

スマートサイトシステムによる施工現場の省エネ・節電の一元管理

横山 勝彦

清水建設株式会社 土木技術本部 技術開発部。



省エネ・節電・CO₂削減が重要な昨今、建設現場においてもそれらの取り組みが要求されている。そこで、建設現場の各種設備の電力使用状況および省エネ・創エネをリアルタイムに監視（見える化）するとともに、省エネ・節電・CO₂削減を目的とする複数の技術を導入し、最新のICTにより現場事務所でこれらの情報を一元管理して、総合的に建設現場の省エネ・節電・CO₂削減を推進する「スマートサイトシステム」が開発された。本論文では、この「スマートサイトシステム」の概要を説明し、実際に適用された施工現場での適用状況、適用効果等について紹介する。

テーマ 省エネ，節電，ICT，見える化，建設現場

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災以降、国内の電力不足が懸念され、政府は大口需要家を対象に電力使用制限令を発動するなど、節電・省エネ対応が重要になっている。また、震災以前においては、地球温暖化対策のためのCO₂削減の様々な取り組みが注目されていたが、現在でも依然としてCO₂削減が重要である状況に変わりはない。

一方、大型の機械・設備や多くの電気設備が使用される大量のエネルギーが消費される建設事業においても省エネ・節電・CO₂削減は重要な取り組みである。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ルリングストップなどの省エネ活動、電動式機械の導入、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、建設現場においては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いのが現状であった。

また、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を活用して、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で監視（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、定量的な省エネ・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。

本論文では、「スマートサイトシステム」（以下、本技術とする）の概要および適用事例について述べる。

2. スマートサイトシステムの概要

本技術は、図-1に示すような複数のシステム・技術から構成され、各現場の状況に応じて任意に各システムを組み合わせて適用される。

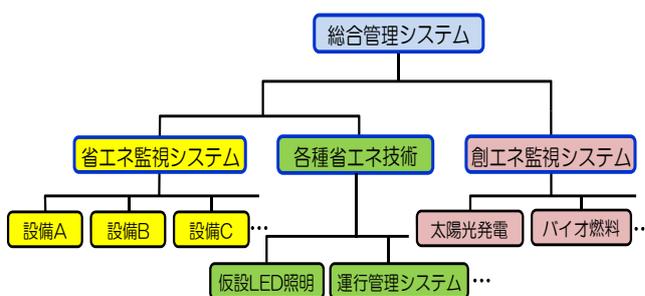


図-1 スマートサイトシステムの構成

(1) 省エネ監視システム

省エネ監視システムは現場内各設備の電力情報や環境情報を「見える化」する技術であり、無線によるネットワークを用いて現場内に分散する情報を収集し、現場事務所で一元管理するシステムである。電力情報を監視する場合、監視対象とする現場内の電力使用設備を選定してセンサを設置する。そこから得られた情報は無線センサにより送信され最終的に現場事務所のサーバPCに収集される。

