橋梁点検支援技術

使用者 開発者に聞く

支援技術　コストメリットでる活用シーンに

講習会、技術開発でノウハウ発信

支援技術は合理的に使える場所と使い方をするとコストメリットが出る。点検要領を熟読すると、豆知識が見えてくる。そうしたノウハウを講習会で共有する

大日本コンサルタントは、橋梁点検業務で支援技術の活用が多めだ。北陸支社だけでも6技術を使う。支援技術は、国が活用促進を呼びかけているものの、普及はなかなか進まない現状がある。同社は、支援技術の研究開発に取り組みながら、現場で実際に使うと、それぞれの技術の適材適所、有効な使い方、点検要領の豆知識などが見えてくるという。そのノウハウは、会社の壁を越えて、講習会で共有する。現場で支援技術を使っている喜多亮輔主幹と、支援技術の研究開発や講習会の運営にあたる小林大主任研究員に聞く。（根津寿子）

喜多主幹

――支援技術の活用件数が多めです。なぜですか。現場で活用して感じたメリットや課題は

喜多主幹　国交省さんは支援技術の普及に力を注いでいるので、スクリーニングとして従来技術をサポートしたり、点検員の事故防止に有効だったり、使用方法が有効であれば、費用は考慮してくれています。

支援技術の開発や活用促進には、生産性を上げ、膨大なインフラ点検を確実に実行して安全・安心を守っていくという点検業務の本来性を踏まえると、受注者側としても応えていかないといけないな、と受け止めて取り組んでいます。複数の技術を、複数の現場で実際に使ってみることで、有効な活用の仕方も分かってきます。

小林主任研究員　支援技術を使うための手順は、点検業務受注者が使用計画書を作って、発注者に協議を申し入れることが基本です。特別な場合を除いて、発注者からこの点検支援技術を使って欲しいとか、このように使って欲しいとか、指示されることはないです。

小林主任研究員

喜多　支援技術の適用を検討するにあたり前提として、従来技術でできない点検が、性能カタログに記載されている支援技術ならできるということはほとんどないということです。支援技術でできる点検は、従来技術でもできますので、支援技術を使うためには、コストが安いとか、手間がかからないとか、早くできるとか、メリットがないと、従来技術をやめて支援技術を使うということにはならないです。

私も最初に支援技術に関わった時には、従来点検が支援技術に置き換わるのかな、と思ったのですが、言葉の通り支援してくれるもので、代わるものではないんです。そこが一番誤解されているのではないかと思います。

喜多氏　現場のミスマッチなくし活用拡大

支援技術を実際に複数技術・複数現場で使ってみた経験から、精度や作業性に加え、コストや生産性も含む事業化という目で、支援技術の活用と普及を考えると、例えば、点検受注者自身が支援技術を使えるようになって、現場で普通に従来手法での点検をしながら、ちょっと合間に支援技術を使って、より安全に手間をかけずに点検するという、互いに分担・補完し合って相乗効果がでる使い方ができれば一番いいと思うのですが、現状は現場で点検する人たちは支援技術の扱いに不慣れな人が多いので、結局慣れている人を呼んで来る状況ですから、そこに一つハードルがあるのではないかなと思います。

――お話には二つのポイントがありました。期待されている効果、つまり成果の品質を担保しながら、点検業務の生産性を上げるには、支援技術は上手な活用シーンで使うことと、点検業務受注者が自ら操作できるハンドリングの簡便化が必要ということですね。具体的に、上手な活用シーンから、教えてください

喜多　支援技術を使ったけれど、コストアップしただけで、その後は使っていないという話を耳にします。これは、点検対象物と使用技術あるいは使用方法のミスマッチによる、点検作業の二度手間が招く例です。

例えば、画像からコンクリート内部にうきがあることを判定する場合、この支援技術でうきがあると疑われると、人が近接して叩いて確認して、もし落ちるようなら、危ないので叩き落さなければなりません。

ですので、損傷のないところ、例えば前回点検で全くうきが見られなかった橋梁は画像で確認し、うきがなければ叩きに行かなくて済むのですが、前回点検ですでにうきがあると分かっているのに、画像で確認して、またうきがありましたね、ということになると、二度手間になり無駄が生まれます。

