

弾性波速度トモグラフィ法によるコンクリートダムの健全性評価

京都大学	正会員	○麻植 久史
京都大学	正会員	塩谷 智基
国土交通省 国土技術政策総合研究所	正会員	小堀 俊秀
国土交通省 国土技術政策総合研究所	正会員	金銅 将史

1. はじめに

将来のダム維持管理は、少子高齢化に伴う財政不足や人手不足により厳しい状況になると予想されている。そのため、コンクリートダムを限られた予算の下で効率的に維持管理するためには、堤体内部における健全性の適切な把握と対策を行い、長寿命化を可能とする予防保全が重要である。この予防保全を行うには、内部損傷の初期変状を非破壊で精確にかつ、網羅的に評価する必要がある。これを可能とする手法として、弾性波速度トモグラフィが挙げられる。コンクリートを伝搬する弾性波は、コンクリート内部にひび割れのような劣化・損傷が存在する場合に迂回や散乱を生じる特性を有する。また、後続波（コーダ波）も上記のような状態にあると特定の周波数帯で散乱・回折することが知られており、これらの弾性波パラメータの特徴を利用した劣化・損傷評価技術の開発が国内外で精力的に進められている。本研究では、実ダム堤体表面のひび割れ進展を評価するために、弾性波であるP波や表面波によるトモグラフィ法を適用した。これより、表層ひび割れの奥行方向の分布を広範囲に評価することが可能となり、コンクリートダムの予防保全適用を促進できる。

2. 計測概要

計測は実コンクリートダム下流面の水平打継面を対象に行った。対象領域を図-1に示す。水平打継面付近でひび割れが顕在化した場所（領域1）としていない場所（領域2）を計測対象とした。P波速度トモグラフィでは、堤体内部の監査廊壁面と堤体下流面の両側で弾性波を励起し、逆側に配置した加速度センサで受信した。表面波速度トモグラフィでは、ダム堤体表面に加速度センサを設置し、同一平面上で弾性波を励起した。弾性波は、 $\phi 30$ mmと $\phi 75$ mmの鋼球による打撃で励起した。計測装置は両者とも、ワイドバンドデータレコーダ（WX-7000SYR, TEAC製）であり、センサは圧電型加速度センサ707IS（3 Hzから20 kHz）である。

3. 解析結果と考察

領域1と2におけるP波速度トモグラフィの解析結果をそれぞれ図-2と図-3に示す。ここで、3次元解析結果を4つの2次元断面で表している。位置関係は図-4に示す。領域1において、ひび割れ付近ではP波速度が3800 m/s以下に低下している。また、各断面において、表面付近の速度が3700 m/s程度まで低下し、深くなるにつれて速度が上昇し、a, c断面では深さ40 cm付近、b, d断面では深さ100 cm付近で速度が一定（4200 m/s）になった。これより、この位置でひび割れが閉合したと考えられる。領域2には顕在化した劣化は発生していないが、表面付近に速度が低下した範囲が見られた。また、水平打継面奥行方向の速度について、a, c断面は4200 m/s以上になり、b, d断面にはP波速度が解析結果の平均速度（4177 m/s）より低下したことが確認できた。これより、b, d断面では水平打継面の一体性が低下している可能性が示唆された。

