

## 擁壁の危険度判定・把握手法に関する研究

東京都市大学 学生会員 ○大和田健樹  
 正会員 末政直晃  
 正会員 伊藤和也

### 1. はじめに

都市部の土地利用密度が高い地区では、傾斜地などを切土・盛土して宅地を造成し、宅地造成等規制法施行以前に造られた擁壁が多く存在している。巨大地震発生時には老朽化した擁壁の被害が多く、避難や災害救助活動、宅地の復旧、生活の再建に影響を与えると指摘されている<sup>1)</sup>。2016年4月14日に発生した熊本地震では、熊本都市圏及び阿蘇地方を中心に18万棟を超える家屋被害や大規模な土砂災害をはじめ、宅地においても擁壁の倒壊やはらみ折損等の被害が生じた<sup>2)</sup>。

宅地擁壁の倒壊・滑動崩落といった宅地災害は、建物に先立ち復旧することが必要となる。そのため老朽化した既存宅地擁壁の耐震診断方法の整備と補強による事前対策の促進が重要である。しかしながら、宅地所有者自らが的確な擁壁の耐震診断を行うことは難しい。そこで本研究では擁壁の危険度を判定し、把握する手法を提案することを目的とした。本報告では近年急速な発展を遂げているAI技術、特に画像認識に有効な手法である深層学習として畳み込みニューラルネットワーク(Convolution Neural Network, 以下CNNと略す)を用いて擁壁の種類判別および擁壁のひび割れの把握方法の検討を行った。

### 2. 擁壁種類判別の検討

#### 2-1 検討概要

擁壁の種類判別では、CNNを用いて検討を行う。はじめに教師データとなる擁壁画像をコンクリート擁壁、練積み擁壁(間知石または間知ブロック)、その他練積み擁壁(空石積み擁壁を含む)の3種類に分けて集め、画像を加工する。その後CNNモデルを作成し、画像を学習させ、判別の精度を確認する。

#### 2-2 収集画像と画像の加工

本研究で使用した画像はスマートフォンで撮影した画像とし、種類ごとに20枚撮影した。撮影の際に、擁壁以外の障害物が入らないようにして撮影距離を1~2mとした。

その後、閾値処理を用いて画像加工を行った。閾値処理とはグレースケールで、画素値が閾値より大きければある値(白)を割り当て、そうでなければ別の値(黒)を割り当てる処理である<sup>3)</sup>。画素値が小さい部分が白になる処理をCase1、画素値が大きい部分が白になる処理をCase2とする。閾値127で加工した教師データの例を図-1に示す。今回、1枚の画像に対して閾値を117, 122, 127, 132, 137の5パターン作成し、教師データの増量を行った。

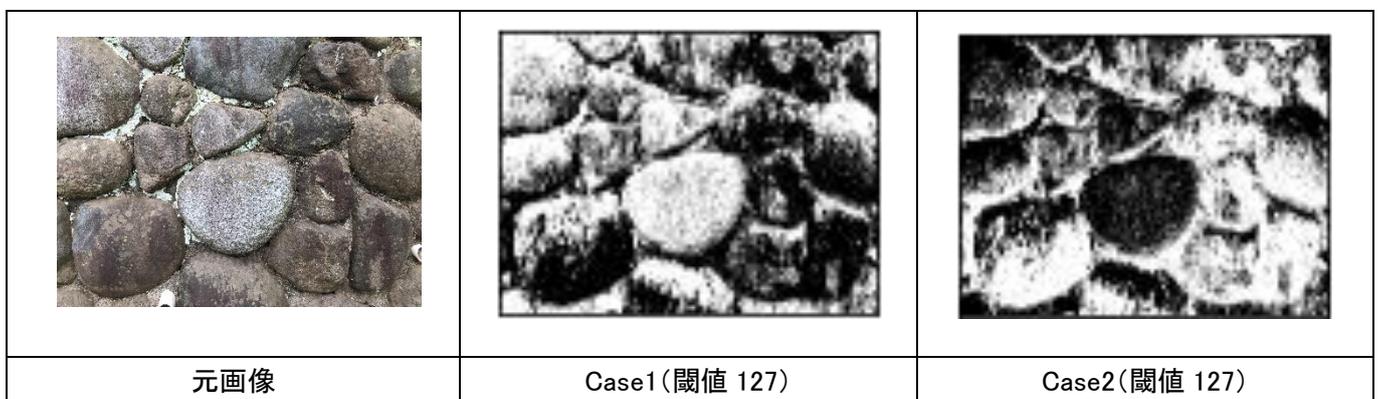


図-1 閾値 127 で作成した教師データの例

キーワード 宅地擁壁, 深層学習, CNN, ひび割れ

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL:03-5707-0140 E-mail:studentid@tcu.ac.jp

## 2-3 機械学習の環境構築とモデルの作成

python3.7 を利用して、擁壁の種類判別を行うモデル<sup>4)</sup>を構築した。2次元の畳み込みレイヤーである Conv2D を使用し、畳み込み層は全 16 層で 3×3 のフィルターとし、活性化関数には ReLU 関数を適用した。全結合層の活性化関数も ReLU 関数である。プーリング層では入力画像内の「2×2」の領域で最大の数値を出力した。出力層の活性化関数には Softmax 関数を用いて、総和が 1 となるように各出力の予測確率を計算した。

