

DX 技術を活用した砂防関連業務の高度化に向けた取組み

いであ株式会社 ○諸原 亮平, 木村 啓祐, 菅原 圭吾, 大江 浩之
石森 久仁子, 中原 良一, 森 克味, 古堅 雄士

1. はじめに

近年の情報技術の発展に伴い、国土交通省では令和2年からインフラ分野のDX推進本部が立ち上げられ、DX技術の活用が進められており、令和6年には平成28年から取り組まれているi-Constructionをさらに進化させたi-Construction2.0の取り組みが進められている。建設コンサルタント業務においても、令和5年度から詳細設計業務でのBIM/CIM原則適用が開始される等、DXの取り組みが推進されている。一方で砂防に関する調査、設計及び災害発生時の対応などの各プロセスにおいて、効率化やコスト縮減、精度向上等が求められている。

本稿では、砂防設計業務における課題を整理するとともに、DX技術の活用による効率化・高度化に向けた具体的な取り組みを紹介する。

2. 砂防設計業務における課題

砂防設計業務や災害対応を実施するにあたり、以下のような課題が挙げられる。

表-1 砂防設計及び災害対応時の主な課題

課 題	概 要
(1) 現地調査および測量の効率化	簡易な現地測量を実施する場合も、精度を確保するための基準点測量が必要になり、作業に時間を要する。
(2) 砂防堰堤の配置設計における非効率性	複雑な谷地形など、堰堤位置の絞り込みが困難な場合や流域内に複数の堰堤を計画する場合は、配置案の検討ケースが増加し、多くの時間や労力を要する。
(3) 従来の設計手法における細部状況の反映	従来の2次元設計手法では複雑な地形条件を十分に反映できず、施工時の手戻り等が生じる恐れがある。
(4) 合意形成におけるイメージ共有の難しさ	発注者との協議や地域住民等との合意形成において、計画イメージが十分に伝わらず、合意形成に時間を要する。
(5) 災害時における状況把握や情報共有の困難さ	発災時は迅速な対応が求められるが、現地状況や被災状況等の現地調査結果の整理に時間を要し、二次災害への対応等に遅れが生じる恐れがある。

3. 各現場におけるDX技術の活用事例

(1) RTKを用いた座標測位による現地状況把握

砂防堰堤を計画する際には、調査段階から施工に配慮する必要がある。特に工事用車両の進入経路の検討が重要である。現況道路の測量は、精度確保のため基準点測量等を行う必要がある。時間や費用がかかるため、あまり実施されていない。また、軒先等2次元では把握できない支障物もある。近年は、LiDAR技術が普及し、単独で点群取得も可能だが、GPSでの座標取得であり、公共座標を有した既往測量成果と整合しない等の課題がある。

そのため、モバイル端末とRTKをリンクさせ、GNSS測位が可能な市販システムを活用した。衛星測位により、LiDAR機能を有するiPad等で取得した点群データに座標情報が備わるため、既往測量成果との整合が可能になる(図-1)。点群の取得は短時間で実施可能であり、広範囲で座標を備えた点群を取得できるため、進入軌跡の検討等の精度向上に繋がる。

現状では、道路境界や擁壁等の地物をトレースして抽出しているため、今後は取得した点群データから、現況地物を自動で抽出可能な仕組みを検討する。

(2) 自動設計による砂防堰堤配置検討の効率化

砂防堰堤の配置設計時は、地形条件等を考慮し、経験則に基づいて堰堤の概ねの配置を設定し、検討を行ってきた。しかし、複雑な谷地形の場合、数mの位置変更でも堰堤の規模が変わるため、多数案の比較検討には多くの時間を要していた。

そのため、任意の間隔で複数の配置案を比較検討可能なシステムを開発した。システムはMicrosoft Visual Studioを用いて、C#言語で作成した。プログラムをAutodesk Civil3D (Autodesk, Inc.) のアドイン機能とすることで、嵌入深や根入れ等基準に準拠した計画堰堤の3次元モデル及び床掘作成、堤体及び床掘体積の算出を一連で実施可能になる。また、効果量や床掘土量の算出は、3次元的に現況地形との差分を算出可能であり、従来の平均断面法に比べ、精度向上に繋がる。

このプログラムの活用により、短時間で想定可能な配置案を検討することができ、配置検討の省力化や効率化を実現可能である。

今後は、複数配置と単体配置の中から効果的な案を自動で提案可能な、施設配置計画を行えるシステムへ繋げていきたい。



図-1 取得した点群データ

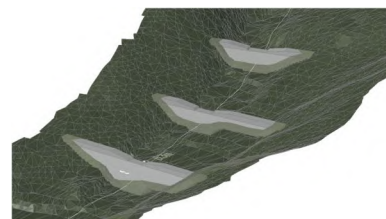


図-2 配置検討事例

(3) BIM/CIM を用いた設計精度の向上

砂防堰堤の計画箇所は、急峻な地形であるため、床掘形状が煩雑になる場合が多い。特に、堰堤の袖を折る場合等、上流面での床掘が摺り付かない場合がある。^{1), 2)}

