

- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : ALB(航空レーザ測深機)による洗掘状況の把握
- 研究責任者 : 株式会社パスコ 坂下 裕明
- 共同研究グループ : -

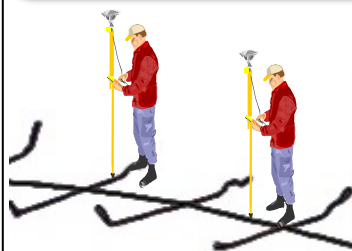


研究開発の目的・内容

研究開発の目的

- ・ALB(航空レーザ測深機)計測により、橋脚の洗掘状況を定量的に評価するモニタリング手法を構築

従来の洗掘調査



橋梁や距離標位置で実測や目視点検を実施

- ・流速が速いときの目視点検は危険
- ・水面下の洗掘を把握するのは困難
- ・測線位置の断面形しか把握できない

ALBによる洗掘調査



【近赤外レーザ】
陸部の計測に利用
水面で反射

【緑レーザ】
水中を透過し水底
で反射

水面

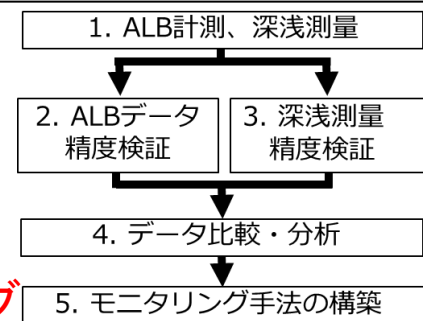
緑レーザと
近赤外レーザの
往復時間差から
水深を算出

河床地形

- ・航空機から水深を計測可能
- ・広範囲の河床地形を短時間で計測
- ・三次元計測により任意断面を把握

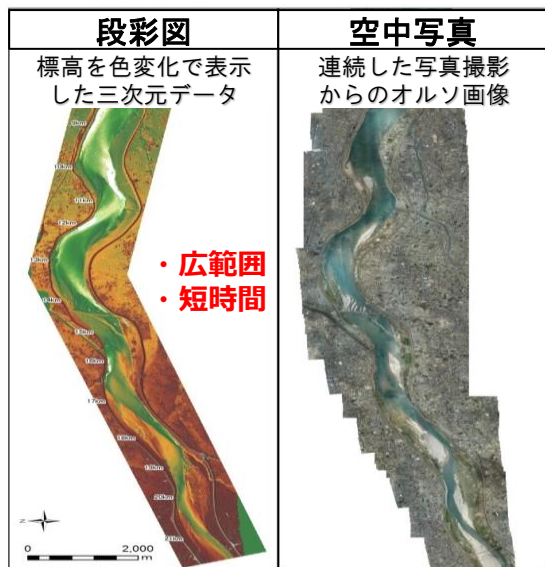
研究開発の内容(2014-2015年度の2年間で終了)

- ・従来手法(深淺測量)と比較・分析し、洗掘状況の把握能力を評価
→ 従来と同程度の精度を確保し、広範囲を安全で効率的に計測可能
- ・ALBを用いた効率的かつ効果的な洗掘モニタリング手法を構築
→ 困難だった面的な河床変動量の把握を実現し、効果的にモニタリング



1. 広範囲を三次元で計測

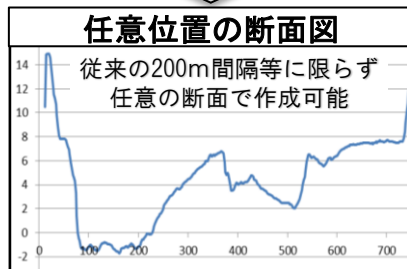
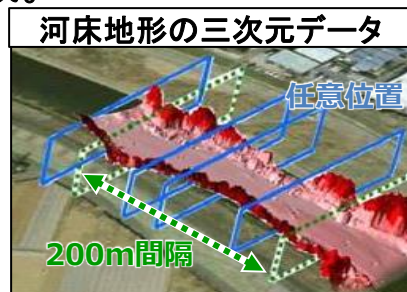
ALB (航空レーザ測深機) 計測により、河床地形の三次元データを取得。同時に空中写真も撮影。



- ・河床地形の三次元計測を実現
- ・潜水土による調査が不要(安全)
- ・現地の機器設置が不要(効率的)

