

コンクリート製剛性高欄の出来形測定ロボットの開発

JFE エンジニアリング株式会社	正会員	○柿市 拓巳	(株) イクシス	阿部翔太朗
JFE エンジニアリング株式会社		前田 晃佑	(株) イクシス	高木 寛之
(株) イクシス	正会員	山崎 文敬	(株) イクシス	南蘭 直弥

1. はじめに

コンクリート製剛性高欄(以下、壁高欄と呼ぶ)の出来形管理は、土木工事施工管理基準及び規格値(案)¹⁾に従い、構造物としての出来形計測を複数人で手計測を行い、コンクリートの初期点検としてひび割れ調査を目視及び手計測により実施している(以下、従来手法と呼ぶ)。しかし、従来手法では計測確認作業と出来形管理調書作成に多大な時間を要し、さらに出来形計測値の再現性に課題がある。

そこで、壁高欄の出来形管理省力化及び品質向上を目的に、出来形計測とひび割れ調査を行う測定ロボット(以下、壁高欄測定ロボットと呼ぶ)の開発を行った。本稿では、壁高欄測定ロボットを用いて、古川橋上部工工事にて検証を実施したので報告する。

2. 壁高欄測定ロボットの概要

本試行は、図 1 に示す壁高欄の出来形計測とひび割れ調査を同作業で実施できる壁高欄測定ロボットを開発し、壁高欄の出来形計測とひび割れ調査を実施する。以下に示す項目に着目して、壁高欄測定ロボットの開発を実施した。

(1) 出来形計測システムの検討

出来形計測は、橋面上から実施することを前提として開発を実施した。出来形計測は、図 2 に示すようにワイヤエンコーダを用いて、測点①～⑥の座標を取得することで数値計算により壁高欄の高さ、幅を算出することとした。座標の取得は、2 台のワイヤエンコーダを用いることで、その引出長から相対座標を算出することとした。本計測システムを用いて、出来形計測の試行を実施した結果を表 1 に示す。すべての計測項目において、従来手法と比較して 3mm 以内で計測できることを確認した。また、取得した座標値から自動で出来形計測値を計算し、出来形調書を作成するシステムも同様に開発した。

項目	1f
w1	44
w2	24
w3	31
h1	29
h2	70
h3	11

(2) ひび割れ調査方法の検討

ひび割れ調査は、汎用のコンクリートひび割れ検出 AI システム²⁾を用いて実施することとし、壁高欄の前面及び背面を同時に撮影できるシステムを開発した。壁高欄前面側の撮影は台車設備にカメラを取付ける構造とし、背面側の撮影

キーワード 壁高欄、出来形計測、ひび割れ調査、省力化、測定ロボット



図3 壁高欄測定ロボット



図1 出来形計測ロボットの概要

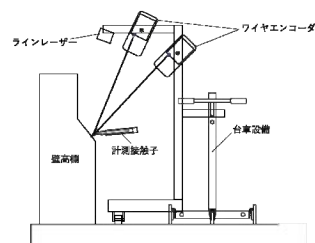


図2 計測システムイメージ

表 1 出来形計測の試行結果

項目	①測定システム計測結果					②実測値	誤差 ②-①
	1回目	2回目	3回目	4回目	平均		
w1	443.05	444.19	442.99	443.77	443.50	445	1.50
w2	242.30	243.45	243.65	242.71	243.03	245	1.97
w3	316.43	317.40	317.61	316.74	317.04	320	2.96
h1	290.84	291.65	290.93	290.61	291.01	294	2.99
h2	702.51	700.59	701.14	701.38	701.40	703	1.60
h3	111.94	111.19	114.10	112.64	112.47	111	-1.47



図3 壁高欄測定ロボット

は張出アームを設け、その先端にカメラを取付ける構造とした。カメラは、壁高欄高さ 0.5m～1.5m の範囲を撮影できるように高さ調整可能な構造とした。出来形計測とひび割れ調査の検討内容を加味して、開発した壁高欄出来形計測ロボットを図3に示す。

