



〔1. スポーツ施設の先進技術〕

プール濾過設備の省エネシステム

山岸 祐太

YUTA YAMAGISHI

(株)ショウエイ 開発部 課長代理

はじめに

発電電力の固定価格買い取り制度開始による電力料金の上昇などに伴い、電力需要家に近接した場所における太陽光・風力・水力等の再生可能エネルギー発電に関心が集まっている。従来のプールの水循環経路では、日中／夜間の使用量変化があるにもかかわらず、水槽への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現状がある。そのため、使用量変化に順応した循環ポンプの運転を制御することで電力削減をする省エネシステムと循環経路に水車を組込んだ小水力発電をおこなう創エネシステムを紹介する。

1. システムの紹介

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(図-1)。

このインバータ回転数制御は、薬液注入ポンプの運転時間すなわち次亜塩素酸の注入時間によって管理し、塩素や濁度等の水質汚染状況を把握し、制御をおこなうフィードバック制御をおこなうことができる。また、人感センサーを利用した水質汚染状況の予知をおこない、フィードフォワード制御にもとづく管理をすることが可能である。

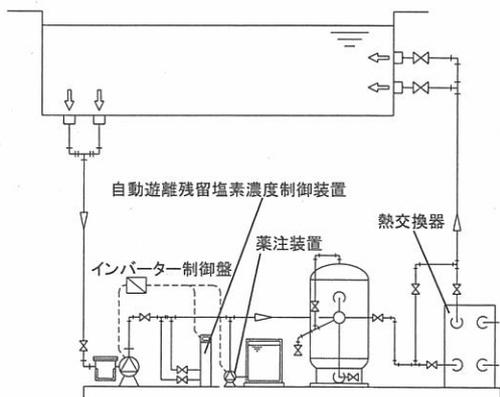


図-1 濾過循環ポンプの回転数制御省エネシステム例

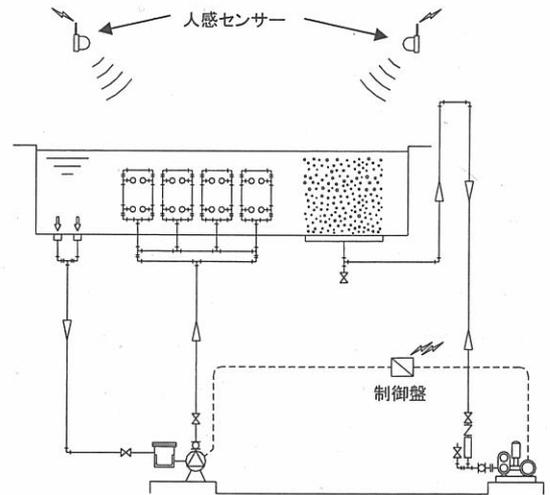
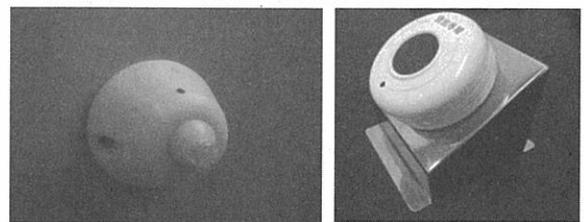


図-2 入浴者感知式ポンプ発停制御省エネシステム例



人感センサー (有線型)

押釦式スイッチ

写真-1 人感センサー

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人感センサー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(図-2)である。

写真-1に示す人感センサーは、有線型と無線型のものがあり、また、押釦スイッチを押すことで運転することが可能で用途によって使い分けができる。

したがって、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

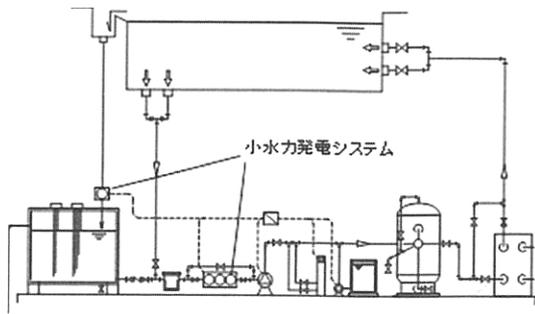


図-3 小水力発電による創エネシステム例

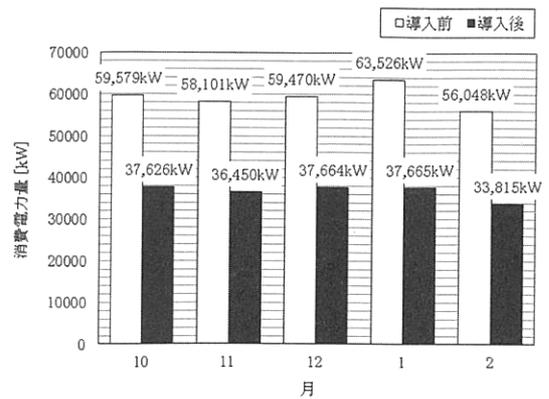


図-4 循環濾過関連装置 月別消費電力量

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。

また、プール施設の水循環施設内の循環配管内に小水力発電装置を設け、循環ポンプに十分な水頭圧がある場合、この水頭圧を落差によるエネルギーとして発電電力に変えポンプの吸込負圧にならない程度まで回収することができる創エネシステムもおこなうことができる (図-3)。

