

K1501-15
0385-9851/15/¥500/論文/JCOPY

〔省エネルギー〕

循環濾過設備と遠隔監視システムについて

(株)ショウエイ 山岸 祐太

1. はじめに

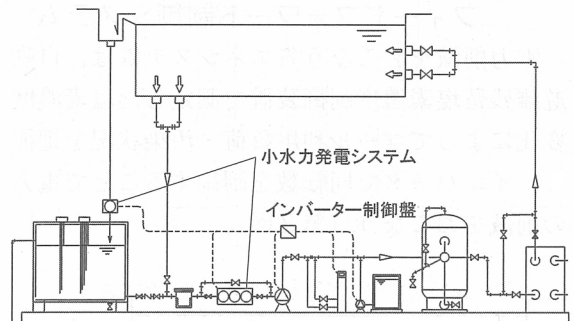
従来、循環濾過装置は、長時間に渉り稼動しなければならず、運営施設は多大な経費を掛けていることが現状である。実際、日中/夜間の使用量変化があるにもかかわらず、循環ポンプは一定運転をおこない、不使用時のエネルギーを捨てている。

本稿では、小水力発電システム・人感センサーによるフィードフォワード制御や自動残留塩素濃度制御装置によるフィードバック制御を取り入れ、施設運営をおこなっていく中で常に状況が変化していく循環水を自動制御による最適化をおこない、省エネ・創エネ効果に結びつくシステムを紹介する。

2. 小水力発電システム

従来の小水力発電装置は、自然落差による水力発電をおこなってきたが、循環経路に着目し、小水力発電装置を経路内に組み込み発電をおこなう。

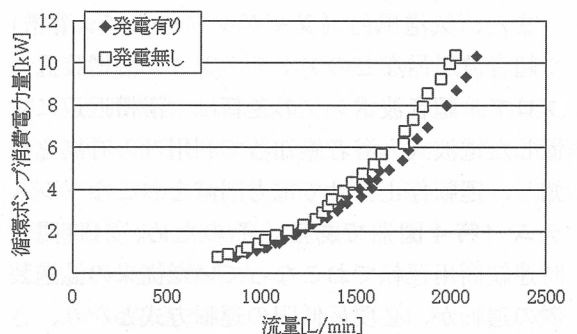
第1図は、循環濾過経路における小水力発電システムを設置したシステムフロー例である。大量の水を均一に濾過するため、プールからのオーバーフロー水と底引き水の2ヶ所から循環配管をとり濾過をおこなう。小水力発電システムは、このオーバーフロー回収経路と底引き経路と合流した経路に設けられる。オーバーフロー経路に設置した小水力発電システムは、循環経路との合流経路に設置したものより発電量は少ない。このことは、循環経路との合流経路の



第1図 小水力発電による創エネシステム例

方が循環流量が多い違いがあるが、オーバーフロー回収経路の設置は、循環ポンプから吐出した濾過後の送水力によって発電をおこなう。これに対しオーバーフロー回収経路と底引きとの合流経路では、送水力と余剰に働く水頭圧を利用することができ、より効率良く発電し、循環濾過による濁質除去に加え、発電による創エネ効果をもたらす。

第2図は、インバーターによる循環流量を変化させ、発電機の有無による循環ポンプの消費



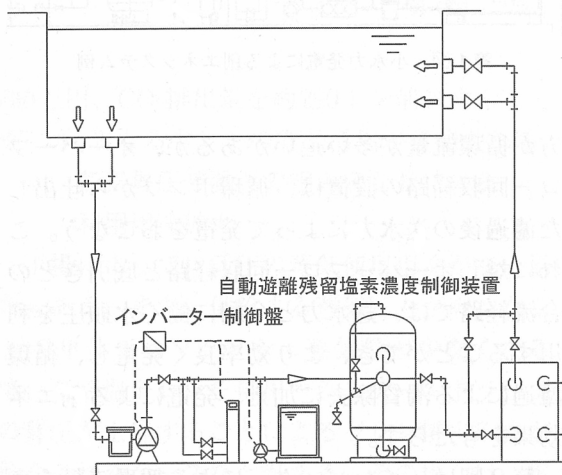
第2図 発電機の有無による循環流量とポンプ消費電力

電力を計測したものである。

図より同等の条件下の流量のもとで比較した場合、発電時の循環ポンプの消費電力が若干低い。これは、発電の有無による水車回転数の違いから生じたものであり、発電の有無による消費電力値がほぼ同等値であることから循環ポンプへ与える負荷がない状態で発電をおこなうことができることを示す。