2. 任意位置の断面作成

従来は200m間隔等で把握していた河床地形を、三次元データで取得することで、任意位置の断面図を作成。

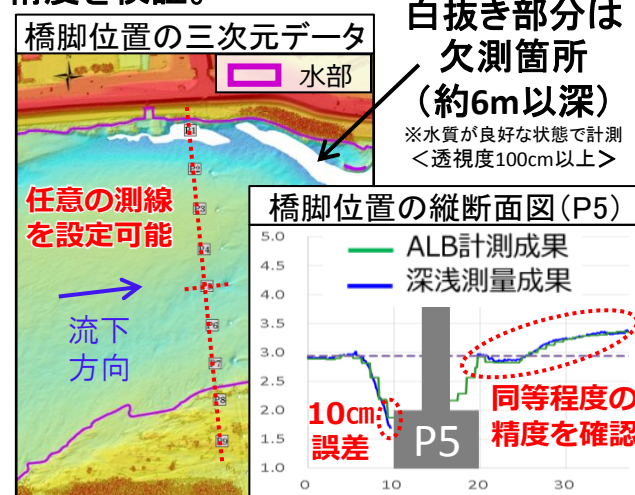


- ・任意の橋脚位置など様々な断面で再計測せずに河床地形を把握

3. 橋脚の洗掘状況を把握

橋脚位置における河床地形の三次元データを取得。

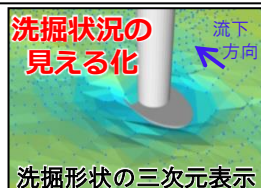
橋脚周辺の断面図で深淺測量と比較し精度を検証。



- ・深淺測量と同等程度の精度を確認
- ・水深約6mまで計測が可能(水質次第)
- ・今回の洗掘深では、約10cmの誤差
- ・洗掘状況から効果的な対策工を検討

活用案

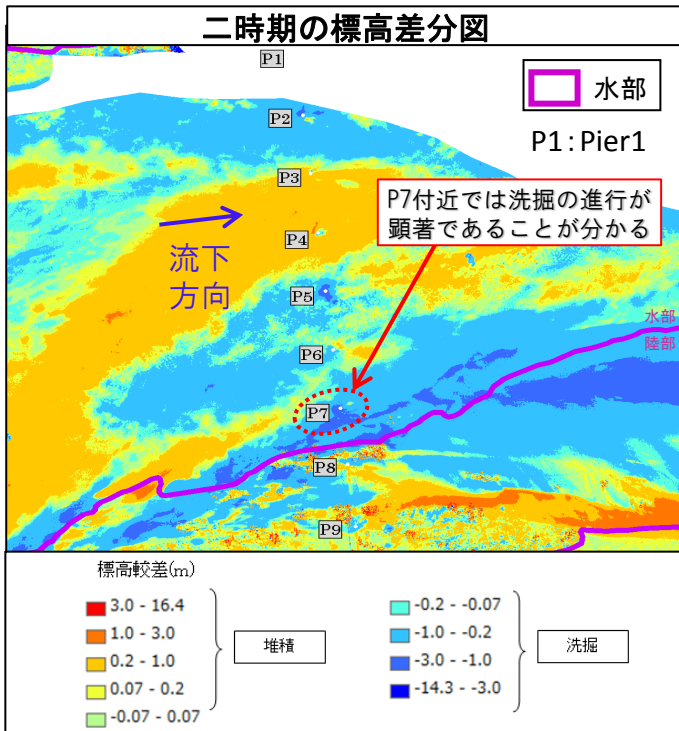
把握した洗掘(三次元データ)と橋梁一般図を重ね合わせることで洗掘状況の見える化を実現



