

航空レーザデータを利用した砂防堰堤の施設効果の可視化の事例報告

国土交通省 中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 伊藤誠記, 澤田宗也
中日本航空株式会社 ○高野正範, 宮山智樹, 中山裕紀, 猿渡辰也, 宇野女草太

1. はじめに

既設砂防堰堤の施設効果を把握することは、流域の土砂管理及び今後の砂防計画等において重要な事項である。これまで堰堤の堆砂状況は、中心線形上の縦断面図と10～50m程度の間隔で設定された距離標を基準とした横断測量で把握されてきた。近年、ICT技術の発展に伴い、三次元データの利用が普及してきた。本件では航空レーザ測量による標高グリッドデータ（三次元地形モデル）を用いた堆砂状況把握の事例を報告する。

2. 堆砂勾配調査

2.1 調査対象

調査対象施設は、天竜川上流河川事務所の管轄する竜西流域内の砂防堰堤で、古いものは昭和30年代に竣工したものから、現在も一部施工中のものまで様々な年代に建設された21基の砂防堰堤（表1）とした。流域毎の内訳は、太田切川流域が9基、中田切川流域が4基、与田切川流域が8基である。

表1 調査対象砂防堰堤

流域名	砂防堰堤施設名
太田切川流域	太田切砂防堰堤
	太田切第2砂防堰堤
	中御所砂防堰堤
	中御所第2砂防堰堤
	黒川砂防堰堤
	黒川第2砂防堰堤
	黒川第3砂防堰堤
	黒川第4砂防堰堤
	本谷砂防堰堤
中田切川流域	中田切砂防堰堤
	中田切第2砂防堰堤
	中田切第3砂防堰堤
	中田切第4砂防堰堤
与田切川流域	坊主平砂防堰堤
	飯島砂防堰堤
	七久保堰堤
	飯島第2砂防堰堤
	飯島第3砂防堰堤
	飯島第4砂防堰堤
	飯島第5砂防堰堤
	飯島第6砂防堰堤

2.2 調査方法

2.2.1 使用データ

施設効果を確認するうえで、計画に対して現状がどうかを同一次元で把握することが重要であり、縦断面図による計画堆砂勾配と現況の堆砂勾配を比較した。施設計画時の計画堆砂勾配及び元河床勾配は、天竜川上流河川事務所所有の竜西流域砂防施設台帳の施設諸元表より確認した。現況地形は、航空レーザ測量データ（2019年10月計測の1mグリッド標高データ）を用いた。

2.2.2 縦断線形の復元

施設台帳の付属資料（施設配置計画図等）と現況地形をCAD上で重畳し、現況地形上に中心線形をトレースした。この際、計画年代が古い施設については、位置が確認できる座標情報等の資料が少なく、中には縮尺が不明なものや、標高基準の整合が取れないものも存在した。それら施設について、計画図内の等高線形状や堰堤の配置図により平面位置及び標高の整合を図り線形を設定して復元した。（図1）

2.2.3 現況河床勾配算出区間

計画時の縦断面図と現況縦断を重畳し、現況河床勾配の算出区間を次のとおり設定した。

- ①：現在の堆砂高の回帰直線と元河床の交点、もしくは現在の堆砂高が元河床勾配に近接した点かつ勾配変化点（図2）
- ②：①の交差点が上流側に設置された堰堤より上流となった場合は上流堰堤直下とする区間（図3）

