岐阜大学 SIP 実装プロジェクト SIP 維持管理技術の第4回説明会

新技術の利用拡大を目指して ――配布資料

資料1	説明]会概要		
資料	1-1	プロジェクトの概要と本日のプログラム		2
資料	1-2	今後の説明会スケジュール		3
資料	1-3	MA について、説明会の進め方		4
資料	1–4	研究開発課題の概要説明		5
資料 2	学習	型打音解析技術の研究開発 開発者: ホ	寸川 正宏 (産業技術総合研究所)	
資料	2-1	SIP 技術の説明資料		10
資料	2-2	SIP 技術のアピールシート		12
資料	2-2	SIP 技術のアドバイスシート		16
資料3	傾斜	センサー付き打込み式水位計による表層崩塌	懐の予測・検知方法の実証試験	
			開発者: 荘司 泰敬 (応用地質)	
資料	3-1	SIP 技術の説明資料		18
資料	3-2	SIP 技術のアピールシート		20
資料	3-3	SIP 技術のアドバイスシート		24
資料 4	二輔	型マルチコプタを用いたジオタグ付近接画像	象を取得可能な橋梁点検支援	
	口力	ドットシステムの研究開発	開発者: 沢崎 直之(富士通)
資料	4–1	SIP 技術の説明資料		26
資料	4-2	SIP 技術のアピールシート		28
資料	4–3	SIP 技術のアドバイスシート		32
資料 5	舗装	と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発	開発者:八嶋 厚(岐阜大学)	1
資料	5–1	SIP 技術の説明資料		34
資料	5-2	SIP 技術のアピールシート		37
資料	5-3	SIP 技術のアドバイスシート		41

岐阜大学 SIP 実装プロジェクト SIP 維持管理技術の第4回説明会

--- 新技術の利用拡大を目指して ---

SIP の活動: 「科学技術振興機構(JST)」が担当している<u>「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の一つ「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」</u>では、高い維持管理水準でのインフラの維持や魅力ある維持管理分野の創造等を目的として、約60項目の維持管理技術(概要 http://www.jst.go.jp/sip/k07_kadai_dl.html)に関する研究開発が進められています。地方自治体などに適用可能な維持管理技術の開発と全国的な展開を目指したマネジメント体制等を推進するために、追加公募が行われました。

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの目標: この追加公募に岐阜大学からは「使いたくなる SIP 維持管理技術の ME ネットワークによる実装(岐阜大学 SIP 実装)」との課題名で応募し、採択されました。この岐阜大学のプロジェクトでは、下記の目標を掲げております。

- ・地域の特徴を踏まえ、SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」で提案されている多くの技術を精査し、従来技術との相違と適用範囲を把握する。
- ・岐阜県内での社会実装に向けた絞込みを行い,フィールド試験等で効果を検証し,その結果を「使いたくなる SIP 維持管理技術」として講演会や HP 等を通じて公表する。
- ・「使いたくなる SIP 維持管理技術」のいくつかが、実際の発注工事に採用されること で本研究の成果とする。

説明会の目的: SIP 維持管理技術に関する開発者からの説明や意見交換をつうじて、参加者の皆様に<u>技術の内容を理解</u>していただくとともに、参加者と技術の開発者の方々に、 岐阜県内等における新技術の利用について一緒に考えていただくことを目的としています。

日 時: 平成29年1月13日(金) 13:00~17:30

場 所: 岐阜大学サテライト教室 (JR 岐阜駅前)

対 象: 岐阜大学 ME 関係者, SIP 関係者, プロジェクト関係者, 等

プログラム: 司会/木下 幸治(岐阜大学)

- 13:00 ・開会挨拶と進め方等の説明/六郷 恵哲(岐阜大学)
- 13:10 ・学習型打音解析技術の研究開発/村川 正宏 (産業技術総合研究所)
- 14:00 (休憩)
- 14:05 ・傾斜センサー付き打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 (応用地質)
- 14:55 (休憩)
- 15:05 · 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/春山 浩 (富士通)
- 15:55 (休憩)
- 16:05 ・舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発/村田芳信(岐阜大学)
- 16:55 ・全体討議 (新技術実装に関する提案や体験談の募集の説明を含む)
 - ・講評と閉会挨拶/八嶋 厚(岐阜大学)
- 17:30 (終了予定)

「岐阜大SIP実装」説明会等のスケジュール 平成 29 年 1 月 10 日現在

説明会

[第1回] 11月5日(土)13:00-17:00, 岐阜大学工学部101番教室 <終了>

- 1) 近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発
- 2) 橋梁の打音検査ならびに近接目視を代替する飛行ロボットシステムの研究開発
- 3) 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

[第2回] 11月26日(土)13:00~17:00, 岐阜大学工学部101番教室 <終了>

- 1) 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生
- 2) 多点傾斜変位と土壌水分の常時監視による斜面崩壊早期警報システム
- 3) 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

[第3回] 12月7日(水) 13:00~17:30, じゅうろくプラザ中会議室 <終了>

- 1) 橋梁・トンネル点検用打音検査飛行ロボットシステムの研究開発
- 2) ALB(航空レーザ測深機)による洗掘状況の把握
- 3) 高精度かつ高効率で人工構造物の経年変位をモニタリングする技術
- 4) 衛星 SAR を主として、測量や GPS 等を融合した、広域的・効率的で信頼性の高い変位モニタリング手法

[第4回] 1月13日(金)13:00~18:00, 岐阜大学サテライト教室(JR岐阜駅前)

- 1) 学習型打音解析技術の研究開発/村川 正宏 (産業技術総合研究所)
- 2) 傾斜センサー付き打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 (応用地質)
- 3) 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(富士通)
- 4) 舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発/八嶋 厚(岐阜大学)

