

ICT を活用し

トンネル工事現場における省エネを一元管理

新東名 鳳来トンネルにおけるスマートサイトシステム

横山 勝彦・鈴木 正憲・藤井 攻

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への積極的な取り組みが要求されている。スマートサイトシステム（以下、本技術とする）は、建設現場の各種設備の電力使用状況、省エネ・創エネ状況をリアルタイムに監視（見える化）するとともに、省エネ・CO₂削減を目的とする複数の技術を導入し、ICTにより現場事務所でこれらの情報を一元管理するシステムである。ここでは、新東名鳳来トンネルにおける本技術の適用状況を示し、坑内LED照明や坑内換気設備の合理的な制御事例等を紹介する。

キーワード：省エネ、ICT、見える化、坑内LED照明、換気制御

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、一時期、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。さらに長期的なエネルギー政策としては、地球温暖化対策の面からもCO₂削減が重要であることから、太陽光発電や風力発電などの自然エネルギー活用の方向性が示されつつある。

一方、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、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「本技術」が開発された。

本報文では、本技術の概要および適用事例について述べる。

2. 本技術の概要

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ることで適用される。

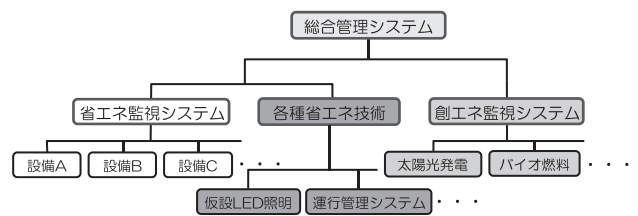
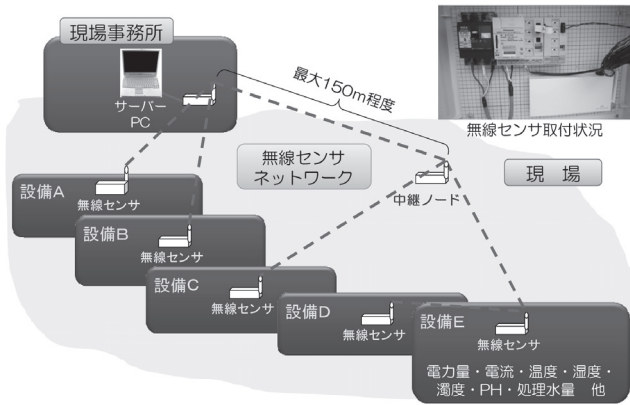


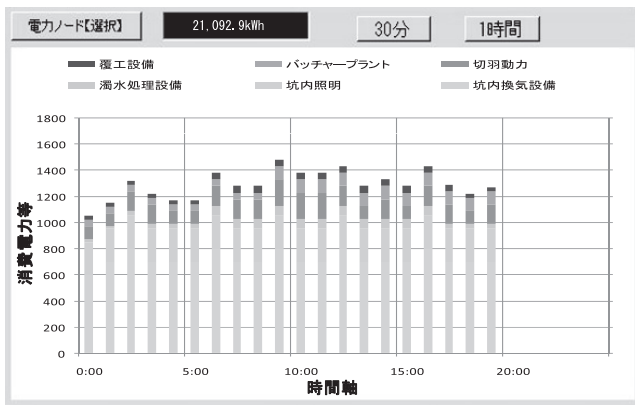
図-1 本技術の構成

(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）。図-3に省エネ監視画面イメージを示す。



図一 無線センサネットワーク概念図



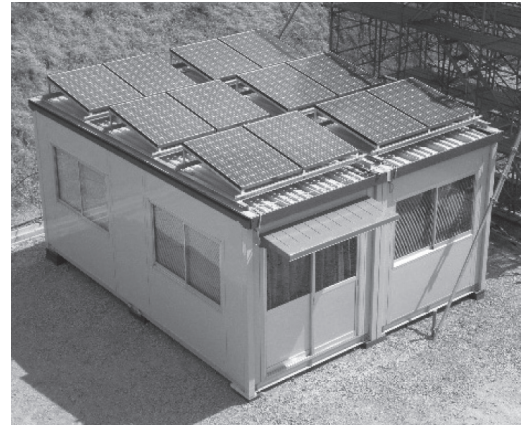
図一 省エネ監視画面イメージ

(2) 各種省エネ技術

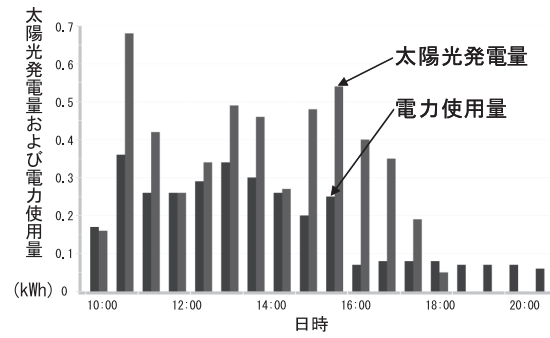
各種省エネ技術は、個別にCO₂を削減し省エネ・節電を実現する様々な技術であり、現場毎に任意に選択される(図一4)。

(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。図一5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)



創エネ監視状況

図一 5 太陽光発電による創エネ監視状況

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>Con塊による緑化土壌 RECO-Soil</p>
	<p>壁面緑化</p>	

図一 4 各種省エネ技術

(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、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-1)。

