

II-214

放水塔水中放流方式における温排水の拡散特性について

中部電力㈱電力技術研究所

正員 服部孝之・奥田宏明

中電工事㈱技術コンサルタント部

正員 佐藤公己・鳥居三千男

1. はじめに

大河川の流入する湾奥では、淡水の流入により、表層付近の塩分濃度が低下したいわゆる淡塩成層が形成される。このような海域で深層取水した汽力発電所復水器冷却水を温排水として水中放流する場合、放水口を下層に設置すると温排水は中層へ潜入して表層へ浮上しにくくなるため、大気への熱逸散が抑えられ、拡散範囲が大きくなることが想定される。したがって、海域に淡塩成層が形成されている場合は、放水口を上層付近に設置することが重要となる。本研究では、上層に放水口を設けた放水塔水中放流方式を考案し、その放水口の本数、突出長、放水口水平角度等について水理模型実験により検討したので、以下に報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置の概要を図-1に示す。実験装置は主に恒温水槽、放水ポンプ、流量計から成る放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る。また、本検討に用いた放水塔形状を図-2に、実験条件を以下に示す。

- ・放水流量および放水口流速： $Q=44\text{m}^3/\text{s}$ ， $V=3\text{m/s}$
- ・放水塔設置水深： $H=11\text{m}$
- ・放水塔内径および外径： $D_o=15\text{m}$ ， $D_i=17\text{m}$
- ・放水口設置水深： $H_o=3\text{m}$
- ・放水口径： $D=2.49\text{m}$ ， 3.06m ， 4.32m
- ・放水口突出長： $\ell=0.4D$ ， $1D$ ， $3D$ （ $D=3.06\text{m}$ ）
- ・放水口水平角度： $\theta=30^\circ$ ， 45° ， 60° ， 90°
- ・放水口本数： $n=1$ ， 2 ， 3 本

模型縮尺は $1/100$ とし、相似則はフルード則を採用した。取放水温度差は 7°C up とし、流れ場は静止水で行った。水温は測定台車に取付けた約200本のサーミスタ型温度計を用い、流速は浮標をカメラで一定時間撮影することにより表層流速を測定した。

3. 実験結果

(1) 放水口突出長 ℓ の検討

図-3は、 $D=3.06\text{m}$ に対し ℓ を $0.4D$ ， $1D$ ， $3D$ とした場合の 1°C 上昇域の面積，沖合距離，幅および表層流速 50cm/s 域の沖合距離を示す。図から、放水管突出長の違いによって温水の拡散状況，流速の影響域に顕著な差がないことがわかる。経済性を考慮すれば、放水塔の壁厚($0.4D$)だけあれば良いと言える。

(2) 放水口水平角度の検討

図-4は、放水管2本において放水口水平角度を 30° ， 45° ， 60° ， 90° と変えた場合の 1°C 上昇域の面積，沖合距離，幅および表層流速 50cm/s 域の沖合距離を示す。 1°C 上昇域は放水口水平角度 $30^\circ\sim 60^\circ$ では、 $0.02\sim 0.03\text{km}^2$ 程度であり変化していないが、 90° では、その約8倍と著しく大きくなった。表層流速は、角