フィールド試験

- [第1回] 11月29日(火)10:00~13:00,橋梁点検 千鳥橋(岐阜市) <終了> 橋梁の打音検査ならびに近接目視を代替する飛行ロボットシステムの研究開発
- [第2回] 平成29年1月16日(月)(岐阜県:根尾 小鹿トンネル) トンネル点検 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
- [第3回] 平成29年1月31日(火)(県道養老赤坂線 養老町飯田地内)舗装・盛土点検 舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発
- [第4回] 平成29年2月8日(国交省木曽川上流:揖斐川) 堤防点検 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
- [第5回] 平成29年2月22日(水)(美濃市 下橋 or 穴洞橋) 橋梁点検 近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生
- [第6回] 平成29年3月22日(水)(詳細調整中) 橋梁点検 飛行ロボット等を用いた近接目視・打音検査等の技術

MA (メンテナンスアドバイザー) について

- ・MA(メンテナンスアドバイザー)は、SIP維持管理技術に対してアドバイスを行う。
- ・MAは、ME養成講座講師陣、MEアルムナイ、関連する維持関連技術者で構成される。
- ・岐阜県内への実装を検討する SIP 維持管理技術の抽出については、行政に関わる技術者 の方々に判断いただくことは立場上難しいと考え、ME 養成講座講師陣と岐阜県建設コンサルタンツ協会所属の ME を中心とした MA のコアメンバーで実施した。

説明会の進め方等

配布資料

- ・SIP 技術の説明資料
 - SIPのHPに掲載された資料,事前送付資料,当日配布資料、等
- ・SIP 維持管理技術のアピールシート
 - 説明会参加者の理解を助けることが目的
 - MA のコアメンバーの意見と、囲み内に開発者のコメントとを記載
- ·SIP 維持管理技術へのアドバイスシート
 - 記入者の氏名 (無記名も可)
 - 説明会における参加者の立場を記入
 - □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。
 - □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。
 - □聴講者:意見を述べず,アドバイスシートにも記入しない。

提出方法

説明会<u>終了時に提出するか</u>,あるいは<u>メールに添付</u>して羽田野へ送る。 内容の控えのため,会場でコピー可能。

取りまとめ内容

類似内容を統合したり、表現を分かり易くしたり和らげたりすることがある。 取りまとめた内容については、確認の期間を設ける。

意見交換の目的と内容イメージ

技術の内容の理解を深める。

利用者のニーズを開発者に伝える。

より使いたくなる技術になるようにアイデアを出す。

技術の利用者と開発者との間で、その後も含めキャッチボールを行う。

新技術が使われにくい理由を明確にする。

新技術が使われやすくなるための対策を考える。

報告書まとめ方

今年度の活動の報告書を年度末に作成し、HPに掲載する。

2年半の期間中の活動の報告書も、要約版とともに HP に掲載する。

応募番号: 01

SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術



平成28年度追加公募に係る採択審査

研究開発小項目(5)-(C)-a 「アセットマネジメントに関わる技術の地域への実装支援」

研究開発課題名

使いたくなるSIP維持管理技術の MEネットワークによる実装



研究責任者氏名(所属) 六郷恵哲(岐阜大学)

研究開発グループ名 岐阜大学

平成28年7月28日



(O) 研究開発の目標



【追加公募の目的】

地方自治体と密接に連携し、当該地域での産業の振興を図りつつ、 当該自治体のインフラ維持管理業務へのアセットマネジメントに関わる技術の実装を実現する。

【本提案の目標】

SIP維持管理技術の岐阜県内での適用

【具体的数值目標】

① 意見交換重視の講演会等の開催

4回

② フィールド試験の実施

20件

③ 比較試験の実施

10件

④ 実業務への適用実績

6件以上



(1) 研究開発の目標と内容(パリア)



イノベィティブでやりがいのあるインフラ維持管理産業の成長 研究の目的 安全安心なインフラに支えられた活力あるインフラ社会への貢献

(a) メンテナンスアドバイザー組織 によるSIP技術の棚卸し

MEネットワーク 産・官・学の有効活用 MEアルムナイ ME養成講座講師陣 県内インハウス技術者

従来技術からの優位性、実装上の 課題の取りまとめ

岐阜県の地域特性に基づく 現場試行技術のスクリーニング 現場試行の実施支援および 社会実装上の課題抽出

デモンストレーション実施

新技術の講演会等を 通じた紹介と技術の把握

試用フィールドの提供 MEフォローアップ研修

実用フィールドでの試用技術の選定

試験業務の実施

(b) SIP維持管理技術 新技術の実用フィールドでの試用 の実装支援

既存技術との比較検証 実装に向けた課題の把握

新技術の適用拡大と 適用結果の公表

妥当性や適用効果の整理 適用時の課題や留意事項 採用実績の増加支援

NETIS登録への推奨

使いたくなる SIP維持管理技術の MEネットワーク による実装

> (c)「地域のひと」に優しい 技術のデザインに 関する調査研究

地域で求められる維持管理技術の提案

地方の人口変化に伴う 道路利用形態の変化

路線の選択と集中

維持管理技術のあり方

「技術」中心から「人」を中心に

(d) 新技術を社会実装 しやすくするための 調査研究活動

社会実装を想定した新技術開発の在り方

新技術が社会実装されにくい理由の調査

維持管理分野 他分野 海外事例

過去の事例

社会実装がうまくいっている事例の調査

(e) 広報活動を基にした SIP維持管理技術の 水平展開

SIP維持管理技術の社会実装に役立つ情報発信

講演会の開催 ME関連行事

調査研究活動の公表

ME広報誌 岐阜大学HP



(2) 社会実装の見込み



社会実装に向けた取組み

具体的解決策

成果

課題(1)

既存技術の踏襲による 社会実装の難しさ (受発注者が新技術を理解で きない)

課題② 特別仕様の高価な装置と技術

が社会実装を阻む

(歩掛がないという弊害)

