

既設砂防堰堤の健全度評価手法の検討

国土防災技術株式会社 ○笠原洋二, 大坪俊介, 小川内良人
国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所 二瓶昭弘, 山影修司, 山中 僚

1. はじめに

既設砂防堰堤の健全度は、一般に砂防施設点検結果に基づいて評価され、補修または補強の優先度が決定されている。評価項目は目視による砂防堰堤の変状や周辺地山の崩壊等であり、点検者の主観的な判定によるところが大きい。コンクリート造のような均質な砂防堰堤については、堰堤の摩耗や亀裂による変状が主であり、目視判定で老朽化の程度を概略把握できる。一方、昭和初期以前に築造された粗石コンクリート造の堰堤については、堤体内部に空洞が発生しているものもあり、目視による判定のみでは、健全度を評価できない場合がある。

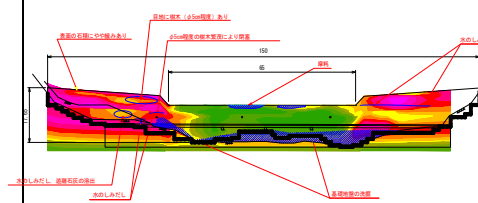
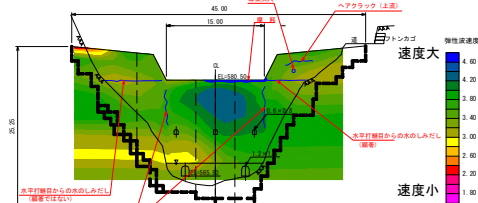
ここでは、阿武隈川水系荒川流域の砂防堰堤を対象に健全度評価手法を検討し、補修施設の優先度を決定したので、その概要について報告する。なお、健全度評価は、非破壊試験および詳細調査結果より得られた資料をもとに決定している。

2. 健全度評価項目について

2.1 弾性波速度と健全度の関係

コンクリート構造物の健全度を評価する指標として、一般に弾性波速度が有効であることが報告されている¹⁾。また、弾性波速度とコンクリートの品質、一軸圧縮強さの関係についても報告されている²⁾。今回対象とした砂防堰堤は粗石コンクリート造、純コンクリート造であり、グラウト工による補修済みの砂防堰堤も含まれる。健全度調査では、弾性波や比抵抗を利用した非破壊試験を行い、その結果、粗石コンクリート造についても、弾性波速度が健全度評価に有効であることが確認された³⁾。また、各砂防堰堤においてボーリング調査や各種原位置試験を行った結果、弾性波速度の他にコア形状や、開口量、P波速度、密度等も健全度評価に有効であることが判明した。

下図に老朽化の著しい砂防堰堤と健全な砂防堰堤の調査結果を対比して示す。

堤体の健全度		老朽化の著しい砂防堰堤	健全な砂防堰堤
弾性波伝播速度 注1)		2000m/s未満	3300m/s以上
堤体構造		粗石コンクリート造	粗石・純コンクリート造
弾性波トモグラフィ結果図			
ボーリング調査結果	角礫+空洞の割合	コンクリート中の角礫と空洞の占める割合が多い(4.6~19.4%)	コンクリート中の角礫と空洞の占める割合が少ない(0%)
	コアの状態	コアは角礫~棒状コアでRQDも小さい(RQD:27~94%)	コアはほとんど棒状コアでRQDも大きい(RQD:51~96%)
	開口量	開口量および累積開口量が大きい(累積開口量:493~1145mm)	開口量および累積開口量が小さい(累積開口量:116mm)
	P波速度	P波速度が小さい(P波速度:1360~2600m/sec)	P波速度が大きい(P波速度:2690m/sec)
密度		密度が小さい(平均密度:2.16g/cm ³)	密度が大きい(平均密度:2.28g/cm ³)
堤体の特徴		施工年度が古く、全体に老朽化が目立っている砂防堰堤	対策済み、純コンクリート造、粗石・純コンクリート造の砂防堰堤

注1)弾性波伝播速度は測定値の最低値

図 1 老朽化の著しい砂防堰堤と健全な砂防堰堤の対比図

2.2 詳細調査による各指標・試験値と健全度の関係

各砂防堰堤において実施した詳細調査結果より、老朽化の著しい砂防堰堤と健全な砂防堰堤では以下のような違いが確認された。

(1) コア形状

ボーリングコアおよびポアホールスキャナー観測よりコア形状を角礫、棒状、片状に区分し、これに空洞を考慮して「角礫+空洞」の割合を対比した。その結果、老朽化の著しい砂防堰堤は「角礫+空洞」の割合が大き

いことが確認された。また、RQD についても同様に違いが認められた。

(2) 開口量

ボアホールスキャナー観測より、最大開口量および累積開口量を求めた結果、老朽化の著しい砂防堰堤は開口量がやや大きいことが判明した。なお、累積開口量は調査深度の深い孔ほど大きくなる傾向があるため、他の物性値と併せて評価する必要がある。

