

スマートサイトシステム の現場での具体的適用事例

鈴木 正憲¹

¹正会員 清水建設株式会社 土木技術本部技術開発部（〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1）
E-mail:m-nakano@shimz.co.jp

近年、地球温暖化対策のためのCO₂削減の取り組みの中で、環境負荷低減のための省エネ対策や節電活動が行われている。また、建設現場では大型の機械設備や多くの電気設備が使用されており、建設現場におけるCO₂削減、省エネ、節電対策は重要な取り組みの一つとなっている。このような中、情報化施工を環境負荷低減対策の手段として用い、現場の各設備の電力使用状況および省エネをリアルタイムに監視（見える化）するとともに、各種の省エネ・創エネ技術を総合的に一元管理し、定量的な管理を実現する「スマートサイトシステム」を開発し、実用化した。本技術は、現場内の電力の使用状況を各設備に設置したセンサーにより収集し、定量的に把握できる技術の構築とともに各種省エネ技術や創エネ技術を導入し、現場内の省エネ、CO₂削減を推進する。

Key Words : CO₂ reduction, Save electricity, Quantitative evaluation, Energy-saving technology

1. はじめに

東日本大震災以降、原子力発電所の停止に伴い国内の電力不足が懸念され、大口需要家を対象にした電力使用制限令や地域毎の計画停電などが実施された。また、震災以前から地球温暖化対策のためのCO₂削減に対する様々な取り組みも実施されている中、環境にやさしい新エネルギーとして、太陽光発電や風力発電、水力発電、

地熱発電などの再生可能エネルギー活用の方向性が示されつつある。このような中、大型の機械設備や多くの電気設備が使用され大量のエネルギーが消費される建設事業において、省エネ・創エネ・節電・CO₂削減は重要な取り組みとなっている。そのため、従来の建設現場では、重機やダンプ等のエコ運転やアイドリングストップなどの省エネ活動、電動式機械の導入によるCO₂削減、消灯ルールの徹底などの活動が行われている。しかしながら、

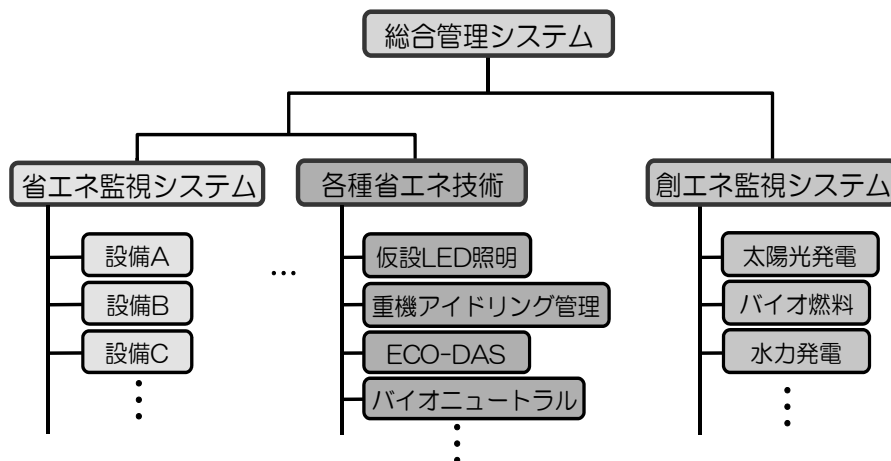


図-1 スマートサイトシステムの構成

建設現場では、各設備で大量の電力を消費するものの消費電力量は月毎での総量管理しか行われていなく、前述した省エネ対策における日常の取り組み活動においても定性的な取り組みが多く、定量的に効果を把握することは困難であった。こういった背景から、最新のICTを用いて各設備の電力の節電効果や省エネ活動、創エネ状況を「見える化」して総合的に一元管理し、省エネ、創エネ、節電、CO₂削減の管理を実現する「スマートサイトシステム」が開発された。

以下に、「スマートサイトシステム」（以下、本技術）の概要及び各種省エネ技術を紹介する。

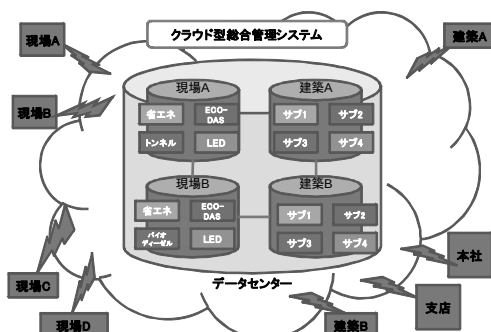


図-2 クラウド型総合管理システムのイメージ

2. スマートサイトシステムの概要

本技術は、図-1に示すように複数のシステムと技術により構成され、各現場の状況に応じて任意にそれらを選択して適用される。本技術により、いままで定性的、総量的な管理しか行われていなかったものが、「見える化」をキーワードに要素や効果、使用量を数値化することで定量的な管理を行うことが可能となる。