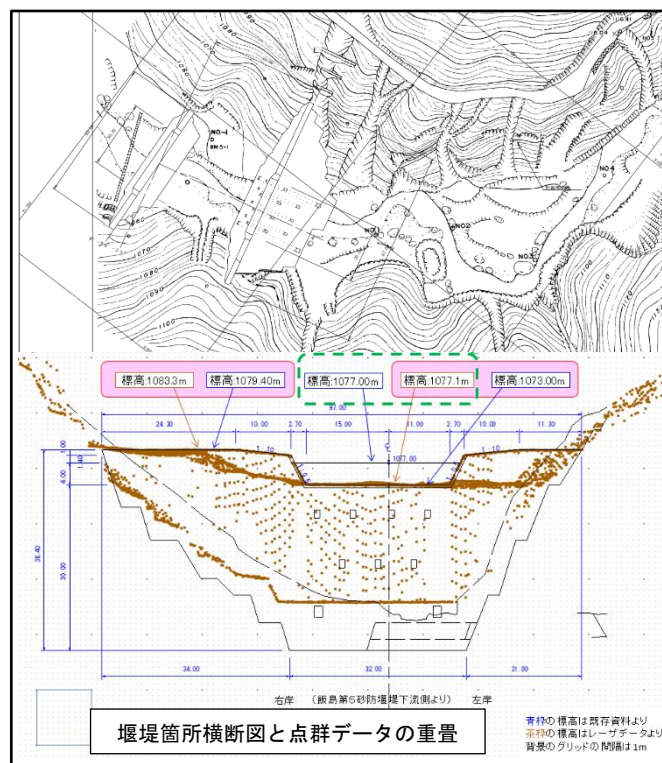


図1 既存資料と現況地形モデルとの重畳例

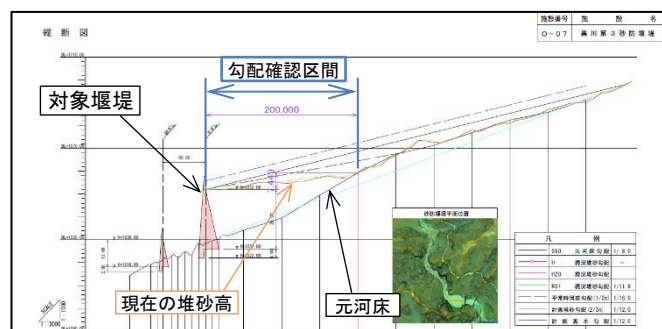


図2 現況河床勾配算出区間設定例①

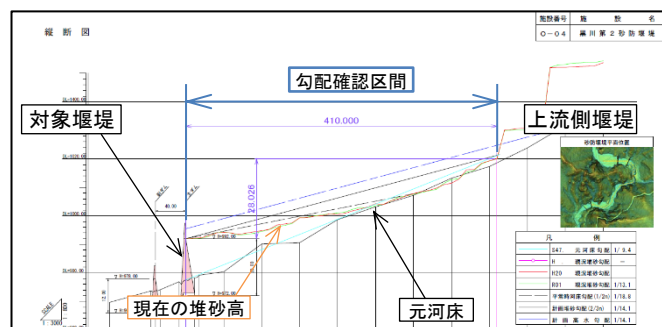


図3 現況河床勾配算出区間設定例②

2.3 調査結果

各堰堤の元河床勾配、計画堆砂勾配、現況河床勾配は表2のとおりである。現況河床勾配について、未満砂および砂利採取・除石が行われた堰堤を除き、最大勾配は太田切流域の黒川第2砂防堰堤の1/14.6、最小は同

じく太田切流域の黒川第3砂防堰堤の1/26.8であった。現況勾配が計画勾配を超えた堰堤は、太田切川流域の太田切第2堰堤の1基であった。また与田切川流域は8基の堰堤のうち6基で砂利採取が行われていた。図4は元河床勾配の急な順に並べた散布図で、砂利採取が行われた堰堤を除くと、元河床勾配が緩い箇所では現況河床が計画堆砂勾配に近く、元河床が急な箇所では現況勾配は緩くなる傾向となった。

表2 調査対象砂防堰堤

流域名	砂防堰堤施設名	元河床勾配	計画堆砂勾配	現況河床勾配
太田切川流域	太田切砂防堰堤※1	1/14.6	1/21.9	1/33.8
	太田切第2砂防堰堤	1/12.5	1/18.8	1/15.6
	中御所砂防堰堤	1/8.4	1/12.6	1/15.6
	中御所第2砂防堰堤	1/9.3	1/14.0	1/18.9
	黒川砂防堰堤	1/8.0	1/12.0	1/23.5
	黒川第2砂防堰堤	1/9.4	1/14.1	1/14.6
	黒川第3砂防堰堤	1/8.0	1/12.0	1/26.8
	黒川第4砂防堰堤※2	1/9.2	1/13.8	1/13.3
中田切川流域	本谷砂防堰堤	1/7.7	1/11.6	1/22.7
	中田切砂防堰堤	1/8.7	1/13.1	1/16.6
	中田切第2砂防堰堤	1/12.6	1/18.9	1/21.4
	中田切第3砂防堰堤※1	1/9.5	1/14.3	1/25.8
与田切川流域	中田切第4砂防堰堤	1/12.0	1/18.0	1/20.2
	坊主平砂防堰堤	1/12.6	1/18.9	1/22.5
	飯島砂防堰堤※1	1/16.4	1/24.6	1/309.2
	七久保堰堤※1※3	1/19.4	1/29.1	1/177.5
	飯島第2砂防堰堤※1	1/14.3	1/21.5	1/31.9
	飯島第3砂防堰堤※1	1/14.0	1/21.0	1/39.0
	飯島第4砂防堰堤※1	1/11.8	1/17.7	1/24.2
	飯島第5砂防堰堤※1	1/12.0	1/18.0	1/20.2
	飯島第6砂防堰堤	1/9.3	1/14.0	1/19.4

