

3次元点群データを活用した変状検出の一考察

首都高速道路株式会社 正会員 ○濱野 北斗
首都高速道路株式会社 正会員 神田 信也

1. はじめに

首都高速道路では、道路施設の維持管理の効率化および高度化を目的とし、3次元点群データ(以下、点群データ)の活用を開始している。具体的には、点群データを用いて、構造物の寸法計測、任意の断面における図面作成、現物と同じ3次元空間内でのシミュレーションなどに活用している。近年、道路施設の維持管理に画像を用いる手法が有力ではあるが、桁下の暗い箇所や影で識別できない箇所等といった撮影環境や条件によってうまく撮影ができない課題がある。一方、点群データは環境や条件に左右されず一定の精度で取得することが可能であり、維持管理に適した手法であると言える。中でも変状検出は、第三者被害の生じるコンクリートの浮きや剥離を検出することができ、点検の一次スクリーニング技術としての活用が見込まれる。

点群データは計測条件によって点群密度が異なり、点群密度の大きさに対して、どの程度の変状を検出可能か明らかにされていない。そこで、点検にて損傷の大きさが確認されている変状を対象とし検出を行った。

2. 変状検出のメカニズム

変状検出は、検出したい変状が含まれる点群データの範囲を指定し、指定した点群データを用いて基準面を設定する。その基準面と点群データとの差分を計算することで、コンクリート構造物の浮きや剥離を検出する。変状検出のイメージを図-1および図-2に示す。

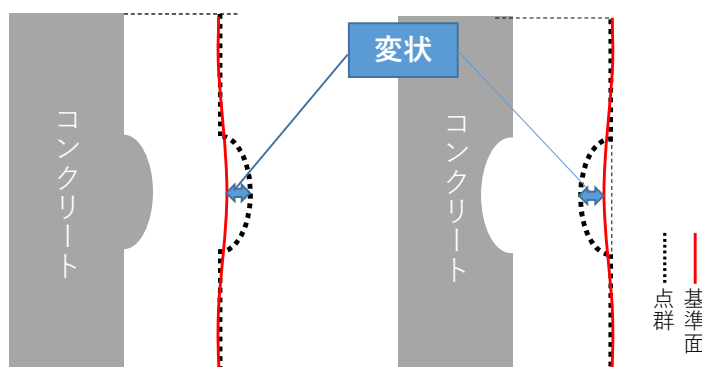


図-1 変状検出のメカニズム
(左：浮き 右：剥離)

3. 検証箇所

変状検出は、第三者被害が生じる点検の一次スクリーニングとして活用することを想定しているため、高架下の床版、橋脚横梁、壁高欄に着目し、検証箇所を抽出した。全線を対象に異なる大きさのものを抽出し、徐々に点群密度や変状の大きさ変えることで検討した。なお、点群密度は計測条件によって変化するため、点群密度を仮定した検証箇所の選定を行うことができず、検討に時間を要した。

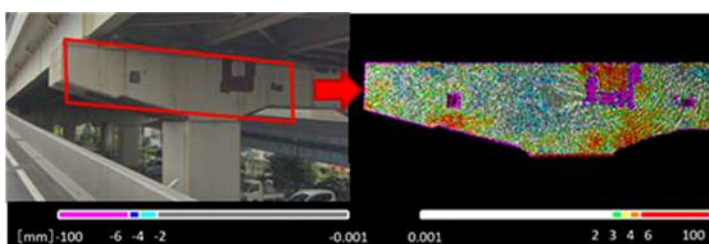


図-2 高欄における変状検出のイメージ

4. 検証結果

1) 検出可のケース

case1(図-3)については、門型橋脚の横梁の側面部分を検討したもので、点群密度が 2500 点/ m^2 と比較的大きく、変状を検出しているのが見受けられる。損傷は 300×300mm 高さ 15mm の剥落で、損傷の概形がコンター図にも現れている。

case2(図-4)についても門型橋脚の横梁側面を対象としたが、点群密度が 700 点/ m^2 と case1 より

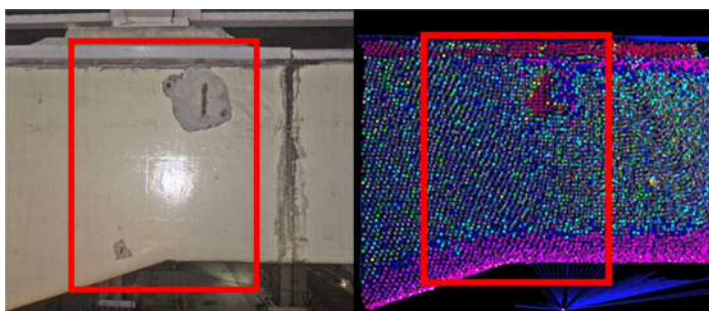


図-3 case1 検出可
左：実構造物 右：コンター図

キーワード 3次元点群データ, 変状検出, 点検

連絡先

〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 (日土地ビル) 首都高速道路(株) TEL 03-3539-9571

