

電力中央研究所 正員 ○片野尚明
同 上 河村博美
東京電力株式会社 田中一彦

1. まえがき

最近、火力発電所の燃料としてLNGが用いられてきている。LNGを気化するための熱源としては、通常、海水が利用されている。利用後の海水は温度が降下し、冷排水として海域に排出される。しかし、LNG基地と火力発電所が隣接して立地する場合には、発電所温排水の一部を利用できるため冷排水問題は生じない。LNG基地より排出する冷排水は気化釜の構造、規模および使用海水量によって異なるが、通常、数 m^3/sec の排水量に対して3~4℃程度の温度降下がある。

本文は、パイプ型およびスロット型放水口による静止水域中の冷排水噴流の重力拡散特性に関して、基礎的な観点から実験的に検討した結果を述べたものである。

2. 実験の内容

実験に用いた拡散水槽は、長さ5.4m×幅3.6m×高さ1.5mの規模を有する。水中放水口は放水口背後の壁面および水面境界の影響を無視できるような配置とした。実験においては、パイプ型（内径 $D=3.24cm$ ）とスロット型（開口高 $h_0=1cm$ 、幅 $B=10, 20cm$ の2種類）の放水口を対象にし、周囲水に淡水（水道水）、放出水に周囲水より3~5℃低い冷淡水を用い、放出内部フルード数 F_0 をパラメータにして、噴流中心軸を含む縦断面内の温度分布を測定した。また、流速分布の測定はパイプ型のみを対象にして行なった。ただし、流速計は温度無補償のホットフィルム型流速計（KANOMAX製、円堆型プローブ）を用いた都合上、放出水と周囲水の温度差（ ΔT_0 ）に相当する密度差を塩分濃度差に置き換えて実施した。この場合には、塩分濃度分布も導電率計を用いて測定した。

3. 実験結果とその考察

図-1は、水平方向に放出した場合の冷排水の模式的な拡散概況並びに用いる記号の説明図である。実験結果は、放水口端での初期条件（代表長さ： D または h_0 、放出流速： u_0 、放出温度差（濃度差）： ΔT_0 （ ΔC_0 ））で無次元化を施した。それらを検討した結果、冷水噴流の重力拡散特性に関する以下の知見が得られた。

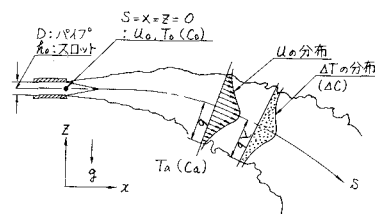


図-1 冷水噴流の拡散概況図

(1) 冷水噴流中心軸に直交する垂直断面内の温度（濃度）および流速分布の形状は、パイプ型およびスロット型とも噴流径路の曲率が小さい場合には上下対称のガウス分布を示し、その相似性の保存も認められる。

(2) パイプ型の噴流径路（ x/D 対 z/D ）は、初期放出角度と放出内部フルード数に依存する。水平方向に放出した温水噴流の場合¹⁾と比較するとき、放水軸を含む平面に対して面対称な径路特性を示す（図-2参照）。一方、スロット型の噴流径路（ x/h_0 対 z/h_0 ）は、初期放出角度、放出内部フルード数および放水口の縦横比（ B/h_0 ）に依存すると考えられるが、本実験における放水口縦横比 $1/10 \sim 1/20$ の範囲ではその差が認められず、水平方向に放出した場合は放出内部フルード数のみに依存する特性が認められた。この関係を実験式にまとめて温水噴流の場合の実験結果²⁾と比較したところ、両者は良好な一致を示すことが認められた（図-3参照）。

(3) 噴流の拡散幅は流下距離に伴って単調に増加する。パイプ型においては、温度（濃度）の半値半幅（ $b_{0.5}/D$ ）は径路長の0.13倍程度で増加し、流速の半値半幅（ $b_{0.5}/D$ ）はそれより小さく、径路長の0.11倍程度で増加

する。両者の拡散幅の比(温度/流速)は $\lambda = 1.2$ 程度と見出された(図-4参照)。一方、スロット型の温度拡散幅($b_{0.5}/h_0$)は径路長(S/h_0)の0.15倍程度で増加し、パイプ型に比べてやや大きい割合となっている。

