

## 令和4年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「導水路トンネル維持管理のための損傷自動検出手法についての技術研究開発」
<b>研究代表者</b> ・氏名(ふりがな):全 邦釘(ちよん ばんじょ) ・所属、役職:東京大学大学院工学系研究科 特任准教授
研究期間:令和4年10月～令和7年3月
<b>研究参加メンバー(所属団体名のみ)</b> 東京大学大学院
<b>研究の背景・目的</b> 農業・工業用水や都市用水の供給、洪水時の内水排除といった重要な役割を担っている導水路トンネルの損傷や劣化が近年顕在化している。そこで、導水路トンネル維持管理の効率化のため、(1)損傷の画像解析による検出と位置同定手法の構築、(2) UAV による撮影システムの構築、という2項目の研究開発を進め、そして両者を統合させたシステムの提案を目的とする。
<b>研究内容(研究の方法・項目等)</b> <p>近年、導水路トンネルの損傷や劣化が顕在化しているが、橋梁や道路舗装などと比較して維持管理に関する研究が活発ではなく、効果的な維持管理手法についての方向性が見いだされていない状態にある。しかし導水路トンネルは、都市用水・工業用水・農業用水の供給や、洪水時の内水排除、近隣湖沼の水質浄化のための注水など、様々な重要な役割を担っており、適切な維持管理は建設行政において必須である。そこで昨年度まで、壁面に損傷位置をマークしたチョーク跡を AI により検出し、位置を求めた上でプロットする手法についての研究開発を行った。</p> <p>ただ、本質的な維持管理業務の労力削減を行おうと思えば、チョークで囲う前から検出ができれば望ましい。昨年度までもその観点はあったものの、全ての損傷は既にチョークで囲われており、学習データの量が足りなかった。しかし令和3年度、利根川下流河川事務所により、北千葉導水路においてチョーク描画前の画像が多く取得された。そこで本研究ではこれらのデータを活用し、チョーク描画前の段階での画像から損傷の検出をする AI の開発を行う。研究開発項目は以下の2点である。</p> <p><b>(1)損傷の画像解析による検出と位置同定手法の構築</b></p> <p><b>(2) UAV による撮影システムの構築</b></p> <p>(1)については、本年度は初年度ということもあり、導水路トンネルの小さな損傷がそもそも理論的に検出可能かどうかという検討を行った。種々の Deep learning モデルを試行した上で、解析時間と精度を勘案し、ここでは YOLOv7 モデルを採用した。それにより、チョークで囲う前の状態でも適切に損傷を検出できる可能性を見出すことができた。今後は、導水路トンネルの損傷に合うようなモデル改良、および新たなデータ拡張手法による学習データ増強により精度向上を目指す。</p> <p>また、現状では CCD ラインカメラで導水路トンネルを撮影しているが、本機器は台数が少ないため、撮影タイミングが限定されるとともに、他の導水路トンネルへの適用が難しくなっている。そこで、小型 UAV を活用し、壁面撮影ができないかどうかの検討を行った。特に撮影手法や照度条件などの検討を行い、その結果、現状の CCD ラインカメラに代替する可能性を見出した。また、今後の、国土交通データプラットフォームを含む各種データプラットフォーム、デジタルツインシステムとの連携を見据え、UAV で網羅的に撮影した画像から点群の生成や3次元モデルの構築も行い、一定の成果を得た。</p>

## 令和4年度 研究成果の概要(2/2)

### 研究成果の概要

本研究では、以下の図-1左図のような CCD ラインカメラにより、連続撮影した導水路トンネルの画像を用いて損傷検出 AI の適用を行った。図-1 中図のような仕組みで合成したのが、図-1 右図に示す撮影結果である。損傷は基本的に小さくなく、例えば図-1 右図(b)の左のほうに見えるオレンジの小さな跡のようなものが多い。損傷検出手法の確立に向けて、本年度は初年度ということもあり、こういった小さな損傷がそもそも理論的に検出可能かどうか、という検討を行った。種々の Deep learning モデルの中から、解析時間と精度を勘案し、ここでは YOLOv7 モデルを採用した。その検出結果を図-2 に示す。

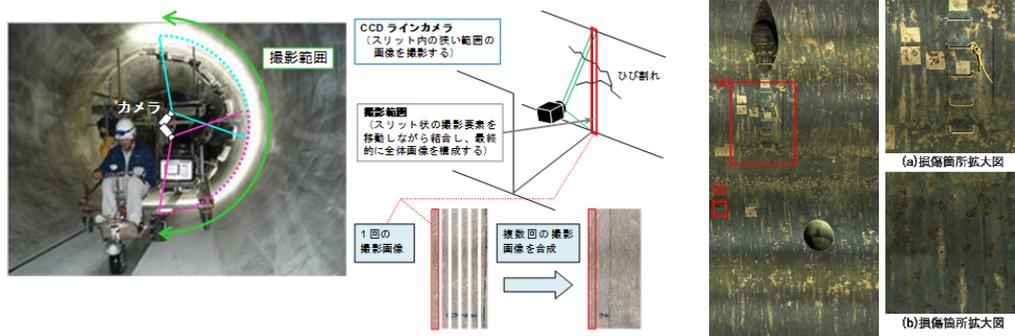


図-1 CCD ラインカメラ壁面連続画像撮影（左図は撮影の様子、中図は画像の合成の仕組み、右図は撮影結果を示している）

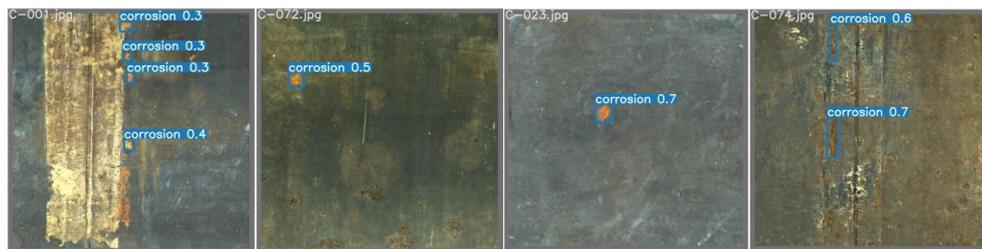


図-2 本研究で開発した AI による損傷検出結果

図-2の青い四角で囲われている部分が損傷があると予測した結果であるが、的確に損傷が検出できている様子がわかる。ただ、失敗事例も散見されているが、それらは学習データの増強により解決が見込めると考えている。

また、画像撮影についても簡易かつ安価な手法があれば望ましい。本研究では小型 UAV の適用を見据え、撮影手法や照度条件などの検討を行い、現状の CCD ラインカメラに代替する可能性を見出した(図-3左図)。また、その画像から SfM により点群生成、3次元モデル生成を行った(図-3中図・右図)。これは、今後の、国土交通データプラットフォームを含む各種データプラットフォーム、デジタルツインシステムとの連携を視野に入れた研究であり、強い発展性が期待できると考えている。



図-3 UAV による導水路トンネル撮影の様子(左図)、その撮影結果から生成された点群(中図)、そして点群から生成された3次元モデル(右図)