

温排水放流のためのマルチポートディフューザーの水理設計

中部電力(株) ○宮本 晋一
 正員 赤池 良一
 〃 宮池 克人

1. まえがき

汽力発電所から放出された温排水の拡散範囲低減化対策として、水中放流方式が有効であるが、このための放流設備の一つとしてマルチポートディフューザーがあげられる。マルチポートディフューザーは、複数のポートとディフューザー本管から構成され、各ポートから放出される流量が均等になるような構造とするのが普通である。本研究では、K発電所放水口を対象として、各ポートから放出される流量が均等になるような構造を求めるため、ベルヌーイの方程式を基本とした水理計算および水理模型実験を実施した。その結果、各ポートの流量偏差が数パーセント以内におさまるような放水口形状が求まった。

2. 放水口形状の検討

K発電所は、I湾奥部の大河川が流入する河口域に現在建設中である。このような内湾奥部の河口付近においては、陸水の流入により表層付近に塩分濃度の低下した海水が存在し、いわゆる淡塩成層が形成される。近年、多くの発電所では、放出された温排水の取水口への再循環防止、温排水拡散範囲低減のため、底層水を選択取水している。この底層より取水された高塩分・低温度の海水は、復水器通過後、水温上昇して表層へ放出されても、海域の表層水より密度が大きく、中層へ潜りながら流動・拡散する場合がある。中層へ流動・拡散する場合については未だ不明な点が多く、大気への熱逸散が少ないことが懸念される。このためK発電所では、海域表層水との混合稀釈を促進して表層付近を流動・拡散するように、表層付近から温排水を高流速で放出する計画である。このための放流設備として、図-1に示すマルチポートディフューザーを選定した。放水口の水利諸元は、各ポートの流量を均等化するため、Fischer⁵⁾の提案を参考にして表-1のように決定された。

表-1 K発電所放水口の水利諸元

冷却水量	64 m ³ /s
ディフューザーの直径	3.9 m
ポートの直径	1.3 m
ポートの本数	24本
放出流速	2 m/s
ポートの間隔	15.5 m
設置水深	4 m
放流水深	1 m

▽

ライザー管

温排水

3. 水理計算

メイン管からディフューザー管へ分岐する直前を基準として、各ポート分岐手前までのエネルギー関係(ディフューザー管内エネルギー線)、および各ポート出口直前までのエネルギー関係(各ポート出口端エネルギー)をベルヌーイの方程式に基づいて計算し、図-2に示す。なお計算は各ポートから均等な流量で流れるものとして計算した。

表-1 K発電所放水口の水理諸元

冷却水量	64 m ³ /s
ディフューザーの直径	3.9 m
ポートの直径	1.3 m
ポートの本数	24 本
板出流速	2 m/s
ポートの間隔	15.5 m
設置水深	4 m
板流水深	1 m

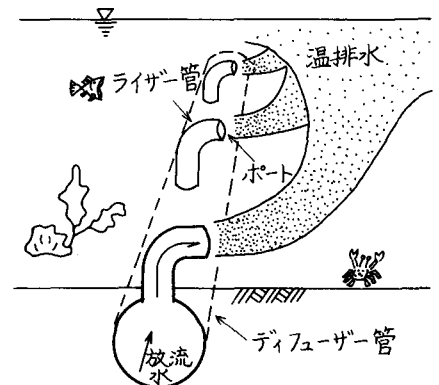


図-1 マルチポートディフューザー

末端のポートほど圧力が高く、流量が多くなると推定される。

4. 水理模型実験

摩擦以外の損失は、幾何学的に相似であれば原型と模型で相似に保てると仮定して、摩擦勾配を原型と模型で一致させる相似則を展開した。模型縮尺は、市販の塩化ビニールパイプが使えることから $1/9.5$ とした。

