

4) 材料研究グループ

4) - 4 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【持続可能】

Development of Drone-Assisted Building Preservation Technology for Enhancing Building Safety and Maintenance

(研究開発期間 令和4～6年度)

材料研究グループ 宮内 博之
Dept. of Building Materials and Components MIYAUCHI Hiroyuki

This study develops innovative building preservation technologies to enhance safety and extend the lifespan of existing residential stocks. Four subthemes are explored: non-contact drone inspections, contact/destructive drone inspections, urban integration of Advanced Air Mobility, and quadruped robot use for disaster assessment. These research results support safer, more resilient, and sustainable building maintenance practices.

【研究開発の目的】

建築物の安全性確保と膨大な既存住宅ストックの健全性診断と長寿命化のための維持管理はこれまで同様に喫緊の課題となっている。本研究ではこれら社会課題を解決する一つの方法として、ドローン技術と派生技術を導入・運用することで環境整備を進めることを目的とし、一連の成果を技術資料としてとりまとめた。

【研究開発の内容】

- ①非接触方式ドローンによる建築物調査技術の開発
- ②接触・破壊方式ドローンによる建築物調査技術の開発
- ③都市・建築における空飛ぶクルマ活用の基盤整備
- ④災害調査等における四足歩行ロボット活用の基盤整備

【研究開発の結果】

- ①非接触方式ドローンによる建築物調査技術の開発
建築基準法第12条改正から約2年が経過したのを踏まえ、ドローンによる建築物外壁調査の安全性やコスト等に関して、専門企業へのヒアリングによる実態調査を行い、ドローン活用の優位性や課題について考察した。コスト分析は、表1に示すように外観調査と12条点検とした。表2に対象建物の分類を示す。既存技術とドローンを使用した調査の総額を外観調査(図1)と12条点検(図2)の場合で比較した。外観調査は既存技術の方がコスト面で優位性が見られ、12条点検では高層建築物においてドローンを用いた調査の方が優位性を示した。
- ②接触・破壊方式ドローンによる建築物調査技術の開発
ドローンの活用し詳細な調査や工事を行うには、接触して作業を行うことが必要となる。本研究はこれら技術をドリル・中性化測定器搭載ドローンを開発することで

その有用性を検討した。図3に示すコンクリートの中性化測定器を搭載したドローンを開発し、模擬外壁面(圧縮強度40.6N/mm²)にドリル削孔及び中性化深さの測定を行った。中性化測定の結果を表3に、ろ紙の状況を図4に示す。ドローンによる中性化深さの結果は、JIS A 1152

表1 建築物の調査分類と調査方法

調査方法 調査分類	既存調査	ドローンによる調査
外観調査	目視可能な範囲で、双眼鏡、デジタルカメラを使用する。	ドローンに搭載した可視カメラにより撮影
12条点検	地上調査、ロープワーク、ゴンドラ、高所作業車、仮設足場、等を利用した打診	ドローンに搭載した赤外線装置による撮影

表2 対象建築物の概要

項目	A	B	C	D	E
分類	中層		高層		
高さ(m)	24	16	66	42	115
調査面積(m ²)	2,400	3,700	8,400	10,000	21,000
周辺環境	DID地区				

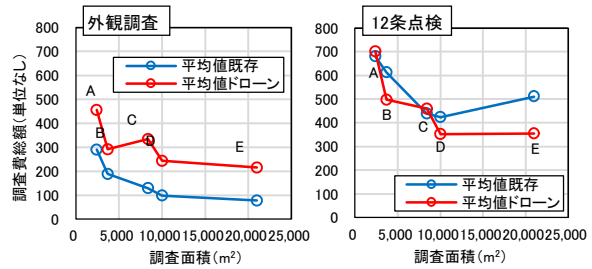


図1 外観調査と12条点検における調査費総額の比較

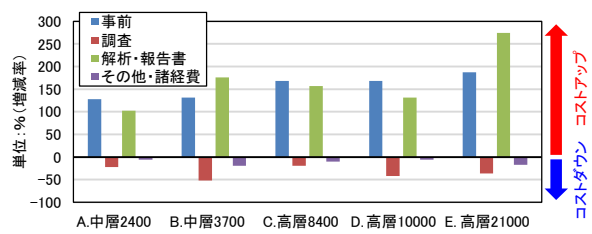


図2 12条点検を実施した場合のコスト増減率

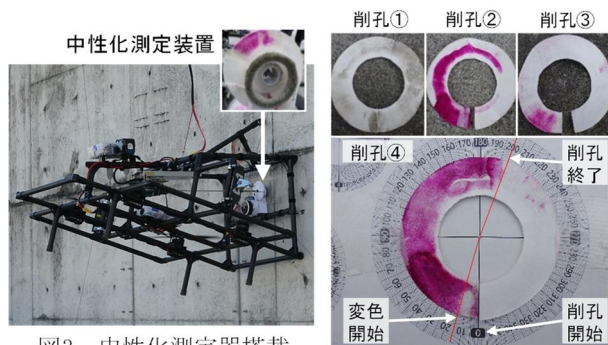


図3 中性化測定器搭載
ドローン

図4 中性化測定結果

表3 中性化測定の結果

削孔 No.	ドローンによる 削孔の可否	削孔深度 (mm)	ドローンによる中 性化深さ(mm)	JIS A 1152による 中性化深さ(mm)
①	成功	45.2	45.2以上	73.4
②	成功	46.6	1.4	0
③	成功	13.8	0.8	3.9
④	成功	32.6	2.4	2.4

