

数値標高モデルを用いた地形解析による不安定要因の抽出方法の検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正 ○飯久保 雄太 正 長谷川 淳
正 馬目 凌

アジア航測 (株) 非 塚本 峻一 非 手柴 沙和子

1. はじめに

近年気候変動に伴う豪雨の激甚化によって、鉄道沿線で発生する自然斜面や切土、盛土の崩壊などの降雨災害の多発が懸念される。降雨時における鉄道の災害を防止するためには、広範囲に敷設された盛土や切土の中から、降雨による被災が懸念される箇所（以下、降雨時弱点箇所）を事前に抽出する必要がある。鉄道における降雨時弱点箇所を抽出する方法としては、鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）土構造物（盛土・切土）で示されている切盛境界、落込勾配点、谷との交差箇所など、水が集中しやすい地形条件に該当するかを把握することが挙げられる。そのためには、盛土・切土の位置や範囲と、その周辺の地形条件や現地の状況等の確認が必要となり、管轄内の不安定要因を全て抽出するには、多くの時間を要する。したがって、机上において地形条件や不安定要因の抽出を自動化することができれば、現場にて調査を行わなくても、効率的に降雨時弱点箇所を抽出することが可能となる。そこで本稿では、地形解析により線路沿線の盛土、切土及び自然斜面などの分布と不安定要因を抽出し、地形図上で一元的に表示する手法を検討した。

2. 検討方針

本検討では、モデル線区（A・B線区）を対象に、国土地理院発行の5mメッシュの数値標高モデル（DEM）を活用して地形解析を行い、（表1）に示す不安定要因の抽出を目指した。抽出結果は、鉄道事業者の財産図と地形図等の判読により抽出した盛土・切土の範囲と比較して、その精度を検討した。

なお、地形解析にはESRI社のGISソフトウェア「ArcGIS」に実装されている解析ツールを用いた。また、各抽出方法に関して、フローチャートで抽出手順を整理し、自動化の検討も行った。

3. 不安定要因の抽出の検討

抽出方法の例として、盛土のり面、切土のり面・自然斜面、線路よりも上方にある平坦面、段丘崖を抽出する手順を（図1）に示す。抽出手順としては、まず、DEMを準備し、各格子点における傾斜量を求める。次に線路中心線に沿って10m間隔でポイントを作成し、各ポイントの標高値を取得する。さらに、各ポイントについて、線路中心線に対して直交する線を片側100mの長さで作成し、この直交線を中心とした片側7.5mの矩形のバッファを作成する。バッファ内にはDEMのキーワード 降雨災害、地形解析、維持管理、数値標高モデル

表1 地形解析での抽出対象と対応する不安定要因

地形解析での抽出方法	抽出する際の地形的な定義	対応する不安定要因
盛土のり面	線路よりも標高が低く一定の傾斜がある箇所	肩盛土/両盛土
切土のり面・自然斜面	線路よりも標高が高く一定の傾斜がある箇所	段丘崖
線路よりも上方にある平坦面	線路よりも標高が高い位置にある平坦な面	切土上方に道路等 踏切からの下り勾配
段丘崖	切土のり面・自然斜面に該当する箇所のうち傾斜が急な箇所	切盛境界からの下り勾配 落込み勾配点
線路の縦断勾配の変化点	線路の概略の縦断勾配の方向と変化	
溪流・集水地形	線路と交差する落水線を有する集水範囲	谷との交差、集水地形
低位地帯	河川との標高差が少ない平坦面	軟弱地盤等

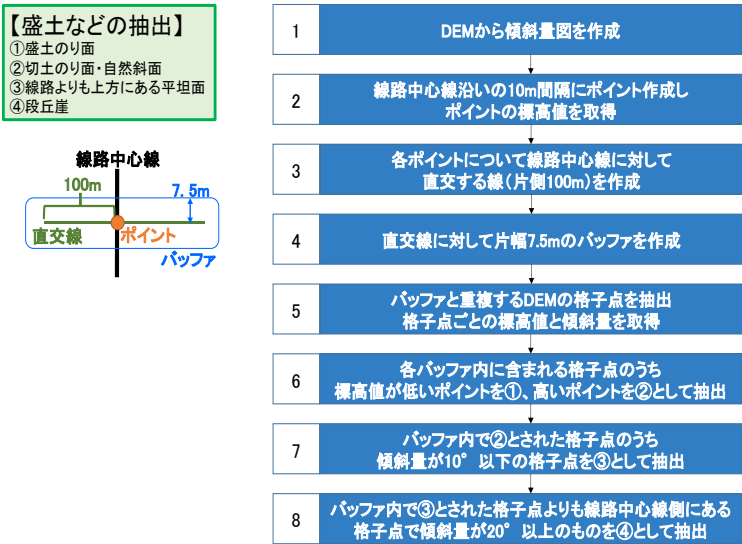


図1 地形解析による盛土などの抽出手順

格子点が含まれるため、格子点のうちバッファ中心のポイントよりも標高が低い格子点を盛土、標高が高い格子点を切土または自然斜面する。ここで、各格子点には、最初の作業により傾斜量の値が格納されているため、切土または自然斜面と判断された格子点のうち、傾斜量が 10° 以下のものを平坦面とする。そして最後に、平坦面と判断された格子点と線路中心線の間にある格子点のうち、傾斜量が 20° 以上のものを段丘崖とする。

