

II-312

発電所取水路内流況への数値計算の適用について

東電設計 正員 小原実香
 東京電力 正員 嶋田昌義
 東電設計 正員 水向直人
 東電設計 正員 藤井直樹

1. はじめに

発電所取放水設備の水理設計は、これまで主に水理模型実験によって水路内の流動現象を把握することにより進められてきているが、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計算が盛んに行われるようになってきた。藤井らは放水路を対象とした3次元数値計算¹⁾により、断面内の2次流について現地計測結果をかなり精度良く再現できることを確認し、また取水路を対象とした数値計算²⁾においても、水理模型実験結果を非常に良く表現していると報告している。本報告では、前述の取水路において実施した水位の現地計測結果と数値計算の比較検討を行った。

2. 現地計測と計算の概要

今回検討対象とした取水路の概要を図-1に示す。本取水路において図-1に示すように取水口前面、スクリーン後(No.1)、漸縮後(No.2)、直線部(No.3)、漸拡後(No.4)でピトー管を用い、巻尺式水位計で水位観測を行った。計測器の設置については、試運転中のポンプへのリスクを考慮して頂版に接して設置した。なお、流速(v)はA水路で計測した全圧(h_t)と静圧(h_s)の差分を動圧(Δh)とし、次式より算出した。

$$v = \sqrt{2g(h_t - h_s)} = \sqrt{2g\Delta h} \quad \text{----- (1)}$$

(g :重力加速度)

計算は図-1に示す全取水路範囲を対象とし、有限体積法、スタッガード格子、ハイブリッドスキーム、SIMPLE法、標準型 $k-\varepsilon$ 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($Q=33.67\text{m}^3/\text{s}$)を与え、流入条件は自由流入とした。解析格子は図-2に示すように78(水平方向)×78(流れ方向)×10(鉛直方向)に分割し、非直交座標系(BFC)を用いて複雑な水路形状を表現した。レイノルズ数は 7.6×10^6 である。

3. 計算結果と考察

数値計算では通常運転時、スクリーン一門閉鎖時について実施した。その内、A1門閉鎖について計算結果と計測結果との比較を示す。

(1) 水位分布

図-3に測線A1～C2の6測線について、取水口前面からポンプ室までの水位の比較を示す。 $x=0, y=0$ は取水口前面の位置を示す。計算値のNo.1の水位について、数値計算ではスクリーン損失を考慮していないため計測結果を用いた。No.2～No.4について、全水頭(E)から速度水頭($v^2/2g$)を差し引いて各水位を算出した。

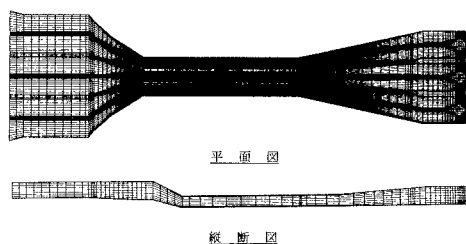
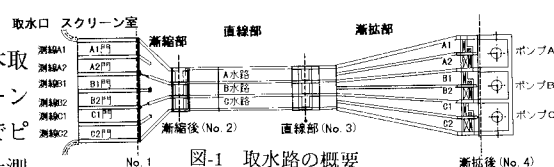


図-2 解析格子

(キーワード) 取水路, 数値計算, 水位分布, 流速分布

〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 (Tel)03-5818-7667 (Fax)03-5818-7655

No.1 では流入，スクリーン及び摩擦損失，No.2 では漸縮，合流，屈折及び摩擦損失，No.3 では摩擦損失によりそれぞれ水位が低下する．No.4 では漸拡，屈折及び摩擦損失が生じるが，断面が広がることにより流速が低下し，若干水位が上昇した水位分布となっている．

