

新丸山ダムにおける土工 CPS の開発（その2）

(株) 大林組 正会員 ○阿部 留美子, 辻本 理, 松村 敦志
 (株) 大林組 笹原 大介, 佐藤 圭吾, 三谷 祐哉
 (株) ソリッドシステムズ 石澤 愛, 望月 優作

1. まえがき

多くのダム建設工事では、基礎岩盤の掘削において発破工法が用いられている。発破工法は削孔、装薬、配線、退避、発破、不発孔・残留薬の確認、ズリ集積・積込・運搬、浮石除去と作業工程が多いため、大勢の作業員が周辺で作業をしており、退避の場所やタイミングが悪いと、爆風や発破によって破碎された岩石の飛来による重大な災害の要因となる。

そこで現在建設中の新丸山ダム本体建設工事（岐阜県加茂郡八百津町・可児郡御嵩町）において、作業員の確実な退避を確認するために、土工 CPS を活用した安全管理システムの開発に取り組んだ。

2. 開発概要

これまでも筆者らは、川上ダム本体建設工事（三重県伊賀市）をフィールドとして CPS を活用したダム用クレーン安全管理システム¹⁾の開発に取り組んできた。CPS (Cyber Physical System) は、現実の世界の情報をコンピューター上の仮想空間に再現し、分析後、最適な結果を現実の世界にフィードバックするものである。

今回構築したシステムは、作業員の位置情報を土工 CPS 上に表示し、発破作業時に退避区域内に入域している人物を特定してアラートを発報するものである。図-1 に安全管理システムイメージを示す。

3. 技術的課題

川上ダムで開発したダム用クレーン安全管理システムは GNSS 端末が大きく、ヘルメットに装着すると、足場階段の昇降時に端末が邪魔になることや、端末内に配置されていたバッテリーが重く、疲労の原因となることから作業に支障をきたしてしまい、実用化に至らなかった。

そこで端末を小型化、軽量化して快適に使用でき、発破作業時に立入禁止区域に入域してしまった作業員が確実に退避できるよう、システムを改良することが課題となった。

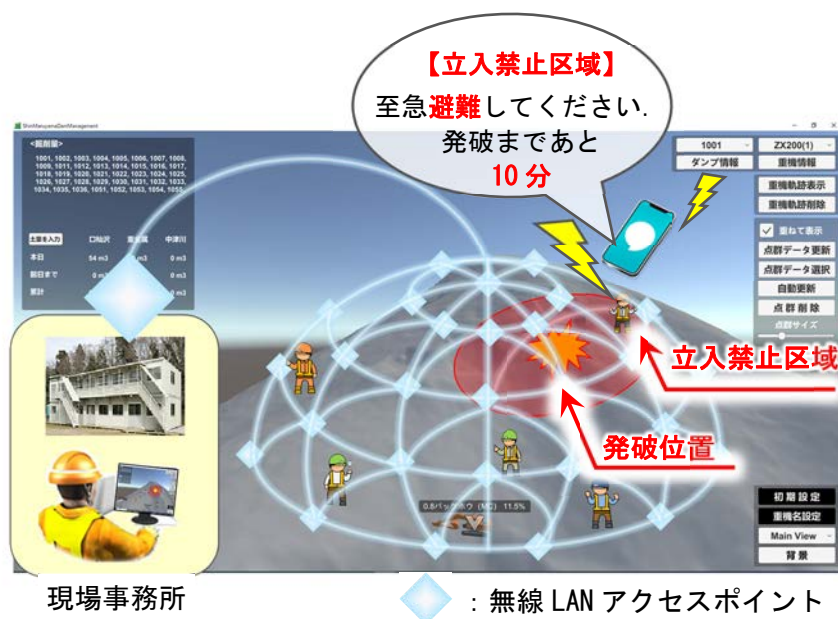


図-1 安全管理システムイメージ

4. 課題解決策

(1) 位置情報取得

作業員の位置情報を取得するための端末を小型化、軽量化するために、ビーコンの使用を検討した。ポケット電池が内蔵されたビーコンタグは重さが 40g 以下となるため、長時間着用していても作業員の負担が少なく、なおかつ作業終了後に充電をする必要がないことから、実用化に適していると考えたためである。

