

2 種類の点群データによる落石箇所の予測と予備設計への適用

熊本大学

学生会員 ○山村洋平

熊本大学大学院

正会員

小林一郎

熊本大学大学院

学生会員 野間卓志

株式会社ウエスコ

非会員

宮下征士

1. はじめに

山地や崖沿いを通る道路や鉄道での落石問題について、その予測の多くは、地図や図面等の2次元情報をもとに行われていた。本研究では、LP、MMSの2種類の3次元点群データを併用する予測手法を提案する。両データを用いることで予測から設計まで共通の3次元空間を利用でき、地形解析から落石対策工¹⁾の予備設計までの総合的な検討が可能となる。

2. 点群データを用いた予測手法の提案

(1) LPデータによるTINの作成

LPデータ等の点群データ(図-1)そのものは物体としての属性を持たないが、このデータからTINサーフェス(図-2)を作成することで解析が可能になる。

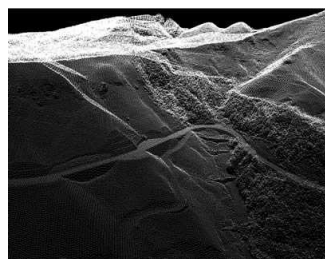


図-1 LPデータ

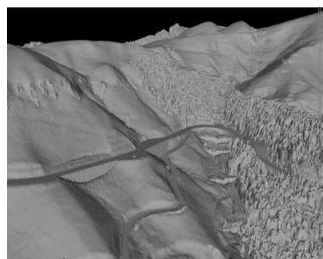


図-2 TINサーフェス

(2) 落下ルート の算出

図-2のTINサーフェスを使用し、水が重力に従って高度の低いところを辿って斜面を流れることを利用したシミュレーションを行う。これにより、図-3の青線が示すように、最急勾配をもつ落下ルートを算出する。

また、緑色で示した範囲は集水域を表しており、この範囲に存在する落石予備物質から落下ルートを算出する。その結果、落石は最下部である赤線で示した道路部分へと落下することがわかる。今回は落石が集中するこの場所を危険箇所とした。

この時の落下ルートからは容易に勾配が導き出せるため、設計時に必要な落石の持つエネルギーを算出するための有効な情報となる。

この手法の場合、対象地のLPデータさえあれば落石箇所の大きな予測が可能である。しかし、跳躍や加速度といった岩の挙動にかんしての予測ができない

ため、落石対策工の設計に関する詳細な予測には十分ではない。

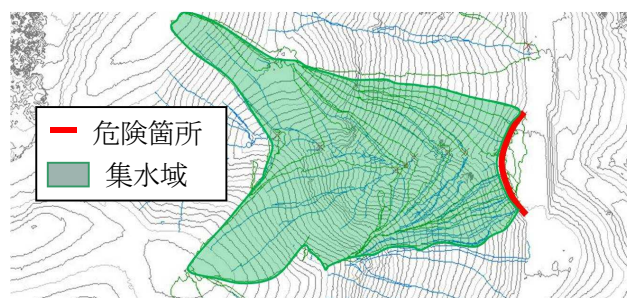


図-3 水による落石箇所予測

(3) 非質点系シミュレーションによる落石箇所予測

前節のシミュレーションでは、落石の挙動を知るには不十分であるため、予測、設計にはより現実に近いシミュレーションが必要になる。

非質点系シミュレーション手法は、形状を持ったブロックとして落石を扱う手法である²⁾。

そこで、TINサーフェスと岩のオブジェクトを利用したシミュレーションを行う。事前の調査によって得た岩の情報からオブジェクトのパラメータを指定し、落下させることでより正確なシミュレーションが可能になる。この時の落石予備物質は事前の調査結果で得た位置と同位置の3次元空間上に設置する。

また、このシミュレーションでは落石の挙動も再現することができるため岩の跳躍に対する対策工の高さの設計などに役立てられる。

実際に前節の集水域と同じ範囲に物体(球)を用意し、水と岩の2種類のパラメータを適用した後a~d点の4点からそれぞれ落下させた。その結果図-4、図-5のような挙動を示した。

