

点検業務の生産性を向上させる 「ドローン運用統合管理サービス」

(一財)建築コスト管理システム研究所・新技術調査検討会

1 ドローンを活用した点検作業

少子高齢化に伴う労働人口の減少やインフラの老朽化など社会的課題が山積している。これらの課題を解決するためにドローンの活用が期待されており、建設現場やインフラの高所作業の点検作業におけるドローンの活用が急速に進められている。

建設業界では、今後数万人規模で人手が足りなくなる上に、経験者の高齢化に伴い現場作業のノウハウの継承も課題となっている。5年に一度の点検が義務づけられているインフラ点検においても、自治体毎でスキルにバラツキがあり、老朽化が進む日本のインフラの安全性確保の上でもICTを活用した点検業務の立ち上げが急務であるため、点検業務を中心に報告する。図1に示すような、足場を組んだり、高所作業車を手配したり、ヘリコプターによる点検をしていた橋梁、船、ビル、風力発電、プラント、鉄塔、基地局、太陽光発電、煙突、ダムなどあらゆるインフラ点検作業においてドローンの利用が検討されている。



図1 ドローン点検の適応が進んでいるもの

海外では既に、点検コストが高く、設備の停止が収益減に大きく影響する石油プラント、パイプライン、船、電力会社等から導入が広がっており、ドローンの導入が遅れている日本においても同様の動きになると思われる。

2 ドローンによる点検作業

現状の点検作業をドローンによる点検作業に置き換える手順は、表1のとおりとなっている。

表1 ドローンによる点検作業の効果

	計画	点検作業			打鍵	報告書作成
		足場・高所作業車	目視作業	チェック		
従来点検	計画書作成	足場作成、作業車手配	人が近接・遠望目視しデジカメで撮影	不良箇所を紙に記入	打鍵による点検	手書き作成
ドローンによる点検	計画書をドローン点検用に作成	不要	ドローンによる撮影	不良箇所をデジタル管理(3次元台帳)	同上	システムで自動作成
効果	見直し	コスト削減 工期短縮	コスト削減・工期短縮・安全性確保 見落とし削減	作業効率化 漏れの削減	変わらず	作業効率化
検討項目	・ドローンでできる所とできない所を判定 ・適応機種・カメラの選定	・国交省への申請 ・周辺への告知・申請	ドローンで見られない場所の目視方法	チェック方法の見直し	変わらず	作成方法の見直し

コンサルティング

ドローンによる作業

3次元管理台帳

パッケージ
(CYDEEN)
RPA

①点検計画の作成

既にほとんどの点検現場では、既存の点検マニュアルがあるので、それを基にドローンを使った場合の点検計画書を作成する。その後、ドローンでどこまで人手の作業を置き換えられるのかを検討し、例えば80%以上置き換えられるならGO、50%程度ならNGという判断になる。

GOなら次に対象とするものは何か、クラック（ひび割れ）なのか、サビなのかによって、ドローンの機種とカメラを選定する。何mmのクラックを抽出するかによって何万画素のカメラで何mの所から撮影をしなければいけないのかが決まり、それによって撮影枚数・データ量も決まってくる。

表2は、一般的な2400万画素のカメラで壁面2,400㎡の建物（10階建て程度）の壁を撮影したときの、クラックの幅と撮影枚数の関係の目安である。

例えば0.2mmのクラックを抽出しようとするとして1.20m×0.8mの大きさで撮れる所まで接近する必要があり、2,500枚の枚数が必要になり、データ量も27.5GBになる。1mmのクラックなら6m×4mの大きさで撮ればよいので、枚数も100枚程度、データ量も1.1GBで済む。現在は0.2～0.3mmのクラックを見たいクライアントが多い傾向にある。

更に、対象物を立体的に見たい場合は写真で撮ったデータを点群データという3次元のデータにするために、撮った写真をソフトウェアで加工する必要がある。

その場合、更に写真を合成するために、写真と写真を70%程度にオーバーラップをさせながら撮影する必要があるため、撮影枚数・データ量は約3倍になる。

表2 クラックの幅と撮影枚数の関連目安

クラックの幅と撮影枚数の関連目安					
面積	画素数(24M、α6000)				
2400㎡	24M				
カメラ解像度	6000x4000				
	撮影範囲(横)	撮影範囲(縦)	撮影枚数	データサイズ(GB)	
1ピクセル解像度(mm)	0.05	0.3	0.2	40,000	440.0
	0.1	0.6	0.4	10,000	110.0
	0.2	1.2	0.8	2,500	27.5
	0.3	1.8	1.2	1,111	12.2
	0.5	3	2	400	4.4
	1	6	4	100	1.1
	2	12	8	25	0.3

