

『奈良県版 道路防災点検の手引き(案)』と これからの奈良県の課題

鷹野 和則

奈良県 県土マネジメント部 道路マネジメント課 (〒630-8501奈良県奈良市登大路町30)

本論文では、道路斜面にかかる点検のうち「道路防災点検」の理解を深めるとともに、2023年12月23日に奈良県吉野郡下北山村上池原で発生した土砂災害をきっかけに作成した「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」の内容に加えて、手引きに採用した新技術「人工衛星(SAR)データを活用した斜面観測」について2025年度で施行した結果の報告や今後の課題とその対応方針を述べる。

キーワード 防災 新技術 安全対策 道路防災点検, 干渉SAR時系列解析

1. はじめに

近年、「能登半島大地震」等の地震や大雨等に関する災害が増加している。さらに「東日本大地震」を超える「南海トラフ大地震」の発生も危惧されており防災対策が重要となっている。

奈良県でも、毎年のように山間部で崩土が発生しており、2023年12月23日には奈良県吉野郡下北山村上池原では土砂災害により2名が死傷する事故が発生した。(図-1参照)

こうした状況の中、事前に土砂災害の兆候を察知し、いかにして対策を取るかが課題となっている。

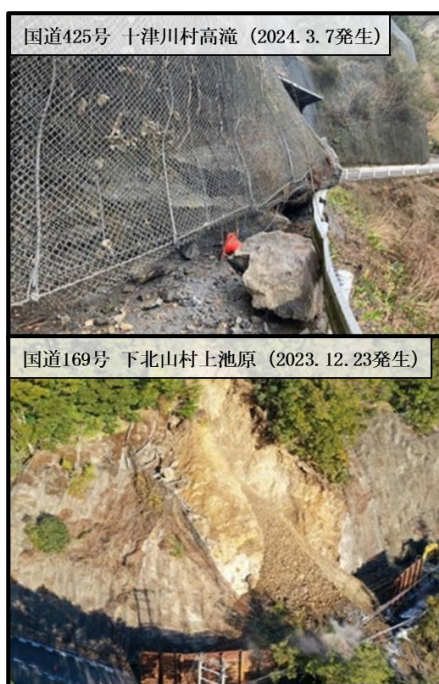


図-1 奈良県で発生した崩土の様子

本論文では、道路斜面にかかる点検のうち「道路防災点検」の理解を深めるとともに、2025年度に奈良県で施行した「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」についての報告や今後の課題を述べる。

2. 「道路防災点検」について

「道路防災点検」は、豪雨・雪害等の災害に対する道路及び道路利用者等の安全確保を理念に、災害リスク箇所の評価(安定度調査)を行うことを目的としている。また、「道路防災点検」は各自治体は道路斜面における危険箇所の抽出手順等を記載している「道路防災点検要領」を基に実施するものである。

安定度調査の箇所は、机上調査において「箇所の危険度」及び「防災管理上の必要性」の判断と、地域特性および災害要因の抽出を実施し、現地調査において道路上から観察し選定する。

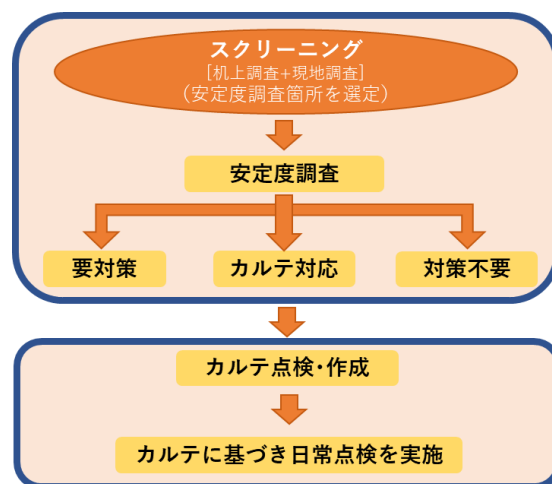


図-2 道路防災点検の流れ

この一連の流れを「スクリーニング」と言う。

後述する「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」では「スクリーニング」に奈良県独自の特色を加えている。