広範囲の河床地形を効率的に計測し
橋脚の洗掘状況を高精度で把握可能

4. 二時期の変動量を算出

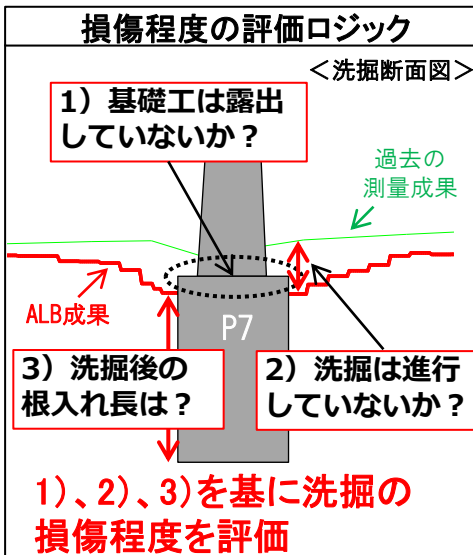
二時期のデータから標高の差分を算出することにより、面的な河床変動量を可視化。橋脚周辺の河床変動量で洗掘を把握。



- ・洗掘の進行が顕著な橋脚を選定可能 (上図ではP7付近で洗掘が進行)
- ・洗掘の進行状況から対策時期を検討

5. 損傷程度の評価

把握した洗掘状況から、橋梁定期点検要領に基づき、損傷程度の評価を判定。



- ・損傷程度の評価を判定することで詳細調査や緊急対策の必要性を検討
- ・対策区分の判定に活用

洗掘モニタリングへの活用で橋梁管理を高度化

成果の活用フロー

1. 広範囲を三次元で計測

2. 任意位置の断面を作成

3. 橋脚の洗掘状況を把握

4. 二時期の変動量を算出

5. 損傷程度の評価を判定

橋梁管理者で対策区分を判定

対象ユーザー

河川管理者、橋梁管理者、港湾・海岸管理者 など

水底地形を調査したい
洗掘状況を把握したい

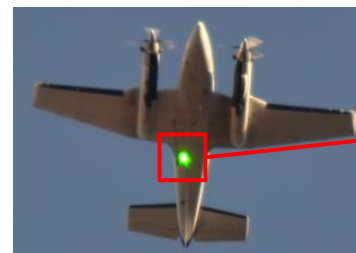
使用方法等

レーザー・デジタルカメラ機器を航空機に
搭載し、上空から対象範囲を計測

提供サービス

三次元地形データを取得し、任意の断面図で、橋脚の洗掘状況をモニタリング

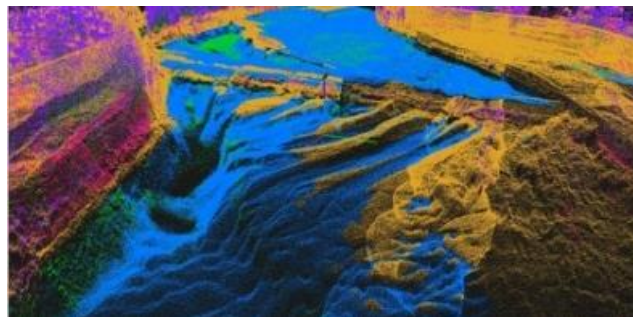
デジタルカメラ 近赤外レーザー
緑レーザー



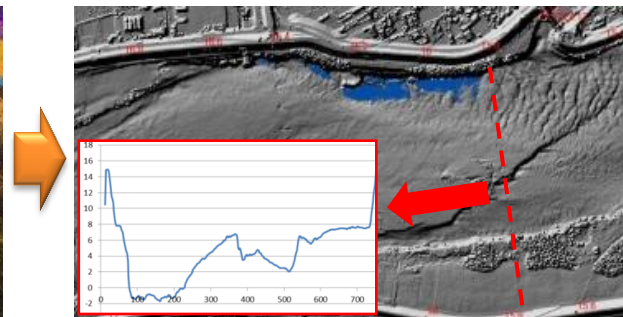
ALB計測風景



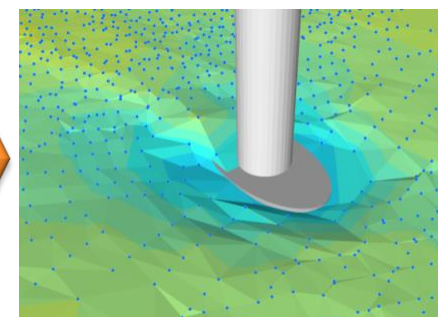
ALB搭載機器



高精細な三次元地形データを取得



任意位置の断面図を作成



洗掘状況のモニタリング

広範囲の河床地形を航空機で効率的に把握可能

→ 洗掘モニタリングへの活用で橋梁管理を高度化

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 29 年 1 月 5 日

説明会参加者の理解を助けるため、SIP ホームページに公開されている SIP 維持管理技術の情報をもとに、メンテナンスアドバイザー (MA) のコアメンバーが事前に出した意見を記載しました。これに、技術の開発者からコメント (囲み部分) を加えていただきました。

