

神奈川県営水道におけるドローンの活用方法 —水道事業における新たな点検方法の確立に向けて—

神奈川県企業庁 工務課

1. はじめに

今後、高度成長期の水需要の増大に対応するため急ピッチで整備した水道施設が老朽化を迎えていく中、施設の適切な維持管理が課題となっており、その維持管理の中でも大きな事故を未然に防ぐための点検技術の改善の向上が求められています。

一方、近年、空の産業革命と言われるドローンがインフラ設備等の点検に使われ始めるようになってきました。例えば、高所作業による危険を伴うためコストが高くなり点検スパンが長くなってしまいがちな屋根の点検などにドローンを活用すると、安全性が確保されるほか、上空から撮影した映像の方が損傷箇所を発見しやすいなどのメリットが得られるようになったとのことです。

また、太陽光発電のパネル点検において、物体の温度を可視化できる赤外線カメラをドローンに装着して上空から撮影することで、広範囲に渡るパネルを短時間で点検することが可能となりました。

神奈川県企業庁では、こうしたドローンの活用動向に着目して、水道施設の点検に活用できないか研究することとしました。

一方、その操縦については、職員自身がドローンに触れてその可能性と限界について身をもって感じる方が今後の展開に役立つと考え、職員自らが操縦して検証しました。

2. 検討体制

(1) 使用したドローンについて

検証に用いたドローンは表1に示したものになります。特徴的な機能としては、全方向障害物検知のシステムを搭載していることと、遠赤外線サーマルカメラ（以下「赤外線カメラ」）を搭載

していることです。

表1 使用ドローン諸元

重量	899g
サイズ(L×W×H)	322×242×81mm
検知システム	全方向障害物検知
画素数	約1200万画素
解像度	4056×3010
赤外線カメラ	遠赤外線サーマルカメラ
外観	

全方向障害物検知システムにより、障害物等に接近した際に自動で静止するので、操縦に不慣れな職員であっても事故のリスクを減らすことができます。また、橋梁の下部や操縦者から遠い場所での点検など、障害物とドローンとの距離感がわかりにくい箇所での点検では必須とも言える機能です。

赤外線カメラは物体の表面温度を計測し、色を用いて視覚的に温度を表示することができるカメラです。

(2) 操縦する職員について

DID区域（人口密集地域）をドローン飛行させるためには国土交通省の許可が必要となります。神奈川県内の市街地はほぼDID区域に入っていますので、県営水道の管轄内はほとんどの場所で申請が必要です。

この許可の条件として、操縦者のドローンの総飛行時間が10時間以上という条件があります。今

回の検討で操縦する職員は、外部講師による座学2日、実習2日の研修を受け、総飛行時間10時間をクリアした上で申請を行い、許可を受けました。

3. 検証する有効性

(1) 接近困難な箇所での有効性

ドローンは、人が近づくことができない災害現場等で、道路、河川、斜面等の被災状況を一望できる位置から空撮することで活躍してきたことはよく知られているところであり、こうした機能を、水道施設の点検で活用した場合の有効性を検証することとし、その舞台を、ドローンによる空撮技術の大きなメリットが期待できる水管橋を中心に検証することとしました。

(2) 赤外線カメラを活用した有効性

現在、建設業界等で、赤外線カメラを活用して、橋梁の塗装の劣化やコンクリートの浮き等、肉眼では発見が難しい異常部を検出している事例があります。そこで、今回、水道施設の点検において、使用したドローンに装備されている赤外線カメラは、どのような活用ができるのか検証することとしました。

4. 接近困難な箇所での有効性

(1) 山間部橋梁内部に添架された水管橋の状況把握

箱根の山間部の河川を横断する橋梁での事例を紹介します。この橋梁は、山に囲まれ、道路上からは、山の木が障害物となって、その全体像がわからない状態で、河川は谷が深く下りることもできず、下から橋の状況が見えないため、橋梁の下部に添架されている水道管の布設状況も全くわからない状況でした。

高所からドローンで橋梁を撮影した結果、橋梁の全体像を把握することができ、また、ドローンを橋梁内部に侵入させて水道管の撮影に成功しました(図1)。

橋梁点検車は1日で10万円以上の費用がかかり、道路を規制するため、その許可を得る手続きの時間もかかってしまいます。一方、ドローンでの撮影は道路の規制は基本的に必要ありません。職員自らで操縦する場合、機材さえあればすぐに

