

道路防災 DX

—道路防災分野におけるデジタル技術活用の取組—

岡山県 土木部 道路整備課 保全班 主幹 うねつぼ 畦坪 ひでとし 英敏

1. はじめに

岡山県では、延長 3,646 km の道路を管理していますが、約 7 割が山間部に位置しているため、自然斜面を有する道路が多く、年間約 180 件の落石や崩土が起き、それに伴う道路の通行規制も複数件発生するなど、道路利用者の経済活動や災害時の緊急物資輸送に影響を及ぼしています。そのため、これまで定期的な道路斜面の点検やパトロールを実施するとともに、落石対策施設等の道路防災工事を計画的に実施しているところです。

しかし、近年は、平成 30 年 7 月豪雨災害をはじめ、災害が激甚化・頻発化し、将来的には南海トラフ巨大地震の発生も想定されていることから、道路斜面における落石や崩土災害の増加も懸念されています。

また、建設分野においては、専門技術者の高齢化や入職者の減少など、道路斜面の点検・調査水準の低下も懸念されています。

このような中でも、着実に道路斜面の状況を点検・調査し、適切に危険性を評価できるよう水準を維持・向上させる必要があります。そのため、近年、建設分野において全国的に進められている、データやデジタル技術を活用した DX（デジタルトランスフォーメーション）の取組を本県の道路防災分野においても取り入れる必要があると

考えています。本稿では、現状の点検・調査の問題や課題を踏まえ、その解決を図っていくため、本県で取り組んでいる「道路防災 DX」について紹介します。

2. 道路防災分野における課題

道路防災分野における道路斜面の点検や落石発生時の調査、対策工事計画時の斜面調査は、主に防災カルテを基に実施していますが、防災カルテに掲載している地形図は位置精度の低いアナログ地形図をベースとしており、次の問題があると考えています（図-1）。

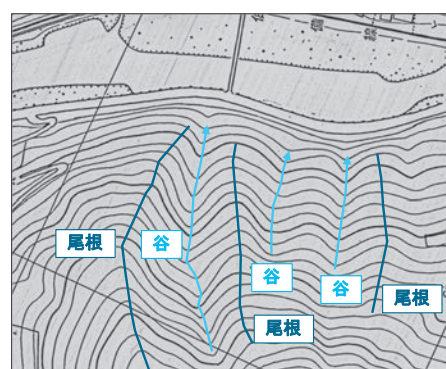


図-1 アナログ地形図

- ① 既存の防災カルテの地形図に記載されている、点検時に着目すべき浮石等の落石発生源をはじめとする危険箇所は位置座標を持っておら

ず、さらに防災カルテに記載されていない危険箇所は地形図からその位置が判読しにくい。そのため、点検・調査時は斜面をくまなく歩いて危険箇所を一つずつ把握する必要がある、位置の特定に非常に時間を要する。

② 浮石等危険箇所の把握漏れが生じやすく、対策工事完了後に行われる安定度評価の見直し点検時に、新たに対策が必要な危険箇所が確認される場合もある。

③ 斜面上の点検・調査は足場が悪く危険で、近年の技術者の高齢化や熟練技術者不足から、作業時における滑落事故の発生も懸念される。

以上の問題を解決するためには、点検・調査の迅速化や精度向上、安全確保を図ることが課題だと考えています。

3. 課題解決の方針

本県では、令和3年度から「道路防災 DX」として、航空レーザ測量データの活用をはじめ、ICT等のデジタル技術を活用することにより、道路斜面の点検・調査における課題を解決するため、次の方針で取組を進めているところです。

(1) 「微地形表現図」の整備

航空レーザ測量データを、位置座標を有する高精度のデジタル地形図として活用するため、国(林野庁)から平成30年7月豪雨災害後に実施した航空レーザ測量成果を提供いただき、本県が管理する道路斜面全体について、高精度のデジタル地形図である「微地形表現図」を整備し、道路斜面の点検・調査に利用する。

(2) タブレット等モバイル端末を活用した点検・調査

① モバイル端末のGPS機能を活用し、微地形表現図から判読した浮石等危険箇所の点検・調査対象について、端末上で自己位置との位置関係を確認しながら位置を特定し、その属性情報として点検・調査結果を登録できる仕組みを作る。

