

反射法地震探査を用いた既設砂防堰堤の地下埋没部分の可視化の試み

国土交通省 中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 菊池 五輪彦、岡本 明、玉置 和基
八千代エンジニアリング株式会社 ○福塚 康三郎、佐藤 敏明、三浦 郁人
大和探査技術株式会社 内藤 好裕、池上 浩平

1. はじめに

研究対象とした既設砂防堰堤（以下、K堰堤）では、堰堤改築計画（嵩上げ）に際し、堰堤基礎部の地下埋没部分の形状やその底面深度の把握が課題となった。事前の現地踏査において、K堰堤の水通し部～左岸側付近には厚い土石流堆積物の分布や、埋没谷の存在が推定され、堰堤基礎部の底面はこの土石流堆積物中に位置することが想定された。このため、堰堤の嵩上げに伴う基礎地盤の支持力の低下が懸念された。本研究では反射法地震探査を用いて、K堰堤の地下埋没部分の埋没形状の可視化を試みると同時に、土石流堆積物の堆積形状や埋没谷の分布形状の検討も行った。

2. 堰堤および周辺地盤の概要

2.1 堰堤の概要

K堰堤が位置するK沢は流域面積約 1km²の土石流危険渓流であり、急峻な山地内に位置する。流域面積は小規模であるが、河道に堆積する不安定土砂は厚く、支溪からの流出土砂も多大であるため、土砂生産ポテンシャルは極めて高いと考えられる。K堰堤の竣工年度は昭和 40 年代、有効高は 8m、堤体幅は 60m、施設効果量は約 4000m³であり、満砂状態である。副堰堤の下流側基礎部は著しく洗掘され、クラックが発達する。また、水叩き部は孕み、著しく摩耗が進行している。

2.2 堰堤周辺の地盤の概要

K堰堤の堆砂域の直上流付近に位置する左岸側溪岸部には、生産時期の異なる土石流堆積物が段丘状に分布する。谷幅は堰堤周辺で最も広くなる。堰堤の左岸側には土石流堆積物が厚く分布し、右岸側には基盤岩が露出する。堰堤下流側の左岸側の溪岸には前述の土石流堆積物の侵食崖が認められる。現地踏査の結果、堆砂域上流端付近で伏流した河川水は堰堤左袖の直下の土石流堆積物中を通り、堰堤下流左岸側の 2 箇所再度湧出し、ワサビ田の水源として利用されていたものと考えられる（現在、ワサビ田は放棄されている）。なお、K沢の両岸には崩壊地や崩壊跡地が点在していることから、土石流堆積物中には崖錐堆積物も挟在されているものと考えられる。

3. 反射法地震探査の概要

反射法地震探査は、弾性波を用いて地下構造を推定する手法の一つであり、地表部で人工的に発生させた弾性波が地下の構造物や地層境界（厳密には弾性波速度と密度の積である音響インピーダンスの不連続面）で反射し、地表部に戻ってきた波を解析処理して地下構造を可視画像化するものである（図-1、写真-1）。

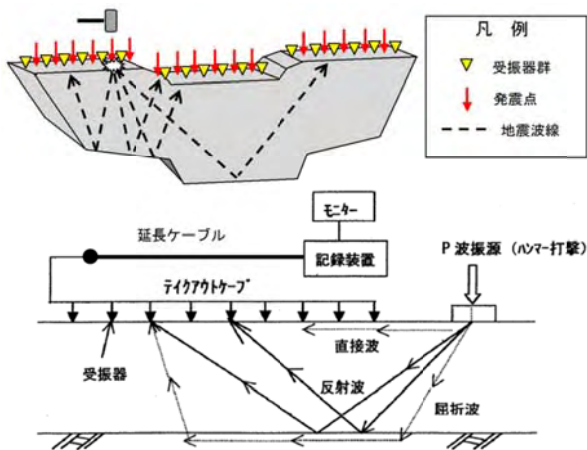


図-1 探査イメージ



写真-1 受振器群の展開状況（右岸側から左岸側を望む）

4. 反射法地震探査結果

反射法地震探査により得られた測定記録を定速度 PSDM (Pre-Stack Depth Migration) 処理によりデータ解析を行い、反射強度の深度分布断面図を作成した (図-2)。マイナスの反射振幅は黒色系 (黒色～濃い灰色)、プラスの反射振幅は白色系 (薄い灰色～白色) で示した。堰堤底面からの反射波は水平あるいは一定の傾きを持つ連続した反射波群と考えられる。このため、反射断面図上でこのような連続した反射波を抽出することにより、堰堤底面の形状の可視化を試みた。また、反射波の到達時間と振幅を解析することにより、土石流堆積物の堆積形状や埋没谷の分布形状の検討も行った。これらの検討結果については考察にて述べる。