前節のシミュレーションとは違い、跳躍や上り坂を駆け上がるような運動も見せるため、各物体によって挙動が変化していることが分かる。

水のパラメータを付与した物体は道路付近で収束し、岩の特性を持った物体は重く、エネルギーが大きいため一度収束した後拡散している。

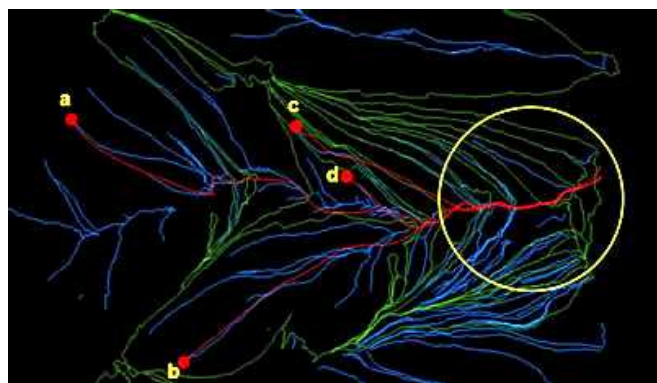


図 4 球体（水）の落下挙動

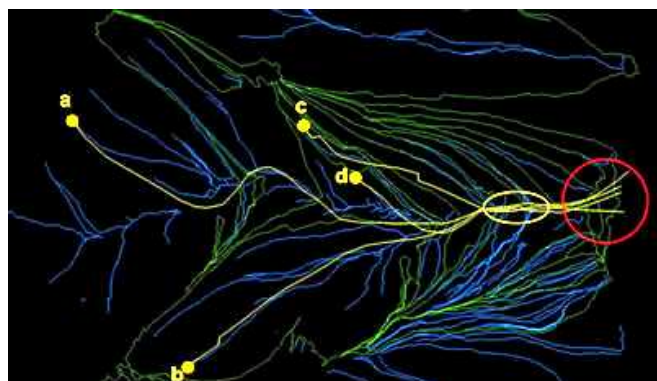


図 5 球体（岩）の落下挙動

3. 落石対策工の予備設計への適用

(1)MMS を利用した現況把握

MMS データは道路周辺の詳細な情報を持っている点群データである(図 6)。この点群からは詳細な縦横断の取得が可能であるため、現況の対策工が持つ高さや総延長などの情報を得る事が出来る。この情報と前章のシミュレーション結果とを総合的に考察する。この結果をもとに、現況の対策工が十分に機能を発揮しているかについての検討も行える。また、TIN サフェスと合わせてビューア上で表示することで、図 7 で示すように現況を再現することもできる。このようにして道路周辺についての現況の対策工設置箇所と未設置箇所を特定する。

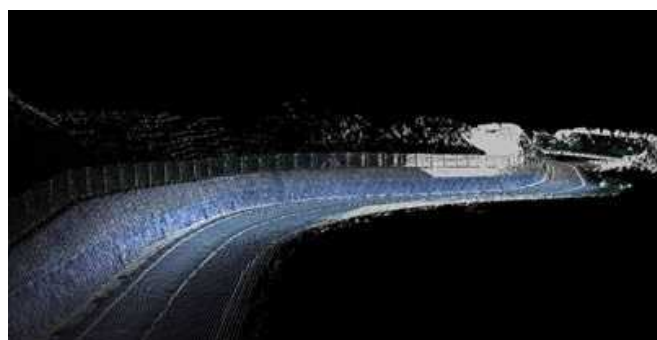


図 6 MMS データ

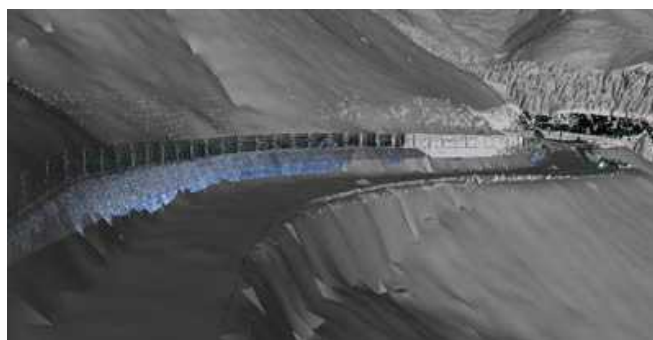


図 7 TIN サフェスとMMS データ

(2)予測箇所との照合

MMS によって把握した現況の対策工設置箇所と予測によって割り出した危険箇所とを照合し、今後対策工の設置が必要な箇所を特定する。図 8 の赤線はシミュレーションにより特定した危険箇所、黄線は既存の対策工が設置されてある箇所である。つまり、赤線のみのある場所には新規に対策工の設置が必要であることがわかる。

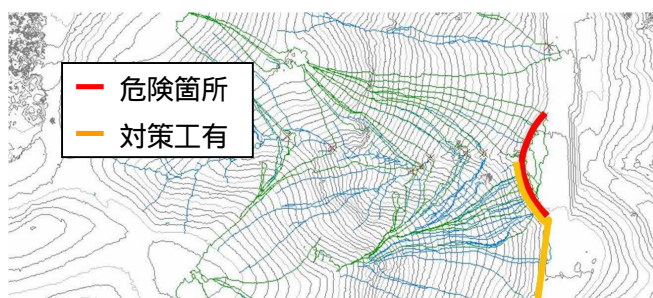


図 8 予測された落石箇所と現況の照合

4. おわりに

この2種類の点群データを併用することで、落石にかんする予測から設計までを同じ3次元空間上で一様に管理することができる。また、予測段階での2つのシミュレーション手法についてはそれぞれの利点や欠点についてさらに考察する必要があるため、今後も研究を進めていく。

<参考文献>

- 1) 日本道路協会：落石対策便覧、日本道路協会 pp71 - 72、2000.
- 2) 枅谷 浩、天沼 康平、辻 直志：斜面の植生を考慮した落石運動シミュレーションによる危険度評価について、構造工学論文集、Vol.55A、pp1304 - 1312、2009.