

コンクリート打重ね管理システムの IoT 活用による自動化改良

大成建設(株) 本社土木技術部 I C T推進室 正会員 ○渡邊 高也
 大成建設(株) 本社土木技術部 フェロー会員 大友 健
 大成建設(株) 樫原高田下部工事業所 正会員 中村 仁士

1. はじめに

著者らは、生コンクリート製造・施工・維持管理のデータをすべて電子化し、クラウド上で製造・施工・監督の三者がリアルタイムに共有することで、現場打ちコンクリート工の生産性と施工品質を向上させる「生コン情報の電子化」の取組みを継続してきている。さらに、コンクリートの受入れ管理を全数化し、施工を含む異なるフェーズ間で引き渡される情報を、最終的に CIM に統合することで、将来的に維持管理情報とするストレートラインを提唱してきた(図-1)。この中の締固め・打重ねに関し、要素技術として打込み位置情報の取得とコンクリートポンプ車や締固め用バイブレータの稼働情報の取得は重要である。「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」(以下、PRISM)の2021年度で開発・報告した打重ね管理システムについて、IoT活用による更なる自動化の改良をPRISM2022年度の一部として実施した。実際の施工(近畿地整:「大和御所道路樫原高田 IC ランプ橋(AP26 他)下部工事」)において試行したので、概要を紹介する。

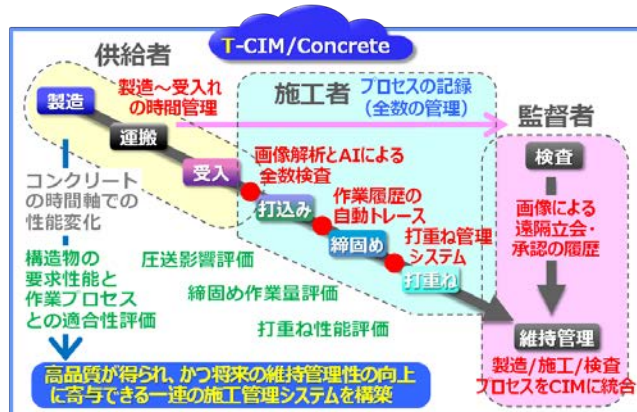


図-1 コンクリート構造物の維持管理に至るストレートライン



図-2 PRISM2021年度で開発したシステムの概要

2. 2021年度に開発したシステムでの課題

2021年度に開発したシステムの概要は図-2に示すように次の要素から構成されていた。

- ・IoTポンプ車(極東開発工業社)からのブーム「先端平面」位置情報とポンプマンのGPSによる位置/方向による打込み位置の特定と、打込みエネルギーの算定
- ・GPSによるパイプマンの位置/方向情報と、バイブレータ作動情報による打込み作業量の特定と締固めエネルギーへの換算
- ・これらの情報を現場内の計測パソコンにより集約して打込み箇所ごとの、打込み/締固め作業の開始と完了の判定

- ・判定結果のクラウドサーバへの送信による打重ね管理記録と表示

しかし、現場展開に向けた汎用性を考慮した場合、次の点が課題となった。

- センチメートル級の高性能GPS(RTK-GNSS)を用いても、既設構造物や土留め鋼材によりGPS電波の状況が悪い場合には、スマートフォンなどのGPSと同様に数メートルのずれが生じて使用が困難。
- 現場内の計測パソコンに情報を集約する場合、場内LANを組まねばならず、通信設定が複雑となる。
- IoTポンプ車が配備できない場合、ポンプ作動の情報が取得困難である。

キーワード コンクリート, 品質管理, 打重ね管理, i-Construction, IoT, PRISM

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル TEL 03-5381-5043

3. IoT 活用による自動化の改良

PRISM2022 では、前述の課題を改善すべく当社の DX 基盤である「T-iDigitalField」で培ったスマートフォンの技術を応用した IoT デバイスの利用による小型化と情報のクラウド集約化による IoT 活用技術を応用して、以下の改良を行った。

