

- 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 : 大型除草機械によるモグラ(小動物)穴の面的検出システム
- 研究責任者 : 朝日航洋株式会社 鈴木 清
- 共同研究グループ : ー

研究開発の目的・内容



研究開発の目的

【背景】河川堤防の変状は、徒歩を基本とする目視点検で確認されている。

多大な時間・労力を要しており、主観的・定性的評価に頼る部分が多い。

【目的】堤防点検の効率化・省力化を図り、変状を客観的・定量的に評価可能な計測システムを構築することで、維持管理の高度化に貢献する。

研究開発の内容

【概要】大型除草機械に計測機器を設置し、除草直後に地表に近い位置から計測するシステムを開発する。

【従来技術との違い】

- ・植生の影響を受けない近接計測
- ・計測データは、除草作業の副産物
⇒低コストで継続的に客観データを取得可能



【計測機器】

右図のような計測機器を除草機にアタッチメントした。
 現在、計測機器には、下記のセンサを搭載している。

センサ	目的
GNSS/IMU	斜面、草地においても正確な位置情報を取得
レーザスキャナ	堤体の地形を細密に捉える点群データを取得
デジタルカメラ	堤体の現況を捉える画像データを取得

収録ユニット、GNSS/IMU



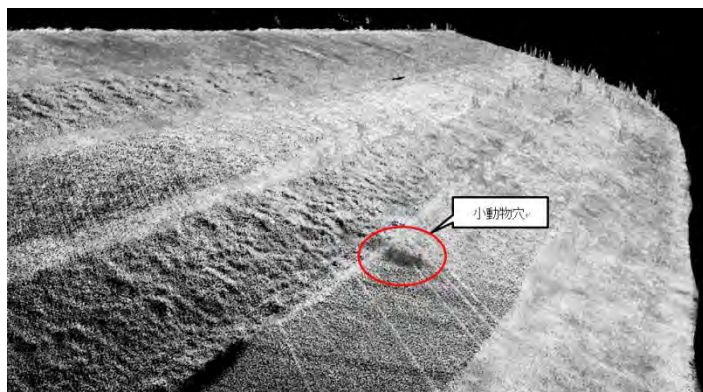
レーザスキャナ デジタルカメラ

【堤体データ】

各センサからのデータを融合し、地理空間座標(XYZ)を保持する堤体データを生成する。

堤体ポイントクラウド

レーザスキャナで捉えた3D点群



堤体オルソ

デジタルカメラ画像をX Y座標系に投影した写真地図



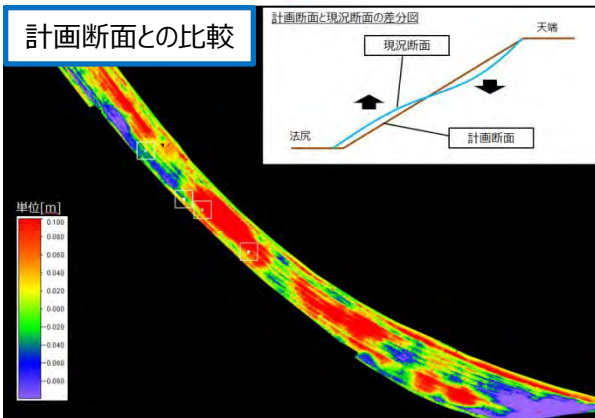
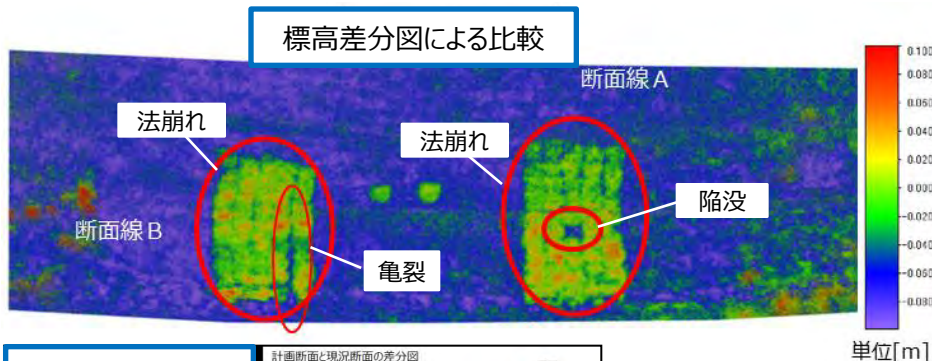
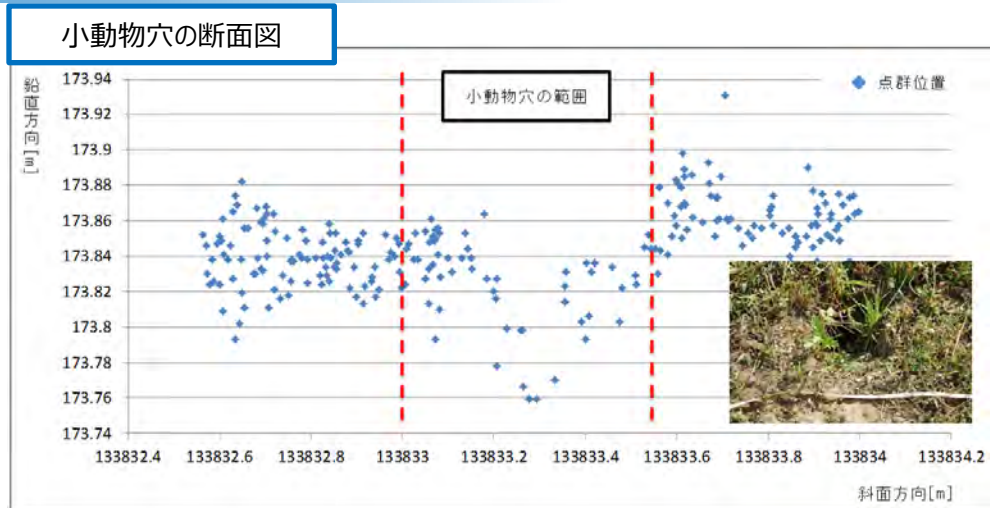
【モグラ(小動物)穴の検出】

