

4) - 2 RC 造建築物の変状・損傷の早期確認と鉄筋腐食の抑制技術等に関する研究【持続可能】

Study on the development of inspection technology and the influence of corrosion inhibition in reinforced concrete structure

(研究開発期間 平成 28 年～30 年度)

材料研究グループ Dept. of Building Materials and Components	宮内 博之 MIYAUCHI Hiroyuki 鹿毛 忠継 KAGE Tadatsugu	松沢 晃一 MATSUZAWA Koichi	三島 直生 *1 MISHIMA Naoki	棚野 博之 TANANO Hiroyuki
構造研究グループ Dept. of Structural Engineering	向井 智久 MUKAI Tomohisa	南部 禎士 NANBU Yoshihito	*1 現 国土技術政策総合研究所住宅研究部	

The following three research topics were carried out; development of drone-inspection system for building and platform system to use safely drone technology, corrosion prediction after carbonation in RC structure by the accelerated carbonation test and Cl⁻ permeation test, and evaluation on durability of RC structure repaired by lithium nitrite.

【研究開発の目的及び経過】

RC 造建物の耐久性判断は、一般的にコンクリートの中性化深さと令第 79 条や品確法の劣化対策評価方法基準等による鉄筋のかぶり厚さとの対比で行われている。しかし、中性化や塩分等がかぶり厚さに達する事と鉄筋腐食の開始とは必ずしも同じではないため、RC 造建築物の長期使用の観点から耐久性判断の基準が。さらに、健全な継続使用のためには定期的な補修・改修が不可欠であり、その判断材料としての点検調査の省力化、補修・改修された箇所の耐久性について整理されていない。

これより本研究では、RC 造建物を長期継続使用する上で不可欠な、建物外皮全面の変状・損傷を簡便に確認する技術の開発、中性化等がかぶり厚さに達した後の鉄筋腐食予測のための技術資料の整備、及び補修・改修後の劣化評価に関する技術開発、を目的とする。

【研究開発の内容】

以下の 3 つのサブテーマに分けて研究を実施した。

- 1) 建物外皮の変状・損傷を容易に確認する技術開発
 - ①安全運用と建物変状・損傷の検出精度
 - ②ドローンを活用した調査のコストと時間の評価
 - ③ドローンに搭載したカメラによる撮影精度の検証
 - ④赤外線カメラを用いたタイル外壁の剥離の検出
 - ⑤ドローンの自動点検システムの開発
- 2) 中性化や塩分浸透に関する技術的検討
 - ①海水中における塩分堆積量の確認試験
 - ②中性化促進と塩水浸漬試験
 - ③鉄筋腐食に係る屋外暴露試験
- 3) 補修・改修後の構造部材の耐久性評価

- ①補修部における試験体の物性の検討
- ②補修・改修後の構造部材の耐久性評価

【研究開発の結果】

- 1) 建物外皮の変状・損傷を容易に確認する技術開発

建築研究所が研究協力している日本建築ドローン協会にて、「建築物へのドローン活用のための安全マニュアル」を作成し、建築ドローン安全教育講習会を開催した。また 6 階建て中高層建築物の実証実験により、通常の地上撮影点検、高所作業点検に対する、ドローンによる撮影点検のコスト、調査・分析時間、そして安全性について検証した(図 1)。さらにドローンに搭載したカメラを用いて、建物の変状・劣化の検出精度の検証のための実証実験を行い、撮影精度の検証を実施した(写真 1)。

国土交通省建築基準整備促進事業 T3「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」の研究において、共同研究機関として参画し、実証実験を行った(写真 2)。これら成果は、ドローンを活用した建築物調査 実施要領(案)として報告した。最後に、自律制御型ドローンの開発とドローンの自動点検システムの開発を行い、Visual SLAM 型ドローンにより、外壁の劣化や損傷の確認精度の評価を行った(図 2)。

- 2) 中性化や塩分浸透に関する技術的検討

鉄筋がかぶり 10mm で埋設されたコンクリート試験体を用い、中性化促進試験及び塩水浸漬試験を実施した(写真 3)。次にコンクリート試験体を用い、北海道、つくば、沖縄にて屋外暴露試験を実施した(写真 4)。

これら試験の結果により、中性化、鉄筋周辺のコンクリートの含水率(湿度)を評価指標とし、一定の値以下

(現状では約3.5%以下)となるように管理することを提示した。また、塩分浸透に関しては、鉄筋周辺の塩化物イオン量や亜硝酸塩量を評価指標とし、一定の値以下/以上となるように管理することを提示した。