川上ダムで開発したダム用クレーン安全管理システムは、端末に GNSS 受信機を内蔵し、GNSS から発信さ

キーワード CPS, BIM/CIM, 建設 DX, 安全管理, 生産性向上

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟

(株) 大林組 土木本部生産技術本部ダム技術部 TEL03-5769-1321

れた情報を直接受信する構造となっていたが、ビーコンは Bluetooth などを使用して、半径数十m程の範囲内へ信号を発信し、情報を感知した近くのデバイスからサーバへ位置情報を送信するものである。GNSS を使用する場合は RTK 測位方式により誤差数 cm という精度で位置情報を取得できるが、ビーコンを使用する場合は、誤差が最大数十mとなってしまう。そこで新丸山ダムでは、作業員位置情報の精度向上のため、立入禁止区域を中心としてメッシュ状に無線 LAN 網を構築し、3箇所以上のアクセスポイントでビーコンからの信号を受信して、位置を補正するようにした。

(2) データ連携

ビーコンによって取得した作業員の位置情報は無線 LAN システムのクラウド上に保存されるが、警報発報システムと連携するために、データを土工 CPS サーバへ反映する必要があった。時間ごとの作業員位置情報を記録した CSV ファイルを作成し、手作業でデータを反映する方法も考えられたが、この方法では作業が煩雑となる上にタイムラグが発生してしまう。そこで API (Application Programming Interface) を活用してデータを連携することにした。この手法は、ソフトウェアやアプリケーションの開発者がデータの一部を公開することで、他のソフトウェアと共有できるようにするものである。

この技術を利用することで、作業員の位置情報が土工 CPS 上にリアルタイムに反映され、アラート発報機能と連携することができるようになった。

(3) 警報発報

端末の大型化の要因となっていたアラート発報機能は端末から無くし、現場で日常的に活用されているグループチャットツールを使用することにした。立入禁止区域内に入域している作業員を特定して、メッセージに明記の上、グループトークに参加しているメンバーが所持しているスマートフォンへ一斉にアラートを発報することで、周囲の安全確認と相互のコミュニケーションを図ることができる。

5. 技術的評価

ビーコンとメッシュ状に構築した無線 LAN システム、作業員が使い慣れたグループチャットツールを組み合わせることによって、日々の作業終了後に充電する必要がなく、軽量で現場の作業に支障をきたさない、実用的な安全管理システムへ改良することができた。

また API によるデータ連携により、データ移行にかかる労力を削減しタイムラグを解消するとともに、クラウドの乱立によるセキュリティリスクを回避し、安全かつ効率良く運用することができるようになった。

6. まとめ

これまでは発破作業前に安全管理者が立入禁止区域内を限なく回り、退避確認を行っていたが、今回構築したシステムを使用することで、現場事務所や管理部門など、どこからでも発破作業時の作業員の退避状況を確認できるようになった。現場事務所から発破作業現場までの移動時間及び作業現場内の退避確認時間が削減され、安全管理者の生産性が約 15%向上した。

また安全管理システムを既存の土工 CPS へ組み込むことで、施工現場を一元管理でき、現場担当者の管理業務の生産性も向上することができた。

今後はバイタルセンサ情報を反映する機能も追加して、熱中症対策をはじめとする作業員の健康管理にも役立つ、建設 DX を推進するシステムに発展させ、建設業を安全で安心して働ける業界にしていきたい。

参考文献

- 1) 西脇也寸男, 渡辺和哉, 宮入斎, 笹原大介, 小俣光弘, 徳永倫一: CPS 活用によるダム用クレーン安全管理システムの開発, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会VI-488
阿部留美子, 宮入斎, 笹原大介, 小俣光弘, 西脇也寸男, 渡辺和哉, 松尾昂祐: CPS 活用によるダム用クレーン安全管理システムの開発(その2), 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会 VI-41