

情報共有・見える化技術による作業所支援情報システムの開発と適用

異 研 山本新吾
関原弦 中島佳奈子
小田博志

概 要

最近の作業所支援情報システムにおいては、「情報共有」「見える化」というキーワードが特に多く聞かれるようになってきている。作業所における情報は作業所だけで管理するのではなく、本支店技術部などとも共有することで作業所支援を効率的に行うことが可能になる。また作業所で発生する騒音振動などの環境変動、施工の進捗に伴うわずかな挙動変位や通常見えない施工箇所などを、分かりやすく表示することで、品質向上や環境配慮への対応が可能になる。本稿では上記「情報共有」「見える化」技術による作業所支援情報システムを開発して現場へ適用した事例について報告する。

Development and application of construction site support information system using intelligence sharing and visualization technology

Abstract

We often hear the phrases “Intelligence sharing” and “Visualization technology” when hearing about recent construction site support information systems. The information from the construction site should help support site management by efficiently sharing information with the engineering department etc.

By enabling visualization of environmental perturbations such as the noise and vibration generated in the work place and providing information progress of construction and the construction parts not usually seen, improvements in construction and environmental quality become possible.

We report on a site support information system using “Intelligence sharing” and “Visualization technology” technology and its application to the site.

キーワード: 情報共有 見える化

§1. はじめに

近年の ICT 技術の飛躍的進歩に伴い、建設現場においても様々な「作業所支援情報システム」が開発・適用されている。当社においても「マイコン」というより身近になったコンピューターが世の中に出てきて以来、数々のシステム開発を通して作業所支援を行ってきた。

安全・品質・無人化・省力化を目的として、作業所の協力支援を得ながら、当初はワンボードマイコン、変位センサ、通信システム、制御システムなどすべて手作りのシステム開発からスタートした。以来、特にインターネットに代表される通信技術、携帯電話に代表されるモバイル技術、GPS に代表される計測技術、またはロボット技術などの発展を背景にして、作業所のニーズだけでなく、「熟練者不足」「災害復旧」「環境配慮」など社会的ニーズにも応えるべく、システム開発を継続してきている。

§2. 事例 「統合環境計測システム」

最近作業所での利用が多くなっているシステムとして「統合環境計測システム」について紹介する。施工中の作業所管理では、近隣の住環境に配慮する社会的責任や近隣とのコミュニケーションなども重要な項目のひとつとなっている。特に近年は住宅地周辺での工事も多く、近隣住民の方々の環境への関心が高まっており、騒音・振動をはじめとする各種環境影響や、突風・集中豪雨などの思わぬ気象災害などの発生をいち早くキャッチすることが、速やかな対応を可能とする上で重要になっている。

2.1 システム構成

システム構成は図1のとおり、「各種センサ・計測機器」、「パケット通信網」、「統合環境計測サーバー」、「PC・携帯でのインターネット確認」と大きく4つの構成に分かれている。センサでの計測からインターネットでの確認までのシステムフローは以下のとおりである

- ①各計測機器はリアルタイム24時間計測を継続し、計測機器に接続されたボードマイコンで計測データを保存収集する。(写真1、写真2)
- ②ボードマイコンに保存収集された計測データを通信モデムを介して、一定時間毎(5分/10分/60分)に計測サーバーに送信する。計測の種類または管理方法によって、一定時間内の平均値・最大値など演算値を送る場合、時間内の計測データをすべて送信する場合、その瞬間値を送る場合に分けられる。
- ③計測サーバーは各計測機器から送られたデータを保存すると同時に、あらかじめ設定された管理値と比較し、管理値を超えている場合は担当者に警報メールを送る(携

帯メール、PCメール)

- ④警報メールを受信した担当者は、該当する作業に対して適切な対策を指示することで迅速な対応を可能とする。
- ⑤必要に応じて、リアルタイムまたは過去のデータの確認、報告書出力を可能とする。(図2)

