

# 防災点検箇所に関する実効性のある効率的な調査手法について

福永 良三

関東地方整備局 関東技術事務所 技術課 (〒270-2218 千葉県松戸市五香西6-12-1)

全国の直轄国道では、平成8年・18年の防災総点検の結果を踏まえて作成された「防災カルテ」に基づき継続的にカルテ点検が実施されている。関東技術事務所では、管内のカルテ点検箇所に対し、点検記録や点検結果から対象箇所の安定性等を評価するため「道路防災診断業務」を実施している。

本報告では、点検対象箇所に対し、三次元概略地形図等を用いた調査手法により効率的に地域特性を把握し、無人航空機を用いた近接目視や簡易熱赤外線画像撮影等を用いた調査手法による実効性のある調査手法について、事例に基づき報告するものである。

キーワード 無人航空機, 簡易熱赤外線画像, 防災点検, 防災診断

## 1. はじめに

道路における災害の発生をできる限り防止するとともに被害を最小限に抑えるためには、岩盤斜面等の状態をできる限り正確に評価するとともに、日常管理等においてできる限り早期に災害に至る要因を発見し、適切な対策を実施する必要がある。しかし、これらの実施は容易ではないことから、道路管理者が防災管理を適切に実施できるようにすることを目指し、「防災カルテ」に基づく点検（以下、「カルテ点検」）が導入されている。本稿では、道路管理者が実施する「防災カルテ」の更新に伴うカルテ点検に関して実効性のある効率的な調査手法の試行結果について報告するものである。

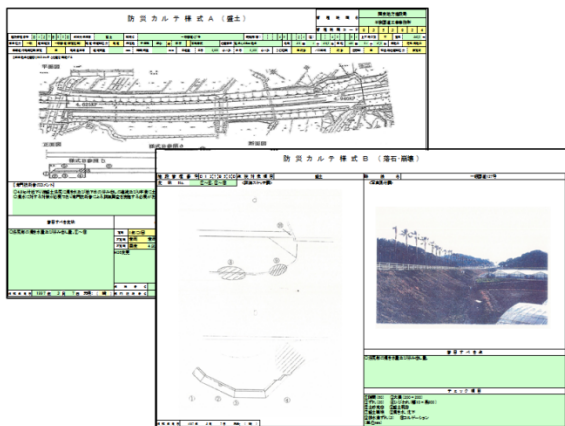


図-1 防災カルテ様式A及び様式B

## 2. 関東技術事務所における防災診断の実態

カルテ点検は初期に開始された箇所では20年以上が経過しており、当初「要対策」と評価された箇所でもその後対策が完了している箇所もあれば、当初着目した変状以外の部位で新たな変状が発生し不安定化が進行している箇所もある。

関東技術事務所では、これらのカルテ点検箇所に対し、点検記録や点検結果から対象箇所の安定性等を評価するため「道路防災診断業務」（以下「防災診断」）を実施している。「防災診断」は、各直轄国道事務所から関東技術事務所が抽出した箇所についての診断依頼を受けて、斜面防災に関する専門技術者からの助言や現地での合同調査結果を踏まえ、「防災カルテ」の評価等を行っているものである。



図-2 有識者を交えた現地診断状況

### 3. 防災診断の実施にあたっての課題

#### 【課題①】

平成8年や18年の防災総点検では、管理路線を集中的に現地調査することで、専門技術者は路線を俯瞰的に眺め地域特性や災害特性を十分に把握したうえで防災カルテを作成することができたが、防災診断ではスポット的に調査、評価を行うことから、診断に当たっては広域的な地域特性を十分に考慮した上での評価が困難である。

#### 【課題②】

防災カルテは、古いもので平成8年に作成され運用されている。過去20年の間に、風化や経年劣化、維持管理上の問題により新たな変状や岩盤劣化に伴う新規危険要因が発生している可能性は否定できず、これらを見落としなく抽出し評価する必要がある。

### 4. 防災診断にあたっての課題に対する実効的かつ効率的な調査手法

#### 【課題①の対応】

カルテ作成開始当時は、1/25,000 地形図や空中写真を用いた実体視、広域地質図等に基づく机上検討や、本線周辺のみ道路台帳 1/5,000 森林基本図をベースにした現地調査を行って膨大な労力と時間をかけて作成されていた。

平成29年度に関東技術事務所が行った防災診断では、広域地形を三次元的に俯瞰することは平面図等からは直接的に把握できない斜面勾配状況、集水地形や地すべり地形等の地形特性を把握に有効なため、国土地理院が提供する基盤地図情報（数値地形モデル）から三次元概略地形図を作成し、要確認箇所等を抽出し現地調査の精度向上を図った。

