

微地形に着目した AI による小規模土石流の発生危険箇所抽出の検討

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) ○正会員 長尾雅, 林詳悟, 内田純二
西日本高速道路(株) 正会員 福原力

1. はじめに

NEXCO では、道路区域外で発生する土石流の発生に備え、土石流手引きに基づき、大縮尺地形図による溪床勾配や流域面積などを考慮し、1ha 以上を基本に沿道危険溪流の抽出、及び対策を進めてきた。しかし、近年頻発している異常降雨に伴い写真-1 のように小規模の土石流が発生した。

本論は、近年データ整備が進んでいる数値標高モデル（以下、DEM という）に基づく、被災箇所の微地形に着目した AI による小規模土石流発生の危険箇所抽出方法を提案するとともに、高速道路の安全安心を目的とした予防保全への活用方法について述べる。

2. 斜面防災の課題

昨年、四国の高速道路にて小規模な土石流災害が発生した。当該箇所の崩落前の地形（図-1）を確認すると、図-2 に示すように DEM の地表面に「こんもり」した凸領域が確認できる。本箇所の崩壊土量 515m³ に対し、計算した土量は 518.7m³ と近似しており、DEM を活用することで、被災地形に類似する微地形を危険箇所として判別できる。

しかし、類似する微地形は小規模かつ道路沿線に多数存在するため、その把握には膨大な時間と労力が必要となる。そこで本検討では、被災箇所の崩落前の DEM データから教師画像を生成し、AI により類似する微地形を抽出する方法とについて検討する。

3. 抽出方法の検討

抽出手順を図-3 に示す。はじめに被災した地形画像を教師画像とし、方向性や左右対称性を考慮して合計 3,600 枚の画像を生成した（図中 A①～⑤）。また地形分類用に、被災地形と異なる箇所ので代表的な 4 つの地形（谷、尾根、斜面、平地）ごとに教師画像を 3,600 枚ずつ生成した（図中 A⑥～⑨）。

次に、判別方法について述べる（図中 B）。準備した教師画像と AI を用いて、5 種類の教師画像の特徴量から被災箇所を抽出する判別モデルを構築する。判別ロジックとなるディープラーニングには、著者らの検討¹⁾などの画像認識で用いられている Convolutional Neural Network（以下、CNN）を採用した。CNN による画像処理では、畳み込み層とプーリング層で画像の特徴を抽出後、次の層へ進むに従い判別精度が向上する（図-4）。CNN は DEM のように与えられた画像の広い範囲から自動的に特徴を抽出して学習し判別モデルを構築する。

最後に、抽出箇所の危険度評価を行う（図中 C）。抽出した領域内にある「こんもり」した面積を算出するキーワード AI、画像認識、土石流、防災減災、予防保全

連絡先 〒760-0072 高松市花園町三丁目 1 番 1 号 TEL 087-834-1121 FAX 087-834-0150



写真-1 被災箇所



a) 航空写真 b) DEM

図-1 被災前の地形等

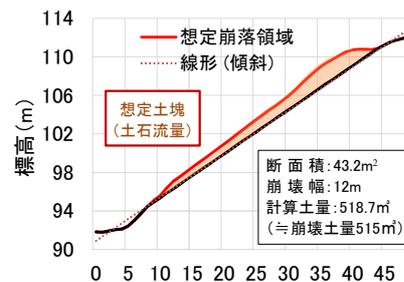


図-2 崩壊前の標高と想定土塊

(写真-1, 図-1 の線上)

項目	内容
教師画像の生成	被災画像 ① 被災箇所を50m×50mで切出す ② 上下左右に10mずらした計5つの画像を準備 ③ 1度毎に回転させる ④ 左右反転させる ⑤ 合計3,600枚(5×360×2)の教師画像を生成
	分類画像 ⑥ 被災地形以外の代表的な地形(谷、尾根、斜面、平地)画像を4つ選出 ⑦ 1度毎に回転させた画像 ⑧ 左右反転させた画像 ⑨ 4分類で合計3,600枚の教師画像を生成
抽出	AI抽出(類似地形の把握) ① 対象画像を50m×50m毎に1mずつ照合 ② 判別結果から被災地形に類似する領域を抽出 ③ 抽出箇所が被災画像より小さい(2,500m ²)箇所を小規模として除外
凸表示	想定土石流量の表示 ① 抽出箇所内の凸領域を強調画像により凸が大きい(危険度が高い)ほうから3段階表示(赤、黄、青色) ② 3段階表示の各面積を算出し想定される土石流量を算出

図-3 抽出手順

ため、凸領域を強調させ想定土塊(図-2)を算出し、抽出画像に重合することで、図-5のように危険度を3段階(赤, 黄, 青)で可視化できる。なお、この危険度は、教師画像として被災地形画像の凸領域を基準に3段階で分類した想定高さに面積を乗じて想定土石流の土塊量を算出する。

