

砂防施設点検の精度向上等の取り組み事例

株式会社建設技術研究所 ○川崎巧, 田中智, 古山剛, 岸根泰三, 金野崇史

1. はじめに

平成 26 年 9 月に「砂防関係施設点検要領(案) 国土交通省砂防部保全課」が公表され、砂防関係施設の健全度を評価するための統一かつ効率的な点検方法などが示された。

砂防関係施設の点検方法は主に目視点検が行われているが、施設状況によって、目視点検のみでは変状を十分に把握できないことがある。ここでは、常時流量が多く、凍結融解作用が生じやすい寒冷地において、砂防施設点検の精度向上を目的として実施した取り組みについて報告する。

2. 目視点検の課題

目視点検は、施設外観から確認される変状を点検する手法である。この手法は簡易かつ一般的な方法であるが、①流水及び湛水箇所の確認が困難であること、②施設の内部損傷が把握できないことが課題であった。これらの課題を解決する方法として、本調査では、簡易な締切による点検調査及び非破壊検査(弾性波探査)を実施した。

3. 簡易な締切による点検調査

3.1 施設状況

施設 A (砂防堰堤: S53 竣工) は、常時流水が水通し全面に越流する施設である。越流水に不連続な乱れがあったことから、越流部下流面に変状があることが予想されたが、変状範囲や変状程度が不明確であった。また、施設 A の本堤直下は水溜池となっており、目視による水叩き摩耗の確認は困難であった。



図-1 ベニヤ板による締切状況

3.2 調査概要

施設 A を対象に、水通し天端において移動可能なベニヤ板製の簡易締切を行い、1~2m 毎に越流部下流面の目視点検及び写真撮影を実施した(図-1 参照)。また、締切部分を繋ぎ合わせた合成写真を作成し、変状の分布状況や連続性を確認した。さらに、水通し天端からテープ計測を行い、水叩き摩耗深を確認した。

3.3 調査結果

締切後の目視点検の結果、①広範囲な剥離・剥落、②部分的なクラック、③打継目の摩耗が確認された。また、水叩き摩耗深計測の結果、右岸側の一部に局所的な洗掘があること確認された(図-2)。

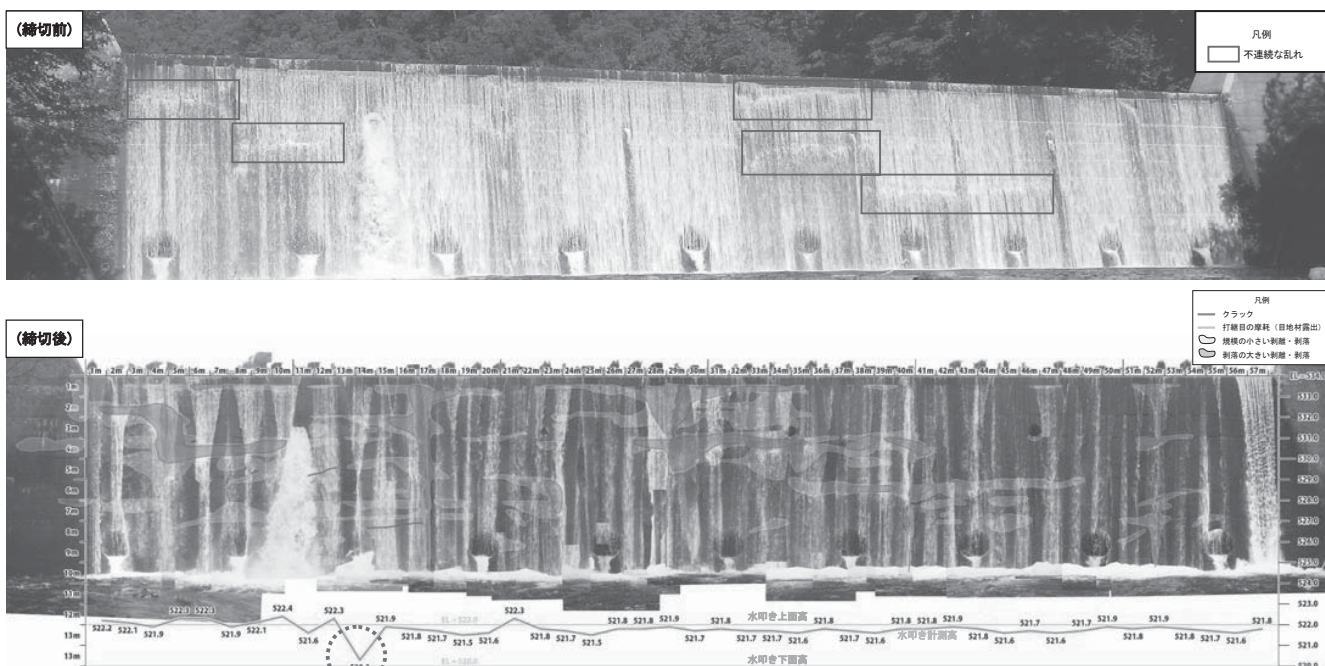


図-2 簡易な締切による点検結果

4. 弾性波探査（透過法）

4.1 施設状況

表-1の4施設は、いずれも竣工後25年以上経過する砂防堰堤である。これらは、目視点検で堤体からの漏水等が確認されており、気象条件から凍結融解作用による施設の内部損傷が懸念されていた。

