

## II-166 3次元数値シミュレーションを用いた水路構造物周辺流況予測

東北電力（株）研究開発センター 正会員 熊谷 洋  
東北電力（株） 松本康男  
東北電力（株） 南場浩二

### 1. まえがき

水理構造物を設計する場合、水路内の流況を把握することは重要であり、模型水路を用いて数多くの水理模型実験が行われている。しかし、水理模型実験は模型製作、改造、計測など多大な労力を必要とする。また、水理模型実験の実験工数、費用、計測にかかる手間など勘案すると模型実験から得られる情報には限りがある。

現在、コンピューターの飛躍的な進歩により EWS (Engineering Work Station) レベルでかなり実用的な数値シミュレーションを行うことが可能になってきている。数値シミュレーションは、1) 最適設計のアプローチ、2) 経済性の向上、3) 実験で再現できない条件の解析などの利点がある。

コンピュータ性能の著しい進歩により3次元数値シミュレーション技術を用いて、水路内流況を定性的かつ定量的に把握することが可能<sup>1)</sup>になってきている。

今回の研究では、3次元数値シミュレーション技術を揚水発電所の水理構造物事前設計および発電時および揚水時の池内部の流況に適用し、その一部の途中結果および今後の課題を述べるものである。

### 2. 解析対象

今回の解析対象は揚水発電所の池および取放水口であり、その概要を図1に示す。

### 3. 計算手法

数値計算は、汎用流体解析ソフト「SCRYU Ver 1.6」((株)ソフトウェアクレイドル社)を用いて行った。図1に池の解析格子を示す。

今回用いた計算手法の特徴は次の通りである。

- a. 基礎方程式 ; 連続の式、レイノルズ方程式
- b. 格子系 ; 非構造格子
- c. 離散化法 ; 有限体積法 (FVM)
- d. 差分スキーム ; 移流項/1次精度風上差分
- e. 乱流モデル ; 標準  $k-\epsilon$  モデル
- f. 壁面条件 ; 自由水面部分/すべり壁、  
その他壁面/管水路対数則
- g. 乱流定数 ; Launder-Spaldingが提唱する値  
を使用

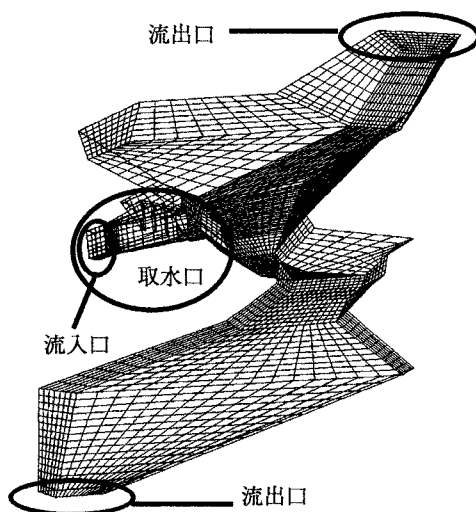


図1 池および取水口の解析格子 (L.W.L)  
Z方向のスケールを2倍に拡大

### 4. 池および取水口流況解析結果（揚水時）

#### 1) 境界条件

境界条件は、図1より、取水口から一様流速分布で流入させ、河川部流出は図1に示すように流出条件を与えた。水位上昇は、水位上昇速度を勘案し、L.W.L時の自由水面部分からz方向の一様流速分布を流出条件として与えた。

#### 2) 解析結果

揚水時の解析結果は図2,3の通りである。池の狭窄部において流速が速くなっているのと、放流水の流速低減が今一つであるため、対岸部に0.4~0.5m/s程度のやや速い流速分布が存在している。