実証区間において、河川管理者による堤防点検結果(堤防カルテ)に記載されている小動物穴をすべて検出した。

【その他堤防変状の検出】

変状を模擬して検出を試行した。

その結果、亀裂(幅:5cm)、陥没(深さ:10cm)、沈下(深さ:10cm)、法崩れ(面積:4.76m²)を検出した。



大型除草機に計測機器を簡易にアタッチメントし、除草業務と同時に堤防の客観的・定量的データを計測することで変状を経年的にモニタリングするシステムを開発することが最終目標である。

さらに目視点検の代替・補完手段として本システムによる作業を従前の除草業務、堤防点検業務に組み込むことが出口戦略であり、本システムの社会実装となる。

【最終数値目標】

- ・リードタイム(除草→堤防点検) 10日
- ・堤防変状の検出率 90% ※目視点検結果と比較

【製品・サービス】

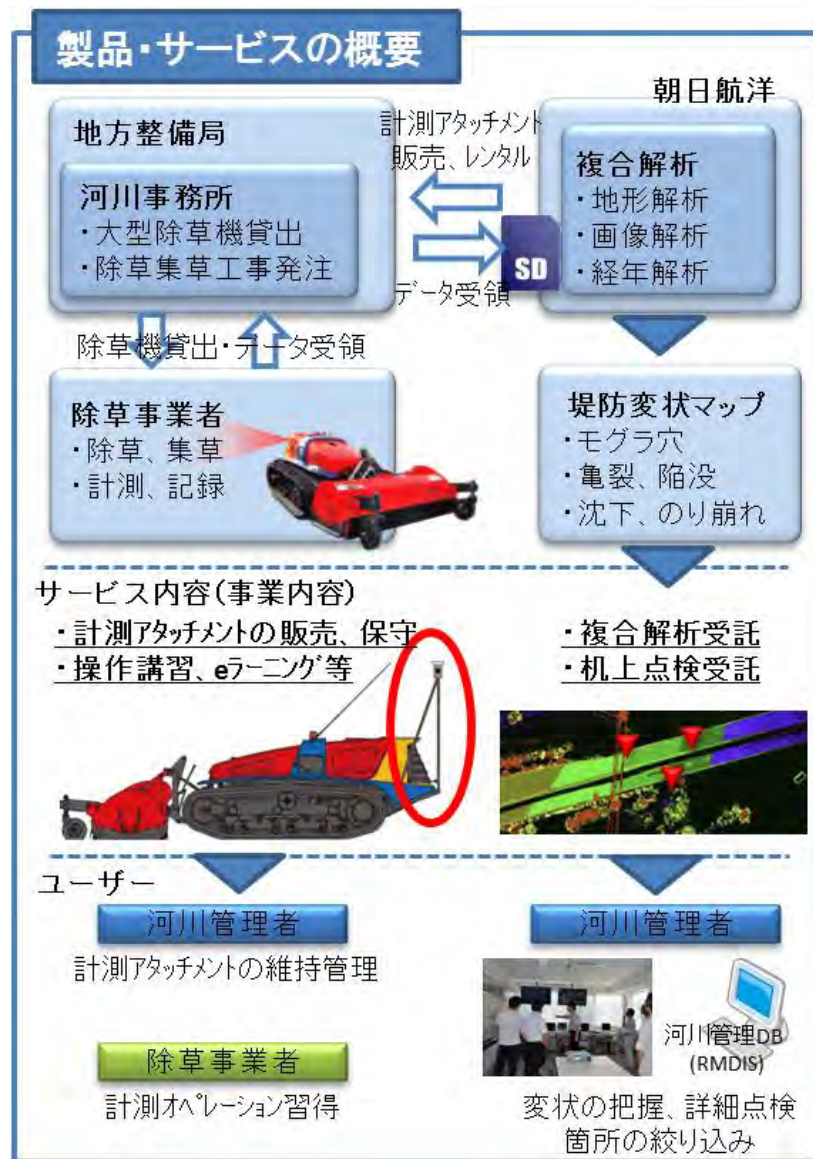
- ・右図のようなビジネススキームを構築

【使用ユーザ】

- ・除草事業者 ⇒ 除草、現地計測
- ・河川管理者 ⇒ 維持管理施策への活用

【使用方法】

- ・除草事業者 ⇒ 計測アタッチメント設置、計測
- ・河川管理者 ⇒ 河川維持管理DBへの搭載



SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 28 年 12 月 20 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)

