

II-278

浅海域で拡散する密度噴流の流速分布と温度分布

足利工業大学大学院 学生員 新井孝法・千田勝幸
足利工業大学工学部 正 員 長尾昌朋・新井信一・上岡充男

1. はじめに

沿岸に建設される発電プラントなどは、プラントの冷却・加温に使用された後の温水・冷水を浅い海域に放水しなければならない。冷排水の場合には、海底に落下した後に冷水塊を形成して放水域の環境を悪化させる原因となるため、その拡散特性を十分に把握する必要がある。そこで本研究では、水平に放出された冷排水が海底に落下し、さらに底面に沿って広がる場合の拡散特性を流速分布と温度分布に関して考察する。

2. 実験方法

実験装置を図-1に示す。恒温水槽に所定の温度の冷水を作成し、これを平面水槽に設置した内径3cmの放出口から水平に放出した。周囲流体と放出流体との温度差 ΔT_0 や放出流速 u_0 を変化させ、表-1のような内部フルード数 Fr_0 の範囲で実験を行った。流速計測にはPIVを用いた。噴流が底面に落下するまでの自由落下領域では噴流軸に垂直な断面に計測点を設定し、落下後底面に沿って広がる水平拡散領域では底面に垂直な断面に計測点を設定した。温度計測には熱電対センサを使用し、噴流放出前の温度と噴流放出後の温度から温度差分布を求めた。温度の計測点は全領域で底面に垂直な断面に設定した。流速も温度も各測点での計測時間を3分間とし、この間の平均値を測定値とした。

3. 密度噴流の拡散特性

図-2にケースFR9の流速分布を示す。噴流軸は片野ら¹⁾の無限流体中の密度噴流の実験式であり、本実験のように水面と底面を有する場合でも良く一致している。自由落下領域ではこの噴流軸に沿って拡散し、流速分布の形状は最大値が徐々に小さくなり、幅は徐々に広がっていく。密度噴流が底面に衝突すると、流速分布の幅が急に狭くなり、また、形状は徐々に壁面噴流へと変化していく。水平拡散領域では再び幅が増加に転じる。各断面の流速分布を最大値 u_m と半値半幅 b_u で規格化すると相似則が成り立つ。その分布は自由落下領域では正規分布にほぼ一致し、水平拡散領域では水鳥ら²⁾の2次元壁面密度噴流の結果にほぼ一致する。また、温度差分布も流速分布と同様の変化を示すが、分布の形状は全領域で正規分布にほぼ一致する。

図-3に u_m の変化を示す。ここで、 s は噴流軸に沿った放出口からの距離、 L_s と U_s は密度噴流の特性長と特性速度である。密度差の無い噴流³⁾や2次元壁面密度噴流²⁾では u_m は s^{-1} に比例すると報告されているが、本実験のような密度噴流の場合は、自由落下領域では u_m の勾配は-1よりやや小さく、水平拡散領域では-1よりやや大きくなっている。また、着底点付近でも大きな変化は無く、滑らかに減少している。図-4は b_u の変化である。 u_m と b_u はフルード数のよらずほぼ同じ変化を示す。図-5、図-6に温度差分布の最大値 ΔT_m と半値半幅 b_T の変化を示す。流速分布とほぼ同様の挙動を示すが、着底点付近で ΔT_m がほぼ一定となっている。これは、この領域では周囲流体がほとんど連行されず、温度の希釈が行われないことを意味している。

4. おわりに

水平に放出された冷排水が海底に落下して広がる場合、流下にともない最大流速は滑らかに減少する。しかし、最大温度差は着底点付近で一時的に一定となる。これはこの領域で周囲流体を連行しないためと考えられる。また、拡散特性に対して放出口での内部フルード数はほとんど影響を与えないことがわかった。

参考文献

- 1) 片野尚明ら：冷排水噴流の重力拡散特性に関する実験的検討，電中研報告，378506，1979.
- 2) 水鳥雅文ら：冷排水の拡散特性に関する研究，海岸工学論文集，第42巻，1995.
- 3) N. ラジャラトナム：噴流，森北出版，1981.