1. 研究開発の技術名称 (研究責任者)

ALB (航空レーザ測深機) による洗堀状況の把握 (坂下裕明)

2. 技術の特徴

ALB (航空レーザ測深機) 計測により、橋脚の洗堀状況を定量的に評価するモニタリング手法である。

- ① 広範囲の河道内地形を短期間で計測でき、3次元計測データから任意断面の横断図を作成できる。
- ② 測深能力は水質によるが (河川の場合) 最大 6m 程度までを 10cm 程度の精度で計測可能である。
- ③ 2 時期のデータの標高差分から面的な河床変動量を可視化して、橋脚周辺の洗堀が把握できる。

【開発者からのコメント】

上記②について、SIP の中で現場実証した結果である。(一級河川吉野川)

3. 岐阜県内での想定される活用方法

- ① 河川のリアルタイムな形状を把握する技術と位置づけ、橋脚の洗堀調査はそのメニューの一つとして有用である。
- ② 近年、気候変動に伴う集中豪雨や水不足等によって、中小河川の流況変動が著しく変化しており、リアルタイムな維持管理が求められているので、河道の状況を一括で把握して、流況解析などにより効果的な維持管理方針を検討することに活用できると考えられる。

【開発者からのコメント】

ALB 測深は、広域を迅速に計測できるメリットがある。このメリットを活かすためには、河川管理者と協働で一括に河川全体を計測することが考えられる。

また継続して面的な計測を実施することにより、流況変化による河道内地形の経年変化を把握することが考えられる。

4. 活用に際しての現状での問題点

- ① ALB により測深（計測）ができる会社は限定され、業務発注の公平性確保の問題がある。
- ② 条件によって計測精度がばらつく可能性があり、最低基準などのルール化が必要である。
- ③ 計測、撮影、平面図作成、横断図作成、など統一的な歩掛かりを設定する必要がある。

【開発者からのコメント】

上記①について、ALB 測深技術を含む航空レーザ計測機器は、現在、複数社が保有・運用している。そのため、業務発注時の公平性は確保されるものと考えられる。

上記②について、航空レーザ測深については、新技術情報システム NETIS に登録。（登録番号：KK-160016-A、新技術名称：航空レーザ深浅測量）且つ、公共測量の実績有。（公共測量作業規程第 17 条を適用する新技術として国土地理院より承認と助言を得た）

5. 活用に向けての課題

- ① 河川分野で、広域的にデータ収集して活用するニーズがあるのかを確認する。
- ② 計測精度を確認する。
- ③ 同じサービスができる国内企業の数を知る。

【開発者からのコメント】

上記①について、現在までに河川管理者から発注された ALB 測深業務の実績がある。広域的に河道内地形を計測するニーズはあると考えられる。

上記②について、SIP 現場実証の他、ALB 測深業務の中で計測精度の確認は実施している。

上記③について、ALB 測深を実施できる国内企業は、現時点でパスコを含め 3 社と思われる。今後、増える可能性は十分にある。

6. 課題の解決策

- ① 技術開発者への詳細機能や適用条件等のヒアリング
- ② 横断測量済の現場で、ALB（航空レーザ測深機）計測を試行して、作業効率、点検精度を検証する。
- ③ 山間地域の河川で、植生がある河岸も含めて地形把握ができるのかを検証する。（飛騨川の県管理区間など）