大型除草機械によるモグラ(小動物)穴の面的検出システム(鈴木 清)

2. 技術の特徴

大型除草機に計測機器を設置し、除草直後に地表に近い位置から堤防の形状を計測するシステムである。

- ① モグラ(小動物)穴の検出や、堤防の局部変状を検出することができる。
- ② 堤防の形状を除草作業時に計測してデータを蓄積することで、堤防の変状を経年的にモニタリングすることができる。

【開発者からのコメント】

①モグラ(小動物)穴の検出や、堤防の局部変状を検出

- ・モグラ(小動物)穴などのマイクロ変状から、寺勾配などのマクロ変状まで検出可能(表1)。
- ・面的な沈下や微小な変状など、目視点検による把握が困難な変状を検出可能(図1)。
- ・計測した点群データより法面地形の特徴を捉えることでモグラ(小動物)穴を検出可能(図2)

河川堤防点検項目 ※土質	空間形状	空間スケール	適したセンサ	目視	除草機 MMS
小動物の穴	スポット	センチ～サブメートル	レーザーカメラ	△	○
陥没不陸	スポット	サブメートル	レーザー	○	○
堤脚漏水、噴砂	スポット	サブメートル	レーザー ※反射強度	△	○
樹木侵入	スポット	メートル	レーザー	○	○
張芝はがれ	スポット	サブメートル～メートル	カメラ	○	○
亀裂	ライン	メートル ※幅はセンチ～メートル	カメラ	△	△
法崩れ寺勾配	エリア	メートル ※高さ方向はセンチ	レーザー	×	○
天端沈下	エリア	メートル ※高さ方向はセンチ	レーザー+基準点	×	○ (基準点必要)

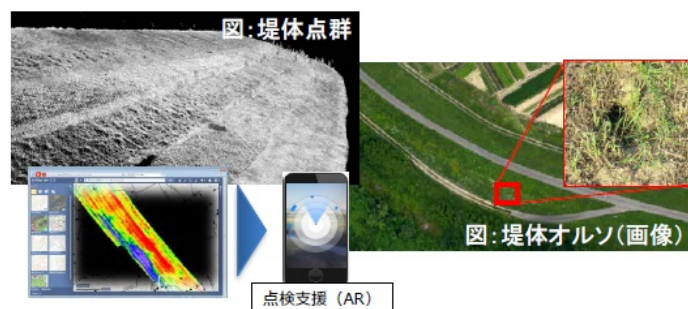


図1 局部変状の検出

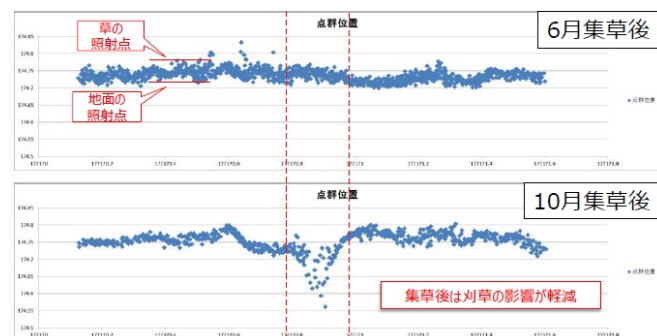


図2 小動物穴の検出

※H28年度中間成果より抜粋して掲載

②堤防の変状を経年的にモニタリング

- ・ゴムマットの供試体により模擬した面的マクロ変状の差分抽出を試みた。その結果、3cm以上の差分を抽出できた（図3）。
- ・本システムによる堤防点検結果をより効果的に利用するため、現在、AR機能搭載モバイルシステム（図4）及びクラウド型Webシステム搭載の机上点検システム（図5）を開発中である。

