

第69回(2025年度) 北海道開発技術研究発表会論文

# UAV・3次元モデル活用による防災対応 —迅速な合意形成と生産性向上の取組み—

小樽開発建設部 道路設計管理官付 ○山本 一稀  
羽田 康浩  
荒川 王治

小樽開発建設部では、一般国道229号岩内町の敷島内落石災害対応においてUAV測量と3次元モデルを活用し、関係者との迅速な合意形成と安全な現地調査を実施した。島牧防災事業では、クラウドサービスを用いた3次元モデルを調整ツールとして活用し、関係機関との円滑な協議を図った。これらの取組みは従来技術の発展により作業の省力化と意思決定の効率化を実現し、生産性向上に寄与した。本稿ではこれらの防災対応の事例を紹介する。

キーワード：3次元データ、クラウド、落石シミュレーション、道路防災

## 1. はじめに

### (1) 一般国道229号の概況

一般国道 229 号は、北海道南西部にあり、小樽市を起点に余市町から日本海沿いに積丹半島外周を経て江差町に至る全長 307km 間の主要幹線道路である。この道路は、急峻な地形と厳しい気象条件により、落石や土砂災害のリスクが高い区間が多く存在している。その中でも岩内町敷島内地区や島牧防災事業区間（島牧村原歌～栄浜）（図-1）は、これまで落石、土砂流出等による通行止めが発生し、地域住民の生活や物流に大きな影響を与えてきた。



図-1 位置図

### (2) インフラDXの取組み

近年、UAV（ドローン）測量や3次元モデル技術は災害対応や道路設計・施工において有効な手段として注目されている。小樽開発建設部では、これらの技術を活用

し、現地調査の省力化、作業の安全性向上、関係機関との迅速な合意形成を図る取組みを進めており、BIM/CIMを用いて設計から施工、維持管理までの情報共有を実施した。

敷島内落石災害対応では、質点系解析手法を用いた落石シミュレーションを活用し、設計方針決定と合意形成の迅速化を図った。また、島牧防災事業では、クラウド型 3 次元モデルの共有サービスを活用し、施工計画の「見える化」により関係機関との協議を円滑化し、生産性向上に向けた取組みを実施した。

## 2. 敷島内落石災害の早期対策に向けた取組み

### (1) 落石の状況と緊急点検

令和 7 年 3 月 27 日、一般国道 229 号岩内町敷島内にて幅 1.3m×高さ 1.7m×奥行 1.2mの落石が発生し、敷島内トンネルと雷電トンネルの間にある電気室の入口部分を破損した（写真-1）。ただちに、岩内町敷島内地区から蘭越町港町間 11.6 km を通行止めとし、現地調査を実施して、仮設落石防護柵の設置、斜面の安全確認を行い、27 時間後に通行規制を解除した。

続けて令和 7 年 4 月 1 日に実施した緊急点検、詳細点検で、斜面からの融雪による流水、直径 1m 程度の浮石や斜面内に埋没している転石が新たに確認され、法面浸食が進行した場合、再び落石が発生するリスクが高いことが判明した。



写真-1 落石状況

## (2) 落石対策の課題

前述の点検結果を受けて、対策範囲と内容を検討した。対象区間において再び落石が発生した場合、道路利用者に直接的な危険を及ぼすだけでなく、通行止めが必要となった場合、岩内町と寿都町間の通行をするためには大幅な迂回が必要であり、長期間の通行止めは地域に深刻な影響を及ぼすと判断した。

このため、対策予算の要求、調査・設計、施工を令和7年度内に完了させる計画を策定し、短期間で事業を遂行するための体制整備を進めていく必要があった。

設計に当たっては、特に落石への耐力や対策工の選定と対策位置（法尻・中腹）を含めた、安全性と恒久性を確保する設計方針を速やかに決定する課題があった。

## (3) UAV測量による落石解析と3次元可視化

急斜面での安全確保と迅速なデータ取得を目的に、UAV（ドローン）測量を導入した。当該箇所は、急崖斜面における測量作業員の安全確保に課題があったが、UAVにより危険箇所立ち入ることなく、安全性の向上が図られた。従来の測量と比べ、UAV測量は、広範囲を短時間で計測することが可能であり、測量作業員の作業日数を抑えることができるため、現場作業の軽減につながった。特に急傾斜地の作業には、通常では1週間程度を要するところを1日程度で作業が完了したことで、作業の生産性が向上した。図-2に示すように、UAV測量で取得した点群データを基に作成した図を3次元CADに取り込ませ、設計に必要な情報を効率的に整理・共有することにした。

設計において、UAV測量により取得した点群データを基に落石経路を推定した。推定した経路を縦断面に投影し、質点系解析手法を用いるコロラド州開発のプログラム（CRSP）を採用して解析を行った。これにより、