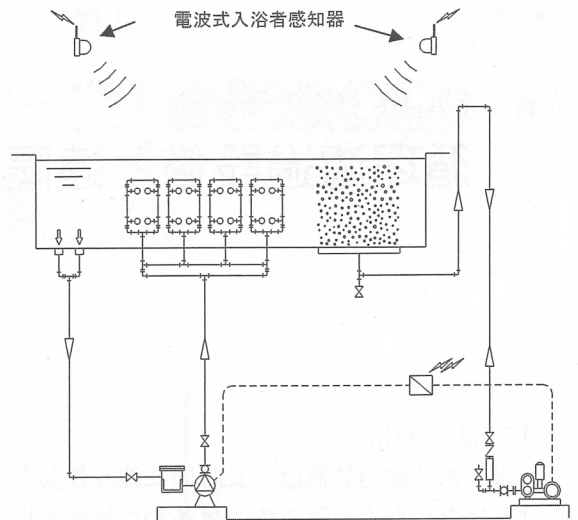
3. フィードバック／ フィードフォワード制御システム

電力削減をおこなう省エネシステムは、自動遊離残留塩素濃度制御装置で測定した塩素濃度変化によってプール利用負荷・汚染状況を把握し、インバータで回転数を制御することで電力の削減をおこなう（第3図）。



第3図 濾過循環ポンプの回転数制御省エネシステム例

また、気泡風呂（ジャグジ・バイブラ浴槽）や超音波風呂などのアトラクション浴槽装置のプロア・超音波ポンプの運転は、浴槽近辺に設置した電波式入浴者感知器で利用者の有無を感知し、運転停止させて電力削減をおこなうシステム（第4図）である。そのため、24時間常時連続商用運転でおこなっていた従来の濾過装置の運転が、必要最低限の運転方式となり、さらにプロアや超音波ポンプの運転は、営業時間



第4図 入浴者感知式ポンプ発停制御省エネシステム例

常時連続運転から必要最低運転方式となることで、総合的に無駄な電力の消費を抑えることが可能となる。そのため、これら制御方法は、従来方式のフィードバック（結果）制御に加え、医療分野で広く活用されているフィードフォワード（予知）制御を組み合わせることで常に状況変化に伴うプールの施設運営における最適化を自動でおこなうため、省エネ効果を担う制御システムとなる。

4. 電力量の削減

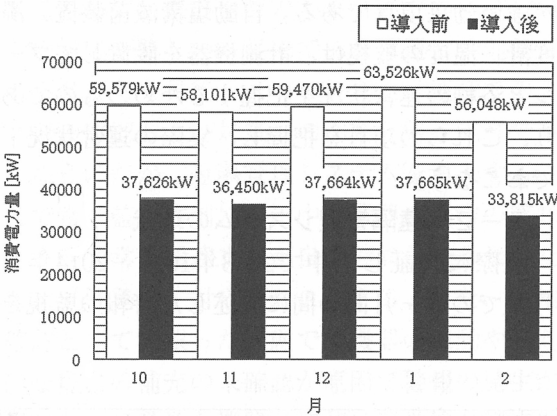
水濾過装置が設置されているスポーツクラブに省エネおよび創エネシステム・各種モニタリング用機器（濁度計、自動遊離残留塩素濃度制御装置）を設置した。プールの運営状況を監視し、消費・削減電力等の把握をした。

このモニタリング用機器のデータ収集をおこない、実際の運用データに基づいた検証をおこなった。

導入した施設の循環濾過関連設備は、25mプール、歩行プール、マッサージプール、白湯、寝湯・ジェット、露天の7系統循環濾過設備（25mプールは、2系統循環濾過設備を設置）に濾過循環ポンプの回転数制御省エネシステムを導入し、25mプールの2系統分の循環濾過設備に

