

# 「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」

## (令和4年度～令和6年度) 評価書 (年度)

令和5年2月7日 (火)

建築研究所研究評価委員会

材料分科会長 大久保 孝昭

### 1. 研究課題の概要

#### (1) 背景及び目的・必要性

##### 1-1) 背景

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。建築物の安全性確保については、例えば、建築物の外壁タイルについては原則10年ごとにテストハンマーによる全面打診などによる調査が求められている。しかし、全面打診による調査は仮設足場などを設置する必要があるため、建築物所有者の費用負担が大きいという課題がある。建築物の維持管理については、今後も老朽化マンションが急増する見込みであり、特に、建物の高層化が進んでおり合理的な外壁改修方法が求められる。建設業における労働環境の観点からは、高所作業が他産業と比較して多いため、災害の発生が死亡災害につながりやすく、特に、死亡災害は高所作業に伴う場所で発生しており、高所での人による作業活動を減らしていく取り組みも必要となる。一方で、最近では無人化・遠隔化技術が活用され、建築物の点検調査の合理化が検討され、さらには取得したデータを3Dモデルや2Dオルソ画像に変換して今後の定期的な調査において活用するなどのデジタル技術の導入が進み始めている。この中で、建設業界全般における人材不足の社会的課題、作業の効率化や危険な作業を伴う作業での安全確保の一つの技術として、ドローン等の活用が期待されている。

ドローンに関わる国の法整備の現況として、建築分野に関わる環境整備の検討は対象とされていない。しかし、2021年9月に航空法改正による規制緩和による建築物から30m以内の空域における係留利用に関して、建築側でドローン飛行の環境整備や安全性確保の観点から対応をしていくことが必要となった。さらに、航空法適用除外となる建築物の屋内(閉空間)、特に天井裏、床下などの狭隘部の空間の点検調査において、200g未満のマイクロドローンの活用が期待されているが、利用環境やガイドライン等が未整備であり、建築分野において解決しなければならない状況である。

##### 1-2) 目的

本研究では建築物の安全性確保と維持管理に資するドローンを活用した建築保全技術を開発することを目的とし、(1)非接触方式と(2)接触・破壊方式ドローン技術に分類し、各調査等に最適なハードウェアとソフトウェア技術を組み合わせることで新たな建築物の安全・維持管理技術システムを構築する。これら成果を建築物の安全・維持管理に関わる技術基準に資する技術資料として提示する。

##### 1-3) 建築研究所で実施する必要性・妥当性

建築分野における「建築ドローンの環境整備」は、建築研究所で継続的に実施することが国立研究所としての社会的役割と考えられる。また、ガイドライン等の作成、技術の標準化などについて、これまで建築研究所が構築してきた異分野連携、産官学連携、各建築部門間連携を通して達成することが可能であるため、建築研究所が本研究を実施することは妥当性がある。

## 2) 前課題における成果との関係

- ・ 課題名：建築材料の状態・挙動に基づく RC 造建築物の耐久性評価に関する研究
- ・ 成果の概要：

本研究では、RC 造建築物を長期に継続使用する上で必要となる、建築材料の状態・挙動に基づく耐久性確保の方法、すなわち、鉄筋腐食とびひび割れの抑制に関わる評価手法（設計・施工・品管・診断）を整備することを目的とし、①中性化や塩害による鉄筋腐食評価手法、②鉄筋コンクリートの耐久性に及ぼす構成材料の影響評価手法、③建築物の変状・損傷の早期確認と診断支援技術、について検討し、これら成果を既存建築ストックの持続的維持管理に資する技術資料として提示し、公表した。

## (2) 研究開発の概要

本研究は建築物の安全性確保と維持管理に資するドローンを活用した建築保全技術を開発することを目的とし、(1)非接触方式と(2)接触・破壊方式ドローン技術に分類し、各調査等に最適なハードウェアとソフトウェア技術を組み合わせることで、ドローン技術に関わる建築物の安全・維持管理技術システムを構築する。これら成果を建築物の安全・維持管理に関わる技術基準に資する技術資料として提示する。