3. 古川橋上部工工事における検証

古川橋上部工工事を対象として、開発した壁高欄測定ロボットにより出来形計測及びひび割れ調査の試行を実施した。現場施工の進捗により出来形計測は9箇所、ひび割れ調査は257mの範囲で検証を実施した。壁高欄測定ロボットによる測定状況を図4に示す。

壁高欄測定ロボットにより測定した出来形計測値と従来手法の測定値を比較した結果を図5に示す。従来手法による測定値と比較した結果、平均誤差3mm以内で計測可能であることを確認した。一部の測定値で誤差が大きくなっているが、壁高欄の鉛直度により、出来形計測値に誤差が生じているものと考えられるため、鉛直度を補正する技術を検討する予定である。撮影した壁高欄画像からコンクリートひび割れ検出 AI システムによりひび割れ検出した結果の一例を図6に示す。検出したひび割れは、前面・背面ともに目視で確認した箇所と同一箇所にひび割れを検出することが確認できた。

開発した壁高欄測定ロボットを用いることで、出来形計測は1.5分/箇所、ひび割れ撮影は6m/分で測定が可能であり、図7に示すように従来手法と比較して50%程度省力化が可能であることを確認した。

4. まとめ

本検証により得られた結果を以下に示す。

- 1) 壁高欄の出来形計測及びひび割れ調査を同時に実施する測定ロボットを開発した。
- 2) 出来形計測の測定精度は、従来手法と比較して平均誤差3mmで計測可能であり、ひび割れ検出についても目視確認と同程度で検出が可能であることを確認した。
- 3) 出来形管理の省力化は、従来手法と比較して50%程度の省力化が可能であることを確認した。

本検証は内閣府推進の「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」を活用して実施したものであり、国土交通省東北地方整備局、福島河川国道事務所には、ご支援を賜りましたこと、この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値（案），2018
- 2) 山崎文敬：日本ロボット学会誌，Vol.38，No.7，pp.600-603，2020。



(a) 出来形計測状況



(b) ひび割れ撮影状況

図4 壁高欄測定ロボットによる測定状況

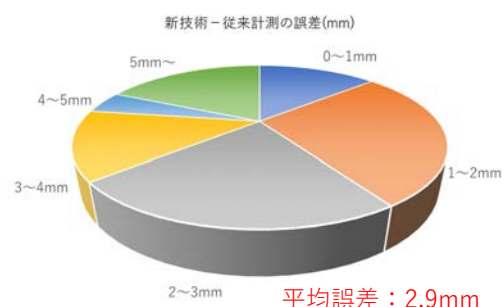


図5 出来形計測結果の精度比較

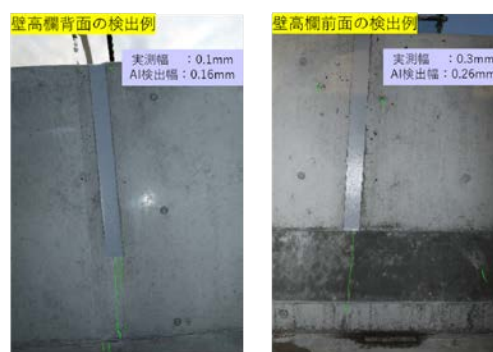


図6 ひび割れ検出結果例

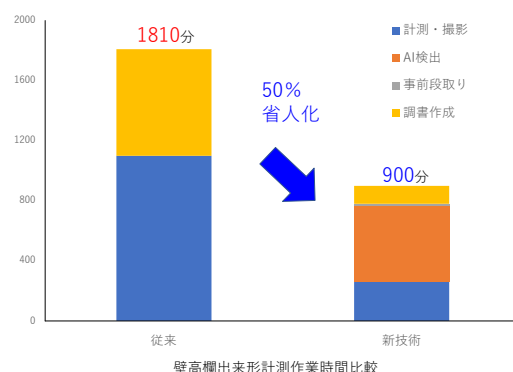


図7 省力化検証結果