は小水力発電による創エネシステムも合わせて導入した。また、8系統分のジャグジー・パイプ装置は、電波式入浴者感知式ポンプ発停省エネシステムを導入した。

第5図は、施設の循環濾過関連装置の月別消費電力量を表したものである。

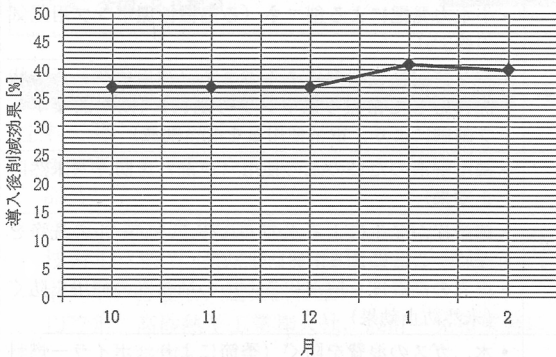


第5図 循環濾過関連装置月別消費電力量

電力量の測定は、各系統のポンプに設置されている電力量計にて導入前後で測定し、総電力量を比較した。その結果、導入後の消費電力量は、下がり大幅な電力削減が得られている。

この得られた結果から式(1)により導入後の削減効果を算出し、表したものを第6図に示す。

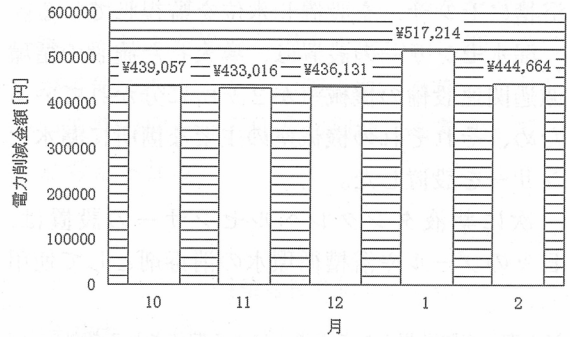
$$\text{導入後削減効果[\%]} = \left(1 - \frac{\text{省エネ・創エネ機器導入後 消費電力}}{\text{省エネ・創エネ機器導入前 消費電力}} \right) \times 100 \dots(1)$$



第6図 循環濾過関連装置月別電力削減効果

その結果、月々の削減電力量は、導入前の電力量に比べ約40%の電力削減効果が得られている。

第7図は、同施設の電力削減量を金額として算出し、削減金額として月別に表したものである。施設の電気料金は1kWh=20円であるため、これに習い算出する。



第7図 循環濾過関連装置月別電力削減金額

図より導入後の電力削減金額は、平均45万円/月の削減結果が得られた。

5. 遠隔監視システム

オープンネットワークを介し、施設側と機器メーカーとの間に情報の共有化をおこなうことで、濾過装置の状況確認が可能となり、さらに遠隔操作をおこなうことで様々な施設サポートをすることができる。本稿では、実際に遠隔監視による施設サポートをおこなって行く中で早期対応における運営状況の検証をおこなった。

5-1 遠隔監視システムの実証方法

循環濾過装置が設置されているスポーツクラブに省エネおよび創エネシステム・各種モニタリング用機器（濁度計、圧力計、薬剤水位計、漏水検知計等）を設置した。プールの運営状況を遠隔監視し、消費・削減電力等の把握、異常事態が発生した場合に通報可能なネットワークシステムを構築した。

この遠隔監視ネットワークにより、モニタリング用機器のデータ収集をおこない、実際の運

用データに基づいた検証をおこなった。

第1表は、導入した施設の遠隔監視システムの運営に期待される効果をまとめたものである。

表内の項目について圧力センサーの設置に関しては、循環濾過配管管路に接点式圧力計を設置し、設定圧力に達した場合、機器による警報および停止をおこなうものである。また、水位監視については、水圧式水位センサーを用いて浴槽にセンサーを設置し水位を監視している。

漏水センサーの設置は、導入した施設の循環濾過関連設備の機械室が2ヶ所に分かれているため、それぞれの機械室の主要な箇所へ漏水センサーを設置した。

次に薬液タンクレベルセンサーの設置は、日々のプールや浴槽循環水の消毒剤として使用

する次亜塩素酸の薬液量の把握をする。また、薬液不足による感染症の防止をおこなうため、薬液貯蔵タンクに薬液専用の水位計を設置したものである。

小水力発電システムおよびポンプ制御システムの監視は、創エネ・省エネ機器の発電電力と削減電力を監視しているため、見える化の要素が強い効果項目である。自動塩素滅菌装置、濁度計、温度の監視は、計測機器を設置してプールと浴槽の運営状況を把握するためのものであり、これらの項目を把握し、実際の運営状況下でおこなう。