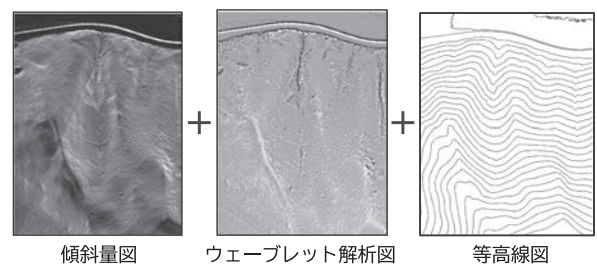
② 微地形表現図上に登録した浮石等危険箇所の情報を経年で追跡記録し、変状の進行や新たな変状の発生を把握しやすくする仕組みを作る。

③ モバイル端末を活用することで、点検・調査に持ち運ぶ資料等を少なくし、画面上で安全な調査ルートを設定して迅速かつ安全に点検・調査できる仕組みを作る。

4. 課題解決策の実施

(1) 「微地形表現図」の整備

航空レーザ測量データを基に数値解析を行うことで、さまざまな種類の微地形表現図が作られています。本県においては、傾斜の変化に感度が高い「傾斜量図」と、尾根・谷の区別が付きやすい「ウェーブレット解析図」を透過合成し、これに「等高線図」を重ねることにより、斜面の起伏を明瞭に表現できる図を採用しました。



※傾斜量図：地表面の傾きの量を算出し、その大きさを白黒の濃淡で表現した図で、白いほど傾斜が緩やか、黒いほど急峻であることを意味する。

※ウェーブレット解析図：尾根・谷の凹凸の変化を色で強調した図で、尾根は白色に近く、谷は紫色や赤色を示す。

注：誌面上では、尾根は白に近い色、谷は黒に近い色で表示されています。

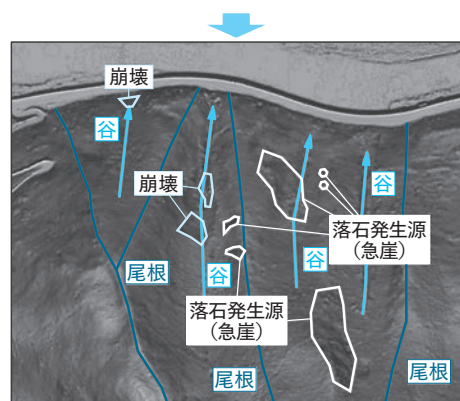


図-2 微地形表現図及び判読イメージ

微地形表現図では、尾根・谷の地形や、落石発生源となりうる急崖面や崩壊地形が視覚で判読しやすくなるため、点検・調査前にあらかじめ危険箇所を高精度で効率的に抽出でき、把握漏れの防止につながるものと考えています（図-2）。

(2) タブレット等モバイル端末を活用した点検・調査

本県ではこれまで、落石情報や防災カルテ、定期パトロール点検結果のデータを GIS 上で地図と紐づけて一元管理するブラウザ方式の「岡山県

道路防災情報管理システム（DOROSEI）」を運用してきましたが、事務所のパソコンで登録、閲覧することを想定した仕様であるため、現地での点検・調査結果の登録に適した仕様ではありませんでした。

そこで、「3. 課題解決の方針」に基づき、GPS 機能付きのタブレット等モバイル端末を活用することで、現地での点検・調査の迅速化や安全確保が可能となるよう、令和4年度に既存のシステムの改修を行い、新たな機能を次のとおり盛り込みました（図-3, 4）。