## 2-4 学習および結果と考察

学習は準備データの 9 割を学習用、1 割を検証用とし学習させた。学習の経過値を Train, それをもとに検証した精度値を Validation で示す。またその精度を確かめるために損失関数値も確認できるようにした。損失関数値とはモデルから出力された予測値とのズレである。これより 1 つの訓練データを 30 回繰り返して学習させた。

図-2, 3 に Case1 と Case2 の学習精度の結果をそれぞれ示す。ここで Accuracy は学習精度を、Epoch は訓練データの学習回数を表している。グラフを見ると、Case1, 2 共に学習回数を増やすほど精度が上がっており最終的な Accuracy が 1 であることから、どちらも精度が高く、擁壁の種類を正しく判別ができていると考えられる。また最終的な損失関数値は Case1 で  $1.03 \times 10^{-7}$ , Case2 では  $6.99 \times 10^{-7}$ であった。Loss 値は 1 より小さいことが好まれるため Case1, 2 共に満たしていることから、学習は上手く行われたと考えられる。

## 3. ひび割れ検出の検討

### 3-1 検討概要

老朽化した擁壁の画像に対して、ひび割れ検出を試みた。既存の研究<sup>5)</sup>を参考にメディアンフィルタを用いた背景差分処理を行うことで擁壁画像に適応するかを確認する。

### 3-2 メディアンフィルタを用いた背景差分処理

ひび割れを含む擁壁表面を撮影した画像は、光の当たり具合や影などにより濃淡変化が生じている。そこで画像をグレースケールにし、フィルターを用いて平滑化画像を作成、元の画像と平滑化画像の差分を取ることでひび割れを抽出する。

### 3-3 背景差分処理の結果

背景差分処理前後の画像の例を図-4 に示す。処理後の画像からひび割れが抽出できていることが分かる。しかしひび割れ以外の表面の凸凹が黒点となってあらわれている。また画像によってはひび割れ線がくっきりとあらわれないことがあり、線強調処理を行い壁面の汚れなどの影響を抑制する必要がある。

## 参考文献

- 1) 国土交通省「建築物と地盤に係る構造規定の合理化による 都市の再生と強靱化に資する技術開発」  
[https://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/pdf/r1/190711\\_04jizen.pdf](https://www.mlit.go.jp/tec/gijutu/kaihatu/pdf/r1/190711_04jizen.pdf) (2021 年 7 月 10 日閲覧)
- 2) 橋本隆雄:2016 年熊本地震による被災宅地擁壁の被害分析, 国土館大学理工学部紀要, Vol.11, pp.97-105, 2017
- 3) Open CV「画像のしきい値処理」  
[http://labs.eecs.tottori-u.ac.jp/sd/Member/oyamada/OpenCV/html/py\\_tutorials/py\\_imgproc/py\\_thresholding/py\\_thresholding.html](http://labs.eecs.tottori-u.ac.jp/sd/Member/oyamada/OpenCV/html/py_tutorials/py_imgproc/py_thresholding/py_thresholding.html)
- 4) 子供プログラマー Python・Keras で CNN 機械学習 自作・自前画像のオリジナルデータセットで画像認識入門  
<https://child-programmer.com/ai/cnn-originaldataset-samplecode/> (2021 年 7 月 14 日閲覧)
- 5) 藤田ら:画像処理によるコンクリート構造物のひび割れ幅の分類, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.1792-1797, 2012

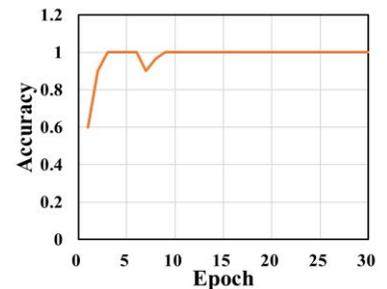


図-2 Case1 の学習精度

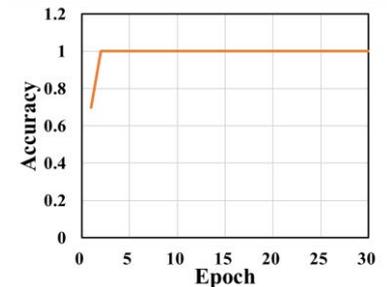
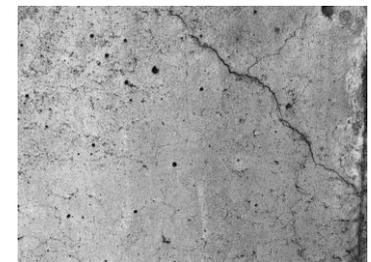
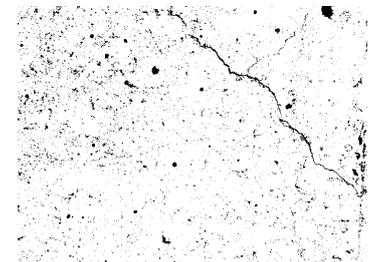


図-3 Case2 の学習精度



(元の画像)



(背景差分処理後)

図-4 背景差分処理  
前後の例