Key Words: 密度噴流, 流速分布, 温度分布, 相似則

〒326-8558 栃木県足利市大前町268-1 Tel. 0284-62-0605 Fax. 0284-64-1061

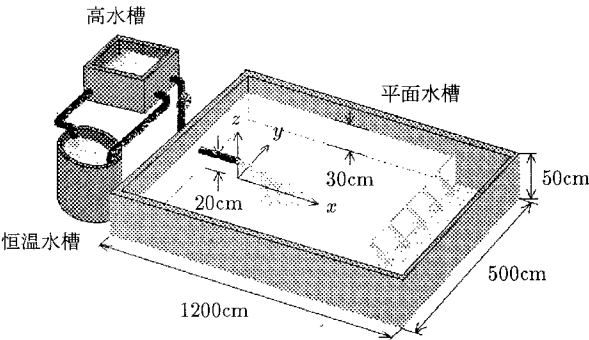


図-1 実験水槽

表-1 実験条件

Case	Fr_0	u_0 (cm/s)	ΔT_0 ($^{\circ}C$)
FR17	17.0	18.9	-4
FR13	13.3	18.9	-6
FR11	11.3	9.4	-2
FR9	8.7	9.4	-4
FR7	6.7	9.4	-6

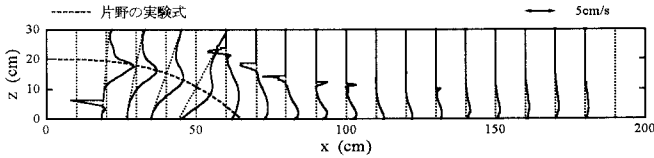


図-2 流速分布 (FR9)

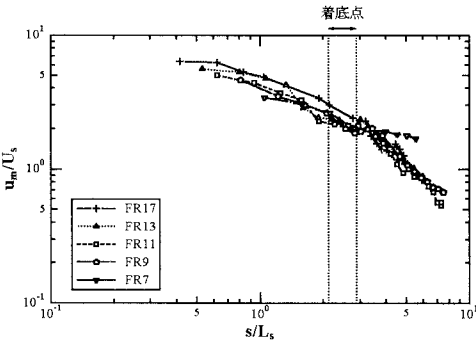


図-3 最大流速の減衰率

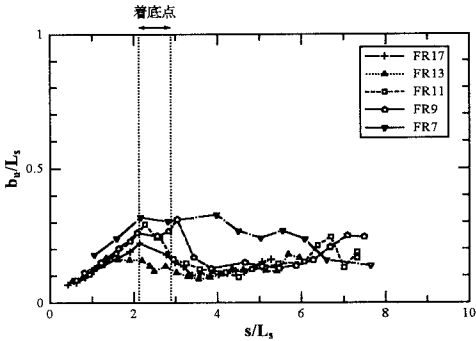


図-4 流速分布の半値半幅

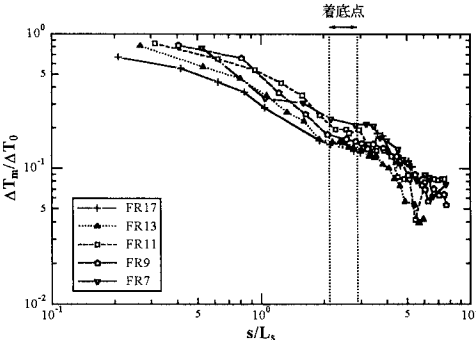


図-5 最大温度差の減衰率

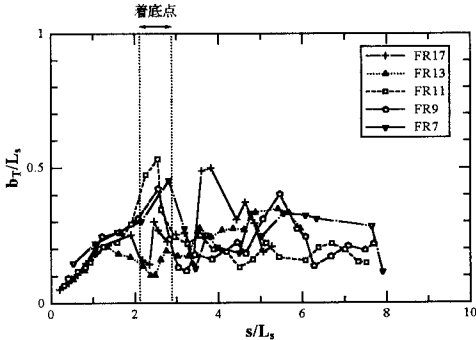


図-6 温度差分布の半値半幅