5-2 遠隔管理システムの現状

実際に実証した中で2013年10月～2014年2月までの5ヶ月間の間に先述した警報の監視を

第1表 遠隔監視システム導入による期待される効果

項目	期待される効果	環境負荷低減効果
圧力センサー設置	<ul style="list-style-type: none"> 配管等の破損防止及び破損による周囲の水濡れの未然防止 人為ミスによる圧力の異常を防ぐ ポンプ能力劣化の把握により、オーバーホールが可能 日常点検の中での圧力監視が不要になる 	<ul style="list-style-type: none"> 配管修繕箇所の減少による修繕部品の削減 水漏れによる機器、床材、建造物等への被害防止 オーバーホールによるポンプの延命化 人員の削減
水位監視	<ul style="list-style-type: none"> プールへの水の入れ過ぎ、供給弁の閉め忘れを防ぐ 漏水の未然防止 	<ul style="list-style-type: none"> 水、ガスの浪費を防ぐ 水漏れによる機器、床材、建造物等への被害防止
漏水センサー設置	<ul style="list-style-type: none"> 漏水の未然防止 日常点検での機械室異常、漏れのチェックが不要となる 	<ul style="list-style-type: none"> 水漏れによる機器、床材、建造物等への被害防止 人員の削減
ポンプサーマル監視	<ul style="list-style-type: none"> ポンプの負荷による故障の防止 ポンプ能力劣化の把握により、オーバーホールが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプの延命化
薬液タンクレベルセンサー設置	<ul style="list-style-type: none"> 薬液不足による感染症（レジオネラ属菌）の防止 	<ul style="list-style-type: none"> 感染症が発生による水の入替え、プールの洗浄をなくすことによる未然防止効果
小水力発電システム監視	<ul style="list-style-type: none"> 小水力発電による創エネ 	<ul style="list-style-type: none"> 小水力発電による創エネ（ろ過機循環ポンプ用電気の約3%）
ポンプ制御システム監視	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ制御システムによる省エネ（利用負荷、汚染状況に応じた循環ろ過ポンプの制御） 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ回転数制御による省エネ（利用負荷、汚染状況に応じた循環ろ過ポンプの制御）（効率的なポンプ制御により、電気使用量を40%削減）
濁度計設置	<ul style="list-style-type: none"> 過度の濁りを未然に防ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> 濁度解消のための水の使用（逆洗）を防ぐ（未然防止効果）
自動塩素滅菌装置監視	<ul style="list-style-type: none"> 薬液不足による感染症（レジオネラ菌）の防止 塩素が高濃度（低濃度）になるのを防ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> 感染症が発生による水の入替え、プールの洗浄をなくすことによる未然防止効果 塩素の高濃度を解消するための補給水の使用を防ぐ（未然防止効果）
温度監視	<ul style="list-style-type: none"> 温度が高く（低く）なるのを防ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> 水、ガスの浪費を防ぐ（季節により、ボイラー燃料使用量は変動）

おこなった結果、18回の警報が確認され、以下に確認された警報についてまとめる。

警報の要因として考えられるものは、主に機器不具合と点検確認に起因するものであった。

機器不具合については、塩素注入ポンプ、濾過機の自動制御をおこなうためのタイマー、水位センサーの故障による不具合が認められた。

これらは、機器自身の不具合のため、施設側での対応が難しい。従来であれば運営管理側での不具合の発見後、メーカーまたは運営での不具合の確認および対策への作業という流れでおこなうのだが、遠隔管理システムを導入することで常に監視体制にある中で機器の異常の感知および異常の通達までが自動でおこなわれるため、早期発見・対応がおこなえる。また、点検確認として、誤った状態での機器の稼動や定期的な塩素の補充の未確認が原因で警報の発生が生じた。日常的な機器の確認は運営施設側で確

認をおこなうのだが、機器導入をおこない、2重で点検をおこなうことができ、より安全な運営管理が見込まれる。

6. おわりに

遠隔監視システムによる施設側と機器メーカー側で情報を共有化し、省エネによる見える化や運営管理をおこなっていく中で異常時の早期対応が可能となる。従って、万一漏水や薬剤等の事故が起きた場合、損害を最小限に抑えることが可能であることが示唆され、また、これに伴い浪費の抑止や人件費の削減にも繋がっていくと考えられる。

【筆者紹介】

山岸祐太

(株)ショウエイ 開発課