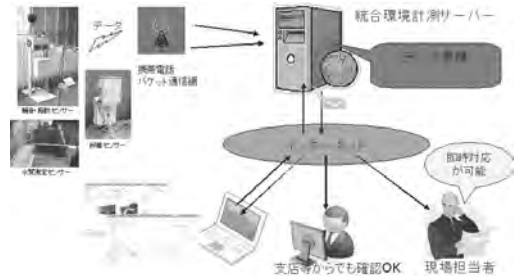


図1 システム構成



写真1 騒音振動計測



写真2 水質計測

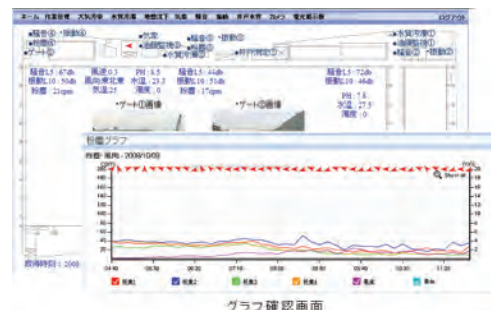


図2 計測データ確認

2.2 特徴・効果

システム設置後の作業所職員の管理は④⑤となるが、通常利用している自分の PC からインターネット利用により簡単にデータ確認が可能となる。また本支店技術部の担当者も同様に情報共有が可能になるため、適切なフォロー支援体制を構築できることもシステムの特徴になっている。また今回の開発に際しては、上記のとおり作業所職員にとって日常の業務の中で使いやすいシステムにする事他にも、下記特徴のとおり作業所での設置・移設を簡単にする事と、作業所への設置準備期間を短くする事などシステムの導入のしやすさにも配慮している。

このシステムのもうひとつの特徴であるが、携帯電話パケット通信網を利用したことで、計測機器設置箇所には 100V

電源を用意するだけで容易に設置が可能になり、携帯電話の通信エリア内であれば、設置後の通信環境の調整などの必要がない。この方式により作業所での設置調整作業が大幅に短縮され、複数台数の設置でもほぼ1日で完了する場合が多い。またセンサ・計測機器も一般にレンタル可能な機器を対象として、汎用の通信盤、Web表示ソフトを開発したことで、作業所導入決定後短期間(最短1週間)での導入も可能としている。

このような工夫により作業所でのシステム適用例はこの3年間で80箇所を越えているが、システム利用作業所が増えることで新たな課題も見つかってきた。センサ故障、電源断などの異常をいち早く検知して復旧させるために、メンテナンス担当者は日々各現場に設置されたシステムの正常稼働確認を行っているが、その作業時間が増えていることが問題になってきた。通常は対象作業所毎にWebページにログインして、各計測データ、Webカメラ画像をひとつひとつWebページを開くことで確認しているが、その単純作業を自動化することで確認作業の省力化を図ることとした。具体的には図3のとおり、1作業所の全てのシステムが1画面で稼働確認可能になるメンテナンスシステムを開発した。また作業所が稼働する前の早朝時間帯に、Webカメラへのネットワーク接続確認、画像キャプチャを自動実行させておき、一覧に配置された計測データグラフと併せて俯瞰できるようにしている。この開発によりシステムの稼働確認時間が約1/3に短縮され、システムの信頼性も向上させることができた。

本システムの適用により、近隣住民の方々に環境に配慮して工事を進めていることが理解され、円滑なコミュニケーションに役立っていることが効果として現れている。また、写真3のように、計測データを積極的に近隣に公開してより安心していただけるよう配慮している作業所も複数ある。

現在サポートしている計測対象としては、「騒音振動計測」、「粉塵計測」、「水質計測」、「水位計測」、「簡易気象観測」があるが、作業所ニーズに合わせて、コンクリート養生温度管理など同じ仕組みで開発することで、環境計測だけでなく品質管理システムなどにも展開をしていく予定である。



図3 システム稼働確認画面



写真3 データ公開用電光掲

§3. 事例「モバイル緊急地震速報システム」

緊急地震速報は日本各地の地震計のデータが気象庁に集まり情報発信機関を介しインターネット、電波等を利用して通達される。(図4)



