

### 山岳トンネル工事におけるエネルギーマネジメントシステムの開発

西松建設(株) 機材部 正会員 ○ 桑原 陽平  
西松建設(株) 技術研究所 正会員 山本 悟

#### 1. はじめに

当社は、地球環境保全の取組みの一環として、CO<sub>2</sub>排出量削減を目的とした、山岳トンネル工事におけるエネルギーマネジメントシステム『N-TEMS』を開発した。山岳トンネルの工事では、削孔・吹付・支保建込等において稼働する機械（ドリルジャンボ・吹付機など）と坑内環境を維持する換気設備（換気ファン・集塵機）は駆動源が電力に依存し高出力のため、これらの使用電力量を削減することで施工における省エネルギーおよびCO<sub>2</sub>排出量削減に大きく寄与できる。

本報では、換気設備（換気ファン・集塵機）の運転制御により使用電力量の削減を図る『N-TEMS』の概要およびトンネル現場での実証状況を報告する。

#### 2. 施工における使用電力量の分析

本システムの開発にあたり、実証現場においてデマンド監視装置を設置し、各負荷設備の使用電力量の現状を分析し削減の対象を検討した。

実証現場の主な施工機械と仕様を表-1に示す。

表-1 施工機械と仕様

機械名称	仕様
ドリルジャンボ	3ブーム 出力 188kW
吹付機	吹付能力 30 m <sup>3</sup> /H 出力 201kW
換気ファン	インバータ式 2,000m <sup>3</sup> /min 出力 110kW
集塵機	電気式 2,400m <sup>3</sup> /min 出力 75kW

図-1 に使用電力量の分析結果を示す。「その他」の比率は 27%となり最大であるが、水中ポンプや坑外照明、詰所などの雑動力の合計を表しているため削減の対象としなかった。また、同一の配電盤内コネクタより電源を共有している、「ドリルジャンボ・吹付機」が合計で 13%に対して、フィルタ式集塵機より使用電力量が少ないとされる電気式集塵機で 8%を占めていることから、「換気ファン」と「集塵機」が負荷設備の中で最も使用電力量が多くなることが推測される。

図-2 に施工サイクル分析結果を示す。「一次吹付～支保建込～二次吹付」や「ずり出し」等の多量に粉塵が発生する可能性が高い必要換気量の多い工種を除けば、「その他」の段取替えや測量、作業交代時間等、「ロックボルト」、「削孔・装薬・発破」などの必要換気量が少なくなる可能性の高い工種が 50%を占めていることが判明した。

以上の結果より、「換気ファン」と「集塵機」の工種に合せた運転制御により使用電力量を削減する方針を決定した。「換気ファン」と「集塵機」が占める 31%の使用電力量の約 3割（32%）を削減し、全体使用電力量の 10%削減を開発目標として掲げた。

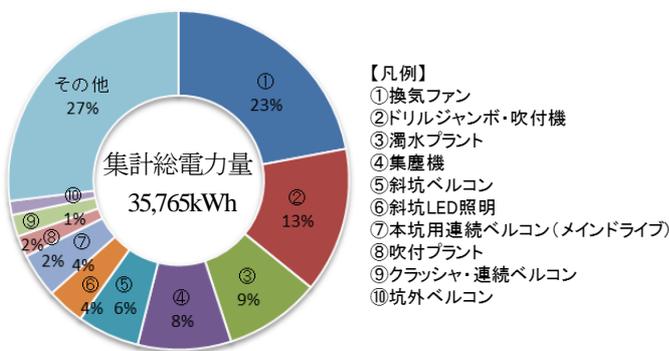


図-1 使用電力量の分析結果

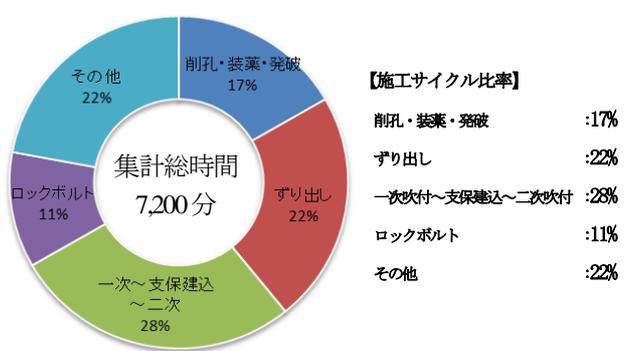


図-2 施工サイクルの分析結果

キーワード 山岳トンネル 換気設備 EMS デマンド監視 省エネ 運転制御  
連絡先 〒105-6310 東京都港区虎ノ門1-23-1 虎ノ門ビル3F 森7-10階 西松建設(株) 機材部 TEL 03-3502-7642

3. システム概要

分析結果を踏まえて、エネルギーマネジメントシステムの開発を行った。システム構成図を図-3に示す。『N-TEMS』は、デマンド監視装置による「監視システム」、換気ファン・集塵機制御機器(以下、制御機器)による「制御システム」、クラウドサーバを利用した「総合管理システム」で構成される。