(4) パイプ型の噴流径路に沿う温度および濃度低減率($\Delta T_m/\Delta T_0$ および $\Delta C_m/\Delta C_0$)は、径路長と放出内部フルード数に依存し、放出内部フルード数が大きくなるにつれて径路長の-1乗で低減する特性に近づく。また、流速低減率(U_m/U_0)は、温度に比べてやや悪くなっている。これらの稀釈特性は既往の重力噴流に関する研究結果^{2),3)}と比べてほぼ良い一致を示す(図-5参照)。

一方、スロット型の温度低減率は、パイプ型に比べてやや悪く、径路長に対して $-1/2 \sim -1$ 乗の関係で低減し、放水口縦構比および放出内部フルード数の影響を若干受ける。また、温水噴流の実験結果²⁾とも良好に一致する(図-6参照)。

4. あとがき

以上の結果から判断すれば、冷水噴流の重力拡散特性は径路の方向と異なるが、温水噴流の拡散特性に一致していると認められる。今後、数値モデルによる解析的検討を行なって、実験結果と比較する予定である。

参考文献

- 1) 片野, 河村, 和田: 第24回海岸工学講演会論文集, 1977.
- 2) 片野, 和田, 落合: 第25回海岸工学講演会論文集, 1978.
- 3) 林, 伊藤: Coastal Engineering in Japan, Vol.17, 1974.

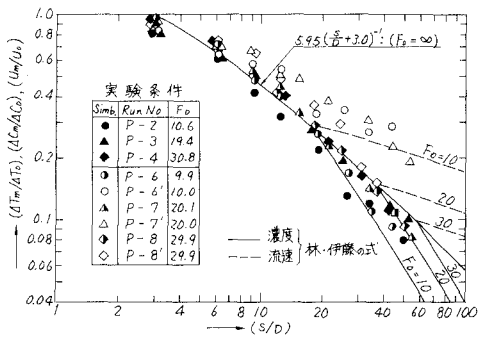


図-5 パイプ型冷水噴流の径路に沿う温度、濃度および流速低減率の変化

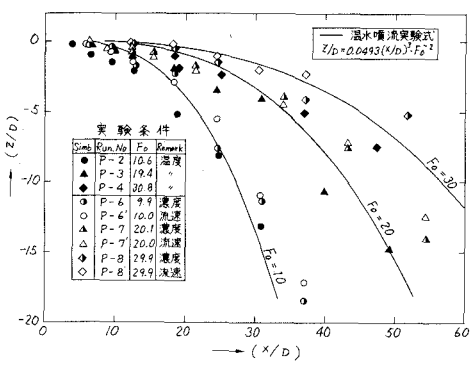


図-2 パイプ型冷水噴流の径路特性

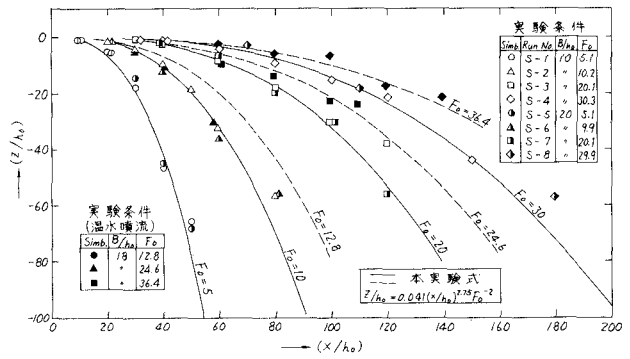


図-3 スロット型冷水噴流の径路特性

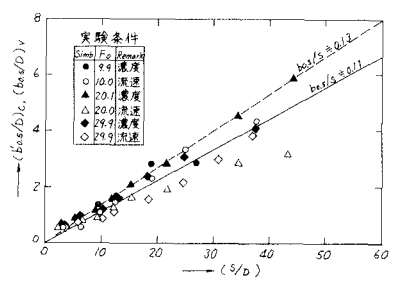


図-4 パイプ型冷水噴流の径路に沿う流速、濃度の半値半幅の変化

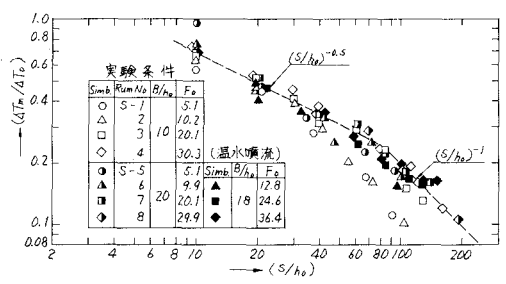


図-6 スロット型の温度低減率の変化