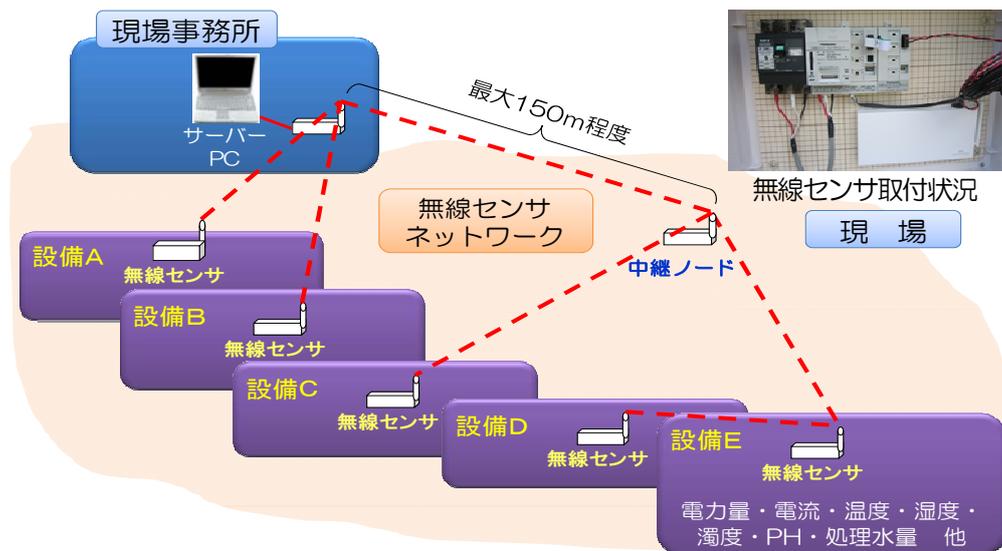


図2 無線センサネットワーク概念図

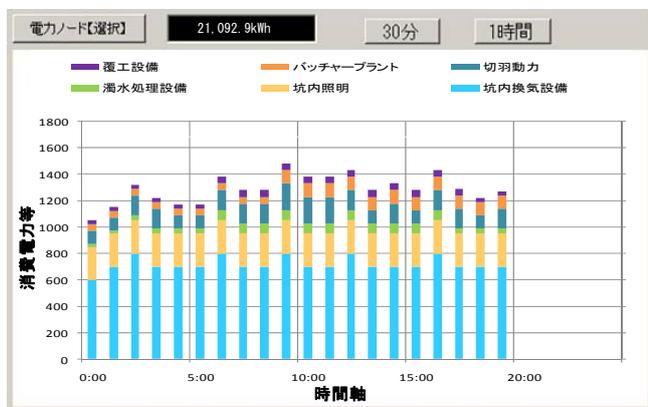


図3 省エネ監視画面イメージ

無線センサーネットワークの概念図を図-2に、省エネ監視画面イメージを図-3に示す。

(2) 各種省エネ技術

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。図-4に各種省エネ技術を列挙する。

CO ₂ 排出抑制	省エネ	リサイクル
 <p>車両運行管理システム ECO-DAS</p>	 <p>仮設LED照明</p>	 <p>セメント含有汚泥を無害化 バイオニュートラル</p>
	 <p>竹覆屋根</p>	 <p>コン塊による緑化土壌 RECO-Soil</p>
	 <p>壁面緑化</p>	

図4 各種省エネ技術

(3) 創エネ監視システム

創エネ監視システムは、現場において創りだされたエネルギーを「見える化」するシステムである。写真-1に太陽光発電の実施状況、図-5に太陽光発電による創エネ監視状況を示す。



180wソーラーパネル×12枚(=最大2.16kw)

写真-1 太陽光発電の実施状況

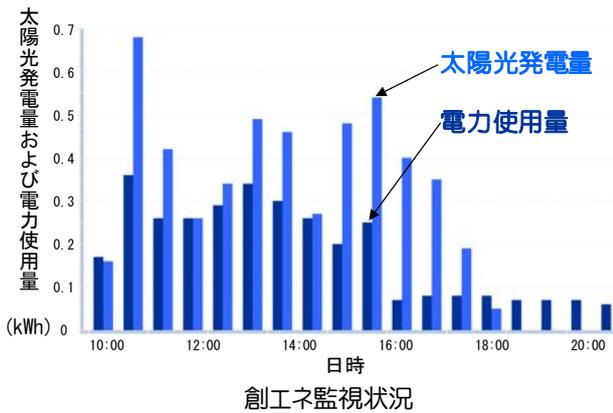


図-5 太陽光発電による創エネ監視状況

(4) 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削減状況を一元管理するシステムである。本事務所にいながら、現場の状況が即座に視認できるとともに、省エネ・創エネ監視システムや各種省エネ技術から送られて来たデータを組み合わせることで現場の様々な状況の見える化が図られ、定量的に戦略的な省エネ・CO₂削減対策を行うことが可能となる。写真-2、写真-3に大津呂ダムおよび鳳来トンネルでの総合管理システム画面を示す。

