

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 3 月 27 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

学習型打音解析技術の研究開発（村川 正宏）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2017/1/13）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。

6 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。

6 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。 0 人

合計：12 人

以下、MA の回答を（→）で、オブザーバーの回答を（⇒）で表記する。

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。(5 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。(3 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。(4 人) その他

適用基準、適用方法等のガイドラインが行政（道路管理者等）から提示されると普及すると思う。(1 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。(5 人)

→打音装置による検査の効率化、および打音データの高度分析と損傷マップ作成による診断の高精度化が期待できる。

→床版の土砂化や水平ひび割れの検出に台車型打音装置は有効と思う。特に、鋼繊維補強コンクリートで増厚補強された床版で、打継面の剥離の有無の確認に利用できると思う。

→類似の技術が本 SIP で紹介されている。それぞれに利点があるので、適した場所で使う道具としてユーザーは選択するだろう。

→今までに行われた説明会及び今回紹介されました打音調査用の「打診棒」は「誰でも使える」と説明されている。ですから、利用者は、価格と打音調査する箇所の高さで使い良いものを選択することになる。

→積極的に利用したいが、コスト次第だと思う。

 発注者からの指示であれば利用する。(5 人)

⇒今まで何種類かの打音自動判定装置を試してみたが、満足できる結果は得られていない。

タイルの剥離や化粧モルタルというような建築系の構造物であれば、ある程度の判定は可能だと思うが、鉄筋コンクリートの剥離等（剥離対象深さが深い）に関してはどうか。学習機能を備えているということで期待したい。

台車型については、舗装の上からでは舗装自体の構造・品質によるノイズがかなりあるのではと思う。また、人力の場合、現場にチョーキングをして全体の損傷状況を確認できるが、この機械では、どのように対処するのか。

⇒「指示」というよりも、発注者への提案と協議・協力が必要だと思う。

→施工前の簡易調査として十分活用できると思う。

□ 使えない（使いたくない）と思う。(1人)

⇒舗装の状態と床版の状態の判断、機械の大きさ、コスト等、まだ課題が多いと感じた。

今後、これらがクリアできれば、利用できる技術になると思う（クリアできる課題だと思う）。

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

→打音データの高度分析、損傷マップの作成、台車型打音装置による舗装面からの床版損傷検知など打音検査の総合的、多角的な技術展開が優れている。

→鋼繊維補強コンクリートで増厚補強された床版では、レーダによる欠陥探査が難しいと聞いているが、この技術であれば打継面の剥離の有無の確認に利用できると思う。

⇒学習機能を持っている点

→他と比較した場合、ソフトに優越性があると思うが、今回はその説明はなかった。

- ・本技術で高い関心を持った項目は、解析ソフトに「学習手法 AI」を使用していることである。これからの技術は「AI+ビッグデータ解析」と考えるので、この分野に期待している。
- ・日本中で打音調査を数年間実施している。その膨大なデータを蓄積し、解析するシステムを「クラウド+AI」のコンセプトで展開すれば、日本仕様の標準化が可能となり、インフラメンテナンス技術の世界進出ツールになると考えている。
- ・現在は、本チームで開発した打音調査システムでの振動データの解析から着手しているようだ、他の打音調査システムでの振動データ解析が可能になることを期待している。
- ・説明書の目的に、「打音解析手法を SaaS 型サービスで提供する」とあるので、ソフト分野での実装化を期待している。

⇒正確性、客観性。

→簡易で経済的な装置での非破壊調査が可能である。

⇒学習機能により判定の精度が向上する点に期待できる。今までの同種の機器を考えると、かなり豊富なデータによる判定基準が必要と思う。

⇒検査品質の水準が確保され、バラツキが小さくなる。電磁波系の技術の非破壊検査に対して安価で迅速にできそう。

→機能が分かりやすく、誰でも使えそうで、測定結果がコンター図や位置情報として残せる点が良い。

⇒台車型打音装置に対しては、作業効率及び作業者の経験値等からかなり実用化が期待できる。アスファルト面から橋梁床版の土砂化、ひび割れ等を検出する手法は各種あるが、レーダ等による調査に比べ、コストパフォーマンスが高いため、どこまでの精度で確認できるかが鍵