2. 実証効果

本項では、これらの機器の電力削減をおこなう省エネ技術と小水力発電をおこなう創エネ技術について実際の運用データに基づいた環境負荷低減効果について実証し、循環濾過における適応性について合わせて紹介する。

(1) 実証方法

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) を設置することで、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して、実際の運用データに基づいた検証をおこなった。

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・バイブラ装置は、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。

(2) 電力量の削減

図-4は、施設の循環濾過関連装置の月別電力量を表したものである。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。

導入後削減効果 [%] =

$$\left(1 - \frac{\text{省エネ・創エネ機器導入後 消費電力}}{\text{省エネ・創エネ機器導入前 消費電力}}\right) \times 100 \dots (1)$$

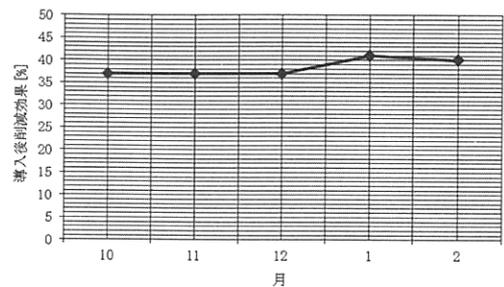


図-5 循環濾過関連装置 月別電力削減効果

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、表したものを図-5に示す。

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。

図-6および図-7は、この電力削減を省エネシステムと創エネシステムに大別して表したものである。

図より、省エネシステムによる電力削減は平均22,000kW/月に対し、創エネシステムによる電力削減は平均80kW/月となり、電力削減の大部分は省エネシステムによる働きが強いことが分かる。

図-8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、これに習い算出し、導入後の電力削減金額は、平均45万円/月であった。

得られた知見から年間別の結果として算出したものを図-9に示す。図より省エネ・創エネ機器導入前後の消費電力を比較したものであるが、機器導入後、年間あたり273,000kW/年の電力削減をおこない、10年間での削減結果は2,730,000kWに上る結果が得られた。したがって、これらの機器を導入することで大幅に電力量を削減し環境負荷低減効果に寄与することが分かった。