測線 1 の A1 門背面では死水域となっており，計算結果からも隣の A2 門からの水の回り込みにより渦流が生じている．計測結果をみると No.1 の水位が非常に低くでており，No.2 で若干水位が上昇しているのはこの点が原因と思われる．全体の傾向は，計算結果と計測結果では一致しており，水路内の水位については計算により十分再現できた．

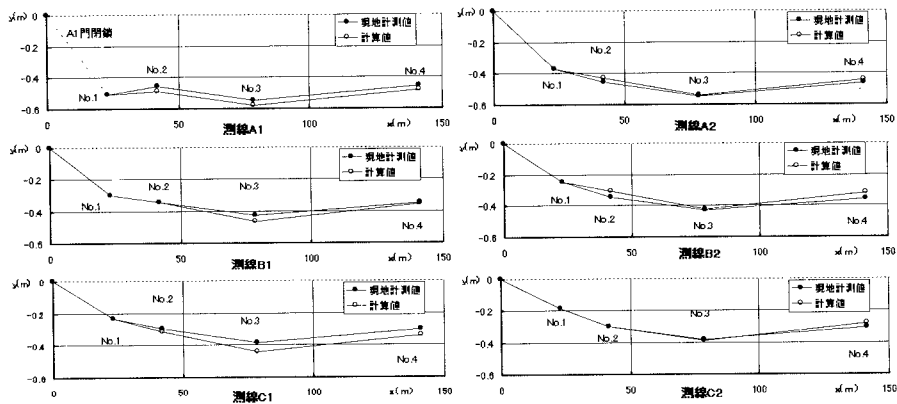


図-3 水位の比較

(2) 流速分布

図-4 は A 水路の直線部 No.2, No.3 における上流側からみた流速分布図を示す．横軸の位置は左壁を 0 としている．No.2 では漸縮の影響で偏流が生じ，左肩上がりの流速分布となり，No.3 では壁の摩擦の影響で，一様な流れになる傾向は再現できている．流速値を比較すると計算値は計測値より小さめの値となっており，その要因として計測結果は①計測位置が頂版に接している，②流速を流速計で計測していない，という点が考えられる．

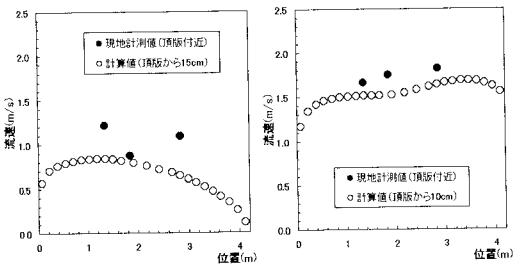


図-4 流速分布の比較(左 No.2, 右 No.3)

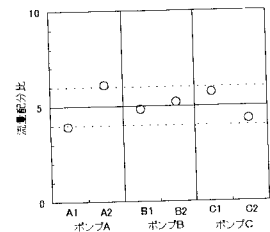
4. 水理設計との比較—流量配分比—

図-5 に数値計算により求めた A1 門閉鎖時における各ポンプ室前面での流量配分比を示す．取水路の水理設計においてはポンプ前面での偏流はないことが望ましく，その目安値を 6:4 としている．最も偏流が厳しいとされる A1 門閉鎖時において，今回の計算結果では偏流比が 6.1 : 3.9 となり，目安値と比較して事実上問題ないと考えている．

5. あとがき

本検討に用いた数値計算は，現地計測結果との比較検討結果から，水位及び流速分布において実現象をほぼ再現できることが確認された．また，計測では測定できないポンプ前面での流量配分比についても，計算結果から水理設計時の妥当性が確認された．よって，今後，実設計への本数値計算手法の適用について期待できるものと考えられる．

図-5 ポンプ前面における流量配分比



参考文献 1) 藤井, 窪: 曲がり水路の数値シミュレーション 土木学会第 49 回年次学術講演会(H6.9) pp.314-315

2) 藤井, 寺村: 数値計算による漸拡水路内の流れについて 土木学会第 50 回年次学術講演(H7.9) pp.600-601