袖折れ堰堤を3次元化すると、袖折れ部の縦断方向上流側では、床掘を行った際に袖折れ前後で床掘面が摺り付かない状況を確認した(図-3)。そのため、3次元モデルから袖折れ前後の床掘面が摺り付く箇所を確認し、堤底部のレベル区間を調整することで、安定勾配で床掘可能な形状に修正した(図-4)。

堰堤形状や地形形状が複雑な場合は、三次元モデルを使用することで施工時の手戻りを防止することが可能なため、積極的に三次元設計を活用することが望ましい。

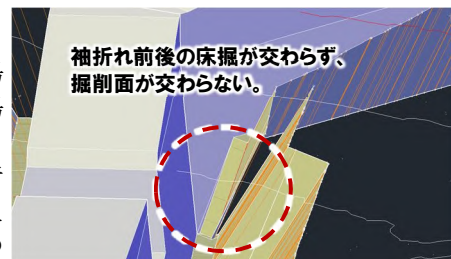


図-3 修正前の床掘形状



図-4 修正後の床掘形状



図-5 実装したメニュー

(4) XR による合意形成の円滑化

従来、受発注者の合同現地踏査では、紙図面を用いて現地の状況を確認していた。しかし、植生が繁茂する現地も多く、計画施設のイメージ共有に時間を要していた。また、景観検討として、周辺環境と調和した施設を計画する際に、イメージパースでは定点の状況しか表現できず、完成施設とイメージの乖離が生じることも懸念される。近年では、MRやAR機能を用いて、計画施設を現地に投影し、完成イメージを確認する事例が多くなっているが、イメージ確認までの利用に留まっている状況である。

そのため、現在広く普及してきたXR(Extended Reality)技術を活用し、砂防堰堤の計画モデルの投影に加えて、景観検討の要素(鋼製スリットの色彩や不透過部の修景)を付加した(図-5)。本事例ではHoloLens2(マイクロソフト社)及びUnity(Unity Software Inc.)を用いており、Unityでは、砂防堰堤の位置、修景工法を変更可能な機能を開発・実装した。現地で周囲の状況に合わせて色彩や修景工法を変更(図-6)することで、イメージが容易になり、受発注者間での合意形成の円滑化を実現した。

今後は高度な空間認識機能の実装により、計画施設の手前にある現況地物(樹木や既存施設等)を高精度に表現できるように取組みたい。



図-6 モデルの現地投影事例

(5) 災害時における迅速な情報共有

近年の地球温暖化による異常気象に伴い、土砂災害が頻発している。発災時は、被害状況の把握や二次災害の防止等の迅速な災害初動期の対応が求められる。しかし、調査職員の不足や、遠隔地における発災等、迅速な対応が困難な場合も多いため、リアルタイムでの情報共有による、発災時の初動対応に関する実証試験を実施した。³⁾

UAVを用いることで、定点・動的観測情報の発信に加え、事前計測を行うことで、3D地形測量結果の共有も可能となる。これらの情報はWEB会議システムを用いて共有(図-8)することで、発災後の迅速な現地確認が可能となる。

また、WEB会議システムの利用には通信環境が必要なため、山間部の電波不感地帯では、衛星通信サービスを活用することで、適用可能である。

システムとして様々な情報を同時配信することは可能であるが、データ量が多く、映像が遅延するため、通信技術の向上が求められる。また、アクセス路が分断された場合における、遠隔地調査手法の確立も必要となる。



図-7 3D 地形測量情報

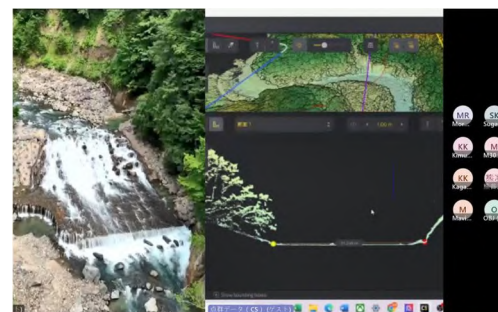


図-8 発災時の情報共有イメージ

4. 今後の展望

砂防関連業務において、DXを活用した結果、そのメリットが大きいことを改めて認識した。一方で、現状の技術では限界もある。今後DX技術が向上すれば、さらなる効率化が可能となるため、最新のDX技術の動向に注視し、砂防関連業務へ積極的に活用していきたい。

【参考文献】

- 1) 上葛ら：砂防堰堤における3次元土工モデル，2020年度砂防学会研究発表会概要集，R6-031
- 2) 菅原ら：砂防堰堤における3次元土工モデルの活用について（その2），令和4年度砂防学会研究発表会概要集，R4-2
- 3) 菅原ら：山間地域におけるDX技術を活用した災害情報共有の実証実験，令和6年度砂防学会研究発表会概要集，R5-11