

5) - 7 赤外線調査法を用いた外壁調査の適用限界の定量的指標に 関する研究【持続可能】

Study on Quantitative Indicators of the Applicability Limits of Infrared Thermography for Exterior Wall Surveys

(研究開発期間 令和 5~6 年度)

建築生産研究グループ
Dept. of Production Engineering

眞方山美穂
MAKATAYAMA Miho

The objective of this research is to quantitatively understand the environmental factors and their relationship to the thermal image, which is necessary to conduct appropriate exterior wall investigations by measuring data such as temperature and solar radiation that affect tile finish delamination, along with the thermal image. In addition, it is anticipated that infrared devices will be increasingly utilized as a diagnostic method for surveys carried by drones and other mobile vehicles. In response to this situation, we also aim to collect basic data. This study revealed some of the environmental conditions under which tile finish delamination are detected.

〔研究開発の目的及び経過〕

建築基準法第 12 条の定期報告・外壁調査では、費用や調査日程により赤外線調査法が活用されることも多い。赤外線調査法によるタイルの浮きの診断精度は、調査者の経験や知識に依存している部分が大きく、経験の浅い調査者にとって適切に診断を行うことは容易ではない。

赤外線調査法については、令和 4 年に「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(一財) 日本建築防災協会」(以降、ガイドライン)が策定されているが、診断結果の信頼性を向上させるための取組みは引き続き必要であると考えている。

本研究では、赤外線調査時の環境条件およびタイルの浮きを判断する際の診断根拠等を整備することを目的として、実建築物の RC 造外壁を用いたタイル張り試験体を作製し、毎月 1 回程度、24 時間にわたって熱画像を撮影するとともに、日射量や外気温などの環境データの収集を行った。これらのデータをもとに、外壁診断に用いる熱画像を撮影する際の環境条件がタイルの浮きの検出に及ぼす影響や、タイルの浮きが検出された時の環境条件等(外気温や日射等)とタイルの浮きの条件(厚さや大きさ等)との関係を整理・分析し、赤外線調査法の適切な調査時の条件(外壁調査時の外気温や日射量などの環境条件等)を定量的な指標として整理するとともに、タイル等の浮きの有無の判断に関わる根拠の整備を進めた。

〔研究開発の内容〕

本研究では、実建築物の RC 造外壁を用いたタイル張り試験体を作製し、毎月 1 回程度、24 時間にわたって熱画像および可視画像を撮影するとともに、日射量や外気温などの環境データの収集を行った。これらのデータをもとに、外壁診断に用いる熱画像を撮影する際の環境条件がタイルの浮きの検出に及ぼす影響や、タイルの浮きが検出された時の環境条件等(外気温や日射等)とタイルの浮きの条件(厚さや大きさ等)との関係を整理・分析を実施した。

研究計画は以下のとおりである；

- (1) 浮き・はく離等が検出される時の外壁面の温度状況および環境条件等のデータ整理
 - ①実建築物の外壁を用いたタイル張り試験体(外部)の熱画像のラインプロファイルおよび環境条件の整理
 - ②外壁表面の温度データの計測方法の実験検討
- (2) 浮き等の検出に及ぼす外気温や日射量等の環境要因の定量評価に向けた分析
 - ①診断精度に及ぼす気温・日射量等の影響に関する検討
赤外線装置法による浮き・はく離の診断精度に及ぼす気温と日射の影響に関する検討

本研究において作製した試験体は、実建築物の RC 造外壁(壁厚 300mm)にモルタル下地を施し、疑似浮きとしてポリプロピレンの薄いシートをコンクリート躯体と下地モルタルの界面に設置し、50 二丁タイルを施工したものである。ポリプロピレン製の疑似浮きの厚さは 0.1mm、

0.5mm、1.0mm であり、浮き厚さの水準はこれらに陶片浮きを加えた4水準とした。浮きの大きさは100mm角、200mm角、300mm角、500mm角である。試験体は、南南西向きであった。

外壁の熱画像および可視画像の撮影は、前出の外壁調査ガイドラインに基づいて実施した。熱画像等の撮影、外気温、日射量、湿度および風速の計測は毎月1回程度、年間通して実施した。熱画像は赤外線装置を同じ位置に設置して20秒間に1枚の間隔で撮影し、また同じタイミングで外気温等を測定し、記録した。これらの熱画像等の撮影および環境データの測定は24時間行った。