(1) 監視システム

現場で稼動する各負荷設備の配電盤に設置したデマンド監視装置より、使用電力量などの情報を取得し、リアルタイムでクラウドサーバ上にデータを更新する。同時に、各負荷設備の稼動状況により工種判定を行い、制御機器へと工種情報の送信を行う。

(2) 制御システム

現在の工種における負荷設備の最適な制御を行う。例えば、換気ファン・集塵機において、制御機器にて受信した工種情報に応じて、工種毎に設定された最適な風量へと自動で制御する。環境計測機器を設置することで粉塵濃度や坑内風速の情報を取得し、坑内環境を優先した制御も可能とする。

(3) 総合管理システム

負荷設備の使用電力量などのデータを一元管理することにより、使用電力量の最適化を促し効率的なエネルギーマネジメントを実現する。また、各現場から集められたデータを遠隔地からもリアルタイムで閲覧・分析することで、適切な指示・指導が可能となり、新たな使用電力削減の対象を発見することにも繋がる。

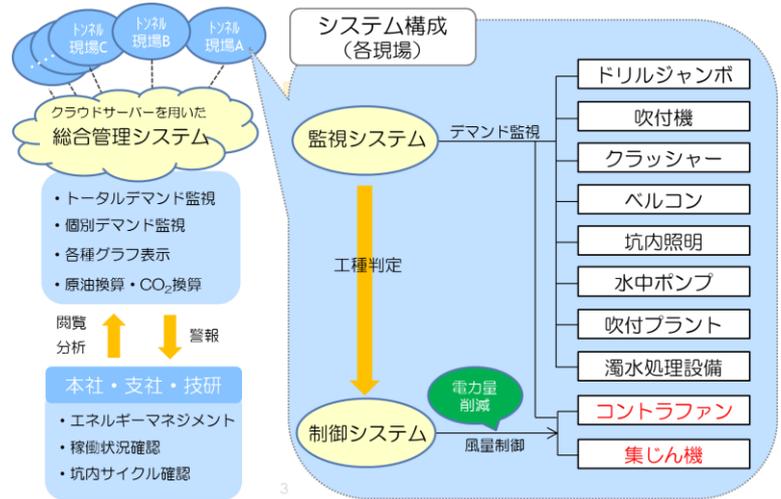


図-3 システム構成図

4. 現場での実証状況

平成30年1月から実証現場にて本システムを導入し効果の検証を進めている。設置前後5日間の運転データ、使用電力量の比較図(使用電力量の推移)を図-4に示す。

比較結果より、換気ファンは導入前が日平均2,021kWhに対し、導入後は日平均730kWhと64%の削減となった。また、集塵機は導入前が日平均523kWhに対し、導入後は日平均371kWhと29%の削減となった。使用電力量全体では、導入前が日平均8,869kWhに対し、導入後は日平均7,450kWhと16%の削減となった。

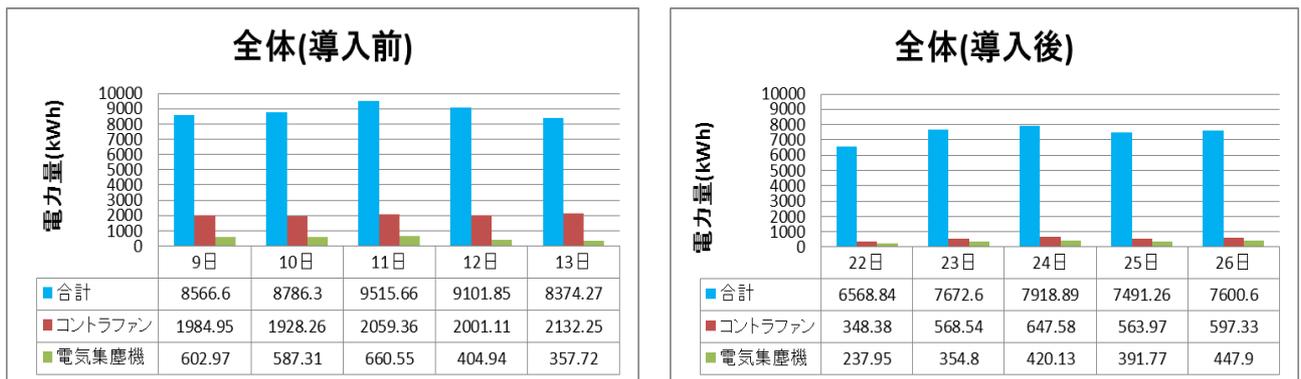


図-4 システム稼働状況比較図

5. おわりに

導入前後5日間のデータでは、実証現場の全体使用電力量は目標値の10%を上回る、16%の削減となった。また、換気ファンと集塵機の使用電力量を合わせて比較すると、目標値の32%を上回る、40%の削減となり『N-TEMS』の運転制御による使用電力量削減効果を実証できた。

山岳トンネル工事における使用電力量削減によってCO<sub>2</sub>・施工コスト削減への一助となることと考え、引き続き改良と適用現場の拡大を進める予定である。