他にも、離れた場所から撮影する場合、桁下からカメラで映しているので、どうしても見えない所があります。ここには人が近接しなければならないので、この使い方も二度手間を生みます。つまり、支援技術活用分の手間と時間、コストが追加されます。

また、桁下の交通が多い場所は、モニターを見ながら歩く、車と接触する可能性がありますから、比較的通行の少ない場所が向いています。

このように、二度手間にならず、安全に点検業務が行える場所を選ぶことが、効率的で効果的な活用だと思っています。

こういうことは性能カタログを見ても書かれておらず、過去に使って苦労した人とか、人づてに知っていた人などしか気が付くことができません。

私たちも、性能カタログを見て、こういう使い方がいいのでは、と打診して現場に来てもらうのですが、使うと思うような成果が得られないミスマッチ的な所が最初の頃は多かったです。

――支援技術の上手な活用シーンの知識の有無が、成否の分かれ目になりそうですが、その情報が性能カタログに書かれていないと、なかなか手が出しにくく思えます。個社のノウハウなので、共有できない壁があるのかもしれませんが

喜多　支援技術の上手な活用シーンについてだけでなく、ハンドリングの簡便化に対する技術開発にも通じますが、開発者と使用者が情報交換できる仕組みはあるといいと思います。それも個社対個社にとどまらず、業界全体でできたら、より生産性の向上が期待できるのではないでしょうか。開発競争や受注競争のライバルではあるのですが、競争領域と協調領域を決めてオープンイノベーションで取り組めば、より一層の付加価値が生まれ、開発者も、使い手も、道路管理者も、みんなに良い方向に行くのではないかと思います。

これまでは、開発している方の多くは点検業務にあまり携わっていないと感じますし、私たちも各支援技術のことを実際に使うまではそれ程よく理解できていません。新技術開発・普及においてよく耳にするのが、魔の川、死の谷、ダーウィンの海などと、各段階で立ちはだかる関門ですが、開発者と使用者が情報交換を重ねることで乗り越えていくのかな、活用も広がるのかなと思います。

小林氏　まず精度管理、次にコストダウン

例えば、飛行型点検支援技術の機体に付属している照明装置を必要な照度のものにバージョンアップすると、暗い現場でも撮影ができるようになりますから、当初に比べて、稼働できる時間帯や天候が広がります。現場には多くの人がチームで入っていて、当然それはコストに反映されますから、適用範囲が広いことはすごく助かります。より現場の状況に左右されない点検方法、機体の開発の必要性は当初から感じていました。

小林　支援技術に関わって感じるのは、点検業務を分かっている開発者とそうでない開発者では、違いが出てくるということです。点検業務を知らない開発者でも、その道の開発としては素晴らしいのですが、橋梁点検に使うという観点で今一つ理解が追いついていないところがあると感じます。

私たちが橋梁点検で求める成果品がどういうものか、例えば、点検事業者が成果品として損傷図が欲しいのに、写真の撮影までとか、性能カタログでは高い性能が記載されていても実際の点検現場では精度が管理できない、言い換えると実際の性能が分からなかったり、近接目視より損傷の位置精度が高いのはよいのですが費用が高かったりとか、点検事業者が欲しい内容や精度がきちんと理解されていない、ということがあります。

定期点検の成果は定期点検要領で定められていますから、まずは点検要領に合致した成果を実現したうえで、どれだけ安くできます?と考えなければならないのです。

――求められる成果水準を達成した先は価格競争ということでしょうか

喜多　特に自治体さんは、小ロットで点検をしているので、コストメリットを出しにくい状況にあることが多いと思います。ですので、コストメリットが生かせる活用シーンに投入し、二度手間によるコストアップを回避するとか、従来の点検をしながら合間に多重化した活用により効率を上げるとかして、使い方においてもコスト競争力を上げていくことも大事です。

