

有向バウンディングボックスを用いた斜面崩壊の到達距離と比高の抽出

根本 達也*・山田 大雅**・ベンカテッシュ ラガワン*

Extracting Travel Distance and Slope Failure Height Using Oriented Bounding Boxes

Tatsuya NEMOTO*, Taiga YAMADA** and Venkatesh RAGHAVAN*

* 大阪公立大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Osaka Metropolitan University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan. E-mail: tnmoto@omu.ac.jp

** 大阪市立大学理学部 Faculty of Science, Osaka City University, 3-3-138 Sugimoto, Sumiyoshi-ku, Osaka 558-8585, Japan.

キーワード：斜面崩壊, 有向バウンディングボックス, 到達距離, 数値標高モデル

Key words: Slope failure, Oriented bounding box, Travel distance, Digital elevation model

1. はじめに

斜面崩壊による被害を軽減するためには、崩壊土砂の到達距離を予測し、避難対策を行うことが重要である。土砂到達距離を予測するためには、過去の崩壊の到達距離、到達比高、面積等の情報が必要である。坂井ほか (2020) は、地震で活動した崩壊を対象に崩壊範囲の面積と土砂の到達距離との関係を調べ、崩壊範囲から到達距離を確率的に予測できることを示した。しかし、到達距離や到達比高を計測するには、地形図等から土砂の移動経路を判読する必要があり、膨大な時間と労力を要する。

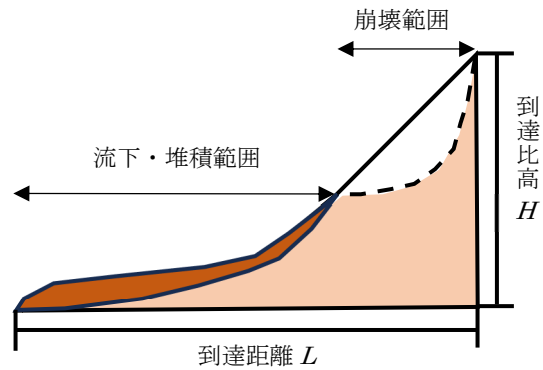
本研究では、有向バウンディングボックス (Oriented Bounding Box: OBB) を用いて、崩壊範囲のポリゴンデータ (以下、崩壊ポリゴン) と数値標高モデル (Digital Elevation Model: DEM) から到達距離と到達比高を簡易的に抽出する方法を開発した。また、本手法によって抽出された到達距離と到達比高を手動で計測した結果と比較し、それらの精度を検証した。

2. 手法

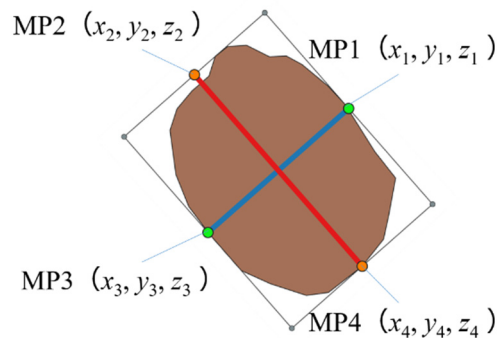
OBB は、最小面積となるように回転させ、対象物を囲んだ長方形である。本研究では、崩壊ポリゴンを OBB で囲み、次の手順で崩壊土砂の到達距離 L と到達比高 H を抽出する (第1図)。

- (1) OBB の長辺と短辺の中点をそれぞれ MP1 と MP3, MP2 と MP4 とし、各中点の x, y 座標を取得する (第2図)。
- (2) 各中点の標高値 (z 座標) を DEM から取得する。
- (3) MP1 と MP3 の標高差が、MP2 と MP4 の標高差よりも小さい場合は、対象の崩壊を Long に分類し、大きい場合は Wide に分類する (Niculiță, 2006)。
- (4) 対象の崩壊が Long の場合は、MP2 と MP4 の水平距離を到達距離 L 、標高差を到達比高 H とする。Wide の場合は、MP1 と MP3 の水平距離を到達距離 L 、標高差を到達比高 H とする。

