

コンクリート自動締固め管理システムの高度化

(株)竹中土木 正会員 ○倉知 星人 千葉 力
 (株)共立模型 原科 実 田中 善之
 計測技研(株) 正会員 藤原 伸輝

1. はじめに

国土交通省では、「ICT の全面的な活用」等の施策を導入することによって、魅力ある建設現場を目指す i-Construction の取組みを進めており、測量・設計から施工、さらに管理にいたる全プロセスにおいて、情報化・省人化による生産性向上が求められている。コンクリート構造物では、高流動コンクリートの導入やプレキャストの適用拡大などの取組方針が示されているが、締固め作業を必要とする現場打ちコンクリート工事が多く占める状況は当面続くと考えられる。そして、この現場打ちコンクリート構造物施工を行う職人は今後減少していくことが予想されていることから、締固め作業の省力化（機械化）と締固め情報の見える化（情報化）に着目した。

昨年度報告したシステムに新たに追加したバイブレータ挿入位置の自動設定機能、打重ね時のコンクリートの一体化を可能にする機能について報告する。

2. 締固め機械と締固め情報の見える化システムの概要

締固め機械の外観（使用状況）を写真-1 に示す。本機械は、コンクリート構造物施工時に用いられる足場を利用して設置した単管パイプのレール上を移動して締固め作業を行う。ゴムローラーをモーターで動かすことによる機械本体が水平方向二軸の移動を可能としており、あらゆる構造物形状に対応できる。また本機械で使用するバイブレータ図-1 に、本機械の昇降機構を図-2 に示す。バイブレータは締固め機械のチャックで把持できるように鋼管型バイブレータの鋼管部分に鋼製リングを取り付けてしており、チャックが上下移動することにより、バイブレータを昇降させることができる。可動チャックのストロークは 750mm で、ストロークを超えてバイブレータを昇降させる場合は、可動チャックを戻して上記作業を繰り返す。バイブレータは先端部がコンクリートに挿入される直前でスイッチが入り、締固め終了後、コンクリートから引き上げられた時点でスイッチが切れるように設定されている。バイブレータ挿入位置や1ヶ所あたりの締固め時間、引上げ速度などはタブレット端末で設定する。これらの機構により、締固め機械が定位置まで移動してバイブレータを降下させ、所定の時間締固め作業を行ってバイブレータを引抜き、次の締固め位置へ移動する一連のコンクリート締固め作業を自動で行うことができる。また、締固め機械にはレーザー距離計を搭載しており、打設前に走査して型枠内の鉄筋やセパレータ等の障害物を検知し、締固め位置間隔の制限値などの条件に基づいて、バイブレータ

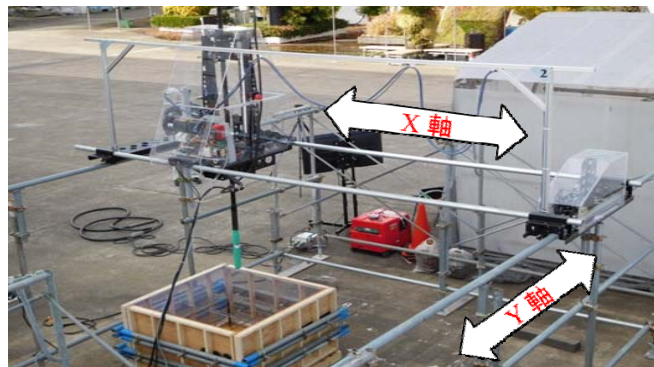


写真-1 締固め機械の外観（使用状況）

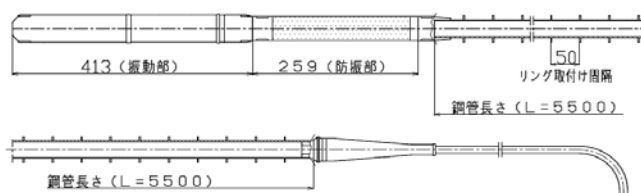


図-1 バイブレータ 【mm】

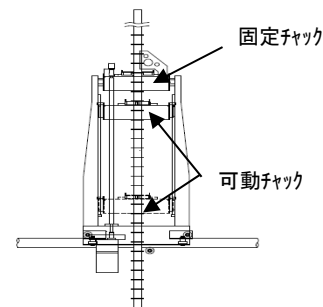


図-2 バイブレータ昇降機構

キーワード 現場打ちコンクリート、締固め、省力化（機械化）、見える化（情報化）、

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1 (株)竹中土木技術・生産本部 TEL 03-6810-6215

挿入位置を自動計算によって設定することができる。そして、打設中はレーザー距離計により締固めした箇所
のコンクリート上面の高さを計測しており、その層で最も低い仕上がり高さを抽出する。そして次層を打重ね
る際は、パイプレータをこの高さから 100 mm低い位置に挿入する指示を与えるようにプログラムしているた
め、コンクリートの確実な一体化が可能となっている。

