

赤外線法を用いたタイル張り外壁の変状調査に関する検討

阿南工業高等専門学校 正会員 堀井克章

1. はじめに

社会基盤となっているコンクリート構造物のストック増大に伴い、既設構造物の維持管理が重視され、劣化診断の低コスト化や効率化が求められている。特殊建築物では、建築基準法改正による定期調査報告の義務化で、全面打診が必要となり、これとの併用が前提となるが赤外線（サーモグラフィ）法による外壁調査も可能となっている。赤外線法は、足場や作業車を使わずに対象物から離れた位置から変状が調査できる優れた検査法だが、測定方法や測定条件によって誤診が生じることが指摘されている¹⁾。本研究では、赤外線法による構造物の最適な調査法を確立するための一ステップとして、タイル張り外壁を対象とし、測定の方法や条件を変えてそれらの影響を検討するとともに、その成果をもとに既存建築物の変状調査を行った。

2. 実験概要

実験は、本校にあるタイル（50 二丁）張り外壁 RC 造建築物（平成 4 年 3 月竣工，3 階建）と、意図的にタイル（50 二丁，マスク工法）の裏側に欠陥（隙間）を設けた砕石川砂 AE コンクリート（粗骨材最大寸法 20mm，W/C=60%，スランプ 18cm，空気量 6%）試料（150mm 厚×300mm 高×400mm 幅）で行った。

建築物や試料のタイル表面温度分布（熱画像）は、長波長型サーモグラフィ装置（測定波長 8～13 μm，検出器 HgCdTe，最小検知温度差 0.03℃）で検出し、測定角度，測定距離，気象条件，測定時間帯などが及ぼす影響を調査した。測定角度や測定距離に関する調査は、周囲からの赤外線や反射光の影響を抑えるため、建物屋上（シート防水処理）で行った。これらの成果をもとに、対象とした建築物の外壁調査を打診と併用して行った。これらの実験は、気温の日較差や太陽光によるタイル表面温度の上昇が小さく、赤外線法での評価が困難と予想される冬季に行った。なお、タイル表面温度は、接触型表面温度計による測定も行った。

3. 結果と考察

試料と装置との距離や角度を変えて行った実験で得られた検出温度を図-1 と図-2 に示す。これらより、赤外線法は、接触型温度計で得られる表面温度に比べて数℃低い温度を検出するが、対象物の健全部と変状部の表面温度に違いがあれば変状を確認できること、対象物から 5～25m 程度の距離および対象物正面から -60°～+60° 程度の角度の範囲内では、測定の方法や条件に関わらずほぼ一定の検出温度を示すことなどが確認できた。なお、健全部と変状部の検出温度差より、外壁の変状調査は日射を受ける晴天時に測定角度 -45°～+45° の範囲内で行うのが良いといえる。

写真-1（対象建築物 1 階東外壁，下端に試料あり）の状況で行った測定時間帯に関する実験結果を図-3 に示す（外壁変状部の温度は、可視画像に示した赤い実線部より検出）。これより、外壁や試料の検出温度差を

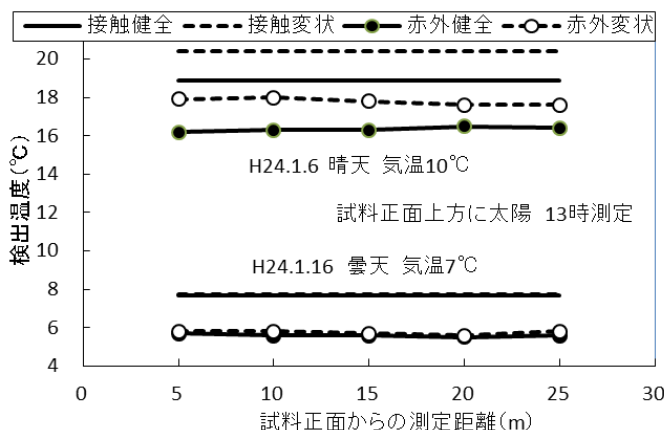


図-1 検出温度（距離の影響）

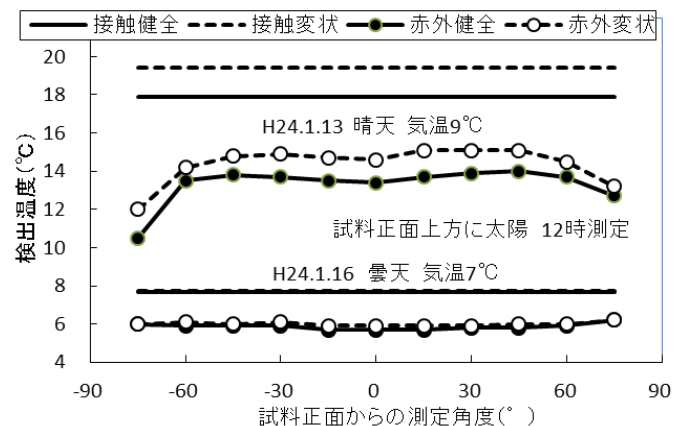


図-2 検出温度（角度の影響）

利用する変状調査は、日射や冷氣によって対象物表面の温度変化が大きくなる朝や夕方から夜にかけての時間帯に行うのが良いといえる。なお、可視画像の赤い実線は、打診音が周囲と比べて明らかに違う変状部であり、赤外線法でも明らかに周囲と異なる検出温度を示している。この変状は、タイルの浮きや剥離によるものと推察できる。一方、赤い点線は、打診音が周囲と比べて若干違う部分であり、赤外線法では検出が困難となっている。この変音部の原因究明には、より詳しい調査が必要といえる。

