

コンクリート躯体の施工の信頼性向上技術の研究

[研究代表者] 瀬古繁喜 (工学部建築学科)
[共同研究者] 小島正朗 ((株)竹中工務店)

研究成果の概要

近年の土木工事や建築工事では CIM や BIM を活用した情報化施工の実施例が多く見られるようになってきている。筆者らは、建築でのコンクリート工事における情報化施工技術に関する研究開発を従前から行っており、「打ち重ね工法のための打込み管理・打設計画支援システム」の開発において、コンクリート打込み状況を可視化し時間管理を可能とするプログラムを概ね完成させた。型枠中でのコンクリートの流動状態を三次元的にシミュレートできるプログラムを現場で試行し、出力結果が実際の工事の状況と整合することを確認してきている。

本研究の最終的な目標は、コンクリートの打込み計画の立案をナビゲートするシステムの構築である。ここでは、実際の工事におけるコンクリートの打込み状況の管理を自動で行うプログラムに関する研究の成果を述べる。プログラムでは、コンクリートの流動状態を三次元的にシミュレートする部分を主体とし、工事の進行に合わせて自動的に実行できるよう、コンクリートの打込み位置認識、ポンプ車の打込み速度のモニタリングを統合する。実際の建築工事現場において BIM モデルを作製し、ポンプ車の打込み速度をリアルタイムで取り込みながらプログラムを実行させる試行を行うとともに、準天頂衛星の高精度 GPS による位置認識精度の検証を行った。

その結果、今回の現場試行では打込み位置を測定者が手入力で行っており実際の打込み位置を正確に反映したデータではないが、可視化されたコンクリートの流動状況は型枠中での実際の状態をほぼ再現できたことが確認できた。準天頂衛星による高精度 GPS の測位精度は、RTK 測量には劣るものの、誤差が 1m 以内であることが確認された。なお、GPS アンテナを設置する方向などの影響を受けるため、本研究で使用する実際の状況では注意を要することが分かった。

研究分野： 建築材料・施工

キーワード： コンクリート、打重ね時間、三次元モデル、吐出量、打込み位置、準天頂衛星

1. 研究開始当初の背景

近年、BIM(Building Information Modeling)は鉄骨工事や配筋工事で計画から施工段階まで活用されている。しかし、設計案に沿った形に型枠を組立てることで自由な形状が得られるコンクリート工事では、型枠内をコンクリートが流動する特性を持っていること、また形状が不定形なため、BIM などのシステムの活用が難しい現状がある。現場監督は図面上で打込み順序や時間の計画を行っているが、計画どおりに打込まれないことがあり、その場で熟練技能者が打込み順序を決定していることも多い。その結果、JASS 5 で定められている打重ね時間を超過し、コールドジョイント等の不具合が発生する問題が解決されない状況が続

いている。

2. 研究の目的

本研究の最終的な目標は、コンクリート工事の計画立案から実際の打込みを適切にナビゲートするシステムを構築することである。これまで研究を進めてきた施工管理システムでは、三次元の型枠モデルに 3~5cm 角のコンクリートブロックを流し込み、コンクリートの軟らかさや型枠の断面寸法などによって流動勾配を決定し、実際の流動状態をシミュレートして三次元モデルとして可視化する。

今年度は、実際の建築現場でシステムを実行させて、コンクリート打込み中の打込み量をリアルタイムでプログ

ラムに取り込み、実際の打込み状況を三次元的に再現できることを確認することとした。また、打込み位置情報の取得方法として、準天頂衛星システムを利用した場合の測位精度を確認することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) コンクリート施工管理システムの試行

実際の現場で CON 管理システムを実行させ、1分毎に打込み量を取り込んで計算する仕組みがタイミングよく進み、コンクリートの流動状況が現場で再現できるかを確認することが目的である。ポンプ車のセンサーで測定された打込み量のデータと実際の打込み量（荷卸し量）との整合性の確認も行うこととした。なお、打込み位置を自動測定して取り込む部分は未完成であるため、打込み位置は測定者が自分の手で図面上に入力する方法とした。試行の対象とした建築現場は、東京都内の大規模水泳施設である。

