

エネルギーコストを考慮した送水ポンプの最適な運転方法の検討

環境計画研究室 三好弘朗

1.はじめに

私たちが毎日使用している水道水は、河川水や湖水などを水源として浄水場、配水池、さらには配水管網を経て届けられる。ここで、浄水場から配水池に水を送る際、ポンプを使用する。ポンプの運転は配水池の貯蔵水量の変化に応じて時間的に変動する。すなわち水道水の需要に応じてポンプを駆動することで、適正な圧力で連続的かつ安定的に水道水を供給することが求められる。一方、適正な圧力を低コストで維持するには、電気料金が安価である夜間にポンプの運転を行うこと、また、ポンプの消耗を防ぐため起動回数を抑えることが求められる。以上のことから、本研究では、圧力、配水池の水位、ポンプの起動回数の制約を考慮したうえで、送水ポンプのエネルギーコストが最小となる運転方法を導く。

2.運転方法の探索方法

ポンプ運転に対する配水池の水位、圧力の経時的な把握については、管網計算が実施可能なプログラムである EPANET を用いることとした。また送水ポンプ運転方法に対する最適化は、最適問題を解くのに有効と言われる GA(Genetic Algorithms)を用いることとした。EPANET と GA を連動させて最適な送水ポンプの運転方法を導く。

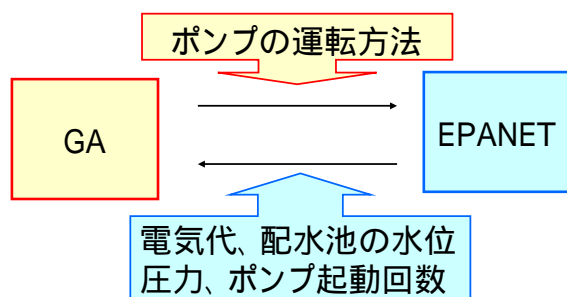


図1 最適な送水ポンプの運転の探索方法

図1に示すようにGAでランダムに運転方法を作成し、その運転方法による管網計算をEPANETで行い、電気代、配水池の水位、圧力、ポンプの起動回数を求める。次にGAでそれらの結果をもとに、適合度の評価、選択、交叉、突然変異を行い、新しい運転方法を作る。この操作を何度も繰り返すことにより、ポンプの最適な運転方法を導く。

3. 事例研究

提案した手法を用いて、広島市の2配水池、312節点、400管路の配水管網を対象とした、3台の送水ポンプの最適な運転方法を導いた。制約条件は、

配水末端の圧力は15m以上とする。配水池の水位は24時間で元の水位に戻るものとする。1日のうちのポンプの起動回数は1台につき2回以下とした。なお、この条件は、水位の差が大きくなるほど、同じ運転方法により毎日運転することが不可能となるという理由によるものである。

GAの選択方法は期待値選択およびエリート保存方式、交叉方法は一点交叉で行った。以上の条件で求めた最適な運転方法の結果を図2、図3に示す。

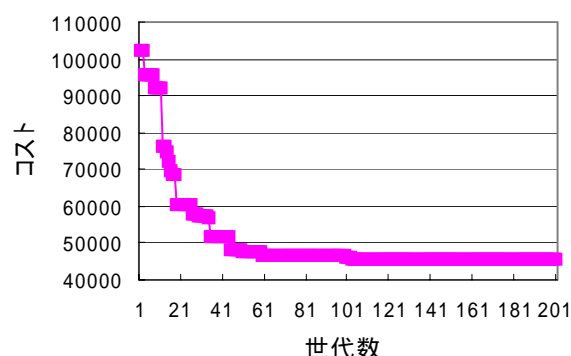


図2 GA結果

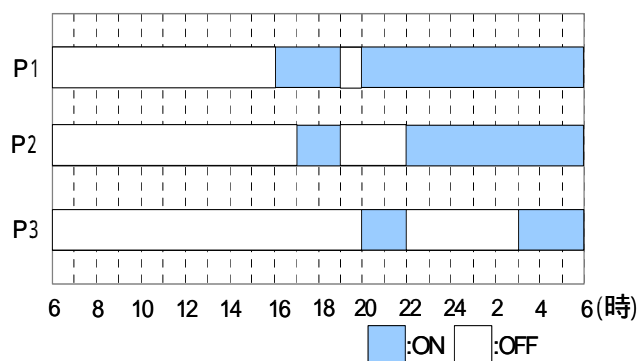


図3 ポンプ3台の最適な運転方法

上記の結果では、圧力は17m、配水池の水位の差は0m、ポンプの起動回数は全台が2回以下、エネルギーコストは45370円となった。この運転方法では、配水池の貯蔵水量がほぼなくなる16時まで運転せず、需要が増加する17時以降に運転している。需要は少ないものの電気料金が安価である夜間に集中的にポンプを稼働しており、経済的な運転方法と考えられる。

4. おわりに

本研究では、送水ポンプの運転コストが最小となる運転方法の探索方法を提案し、事例研究を行い最適な運転方法を導いた。