本研究では R 言語でプログラムを作成し、到達距離 L と到達比高 H の抽出を行った。



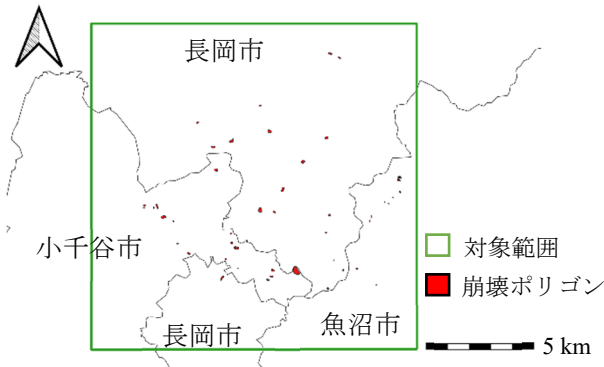
第1図 到達距離と到達比高 (坂井ほか, 2020 を一部改変)。



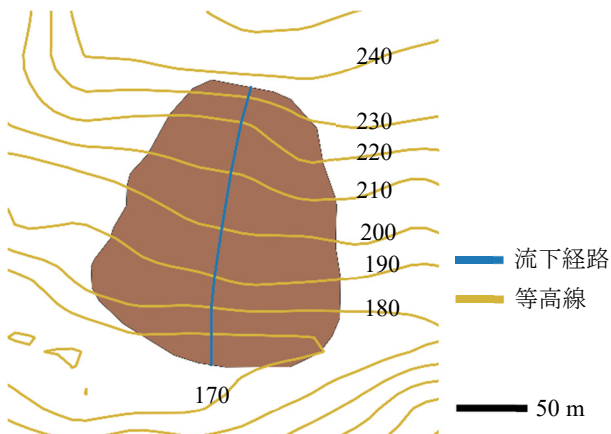
第2図 崩壊ポリゴンと OBB。

3. 到達距離と到達比高の抽出

坂井ほか (2020) で用いられた平成 16 年新潟県中越地震による崩壊ポリゴンと 10 m メッシュ DEM (北海道地図作成 GISMAP) を用いて到達距離 L と到達比高 H を抽出した。対象範囲は 50 箇所の崩壊ポリゴンが含まれる領域である (第3図)。また、本手法による抽出結果の精度を検証するため、西口ほか (2016) の手法を参考に、10 m 間隔の



第3図 対象範囲と崩壊ポリゴン。



第4図 手動計測の例。

等高線に対して垂直な方向に流下経路を作成し、到達距離 L と到達比高 H を手動で計測した (第4図)。

4. 結果

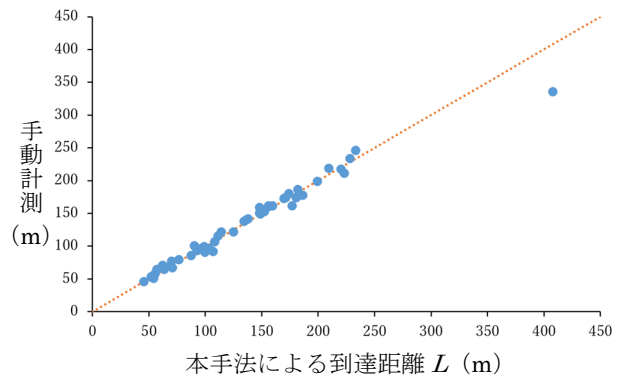
本手法による到達距離 L を横軸に、手動計測による到達距離 L を縦軸にとった散布図を第5図に示す。また、本手法による到達比高 H を横軸に、手動計測による到達比高 H を縦軸にとった散布図を第6図に示す。本手法と手動計測の結果が一致する場合は、点線上にプロットされる。第5図と第6図から、概ね一致していることがわかる。

手動計測に対する到達距離 L の誤差率平均値は 0.3 % であり、平均誤差は 0.52 m であった。誤差率が概ね $\pm 10\%$ の範囲に収まっていることから、本手法による到達距離 L の抽出は有効であると考えられる。ただし、一部の崩壊は流下経路が OBB の対角線方向にあり、誤差率が 20 % 程度と大きかった。

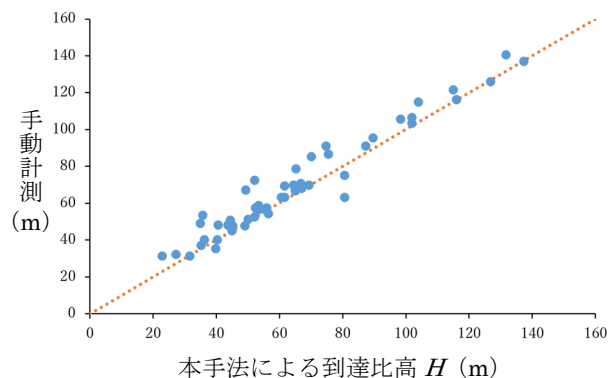
到達比高 H の誤差率平均値は 6.7 %、平均誤差は 4.49 m であった。到達距離 L と同様に、流下経路が OBB の対角線方向の崩壊は誤差が大きかったが、DEM の精度の影響も考えられる。

5. おわりに

本研究では、有向バウンディングボックスを用いて、崩壊ポリゴンと DEM から到達距離と到達比高を簡易的に抽出する方法を開発した。また、平成 16 年新潟県中越地震で発生した斜面崩壊を対象に、本手法によって抽出された到達距離と到達比高を手動で計測した結果と比較し、精度を検証した。



第5図 本手法と手動計測による到達距離 L の関係。



第6図 本手法と手動計測による到達比高 H の関係。

手動計測に対する誤差率が小さいことから、本手法による到達距離と到達比高の抽出は概ね有効であると考えられる。しかし、実際の流下経路が OBB の対角線方向にある場合、誤差率が大きい傾向があった。さらに精度を向上させるためには、流下経路の推定とそれに沿った抽出をする等の改良が必要である。また、本研究では平成 16 年新潟県中越地震による斜面崩壊を対象としたが、それ以外の崩壊や地すべりでも抽出し、さらなる検証を行う必要がある。

謝辞：国土交通省九州地方整備局阿蘇砂防事務所の坂井佑介氏と国土交通省国土技術政策総合研究所の田中健貴氏には、崩壊範囲や流下経路のデータを提供していただいた。ここに記して感謝申し上げます。

文献

- Niculiță M. (2016) Automatic landslide length and width estimation based on the geometric processing of the bounding box and the geomorphometric analysis of DEMs. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol.16, no.8, pp.2021-2030.
- 西口幸希・内田太郎・田中健貴・蒲原潤一・奥山遼佑・日名純也・松原智生・桜井 亘 (2016) 深層崩壊の発生に伴う土砂移動現象と被害発生位置の実態. *砂防学会誌*, vol.68, no.6, pp.31-41.
- 坂井佑介・内田太郎・平田育士 (2020) 地震を誘因とする土砂災害における土砂到達範囲の確率的な予測手法に関する提案. *砂防学会誌*, vol.73, no.3, pp.3-14.