

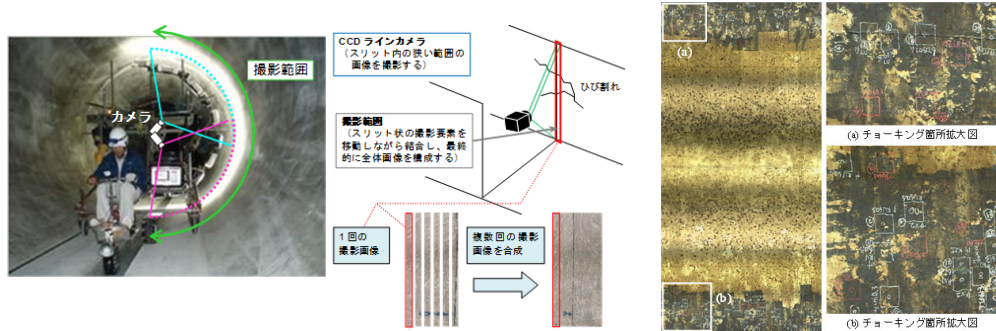
令和3年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「導水路トンネル維持管理のための AI を活用したデータ連携・結合手法についての技術研究開発」
研究代表者 ・氏名(ふりがな):全 邦釘(ちょん 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3年7月～令和3年度末まで※研究初年度の契約年月から研究最終年度の3月までとしてください
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 東京大学大学院
研究の背景・目的 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、以下の3点のICT/AI技術に関する研究開発を、令和4年度末までに行うことを目標とする(研究期間は2年)。 [1] データの適切な連携・結合手法の提案, [2] Deep learning による損傷自動検出手法, [3] データ可視化手法の提案。
研究内容(研究の方法・項目等) 本研究では、導水路トンネル維持管理の効率化のための ICT・AI 技術導入について、関東地方整備局利根川下流河川事務所の管理施設である北千葉導水路をフィールドとして、研究を進めている。インフラ分野のDXを推進するためには、AIを含むデータドリブンアプローチの採用は今後必須となる。 昨年度は、どのようにデータを構造化し、連携・結合させるかというデータ管理の根本設計についての研究を行い、方向性の提示を行った。本年度は、そのようなデータを活用し、導水路トンネルで実際に、損傷位置を検出する AI を構築し、またその位置を示す研究開発を行った。そして、来年度以降に繋がる研究開発についても行った。以下が研究項目である。 (1) Deep learning 技術による、導水路トンネルの撮影画像からの、損傷を囲っているチョーク跡の検出 (2) (1)で検出したチョーク跡がトンネル内のどの位置に存在するかを得る手法の構築とプロットによる可視化 (1)については、様々な手法の精度について検討した結果、特に YOLOv5 という Deep learning による物体検出手法と、トップハット変換と呼ばれる画像処理技術を用いることとした。それにより適切にチョーク跡を検出することが可能となった。ただし、損傷検出できるだけでは使いにくいいため、(2)で位置を得るアルゴリズムの構築を行った。これにより、例えば位置データを含むエクセルデータを自動生成可能になっていることはもちろん、API の活用などによる各種プラットフォームとの連携が容易になる。 また、本来はチョーク跡だけではなく、チョークを描く前から損傷を検出したい。そのために現在利根川下流河川事務所によりチョーク記入前のトンネル画像の収集・蓄積がなされている。そこで、本研究で構築したプログラムは、チョーク跡検出に特化するのではなく、チョーク記入前の画像から損傷を検出し、そして位置同定できるような、一般性の高いプログラムとなるような設計を行った。

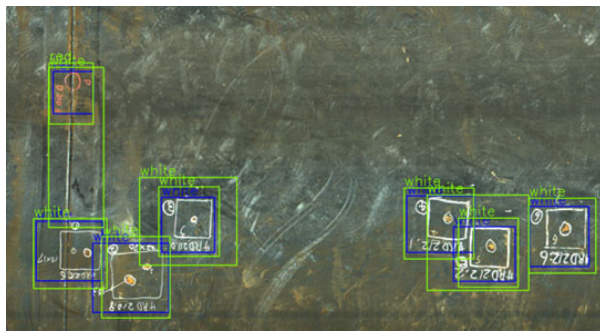
令和3年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

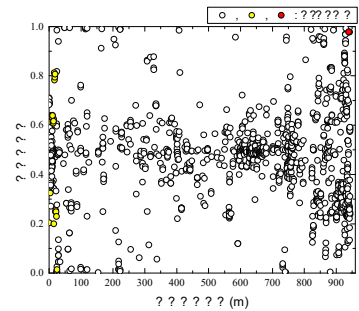
本研究では、以下の図－1 左図のような CCD ラインカメラにより、連続撮影した導水路トンネルの画像を用いて損傷検出 AI の適用を行った。図－1 中図のような仕組みで合成したのが、図－1 右図に示す撮影結果である。この画像内、拡大図に示すようにチョークで損傷が囲われている。本研究では、このチョークを検出する AI を、YOLOv5 とトップハット変換を組み合わせ実現した。検出結果を図－2 に示す。



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 による検出結果



図－3 トンネル内損傷位置

図－2 は、それぞれ、青が予め与えた正解、緑が予測結果であるが、しっかりと損傷が検出できている様子がわかる。チョークが薄い部分や、複雑な形状でチョークが描かれている部分など、いくらか適切な検出結果が得られていないケースも確認されているが、それらも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、この結果から、損傷がトンネル内でどの位置に存在するかを導出することもできるようになった。その結果を図－3 に示す。例えばこの可視化結果などから、どの位置に損傷が集中しているかなども明確となる。この結果は、手元のエクセルなどの資料に自動で落とし込めることはもちろん、データプラットフォームが存在していれば API 等を経由することで自動で損傷情報を反映できる。

さらに、実際の業務を考えた場合、チョークで囲う前に検出できるほうが望ましい。そのために現在利根川下流河川事務所によりチョーク記入前のトンネル画像の収集・蓄積がなされている（図－4）。そこで、本研究で構築したプログラムは、チョーク跡検出に特化するのではなく、チョーク記入前の画像から損傷を検出し、そして位置同定できるように、一般性の高いプログラムとなるような設計を行った。



図－4 チョーク記入前後の画像例