

モノのインターネットによる建設現場の施工支援

建設 IoT (Internet of Things =モノのインターネット) システム

國塚 篤 郎

土木建設業界の人材不足を背景として、工期の遅れや、建築・建設にかかるコストの上昇が多くの事業者を悩ませている。

本稿では、現場で利用する計測機器や撮像装置をインターネットに接続することで、そうした現場の人材難を緩和し、現場管理者や作業員がより高度で本質的な仕事に安心して集中できるよう様々な角度から支援を行う、建設現場の IoT (Internet of Things =モノのインターネット) 化に関する取り組みを紹介する。

キーワード：モノのインターネット、見える化、安全対策、コスト削減

1. はじめに

近年、国内の土木建設業界は慢性的な人手不足に陥っていると言われている。2020年の東京オリンピック招致が決定したことなどにより、土木建設工事の件数は増加しているにもかかわらず、建設技術者や現場管理者の人材不足は深刻化する一方であり、円安による建設資材の高騰も影響したことで、全国的に入札不調が頻発する事態を招いている。

この人手不足の背景には、多重下請け構造や現場の労働条件、若年者が土木建設業界に抱くイメージなど、複合的要因が考えられることから、その解決も容易ではない。建設各社はこれらの問題を少しでも軽減するよう、様々な施策を行って人材の誘致・育成に力を入れるのと同時に、工期やコスト圧縮に繋がる工法の開発や導入を積極的に行っている。

また問題の存在を認識した国も、国土交通省や厚生労働省が連携して当面の対応を行うことを発表するなど、官民一体となった対策を推進しているものの、未だ根本的な解決には至っていないのが現状である。

本稿では、そうした人材不足問題への対策の一つとして、計測機器や撮像装置（カメラ）にネットワーク接続性を付与することにより、遠隔地から現場の様々な情報をリアルタイムに収集し、現地に担当者がいるのと同様の、場合によってはそれ以上の精度で品質管理や安全管理を可能とするシステムのメリットや事例、今後の展望などについて紹介する。

なお本稿においては以降、このような機能を持つ施

工支援システムを建設 IoT (Internet of Things =モノのインターネット) システムと呼称する。

IoT とは、日常生活における身の回りのあらゆるモノがインターネットへの接続能力を有することにより、接続されたデバイスやセンサが自動的に収集するデータの利用が社会的に大きな役割を果たすようになるとする概念である。この考え方自体は目新しいものではなく、1990年代には「ユビキタスコンピューティング」、2010年代前半には「M2M (Machine to Machine)」などと呼ばれ、機械同士の自律的な制御や連携を表す世界観として、一般的には「見える化」という表現で認知されてきた概念である。

2. 建設 IoT システムの基本的な仕組み

建設 IoT システムはその用途によって複数のバリエーションが存在するが、多くは以下の6要素を中心として構成される。

- (1) センサ・計測機器
- (2) 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末
- (3) 電源供給装置
- (4) ネットワーク
- (5) クラウドサーバ
- (6) アプリケーション

以下に各要素の詳細を示す。

(1) センサ・計測機器

現地環境データや映像を測定することのできる広

義でのセンサがこれにあたる。

温度の計測には温度センサ，雨量の計測には雨量センサといったように，用途に合わせてセンサ部分を切り替えて利用し，電気信号として捉えることのできる事象であれば，その多くを見える化することが可能である。

画像や映像は撮像素子が捉えた光を電気信号に変換するものであることから，各種撮像装置も本要素に含まれるものである。

建設現場で利用されることの多いセンサには，風向，風速，雨量，水位，濁度，粉塵，騒音，振動，温度，湿度，伸縮，傾斜，衝撃，電圧，動体検知，静止画（カメラ），動画（カメラ）などがあげられ，実に多種多様である。

(2) 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末

前項センサ・計測機器が捉えた電気信号を，ネットワーク送出に適した形式に変換する処理能力と，ネットワークへの接続インターフェースを備えた端末である。



写真一 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末



写真二 通信モジュール内蔵型ゲートウェイ端末

これら端末は，屋外である建設現場に設置されることを想定して，防水・防塵などの耐環境性を備えたボックスの中に組み込まれる（写真一，2）。

(3) 電源供給装置

本装置は主にソーラーバッテリーを利用する。ソーラーバッテリーは鉛蓄電池（ディープサイクルバッテリー）とソーラーパネル，チャージコントローラーなどから構成され，日照のある昼間はソーラーパネルからバッテリーに給電を行い，夜間に放電するというサイクルを繰り返すことで，別途電源を必要としないシステム単独での長期間運用を可能とする（写真一3）。