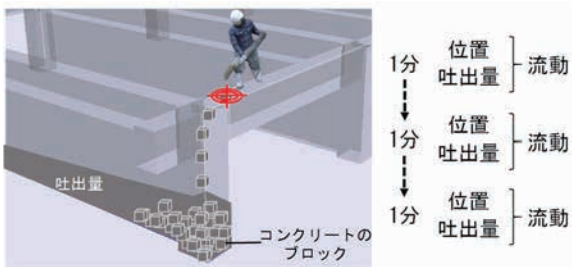


図1 流動シミュレーションのイメージ

(2) 準天頂衛星システムの測位精度の確認

コンクリート施工管理システムの実行中に打込み位置情報を取得するために、準天頂衛星システムによる緯度・経度データを用いることとし、その測位精度を確認することが目的である。ここでは、大学構内の広場における17.4m までの範囲での実験について主に示す。

実験1 固定点における測定では、図2に示す座標で位置情報を測定した。実験2 歩きながらの測定および実験3 持ち方の違いによる測定では、図3に示すような番号順で矢印の向きに移動しながら位置情報を測定した。

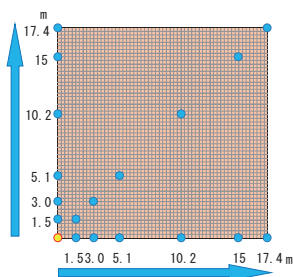


図2 実験1の測定位置

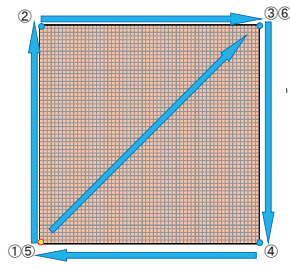


図3 実験2・3の測定順序

4. 研究成果

(1) コンクリート施工管理システムの試行

コンクリートの打込みは8時34分から行われた。当日の打込み順序を図4に示す。打込み位置の移動に合わせて位置を徹底し、動作確認を行ったところ、コンクリートの打込み状況が CON 管理システム上に表示されていることが確認できた。図4の④箇所が終了した時点でのシステムの打設状況を図5に示す。

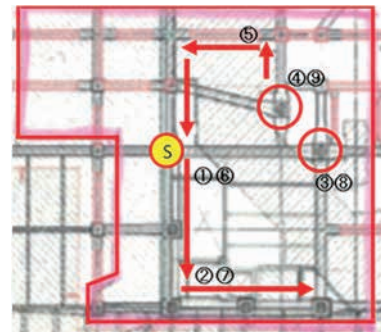


図4 当日のコンクリート打込み順序

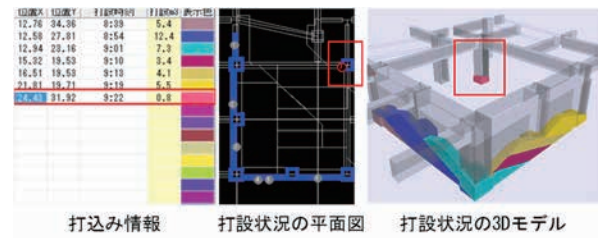


図5 施工管理システム上での再現状況

(2) 準天頂衛星システムの測位精度の確認

実験1での測位結果を図6に示す。設定した座標と測位結果のずれは、最大で3.7m、最小で0.0mであった。測定した18地点中10地点が緯度・経度方向ともに1.0m以下の誤差に収まる結果となった。これは、昨年度のRTK測量に比べると大きな誤差といえる。

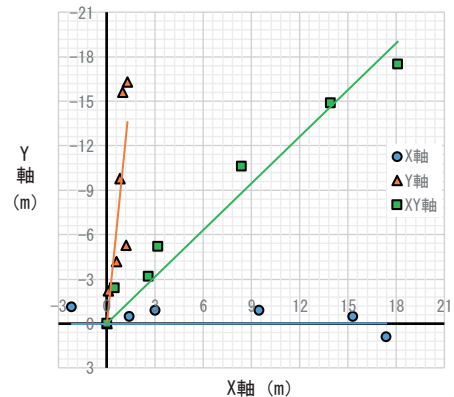


図6 実験1での測位結果

5. 本研究に関する発表

(1) 特願 2019-75129：現場打ちコンクリートの施工管理システム