(3) 電力削減時の適応性

大幅な電力量の削減は、良質な水質の維持をおこなう

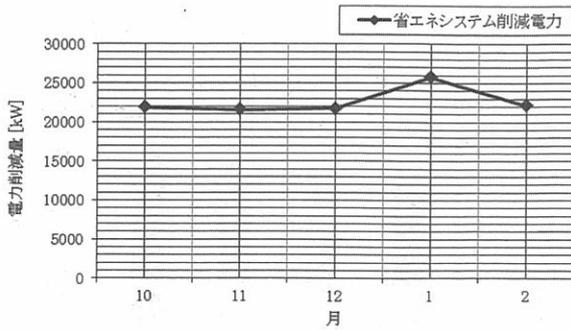


図-6 省エネシステムによる月別電力削減量

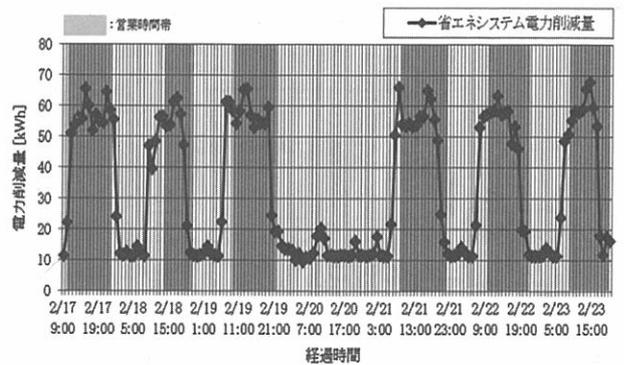


図-10 省エネシステム電力削減量の推移

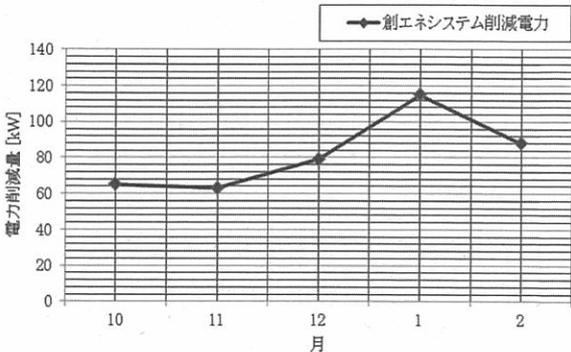


図-7 創エネシステムによる月別電力削減量

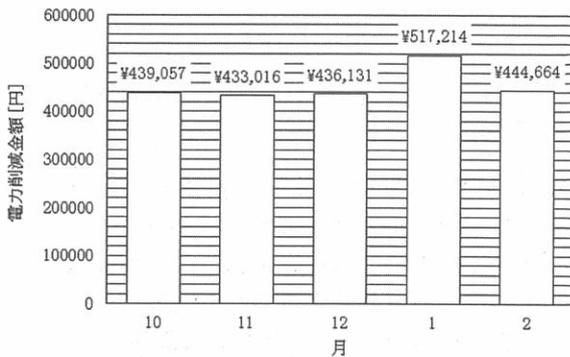


図-8 循環濾過関連装置月別電力削減金額

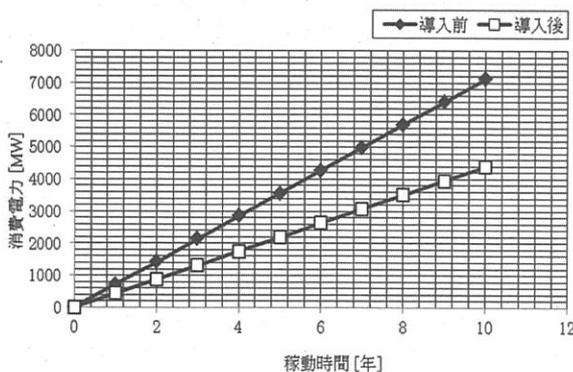


図-9 導入前後の消費電力量

中で達成されるものである。同施設では人感センサーによるフィードフォワード制御（あらかじめ起きる現象を予測し、事前に対応する制御方法）や自動遊離残留塩素濃度制御装置によるフィードバック制御（生じた現象を目標値と比較し、それを一致させようとする制御方

法）を濾過装置に取り入れている。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プールおよび浴槽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、省エネ効果を担っている制御である。

図-10は、2014年2月17日（月）9時～2014年2月23日（日）20時までの省エネシステム電力削減量の推移を示したものである。この電力削減量は、7台の濾過システムの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をフィードバックし、インバータの回転数制御をおこない得られたものである。したがって、利用者がいる営業時間帯では塩素濃度変化による定期的な次亜塩素酸の注入が成され、電力削減量は低いと予測できる。しかし、実際には営業時間帯（図-10内 営業時間より）では、電力削減量は高く、営業時間外では低い結果が得られており、予測と逆の結果が得られている。このことは、もう一方の電力削減制御の影響が大きく反映されていると考えられる。

もう一方の電力削減制御として気泡風呂（ジャグジ・パイプラ浴槽）アトラクション装置の運転制御は、浴槽近辺に設置した人感センサーで利用者の有無を感知し、運転停止させるフィードフォワード制御によって電力削減をおこなうもので、同施設では8台導入している。従来の運転制御では営業時間中は運転をおこなっているため、利用者がいない時間帯でも運転時の電力は消費される。これに対し利用者の有無を感知し、ポンプの発停をおこなうため、利用者がいる営業時間帯に大きな電力の削減を生み、今回の得られた結果と一致する。

また、2月19日（水）23時～2月21日（金）9時の間は施設の定休日であり、利用者がいないため、電力変化が生じていない。

したがって、濾過装置システムの塩素濃度変化によるインバータ回転数制御と気泡風呂アトラクション装置の電波式入浴者感知器による運転制御は、電力削減に寄与しており、気泡風呂アトラクション装置の入浴者感知によるポンプの発停が最も電力削減に貢献している結果が得られている。