図4 緊急地震速報概要

本システムは高度利用者向けに販売されている緊急地震速報端末装置をモバイルルーターおよびカードと組み合わせたシステムである。一般的にはインターネット回線を有線接続して利用するが(写真4)、現場にも同じように設置して直接情報を流すことで災害発生を未然に防ぐことができる。しかし現場適用する際はインフラ環境の事情から回線の引き込みが出来ない場合がある。

近年の携帯電波環境は急速に発展して都市部を中心に広がり続けている。モバイル通信機器の開発も同時に進んでおり、緊急地震速報端末機器もこれらの機器を利用すれば十分活用できると考えた。通信機器をモバイルルーターとカードを利用したものに変えて作動状況を確認したが(写真5)時間差がなく速報が流れた。現場の携帯無線電波環境にもよるが今後の地震活動を考慮しながら対象とする現場には積極的に提案していく。



写真4 有線回線



写真5 モバイル通信

現在利用している緊急地震速報端末には外部出力機能があり速報と同時に外部機器を作動させることができる。この機能を利用して警報装置を接続することでアナウンスによる通知だけでなく警報音と回転灯を作動させることでより広域に視覚的に確実に知らせることができると考えた。(図5)作業現場では重機オペレーターは速報アナウンスを聞くことができない。速報の発信と同時に作動する警報機の大音量ブザーと回転灯に気づけばエンジンを停止することや重機からの脱出、危険箇所から退避できる可能性がある。立坑やトンネル坑内にも有効である。

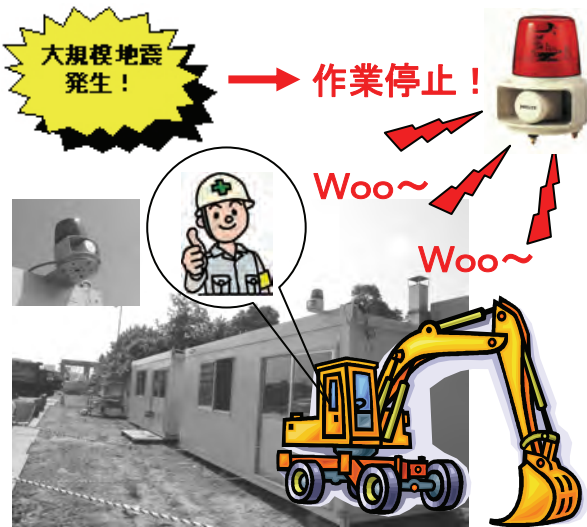


図5 警報装置設置

§3. 事例 「ワイヤレスセンサを用いた挙動計測システム」

ワイヤレスセンサはセンサと無線通信を分けて考える必要がある。計測対象を理解する事でどのセンサが最適かを調査を行い、センサ部分を選択する。その後、現場状況及び要求事項に合わせて無線方式を選択、それらを組み合わせる事で各種ワイヤレスセンサとして開発を行っている。建設業では一般的であるひずみ計測と比較的新しい無線規格である Zigbee を組み合わせたワイヤレス計測について開発適用事例を紹介する。

適用現場は水道本管を推進工法で工事を行う現場であ

り、一定間隔(50m)で推進管本体に発生する摩擦力を計測し前後の推進管の推進力の差異(摩擦力)を確認しながら潤滑剤の注入タイミングを予測する品質管理及び省力化を目的としている。(写真6)



写真6 現場状況

推進管の仕上がり内径は 2.6mであるが掘削機器などを配置するため狭くなっている事や工事延長が 600mを超える事などもあり、有線ネットワークの構築は困難と考え無線ネットワーク、Zigbee を使用しての実施を提案し、開発を行った。

Zigbee を採用した理由はメッシュ型のネットワークが構築できるという事である。これにより物理的な障害物のために電波が途切れたり、またノイズや干渉等の発生により通信に不具合が発生したりした場合自動切り替えて他の経路を経由できるので安定した通信が可能となる。

また、進捗により延伸していく管敷設工事などでは末端に電気を入れると自動でネットワークを構築する Zigbee は適した通信方式であった。本来は家電向けの短距離無線通信規格であるが、計測間隔 50m以上の要求を満足するため、常時 100V 給電は必要であるが高出力タイプを採用した。