ではないか。

⇒打音検査の数値化，音響解析技術，台車型打音装置という点が優れている。

→客観的な評価ができ，経験の少ない技術者でも活用できる点が良い。

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

→提案技術の普及，実績を促進するためにも，橋梁，トンネルの検査試行を行うに当たっては安価にて装置，技術の提供をお願いしたい。

→多くの構造物での適用，あるいは実証実験の実績を重ねていただきたい。

⇒得られたデータが良いか悪いのかの判断，どのような損傷の判定を行なっているのか等，このシステムだけで学習したものを判定しているのか。人力や他の解析で得られたデータに対する判定結果を使うことで，精度の向上が望めると思う。

→岐阜県が整備している地域統合型 GIS システムに調査箇所を連動させたい。

- ・打音調査結果と位置データを連携するようにはいただきたい。

- ・打音調査の位置のマッピングに苦慮しておられるようだが，本 SIP で発表されたマッピング技術を応用してはどうか。今の時点で技術開発に苦慮されているようなので，既に開発が進んでいる他社の技術を利用したほうが，SIP の限られた期間のなかで効率的な開発が進むと思う。打音計測と打音分析に集中したらどうか。

- ・特に屋外で使用する台車型打音装置に，数年後に実用化される PPP-RTK（精密 RTK-GPS）を搭載することで簡単に位置情報の習得が可能になると思う。

⇒実装に対する枠組みの整備，実装後のフォロー

→測定時間の短縮，現場検証結果の公開

⇒適用条件のガイドライン化

→・舗装撤去前の調査結果と撤去後の状態確認による検証実績を増やす。

- ・台車幅を広げて，1 車線分を 1 回の走査で調査可能にする。

（調査中の交通規制を最小限にするため、「できるだけ広範囲を短時間で」

⇒打診棒打音検査装置については，タイルの浮き調査では使用頻度が低くなるため，コンクリート自体の浮きに対して有効に活用できれば良いと思われる。なぜなら，コンクリート浮き調査は，点検者の経験に大きく依存し，作業として人工知能が経験を補う装置になれば，利用度が向上すると思う。橋梁床版，トンネル点検におけるコンクリート診断は必要であり，コンクリート床版への台車型打音装置による調査は適用できると思われるが，トンネルに対しては形状で対応するのか，打診棒で対応するのか，適用方法を検討する必要がある。

⇒高所打音装置の改善（軽量化）

→劣化した舗装面において，正確な情報収集ができると良い

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

⇒打診棒打音検査装置により，トンネルなどのコンクリート自体の浮きに対して活用できないか。

⇒車の走行スピード程度で実施する路面性状調査に応用できないか。

- 床版上面の劣化範囲の特定。
- ⇒学習機能に関しては、さまざまな分野で利用可能と思われる。
- ⇒道路下の空洞の探査に活用できそうである。
- ・吹付モルタルへの活用
 - ・ボルトのゆるみ点検への活用
- ⇒台車型打音装置のトンネル壁面への利用
- 道路土工部での空洞調査

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
- ⇒画像やレーザーでの学習的な解析と組み合わせれば、より精度が高くなるのではないか。画像の判別による異常検出や、三次元的な凹凸の発見等が期待できる。同じ座標に落とすことが難しいかもしれない。
- 他社の SIP で開発されているマッピング技術と組み合わせる。岐阜大学が、本 SIP のプロジェクトで発表された研究から、組み合わせを仲介されてはどうだろうか。
- 調査結果の CAD 化。
- 本技術と電磁波レーダとを組み合わせたらどうか。打音と電磁波レーダとの相互の検証にもなるのではないか。

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人)

- 打音検査の効率化、高精度化に資する技術で、汎用性と発展性も期待できる。
- 装置がコンパクトで、抵抗感無く手軽に利用できると思われる。
- 打音解析技術が優れている。解析手法を、現場でのタブレットでの判別と、クラウドシステムでの判別の2段階で構成している。タブレットでの判別は打音方法に汎用性があるとのことである。クラウドでの解析は特殊な解析とのことである。打音データが少ないので SVM 及びカーネルの高度化の途中とのことであるが、実装化により打音調査技術者の判断スキルの標準化が可能となり、打音計測全体のスキルアップにつながることも期待できると思う。
- 橋面の舗装打替え工事および橋面防水工事に先立ち、この技術で床版上面の劣化状況(土砂化等)を事前に把握しておくことで、予定外の断面修復工の増工や交通規制期間の延長等を防ぐことができると考える。「舗装をめくったら予想以上にひどくて、交通規制期間内に終わらないから、仕方なく手当てできずに舗装するしかなかった・・・」というようなことも聞いたことがある。
- ⇒音響解析技術は、とても有効で活用範囲も広いと思う。
- ・電磁波レーダに比べて正確性が高いと思われる。