3. 総合管理システム

総合管理システムは、本事務所において現場全体の省エネや創エネ、CO₂削減の取り組み状況を一元管理するシステムである。現場から送られてきたデータを組み合わせて状況をリアルタイムに「見える化」し、定量的、戦略的な省エネ、CO₂削減策を行う。ここで、当初は現場毎にサーバを立ち上げ常時インターネットに接続しておくことでリアルタイムの管理を可能にしていたが、水平展開が進み現場数が増えることを想定すると、サーバの消費電力、設置による労務、CO₂排出など省エネ、節電を推進するシステムでありながら余分なエネルギーを消費することになる。また、「見える化」した情報を技術者が共有しやすく管理の効率を上げることを考慮し、データセンターを設けてデータを集約するクラウド化を行った。これにより、現場毎のサーバ立ち上げが不要になり導入時の作業を簡素化できた。また、インターネットを使用したサービスとなるため、どのコンピュータからでもアクセス可能となり情報の共有化を進めることが出来る。図-2に総合管理システムをクラウド化したイメージ図、写真-1に総合管理システムの画面例を示す。

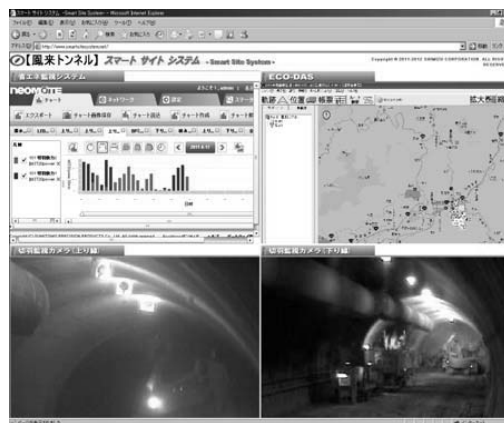


写真-1 総合管理システムの画面例

4. 技術の紹介

各種省エネ技術は、個別にCO₂を削減し、省エネ、節電を実現する様々な技術であり、現場毎に任意に選択される。以下に、省エネ技術の一部を紹介する。

(1) 省エネ監視システム

現場内の電力負荷設備の個別の電力使用状況や環境情報を本事務所に収集し、「見える化」して管理するシステムである。

広範囲に配置された電力負荷設備毎にセンサを設置し、無線もしくは有線によるネットワークを介して分散する情報を収集し本事務所で一元管理する。リアルタイムに使用している電力量を把握することで、設備毎の電力のムダ、ムラの発見や省エネ活動の成果などが定量的に「見える化」できるため、効率的な節電活動及び活動自体のモチベーションの維持が可能となり、計画的、戦略的な節電活動が持続的に行える。図-3に省エネ監視画面の例、図-4に無線センサネットワークの概念図、写真-2

に無線センサの例を示す。

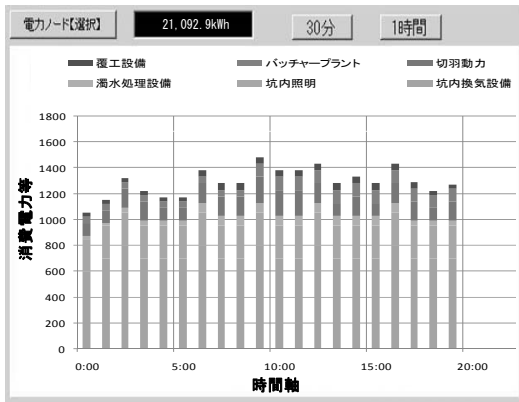


図-3 省エネ監視画面の例

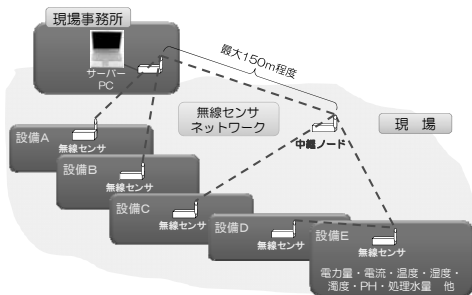


図-4 無線センサネットワークの概念図



写真-2 無線センサの例

(2) 各種省エネ技術

a) ECO-DAS

ECO-DAS (Eco-Drive Assist System) は、図-5に示するような車載モニタを工事用車両に搭載して運転状況からエコドライブに対する評価を行い、評価点として表示することができる車両運行管理システムである。車載モニタに内蔵したGPS、加速度センサより、急加速、急減速、