3) 補修・改修後の構造部材の耐久性評価

実構造物から採取したコンクリート補修部を含む庇および壁試験体を利用して、コンクリートや鉄筋の劣化状態の測定を行った(図3)。その結果、各種仕上材を施

工し、屋外暴露試験を実施している供試体について、ばくろ期間年時の中性化深さ、塩化物浸透量、そして、鉄筋腐食状況を確認した。また、既存躯体と補修材の界面に欠陥を生じない材料選定と施工を行った。その結果、両者の界面を覆うような塗材の選定が重要であり、現状では、防水性の高い塗材が中性化や塩分浸透に対して有効であることを示した(図4、図5)。

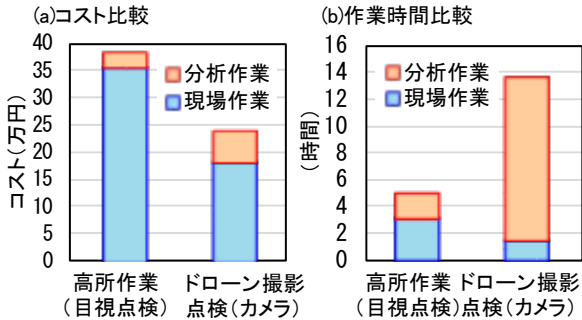


図1 高所作業とドローン撮影点検でのコストと時間の比較

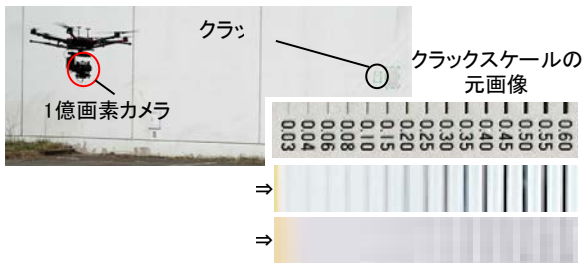
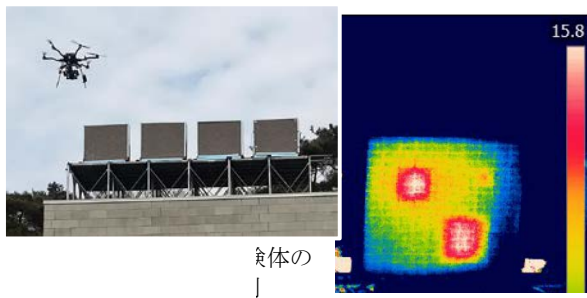


写真1 ドローンで撮影した画像の解像度



ドローンによる外壁点検の事例



写真3 試験状況

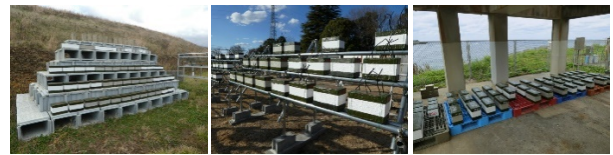


写真4 屋外暴露状況

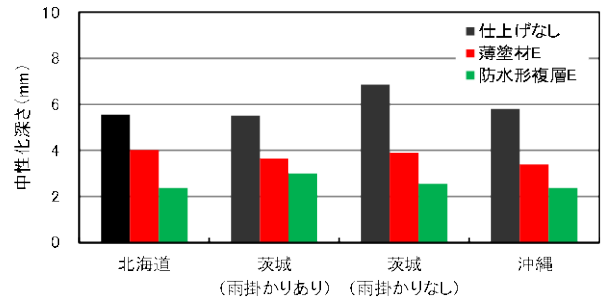
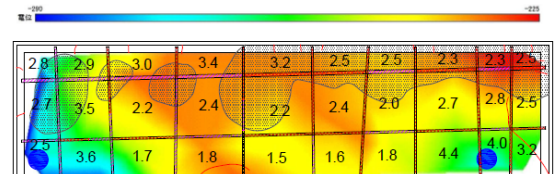


図4 中性化深さ

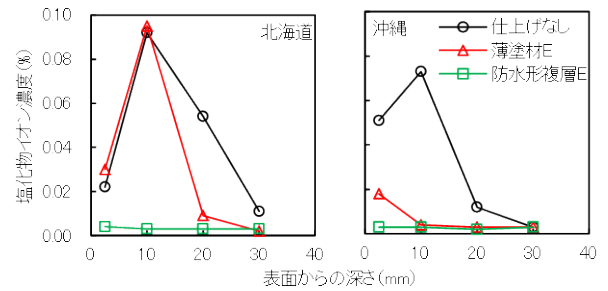


図5 塩化物イオン濃度