

## 斜張橋ケーブル点検ロボットを用いた斜材保護管点検の実証試験

三井住友建設（株） 正会員 ○塩崎 正人  
 三井住友建設（株） 正会員 藤原 保久  
 （有）テクノフラッシュ 車田 茂美  
 山口大学大学院 正会員 河村 圭

### 1. はじめに

平成 26 年 6 月に策定された『道路橋定期点検要領』では、基本的に定期点検を 5 年に 1 度実施することが具体的な点検サイクルとして明記された<sup>1)</sup>。加えて、将来的な維持管理を効率化する観点から、ICT などを活用した効率的な点検手法の確立が急がれている。

斜張橋やエクストラードーズド橋における斜材保護管の点検もそのひとつである。斜張橋では斜材（吊材）として PC 鋼材を使用しており、これをポリエチレン管（以下、PE 管）などで覆うことで鋼材を保護している。近年この斜材保護管が経年劣化し、傷や割れが発生した事例が報告されており、点検・補修が急がれている。斜張橋は全国に 300 橋余りが供用されているが、主塔の高さが 50 m を超える橋梁も多い。斜材の点検は遠望目視点検が一般的である。近接目視点検を行う場合、高所作業車を使用するか、宙乗りといった特殊高所作業となることから、斜材の近接目視点検は、費用的にも道路規制の面からも非常に困難な作業となっている。このため、足場を必要としない無人航空機（以下、UAV）や自走式ロボットを利用した画像計測機器の開発が始まっている<sup>2)</sup>。

筆者らは、UAV を動力とした昇降ユニット、ビデオカメラを搭載した撮影ユニットからなる分割型の斜張橋ケーブル点検ロボットを開発し、既設橋梁にて実証試験

を実施した。

### 2. 斜材ケーブル点検ロボットによる点検方法

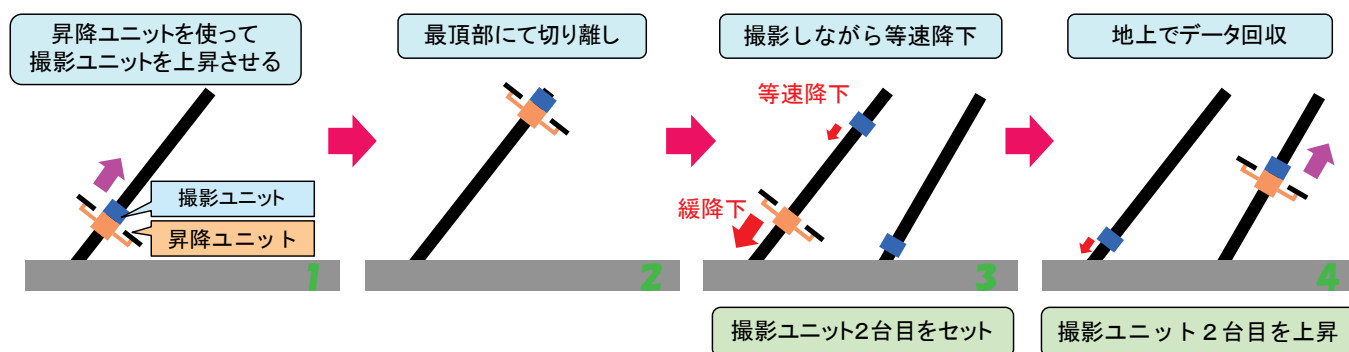
今回開発する斜張橋ケーブル点検ロボットでは、UAV を動力とした昇降ユニットと撮影ユニットを、別々のユニットとして製作する。これにより、1 台の昇降ユニットを使って複数の撮影ユニットを打ち上げることが可能となるため、短時間に複数の斜材保護管の撮影（点検）が可能となる（図－1）。撮影ユニットは 1 回の降下で斜材保護管全周を撮影できるよう複数台のビデオカメラを設置する。カメラのフレームレートに合わせて、降下速度を制御することで、欠損無く斜材保護管の動画を撮影することが可能となる。

### 3. 装置製作

昇降ユニットは、産業用 UAV に搭載されているモーターとプロペラを分解・再構成して使用している。本体部分については、斜材に取り付けるため半割り構造として再設計を行い、アルミ部材を加工して製作した。撮影ユニットは、軽量化を図るため、カーボン製とした。ビデオカメラには軽量の USB カメラを選定した。加えて、この USB カメラを動作させるため、DC5V で動作可能なミニパソコンを登載している（写真－1）。

