

循環濾過設備における 創エネ技術と遠隔監視システム

株式会社 ショウエイ 山岸 祐太

1. はじめに

火力発電所の燃料節減に対する意識の高まり、発電電力の固定価格買取取り制度の開始による電力料金の上昇に伴い、太陽光・風力・水力等の再生可能エネルギーに関心が集まっている。

プールの循環濾過装置は、長時間に渉り稼働しなければならず、運営施設は多大な経費を掛けている。そのため、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従来の濾過設備に比べ、省エネ効果を得ることができる。これら制御方法は、自動制御の中で常に状況が変化していく循環水を制御していく方法で施設運営の最適化を自動でおこなうため、省エネ効果を担う制御である。しかし、実際に人が携わり、定期的な点検をおこなわなければ効果的な省エネを継続することはできない。

そこで、遠隔監視による「見える化」をおこなうことで実際に稼働している状況から運転の正誤の判断が付き、容易に連絡できる手段があれば機械室での事故の発生も事前に防ぐトータルサポートをおこなうことができる。本目的は、遠隔管理・制御技術を組み合わせたシステムに加え、電力削減をおこなう省エネ技術が導入されている一方で、循環濾過水に着目し配管経路内に小水力発電をおこなう創エネ技術について合わせて紹介する。

2. 小水力発電装置

濾過装置は、プール水を衛生的に維持するために必要であり、濾過装置とプールの間をポンプによって水が循環することで継続的に加わる濁質を除去することができる。プール用濾過装置は、大量のプール水を循環濾過するため、長期間に渉る稼働をおこなっているのが現状である。そこで、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。図1は、自然落差と循環経路にて発電をおこなった結果を比較したもの

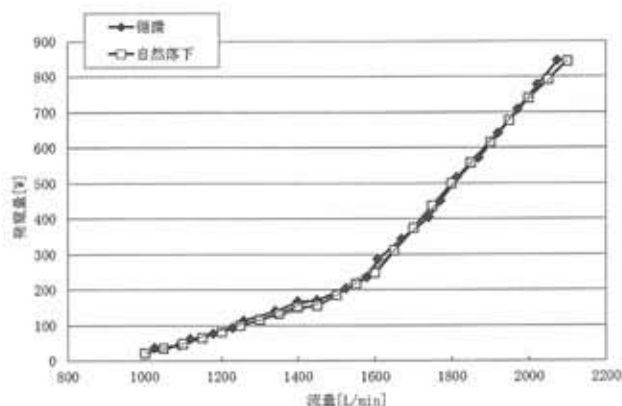


図1 流量変化における自然落差と循環経路の発電量

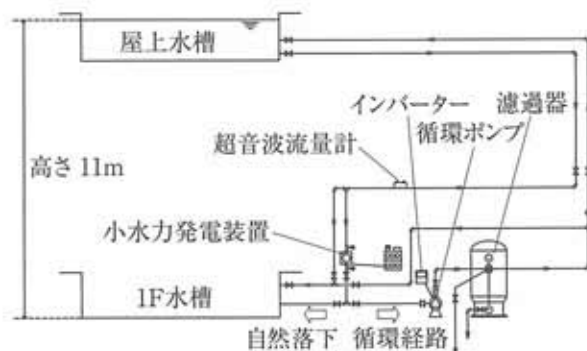


図2 システムフロー

である。この実験システムフローを図2に示す。

図2より水力発電装置の設置は、定位置におき、バルブの切り替えによって自然落差と循環経路の配管を切り分けた。

図1より同等の流量による水力発電量は、自然落差および循環経路ともにほぼ同等の値が得られている。

2.1 循環経路による小水力発電

水を循環するポンプの送水原理は、ポンプ内の羽根車を回転させ、その生じた遠心力によって外周の圧力は上がり、中心部の圧力は下がるため、中心部はほとんど真空に近い状態となる。そのため、ポンプは大気圧より低い気圧下にあるため、大気圧に押された水がポンプ内に送水される。このように、ポンプは羽根車の回転運動で真空に近い状態と遠心力を生み出し、吸込運動と吐出運動の2つを同時にお