・橋面舗装の修繕工事において事前調査としての活用には有効であると思われる。

□ 改良等を行えば期待できると思う。(2人)

⇒コンクリート構造物の点検手法としてかなり以前から着目されているが、有効な手段が開発されておらず、かなりハードルが高いと思われる。まずは実構造物による判定の有効性の確認が必要だと思う。

□ 本日の説明だけでは、期待できないと思う。(0人)

8. その他（自由な意見を記入してください）

⇒たたく強さは任意でいいのか。素人にも使えるのか。どういう異常が判断できるか。異常の影響度をランク付け（Ⅰ～Ⅳ等）できるのか。

→打音判別する技術者の感応判断が、本システムで置き換えが可能とは考えていない。あくまで、技術者の補完機能として考えている。

⇒どのような損傷（剥離深さ、剥離規模、土砂化等）が、どの程度の確率で判定可能であるのか、実証試験を重ねていただきたいと思う。

⇒自治体の場合、定期的に検査というより、何らかの別の情報で不具合がわかった場所について、集中して検査するような使い方になると思う。

→電磁波レーダと競い合うのではなく、組み合わせてしまうほうが使いやすいかもしれない。信頼度も上がるのではないかと思う。

⇒舗装面からの打音検査の際、アスファルトの種類や劣化状況等の影響を区別し排除できるとさらに良いと思う。

以上

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 3 月 27 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

**構傾斜センサー付き打ち込み式水位計による表層崩壊の予測・検知方法の実証試験
(荘司泰敬)**

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会(2017/1/13)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。
(5 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 11 人

以下、MA の意見を (→) で、オブザーバーの意見を (⇒) で表記する。

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。(2 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。(5 人)
- その他 ()
- 未回答。1 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。(0 人)
- 発注者からの指示であれば利用する。(8 人)
 - 技術的に未完成で、現段階での実務への適用は困難と考える。
 - 装置を設置すべき場所かどうかの判定が難しい。
 - 技術の目的が災害発生のアラートであるため。
適用範囲が表層崩壊を事前にモニタリングするシステムなので、被害が予想される住民や施設などが下流方向に存在することが前提である。防災に応用する技術は発注者の指示のもとでの使用が前提と考える。受注者の提案で使用した場合に、計測に不備があり、それが原因で人的被害が発生した場合は、企業が損害賠償・指名停止などのリスクを負うことになりかねない。
 - ⇒やはり実際に崩壊した時のデータが得られていないことが問題だと思われる。自然が相手で難しいことであることは理解できるが、3つの要素が関連していることだけでは次の段階がよくわからないと思う。何らかの実験でデータを得る必要があると思う。
 - ⇒発表にもあったようにコスト的に厳しい。
 - 崩壊のメカニズムが解明されていない。適切な配置や箇所数等、明確に説明しにくい点があり、いつ対策すべきかの判断材料にしにくいと思う。
 - ⇒現在の土砂災害対策においては、気象庁の降雨データとワイヤー式変位計による変位観

測等を行っており、管理者からも特に差し支えや改善要望はほぼ聞かれていない。

□ 使えない（使いたくない）と思う。（2人）

⇒崩れる前の情報を知る必要があるため、崩れていない多くの箇所に設置する必要があるのでは使えないと思う。岐阜県内のレッド・イエローゾーンが 10,000 件以上あると思うが、資金の問題で設置が困難になると思う。