サビの抽出の場合は、赤外線カメラやマルチスペクトラムカメラを選択する場合もある。また、高圧線やガスタンクのようにあまり近くに接近で

きないようなものを撮影する場合は、30倍ズーム以上の望遠カメラで撮影する。

飛んでいるドローンから望遠カメラで撮影するとブレが大きくて使えないと懸念されるが、最近のドローンは各社カメラを載せるジンバル（ブレを防止する電子制御スタビライザー）の性能が向上しており、ほとんどブレなく撮影が可能になっている。

②点検作業

点検作業自体は、今まで足場を組んだり、高所作業車をレンタルしていたが、それは基本的には不要になる。目視をしてデジタルカメラで写真を撮りながら作業をしていたが、そのほとんどはドローンに置き換えることができるようになる。また、それに伴い、作業の効率化、作業者の安全確保、工期短縮、作業漏れの防止等が見込まれる。

例えば、これまで足場を組んで数人で点検をする作業であったが、ドローンを使うことで数十分で目検を行うことができるのである。

また、点検ノウハウを持つ人の高齢化も進んでおり、作業にバラツキが出ることも増えてきており、デジタルカメラで撮った写真だけではそれがどの場所なのかよく分からなかったり、撮り漏れがあったりすることが多いと聞いている。

そのような問題に対して、後で説明する「3次元台帳管理システム」でデジタルに管理することで撮り漏れもなく、撮った場所がどこかを簡単に把握できる。

図2は、煙突を20m離れた所から30倍ズームで撮影した写真である。かなり詳細に確認できるとの評価であった。

更に、ドローンの技術とテレビ会議の技術を融合し、撮った映像をリアルタイムで他の場所でも見ることができるようになってきている。今まで点検業務において技術者が現地に行かなければ作業ができなかったが、図3のドローンの「リアルタイム伝送処理システム」を使うことで技術者は現地に行かず、本社で指示をする形で作業ができるようになる。そうすることで、今まで1日に

老朽化施設点検業務へのドローンの適用(光学30倍ズーム)

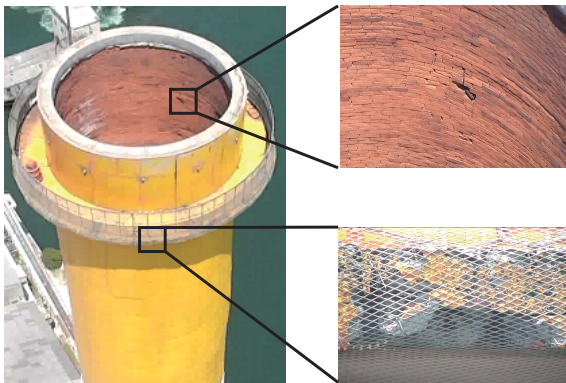


図2 煙突の点検写真

【ドローン撮影映像の生中継(例)】

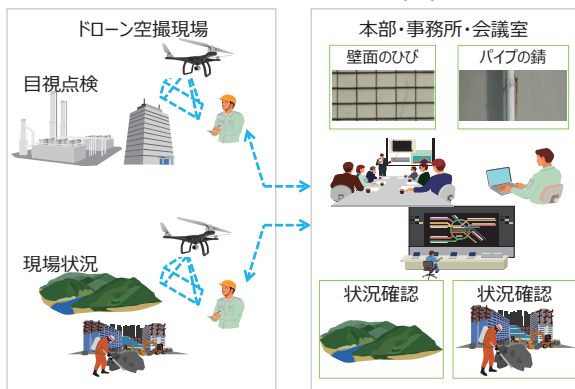


図3 リアルタイム伝送処理システム

1ヵ所しか作業ができなかったのが、複数箇所の点検が同時並行して作業ができるようになる。

アメリカでは軍需用ドローン技術の適応により、フライトオペレーター自身が本社にいたまま

ドローンの操縦がリモートでできるようになってきている。ドローンを現地に運んだら、後はすべて本社から操作して、飛ばしながらその画像を見て点検作業ができるようになる。現状は2、3人で実施しているフライト作業も次々に自動化・効率化することでコストも下がっていく。

