

無人航空機（ドローン）の道路施設管理への展開（京都府：八雲橋・大津南郷宇治線）

京都府 寸田 亘 菊本 健太
 (一財) 京都技術サポートセンター ○春田 健作
 株式会社 計測リサーチコンサルタント 木本 啓介
 一般社団法人 ドローン撮影クリエイターズ協会 坂口 博紀

1 新技術の導入(ドローン)

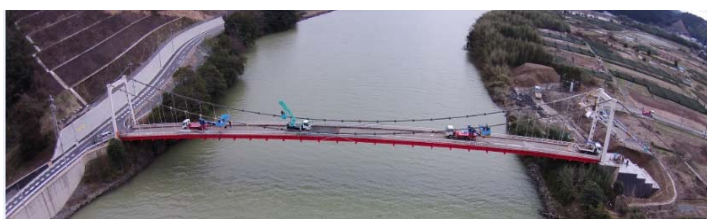
平成 27 年 12 月の航空法改正¹⁾により、初めて無人航空機（以下、ドローン.）に飛行に関する規定が整備され、京都府では、大規模災害に備え「災害時等における無人航空機の運用に関する協定」を締結したところである。道路施設の維持管理の分野においても、その活用への期待は大きく、本稿では、新技術の導入を推進する取り組みとして検証した事例を報告する。

2 対象・試行内容

道路施設の維持管理(主に点検)では、高度な計測技術による記録取得が望まれるものの、導入・運用を計画するには、技術の容易性（操作の難易度、時間）や費用、得られる情報等を把握する必要がある²⁾。今後、道路を構成する施設として、次の構造物への適用性を考察する。

(1) 橋梁（吊り橋）(図1)

橋梁は道路法改正により、近接目視による5年に1度の定期点検が法令に位置付けられたところである。吊り橋のような橋梁は、点検車で全ての部材に到達するのは難しく、点検費用の増大が課題となっている。点検手法の合理化を図る必要性から、ドローンによる部材の画像撮影、特有な変形（サグ量、主塔の倒れ等）把握のため3Dレーザースキャを用いて調査を行った。



計測手法	名称・仕様等
ドローン	TKF-HEXA Pro・飛行時間10分・3600万画素
3Dレーザースキャ	GLS-2000 https://www.topcon.co.jp/positioning/products/product/3dscanner/GLS-2000_J.html

図1 八雲橋（橋長115m×幅員5m）



計測手法	仕様
ドローン	Inspire1 pro(DJI)・飛行時間20分・1600万画素
画像処理システム	Context Capture https://www.acute3d.com

図2 斜面・ロックシエツト

(2) 道路のり面, シェツド (図2)

全ての道路施設は維持管理が重視され、現状把握が求められる。橋梁以外の施設の調査・点検の合理化も検証した。対象とした路線（主要地方道大津南郷宇治線）は、宇治川（ダム）沿いの道路で、地滑り等の災害が発生し、度々通行規制を行っている。被災時を想定し、ドローンの操縦者と対象‘のり面’までの離隔500mとした(図3)。なお、有視界範囲外に対する許可を得ている。



図3 ドローンによる撮影の体制, 状況

3 検証結果

従来実施している、専門分野の技術者による近接点検とドローン等の試行技術で得られた記録を、表1、表2にまとめている（実施時間と費用は、実績が少ないため参考値として記載）。

キーワード 無人航空機, ドローン, 3Dモデル, 維持管理, 定期点検

連絡先 〒602-8048 京都市上京区出水油小路東入丁字風呂町(府庁西別館) (一財) 京都技術サポートセンター

(1) 橋梁(吊り橋)への適用

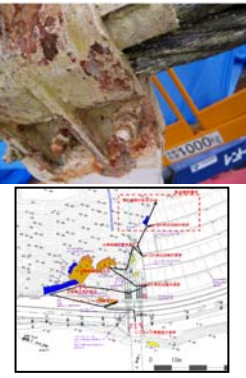


重要部材となる,メインケーブルとその各点部,アンカレッジ(斜面)を重点的に計測した。

「近接目視点検」では,吊り橋特有の吊り材が,点検車の作業範囲を制約し,規制時間が長期化する。近接時には,触診で金具の緩み等を,地山踏査では斜面の地形特性を確認する。

「ドローン」で部材を詳細に撮影することで,コンクリート床版のひび割れ等をデータ化できる。目視点検で作成する損傷図より現地との整合性は高い。

「3Dレーザースキャナ」は,斜面および全ての部材の形状寸法を正確にデータ化する。本橋であれば,ケーブル部材の触診,専門技術者による斜面の診断,床版をドローン,測量機器により変形量の把握が,現状考え得る点検の最適化と考えている。

表1 橋梁点検の記録(八雲橋)

	近接目視	ドローンによる空撮	3Dレーザースキャナ
取得記録			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 点検車で部材へ近接する。 吊り材があり,橋下面へのアプローチに時間を要す。 斜面の点検記録は「道路防災点検」相当。 	<ul style="list-style-type: none"> 近接目視点検同等の画像を取得可。 高度な操作技術が必要。 ひび割れ図等の劣化記録を容易に作成可。 	<ul style="list-style-type: none"> 計器を,据え替え測量を行う。 位置(座標)情報が高精度で取得可。 サグ量(ケーブルのたわみ)量等詳細な検測可。
時間*1	10日(橋梁9日,斜面1日)	2時間	8時間(1日)
費用*1	800万円*2	80万円	100万円

*1) 参考値(実績が少ないため,標準値ではない。また,内業経費も含む。)

*2) 交通規制および記録化するための内業経費も含む。

(2) 道路のり面,シェッド



道路のり面は,「道路土工構造物技術基準」³⁾にも規定され,点検・維持管理の対象施設となる。橋梁のような点検基準はなく,道路防災点検(防災カルテ)が点検の基本となっている。

「道路防災点検」では,技術者が地形図の資料で危険箇所を推定し,現地踏査することで危険箇所の特定し,防災計画等の基礎資料を作成する。

「ドローン」を活用し現地踏査

で確認できない範囲・角度からの画像により,法面の崩落の全貌やシェッド上面等が容易に確認できる。多視点画像を合成し3Dモデルを構築し形状や寸法を検測できる。モデル化は,対象が樹木に覆われると適さないが,工作物や災害による斜面の崩落部は地山が露出するため,被災対応で大きな効果が期待できる。

表2 道路のり面・シェッド(大津南郷宇治線)

	道路防災点検	のり面・ロックシェッド
取得記録		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 地形図,過去の被災記録,地質図等と照査する。 2,3名で現地踏査する。 道路防災点検として全国で実施されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンにより,対象施設の画像データを多数取得する。 取得画像データを解析ソフトにより,3Dモデルで再現する。(工作物が再現し易く,自然斜面・樹木等は3D化不可。) 50m×50m範囲の撮影は約5分,画像解析に約3時間が必要。

4 維持管理への新技術の適用性

新技術による維持管理の合理化は技術者の診断と科学技術の適合が重要となる。

- ・大規模な橋梁は,複雑な部材・構造を持つため,ドローン等の活用で点検の合理化が図れる。
- ・特に,災害時の道路施設の状況把握にドローン利用は適すると考えられる。

参考

- 1) 国土交通省:航空法施行規則の一部改正について, http://www.mlit.go.jp/report/press/kouku10_hh_000086.html
- 2) 春田ら:道路橋点検における非破壊検査技術の実証例,土木学会第70回年次学術講演会,VI-510,2014
- 3) 国土交通省HP:道路土工構造物技術基準, <http://www.mlit.go.jp/common/001085088.pdf>,2016.4現在