

点群データを活用したコンクリート構造物の点検

首都高技術株式会社 正会員 ○亀岡 誠
 首都高技術株式会社 正会員 得能 智昭
 首都高技術株式会社 井上 啓子

首都高技術株式会社 正会員 永田 佳文
 首都高技術株式会社 正会員 川村 日成
 首都高技術株式会社 松本 伸也

1. はじめに

我が国の社会資本は 1950～1970 年代の戦後復興から経済の高度成長期において集中的に整備され、今後、供用年数 50 年以上のインフラ構造物が急激に増大する。構造物の維持管理に対する重要性が高まる一方、人口減少・少子高齢化による労働人口の減少により、技術者不足が予測され喫緊の課題となっている。このような背景から、適時・適切に点検、補修・補強を効率的に行える維持管理システムの構築が必要とされている。当社では GIS をプラットフォームとする 3 次元点群データを利用した構造物の維持管理システム「InfraDoctor®（インフラドクター）¹⁾」を開発し運用している。

3 次元点群データは、レーザスキャナから照射されたレーザ光が物体から反射された情報を読み取ることで得られる。筆者らは、3 次元点群データを活用した点検を実施しており、本稿では、更なる効率的な 3 次元点群データを活用したコンクリート構造物の点検手法について報告する。

2. うき・剥離の検出

うき・剥離等の断面変化部を対象とし 2 パターンの検出手法を開発した。ひとつは、平面及び曲面に対し、1 回の計測で得られた点群データに、複数の点群の平均位置を基準面として定義し、基準面からの凸凹を判別する手法（図-1）である。もうひとつは、平面に限るが 2 回以上の計測で得られた各点群データに、各点群間毎に基準面を定義し、相対変化から凸凹を判別する手法（図-2）である。

鋼製構造物とは違いコンクリート構造物は、型枠等による微妙な凹凸により曲面を形成している。このため 1 回の点群データだけでは、うき・剥離の損傷であるか、または出来形状の微妙な変化を捉えているのかの判断が難しい（図-3）。更に 2 回目の点群との差異をコンター図で表示する機能は、従来は、平面に限った比較を行ったものであり、曲面の構造物の変状を検出することは非常に難しい。

3. 平面を形成した構造物の 2 時期比較

筆者らは、まず形状（厚さ、大きさ）の異なるマグネットシートで製作した供試体を、鋼製橋脚に貼り付けることで 2 時期の変化を捉える開発を行った（図-4）。

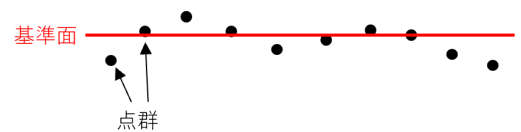


図-1 基準面（各点群の平均位置で定義）

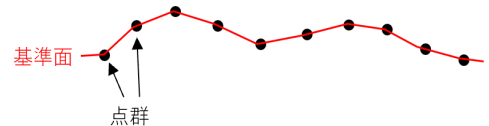


図-2 基準面（各点群間毎に定義）

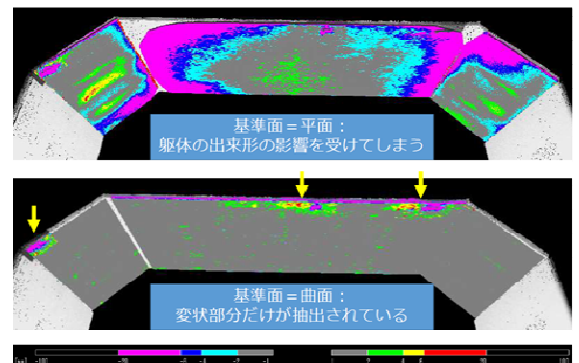


図-3 基準面（各点群の平均位置で定義）

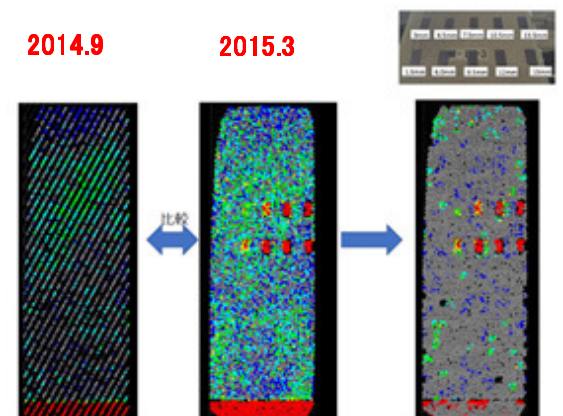


図-4 基準面（各点群の平均位置で定義）

キーワード MMS, 3 次元点群データ, コンクリート構造物

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目 10 番 11 号虎ノ門 PF ビル 首都高技術株式会社 TEL 03-3578-5767

この開発では 2,000 点／m²以上の点群があることを条件に 100×100mm程度、厚さ 3mm程度程度の凸凹を検出できることが分かった。さらに、コンクリート擁壁の実構造物で検証を行い、2 時期の変化を捉えることが可能であることが分かった(図-5, 図-6)。しかし、これは平面且つ局所的な部位を捉えるものであり、点検実務においては、広範にわたる曲面を自動的に判読する機能が求められる。