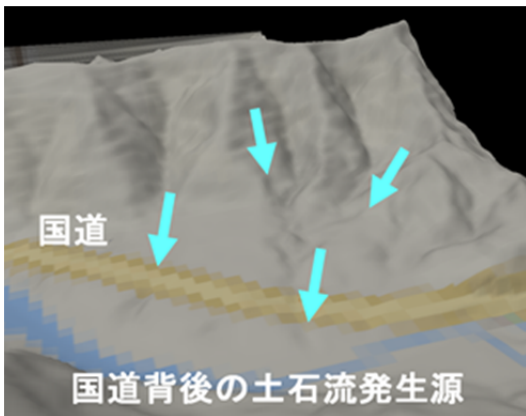


図-3 三次元概略地形図（例）

また、飛行条件に制約はあるものの、無人航空機（ドローン）を用いた上空からの概観撮影を点検箇所の広域的な状況把握に活用した。なお、広域的な地形形状把握を目的として無人航空機を用いる際は、映像として記録

する方が視覚的な空間把握に優れることから写真撮影ではなくビデオ撮影を採用した。



図-4 無人航空機による広域画像（例）

#### 【課題②の対応】

カルテ点検箇所には、岩盤斜面や急崖地形等、通常の現地踏査の装備では近接目視できない箇所も存在する。従来は双眼鏡を用いた遠望目視によりかろうじて斜面状況を把握するか、ロープアクセス技術を用いて特殊作業員が長時間をかけて危険を冒したクライミング調査により状況把握することで対応していた。



図-5 遠望目視による調査（例）

このような箇所については、近接した画像撮影を行うことで変状の有無や発生状況把握が一定の精度で可能となることから、デジタルカメラを搭載した無人航空機による画像撮影を行った。



図-6 無人航空機による調査（例）

これまで、高所においては上図のように、遠望目視で調査していたが、UAVにより下図のような近接目視が可能となり、斜面の形状等を確認することが可能となった。

続いて、目視点検では確認出来ない吹付法面やもたれ擁壁の背面の浮き状況の確認であるが、不可視部分であるため、有効と考えたのが、熱赤外線画像撮影である。

今回は、デジカメ式の簡易熱赤外線画像撮影により、対象物の温度分布を可視化することで構造物の健全性評価に役立てた。高所にあり近接目視が困難な擁壁に対して簡易熱赤外線撮影を行い、撮影画像から温度分布が周辺と大きく異なる箇所を推定したものである。

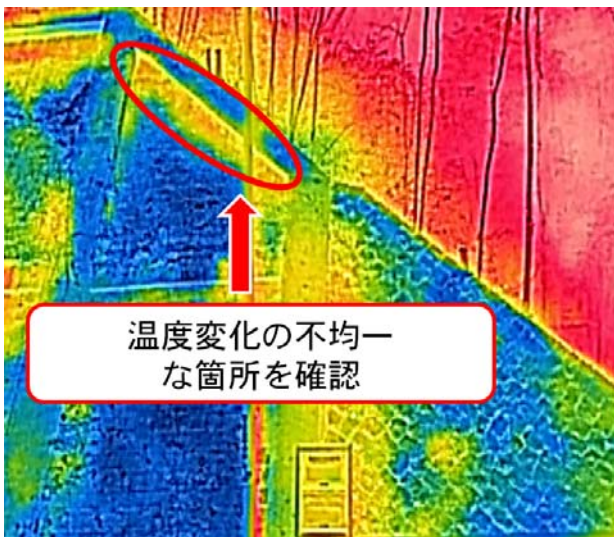
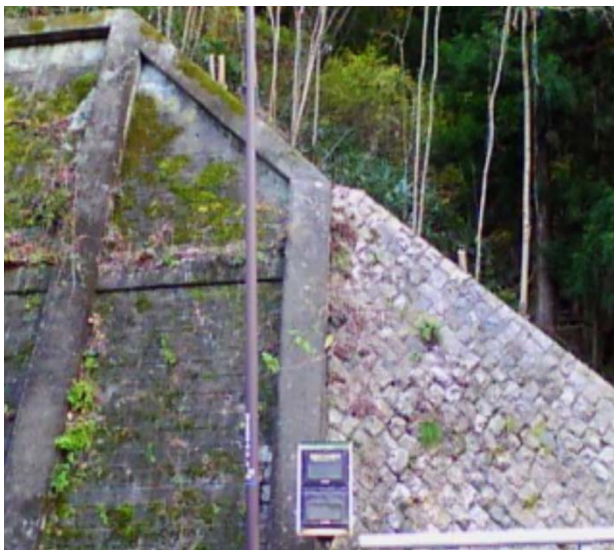


図-7 簡易熱赤外線画像撮影による温度分布調査 (例)

近接目視によって、当該箇所の背面に顕著な開口部が確認されたことから、今回の試行の有効性が確認できた。



図-8 のり枠天端部分に確認された開口部の状況 (例)

