

デジタル画像を活用するインフラ構造物点検ロボットの開発

岡山大学大学院 学生会員 ○中村 隆史

岡山大学大学院 正会員 西山 哲

株式会社開発設計コンサルタント 正会員 伊藤 孝, 野嶋 潤一郎

1. はじめに

インフラ構造物では、健全性の指標となっているひび割れ幅を計測する手法として目視点検が行われている。その方法は図 1 に示す通り、計測対象のひび割れ幅とクラックスケールの目盛り幅を比較するというものである。しかし、この手法ではひび割れを客観的に評価できないこと、すべての幅を計測することができないという問題点がある。我々は、図 2 に示すコンクリート壁面に吸着し自走するインフラ診断ロボットの研究開発を進めており、ロボットの中心には高精細デジタルカメラを搭載し、壁面の画像を取得可能としている。そこで、このロボットを用いて取得した画像から三次元モデルを作成し、モデルの三次元的特性によりインフラ構造物のひび割れ検出および、ひび割れ幅を計測する手法を検討している¹⁾。三次元モデルによりひび割れ幅を計測する手法では、三次元座標からすべてのひび割れ位置において幅を算出することが可能であり、客観的な計測が可能であると考えられる。本研究では、ひび割れを含むコンクリート床面において模擬実験を行い、ひび割れ部分における三次元モデルの再現性について検討した。

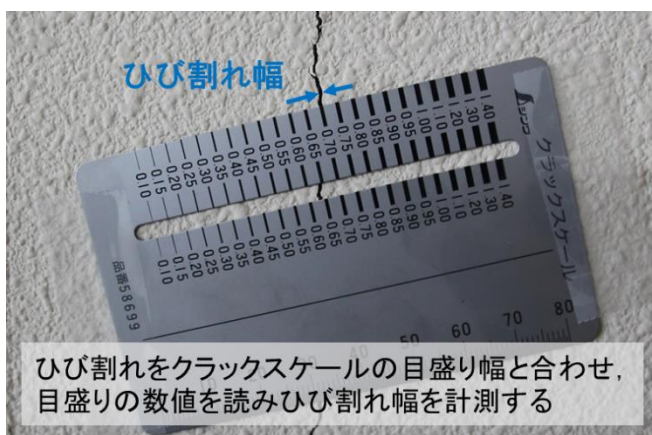


図 1 既存のひび割れ幅計測手法

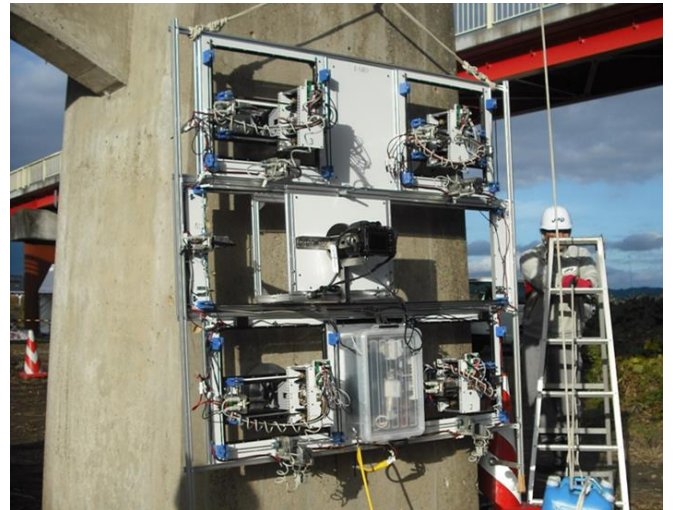


図 2 インフラ診断ロボット

2. 模擬実験の概要

実験では、ロボット中心部の模型にデジタルカメラを搭載し、横幅 800mm、縦幅 1000mm に区切ったひび割れを含む床面を複数の位置から撮影した。模型と撮影対象の床面を図 3 に示す。撮影には、有効画素数が約 5140 万画素のデジタルカメラを用い、焦点距離は 45mm、カメラ設定は AUTO 設定、AF で行い、照明は室内灯のみである。なお、床面とカメラの撮影距離は、撮影範囲である画角が $400 \times 300\text{mm}$ となるよう調節し 540mm とした。撮影は、カメラ中心を図 3 における原点位置から x 方向に 50mm 刻みで模型を移動させ、800mm まで行い、その作業を y 方向に 50mm 刻みで繰り返し、計 357 点の位置で行った。 x 方向における 50mm 離れた画像間の重なりはオーバーラップ 87.5% となり、 y 方向の場合サイドラップは 83.3% となる。本実験では、撮影対象床面の中心部分である撮影画像 51 枚を用いて三次元計測ソフトにより三次元モデルを作成し、床面に設置した金尺の目盛りを用いて作成するモデルに実際のスケールを与えた。