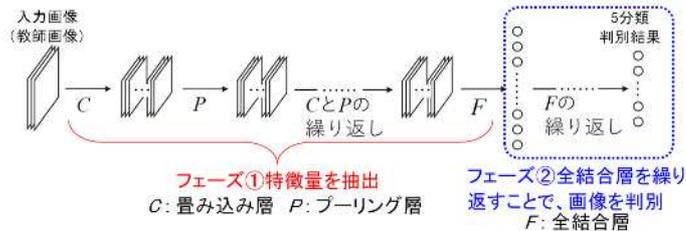


図-4 CNNの基本構造

4. 抽出結果と予防保全への活用方法

被災箇所と同様の地質である高速道路25km区間について、構築した判別モデルを用いて危険領域の抽出を行った。この区間は過去に豪雨災害に見舞われた区間であり、1ha以上の危険渓流を既往検討にて選定している。本論の提案技術の所掌について、既往検討との所掌を区分と、本検討が対象としている対応策の概念を図-6に整理した。これまでの検討では、豪雨災害履歴や地形判読した危険渓流を抽出しており、抽出箇所は1ha以上と大規模であった。このような箇所は被災・減災するための対策を講ずるには、道路区域外であること、対策費用が膨大であることから、通行止めを実施するなどソフト面を含めた対応が必要である。一方、本検討の対象は1ha未満の小規模な被害を想定しているため、土石流の規模を算出すれば、道路区域内に防護壁を施工するなどハード面を中心とした対応により安全安心に寄与できると考える。

この区間の抽出結果の一例を図-7に示す。抽出箇所には砂防指定地なども含まれており、既往検討で抽出された箇所と合致する箇所もあることから、危険領域を抽出できているといえる。また、道路に影響のない領域や、道路近傍でも造形地は対象外とした。なお、図中の箇所数は対象別に抽出された箇所数を示しており、既往検討では抽出されていない箇所が25km区間に10箇所抽出できており、本検討による新たな危険箇所を把握できた。

5. おわりに

本論ではAIを用いて小規模な土石流災害が想定される箇所の抽出方法について検討した。検討結果は、道路点検や防災対策の基礎資料として活用するとともに、抽出箇所の現地確認を進め、対策方法について検討していく予定である。なお、本検討は一事例による検討結果であることから、他の地質を対象とした適用性についても検討する必要があると考える。

参考文献

1) 廣永厚友, 林詳悟, 橋本和明, 松田靖博, 全邦釘: 冬用タイヤ自動判別技術の開発, 土木学会第74回年次学術講演会, CS10-029/CS-5, DVD-ROM, 2019

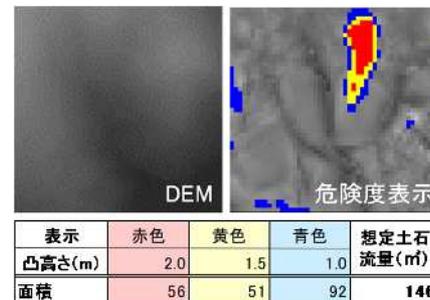


図-5 被災画像の危険度

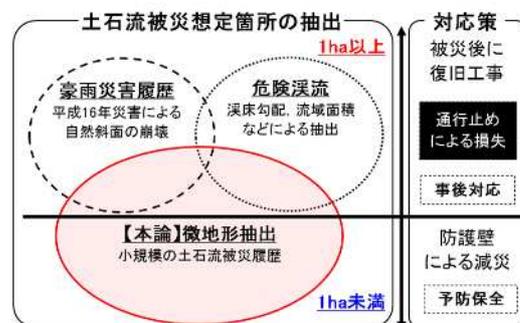


図-6 既往検討と本検討の所掌

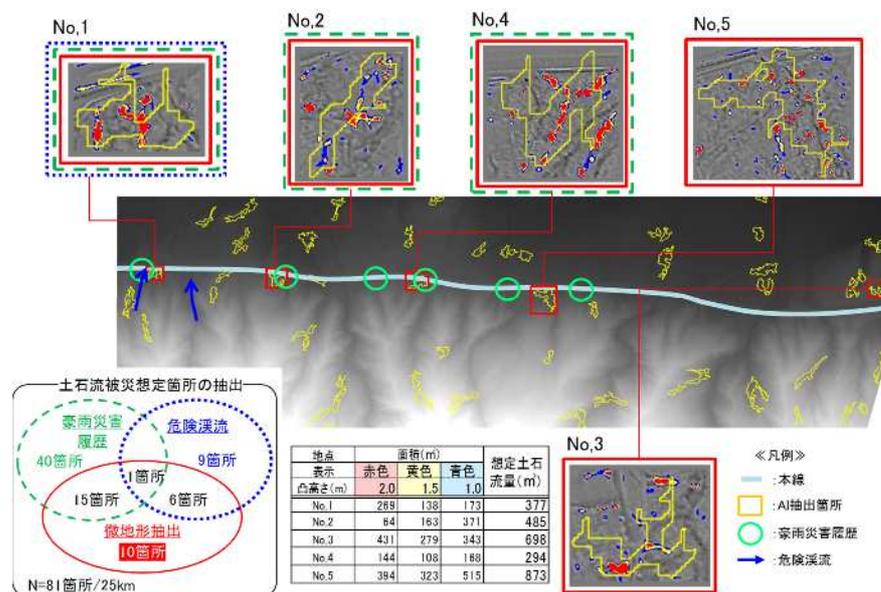


図-7 抽出結果の例