

赤外線カメラを用いたコンクリートダム堤体の健全度診断手法の提案

独立行政法人土木研究所

正会員 ○小堀俊秀， 富田尚樹， 佐々木隆， 山口嘉一

1. はじめに

コンクリートダムで発生する変状は，その要因により，構造的変状と経年劣化に分けることができる．構造的変状には過度の変形，漏水，振動などが，また，材料や施工上の問題が主原因となる経年劣化には，ひび割れ・剥離・剥落，錆汁，エフロレッセンス，汚れなどがある．構造的変状の調査としては，ダム管理者により，定期的に揚圧力や変形量などについての点検が行われ，ダムの安全性および機能の維持が図られている．一方，経年劣化の調査としては，目視調査や打音検査などが行われている．しかし，従来の打音検査では，変状部に接触する必要があるため，既設のキャットウォークなど点検通路からの調査では調査範囲が限定される．仮に足場などにより通路を確保した場合でも，調査すべき面積が広いため危険を伴う高所での作業が多くなる．したがって，地表からの遠方調査で，可能なかぎり将来補修などの対策が必要になる可能性のある変状部を絞り込むことが，効率的な調査を実現するために必要となる．

本報告は，鉄筋コンクリート構造物の老朽化診断や橋梁のコンクリート剥離箇所調査などで適用されている赤外線カメラ¹⁾を使用したコンクリートダムの健全度診断のための手法を提案するものである．

2. 赤外線カメラを用いた調査の概要と目的

非接触型のコンクリート劣化調査方法の一つである赤外線カメラを利用した調査方法は，物体からその表面温度に応じて放射される赤外線を測定し，物体の表面温度分布を把握することで劣化部の抽出を行う方法である．コンクリート劣化はその表面付近から進行することが多いと考えられることから，その健全度を知るには，まずコンクリート表面の劣化状況を調査する必要がある．劣化規模が微小でダムの安全性を損なうものでなくても，ダムの長期にわたる安全性の維持や局所劣化によるコンクリート片の剥離落下の危険性などを考慮した場合，コンクリート表面の変状部の早期発見は極めて重要である．

3. 赤外線カメラを用いた劣化部調査例

これまで，数基の管理中のコンクリートダムにおい

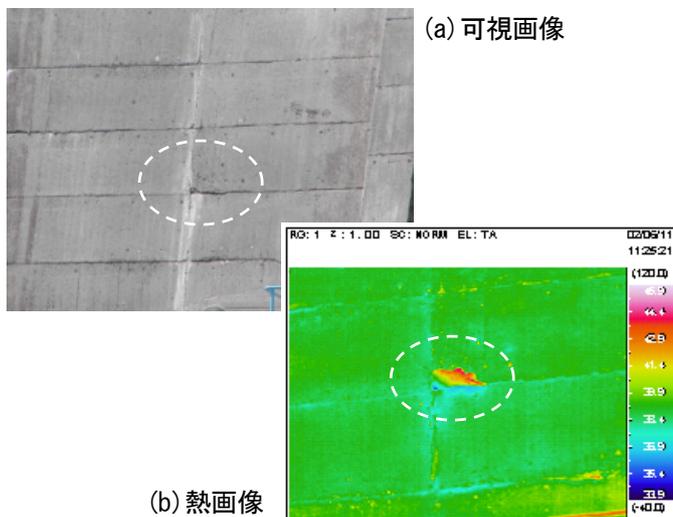


図-1 剥離の危険が高いと思われる箇所の調査

て季節を変えて赤外線法を用いた調査を実施し，測定方法，劣化部の検出精度について実験的検討を行っている²⁾³⁾．

コンクリートにおける変状は多様にあるが，これまでの調査事例においてコンクリートダムにて赤外線カメラで確認できたものは，「ひび割れ」「剥離」及び「エフロレッセンス(漏水)」である．赤外線カメラによる調査は，これらの変状を重点的に調査することを目的とするが，その他の変状についても，測定条件によっては，発見できる可能性も念頭におき調査すべきである．

図-1に剥離の調査例を示す．施工上の問題による剥離は横継目及び縦継目付近に発生しやすい．図に示されるように，継目付近の剥離の恐れがある箇所は目視では確認することが難しい場合がある．しかし，図に示すような熱画像を撮影することにより，剥離の危険性が高いと思われる箇所を検出することができる．

また，1枚の熱画像で判断できない場合は，高温時と低温時の撮影結果を差画像化することで，剥離をより鮮明に検出することもできる．

4. 赤外線カメラを用いたコンクリートダム健全度診断手法の提案

本手法は，アーチダム，重力式コンクリートダム，ダムに付属するコンクリート構造物の維持管理のうち，

キーワード：赤外線カメラ，ダム，コンクリート，変状

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 独立行政法人土木研究所 TEL:029-879-6781 E-mail:kobori@pwri.go.jp