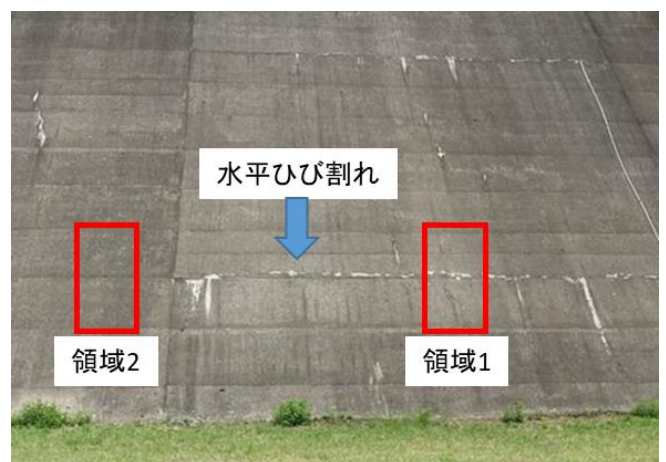


図-1 計測対象領域

キーワード 周波数, ひび割れ, 維持管理, 速度分布

連絡先: 〒615-8540 京都市西京区京都大学Cクラスター 京都大学大学院桂4 C3-b4S16 工学研究科 TEL075-383-3496

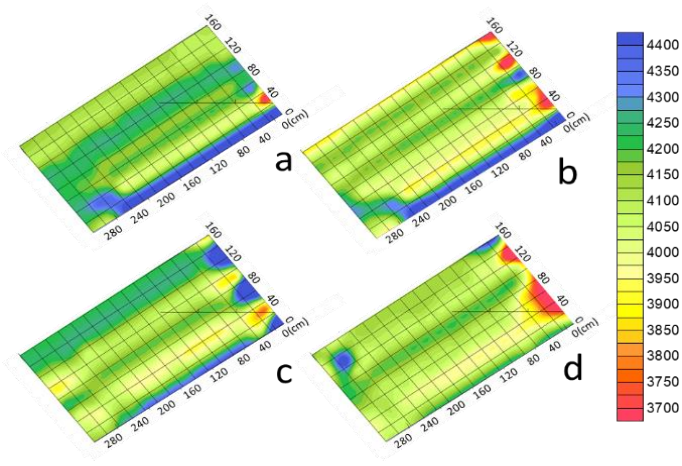


図-2 領域1のP波速度トモグラフィ結果

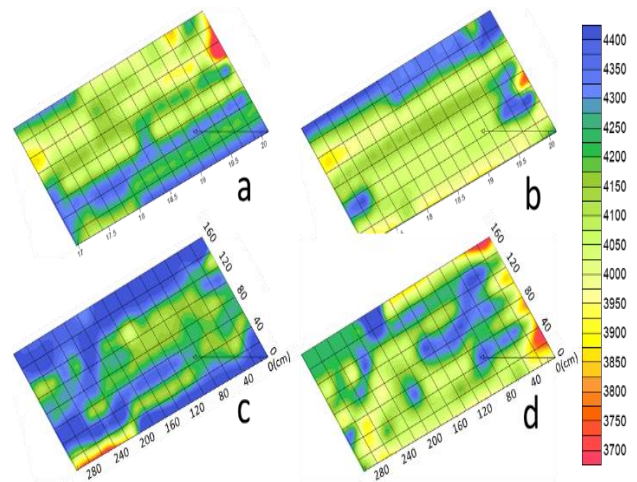


図-3 領域2のP波速度トモグラフィ結果

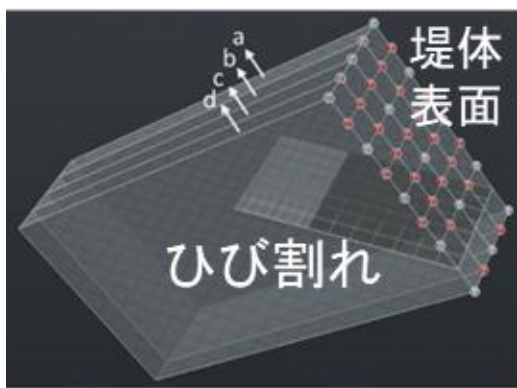


図-4 図-2, 3の断面図の位置

領域1と領域2の表面波速度トモグラフィ解析結果をそれぞれ図-5と図-6に示す。領域1における周波数2kHzの結果より、78cm以深でひび割れの閉合が確認できた。これは、P波速度トモグラフィの結果と一致する。領域2の解析結果では、領域1より高速度が分布しているが、水平打継面が存在する範囲において、表面波速度の低下が確認できた。また、左側の深度40cm程度に速度低下が確認できた。この傾向も、P波速度トモグラフィ結果に表れている。

4. おわりに

コンクリートダム劣化・損傷の調査には、弾性波速度トモグラフィ手法を適用して、劣化・損傷の進展深度や範囲把握による健全性評価と適切な対策を講じることで、効率的な維持管理ができると考える。

謝辞

本研究は、国土交通省 河川砂防技術研究開発公募の支援を受けて実施された。

参考文献

- 1) 奥出信博, 塩谷智基: 表面波を利用したコンクリートのひび割れ注入材の充填評価, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, pp7-12, 2019.

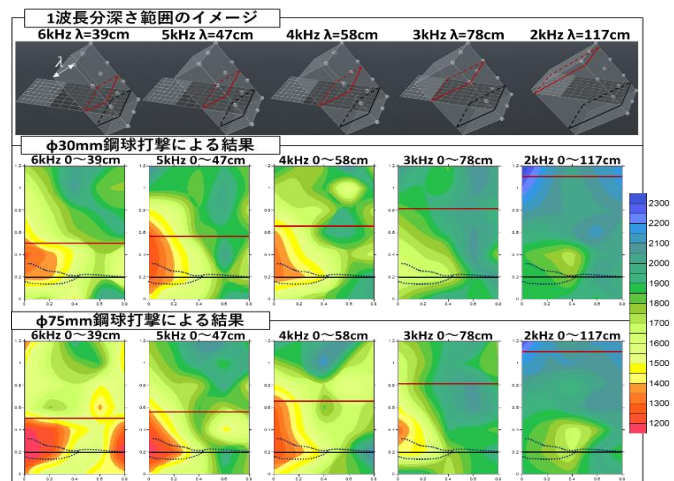


図-5 領域1の表面波速度トモグラフィ結果

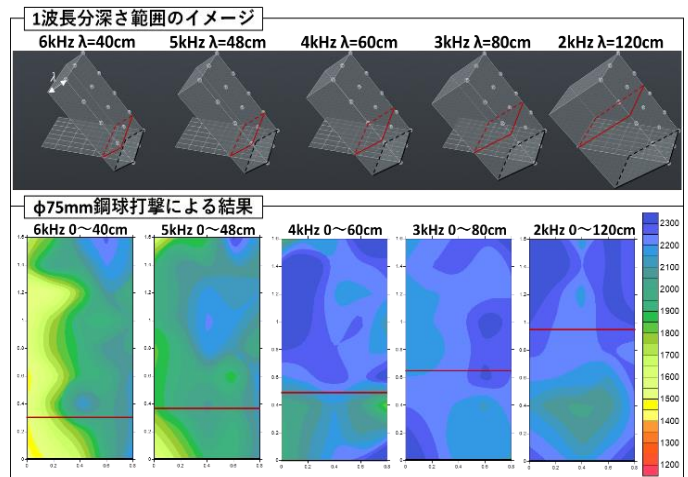


図-6 領域2の表面波速度トモグラフィ結果