⇒まだ、実務段階にきてはいない。

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

→自立電源により計測、通信システムが稼働する。

→簡単に設置でき、通常の機器の維持管理の点検も容易そうである。

⇒民家等に隣接する場所で危険度が高いものに付けておき、異常が発見されたらアラームなどを流すと良いのではないか。

→自立したデータ転送機能。

- ・太陽電池と携帯電話の組み合わせで、外部からの電源及び有線による電話回線が不要なので、設置費用が安価になる。

- ・上記の理由により、設置場所の条件に、「電源及び有線電話の近傍」等が無いので、計測が必要な箇所にピンポイントで設置ができること。

⇒間隙水圧を使うことで予測精度が向上するのであれば、その点が優れている。簡易に計測できる降雨量による予測と有意な差がないと嬉しいと思う。

→ワイヤーを張った変位計に比べ、設置が簡単そうである。

⇒「ここが優れている」という点を明確にアピールいただけると採用を検討しやすいです。

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

→表層崩壊予測モデルを構築して頂きたい。提案技術は、まだ実装の段階には達していないと考える。

→実績を積み上げ、予測精度の信頼性を高めてほしい。

⇒土質は区別されるのか。

→岐阜県が整備している県域統合型 GIS システムに調査箇所をアップしたい。

- ・センサーの位置の緯度と経度が分かるようにしてほしい。

→いつ対策すべきかをリアルタイムに知らせてくれるようなアラーム機能があるとよい。

⇒現状での雨量自体または地盤の変位に基づく規制に対し、間隙水圧を加えた 3つのパラメーターで表層崩壊が予測できるのであれば、その相関性や具体的な基準値等の検証を行った上で実用化を考える必要がある。

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

⇒雪崩の推定に使えるのではないかな。

→このシステムを設置しなければいけない範囲や箇所を特定する技術と組み合わせることが必須であると考える。

⇒（開発意図内かもしれないが）一般住宅の防災で利用できるのではないかな。

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

⇒斜面にレーザーを当てて変状解析をしたらどうか。

⇒画像を同時に取得すると、利用者・分析者にとってわかりやすいのではないかな。

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。(0人)

改良等を行えば期待できると思う。(3人)

→将来的には有効だと思われるが、有効であるとの検証が難しく、もう少し研究や実証実験を続ける必要があると思う。

⇒パッケージ化してコストを低減すれば普及の可能性があるかもしれない。

→いつ対策すべきかをリアルタイムに知らせてくれるようなアラーム機能が可能となれば、期待できると思う。

本日の説明だけでは、期待できないと思う。(6人)

→表層崩壊予測システムのコアとなる予測モデルが、まだ構築されていない。

→開発説明者の本人が、モデル化が困難と発言された。

⇒3つの要素が地山の安定に密接な関係にあることは誰もが異論がないところだが、得られたデータが表層崩壊の予測にどのように利用できるか、仮説でもいいから示していただければと思います。

⇒まずは、3つのパラメーターで予測ができることを明らかにすると共に、データ収集を重ね、定量的な目安等を検証するために実装を進めていく必要がある。

未回答。(1人)

8. その他（自由な意見を記入してください）

→間隙水圧計の設置個所がすごく難しそうである。

→現場検証の結果がでてからでないと、評価は難しい。

→把握された状況に対して、道路管理者の道路運用との連携が蓄積される必要がある。

→学術研究用には、有効だと思う。

以上

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

平成 29 年 3 月 27 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

二輪型マルチコプタを用いたジオタグ付近接画像を取得可能な
橋梁点検支援ロボットシステムの研究開発（沢崎直之）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2017/1/13）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。
（6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。（6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。（0人）

[合計：12人]

以下、MA の意見を（→）で、オブザーバーの意見を（⇒）で表記する。

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。（2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。（4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。（4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。（6人）
 - 適用できる橋梁形式には制限があるが、詳細な近接画像と位置情報が同時に収集でき、点検・診断の高度化、効率化が期待できる。
 - 有線による送電ができるので、現場での稼働効率が良好そうである。
 - 簡単にアクセスできない箇所の定期的なモニタリングに利用できる。
 - 詳細調査前のスクリーニングに利用できる。
 - ⇒近接目視をドローンでも良いという国の許可が必要である。法定点検の実施要領を見直して使えるようにしたら良いのではないか。
 - ⇒飛行時間（実稼働時間）が長いため、現場作業の効率化等さまざまな改善が図れる。
- 発注者からの指示であれば利用する。（5人）
 - UAV の安全対策マニュアルに、第三者への規制が明記されており、行政の理解と協力が必要になるため。
 - 1方向（高さ方向）にのみ移動可能ということが問題だと思う。決められた箇所だけの点検であればよいと思うが、通常点検対象は多量であり効率化は大きな要素であると思う。横にできるだけスムーズに移動できる機能が必要である。
 - アクセス困難箇所において、実務として利用できると思われる。施工前点検のスクリーニング機器としては優れている。
 - ⇒予備調査、踏査段階では発注仕様によらず有効だと思う。