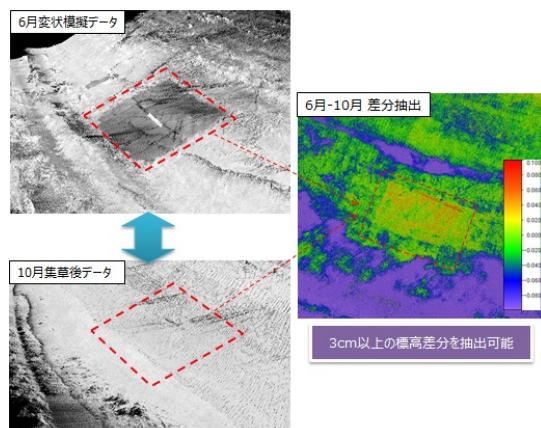


図3 供試体を用いたマクロ変状の差分抽出

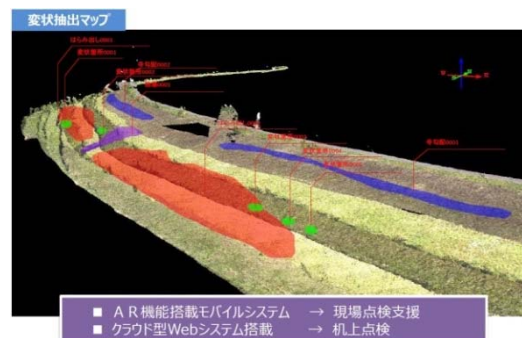


図5 クラウド型Webシステム搭載の机上点検システム（イメージ）



図4 AR機能搭載モバイルシステム（イメージ）

タブレットやスマホなどのデバイスを通して、点検箇所、過去の変状箇所等を実背景に重ねて表示することができるシステム（図4）

※H28年度中間成果より抜粋して掲載

3. 岐阜県内での想定される活用方法

① 堤防点検に利用できる。

【開発者からのコメント】

①堤防点検に利用できる

- ・岐阜県の県内を流れる一級河川は437河川あり、その総延長は約3,262kmで全国5位である。そのうち、指定区間外河川(国管理)は325.7km、指定区間(県管理)は2,937kmである。
- ・水害に強い安全な県土づくりのために治水対策を進めているが、浸水被害が減少していない。特に、木曾川、長良川、揖斐川など大河川の堤防が破堤した場合の被害は甚大である。
- ・岐阜県の総合的な治水対策プランでは、堤防の緊急点検に基づく対策等治水対策を鋭意推進している。本技術を、今後の堤防点検の支援に利用することで、岐阜県内

の河川の治水安全度向上のため有効活用できるものと考えられる。

※岐阜県 新五流域総合治水対策プラン 参照

4. 活用に際しての現状での問題点

- ① 定期的な除草作業が実施されている国管理の河川への適用が主となりそうである。県管理の河川への適用方法等の検討が必要である。
- ② 機材の購入コストと点検費用の削減について、トータルの導入効果の検証が必要である。
- ③ 近年、堤防点検は MMS（モバイルマッピングシステム）の活用が広がっており、使用区分を明確にする必要がある。

【開発者からのコメント】

①県管理河川への適用方法の検討

県管理河川へも適用可能な技術とするため、社会面、財政面、技術面の観点から以下の様なコンセプトで開発している。

- ・社会面：河川管理者からの堤防点検作業アウトソーシングによる継続可能な仕組みが構築できるとともに、新たな雇用創出による地域活性化への貢献も期待できる。また、治水安全度向上による安心・安全な社会の構築にも有用である。
- ・財政面：本技術導入により堤防点検が効率化することで、時間短縮・省人化が図れ、堤防点検のコスト削減が期待できるため、県管理河川への適用も見込まれる。
- ・技術面：計測機器の性能、計測精度に加え、人材不足・現場の経験不足への対応が肝要である。そのため、本技術は、シンプルな操作画面と簡単操作による、使いやすい仕様とした。

②機材の購入コストと点検費用の削減について、トータルの導入効果の検証

現段階では、経済性を考慮して、計測アタッチメントのレンタルによる普及を考えている。その場合の試算に関しては、現在検討中であり金額ベース以外に多くのベネフィットがあることも、本技術の導入効果として検討する必要がある。

③堤防点検は MMS の活用が広がっており、使用区分を明確化

計測データの性質から見た場合、MMS は、植生の影響を受ける等、精度上の課題もあるが、長い堤防全区間にわたり広域的な堤防形状データを一度に取得できるという長所がある。

一方の本技術は、除草機の運用範囲のみに限られるものの、MMS の短所を補う高密度、高精度のデータを毎年継続的にかつ経済的に取得できるという長所を備えている。

従って、両者のデータをうまく融合することで、より効率的、効果的な堤防点検、河川管理が実現するものと期待できる。

5. 活用に向けての課題

- ① 国の河川事務所で、除草作業と堤防変状点検作業の組合せが、作業面で煩雑とまらないか等の実務面での適用性を確認する。
- ② 従来の堤防点検の課題を把握して、この技術で解決できる項目、解決できない項目を明確にする。
- ③ 除草業者が扱えるような専門性を必要としない機械なのかを確認する。

