

ケーブルクレーン自動運転システムの開発（その1） —GNSS 測位技術を活用したシステムの構築—

西松建設(株) 技術研究所 正会員 ○田中 勉
西松建設(株) 技術研究所 正会員 戸田 泰彰
西松建設(株) 機材部 石井 正典
西松建設(株) 九州支社 梅木 清文

1. はじめに

我が国における労働人口の減少の流れは今後さらに加速するとされており、特に建設業における施工の省人化、無人化への取り組みは喫緊の課題である。このような状況の中で、ダム堤体工における生産性向上、CIM や ICT 技術を活用・組み合わせる「i-Construction」の実現を目指し、今回ケーブルクレーンを使用したコンクリート打設の自動化技術開発に取り組んだ。

開発したシステムはコンクリート打設作業の際に都度遷移する打設位置や、バケット積載重量の変化に応じて、運搬の軌道や速度を変化させ、最適化された自動運転を実現する。打設位置へ高精度に到達し、バケットの振れを自動で抑えることが可能であり、柱状打設へ適用した場合には、クレーン運転士が目視確認できない箇所においても安全かつ迅速にバケットを到達、開放できるため、打設作業時間の短縮に繋がる。本報告では、開発したシステムの概要について報告する。

2. ケーブルクレーン自動運転システムの概要

本システムはGNSS（衛星測位システム）から受信した信号を利用してコンクリートバケットの位置を測位し、ダム堤体CIM（Construction Information Modeling）データと連携させることで、目標位置となる打設点までの運搬を高精度で制御する自動運転システムである。主に以下の3つのサブシステムで構成される（図-1）。

(1) 堤体打設オペレーティングシステム

ダム堤体 CIM データが包含するブロック区分、3次元位置データを利用し、タブレット端末のタッチパネル上に打設エリアの平面図を表示させて、自動運転の目標位置となるコンクリート打設点を指定する。

(2) 自動運転システム

軌索式ケーブルクレーンにおける横行トロリ、走行トロリ、フックブロック（バケットを吊るす装置）にGNSS 受信装置を設置してバケット位置を測位し、指定された打設点に向けて自動でコンクリートを運搬する。

(3) 統合管理ディスプレイ

自動運転中の打設進捗状況をリアルタイムで確認できる。さらにコンクリート品質情報、打設位置等の打設結果データを取得し、ダム堤体全域のコンクリート品質データを蓄積・管理する。



図-1 ケーブルクレーン自動運転システムの概要図



図-2 システムを構成する機器および設置場所

キーワード ダム、ケーブルクレーン、GNSS 測位技術、コンクリート打設、バケット位置制御

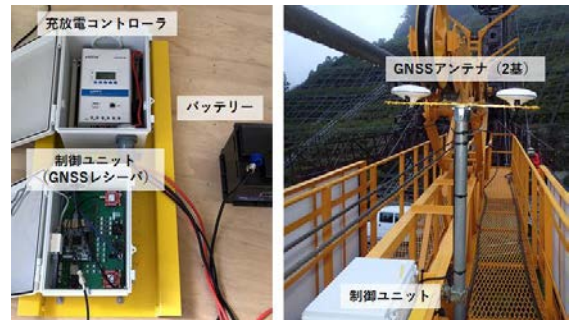
連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門1丁目17番1号 西松建設株式会社 技術研究所 TEL. 03-3502-0247

3. 開発システムのハードウェア構成

システムを構成するハードウェアの情報を設置個所毎に示す(図-2)。以下に各設置機器とその機能について説明する。

(1) 横行トロリ／走行トロリ

GNSS 受信モジュールを内蔵した制御ユニットと、GNSS アンテナを各トロリに搭載している。取得した測位データ等の各種データ伝送用として無線アクセスポイントを設置している。各機器への給電については、ソーラーパネルからの電力を充放電コントローラを介してバッテリーに蓄電して利用する(写真-1)。



(2) フックブロック及びコンクリートバケット

前述のトロリと同様の機器によってGNSS 測位及び無線によるデータ伝送を行う。給電については既設のコンプレッサを利用する。コンクリートバケットの側面にレーザー距離計を下向きに設置し、出力値によってバケットの地面への着床を検出している(写真-2, 3)。

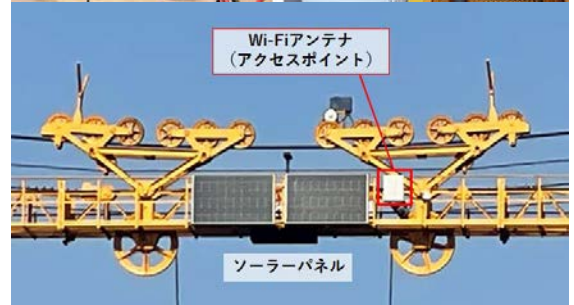


写真-1 ハードウェアの設置状況

(3) GNSS 基準局

クレーン操作室の近傍で上空の見晴らしの良い場所に、GNSS アンテナと制御ユニットからなる基準局を設置する。

(4) クレーン操作室

操作室内には自動運転制御用PCとデータ管理用PCを設置する。室外には無線アクセスポイントを設置し、横行/走行トロリ、フックブロックからのデータを取得して制御用PCに伝送する。制御用PCはケーブルクレーン制御用PLCと有線(LANケーブル)で接続し、産業用オープンネットワーク規格(FL-net)を使用して、自動運転システムからケーブルクレーンへ動作指令を伝送する。



写真-2 フックブロックへの設置状況

(5) バッチャープラント

骨材供給/コンクリート製造設備制御用PLCからのデータ取得用として、伝送用PLC及びPCを設置する。各PLC間の通信はFL-netを使用しており、バッチャープラントの稼働状況、コンクリート配合情報等の各種データを、自動運転システムのデータ管理用PCに伝送する。

(6) トランスファーカ管制盤

バッチャープラント操作室内に設置されている、トランスファーカ管制盤に伝送用PLCを接続し、トランスファーカ稼働状況等の各種データを取得する。取得データはFL-netで自動運転システムのデータ管理用PCに伝送する。



写真-3 レーザー距離計の設置状況

4. まとめ

GNSS 測位技術を活用したケーブルクレーン自動運転システムを開発し現場導入を図った。本システムの導入により得られた位置データを使用してコンクリートバケットを高精度に打設点まで自動運搬することが可能となり、サイクルタイムの向上に寄与できた。今後は現場での活用を通して、更なる改良を進め、生産性向上の一つのツールとして活用できるシステムに構築していきたい。