解 説

高精度トンネル覆工計測装置

High Precision Tunnel Lining Measuring Device

山 本 達 哉* 橋 本 和 明* 松 田 靖 博*

Tatsuya Yamamoto*, Kazuaki Hashimoto* and Yasuhiro Matsuda* *西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社

1. は じ め に

山岳道路トンネル（以下、トンネルという）の覆工コンクリート片の剥落事象は、第三者被害に至る可能性が高い重大事象として位置付けられる。現在、当社は本事象の発生を未然に防ぐことを目的に目視点検や打音検査を実施している（図 1）が、道路構造物の老朽化や人口減少による熟練技術者不足が想定される中、従来点検を支援する維持管理技術の開発が急務となっている。

本文は、高精度のトンネル覆工画像と表面形状計測の取得が可能な検査システムを紹介する。この技術により、その後実施する従来の点検を効率的かつ効果的に実施することが可能となる。

2. 技術概要と適用対象

ラインセンサカメラと、レーザマーカを使用した計測システム「L&L System (Analyzer with Laser & Line sensor)」について概説する。可視画像は、ラインセンサカメラにより撮影することで、継ぎ目のない連続した可視画像が取得できる。表面形状計測は、図 2 に示す光切断法を採用し、可視画像では確認できない表面形状の凹凸を捉えることが可能である。光切断法とは、測定対象面に垂直に照射したレーザマーカを斜め上方から撮影し、物体の形状を測定する方法で、表面形状を高精細に計測する技術である。本技術は道路トンネルでの覆工点検において、高精細な可視画像と、覆工表面の微細な形状変化を計測することで、コンクリート片のはく落の危険性が高い「予備群」を点検実施前に把握するものである。測定は機器を搭載した車両で計測可能である。計測状況を図 3 に示す。

3. 検証内容の紹介と検証結果

可視画像による損傷把握精度を検証するため、模擬トンネルのひび割れとチャート原版について取得画像で確認で

図 1 トンネルの近接目視、打音点検状況

図 2 光切断法の概念図

図 3 画像と表面形状計測状況（同時取得）

きるか検証した。図 4 に示すとおり、幅 0.2 [mm] 以上のひび割れを検出できることを確認した。

表面形状計測の精度検証は、厚さが既知である模擬段差をトンネル側壁へ貼り付け、取得した形状データから段差

原稿受付 2016 年 6 月 29 日

キーワード: Tunnel, Surface Shape, Visible Image

*〒 760-0072 高松市花園町 1-1

*Takamatsu-shi, Kagawa

図4 はく落予備群抽出技術の検証概要図(1)

図5 はく落予備群抽出技術の検証概要図(2)

図6 実構造物における検証概要図

量を確認した。照合結果から、0.5 [mm] 厚の模擬段差を正確に計測できていることを確認した。なお、取得した覆工形状画像は円弧成分を除去することで平面画像化し、平面画像から特異な形状変化(凹凸)を抽出する。この画像処理により、特異な形状変化部を閾値ごとに自動抽出することを可能とした。

次に、断面補修箇所の浮きなどが存在する実トンネルについて、計測データを解析した結果を図6に示す。このように可視画像では確認できない表面形状の凹凸が確認できることから、はく落の危険性のある箇所を事前に特定でき、予備群の抽出は可能であることが実証できた。

4. 今後の課題

今後は、可視画像と表面形状画像との自動マッチングを可能とすることで、検出精度の向上と解析の効率化を図る予定である。また、表面形状データを蓄積することで、はく落危険性評価手法の構築を目指し、検討を進めていく予定である。

5. おわりに

社会インフラの老朽化が進み、点検手法の合理化や構造物の点検・診断に対する信頼性の向上が今後ますます我々点検実施者へ求められる。膨大な構造物を限られた費用、人材、時間で効率的かつ効果的に維持管理するためには、本紹介のような新技術を積極的に試行し、運用を通じて調整していくことで点検の高度化が促進されると考える。

今後も、点検技術の高度化を目指し、現場で活用される技術開発を進める所存である。

山本達哉 (Tatsuya Yamamoto)

2008年3月高知工科大学社会システム工学科卒業。同年4月西日本高速道路エンジニアリング四国(株)に入社。以後、高速道路の維持管理業務に従事。

橋本和明 (Kazuaki Hashimoto)

1988年同社に入社。以後、高速道路の維持管理技術の開発とその応用に従事。工学博士。

松田靖博 (Yasuhiro Matsuda)

1984年3月徳島大学工学部土木工学科卒業。1986年12月同社に入社。以後、高速道路の維持管理業務に従事。