

トンネル点検の効率化に向けた AI 技術等の活用

首都高技術株式会社 正会員 ○富田 大樹
 首都高技術株式会社 非会員 多田 恵一
 首都高技術株式会社 正会員 遠藤 重紀

1. はじめに

道路構造物におけるトンネルの点検は、マーキングや浮きの叩き落とし等、様々な作業を行っている。高齢化が進んだトンネルは、ひびわれを代表とする損傷が多く、点検から報告書作成までに多大な時間、作業人員のコストを要しているのが現状である。

本稿では、点検から報告書作成までの効率化を目的とした「接近点検代替手法」開発のために、技術開発を行ってきた AI を用いた技術の「AI 打検システム」「ひび割れ自動検出技術」を活用し、実トンネルを対象として実証実験を行った結果について報告する。

2. 接近点検代替手法の考え方

図-1に本技術を活用した効率化を目的とした接近点検代替手法の考え方を示す。本技術を活用して効率化が可能と考えられる作業項目は2つである。

(1)打音検査時間の効率化・短縮

打音検査における損傷の判断時間について、AI打検システムを活用する事で、叩き点検における損傷の有無に関する判断時間短縮を図る。

(2)報告書作成時間の短縮

AI 打検システムでは、異常度マップの自動生成機能を活用する。ひび割れ自動検出技術では、AI でひび割れを検出後、その判定結果を図面に書き起こすことができる技術を活用する。本技術を活用することで報告書作成の時間短縮を図る。

3. 活用技術概要

接近点検代替手法として活用する技術概要は以下の通りである。

(1) AI 打検システム

a)異常の有無の検出

ハンマーで叩いた箇所のおきの有無を、AI による異常解析技術により自動的に判定し、リアルタイムでうき箇所を検知する。

b)異常度マップの自動生成

打音検査作業終了後、打音の異常度を統合した異常度マップを自動的に生成する機能を有する。図-2に AI 打検システムの作業イメージを示す。

(2)ひび割れ自動検出技術¹⁾

a)ひび割れ自動検出

ひび割れ幅0.2mm程度に対し、約98%の精度で自動検出が可能である(注記)。本技術は、独自に設計したひび割れの局所的な形状特徴をパターンとして抽出する特徴抽出方法により、ひび割れの特徴抽出を行い、その後、ニューラルネットワークを利用して識別・評価を行っている。また、その位置・形状ひび割れ幅を自動で検出し、描画するシステムを搭載している。

(注記)テクノハイウェイにより追加開発した新技術による。

b)高精細パノラマ合成

コンクリート表面の 0.2mm 幅のひび割れを捉えるには、対象物を分割して撮影する必要がある。特徴のないコンクリート面でも対応点を検出し、高精度に画像を合成する技術により、高品質な計測用合成画像の作成が可能である(図-3)。

4. 実トンネルにおける実証実験

上述した2つの技術を活用し、トンネル点検の効率化を目的とする接近点検代替手法を開発するため、実際のトンネルを対象に実証実験を行った。

(1)対象構造物

a) 開削トンネル

(2)対象箇所

a)トンネル躯体側壁部(AI打検システム)

b)トンネル躯体天井部(ひび割れ自動検出技術)



図-1 接近点検代替手法の考え方

キーワード トンネル, コンクリート構造物, 点検, AI

連絡先 〒104-0041 東京都中央区新富一丁目1番3号 首都高速道路(圏)新富分室5階 TEL03-3552-6832

(3)検証内容

a) AI打検システム

熟練点検員による点検とAI打検システムを使用した点検に要する時間の比較

b) ひび割れ自動検出技術

天井部におけるひび割れの損傷に対して、現場作業および報告書作成に要する時間の比較

c) 報告書作成

点検員による報告書作成時間と、それぞれの技術による図面作成機能を活用した報告書作成時間の比較

5. 検証結果

(1)現場作業に要した時間

表-1 に現場作業に要した時間を示す。いずれの技術も実際の点検員による作業時間と比較した結果、約 3 倍の作業時間を必要とする結果になった。AI 打検システムでは打音位置と打音を検知するセンサーの範囲が限られており、機材の設置回数が増え、センサー設置のための位置出し作業回数が増したことが作業時間増大の要因である。ひび割れ自動検出システムではカメラ設置後に、撮影箇所までの距離を正確に測定する作業に多くの時間を要した。

(2)報告書作成に要した時間

表-2に報告書作成に要した時間を示す。AI打検システムの異常度マップ機能を用いた報告書作成については、今回検証した範囲では浮き箇所がなかったため、疑似的に損傷図の作成時間の検証を実施した。その結果、作成時間は約10分程度であった。ひび割れ自動検出システムについては、報告書をまとめる作業を含め、約60分で報告書作成が可能であった。

一方、点検員による報告書作成時間は約4時間となった。確認した損傷を図面に書き起こす際に、損傷位置を正確に把握するために時間を要した結果である。

(3)課題点および効率化について

今回の検証では、現場作業時間は点検員の方が短くなる結果となったため、2つの技術ともに現場での作業手法の効率化、短縮が課題である。一方、ひび割れやコンクリートのうきを対象とした場合は、報告書作成の時間を約 75%短縮できる結果となった。通常の点検の場合は、ひび割れやうき以外にも損傷があるため、今回の検証よりも報告書作成に時間がかかることが想定されるが、2つの技術を活用する事により、報告書作成時間の短縮に繋げることが可能であると考え。

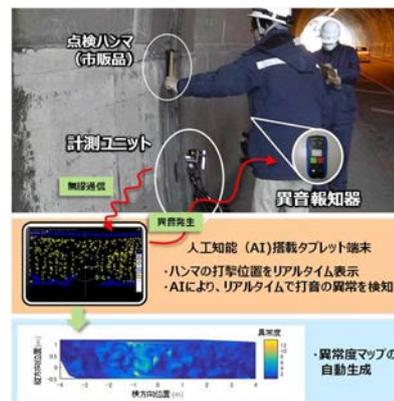


図-2 AI 打検システム作業イメージ



図-3 高精細パノラマ合成

表-1 現場作業に要した時間

作業方法	点検対象	作業範囲	点検時間(分)
AI打検システム	側壁	1サイクル	4.3
点検員による点検		1径間	18.5
ひび割れ自動検出	天井部	1径間	6
点検員による点検		1径間	60
			22

表-2 報告書作成に要した時間

作業方法	点検対象	範囲	報告書作成時間(分)
AI打検システム	側壁	1径間	9
点検員		1径間	60
ひび割れ自動検出	天井部	1径間	30
点検員		1径間	180

6. おわりに

実際の構造物において、点検員との作業と比較することで、課題点および点検効率化に向けた活用の可能性を確認することができた。構造物の老朽化や労働力人口の減少が進む中で、作業効率化のための AI 技術の開発および活用に積極的に取り組んでいきたい。なお、今回活用した技術は以下により開発された。

AI 打検システム：内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」（管理法人：NEDO）によって開発。

ひび割れ自動検出技術：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務として、首都高技術(株)、東北大学、産業技術総合研究所の共同開発により開発、テクノハイウェイによりシステム運用・追加開発。

参考文献

- 1) 遠藤重紀, 佐藤久, 白石有佳, 早坂洋平, 永見武司, 小林匠, 増田健, “コンクリートのひび割れ自動検出技術の開発”, 土木学会第74回年次学術講演会, V-221, 2019.