

軽量垂直ポールカメラ～あいあい～の開発とひび割れ自動検出技術の適用

首都高技術株式会社	正会員	○山口	主浩
首都高技術株式会社	正会員	紺野	康二
首都高技術株式会社	正会員	高野	淳
首都高技術株式会社	非会員	岩崎	佑也
テクニカルリンク株式会社	正会員	佐藤	成
テクノハイウェイ株式会社	正会員	永見	武司

1. はじめに

平成26年の道路法改正により、道路管理者は橋長2.0m以上の橋梁やトンネルなどの構造物および附属物を、5年に1回の頻度を基本として近接目視により点検することが定められた。定期点検の開始から一巡目が終了したが、技術者不足や予算の問題から、効率化および省コスト化が求められている。

構造物の点検を行うにあたり、附属物等が障害となり高所作業車のバケットや技術者が入り込めないような狭隘部や、高架下条件により高所作業車の適用が不可な現場においては、近接目視が困難である。このような点検困難箇所において損傷などの状況を確認するために、軽量垂直ポールカメラ(製品名:あいあい)を開発した。また、2018年度に遠藤らによって研究開発され、その後テクノハイウェイ株式会社にて実用化されているひび割れ自動検出サービスを利用し、撮影画像からひび割れの定量評価を可能とした。本稿では、その内容を報告する。

2. ポールカメラの開発

近接目視が困難な構造物の点検をポールカメラにて代替するために、下記の通り開発を行った(写真-1)。

a) 長手ポール

カメラにて遠方を撮影するために、長手ポールの先端に設置することとした。軽量かつ可搬性の良いものとして、カーボン製で伸縮式のものを採用した。

b) カメラ

カメラは、解像度が4800×3200と高画質に撮影することができ、かつ132gと軽量の小型デジタルカメラを採用した。カメラは別途用意するWindows PCに有線接続し、専用のアプリケーションを使用するこ

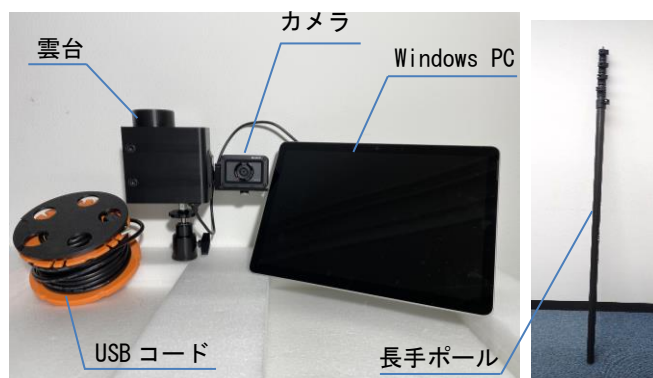


写真-1 ポールカメラ

とで遠隔操作を可能とした。

c) 雲台

カメラを設置する雲台は、軽量化を図って作成する形状の自由度を確保できる、3DプリンターにてカーボンPLAを素材に製作した。また、カメラの撮影方向を任意に変更するために、サーボモーターを取り付けることでチルト機能を持たせた。サーボモーターの制御は、有線接続したWindows PCに専用アプリケーションを搭載することで行うこととした。なお、角度の可変は60°～-60°の範囲内とした。

d) PC

カメラ撮影やサーボモーターの制御は、Windows PCにて行うこととした。現場で手持ちにて操作することを想定し、タブレット型のものを採用した。なお、接続はUSBコードにて行うこととした。

3. ひび割れ自動検出サービスの導入

代替手法によって得られた結果を、近接目視と同等の点検とみなすためには、損傷の情報を定量的に把握することが重要である。テクノハイウェイ株式会社より提供されているひび割れ自動検出サービス

キーワード 橋梁, 近接目視点検, 点検困難箇所, ひび割れ

連絡先 〒104-0041 東京都中央区新富一丁目1番3号 首都高速道路(株)新富分室5階 TEL03-3552-6832

は、撮影した画像からひび割れを自動で検出し、定量的なデータを得られる画像処理技術である。そこで、当システムと組み合わせることで、コンクリート構造物に発生するひび割れを対象に定量評価を行えると考え、利用することとした。

(1) ひび割れ自動検出サービスの概要

当システムは、主にひび割れや遊離石灰について、撮影画像から固有の特徴パターンを人工知能で自動検出し、その形状、位置および幅・長さなどを、画像やCADデータとして出力する画像処理技術である。現在、WebブラウザもしくはWeb APIにて利用可能なサービスとして提供されている。

(2) 適用の流れ

ポールカメラで撮影した画像は、Windows PCに直接保存される。このPC上のWebブラウザからインターネットを経由してアクセスし、画像をアップロードすることによって、解析する流れとする。

4. 実証実験

ポールカメラの使用性および能率と、ひび割れ自動検出サービスの組み合わせ方法を検討するために、実証実験を行った(写真-2)。

(1) 現場での使用性

カメラと雲台を合わせた寸法(110×170×50mm)が確保できる空間であり、かつポール長を考慮して約8.0mまでの高さであれば、容易に撮影することが可能であることを確認した。また、作業時の最低人員数は、ポールとWindows PCそれぞれの操作者として、2名以上が必要であることを確認した。作業時の安全確認は主にPCの操作者とする。

(2) 能率

ポールカメラを使用した際に、点検範囲全面の撮影にかかる速度を計測することにより、能率を測定した。その結果、0.014m²/sであることを確認した。なお、狭隘部に細かく差し込む必要のある現場においては能率が低下すると推定される。

(3) 撮影画像

本カメラにて損傷状況を表すには、十分な画質を有していることを確認した(写真-3)。

(4) ひび割れ自動検出サービス利用のための離隔

精度よく検出するためには、画像から人工知能が認識できるだけの画質が必要であることから、カメ

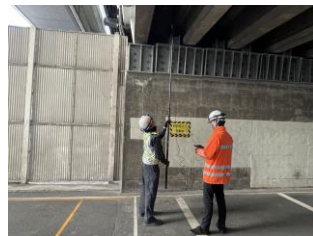


写真-2 実験状況



写真-3 画質確認結果



写真-4 ひび割れ検出結果

表-1 計測精度

ひび割れ幅 (mm)	誤差 (mm)
0.1	0.032
0.2	0.010
0.3	0.198
0.5	0.051
0.7	0.187
1.0	0.079

ラと構造物の撮影時の離隔を、ひび割れ幅の異なる供試体を用いて実験した。その結果、離隔を1.0m以内に抑えれば、高精度に検出可能な撮影ができることを確認した(写真-4, 表-1)。なお、低照度、撮影角度、ブレなどが発生すると精度が下がる恐れがあるため、注意する必要がある。

4. まとめ

- ・構造物と操作者の離隔が8.0m以内であれば、簡易的にカメラ映像で損傷状況の確認が可能である。
- ・カメラと対象ひび割れとの離隔を1.0m以内とすることで、ひび割れ自動検出サービスを利用し、ひび割れの定量評価が可能となる。

5. おわりに

道路構造物の適切な維持管理のためには、5年に1回と定められた定期点検をきめ細やかに実施することが重要であり、本システムは点検困難箇所に対する適用において十分な性能を有していると考えられる。

なお、今後より使用性の高いものとするため、撮影からひび割れ検出までを自動化するアプリを開発し、Windows PCに搭載することを検討している。

参考文献

- 1) 遠藤重紀, 佐藤久, 白石有佳, 早坂洋平, 永見武司, 小林匠, 増田健, ”コンクリートのひび割れ自動検出技術の開発”, 土木学会第74回年次学術講演会, V-221, 2019