調査箇所の選定後は、安定度調査を実施し、「要対策」、「カルテ対応」、「対策不要」の3つの評価を行う。

また、評価の内至急の対策を必要としないが経過観察の必要がある「カルテ対応」の場合や、対策に日数を要する「要対策」の場合には、「防災カルテ」を作成し、「防災カルテ」に基づき日常点検を行う必要がある。「防災カルテ」には、管理上注意すべき災害の可能性がある箇所、日常的にどのように点検・確認を行うかの対策等が記載されている。

3. 「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」とは

道路防災点検では、点検要領の他に、最新技術を用いた点検要領の運用方法を示す「道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)」が「(社)全国地質調査業協会連合会」(以下、(社)全地連と言う。)より発行されている。

奈良県では危険箇所の抽出を目的とした「吉野・五條土木事務所管内での被災履歴や災害の特徴の記載」及び「点検や日常の道路パトロールで得る情報等のデータベース化」による「(1)データの蓄積・分析」と、科学技術を使用した危険箇所の抽出を目的とした「(2)熱赤外線による目視出来ない吹付背面の変状把握」及び「(3)人工衛星(SAR)データを活用した斜面観測」を特色として(社)全地連の手引きに加え、奈良県独自の点検方式を盛り込んだ「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」を作成した。

(1)データの蓄積・分析による危険箇所の抽出

奈良県では、道路パトロールの記録を紙媒体で保存している。そのため現状では、過去の資料の整理・抽出に手間や時間を要している。

そこで今後の目標としてパトロール時の記録をスマートフォン等の携帯端末で行うことで、記録に伴

表-1 吉野・五條土木管内での各災害種別の発生件数
(2009年～2023年)

災害種別	五條管内	吉野管内
岩盤崩壊	101	54
落石	28	41
表層崩壊	23	24
地すべり	21	16
土石流	14	6
深層崩壊	3	5
その他(斜面)	30	22
その他(道路)	27	8
合計	247	176

う時間と手間を削減するとともに、点検の記録をデータベース上に登録し一元管理することで、落石・崩壊等の多い箇所の抽出(見える化)を行うことを目的とした。

また、同じ目的で「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」に、奈良県南部に位置する吉野・五條土木事務所管内での過去の被災履歴や災害の特徴を、細かく分類しグラフや表などにまとめ、被災や災害の傾向などについても分析し記載した。

(2)熱赤外線による目視出来ない吹付背面の変状把握

これまで、目視出来ない吹付背面における空洞等の変状を把握するため、吹付法面の目視によるひび割れの確認や打音検査や削孔による空洞の確認等の対応をしていたが、法面全体に対して部分的であり実際との差異が見られた。

そこで、吹付背面の全体の劣化・空洞を把握するため熱赤外線調査を採用した。これは、吹付背面が空洞や土砂化している箇所は、健全な箇所に比べて

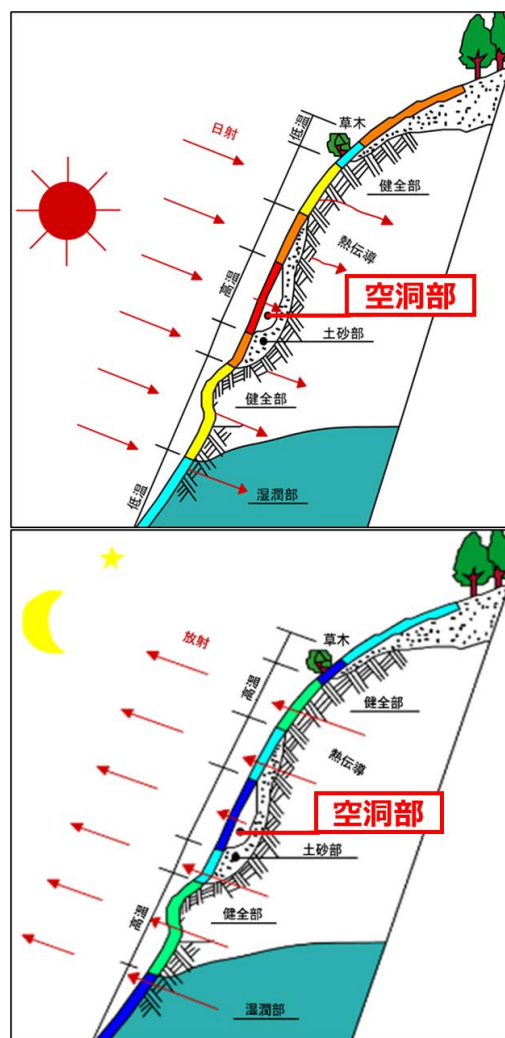


図-3 熱赤外線調査概念図⁽⁶⁾

昼間の温度は高く夜間の温度は低くなる傾向を利用し、熱赤外線カメラで吹付法面を撮影することにより日中の表面温度と夜間の表面温度の温度変化が大きい箇所を空洞部として判断できるため、広範囲の吹付背面の変状把握が可能となる。