1) 位置検知の GPS と BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンとのハイブリット化

図-3 のように GPS 電波の悪い切梁や火打ち付近では BLE ビーコン (図-4) を併用することにより、位置検知を補完した。

2) ポンプ車稼働情報の加速度ビーコンによる取得

図-4 のようにポンプ車配管に加速度ビーコンを設置し、IoT 化されていないコンクリートポンプ車を使用する場合にもポンプの稼働状況を把握可能とした。

3) バイブレータ作動検知装置の小型化

図-5 のようにパソコンを使用せず、通信機能も内蔵して小型化したことにより、バイブレータのインバータとセットで設置でき、クラウドと直結した。

これらの改良により、屋外の広いスペースで GPS が容易に利用できるケースと当現場のように橋脚下部工のフーチングなど GPS のみでは対応できないケースとの両方への対応 (図-6) が可能となった。また、IoT ポンプ車の一部の稼働情報を、別システムで取得する可能性も確認した。

打重ね管理により、i-Construction の目指すコンクリート工の品質向上に貢献できることを確認しているが、今回の自動化対応により、さらに生産性の向上に寄与できるものと考ええる。

4. おわりに

本システムについて基本機能は完成したが、以下の点でさらに工夫が必要であると認識している。

- ・GPS の場合、ポンプマンやパイプオペの前屈などの姿勢により精度誤差が大きくなること。
- ・BLE ビーコンの場合、地下空間のように BLE ビーコンのみを使用する場合、電波強度の閾値について更なる検討が必要であること。

本技術の実施により得られた知見は、コンクリートの打重ね管理のみでなく、位置検知を利用する建設関連のシステムの改良に役立つものであり、今後も継続して調査・実証を重ねていきたい。

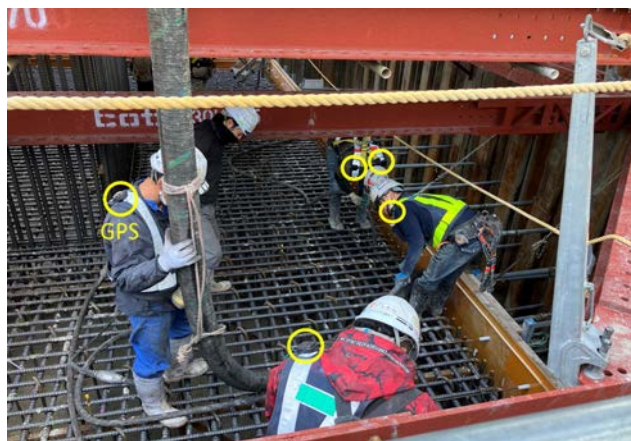


図-3 榎原高田下部工事での打設状況と GPS 使用

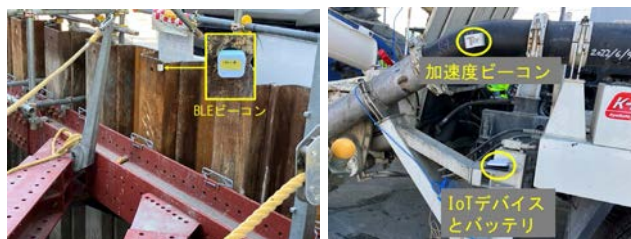


図-4 BLE ビーコン、加速度ビーコンの設置状況

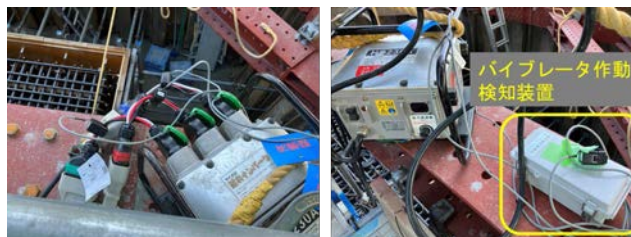


図-5 バイブレータ作動検知装置の設置状況



図-6 バイブレータ作動検知装置の設置状況

PRISM2022 の実施にご協力頂きました国土交通省近畿地方整備局 奈良国道事務所様には御礼申し上げます。

参考文献：

- 1) 大友健ほか：受入れコンクリートの性能を考慮したコンクリート構造物の施工履歴の評価システム -コンクリート構築工に IoT/AI 技術を統合活用-, 第 4 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」, 2022. 7. 11