車両速度、アイドリング時間を検知し、標準的な運転状況と比較した評価により、エコドライブ評価点を算定、表示するとともに、車両の位置、作業状況も管理できる。また、CO₂排出増減量も想定して数値化している。これらにより、運転状況や作業状況、車両の位置が見える化したことで定量的な指示のもとに省エネ運転（エコドライブ）を教育、指導することが可能となり、省エネ運転の展開を効率的に行える。図-6に省エネ運転の展開をした導入効果の一例を示す。なお、車載モニタは、シガーソケットからの電源供給だけで利用可能であるため、不特定多数の車両への載せ替えも容易に行える。



図-5 ECO-DAS車載モニタ

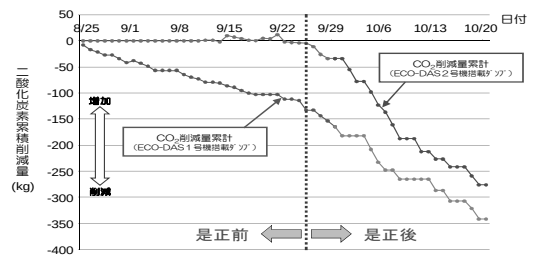


図-6 ECO-DAS搭載ダンプのCO₂排出量改善度合いに事例

b) 坑内照明のLED化

山岳トンネルにおける坑内照明は、これまで水銀灯が用いられることが多かったが、LEDを使用することで、消費電力を約1/8に低減することが出来る。通常、一般に普及しているLED照明は指向性が強く光が広がらないため、坑内において安全上必要な照度が確保できないことや照明の色が坑内の作業に適さないなどの懸念される点があった。そこで、個々のLEDのレンズや色温度を工夫し従来の水銀灯と同等程度の照度と色温度を確保し、現場への適用の際にも電球を交換するだけで使用可能のように製作することで坑内照明のLED化を実現した。

写真-3に坑内LED照明の使用状況を示す。



写真3 坑内LED照明の使用状況

c) バイオニュートラル

セメント含有汚泥に発酵促進剤（写真-4：ニュートラルコンボ）を添加・攪拌することにより、嫌気発酵の効果で含有する六価クロムを低減すると同時にpHを低下させて無害化する技術である。従来は、セメント含有汚泥は産業廃棄物処分であったが、現場内で盛土等に再利用することで産業廃棄物処分場までの搬出車両が不要となりCO₂排出量を大幅に削減できる。図-7に六価クロムの低減効果を示す。



写真4 ニュートラルコンボ

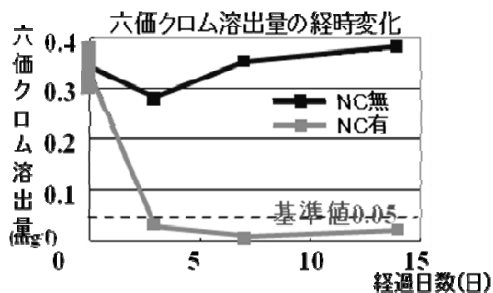


図-7 六価クロムの低減効果

d) 重機アイドリング管理システム

本システムは、重機の作業状態を管理し、不要なアイ

ドリングの防止に寄与するシステムである。重機に搭載するアイドリング検知センサ（写真-5）には、GPS、加速度計が内蔵され、それらから得られるデータを分析することで重機の作業状態を認知し、不要なアイドリングを行っている場合にはオペレータに注意喚起を行うことができる。また、その作業状態を事務所で管理し、アイドリングストップ活動を定量的に行うことが出来る。図-8に重機アイドリング管理画面の例を示す。

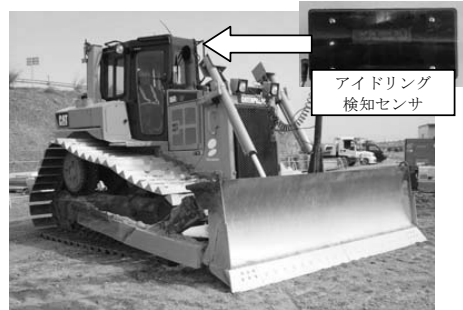


写真5 アイドリング検知センサ

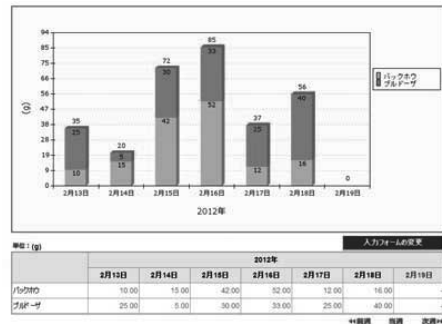


図-8 重機アイドリング管理画面の例

(3) 創エネ監視システム

a) バイオディーゼルの現場精製

持続可能な資源循環型社会の構築及び地球温暖化の防止、地域における地産地消の取組の促進の観点からNPO法人と協力して、近隣で使用した食用廃油を回収してバイオディーゼルの精製し活用している。カーボンニュートラルの考え方から、バイオディーゼルの通常の化石燃料の代替えとして活用すれば、その分、CO₂排出量を削減することが出来る。写真-6に現場で精製したバイオディーゼル、図-9にバイオディーゼルの管理画面の例を示す。



