

水中噴流の模型縮尺効果と噴流特性

東海大学大学院 学生会員 長岡 真也

日本大学生産工学部 正会員 和田 明

中部電力株式会社 正会員 服部 孝之

中電工事株式会社 正会員 佐藤 公己

大旺建設株式会社 浅川 保

1. はじめに

近年の調査で、海域の低層に存在する豊富な栄養塩を表層へ輸送する湧昇流水域が好漁場となることが明らかにされている。本研究では、汽力発電所の温排水を水中放流することにより、低層水を表層へ輸送し、植物プランクトンを増殖させ食物連鎖により漁場開発に寄与させることを考えた。従来の水中放流方式は、水深 10~15 m 程度に設置することを目標に研究されており、豊富な栄養塩が存在するといわれている水深約 50 m 以深での放流（以後、深層放流方式と呼ぶ）については研究例が少ない。したがって、本研究では深層放流方式についての水温低減特性、流動特性、連行特性等を検討した。ただし、深層放流方式は水深が大きいため、模型が小縮尺になり易く、噴流特性が原型を十分に再現しているかどうかが問題となるので、先に水温および流動特性を対象にして模型縮尺効果を検討し、その後各ケースについて噴流特性の検討をした。今回は、その内、鉛直水中噴流における模型縮尺効果と噴流特性について報告する。

2. 実験装置と方法

実験装置は、図-1 に示す幅 4.5 m、奥行き 2.5 m、高さ 2.2 m の鉄筋コンクリート製の水槽、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つために設けた取水装置からなる。

相似則はフルード則を適用し、無歪模型とした。実験は、温度一様な静止水域で行い取放水温度差は $\Delta T_o = 7^{\circ}\text{C}$ とした。表-1 に実験ケースを示し、図-2 に鉛直放水管の断面図を示す。水温測定は、サーミスタ温度計の先端を水平に並べ自動昇降機を用いて各設定水深まで降下させて測定を行った。流速測定は噴流中心軸に流速計を設置し、同様に各設定水深まで降下させて測定を行った。

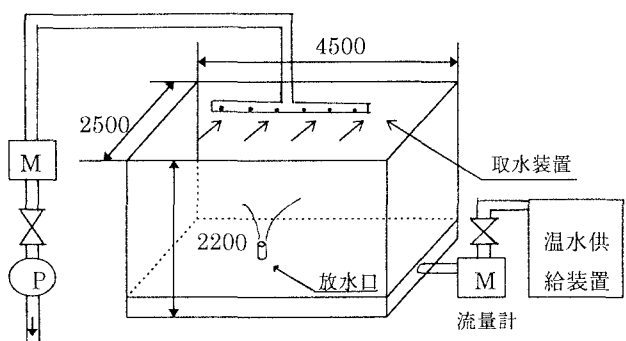


図-1 実験装置の概要

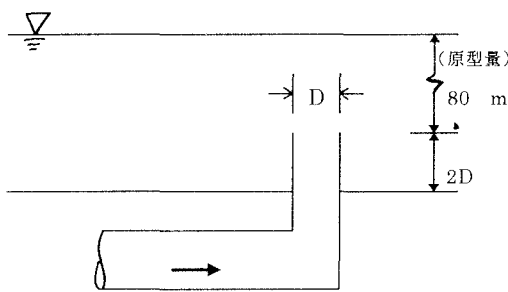


図-2 鉛直放水管断面図

表-1 実験ケース表 (模型量)

CASE	SCALE	Q cc/s	H cm	Uo cm/s	Fro	Reo
S30	1/300	3.2	26.6	11.5	11.1	7.7×10^2
S25	1/250	5.1	32.0	12.6		1.0×10^3
S20	1/200	8.8	40.0	14.1		1.4×10^3
S15	1/150	18	53.3	16.3		2.2×10^3
S10	1/100	50	80.0	20.0		4.0×10^3
S05	1/50	283	160	28.3	62.7	1.1×10^3
S10A	1/100	50	78.2	80.0		8.0×10^4
S10B			78.8	45.0	30.5	6.0×10^3
S10C			83.5	5.0	2.0	2.0×10^3

