

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評価手法の開発

西日本旅客鉄道(株)	正会員	○高橋 康将	正会員	瀧浪 秀元	正会員	御崎 哲一
ジェイアール西日本コンサルタンツ(株)				中山 忠雅		細江 佳
アジア航測(株)	正会員	小野田 敏		栩野 博		高遠 陶子

1. はじめに

近年、局所的短時間豪雨(以下、ゲリラ豪雨という)は、都市部で大きな災害をしばしばもたらしており、当社も盛土構造物が被災し、大規模な輸送障害を発生させている。豪雨時に発生する盛土のり面の表層崩壊を未然に防ぎ、列車の安全を確保するためには、崩壊の危険性が高い箇所をあらかじめ把握しておくことが必要である。ゲリラ豪雨による災害要因¹⁾として、のり肩付帯構造物の影響(トラフの屈曲・不陸による施工基面への集水・滞水からのり面への越流など)や、のり面へのバラスト堆積(のり面の急勾配化)、のり面表層の脆弱化(除草剤散布による荒廃化)、縦横断勾配による小規模な集水地形の影響などが挙げられており、当社の被災箇所にも上述したような微小な地形・設備を有したことが示唆されている。

一方、近年のリモートセンシング技術の発達により、プラットフォームに搭載されたセンサを利用して地表部分の空間情報を取得することが可能となってきた。特に、リモートセンシング技術のひとつであるレーザ計測技術では、直接的で客観的に地表面標高(地盤高)を取得することができる。

そこで、本開発では、長大な鉄道盛土構造物の地形情報を広範囲に短時間で取得できる航空レーザ計測を行い、取得した地形情報を把握・解析することにより、鉄道盛土構造物のゲリラ豪雨に対する危険箇所を一次スクリーニングし、被災リスクを評価できる手法を検討した。

2. 精密地形情報の取得

航空レーザ計測とは、航空機(固定翼・回転翼)に搭載した航空レーザスキャナから地上に向けてレーザパルスを発射し、反射して戻ってきたレーザパルスを解析することで三次元データを取得する測量技術である。

「一公共測量一 作業規程の準則」²⁾における現在の航空レーザ計測の最小密度は、50cmメッシュ間隔(50cm四方に1点の位置情報)であるが、対象の盛土のり面や軌道面の微小な地形・設備情報を捉えるためには密度不足である。本開発では、航空レーザスキャナシステムの性能、対地高度および飛行速度より回転翼を選定し、より詳細な計測密度25cmメッシュ(25cm四方に1点の位置情報)となるよう計画し、精密な地形情報を取得した。

取得したオリジナルデータは、不要な建物や架線など全ての地物を含んだ点群データであるため、余分な点を除去し、地形解析で必要となる数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)を作成した。

ここで、解像度の違いによる取得可能な情報を確認するため、25cm-DEMと50cm-DEMからそれぞれ作成した立体可視化画像(赤色立体地図³⁾)により比較を行った。その結果、図-1に示すように、25cm-DEMでは、施工基面やのり尻の小擁壁などのエッジや対策工(のり枠工)を明瞭に把握することができる。50cm-DEMでは、シャープさに欠け、エッジなどを判別することができない。

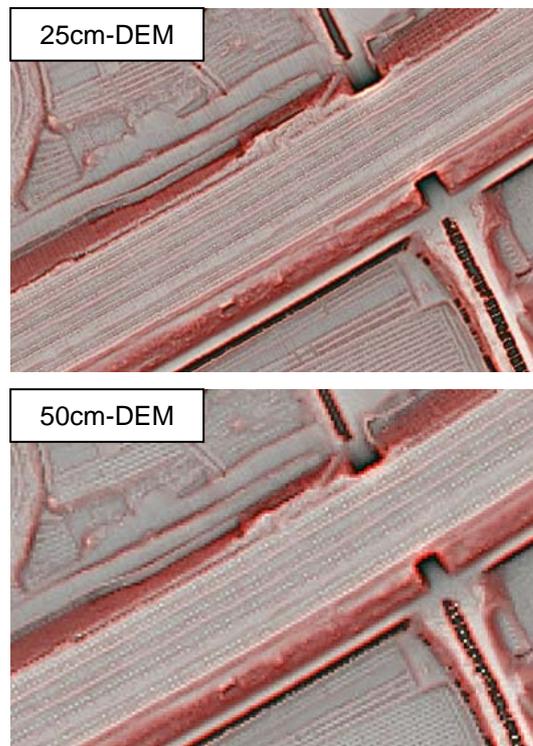


図-1 解像度別の赤色立体地図

キーワード 局所的短時間豪雨, 盛土崩壊, 航空レーザ計測, 数値標高モデル, リスク評価
 連絡先 〒530-8341 大阪府大阪市北区芝田二丁目4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術部 TEL06-6376-8136

