

## 駅舎等建物におけるシーリング材の劣化度評価に関する研究 その2 画像認識 AI による劣化度の推定

正会員 ○古谷 勇人\*<sup>1</sup> 同 青山 浩之\*<sup>1</sup>  
同 青山 瑠衣\*<sup>2</sup> 同 池田 佳樹\*<sup>3</sup>

駅 シーリング材 劣化度  
画像認識 AI セグメンテーション

### 1.はじめに

前報では、シーリング劣化における表面状態から損傷深さの推定方法について報告した。画像認識 AI 技術を用いてクラック量(Q)、幅(W)を求めることで損傷深さ(D)を推定し、画像から客観的かつ簡易に QWD 値を予測することが期待される。本報では、画像認識 AI 技術による検証結果を報告する。

### 2.検証項目の設定

画像から図1のような壁面シーリング材の劣化状態を定量的に判定するために必要な検証項目を検討した。

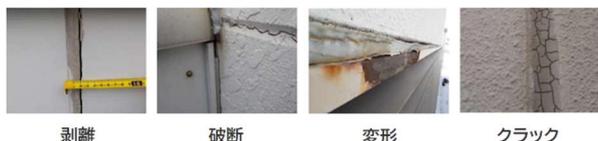


図1 シーリング材の劣化状態例

劣化状態の評価値は QWD 値とした<sup>1)</sup>。QWD 値はクラックの量(Q)、幅(W)、損傷深さ(D)を表し防水上の結果を加味したシーリング劣化状態の評価尺度である。また画像認識 AI は画像中の特定の物体を検出するための AI モデルである。よって画像認識 AI を用いて画像からシーリング、クラック、剥離を検出できれば QWD 値を推定できると考える。検証項目を表1に示すように、設定した。

表1 検証項目

検証項目	仮説
画像認識 AI	画像から劣化対象を検出できる
QWD 値推定	劣化対象から QWD 値を推定できる

#### 2-1.画像認識 AI

画像認識 AI を用いて画像からシーリング、クラック、剥離を検出する。なお本研究では、画像認識 AI の内、セグメンテーションを採用した。セグメンテーションは画像内の対象を識別し、ピクセル単位で分類する領域抽出である。また画像認識 AI は事前学習により特定の物体に特化したモデルを実装可能である。モデル開発は、図2に示すような教師データの作成、モデル学習、モデル評価の3工程によって行われる。



図2 物体検出 AI の開発工程

図2に示すように AI モデル開発において教師データの作成が全ての基礎となるため、集計データの整理および画像中への正確な正解付けに注意した。また教師データの作成の都合上、クラックはシーリング材上でのみ、剥離はシーリング材の周辺でのみ発生するとした。

#### 2-2.QWD 値

画像認識 AI で抽出されたシーリング、クラック、剥離の領域から QWD 値を求める。

クラックの量(Q)に対する従来の評価は亀裂のスケール図を参考に目視で判定している<sup>2)</sup>。よって、亀裂のスケール図におけるクラックの面積比率を評価値とすることで定量的な判断が可能だと仮定する。面積比率は式(1)により求めることができる。

$$\text{面積比率(\%)} = \frac{\text{クラック総面積} + \text{剥離総面積}}{\text{シーリング総面積} + \text{剥離総面積}} \quad (1)$$

なお隙間なく充填された状態を健全なシーリング面積とした。そのため健全なシーリング面積は画像認識 AI によるシーリング面積と剥離面積の合計である。

幅(W)は、クラックの内接円から推定する。画像認識 AI によって抽出されたクラックに内接円を描画する。クラックの幅は内接円の直径で示される。そこで最大内接円の直径を最大横幅長とすることで画像中から幅推定可能である。しかし推定された幅はピクセル単位である。よってピクセル単位から画像における長さの単位である実測単位(mm)に換算する必要がある。画像中のスケールまたはシーリングの横幅長から換算係数(mm/ピクセル)を求めることができる。この換算係数から実測単位に換算することで幅の推定が可能である。

損傷深さ(D)は、幅から推定する。前報より損傷深さ(D)と幅(W)は相関係数 0.70 と強い相関関係にあることが確認された。よって、幅(W)と損傷深さ(D)の1次線形回帰式を