③報告書の作成

点検業務全体を考えた時、作業よりも、その後の報告書の作成に工数がかかると聞く。現状は、デジタルカメラで撮った写真を表計算ソフトウェアや文書作成ソフトウェアの報告書のフォーマットに添付して作成しているようである。

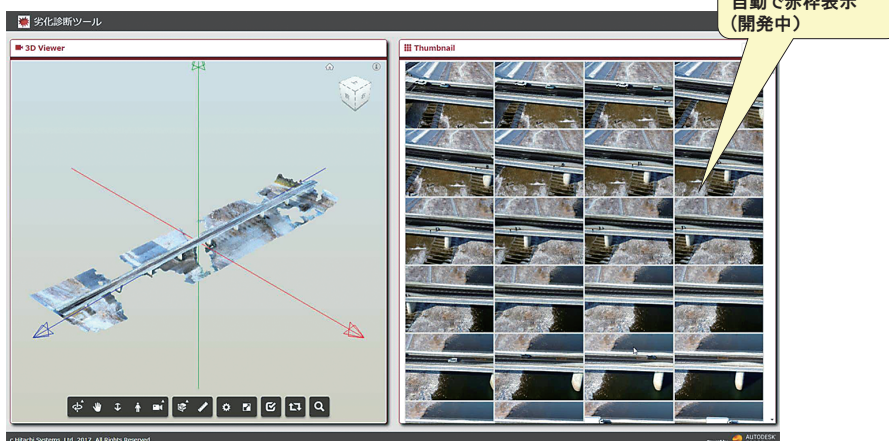
数十枚の写真を選定して、その写真が建物全体のどの部分に当たるのか、どういう状況かを記載して、手作業で報告書を作成することがまだまだ多いようである。

インフラ点検においても同様で、報告書はすべて国土交通省に納品されており、その管理に膨大な工数がかかっているのが現状である。

図4で記載したような「3次元管理台帳機能」は、ドローンで撮った写真を3次元立体映像の点群データや設計書にマッピングし、撮った写真がどこなのか一目で分かるようにしている。

また、AI (artificial intelligence) を活用した「劣化診断機能」も登場する。まずは、ドローン

3D図形化して構造物を管理、点検情報と実物を関連付けた『見える化』管理



資料提供：SIP、岐阜大学SIP実装プロジェクト、各務原市の協力

図4 3次元管理台帳機能

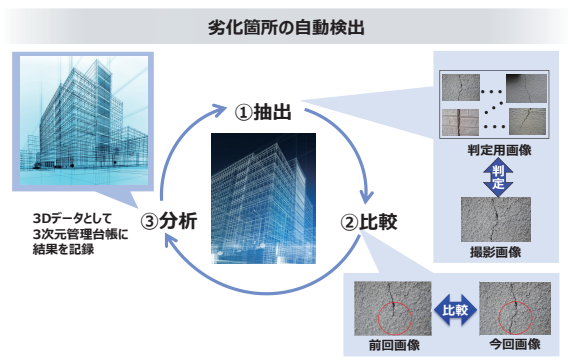


図5 AIによる劣化診断機能

で全体の写真を撮影して、図5に示すようにその中からクラックやサビを自動的に抽出できるようにする。例えば、数百枚、数千枚の写真から、修繕が必要な0.3mm以上のクラックだけを抽出するといったことができるようになる。

報告書の作成も図6の「社会インフラ維持管理システムCYDEEN（サイディーン）」やRPA（Robotic Process Automation）というソフトウェアロボットを使うことで、できる限り自動化できるようになっていく。

3 点検専用ドローン

海外では、点検に特化した特殊なドローンも開発され実用化している。図7はスイスのFlyability社のドローン「Elios」という暗所点検用の専用ドローンで、欧米では既に数百台販売されている。強力なライトを搭載しており、船のタンク内や下水道等暗闇の中を飛んでいくドローンである。

- 社会インフラ維持管理システムは、諸元情報、点検情報を基に将来の劣化状態を予測し、**長期的に必要なとされる補修費用を算定・計画を行うアセットマネジメントを支援**します。

