

## 改良型弾性波探査を用いたグラウト注入工の改良効果の判定例 —老朽化した石積砂防堰堤を対象として—

八千代エンジニアリング株式会社 ○福塚 康三郎、池田 誠  
大和探査技術株式会社 内藤 好裕、羽佐田 葉子、小嶋 悟史、山本 晃輔  
片山建設有限会社 廣橋 和也

### 1. はじめに

近年、老朽化した石積砂防堰堤において、改良型弾性波探査により得られる平均弾性波速度と弾性波速度構造、目視点検結果およびボーリング調査結果等を組み合わせることにより、砂防堰堤の健全度を面的に可視化し、かつ定量的に評価することが行われている<sup>1)</sup>。本発表では、岡山県西部に位置する砂防堰堤の老朽化対策として実施されたグラウト注入工の改良効果を確認することを目的として改良型弾性波探査を行った事例について報告する。

### 2. 調査概要

#### 2.1 対象施設

対象施設は岡山県井原市内に設置されている石積砂防堰堤(管理者:岡山県)である。昭和28年(約70年前)に完成した堰堤であり、堤長:29.5m、堤高:5.7mである。令和5年3~12月頃にグラウト注入工が実施され、グラウト注入前後に改良型弾性波探査を実施した(注入前の調査:令和5年2月、注入後の調査:令和6年1月)(写真-1)。



写真-1 対象施設におけるグラウト注入工の実施状況(左:正面側から望む、右:左岸側から望む)(令和5年5月)

#### 2.2 改良型弾性波探査の概要

本調査では、特許技術「堰堤の弾性波探査方法および堰堤の健全度診断支援装置並びにプログラム(特許番号:第6396074号)」および新技術「コンクリートトモグラフィによるマスコンクリートの健全度可視化技術(NETIS登録番号:KT-190137-A)」を用いて実施した。本技術は、複数の点で弾性波を発振および受振し、それぞれの伝播時間から構造物内部の弾性波速度分布を計算・解析することにより、弾性波速度構造の把握を可能とするものである。本調査では、対象堰堤を取り囲むように発振点および受振点を設定し、堤体コンクリート内を縦横に通過した弾性波を解析することにより、弾性波速度構造を面的に可視化し、かつ定量的に評価した(図-1、写真-2)。

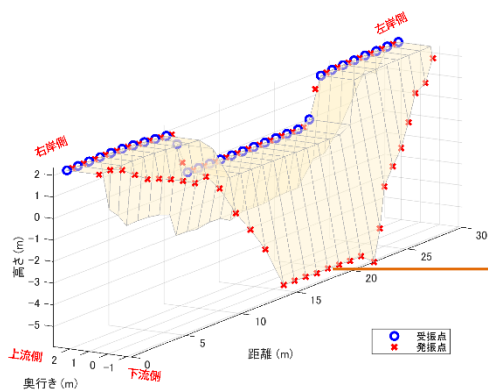


図-1 改良型弾性波探査の概念図



写真-2 改良型弾性波探査の実施状況例

### 3. 改良型弾性波探査結果

グラウト注入工前に実施した弾性波トモグラフィ解析によって得られた弾性波(P波)速度構造を図-2に示す。メッシュ間隔は0.5mを基準とした。得られた弾性波速度の最小値は1.79km/s、平均値は3.13km/sである。図-2に示した通り、正面側の水通し部付近に見られる速度境界と漏水ラインは概ね一致することが確認された。

これに対して、グラウト注入工後に実施した弾性波トモグラフィ解析によって得られた弾性波(P波)速度構造を図-3に示す。得られた弾性波速度の最小値は2.43km/s、平均値は3.69km/sである。全体に寒色系を示し、2km/s未満の低速度領域が解消されていることが確認された。