※1: 砂利採取、除石あり
 ※2: 黒川大4砂防堰堤は未満砂
 ※3: 七久保堰堤の元河床勾配及び計画堆砂勾配は現況地形より推定

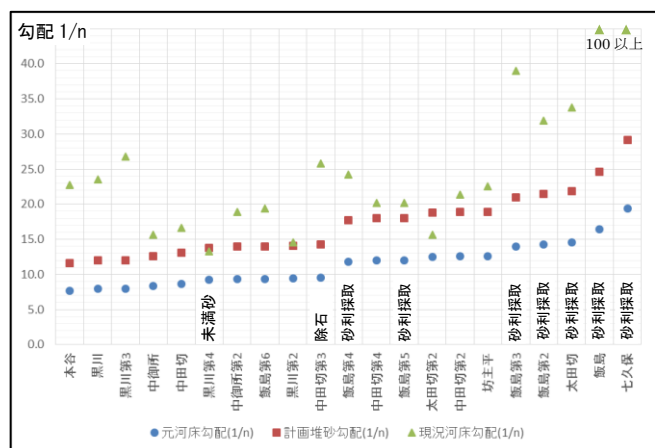


図4 元河床、計画堆砂、現況河床勾配比較

3. 三次元データによる確認事例

今回は、堰堤の堆砂前の地形モデル（2016年計測の0.5mグリッド標高データ）を変動前の河床と想定し、堆砂後の地形モデル（2019年10月計測の1mグリッド標高データ）との比較により堆砂状況の可視化画像を作成した。図5は、それぞれの地形データを可視化した画像（地形起伏図）である。地形起伏図は、微地形の表現に優れており、同一箇所の地形形状の違いを目視確認できる。図6は、二次期の地形データの標高差解析を実施して作成した差分画像で、堆砂・堆積を暖色系、侵食・崩壊を寒色系で差分量に応じたグラデーションで表現している。これにより堰堤上流側の堆砂状況が視覚的に確認できる。

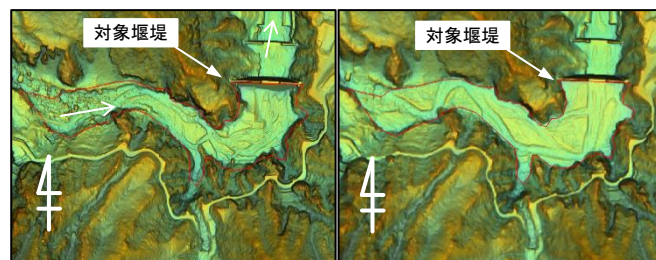


図5 地形可視化画像（飯島第6砂防堰堤）
（左2016年、右2019年）

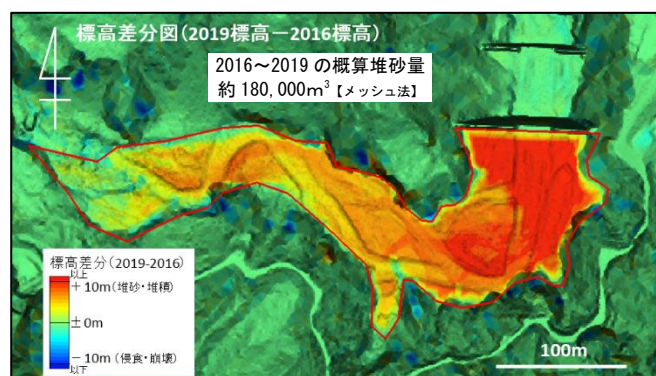


図6 二時期差分による堆砂状況の可視化
（想定元河床～現況地形 飯島第6砂防堰堤）

二つの三次元データを用いた解析では、従来の平均断面法等の手法に比べ短時間で精度のよい堆砂量の算出ができる。また、計画時に設定した平常時堆砂勾配や計画堆砂勾配から三次元モデルを作成し、現況地形との差分析による画像及び空き容量等を容易に確認することが可能となる。三次元設計モデル等が作成される新しい施設では、三次元データを活用することで堆砂状況を詳細に確認できる有効な手法となる。

4. 課題と展望

既存施設の多くは縦横断面図を基に計画及び管理されてきており、堆砂量の算出方法も平均断面法等で行われてきた。縦断面図での比較では、滞筋が変化する堆砂数においてどのように堆砂勾配を設定するかが課題である。堆砂状況の確認は、滞筋の変化を含めた、偏堆砂や局所洗堀がどこに発生しているかを把握することも重要で、縦断面・横断面に加え、平面形も用いて総合的に評価しなければならない。これらの変動は、土砂流出毎に大きく異なり、特に土石流直後では大きな堆砂が発生する。今回の調査結果は、平常時の堆砂状態に近いものと推測するが、土砂流出時の変動が本来の堆砂状況、施設効果を発揮している状況と考えられるため、複数期の三次元データにより確認することが有効と考える。

5. おわりに

本報告では、航空レーザ測量データを利用し現状の堆砂状況を調査し、縦断面図による線的な比較により各勾配を整理した。また今後のICTの発展を想定し、二時期の三次元データを用いた解析により、堰堤での土砂捕捉状況の可視化について試行した。このような三次元情報を用いて堆砂状況を定期的にモニタリングすることで、現況施設の持つ機能を確認し適切な土砂管理を行うことが重要である。