

小丸川発電所上部調整池 地下水位観測データを用いた地下水流動形態の把握

九州電力（株） 小丸川発電所建設所 正会員 栗津 善文
 九州電力（株） 小丸川発電所建設所 正会員 大濱 隆司
 九州電力（株） 小丸川発電所建設所 正会員 笹田 俊治
 九州電力（株） 小丸川発電所建設所 正会員 ○内田 昌秀

1 はじめに

小丸川発電所は、九州電力（株）が宮崎県中央部に位置する小丸川に建設中の純揚水式発電所である。このうち、上部調整池はアスファルト全面表面遮水壁型を採用しており、舗設面積 0.3km² 相当の流域面積に対する降雨が完全に遮断されることから、①調整池左右岸背面の涵養源の減少、②遮水壁標高以上に高い地下水が一部分布しているためその背圧による遮水壁の破損が懸念されている。そこで、調整池周辺に存在する湧水地点や溪流及びボーリング孔において継続的な観測を実施し、工事が周辺地域の地下水流動形態や水質に与える影響を監視している。本稿では、観測データのうち地下水位調査、水質調査結果について検討を行い、調整池周辺地域の地下水流動形態の把握を行った結果を述べる。

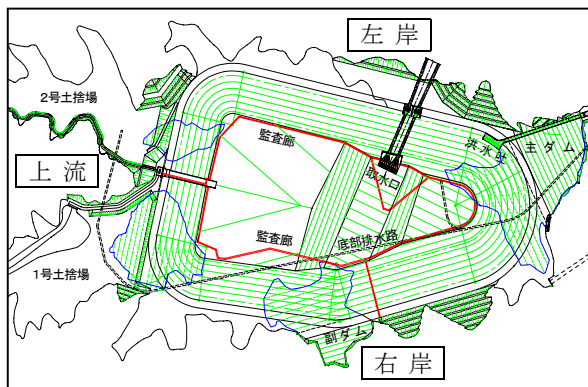


図-1 上部調整池平面図

2 定期観測の概要

地下水位調査は、ボーリング孔 48 箇所において 1 回／時の頻度で地下水位を自動計測しており、水質調査は、湧水点や溪流及びボーリング孔 21 箇所において水温、濁度、pH、導電率及び 10 種類のイオン濃度を 1 回／半期の頻度で調査している。これらの定期観測は調整池築造後も継続して実施するものである。

3 検討内容

3.1 地下水位調査による考察

各ボーリング観測孔の水位（点情報）から、内挿補間法を用いて上部調整池地山全体（面情報）のベース水位コンターを解析的に推定した。

(1) 薄板の曲げの基礎式を用いたベース水位コンターの作成
 ベース水位コンターは、(1) 式に示す薄板の曲げの基礎式を用いて補間を行い作成した。

$$\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \phi}{\partial y^4} = 0 \quad (1)$$



図-2 ベース水位コンター（薄板の曲げの基礎式）

ここで、 ϕ は未知数である。コンター作成では、河川に位置する格子点で地下水位が河川標高を超えない〔地下水位＝河川標高〕という制約条件を課す。内挿補間により得られたベース水位コンター及び水位の勾配から計算により求めた流向を図-2 に示す。左岸への水の供給はダムサイト上流高標高部が主であり、下流の高標高部からの影響は比較的少ないのに対し、右岸への水の供給はダムサイト上下流ともに考えられる。今回は、内挿補間による結果が地表標高を超えないという制約条件を課していないため、現実に即していない領域があるが、ベース水位の勾配を計算することで地下水流動の流向とその大きさを求めることができた。

(2) 逆解析手法を用いたベース水位コンターの作成

ここでは、観測結果を満足するように逆解析によって透水係数を求め、これを基にダルシー則にのっとった

キーワード：地下水流動、ベース水位コンター、イオン濃度

連絡先：宮崎県児湯郡木城町大字椎木 4246 番地、TEL 0983-32-4023、FAX 0983-32-4037

補間を行いベース水位コンターを作成した。補間により得られた地下水位分布図を図-3に示す。この解析結果は、現状のベース水位を良好に再現していることから、鉛直方向に平均化した透水係数を容認する限り、ここで求めた透水係数や境界条件を用いて広域地下水流動モデルによる将来予測は可能であるといえる。

3.2 水質調査による考察

水質調査は、豊水期と渇水期の年2回行っており、水質分析結果のうち採水点の導電率とイオン濃度分布に着目した。

(1) 標高と導電率の相関

図-4は標高と導電率の相関を示している。ここで、導電率が高いほど地下での滞留時間が長い水であることが分かっており、右岸側採水点は標高の低下に伴う導電率の増加が見られるため地下水の流下であり、左岸側採水点は導電率の変化は見られないため表面水の流下と予測される。

