

動画による表面締固めバイブレータの施工管理手法

鹿島建設(株) 正会員 ○佐野 雄紀
関 健吾

藤田 雄一 今井 道男
曽我部 直樹 横関 康祐

1. はじめに

表面締固めバイブレータは、振動機付きの板でコンクリート表面を叩打する敷き均し機(図1)で、スラブの仕上げ工法のひとつとして使用され、不陸の低減、ひび割れの防止、施工の効率化など多くの効果が期待できる¹⁾。一方で、その仕上がり品質は表面締固めバイブレータの施工速度に大きく依存することがわかってきた²⁾。そこで、ビデオカメラとパソコンを使った簡易な構成で、表面締固めバイブレータの施工速度などを管理する手法を開発したので報告する。

2. 管理手法

(1) システム構成と特長

表面締固めバイブレータの施工状況(施工速度や仕上げ範囲など)を確認するためには、その位置を検出する必要がある。そのためには、GPSや光波測量器、レーザセンサなど様々な方法が考えられるが、システムの低コスト化や汎用化を目指し、ビデオカメラ一台のみを用いた手法での施工管理システムの構築を目指すこととした。システムの構成を図2に示す。ビデオカメラで撮影された画像により、表面締固めバイブレータの施工状況をその場で確認できる。また、決められた施工速度範囲を逸脱した場合、パトランプおよび警報音で作業者に知らせることにより、適切な施工速度を保持できる。

(2) 処理フロー

図3にシステムの処理フローを示す。その概要は以下の通りである。

- ① 1フレーム分のカメラ画像を取得する。
- ② 画像上でマーカー位置を検出する。
- ③ 施工範囲周辺の固定マーカー位置から、カメラ自体が傾いたりしていないことを確認する。
- ④ 両端のマーカー位置から表面締固めバイブレータの位置を算出し、表示する(仕上げ範囲の表示)。
- ⑤ Nフレーム前のマーカー位置からの移動量をもとに、施工速度を算出し、表示する(施工速度の表示)。
- ⑥ 速度が決められた範囲を越えた場合に警報を発する。
- ⑦ 施工が終了するまで、上記①～⑥を繰り返す。

事前準備として、カメラの仕様、表面締固めバイブレータ両端のマーカー位置、施工範囲の大きさなどの設定を別途入力する。



図1 表面締固めバイブレータ施工状況



図2 施工管理システムの構成

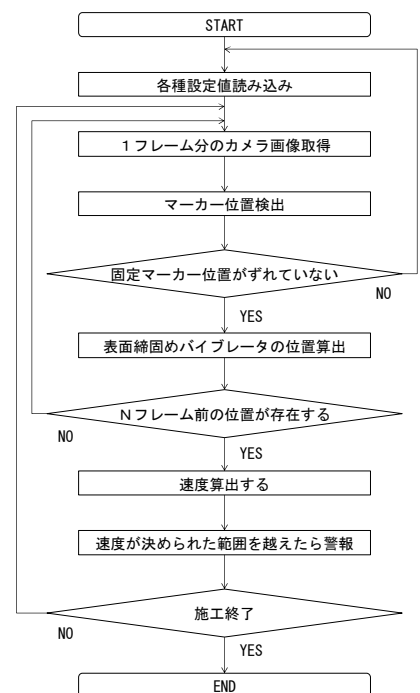


図3 処理フロー

キーワード 表面締固めバイブレータ, 締固め, 仕上げ, 施工管理, 画像処理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 TEL 042-489-6274

3. 施工速度の検証

実際の施工状況を撮影した動画を用いて、本手法で適切に表面締固めバイブレータの施工速度を把握できるか検証した。

表面締固めバイブレータの表面に位置検出用マーカー（直径 3.0cm の円形シール）を取り付け、施工範囲全体が見渡せる位置からビデオカメラ（200 万画素、フレームレート 10fps）で撮影を行った。このとき、画像上の手前から奥側に向かって、秒速約 2.5cm で施工した（図 4）。撮影された 0.1 秒ごとの各フレームからマーカー位置を検出し、そのすべてをプロットした結果を図 5 に示す。表面締固めバイブレータの軌跡を、ばらつきなく安定して抽出できている様子が分かる。

