

II-300

数値計算による漸拡水路内の流れについて

東電設計	正員	藤井直樹
東京電力	正員	寺村芳明
東京電力	正員	都築 進
東電設計		小原実香

1. はじめに

発電所取放水路設備の水利問題については、主として水利模型実験によって水路内の流動現象を把握し、水利設計が行われている。しかし、水利模型実験では数多くのケースを実験することは困難であり、相似則の問題もある。近年、コンピュータの発達および数値計算手法の精度向上に伴い、各種流れに対する数値シミュレーションが盛んに行われるようになってきた。現地放水路を対象とした数値シミュレーション¹⁾では、現地計測結果をかなり精度良く再現できるため、水利設計を効率的に進める手法の一つとしての活用が期待できる。本報告は、取放水路内の流動特性を把握するため、まず漸拡水路形状と流動特性の関係について数値シミュレーションによって検討したものである。

2. 水路形状と計算の概要

図-1は解析の対象とした水路形状である。解析の対象とした漸拡部は、拡幅と屈曲が混在しているという形状である。取水路は、大量の取水量を通水するため大断面を有する構造物となり、漸拡部は構造上隔壁が設置される。また、隔壁は強制的に拡散できる効果があるため、限られた漸拡部長さで流速を低減できる。

計算は、有限体積法、スタaggerド格子、ハイブリッドスキーム、SIMPLE法、標準型 $k-\epsilon$ モデルを用いた。壁面の境界条件は対数則を用い、流出条件はポンプのベルマウスの鉛直方向に所要の流量を与え、流入条件は自由流入とした。なお、レイノルズ数は 7.1×10^6 である。

漸拡部に流入する流速分布は、漸拡部内の流動に影響を与える主要な要因であると考えられる。したがって、漸拡部を検討する前に行った漸縮部あるいは直線水路部の検討結果から代表的な流速分布形状を選んだ。図-2は漸縮角度を 45° とし、直線水路部長さをパラメータとした場合の漸拡部始端付近の上流側から見た主流速分布である。分布1は直線水路長が非常に長いいため対称な分布であり、分布3は逆に短い場合、分布2はその中間的な流速分布である。

3. 解析結果及び考察

(1) 隔壁の挿入位置

図-3は、漸拡部の隔壁の挿入位置を変化させた場合のポンプ室前面での上流側から見た主流速分布である。隔壁を漸拡始端に挿入した場合、流入する速度分布によらず流量はほぼ均等である。隔壁を $2/3$ の位置まで挿入した場合の分布1はほぼ均等な流量であるが、他の分布の場合は流量に偏りがあり、剥離が生じている。隔壁を挿入しない場合の分布1の最大主流速の出現位置はほぼ水路中央であるが、他の分布の場合はかなりの偏りがみられ、かつ剥離が生じている。

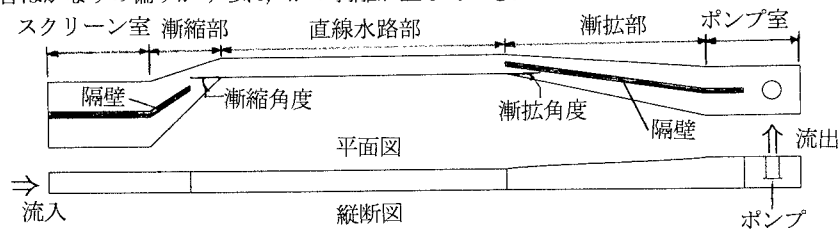
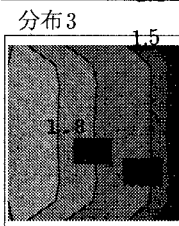
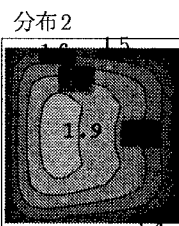
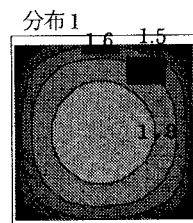


図-1 取水路形状の概略



(m/s)

図-2 漸拡部始端付近の主流速分布

以上の結果からポンプ室前面の流速分布は、流入速度分布形状と隔壁の挿入位置の関係で決定され、ポンプ室前面の流速分布を均等にするためには、分布1のような対称な流速分布の場合は隔壁を短くでき、その他の分布については、隔壁を漸拡部始端まで挿入する必要がある。