競合技術が多そうなので、技術的な強みと弱みを理解した上で活用したい。

□ 使えない（使いたくない）と思う。（1名）

⇒本システムによる点検結果の信頼性の担保、打音点検やマーキングの人手に代わる技術があれば良い。

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

→近接画像と位置情報を同時に収集する点検ロボットシステムであり、3D 維持管理データベース構築技術を有している。

→有線による電源供給と DB 作成。

- ・有線による電源供給で、バッテリー駆動の場合の飛行時間の制約が無い。

- ・DB 構築から CIM 連携までのシステムで、アセットマネジメントに一連で提供できる。

→3D モデルとして記録が可能である。（3人）

→調査対象から一定の距離を保つことができる点で優れている。（3人）

→事前点検としてスクリーニングできるところが優れている。

⇒足場や点検者が不要な“手軽感”＝安価。

⇒被写体に接していることで風に強そうな点。

⇒有線飛行の利点の活用。

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

→点検・診断システムとして期待できるので、実装に向けての開発、試行実績の積み重ねを加速して頂きたい。

→コンクリートの浮きを探査できる機能を追加していただきたい。

→岐阜県が整備している県域統合型 GIS システムに調査箇所をアップしたい。

- ・座標を緯度経度で提供してほしい。

- ・連続画像作成に苦慮しているようだが、他の SIP 提案研究で連続画像作成ができているものがあり、それらの技術を採用してはどうか。

- ・DB の構成を標準化し、他社の点検結果を組み込めるようにする。

→行動範囲が限定される（長さがある平面）ところを改良して、機動性をアップしてもらいたい。

→ひび割れ幅の計測技術の追加。

→ひび割れ長さを復元するための位置情報の取得。

→自動操縦機能。

→抽出したひび割れが有害なものか否かの情報があると良い。例えば、ひび割れ幅の情報は有効である。

⇒近接写真の問題。

⇒3次元 CAD 化したデータにどの箇所かを示したらどうか。

⇒自動化の技術。（方向・画像解析）

- ⇒実装に対する枠組みの整備，実装後のフォロー。
- ⇒具体的点検対象に応じてカスタマイズする方法。
- ⇒橋梁点検においては，現在近接目視が義務化され，そもそも支援ロボットシステム自体がこれにとってかわることができないため，同点検にロボット点検をどう位置づけていくかが課題となっている。その中で支援ロボットシステムによる橋梁点検が位置づけられれば，有効に機能すると考えられる。また，これらのロボットシステムは，各社，様々な手法が出てきているため，コストパフォーマンス及び，各種システムを比較した上での特異性，特徴などをアピールする必要がある。
- ⇒横移動操作の自動化（「移動量を入力するだけで OK」になると良い）。

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

- トンネル，カルバートの点検に適用できるのではないか。
- コンクリート構造物の表面点検。
 - ・ダム，堰堤，コンクリート擁壁等の車輪が接地できて植生が無い場所・構造の表面の変状を点検。
 - ・高層ビルなどの壁面調査。タイルやモルタルの劣化による剥落が今後増加するので，その分野での展開はどうか。
- 既存の図書がない橋梁における 3D-CAD による復元。
- 既存構造物の形状取得（高所等のアクセス困難部では特に有効である）。
- ⇒高層の構造物の点検。
- ⇒震災等の緊急調査にも有効。

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

- コンクリートの浮きを非接触で探査するレーダー技術。
- ハンマー付き（打音検査可能）ドローン。
- 他の画像加工技術と組み合わせる。
 - ・岐阜大学が，本 SIP のプロジェクトで発表された研究から，組み合わせを仲介したらどうか。
 - ・複数の企業が作成した橋梁点検，トンネル点検等のデータを取り込めるような DB 仕様を開発していただきたい。
- ひび割れ等の損傷について，数量の自動取得ができると実務として大変楽になる。
- ⇒画像判別を AI 化し，打音解析データも導入すれば，精度の良い点検が可能となる。

