

海底勾配が水中噴流特性に与える影響について

東海大学大学院 学生員 ○佐々木 政 秀
 東海大学海洋学部 正会員 和 田 明
 中部電力(株) 正会員 服 部 孝 之
 大星測量設計(株) 川 島 祐 二
 日本工営(株) 水 谷 聖

1. はじめに

発電所から外海に放出される温排水による水温上昇範囲を低減させる対策の一つに水中放流方式がある。この方式は、温排水を比較的高流速で噴流状に放出させることにより、周囲水との混合稀釈を促進させて、温排水が水面に到達するまでの過程で水温の低下をはかるものである。この方式において、より大きい稀釈を期待するとき、噴流への連行加入量を増やすために、放水口前方を掘削したり、勾配があるところに放水口を設置することが考えられる。本研究では、この事をふまえて海底勾配の変化が温排水拡散特性にどのような影響を与えるのかについて放水口前方の勾配を $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ とし比較、検討したものである。

2. 実験装置および実験方法

実験装置は図-1に示す様に幅:2m 高さ:50cm,長さ:12.1mの二次元水槽を使用し、主に温水供給装置・流量計からなる給水装置および水槽内の水位を一定に保持するために設けた取水装置から構成されている。また、放水口形状・設置高を図-2に示す。

模型縮尺はフルードの相似則に基づいて $1/100$ とし、条件を以下に示す。

- ・海底勾配 $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$
- ・放出流量 $Q = 20.0 \text{ m}^3/\text{s}$
- ・取放水温度差 $\Delta T = 7^\circ \text{C up}$
- ・放水口管径 2.9m, 2.5m, 2.2m
(内部フルード数 13.8, 20.0, 27.5)
- ・放水口角度 $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ$
($5^\circ, 10^\circ$ は放水口管径2.5mのみ)

水温測定は、縦断方向(放水口から)5mピッチ、鉛直方向(水面から)0.5mピッチ。流速は、5m, 1mピッチで行い、それぞれ240m, 30mまで測定した。

3. 実験結果と考察

(1) 海底勾配と水温低減との関係(放水口角度 0°)

Fro (内部フルード数) 20.0における水温の低減率を図-3に示す。海底勾配が増えるにつれ、連行加入水が噴流下方から入りやすくなるため、低減の向上を期待したが海底勾配の変化による顕著な違いは見られ

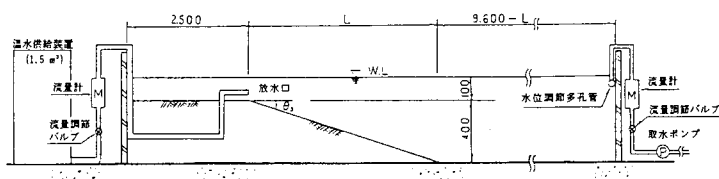
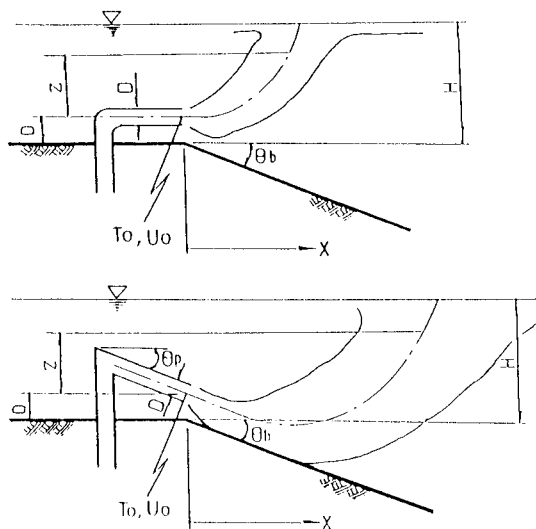


図-1 実験装置概要図



T_o : 放水温度
 U_o : 放流速
 D : 放水口径
 θ_b : 海底勾配角度
 θ_p : 放水管角度
 H : 水深

図-2 放水口詳細図

なかった。これは海底勾配 0° の場合においても、稀釈するのに十分な連行加入が行われたためであり、また視点を変えれば低減するのに十分な水深であったことを示している。

(2) Fr_o と水温低減率との関係(放水口角度 0°)