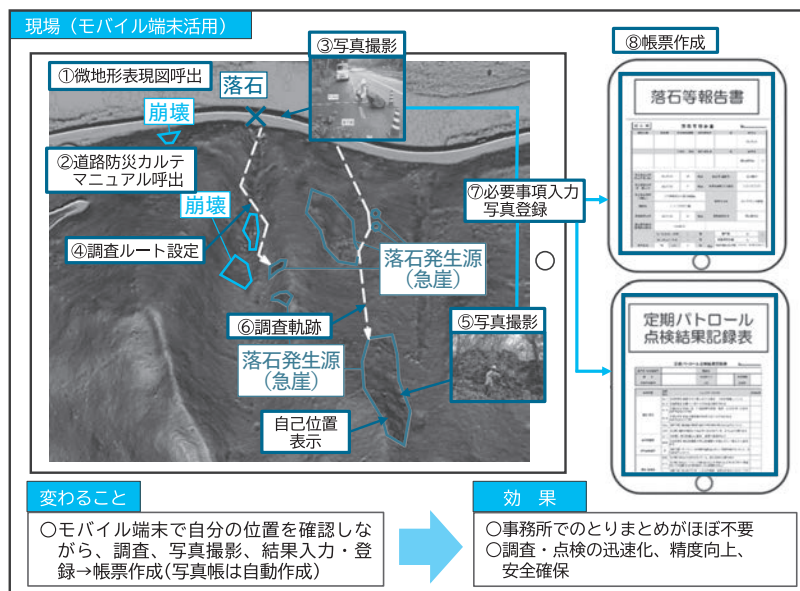


図-3 点検・調査時のモバイル端末活用イメージ

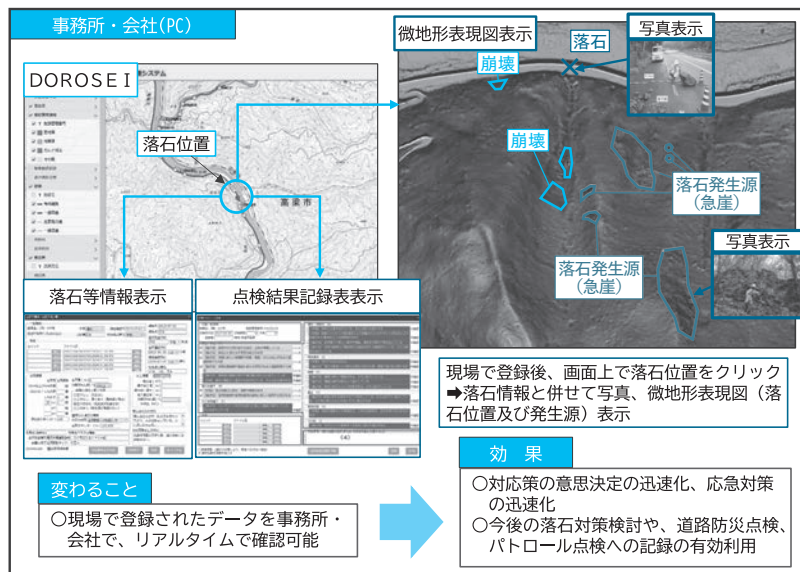


図-4 事務所 PC での情報閲覧イメージ

- ① モバイル端末画面で表示した微地形表現図上で自己位置、落石発生源となりうる浮石等の危険箇所を表示させ、危険箇所に到るまでの調査ルート事前に設定できる機能を追加し、斜面を設定したルートに沿って歩くことで、安全かつ確実に危険箇所に到達できるようにしました。
- ② 浮石等危険箇所や落石の情報（位置、寸法、変状、落石エネルギー、写真データ等）を属性情報として微地形表現図と紐づける機能を追加し、どこの斜面のどの箇所がどのように危険なのか、モバイル端末でも事務所のパソコンでも地図を見れば容易に状況把握できるようにしました。これにより、落石発生時の発生源調査において、現地でモバイル端末に調査結果を登録すれば、リアルタイムで事務所のパソコンによりその結果を共有・確認でき、応急対策など迅速な意思決定が可能となりました。
- ③ モバイル端末画面の微地形表現図上に登録した浮石等の危険箇所について、その後の点検・調査結果を追跡登録する機能を追加することで、危険箇所の変状の進行や新たな変状を容易に把握でき、その後の対策に活用できるようにしました。
- ④ システム登録した点検・調査結果データ（浮石等危険箇所の位置及び座標、写真、コメント等）をダウンロードできる機能を追加し、防災カルテ作成や斜面の安定度評価の資料作成が容易にできるようにしました。
- ⑤ 点検・調査時に撮影した写真データの帳票への自動貼付機能を追加し、落石報告書等調書作成において写真データの整理の時間が削減できるようにしました。
- ⑥ 本システムはブラウザ方式のため、携帯キャリアのサービスエリア外の斜面では接続できません。そのような場合においても、微地形表現図や防災カルテ、過去の点検・調査記録のデータ等、最低限必要なデータを現場で参照できるよう、事前にサービスエリア内でデータをモバイル端末にダウンロードし、端末のGPS機能

