

熱赤外計測による砂防構造物の損傷検出

アジア航測株式会社 ○辻原諒、佐藤厚慈、江口友章、新井瑞穂、上杉温子、吉安征香
株式会社土木管理総合試験所 清水勇児、松本恭
国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター 小林正直、竹下航、岸本優輝

1.はじめに

老朽化が進む構造物を適切に維持管理するためには、劣化状態を精度良くかつ効率よく把握することが重要である。特に、目視での確認が難しいコンクリート構造物表面の浮きや剥離は、一般的に打音検査が用いられているが、高所作業での安全確保や広範囲の調査における作業効率に課題がある。

近年、橋梁点検等で熱赤外計測を用いた広範囲の浮きや剥離等を効率的に検出する手法の開発が進められ、赤外線画像から得られる構造物表面の温度分布データを用い、2次元や3次元表示による温度コンター図から浮きや剥離等の損傷範囲を抽出する技術が開発されている。

本研究では、砂防施設点検への熱赤外計測の活用の可能性を確認することを目的とし、橋梁点検等で活用されている熱赤外計測による損傷の検出手法を砂防構造物に適用し、空洞や浮きを対象に損傷範囲の検出結果を検証した。

2.実施方法

2.1 実施場所

熱赤外計測は、間谷堰堤（奈良県曾爾村）と室生川第1堰堤（奈良県宇陀市）の2箇所を実施した。

間谷堰堤は、調査員による直接目視点検により施設前面にはらみ出しおよび遊離石灰が確認されている。本施設では、はらみ出しによる施設内部の空洞化の有無の調査を目的に熱赤外計測を実施した。間谷堰堤の状況を写真1に示す。

室生川第1堰堤は、広範囲に化粧パネルが設置されており、調査員による直接目視点検により化粧パネルの浮きおよび剥離が確認されている。本施設では以下の目的で熱赤外計測を実施した。

- ① 浮きの範囲の確認
- ② 損傷範囲の検出精度検証（打音検査による浮きの範囲と熱赤外計測の抽出結果を比較）
室生川第1堰堤の状況を写真2に示す。



写真1 間谷堰堤の状況

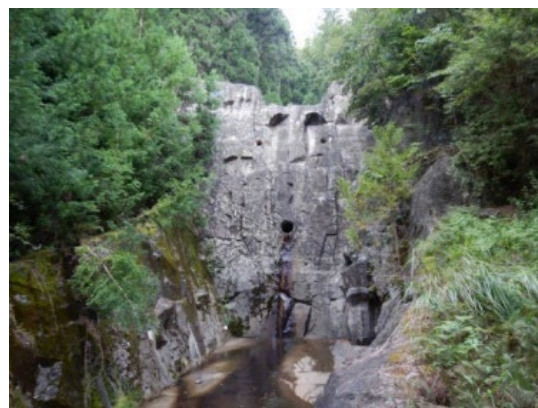


写真2 室生川第1堰堤の状況

2.2 使用機材

赤外線カメラは、FLIR社製の非冷却型（FLIR T1040）を使用し、カメラを携えた調査員が徒歩により撮影した。カメラの諸元は表1に示すとおりである。

表1 赤外線カメラの諸元

項目	諸元
外形寸法	縦 200mm×横 180mm×厚さ 120mm
重量	1.9kg
解像度	1024×768
温度分解能	<0.02℃（30℃の時）
精度	±2℃もしくは2%

2.3 損傷評価方法

熱赤外面像は温度情報を保有するため、現地にて撮影した赤外線データを独自のカラーパレットに落とし込み、赤外面像から温度コンター図を作成した(図1左)。

損傷部の評価基準は、「健全部の温度範囲を上回る温度差」と「コンターの乱れ」の2点とし、スクリーニングにより損傷部の範囲を可視化した(図1右)。

健全部の温度範囲は、基本的に「現地計測値の中央値 $\pm 3\sigma$ 」とした。撮影画角に現地計測範囲が含まれない場合は、「熱赤外面像の解析値の中央値の $\pm 3\sigma$ 」とした。