(3) 人工衛星(SAR)データを活用した斜面観測

「人工衛星(SAR)データを活用した斜面観測」とは、レーダーを搭載した人工衛星(SAR)からマイクロ波を地表面に照射し、その反射波を観測するものである。特徴として、観測時に電波を使用するため、対象物の有無・材質・変化などが分かる上、雲の有無や昼夜間に関係なく撮影が可能である。さらに、斜面変動を広域且つ過去に遡って定量的に解析することが可能であり、主に大～中規模の斜面変動の発見・確認が出来ることから、変動監視の省力化・効率化の点で有用である。しかし、反射の強度を示す画像はモノクロ画像であり、直感的な把握は難しいといった弱点がある。

また、「干渉SAR解析」を1度行っただけでは、正確な解析ができない為、「干渉SAR解析」を複数回実施し、その結果を時系列順に集計・解析することにより、期間ごとの斜面の変状・推移の傾向等の正確なデータを確認することができる。この手法を「干渉SAR時系列解析」と言う。

「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」では、「スクリーニング」として「干渉SAR時系列解析」を行い下北山村上池原での事故のような大規模な斜面災害の発生箇所を事前に予測することを目的としている。

4. 2025年度に奈良県が実施した取り組み

「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」を踏まえ、

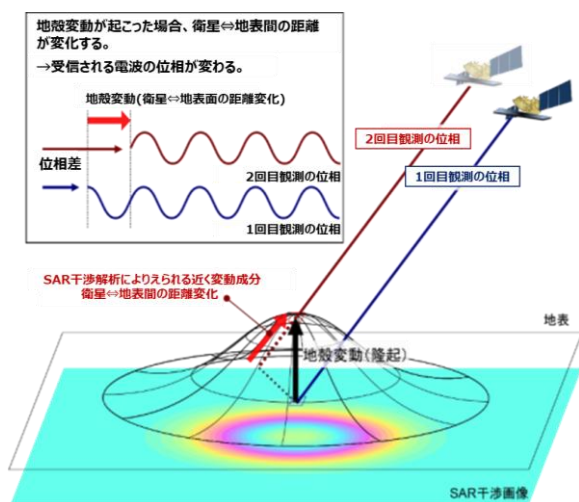


図4 「干渉SAR解析」のイメージ⁷⁾

2025年度に奈良県内の特定の路線を選出し、実際に調査を実施した。

(1) 机上調査の対象区間

2025年度の机上調査で対象に選出された路線は、奈良県の山間部にある国道168号(約79km)、国道169号(約71km)であり、一部例外はあるが、それぞれが五條土木事務所、吉野土木事務所管内に存在し、紀伊半島アンカールートの一部を形成する、重要な路線である。

選出理由について、道路沿いの地形が急傾斜の岩盤や吹付法面が連続し、亀裂や岩石の割れ目が多く発達する付加体の地質が分布している事から不安定な斜面を有している事に加え、災害発生頻度が高く、過去の被災履歴が多い等の理由が挙げられる。