を活用しながら点検・調査を実施、結果を仮登録し、サービスエリア内に戻った際に自動的に点検・調査結果のデータがシステムにアップロードされるオフライン機能を追加しました。これにより、点検・調査中に急にサービスエリア外となってもオンライン時とほぼ同等の機能が確保でき、円滑かつ確実に点検・調査ができるようにしました。

(3) その他道路防災対策における活用策

- ① 道路防災対策工事の実施において、対象斜面全体の地形測量を実施しますが、擁壁や落石防護柵等、詳細な構造物の設計を必要としない斜面上部の地形については、航空レーザ測量データを基に作製した等高線図データを平面図や横断面図に活用することで、現地測量の省力化、安全性向上を図ることができます（図-5）。

また、設計においては、任意の方向で横断面図が作成できるため、落石シミュレーション等の解析の精度向上や、落石防護柵の必要柵高や設置範囲など、落石対策施設の最適化につながるものと考えています。

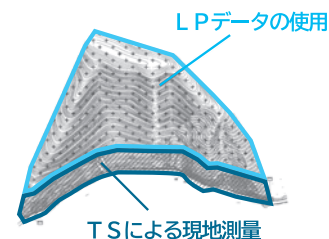


図-5 地形測量の省力化イメージ

- ② 大規模な道路斜面崩壊時においては、被災状況調査や測量に時間を要するだけでなく、調査者の事故など、二次災害が懸念されます。その場合に、ドローン等を活用し、崩壊後の地形のレーザ測量を実施することで、迅速かつ安全に崩壊後の地形データを取得でき、保有する崩壊前の地形データとの差分解析を行うことで、効率的に崩壊土量の算出ができます。それにより、応急対策の意思決定や対策の実施、本復旧工法の検討が迅速化され、早期の復旧、交通開

放につながるものと考えています。

(4) 課題

今後、道路防災 DX の取組を進めるにあたり、次のような課題があります。

- ① 将来、災害発生や道路新設、改築事業に伴い、その地形が微地形表現図や元の航空レーザ測量データと整合しなくなるため、適時適切にデータを更新する体制づくりが必要となります。また、デジタル技術の開発動向を見ながら、より浮石等危険箇所を抽出しやすい微地形表現図への改良なども必要になると考えています。
- ② 専門技術者の高齢化や減少により、浮石等の状況把握や安定度評価などにおいて、バラツキが生じやすくなることが懸念されます。そのため、経験が比較的浅い技術者でも一定の水準で評価できるよう、例えば AI 技術を活用して、点検・調査時に撮影した写真データから浮石等危険箇所の安定度評価の一次評価など、技術者判断の補助ができる手法を検討していく必要があると考えています。

5. おわりに

「道路防災 DX」の取組において、微地形表現図やモバイル端末を利用したシステムの活用により、道路斜面の点検・調査の迅速化、精度や安全性の向上が図られることで、道路利用者の安全・安心な通行の確保につながるものと考えています。

また、災害の激甚化・頻発化、技術者の高齢化や減少といった問題への対応についても、その効果は小さいかもしれませんが、「道路防災 DX」の取組は寄与するものと考えています。

「道路防災 DX」の取組は、データや運用するシステムなど、基盤がまだ整備されたばかりの段階です。今後、点検・調査業務において積極的に活用し、その効果の検証や、新たに発生した課題、新技術の活用など、継続的に見直しを行い、さらなる道路斜面の点検・調査水準の維持・向上を図っていくとともに、早期に効率的かつ効果的に対策を実施することで、道路利用者の安全・安心な通行の確保に努めていきたいと考えています。