本検討では、「線路勾配及び落込み勾配の抽出」、「集水地形の抽出」、「軟弱地盤の抽出」に関しても、それぞれ比較的良好な結果が得られた。

4. 地形解析結果のマッピング

3. で例示した方法などに基づき、地形解析により不安定要因を抽出した結果を（図 2）に示す。各地形解析の作業手順に関して、フロー図に基づき作業を行えば、いささか煩雑であるものの、地形判読の知識や技術がなくても地形の区分や不安定要因の抽出を行うことが可能である。

5. 抽出結果の検証

モデル線区において、実際の盛土・切土や不安定要因の分布と、抽出結果とを比較した。一例として、盛土、切土・自然斜面の抽出結果と、実際の盛土、切土・自然斜面の分布範囲とを比較した結果を（表 2）

に示す。盛土については、A 線区の下り線で 98.8%、B 線区の上り線で 97.4%と高い抽出率を得た。また切土・自然斜面は、A 線区の上り線で 96.9%、B 線区の下り線で 50.9%となった。それ以外の箇所の抽出率は 40～60%である。抽出率が低くなった原因としては、DEM の格子点間隔や盛土・切土の高さの影響等が考えられる。今回使用した DEM の格子点間隔は 5m であり、この格子点が盛土のり面・切土のり面の分布範囲に入っていない限り、解析では盛土・切土として抽出することができない。特に盛土や切土の高さが低い場合は、平面上での盛土・切土の分布範囲が狭くなるため、上述の格子点間隔の影響による抽出漏れが多く発生したと考えられる。

6. まとめ

本検討では、地形解析により線路沿線の盛土、切土及び自然斜面などの分布と（表 1）に示す不安定要因の抽出を試み、その有効性を確認した。抽出精度には課題が残るが、本手法を用いることで、現地を確認することなく盛土、切土・自然斜面などの概略の分布を把握することが可能であり、不安定要因抽出の補助的な役割は果たすことができると考えられる。本研究の成果を活用することで、①事前に要注意箇所の意思統一を行い検査に向くことで、効果的に全般検査等を実施することができる、②豪雨終息後における要注意箇所の選定に活用できる、③マップを見ながら不安定性を加味した検査が可能となり、検査の質が向上する、といったメリットが考えられ、今後は更なる抽出精度の向上を目指すことを考えている。

参考文献

1)大谷 他：数値標高モデルを用いた盛土・切土等抽出に適した手法の基礎的検討，第 56 回地盤工学研究発表会

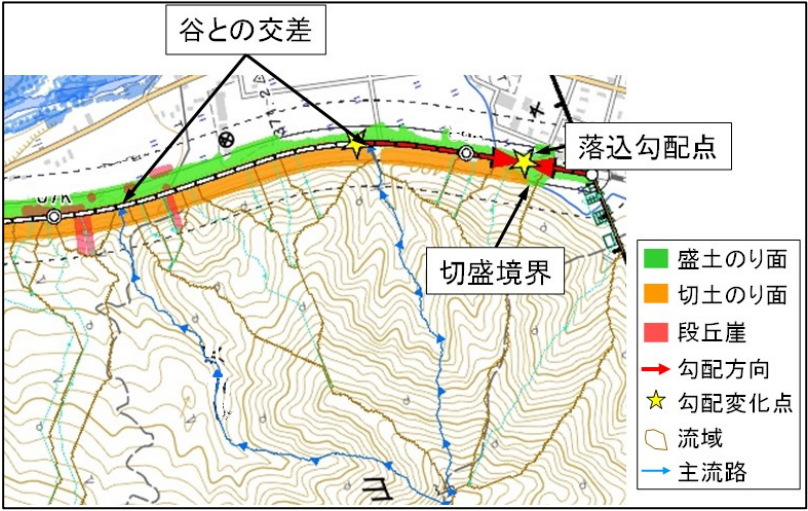


図 2 地形解析による不安定要因の抽出例

表 2 抽出精度比較

区分	線区	上下線	抽出率 (%)	誤抽出率 (%)
盛土	A線区	上	54.9	36.6
		下	98.8	1.7
	B線区	上	97.4	0.3
		下	40.8	35.5
切土・自然斜面	A線区	上	96.9	2.2
		下	62.5	37.5
	B線区	上	切土なし	
		下	50.9	21.5