

(財)電力中央研究所 正会員 片野尚明・和田 明

1. はじめに

浅水域に放流される温水噴流は、直ちに底面と水面境界の影響を受けて全水深にわたって拡がるため、深水域における温水噴流の拡散特性と相当に異なることを指摘してきた^{1), 2)}。特に、温水噴流の混合稀釈を支配する連行加入が鉛直方向から全く期待できず、水平方向のみに依存するようになるため、放水口の形状や平面配置が混合稀釈を支配する重要な条件となってくる。

本文は、当所で実施してきた温排水の水中放流方式に関する水理模型実験の中から、ディフューザ型放水口から浅水域に放流した場合の実験結果より、もっとも基本的と考えられる静止水域での放水口近傍における混合稀釈特性の概要を述べたものである。

2. 放水口型式および放流速の違いによる拡散特性の比較

水中放水口の型式は、温排水量、地形および水温低減化の要求度の面などにより種々の型式が考えられているが、岸壁または放水庭から管やカルバートなどを通じて放流する有孔堤型、および管路を直接岸から沖合まで延長して数条の放流管から放流するマルチパイプ型に大別できる。

図-1は、マルチパイプ型および有孔堤型による表面水温分布の比較実験例を示したものである。放流条件は図面タイトルの下にも説明してあるように、比較的小規模の放流量 $50 \text{ m}^3/\text{sec}$ を対象にしたものである。図-1より、水面における温度上昇値は、マルチパイプ型の方が有孔堤型にくらべて低減していることが明瞭に認められる。この理由は、放水口背後境界の相違、すなわち混合稀釈を支配する周囲水の連行加入に対してマルチパイプ型の方が入り易い条件にあるためである。

つぎに、放流速の相違による表面水温分布および表面流速分布の比較を示したものが、それぞれ図-2および図-3である。放流条件は図面中および図面タイトル下に説明してある通りである。

水温上昇値は、放流速が増加するに従って比例的に減少している。また、流速値は放流速が増加する程増大する関係となっているが、放流速との比(流速低減率)をとれば水温上昇値の傾向と一致する。さらに、図-4は図-2および図-3に対応する噴流軸に沿う縦断面水温分布を示したものである。温水噴流は放流速の増加に伴って鉛直方向に激しく混合し、水温分布は一様化の方向へ向かい、結果として表面水温上昇値を低下させる状況を顕示している。

る、水面における最高上昇温度の推算式

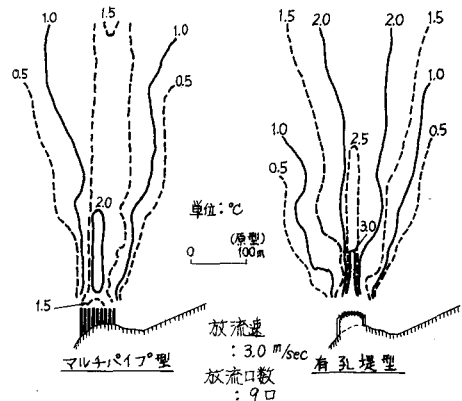


図-1 放水口型式の違いによる表面水温分布の比較

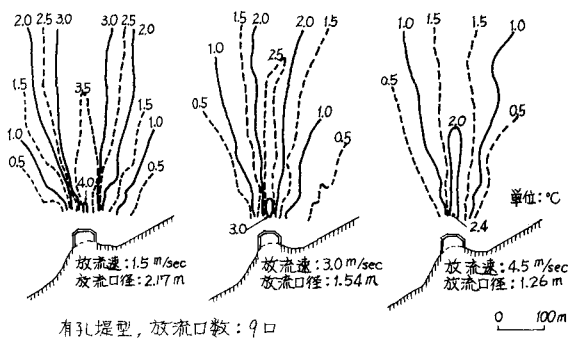
(放流量: $50.1 \text{ m}^3/\text{sec}$, 放水温度: 7°C up, 放水口設置水深: 6.0 m)

図-2 放流速を変化させた場合の表面水温分布の比較

(放流量: $50.1 \text{ m}^3/\text{sec}$, 放水温度: 7.0°C up, 放水口設置水深: 7.0 m)

水面における最小稀釈倍率(最高上昇温度/放水温度差)は、経験的な考察から次のような因子に依存するものと思われる。

$$\frac{\Delta T_0}{\Delta T_m} = f\left(\frac{H}{h_0}, F_s, \frac{B_0}{h_0}, \frac{B_0}{L}\right) \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 ΔT_0 : 放水温度差、 ΔT_m : 水面における最高上昇温度、 H : 混合水深、 h_0 、 B_0 : それぞれスロット換算した放水口開口高および幅³⁾、 F_s : 放出内部フルード数、 L : 放水口と背後境界との間隔