(2) 漸拡角度

図-4は漸拡角度をパラメータとした場合のポンプ室前面での平面流速分布である。流速は縦断方向の平均値であり、隔壁は漸拡部始端まで設置されている。角度が20°の場合は他の角度と傾向が異なり、分布3では剥離を示す負の値になっている。これより、漸拡角度を15°程度以下としている現在の設計の妥当性を確認した。

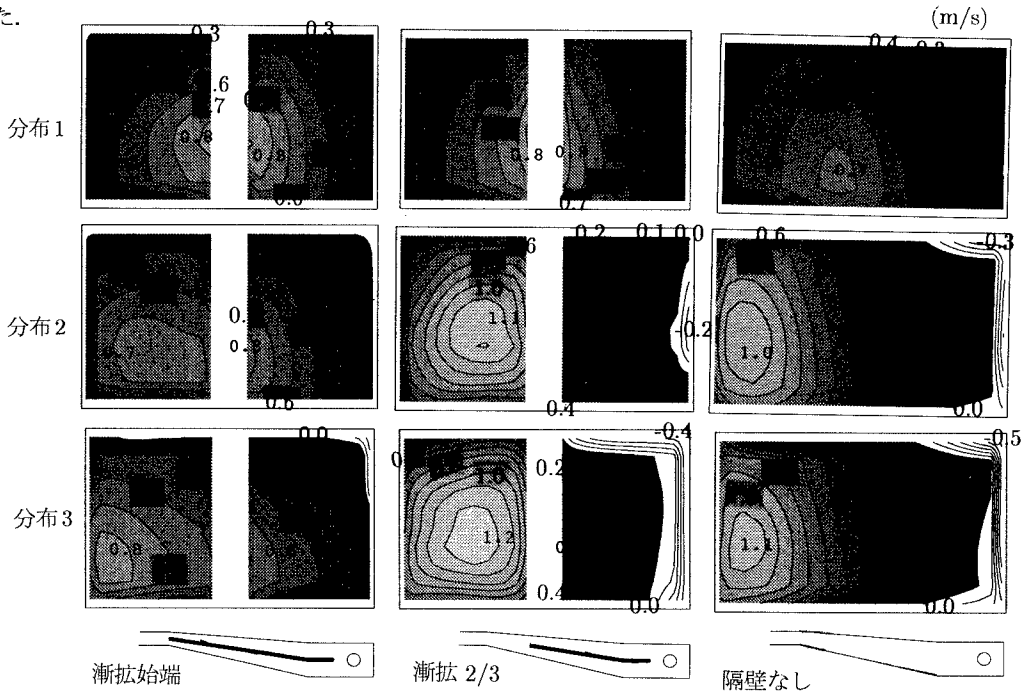


図-3 ポンプ室前面の主流速分布

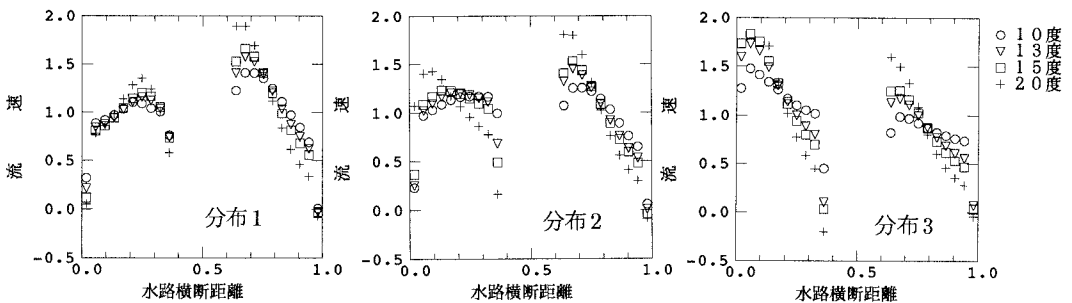


図-4 ポンプ室前面の平面流速分布（流速は断面平均流速，横断距離は水路長で無次元化している。）

4. まとめ

現地への適用性が確認されている数値シミュレーション手法により、漸拡水路形状と流動特性の関係を検討した結果、現在の水路設計の妥当性を確認するとともに、本手法の実設計への適用についても見通しを得た。なお、本研究を遂行するにあたり、ご指導頂いた東京大学磯部雅彦教授に深甚なる謝意を表します。

参考文献 1) 藤井ら(1994)：曲がり水路の数値シミュレーション，土木学会第49回年講第2部，pp.314-315.