

飛行体を用いた高度な点検手法の開発 ー構造物点検への利活用ー

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)
中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)

正会員○中村 尚武 正会員 伊東 剛
堀 隆一

1. はじめに

現在、構造物の老朽化対策を効率的に実施するために高速道路の構造物を対象に、「保全点検要領(構造物編)」に基づき、近接目視点検が実施されている。しかしながら現場の環境も様々であり、近接困難箇所や死角になる部分も多く、点検手段の選択には苦慮しているところである。近年では、新たな点検手法として高解像度カメラによる点検やポールカメラ等の新技術も検証されている。しかし、現場の様々な近接困難箇所や死角になる部分に対してはまず近接して確認する必要があり、現場状況に柔軟に対応する手法が求められている。当社では確実な点検を実施するために、平成25年度より飛行体(以下MRH: Multi Rotor Helicopter マルチロータヘリコプター)を活用する点検手法に着目し、橋梁を含む多様な点検場面での飛行体の活用を研究・開発している。本稿では、高速道路の構造物を点検する新たな方法としてMRHの構造物点検への適用について、その内容を報告する。

2. 橋梁の点検手法の選択

(1) 従来からの点検手法

橋梁点検においては、従来から目視点検を基本として、橋梁の近接目視点検では、①地上から双眼鏡等により目視する点検、②検査路からの点検、③高所作業車を用いた点検、④本線を規制し、橋梁上からの橋梁点検車による点検、⑤作業足場を設置して近接目視による点検、⑥構造物にアンカーを設置しロープにより人が近接する点検(ロープアクセス)等が行われている。前期の点検手法を現場に合わせ最も確実で効率的な方法を組み合わせて実施してきた。しかしながら、現場は環境(進入路、高架下状況等)や橋梁形式、緒元(高さ、幅員)、障害物(交差物等)が様々であり、既存の点検方法の組み合わせでは近接目視が困難な箇所も少なくない。

(2) 新たな点検手法

「保全点検要領(構造物編)」平成27年4月では、「人による近接目視を基本として点検を実施する」としているが、点検困難箇所について、肉眼と同等の判定が可能な非破壊検査機器として高解像度カメラを使用した点検について対応手法も例として記載されている。高解像度カメラ画像は、30m程度離れた構造物についても、望遠レンズを用いて0.2mmのコンクリートクラックを画像から確認することが可能である。高解像度画像を使用する非破壊検査機器としてポールカメラが開発されており、ポールの先端に取り付けた高解像度カメラにより高さ10数m程度の橋梁であれば高架下から死角になる部分を確認することができる。新たな点検手法については、他にも多くの取り組みがなされており、現場の環境により適用性を検討して採用していくべきと考える。

3. MRH SCIMUSによる点検

当社では多彩な環境に対応するためMRHの点検手法としてSCIMUS(: Structure Check & Investigation Multi Copter System)を開発及び試行運用している。SCIMUSは、非GPS環境下の高速道路橋で多くを占めるRC床版橋や鋼桁橋等比較的形狀が単純な構造の橋梁の点検を主な対象とし構造物点検用MRHとして、エンルート社のMRHに点検に必要な仕様を加え、当社独自仕様で開発している。SCIMUSの種類は表-1で示す。橋梁下面の床版を撮影するタイプ「SCIMUS-01」や新東名など高さ100mに及ぶ高橋脚を撮影する「SCIMUS-02」、複雑な構造の中に入って裏側を撮影する小型タイプ「SCIMUS-03」がある。

キーワード : 維持管理, 橋梁点検, MRH, 構造物点検,

連絡先 : 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1-23-7 中日本ハイウェイエンジニアリング東京(株) TEL:03-5339-1717

その中でも多くの特徴を有する「SCIMUS-01」について、報告する。また、図-1にSCIMUS-01の設置状況を図に示す。

(1) SCIMUS-01の特徴

①有線による給電

従来のMRHは通常バッテリー動力源とするため、一眼レフカメラ等の積載物を搭載する場合、バッテリー残量の安全を考慮すると点検に使用できる飛行時間は20分程度である。そのため、20分毎に離着陸操作やバッテリー交換等の時間が必要であり作業が中断し効率が悪い。このためSCIMUSでは、本線路肩から発電機を用い有線で給電する方式を採用した。