(3) P 波速度・密度検層

開口量の大きい部分では、P 波速度や密度の低下が認められた。また、PS 検層による P 波速度と弾性波トモグラフィによる弾性波速度は、ほぼ 1:1 の関係が得られた。

(4) グラウトテスト

多くの砂防堰堤で逸水が見られ、ルジオン値は 100Lu 以上を示す結果が得られた。

粗石コンクリート造は、純コンクリート造に比べて間隙が大きく、水ミチが形成されている。

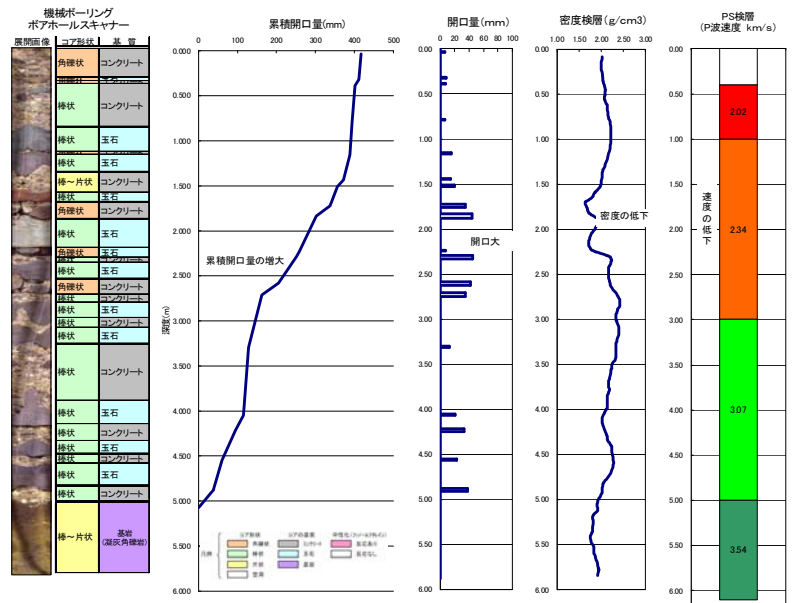


図 2 ボーリングおよび原位置試験の深度分布図

3. 健全度評価手法について

砂防堰堤の健全度は、非破壊試験により詳細調査の必要性を判断し、詳細調査結果により健全度を評価する手法を採用した。図 3 にそのフローを示す。非破壊試験では弾性波速度を基準値として老朽化程度をランク分けし、弾性波速度が著しく低い砂防堰堤または、部位に対しては詳細調査を実施した。詳細調査では、ボーリングおよび各種原位置試験結果をもとに、老朽化の程度と関係性の認められる上記指標（コア形状、開口量、P 波速度、密度、ルジオン値）を評価項目として点数付けし、健全度を評価した。この他に施設の補修・補強履歴や施設点検結果も加え、総合的に判定している。なお、補修優先度については、これに砂防堰堤の重要度を考慮し、合計点数より優先順位を決定した。

4. まとめ

砂防堰堤の健全度を客観的に評価するには、目視点検だけでなく、定量的な指標が必要である。本調査では、非破壊試験結果をもとに詳細調査の必要性を判断し、詳細調査結果より得られる各指標をもとに健全度を評価した。弾性波トモグラフィによる非破壊試験は砂防堰堤全体の速度分布を面的に表現でき、健全度評価手法の一つとして有効な調査法と考えられる。

また、対策工（グラウト工等）の効果判定や砂防堰堤の維持管理手法にも有効と判断される。基準値や評価項目については、砂防堰堤の構造や施工方法、地域性等を伴う可能性もあるが、一つの指標として参考に値すると考えている。また、評価点についても試験データの有無により、見直しが必要になる。今後は、非破壊試験の事例を増やし、維持管理手法にも導入できるよう、検討を進めていきたい。

<参考文献>

- 1) (社)日本コンクリート工学協会, コンクリート診断技術'06[基礎編], pp.110-117, 2) (社)日本コンクリート工学協会, コンクリートハンドブック, pp.525, 3)平成 22 年度砂防学会研究発表会, 非破壊試験による既設砂防堰堤の老朽化診断(投稿中)

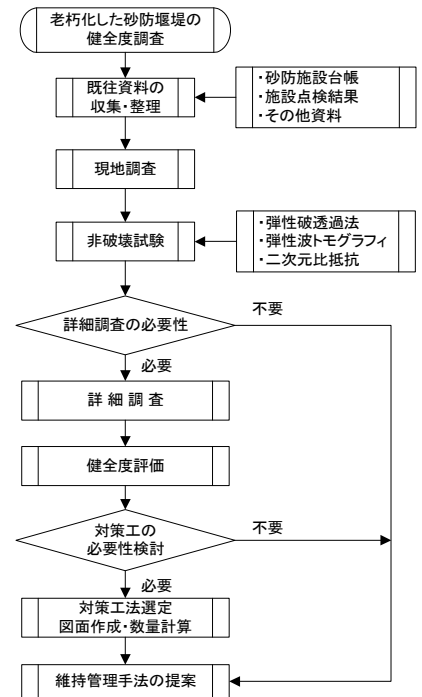


図 3 健全度評価のフロー