

表面波トモグラフィ法を用いた洪水吐き床版コンクリートの健全性評価

(独)水資源機構 正会員 ○國居 史武
 (株)CORE 技術研究所 正会員 小椋 紀彦
 京都大学大学院 正会員 塩谷 智基

1. はじめに

ダム洪水吐きの床版コンクリートが砂礫等の流下により洗堀・摩耗が進行すると、水流の偏りを誘起するだけでなく、更なる洗堀を助長することから、床版コンクリートの健全性評価が重要となる。しかし、ダム洪水吐き等の大型コンクリート構造物の場合、調査対象が広範囲となるため、合理的かつ経済的かつ信頼性の高い点検・健全性評価が求められる。本稿は、竣工後40年以上経過したフィルダム洪水吐きの床版コンクリートを対象に表面波トモグラフィ法を用いた健全性調査を行い、評価手法の適用性について検証した。

2. 調査方法

調査対象施設は、竣工後40年以上が経過したフィルダム洪水吐きシュート部である。洪水吐きシュート部の水路勾配は1:3.5、床版厚は1mで岩着しており、コンクリートの設計基準強度は $24\text{N}/\text{mm}^2$ 、床版には異形鉄筋D19が200mm間隔で配筋されている。計測前に実施した外観目視調査および打音法において、目地部周辺でのコンクリートの浮きや目地の開き、洪水吐きコンクリート打設時に段差等が確認されている。

本稿では、洪水吐きコンクリートで浮きや剥離等の損傷位置や損傷規模を合理的に評価する手法として、表面波トモグラフィ法¹⁾による健全性評価について検証した。図1にセンサ配置図を示す。表面波トモグラフィ法による計測では、図2に示す計測範囲を6分割したものを解析時に重ね合わせした。弾性波の励起は、鋼球打撃によって励起される弾性波の周波数が鋼球径に影響を受けることから、評価対象深度に応じて表1に示す鋼球を使用した。計測では床版コンクリート表面に圧電型加速度センサ(701IS・30kHz共振型)を設置し、サンプリング周波数200kHzとし、コンクリート中を伝播する表面波の伝搬速度を計測した。解析では解析断面をセル(300mm×325mmの長方形)に分割し、データ補間には逆距離加重法(IDW)を用いた。

表1 鋼球径と評価対象深度

鋼球径 (mm)	評価対象深度
30	表面から300mmまで
50	表面から500mmまで
100	表面から1000mmまで

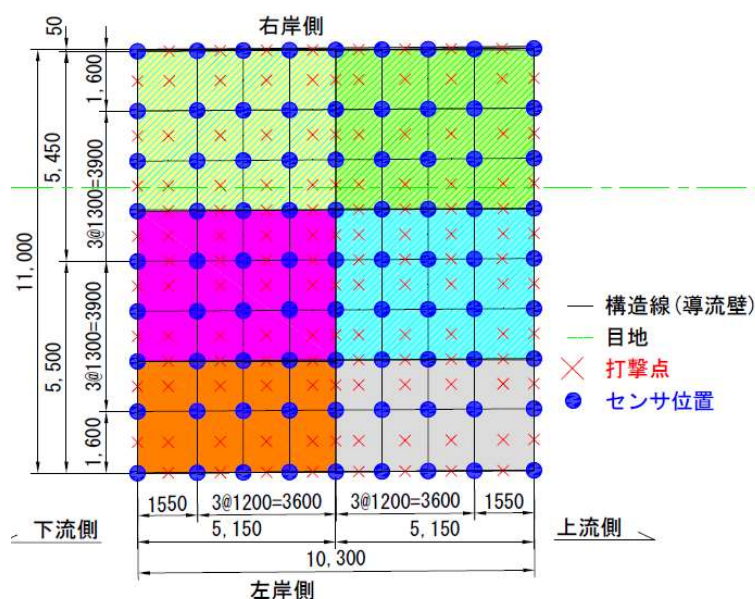


図1 センサ配置図

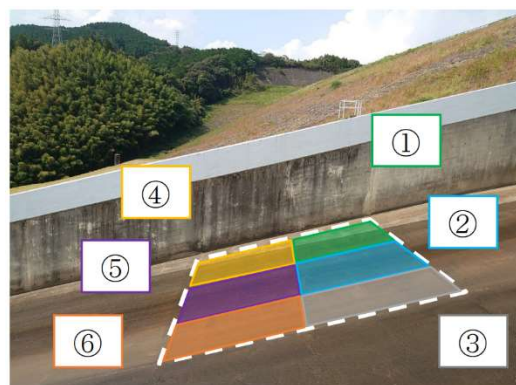


図2 計測範囲の分割

キーワード 表面波トモグラフィ, 洪水吐き, 床版コンクリート, 健全性評価

連絡先 〒338-0812 埼玉県さいたま市桜区大字神田936番地 TEL: 048-853-1785

3. 調査結果および考察

図3に表面から深さ300mmにおける表面波トモグラフィの解析結果を一例として示す。図3における表面波の低速度領域を詳細に把握するため、健全なコンクリートの縦波伝搬速度 $V_p=4000\text{m/s}$ から算定した表面波伝播速度の75%に相当する $V_R=1700\text{m/s}$ を閾値とした二値化表示を行った²⁾。