4. トンネル構造物の 2 時期比較機能の自動化

実務の作業時間短縮を目的とした、トンネル構造物の 2 時期の変化を自動抽出するシステムの開発を行った。手法としてはまず、2 時期の点群を直接重ね合わせて比較するのではなく、トンネルの基準断面が連続的に押し出された形状という特徴を前提として用いた。トンネルの基準断面を作成し、1 回目計測データ、2 回目計測データそれぞれに対してトンネル中心線に沿って基準断面と計測データの各断面の差分を検出し、1 回目計測データと 2 回目計測データの検出結果を重ね合わせた差分を変状として抽出した。

筆者らは変状を模した供試体 9 パターン（厚さ 3mm, 6mm, 9mm に対し、寸法 50mm×50mm, 100mm×100mm, 200×200mm）を、延長約 140mのコンクリート製ボックスカルバートに貼付けて検証を行い、厚さ 6mm 以上、寸法 100mm×100mm 以上の供試体が検出できることを確認した（図-7）。

2 時期比較の作業工程、作業時間を表-1 に示す。これまで InfraDoctor[®] に搭載されていた 2 時期比較の機能はすべての工程を手動で処理していたが、本システムを使用して 1km あたりの解析に要する時間 95 分のうち、手動で処理が必要な作業時間は 20 分程度であり、大部分の作業工程を自動化した。

5. おわりに

今回はボックスカルバートを対象に検証を行ったが、山岳トンネルにみられる馬蹄形のトンネル等、その他の断面形状のトンネルについても検証を行い、構造物の適用範囲を広げていきたい。

参考文献

1) InfraDoctor[®]:[https://www. Infradoctor. jp/](https://www.Infradoctor.jp/)
2) 川村日成, 永田佳文, 水谷司:MM S を用いた舗装の評価手法(その 1), 令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会公演概要集, V-439, 2019 年
3) 得能智昭, 永田佳文, 川村日成:MM S を用いた舗装の評価手法(その 2), 令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会公演概要集, V-440, 2019 年

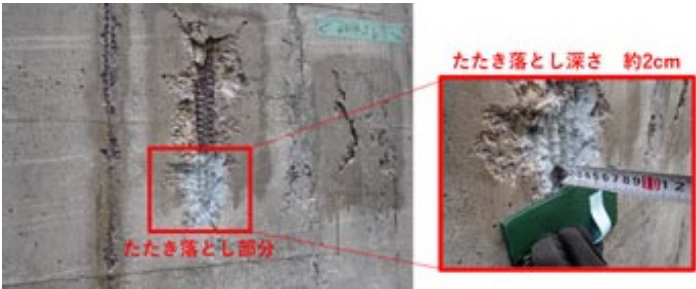


図-5 計測対象

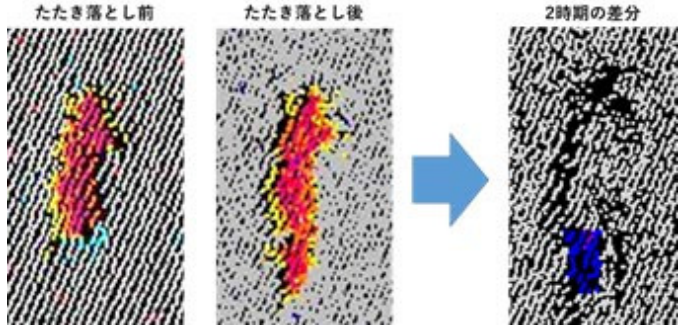


図-6 2 時期の比較結果

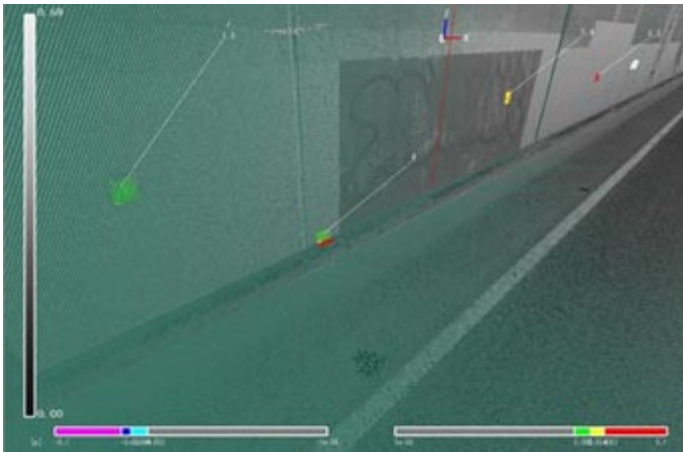


図-7 トンネルの 2 時期の比較結果

表-1 作業工程と作業時間

1km あたり			
大項目	小項目	手動処理[分]	自動処理[分]
0. 準備	インポート		6 分
1. トンネル	始終点設定	1 分	
	中心線作成		3 分
2. 基準断面	基準断面線作成	6 分	
	作成比較		
3. 2 時点間の 変状検出	1 時点の比較結果 CSV 出力		30 分
	2 時点目の中心線作成		3 分
	2 時点目の比較結果 CSV 出力		30 分
	Excel 上で 2 つの CSV ファイルの 差を求める	5 分	
	差分ファイルを読み込み、差異の 箇所に注記を作成		1 分
	注記のある箇所付近に大域的曲 面を作成、コンター表示を行う	10 分	
小計		22 分	73 分
合計			95 分