

## 深層学習を利用した既存擁壁の耐震性評価に関する研究 オープン化されたプログラムによる検討

### Seismic Performance of Existing Retaining Walls Using Deep Learning Method Results with Open-Ended Programs

○羽石愛華<sup>1</sup>, 酒匂教明<sup>2</sup>  
\*Aika Haneishi<sup>1</sup>, Noriaki Sako<sup>2</sup>

Abstract: In recent years, “AI” is expected to solve the shortage of human resources and improve productivity in the construction industry. On the other hand, it has been reported that many old retaining walls have been damaged in great earthquakes in the past. Therefore, an evaluation method for the seismic resistance of residential retaining walls is expected for the purpose of national resilience. As the first attempt, we tried to detect cracks and drainage holes in a retaining wall using open-ended programs of deep learning method in this paper. The results confirmed that the use of the existing learning model can be used to detect drainage holes and cracks, however, some of false detecting were identified. In the future, we need to collect big data on residential retaining walls and incorporate new algorithms.

#### 1. はじめに

近年、建設業における人材不足の解消・生産性向上のために、国土交通省では、建設現場の生産性向上をはかる「i-Construction」の取り組みを推進しており、実際にここ数年で大きな発展を遂げている人工知能技術の活用が強く期待される。最近では、建築業界でも深層学習（ディープラーニング）に着目した多くの研究が確認される<sup>例として[1], [2]</sup>。一方で、近年起きた大地震などでは、地盤の液状化や擁壁の崩壊などの地盤に起因する建物の被害数は未だに多いことが報告され、その被害のほとんどは数十年内に造成された宅地地盤に集中している。宅地擁壁の設計に関する情報を入手できることは稀で、現地踏査だけの情報だけから健全性を判断しているのが現状である。元来、擁壁の耐震性に関する評価手法はなく、国土強靱化に向けた宅地擁壁の耐震性の検討がなされた例<sup>[3]</sup>は散見されるが、複数の視点からの検討が望まれる。本研究テーマでは、現状の宅地調査の情報量だけで大地震に対する既存宅地の耐震性評価が可能となることを目標に、その一環として既存擁壁の耐震性評価を課題としている。本稿では、最初の試みとして、深層学習による擁壁のひび割れと水抜き穴をオープン化された画像解析から検出することを試みたので、その結果を報告する。

#### 2. 深層学習の基本的な考え方

ニューラルネットワークは、生物の脳神経内の情報を模擬したものであり、図1のように層状に配置されたユニット間で、データの入出力を繰り返すような学習を行うアルゴリズムである。ニューラルネットワー

クによるタスクには、ある画像が写すものが犬か猫かを判別するなど、データをクラス分けする「分類」と呼ばれるものや、過去数日の気象情報から次の気温を予測するなど連続的な数値を予測する「回帰」と呼ばれるもの、画像の中から物体の位置の特定を含めてクラス分類を行う「物体検出」と呼ばれるものなどがある。

深層学習は、ニューラルネットワークの中間層が多層化（深層化）していることが特徴であり、一般的な深層学習はビッグデータを用いた学習により、機能的にモデルを構築する。

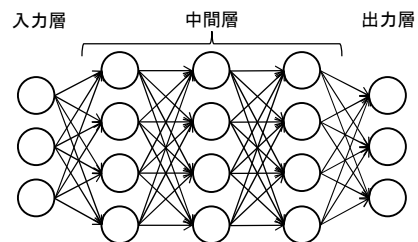


Figure1. Schematic diagram of a neural network

#### 3. 擁壁の健全性評価の試み

本研究では、国土交通省が公表している「宅地擁壁の健全度判定・予防保全対策マニュアル」に示されている健全度判定を参考にして、擁壁画像数十枚およびコンクリートの表面ひび割れ画像 300 枚程度から深層学習による画像解析を行う。画像解析には、分類と物体検出のアルゴリズムを用いた。

