

精密地形情報を活用した豪雨時の盛土のり面被災リスクの相対評価

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○中澤 明寛 正会員 御崎 哲一
 正会員 高山 宜久 正会員 曾我 寿孝
 アジア航測(株) 高山 陶子 栩野 博 花井 健太

1. はじめに

近年、増加傾向にある局地的な集中豪雨(いわゆるゲリラ豪雨)は、しばしば盛土構造物に大規模な被害をもたらし、輸送障害を発生させている。こうした災害を未然に防ぎ、鉄道の安定輸送を確保するためには、適切な運転規制に加え、被災リスクの高い箇所に対して、防災投資を順次行っていくことが重要である。

盛土に降雨が作用した場合は、盛土内に雨水が浸透し、地下水位が上昇して不安定化するとともに、のり面に多量の表流水が集中することで表層が侵食され、崩壊に至ると考えられるが、集中豪雨のように短時間に極めて強い降雨が作用した場合には、浸透作用より表流水の集中現象のほうが相対的に支配的と考えられる。このため、盛土表面の微小な凹凸にもとづく集水特性を把握できれば、豪雨時の被災リスクをある程度評価できる可能性がある。

本稿では、地表面の標高や地形の形状を精密に測量する航空レーザ計測(図-1)によって取得した0.25mメッシュ(0.25m四方に1点の計測点)の数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)を用いて、豪雨時の被災リスクを相対的に評価する手法を開発したので報告する。

2. 解析方法

本開発では、盛土の地形モデルを作成し、構造物による対策工が施されていない土羽のり面を対象として、定量化した微地形要因を組み合わせることで、相対的に被災リスクが高い箇所を抽出した。

バラストを透過して施工基面上を流下する表流水に着目した場合、バラスト下の施工基面の形状を把握する必要があるが、レーザパルスは施工基面には到達しない。そこで、施工基面は線路横断方向に平滑面を形成していると仮定し、DEMから作成した地形表現図(赤色立体地図¹⁾)を判読して施工基面端を読み取り、その両端を結ぶことで不整正三角形網のサーフェスモデル(TIN: Triangulated Irregular Network)を作成し、標高値を内挿することで仮想施工基面の地形モデルを作成した(図-2)。

次に、仮想施工基面の盛土地形モデルのメッシュごとに、上流側にあるメッシュの累積量(集水面積)を求め、さらに施工基面端の単位区間ごとのライン上にある集水面積メッシュ値の