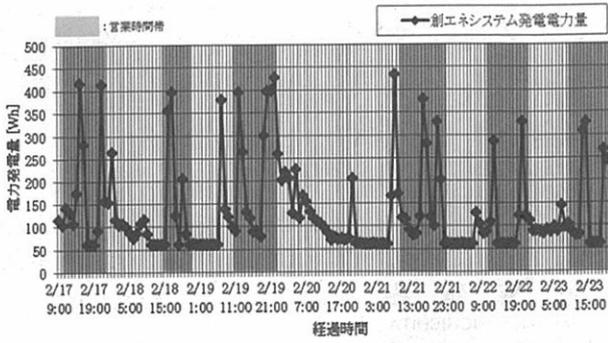


図-11 創エネシステム電力削減量の推移

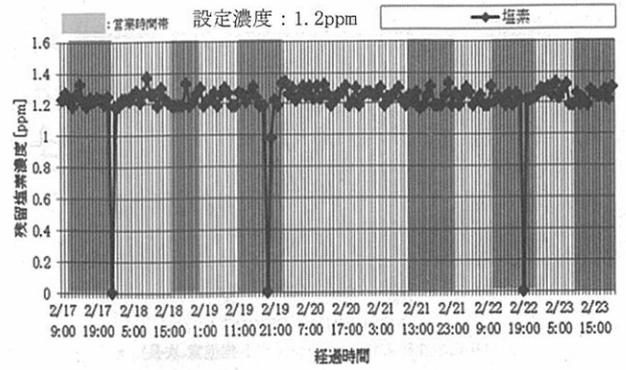


図-13 施設運営状況による塩素濃度変化

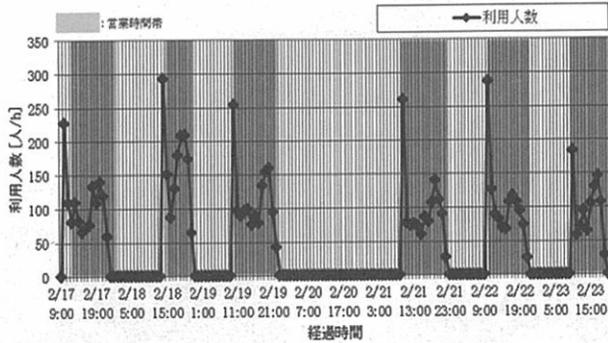


図-12 施設運営状況による利用人数

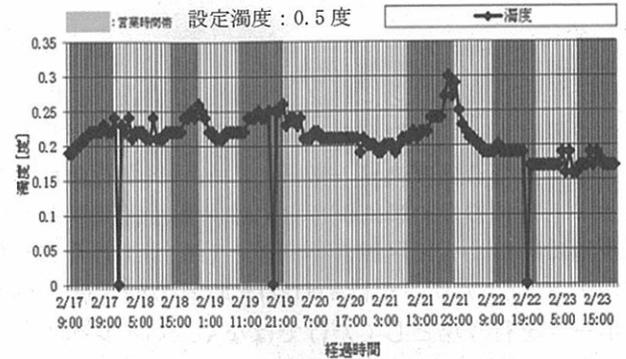


図-14 施設運営状況による濁度変化

図-11は図-10同様、施設運営状況による発電電力量である。発電電力のピークは、営業時間帯に生じ、常に発電電力値に変化がある一方で、定休日である2月19日(水)23時～2月21日(金)9時の間は省エネシステムの電力削減量と同様変化が生じていないことが分かる。したがって、これらの結果から運営状況変化による適用性を確認することができる。

図-12は、施設運営下における時間別利用人数を示す。1日の利用人数は、平均1,200人/日で最も利用人数が多い時間帯は営業開始時の10時頃で平均250人/h利用し、1日の平均利用人数の20%に値する。営業時間帯の利用人数は、時間帯によって変化はするが、常に利用者があり、入浴者の塩素消費による濃度低下および汚濁物の混入による濁度の上昇が見込まれる。

図-13、図-14は25mプールの施設運営状況による塩素濃度と濁度の変化である。他の系統の塩素濃度および濁度のデータ収集もおこなっているが、本項目では省略し25mプール系統のみの表記とする。

図より塩素濃度および濁度で共にみられる現象だが、一時的に0と計測されている時間帯がある。これは、濾過装置が濾過タンク内に蓄積した汚濁物質を洗浄する逆洗という工程が働いており、この間は自動残留塩素濃度制御装置および濁度装置ともに自身が動いていないため、

このような状況が生じる。また、これ以外の塩素濃度は、設定濃度である1.2ppm前後の濃度推移し、濁度は、0.22度前後を推移しており、どちらも利用人数による急激な塩素濃度の低下および濁度の上昇がみられない。このことは、濾過装置システムの塩素濃度変化によるインバータ回転数制御の導入により入浴者による塩素濃度の低下および濁度上昇による水質悪化を未然に防ぎ、電力の削減をおこなっているため、運営施設の最適化を自動でおこなっている。

おわりに

プール施設の省エネ・創エネシステムの電力削減について記述し、実際の運用データをもとに掘り下げて分析することで良質な水質を維持しつつ電力削減をすることが見い出せた。

施設運営にとって日々の設備稼働は、多大な費用が掛けられており、今回紹介した省エネ・創エネシステムを導入することで大幅な電力削減が可能となり、環境負荷低減効果ももたらす。

(平成26年6月27日 原稿受理)