## (3) 達成すべき目標

本研究成果は、建築物の安全性確保と維持管理に資する①目視点検調査に代わるドローンを活用した建物点検調査等の技術を開発すること、②ドローンにより接触・破壊試験を伴う劣化調査等を行う新たな建築保全技術方法を提案・開発し、詳細な調査が実施可能となる技術基盤を創出すること、そして①と②の成果を踏まえて、建築物の安全性確保と維持管理の中でドローン技術が役立てられる形で技術資料としてとりまとめる。また、これら成果は建築物維持管理から災害調査等に至る幅広い領域でドローンを活用可能な形で横断的な研究を展開し、自治体等への普及可能となるように社会実装を目指す。

## 2. 研究評価委員会（分科会）の所見（担当分科会名：材料分科会）

①背景（目的・必要性）及び目標とする成果、成果の活用方法が国の方針や社会のニーズに適合しているか。研究開発の計画が具体的に立案されているか。

以下に5名の評価委員の所見を示す。

- ・ ストック型社会の実現や地球環境保全への取組みの一環として、建築物の長寿命化と膨大な既存建築の健全性診断のための維持管理は、これまで極めて重要な課題である。本技術開発はこの課題を解決するためにドローンを活用した建築物の検査・診断システムの開発という明確な目標と研究計画が立案されている。
- ・ 建築物の安全性確保と維持管理に資するドローンを活用した調査技術システムを開発することを目的としており課題の重要性は大きく国の方針や社会のニーズに適合している。目的達成のため非接触方式、接触・破壊方式ドローンによる建物調査技術の開発を行い、各調査に最適なハードウェアとソフトウェア技術を組み合わせることで新たな建築物の安全・維持管理技術システムを構築するとしており、研究開発の計画は具体的に立案されている。
- ・ 我が国の既存住宅ストックの健全性を評価していくことは極めて重要な課題であり、国の方針や社会的なニーズでもある。本課題はそれらと適合し、具体的な計画のもとに進められていると評価できる。
- ・ 背景及び目標である既存建築物の健全診断と長寿命化のための維持管理は、国家政策の一つであり、研究項目や研究成果の活用方法が国の方針や社会のニーズに適合し、研究計画は具体的に立案されている。

- ・ 国の方針や社会のニーズに適合している。研究開発の計画が具体的に立案されている。

②他機関との連携等、効果的かつ効率的な研究のために必要な体制が取られているか。技術的支援や普及のための活動等、成果の最大化のための取組がなされているか。

以下に5名の評価委員の所見を示す。

- ・ 建築研究所が主体的に設立した日本建築ドローン協会、日本建築学会およびゼネコン・大学との連携がなされている。特にドローン協会を通じた産学と連携は十分で、情報発信も適切になされている。
- ・ 外部との連携も計画、実行されており研究開発の「体制」は適切である。
- ・ 日本建築学会、日本建築ドローン協会をはじめとし、多くの他機関と連携し、効果的かつ効率的な研究を行っている」と評価できる。また、日本建築ドローン協会と進めている「ドローン建築物調査安全飛行技能者」の育成は、今後の技術普及に向けた重要な活動と評価できる。
- ・ 産官学民など他機関との関係等、効果的かつ効率的な研究のために必要な体制が取られている。また、技術的支援や普及のための活動等、成果の最大化のための取組がなされている。
- ・ 日本建築学会、日本建築ドローン協会、企業、大学と連携して効果的かつ効率的な研究のために必要な体制が取られている。技術資料のとりまとめによる建築基準法、航空法への活用、技能者人材育成などにより、成果の最大化のための取組もなされている。

③研究開発が目標に向けて順調に進捗しているか。

以下に5名の評価委員の所見を示す。

- ・ ドローンを活用した検査技術に関し、(1)非接触方式と(2)接触・破壊方式の技術に分けて、体系的な研究が実施されており、本年度の目標は十分に達成されている。今後、ハードウェアとソフトウェア技術を組み合わせた合理的な検査技術の確立が見込まれる。
- ・ 研究開発は目標に向けて順調に進捗している。
- ・ 研究開発は順調に進んでいる」と評価できる。令和4年度の論文数、講演会や雑誌等を通じた発表数なども十分であり、研究開発が問題なく進捗していることを裏付けている。
- ・ 個々の研究課題は目標に向けて順調に進捗し、有意義な成果が得られている。
- ・ 順調である。

