

建物点検調査におけるドローン技術の開発



国立研究開発法人 建築研究所

材料研究グループ 主任研究員 宮内 博之

研究の背景と概要

建物点検調査の領域において、デジタル融合技術の導入が活発化し、またカメラなどの非接触方式の適用だけでなく接触・破壊試験にも適用可能な技術へと移行しつつある。

本研究では建物点検調査へのドローンの実装を目指し、融合技術の開発と各種実証実験を行った。なお本年度の研究テーマにおいて、建物点検調査に関わる屋外と屋内使用、及び個別課題に分類して研究を実施した。

R2年度の研究テーマ

A.屋外使用	非接触式	a)外壁タイル張り点検におけるドローン開発と運用 b)一般建築物用のドローン点検システムの開発 c)MRIによる外壁点検のドローン操縦管理技術開発
	接触・破壊式	d)微破壊・破壊試験へのドローンの適用性の検討
B.屋内使用		e)屋内狭所空間におけるマイクロドローンの活用
C.個別課題		f)建物被害状況分析システムの開発
		g)ドローン制御システムにおけるセキュリティの検証

ドローンによる非接触方式の外壁点検技術

図1に示す研究背景と実施体制により、定期調査(建築基準法第12条)における建築物の外壁タイル張りの調査に適用可能な赤外線装置を搭載したドローンの開発を行った。ドローンについては建物周りの環境条件や建物条件に対応した選択可能な飛行制御システムを提案し、安全かつ安定的な建物調査用ドローンシステムの運用方法を提案した。

○具体的な研究開発の内容:外壁調査の精度を向上させた赤外線装置を開発するとともに、ドローンに搭載し、建築物や調査環境の条件を変えるなど複数の条件下で、テストハンマーによる打診及び他の遠隔診断方法による調査との比較検証を行う。

○最終目標: 開発した赤外線装置を搭載したドローンによる調査について、テストハンマーによる打診と同等以上の診断精度を有することを、平成29年度及び30年度における国土交通省の「建築基準整備促進事業」の成果を踏まえ、確認する。

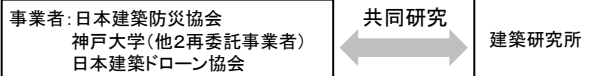


図1 NEDO事業「ドローン等を活用した建築物の外壁の定期調査に係る技術開発」に関わる研究

MR(複合現実)技術を活用し、HoloLens上で飛行情報を可視化することで、ドローン操縦者が安全に飛行可能となる技術システムを開発し、実証実験によりその性能を検証した(写真1)。

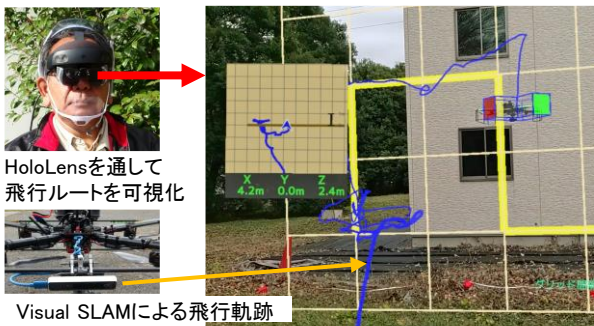


写真1 MRIによるドローン飛行管理システムの開発

(微)破壊試験・調査へのドローンの活用

表1に示すように、ドローンの建物点検調査への活用水準はカメラ等の非接触方式による調査が一般的であり、またドローンに打診検査機を搭載し接触して調査する方法も実証実験レベルである。一方で、ドローンによる微破壊・破壊試験を実施する最高難易度の検査・調査水準への活用が期待されている。

これより本研究では(微)破壊試験へのドローンの活用を目指し、ドローンにドリルを搭載しドリル削孔を可能とする技術的検討を行った。ドローンに多点係留方式を採用(写真2)し、ドリル削孔時の反力を負担可能なシステムの開発と予備試験を実施した。結果として、多点係留方式の優位性が示されたが、反力による方法についてはさらなる検討が必要と考えられた。

表1 現在のドローンによる建物調査技術と適用可能水準

調査水準	内容	適用水準
1次調査	非接触式調査:可視画像、動画等	○
2次調査	非接触式:計測調査 接触式:打診調査等	○ △
3次調査	(微)破壊試験・検査・調査	×

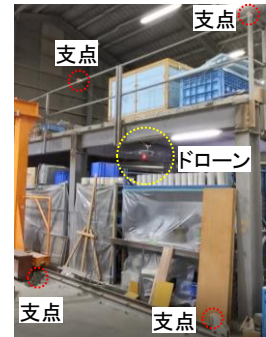


写真2 (微)破壊試験を可能とするドローンの係留方式の開発

屋内狭所空間におけるマイクロドローンの活用

屋内狭所空間の点検において、200g未満のマイクロドローンを活用することで点検調査の効率化を図る検討を行った。3種類のマイクロドローンを用い、閉空間である屋内、天井裏、ダクト内における飛行可能な有無、電波状況の確認、調査可能範囲等について実証実験を行った。その結果、屋内狭所空間での点検においては表2に示すゴーグルを装着し、衝突しても飛行可能なマイクロドローンCの適用性が高かった。一方、5.7GHzは2.4GHzに比べて電波干渉が少ないが、障害物により映像が途切れる結果となった。

表2 屋内狭所空間におけるドローンの飛行性能試験結果

条件	マイクロドローン		
	A	B	C
飛行方法	スマホ	スマホ	ゴーグル
全重量	103g	290g	137g
映像伝送方法	2.4GHz	2.4GHz	5.7GHz
屋内歩行空間(高さ300cm)	○:飛行可能	○:飛行可能	○:飛行可能
天井裏(高さ150cm)	×:飛行不可	×:飛行不可	○:飛行可能
天井裏(高さ100×幅70cm)	×:離陸・飛行不可	×:離陸・飛行不可	○:飛行可能
天井内ダクト(高さ40×幅90cm)	×:離陸・飛行不可	×:離陸・飛行不可	○:飛行可能
天井内ダクト(高さ35×幅90cm)	×:離陸・飛行不可	×:離陸・飛行不可	△:飛行可能だが、途中で映像が途切れる。

まとめと展望

ドローンと各種技術を併用することで、新たな点検調査方法の提案と技術基盤を創出することが可能であることを示した。一方、ドローンを用いた建物点検調査においては、安全な運用を前提とし、飛行環境と調査に要求される精度等の条件に応じて、適切なドローンの選定と運用に関わるルールが必要と考えられた。