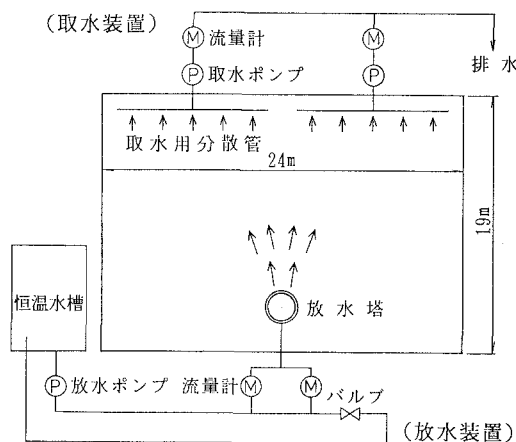


図-1 模型概要図

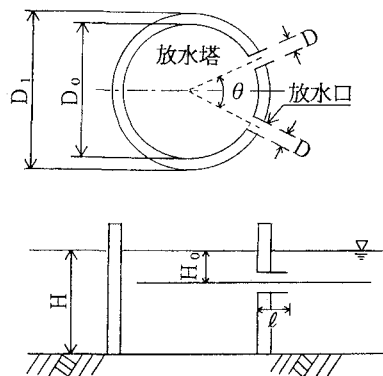


図-2 放水塔詳細図

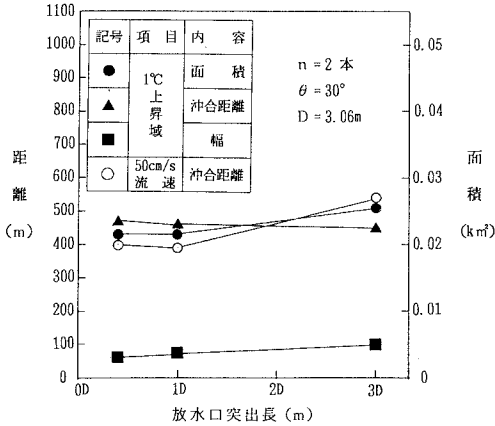


図-3 放水口突出長と拡散・流動域
(注) 凡例は図-4～図-6と共通

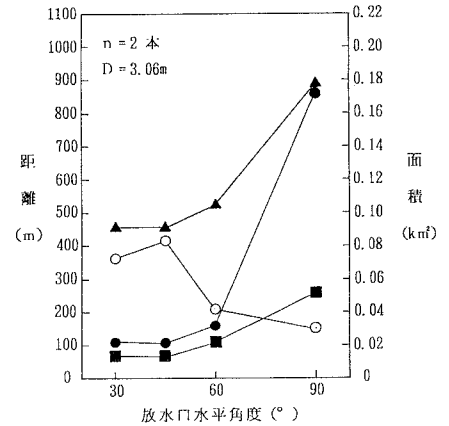


図-4 放水口水平角度と拡散・流動域

度が大きくなるほど遅くなる傾向が見られた。拡散範囲、表層流速の低減を考慮すると60°が最適と考えられる。

(3) 放水口本数の検討

図-5は、放水流量 $44\text{m}^3/\text{s}$ 、放水流速 3.0m/s として放水口本数を1本 ($D_o = 4.32\text{m}$)、2本 ($D_o = 3.06\text{m}$)、3本 ($D_o = 2.49\text{m}$) とした場合の1°C上昇域の面積、沖合距離、幅および表層流速 50cm/s 域の沖合距離を示す。図から、放水口本数を多くすると1°C上昇域は大きくなるが、表層流速の低減は良くなることがわかる。

(4) 放水塔離岸距離の検討

図-6は、離岸距離を80m、200mとした場合の1°C上昇域の面積、沖合距離、幅および表層流速 50cm/s 域の沖合距離を示す。なお、離岸距離80mは施工上必要な距離を、また、200mは放水塔背後から温排水拡散のために十分な稀釈水が得られる距離として選んだ。図から、放水塔の離岸距離は80mと200mでは拡散および流動状況に大きな違いがないことがわかる。

4. まとめ

放水塔水中放流方式において、放水口形状を検討した結果をまとめると以下の通りである。①放水口突出長は、温排水の拡散・流動に影響を与えない。②放水口水平角度は、60°程度が温排水の拡散・流動の面から良い。③放水口本数は多いほど温排水の拡散域は大きく、表層流速は小さくなる。④放水塔離岸距離は、80m以上であれば拡散・流動に影響を与えない。なお上記の結論は、放出流速を 3.0m/s に固定して行ったものであり、放出流速が異なると違う結果が得られる可能性があり、今後の課題とする。

参考文献 片野 尚明：大規模温排水の沖合水中放流に関する実験的検討，電中研報告，382060

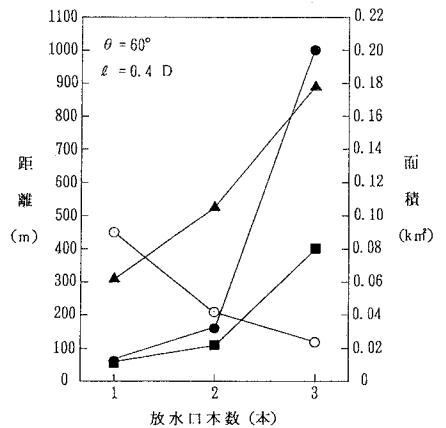


図-5 放水口本数と拡散・流動域

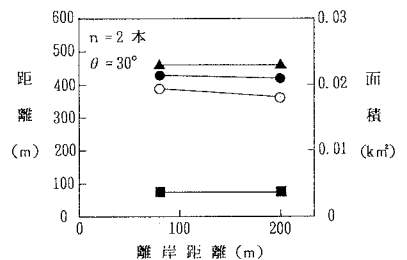


図-6 放水塔離岸距離と拡散・流動域