

斜張橋点検の効率化に向けた斜張橋ケーブル点検ロボットの開発

三井住友建設（株） 正会員 ○塩崎 正人
 （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¹⁾。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（写真－1）。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。

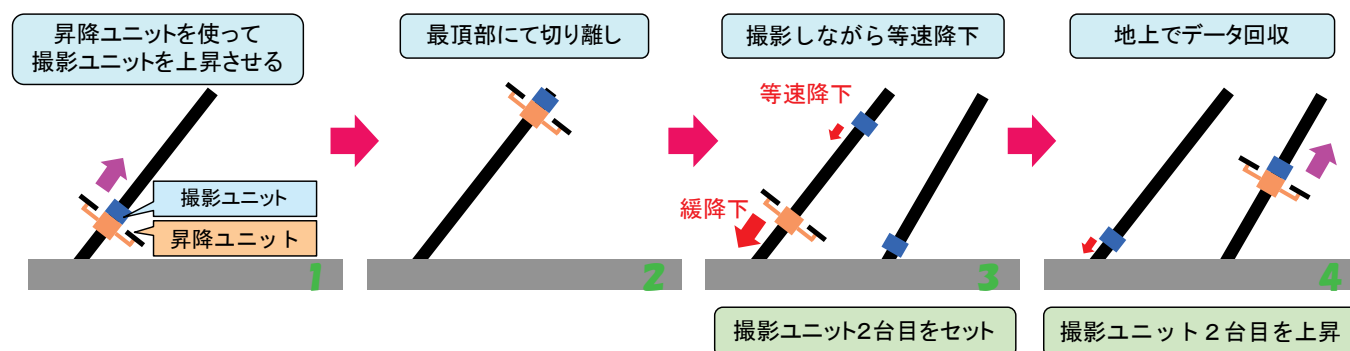


写真－1 斜材保護管の損傷例

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²⁾。筆者らは、UAV を動力とした昇降ユニット、ビデオカメラや等速降下装置を搭載した撮影ユニットからなる分割型の斜張橋点検ロボットを開発し、これらのユニットを使った基礎実験を実施した。その結果を報告する。

2. 点検方法

今回開発する斜張橋点検ロボットでは、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した。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）を可能となる（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。



図－1 斜張橋ケーブル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

3. 装置製作

昇降ユニットは、産業用 UAV に使われているものと同じモーターとプロペラを使用している。本体は斜材に取り付けるため半割り構造とし、アルミ部材を加工して製作した（写真－2）。

撮影ユニットは、写真－3にあるように当初は円筒形アルミ素材で製作したが、UAV の揚重を大幅に超過したため、形状を再設計すると同時に、カーボン製として軽量化した。等速降下装置は下側車輪に設置し、速度測定のためロータリーエンコーダを併せて設置した。ビデオカメラには軽量の USB カメラを選定し、全周を撮影するため4台配置し、筒体内に LED 照明を配置した（図－2）。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搭載している。

4. 昇降実験

第3章で製作した昇降ユニットおよび撮影ユニットの動作確認実験を行った。実験には技術研究所敷地内で斜張橋を模擬した実験装置を使用した（写真－4）。斜材には人為的に高さ 10mm の段差や幅 5mm の割れを設け、実際に損傷している斜材保護管を模擬している。斜材の長さは 10m であり、角度 45 度で設置した。昇降ユニットで撮影ユニットを 9m まで移動させ、到達後は撮影ユニットの等速降下装置による自動制御で降下しながら斜材全周の撮影を行った。また、斜材には方眼紙を貼付し、カメラ画像の検証を行った。

撮影ユニットの降下の際には、PE 管の継目や損傷箇所などの段差箇所等で等速降下装置を制御することで、段差を乗り越えて降下できることを確認した。一方、割れについては、車輪が引っ掛かることで撮影ユニットが 15 度程度回転する場合があります。回転角度が大きくなると降下速度が低下した。回転角度が等速降下装置の動作に影響を与えているものと考えられる。

5. まとめ

今回の基礎実験から以下の知見を得ることができた。

- ・昇降ユニットは撮影ユニットを所定高さに移動することができる。
- ・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可能である。
- ・降下速度に関して段差による影響は無いが、装置の回転が大きくなった場合には影響を及ぼす。
- ・カーボン材料は加工が困難で、車輪の位置調整など現場合わせには支障があった。

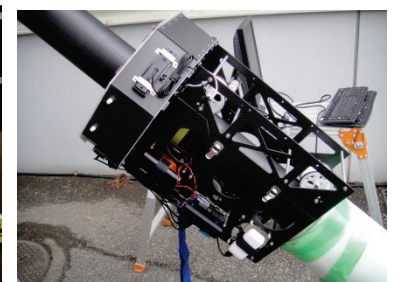
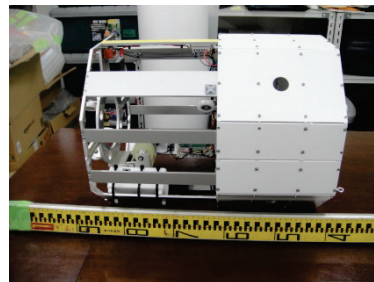
今回の実験では斜張橋ケーブル点検ロボットが途中で停止した場合も回収が容易であったが、実際の橋梁では主塔の高さによって回収方法の検討が必要となると考えられる。安全かつ確実にロボットを回収する装置の開発を進めていきたい。

参考文献

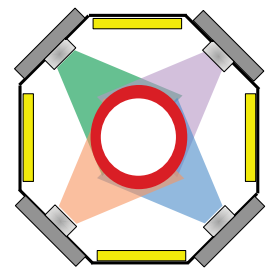
- 1) 国土交通省道路局国道防災課：道路橋定期点検要領，pp.1-2，2014.6
- 2) 岡田成礼：斜張橋の斜材保護管点検ロボットの開発について，平成 26 年度スキルアップセミナー関東，一般安全・安心(1)部門，2015.7



写真－2 昇降ユニット



写真－3 撮影ユニット初期型 (左)・改良型 (右)



図－2 カメラ・照明配置



写真－4 実験装置