――点検講習会では、これまでお話しいただいた内容は、参加者と共有しますか。関係者には重宝される情報と思います

小林　弊社の支援技術の研究開発や運用から得られた様々な知見、ノウハウを素材として無料で続けていますが、あくまで個社の活動になりますから、知見、ノウハウの広がりという部分では、やはり限界はあります。実際に点検業務に当たられている地場の会社さん、ドローンの運用会社さん、数は多くありませんが道路管理者さんもご参加下さいますが、支援技術の開発者さんや国交省さんの仕事を主力にする大手コンサルさんなどからはご参加いただけていません。

実感として技術開発と普及には、やはり現場で使いフィードバックすることがすごく大切ではないかと思っています。

弊社では、支援技術の研究開発のスタート時点から精度管理が絶対に求められるという信念を持って研究開発を進めてきました。画像点検の難しいところは、画像に何も写っていなかったとして、画像だけ見ても損傷がないのか、写っていないのか、分からないんです。この画像を撮影した時の被写体照度は〇〇lxだったとか、1画素当たりにどれくらいの長さを割り当てているかとか、そのような情報を画像に紐付かせ、事前に行なった試験結果と照合して、初めてその画像を解釈できるのです。つまり、点検の精度を確保することは画像の精度管理を行なうことなのですが、点検業務をあまり知らない開発者さんは、なかなかそこまで思い至るのが難しく見受けられます。

講習会の体裁をとっていますが、情報の非対称性をなくすことによる化学変化を期待しています。弊社にも、他社さんにも良いことが起こるのではないか、と思っていて、その先での競争はあるのかなと思っています。

喜多　私は北陸支社におりますが、地域ごとにどういう形式の橋梁が多いとか、塩害地域なのか、アル骨地域なのか、重交通による疲労地域なのかとか、特徴も異なりますから、何かその地域なりの合理的な活用法というものも、情報交換を重ねるなかでノウハウとしてシェアできるかもしれないと思っています。

――合理的に使える場所と使い方に絞り、支援技術を上手く使うと、点検費用は安くなりますか

喜多　なります。ただ、期待されるほど劇的には安くはなりませんし、安くなる対象もそんなにたくさんはないです。ある限られた条件に合致するごく少ない橋梁だけが、支援技術に、従来技術からとって代わることができる対象橋梁だと思います。感じからすると、現状では10%はないと思います。将来的にこれが、20%、30%と増えていけばいいなと思っています。その一つとして、情報共有が助けになるのではないかと思っています。

――こういう支援技術が出てきたらいいなとか、こういう部位に対しての支援技術なら、生産性が上がるな、という受け止めはありますか。今後の方向性なども

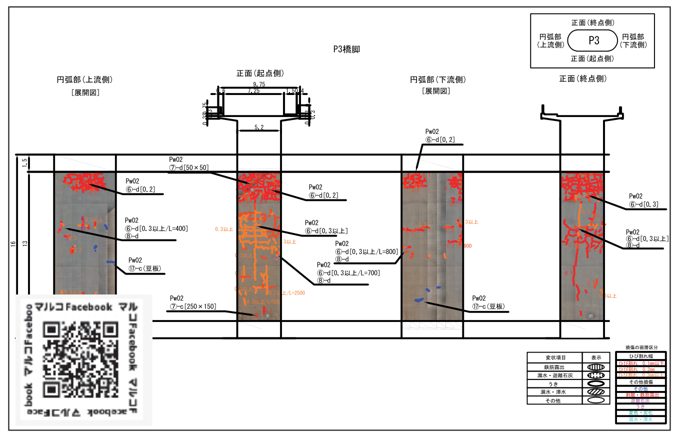
喜多　例えば、支援技術で画像を取得し、それをリアルタイムでパソコンに送って、リアルタイムに損傷を評価して、現場にフィードバックしてくれる、そういうものがあると、その場で損傷を把握できるので、現場としてはすごく助かります。

小林　少なくとも現時点では、点検要領に記載される精度の確保は絶対として、重要なのはコストです。支援技術を現場の人たちが高所作業車や橋梁点検車を運転するように簡単に使える、そうなるとコストも低下します。すると、適用範囲が広がりますから、現時点では高橋脚とか特殊な条件でしかコスト競争できなかったものが、高所作業車で点検するような橋脚などへの適用も視野に入ります。

