

# Invitation To Railway Technology

## 精密地形情報を用いた豪雨時の盛土のり面被災リスク評価手法の開発

### 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ます。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す。

のり面崩壊の発生には、地形、地質、地下水、付帯設備の状況などの様々な要因が関与していると考えられますが、盛土区間の全てにおいて、盛土内部の状況を詳細に把握することは実務上極めて困難です。一方、強い降雨が作用した場合には、雨水が盛土内に浸透するとともに、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、崩壊に至ることになりますが、局地的で短時間に作用する集中豪雨時の崩壊の要因は、雨水の盛土内への浸透作用よりも、表流水の集中現象のほうが相対的に支配的ではないかと考えられます。そこで、非接触で精密な地形情報を取得できる航空レーザ計測技術を活用し、のり面崩壊の危険性がある箇所を抽出した上で、被災リスクを評価する手法の開発を進めています。本稿では、危険箇所の抽出手法について検討した結果を紹介します。

### 2. 航空レーザ計測による精密地形情報の取得

航空レーザ計測とは、航空機に搭載したレーザスキャナから、地上に向けて1秒間に数万～数十万発におよぶレーザパルスをジグザグに発射し、反射して戻ってきたレーザパルスを解析することで面的な標高データを取得する測量技術です（図1）。

本技術は、幅広い分野に活用できる測量技術として、国が実施する公共測量に使用されており、地図の縮尺ごとに必要なデータ取得間隔（メッシュ）が定められています（表1）。表1の最右列には、空中写真測量による標高精度基準（参考）を示しました。公共測量で使用する場合のメッシュの大きさは、最小で50 cm（50 cm 四方に1点）とされていますが、本開発では、最先端のスキャナシステムを低高度から計測可能なヘリコプターに搭載することで、より詳細な25 cm メッシュの地形情報を取得しました。GPS基準点測量成果と比較したところ、標高の計測精度は4 cm と高い精度が確保されたことを確認しました。

図2は、25 cm メッシュと50 cm メッシュのデータによる盛土部の立体地図です。この図から、25 cm メッシュでは、50 cm メッシュで不鮮明な施工基面やのり面の小擁壁などのエッジやのり面工が、より鮮明に表現されていることがわかります。

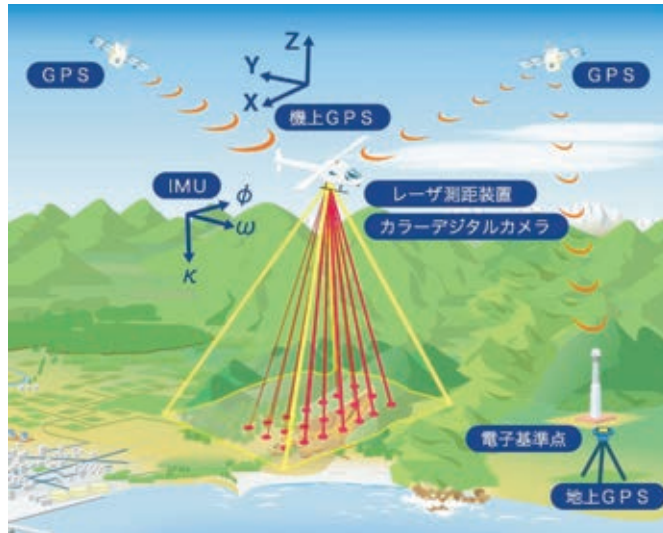


図1：航空レーザ計測の概要

表1：公共測量におけるデータ取得間隔<sup>1)</sup>

縮尺	格子間隔(メッシュ)	【参考】空中写真測量の標高精度基準
1/500	0.5m以内	0.1m以内
1/1000	1m以内	0.2m以内
1/2500	2m以内	0.4m以内
1/5000	5m以内	0.6m以内

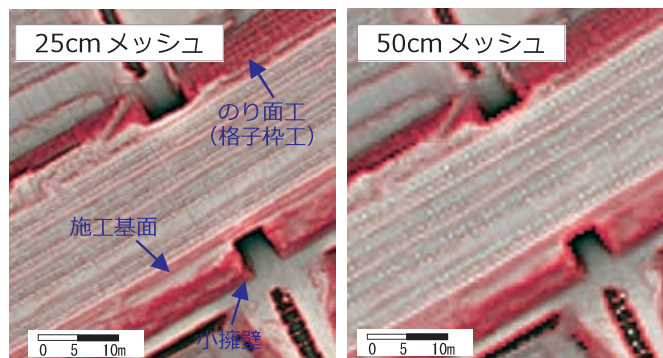


図2：メッシュの大きさによる見え方の違い



### 3. 危険箇所の抽出手法の検討

危険箇所を抽出するために、広域にわたる周辺の地形的特徴を把握したうえで、航空レーザによる精密地形を解析しました。

周辺の地形的特徴の把握では、過去の地形図や地形分類図を判読しました。この結果、盛土下面あるいは上流域からの浸透水が集まる扇状地の末端や旧河道が近隣に分布する区間で被災している傾向が見られました（図3）。