写真-6 バイオディーゼル



図-9 バイオディーゼル管理画面の例

効果が上がった。

(2) 電力使用量の削減事例

トンネル現場での適用事例では省エネ監視システムにより、換気設備で使用している電力量に着目し、トンネル内の作業状況に応じて、必要な換気量を調整する運転管理を行ったことで、管理のない場合と比べ、消費電力を15%削減することが出来た(図-11)。また、坑内照明をLED化することで、今まで一般的に使用されてきたバラスト水銀灯と比べ、坑内照明に消費される電力量を約85%低減することが出来、これらの各省エネ技術やその他の省エネ活動の効果を加えると本技術導入前と比べ、トンネル全体の消費電力量を約27%削減することができた。

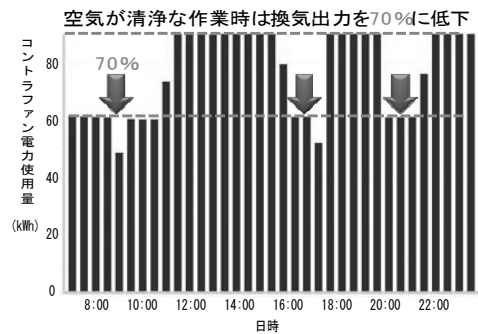


図-11 坑内換気設備の運転状況

5. スマートサイトシステムの適用事例

(1) ECO-DASによるCO₂排出量の削減事例

ダム現場での運用では、EDO-DASを搭載する車両を一週間間隔で変更し、省エネ運転の実現を図った。車両毎のCO₂の増減想定量(標準運転と比較)および運転状況が事務所で一元管理されるため、作業終了後に運転手に対して、省エネ運転に関する具体的な指示書を発行し、運転状況の改善に努め、指示・是正の継続により、CO₂排出量の削減が確認された。図-10に改善度合いの一例を示す。ECO-DASの適用によるCO₂削減量の実績は、通常運転(指導前)と比較して約8%の削減効果があった。また、同様の運用における都内の他現場では、17%削減

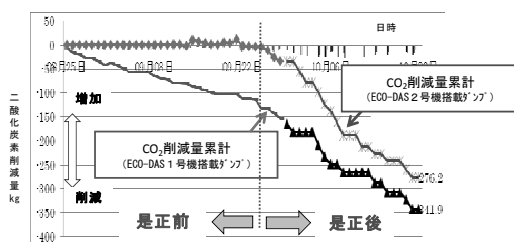


図-10 搭載ダンプのCO₂排出量改善度合いの例

6. 今後の展開

本技術は、施工中のCO₂削減の定量的な管理手法としてダム工事に初適用し、その後トンネル工事、造成工事等への展開を行っている。今後も他工種への適用を検討する中で不足する新しい技術にもチャレンジしていき、幅広い工種への適用を実現させ、建設現場でのCO₂削減・省エネ・節電を行う為のツールとして積極的に活用していく。

7. おわりに

本技術の導入によりリアルタイムでの電力消費量や現場内で行われている省エネ対策、CO₂削減対策の効果を把握できるようになり施工現場でのムダ、ムラの「見える化」が実現した。また、具体的な改善効果が見えることで作業員への意識付けが明確になり、環境負荷低減に対する作業所全体のモチベーションアップにつながってきている。今後はこれらの技術を広く展開・活用していき低炭素社会の実現に貢献していきたい。

(2012. 7. 18 受付)

Specific Examples of Total Management System "SMART SITE SYSTEM" for Unifying On-Site Energy Conservation

Masanori SUZUKI

In recent years, efforts to reduce CO₂ emissions to global warming measures, energy saving measures and electric power-saving activities to reduce environmental impact have been made.

Save electricity and energy conservation and CO₂ reduction became very important at the construction site where large-sized machine and electrical equipment is operated, especially after electricity shortage associated with the stoppage of the Fukushima No.1 nuclear power plant by the Great East Japan Earthquake.

For many years, construction sites took measures for qualitative effort such as energy-saving operation and office lights-off and idling stop practice, but couldn't control its effect and level quantitatively and keep up those approaches.

"SMART SITE SYSTEM" is developed and have put into practical use by Shimizu. It is using to quantitative evaluation for electricity consumption and energy saving measures, electric power-saving activities, energy-saving techniques, on the construction site.

We introduced these techniques and a various energy-saving technology and wound energy technology and promote the energy saving, CO₂ reduction, on the construction site.