

東北大学大学院 〇学生員 今村文孝
 東北大学工学部 正会員 後藤智明
 東北大学工学部 正会員 首藤伸夫

1. はじめに

本研究では、排水口付近での噴流特性および温排水の拡散特性を明らかにする目的で、鯨川河口部および潟内において現地観測を行なった。観測対象とする温排水は排水口を底面付近に設置する水中放流方式を用いて潟内に放出されている。また、この排水口の前面には砂州の一部を開削して用けられた外海への放出口がある。そのため、重力噴流による効果や開削部からの沿岸海域の影響、潮汐による干満などにより複雑な流況および拡散現象を呈している。さらに、潟内に放出された温排水は開削部より沿岸海域に拡散し、一部は上げ潮時に鯨川河口部に進入する。この温排水と潮汐的作用により河口部では塩分濃度と水温差による密度流を形成している。このような流況および温排水の特性を把握する目的で潟内・河口部での移動観測、河口部での定点観測を実施し、特に今後、積分モデルを用いた潟内の流れの計算を行うために排水口前面での流速分布の相似形を求めた。

2. 観測結果

昭和59年8月29日に潟内、30日に河口部において上げ・下げ潮時に移動観測を行なった。図1にその観測位置を示す。また、河口部の移動観測と同時に河口の一割像(2点)において定点観測を行なった。図2には29、30日の観測潮位と観測時間を示し、冷却水量、平均放水温度、取水温度の経時変化を加えて示している。発電所の主な運転時間は午前8時から午後8時までであり、通常の取水温度と冷却水温度の差は7~10°C程度である。今回の観測期間中は稼働能力が半分であったため冷却水量は通常の半分以下となっている。図3は潟内における下げ・上げ潮時の観測結果を示す。この図は図1に示す点線での断面分布である。流速分布は排水口前面で噴流の影響が見られ、観測3では地形形状による複雑な流況を示しているが、その他では比較的一様な分布である。水温分布は排水口前面での温排水による高い温度分布が見られるが

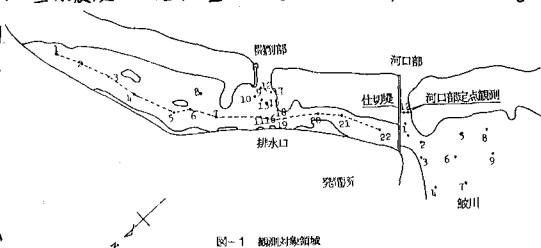


図-1 観測対象領域

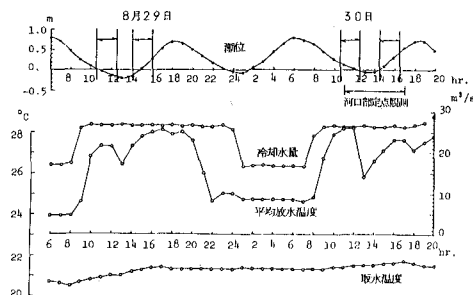


図-2 潮位中の潮位・温排水量・水温

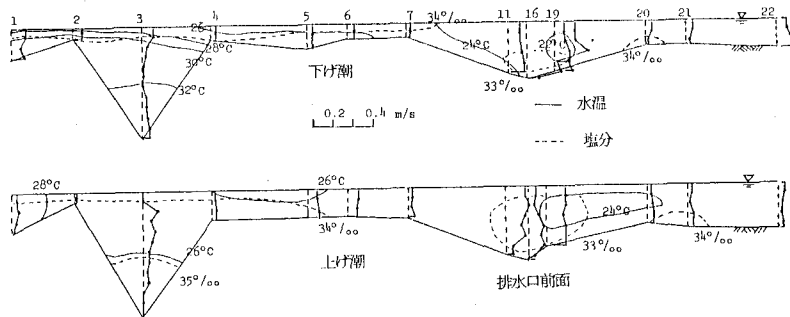


図-3 潟内 流速・温度・塩分濃度分布

水温分布は排水口前面での温排水による高い温度分布が見られるが

った。これは、温排水の流量が少ないために希釈効果が大きかったためか、測定精度によるものと考えられる。測点3では、下げ潮と上げ潮時に鉛直方向の水温の逆転が見られた。塩分分布は測点3の底面近くで高い濃度の塩水がたまり、排水口前面で濃度が低かった。図4には、河口での定点観測の結果を示す。実線はポイント1、点線はポイント2での経時変化を示す。今回の観測では水温の変化はほとんどなく温排水の影響を見ることができなかった。塩分濃度は上げ潮に伴い高くなっている。移動観測により河口付近では、進入した塩水によって後混合を形成していることがわかった。また、朝夕の干満による往復流が見られ、河口の最狭幅は10 m程度と狭く1.0 m/s以上の強い流速が測定された。