この簡単に使えるように、という部分で、弊社が開発に携わった橋梁点検用ドローンのM300RTK－iは現場での飛行撮影がほとんど自動化され、運用難易度は劇的に下がり、一気にコストが下がりました。運用の自動化による生産性向上は大きいでしょう。

M300RTK―i　データ取得、画像解析ほぼ自動

精度管理とコスト低減に強み



M300RTK―iは精度管理を飛行アプリと撮影アプリで実現し、ほぼ自動でデータ取得、画像解析ができる。点検有資格者が把握して損傷図など成果品に仕上げる。2次元バーコードから、点検に関する各種情報を入手できる

点検業務に新技術の活用を促進していく国の政策方針を受け、支援技術の開発や改良の速度が増している。特に生産性の主戦場となっているロボティクスやAIによる自動化分野は、課題解決能力への高い期待を背景にリソースの投資が旺盛で、熾烈な開発競争のもと、技術創生に加速度がつく。ドローンを使った支援技術もこの領域にあり、進展が著しい。橋梁分野のコンサルタントとして主力の一角を占め、新概念・D2X（時々刻々と変化する環境に対し、絶えず進化する開発をする）を掲げ価値創生に注力する大日本コンサルタントと、産業分野にドローンを軸としたソリューションを構築・展開するFLIGHTSの2者が協業するM300RTK―iを取り上げ、技術の現在地、到達点を整理しながら、点検業務への最適な活用法、効果、手順を聞く。

――黎明期はGPSによる位置情報を事前にプログラミングし、トレーニングした操縦者が飛行と撮影をしていました。現在はどうですか。M300RTK―iについて、教えてください

大日本コンサルタント

堀田毅技師長

堀田技師長　当時は自動飛行させようとするとGPS情報が必要だったと想像します。現在は機体に搭載したセンサー類で位置情報を把握できます。M300RTK―iでは必須ではありません。

フライト峠下社長　M300RTK―iでは、点検実施中は飛行撮影支援アプリによる自動航行のため、スティック操作は不要です。目の前の構造物をカメラで捉え、それに沿っての自動飛行ができ、事前に構造物の位置情報を計測したり、プログラミングしたりすることも不要です。必要数のGNSSを捕捉できる条件であれば、飛行撮影支援アプリとRTK技術を組み合わせ、より効率的な自動航行手法も利用できます。

峠下周平社長

画像処理を行うことにより画像と位置の紐づけが自動ででき、画像データ取得後の点検・診断ならびにデータ管理がスムーズになりますし、その後のデータの活用性も高まります。

架設から何十年も経ると、設計図面がデジタル化されていなかったり、見当たらなかったり、図面と実物が異なったりなどするケースもあり、設計図面を復元することにも活用いただけます。

撮影データの精度については、静止してかつ対象物に正対して撮影していますので、各種カメラパラメータと合わせて管理することで、撮影したデータの性能保証、新技術利用のガイドラインでいう「精度管理」ができています。0・1ミリのひび割れ幅の判読が可能です。打音機能は付加していませんので、叩かないと分からない浮きに関しては検知できません。

撮影はアプリで漏れなく効率的にできます。現場で必要な精度管理をしながら、1時間あたり150平方メートルを撮影します。その後の画像合成はフォトグラメトリアプリで行い、損傷図画まで作成します。ほとんど人手をかけずにでき、現場作業1日分であれば、基数によりますが、画像合成、損傷図の作成は1週間程度です。損傷図画とは、近接目視点検の野帳に相当するものとして位置付けて、点検員がCADで作成しますので、他の点検手法の成果と容易にまとめられます。