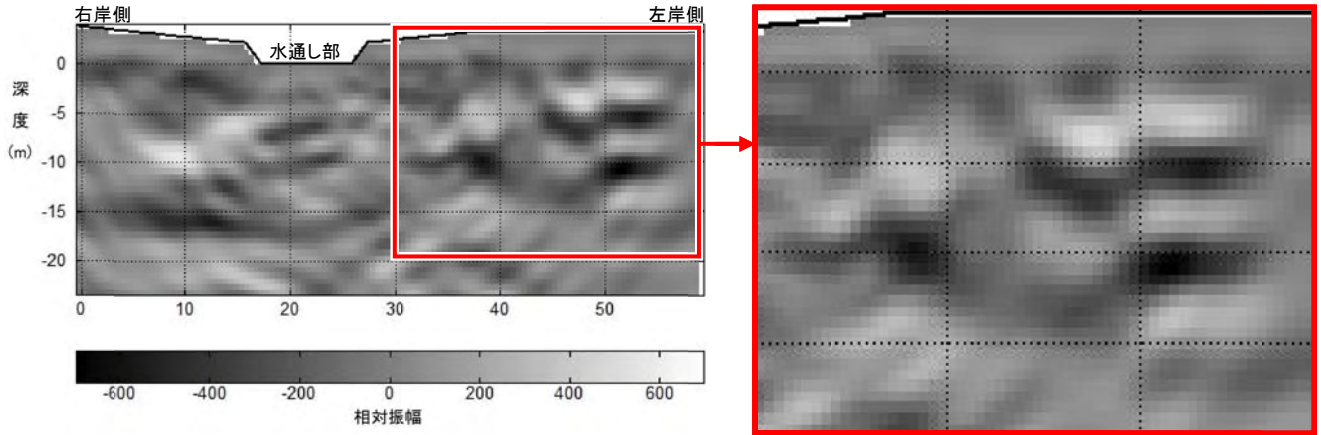


図-2 反射強度の深度分布断面解析結果 (左: 全体図、右: 左岸側部分の拡大図)

5. 考察

5.1 堰堤の地下埋没部分の埋没形状

図-3 に反射断面解釈結果を示す。反射断面において、白→黒の反射境界は相対振幅が正→負となる箇所であり、物性が硬質→軟質に変化する箇所と考えられる。この反射特性を踏まえて、堰堤底面と考えられる反射境界を黒線で示した。左岸側では白→黒の反射境界が明瞭かつ連続的に確認され、水通し部で実施されたボーリング調査結果で確認された堰堤底面深度とも整合的である。また、堰堤底面の反射面は水平と斜めからなるパターンであるため、段切り形状を呈すると考えられる。なお、堰堤底面が基盤岩と接する右岸側では反射面は不明瞭である。

5.2 土石流堆積物の堆積形状と埋没谷の分布形状

土石流堆積物中の地層境界ないし土石流堆積物と基盤岩との境界と考えられる反射境界を青線で示した。土石流堆積物は水通し部～左岸側に分布し、複雑な堆積形状を呈するものと考えられる。また、土石流堆積物の下部には2つの明瞭な埋没谷と考えられる反射境界 (黒→白: 下に凸を呈する) がみられる。これらは現地踏査で確認された堰堤下流側 (左岸側) の2箇所湧出している伏流水の通り道 (水みち) の一部と考えられる。

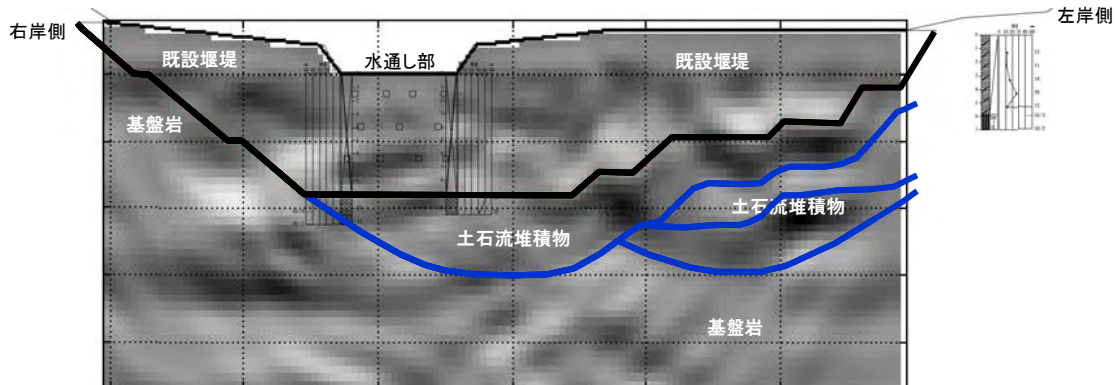


図-3 反射断面解釈結果 (黒線: 堰堤底面、青線: 土石流堆積物中の地層境界ないし基盤岩との境界)

6. おわりに

既設堰堤基礎部が土石流堆積物と接している部分では、明瞭な反射面を捉えることが可能であり、地下埋没部分の可視化に成功した。今後、堰堤基礎部が岩盤と接する部分における反射面の解析精度の向上が課題と考える。