【開発者からのコメント】

上記②について、SIP 現場実証の他、ALB 測深業務の中で点検精度の確認は実施している。

7. これまでに利用されている既存技術

【開発者からのコメント】

- ① 船舶に搭載した音響測深機による深浅測量（シングルビーム、マルチビーム）
- ② 人力による深浅測量、潜水土による目視点検

（上記は記入例を示したものであり、開発者のコメントで書き添ってください）

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】（パスコの開発状況）

2011 年度～2013 年度：河川砂防技術研究開発制度で ALB に関する研究、現場実証を実施

2014 年度～2015 年度：SIP にて橋梁洗掘を対象とした現場実証を実施

【開発完了時期】

橋梁洗掘モニタリングに関する開発完了時期：2016 年 3 月

今後、維持管理者のコメントを踏まえ、改良を検討

9. 技術の新規性（既存技術との比較）

- 既存技術にはない全く新しい技術である。
- 既存技術をより良くするものである
- ・ 安全性が向上する。
 - ・ 調査時間の短縮が可能である。（現況比較で〇〇倍程度）
 - ・ 調査経費の削減が可能である。（現況比較で〇〇%程度）
 - ・ 高精度化（現況は〇〇程度であるが〇〇程度にまで向上）

（上記は記入例を示したものであり、開発者のコメントで書き添ってください）

10. 技術の適用範囲や精度

- ① ALB 測深に対する制限
 - 道路交通状況に対しては、特に制限はない。
 - 橋梁上部工の幅員と橋脚高さの関係から、橋梁位置の測深可否が決定される。
 - ALB 測深は水質（濁度等）の影響を受けるため、洪水直後は実施できない。
 - 航空法の制限を受ける。（飛行時の対地高度など）
- ② ALB 測深の精度
 - 標高精度について→一般的な音響測深と同等の標高精度を有する。
 - 測深能力について→水質によって測深能力が変化。測深前に簡易な水質調査を行うことで測深深度を事前に推定できる。

（上記は記入例を示したものであり、開発者のコメントで書き添ってください）

11. これまでの実績・成果等

室内等での試験により成果が確認されている。

→

実構造物での試験により結果を確認している。

→国交省、都道府県発注の ALB 測深業務や自主研究において結果を確認している。

(上記は記入例を示したものであり、開発者のコメントで上書きしてください)

12. 実業務での利用時の対応

① 検査機器 1 式の導入コストは、どの程度となるか。(リース or レンタル)

→該当なし(リース、レンタルは実施していない)

② 利用時のコスト(固定翼、堤防間距離 500m、縦断距離 300m、橋脚 9 基当り)

→ALB 新規計測する場合：約 330 万円

→既存 ALB データがある場合：約 50 万円

③ 利用者への教育

利用者教育あり

取扱い説明書での対応

専門の体制(会社)により実施

その他(→○○○○○)

④ 測定機器のメンテナンス体制

→ALB 機器保有会社が実施

⑤ この装置以外で、利用者側で準備すべき機器等

特になし

準備すべき機器(→○○○○○)

⑥ 既存技術では不要であったが、本技術では準備すべき事項・対応など

特になし

準備項目(→ 航空法の規制)

(上記は記入例を示したものであり、開発者のコメントで上書きしてください)

13. 開発者から特に付記したい項目など

【開発者からのコメント】

・河川分野では、ALB 測深による河道内地形の把握は、業務受注実績もあり実用化段階にある。

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 1 月 14 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

ALB（航空レーザ測深機）による洗堀状況の把握（坂下裕明）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/12/07）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。
（9 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。（3 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。（9 人）
→既存の航空レーザ技術を発展させたもの。
- 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。（0 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。（5 人）
理由
→完成している技術の応用例であり、信頼性があると思う。
→コストは気になるが…
→既に確立されている。完成度が高い。
→岐阜県の河川は中流部・上流部が多いので水深が浅く青色レーザの透過範囲内にあり、洗堀形状を計測が可能と考える。
→精度と効率に優れていると感じたから。
- 発注者からの指示であれば利用する。（4 人）
理由
⇒河川内の植物はどうなるのか。
→橋脚の洗堀状況のモニタリングに特定した点検システムとしてはコスト的に不安がある。
しかし、本システムは、橋脚、堤防、河床変動など河川の保全・防災のための総合的維持管理手法としての活用が期待できる。
- 使えない（使いたくない）と思う。（0 人）
- 未選択（2 人）
理由
⇒本来の技術に対する意見ではないが、次のような「関連意見」があったので、参考とし