【開発者からのコメント】

①実務面での適用性

本技術は、除草・集草作業と同時に堤防の計測を行うこととなるため、以下のように、除草及びその後の点検の煩雑さを極力抑えた。

- 計測機器の取り扱いやすさ、操作性の向上
 - ・除草機に簡易にアタッチメントでき、操作が容易である。
 - ・タブレット・スマホを使った事前操作に加えて、除草中の操作は不要である。
 - ・操作が簡単な上、わかりやすく操作マニュアル等も備えることにより、教育・訓練のコスト負担を最小限に抑える。
- 除草作業と堤防変状点検作業の一貫システムの構築

データ取得から堤防点検に資する結果の解析まで、一貫したシステム（全体の作業の流れ、自動解析システムの構築等）を構想している。

②従来の堤防点検の課題を把握して、この技術で解決できる項目、解決できない項目の明確化

【解決できる項目】

- 長大な堤体の徒歩による目視点検の時間と労力、コストの削減
 - ・計測で得られた堤体の詳細データを基に、変状箇所を明らかにし、その情報を使える形で点検員に提供することで、目視点検の精度を高めるとともに、時間と労力・コストの削減も期待できる。
- 主観的・定性的な評価から客観的・定量的な評価へ
 - ・従来、目視点検は点検者の主観的で定性的な評価で実施されているが、本技術を採用することにより、堤防の大容量データを容易に収集できる。それにより、客観的で定量的な評価を行うことが可能になる。

【解決できない項目】

➤ 本技術で把握できる変状箇所

- ・本技術は、堤防の法面・天端の形状、変状を捉えることが強みであるが、護岸、河床等の河道全体を対象にしていない。
- ・これらについては、当社の技術である航空測深システム（ALB）や水中点検ロボットなどの計測技術と融合することにより河川区域全体をカバーすることを検討している。（図6）



図6 河川における当社の技術

③除草業者が扱えるような専門性を必要としない機械

- 以下のように、特殊な操作が不要で、操作も簡略化され、除草業者への負担軽減を考えて開発した。
 - ・タブレット・スマホによる簡単なタッチパネル操作。
 - ・シンプルな操作画面、わかりやすいメッセージ。
 - ・除草・集草作業中の計測オペレーションは不要。（休憩時を除き、作業の開始、終了時のみ）
 - ・パトライトの点灯パターンにより計測状態を確認可能。

※特殊技能、専門性は不要で、教育訓練における負担も少ないが、機器のメンテナンスについては、専門的なサービスが必要であると考えられる。

6. 課題の解決策

- ① 技術開発者への詳細機能や使用条件等のヒアリング
- ② 目視点検と本計測手法との使い分け区分を整理する。

【開発者からのコメント】

①詳細機能や使用条件等

- ・計測アタッチメントの設置場所と各部名称（図7）
- ・走行速度と照射距離（図8）

収録ユニット、GNSS/IMU パトライト



レーザーキャナ デジタルカメラ

図7 計測アタッチメント

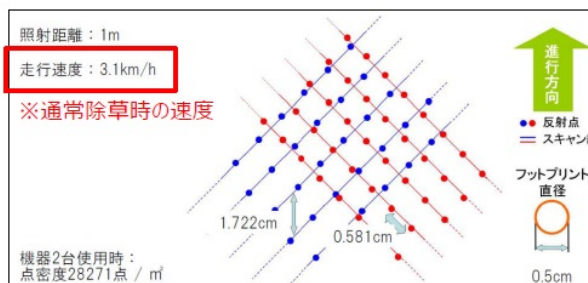


図8 走行速度・照射距離

➤ 現状では、以下のような操作上の制約がある。

- ・通常のスピードで除草・集草作業を実施しながらの計測はできるが、走行方向については、バック方向はできるだけ避ける（除草、集草は除草機の前、計測は後ろで行うため）。
- ・計測機器を初期化するため、計測開始時と終了時にGNSS衛星の受信状況が良好な場所で5分間の静止が必要である。
- ・樹木の近くで走行する際、計測装置が接触しないように操作する。
- ・計測機の近くで操作すると、センサに除草機の操作者が観測されてしまうため、除草機後部より約5m以上離れた位置で操作を実施する。

②目視点検と本計測手法との使い分け区分を整理

▶ 変状種別毎の精度限界（表 4）

- ・マイクロ変状では、目視点検よりも本計測手法の方が検出できる変状種別が多い。
- ・マクロ変状では、微かな面的な変状など目視点検では検出が困難な変状も本計測手法で検出可能。
- ・本計測手法を使用することで、目視点検では検出が困難な変状を定量的に評価することが可能。

表 4 変状種別の検出精度

変状規模	河川堤防 点検項目 ※土堤	空間 形状	空間 スケール	適した センサ	目視	UAV (LP搭載) ※除草後を前提	MMS ※除草後を前提	除草機 MMS
マイクロ変状	小動物 の穴	スポット	センチ～サブメートル	レーザー カメラ	△	×	×	○
	陥没 不陸	スポット	サブメートル	レーザー	○	○	△	○
	堤脚 漏水、噴砂	スポット	サブメートル	レーザー ※反射強度	△	○	×	○
	樹木侵入	スポット	メートル	レーザー	○	○	○	○
	張芝 はがれ	スポット	サブメートル～メートル	カメラ	○	△	△	○
	亀裂	ライン	メートル ※幅はセンチ～メートル	カメラ	△	△	×	△
マクロ変状	法崩れ 寺勾配	エリア	メートル ※高さ方向はセンチ	レーザー	×	○	○	○
	天端 沈下	エリア	メートル ※高さ方向はセンチ	レーザー +基準点	×	△	○ (基準点必要)	○ (基準点必要)