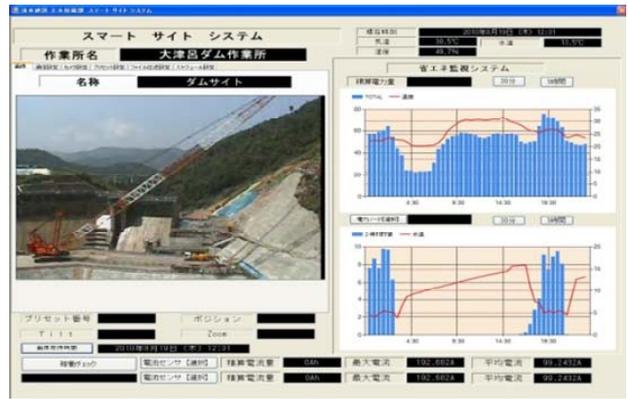


写真-2 大津呂ダムの総合管理システム監視画面

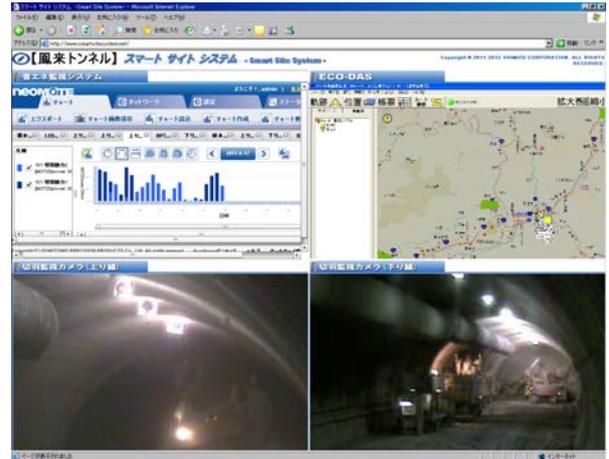


写真-3 鳳来トンネルの総合管理システム監視画面

3. スマートサイトシステムの適用事例

スマートサイトシステムの適用事例として、福井県の大津呂ダム建設工事、愛知県の鳳来トンネル建設工事の2例を紹介する。

(1) 大津呂ダムにおけるスマートサイトシステム

福井県発注の大津呂ダム建設工事は、福井県大飯郡おおい町本郷（佐分利川水系大津呂川）に、洪水調節・治水・利水・水道用水確保を目的とした大津呂ダムを建設するものである。本工事の概要を表-1に示す。

表-1 大津呂ダム工事概要

工事名称	大津呂ダム建設工事(ダム本体工事)
工事場所	福井県大飯郡おおい町本郷
発注者	福井県
主用途	多目的ダム
ダム形式	重力式コンクリートダム
堤高	40.6m
堤頂長	158.5m
堤体積	75,580m ³
工期	平成20年3月19日～平成24年3月23日



図-6 大津呂ダムでのスマートサイトシステム適用イメージ

導入した本技術の適用状況を図-6に示す。

以下、大津呂ダムにおける本技術適用効果の一部を紹介する。

a) 省エネ監視システムによるパッチャープラント運転管理

大津呂ダムの現場では省エネ監視システムにより、コンクリート打設中にパッチャープラントのコンクリート製造待ち時間におけるミキサーおよび骨材搬入用ベルトコンベヤが日常的に空運転している状況が発見された。その指導・是正を実施した事例を図-8に示す。これは、コンクリート打設ブロック別に1m³当たりの電力量推移を示したものである。導入当初はコンクリート打込み時の1m³あたりの使用電力量の平均値は1.16kwhであったが、本データ入手後、省エネ運転指導を実施した結果、使用電力量の平均値は1.13kwhに低減し、消費電力は3%低減した。また標準偏差も0.066から0.051に小さく、ばらつきも少なくなり、現場での無駄・ムラを是正できた。

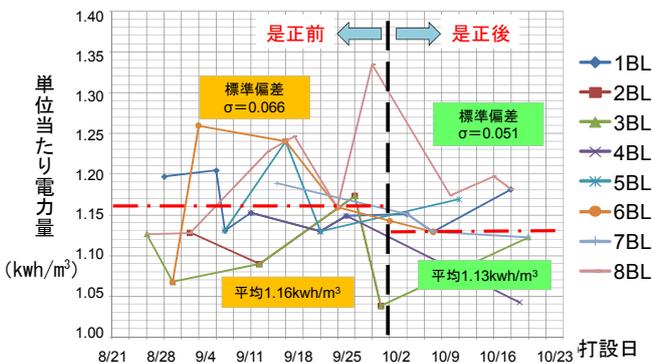


図-7 ブロック別コンクリート1m³当たり使用電力量

b) ECO-DASによる車両運行管理

ECO-DAS (Eco-Drive Assist System) は図-8に示すような車載モニタを工事車両に搭載して、運転状況からCO₂排出増減量をリアルタイムに算定し、運転状況を評価点で表示する車両運行管理システムである。具体的には、車載モニタに内蔵したGPSと加速度センサにより、急加速・減速の頻度、速度超過や長時間のアイドリング状況を確認し、標準的な運転に対するCO₂排出増減量を算定・表示を行う。そして、エコドライブ評価点により、車載端末と事務所では運転状況を認知できる。車載モニタはシガーソケット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乗せ換えが容易である。