こなう。従って、水槽からポンプへの送水の仕組みは、大気圧と水頭圧に押された水が大気圧より低い負圧の状態のポンプへ送水される。この時、大気圧と水頭圧の和がポンプの要求吸込圧より低い場合、余剰な水頭圧が得られないため、効果的な水力発電がされない。

一方、例えば5階にプールが設置され1階に濾過循環用のポンプが設置されている場合、十分に落差がありポンプ吸込圧よりポンプにかかる水頭圧が高いため、余剰の水頭圧が得られ効果的な水力発電をおこなう。従って、この余剰な水頭圧は落差によるエネルギーとして生じ、発電電力としてポンプの吸込み負圧にならない程度まで回収が可能となる。

図3は、インバーターによる循環流量を変化させ、図内水車の発電機の有無による循環ポンプの消費電力を計測したものである。

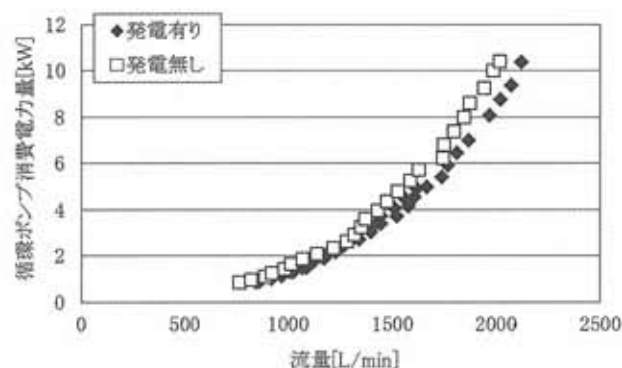


図3 発電機の有無による循環流量とポンプ消費電力

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消費電力は、若干低く、発電していることで循環ポンプへの負荷は確認されない。また、発電時の循環ポンプの消費電力が低い。これは、発電の有無による水車回転数の違いからによるものである。

図4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箇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。

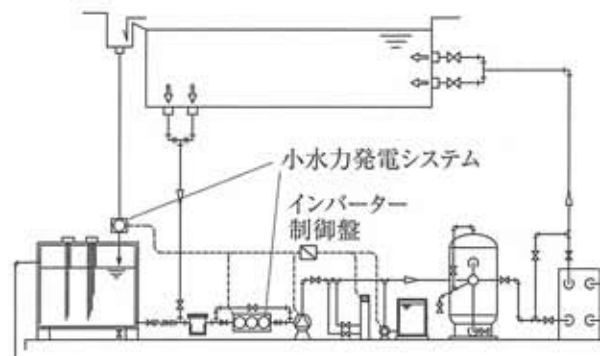


図4 小水力発電による創エネシステム例

3. 循環濾過設備の管理

良質な水質の維持と管理は日常的な点検をおこなうことで効果的な結果へと繋がっていく。例えば、プールや浴槽の運営をしていく中で必ず人毛や糸くず等が紛れてくるが、これらの混入物を探るヘアークッチは定期的に清掃しなければヘアークッチ内に混入物が留まり、良質な水質が維持できない。従って、循環濾過装置を稼働することは、定期的な点検と清掃そして部品交換が必要となるが、この管理をおこなうのが施設スタッフである場合、施設の運営とあわせておこなうため、手が回らないのが現状である。

そこで、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事で、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。本項目では、実際に遠隔監視による施設サポートをおこなっていく中で早期対応における運営状況の検証をおこなった。

