

京都大学工学部

正員 岩佐義朗

京都大学工学部

イブ・フリードマン

京都大学大学院

○ 学生員 八束正司夫

1. まえがき

産業・工業の発達にともなう、国民生活水準の向上がいよいよしくなり、それとともに電力需要が急激に増加した。日本でも、欧米諸国と同じように、完全に火力発電が主になり、火力や原子力発電の容量は、ますます大きくなるばかりである。またそれらにふづいてくる冷却用水および冷却廃水の装置も必然的に大きくなってきている。冷却廃水の処理は、米国などのような大規模な冷却塔によるのではなく、海をsinkと考え、そこに放出している状態である。公害や住民意識の向上とともに、冷却廃水による熱汚染が問題となり、ecologicalな面からも注目すべき点が出てきつつある。ここでは、それゆえ、これらの問題への基本的なapproachとして静水への熱伝播を考へることとする。

2. 実験装置および実験方法

実験装置として、図1のような円型タンク(直径200cm, 深さ60cm)を用い、その中心線に、循環パイプをつらねがしたもので、放熱部は、しんちゅう製の円筒シリンダー(内径50mm, 長さ50cm)でできており、これは、上・下フランジを有し取りかえることができるものである。循環パイプは、断熱材で被覆し、放熱をできるだけ最小にするようにした。循環させる温水は、別のタンクでつくり、ポンプで送水した。温水タンクでは、かくはん機を用いてたえずかくはんし、タンク内の水温を均一に保つようにし、電気温度計でたえずチェックするようにした。これらの一連の装置は、熱とあつがう観点からみれば、AIR-CONDITIONのなされている実験室におかれるべきだが、一応室温の変化がそれほどはげしくない地下室に設置した。

実験にあたって、円型タンクに水をはり、一樣にかきまぜたのち、あらかじめ温水タンクでつづつた温水を循環させて、実験を開始した。温水循環による円型タンク内の水温変化は、4〜5本のサーミスターを用いて、それ

らを半径方向適當な位置にもうけ、水深方向Zへの水温変化を、記録装置に自動的に記録させた。この実験の場合、円筒シリンダーからの熱伝導・伝播のみに主眼をおき、熱・温水を放出する場合はまだ行なっていない。

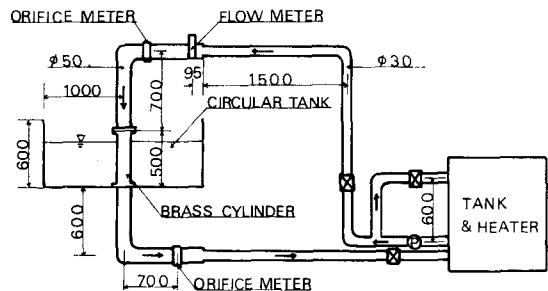


図1 実験装置略図

3. 実験結果および考察

この実験では、単に熱の伝播を考え、実験データの物理的意義をまず考えていくことにした。主な変数として

T_0 : 円型タンク内の水の初期温度

T_a : 室内の平均気温(実験中)

T_H : 温水タンクの水温(実験中)

E : 平衡温度(水面と大気との間で熱収

支がない温度 - 一般に大気の気温 T_a)

d : 水深, D : 円筒シリンダー直径

t : 時間, k : 水の熱伝導係数

k_s : 水面での熱輸送係数

これらから、主な無次元量として、

$$\alpha = \frac{E - T_0}{T_0} \quad \beta = \frac{T_H - E}{T_0}$$

$$\gamma = \frac{k_s d}{k} \text{ が与えられる。}$$

これからどれも室内の気温・湿度に大きく関連している。 α , β はすぐにもとまるが、 γ は k_s の測定が困難であるため、推測するしかない。 $\alpha > 0$ の場合は、円型タンクの初期水温 T_0 が大気のものより大きく、heating cycle にあたり、静水中の温度成層化は、持続する。一方 $\alpha < 0$ の場合は、Cooling cycle にあたり、成層化は、いずれは消滅する。

実験例として、 $T_0 = 17.4^\circ\text{C}$ $T_a = E = 18.6^\circ\text{C}$, $T_H = 40.5^\circ\text{C}$, $d = 35.0\text{cm}$ で $\alpha = 0.069 > 0$ $\beta = 1.260$ の場合を上げている。図2は、 $r = 15.75\text{cm}$ での水深方向の水温の時間的変化を示している。ここで $r/d > 0.285$ では、水温がほとんど変化しない。熱の輸送が、大部分水 → 大気にながれ、急速な温度成層化を防止していることがわかる。図3, 4は、10分、

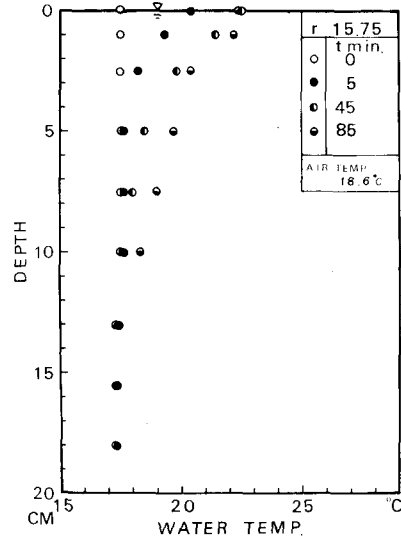


図2. 水温の深さ方向への変化

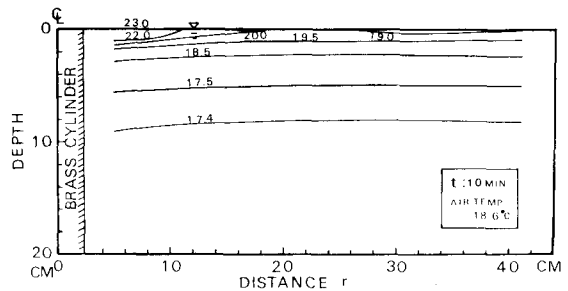


図3. 等温線図 $t = 10$ 分

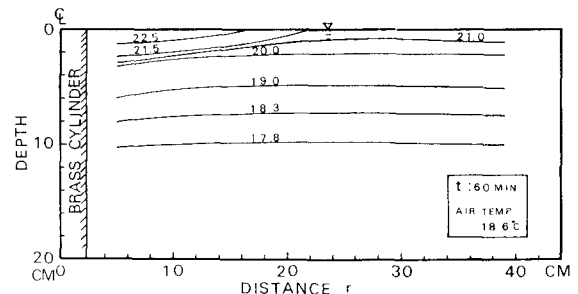


図4. 等温線図 $t = 60$ 分

60分後の等温線図を比較し、熱せられた水は、急速に水面上と拡散がわかっていくことがわかる。