図-8 ECO-DAS車載モニタ

大津呂ダムでは、ECO-DAS搭載車両を一週間間隔で変更し、現場全体への省エネ運転展開の実現を図った。大津呂ダムではECO-DASにより、半年間当たり20tonのCO₂削減を達成した。そのCO₂削減実績は標準運転に比較

し8%削減に相当する。図-9に導入効果の一例を示す。参考までに、ECO-DASの適用による都内でのCO₂の削減実績は、標準運転に比較し最大17%であった。

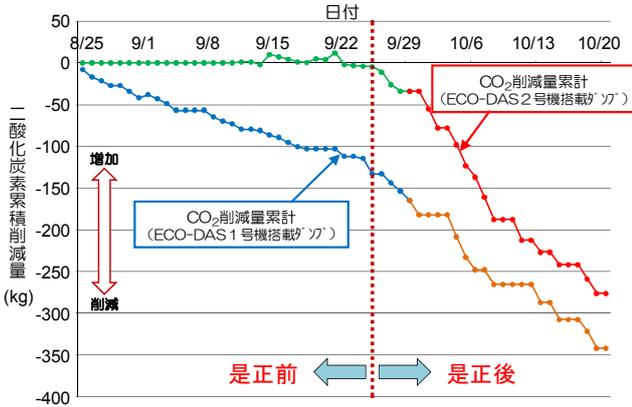


図-9 ECO-DAS搭載ダンプのCO₂排出量改善度合いの事例

(2) 鳳来トンネルにおけるスマートサイトシステム

中日本高速道路株式会社が発注した新東名高速道路鳳来トンネル工事は、愛知県新城市乗本～下吉田間に上下線各2.5kmのトンネルをNATM工法で建設するものである。本工事の概要を表-2に示す。

表-2 鳳来トンネル工事概要

工事名称	第二東名高速道路 鳳来トンネル工事
工事場所	愛知県新城市乗本～下吉田
発注者	中日本高速道路(株)名古屋支社
主用途	道路トンネル
トンネル施工法	NATM工法
トンネル延長	2,513m(上り線)2,464m(下り線)
内空断面積	78.4～84.0m ²
掘削土量	50万m ³
工期	平成20年10月9日～平成24年6月8日

導入した本技術の適用状況を図-10に示す。

以下、鳳来トンネルにおける本技術適用効果の一部を紹介する。

a) 省エネ監視システムによる換気装置運転管理

鳳来トンネルの現場では省エネ監視システムにより、トンネル坑内の換気装置が坑内環境の状態に関係なく定格の100%運転を行っており、改善の余地があることが見出された。そのため、発破作業やズリ出し、吹き付け作業などで坑内の粉塵量が多いときにはこれまで同様の100%運転、それ以外の削孔・装薬作業時で坑内の空気が清浄な場合は換気運転を70%に制御することとした(図-11)。その結果、換気設備の消費電力は15%に低減できた。

