

## 地下揚水発電所における発電用水の水温変化予測

(財)電力中央研究所 正会員

伊藤 洋、猪原芳樹

佐藤工業(株) 正会員

歌川紀之、中村英孝、菊田道宣

### 1. はじめに

地下揚水発電とは、下部調整池を山岳域(淡水式地下揚水発電所、上部調整池:ダム湖)または沿岸域(海水式地下揚水発電所、上部調整池:海)の地下に設置する発電方式である。地下揚水発電のメリットは、地下深部に下部調整池を設置するため、地表環境への負荷が少ないこと、平地でも落差を取ることが可能なため、電力の消費地に近い大都市近郊でも設置可能なことである。ここでは、特有の環境影響項目と考えられる用水の温度上昇や下部調整池の空気の温度上昇に着目した。地下揚水発電所では、発電時には、上部調整池から大量の用水が地下の下部調整池へ移動する。下部調整池は深部に設置されているため、周辺岩盤の熱により用水が暖められる。揚水時には暖められた用水が上部調整池に移動する。そのサイクルの結果、用水水温の上昇に起因する周辺環境への影響や、発電時に下部調整池から吸排気坑を通じ、高温かつ多湿な空気が大気に放出されることに起因する、霧や白煙の発生が懸念された。本報告では、発電用水の予測手法の概要、および、典型的な地下揚水発電所における、上部ならびに下部調整池の水温と空気温度、湿度の長期的予測結果について示す。

### 2. 熱収支モデルによる水温予測手法

地下揚水発電所調整池周辺の熱移動の模式図を図-1に示す。ここで提案する水温予測手法では、同図に示した熱移動を考慮し、かつ発電・揚水による調整池間の用水の移動を模擬し、用水水温を長期にわたり予測することを目的とする。ここで用いる熱収支モデルとは、上部調整池、下部調整池、水圧鉄管路および発電プラントからなるプラント部分を各々一個のタンクと考え、それぞれのタンクで単位時間に大気、岩盤など外部から用水に流入出する熱量を計算し、その結果から次の時間における各タンクの水温を決定する手法である。同時に運転サイクルに伴って、各タンクの水容量を変化させている。これらの繰り返し計算により長期的な温度変化を計算する。なお、下部調整池では、空洞内の岩盤とともに空気の熱、水分量も用水の水温へ影響を与えるため、空気の熱収支、水分収支についても考慮する。手法の詳細については文献<sup>1)</sup>に示す。

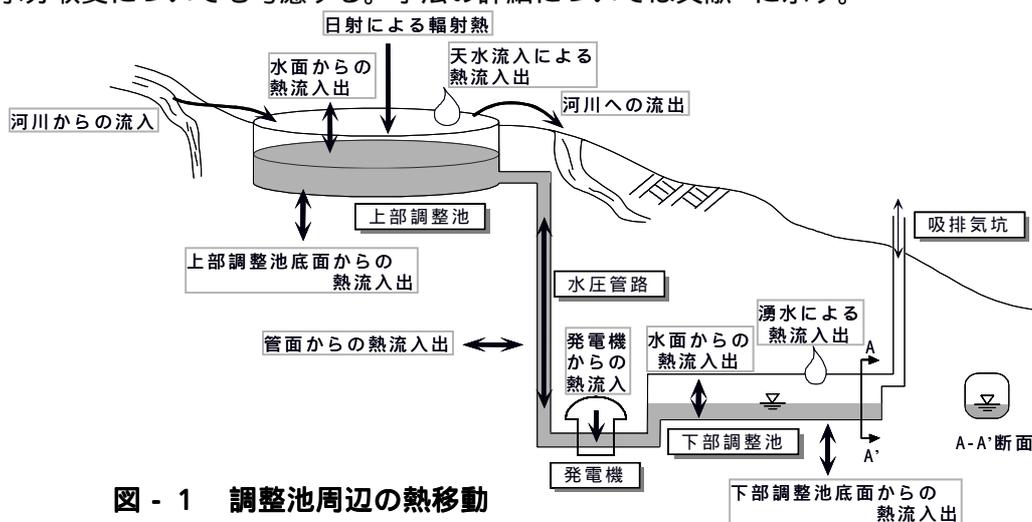


図-1 調整池周辺の熱移動

キーワード：地下揚水発電所、環境影響評価、熱収支モデル、水温、気温

連絡先：〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 Tel(0471)-82-1181 Fax(0471)-82-2243  
 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 佐藤工業(株) Tel(03)-5823-2352 Fax(03)-5823-2358

