

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）

(株)大林組 正会員 ○阿部 留美子 宮入 齋 小俣 光弘
 笹原 大介 西脇 也寸男 渡辺 和哉
 独立行政法人水資源機構 松尾 昂祐

1. はじめに

コンクリートダム工事では、資機材の運搬にケーブルクレーンやタワークレーンが使用されている。コンクリート打設中も隣接する作業ヤードで、型枠組立、鉄筋組立、清掃作業等が同時に行われており、作業員の上空をコンクリートバケットが往来している。

これまでに筆者らは、フィジカル（現実）をコンピューター上のサイバー（仮想）空間に融合させる「サイバーフィジカルシステム（Cyber Physical Systems：以下 CPS）」を活用したダム用クレーンの安全管理システムの開発¹⁾に取り組んでおり、三重県伊賀市で建設中の川上ダム本体建設工事（独立行政法人水資源機構発注）で試行した。今回はその結果について報告する。

2. システム概要

本システムは、各ツールから取得したデータを CPS 上へ集約し、立入禁止区域内へ入域する特定の作業員へ警報を発報するものである。システム概要を図-1 に示す。

(1) データ取得

タワークレーンジブと旋回台へジャイロと加速度センサを取付け、吊荷位置と運搬経路を計測する。タワークレーンジブ先端には、カメラを設置し、吊荷直下の映像を撮影する。ヘルメットに装着した GNSS 端末により、作業員の個人 ID と位置情報を取得する。

(2) データ送信

取得したそれぞれのデータは、データ容量を抑えるため、テキストデータとして 920MHz 帯無線を使用して現場事務所内のパソコンへ送信される。

(3) CPS

ジャイロ及び加速度センサデータは、タワークレーンの挙動としてリアルタイムで CPS 上へ反映される。タワークレーン吊荷直下の映像は、AI の画像認識技術により人物が含まれているか判定される。そこで人物があると判定された場合は、GNSS 端末によって取得された個人 ID と位置情報データにより、立入禁止区域内に入っている人物が誰か特定される。

(4) 警報発報

CPS 上で予測されたタワークレーンの旋回状況から、あと 5 m で吊荷下の立入禁止区域内に入ってしまうと判定された人物が装着した GNSS 端末にのみアラートを発報する。個人を特定することが可能となるた