精度の高い落石経路を反映させた衝突エネルギーや跳躍高の予測を可能とした。さらに、解析結果を3次元CADモデルに統合した(図-3)。落石経路やシミュレーション結果を視覚的に表現することで、落石が想定される範囲の把握や防護柵設計の範囲を示すことができた(図-4)。

この結果、防護柵の高さや設置範囲を合理的に決定でき、設計の信頼性が向上した。



図-2 3次元点群データ



図-3 3Dモデルによる地形図



図-4 落石シミュレーション



#### (4) 施工状況

写真-2に令和7年11月時点の現地の施工状況を示す。

当初の予定どおり令和7年度内に予算要求、測量調査、地質調査、設計および工事発注までの作業を完了し、落石発生から1年以内に施工を完了する予定である。

UAV測量や解析結果を3次的に可視化することで、現場条件や施工手順が視覚的に把握できるようになり、作業計画の精度向上と安全管理の強化に寄与した。また、施工前に危険箇所や仮設配置を明確化できたことで、現場施工時の対応が迅速化し、生産性の向上にもつながった。



写真-2 施工状況（令和7年11月時点）

### 3. 島牧防災事業への3次元モデルの活用

#### (1) 島牧防災事業の概要

島牧防災事業とは、島牧村原歌町から栄浜地区を結ぶ延長6.1kmの区間における岩盤崩落等による危険箇所の解消し、災害時の沿線集落の孤立化を防止し、安全な通行を確保するための取組みを行い、地域住民の生活基盤を守る重要な防災事業である（図-5）。



図-5 島牧防災事業の概要

#### (2) 地形的特徴と計画の課題

対象区間は、背後に崖錐斜面が連続する海岸線を通過する国道であり、越波や落石等の影響を受けやすい地形条件を有していることから、対策としてトンネルによる

別線化を決定した。迅速にトンネル工事を実施するために工法の選定や施工計画について、自治体や関係機関との合意形成が不可欠であった。このため、トンネルの施工計画における理解を深めるため、情報共有を円滑に行い、効率的な意思決定を図る必要があった。

島牧防災事業の施工区間において、令和7年度から工事着手を予定している新穴澗トンネルに対する3次元モデルの活用について述べる。

#### (3) 3次元モデルの活用例

関係機関との迅速な合意形成のために、クラウド型3次元モデルを活用し、新穴澗トンネル完成イメージを共有して協議を行った（写真-3）。

新穴澗トンネルの完成イメージを図-6、図-7に示す。

従来は2次元図面や写真のみで説明していたため、認識の差異が生じやすく、協議に時間を要していたが、作成したイメージデータをクラウド上に共有することで施工時の状況を具体的にイメージでき、協議の迅速化に資する結果となった。具体的な協議内容としては、現国道と新穴澗トンネルの離隔、整備後のトンネル坑口から船着き場までの道路形状、海苔採取漁場と旧道となる箇所との位置関係など、従来は現地立会での協議が必要だった内容について、3次元モデルを活用することで、現場に赴くことなく机上で精度の高い協議を実現し、意思決定を効率化する有力な手段となった。加えて、不可視部分を「見える化」することで、構造物の規模感や視認性を事前に確認することが可能となり、関係者間で施工計画の理解を深めることができた。