※今後、実運用等により、精度上の限界等を把握する必要がある。

③堤防除草作業における試行運用の結果（作業性、作業日数、計測精度等）

▶ 作業性

- ・除草・集草事業の作業者が運用マニュアルに従って作業を実施した。その結果、除草・集草作業、及び計測作業を問題なく実施することができた。
- ・ただし、計測のための走行の制限（バック走行を避ける等）や機器操作等により、作業効率は5%程度低下するとの意見があった。

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これまでに利用されている既存技術

これまでの堤防点検で活用可能な従来技術はMMS、航空レーザ等がある。従来技術による変状検出における有効性を表7に整理した。

表7 従来技術による河川変状検出の有効性

点検対象		目視	MMS	航空LP
堤防	法面変状	○	△	△
	天端変状	◎	◎	○
護岸	流失(気中)	◎	×	○
	流失(水中)	×	×	×
	洗掘(水中)	×	×	×
河道	河積	×	×	○
	侵食	◎	×	○
	樹木	△	×	○
河床	低下	×	×	×
	材料	○	×	×
	河床波	×	×	×

⇒MMS 計測、航空レーザ計測では、堤防法面の植生の影響を受けるため、変状検出が困難である。

⇒小動物の穴や陥没、不陸などのマイクロ変状は、MMS や航空レーザ計測では植生の影響などにより把握することが困難である。

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

①開発状況および開発完了時期

- 計測機器の開発
 - ・1号機の開発が終了
 - ・除草機メーカーと共同し、耐久性強化・量産化準備
- 解析処理/自動認識の開発
 - ・解析処理フローの開発が今年度で終了
 - ・自動認識アルゴリズムの開発により、解析処理の約90%自動化の見込み
- スマートメンテナンスプラットフォームの構築
 - ・クラウド型処理基盤の構築、机上点検システムの開発中
 - ・AR技術を応用した目視点検支援システムの開発中
- 社会実装
 - ・阿賀川での実証試験が終了
 - ・特許申請、論文発表、学会誌掲載、運用マニュアルの策定を実施
 - ・今後、SIP 地域連携・ビジネススキームの構築・全国展開などを視野に検討中
- 開発完了時期
 - ・コア領域の研究開発完了：2016年度
 - ・社会実装、周辺開発：2018年12月

9. 技術の新規性（既存技術との比較）

①既存技術との比較

- ・本技術は、MMS と比べて除草・集草作業と共に、地表面に近い位置から計測するため、植生の影響を受けにくい。
- ・除草・集草と点検作業を同時に行うことで、堤防点検を経済的、かつ効率化することが可能である。
- ・従来技術では検出が困難な変状が検出可能となる。また、継続的にデータを蓄積することにより簡易に経年変化のモニタリングをすることができる。
- ・開発中の点検支援システムと机上点検システムにより点検業務の効率化、省力化が可能である

10. 技術の適用範囲や精度

①使用時の気象状況に対する制限

- ・防水用カバーがあり、小雨までは作業可能である。
- ・高温対策・防塵対策・振動対策なども実施済みであるが、引き続き改良が必要である。

②使用時の除草・集草状況に対する制限

- ・計測時はバックで走行しない（計測機器が除草機の後ろに搭載されているため）
- ・樹木の近くを走行する際は計測装置が接触しないように注意する。
- ・操作者は、計測のレーザが照射されている範囲に入らないようにする。

③堤防形状（勾配）に関する制限

- ・除草機の利用可能な最大法面角度は 40° であるが、運用上は約 30° （1.4 割）以内。

④除草機械が利用できない場所の計測対応

- ・除草機が入らない堤体、河岸、河床等河道全体のスクリーニングには、航空測深システム（ALB）が（河床も含めた河道地形を広域かつ効率的に把握）適用できる。
- ・河川護岸構造物、構造物周辺の河床は水中心点検ロボット（構造物周りの河床を把握、出水後はフレキシブルに調査が可能）にて把握できる。
- ・本計測システムと ALB、水中心点検ロボを使うことで河川全体の計測が可能となる。

11. これまでの実績・成果等

①実証試験

- ・平成 26 年度～平成 28 年度にかけて、阿賀川にて実施。

②各種変状の検出結果

- ・マイクロ変状（小動物穴の検出、陥没、不陸、亀裂変状、堤脚漏水の変状模擬）（図 9）
- ・マクロ変状（法崩れ、寺勾配、計画堤防高・計画断面との比較）（図 10）