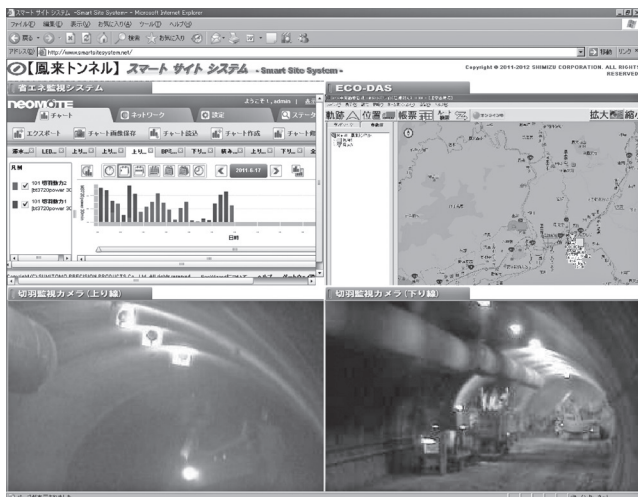


写真-1 総合管理システム監視画面

3. 鳳来トンネルにおける本技術の適用

新東名高速道路鳳来トンネル工事での本技術の適用状況について説明する。

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-1に、導入した本技術の適用状況を図-6に示す。

以下に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。

表-1 鳳来トンネルの工事概要

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)2,464 m(下り線)
内空断面積	78.4～84.0 m 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

(1) 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-7)。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も行っている。

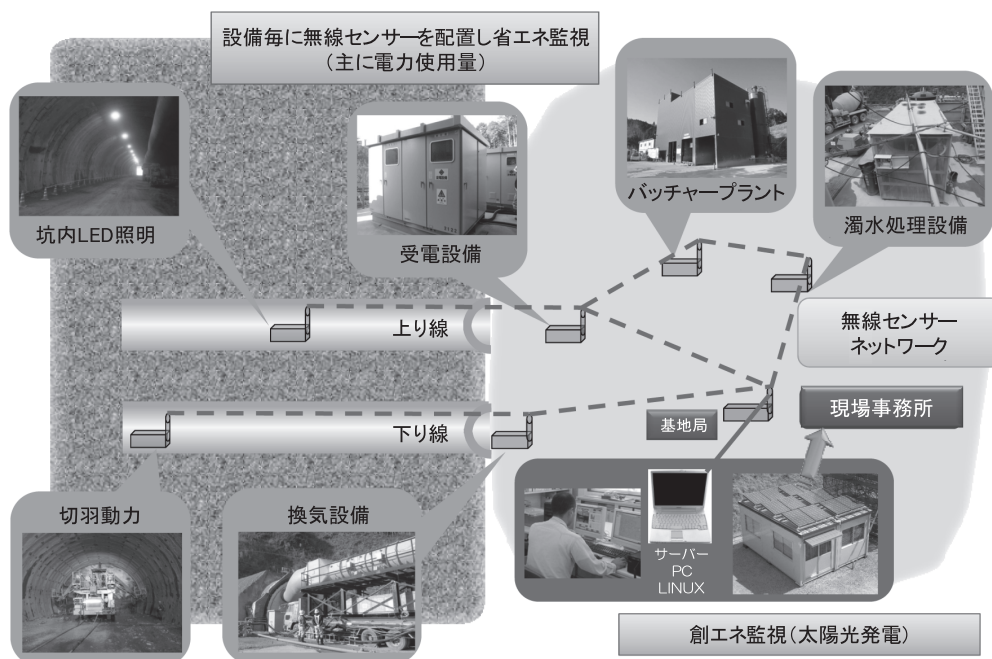
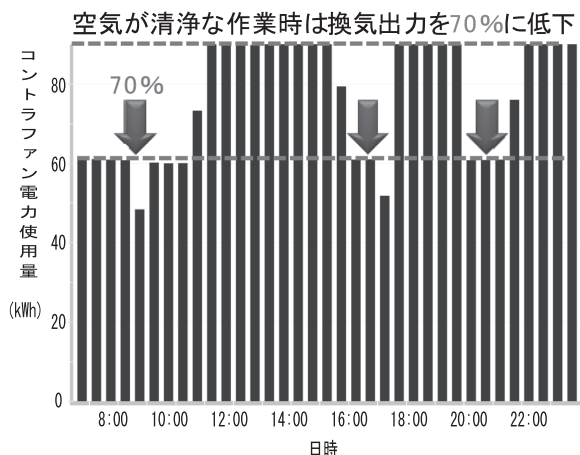


図-6 鳳来トンネルにおける本技術適用状況



図一七 坑内換気設備の運転管理状況

(2) 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、省エネ技術の一つである「仮設照明のLED化」をこの坑内照明に適用した(写真一2)。

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。



写真一2 坑内LED照明

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。

鳳来トンネルの現場では、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、本技術を適用しない場合に比べ、現場全体で約27%の節電効果が示された。このように本技術の導入により、省エネ・節電効果を上げるとともに、合理的に良好なトンネル坑内環境の維持も図ることができた。

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、現在はトンネル工事や道路造成工事等への展開を行っている。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。

JCMA

【筆者紹介】



横山 勝彦 (よこやま かつひこ)
清水建設株
土木技術本部 技術開発部
主査



鈴木 正憲 (すずき まさのり)
清水建設株
土木技術本部 機械技術部
工事長



藤井 攻 (ふじい おさむ)
清水建設株
土木技術本部 機械技術部