筆者らは H/h_0 が十分大きく、 B_0/L が十分小さい場合のスロット放水口に対する実験的および解析的検討を行なった³⁾。また、Adams⁴⁾ は F_s および B_0/h_0 が十分大きく、 F_s 、 B_0/L の効果が無視できる場合の温水噴流の最小稀釈倍率を与える理論式を導いた。周囲水の流れが無視できる場合の Adams 式は以下のような単純な関係となる。

$$\Delta T_0 / \Delta T_m = (H/2h_0)^{\frac{1}{2}} \quad \text{----- (2)}$$

図-5 は、約30ケースの実験結果 $\Delta T_0 / \Delta T_m$ を $(H/h_0)^{\frac{1}{2}}$ との関係で示したものである。筆者らの深水域を対象にしたブルーム解析結果は、浅水域の実験結果を大幅に上回って適用性が乏しいことが明らかである。一方、Adams の関係式は実験値の全般的な傾向をうまく説明しているが、マルチパイプ型の実験値の上限に偏っている。実験値は、 B_0/h_0 、 F_s 、 B_0/L の因子の影響が入り混ざっているため、それらを分離して評価することが困難である。そこで、図中の太い実線で示すように、マルチパイプ型および有孔堤型それぞれについて最高上昇温度を推算する目安式を作成した。

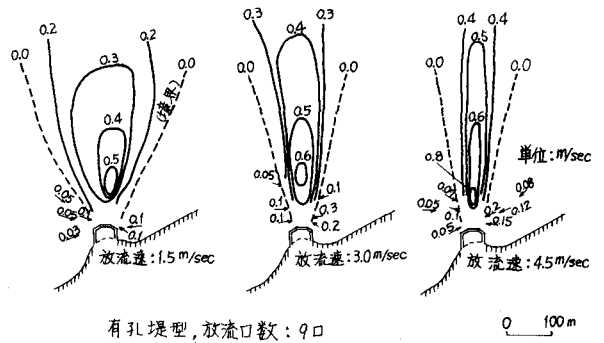
一方、流速低減率についても $(H/h_0)^{\frac{1}{2}}$ のパラメータで実験値を整理したが、流速に関する実験値が少ないうえに温度で認められたような特性関係は得られなかった。しかし、流速低減率 u_m/u_0 は 0.15~0.25 の範囲にあり、平均的に 0.2 程度を推測できる。

4. あとがき

以上の検討結果より、代表的な水中放水口であるマルチパイプ型および有孔堤型の放水口近傍領域の混合稀釈特性をある程度明らかにした。しかし、今後は実験手法の開発と相まって、より精細な展開が必要と考える。

参考文献

- 1) 片野・河村・和田：第24回海講論文集，PP.476-480，1977。
- 2) 片野・河村・和田：第26回海講論文集，PP.587-590，1979。
- 3) 片野・和田・落合：第25回海講論文集，PP.528-532，1978。
- 4) Adams, E: MIT Summer Session, chapter 4, 1972。



有孔堤型，放出口数：9口

図-3 放流速を変化させた場合の表面流速分布の比較

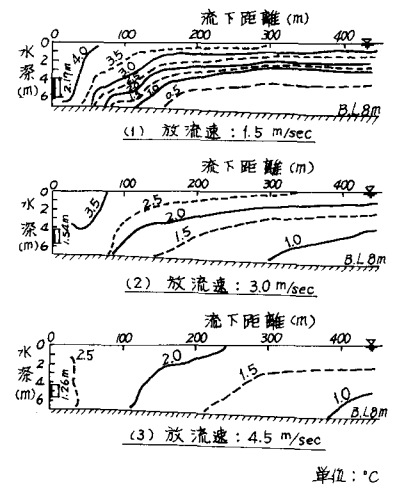


図-4 放流速を変化させた場合の縦断面水温分布の比較

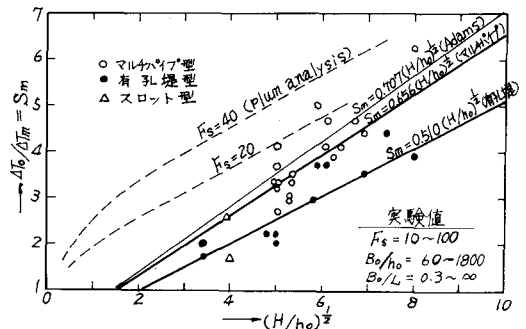


図-5 マルチパイプ型および有孔堤型の稀釈倍率