4.2 調査概要

表-1の4施設を対象に、外観から変状が確認されない健全部と漏水等が確認される非健全部の2測線について、弾性波探査（透過法）を実施し、直接波による弾性波速度値からみた内部損傷の可能性について検討した。

4.2.1 使用機材

本調査では、衝撃弾性波の反射や透過を利用する非破壊試験法の一種である高周波衝撃弾性波探査装置（オーリス：NETIS KT-990158-A）を用いた。本方式は衝撃弾性波の中でも高周波帯域（80kHz～160kHz）の信号の選択検知が可能であり、周波数と分解能の関係から弾性波の伝播時間を精度良く測定することが可能である。また、弾性波の発振は高周波数成分をより多く発生させる目的で高硬度の鋼製ハンマーを使用した。

4.2.2 調査方法

弾性波探査（透過法）の調査概念図を図-3に示す。調査手順の概要は以下のとおりである。

- ①堰堤に受振センサー1、2を設置し、受振センサー1近傍をハンマー打撃し弾性波を発生させ、直接波をセンサーで検知する。
- ②波の伝播時間 ΔT とセンサー間の距離 L から伝播速度（弾性波速度） V を算出する。

4.3 調査結果

弾性波速度の測定結果を図-4に示す。S流域の施設A及び施設Bでは、健全部と非健全部の弾性波速度は、ほぼ同じ速度（差 $\leq \pm 0.06\text{km/sec}$ ）が得られた。それに対し、T流域の施設C及び施設Dでは、非健全部の方が $0.35\sim 0.4\text{km/sec}$ 程度低い速度値を示しており、弾性波速度の差が認められた。

4.4 内部損傷の可能性に関する考察

施設A及び施設Bは、良質なコンクリートの速度値に対し、やや低い値である（表-2）ため、コンクリートが全体的に劣化している可能性があるものの、健全部と非健全部の速度値に明瞭な差がなく、非健全部の内部損傷の可能性は低いと考えられる。

一方、施設C及び施設Dについては、健全部に対して非健全部の速度値が低いため、内部損傷の可能性はあるが、非健全部の速度値は4施設とも表-2の基準で同評価（不良）であるため、対策の緊急性は低いと考えられる。

5. まとめ

本調査では、砂防施設点検の精度向上を目的として、上記2手法を実施した。これらの手法は、調査の原理・手法がシンプルであり、目視点検を補完する点検方法として有効であると考えられる。

本調査では締切時に目視確認を行ったが、UAV（無人航空機）等の活用と組み合わせることで、より詳細な損傷状況を把握できる可能性がある。また、健全度評価指標としての弾性波速度値の活用に向けて、今後は、①コア採取などによる内部状況の直接確認との比較検証や、②蓄積した測定データに基づく非健全部での波形や速度値の特徴の把握が必要になると考えられる。

参考文献 1)（社）物理探査学会（2008）：新版 物理探査適用の手引き・土木物理探査マニュアル、2) 西林新蔵・小柳洽・渡邊史夫・宮川豊章 編（2009）：コンクリート工学ハンドブック

表-1 弾性波探査対象施設諸元

施設名	流域名	竣工年	経過年※	堰堤高	堤頂長	水通し幅
施設A	S流域	S53	37年	12.0m	107.00m	58.50m
施設B	S流域	S59	31年	12.0m	135.10m	73.00m
施設C	T流域	H2	25年	7.0m	304.00m	140.00m
施設D	T流域	S54	36年	13.0m	77.23m	44.50m

※経過年は平成27年時点

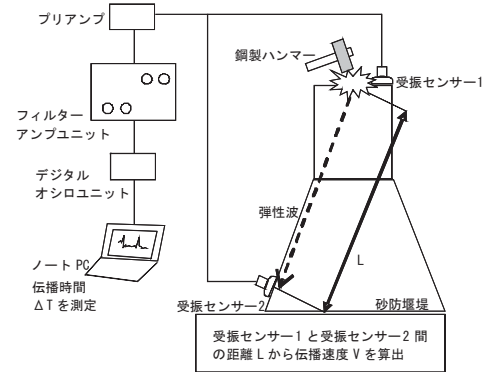


図-3 弾性波探査（透過法）調査概念図

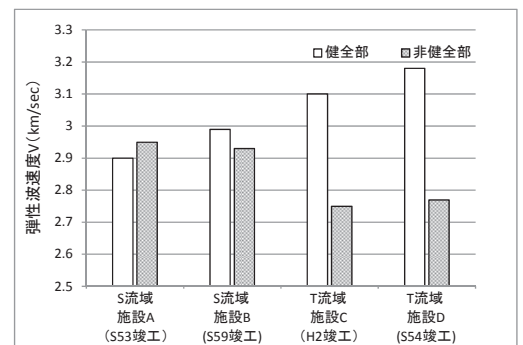


図-4 弾性波速度の測定結果

表-2 ASTMにおける縦波速度とコンクリートの品質²⁾

(コンクリートの単位体積重量: 2.400kg/m^3)

縦波速度 V_p (ft/sec)	縦波速度 V_p (m/sec)	評価
15,000以上	4,570以上	優
12,000～15,000	3,660～4,570	良
10,000～12,000	3,050～3,660	やや良
7,000～10,000	2,130～3,050	不良
7,000以下	2,130以下	不可