3.1 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(図5)。

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

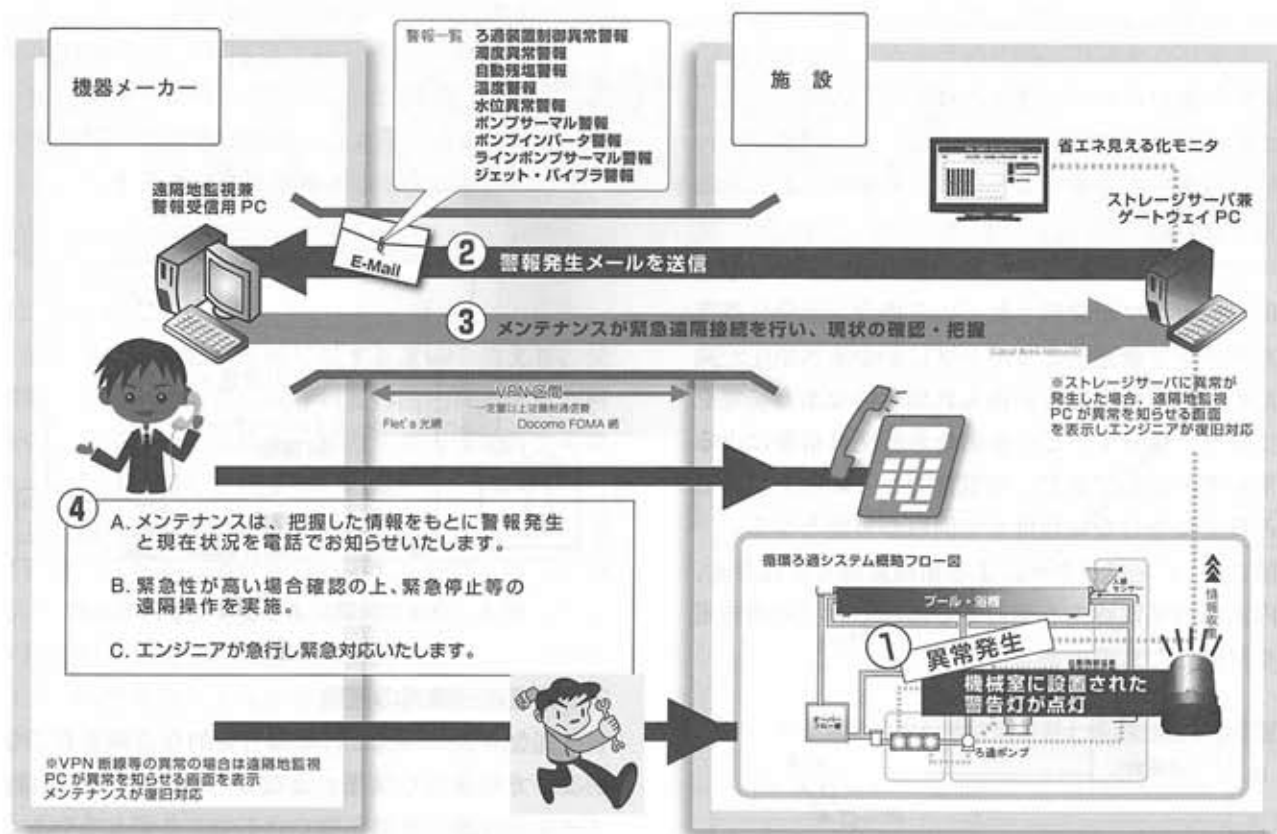


図5 遠隔監視ネットワークシステム

に基づいた検証をおこなった。

3.2 見える化と遠隔監視システム

見える化は、伝えたい情報をパネルモニターへ表示することで多数の人々へ広く伝えることができる。特に省エネ・創エネシステムの説明や削減した電力値を表示し、より身近に感じ親しみを持つことで自然エネルギーの大切さや環境に対する意識を向上することを目的としている。

見える化は、環境に配慮した認識を得るために役に立つ一方で、遠隔監視システムは、日々の運営をおこなう中で状況を監視する。この運営状況下の監視は、非常に重要な要素で異常事態が発生した場合、直ちにこの状況を発信する。従って、異常事態が続いた場合、使用している水・電気・薬剤等の浪費することと直結する。

3.3 遠隔監視システム

表1は、導入したスポーツクラブ施設の遠隔管理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箇所に分かれているため、それぞれの機械室の主要な箇所に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(図6, 図7)でおこなう。

次に検証をおこなった施設の運営体制を下記に示

表1 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(レジオネラ菌)の防止 	<ul style="list-style-type: none"> 感染症が発生による水の入れ替え、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れ替え、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)