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。（4人）

- ロボット点検・診断およびデータベース構築技術に総合性と先進性があり、今後の発展が期待できる。
- 現場でのタブレットによる過去の記録の参照や、損傷状況の入力が簡易にできるなど、現場での作業性に配慮されている。
- スクリーニング技術として大変優れている。
- ⇒点検のロボット化が図りやすい。データの3次元化も有効である。
- 改良等を行えば期待できると思う。(7人)
 - 画像接合技術の改善，二輪に適した点検対象の選択。
 - ・橋梁の構造により、適した UAV を選択して使用する。
 - ・ユーザーは成果として見やすい画像の出力を持つシステムを選択すると思う。本研究で実装化を進めてユーザーを確保するためにも、画像処理セグメントについて外部との協力体制を進めていただきたい。
 - 現場に合わせて、車輪の大きさや幅を変更できれば可能性が広がると思う。
- 本日の説明だけでは、期待できないと思う。(0人)

8. その他（自由な意見を記入してください）

- 打音判別する技術者の感応判断力が本システムで置換可能とは考えられない。あくまで、技術者の補完機能として考えている。
- 国はインフラメンテナンス技術で海外進出を進めている。市場を国外に求めるために、DBの仕様を国際規格に準拠させていただきたい。1社だけでなく、オールジャパンの技術として売り込めるようなDBシステム開発を期待する。DBを押さえれば、継続的に受注が確保できると思う。東南アジアでは、インフラの劣化速度が非常に速く、外国企業による過去の建築に対して批判的な視点が出てきつつある。モノを作ることでは価格競争に負けてしまう。システム（コト）を作るほうが良いポジションをとれると考える。
- ドローンによる点検はいろいろ研究されていると思うが、ドローン本体だけでなく撮影データをどのように処理して、どんなアウトプットを行い、どのように使うかというところまで、具体的に示すことが求められていると思う。
- 実装するカメラについて、現状の非破壊検査技術にはサーモカメラなど、撮影することで点検できる技術もあるかと思うので、そのようなカメラを実装すれば、点検効率も向上すると思う。
- 自動で鉛直に昇る機能が備われば、橋脚の倒れなどを確認することで、震災後の状況や地盤の緩みなどの把握も可能になるのではないかな。
- ⇒掃除機の「ルンバ」のように、空中でのドローン走行ができないか。
- ⇒画像判別 AI を追加して、学習させたら良いのではないかな。
- ⇒多様な点検対象に適用するには、車輪の大きさをはじめ、カスタマイズの余地が大きいとよいのではないかな。設計→建設→保守と一貫して統合的にデータ管理されると保守管理の品質向上につながる。
- ⇒落下しても第三者被害のない場所における有線飛行なら、夜間飛行や計器飛行(視界外飛行や桁の上から橋脚の点検を行う作業等)も可能なように点検規定を変えられると良い。

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

平成 29 年 3 月 27 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術（八嶋 厚）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2017/1/13）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。（6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。（4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。（0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。

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。（1人）
- その他(1人)
⇒ LCC が増大しないような適切な修繕策と結び付けられるとよい。

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。（5人）
 - 技術の完成度が高く、舗装・盛土構造の診断の高度化に資する技術である。
 - これまで実績のある技術に新しい機能（現場での全自動化）が付加されている。
 - 盛土区間の地下の健全性の確認技術としてつかう
 - ⇒S 波速度と比抵抗の同時計測により地山と盛土の判定が可能なことは理解できたが、もう一歩進んで路体の緩み度合い（崩壊しやすい、対策が必要など）がこの計測でどこまで判定できるのか、あるいは他のデータと合わせてどのように判定ができるのかよく理解できない。今回得られたデータが、具体的にどのように活用できるのかを示していただければと思います。
 - 路床以下の地盤の評価が可能である。
 - 施工前の舗装構造の評価・分析が効果的に行えるため、修繕方法の検討に利活用できる。
- 発注者からの指示であれば利用する。（4人）
 - ⇒道路網を管理する視点から、計画的に検査する必要がある。個別地点に適用しても LCC 縮減に寄与できない可能性がある。
- 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

