

正会員 ○平間 寛子*
正会員 町野 東彦*

橋上駅舎 赤外線カメラ コンクリート
浮き 剥離 メンテナンス

1 研究の背景と目的

線路を跨いで建設されている橋上駅舎のうち、経年 50 年以上の鉄筋コンクリート造の橋上駅舎は老朽化が進行し、列車の安全・安定的な運行やプラットホーム上のお客さまの安全を確保するためにも、スラブ下部からの剥落に対する予防保全が重要となっている¹⁾。

一方で橋上駅舎スラブ下部(図 1)を打診検査するためには、列車運行に影響のない夜間の限られた時間帯に足場を設置して行わなければならない、容易に検査できないことが課題となっている。このような課題を解決するために、本研究では簡便かつ客観的に検査ができるようになることを目的に、橋上駅舎スラブ下部の検査において非接触で客観的、かつ簡便に変状を確認できる赤外線画像を用いた検査を模索し、赤外線カメラでの点検や画像認識 AI 技術を用いた変状箇所の推定について考察してきた。

本報では打診検査で判明した実際の変状と赤外線画像で検出した結果を比較検証し打診検査に代わる技術として赤外線画像を活用できるか検証することを目的とする。

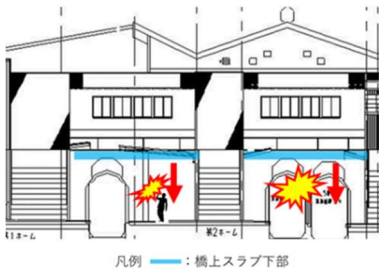


図 1 橋上駅舎立面図

2 調査概要

前報より、赤外線カメラでの撮影の前提として撮影には 1 時間に 1 度以上の気温上昇が必要であることが示唆された。その気温差に着目し、赤外線画像と打診検査を比較し変状箇所の整合性を確かめた。今回は 1 時間に 1 度以上の気温上昇に加え、日較差も測定した。日較差とはその日の最低気温と最高気温の気温差をいう²⁾。

今回の比較検討の調査箇所は打診検査を行う予定の X 駅(橋上駅)・Y 駅(橋上駅)・Z 社宅北側軒天の 3 箇所で行った。Z 社宅北側軒天は、橋上駅舎のスラブ下部と環境が近く、打診検査や赤外線カメラの撮影も容易であることから調査箇所として追加した。

撮影機材は、X 駅と Y 駅は前報その 1 で使用した A 社製の赤外線カメラを用い、Z 社宅は B 社製の赤外線カメラ

を用いることとした。A 社製の赤外線カメラは両手で抱えて撮影するが、B 社製の赤外線カメラはスマートフォンに接続し片手で撮影できる軽量機材である。検査では簡便な機材を用いることを踏まえ、Z 社宅北側軒天では B 社製のカメラを用いて行うこととした。A 社製と B 社製の赤外線カメラの性能の大きな違いは、操作性と温度分解能力である。温度分解能力は X 社製の方が高く、精度の良い赤外線画像を撮影することができる。両社の共通点は、可視画像と赤外線画像を同時に同じ画角で撮影と保存ができる点である。対象の 3 箇所は打診記録があるため赤外線画像と打診結果を照らし合わせ、赤外線画像の整合性を確かめた。比較概要は表 1 の通りである。

表 1 調査概要

	X 駅	Y 駅	Z 社宅
しゅん功年(経年)	1959年(67年)	1928年(98年)	1978年(48年)
撮影日(天候)	2024年9月(晴れ)	2025年4月(晴れ)	2025年11月(晴れ) 2025年12月(曇り)
打診日	2022年9月	2025年6月	2025年12月
赤外線カメラ概要	A社製 温度分解性能:0.025度 赤外線検出波長:8~14μm 熱画像解像度:460×360 画像解像度:500万画素	A社製 温度分解性能:0.025度 赤外線検出波長:8~14μm 熱画像解像度:460×360 画像解像度:500万画素	B社製 温度分解性能:0.07度 赤外線検出波長:8~14μm 熱画像解像度:160×120 画像解像度:155万画素

3 フィールド調査と結果

(1) X 駅について

X 駅は 2024 年 9 月に撮影を行い、撮影日の 9 時~12 時の間は 1 時間に 1 度以上の気温上昇が見られた(日較差 9.5 度)。X 駅で撮影したスラブ下部の画像を図 2 に示す。赤外線画像上に温度変化が見られ変状と想定した箇所を矢印で示し、可視画像上には打診で変状を確認した箇所に黄丸を記した。

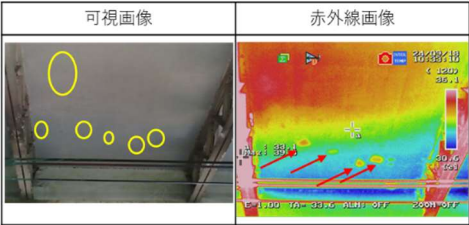


図 2 橋上駅舎スラブ下部の可視画像と赤外線画像

赤外線画像上に矢印で示した箇所は変状と想定した箇所であり、可視画像上で小さな黄丸で記した打診検査で

の変状と確認された箇所と概ね一致した。打診検査で確認した変状の大きさは15cm程度であり、赤外線画像で想定した大きさと概ね一致した。しかし赤外線画像左上の赤く熱を帯びている部分は赤外線画像から変状を想定できなかった。スラブが熱の影響を受けている理由として、上階に精算機室などの機材が置いてある場合や空調が効いた部屋がある場合はその温度がスラブに伝わり、常にスラブに一定温度を与えているためと考えられる。