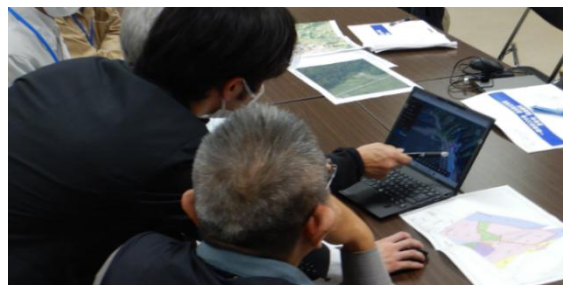


写真-3 関係機関との協議

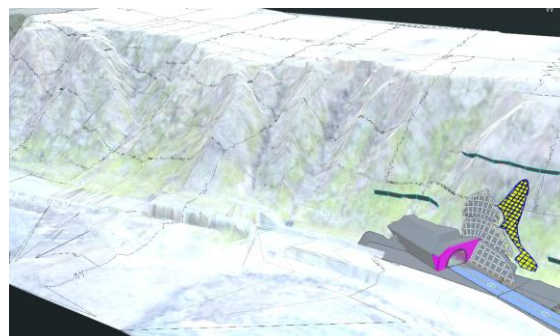


図-6 新穴澗トンネル終点側、海苔採取漁場

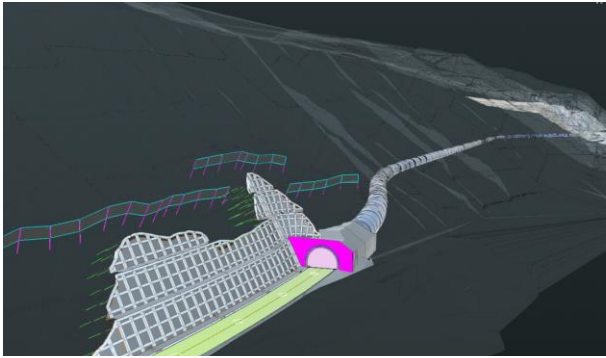


図-7 新穴澗トンネル起点側

#### (4) クラウド型3次元モデルと従来手法の比較

前述の結果を踏まえ、クラウド型3次元モデルと従来手法の比較を表-1にまとめた。

従来手法の2次元モデルでは、平面的で視覚性や解析機能等の情報量が少ないこともあって、施工箇所の現況と完成後のイメージに差異が生まれやすくなっていた。

しかし、3次元モデルで「見える化」することによって、工事施工時において、発注者と工事施工者間で、作業方法・進捗ステップなどを事前に確認、共有しながら進められるため、効率的に施工を行うことが可能となる。さらに、クラウド型3次元モデルを活用することで、大容量の3次元データを持ち歩かず、タブレット等により手軽にアクセスできる。インターネット接続の環境があれば、作業場所を問わずに利用でき、複数人で同時編集やリアルタイムでの共有が可能となる。これにより、意思決定のスピードが上がることで、従来手法に比べ人的負担が軽減し、作業効率が向上した。

表-1 2次元モデルと3次元モデルの比較

項 目	2次元 (2D) モデル	3次元 (3D) モデル
作図・作成時間	単純な形状や1枚の図面を仕上げるスピードは3Dを上回る。	立体を構築するため、初期のデータ作成には時間がかかる。
修正・運動性	全ての関連図面を手動で直す必要があり、時間がかかる。	モデルを1箇所修正すれば、平面図・断面図等へ自動反映される。
意思決定の速さ	専門知識がないと理解しづらく、合意形成に時間がかかる。	直感的なビジュアルで関係者間の認識を統一でき、承認プロセスが迅速化する。
工期 (全体)	製造・建設段階での不整合による中断リスクが高い。	フロントローディング (前倒し) により、設計段階で問題を解決し、全体の工期を短縮できる。
作業コスト	設計ミスや干渉の見落としによって、修正費用が膨らみやすい。	仮想空間での干渉チェックにより、現場での不具合 (不良コスト) を大幅削減できる。

## 4. まとめ

本稿では、一般国道 229 号における岩内町敷島内落石災害と島牧防災事業を対象に、「迅速な合意形成と生産性向上」をテーマとしたインフラ DX の活用事例を示した。

特に、UAV 測量・3 次元モデル・クラウド共有の導入により、従来の現場中心の調査・協議から、机上での効率的な意思決定ができることがわかった。

### (1) UAV測量と落石シミュレーションの有効性

UAV 測量は、急崖斜面で測量作業員の安全を確保しながら、短時間で高精度な地形情報を取得できる点で極めて有効であった。取得した点群データは 3 次元 CAD に連携して、設計・解析を迅速化できた。さらに、質点解析手法を用いた落石シミュレーションにより、落石軌道を視覚的に把握でき、防護柵の高さや設置範囲を合理的に決定できた。従来では困難だった複雑な地形を可視化することで、関係者間の理解が深まり、協議時間を大幅に短縮することが可能となった。

### (2) 合意形成と意思決定の効率化

クラウド型 3 次元モデルの活用は、机上での関係機関との協議において大きな効果を発揮した。従来は現地立会や図面説明に時間を要していたが、クラウド上で完成イメージや現況地形を共有することで協議が円滑に行えた。

特に、現国道と新穴澗トンネルの離隔、トンネル坑口から船着き場までの道路形状、海苔採取漁場と旧道の位置関係など、従来現地確認が必要だった情報を机上で提示できた。これにより、意思決定の迅速化が図られ、生産性向上に大きく貢献した。

### (3) 今後の展望

UAV 測量は、災害復旧や緊急対応においても有効な技術であり、今後さらに導入が進むと考えられる。3 次元モデルを活用することで設計から施工維持管理までの情報共有を可能にし、工期短縮や省力化に寄与する。一方で、データ容量増大や IT 人材不足といった課題も残るが、クラウド活用や人材育成を進めることで、災害対応や道路防災分野における有効な手法となり得る。本稿の事例は、今後のインフラ整備においてデジタル化推進のモデルケースの 1 つとなることが期待される。

謝辞：本論文執筆にあたり、多くの皆様にご意見とご協力を賜りました。この場をお借りして感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) (株) HRS：落石シミュレーション動画作成
- 2) (株) コルク：提供資料