3. 流速分布の相似形

潟内の移動観測結果より排水口前面において重力噴流の影響が見られた。従って、積分モデルを用いて流れを計算するためには、平均流速からのズレの分布を仮定し、その効果を考慮する必要があると考える。排水口前面での流速特性としての排水口から遠ざかるにつれて流速のピークは水表面に近づく。②ピークの上・下部で逆流(流速の低下)が見られる、ことが上げられる。そこで、流速のピーク(噴流の中心軸)が排水口からの距離に関係するとして以下のように相似形を仮定する。まず図5が z_0 :底面からピークまでの高さとして r :排水口からの距離の関係を示したものである。それと縦・横軸は R :水栗と R :ピークが水表面まで到達した時の排水口からの距離に対する比で示している。定数 α は実測値から1.6と定めた。この関係を用いて相似形は、

$$V'/V_{\max} = \exp \left\{ - \left(\frac{z-z_0}{h} \right)^2 / \sigma^2 \right\} \cdot \cos \left\{ \frac{\pi}{2} \beta \left(\frac{z-z_0}{h_0} \right)^2 \right\}$$

ここで V' : 平均流速からのズレの流速, $V_{\max}$: V' の最大値と仮定した。 σ , β は流速分布により定まる定数であり、今回は $\sigma = 2.0$, $\beta = 2.0$ を用いた。図6に相似形と実測値との比較を示す。実測点の縦軸は $(z+z_0)/h$ に定めている。この相似形は流速分布の大きな形状を表し得ていると言える。 $z_0/h_0 = 0.4$ (□印) 付近で何相のズレが見られるが、これは図5からわかるように実測値の z_0/h と r/R をパラメータとする z_0/h との差があるためである。今回の観測では温排水量、水温ともほぼ一定であったため水温による密度差と流量による分布形状の変化を測定することはできなかった。

4. おわりに

今回の観測では顕著な温排水の拡散特性を測定するには至らなかったが、潟内での上げ・下げ潮時の水温や塩分の変化、排水口前面での流速特性を把握することができた。また、排水口前面での流速分布に相似形を仮定することができたが、今後、温度・流量による効果を考慮し、係数 α , β , σ などを定式化して行き、さらに潟内部の測点3の流速・水理特性についても検討していく必要があると考える。

(謝辞) 現地観測では(株)常盤共同火カに協力いただいた。また、本研究の一部は文部省科学研究費(代表 東北大 栗原康教授)によった。ここに記して謝意を表わす。

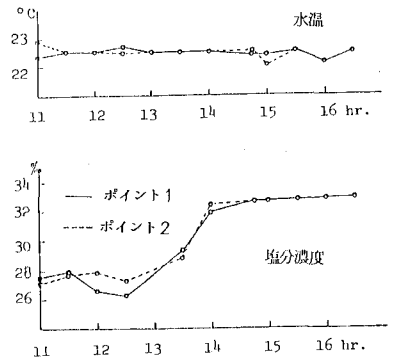


図-4 河口部定点観測

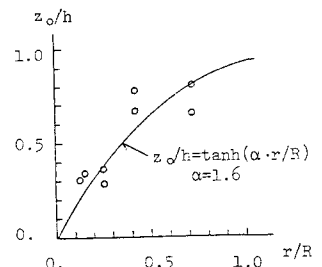


図-5 z_0/h と r/R との関係

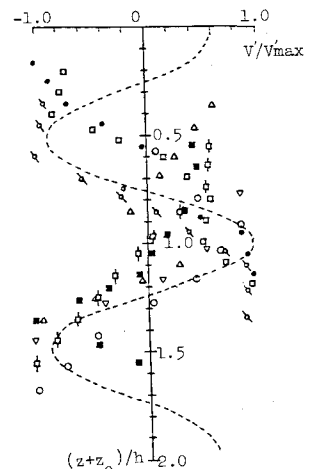


図-6 流速分布の相似形