### 3. 長期水温変動予測計算

検討対象は、既往の文献<sup>2)</sup>に示された発電出力 2000MW（有効落差 800m）規模の淡水型地下揚水発電所とし、図 - 2 のようにモデル化した。立地地点は本州西部山間部を想定し、運転条件は純揚水発電所の運転パターンを参考に設定した。アメダス気象観測に基づく標準年気象データ<sup>3)</sup>を用い、運転開始から 30 年間の計算を実施した。なお、地温勾配は 2 /100m である。建設 30 年後の水温（上部、下部）、気温（観測値）、空気湿度、湿度（下部）の年間経時変化を図 - 3 に示す。計算結果から、運転初期と 30 年経過後の温度を比較した結果、長期的な水温の上昇傾向は認められなかった。上部調整池の用水水温の年間変動に着目すると、冬季は最低で 15 度、夏季は最高で、31.5 度程度となった。冬季は気温に比較すると 10 度程度高く、下部調整池周辺岩盤による保温効果の影響が出ているものと考えられる。下部調整池では、年間変動は上部調整池と同様であるが、週末の運転停止後の温度上昇が見られる。下部調整池の空気温度は 17 度から 44 度程度であり、外気温に比較して高く、また、相対湿度は夏季にはやや低下するものの 70%程度になっており、発電開始時に外気に比較し高温多湿の空気が吸排気坑から排出されるものと推定される。

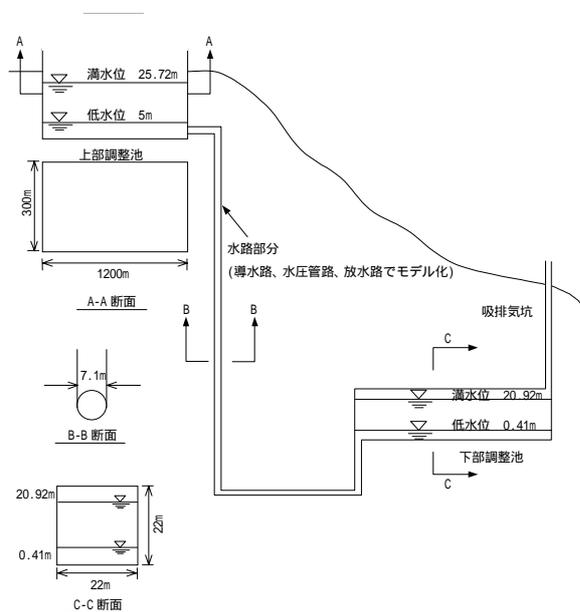


図 - 2 地下揚水発電所のモデル化

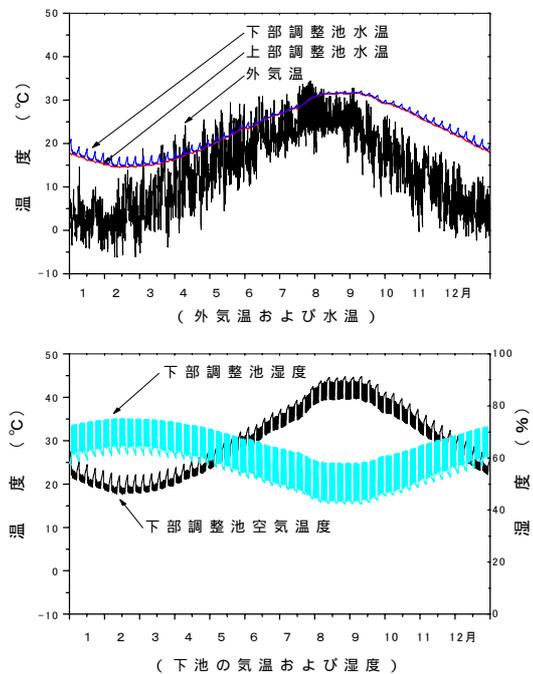


図 - 3 建設 30 年後の計算結果

### 4. まとめ

地下揚水発電所の発電用水の水温予測手法を提案し、淡水式地下揚水発電所の用水水温の予測に適用した。その結果、長期的な水温上昇は生じないことが分かった。ただし、冬季に用水水温がやや高くなることや吸排気坑から高温多湿な空気が排出されることが予測された。今後これらの結果を踏まえ、地下揚水発電所における環境影響評価マニュアルを作成する予定である。本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託により（財）新エネルギー財団（NEF）が実施中の「地下揚水発電所技術調査」の成果の一部をまとめたものである。ご協力いただきました、資源エネルギー庁および NEF の関係各位に感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 伊藤、猪原、中村、歌川：地下揚水発電所調整池における水温予測手法、電力土木（投稿中）。
- 2) 土木学会：地下揚水発電(UPHS)と土木技術その現状と技術課題、平成 8 年。
- 3) 日本建築学会：拡張アメダス気象データ、丸善、2000.01。