写真-2 は調査対象建築物の東外壁である。ここで、1・2 階の中央境界部にある変温部は、安全に配慮してタイルを強制的に落とした際に現れたコンクリート面である。これらより、打診で判明した変状部（可視画像の赤線部）は、9 時の熱画像では明らかに周囲と異なる検出温度を示すが、12 時では周囲との検出温度に差がほとんどなくなることがわかる。なお、同様な調査を対象建築物北外壁でも行ったが、東外壁と同様に表面温度に差が生じる朝夜の時間帯での変状検出は可能であったが、太陽光の照射がないために東外壁ほど明瞭とはならなかった。また、曇天・雨天時にも調査を行ったが、いずれの外壁でも健全部と変状部の表面温度に差がほとんど生じないため、変状検出はできなかった。したがって、赤外線法は、安全で迅速に建築物外壁の変状調査ができるものの、気象条件や測定時間帯などへの留意が必要といえる。

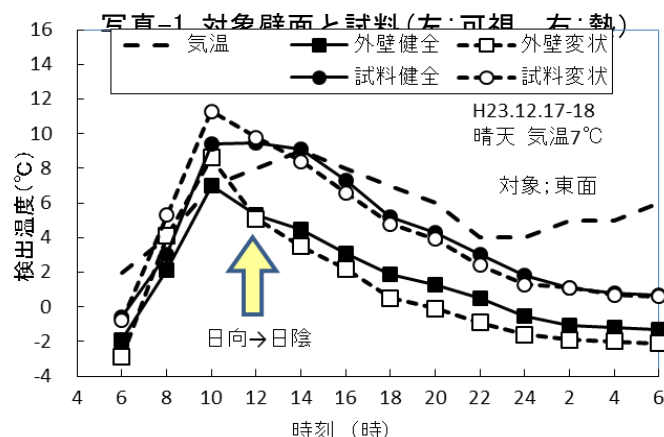
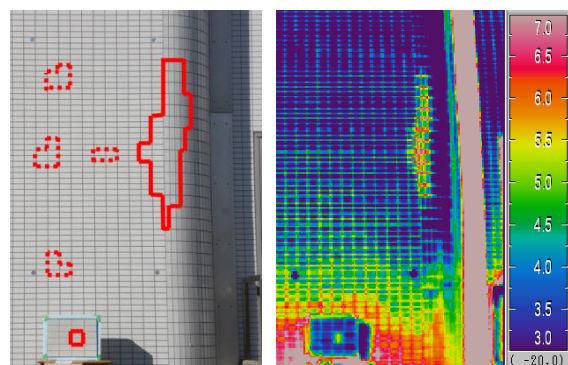


図-3 検出温度（時間帯の影響）

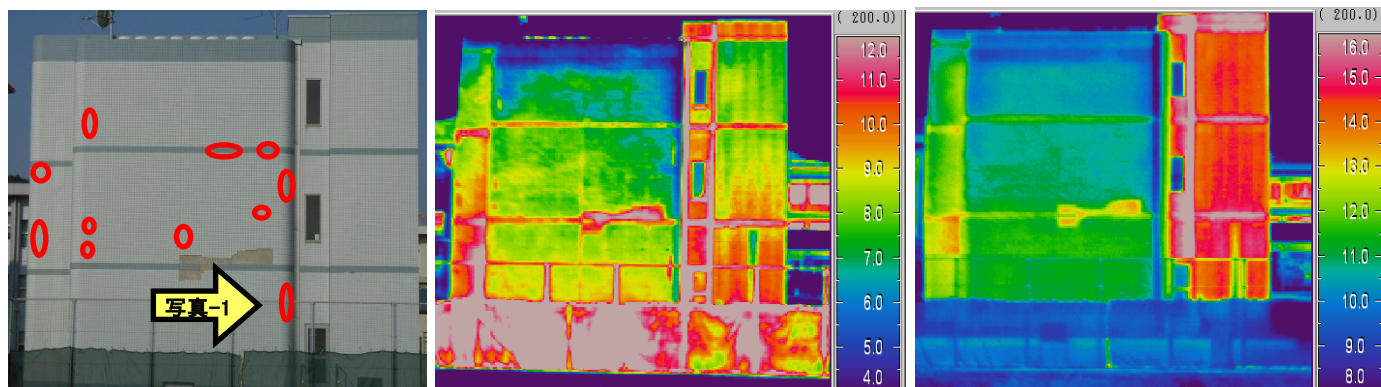


写真-2 対象建築物東外壁（左；可視画像，中；9 時の熱画像，右；12 時の熱画像）

4. まとめ

本研究より、赤外線法は、足場や作業車が不要で、対象物から離れた地点から、安全で迅速に構造物の変状調査ができる優れた検査技術といえる。しかし、検出温度は実際の表面温度とは異なること、軽微な変状は検出が難しいこと、測定距離や測定角度、気象条件や測定時間帯などへの留意が必要なことなども確認できた。今後は、土木構造物に多い打放しコンクリートへの応用を波長の異なる装置との併用などで検討を行う予定である。実験にご協力頂いた(株)ファルコンならびに本校卒業生湯浅貴裕君に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 天野ほか：特殊建築物の外壁診断における赤外線調査ガイドライン，建設の施工企画，No. 708，2009。