解決策①

産官学共同体MA組織による SIP技術の棚卸し

SIP技術の適用範囲 長所・短所の 把握

解決策②

SIP維持管理技術の フィールド試験や比較試験

業務における有効性 解決すべき課題の把握 現地説明会でのPR

解決策③

SIP維持管理技術の 実業務への適用

発注歩掛の提案 成果物の確定 業務発注形式の確定



(3) 実施体制の特徴



実施体制と研究内容

連携組織:国・県・市・町・村

連携内容:試験フィールド提供

連携研究組織

岐阜県建設研究センター

連携内容:地域特性に応じた社会インフラ維持 管理の調査研究

(a) メンテナンスアドバイザー組織による SIP技術の棚卸し

研究担当:八嶋 厚 担当研究: SIP技術の精査・評価

(b) SIP維持管理技術の実装支援

使いたくなるSIP維持管理技術の

MEネットワークによる実装 研究責任者: 六郷 恵哲

研究担当:沢田 和秀 担当研究: SIP技術の試用・地域実装

研究担当: 國枝 稔

担当研究:「地域のひと」に優しい技術の デザインに関する調査研究

(e) 広報活動を基にしたSIP維持管理

技術の水平展開

研究担当:木下 幸治 担当研究:研究活動結果の公表

SIP技術情報の水平展開

(d)調査研究②

研究担当:六郷 恵哲 担当研究:新技術を社会実装しやすくする

ための調査研究



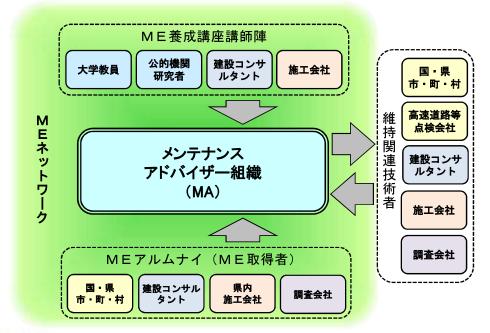
- 維持管理技術の開発責任者

6

(3) 実施体制の特徴



メンテナンスアドバイザー組織を活用した実装支援



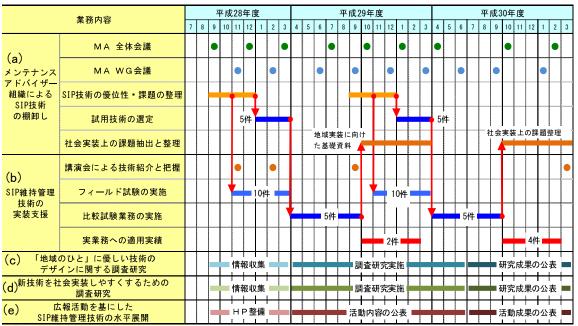


7

(4) スケジュール、予算



全体スケジュール





8

ME養成講座の内容と特徴

参考図

- 20~30名の受講者,4週間,毎日受講
- 80コマ(1コマ90分, 1日4コマ, 20日間)集中講座
- 全国から著名な専門家を講師に招聘
 - ■アセットマネジメント基礎科目(座学)
 - ·社会基盤設計実務(**演習主体**)
 - ・点検・施工・維持管理実習(フィールド実習)
- 国土交通省の技術者資格に登録(6区分, 201602)
 - •橋梁(鋼橋) 点検
- ■橋梁(鋼橋)診断
- ■橋梁(コンクリート橋)点検
- ■橋梁(コンクリート橋)診断
- ・トンネル 点検
- ・トンネル 診断
- 「MEの会」の会員間のネットワークが好評



維持管理の新技術が抱える課題

参考図

発注者

- ✓ 発注の公平性確保(一般化)✓ 点検ルールの柔軟化
- ✓ 維持管理DBの柔軟な対応
- ✓ 継続利用による情報の連続性
- ✓ トラブル発生時の責任の所在
- ✓ 成果とコストとのバランス保証
- ✓ 採用によるインセンティブ

維持管理 技術者



- ✓ 1者特定の優先性排除
- ✓ 技術の精度保証
- ✓ 利用技術者による精度の差異
- ✓ コストの妥当性
- ✓ 永続的な技術メンテナンス

新技術 開発者

- √ 現場ニーズの確実な把握
- ✓ コストパフォーマンス
- ✓ 機器の維持管理コスト
- ✓ 永続的な技術サポート
- ✓ 新技術への習熟度の確保
- ✓ 業務効率の確実性(完全代替性)

- ■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:学習型打音解析技術の研究開発
- ■研究責任者: 産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究チーム長 村川正宏
- ■共同研究グループ: 産業技術総合研究所、首都高技術(株)、東日本高速道路(株)東北支社、 (株)ネクスコ・エンジニアリング東北、(株)テクニー

1

研究開発の目的・内容



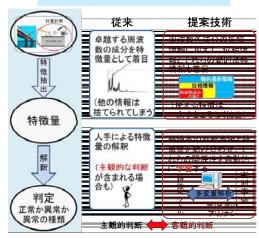
研究開発の目的

- 1次点検手段としての打音装置の高度化
 - -簡便かつ確実
 - -高精度(熟練者でも難しい領域での損傷検知)
 - 一報告書作成も含めたトータルな作業工数の削減
- 打音検査結果の定量化と蓄積、その可視化を実現

研究開発の内容

- 打音のデジタル化とその収集、分析による異常検知
- ・分析には機械学習に基づく音響解析技術を用い、 打音の違いを自動判別し、構造物の損傷箇所を検出
- •検査対象の異なる3種類の打音装置を開発し、 提案手法の有効性を実構造物において検証

機械学習に基づく打音解析



戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果(1) 2段階学習手法



二段階の学習的手法で判定を行う

一段目: 教師なし学習手法

- •検査対象ごとに、その場の「正常」を学習
- ●学習した「正常」からの逸脱として異常を定義
- 異常の大小を各打撃点ごとに算出

二段目: 教師あり学習手法

- ■一段目の判定結果に教師ラベルをつけて蓄積
- ■蓄積した結果をもとに判別学習(SVM等の識別器)
- 異常の有無の高精度化、異常の種類の判別

二段階で行うメリット

- ・教師ラベル付のデータが 十分に集まらない段階で も異常の有無が一段目で 判定可能
- ・未知の異常にも対応可能
- ・汎用的な枠組みで、任意 の打音装置に適用可能