(2) イオン濃度分布

図-5はそれぞれ左岸側、右岸側の代表的なイオン濃度分布である。ただし、炭酸水素イオンと全シリカは他のイオンと同スケールで扱うため、10分の1の値を用いている。イオン濃度分布は、調整池両岸で多少異なる傾向を示すものの、山頂部付近を除くすべての採水点で類似した傾向を示している。

(3) 採水点のグループ化による地下水流動状況の予測

イオン濃度分布の傾向から調整池周辺の採水点を表-2の4つに分類し、地山の標高とあわせて評価を行い、地下水流動方向を予測した(図-6)。これから、左岸は上流から水が供給され、右岸は上下流から水が供給されていることが分かる。これは、ベース水位コンターから予測した地下水流動と同様の傾向を示している。

表-2 採水点のグループ分け

分類		備考
左岸側	■	硫酸イオンの濃度が高い
右岸側1	■	カルシウムイオンの濃度が高い
右岸側2	■	右岸側1に比べ、塩化物イオン、全シリカの濃度が高い
山頂部 (高標高部)	■	他地点と傾向が異なる

4 おわりに

今回、地下水位調査により作成したベース水位コンターと水質調査結果から調整池周辺の地下水流動を把握することができた。今後は広域モデルを構築し、現状地下水位の再現及び構築後の変化や傾向をシミュレーションする予定である。

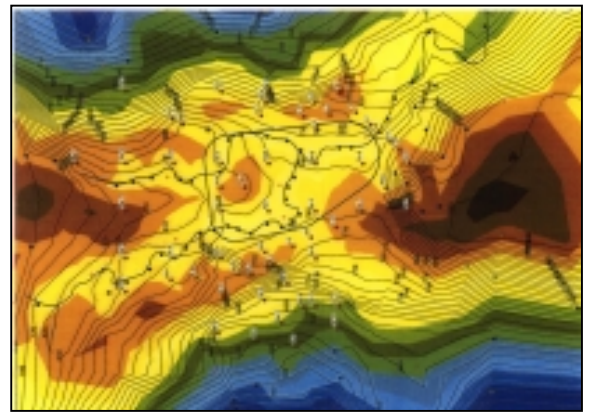


図-3 ベース水位コンター（逆解析法）

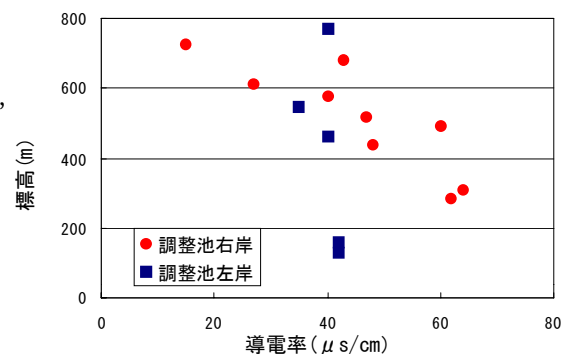


図-4 標高と導電率の相関

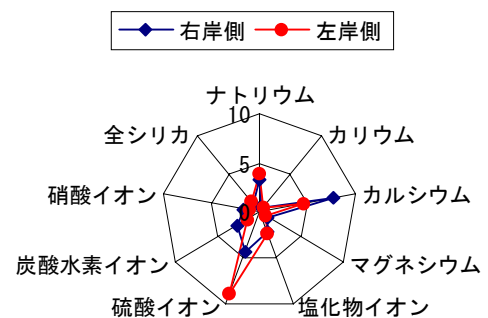


図-5 イオン濃度分布

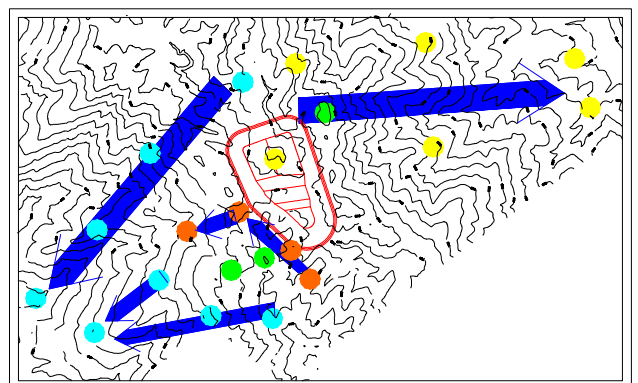


図-6 採水点のグループ分けによる地下水流動予測