

建築分野におけるドローンに関わる環境整備と建築物調査技術の開発



国立研究開発法人 建築研究所

材料研究グループ 上席研究員 宮内 博之

I はじめに

本研究では図1に示す建築分野におけるドローンの社会実装の実現に向けた研究開発過程を設定し、今年度は計12テーマの研究を実施した。その中から、本報では建築分野における産官学領域のドローン環境整備状況の調査結果、及び係留式ドローンによる外壁調査技術及び接触・微破壊式調査用ドローン技術開発の研究成果について報告する。

ドローン活用	屋外利用	屋内利用
開発:デジタル空間	①建築分野における産官学領域のドローン環境整備状況調査	⑧建築狭所空間調査プラットフォーム開発
開発:デジタル空間	②PLATEAUドローンフライトシミュレーター開発	⑦建築狭所空間調査プラットフォーム開発
開発:現実空間	③外壁調査におけるMR(複合現実)技術開発	⑨マイクロドローン用模擬狭所空間モデル開発
開発:現実空間	④[非接触式]係留式ドローンによる外壁調査技術開発	⑤[非接触式]超高解像度カメラによる効率的調査法開発
開発:現実空間	⑥[破壊式]接触・破壊式調査用ドローン技術開発	⑦[歩行]ロボットによる被災建築物遠隔調査技術開発
ルール:指針(国・民間連携)	R3年度:外壁調査ガイドライン(12条点検)	⑩JADA「建築狭所空間ドローン活用実施ガイドライン(案)・同解説」制定
ドローン職種(民間連携)	⑪建築分野におけるドローンキャリアマップの開発	
人材育成(民間連携)	⑫JADA・JUJADドローン建築物調査安全飛行技能者育成	

図1 建築分野でのドローンの社会実装に向けた研究テーマ

II 建築分野での産官学領域のドローン環境整備

表1に建築分野における産官学領域のドローン環境整備の変遷を示す。建築研究所では各種ドローン技術の研究開発に加え、建築基準法12条点検に関わる2021年度の建築物の定期調査報告制度に関わる告示改正、及び「無人航空機による赤外線調査等の外壁調査ガイドライン」策定に参画した。学術分野においては、日本建築学会において2016年に「UAVを活用した建築保全技術開発WG」が設置され、2017年からは建築ドローンシンポジウムを定期的に開催している。産業界においては、2017年に日本建築ドローン協会を設立され、建築分野の各種業務においてドローン技術を活用できる人材の育成、及び技術支援、標準化等の事業を推進している。

表1 建築分野での産官学領域のドローン環境整備の変遷

年度	ドローン分野における環境整備(重要項目)	建築研究所	学術分野(日本建築学会)	国交省住宅局・国プロ(建築)	産業界(日本建築ドローン協会)
2015	・首相官邸無人機落下事件 ・航空法改正				
2016	・空の産業革命に向けたロードマップ策定 ・レベル1:目視内操縦飛行、レベル2:目視外で自動飛行	・研究課題「RC造建築物の劣化・損傷の早期検出・診断技術の抑制技術に関する研究」実施 ・建築分野におけるドローン技術の導入、及び点検調査、定期検査等における建築物の劣化の検出・診断技術の開発	・UAVを活用した建築保全技術開発WG設置	・国交省建築基準法促進事業「非接触方式による外壁調査の診断手法及び調査基準に関する検討」(定期報告制度における赤外線調査法による外壁調査実施要領(案))及び「ドローンを活用した建築物調査実施要領(案)」策定	・日本建築ドローン協会設立
2017	・レベル3:無人地帯目視外飛行		・ドローン技術活用小委員会設置		・建築ドローン安全教育講習会開催
2018			・第1回建築ドローンシンポジウム開催	・成長戦略実施計画:赤外線調査を搭載したドローンを外壁調査に使用可能かを検討	・「建物ドローン安全教育講習レベルアップ研修会」開催
2019	・国交省:インフラ点検分野の新技術利用のガイドライン(案)及び点検支援技術能力タグ(案)策定	・研究課題「建築材料の劣化・劣損に基づくRC造建築物の耐久性評価に関する研究」実施 ・建築分野におけるドローン技術の活用、及びドローンに関する安全技術・点検支援技術・災害調査技術・デジタル技術の開発	・第3回建築ドローンシンポジウム開催		・建築ドローン標準仕様書(案)「点検・調査編」制定 ・「建築ドローン安全教育講習レベルアップ研修会」開催
2020			・災害調査におけるドローン活用検討小委員会設置	・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」	・ドローン・赤外線調査コンソーシアム設置
2021	・9月:係留に関する航空法改正		・日本建築学会大会研究協議会開催「ドローン技術の社会実装に向けた」	・「無人航空機による赤外線調査等の外壁調査ガイドライン」策定	
2022	・無人航空機の機体登録、機体認証、運航管理ルール等の制度整備 ・レベル4:有人地帯目視外飛行	・建築物の安全・維持管理に資するドローンを活用した建築保全技術の開発等			・「建築狭所空間ドローン活用実施ガイドライン(案)・同解説」制定 ・JADA・JUJAD「ドローン建築物調査安全飛行技能者コース」設置