3. 結果とその検討

1) 縮尺効果の検討

図-3はプリューム中心軸の水溫低減率を示す。縦軸に水溫低減率 $\Delta T / \Delta T_0$ 、横軸に放水口からの鉛直上向き距離を示す。水溫低減率は次式で定義した。

$$\Delta T / \Delta T_0 = (T - T_a) / (T_0 - T_a)$$

ここに、 T ：各測点の水溫、 T_a ：周囲水の水溫、 T_0 ：放水水溫

図よりレイノルズ数が2000以上の3ケースは、同程度の水溫低減曲線を示しているのに対し、2000以下のケースでは、放流直後は低減が小さく、その後噴流の上昇に伴い低減効果が大きくなっている。また、流速の低減についても同様の傾向を示した。

2) 水溫、流速低減の放出流速の違いによる検討

図-4は、縮尺効果が表れない1/100スケールにおいて、放出内部フルード数(F_{ro})をパラメータにしてプリューム中心軸の水溫低減率を示す。図から各ケース共様の傾向を示しているが、 F_{ro} が大きいほど低減が早いことが解る。また、深層で放流をするため表層付近では、全ケースの低減率は同程度となり F_{ro} による影響は認められない。

図-5にプリューム中心軸の流速低減率を示す。水溫と同様に F_{ro} が大きいほど低減がよいことが解る。 $F_{ro}=2.0$ のケースは、他のケースとは異なり、噴流放出後加速しその後に低減傾向を示している。これは本ケースの場合初期流速に比べて浮力の作用の影響が大きいと考えられる。

4. まとめ

今回は深層放流方式の内、鉛直水中噴流について縮尺効果およびフルード数の影響を検討した。今後は、鉛直水中噴流において周囲水の連行加入量を検討するとともに、放水口の放出角度を変えた場合の噴流特性について検討する予定である。

5. 参考文献

- 1) 萩原敏雄：新体系土木工学 エネルギー施設(II) [94] 火力、原子力発電、都市ガス 石油精製、技報堂出版、pp.10~21, pp.123、1979.9.
- 2) 加藤正進・和田明：水理模型実験による温排水拡散予測手法の適用性に関する研究、電力中央研究所報告、No.375004 1975 pp.4~8
- 3) 水越達雄：土木施工法講座 12 巻電力土木施工法、山海堂出版、pp.384~387、1975.11.
- 4) 宇野木早苗・齊藤晃・小菅晋：海洋技術者のための流れ学、東海大学出版会、pp.198,199、1990.5.

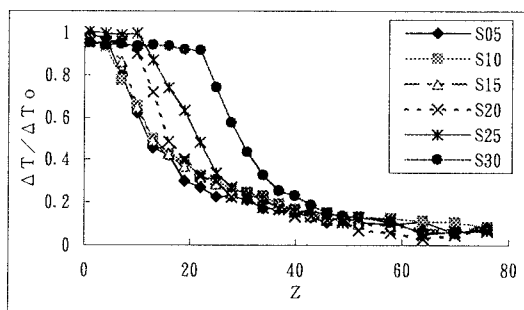


図-3 プリューム中心軸水溫低減率

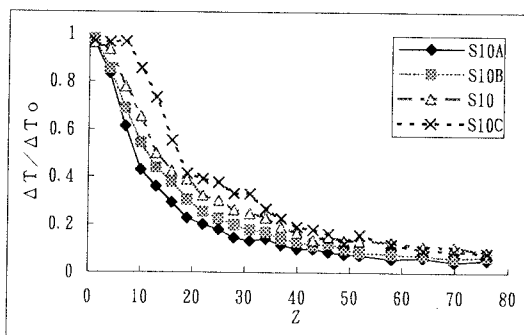


図-4 水溫低減率のフルード数による影響

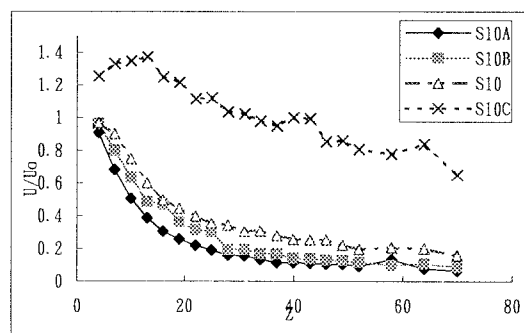


図-5 流速低減のフルード数による影響