

## SIP 維持管理技術へのアドバイスシート（フィールド試験時）

平成 29 年 3 月 27 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

**高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と  
統合型診断システムの開発：安田亨（パシフィックコンサルタンツ）**

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトのフィールド試験（2017/1/16）における参加者の立場

- MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ、アドバイスシートに記入する。（4人）
- オブザーバー：制約はあるが、意見を述べ、アドバイスシートに記入する。（5人）
- 聴講者：意見を述べず、アドバイスシートにも記入しない。（1人）

[合計：10人]

以下、MA の意見を（→）で、オブザーバーの意見を（⇒）で表記する。

## 0. フィールド試験に参加して、影響を受けたところ（番号に○印、複数可）

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1. 実業務への適用範囲（8人）            | 5. 提案技術の別な用途での利用提案<br>（0人）   |
| 2. 提案技術の利用についての実務面からの印象（6人） | 6. 提案技術と他の新技術との組合せ提案<br>（2人） |
| 3. 提案技術が優れていると思った項目<br>（2人） | 7. 提案技術に対する技術的発展の期待度<br>（4人） |
| 4. 提案技術への改良提案（2人）           |                              |

## 1. 実業務への適用範囲

- 提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。（6人）
- 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。（2人）
- 他の要素技術や既存技術との組合せによって利用の可能性は広がると思う。（2人）
- その他（0人）

## 2. 提案技術の利用についての実務面からの印象

- 積極的に利用したいと思う。（8人）
  - 点検結果が数値情報として保管でき、次回点検時にその変化も把握できる。
  - 打音点検箇所をスクリーニングする手法として利用できる。
    - ・トンネルの側面から天井までを、全てを人手で打音点検する人的負担は非常に大きい。このシステムで劣化や変状が推測された箇所を、技術者による打音で点検する。
    - ・打音棒は実装化 SIP で説明された研究のなかから現場に適正なものを選択する。
    - ・トンネルの中は車両の騒音が大きいので、実装化 SIP で説明された研究のなかから適切な打音解析ソフトを使用して、技術者の判別の補助をはかる。
    - ・計測車両の位置座標の取得に、順天頂衛星「みちびき」対応のアンテナ及び PPP-RTK 対応ソフトを使用する。

→特に、背面空洞探査は、多くの自治体が抱えているトンネルで必要とされている。例えば、静岡市、愛知県などは、直接相談されている。

→トンネル点検においては、剥落等が発生すると第三者被害が想定されるため、現在、全て打音点検により実施している。このレーダー及びレーザーを一次調査とすることで、人的資源を有効に活用できると思う。今後の課題としては、費用面であると考え。人力による打音を全て無しにできればよいが、目地部等の打音は実施しなければならないと思う。費用対効果の検討が必要と思う。

⇒スクリーニングに有効との説明を受け、その通りと思った。①損傷位置を事前に確認するのに有効。②損傷図作成に有効。③劣化の進行を確認するのに有効。(2回目以降)

⇒迅速で一般交通への影響も少ない。面的に把握が可能である。

□ 発注者からの指示であれば利用する。(2人)

→点検データの蓄積により、道路管理者が台帳管理として利用するのが良いと思われる。

⇒発注者の仕様書に明記され、コスト面で折り合いがつけば十分利用可能。

□ 使えない(使いたくない)と思う。(0人)

### 3. 提案技術が優れていると思った項目

既存技術に比べて、提案技術が優れていると思われる項目、機能等

→点検結果が数値情報として保管でき、次回点検時にその変化も把握できる。

⇒複数の計測器を組み合わせることで、様々な角度から分析ができる。

→計測速度及び表示内容が明瞭である。(MA:1人, オブザーバー:2人)

計測時の走行速度が一般の速度と同じで速い。走行速度が遅い計測車両のような先導車両や全車線の規制が不要なので、計測作業により第三者が交通事故を引き起こす恐れが少ない。

→画像、レーザー、レーダーを組み合わせた健全度診断ができる。覆工コンクリートの厚さ、背面空洞探査ができる。法定近接目視と併用して利用できると思った。

→走行車両からのレーザー計測による3D位置情報の取得技術。

→走行車両からのレーダー探査技術(スピード, 離隔)。

→トンネルの内空変位測定と空洞調査, および橋梁床版健全度調査を全て違う手法で行っているが, このMIMM-Rを利用することで, 共通の調査手法が開発できるのではないかと。

⇒レーダー, レーザー, 写真を合成可視化処理している。但し, 点群データ(対象橋梁のデータ:1ギガ程度)を, どのように処理しているかが不明。計測車両の中のオペレーター(1人)は誰でもできるのか。

### 4. 提案技術への改良提案

岐阜県内での実装に際して, 充実させて頂きたい項目, 機能等

⇒IBMワトソンなどのAI技術を導入し, 「このデータがAを示し, 別のデータがBを示す場合はCの異常だ」等の自動判別機能を持たせることはまだ先の話であろうか。自己学習機能により, 無数の事例を読み込ませることで精度のよい判定ができると感じた。側壁についてもSIPで開発された浮きを感知するレーダーを取り付けてもいいのではないかと思います。側壁のデータについては, レーダーを取り外して計測したときの話を伺いました。

