

コンクリート打設におけるバイブレータの差し込み深さの計測に関する一考察

東京都市大学 学生会員 ○新井 勇次
 東京都市大学 正 会 員 今井 龍一 栗原 哲彦
 東京都市大学大学院 学生会員 横田 拓也
 東急建設株式会社 正 会 員 伊藤 誠
 青山学院大学 正 会 員 櫻井 淳

1. はじめに

工事現場における熟練技能は現場作業の中で経験知として継承されてきた。コンクリート打設は典型例であり、技能者の経験に基づく手動に依存している。建設業における技能者は高齢化の傾向にあり、今後10年間で技能者の約340万人の約1/3が離職すると推計されている。高齢化による技能者の大量離職を踏まえると、熟練技能者の経験知を計測・収集し、形式知に置き換えて後進に継承する仕組みづくりが重要となる。

既存研究²⁾では、施工品質に影響するコンクリートを締め固める際のバイブレータの差し込み動作に対して、情報通信技術を用いた計測可能性を明らかにしている。今後の課題として、差し込み動作を計測する手法の開発が示されている。

本研究の目的は、画像処理を用いたコンクリート打設におけるバイブレータの差し込み動作の計測手法の開発とした。本稿では、バイブレータの差し込み動作のうち、差し込み深さに関する内容を報告する。

2. 研究方法

まず、実現場でエスノグラフィ調査を実施し、バイブレータの差し込み動作を分析する。次に、バイブレータの差し込み動作の計測手法を考案し、ケーススタディにより有用性を検証する。最後に、考案手法に則したプログラムを開発し、実現場において熟練技能者に対して差し込み動作の計測を試行する。本稿は、バイブレータの差し込み深さの計測手法の考案および有用性の検証までを報告する。

3. バイブレータの差し込み動作の分析

本研究では、バイブレータの差し込み動作に関係する動作を抽出するために、コンクリート打設の実現場において人の行動を観察・記録するエスノグラフィ調査を実施した。記録にはビデオカメラを使用した。計測

対象は、図-1に示すように、打ち込まれているコンクリートの周辺を締め固める先行の技能者2名および型枠付近を締め固める後追いの技能者1名とした。コンクリートは3層に分けて打設した。

バイブレータの差し込み深さおよびバイブレータを引き抜く速度は、先行と後追いの作業との間で差があることを目視で確認できた。したがって、先行および後追いの作業には、それぞれに特有の動作が存在すると考えられる。また、差し込み動作ではバイブレータを上下に動作させる上下動の動きが特徴的であった。

計測対象の先行の技能者2名は、経験の浅い技能者と熟練技能者のそれぞれ1名である。経験の浅い技能者は一様にバイブレータを差し込んでいるのに対し、熟練技能者は不均等に差し込んでいる。したがって、技能者がバイブレータを差し込む位置には個人差が存在すると考えられる。

以上を踏まえて、本研究では差し込み動作に関すると考えられる項目を表-1にまとめた。表-1のバイブレータの上下動およびバイブレータを引き抜く速度は差し込み時間および深さより算出する。また、差し込み位置は現場の規模や特性によらず比較可能とするため、相対値に変換する。表-1に挙げた項目はすべて差し込



図-1 エスノグラフィ調査の概要

キーワード： 高齢化, 経験知, バイブレータ, 画像処理

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104 E-mail : g1518004@tcu.ac.jp

表-1 差し込み動作に関する項目

経験知の項目	概要
差し込み深さ (cm)	4章の計測手法によりパイプレータが差し込まれた瞬間から引き抜かれた瞬間までの差し込み深さを計測
差し込み時間 (秒)	パイプレータがコンクリート内に差し込まれている時間を計測
差し込み位置(X cm, Y cm)	図面上の差し込み位置の座標を計測
上下動の回数 (回)	差し込み深さより上下動を判別し、上下動した回数を算出
上下動の時間 (秒)	差し込み深さより上下動を判別し、上下動している時間を算出