て記載する。「維持管理者としては、流量観測のデータは、常に余裕を持った大きめに出た方がよいと考えているのではないだろうか。」

□ 未回答 (1 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
- 浅い部分も計測できる。
 - 広範囲に早くデータが入手できる。
 - 河川のデータが少なすぎるので、もっと正確な平面データ等が欲しいと思っており、このシステムだとそのようなデータが入手できる。
 - 短時間で水中部内の状況が把握できる点。
 - 近赤外線レーザと緑レーザを併用した ALB による川床地形計測およびデータ解析・可視化技術。
 - 堤内から堤防・堤外・河道まで連続的に計測が出来ること。洗堀の調査だけでなく、河川全体の管理に使用できる。
 - 河川（河床）の変化をモニタリングできるようになるので、利用価値が高い。橋脚等の洗堀に限らず、ニーズは多いと思う。

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
- 中流域で活用できないか。
 - 提供できるサービスのメニューと費用を示してほしい。
 - 回転翼の機体に搭載
 - ・岐阜県の河川の多くは中山間部に位置し川幅も下流に比べて狭い。
 - ・固定翼では飛行コースの設定に計測が困難な場所があると思われますので、回転翼機に搭載が出来るようにレーザ部の小型化を期待しています。
 - 回転翼で利用できると良い。それにより、上流・中流域に存在する下部工を調べるのに適した仕様になる。価格が安すぎず、高すぎずになると良い。

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
- 洗堀にこだわらず、河床全体の計測ができるのではないか。
 - 最近、雨の降り方が変わり、局所的に洪水が発生して、河道の変化が激しい。河道を効率的に管理するための基礎データとして活用できると思う。（洗堀だけではもったいない）
 - 河川管理。（【開発者コメント】ご提案ありがとうございます。ALB は元々、海洋計測用に開発された機材です。弊社はこれを河川の計測にも応用し、河川全体の維持管理に適用することを考えて、これまで国交省の研究公募や SIP プロジェクトを対応してきました。今回は SIP プロジェクトの結果が中心となったため、洗堀に関する内容が主となりましたが、元々は ALB により河川の流域を計測した結果から、洗堀状況も把握できたという経緯となっ

ておりますので、この点、補足させていただきます。)

→ダム堆積土砂、港湾内航路水深などの維持管理への活用が考えられる。

→国直轄河川の管理：国が直轄管理している河川管理に有効だと考えます。

- ・木曾川の 30 数 km 付近の河道状況，下流部にあるケレップ水製の洗掘状況
- ・漁業関係者等の河川の利用状況の調査が可能だと考えます。

→河道部の利用状況を調査するためには、下記の手続きと手順が必要ですが、航空レーザ計測はこの手続きを省略できる利点があります。

①事前に漁業関係対象者の事前調査と調査実施の了解のとりつけ

②漁業関係者を通じた調査船の手配と調査日の事前連絡

③調査当日の調査船の安全確保と第三者の通行安全確保

※干潮の時間帯での計測なら水底まで透過は可能と考えます。

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

→データを何に活用するのかソフト面の開発が必要だと思う。

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。(8人)

期待できる項目

→定期的な測定により深さの変化が把握できる。

→河道のリアルタイムな管理。

→洗掘に限らず活用できそうな技術。

→河川(構造物を含む)、港湾、ダムなどの総合的維持管理手法としての活用が期待できる。

→橋梁のインフラメンテナンス限定ではない。河川全体を取扱う計測技術として開発したものを、橋梁の橋脚部の洗掘計測に適用という理解と考えます。

→従来の方法より、優れている点が多いと思う。これがあたり前になると、新しい活用アイデアが生まれてくるのではないか。

改良等を行えば期待できると思う。(2人)

改良が必要と思われる項目

→橋梁の洗掘対策によい。(河床低下の危険性のある橋脚のモニタリング用)

→ドローンに載せられるよう小型化できると良い。

→橋脚1基あたりの飛行経路や撮影箇所をパターン化し、操縦も自動化できると洗掘調査のフォーマットが出来て良い。

本日の説明だけでは、期待できないと思う。(0人)

未選択(2人)

8. その他（自由な意見を記入してください）

→河川の上流域，中流域にも早く対応していただけると嬉しい。

→緑色レーザは非常に高価な計測機器ですので，現場での計測費用は高額になってしまうと思われます。県が管理する河川の橋脚で使用したい需要は現状では無いと思われます。

→例えば，河川護岸（路側）の洗掘調査に適した仕様もあると助かる。