### 4. 既設橋梁での実証実験

既設のエクストラ・ドーズド橋にて斜張橋ケーブル点



図－1 斜張橋点検ロボットによる点検方法

キーワード：斜張橋，斜材保護管，維持管理，点検，自動化

連絡先：〒105-0041 東京都中央区佃 2-1-6 三井住友建設（株）技術本部 TEL 03-4582-3121

E-mail：[MasandoShiozaki@smcon.co.jp](mailto:MasandoShiozaki@smcon.co.jp)

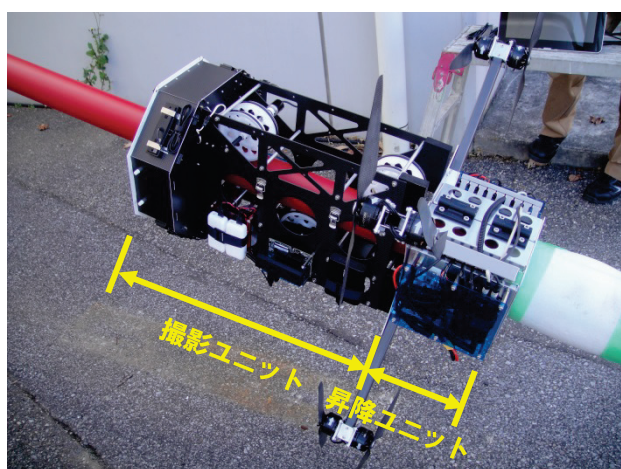
検ロボットの検証試験を行った（写真－2）．使用した斜材の角度は15.4度，長さは12.8m（実測値）である．

実験において昇降ユニットは支障なく動作したが，撮影ユニットに搭載している等速降下装置のブレーキが効きすぎ降下速度が著しく低下した．これは，基礎実験では斜材角度を45度設定していたため，30度近く緩い勾配となったことが影響したものと考えている．

一方，斜材この撮影ユニットに搭載したUSBカメラで撮影した動画に影響はなく，欠損無く撮影を実施することができた．

## 5. 画像結合

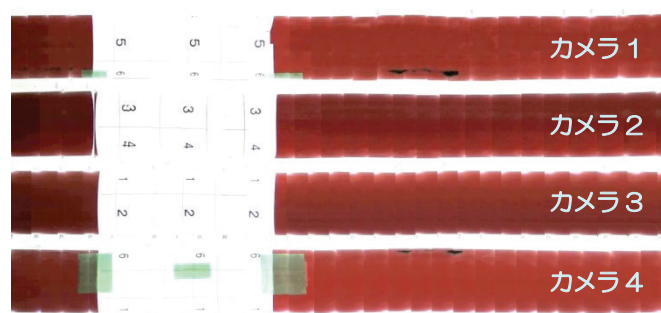
撮影した動画は，山口大学大学院河村研究室と共同開



写真－1 斜張橋ケーブル点検ロボット



写真－2 検証試験での動作状況



写真－3 結合画像カメラ4台分（抜粋）

発した画像結合プログラム<sup>3)</sup>を用いてパノラマ化した．

このプログラムを用いて結合した画像が写真－3である．4台のカメラで円周方向に欠損無く撮影できていることがわかる．特徴点抽出と比較した場合，画像と画像の結合にズレが生じるなど，滑らかな結合とはならないが，変状を抽出する上で支障はないと考えている．一方，カメラごとに明暗が生じている．撮影ユニットの塔体には遮光のため覆いを付けているが，斜材を通す開口部から採光されていると思われる．特に，上向きに配置したカメラ2，カメラ3で影響を受けていることが判る．

なお，カメラ1台のキャプチャ画像に要する結合時間は10分程度であった．

## 6. まとめ

今回の試験から以下の知見を得ることができた．

- ・等速降下により降下速度を制御することで，欠損無く安定した動画撮影を行うことができる．
- ・画像結合プログラムを用いた結合画像は，変状を視覚的に捉えることが容易である．
- ・等速降下装置は装置の回転が大きくなった場合，斜材角度が緩い場合，降下速度に影響を及ぼす．
- ・USBカメラではマニュアル撮影ができないため，配置位置で明度に影響を受ける

今後の開発として，一般的な道路橋に使用されている保護管径の太い斜張橋に対応する必要がある，これに対応した新たなロボットの開発を進めていきたい．

## 参考文献

- 1) 国土交通省道路局国道防災課：道路橋定期点検要領，pp.1-2，2014.6
- 2) 岡田成礼：斜張橋の斜材保護管点検ロボットの開発について，平成26年度スキルアップセミナー 関東，一般安全・安心(1)部門，2015.7
- 3) 長谷川瑛士，河村圭，長谷川達哉，塩崎正人：斜張橋ケーブル点検ロボットの装置回転を考慮した撮影画像結合手法の提案，第69回土木学会中国支部研究発表会，I－③，DVD-ROM，2017