3. 災害要因の検討

地形情報において、想定される要因を広域の立地条件（マクロ地形）と局所的な精密地形（マイクロ地形）に区分し、災害要因の検討を行った。

マクロ地形は旧版地形図、治水地形分類図（国土地理院）、既存地形データ（国土地理院基盤地図情報 5m メッシュ）および被災直後の斜め空中写真から、マイクロ地形は航空レーザ計測データによる基図から、被災箇所との関係について検討を行った。

マクロ地形での判読結果として、大局的な集水面積との関係はあまり見られなかったが、扇状地の末端付近を通過している区間および旧河道や溜池跡・落堀跡が近隣に分布する区間で発災している箇所が多いことが読み取れた（図-2）。

マイクロ地形からの解析については、高度段彩図（図-3）、累積流量図（図-4）を作成し、被災箇所との関係性について検討を行った。標高値を一定間隔にスライス・色付けした高度段彩図を用いて解析を行った結果、盛土に横断勾配がある場合には、崩壊箇所は標高が低い方に集中していることが確認できた。累積流量図とは、メッシュ毎に降下傾斜を算出し、最も急な下り勾配にあるメッシュに流れ込む全てのメッシュの累計加重として計算したものであり、累積流量が大きいメッシュは流れが集中するエリアで、流路の特定に使用できる特徴がある。上記の手法を活用し、軌道面の精密地形については平滑化処理を実施し、メッシュごとの累積流量を算出した。解析結果として、水が集まる箇所で発災する傾向が見られた。

4. まとめ

豪雨時の盛土のり面被災リスクの評価手法について検討を行うため、航空レーザ計測により、25cm メッシュの非常に詳細な地形データを取得した。

その結果、これまで把握できなかった施工基面上などの精密地形の解析が可能となり、精密地形解析と既存資料を組み合わせ、危険箇所をスクリーニングできる可能性を示した。

今後は、本手法により、被災箇所と無災害箇所と比較検討を行い、被災リスクと各種災害要因の関係性の検証を行う。これらの検証結果を踏まえ、目的に応じた被災リスク箇所の絞り込み手法の検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：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），pp80-88，2007.1
- 2) 日本測量協会：一公共測量一 作業規程の準則，2013.5
- 3) 国土交通省四国地方整備局：赤色立体地図，SK-130008-A，新技術情報提供システム（NETIS）

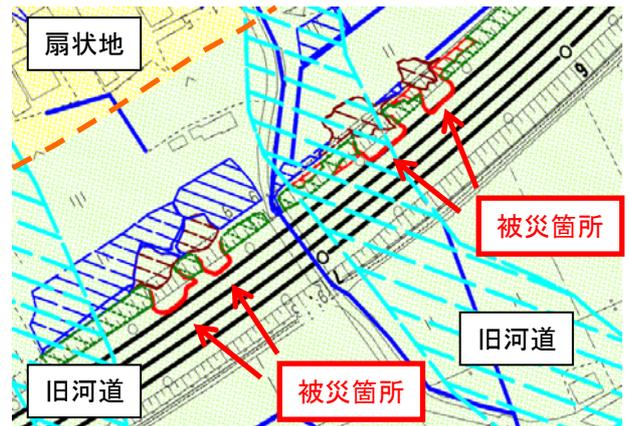


図-2 被災箇所判読図

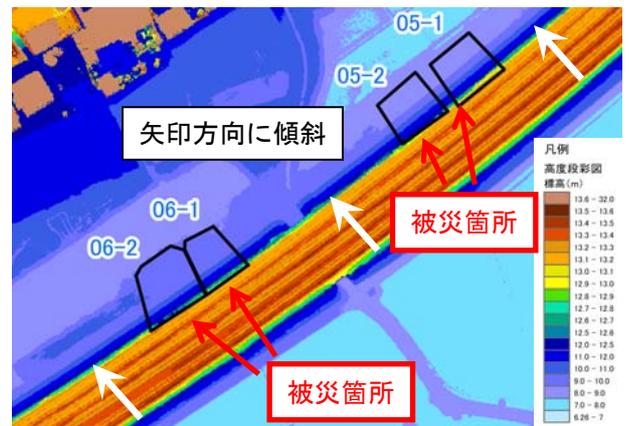


図-3 高度段彩図

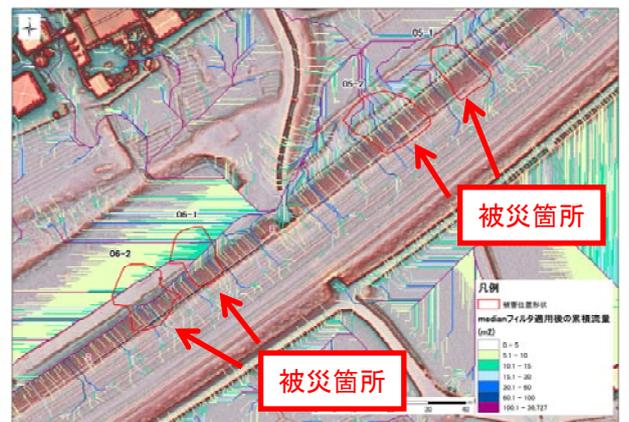


図-4 累積流量図