の結果と誤差は大きくなく、ドローンによる接触式による測定技術の活路を見出すことができた。

③都市・建築における空飛ぶクルマ活用の基盤整備

将来、空飛ぶクルマ（AAM）が都市・建築空間で社会実装されることを想定し、表4に示すAAM関係者へ、表5に示すヒアリングによる調査を実施し、AAMの現状と課題を整理した。結果として、AAMの想定離発着場所（図5）として建築物の屋上・上部及び地上を挙げている。AAMの想定用途（図6）は人の移動が多い。AAMの想定利活用距離（図7）は、1～10km未満を想定している回答が多い。しかし、AAMにおいて建築物を意識した利用や組織的な連携は確認できず、環境整備が必要と考えられた。

④災害調査等における四足歩行ロボット活用の基盤整備

本研究では、本研究では災害現場で協働することを想定した図8に示す大型と小型の四足歩行ロボットを活用し、被災建物を想定した複数ロボットの遠隔支援能力について実証実験により検証した。図9に示すように大型ロボットが被災建物調査を担当し、小型ロボットが大型ロボットの位置や安全性を確認するサポート役を担当する体制とした。その結果、夜間時に視認性が難しい状況でも、小型ロボットにより大型ロボットの位置や調査状況を客観的に確認できた。柱の傾きの計測については、図10に示すように大型ロボットPCからの遠隔臨場により同図左の映像により柱の状況把握と、同図右図のAR表示により暗所でも傾きを計測することができ、人が困難な調査も遂行可能であった。

①～④の成果は、論文等の学会発表や各種講演会によって、社会的・学術的に広く公表された。

表4 回答者の業種

業種	回答数
自治体	3
建設・土木	1
金融・保険	1
業界団体	1
その他	1
計	7

表5 建築物に対するAAMの質問

No.	質問内容
Q1	AAMの想定離発着場所は？
Q2	AAMのサイズ感は？
Q3	AAMの想定用途は？
Q4	AAMの離陸から着陸までの距離感とは？
Q5	AAMのサービスはいつ頃開始？
Q6	AAMの課題や要望は？

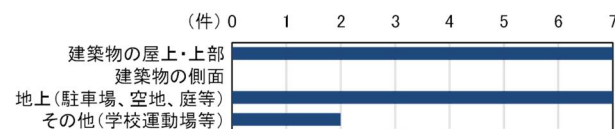


図5 AAMの想定離発着場所

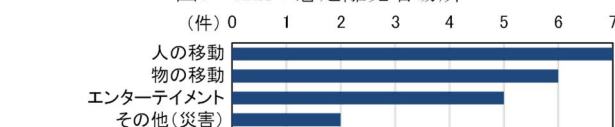


図6 AAMの想定用途

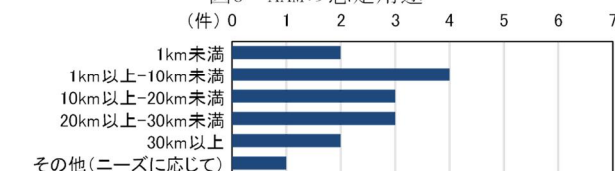


図7 AAMの想定利活用距離

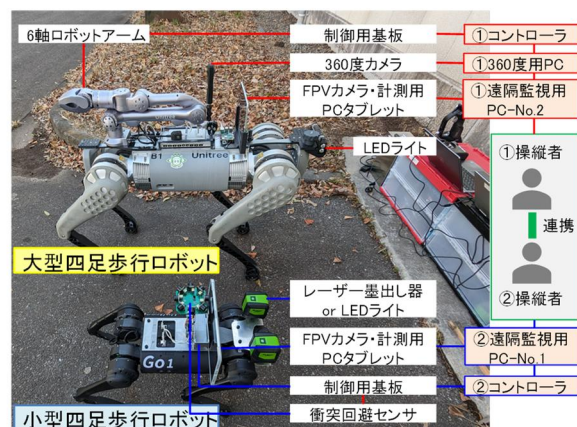


図8 大型・小型四足歩行ロボットの制御方法



図9 夜間時の被災建物調査における
複数ロボット・カメラによる遠隔臨場支援状況



図10 大型ロボットPCの遠隔臨場による柱の傾き調査