→比抵抗と S 波速度を自動計測し、収集データの解析により舗装・盛土を一体としてその健全度が評価できる。

→岐阜県の基礎技術である Web-GIS と連携している。

⇒下層まで判断することで、道路舗装の長寿命化ができる。

→既存の技術を組合わせた技術である。

- ・既存の技術のため、効果と調査結果について行政の発注者を含めて理解がしやすい。
- ・既存の技術のため、積算基準と根拠を説明しやすい。
- ・解析方法が自動化されているので、早く速報解を出すことができる。これにより、解析を含めた費用が圧縮できるのではないかと
- ・弾性波+比抵抗+FWD を同時に計測することで、同一地点の盛土構造の健全性を複数の指標から統合的に評価できると期待している。

⇒連続したデータが得られることは優れた技術だと思う。

→路床以下の地盤の評価が可能である。

→舗装構造の評価として、路床、路体を含めた評価・分析が行える。

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

→点検実績を積み上げ、比抵抗と S 波速度による健全度評価基準の確立を急いで頂きたい。

→実証実験などによる適用実績の積み上げを進めていただきたい。

⇒探査結果に AI 導入する余地がたくさんあると思われる。種々の方法で入手したデータと、その判定の自動化、人間が考察して判断するところにうまく AI が入り込めば、人間が生む考え違いや誤差が減少し、誰がやっても同じ判定結果を得ることができるのではないかと。

→行政の技術者及び担当者に理解しやすい表現方法で評価してほしい。この手法を県内で広く使うためには、行政の担当者の理解が必要である。行政の担当者は、土木出身では無い者も多いので、盛土構造部分の健全度の分かりやすい表現が不可欠と考える。

⇒道路管理者に対して、適用条件、検査結果の修繕への活かし方等に係る情報を提供する。

→道路管理者への具体的な対策方法を提案する。

⇒今後の舗装の維持管理に対する考え方を提唱する研究開発である。路床・路盤を含めた維持補修において、この調査データでどこまでの対処方法の検討ができるのかが鍵ではないかと思う。路盤等の見える化に対するコストパフォーマンスは高いと思われるが、調査段階での作業効率と精度を高めることにより、より実用的になると考えられる。

→ライフサイクルコストの低減に向けて、舗装構造の客観的な評価手法を確立したい。調査・診断、補修設計、修繕工事までを一連のシステムとして充実できると良い。上層路盤の修繕方法の開発に期待したい。

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

→DB の道路と河川の統合を図ってはどうか。この研究は、堤防の盛土の探査技術を、道路の地下構造の健全性を確認する手法に発展させたものと思われる。岐阜県は、木曾川・長良川・揖斐川という大きな河川があり、堤防延長も長く、道路として供用されている区間も多い。道路と堤防を統合した DB を作成してはどうか。

→堤体の調査，盛土管理

→盛土工事や路床・路盤工事における締固め度の管理，施工の品質保証。

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

→舗装の表面性状点検技術との組み合わせにより、舗装・盛土の高精度かつ高度な点検・診断システムが構築できる。

⇒車両で取得できる振動データ，画像データ等による分析と組み合わせで、高度化することも考えられる。

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。(6人)

→完成度が高く、舗装・盛土を一体とした健全度診断の高度化に資する技術である。

→測定結果を用いた補修判断や補修技術の構築ができる。

→路床・路体部分の根本的な部分の評価が可能となるため、ライフサイクルコストの低減に大いに期待できると思う。

改良等を行えば期待できると思う。(3人)

→省力化が必要で、計測システムの汎用化が必要と思う。

・説明の図では、システムの全長は 25m 以上ある。これだけ長いシステムだと、計測作業に要する人数は、計測担当技術者を含めて多くなると思われる。

・特殊なシステムで構成しているので、システムのユーザーを増やすために、汎用化が必要と思われる。

→規制を不要とした計測技術の開発（低速走行など）、舗装のアセットマネジメントにむけた補修工法の選定フローが必要だと思う。

⇒システム自体は、素晴らしいと思うが、現場で実際に利用するには得られたデータをどのような判定に、どのような基準で利用するのかというもう少し詳しい研究が必要だと思う。

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）

⇒ライフサイクルコストは長期の目でみることになるので、FWD を実施して、上層、下層を考慮することは大切だと感じた。

⇒路体の硬さ（密度）の判定だと思うが、例えば水分量（飽和度）みたいなものは判定できないだろうか。

→舗装打替えのみの対策では、不十分な箇所の把握に優れていると思う。ただし、舗装打ち替えを繰り返し実施する場合と、地盤改良等の必要な抜本対策を実施する場合とでの LCC 比較が必要と思います。

以上