手順

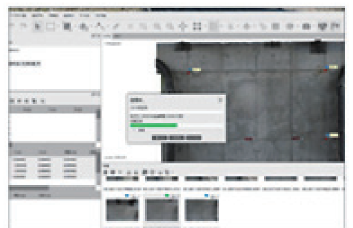
①現地確認

②飛行計画（元請けで作成する使用計画書に記載用の飛行撮影計画書を作成）

③飛行申請（飛行申請が必要な場合に航空局に対して飛行申請を行なうとともに、飛行計画をＦＩＳＳに登録）

④飛行撮影（計画書を順守して飛行撮影および精度管理を行う。オルソモザイク化しても画像精度が低下しないようラップ率を設定）

⑤画像処理（飛行撮影した画像を使用して、フォトグラメトリソフトによりオルソモザイク画像を作成）



⑥損傷図作成（ＡＩひびわれ検出サービスを利用してひびわれを検出後、点検資格を保有する技術者が状態把握をし、損傷図画を作成）

機器としては、M300RTK―iはDJI製の汎用機をベースにした独自開発のシステムで、ドローンとカメラはDJI製、このソリューションの根幹を成す、自動飛行撮影を可能とする飛行撮影支援アプリ、取得した画像が想定した条件を満足しているかを自動で確認するための精度管理アプリは弊社製です。

――整理すると、他のドローンによる支援技術に対して、M300RTK―iの差別化のポイントは主に二つで、精度管理と自動化による点検成果の品質と、生産性向上ですね。実際に現場で使用してどうでしたか

峠下　4月から受注を開始し、既に2現場、11橋脚の成果品を収めています。飛行撮影支援アプリや精度管理アプリは現場でも計画どおりに機能しています。作業性も飛行撮影が始まれば計画どおりですが、むしろ、現場へのアプローチにかかる手間など、現場条件が作業性に与える影響が大きいと考えています。地味ですがコストに与える影響は大きいです。

――来年から、点検業務を受注した事業者自身でM300RTK―iによるデータ取得業務を内製化できるようにすると

峠下　現在は受託サービスのみですが、できる限り全自動の点検に近付けていき、建設コンサルタントや点検事業者が直接使うことを想定して、来年度以降は内製化支援を見据えています。

現状は、現場に弊社がスタッフを派遣し、点検業務の受注者が横で立ち会う体制ですが、実際はほとんどが自動で済みますので、過剰に2倍の人員を配置しているような状況が生まれています。

コスト面、例えば操縦士費用や出張費、現場調整労力なども削減できますので、点検業務受注者が直接使う方が技術導入メリットは大きいです。

――全自動にかなり近づいています。データ取得自体は、手が空いている人員で済むと。産業界では、無駄を省いたリソースの活用でパフォーマンスを高め、全体の生産性を上げていく、それも将来的な負荷を抑えた持続可能なエコシステムにおいて、産業構造の転換を志向するトレンドにありますが、M300RTK―iも同様ですか

峠下　人手不足やコスト圧力は、どの業種においても一様で、人員・人材を取り合っています。そしてインフラの点検とは、膨大な量に対して極めて高度な成果を求められる現場です。i―Constructionをツールとして品質を担保しながら「生産性革命」を推し進めるという政策方針が数年前から打ち出されていますが、まさしくその通りの市場です。

ですので、M300RTK―iは、ロボティクスとAIを軸にした自動化で、データ取得作業とデータ解析・点検の質を作業者に依存せず、しかも量をこなせることを目標に開発しています。

堀田氏　人と技術が補完し合い、全体で効率化

堀田　点検の有資格者を必要とする事案にはそうした人材を集中投資し、データ取得で済む事案はそれ以外の人員が受け持つというように、補完し合って全体の生産性を上げられますから、そもそものミッションであるインフラの安全安心に効率的かつ効果的に応えることができるのです。

――M300RTK―iを導入するといいこと尽くめに聞こえます。一方で、ドローンによる支援技術の採用はそれほど広がっていません。そこにある課題は。解決策としてM300RTK―iのアプローチは

峠下　橋梁点検におけるドローン技術導入の課題は大きくは二つあると考えています。それは点検性能とコストです。

峠下氏　AI×ロボティクスで成果品質堅持

点検性能については、既存のドローン市販機は、橋梁点検で求められる正しい点検、つまり撮影したデータの精度管理をしようとすると、効率的とは言えない技術が見受けられます。精度管理をするためには、性能保証条件を現場で効率的に再現可能な機体の開発（M300RTK―iでは対象物に正対して撮影、一定の離隔距離の担保、撮影時のカメラパラメータなど）が必須です。