- が、一律なデータで分析するには、側面にも適用すべきと思った。
- 県が整備している GIS システムへのアップが可能なデータ出力をしてほしい。
  - 漏水の多いトンネルや、汚れているトンネルへの実用化に向けた改良。
  - ⇒高速道路のトンネル点検に利用できる。画像計測とレーザー計測とレーダー計測が同時に発注されるケースが少ないと思われる。1 車両にカメラとレーザーとレーダーを搭載しているが、1 車両に 1 機能とし 3 車両に分けたほうが実用的ではないかと感じた。
  - トンネル覆工厚が 45~60cm の場合にも、背面空洞調査ができる仕様への改良。
  - ⇒コストがネックとなる。目的に合った、最小限のコストでの成果を提示していただきたい。
  - ⇒スクリーニングとしては、現状で使える。

## 5. 提案技術の別な用途での利用提案

開発意図とは異なる方面での利活用ができると思われる項目等

- ボックスカルバートの点検
- ⇒道路パトロール車に搭載し、日々のパトロール業務で活用する。パトロールするだけで、施設の点検が可能。
- ⇒地下鉄のトンネル状況調査・下水管路構造の 3D マップ化。
- 説明会時に記載した内容以外に提案するものはない。
- RC 床版へ健全度診断など、トンネル内コンクリート舗装版下空洞の発見。
- ⇒小型化して船に載せ、用水等の暗渠内部の点検に用いる。

## 6. 提案技術と他の新技術との組み合わせの提案

実装に際して他の技術と組み合わせると、更に使いたくなると思うこと等

- ⇒AI 技術等による自動判別機能を持たせる。
- 実装化 SIP で説明された他研究の打音棒及び打音解析技術との組み合わせ。

## 7. 提案技術に対する技術的発展の期待度

本技術提案は、インフラ維持管理・更新・マネジメント技術として、システム化されたインフラマネジメントを構築でき、インフラの事故を未然に防ぎ、維持管理やメンテナンスの負担軽減を図ることが期待できますか。

大いに期待できると思う。(10 名)

- これまでに実績を積んだ技術に、新しい技術を追加していること。
- トンネル内の環境を考えると、点検の合理化に繋がる。経年的な変化など比較ができる機能が良い。覆工コンクリートの厚さが 20cm 以上あると、打音だけでは背面空洞が確認できないと思われるので、この技術は使えると思う。
- 機械的な情報取得で人による点検の準備作業として、また補足作業として活用できる。
- レーザーを用いたトンネル内変位測定において、誤差が 0.5~1mm 程度との説明があり、MMS データの精度が高くなっていると感じた。精度検証ができていれば、内空変位測定に利用できると思う。(今までは相対高さの誤差は小さいが、位置情報が微妙であったと聞いている。)

⇒技術名称：統合型診断システムとは若干目的が違うが、スクリーニングには使用可能と思われる。今後、トンネル点検の実績を積み上げれば、データ処理方法が進歩し、スクリーニング以上の信頼性が見込まれる。

- 改良等を行えば期待できると思う。(1名)
- 本日の説明だけでは、期待できないと思う。(0名)

## 8. その他（自由な意見を記入してください）

⇒国の点検様式での自動出力などの機能があれば、さらに楽になるのではないかと。

→日本の ODA で東南アジアに作った道路やトンネル等をこのシステムで点検したい。特に、ベトナムでは、外国が作った橋梁が早期に問題を起している。このシステムでそれらを計測することで日本のインフラ技術が、建設後もメンテナンス分野で優れていることを示して、海外での進出で生き残りを図ることに寄与していただきたい。

→1月17日に、私どもで開催しているトンネル研修（自治体が対象）で、早速、情報提供をさせて頂いた。特に、自治体では背面空洞が多く見つかったトンネルの補修方法などを検討しているなど、今後、技術相談をしたい旨の申し入れをうけました。また、この技術データと、これまでの点検結果を比較して、法定点検に準用できないかと思っているので、資料があれば提供していただければ、中部地方整備局内部で検討したい。

→質問

①トータルステーションやレーザースキャナーによる3次元測量の場合、機械の位置情報（座標）が必要ですが、車載式のレーザは移動や路面状況による振動もあるので難しいと思うのですが、どのようなシステムとなっているのか？

②画像、レーザ、レーダー情報からの損傷図は、自動作成できるのか。

→今後も、安全な道路空間確保に向け、技術向上を図っていただきたい。

⇒費用については説明を受けていないが、あまり高いと使えない。弊社のように点検を生業としている会社として、①点検車を借りる、②点検車を買う、③スクリーニングを御社に外注する、が考えられる。開発者はビジネス構造をどのように考えているのか。

⇒コストが低いと導入しやすく、一次スクリーニングとして全箇所で使用する等が考えられる。計測前にトンネルの壁面の清掃が必要であれば、両者の実施時期の調整が必要と思う。強雨後などの漏水による点検結果への影響の有無について、説明があれば有効だと思う。本体が相当高価であれば、先導車・後方車等を用意して事故リスクを下げることも必要ではないか。

以上