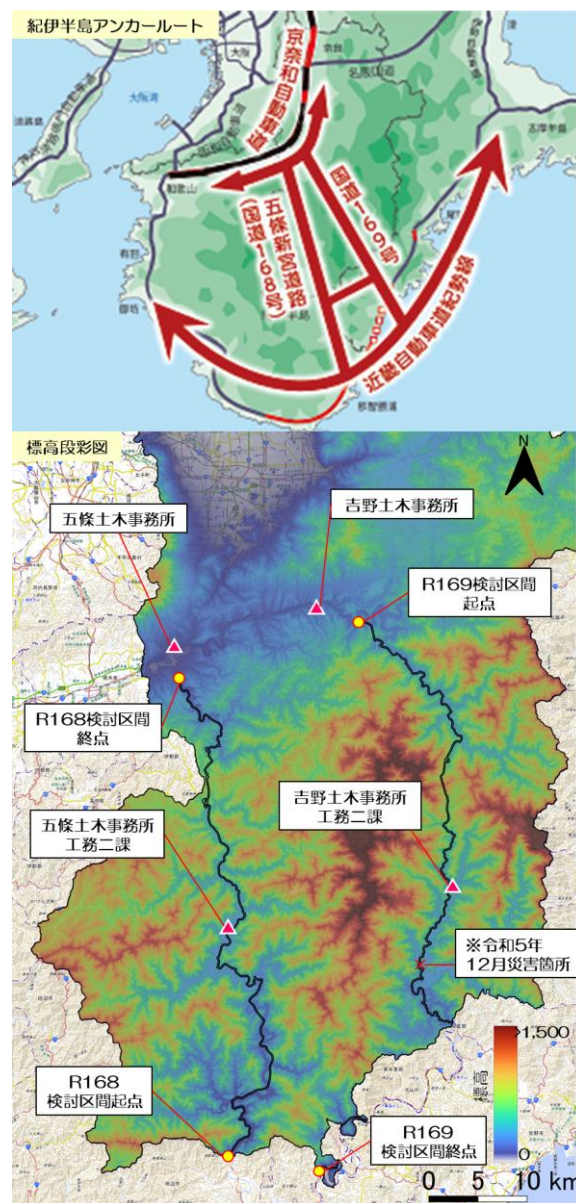


図5 2025年度の調査対象区間

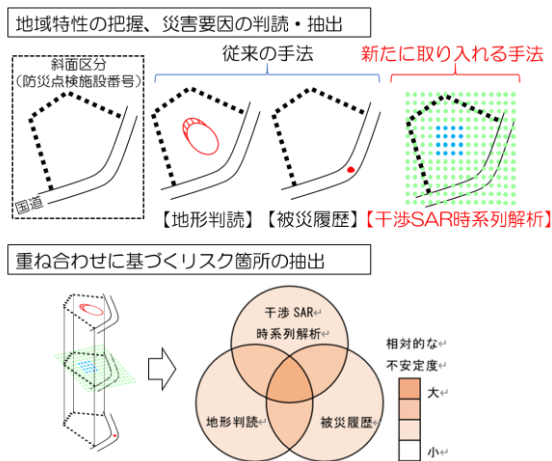


図-6 本検討におけるリスク箇所抽出の流れ

(2) 災害リスク箇所の机上抽出方針

本調査では、従来の手法である「被災履歴分析」，「地形判読」に加え，「干渉SAR時系列解析」の3つの要素を用いてリスク箇所を抽出した。また，「被災履歴分析」では，県職員が実施した道路パトロールの記録(令和1年～令和6年)と専門技術者による緊急法面点検記録(平成21年～令和6年)を，「地形判読」では令和3年に計測した1mグリッドのレーザプロファイラデータを用いた。

(3) 災害リスク箇所の机上抽出結果

3つの要素を重ね合わせたところ，図-7のように箇所の抽出が出来た。今回の調査では，図-7に示すとおり3要素が重なっている箇所以外で，主に2要素が重なっている箇所についても，今後変状が発生する可能性も考えられるため，変状が発生した際の兆候を見落とさない事が重要である考えのもと，点検記録のデジタル化と蓄積を継続で実施する。

また，今回抽出した箇所については全てが道路等に影響する災害を引き起こすものであるかは現時点では定かではなく，また災害が発生しても道路等に対してあまり影響が無い箇所もあると考えられる。