キーワード 安全管理, CPS, GNSS, 画像認識, デジタルツイン

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)大林組ダム技術部 TEL 03-5769-1321

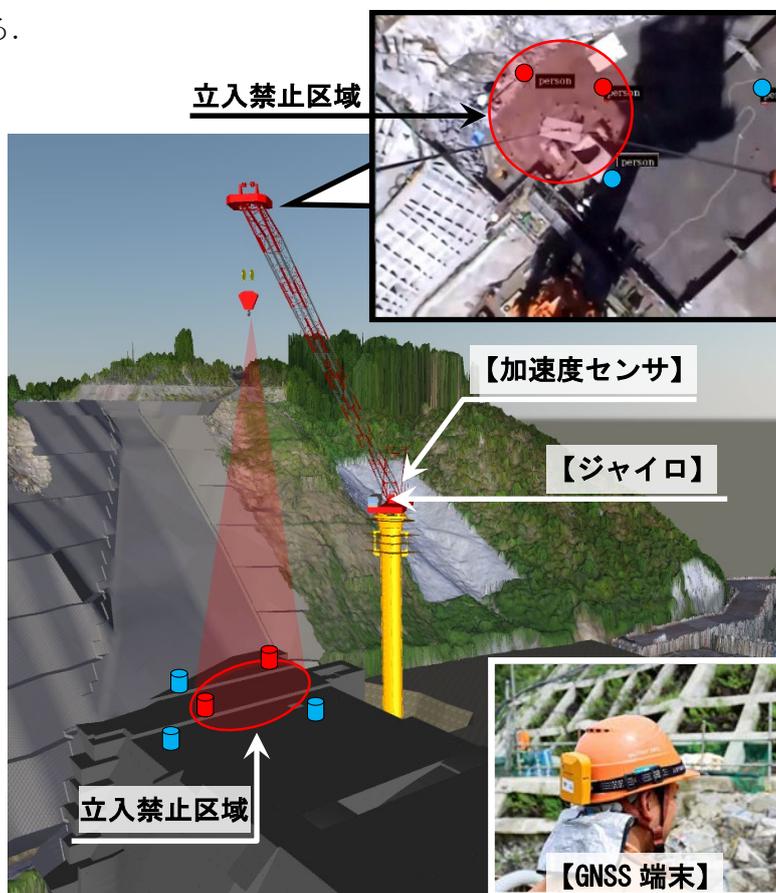


図-1 システム概要

め、立入禁止区域内での作業が必須となるクレーン合図者へはアラートを発報しないよう事前に設定することができる。

3. 試行結果

川上ダム本体建設工事に従事する型枠工と鍛冶工を中心とした作業員約10名にGNSS端末を装着してもらい、システムの検証を行った。その結果、タワークレーンの動きと吊荷位置、GNSS端末から出力された作業員の位置情報がCPS上に表現され、吊荷の移動により立入禁止区域へ近づいている作業員へアラートが発報された。また、GNSS端末から発報されるアラートは本人以外には聞こえないように調整したことから、アラート対象外の作業員への発報防止による作業効率の向上や近隣住民への騒音対策や希少動物へ与えるストレス回避にも寄与できたと考えられる。一方で長距離通信が可能で広大なダム現場でも安定した通信ができる反面、伝送できるデータ容量に制限がある920MHz帯無線の特性から、同時に複数のGNSS端末の位置情報を取得することができず、作業員全員の位置情報取得に時間がかかり、アラート発報にタイムラグが発生する課題が残った。また最低8時間使用可能なバッテリーの搭載により、GNSS端末の重さが装着者への負担となることも課題となった。

また、今回開発したGNSS端末をダム堤体上の重機へ搭載し、建設現場のデジタルツイン（現実の世界を仮想空間にコピーするデジタルの双子）を構築する試みも行った。デジタルツインイメージを図-2に示す。

GNSS端末搭載により、パイバック等での作業中であっても、重機の運転席にいてもアラートによって吊荷が近づいてくることがわかり、危険を回避できた。

更に遠隔アプリを使用することで、現場事務所のパソコンだけでなく、タブレット端末や管理部門のパソコンなど、どこからでもCPSを確認することができた。

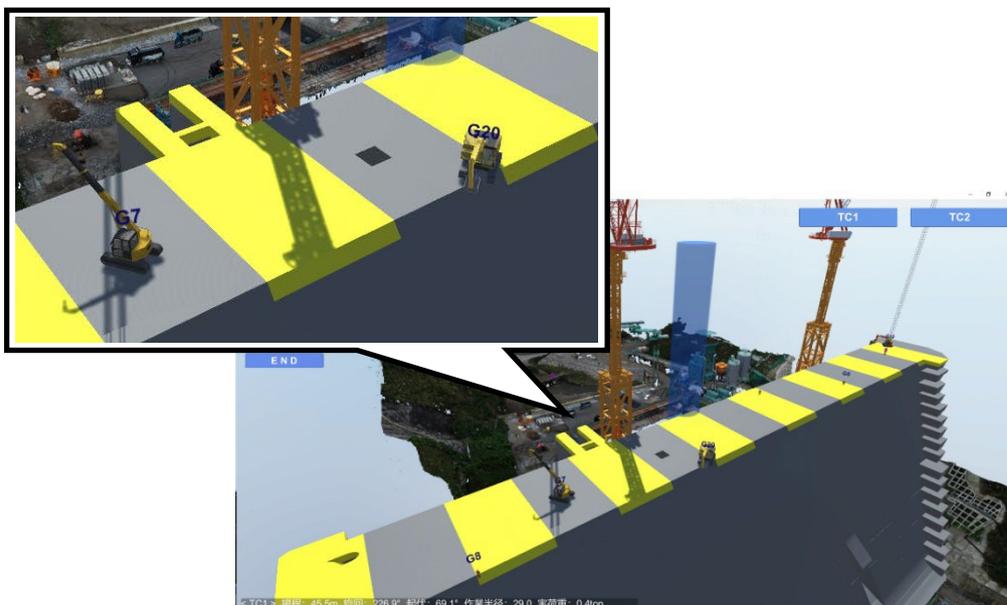


図-2 デジタルツインイメージ

4. おわりに

GNSS端末の軽量化、通信速度向上など課題は残っているものの、CPSを活用することで、従来は合図者による声掛けといったアナログで管理していた吊荷下の立入禁止区域からの退避対策が確実に実行できるようになり、災害を防止できると言える。

今後はGNSS端末と作業員の体調管理システムEnvital[®]を組み合わせた労務管理や工程管理への応用も検討したいと考えている。

謝辞

本開発にあたり、独立行政法人水資源機構川上ダム建設所の皆様に多大なご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 西脇也寸男, 渡辺和哉, 宮入齋, 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