④総合所見

以下に5名の評価委員の所見を示す。

- ・ 建築物の安全性確保と維持管理のための革新的検査技術として、「ドローンを活用した調査技術システムを開発する」という先導的な技術開発は建築研究所に相応しいテーマである。外部との連携や情報発信も十分であり、学術的成果のみならず社会実装も期待できる課題である。分科会で複数の評価委員から意見が出されたように、特に接触式・微破壊式の検査技術の確立は、将来の建築物の検査技術を革新し大きく進歩させるものと判断される。今後の技術開発への期待が大きい。
- ・ 部分破壊手法が確立された次の段階として反力固定方法の開発が期待される。関連業界との協働が望まれる。建物の計測手法としてのドローン活用は効果的な手法であり、安全性を含めて実用化に繋がる成果を期待する。
- ・ 今後、我が国の既存住宅ストックの活用はさらに重要な課題となる可能性が高い。それらの健全性を安全かつ効率的に評価できるための技術は必須であり、本課題はそのようなニーズに併せた研究を確実に実行しているものと考えている。
- ・ 本研究課題は、前課題の一部であったドローンをを用いた建築保全技術の研究成果等との関連性を考慮しつつ実施され、建物の長寿命化という持続可能な社会を達成するための国家政策かつ社会的二

ーズに対応した課題であり、ドローンの建築分野における新たな利用方法に関する研究開発が行われ、ドローンを利用するための社会環境等の整備から建物の維持管理への具体的な利用に至る多くの調査研究等がなされている。具体的な成果が期待される。

- ・重要な課題であり、社会実装に向けて各種課題を適切にこなしている。ドローンを活用した建築物の安全・維持管理に関しては、これから国際的に日本が先導してゆけそうで、大いに期待したい。係留式ドローン、マイクロドローン、ロボットによる遠隔調査技術など、適材適所の活用により、応用範囲の拡大にも期待できる。フライトシミュレータ開発も重要である。建築分野におけるドローンキャリアマップの開発も評価できる活動である。論文、学会発表もしっかり行われており、アウトカムも適切に考えられている。

(参考) 建築研究所としての対応内容

・ 所見「総合所見」への対応

特に接触式・微破壊式の検査技術の確立は、将来の建築物の検査技術を革新し大きく進歩させるものと判断される。

⇒R5 年度は、接触式・微破壊式ドローンに関わる人の手作業が可能となる高度な技術開発及びその検証実験を行う予定である。また、建築研究所を中心として外部連携や共同研究を横断的に行うことでドローン技術の普及活動や社会実装を目指す。

建物の計測手法としてのドローン活用は効果的な手法であり、安全性を含めて実用化に繋がる成果を期待する。

⇒都市・建築においてドローンを安全に活用できる技術開発や管理方法を提示していくとともに、ドローンに各種デジタル技術を融合し、効率的な建物の計測手法の提案・開発も行っていく。

ニーズに併せた研究を確実に実行している

具体的な成果が期待される。

⇒ドローンの社会実装を実現するためには、ドローン関連の作り手側である産官学領域の活動だけでなく、ドローンを利用する自治体やエンドユーザー側にも配慮した総合的な取組みが必要不可欠と考えられる。このため、本研究では建築分野におけるドローン環境整備を継続して進めるだけでなく、都市・建築・人において求められる社会的ニーズを網羅的に調査し、各要求条件に応じて適材適所で活用可能なドローン技術の設計・開発・検証を行う。さらに、ドローンを利用するための各種ガイドラインの作成、人材育成、そして雇用創出の取組みまで一貫通貫で検討を行う。

論文、学会発表もしっかり行われており、アウトカムも適切に考えられている。

⇒今後も、建築分野内外を問わず査読論文、学会発表、記事等を通して本研究成果を公表していくとともに、建築ドローン領域において日本がリーダーシップを発揮できるような組織体制や取組みを行う。

### 3. 評価結果

A 研究開発課題として、目標の達成を見込むことができる。

B 研究開発課題として、目標の達成を概ね見込むことができる。

C 研究開発課題として、目標の達成を見込むことができない。