一方で、精度管理を可能とする機体には、デンソー社のドローンや、大日本コンサルタントのマルコなどがありますが、専用機体で非常に高価、コストがかさむのです。

そして、現時点での橋梁点検では、デジタル化するからと、予算が別に付く訳ではありません。

こうしたことから、新技術には精度管理だけでは足りず、コストダウンも条件に求められると考えて、M300RTK―iを開発しています。

M300RTK―iの場合は、誰でも購入可能な機体を使用し、弊社が開発したアプリを実装しています。アプリは、精度管理システムと表裏一体であり、これらを統合的に開発するためには高度なノウハウが必要になり、市販機体を使用しているからといって簡単なものではありません。大日本コンサルタントの高度な要望を受け、様々な環境下でも機能するよう作りこんでいるのです。

そして同時に、アプリによる自動飛行なので効率的な点検を実現しており、点検時間の圧縮、人件費の縮減などで、ユーザーサイドのコスト縮減も成り立たせています。

堀田　ドローンを使って点検しています、ということは聞きますが、現場の技術者の「これは使える！」という反応はほぼないのが実情です。ムードが先行し、期待に応えきれていない状況では、どんどん使う判断にはなかなかなりません。

そんな停滞期のなかで、デンソー社のドローンや弊社のマルコなどの専用機で、やっと点検を仕上げられるところまで来ました。この経験を経て、市販機とアプリ・ソフトにそのノウハウを取り込んだM300RTK―iで、精度管理できる正しい点検を低コストで広めていきたいところです。

峠下　もう1点、課題として感じるのが情報共有で、M300RTK―iの展開においては、これを重視しています。

M300RTK―iは、建設コンサルタントや発注者の負担が減るサービスではありますが、使っていただく適切なシーンを理解いただくことで、より一層高いパフォーマンスが得られます。

その一助として、大日本コンサルタント主催の無料セミナーを開催しており、情報発信も積極的に行っています。

堀田　現場で実際に披露したり、セミナーを開いたりしているなかで、精度管理について、うまく理解いただけていないことが多いと感じます。ドローンを飛ばして撮影できればOKという理解が非常に多いのです。

M300RTK―iは、Facebookでもその様子をご覧いただけますように、かなり橋脚に近付けて、かつ正対・静止して撮影しています。仮に5メートルくらい離したところで撮影しても、点検に使えるデータは取得できません。空撮などで綺麗な写真が撮れているから、橋梁の点検もできるだろう、というのは大きな誤解なのです。

――M300RTK―iが効果を発揮する適用シーンを具体的に

堀田　橋脚の柱、明るくて平らな広い面に適用するのが一番良いです。

よく耳にするのが、通行止めをしたくないから点検車の代わりにドローンで上部工の撮影を…という話ですが、上部工は形状が複雑で、暗い所が多く適していません。

あくまで正しく点検を実施することを主眼に、適材適所で技術を使い分けるのが良いです。橋梁点検車での目視点検が良い場合にはそれで進めていただくのが良い。

――ですと、M300RTK―iが一番効果を発揮するシーンは量的に

堀田　70万橋の9割が単純橋としても、残りの橋梁当たり2橋脚、そのうちの4分の1くらいに適用可能と考えると、3・5万橋脚/5年間という勘定になります。

そして、使う側にとって、精度が高く、安全で、コストも安い、加えて、生産性という観点で地域や社会に寄与できる、というのであれば使わない理由はないかなと感じています。セミナーではそうしたことも加えて説明しています。

――反響はどうですか

峠下　現場を見て実感いただくと、反響はとても大きく、安全面、コスト低減、データの保管ができる点で、M300RTK―iは優れている、との評価は特に多くいただいています。

なお、セミナーや商談を通じて、これまで65社とお話させていただき、その8割の方から使ってみたい！とのお声をいただいています。背景には、近接目視に代替できる技術として納得いただいていることや、コストが縮減できることへの好感などがあります。

実際、現時点で3割にあたる20社ほどから見積などの実依頼をいただき、今年度は80橋脚ほどの点検を実施予定です。