

大成建設株式会社 正会員の花村哲也
石野和男

1. はじめに

原子力、火力発電所や各種工場の冷却用水が温排水として放流される場合、温排水が環境にどのような影響を与えるか放流の物理的機構の解明に力が注がれてきた。本報告は、深層放流による温度低減効果を高めるために行った実用的な放流装置の実験結果について、従来の深層放流拡散計算方法と照らし合わせまとめたものである。新しい放流装置は、放流直前に流体力を利用して初期混合を起させる機能を有するものである。図-1 に示すように放流点が比較的浅いとすることで、周辺深部の冷水を吸込み初期混合させ能率よく冷却せよとするものである。

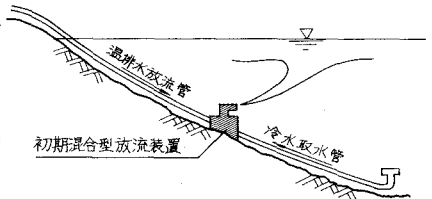


図-1 初期混合型放流装置利用概念図

2. 放流装置模型と実験方法

放流装置としては図-2 に示すような15個の模型を用いた。ブンゼンバーナーの方法を用いたバーナ型や円柱負圧を利用した混合装置等を作った。いずれも、流体力学的な負圧や噴流の連行混合機構を応用して混合させるものである。

実験の全体的な様子は図-3 に示す通りである。測定項目は、放流量 Q 、冷水吸込量 q 、放流水初期温度 T_0 、周辺水温度 T_a 、鉛直噴流軸上の水温 T_c 、同軸上の水表面温度 T_s を測定した。放流量はフローターメーターで、温度は電研型サーミスターを用いて測定した。冷水の吸込量を測定するために図のような透水実験等を用いる定水径型の流量測定装置を作り、通常の流量計を用いる場合の抵抗による吸込量の低減を防ぐ工夫をした。

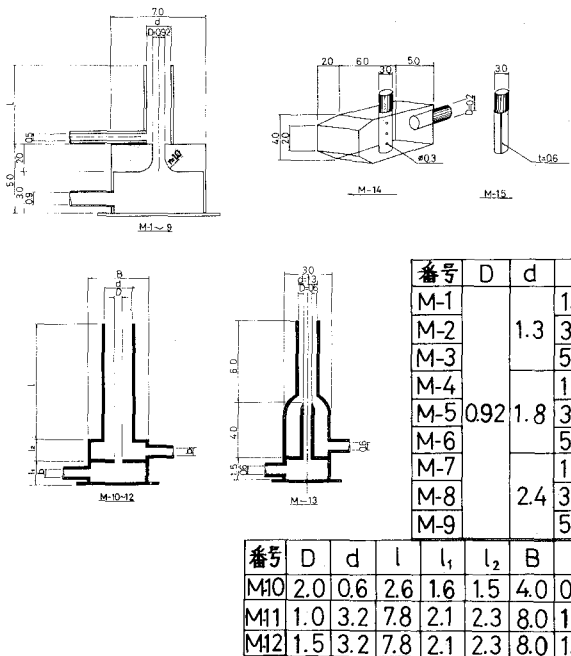


図-2 放流装置模型図 (単位 cm)

実験方法としては、放流前に一様な密度場であるか温度確認を行い、温水を放流し吸込量と温度の測定を行った。放流後の温度低下の状態を見るために鉛直アリュウム軸上で温度 T_c を一部詳しく測定した。一般には、温度の低下を見るために、鉛直アリュウム軸上の水表面に固定した点で温度を測定した。