写真7 工場での端末設置状況

ワイヤレス計測システムはひずみ計測端末及び計測 PC から構成されており、計測端末は現場搬入前に推進管製造工場でひずみゲージと計測端末本体をあらかじめ定められた位置に設置し、計測準備を行っておく。(写真7)

計測 PC にはコーディネータと呼ばれる親機(以下 ZC)が USB 接続されており、PC にはデータ収集用アプリケーション、閲覧用アプリケーションが同時に稼働している。

PC 側データ収集アプリケーションで設定した時間ごとに(最短 1 分)にデータ収集用コマンドを送信し、ZC を通じて直近の端末から順番にホップしながら末端の端末までコマンドは送信される。コマンドを受け取った計測端末は直近端末に向けてその時のひずみ計測値を送信し、最終的に計測値はホップしながら ZC を通じて PC 側にデータが蓄積されるシステムである。(図6)

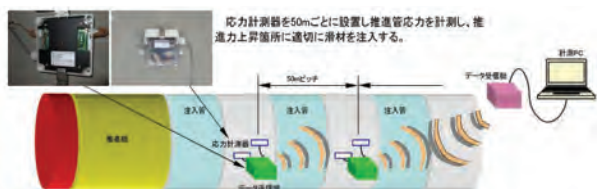


図6 システム構成図

計測されたデータはひずみ値であり、閲覧用アプリケーションで応力、推力、摩擦など力学的な数値に演算され、ビジュアル的に把握しやすいような表示としている。現場職員及び協力業者職員は測定箇所毎に表示された数値及び測定箇所間の摩擦差が大きいかどうかをチェックし、大きい場合には異常が無いかどうか、滑材を注入するかどうかの判断をする補助ツールとして活用している。(図7)

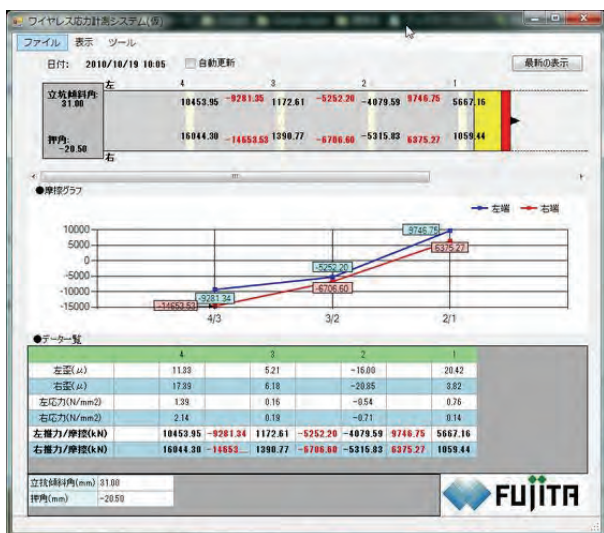


図7 閲覧用アプリケーション画面

無線通信と組み合わせることにより自動計測できるようになり、連続的なデータを収集する事で異常時の早期発見や

滑材の注入タイミングなど品質管理に貢献する事ができた。

また、従来まではひずみ計設置箇所までハンディロガーなどで計測箇所まで移動し計測したり、計測用ケーブルを長距離配線などを行っていた作業も不要となり、省力化にも貢献していると考えられる事ができる。

無線技術は近年急速に進歩しているため、動向を調査しながら現場に即したワイヤレス計測を引続き開発していく予定である。

§4. 事例 「サイトモニタリングシステム」

作業所での利用が最も多いサイトモニタリングシステムの適用事例を紹介する。作業所の施工状況を作業所事務所または本支店などの遠隔地からカメラで確認したいというニーズは昔から多くあり、低価格・高品質な Web カメラ、低価格・高速な通信回線などの普及により、近年多くの作業所で利用されるようになってきている。

一般に普及している Web カメラは遠隔操作が可能で、Pan/Tilt 操作により確認したい箇所にカメラの方向を変えて確認するのが普通である。当社においても作業所で一般に利用している Web カメラの仕様は上記と同じであるが、今回 Pan/Tilt の操作が必要なく 360 度全周囲が確認可能なポータブル Web カメラを開発し、作業所に適用した事例を紹介する。

