

Ⅱ—70 冷却水深層取水に関する実験

電力中央研究所 正員 千 秋 信 一

電力中央研究所 正員 ○ 和 田 明

1. 年々、火力発電所の大型化に伴なって復水器冷却水の使用水量も増大してきて、たとえば200万KW級の発電所では冷却水使用水量は、 $1000 \text{ m}^3/\text{sec}$ に達する程である。海水は気温等の自然現象および工場温水等により大きな熱量をうけとる。どの場合も水面近くがより多く熱量をうけるので、等質の海水であっても、その温度差に起因する密度差によって水温躍層面を形成する傾向をもっている。したがって、大量の海水を湾内において取水するにあたって、効果的な低温取水を期待するために、取水口前面にカーテンウォールを水面下へ下ろし、水温躍層以下の低温深層水を取水する計画がある。一般に盛夏期において沿岸水域の海水は明白な温度密度成層をなしており、上層温水の厚さは約5mで二層間密度差は温度差 5°C 内外の場合には、0.0017程度である。冷却用水として必要な海水を低温下層より取水する場合においては、水温躍層面における乱流拡散と取水口における上層温水の吸いこみの二つの問題が惹起してくる。ところが、H. Rouse, Keulegan 等の研究結果を適用すれば、鉛直方向に密度勾配を有する二層流の水平境界面における混合は割に小さく、本実験の際、取水口における上層水の混入に重点をおくことに心がけた。なお、実際の水温垂直分布は連続的に変化しているが、ここでは、水温分布の不連続変化部分の存在を仮定し、取水の実験を進めた。そして下層水のみ取水できる臨界値およびその臨界値を越した場合に上層水が混入する割合を求め、取水口付近の躍層面の挙動に注目し内部波の発達過程および混合現象を調べた。

2. 実験水路の規模は、長さ6.0m、巾0.2m、深さ1.0mを有しその内部に所定の海底地形とカーテンウォールを取めている。取水構造物の水流動に影響する因子として、水温垂直分布、取水量、取水口が考えられ、また取水口付近の水流は乱流状態とみなされるので、渦粘性係数が卓越してくる。したがって、温度変化の代りに密度変化のみを考えて現象をとり扱うことができると考え、温度密度流を塩淡水二流体に置き代えて実験をおこなった。

取水時、下層では図-1のごとき流速分布状態を呈示し、境界面に鋭い速度勾配を生ずる結果、界面勾配は非常に急峻になりこのために静水時にはかなり上方にあった上層水が吸いこまれることになる。また開口部断面での流入流速の実測結果によれば、ゲート付近で流入流速が著しく大となっている。その大きさは、取水口全断面の平均流速の1.4~1.76倍にもなっている。密度不連続面の下降臨界状態は、開口部付近や界面付近の流速分布に著しく支配されるもの

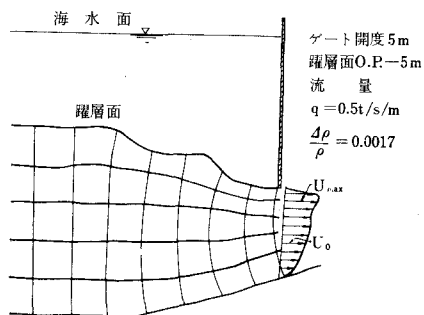
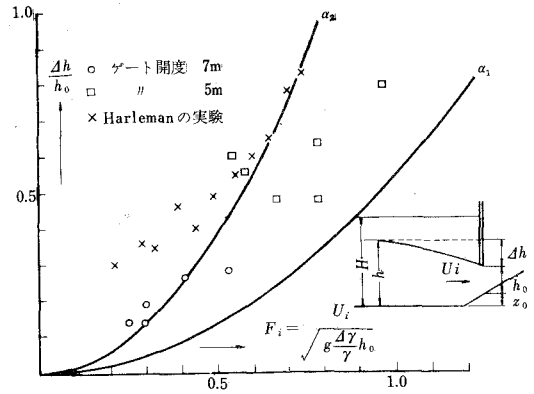