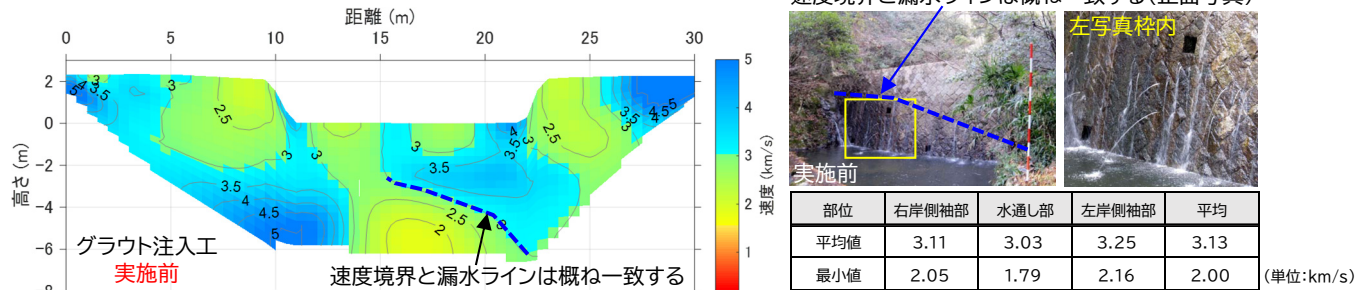


図-2 グラウト注入工実施前の弾性波速度構造（堰堤正面側）

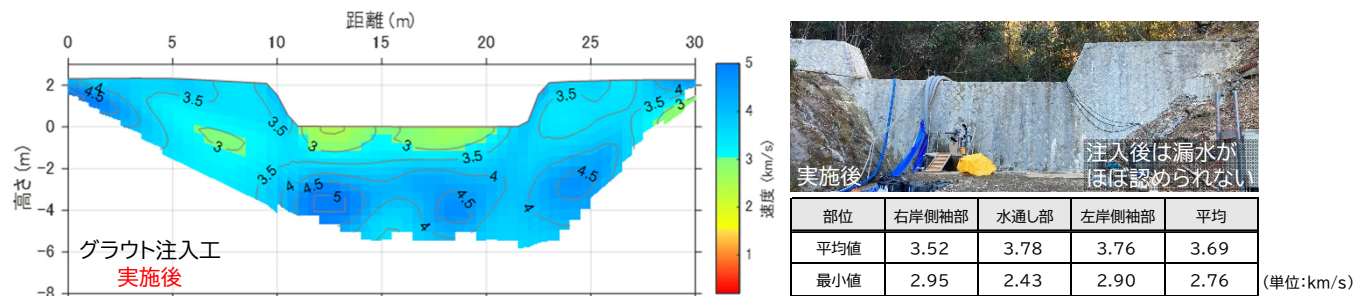


図-3 グラウト注入工実施後の弾性波速度構造（堰堤正面側）

### 4. グラウト注入工の改良効果の判定

グラウト注入工実施前後における弾性波速度変化率を図-4に示す。部位毎の弾性波速度の最小値の変化率に着目した場合、実施前に比べて34~44%の変化が認められるため、概ね全体的に改良されているものと考えられる。

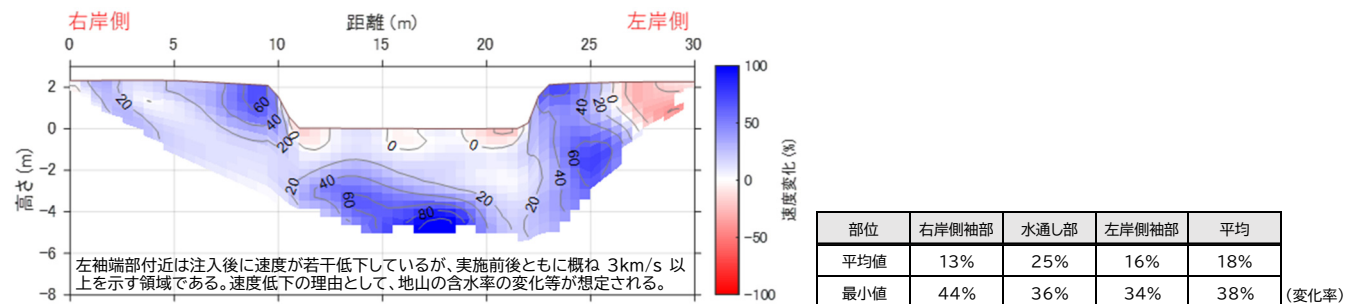


図-4 グラウト注入実施前後における弾性波速度変化率（堰堤正面側）

### 5. おわりに

老朽化した石積砂防堰堤におけるグラウト注入工の改良効果の判定に際し、非破壊調査手法である改良型弾性波探査を用いて面的に可視化した結果、視覚的かつ定量的に評価することが可能となった。

#### 謝辞

上記砂防堰堤における改良型弾性波探査の実施に際し、岡山県土木部防災砂防課ならびに備前県民局建設部井笠地域工務課には大変お世話になりました。ここに記して関係各位に深く感謝申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 田中 秀基、紅粉 昭一、白髭 一磨、福塚 康三郎、佐藤 敏明、石丸 元気、後藤 宏二(2020): 改良型弾性波探査を用いた砂防堰堤の健全度評価—六甲砂防管内における石積堰堤を例として—、2020年度砂防学会研究発表会概要集, 299~300.