図-1 航空レーザ計測の概要

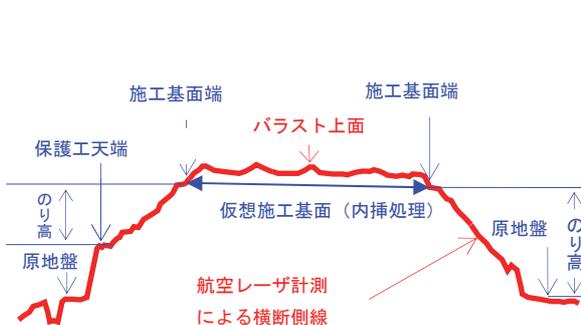


図-2 仮想施工基面の抽出イメージ

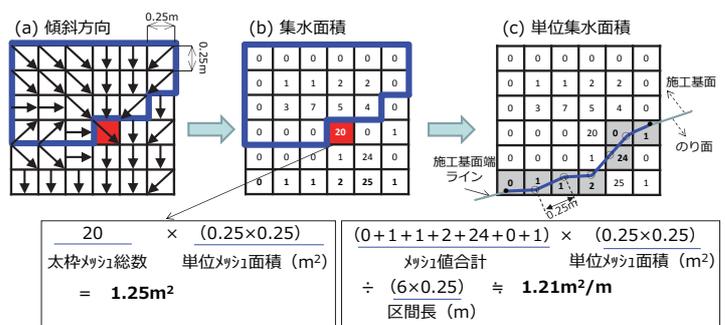


図-3 集水面積の算出方法

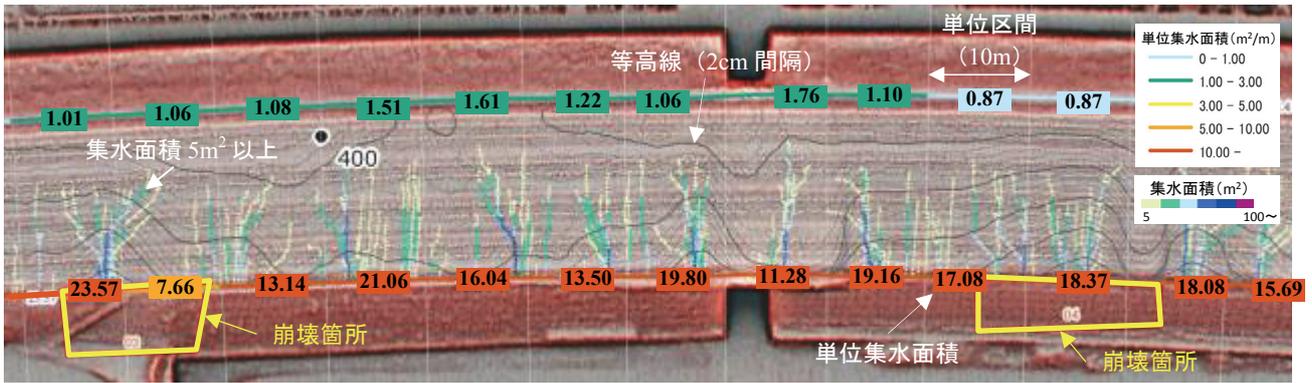


図-4 集水面積の算出結果

平均を単位集水面積として集計した(図-3)。また、赤色立体地図を判読し、のり面の原地盤、または下部にのり面保護工がある場合は天端位置を読み取り、これをのり面の下端として施工基面端との標高差をのり高として算出した。盛土の横断側線上における施工基面端、原地盤および保護工天端の位置関係は、図-2 に示すとおりである。

3. 結果および考察

集水面積の算出結果を図-4 に示す。ここで、単位区間長は 10m に設定した。図の仮想施工基面上には 2cm 間隔の等高線、集水面積が 5m² 以上のメッシュを色付け表示した。崩壊区間付近の仮想施工基面上には、等高線により微細な標高変化があることが確認できる。また集水面積の高いメッシュが落水線として浮かび上がり、局所的な集水地形が形成されていることが確認できる。この結果として、単位集水面積が周囲に比べて高くなっていることがわかる。

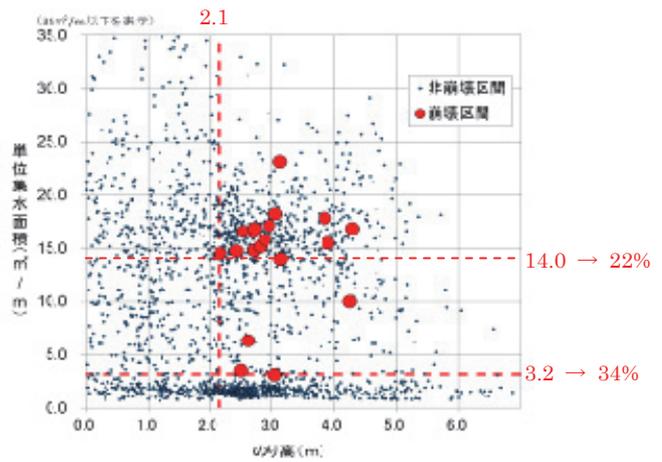


図-5 のり高と単位集水面積の関係

単位集水面積とのり高の関係を図-5 に示す。このとき、単位集水面積は 3 区間 (30m) の移動平均値で評価した。図中に示した破線は、実際に崩壊のあった区間におけるのり高と単位集水面積の最低値である。これを閾値とした場合、崩壊区間のカバー率は 100%を達成しつつ、全区間数に対する抽出区間を 34%に絞り込むことができた。一方、崩壊区間は、単位集水面積が 14m²/m を上回る範囲に集中して分布する傾向が見られる。この付近に閾値を設定すると、一部で見逃しが生じるものの、被災リスクが高い箇所として 22%まで絞り込むことができると考えられる。

4. おわりに

航空レーザ計測により取得した DEM を活用し、盛土の小規模な集水地形を把握し、豪雨時の被災リスクを相対的に評価する手法を検討した。以下に成果の概要を示す。

- ・ 航空レーザ計測で取得した 0.25m メッシュの非常に精密な DEM を解析することで、施工基面の微小な集水地形を推定することができた。
- ・ のり高と仮想施工基面の集水面積を単位区間ごとに求め、閾値処理を行うことで、被災リスクの高い箇所を絞り込むことができた。

本手法は、防災対策の対策優先度を検討する際に、被災リスクが高い箇所を絞り込む手段として活用できると考えている。

参考文献

1) 千葉達朗, 鈴木雄介: 赤色立体地図—新しい地形表現手法—, 応用測量論文集, Vol.15, pp.81-89, 2004.