【研究開発の結果】

(1) 疑似浮きの検出時刻と日射

図1に毎月の定点観測において得られた「浮きを検出された時刻と外気温および日射量の累計」、「直達日射が当たってから浮きを検出する時間」を示す。同図は下地浮き1.0mmで300mm角の疑似浮きの一例である。夏季は日射が当たる前に既に浮きを検出されており、外気温の上昇分だけで浮きを検出されているが、その他の季節については浮きを検出するために800~1700kJ/m²程度の日射蓄積量が必要であったことがわかった。ここには示していないが、陶片浮きの場合は、冬季を除けば春・秋の中間期においても日射が当たる前の外気温の上昇分だけで浮きを検出でき、また冬季においては浮きを検出するためには1500kJ/m²程度以上の日射の蓄積量が必要であることが確認できた。

下地浮きのようにタイル表面から深い位置にある浮き

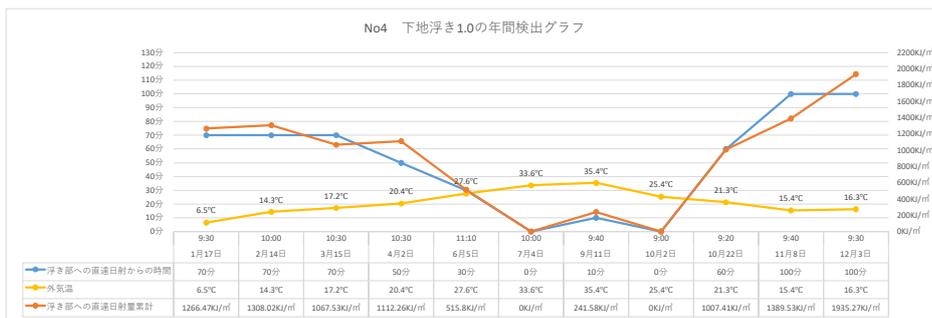


図1 下地浮き1.0mmの検出時刻と外気温および日射（浮き大きさ300mm角）

を検出するためには、外気温の上昇だけではなく、ある程度まとまった日射量の蓄積が必要であることが確認できた。

(2) 疑似浮きを検出された時間帯

図2に1月の実験における各疑似浮きを検出された時間帯を示す（これらの図の赤矢印は浮きを検出された時間帯を示す）。なお、今回の実験では、検出できなかった下地浮きがあり、同図には浮きを検出できた2つの下地浮きの検出時間帯のみを示した。この2つ以外は、全て陶片浮きであった。

同図より、疑似浮きの厚さや大きさ等により、疑似浮きと同じ外壁面にあっても浮きを検出されるタイミングが異なっていることが確認できた。また、日の出前において浮きを検出される状態が一定時間あり、その後、日の出以降、外気温の上昇とともに疑似浮き部の温度が均一化し、浮きを検出されない時間帯を経て、日射が蓄積されるようになってから再び検出されるようになっていることがわかった。ここには示していないが、季節によって赤矢印が短く途切れている部分があった。これは、影の影響で一時的に浮きを検出できなかったところである。

本報告では全ての図を示すことができなかったが、年間通して実験を実施した結果を見ると、春・秋の中間期は夏季・冬季に比べてこの均一化の時間帯が長い傾向にあることが確認できた。

No.4は下地浮き1.0mmの疑似浮きであるが、陶片浮きに比べて日射がなくなると検出が難しくなっている状況

がわかった。

これらの結果より、赤外線調査は一度だけでは浮きを検出できない可能性が大きく、複数回の撮影が必要であること、また日射が遮られた時にタイル表面から深い位置の浮きについては、検出が難しくなることが改めて確認できた。

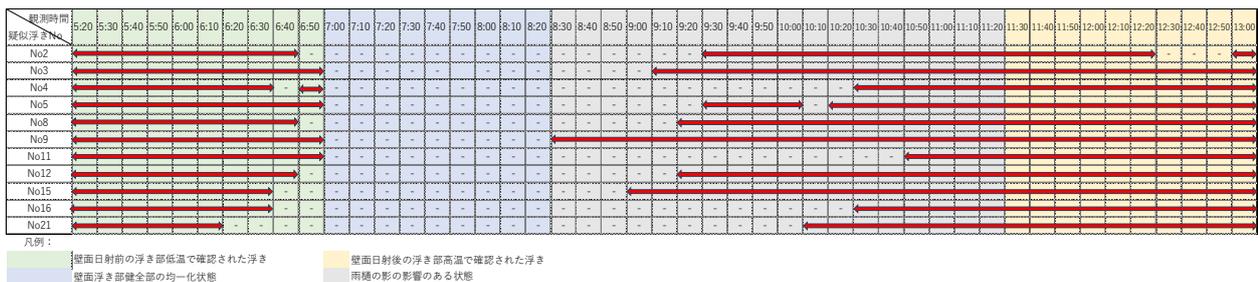


図2 赤外線調査実施者により浮きを検出された時間帯(3月)