トンネル内タイル打音検査での有効性検証実験



打診棒を用いた 打音検査装置



騒音の大きいトンネル内においてさえ タイルに浮きのある領域を確実に発 見できた。

極めてノイズに強い解析手法であることを確認

戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果② 打音装置開発と実証



台車型打音装置 の開発

- 橋梁床版の損傷検知
- アスファルト舗装面上から土砂化 ひび割れを検知
- 現状大変な重労働。この作業工数を大幅に削減

開発した装置(試作2号機)







供試体や東北自動車道等 の実橋にて評価実験中



取替直前の床版で 異常検出箇所等を コア抜きにより検証

既設床版内の水平クラック 増厚部と既設床版の界面破断

高所打音装置 の開発

- 高所や狭隘な箇所の打撃用
- 高所作業車だけでは届かない場所でも、作業車上で この装置を使うと届く床版をまずはターゲットにする





- ・打撃部にソレノイドを使用
- 打撃対象面に打撃部がうまくフィットするような機構を導入
- 開発中の打撃軌跡の自動取得システムと合わせて利用

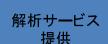
供試体や地方自治体の実橋にて 評価実験中

戦略的イノベーション創造プログラム

インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

最終目標





産総研発 ベンチャ(予)

連携

打音装置販売、 機器メンテ

(株)テクニー

優先販売

自社の点検業務の効率化

首都高技術(株)

東日本高速道路㈱

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北

SaaS (Software as a Service) 型のサービスとして提供 継続的集中的なシステ。

の管理運輸 サービスの安定供給と ソリューション事業 (コンサルティング、点 検パッケージ販売)

自治体等から の点検受託事 業の拡大

海外展開

4

戦略的イノベーション創造プログラム インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 29 年 1 月 13 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)

学習型打音解析技術の研究開発(村川 正宏)

2. 技術の特徴

従来、点検員が主観的に判断していた打音調査を、音響解析技術によって定量的に評価する 技術である。

- ① 簡便かつ高精度で確実な打音検査をすることができる。
- ② 打音検査結果の定量化、蓄積、可視化を実現するとともに、その分析により構造物の異常を検知することができる。
- ③ 段階的な学習機能によって、より高精度な判定を行うことができる。

【開発者からのコメント】

本音響解析技術を用いた開発中の打音検査システムは、

- ・非熟練技術者でも打音検査が行える
- ・打音点検実績を見える化できる(点検もれを把握できる)
- ・点検結果をコンター図として可視化できる(図面化の工数を削減) という利点があります。

3. 岐阜県内での想定される活用方法

- ① 橋梁やトンネルの法定点検時に活用が可能と思われる。
- ② 台車型、高所打音装置など様々な形状があるので打音検査が必要な場所に利用可能。

【開発者からのコメント】

打音装置として、台車型、打検機の他に、一般的に使われている点検ハンマと組み合わせて使える打音検査システムを現在開発中です(本日のプレゼンでまだおみせできる段階ではなく申し訳ありません。)これが一番岐阜県内で活用いただける可能性があると思っているのですが、ご意見頂戴できればありがたく存じます。

また、アスファルト舗装面上からコンクリート床板の損傷を検知する台車型打音装置に関して、 岐阜県でのニーズがあるのかどうかもぜひご教示いただければと存じます。

4. 活用に際しての現状での問題点

- ① NEXCO 東日本,首都高速などで活用することを目的に研究開発されており,地方自治体で活用するための具体的なサービス形態が不明である。
- ② 調査機材(製品)を製造・販売する会社と技術的なサポートをする会社が同じとならない可能性がある。
- ③ 高速道路に比べて、損傷度合いが小さく、劣化進行速度が遅い地方道路橋において、ど の部分で活用メリットがあるのか不明である。

【開発者からのコメント】

3. でも記載しましたが、一般的な点検ハンマとの組合せの打音検査システムを地方自治体で活用いただけるのではないかと考えており、地方道路橋のどの部分で活用の可能性があるのかご示唆いただけると幸いです。

5. 活用に向けての課題

- ① 新技術費用(ハードおよびソフトの導入,メンテナンス,点検業務委託)と従来技術費用 を比較して,コスト面での導入メリットを明らかにする。
- ② 岐阜県での導入に対しては、サービス形態を明確にする。
- **③** 何を調査するために用いるのか明確にする。

【開発者からのコメント】

サービス形態については、機材および解析サービス(ソフト)が一体となったレンタル形式を検 討していますが、コスト面での詳細化については今後ユーザー様のヒアリングを通じて決定する 計画でいます。技術的なサポートをする会社の体制については現在検討中です。

6. 課題の解決策

- ① 技術開発者への詳細機能や条件等のヒアリングを実施する。
- ② 国土交通省へのヒアリング(制度として認められるか)を実施する。
- ③ 床版の劣化が進行している橋梁の RC 床版にて、作業効率、点検精度を検証

【開発者からのコメント】

詳細機能の作り込みについては、実証試験や使用感のヒアリングを通じて仕様を決定し、実装していきます。開発技術の定量的評価については、ご指摘のようにRC床版において、評価実験が現在進行中です。

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】

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

打音の解析技術について、1段階目の手法についてはすでに完成しており、以下11. に記載するような有効性も確認済みです。打音装置については、3. で記載した一般的な点検ハンマとの組合せの打音検査システムの評価版を年度内に完成させる予定です。

【開発完了時期】

来年度に現場での実証試験等を通じてブラッシュアップし、来年度中に研究開発を完了します。

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

本プロジェクトでの音響解析技術は、対象構造物ごとにその場での「正常」な打音を学習し、 そこから逸脱した打音を「異常」として検出します。こうして検出された異常と、検出位置を組 み合わせることで、コンター図をその場で自動生成し、点検結果を可視化できます。

また、この音響解析技術は汎用的であり、任意の装置に適用することができます。

10. 技術の適用範囲や精度

- ① 構造物の形状に対する制限
 - →構造物の端部の打音検査については、打音の反射の状態が中央部と異なるため現在のバー ジョンでは対応が難しい。
- ② 欠陥検出の精度
 - →11. に記載するような実績があるが、欠陥のサイズと深さに依存する。 実構造物での定量的な評価は現在実験中。