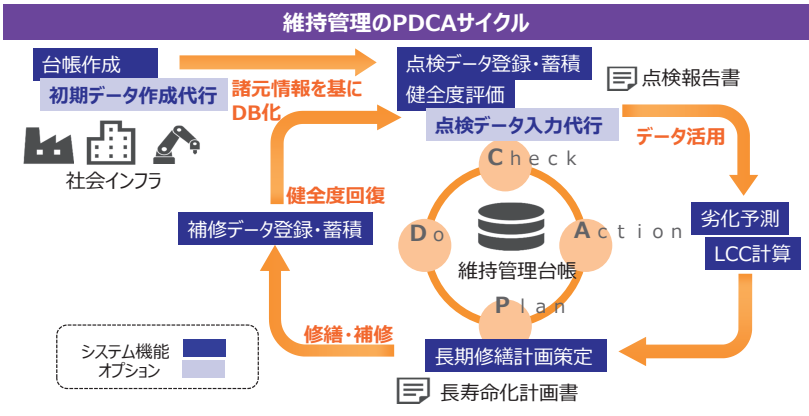


図6 社会インフラ維持管理システム

球体ドローン スイス Flyability社(Elios)



暗所の点検で欧米で実績
船のパラスタック、火力発電所のボイラー室、下水道等

図7 暗所点検専用ドローン

4 ドローンによる点検作業の課題

今のドローンによる点検作業における課題も下記のようにいくつかある。

- ①鉄塔の裏側や橋梁の隙間等どうしてもドローンで撮影しにくい場所がある。
- ②コンクリートの構造物の打鍵作業ができない。
- ③トンネル内や橋梁下等の非GPS化での安定飛行ができない。
- ④フライト時間が短い（30分程度）。
- ⑤風雨に弱い。

課題解決のために、カメラをドローンの上部につけたり、超高精細や超望遠レンズを搭載したり、車の自動運転に近い形で2台のカメラを搭載し、3次元立体映像を構築してその中をカメラで認識しながら飛行するSLAM（Simultaneous Localization and Mapping）の技術、打鍵についても、壁に接触しながら飛んで打鍵をするドローンも開発されている。

また、長時間飛べて風雨に強いドローンも次々に開発されており、日進月歩で機体は進歩している。

ただ、点検後修繕が必要なクラックやサビがあった場合は、最後は人が登って修繕作業を実施しなければならない。将来的には簡単な吹きつけ作業くらいはドローンでもできるようになると考えられる。

5 将来動向

図8に示すようにドローンをIoTのデバイスと位置づけ、点検業務に必要なデータを用途に応じたドローンで収集し、そのデータをデータセンターで高速で加工・編集し、長期保存しながら設備管理システム等基幹システムと連携することで老朽化の予測ができるように開発が進められている。

なお、本調査をまとめるにあたり、(株)日立製作所、(株)日立システムズ殿より、資料、画像の提供等、ご協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。

※図表はすべて

©Hitachi Systems, Ltd. All rights reserved.

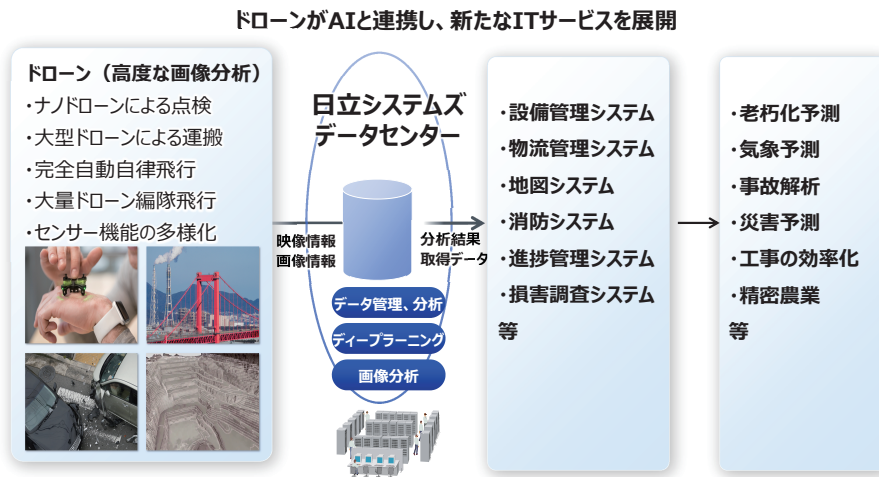


図8 将来構想