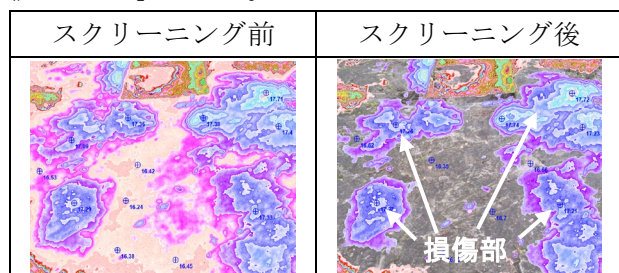


図1 損傷部のスクリーニング例

3.熱赤外計測結果

3.1 間谷堰堤

間谷堰堤のはらみ出し部周辺の損傷部スクリーニング結果を図2に示す。熱赤外面像の解析により、はらみ出し部の周辺に施設背面の空洞や浮きは確認されなかった。一方で、打ち継ぎ部の漏水跡や遊離石灰の溶出箇所が抽出できた。

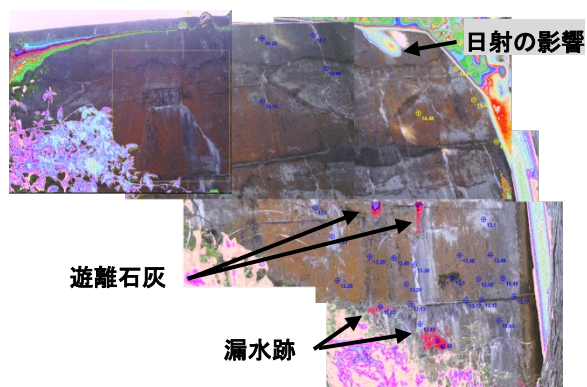


図2 損傷部スクリーニング結果(間谷堰堤)

3.2 室生川第1堰堤

室生川第1堰堤の前面の損傷部スクリーニング結果を図3に示す。広範囲で化粧パネルの浮きが確認された。また、損傷部の中でも低温の箇所が認められ、帯水の可能性も示唆された。

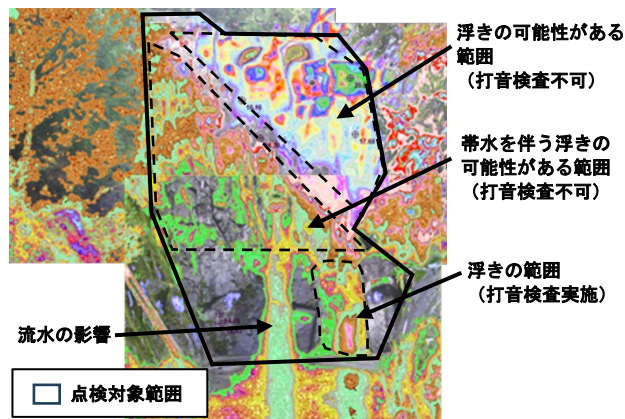


図3 損傷部スクリーニング結果(室生川第1)

3.3 損傷範囲の抽出精度検証

熱赤外計測結果の抽出精度を検証するため、室生川第1堰堤の前面を対象に打音検査を実施し、浮きが確認された範囲にマーキングを実施した(図4左)。打音検査により確認された損傷の範囲と熱赤外面像の解析による損傷範囲のスクリーニング結果を比較した(図4右)。

熱赤外面像の解析により損傷部を抽出できたが、抽出範囲に差異が認められた。この抽出範囲の差異は、化粧パネルの凹凸による日当たりの不均一性や、健全部の温度範囲の設定方法に起因する可能性がある。

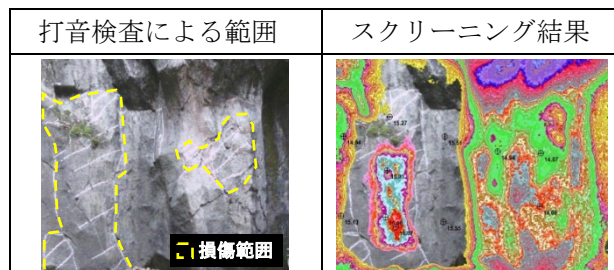


図4 損傷範囲の検出精度検証

4.おわりに

砂防堰堤内部の空洞や化粧パネルの浮きを検出するため、熱赤外計測を試行した。その結果、熱赤外計測を実施することで、施設背面の空洞や浮きなどの損傷の有無を把握し、漏水跡や遊離石灰の箇所を抽出することができた。また、高所部や広域の損傷部を安全かつ効率的に把握できた。

以上より、砂防施設点検に熱赤外計測を用いることで、作業の安全性や効率性の向上が可能であると考えられる。

抽出精度については、今後の健全部の温度範囲の設定方法の工夫等により改善が期待される。