

4D-LiDAR を用いたヒル谷試験堰堤排砂時の流況・河床変動観測

いであ株式会社 望月優生, ○澤田尚毅, 越智尊晴, 菅原圭吾, 谷口柊, 佐藤晶
 京都大学大学院 宮田秀介
 京都大学防災研究所 高山翔揮

1. はじめに

山地河川における流量や流速の観測は、施設計画や防災計画の検討にあたり重要となる。出水中の河床変動や流路の変動がある山地河川においては、非接触かつ面的または横断的な観測手法が求められる。LiDAR を用いた観測手法として、土石流については、流下中の表面形状や流動特性を高時間分解能で把握する研究が報告されている（例えば、金子ら 2025, 影山ら 2025）。一方で、土粒子が表面に露出しない濁水を対象とした観測事例はほとんどない。本研究では、4D-LiDAR を用いて濁水の観測を行い、流況および河床変動を時空間的に把握した。

2. 観測地および方法

観測は、京都大学防災研究所穂高砂防観測所のヒル谷試験堰堤の排砂時に実施した。ヒル谷試験堰堤は神通川水系蒲田川左支川足洗谷に位置し、流域面積は約 0.85 km²である。排砂は堰堤に設置された排砂ゲートの開閉および人力による土砂かき作業により実施された。

図 1 に示す試験堰堤下流の河道において、4D-LiDAR (Livox AVIA) を設置し、排砂時の濁水流下状況および濁水通過前後の河床状況を三次元点群データとして取得した。

取得した点群データは LiDAR のフレームデータを 1 秒間で積算することで時系列点群データを作成した。LiDAR は清水では反射せず、濁水においても石礫等と比べて反射強度が弱い。河岸の石礫や植生と流水の反射強度の違いを利用して、川幅の変化等の流況を観測した。

併せて、水面及び河床面の縦横断形状を整理するため、点群データから断面を抽出し整理した。

3. 結果および考察

4D-LiDAR により取得した点群データの反射強度分布を図 2 に示す。水面とその他の地物の LiDAR 反射強度の違いから、試験堰堤のゲート開放後に流量が増加し、水面幅が大きくなっていることが確認できる。

点群は三次元的に取得されているため、反射強度の違いにより、水面及び露出している河床を観測できる。



図 1 ヒル谷試験堰堤下流における観測状況

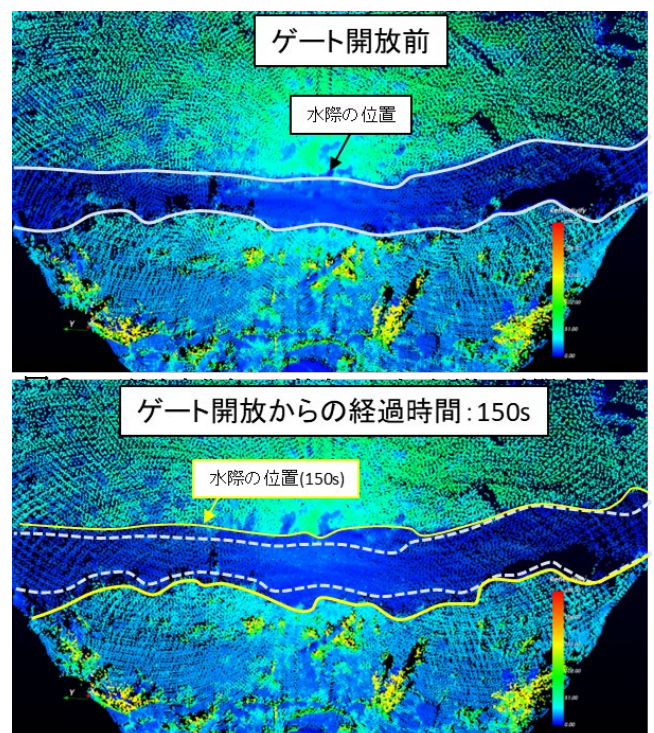


図 2 反射強度分布から抽出した水面形状の時間変化

次に、横断方向の形状変化を図3に示す。横断形状は、縦断距離 6.6 m 付近において縦断線に直交する方向に断面を設定し、断面位置を中心として ± 0.05 m (幅 0.1 m) の範囲の点群を抽出して平均化して作成した。また、標高は LiDAR 座標系における任意基準高を 0 m とした相対標高として整理した。洪水初期には横断形状は比較的平坦であったが、洪水時には流路の湾曲の影響により外岸側で水位が高くなる傾向が確認された。また、流量低下後 (570 s) においても反射している標高は高く、河床に土砂が堆積したことが確認できる。