初期点検、日常点検、定期点検の効率化・簡略化を目的としている。健全度診断は 1)計画・調査準備、2)現地調査、3)調査報告書の作成の流れで行う。

以下にそれぞれの項目について、詳細を述べる。

1) 計画・調査準備

計画・調査準備は表-1 に示した内容を行う。

表-1 計画・調査準備内容

計画 ・ 調査 準備	関係資料の収集
	調査時期の検討
	調査時間の検討
	撮影位置の選定
	調査ルート・調査地点の選定
	調査カルテの準備

赤外線カメラを使用したコンクリートダム診断は、ダムのロケーションや、調査時の気象条件に大きく左右されるため、入念な計画・調査準備が必要である。

関係資料の収集では、変状の原因をある程度まで推定できるように、ダム周辺の気象情報、使用材料、配合などの基本的な情報を収集する。

赤外線カメラによる観測は気象条件の影響を強く受ける。診断時期(季節)について、赤外線カメラで変状を確認するのに最も適した時期の条件は、「広範な範囲で、長時間日射があること」が挙げられる。従って、点検を実施するダムで、気象情報や周辺の状況を分析し堤体下流面に長時間日射がある時期を選定するのが望ましい。ただし、ダム堤体下流面が北向きであるなどの理由で、年を通して日射による温度差をとることが期待できない場合には、日中のコンクリート表面の温度差が大きい時期を選定する。

診断を統一された方法で実施し、記録の方法を計画調査準備の段階からあらかじめ定め、調査カルテの雛型を作成することで、データ間の均一性が得られるようにする。

2) 現地調査

現地調査では表-2 に示した内容を行う。

表-2 現地調査内容

現地 調査	作業員構成について
	現地調査下見
	目視調査
	赤外線法調査
	可視画像の作成

赤外線カメラ撮影者(可視画像撮影者)・目視観測者・記録者などの役割分担を明確にし、それぞれを同一技術者が担当するなどして、データの均一性と安定性を得られるよう努める。

目視調査は基本的にコンクリート表面にできるだ

け近接して入念に行う。現地条件から近接して目視できない場合は、双眼鏡等により観測を行う。

赤外線カメラによる調査は必要に応じて広角レンズ、望遠レンズを使用し、対象面を撮影する。目視調査によって、重点的に撮影を行うべきであると判断された箇所や、局所的に温度変化が激しい箇所等では、三脚等にカメラを固定し撮影する。

撮影の際は、デジタルカメラ撮影も行い熱画像とデジタルカメラ画像との比較ができるようにする。

3) 調査報告書の作成

記録すべき項目は原則として、①ダムの主要諸元、②周辺環境及び気象条件、③点検計画及び使用機材、④調査状況、⑤調査結果と評価(調査カルテ)、⑥その他(点検実施者の指名等)とする。調査カルテの例を図-2 に示す。記録は原則として、できるだけ正確かつ客観的なデータであること、診断が統一されたの方法で行われていることが必要である。報告書等の整理項目は①～⑥を基本とし、後日第三者が調査内容及び結果について理解が容易になるよう心がける。

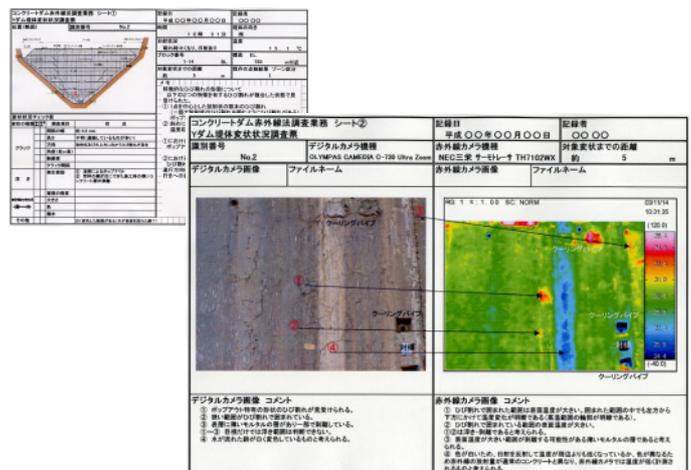


図-2 調査報告様式(調査カルテ)の例

5. 最後に

今後は、「赤外線カメラを用いたコンクリートダム堤体健全度診断手法」の効率的な運用体制の検討を行い、実際に運用・手法内容の更新をし、より現実的なものにしていきたい。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリート診断技術'04, pp.107-110, 2004.3
- 2) 市原裕之、小堀俊秀：赤外線法を用いたダムコンクリート表面部の劣化診断, 土木技術資料, Vol.44, No.12, p.4, 2002.12
- 3) 小堀俊秀、富田尚樹、佐々木隆、山口嘉一、赤外線カメラを用いたコンクリートダム堤体の健全度診断, 題31回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, CD-ROM V-61, 2004.3