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。
 - → コンクリートブロック試験体により表面より6cm下の模擬空洞を検知可能(打検機)
- 実構造物での試験により結果を確認している。
 - → 実構造物供試体により、アスファルト舗装面下のコンクリート床板の土砂化(50cm 角)を 検知可能(台車型)
 - → 手動点検ハンマの作業と比べて、工数を現状1/6に削減可能(台車型の場合)
 - → 東北自動車道等の実橋にて、評価試験中(台車型)
 - → 地方自治体等の実橋にて、評価試験中(打検機)

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)
	→ ソフトウェアも込みでレンタル形式を想定している。価格については検討中。
2	利用時のコスト
	→ ①と同じ
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(→体制を現在検討中)
4	測定機器のメンテナンス体制
	→ベンチャー会社を含めた機器メンテナンス体制を構築予定
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(→ 検査機器(バッテリ)の充電 (頻度は1日に1回を想定))

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】

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

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)	
以下,参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。	
記入要領 □:選択してチェック	
→:理由など記入	
記入者の氏名(無記名も可):	
記名の方で、記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等	
E-mail:	
岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会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	こ記入する。
□ 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。)
□ 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. 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。	
□ 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。	
□ 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()
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。	
□ 発注者からの指示であれば利用する。	
□ 使えない(使いたくない)と思う。	
【上記の選定理由】	

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

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

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

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

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。
- □ 改良等を行なえ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。

【上記の選定理由や改良提案など】

8. その他(自由な意見を記入してください)

■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: 傾斜センサー付き打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

■研究責任者: 応用地質株式会社 荘司 泰敬

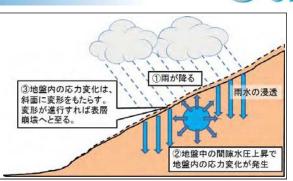
■共同研究グループ: -

研究開発の目的・内容

SSIP

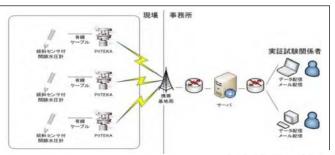
研究開発の目的

- •局地的な豪雨等に起因する表層崩壊による 災害の減災を目指して、表層崩壊の発生予測に 関わる情報を国機関、自治体、周囲住民等に 伝達するモニタリングシステムを提供することを 目的とする。
- 地盤中の水の挙動を把握することが重要であることに着眼した表層崩壊の予測を行う。



研究開発の内容

•①雨量、②地盤中の間隙水圧、③表層 地盤の傾斜変化を同時に計測し、それらの データを管理者等に自動送信する通信 機能、データを蓄積するデータ収集機能、 表層崩壊の予測を行う評価機能を パッケージ化したシステムを提供する 技術の実証を行う。



戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

1

現状の成果①



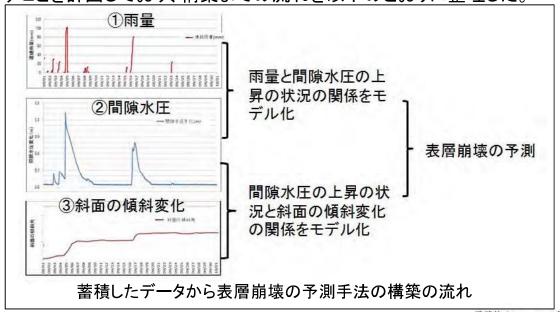
- 計測システムは、①雨量 計、
- ②傾斜センサー、<u>③打ち込</u> み式水位計、そして、通信装 置や電源から構成されてい る。
- ・国道沿いの斜面に実証試 験用の計測システムを設置 し、データを取得した。
- ・平成27年10月よりデータ取得開始し、データの取得・蓄積は順調に行われている。
- ・これにより、現時点においては、実証対象箇所における斜面は表層崩壊の危険性がないことがわかった。



現状の成果2



- ハードウェアとしての計測システムが安定的に稼働することを確認した。
- ・表層崩壊の予測方法については、まだデータを蓄積中の段階であるが、これらの成果を、「<u>①雨量と②間隙水圧</u>の関係のモデル化」と「<u>②間隙水圧と③斜面の傾斜変化</u>の関係のモデル化」につなげ、そこから表層崩壊の予測手法の構築を目指すことを計画しており、構築までの流れを以下のとおりに整理した。



戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

3

最終目標



•最終目標:

ハードウェアとしての計測システムと表層崩壊の 予測に関わる情報の伝達までをパッケージ化した モニタリングシステムを提供することに置いている。

・社会実装への考え方:

特殊なセンサーや機器を使用をせず、市中で容易に入手できるものでハードウェアを構築できるようにし、社会実装にあたってのハードルを下げるとともに、意欲のある民間企業等の参加も実現できるものにして競争原理を働かせ、結果的には品質が高く、かつ低価格の表層崩壊モニタリングシステムの提供と普及を目指す。

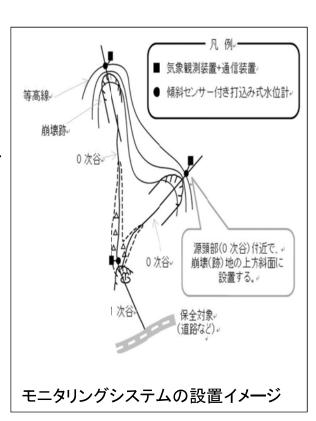
<u>-製品-サービスの概要:</u>

<サービスの提供先>

「表層崩壊に起因する斜面災害の減災」に資する ものとして、行政機関、あるいは、地域の地区長な どを提供先と考えている。

<サービス提供方法>

- ①モニタリングシステムの販売から設置までの ワンストップサービス
- ②このモニタリングシステムを使ったコンサル ティングサービスの提供など



SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 29 年 1 月 13 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)

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)

