

火力・原子力発電所放水口の均等放流に関する水理検討

環境にやさしい温排水放流をめざして

Hydraulic Study of Uniform Discharge at Outlet of Thermal & Nuclear Power Plants For Ecologically Amiable Thermal Discharges

(電力技術研究所 水理G)

火力・原子力発電所から港内へ温排水を表層放流する場合、船舶への影響を考慮して、流速を一般に0.3~0.5m/sで計画している。通常、放水口の出口を拡幅して流速の低減を図っているが、単なる拡幅だけでは偏流が発生し、流速の低減が十分でない。そのため、流れを均等化して船舶への影響を低減させる流速調整工の設置が必要となる。本研究では、各種流速調整工の内、減勢槽、カーテンウォール、阻柱を組み合わせた構造の形状寸法、設置位置等について、水理実験により詳細に検討を行なったので報告する。

(Electric Power Research & Development Center, Hydraulics Group)

Flow speeds of 0.3 to 0.5 m/s are normally projected, in consideration of the influence to ships, when surface discharging to port areas the thermal discharges from thermal or nuclear power plants. Flow speed reductions are generally contrived with wider discharge openings, however, the reductions obtainable from these simple wider openings are insufficient owing to the induced partial flows. Therefore, a velocity regulating facility is required to realize uniform flows, minimizing their influence on ships. Detailed studies have been made during our research with hydraulic model tests, among various velocity regulating facility configurations, on the size and location for constructions combining energy dissipation tanks, curtain walls and hinder pillars, with the results reported here.

1 研究目的

従来、均等放流のための流速調整工は系統的に検討した例はないため、放水口の水理設計に当っては各立地地点ごとに各種調整工から適切な調整工を選定するために多くの水理実験を実施してきた。

本研究は放水口の基本的な水理設計資料を得るとともに、今後の実験の合理化のために各種調整工の均等化機能を明らかにして、その中から最適な調整工を選定し、その形状寸法、設置位置等を求めることとした。

2 研究の概要

(1) 検討概要

最初に、基礎検討として各種調整工の均等化機能を把握するため約100ケースの実験を実施した。その結果、均等化機能としては減勢槽・カーテンウォールが平面的な均等化に、また、阻柱が鉛直方向の均等化に優れていることが明らかとなった。

次に、上述した組み合わせにより次節以降に述べる方法で水理検討を実施した。第1図にはその放水口の基本形状および調整工を示す。なお、実験の相似則はフルード則を採用し、模型縮尺は1/17.5~1/30とした。

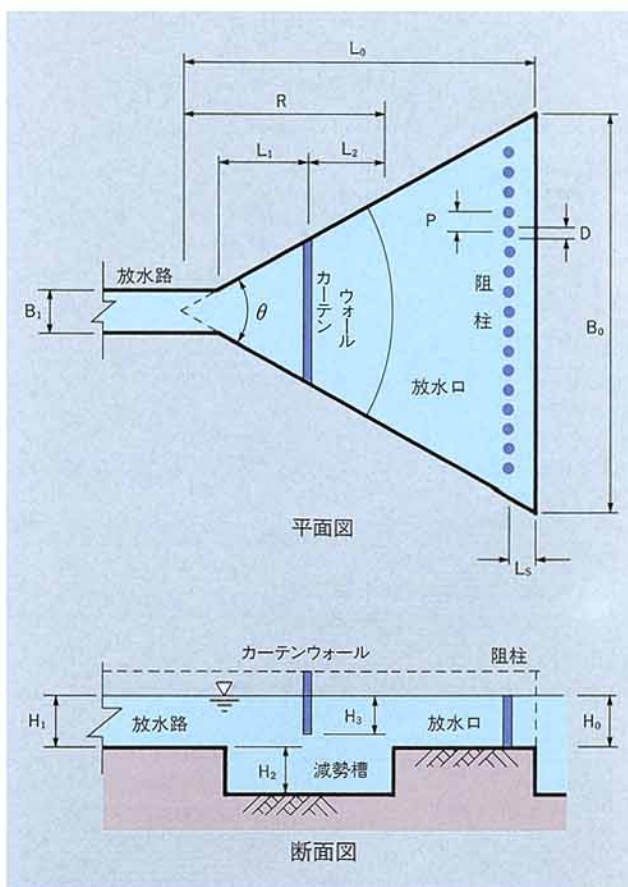
(2) 実験条件

流れの均等化に当っては、放水口出口流速を原型量で平均30cm/s、最大40cm/s以下にすることを目標とした。以下にその他の条件を原型量で示す。

- ・放水口開角度： $\theta = 60^\circ$
 - ・放水路水深および幅： $H_1 = 2.5\text{m}$, $B_1 = 4.5\text{m}$
 - ・放水口水深および幅： $H_0 = 2.5\text{m}$, $B_0 = 45\text{m}$
- ただし 放水流量 $Q = 33.75\text{m}^3/\text{s}$

(3) 均等化の評価法

流速調整工により流れの均等化を図る場合でも、放水口出口の流速にバラツキが生じるのを避けられないことから、調整工の形状、設置位置等の決定においては以下に示す均等化係数 (E_f) を定義し評価指標とした。放水口出口での計測値 (138箇所) が正規分布をすると仮定し、バラツキの程度を表すため、標準偏差 (σ) を平均流速で除し無次元化した値を E_f とし式(1)で算



第1図 放水口の基本形状および流速調整工

出した。 σ の値は流速の最大を40cm/s以下の目標値としたことにより $2\sigma=40-30=10\text{cm/s}$ となり $\sigma=5\text{cm/s}$ となる。したがって、目標とする E_r は $5/30=0.167$ とした。

$$E_r = \frac{\sigma}{\bar{u}} \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \dots\dots\dots(1)$$