写真一3 電源供給装置

(4) ネットワーク

前項ゲートウェイ端末が内蔵する通信モジュールで接続し，セキュアな閉域網を経由してデータをクラウドサーバまで安全に無線伝送する経路である。これは携帯電話が使用する800 MHz帯の電波などを利用するため，通信の安定性ならびにカバレッジは通信キャリアのそれに準ずるものである。

(5) クラウドサーバ

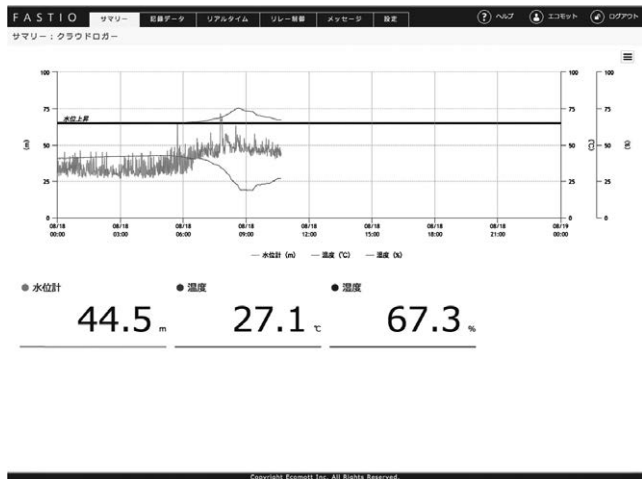
データベースやゲートウェイ，APIなどの各種サーバから構成され，(1) センサ・計測機器が測定したデータの収集・保存などを行う他，サーバプログラムによって様々な演算処理を行う。

(6) アプリケーション

前項クラウドサーバで処理した結果を，スマートフォンやタブレット，PCなどの電子デバイス上で実行されるwebブラウザにGUIとして表示されるインターフェースを指す。利用者は付与されたアカウントでこれらアプリケーションにログインし，各種データ

の閲覧や操作を行うものである。

このように、見える化のシステムは複雑な機能、機構の組み合わせで構成されているが、実際の利用においては機器を現地に設置後、電源を投入するだけでデータの収集が開始され、各種機能の利用が可能となることから、利用者がその扱いの習熟に必要とする時間はわずかである（写真—4）。



写真—4 ログデータ監視アプリケーション

3. 代表的な建設IoTシステム

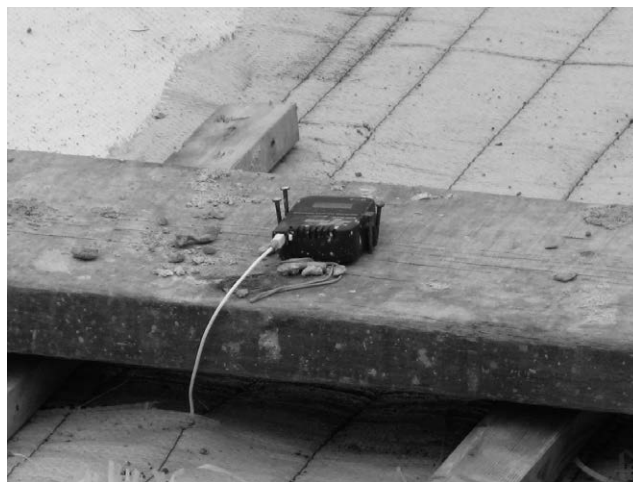
ここで標準的なIoTシステムとして、既に様々な現場での利用実績を持つものを紹介する。

(1) コンクリート養生温度管理システム

コンクリート打設の際に一定の品質を保つためには養生温度の管理が不可欠となるが、日本列島における夏季の高温、冬季の低温下で最適な養生温度を保つためには多くの人手や工夫が必要となり、管理コストの上昇を招いている。

このシステムは熱電対型温度センサによってコンクリート温度、囲い内温度、外気温の温度計測を同時に行い、設定した上限温度・下限温度を超えた値を検出した場合に、システムが自動的にメールや警報灯による発報を行う。