キーワード インフラ構造物、点検作業、デジタル画像

連絡先 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学環境理工学部

TEL 086-251-8801

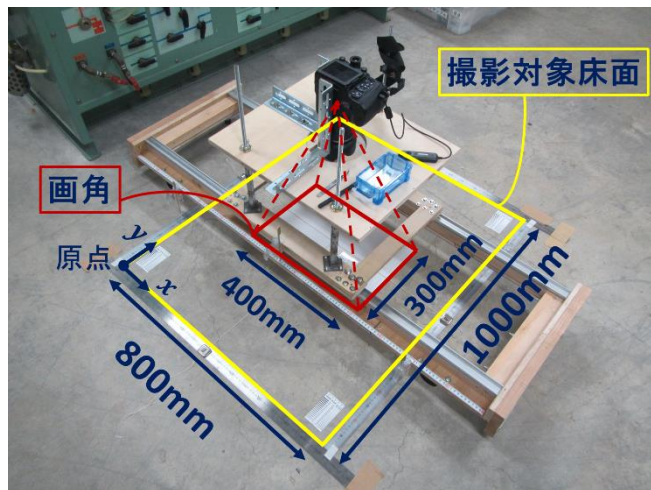


図3 模型実験における撮影対象床面と面角

3. 結果と考察

作成した三次元モデルのひび割れ拡大図を図4に示す。図4は上からひび割れ幅0.1, 0.3, 0.4mmのモデルである。0.1mmのひび割れは、図4の中心部に薄く波打つ線であり、モデルでは床面とひび割れ部分のメッシュの変化はなく、ひび割れの深さ方向の変位を再現することができなかった。0.3mmでは、床面のメッシュと変位が生じている部分が多く見受けられ、床面部分よりも細かいメッシュで形成されている部分とそうでない部分が混在していた。0.4mmでは、0.3mmよりもさらに細かいメッシュで形状が再現されている部分が多く見受けられた。

ここで、ひび割れ幅0.4mmのモデル拡大図を図5に示す。ひび割れの形状は、モデルのテクスチャー上にあるひび割れ位置ではなく、ひび割れ付近の床面から変化する。ひび割れ部分における形状の底面を形成するメッシュはテクスチャー上のひび割れと一致していた。しかし、0.3mmでは、モデルの再現性が低いため底面部分はほとんどなかった。

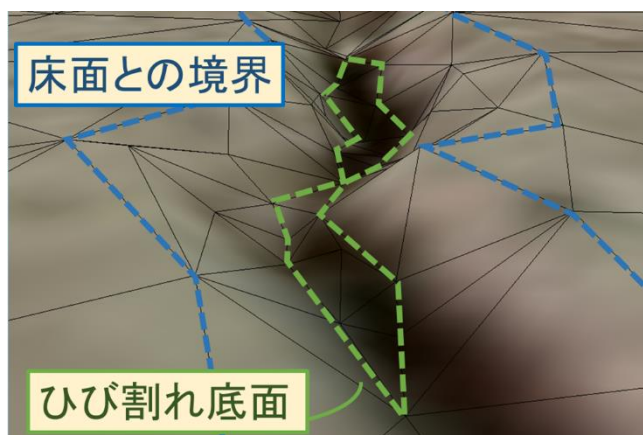


図5 ひび割れ幅0.4mmのモデル拡大図

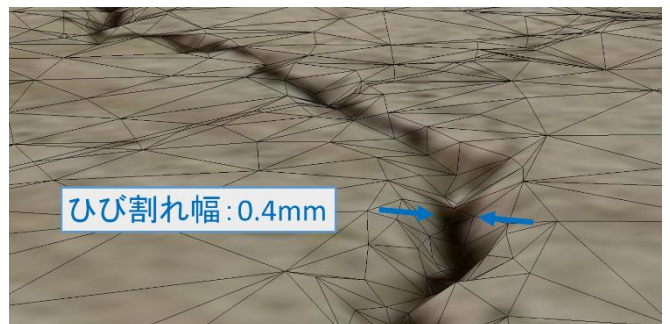
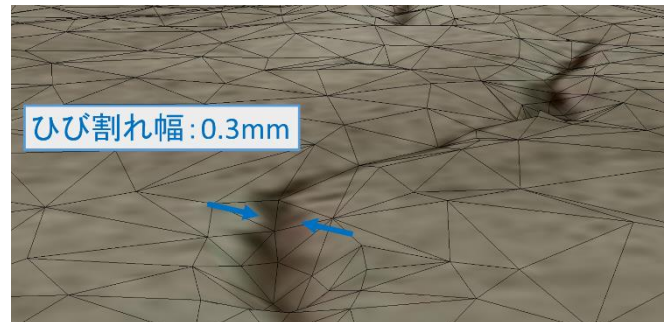
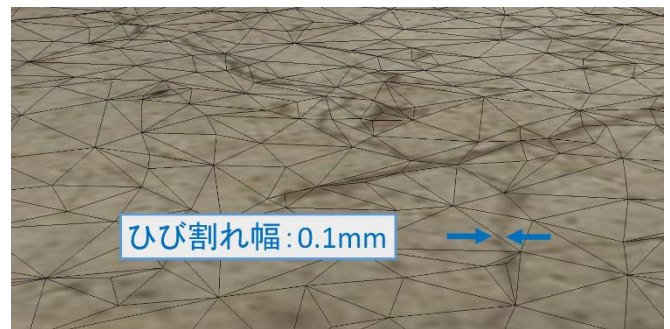


図4 三次元モデルのひび割れ拡大図

三次元モデルの結果を踏まえて、取得した画像からひび割れの形状を三次元的に表すことが可能であり、深さ方向のモデルの変化を利用することで、モデルの三次元座標からひび割れ幅を計測することが可能であると考えられる。つまり、モデルに座標が与えられることにより、すべてのひび割れ幅をコンピュータの画面上で計測することができる。しかし、床面からのメッシュの変化は、テクスチャー上のひび割れ位置ではなく、床面位置から生じているため、ひび割れ幅とみなす計測位置の設定を考える必要がある。また、モデルにおいて深さ方向の変位を再現することが可能なひび割れ幅を検証する必要がある。

参考文献

- 1) Richard Szeliski, 玉木徹ら：コンピュータビジョンアルゴリズムと応用 pp.269-317

謝辞

この成果は NEDO：国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構の委託業務の結果得られたものです。