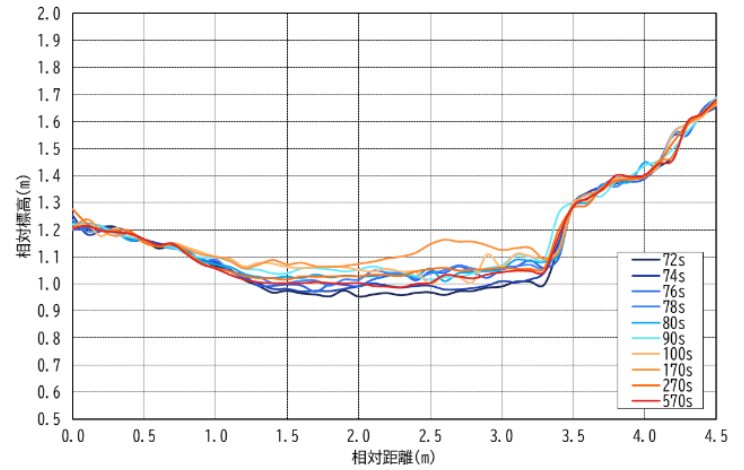


図3 各時刻の横断面図

縦断方向の河床および水面形状の変化を図4に示す。縦断形状は河道に概ね沿う方向に直線として設定し、横断と同様に断面位置を中心として ± 0.05 m の範囲の点群を平均化して作成した。洪水初期 ($t=72$ s) の河床形状より、1~2m 程度の間隔でステップ・プール構造が確認できる。ピーク時の水面形状では、洪水初期に確認されたステップの箇所で水面勾配が大きくなっていることがわかる。また、縦断距離 3~7m の範囲にあるプールでは、実験後の水面形状は洪水初期に比べて平坦になっており、堆積した土砂で河床が平坦になっていることが確認できる。

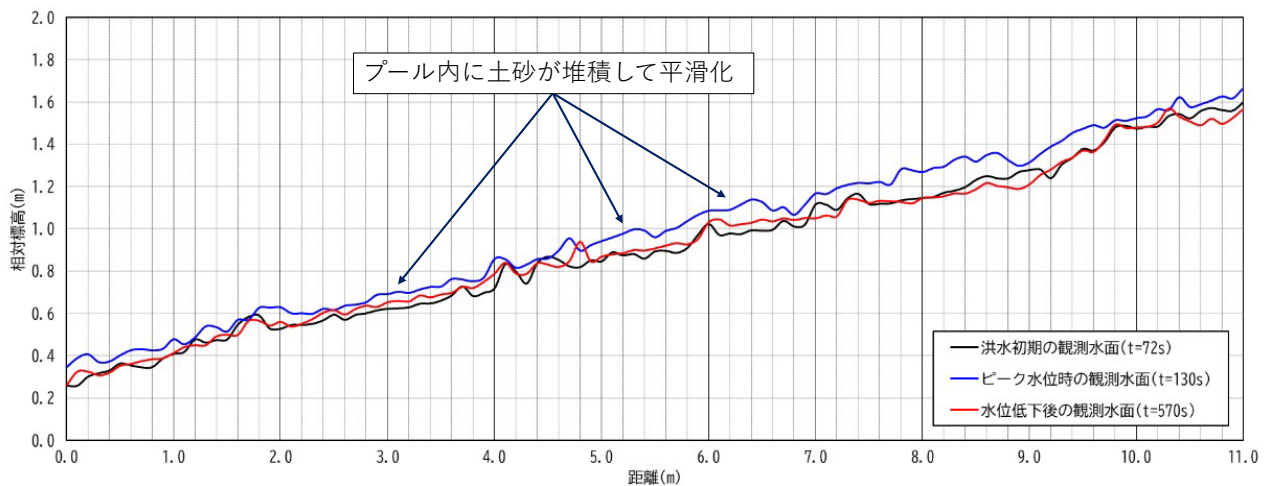


図4 各時刻の縦断面図

4. 今後の展望

今後は、4DLiDAR によって流下断面積を推定し、画像解析による表面流速の算出と組み合わせることで、濁水流下時の流量推定への適用可能性について検討を進める予定である。

謝辞 本検討を行うにあたり、ヒル谷試験堰堤の排砂実験に参加された学生をはじめとする多くの皆様へ感謝の意を表します。

参考文献 金子ら, 2025, 令和7年度砂防学会研究発表会概要集, p.785-786. 影山ら, 2025, 令和7年度砂防学会研究発表会概要集, p.53-54.