海底勾配 5° のときの Fr_o による稀釈特性への影響について、水温低減率を図-4に示す。これより Fr_o 数が大きくなるにつれ低減が良くなったことが分かる。これは、「温水噴流の稀釈は周囲の連行加入量によって支配され、その稀釈倍率は水深と放流管口径との比および内部フルード数に依存する。」と言う既往の研究結果と一致する。

(3) 噴流経路

水平ブルームの中心軸の軌跡は内部フルード数の増加にともない水平方向に引き延ばされ、より遠距離まで到達することが確かめられている。

縦軸に Z/D 、横軸に X/D をとり、 X 方向における水温の最大値を追った点を最小2乗法で回帰したものを図-5に示す。海底勾配の変化による噴流中心軸の影響は、内部フルード数20.0のときには影響はみられないが、内部フルード数27.5のときは変化が顕著にでてブルームの中心軸が海底勾配に引きつけられた様になっている。これは、内部フルード数が大きければ大きい程放水口近傍での連行加入水は増加し稀釈特性は高まるが、海底面の影響で連行水が制限される為に海底面に影響を受けない自由噴流に比べて稀釈が悪かったためにこのような結果が得られたと考えられる。

4. まとめ

水中放流における海底勾配を有効に活用するためには、放水口近傍における十分な周囲水を確認し噴流への連行加入水の妨げにならないように放水管を設置することが望ましい。しかしこのとき、海洋環境を考慮すれば温排水が海底面に接することは海底地形、あるいは海底に生息する生物の生態系に影響を及ぼす恐れがある。したがって、水深、海底勾配および内部フルード数が決まっている場合海底面に噴流が接触せずに稀釈が期待できる放水口設置高・角度があると推測される。これは今後の検討としたい。

参考文献

片野尚明・角湯正剛・河村博美・和田明：深層放流による温排水の水温低減化に関する研究(その1)
電力中央研究所技術第二研究所報告、pp25~32、1974

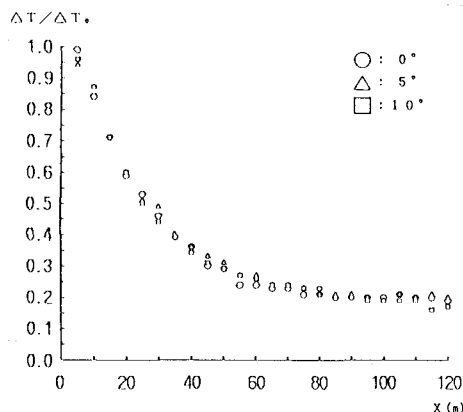


図-3 水温低減率(海底勾配による比較)

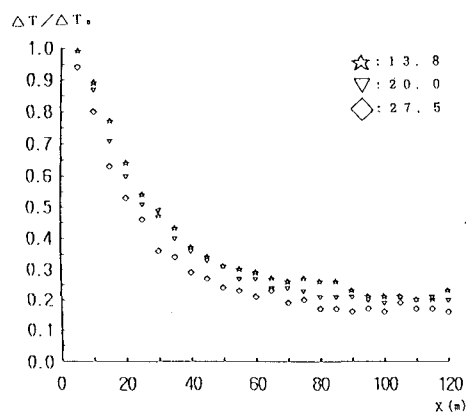


図-4 水温低減率(Fr_o による比較)

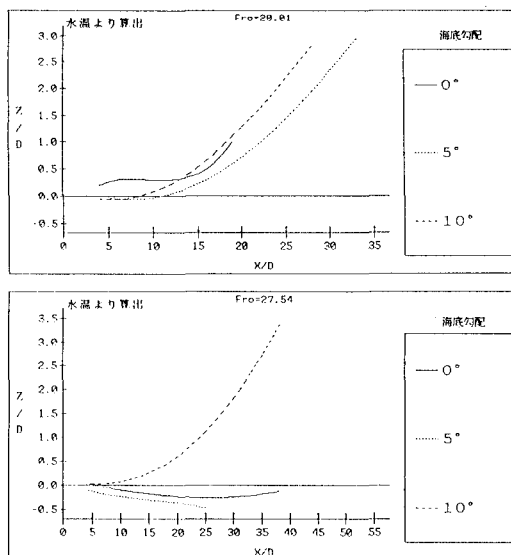


図-5 噴流経路