

水中ポンプ監視システムの開発

西松建設 正会員 ○山本悟
泰興物産 丸田哲郎

1. はじめに

山岳トンネル掘削時にトンネル坑内で発生する湧水は、トンネル最先端部（以下、切羽）から水中ポンプと排水管により坑外まで排水され、濁水処理設備にて処理、放水されている。長距離トンネルにおける斜坑の交点部や下り勾配の切羽において、ひとたび水中ポンプが停止すると、トンネル坑内の重機や設備の水没、坑内路盤を痛めるなど重大な損害が発生する。そのため、トンネル現場においては現場が長期間休工する週末や、大型連休中においても水中ポンプの稼働を確認するための人員を配置している。しかし、将来的な建設労働人口の減少や働き方改革にともない、休日に人員を配置することが難しくなる中で、省人化を図るために水中ポンプの稼働を無人で監視可能なシステムの導入が望まれていた。このような背景から、トンネル坑内の複数個所に設置・稼働中の水中ポンプの分電盤に無給電・無線電力センサーを取り付けるだけで、水中ポンプの稼働状況を「いつでも・どこでも」リアルタイムに確認することができる水中ポンプ監視システム『Newt（ニュート）』を開発した。

2. システムの概要

本システムでは、東京工業高等専門学校（水戸研究室）と泰興物産（株）が開発した無給電・無線電力センサー「C3-less センサー」を活用している（以下、電力センサー）。電力センサーは、電線内に流れる電気の漏れ磁束により自ら発電することで、計測した電流値をゲートウェイに無線送信することができる。電流値のデータはゲートウェイから当社専用のクラウドサーバにアップロードされ、インターネット上でどこからでも閲覧することが可能である（図-1 参照）。

データは5秒毎にサーバにアップロードされ、閾値を超えるデータを検出するか、水中ポンプがなんらかの原因により停止してデータがある指定した時間アップロードされない場合に、現場のパトライトが点灯するとともに、関係者に警報メールがプッシュ方式で送信される。そのため、長期間休工する週末や大型連休中において、水中ポンプの稼働を確認するためにトンネル坑内を巡回する人員を配置する必要がなくなり、水中ポンプの停止をいち早く知ることが可能となる。

図-1 システムの概要

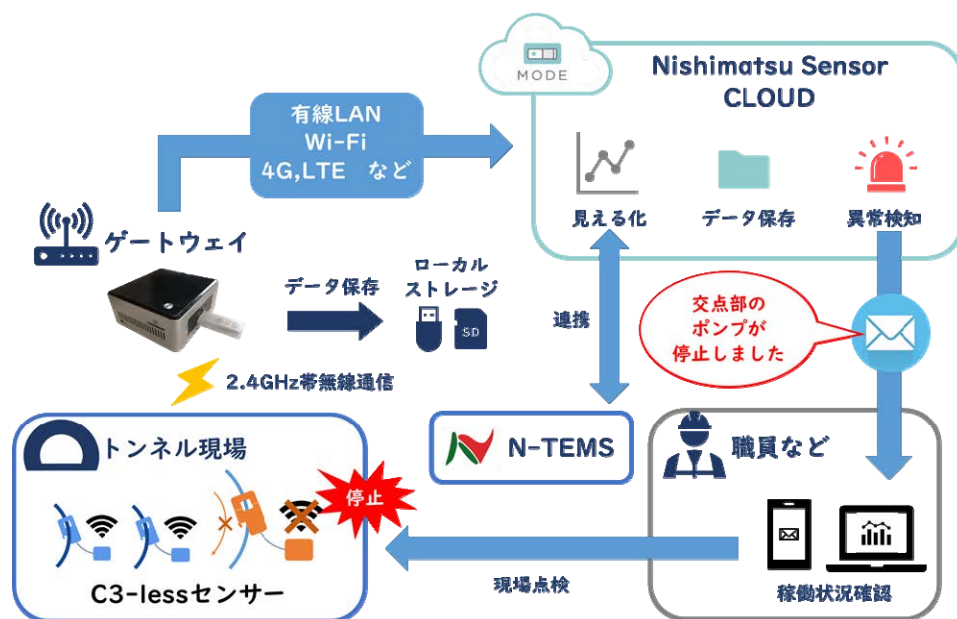


図-1 システムの概要

キーワード 山岳トンネル, 水中ポンプ, 無人監視, IoT

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 西松建設(株) 技術研究所 TEL 090-7083-3646