2. 技術の特徴

雨量、地盤中の間隙水圧、表層地盤の傾斜変化を同時に計測し、表層崩壊の発生を予測する モニタリングシステムである。

- ① 計測したデータを管理者等に自動送信できる。
- ② 集まったデータを蓄積することができる。

【開発者からのコメント】

ゲリラ豪雨など局地的な現象把握を実データに基づき実施。計測システムを設置した箇所の危険度を表示することを目指すものです。局地的な状況の把握が可能であることを特徴としています。

3. 岐阜県内での想定される活用方法

- ① 日常点検に使うものではなく、特定の危険個所(危険と認識している個所)をモニタリングする際に利用できる。
- ② 行政機関や地域の地区長などに提供して表層崩壊に起因する斜面災害の減災に期待できる。

【開発者からのコメント】

常時モニタリングにより、特定の危険個所の状況を24時間、365日連続的に把握します。計測にあたっては自動的に行いますので、常時作業員等を現場に待機等させることは必要ありません。

4. 活用に際しての現状での問題点

- ① 表層崩壊の予測方法のモデルが確立されていない。
- ② 得られたデータからどういった対策が妥当であるかの判断まで可能か明確ではない。

【開発者からのコメント】

現在、実証試験箇所において、①雨量と間隙水圧、②間隙水圧と地盤変状のそれぞれの関係について実データの取得によりモデル化することを試みておりますが、地盤変状を引き起こすまでの大量の雨量を実証試験開始から現在に至るまで観測していないのが現状です。

5. 活用に向けての課題

- ① 岐阜県内に、監視が必要な斜面があるのか把握して、この技術を試す必要性がある。
- ② 現場や管理者のニーズをよく調べて実施した方が望ましい。

【開発者からのコメント】

本技術は地形・地質に依存するかも含めて、実データを多く蓄積することが必要と考えていま す。いろいろと検証可能なフィールドがあれば、試行する機会があればよいと考えています。

6. 課題の解決策

- ① 現場ではなにが求められているのかをヒアリング調査
- 2 現在監視中もしくは、対策が終わって間もない現場を選び、試行してみる。

【開発者からのコメント】

ニーズにもとづいたシステム構築をすることが大前提と考えています。情報配信の方法、費用の問題、計測システムの保守メンテの実施方法など、ニーズの確認のためのヒアリングとそれにもとづいたシステムのアップデート、そしてそれを反映したシステムの試行が必要と考えています。

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 雨量観測と土壌雨量指数を用いた土砂崩壊予測手法
- ② 伸縮計データと3次クリープの崩壊予測式を用いた地すべり崩壊予測

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

・雨量、間隙水圧、地盤変状(傾斜)の関係のモデル化の作業を実施中

【開発完了時期】

· 平成 29 年 3 月末日

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

- ・ 自動計測により、最低限の計測システムのメンテナンス以外は作業員の関与を必要と せず安全性が向上する。
- ・ 現在、気象庁が発表している土砂災害警戒情報は 5km 四方のメッシュごとに土砂災害 発生の危険度を表示しているが、本技術では、計測システムを設置した箇所の危険度 をピンポイントで表示し、局地的な災害発生情報の提供が可能になる。

10. 技術の適用範囲や精度

- ① 斜面崩壊の形態による適用可否
 - →表層崩壊に対しては、特に適用制限はない。
 - →地すべりや深層崩壊に対しては、適用できない
- ② 崩壊予測の精度

崩壊予測の精度については、現在、検証中である。既往研究により、斜面の傾斜角速度と崩壊までの余裕時間に関する関係がもとめられており、これにもとづく崩壊予測をシステムに組み込むことを行う予定。

③ その他

ハードと崩壊予測情報の提供までをパッケージ化したものを提供することを考えており、多くの表層崩壊危険箇所の現場で汎用的に効果を発揮できるものと考えている。ただし、間隙水圧による表層崩壊の予測に関しては、現状、実証実験も少なく十分な知見がまだ得られていないこと、現場の地質構造や透水性、強度、集水条件等さまざまな要因によって、崩壊発生の条件が異なることが予想されるため、閾値の設定等には別途調査が必要である。

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中。
 - →実構造物での適用事例として、実証試験以外のテストサイト 2 か所で実データの蓄積を行っている。

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)
 - →·計測システム一式(買い取り):約150万円
 - ・計測システム一式 (レンタル):約10万円/月
 - ・もし、ユーザの方でデータ収集サーバを独自に構築される際には、150万円~300万円の 費用が必要。
 - ・その他、携帯電話回線網使用による通信料、設置費用等がかかるがこれらは都度見積もり。
- ② 利用時のコスト
 - →2万円/年(主に通信費)
- 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

(ユーザのご要望により、ワンストップサービスで当社が実施する場合や、ユーザの方で設置、計測する場合などフレキシブルに対応することは可能)

- 4 測定機器のメンテナンス体制
 - →当社および当社が委託した専門会社で実施。
- 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 (→インターネット環境。データサーバーにアクセスするためのインターネット環境は必要。)
- 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 (→ ○○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】

特にありません。

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

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)

以下,	,参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。	
	記入要領 口:選択してチェック	
	→:理由など記入	
記	入者の氏名(無記名も可):	
記	名の方で,記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等	
	E-mail:	
岐-	阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会における参加者の立場	
I	■ 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。
I	□ 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。	
I	□ 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. 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。	
	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。	
	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()
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。	
	発注者からの指示であれば利用する。	
	使えない(使いたくない)と思う。	
【上	記の選定理由】	
\rightarrow		

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

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

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

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

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。
- □ 改良等を行なえ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。

【上記の選定理由や改良提案など】

8. その他(自由な意見を記入してください)

■研究開発項目 : ロボット技術の研究開発

■研究開発テーマ : 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

■研究責任者: 富士通株式会社 沢崎 直之

■共同研究グループ : 名古屋工業大学,東京大学,北海道大学,株式会社ドーコン

研究開発の目的・内容



人による点検が困難な箇所の画像を近接撮影する点検用ロボットシステムと、点検データを一元 管理し、様々な用途に活用可能な点検データ管理システムを開発し、維持管理業務全般の省力 化・高度化の実現を目指します。