締固め情報の見える化システムは、機械の位置とパイプレータの昇降量および
通電状況の情報をもとに、あらかじめ登録しておいた構造物図面に色で表示する。
締固め状況の表示例を図-3 に示す。締固め作業が設定通りに行われた場合は水
色、設置通りに行われなかった場合は赤色、作業進行中は黄色、上下層の一体化
のためのラップ部は橙色で表示されコンクリートの締固め状況がリアルタイム
に把握できる。

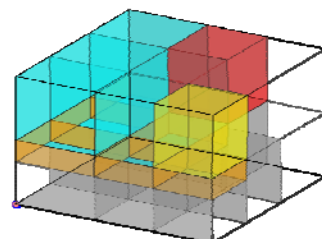


図-3 締固め状況表示例

3. 動作確認試験

動作確認試験状況を写真-2 に示す。試験体は 1000×1000×
600 mmの型枠を作製し、コンクリートを高さ方向 2 層で打設し
た。2 層とも 1 層のコンクリート厚さが約 300 mmの位置になる
までコンクリートを平坦になるように投入し、本開発の締固め
機械にて締固めを行った。型枠内には打設前にワイヤーメッ
シュ（径 6 mm、網目 150 mm）を配置した。締固め位置を図-4 に示
す。水平方向は締固め機械に搭載されているレーザー距離計に



写真-2 動作確認試験状況

てワイヤーメッシュを検知し、今回設定した条件に基づいて自動計算をさせた。
鉛直方向の 1 層目はパイプレータの先端が型枠底より 50 mm上の位置、2 層目は
レーザー距離計により計測した 1 層目のコンクリート上面高さの 100 mm低い位
置に挿入し、コンクリートを一体化するようにした。締固め中の見える化シ
ステムの表示例を図-5 に示す。左図は 1 層目の締固めが完了した状況で、最も低
い仕上がり高さは 334 mm（赤枠）である。そして、右図は 2 層目の締固めを開
始した状況で、1 層目に抽出した仕上がり高さ 334 mmから 100 mm低い 234 mm
（赤枠）の位置に挿入する指示が自動的に与えられていることが確認できる。
新たに追加した挿入位置の自動設定と打重ね時の挿入高さ指示機能は問題な
く動作し、一連のコンクリート締固め作業を自動で行うことができた。締固め
箇所への移動精度は水平方向で±4 mm程度、鉛直方向で±5 mm程度であった。

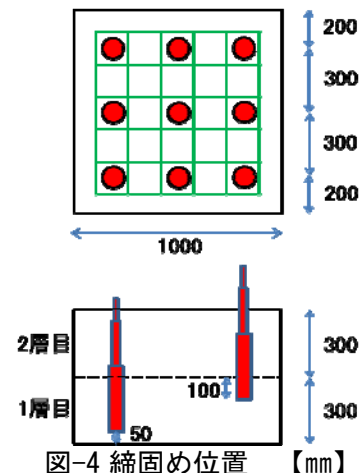


図-4 締固め位置 【mm】

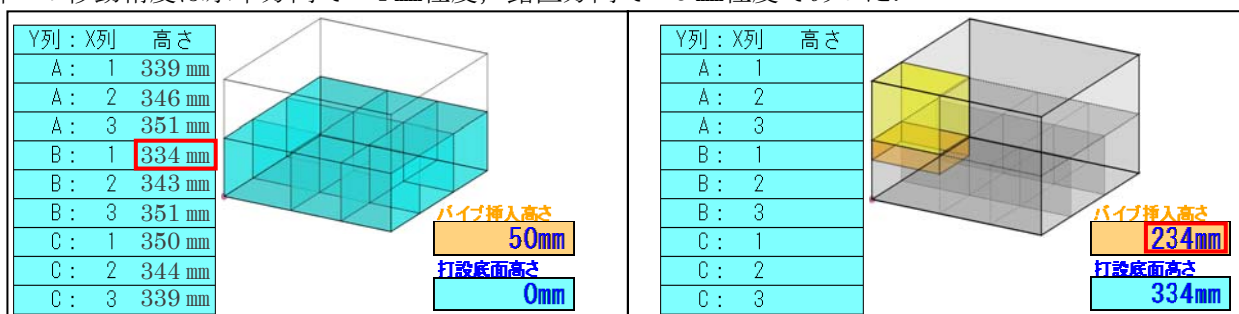


図-5 見える化システム表示例

4. まとめ

現場打ちコンクリートの締固め作業の一部を、締固め機械によって省力化するとともに、締固め情報の見える
化も行えるコンクリート自動締固め管理システムの高度化を行うことができた。今後は、実現場への適用を
目指し、問題点の抽出と改良、そして省力化効果の確認を行う予定である。

参考文献

1)倉知ほか:コンクリート自動締固め管理システムの適用時範囲の拡大,土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019