み深さ、時間および位置を計測することで算出が可能となる。

4. パイプレータの差し込み深さの計測手法の考案

本研究では、表-1 の差し込み深さの計測手法を考案した。ここで、深さ(高さ)の基準線は足場平面とする。計測では、図-2 に示したイメージのように、複数台のビデオカメラを現場周囲に設置する。また、画像処理する際の特徴点としてパイプレータに目印を貼付する。足場平面より上部の目印を認識することで、技能者が立っている足場平面の基準線からパイプレータの先端の深さ方向の位置を算出し、移動軌跡を計測する。

算出フローを図-3 に示す。まず、画像上のパイプレータに貼り付けた目印の誤認識等のノイズを防ぐため、パイプレータの領域を指定して画像処理の対象領域を絞り込む。

次に、画像処理を用いて目印を特定し、画像上の目印間の距離から1ピクセルあたりのスケールを推定する。目印を用いることで画像上のパイプレータを認識でき差し込み深さの計測が可能となる。

最後に、フレーム間の目印の移動距離を算出し、パイプレータがコンクリート内に差し込まれている間の目印の移動距離を足し合わせることでパイプレータの差し込み深さを算出する。

5. ケーススタディによる有用性の検証

本研究では、画像処理を用いた目印の認識および移動量の算出をケーススタディとして実施し、考案手法の有用性を検証した。検証には、パイプレータに見立てたホースを使用し、目印の間隔は3cmとした。模擬的に技能者の動作を撮影した動画画像を用いて、考案手法を適用することで差し込み深さを算出した。その結果、

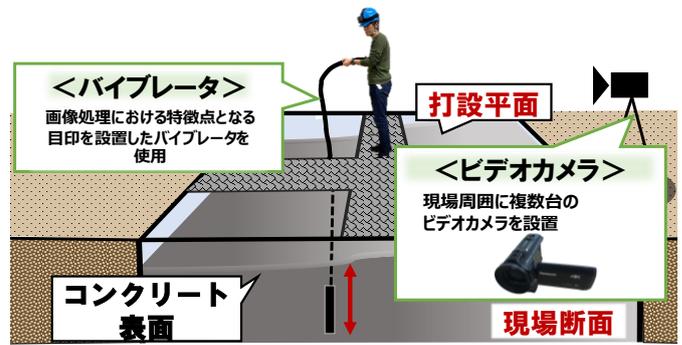


図-2 計測のイメージ

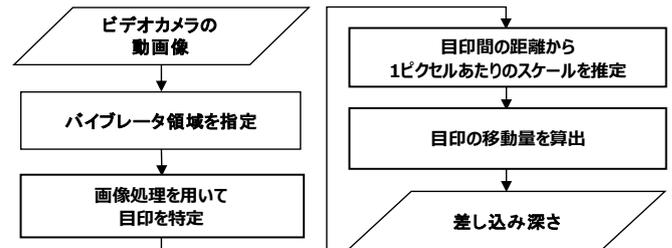


図-3 算出フロー

予め巻き尺で計測した真値と比較して、誤差は1.5cm程度となった。今回のケーススタディにより考案手法を適用することで画像から目印の移動量を算出でき、移動量から差し込み深さを算出可能であることが確認できた。

6. おわりに

本研究では、パイプレータの差し込み深さの計測手法を考案し、実現場で計測した動画画像を用いて有用性を検証した。

今後は、考案した手法に則したプログラムを開発し、技能者の動作の計測を試行する。さらに、現在手動で指定しているパイプレータの領域を自動で指定する手法を考案する。

謝辞：本研究は東京都市大学・東急建設株式会社の包括契約による共同研究成果の一端である。研究の遂行にあたっては、清水建設株式会社の金丸清人氏、宇野昌利氏、根本浩史氏、本多眞氏、関西大学大学院の中原匡哉氏には貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：コンクリート生産性向上検討協議会、
<<http://www.mlit.go.jp/tec/i-con-concrete.html>>、
(2018.11.15 閲覧)
- 2) 横田他：ディーブローニングを用いたコンクリート打設の技能者の移動軌跡の計測、土木学会第73回年次学術講演会、土木学会、Vol.73, No.CS9-046, pp.91-92, 2018.