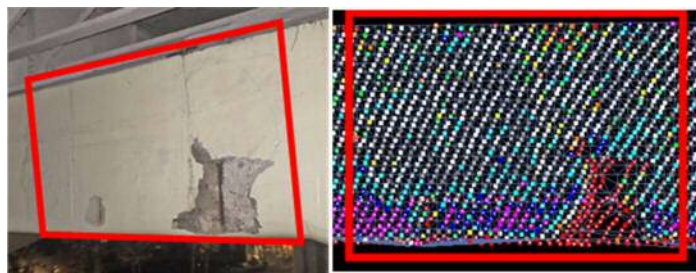


図-4 case2 検出可
(左：実構造物 右：コンター図)

りも $1/3$ 程度小さい値だったが、検出可であった。損傷の大きさが $400 \times 500 \text{ mm}$ 高さ 24 mm と比較的大きかったため点群密度が小さくても検出可であったと考える。

case3(図-5)についても橋脚横梁の側面を対象とし検出を行った。点群密度は、 $1300 \text{ 点}/\text{m}^2$ で剥離を検出していることが見受けられる。損傷の大きさは $200 \times 100 \text{ mm}$ 高さ 10 mm と比較的小さい損傷であるが、 $1300 \text{ 点}/\text{m}^2$ 程度の点群密度であれば、検出可能であると推察される。

2) 検出不可のケース

case4(図-6)については、床版下面を対象としたもので、点群密度が $1000 \text{ 点}/\text{m}^2$ 程度であるが、検出不可であった。case4の損傷の大きさは、 $250 \times 100 \text{ mm}$ 高さ 5 mm とcase3と同程度の大きさであったが、case4が検出不可であったのは、点群密度が小さいことによって変状を捉えられないことが見受けられた。

case5(図-7)については、レーザからおよそ 15 m の位置にある橋脚横梁下面の剥落を対象とし、損傷の大きさが $300 \times 150 \text{ mm}$ 高さ 14 mm であったが、検出不可であった。これは点群密度が $300 \text{ 点}/\text{m}^2$ と比較的小さいため、変状を捉えることができなかったと推察される。

5. まとめ

本稿では全5ケースの検証を実施した。検証のまとめは以下の通りである。

- ① 点群密度がある程度大きければ(今回の検証では $1300 \text{ 点}/\text{m}^2$ 程度) 損傷の大きさが比較的小さいもの(今回の検証では $200 \times 100 \text{ mm}$ 高さ 10 mm) でも検出可能であることがわかった。
- ② 点群密度によっては、剥離のような高さが数ミリの小さい損傷については、変状を捉えられないことがわかった。

本稿において検出可否の判定は、コンター図を人の目で見て判定を行っており、定量的に判定できていないことが課題であった。また、今後すべての道路施設の点群データを人の目によって判定していくのは困難であるため、AI等を活用し定量的に判定していく必要がある。今後は、本検証を継続することで、点群密度と損傷の大きさの関係を明らかにし、定量的に判定する基準を模索する予定である。



図-5 case3 検出可
(左：実構造物 右：コンター図)

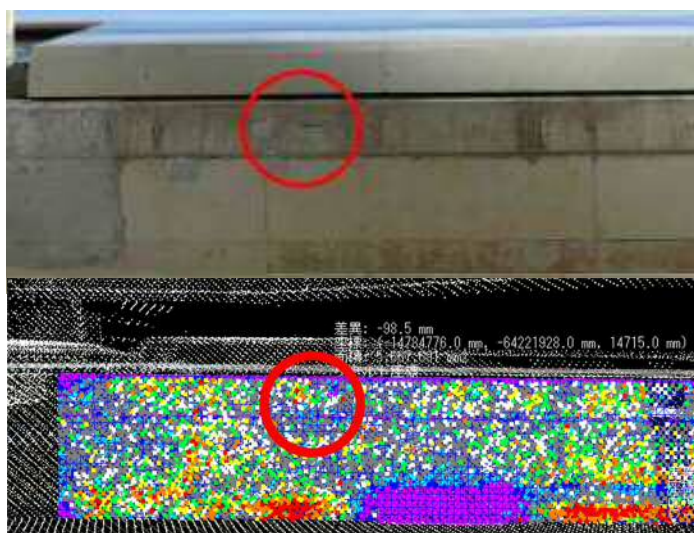


図-6 case4 検出不可
(左：実構造物 右：コンター図)

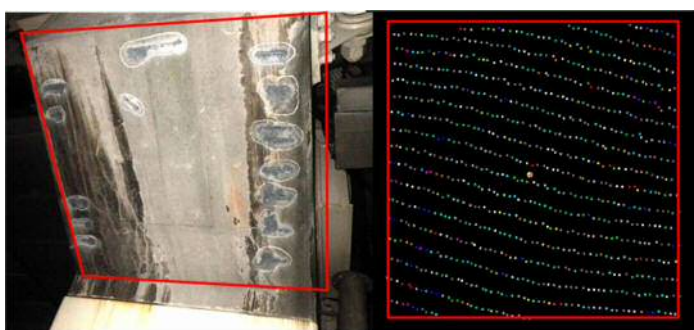


図-7 case5 検出不可
(左：実構造物 右：コンター図)