(2) Y 駅について

Y 駅は2025年4月に撮影を行った。当日の気温は日の出後から上昇し撮影前の13時から14時の間も1.1度の上昇が見られた(日較差11.2度)。図3の赤外線画像上に温度変化が見られ、変状と想定した箇所を矢印で示し、可視画像上には打診で変状を確認した箇所を黄丸で示した。

赤外線画像で変状と想定した箇所を打診した結果、2箇所とも浮きを確認でき、うち1箇所は叩くと剥落するほどコンクリートが浮いていた。

赤外線画像からは30cm弱の変状を想定したが、15cm程度の変状が集中している箇所も見受けられた。赤外線画像で大きな変状が見受けられる箇所は小さな変状の集合体である可能性もあることが分かった。

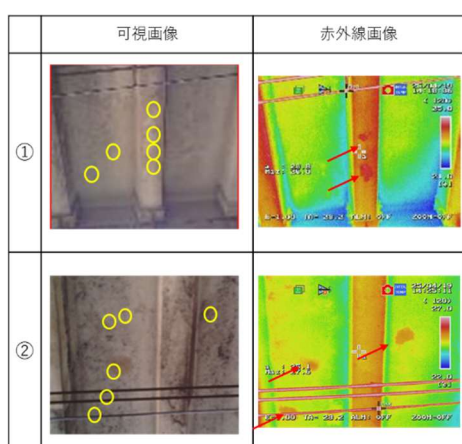


図3 橋上駅舎スラブ下部の可視画像と赤外線画像の比較

(3) Z 社宅について

Z 社宅は撮影と打診を2025年11月の晴れた日と12月の曇りの日に実施し、両日共に撮影は正午に行った。11月は9時から12時まで1時間に1度気温が上昇し打診で変状と判断した箇所と、赤外線画像で変状と判断した箇所は一致した(日較差8.2度)。一方で軒天の端部は気温の影響を受けやすく赤外線画像での判断は難しかった(図4上段)。赤外線画像で想定した変状は多くが15cm程度の大きさだったが、打診すると30cm程の変状だった箇所もあった。これはコンクリート内部に入っている空気層が厚い部分が赤外線画像に映ったと考えられる。

12月は10時から11時の間の0.9度が最大上昇率だったがB社の赤外線カメラで変状箇所を見つけることはできなかった(日較差3.2度)。このことから1時間に1度以上の気温上昇がないと変状を判定できないことが改めて分かった。

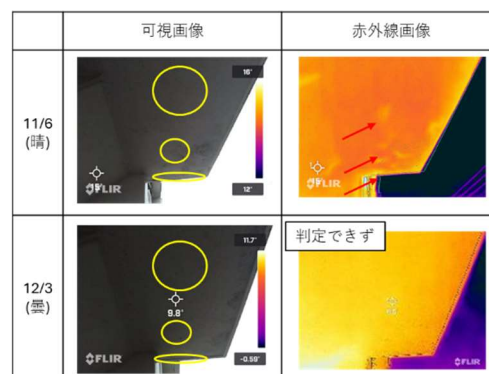


図4 軒天の可視画像と赤外線画像の比較

4 考察

本報では赤外線カメラが打診検査に代わる技術として活用できるか否かの検証を実際の橋上駅舎2駅と社宅1棟で検証した。検証では1時間に1度以上の気温上昇がある日に日の当たらない箇所の撮影をし、撮影した赤外線画像に基づいて温度変化があった箇所を打診した。

日中の気温差と、1時間に1度以上の気温が上昇する環境下で撮影した赤外線画像より、変状箇所を予測することができ、また温度分解能力が異なる赤外線カメラでも変状を確認することができた。一方で赤外線画像は気温上昇が無い場合、変状箇所を特定できないなど気温が結果を左右するため確実な検査を行うことはできないことを改めて確認した。そのため、現時点では赤外線画像から推定できる変状箇所を基礎情報として打診検査の補助や修繕計画の順位付けとして活用することはできると考える。また赤外線画像で想定できる変状の大きさは約15cm以上であり、打診で変状と判定する大きさも約15cmであったことから、赤外線カメラで約15cm以上の変状を把握した場合は打診検査を行うことで実際の変状を見つけやすくなると考える。

5 今後の展望

天気予報を基に赤外線カメラで点検できる日を予測できるようにすれば計画的な検査に繋がれると考える。更に調査を進めてデータを蓄積し、日較差や部分的な赤外線画像から全体的な老朽度合いの推察を検討したり、赤外線画像から得た変状箇所が集中する箇所を把握したりすることで橋上駅舎の弱点箇所を見つけ、予防保全につなげていきたい。

【参考文献】

- 1) 鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針・同解説(2023)
- 2) 赤外線建物診断技能師公式テキスト(2020)