模型は塩化ビニールパイプを半割にして、内側に粗度(砂)を貼りつけた。粗度の大きさは、Moodyの図表により求め、その効果は、 $1\sim 4\text{m}$ の直管部分における圧力水頭の変化により確認した。圧力の測定は、水頭差が小さいため、トルエンを注入した差動式マノメータを製作、使用した。なお原型の絶対粗度は、新しい全容接鋼管時を想定して $K=0.1 \times 10^{-3}\text{m}$ とした。放水口の模型は、図-3に示すようにT分岐より下流側では左右対称な構造物となっているので片側だけ再現した。

図-4は、各ポートの流量配分と管内の圧力水頭の関係を示す。ポート内における圧力水頭の最大値と最小値の差は 1.8cm あり、管内に摩擦等の損失が全くないとすれば、流量は最大 4.3% 変動することになる。一方流量測定結果における変動は 3.3% であり、両者はよく一致している。

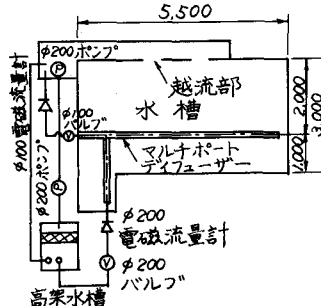


図-3 実験装置

圧力測定および流量測定結果によるエネルギー線と実験結果の流量配分を用いて計算したエネルギー線を図-5に示す。T分岐からのトータルヘッドは実験値 68cm に対し、計算値 60cm と概ね一致している。ディフューザー管内は良く一致しているが、ポート出口端では実験での損失が計算に比べて若干大きく、また各ポートの損失にあまり差がみられない。前者は、曲管部の損失係数(摩擦損失係数も同様)の与え方に起因すると思われる。曲管部の損失係数については、多くの研究者により理論的、実験的に求められているが、その値は管径、レイノルズ数等に依存し様々である。後者は、曲管の製作誤差、模型でのレイノルズ数が小さいことが原因と思われる。

5. まとめ

K発電所放水口の設計にあたってFischerらの提案に基づいて形状を決定し、水理計算、実験により均等な流量で放出できることが確認された。今後、同じタイプの放水口の設計にあたっては、水理計算により均等放流可能な放水口形状が決定できるものと思われる。

(参考文献)

1) HUGO B. FISCHER: Mixing in Inland Coastal Waters, pp.417~421.

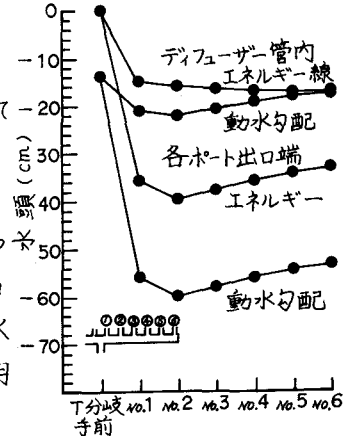


図-2 エネルギー線および動水勾配(計算値)

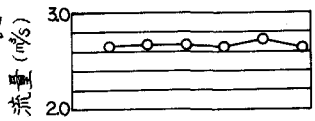
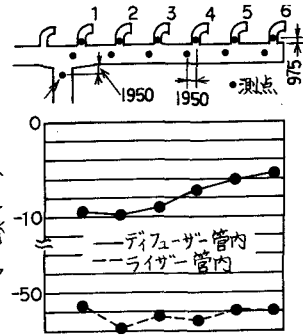


図-4 流量および圧力測定結果

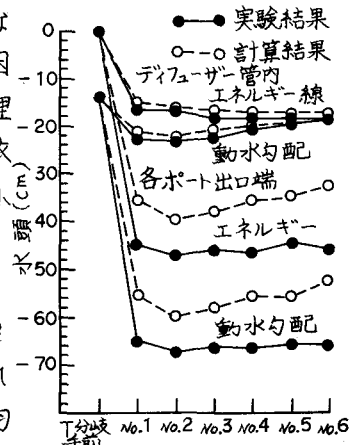


図-5 エネルギー線および動水勾配