3. 実験結果と考察

一様密度静止場における各種放流装置による放流効果を見

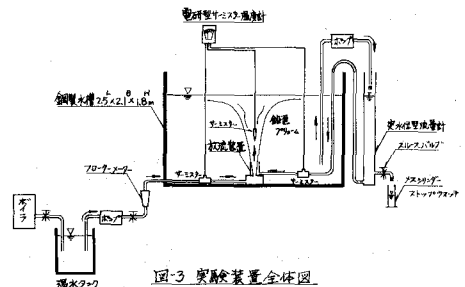


図-3 実験装置全体図

たものが図-4である。縦軸は吸込水量と放流量の比 q/Q 、横軸は内部フルード数 $Fr = V/\sqrt{gD(\rho_a - \rho_0)/\rho_a}$ である。装置によつては30%以上も冷水を吸込初期混合するものもある。内部フルード数の高い単純噴流に近いものでは吸込水量が増大している傾向が見られる。一般的には、吸込水量は、噴流部と吸込み流とが装置内で合流する接点における噴流の流速が大きいものであれば、負圧による吸引効果や噴流による連行効果により吸込水量が増大するものと考えられるが、装置の違いに対する定量的な評価までには至らなかった。図-5、6は鉛直噴流の温度低減について、本模型とKoh-Fanの計算結果を比較したものである。図-5は、初期混合のない場合の噴流について実測温度(プロット軸上)と計算値とを比較したものである。計算結果に見られるような Zone of Flow Establishment の領域が、実験では見られなかった。図-6は吸込水量と放流量の比が約9%の模型の場合の温度測定値と初期混合のない場合の計算値とを比較したものである。深層放流の場合の排水基準としては米国カリフォルニア州の基準のように周辺水より4°F(2.2°C)以下に抑えるものがあり、放流温度が一般に周辺水より7~10°C高い場合が多いことを考えれば20~30%までに低減すれば良い。すなわち図に見られるように初期の混合冷却が温度低減に大きく寄与することがわかる。図-7は噴流直上の表面温度 T_s について初期混合装置による実測値と通常の深層放流による計算値(Shiraziの図表による計算)の比をフルード数に対応させて示したものである。値はばらついてはいるが、全般に通常の深層放流よりも温度上昇が小さいことがわかる。

以上、実験結果からは、初期混合装置が実用的な意味から温排水による温度上昇を効果的に低減することがわかった。放流装置によつては吸込水量が30%に達するものもあったが、実際の温排水の内部フルード数の領域における効果的な装置を開発することが今後の課題となろう。

4. おわりに

温排水の影響を極力小さくする実用的な装置の開発を行うために、行った実験であり、その目的は示したか定量的に最適なものを選択するまでには至らなかった。今後、Zone of Flow Establishment 域における連行機構を考えた効果のよい装置を開発したいと考えている。

参考文献

Koh and Fan, 1970, EPA Water Pol. Cont. Res. Series 16130, DWO
Shirazi and Davis, 1972, EPA Water Pol. Cont. Res. Series 16130, FHH
大西外明, 1975, 第22回海岸工学講演会論文集

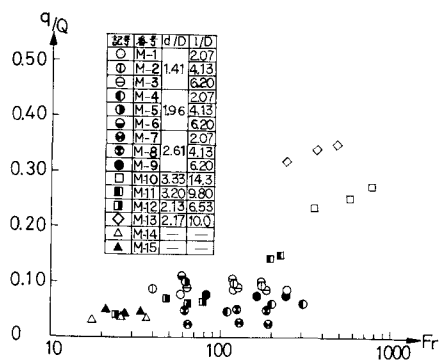


図-4 冷水吸込効果

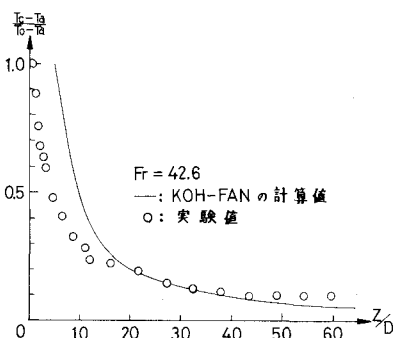


図-5 鉛直噴流の温度低減効果(初期混合なし)

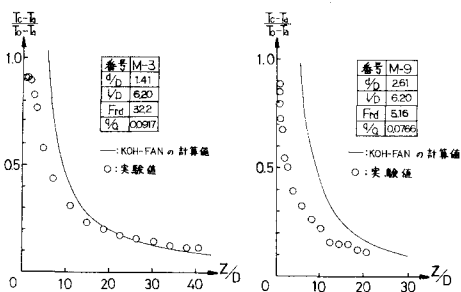


図-6 鉛直噴流の温度低減効果(初期混合あり)

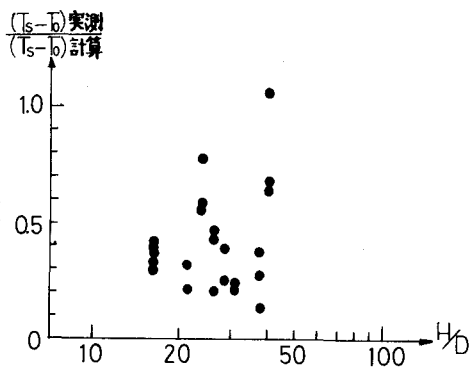


図-7 初期混合による表面温度低減効果 (H は T_s 測定水深)