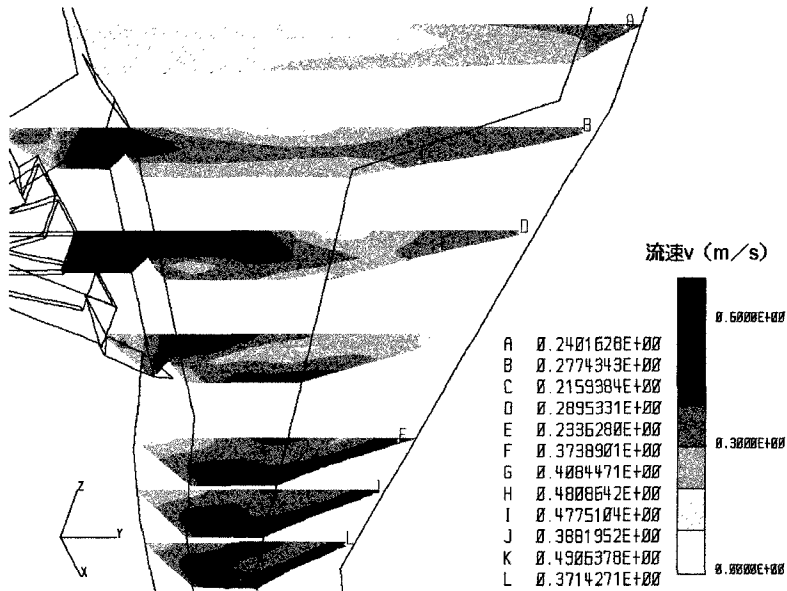


図2 L.W.L 揚水時の流速分布（x 方向に 20 m ごと断面で可視化）

## 6. あとがき

今回、3次元数値シミュレーションの結果は次の通りである。

1) 揚水時には池中央部にある狭窄部に流速 1 m 近くの速い流れが生じる。

2) 揚水時の場合は、放水口からの偏流の影響により対岸洗掘への影響が懸念される。

今後は、解析を進めていく上で、池内部の流況解析を進めていく上で取水口内流況<sup>2)</sup>が極めて重要になるため、コンクリートの壁面の粗度を考慮した壁面の条件を解析コードに組み込む必要があるため、今後の解析は壁面の粗度を考慮した手法で解析を行っていく予定である。

今回の数値シミュレーションにおいて、水面の境界条件はやや無理があるため、移動境界条件を自由水面に適用させて今後解析を行いたい。

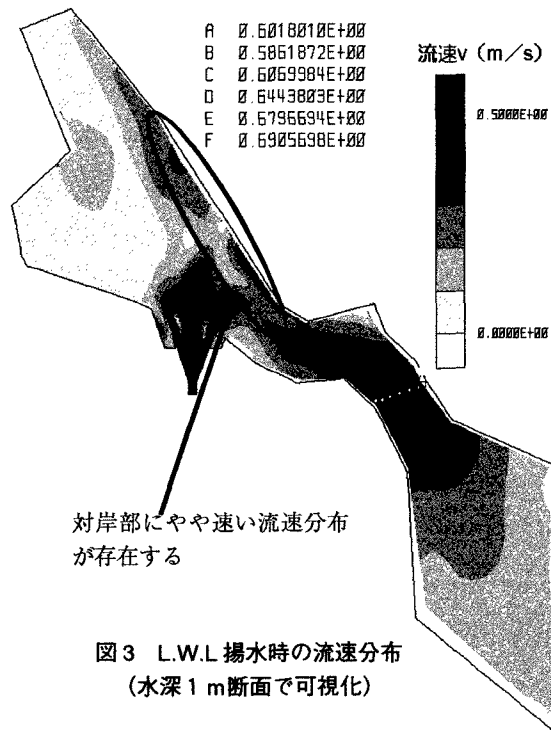


図3 L.W.L 揚水時の流速分布（水深 1 m 断面で可視化）

## 参考文献

- 1) 例えば、熊谷洋，今井正寿，中井至知；3次元数値シミュレーションによる沈砂池水路形状・検討，水工学論文集第39巻 1995年2月，p367～372
- 2) 福原華一；揚水発電所取・放水口の水利設計，電力土木，No235，1991年11月号，p48～p57