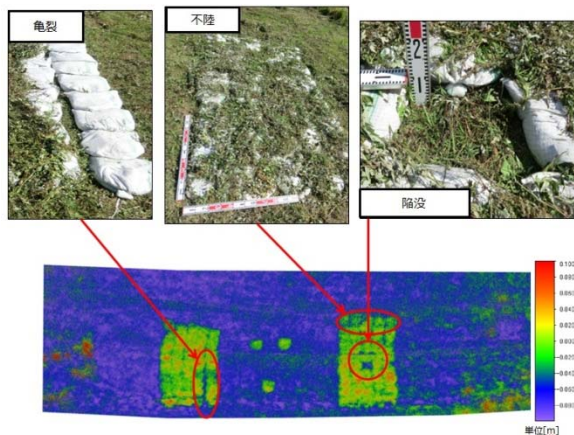


図 9 ミクロ変状の検出

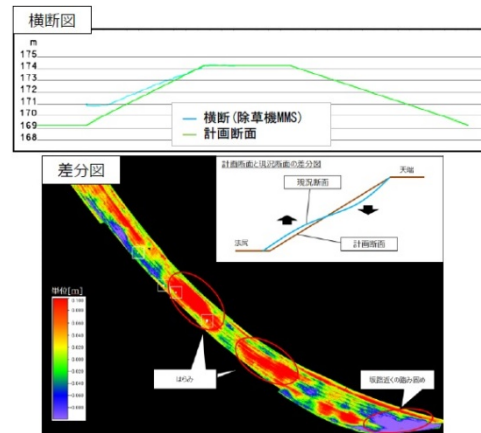


図 10 マクロ変状の抽出

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)

- ・計測アタッチメントの導入価格に関しては、低価格化を見据えて現在検討中
- ・計測アタッチメントのレンタルを検討中

②利用者への教育

- ・計測機器は除草機の後部に簡易にアタッチメントできるように改良予定。
- ・タブレット・スマホによるタッチパネル操作、シンプルな操作画面、わかりやすいメッセージ（図 11）。
- ・除草・集草中は、計測機器の操作は不要（除草・集草作業を休止する場合は除く）
- ・わかりやすく実用的な運用マニュアルの作成（図 12）

以上より、特殊技能、専門性は不要で、教育・訓練における負担を軽減。



図 11 シンプルな操作 わかりやすいメッセージ



図 12 実業務に応じた運用マニュアル

③この装置以外で、利用者側で準備すべき機器等

⇒除草機

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】

①技術の適用性の高さ

- ・岐阜県は木曾川、長良川、揖斐川といった大河川が多く、堤防が破堤した時のリスクが大きい。また、岐阜県のハザードマップでは、2m以上の浸水想定区域も多く見受けられる。
- ・岐阜県内は水害に強い安全な県土づくりのために治水対策を進めているが、浸水被害が減少していない。
- ・本技術は、このような県土特性を持っている県の堤防の点検支援に対して、有効であると考えられる。
- ・本技術は、変状箇所の経年モニタリングや変状箇所の早急な抽出が可能であるため、岐阜県の治水対策に有効活用できるものと考えている。

※岐阜県 新五流域総合治水対策プラン、岐阜市洪水ハザードマップ（長良川右岸・左岸） 参照

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

平成 28 年 12 月 25 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

大型除草機械によるモグラ（小動物）穴の面的検出システム（鈴木 清）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/11/26）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。
(11 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。(1 人) 記入無 (2 人)
(合計回答者数 18 人)

以下の記載は、※MA の回答を (→) で表記、オブザーバーの回答を (⇒) 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。(MA8 人、オブザーバー1 人、記入無し 1 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。(MA3 人、オブザーバー1 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。
- その他 (1 人)
→マーキング、GPS、GNSS、TS との共用により一の確認を行うべき。
記入無し (3 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。(MA7 人、オブザーバー1 人)
理由
→完成度が高い。(MA2 人)
→合理的な手法だから。
→大河川、堤高ある河川では提案できる。
→モグラ孔の点検を伴う除草業務を受注した場合、提案したいと思う。
→導入、運用が比較的容易である。(除草作業と点検作業が同時に実施できる。)
- 発注者からの指示であれば利用する。(MA2 人、オブザーバー1 人)
理由
→測量平面図へのプロット：今後の維持管理には必要不可欠。
→測量業者との連携が不可欠：国交省の距離票はすべて座標がしっかりとしている。もし違っていたら、すぐに測量業者に発注される。
→使用に適した場面は、直轄河川にほぼ限られると思われる。
⇒要領を見て、植生、「除草して」という文を理由としている。この点では、高く評価でき

る。

- 使えない（使いたくない）と思う。

理由

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
- 草刈り作業と併行して計測できる。(MA4人, オブザーバー1人)
- 非常に理にかなっている。フィールドで使ってみないとわからないこともあるが、合理的な技術であると感じた。
- 除草作業の時期との調整不要が優れている。
- 除草作業員でも計測可能な点が優れている。
- GNNSとの連携ができています。
- マッピング, オルソ, 除草と同時にデータを取ることができること。
- 安価で精度が出ているので優れている。
- 除草機械に簡単に装着できる。
- 比較的詳細な地形データが簡便に収集できる。
- ⇒ミクロ的な変状, マクロ的な変状と点検項目を分けて, 点検を明確化している点では有意である。