図-1 流れの様相および取水口付近での流速分布

と思われる。さて下層水のみ取水可能なパラメーター間の臨界値は、 $\Delta h/h_0 = F_i^2/2$ で求められる。上式は、躍層面とゲート先端間の距離 Δh 、取水開口巾 h_0 および内部フルードパラメーター間の関係を表示したものであり、実験結果と共に図-2に示してある。この図の各点は実験値であり流速を平均流速の代りに断面内の最大流速をとっている($\alpha_1:u_1=u_0$, $\alpha_2:u_2=1.76u_0$)。実験値から α_2 の近くに分布していることがわかる。 α_1 の曲線が、

図-2 下層水のみ取水できる臨界状態



臨界値を示すものとすれば同一の $\Delta h/h_0$ に対して曲線の右側は上層水の混入する範囲であり、その左側は下層水のみを取水する状態を表わす。この図から、いろいろな取水開口巾、躍層面の高さ、密度差に対して下層水のみ取水する限界流量を算定でき、 $\Delta\rho = 0.0017$ に対する結果が図-3に図示されている。あわせて臨界状態を越した場合の取水量と躍層面の位置との関係が取水の中の上層水の混入割合と共に示されている。

図-3 取水量、躍層面の位置と取水の中の上層水の混入割合

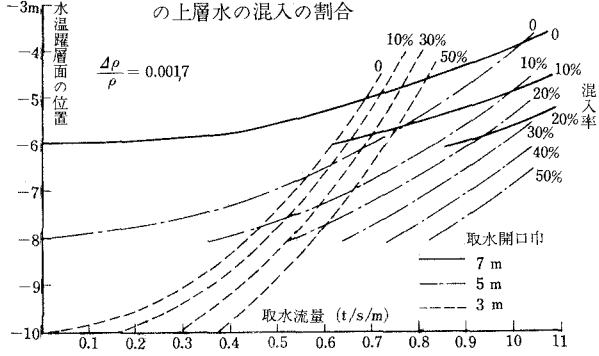
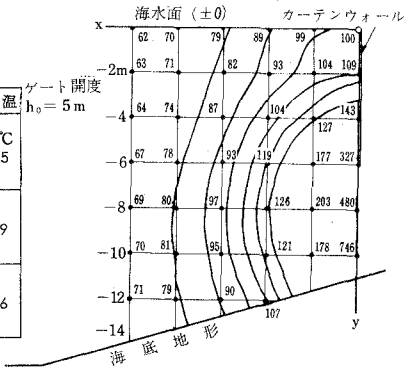


図-4 等ポテンシャル図およびポテンシャル値

3. 以上、水温分布の不連続部分の存在を仮定して実験を進めてきたが、実際の流況を正確に再現しているかどうか検討する必要がある。そこで、実際の水温分布によって発生した密度変化によるポテンシャル分布と取水口の流速不均等分布による海域内ポテンシャル分布との合成により、密度ポテンシャル流が図-4のように書ける。図中に検査面を設定し格子ごとに平均水深と検査面と直交する流速を求めると取水水温

表-1

水深 m	平均水温 ℃	開口巾 m	取水水温 ℃
2	27.0	3.0	23.5
4	24.6		
6	23.3	5.0	22.9
8	22.5		
10	22.2	7.0	23.6
12	22.2		



は $T = \Sigma tU / \Sigma U$ より求められる。各取水開口巾に対する計算例を表-1に示す。この簡略計算からも、実験と同じ傾向を示すことがわかる。

4. 以上、深層取水に関する基礎的な実験の結果、躍層面の下降は開口部付近や界面付近の流速分布に支配され、単に下層断面の平均流速のみによらないこと、および下層取水速度を小さくすることは、単に上層水の混合を防ぐのみでなく混合の生じていない場合でも、界面勾配が急峻になることを防ぎ、安全に下層水のみをとり出す効果が大きいことが明らかとなった。