定期報告制度におけるドローンによる赤外線調査

定期報告制度における赤外線調査(無人航空機による赤外線調査を含む)による外壁調査ガイドライン

定期報告制度における赤外線調査(無人航空機による赤外線調査を含む)による外壁調査ガイドライン(動画)(10分版)

JADA「建築狭所空間ドローン活用実施ガイドライン(案)・同解説」

III ①係留式ドローンによる外壁調査技術開発

高層建築物の外壁調査において安全面の観点から係留式ドローンの利用が有効とされている。しかし、コストへの課題や撮影環境への影響が懸念されているため高さ約90mの高層建築物外壁に対して2点係留装置を利用し、既存目視点検とドローンによる点検との比較を行った。見積コストの計算では係留装置の有無に関わらずドローンの利用によりコスト低減できることが示された(図2)。図3にドローンで撮影し画像合成した図に目視観察できた領域を示す。ドローンによる点検では図左下の2点係留装置を用いて、外壁面全に対して離隔距離6mから全面撮影が可能であった。

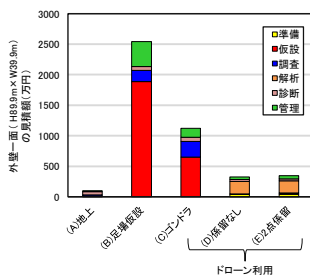


図2 外壁点検・調査における見積額の例

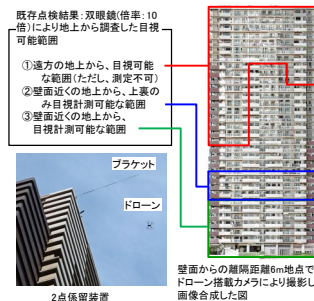


図3 ドローンを利用した外壁調査結果

III ②接触・微破壊式調査用ドローン技術開発

接触・微破壊調査を可能とするドリルを搭載したドローンを設計・開発し、RC造壁面へのドローンの固定方法、加圧方法、ドリル削孔の可否について実証実験により検証を行った。本ドローンの調査・作業方法及び活用例を図4に示す。

開発したドリル削孔可能な接触・微破壊式ドローンの概要を図5に示す。ドローンの寸法は幅1.7m×高さ1.4m×重量13.4kgである。ドローンに直径8mmのドリルが搭載されており、カメラによりドリル削孔時の状況を外部モニターで確認できる。ドローンによるドリル削孔の結果を図6に示す。壁面にドリル削孔箇所のマークを付け、ドローンの飛行後、壁面に固定しドリル削孔を計2回行った。その結果、コンクリート内の鉄筋の影響やドローンの固定状況により削孔深さと時間の差が生じたが、ドリル削孔することができた。

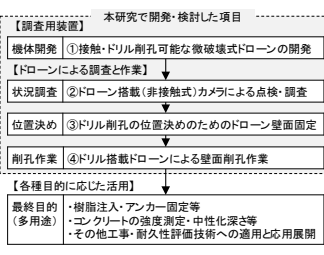


図4 ドローンによるドリル削孔法の概要

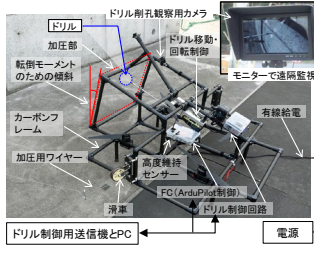


図5 接触・微破壊式ドリル搭載ドローン

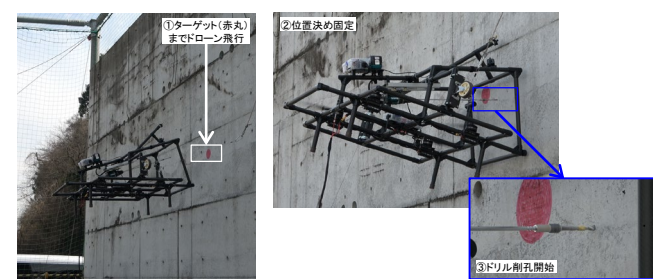


図6 ドローンに搭載したドリルによる壁面削孔状況

IV. まとめ

建築分野におけるドローンの社会実装に必要な研究テーマを設定した。また、建築分野におけるドローン環境整備の変遷を整理し、高層建築物外壁調査への係留式ドローンの有効性、及び接触・微破壊式ドリル搭載ドローンによりコンクリート壁面にドリルで削孔可能であることを示した。