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
- 県が管理する河川では, 中小河川が多く, 大型機械による除草は向いていない。
- 空洞はどうか。(MA2人)
- データ上でマッピングはされると思うが, 補修工事など現地で場所を見つけやすいように調査で検出したと同時にマーキングできるとよい。現地ではデータを取るだけで, あとで分析して穴を検出する場合は難しいかもしれませんが。
- 電磁気レーダーとの組み合わせ。
- 位置精度の向上に期待。
- モグラ穴だけでなく, 亀裂, 沈下等の異常についても検出できたら素晴らしい。
- 導入コストの低減を積極的に進めてほしい。
- カメラなどによるひび割れ検出機能を向上させてほしい。
- レーダー搭載による内部欠陥探査もオプション機能として検討してほしい。
- 土, 植生以外のもので覆われている堤体内部分の状況が把握できるとよい。
- ⇒大型車除草への移行が推進できると思われる。

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
- レーザーで形状を計測する部分は, 車に載せたりすれば他にも利用可能だと感じる。

- 「アタッチメントの開発」なども考えられたらどうか。(例えば舗装の路面も測れるならば、可能性が広がると思う。)
- 除草に限らず、いろいろなものに搭載できる。
- 機材が軽くなれば、自転車などの軽車両による地図の作成が可能となる。
- 路面の平坦性、轍掘れ調査に活用できると思われる。
- 新しい舗装点検要領に対応（目視点検への対応）した装置として活用。
- ⇒路面の空洞調査と合わせて、舗装のひび割れが計測できないか。
- ⇒堤防法面の維持管理に利用するのだと思うが、アスファルト下の状況が分かるのであれば、水路からの吸出しによる陥没状況の確認や周辺の観測に使えるのではないか。

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
- 地中レーダーで空洞を見られると良い。(MA1 人, 記入無 1 人)
- 除草機の小型や安価な機器があれば、市町村も導入を検討すると思う。
- 道路の法面の除草。
- 地質、地盤の緩み等の内的変状の調査技術と組み合わせると幅が広がる。
- 弾性波探査等と組み合わせると堤体の強度調査を行う。(MA2 人)
- ⇒草の影響(5cm 程度)を、点群データから除去できるとモグラ穴等の鮮明化が図られ、さらに良くなると感じた。

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。(MA7 人, オブザーバー3 人, 記入無 1 人)

理由

- 道路点検にも利用できるのでは。
- 堤防点検の省力化に寄与できる。
- 各種データの蓄積による効率的な維持管理ができる。
- モグラ孔の点検に関して非常に優れている。
- 実務への導入が比較的容易であり、システム自体の発展性にも期待できる。
- 除草機の重心を低くし、コンパクトにして軽量化を行うとさらに良い。
- 異常が発見された場合、管理しやすいように、周辺写真がわかるとパトロール点検時に指示しやすい。

- 改良等を行えば期待できると思う。(MA4 人)

理由

- 定期的な点群データを取得できるため、経年的な把握に有効であると考えられる。

→ひび割れ、沈下、緩み等ほかの点検項目や内的変状等も点検可能になれば非常に良いと思われる。

→堤防点検のためにはもっと深い部分を測れると良い。

- 本日の説明だけでは、期待できないと思う。

理由

⇒モグラ穴ということで興味はあったが、利用する場面が限られること、モグラ穴による影響が少ないことから広い利用は難しいと思われる。

8. その他（自由な意見を記入してください）

→県河川での実装では、勾配が強い法面が多いため、安全面に気を付ける必要がある。

→車にも設置した場合、除草機との速度と違うので、舗装の劣化が計測できるのか。

→現地モニター等で現地作業中に異常等を確認できるか。

⇒簡易で安価なシステムであれば、利用する状況が増えれば有効なシステムになると思う。

私達の市では管理する堤防が無いので堤防点検ではないのですが、道路歩道部の舗装の下の空洞点検に適用できたらと思います。水路や側溝脇が吸出しにより空隙ができ、よく陥没します。車よりも歩行者が通る場所なので、足が入ってしまうなど大きな怪我につながります。目地付近で1箇所陥没が発生した場合、その箇所だけ緊急で補修しますが、付近がどうなっているか、舗装を壊さないと見ることはできません。そこで舗装の上から水路や側溝脇の空隙の観測ができればと思いました。陥没箇所の前後は設置年数が同じなので、陥没した箇所だけ直すのか、水路や側溝全体を修繕するのか判断しやすくなると思います。現在は舗装が下がっていることがサインになっていますが、舗装に穴ができて中の空隙が確認できるまではなかなか補修に至っていない状況です。