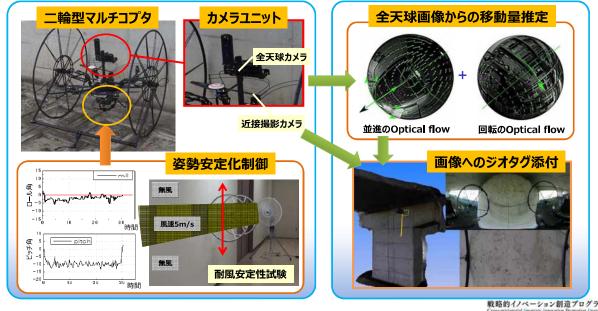


現状の成果① 点検ロボットシステムの開発



橋梁の橋脚や床板に接触し、走査しながら近接画像を取得可能な点検用ロボットの試作

- 有線による送電と画像伝送が可能な二輪型マルチコプタ機構の開発
- 接触移動時の耐風安定性を実現する姿勢自動制御技術の開発
- 全天球カメラを利用した移動量推定に基づく、近接画像へのジオタグ添付技術の原理試作



現状の成果② 点検データ管理システムの開発



長期保存に耐え、CIMとの連携による高度活用が可能な点検データ管理システムの開発

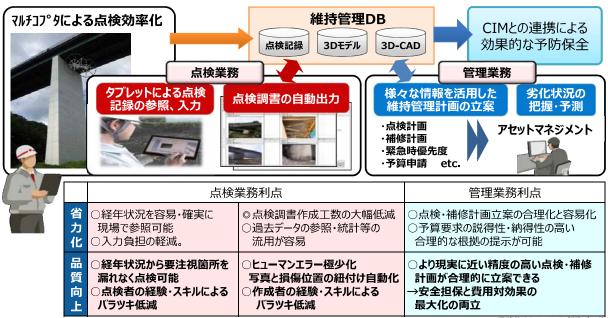
- 国際標準(IFC)準拠の橋梁対応規格を検討し、3次元上で点検記録を管理するDBを試作
- レーザー計測や写真計測から、現況の橋梁の3Dモデルや3D-CADを生成する技術の開発
- 現場のタブレット等で過去記録の参照や損傷状況を簡易に入力可能なアプリケーションの試作



最終目標



- マルチコプタによる高橋脚コンクリート橋梁での橋脚、支承部や床版の近接撮影技術の開発
 - 実業務に適用可能な耐風性能等を実現し、かつ安全に遠隔操作可能な機構、制御技術の確立
- 点検結果などデータを活用し、橋梁管理業務を効率化する技術の開発
 - 橋梁構成部材のCADモデル化支援、経年変化自動検知など、高度活用に向けた基本技術を確立



SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 29 年 1 月 13 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)

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)

2. 技術の特徴

人による点検が困難な箇所の画像を近接撮影する点検用ロボットシステムと、点検データを 一元管理し、様々な用途に活用可能な点検データ管理システムを開発し、維持管理業務全般 の省力化・高度化の実現を目指す。

- ① 二輪型マルチコプタで人がアクセスしにくい箇所を近接撮影することで点検業務の効率 化を実現。
- ② 点検データを 3D-CAD 上で管理。タブレットで点検記録の参照,入力,点検調書の自動出力ができる。様々な情報を検索し,維持管理計画を立案,劣化状況の把握と予測ができる。

【開発者からのコメント】

- ・ 二輪型マルチコプタは、①ハイピア橋梁向けの大型機、②支承など狭隘部向けの小型機の二 種類を開発
- ・ 近接撮影した損傷画像に自動で撮影位置を付与する「ジオタグ添付技術」を開発。また、ジ オタグ付きの画像を 3D-CAD モデル上で参照できる技術を開発。
- ・ 3D レーザースキャナで取得した点群データから半自動で橋梁の 3D-CAD モデルを生成する 技術を開発。

3. 岐阜県内での想定される活用方法

① 従来の足場建設,または高所作業車や橋梁点検車が必要な高所のアクセスしにくい箇所に活用.

【開発者からのコメント】

岐阜県内の橋梁の特徴をご教示頂ければ幸いです。

4. 活用に際しての現状での問題点

- ① 法定点検は近接目視点検を義務づけているが、ドローンによる点検を認めるかが大きな問題である.
- ② 自治体の点検における施設的条件(施設規模の大小)や地理的条件(平地,山間地)は 多様であり、提案されている技術を適用できるケースは限定される可能性がある.

【開発者からのコメント】

・ 開発中の機体は搭載カメラによる「近接撮影」しか行えず、打音、触診は行えないという制 限があります。

5. 活用に向けての課題

- ① ロボットの活用が可能な点検方法を明確化する.
- ② ロボットによる個別の調査技術が、従来の調査技術と同等以上の性能であることを、証明・認証するしくみをつくる.
- ③ 自治体の多様な条件に適合可能であり、従来手法よりもコスト面等で優位であることを示す.

【開発者からのコメント】

- ・ 今後、点検業務でロボットの適用可能なユースケースやコストメリットをより具体化する必要があると考えています。
- ・ 富士通コンソの技術の特長は取得した点検データ(損傷写真)を 3D-CAD モデル上で管理できることですが、3D 電子データの納品を認めて頂く制度が必要です。

6. 課題の解決策

- ① 国土交通省へのヒアリング
- ② 多様な条件を反映した実証フィールド試験の選定
- ③ ロボットの活用が可能な点検手法の検討とマニュアル作成
- 4 飛行技術研修

【開発者からのコメント】

· 橋梁点検ロボットが満たすべき性能基準が必要と考えております。

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】

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

- ・ ハイピア向け大型マルチコプタの原理試作を完了。ハイピア橋梁を含む複数のコンクリート 橋梁で現場実証を実施。リアルタイム有線映像伝送、有線給電技術を開発。
- ・ ケーブル巻取り装置など、運用支援技術を現在開発中。

