

II-35

揚水発電所計画地点における水理模型実験と数値解析結果の比較について

東北電力㈱ 正会員 小田桐 悦郎

1. はじめに

当社では、水路構造物の設計にあたり、水理模型実験により水理的特性の把握や形状の決定を行ってきた。しかし、水理模型実験で構造物の形状を詳細に検討する場合は検討ケースを多くしなければならず、期間と費用の増大につながることが多い。よって、最近では、コンピュータを利用した数値解析を行うことにより、期間と費用を減らし詳細な設計が行うことが可能か検討してきた。それは、従来から行っている水理模型実験や実際の構造物と比較してどの程度信頼性があるかを把握することにある。ここ数年間、水理構造物の設計をするために水理模型実験と数値解析を行い、その結果を比較することによって数値解析の実用性を検討してきた。今回、揚水発電所計画地点の取水口形状について、揚水時に導水路から貯水池へと流れる際の四つに分割される取水口内の流量配分の均等化を検討するにあたり、事前に数値解析によって得られた結果をもとにして水理模型実験を行うことにより、実験検討ケースの削減をはかった。その比較結果を報告するものである。

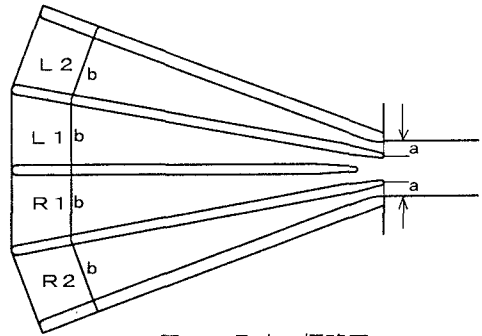


図-1 取水口概略図

2. 解析および実験概要

(1) 解析方法

今回検討を行った揚水発電所取水口の概略形状を図-1に、水路系の概略図を図-2に示す。水路系の特徴としては平面で1カ所、縦断面で2カ所の曲りを有する形状となっている。取水口は揚水時に導水路からの流れを三つの隔壁で四つの流れに分割し、漸拡することにより流速を低減する形状となっている。形状の変更は図-1におけるa部の位置を変更することで行った。

解析には汎用流体解析コードを使用し、有限体積法、標準 $k-\epsilon$ モデル、定常解析、一次風上差分、壁面対数則で計算した。流入は導水路側から所要の流量を流し、取水路出口で自由流出とした。検討したケースはa部の距離を変化させ流量が均等となる位置を検討した。a部付近の解析格子を図-3に示す。流量の比較位置は、取水路出口のb部で比較を行った。

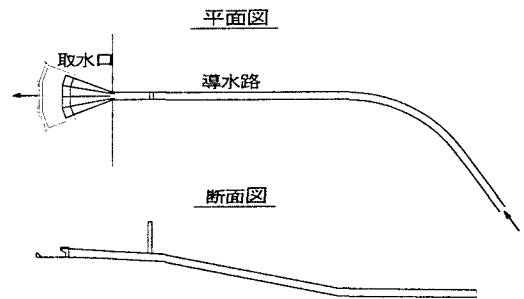


図-2 水路系概略図

(2) 模型実験方法

模型実験は、フルードの相似則に基づく縮尺1/50の模型を使用して行った。模型実験の検討ケースは数値解析によって最も均等な流量配分となった形状を第一のケースとして検討し、数値

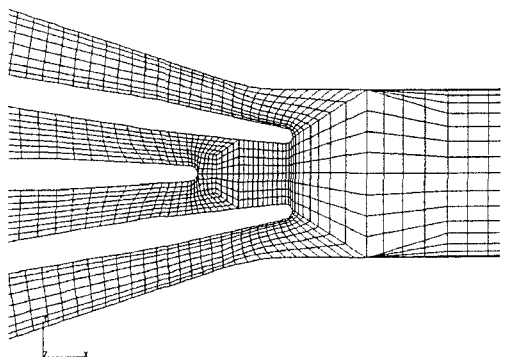


図-3 a部の解析格子

解析と同様にa部の距離を変化させ流量が均等となる位置を検討した。流量はb部において電磁流速計により計測した流速(0.1秒間隔の計51.2秒間平均, 2方向)に分担面積を乗じた値の合計で算出した。