求めることで、幅(W)から損傷深さ(D)が推定できる。

以上により求めた Q 値、W 値、D 値を乗ずることで QWD 値が算出できる。

### 3. 検証結果

#### 3-1. 画像認識 AI

教師データに 97 枚の画像データを使用し AI モデルを開発した。AI モデルによる画像認識結果を図 3 および図 4 に示す。

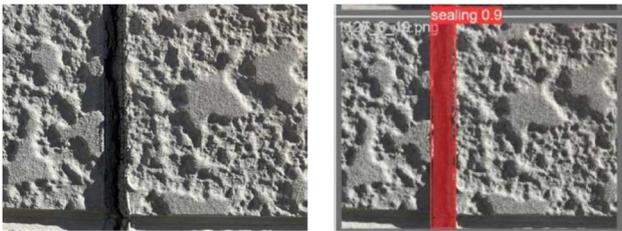


図 3 壁面のシーリング検出結果

図 3 に示すように元画像（左図）から、シーリング材が赤領域で検出できた。（右図）

検査者の正解結果と検出結果の例を図 4 に示す。図 4 において青領域はシーリング材、緑領域はクラックをそれぞれ示す。

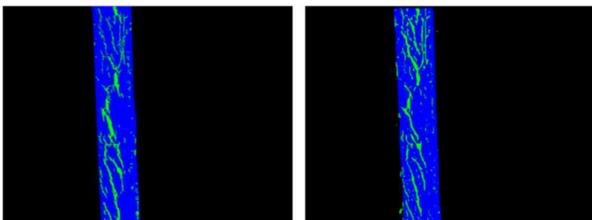


図 4 正解結果（左）検出結果（右）

正解結果（左図）と検出結果（右図）の一致率は 84% であった。

以上のことから、画像認識 AI によりシーリング、クラック、剥離の領域が検出できたと考える。

#### 3-2. QWD 値

画像認識 AI で検出されたシーリング、クラック、剥離の領域から QWD 値を推定した。推定結果の例を図 5 に示す。また図 5 における検査者の判定結果および画像認識 AI の推定結果を表 2 に示す。また Q 値、W 値、D 値のそれぞれについて検査者と画像認識 AI の結果をバブルチャートにて表した。バブルチャートを図 6 に示す。

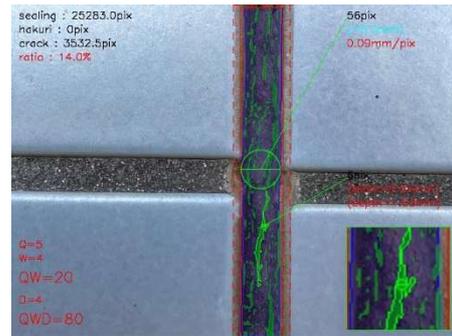


図 5 画像認識 AI による QWD 値の推定結果

表 2 検査者と画像認識 AI の比較

項目	検査者	画像認識 AI
Q 値	5	5
W 値	4	4
D 値	4	4
QWD 値	80	80

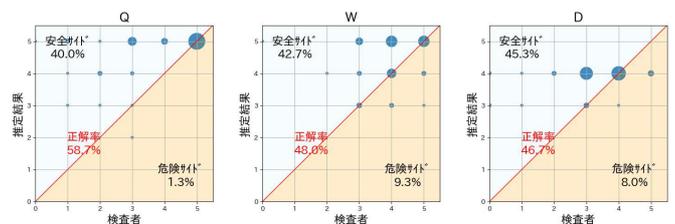


図 6 検査者と画像認識 AI のバブルチャート

表 2 に示すとおり検査者と画像認識 AI の結果は一致していた。図 6 に示すとおり画像認識 AI による予測結果は、検査者に比べて安全サイド側に推定しやすい傾向が見られた。

### 4. まとめ

本研究では、画像認識 AI を用いて客観的かつ簡易にシーリング材の劣化度を推定する方法を検討した。その結果、画像認識 AI によりシーリング、クラック、剥離の領域が検出でき、またその検出結果から QWD 値の推定が可能であると示唆された。Q 値については人による判断差の少ない客観的な評価が可能であると考えられる。

しかし画像認識 AI の精度や QWD 値の決定方法には改善の余地がある。今後も検討を続け、シーリング材の劣化度推定ソリューションの開発を目指したい。

#### 【参考文献】

- 1) 伊藤彰彦、榎本教良、清水祐介、松村宇、高根由充、竹本喜昭、清水市郎、田中亨二：QSD 値による建築用シーリング材の劣化状態の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、p943-944、2012
- 2) JIS A 1439：2022 建築用シーリング材の試験方法

\*<sup>1</sup> 環境リサーチ

\*<sup>2</sup> JR 東日本ビルテック

\*<sup>3</sup> 東日本旅客鉄道 博士(工学)

\*<sup>1</sup> Kankyo research Institute Inc.

\*<sup>2</sup> JR East Facility Management Company

\*<sup>3</sup> East Japan Railway Company, Dr.Eng