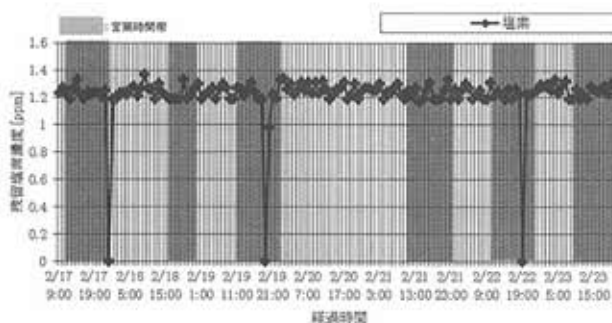


図6 施設運営状況による塩素濃度変化

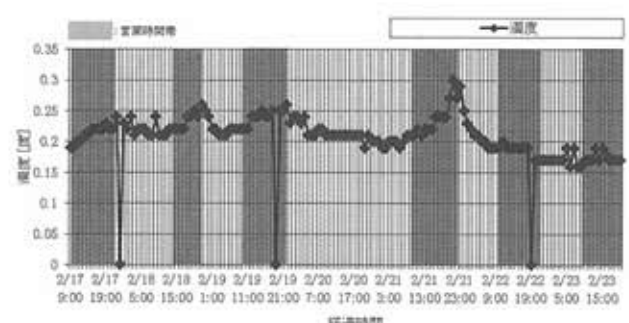


図7 施設運営状況による濁度変化

す。

営業時間：平日 10:00~23:00
 土曜日 10:00~22:00
 日・祝 10:00~20:00
 休館日 木曜日、年末年始、夏季休暇、
 施設点検

濾過関連設備の点検は、営業開始1時間前と営業終了時間の1日2回おこない、機械が正常に動いて

いるか否かの確認および次亜塩素酸の補充確認をおこなっている。実際に遠隔管理システムが発生した場合、濾過機メーカーの遠隔管理システムの専用モニタ(図8)に警報発生のお知らせとメールが届き、図9に警報が発生した場合の対応を示す。

警報発生のお知らせとメールは、濾過機メーカー担当者4名、スポーツクラブ担当者1名に警報の発生を知らせるメールが届く。この際のメールの内容



図8 遠隔監視システムモニタリング

は警報の番号が記されており、この警報は細分化されており、各システムの濾過機システムのどの部分の警報が発報しているのかが分かる。スポーツクラブ担当者と支配人および濾過機メーカーは連絡を取り合い、現状把握から電話応対か現場対応をおこなう。警報が解除されると遠隔監視システムのモニタの警報は解除され、再度担当者に解除した内容のメールが送信され、正常に戻ったことを確認することができる。

この警報の種類は91項目あり、圧力・濁度・温度・塩素・インバータ・水位・濾過システム・人感センサー・補給水の警報を各システムの濾過システムごとに監視をおこなっている。

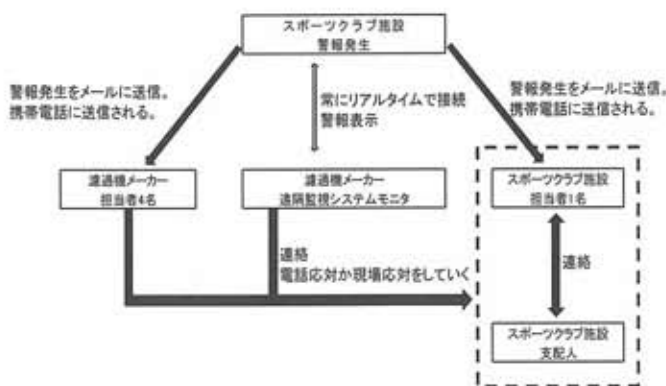


図9 遠隔監視システム警報対応手順

4. 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91項目の警報の監視をおこなった結果、18回の警報が確認されたが、緊急対応時、遠隔操作による強制停止の機能は使用していない。以下に確認された警報についてまとめる。

今回確認された警報の要因としては、機器不具合および点検確認に関するものであった。

まず、第1に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、運営側での対応が難しい。従来であれば運営管理側の不具合の発見をおこない、メーカーまたは運営での不具合の確認および対応策の考慮をして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。第2に点検確認として、誤った状態での機器の稼働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。

5. おわりに

遠隔監視システムによる運営側と機器メーカー側で情報を共有化することで、創エネによる見える化および運営管理をおこなっていき、異常事態時の早期対応が可能となる。従って、漏水や薬剤等の事故が起きた場合、最小限に抑えることが示唆され、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。今後は、施設スタッフが無理なくより良い施設効果の維持に取り組める環境作りが必要となってくる。