図4に赤色を低速度領域 ($V_R=1700\text{m/s}$ 以下) として二値化表示した解析結果を示す。図5に洪水吐き床版コンクリートの外観目視で確認された変状を示す。床版の深度方向に関しては、目地付近のコンクリートの浮き(変状①)や目地の開き(変状②)が確認された領域では、表面から500mm以深でも低速度領域が確認されている。なお、外観目視調査で目地の開きが確認されていない部分では、解析結果でも低速度領域は確認されていない。外観目視で確認された段差部(変状③)では、表面から300mm程度まで低速度領域が確認されている。表面波トモグラフィの解析結果からは、一部で洪水吐き床版コンクリートの損傷が着岩部までは到達していると推定される部分もあるため、詳細調査による確認が必要と考えられる。

表面波トモグラフィの解析結果から、外観目視で確認された床版コンクリートの目地周辺および段差部と低速度領域の位置は概ね一致しており、表面波トモグラフィ法の適用により外観目視や打音法で確認できない洪水吐きコンクリート床版の深さ方向の損傷範囲を合理的に評価できる可能性が示されたと考えられる。

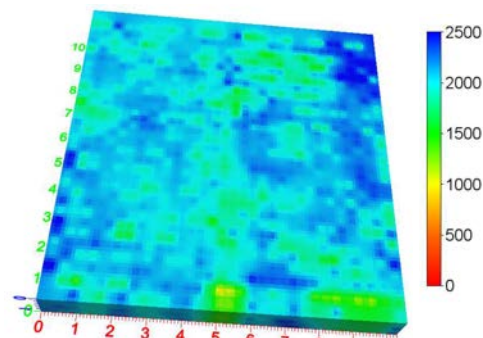


図3 解析結果 (単位:m/s)

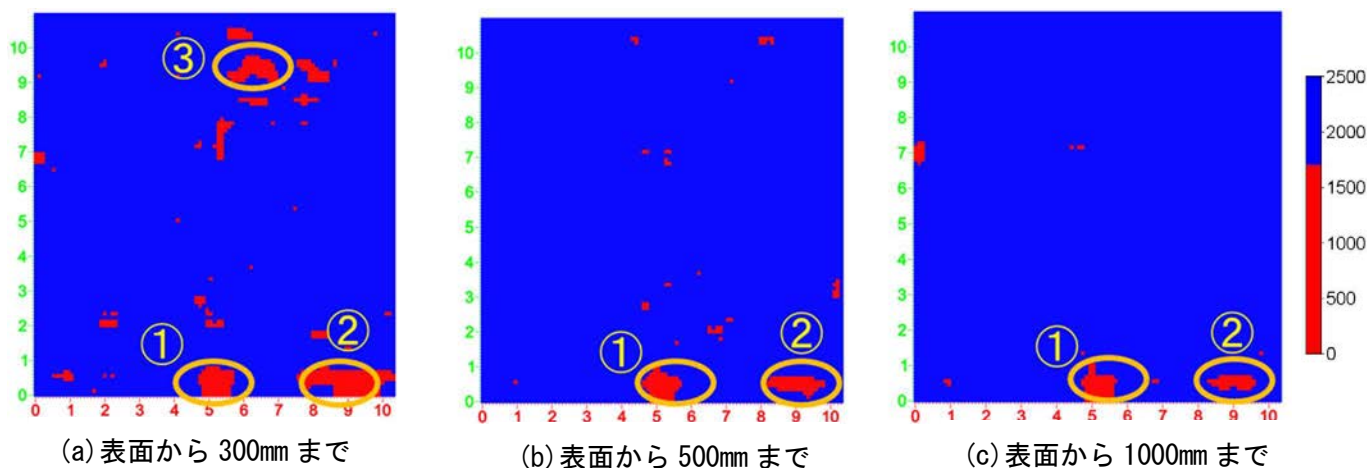


図4 表面波トモグラフィ法の二値化表示による解析結果 (単位:m/s)



図5 洪水吐き床版の外観観察で確認された変状

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, 第19巻, p7-12, 2019
- 2) Lee et al., The Measurement of P-, S-, and R-Wave Velocities to Evaluate the Condition of Reinforced and Prestressed Concrete Slabs, Advances in Material Science and Engineering, 2016