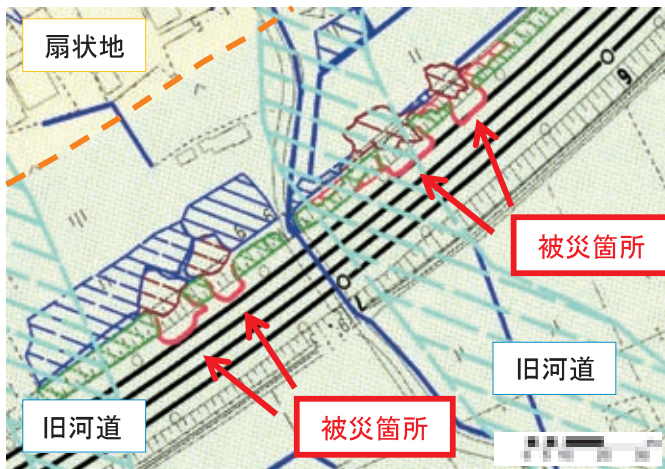


図3：被災箇所判読図

航空レーザ計測による精密地形情報の解析では、局所的な精密地形と被災箇所の関係を検討しました。図4 a) は、標高値を一定間隔で色付け表示した高度段彩図です。この図から、盛土に横断勾配がある場合には、標高が低い方に崩壊箇所が

集中していることがわかります。図4 b) は、盛土表面の水の流れを表した累積流量図です。線状のパターンは、隣接するメッシュに対して標高が低く、豪雨時に水みちとなる可能性がある箇所を示しています。この図から、表流水が集中する箇所が発災していることが読み取れます。

以上から、地下水位の上昇をもたらす周辺からの流入水に加え、施工基面からの表流水が崩壊発生の大きな要因となっている可能性が示されました。

### 4. おわりに

ヘリコプターと最新機材を用いた航空レーザ計測で2.5 cmメッシュの標高データを取得することで、これまで把握できなかった盛土の詳細な形状が明らかになりました。また、被災箇所では施工基面の傾斜や集水地形に特徴があることがわかりました。本検討の結果から、既存資料と航空レーザによる精密地形情報を活用することで、被災リスクが高い箇所をある程度まで絞り込むことができると考えています。

今後は上記の課題を解決したうえで、被災リスクと各種災害要因の関係性の検証を行い、検査や防護対策の優先順位付けに役立てられる技術の確立に向けて取り組んで参ります。

#### 参考文献

- 1) 日本測量協会：「一公共測量」作業規程の準則，2013.5

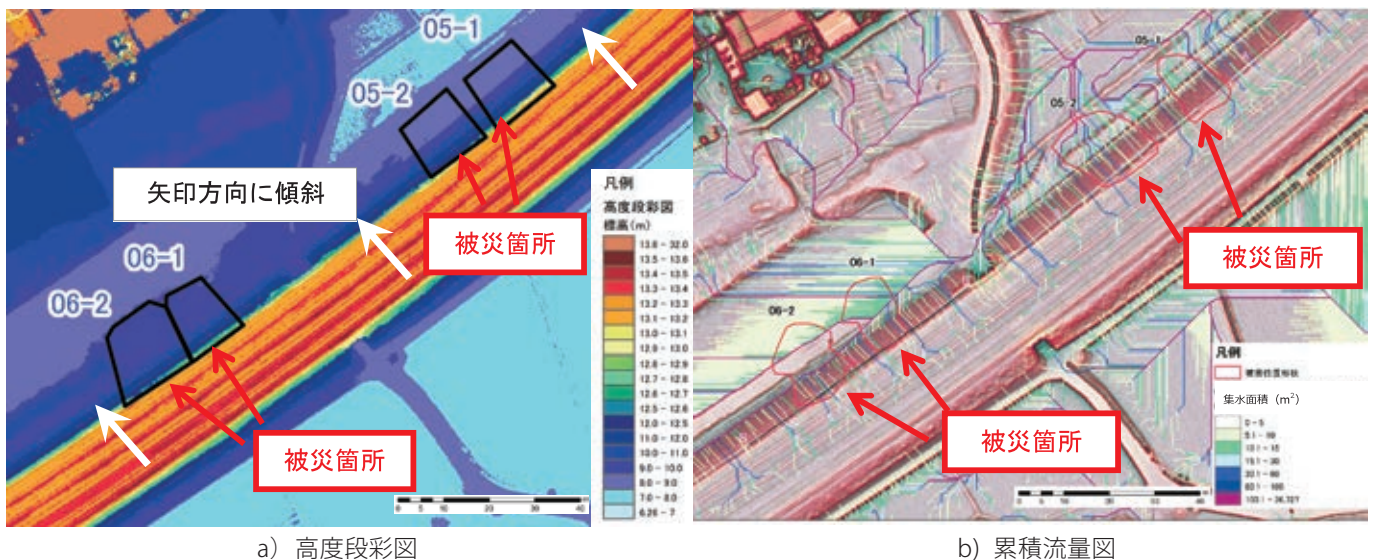


図4：精密地形解析結果