5. 「干渉SAR時系列解析」の課題と対応方針

実際に「干渉SAR時系列解析」を行ったところ，災害リスク箇所の抽出が出来た反面，課題も浮き彫りになった。以下に判明した課題及び対応方針について記す。

(1) 比較的小規模の小さい地すべりについて

今回調査において，比較的小規模の小さい地すべりに対しては，災害リスク箇所の抽出があまりなされていない事実が判明した。原因として，「干渉SAR時

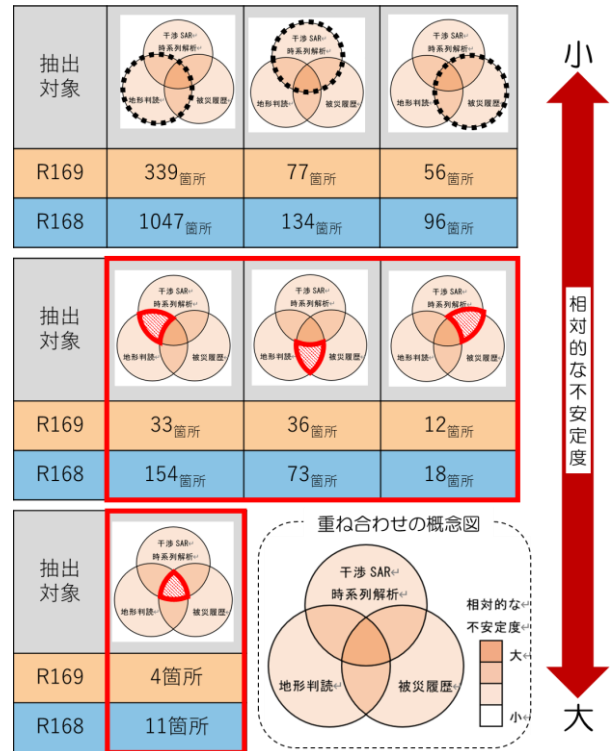


図-7 災害リスク箇所の机上抽出結果

列解析」では，あまりにも小さい変状の場合，それが測定の誤差であるかを判断できない事があるためである。

今後の方針として比較的小規模の小さい地すべりについても捉えることが出来る手法を模索していきたいと考えている。

(2) 岩盤崩壊のリスク箇所抽出について

今回調査で，現状の基準では「干渉SAR時系列解析」による，普段の変位が比較的小さいと考えられる岩盤崩壊の抽出が困難であることが判明した。奈良県では「干渉SAR時系列解析」を実施する際に，地すべり変動判定基準を参考とし6mm/年以上の変動箇所を基準に抽出を行っている。しかしそれでは平時は変動していない，または変位量が6mm/年より小さい変動に対しては抽出が出来ない。岩盤崩壊では，このような平常時の変異が小さい場合の発生も想定される。

今後の方針として，この課題についても「地形判読結果」を活用することで対応したいと考える。具体的には地形判読で不安定の地形が判明した場合，その箇所の「干渉SAR時系列解析」の基準を変え，より小さな変動速度に着目しリスク箇所の抽出を行う。

6. 今後の奈良県の動向

今回調査で，「干渉SAR時系列解析」では比較的小規模の大きな斜面変動箇所を抽出する事が得意な反面，

岩盤崩壊などの突発的な斜面災害の特徴である、比較的規模の小さい異変については発見が困難であることが判明した。こうした課題の解決は非常に重要な事であるが、実際に人の目で確認することも同様に重要な解決方法であり、県職員が実施している日常及び緊急時の道路パトロールは「干渉SAR時系列解析」と同等の重点を置くべき手段と考える。道路パトロールの記録を活用するためにはデータの母数を増やす必要があると考える。

よって、今後は先述の「干渉SAR時系列解析」に関わる課題を解決するだけでなく、継続して道路パトロールの記録をデータベース上に記録し、データの母数を増やして分析を行い、また総合的に判断することで、最終的には、災害リスク箇所の対策優先度の決定に利用することを目標とする。

7.おわりに

今まで述べた解析方法や対策方針だけで無く、災害リスク箇所の正確な抽出や今後の目標である対策優先度の決定に有用な方法がある場合には「奈良県版道路防災点検の手引き(案)」に取り入れたいと考える。

加えて、近年では法面点検について新たな技術が多数開発されていることから、より有用な技術が開発された際には、斜面災害による被害を最小限に抑え、県民の皆様の安心した生活につながるよう「奈良県版 道路防災点検の手引き(案)」に反映したい。

参考文献

- 1) 防災カルテ作成・運用要領[平成8年12月 発行(国土交通省)]
- 2) 道路防災点検講習会関連資料[一般社団法人 全国地質調査業協会連合会]
- 3) 道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪)-DXに向けたチャレンジ-[令和4年3月 発行(一般社団法人 全国地質調査業協会連合会)]
- 4) 奈良県道路斜面防災点検検討委員会 資料(第1回～第4回)
- 5) 奈良県版道路防災点検の手引き(案)
- 6) 熱赤外線映像法による吹付法面老朽化診断マニュアル
[平成8年1月 発行(国立研究開発法人 建設省土木研究所)]
- 7) 国土地理院ホームページ
(https://www.gsi.go.jp/uchusokuchi/sar_mechanism.html)