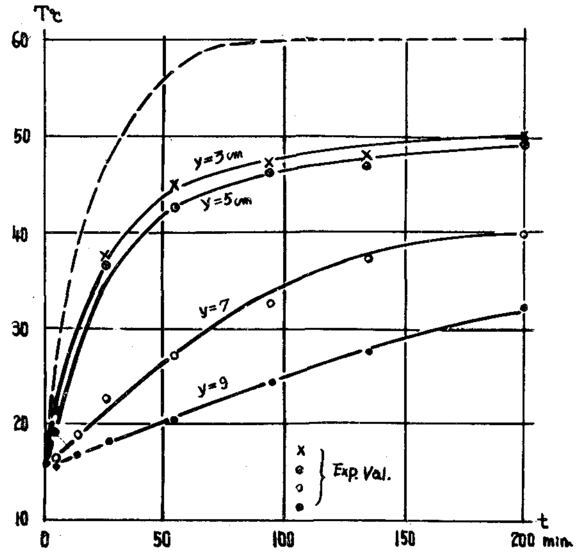

図 2

をといて、

$$T - T(0,0) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_m^{\infty} F\left(t-\frac{y^2}{4K\lambda^2}\right)e^{-\lambda^2}d\lambda \qquad (5)$$

であらわされる。ただし、$m = y/\sqrt{2Kt}$　$K = \varkappa/C_p\rho$　$\varkappa$：熱伝導率，C_p：比熱，ρ：密度 である。Fは一端の温度変化をあらわす関数であって、(3)式のような式を入れゝば良いが、今簡単の為、$F=\alpha t$ (α：定数) とおくと、

$$\frac{T-T_\infty}{T_m-T_\infty} = \frac{1}{t_m}\left[\left(t+\frac{y^2}{2K}\right)(1-\mathrm{erf}\,m) - \frac{y^2}{2mK\sqrt{\pi}}e^{-m^2}\right] \qquad (6)$$

となる。ただし、$T(y,0)=T_\infty$　$T(0,t_m)=T_m$ とおいた。T_m は直線でFがあらわされる場合の上限値である。初期条件を適当に合わせると、図3のようにかなり良く合う。なお、二次元的内部ジャンプ理論によると、躍層の中央は水面下9cm.である。これはTが大になると大体良い。

本研究は文部省科学試験研究費によるものであり、深甚な謝意を表する。

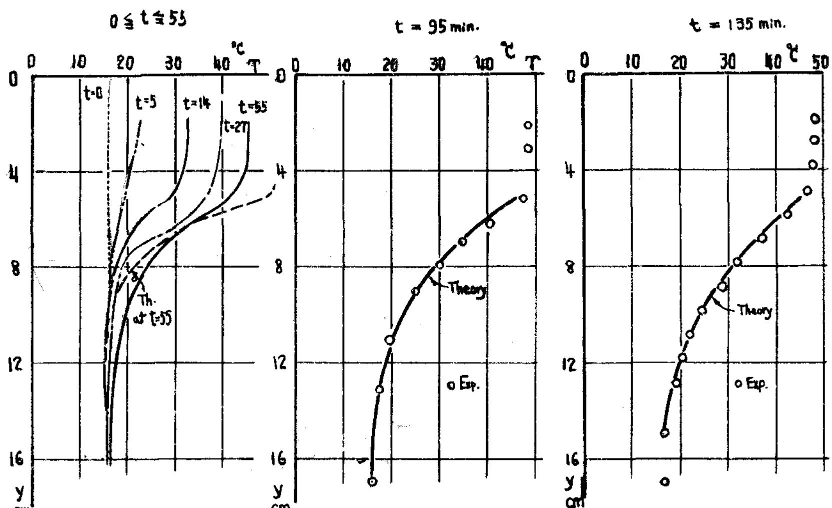

図 3