3. 解析および模型実験結果と比較

数値解析の検討ケースとしてa部の距離を1.47m, 1.43m, 1.39mと変化させ解析を行った。流量配分の比率は図-4のような結果となり, 1.39mで最も均等な流量配分となった。

数値解析により得られた結果をもとに, a部距離を1.39mとし模型実験を行った。このときの流量比率は15.3%:34.4%:30.2%:20.2%(L2:L1:R1:R2)となった。a部の距離を変化させた検討の結果, 1.59mの位置で流量比率が20.2%:25.3%:24.7%:29.8%となり最も均等な流量配分となった。

数値解析と模型実験の結果を比較すると, a部の距離が同じ1.39mのケースにおいて, 流量の比率が最大で9.3%違った結果となっている。

このことから, 数値解析の解析条件で問題点がないか検討し, 解析格子が一次風上差分で計算するに不適当であったと判断した。そこで隔壁前面の格子を流れに対して直行するよう非構造格子を用いて変更し, 再度解析を行った。また, 隔壁頂部の格子についても3種類のパターンに変更して比較を行った。図-5に新たに検討した解析格子, 図-6に格子パターンを示す。a部の距離は1.39mで行った。解析格子を変更して行った結果, 図-7のような結果となり, ケース3で最大6.2%の誤差という結果が得られ, 解析格子を変更する前に比較してより実験結果により近いものとなっている。

4. おわりに

以上の結果を踏まえると, 今回行った解析のように格子パターンなど解析の条件によって結果が左右されるものの, 水理模型実験を行う最初のケースを数値解析によって求めるといった使い方は十分にできるものと考えられる。今後は, 解析の実績を重ね, 数値解析の精度を上げることに努めたい。

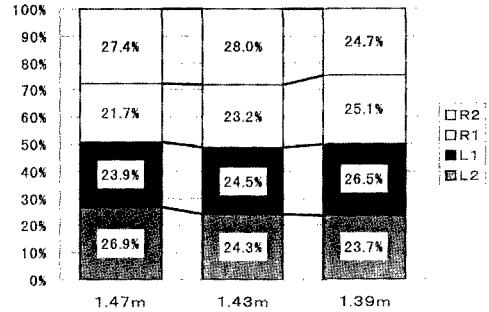


図-4 流量配分比較(1)

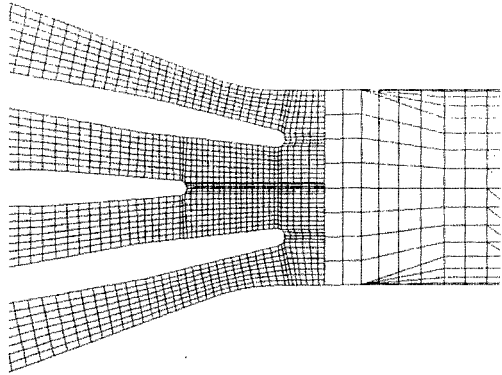
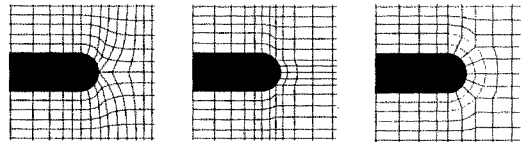


図-5 a部の変更後解析格子



ケース 1 ケース 2 ケース 3

図-6 格子パターン

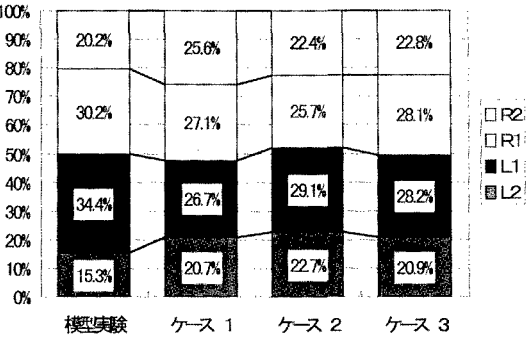


図-7 流量配分比較(2)