

密度成層場における流速分布に関する研究

京都大学防災研究所 正 芦田和男
京都大学防災研究所 正 江頭進治
京都大学 大学院 学 古谷健

1. はしがき 貯水池濁水機構と的確に把握するには、池内における流れおよび輸送機構を究明する必要があることは言うまでもない。しかしながら、流れの力学的・熱的条件および濁質の連続条件がそれぞれの条件を規定するため、これらを統一的に論ずるには、現在、きわめて困難な状況にある。本論においては、このような現状を一步でも進展させるため、流入・流出条件を変化させた二種類の水路実験に基づいて、非一様密度場の流れの性状について考察を進める。

表-1. 水理条件

2. 実験方法および実験条件 実験用水路は、全長 23m, 幅 38.5cm, 路床こう配 1/100 度, 下流端において約 70cm の水深が得られるものである。また、用いられる流体は、水道水(26~29℃), 水道水を水路内で自然昇温させたもの(29~30℃)および地下水(16~18℃)である。実験継続中計測された水理諸量は、流量、水位、水温および流速分布であり、水理・流速はそれぞれサーニスタ温度計および水素気泡と漂流板が用いられている。実験は全二のケースについて水位一定の非循環方式で、表層流れについて 8 ケース、中層流れについて 6 ケース行なわれた。なお、下流端条件は、前者が放流放流、後者は 3.5cm x 30cm の長方形断面の取水口による放流条件である。以上のような方法で行なわれた実験のうち一部の物理条件を示すと表-1 のとおりである。

Exp. No	q cm ³ /s	h_L cm	$\Delta\rho$ g/cm ³	Ri_x $\frac{\Delta\rho g h_L}{\rho U^2}$	Re $U h_L / \nu$	φ Re / Ri_x	Time min.
8-3	62.1	19.7	0.00223	4.34	7562	1743	33.5
8-4	28.6	12.4	0.00181	4.61	3353	806	25
8-12	41.0	26.2	0.002025	11.2	4281	381	38
8-13	31.2	25.1	0.00161	12.9	2946	228	41.5

備考: 8-3, 8-4 は表層流, 8-12, 8-13 は中層流の実験である。
単位流量を以ては全て任意時間(Time)の値である。
 h_L : 躍層面の自由表面からの位置。

3. 水温分布の時空間変化 図-1 には下流端から 14m および 5.8m 地点において測定された水深方向各点の水温および流入(T_i)・流出水水温(T_o)の時間的变化に関する Exp. 8-3 の結果が、図-2 には Exp. 8-13 の結果が示されている。図中の数字は自由表面からの測定点の位置である。これらの図から明らかなように、放流条件および表層躍層(一次躍層)の有無の相違点はあるが、つぎのような共通した特性が見られる。1) 主流動層は時間経過に伴ってよく混合され、鉛直方向に一樣に近い分布形が形成される。2) 主躍層は界面抵抗のため傾きながら低下する。3) 上・下流二断面の水温分布から明らかなように、下流へ向って界面近傍に熱境層の発達が見られる。4) 流出水水温は、ある種の変動(静振オーダおよび種々の内部波周期の変動)を呈しながら流入水水温へ漸近する。

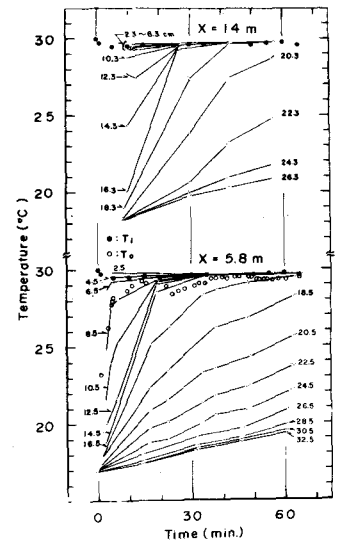


図-1. 表層流れにおける水温の時空間変化

つぎに、図-2 を参考にして表層躍層の消滅機構について若干の考察を行なう。表層水温

は主流動層との混合によって徐々に低下し、表層躍層は流入水の影響を強く受ける上流側から消滅する。また、本図では明瞭に見られないが、他の実験結果も合わせ考えると、Entrainmentによる侵食消滅も考えられる。これらのことから表層躍層の消滅機構として、鉛直拡散による水混同化と Entrainment による侵食機構とが考えられる。

4. 流速分布 図-3には下流端から4.3 m地点における流速分布および5.8 m地点の水温分布の時間的变化に因る Exp. 8-3 の結果が示されている。本図が示すように、流速分布形状は、一般に下に凸な形状であり、躍層面近傍における流速は最大流速の0~20%程度である。なお、躍層領域において流速およびその分布形状が変動するのは、内部波による振動流に起因するものであろう。ついで、躍層領域の流速分布を検討するため、躍層面を原点として、図-3および Exp. 8-4 の結果の一部を片対数紙上に示したのが図-4である。本実験の場合、log-linear 則の成立条件は満たされていないことが推察されるが、stable な条件下での流速分布に類似しているように思われる。