次に、ビデオカメラと施工範囲の位置関係（図 4 参照）から、得られたマーカーの移動画素量を実際の移動量へ換算、施工速度を算出した。結果を図 6 に、またその一部を拡大して図 7～8 に示す。グラフにはフレームごと（0.1 秒間隔）に算出された速度と、その 10 フレーム分の平均速度（1.0 秒平均）をそれぞれ併記する。前者はカメラから遠いほど小さくなる一方、後者はカメラからの距離に依存していないことがわかる。カメラから離れるほど画像上でマーカーは小さく見え、位置検出の分解能が下がるが、時間平均をとることによって算出速度への影響は低減される。平均する時間を長くするほど算出速度は安定するが、リアルタイム性が低下する。リアルタイム性と施工速度分解能を両立させるためには、マーカーサイズを大きくして位置検出の分解能を上げる方法が考えられる。

4. むすび

表面締固めバイブレータの施工速度および仕上げ範囲を、動画に基づいて管理する手法を考案した。そして、実際の施工状況を撮影した動画を用いて、実用性について検証した。その結果、施工速度をリアルタイムで計測、表示できる目途を得た。

今後、マーカーの改善などによる速度計測性能の向上や、仕上げ範囲の表示機能の構築を経て、実施工での実証を行う予定である。さらに、本システムによる結果と、表面締固めバイブレータによるコンクリートの品質についての分析を進め、最適な施工管理を実現できる施工管理システムの構築を目指したい。

謝辞： 本技術のソフトウェアの開発において日本コントロールシステム株式会社にご尽力いただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

参考文献：

- 1) 前川陽平ほか：表面締固めバイブレータによるスラブ部材の品質向上効果，土木学会第 69 回年次学術講演会，pp. 1125-1126, 2014. 9
- 2) 関健吾ほか：表面締固めバイブレータの品質向上効果とそのメカニズム，コンクリート工学年次論文集，Vol. 37, 2015. 7（投稿中）

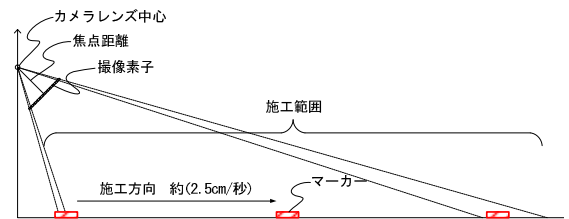


図 4 ビデオカメラと施工範囲



図 5 動画からの軌跡抽出

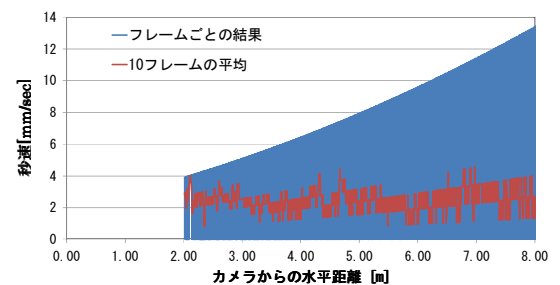


図 6 施工速度の算出結果（全体）

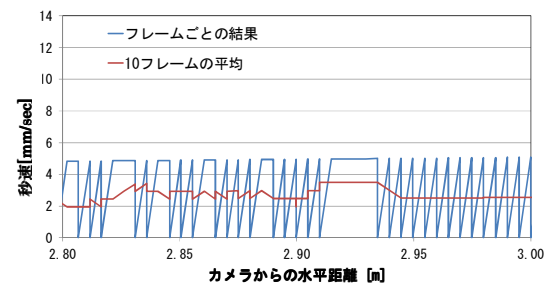


図 7 施工速度の算出結果（手前を拡大）

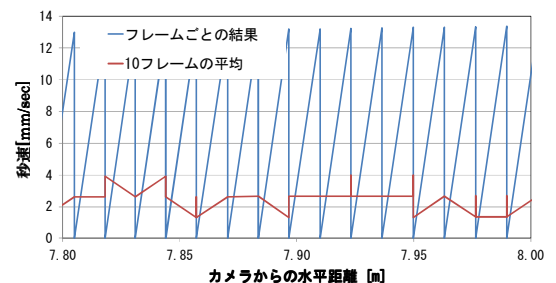


図 8 施工速度の算出結果（奥を拡大）