

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、「コンクリート打込み管理・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ある程度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、工事中のコンクリート打ち込み位置を準天頂衛星の高精度 GPS で逐次モニタリングし、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った。

その結果、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は、高精度 GPS による打込み位置データをリアルタイムで取り込むことができ、ポンプ車の打込み速度(コンクリート量)のデータと合体させて、型枠中でのコンクリートの流動状況を可視化できることが確認できた。また、建築工事現場での実際のコンクリートの打ち上がり状況とも概ね一致することも確認できた。現場試行で用いた GPS アンテナでは、部分的に測位誤差が大きい箇所があり、プログラムの実行精度はコンクリート打込み位置の精度に影響を受けることが明らかとなった。

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

建築の設計から施工段階において、部材を三次元でモデル化する BIM(Building Information Modeling)は鉄骨工事や配筋工事などで活用されている。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。また、コンクリート工事は労働集約型の作業であり、数値データとして表しにくいことから情報化や効率化が難しい事情がある。

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準天頂衛星の高精度 GPS で測位した打込み位置データを昨年度までのシステムにリアルタイムで組み込み、ポンプ車の吐出量データ、打設プログラムとの連携を確認することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 準天頂衛星の測位システムとコンクリート打込み管理システムの連携

準天頂衛星システムとは、GPS 衛星から送られる信号を固定基地局を介して補正し、より良い精度の位置情報を安定して測定できるシステムである。受信システムを図 1 に示す。準天頂衛星システムから得た緯度・経度データはプログラム内で UTM 座標に変換する。

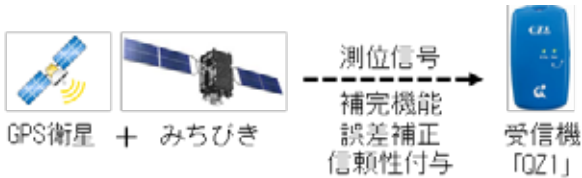


図 1 準天頂衛星の測位信号の受信システム

型枠内の流動状況をシミュレートして 3D 表示するには、コンクリートの打込み位置(ブロックの投入位置)と打込み量(ブロックの数量)の情報をシステムに取り込む必要がある。コンクリート打込み位置は準天頂衛星の測位情報を用いる。打込み量はポンプ車から得られる吐出量データを用いる。位置情報と打込み量を同時に取り込むことで、実際の打込みをリアルタイムに自動で三次元的に画面表示させる。コンクリート打込み管理システムの概要を図 2 に示す。

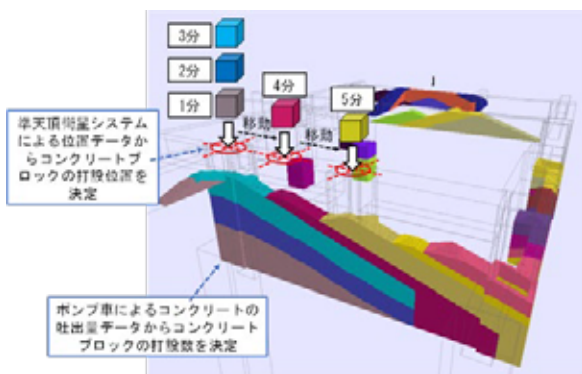


図 2 コンクリート打込み管理システムの概要

(2) 建築現場における試行

千葉県内の大学新実験棟工事のうち、1 階、2 階、3 階

でシステムの試行を行った。工事の開始とともにコンクリート打込み管理システムを実行させ、準天頂衛星の受信機から打込み位置を自動測定して取込み、ポンプ車の吐出量データと合わせてシステム全体の動作を確認した。今回は作業者に準天頂衛星の受信機を装着するために、図 3 のようにヘルメットに取り付ける治具を製作して対応した。



図 3 準天頂衛星受信機のヘルメットへの装着状況

4. 研究成果

準天頂衛星の測位システムの位置データとポンプ車の打込み量をリアルタイムで取り込んでコンクリート打込み管理システムを実行し、コンクリート工事の状況を三次元モデル上に表示させた結果を図 4 に示す。色が異なる層になっているのは、コンクリート打込み位置が移動して次のコンクリートが投入されたことを表している。図 4 より、準天頂測位システムが実際のコンクリート打込み位置に近いデータの場合には工事の状況とほぼ同じ結果が表示されることが確認できた。一方で、測位された打ち込み位置が実際と大きく異なる場合もみられ、この場合はコンクリート打込み管理システムでは実際と異なる結果となるため、打込み位置の測位精度の向上が今後の課題である。

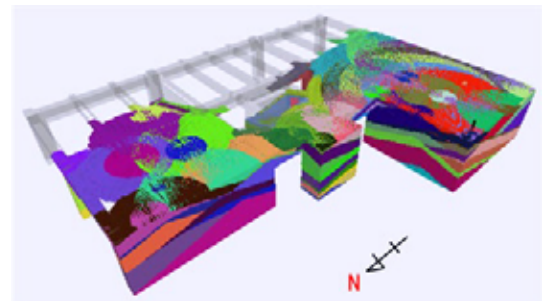


図 4 コンクリート打込み管理システムの結果の例