3. システムの特徴

①水中ポンプの稼働監視

電力センサーにて水中ポンプの電線に流れる電流を常時監視し、水中ポンプ停止時に速やかに警報メールをプッシュ方式で関係者に送ることが可能である。

②設置が簡単

ゲートウェイを現場内のインターネット回線もしくはLTE回線などに接続し、電力センサーを分電盤内の電線を挟みこむように後から設置するだけで、すぐに監視が開始できる。

③電池交換不要

電力センサーは電線に流れる電流の漏れ磁束により自己発電するため電池は内蔵されておらず、電線に電流が流れる限り継続的に監視が可能である。

④電流値のクラウド監視

水中ポンプ以外にも様々な設備の電流値の計測が容易になるため、当社開発の「N-TEMS：西松トンネルエネルギーマネジメントシステム」と連携して、きめ細やかな消費電力の管理を行うことで、現場の消費電力量削減に貢献できる。



図-2 電力センサー設置状況



図-3 分電盤内設置状況

4. 現場適用試験

開発したシステムを施工中のトンネル現場で試験適用した。適用した現場では突発湧水が発生し、さらに突込み勾配であるため、水中ポンプの停止によって切羽の水没など重大な損害を招きかねない状況であった。実際、試験適用中に水中ポンプが停止し、関係者にただちに警報メールが来ることで、水中ポンプの交換などを迅速に行うことができた。

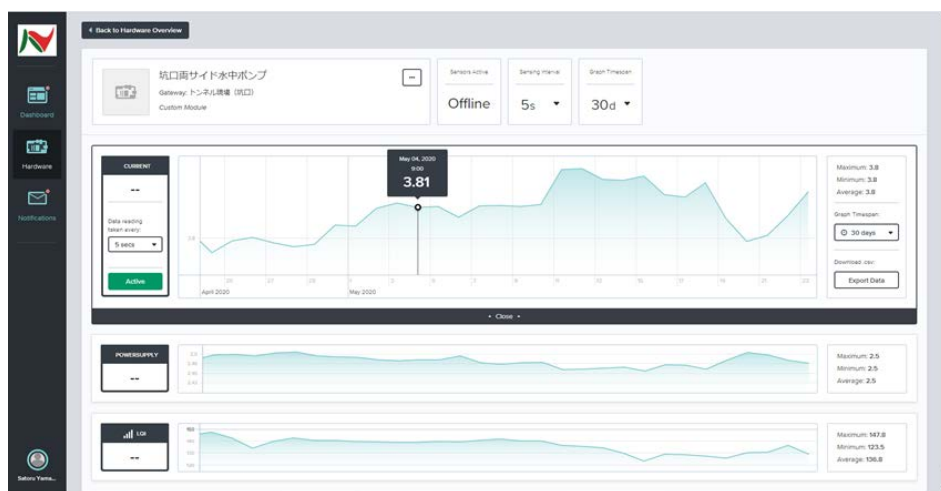


図-4 消費電力量のリアルタイム表示

また、図-4に示すように、消費電力量をリアルタイムでモニタ表示させることで、「いつでも・どこでも」水中ポンプの稼働状況を確認することができる。

しかし、現場適用を通じて以下の課題が見えてきた。

- 1) トンネル坑内での無線通信の通信可能距離が20～30m程度と短くなる。
- 2) 常時稼働している水中ポンプの監視は可能であるが、水位によって稼働が不規則に変動する水中ポンプの監視ができない。
- 3) 電力センサーはトンネル坑内で使用するための防塵・防水加工が必要である。

5. おわりに

現場適用試験において、本システムを用いた水中ポンプの無人監視の有用性を確認することができた。今後も現場適用を通して課題の解決を進め、システムの完成度をさらに高めていきたい。