②有線による制御信号

高速道路の多くには遮音壁があり、遮音壁を越えての無線操縦は、確実性に乏しく、有線での確実なコントロール方式を採用した。

③モニタ画像による操縦

有線により大きな容量のデータを流すことが可能なため、機体を俯瞰するカメラと機体本体のカメラを、本線上の路肩部に設置したモニタに機体姿勢制御画像と点検画像を高解像度で映し出すことができる。そのため、橋梁の高さ等に関係なく常に同じアングルで操縦することが可能である。

④レーザ制御(衝突防止)

非GPS環境では、MRHはIMU磁気センサ、気圧センサ等の姿勢制御センサによる自律制御を行うことはできるが、自己位置の制御はできない(手動)。このため、操作の補助として、上及び側方方向にレーザを照射して、橋梁の桁等との相対位置を取得し、設定距離以上近接しないように制御を行う。これにより、構造物への接触を回避することができる。

⑤懸垂治具

高速道路では、前述のとおり遮音壁が設置されており、遮音壁を超えてMRHをおろす必要がある。このため発電機運搬を兼ねた懸垂治具を開発した。懸垂治具は、別に本線制御モニタ用の機体俯瞰カメラの設置にも使用している。

4. 撮影画像とデータ処理

MRHを活用し撮影目標をコンクリートひびわれ0.2mmとして橋梁床版を撮影した。撮影枚数は1ブロック(20m×25m)で100数十枚となり位置座標の無い床板下では撮影画像の管理が難しい。このため、連続撮影により画像をラップさせ、ソフトウェアによりオルソ化(撮影画像の端部のひずみを修正)し隣り合う画像を接合することにより床版全体で損傷位置の管理を行う方式を検討している。この方法であればオルソ結合画像とオリジナル画像をリンクして活用することが可能となる。

5. おわりに

本検討では、現状、人に頼る部分も多い。したがってMRHは機械、センサ、情報、電波(無線、GPS)等の工学的知識に加え、操縦技術の取得も重要となってくる。今後の開発にあたっては、新技術の導入や技術開発により操縦技術の低減を図り、より確実に構造物の点検が実施できるよう取り組んでいきたいと考えている。

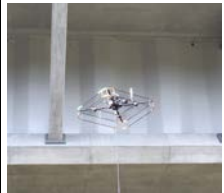
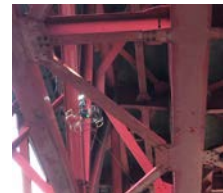
機器名称	SCIMUS-01	SCIMUS-02	SCIMUS-03
点検目標	点検困難箇所	点検困難箇所	点検困難箇所、点検死角部位
主な点検部位(橋梁)	橋梁上部工(床版)、支承他	橋脚他	主桁、対傾構、横桁、トラス桁間等複雑な箇所、人の目視が難しい死角部位他
特徴	地上高が高く(50m~100m等)、幅員が広く点検車両のアクセスの難しい床版(新東名等)及び海上、河川上等の床版	地上高が高く(50m~100m等)、点検車両のアクセスの難しい橋脚(新東名等)及び海上、河川上等の橋脚	構造が複雑で点検車両のアクセスの難しい上部工
機体	PG700 	PG700 	PG390 

表-1 SCIMUSの種別

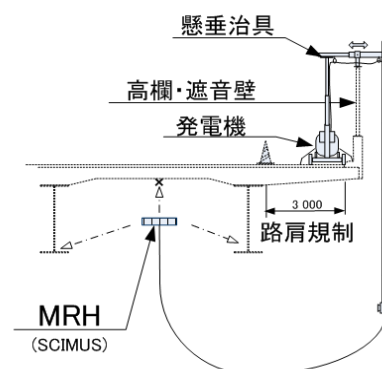


図-1 SCIMUS-01 設置概要図(断面図)