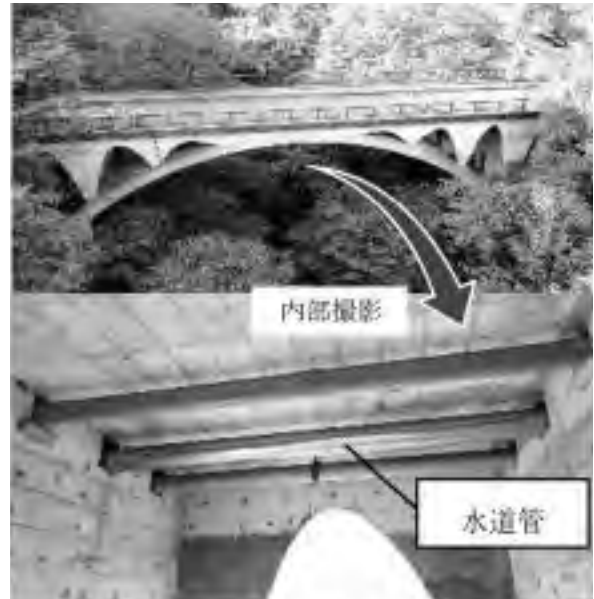


図1 撮影写真

点検が可能です。こちらの点検にかかった時間は現場に着いてから30分程度でした。

(2) 容易な水管橋設備(空気弁等)の点検

橋梁点検車を使わなくてもドローンで簡易な水管橋点検ができるので、高所や障害物の陰等、目視では難しい箇所の点検の実施に向けたハードルが下がります。

今回、前述とは別の水管橋で塗装工事の予定があり、その足場設置に併せて修繕ができれば効率的であるため、補修すべき部位があるかを確認しようと、施工前にドローンで撮影した写真が図2です。今回のドローンの撮影画像は高画質かつデジタルなので、拡大しても画像が粗くならず、ピンポイントの拡大が可能です。図2右のように拡大したことにより、空気弁の下部にあるフランジ部の腐食が著しいことが判明しました。この腐食箇所はちょうど空気弁の陰になってしまっていることもあり、橋梁上部からの目視点検が困難な箇所でした。

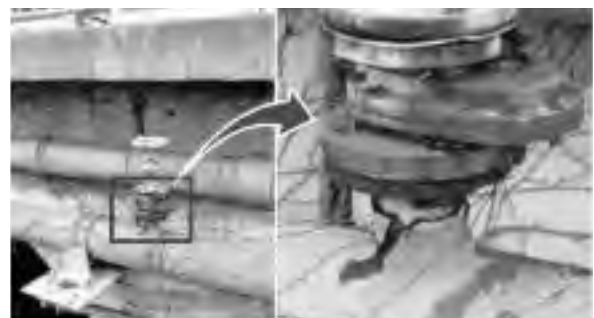


図2 撮影写真及び拡大図

ドローン撮影で腐食が判明した後、すぐに水管橋塗装工事の足場設置に併せて修理を行いました。その結果、時間とコストをかなり削減でき、効率的に維持管理業務を行えました。このフットワークの軽さこそが、水道事業者がドローンの機体を所持し職員が操縦する場合の最大のメリットであると考えます。

5. 赤外線カメラの有効性

(1) 異常部発見の可能性の検証

近年、コンクリートの浮きや鋼の亀裂等の異常部と健全な周辺部とは温度差が生じるため、そうした異常部について赤外線カメラを活用して非接触で検出する技術が開発されています。今回、導入したドローンには、前述したとおり赤外線カメラを装備しており、これを活用して、異常部を検出できるかを検証してみました。

まず、配水池のタイルの浮き部分をドローンの赤外線カメラで撮影したのが、**図3上**の写真です。こちらの画像は、周辺温度より温度が低い箇所を青く表示させていますが、コンクリートが浮いてクラックが入っている箇所がはっきりと青く(白黒写真の場合は濃く)表示されています。

また、タイルから水が漏れているところを赤外線カメラで撮影したのが**図3下**の写真です。漏水部分が周辺部と比して温度が低いので、水が浸み

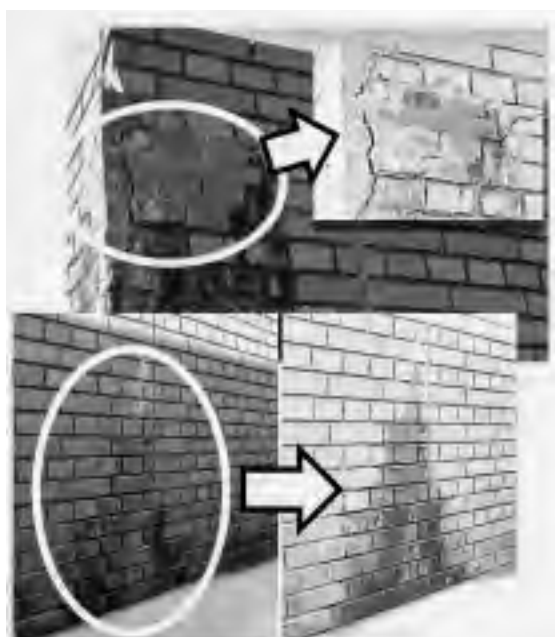


図3 赤外線カメラによる撮影写真*

※青色が白黒写真でも鮮明に見えるよう明るさを強調している

出している部分のはっきりと青く表示されます。

こうした異常部の温度差を表示する赤外線カメラの機能を使って、コンクリート部や鉄の亀裂等の劣化や水管橋の漏水を発見することができるのではないかと考えました。

(2) 水道施設の現場での撮影

こうした考えのもと、橋梁の下部の水道管を赤外線カメラで撮影してみました。

まず、赤外線カメラの画像から表面温度を読みとった後に設定温度を定め、それよりも低い温度の箇所を青く表示されるように設定して撮影した写真が**図4**です。丸の内側が漏水箇所であることが肉眼よりも鮮明にわかります。