現在では、さらに改善を進め、粉じん量に応じた換気運転の自動制御にも取り組んでいる。

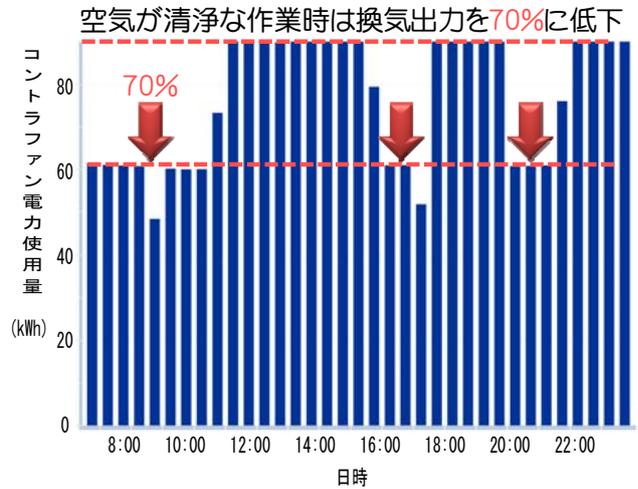


図-11 坑内換気設備の運転管理状況

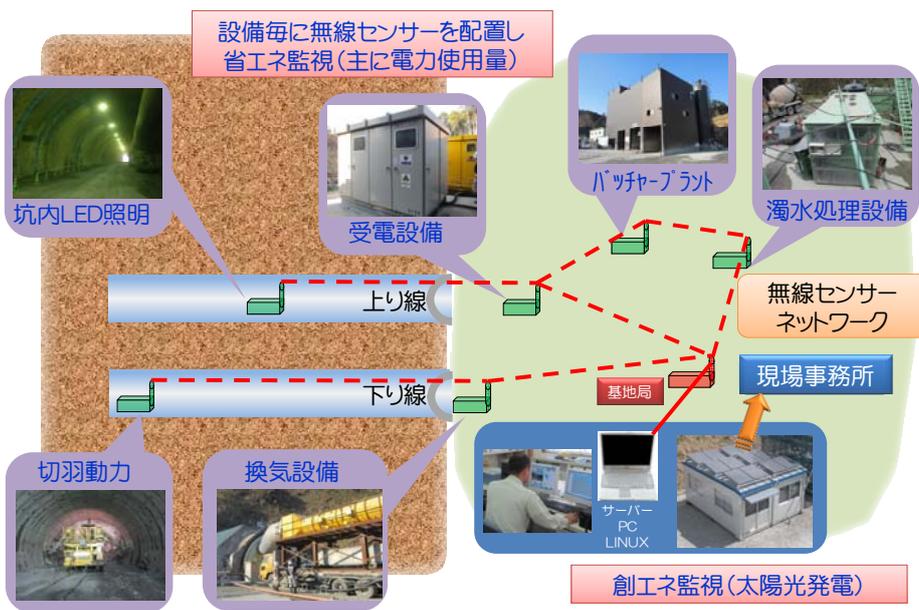


図-10 鳳来トンネルでのスマートサイトシステム適用イメージ

b) 坑内照明のLED化

山岳トンネル工事における坑内照明は、これまで水銀灯が用いられてきた。鳳来トンネルでは、スマートサイトシステムにおける省エネ技術の一つである「仮設照明のLED化」をこの坑内照明に採用した（写真4）。



写真4 坑内LED照明

通常の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使用に適さない、などの問題点があった。これに対し、個々のLED電球の向きや色温度を工夫することで、従来の水銀灯と同等の照度を確保した。LED照明を採用した結果、水銀灯を使う場合で想定される250kWの最大消費電力は、LED照明化によって35kWになり、約85%の低減となった。

4. おわりに

本技術の導入によってリアルタイムに電力消費量や環境、現場の状況が把握できるようになり、エネルギーの使用状況の「見える化」が実現した。また、具体的な改善効果が数字に示され、省エネ・CO₂削減量が「見える化」されることで作業員への意識付けが明確になり、作業所全体の省エネ・節電に対するモチベーションアップにつながってきている。

大津呂ダム現場では、紹介したバッチャープラントの運転管理、ECO-DASによる車両運行管理の他、リサイクル技術であるバイオニュートラルの活用などの効果も含め、本技術の導入から提体打設完了までの半年間で122tonのCO₂削減を達成した。

鳳来トンネル現場では、紹介した換気装置の運転管理、坑内LED照明化の他、太陽光発電による創エネ活用などの効果も加え、本技術の適用前に比べ現場全体で約27%の節電効果が示された。

本技術は、施工中のCO₂削減の定量的な管理手法として大津呂ダム工事に初適用し、鳳来トンネル工事への適用から、さらに道路造成工事等への展開を行っている。また、効果的な環境対策技術であることが評価され、平成22年度土木学会環境賞も受賞した。今後は、それ以外の工種へも広く適用を検討し、建設現場でのCO₂削減・省エネ・節電に、より一層活用していく方針である。