このシステムの導入で作業員による定期的な温度計測が不要となり、異常時にも遠隔地の担当者にはメールで、現地の作業員には警報灯などで同時に発報を行うことで、異常に対して迅速な対応が可能となる。温度計測用の無線センサ子機は小型軽量で、打設部分周辺の足場や囲いなどの構造物に容易に設置が可能であり施工性も高い（写真—5）。



写真—5 無線センサ子機

(2) 風向風速監視システム

建設現場では、労働安全衛生法によって10分間の平均風速が10mを超える場合に、高所作業やクレーンを使う作業の中止を義務付けている。また瞬間的な突風によって仮設足場の倒壊や重機の転倒などが発生する危険性もあり、安全対策のために風速の監視が必須となっている。

風向風速監視システムは、現地での瞬間的な風速値の上昇に対して警報で注意を促すとともに、現場が稼働している間継続して収集したデータを履歴としてサーバ上に保存している。このため万が一事故が発生した際に安全対策に問題がなかったかどうかの状況証拠として提示することも可能となる（写真—6）。



写真—6 風向風速監視システム

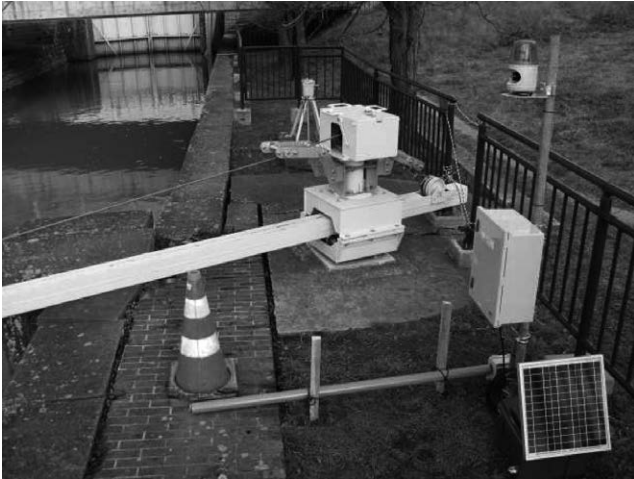
4. 応用的なシステム事例

ここでは現場の課題に合わせて設計された建設IoTシステムの応用事例として、「伸縮計・ポンプ連動警報システム」を紹介する。

宮城県石巻市の北上川の石井閘門は、国内に現存する稼働可能な閘門としては最古のものとして、重要文化財に指定されている。

2011年3月11日の東日本大震災による影響により外観が一部崩壊したため、被害状況の確認や補修のための詳細調査を行う際に同システムが利用された。

閘門自体が運河の水圧によって構造を維持している可能性があることから、調査のための水抜きによって崩壊が進行する可能性が指摘されたため、伸縮計を4箇所を設置し、警戒値として設定した値を超えた際に現地のパトランプを鳴動、同時に担当者にメールを送信し、接点制御によって水抜きに使用しているポンプの電磁開閉弁を操作し、発電装置ならびにポンプでの排水を停止するシステムを構築した（写真一7）。



写真一7 伸縮計・ポンプ運動警報システム

5. 見える化のメリット

建設IoTシステムを利用し、建設現場の見える化を行うことには大きく二つのメリットがある。

- (1) 工期・コストの圧縮
- (2) 技術評価点および工事成績評定点の向上

建設IoTシステムは基本的に屋外で24時間稼働し、従来人間が現場に赴いて行う必要のあったデータ収集業務や、作業進捗の確認などを代替、あるいは補助するものである。このことはそれら業務に費やされてきた職人の時間を、施工に関わる本質的な業務に割り当てることが可能となることを意味し、システムを利用することによって工期の短縮や人材コストの削減効果が確認されている。

また、多くの建設IoTシステムは国土交通省の新技术情報提供システム（NETIS）に登録されていることから、これを活用することによって総合評価落札方式における技術提案や、工事成績評定における加点が期待されるものである。

6. おわりに

建設IoTシステムは、現在では全国3000以上の現場に採用され実績を重ねることにより、開発当初に比べ安定した運用や精度の向上を実現した。

近年は現場での製品理解が進んだことに伴い、システムに対するニーズも高度化する傾向にあることから、それらニーズに応えた製品改良を続けながら、建設IoTシステムによって建設現場における様々な課題を新たな視点から解決し、もって我が国の土木建設業界の発展の一助となるべく注力を続ける所存である。

JICMA

【筆者紹介】

國塚 篤郎（くにづか あつろう）
エコモット(株)
営業部 営業企画課
課長