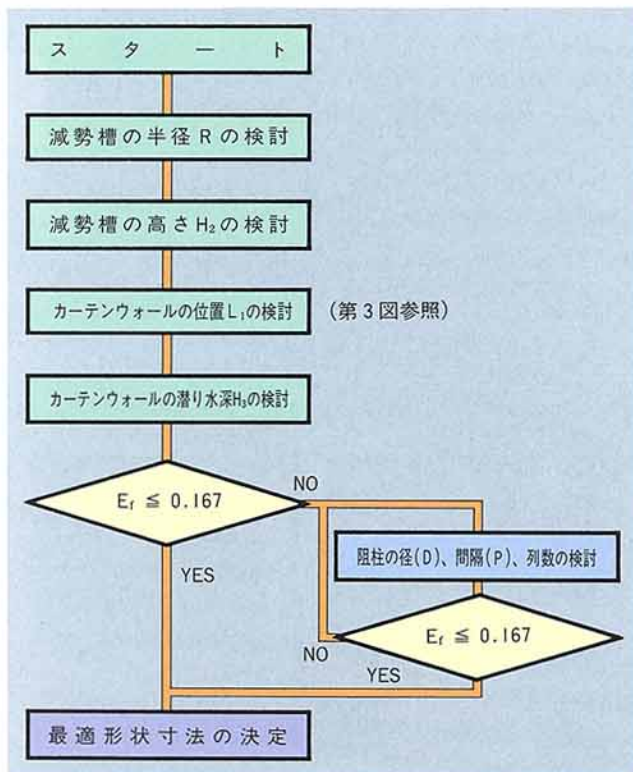
ここに、 u_i :各測定点の流速測定値
 \bar{u} :平均流速 n :全測定点数

(4) 検討順序

減勢槽、カーテンウォールおよび阻柱の形状寸法、設置位置等を決定するための検討フローを第2図に示す。検討の順序は最初に流れの均等化に及ぼす影響度が低いと考えられる減勢槽の半径を決定し、順次影響度が高くなる項目を決めていった。実験は、約70ケースについて実施した。

なお、減勢槽およびカーテンウォールの形状寸法、設置位置等の決定にあたっては、以下に示す形状係数(a~d)を導入し、各形状係数について数ケースずつ実験を実施し、それぞれにおいて最小の E_r 値を示すケースの形状寸法を採用した。第3図には実験で求めたcと E_r との関係を一例として示す。この場合、コンパクト化による経済性を考慮して $c=0.45$ を選定した。

放水口形状係数 $a=R/L_0, \quad b=H_2/H_0$
 $c=L_1/(L_1+L_2), \quad d=H_3/H_1$



第2図 検討フロー

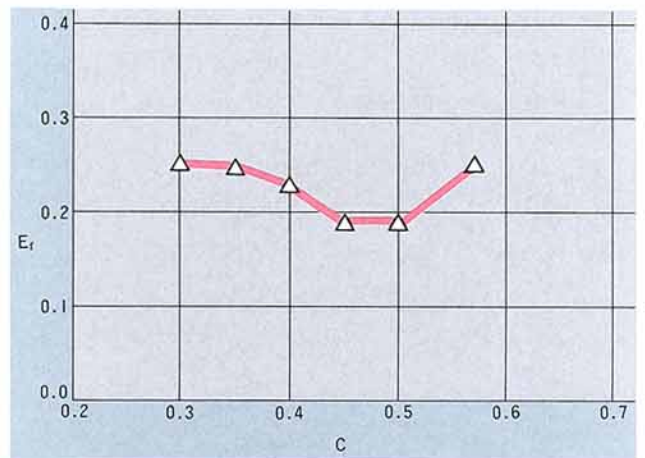
3 検討結果

放水口開角度 $\theta=60^\circ$ の場合、減勢槽およびカーテンウォールの形状寸法は $a=0.55, b=0.88, c=0.45, d=0.78$ が最適となり、また阻柱は径0.6m、間隔2D、1列配置となった。なお、この場合の E_r は0.155となり当初の目標を達成できた。

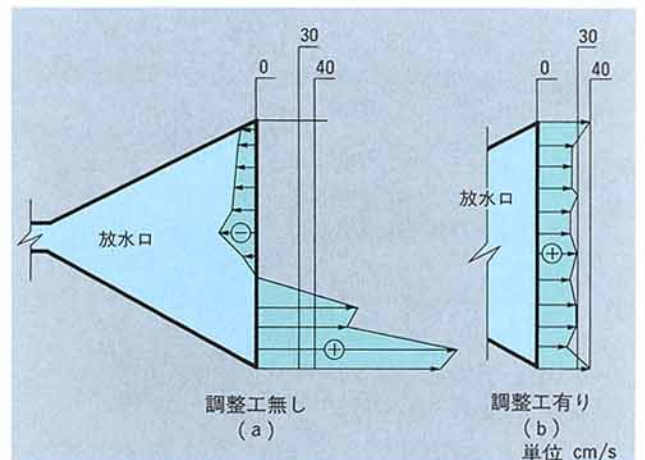
第4図には放水口内に流速調整工が無い場合(a)と、有る場合(b) (上記に示す形状係数および杭配置を採用)の放水口出口の流速分布を示す。a図の流れは偏流し目標値の最大流速40cm/sを大幅にこえている。しかし、b図の流れは目標値以下になって、ほぼ均等化されており、調整工の機能と効果が確認できる。

4 あとがき

本研究の結果、新規立地地点における放水口の基本設計が可能となり、また、今後水理実験を実施する場合には本成果は有力な検証データとなるため実験費用の削減と実験期間の短縮ができる。



第3図 形状係数cと均等化係数 E_r



第4図 流速調整工無し、有りにおける放水口出口の流速分布