##### (1) 物体検出の適用

先述したは、画像の中から定められた物体の位置とカテゴリーを識別する技術で様々な手法が提案されて

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大短大・教員・建築

いる。本研究では、YOLO と呼ばれる物体検出アルゴリズムを用いて、宅地擁壁の水抜き穴を画像から検出するモデルを作成し、作成したモデルの適用性を確認した。学習モデルに用いた画像は、宅地擁壁の画像データで、水抜き穴の領域にタグ付けを行うことにより学習モデルを作成した。図2に宅地擁壁の水抜き穴の検出結果を示す。図2(1)のように、学習モデルによる水抜き穴の検出結果は、目視による判定結果と一致する場合があります。物体検出は擁壁の健全性でチェックすべき箇所を判別できる可能性が示された。一方で、図2(2)のように、誤って水抜き穴が検出された、もしくは検出しなかった例も確認された。

(2) 擁壁表面のひび割れ検出への適用

深層学習に基づく一般物体検出アルゴリズムを用いたコンクリート表面のひび割れ検出に関する研究は各方面で盛んに行われている<sup>例えは[4]</sup>。本研究では、コンクリートのひび割れ検出システムが、擁壁表面のひび割れ検出にも適用することが可能であるか確認した。学習モデルに用いた画像は、オープン化されたプログラムから、コンクリート表面のひび割れ画像をダウンロードし、その画像データから学習モデルを作成した。本モデルは、深層学習の画像認識手法の一つであるセグメンテーションを適用し、ひび割れ領域の形状を検出した。図3に擁壁のひび割れ検出結果を示す。コンクリートの擁壁の場合、学習モデルでひび割れを検出することができることが確認された。一方、ブロックの擁壁においては、擁壁の目地部分がひび割れと誤判断されることが確認できた。

(3) 今後の課題

擁壁の耐震性評価に活用できるアルゴリズムは「類似」および「検出」が想定される。類似性のアルゴリズムを活用したものとして、コンクリートの劣化要因を判定する研究<sup>[5]</sup>もされており、劣化要因を分類することが可能である。本研究の擁壁の健全性評価では、既往の学習モデルを用いることにより、水抜き穴やひび割れの検出を行うことが確認できたが、一方で誤検出が一定数確認された。その要因として、学習時の既存擁壁の画像枚数が少なかったことで、水抜き穴やひび割れの特徴が適切にモデル化できていないことが考えられる。深層学習は大量のデータセットを必要とする機械学習モデルであるため、今後は擁壁画像のビッグデータの収集が必要である。また、ブロックの擁壁の目地部分の誤検出に関しては、学習用の画像に擁壁のひび割れ画像を用いていなかったことで、ひび割れと

目地の区別ができていないことが考えられる。そのため、新たなアルゴリズムが必要であると考えられる。



(1) Examples of Successfully Detected



(2) Examples of false detections

Figure 2. Drain hole detection results



Concrete retaining wall

Block retaining wall

Figure 3. Retaining wall crack detection results

4. まとめ

本稿では、深層学習を利用した擁壁の耐震性評価の最初の試みとして、オープン化されたプログラムにより画像解析を試みた。今後は宅地擁壁のビッグデータの収集とアルゴリズムの検討を進めていく予定である。

5. 参考文献

[1] 秋本哲平：「コーン貫入試験と人工知能を活用した土質定数推定手法に関する研究」, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.77, No.2, pp.1\_721-I\_726, 2021

[2] 熊谷隆宏：「人工知能技術とボーリング削孔時の計測データを活用した土質および強度推定手法に関する研究」, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.75, No.2, pp.1\_163-I\_168, 2019

[3] 柏尚稔：「老朽化した宅地擁壁への耐震補強法の構築に向けた検討その 14：近傍建物の影響度評価のための遠心載荷実験」, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-9-3-04, 2024.7.

[4] 野村泰稔：「深層畳み込みニューラルネットワークに基づくコンクリート表面のひび割れ検出システム」, 土木学会論文集 F6 (安全問題) Vol.73, No.2, pp.189-198, 2017.

[5] 町口敦志：「ディープラーニングによるコンクリート構造物の劣化要因判定支援システムの開発に関する基礎的研究」, 土木学会構造工学論文集 Vol.64A, pp.129-136, 2018.3.