## 5. 有識者診断における診断資料の評価

関東技術事務所で行っている道路防災診断業務（防災カルテ点検の「継続」、「非継続」の評価業務）において、これまで示した調査手法を取り纏め、有識者の助言を頂くための基礎資料として活用し、調査方法や資料の評価に意見を伺った。

防災カルテ箇所の多くは山間部を切土により道路が施工されており、谷地形も多く存在することから、対象箇所周辺の広域的な地形を確認する必要がある。前記に示しが「三次元概略地形図」に加え、「無人航空機」を活用した画像を動画としてパソコンに取り込み、現場で確認しなくとも、机上で防砂カルテ箇所及び周辺の地形を確認することができる。



図-9 無人航空機画像による有識者説明 (例)

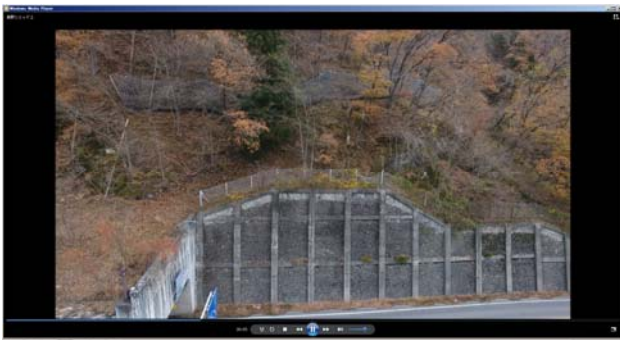


図-10 パソコン上での無人航空機画像動画（例）

有識者からは、「現場に行かずとも地域特性が理解でき、現地をリアルに近い感覚で確認できた」との声を頂くと共に、防災カルテ箇所範囲が広い場合は、確認したい箇所へ画像を移動させることにより、時間をかけずに直ぐに確認できるなど、防災カルテ診断において有効であった。

また、簡易熱赤外線での撮影画像を整理し、机上診断時に有識者へ提示・確認すると共に、現地診断時には、画像資料と対象構造物との照らし合わせを行い、温度変化の因果関係について確認できるものであった。更に、今回は、現地診断時に確認したい構造物を対象に、スマートフォンを使用し、リアルな温度変化を確認するなど、大掛かりな機材の設置等が不要であることから実行的かつ効率的に診断が実施された。



図-11 簡易熱赤外線画像による机上診断（例）



図-12 簡易熱赤外線画像資料による現地診断（例）

有識者からは「簡易的に調査できるツールとしては診断材料の参考資料として有効である」との声を頂いた。事前の調査において、これら簡易熱赤外線の画像を分析し、問題が想定される箇所について近接目視や打音調査の組み合わせで調査することで、より精度の高い確認ができると共に、事前調査の結果を有識者診断時の基礎資料として有効的に活用できるものであった。

## 6. まとめ

簡易熱赤外線については、調査実績が少ないものの、画像による温度変化を確認することで、空洞、湧水等を想定することができる。しかし、無人航空機の使用に際しては、地形や土地利用は確認できるが、近接しての調査や樹木の茂った場所での調査は困難である。このことから、無人航空機の使用目的としては、地形、地域特性等の広域的な視野をパソコン上で確認し、防災対策計画や災害を未然に防ぐための地理的状況の把握など、診断精度を向上させるための調査手法として効果的に活用された。

また、机上診断で現地の地理的状況、土地利用等を把握できることで、現地診断数の軽減が図られ、診断に関わる時間が短縮され作業効率の向上に繋がった。

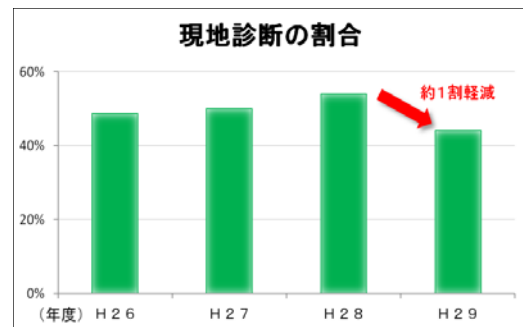


図-13 過去4年間における現地診断の割合（例）

最後に、今回の診断で、三次元概略地形図を試行した結果、道路区域外を含めた広域的視点により、斜面全体を地形・地質構造・水文も含め俯瞰的に診断できた。また、道路に近接する土工構造物については、目視による点検に主眼が置かれてきたが、無人航空機やデジカメ式簡易熱赤外線撮影を併用することで、不可視領域を可視化して診断を行うことができ、有識者説明の基礎資料として高い評価を得たものである。

**謝辞：**道路防災診断にあたり、机上、現地診断を頂きました各県の大学有識者の皆様、現場調整等を頂きました関東地方整備局管内の国道管理事務所・出張所の方々にこの場をお借りして厚く御礼申し上げます。