図4 赤外線カメラによる漏水箇所の撮影写真①*

※青色が白黒写真でも鮮明に見えるよう明るさを強調している

しかしながら、別の箇所の橋梁下部の水道管を撮影したところ、橋梁の下部が日陰になっており、周囲と異常部との温度差が少なく、**図5**のように水道管全体が同じ色で表示されてしまいました。これは、漏水部分と水道管部分との温度差が小さく、水道管全体では温度差がないよう表示されたものです。



図5 赤外線カメラによる漏水箇所の撮影写真②*

※青色が白黒写真でも鮮明に見えるよう明るさを強調している

また、別の日に同じ箇所を赤外線カメラで撮影しても、その日の気温の状況で画像が異なってくることもわかりました。

(3) 赤外線カメラ活用の課題

赤外線カメラの撮影を現場で検証した結果、気象状況の影響が大きく、また、対象とする水道管での健全な部位と異常部との温度差が小さいことから、現段階では、肉眼では発見できない異常部を容易に発見できる場所までは至っていないことがわかりました。一方、条件が揃えば、異常部を発見できることもわかっており、異常部位を発見する補助として使用できると考えています。

他部門での赤外線カメラの活用では、解析ソフトで微小な温度変化を測定する方法や対象をヒーターで温めて測定する方法が研究されていると聞いています。

今後、赤外線カメラでの撮影の試行を積み重ねながら、より良い気象条件での撮影のノウハウを蓄積し、今回の検証でわかった課題をクリアしていけば、さらにドローンの活用の幅が広がると考えています。

6. ドローン活用の拡大に向けて

(1) 独自研修について

前述した、国土交通省から飛行許可を得るための条件、ドローンの総飛行時間が10時間以上という条件を多数の職員がクリアするために、神奈川県企業庁では独自研修で操縦者の育成を行っています。

外部委託ではなく独自研修の手法を取るメリットとしては、現場で実際に点検を行う職員が講師となるため、点検ノウハウを継承できる点があります。市街地、橋梁下部、目視外飛行など、様々な条件での飛行時の注意点のほか、橋梁下部を撮影するのに適したカメラ設定や赤外線カメラの設定、そして何より実際に点検した者しかわからないことを直接継承できるのは大きなメリットだと考えます。

(2) 操縦技術者登録派遣制度について

また、ドローン点検を横展開し、広範な活用を目指すためには、現場の職員がドローンを活用する感覚をもつことが大事であるとともに、企業庁職員がドローンを飛ばす体験を数多く積むことが

大事であることから、操縦技術者登録派遣制度というものを作りました。これは、各水道営業所でドローンを飛行させたい案件を事務局が取りまとめ、事務局で登録している操縦者に要請を行い、実際に派遣された操縦者が撮影・調査を行うといったものです。さらに、職員が様々な条件での点検を行った経験を独自研修にフィードバックすることで、県営水道の操縦者全体のレベル向上に繋がるといった仕組みになっています。



図6 操縦技術者登録派遣制度のイメージ図

7. おわりに

今回、ドローンを実際に使ってみて、その大きな可能性を実感することができました。水管橋の点検にドローンを活用することにより、時間・手続き・経費といろいろな面で削減効果があるので、これまでは手軽にできなかった水管橋点検の実施に向けたハードルが下がります。さらに、接近や回り込みも可能ですし、写真も簡単に拡大が可能なので、これまでの目視では発見できなかった異常部位を検出するという効能も期待できます。この効果は、水道事業者の職員が操縦者となってドローンの機体を所持すれば、そのメリットを最大限享受できることが期待できます。

赤外線カメラについても、今回の検証だけでは、そのノウハウが確立できませんでしたが、肉眼では発見できない異常部位を検出する可能性は感じられました。

一方、橋梁の下部など、高い操縦技術を求められるケースが多いため、技術の向上が課題です。独自研修で操縦者の数は増えていますが、実際に橋梁下部の飛行の難易度が高い箇所での点検を行うことができる操縦者がまだまだ少ないので、育成していく必要があります。

こうした課題をクリアしていくことによって、ドローンは、水道施設の点検業務に大きな改善をもたらすことが期待できますので、発展著しいドローンの技術動向を注視しながら、その活用経験を積んで、レベルアップを図っていきたいと思います。