4.1 システム構成

本システムは図8のとおり、「360 度カメラ」、「取り付け治具」、「通信機器」に分かれているが、すべてを持ち運び可能な通信盤に一体として収納しており、その特徴は以下のとおりである。

- ①360 度カメラで全周囲を死角なく監視可能(写真8)。
- ②カメラを通信盤内に収納して一人で簡単に持運び可能。(特願 2009-65499)
- ③カメラは単管パイプにクランプで短時間で取付可能。
- ④携帯電波で通信するので 100V 電源を入れるだけですぐに遠隔からの確認が可能。

今回適用した作業所は、作業所のゲート入口の安全監視のためにゲート周辺を広く監視する必要があった。写真9のとおり、360 度映像を 180 度 2 分割する方法や、90 度ずつ 4 分割する方法など全周囲を 1 画面で確認する方法と、通常の Web カメラと同様に見たい方向を選択して歪を補正して確認する方法などがある。最初に全周囲画面を確認すると一部周辺の画像が歪んで見えることに違和感を覚えるが、慣れることによって Pan/Tilt の操作なしでゲートの全周囲がひと目で確認できる効果が高いという評価を得ることが

できた。また、全周囲が確認可能ということで、作業所の防犯カメラ、施工階確認用カメラとしての利用もニーズが高いということがわかってきた。

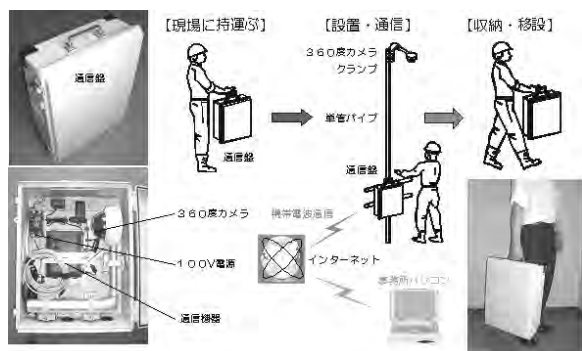


図8 ポータブルWEBカメラ360



写真8 360度映像



写真9 360度カメラ監視映像

今後も作業所において Web カメラを利用した安全管理・品質管理・工程管理などが普及していくと思われるが、作業所周辺へのプライバシー配慮は非常に重要である。住宅周辺での工事も多くなっており、カメラが特定の住宅に向かないよう Pan/Tilt のコントロール制限をしたり、物理的に見えないような覆いをするなど、無用なトラブルの原因にならないよう配慮する必要がある。

§5. 今後の技術展開

本報告では「情報共有」「見える化」という視点で4つの適用事例を紹介した。現状においても一定の効果は検証できているが、作業所からはさらなる「安全」「省力化」「品質向上」への期待が大きい。

今後も上記期待に応えるべく、作業所支援情報システムの開発を継続していく予定であるが、課題はすべての作業所への普及・展開である。個々の作業所における個別のニーズによって開発されたシステムが、ほかの作業所にとっても有効であることは多い。開発対象とした作業所だけでなく、全店・全作業所への普及により「安全」「省力化」「品質向上」への効果がより大きくなると考えられる。

最近ではスマートフォン、タブレット端末、高速携帯無線通信など施工フィールドでの操作性に優れた情報端末が次々に普及してきている。今まで、情報端末の可搬性・操作性・通信環境などの課題により、作業所への普及・展開が難しかったシステムも、現在の環境でもう一度見直すことも必要かもしれない。

また近年は、省エネ・省 CO2 など、建物のライフサイクルコストへの関心も高まり、効率的な維持管理システムへのニーズも多くなってきている。今後は、施工時に作業所支援情報システムとして利用した施工情報データ・品質管理データを取り込むなど、トレーサビリティに配慮した建物の維持管理システムへの展開も重要になってくると思われる。

ひとこと



巽 研

情報共有と見える化技術をより多くの作業所へ提案して施工環境の向上だけを支援していきます。御報告した事例でなく作業所のニーズに応じてICT技術を利用した新しいアイデアで画期的なシステムを開発していきたいと思っています。