【開発完了時期】

2019年3月を予定

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。

10. 技術の適用範囲や精度

- ① 使用可能な橋梁タイプに対する制限 平坦な面から構成される橋梁が対象。複雑な形状の橋梁は想定外。
- ② 風速の制限現在、大型機の耐風性能は 5m/s 程度
- ③ バッテリ運用の場合の連続使用時間の制限 大型機をバッテリ給電で運用する場合の連続使用時間は10分程度

11. これまでの実績・成果等

実構造物での試験により結果を確認している。

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) 検討中
- ② 利用時のコスト 検討中
- ③ 利用者への教育 検討中
- ④ 測定機器のメンテナンス体制 ドローンメーカーによるメンテナンスを想定
- ⑤ この装置以外で、利用者側で準備すべき機器等
 - □ 準備すべき機器 (→発電機、タブレット端末)
- 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 検討中

10	開発者か	> 4+1-	/ _	4 1 5 73	5 🗆 💤 🞼
IO.	囲光有か	り祝し	141 市にしょ	・ハーしい	ョールと

【開発者からのコメント】

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

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)

以下	F, 参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。	
	記入要領 □:選択してチェック	
	→:理由など記入	
記	已入者の氏名(無記名も可):	
記	2名の方で,記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等	
	E-mail :	
峄	b阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会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	トる。
	□ 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。	
	□ 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. 実	ミ業務への適用範囲	
	提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。	
	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。	
	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()
2.	是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。	
	発注者からの指示であれば利用する。	
	使えない(使いたくない)と思う。	
ľ⊥	ニ記の選定理由】	
\rightarrow		

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

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

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

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

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。
- □ 改良等を行なえ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。

【上記の選定理由や改良提案など】

8. その他(自由な意見を記入してください)

■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:舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術の開発

■研究責任者:岐阜大学 工学部 教授 八嶋 厚

■共同研究グループ: (株) セロリ、(公財) 岐阜県建設研究センター

研究開発の目的・内容



研究開発の背景と目的

背景: 豪雨や地震によって道路盛土が崩壊すると、交通網が遮断し、救急救命活動や災害復旧に影響し、大きな損害をもたらす。また、道路舗装の維持管理では、路面に現れた症状(ひび割れ、わだち掘れ)をもとに予防保全的に補修(オーバーレイや切削オーバーレイなど)が行われ、舗装の劣化原因を把握して抜本的な対策が行われることは極めて少ない。このため、同じ個所で道路補修が繰り返されることになり、将来的なコストの暴騰が懸念される。

目的; 舗装の劣化原因を含めた健全性と盛土の安定性を同時に効率的に点検・評価するための自動化診断技術を開発する。その診断結果と道路の補修履歴や管理情報に基づいた、本質的な予防保全による道路の長寿命化とライフサイクルコストの軽減を可能とする「道路維持管理マネジメントシステム」を構築する。

1

研究開発の内容

- ①これまで盛土調査で実績のある2次元表面波探査装置の測定・解析を含めた全自動化
- ②地下水分布や土の分類に有効な牽引式電気探査の探査深度増大と全自動同時計測化
- ③現場計測から1次解析までを高速化ならびに標準化するための汎用化
- ④S波速度ならびに比抵抗による舗装ならびに盛土評価の基準化
- ⑤計測結果の利活用方法のマニュアル化ならびに計測結果と道路情報のデータベース化
- ⑥計測結果をリアルタイムで活用する道路維持管理マネジメントシステム構築(Web-GIS)



開発の3要素

戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果(1) 岐阜県における盛土と舗装の一体型維持管理(1/2)

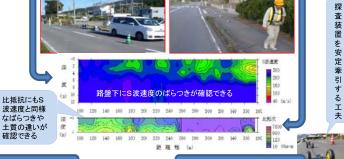


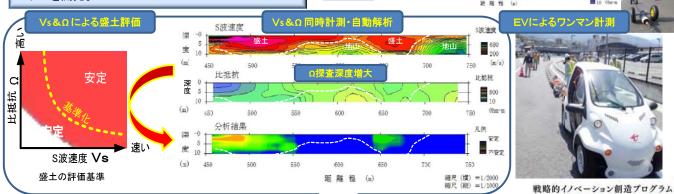


盛土の崩壊は、盛土内への水の浸入とそれによる盛 土材料の劣化が主な原因。

- 2次元表面波探査と牽引式電気探査により、VsとΩを同時に自動計測(ワンマン計測)する装置(プロト機)を開発。
- ▶ 計測結果をその場で自動解析し、計測の良し悪しを判断するとともに、Web-GISでリアルタイムに管理者に情報提供し、迅速に予防保全に活用できる計測システムを開発。





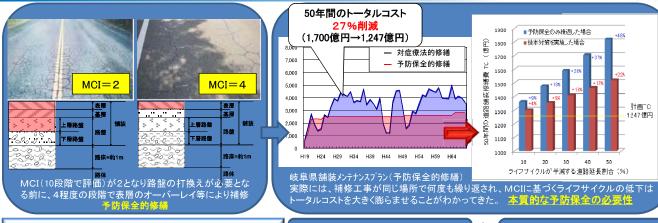


- 34 -⁻

Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果② 岐阜県における盛土と舗装の一体型維持管理(2/2)





盛土と同様に、舗装の劣化も路盤下の路床や路体 の不均質さや水の浸入が大きく影響。

- 工事報告書などの道路設計・補修履歴などの情 報、目視点検などによる日常点検情報、MCI調査 情報などをデータベース化。
- 舗装の本質的な予防保全の必要性を、施工履 歴や既往MCIデータの再解析により検証し具体化。 併せて道路維持管理マネジメントシステムを設計。
- 開発技術による路床や路体を含めた舗装構造 の点検・診断の実証試験により、その有効性と開発 技術の社会実装を検証し、道路維持管理マネジメ ントシステムを構築する。
- ▶ 抜本的な道路補修技術について、その費用対 効果を含めて検討し、開発した点検診断技術の社 会実装化を確実なものとする。

切土地盤

切盛境界

工事報告書・地盤調査報告書等 岐阜県定期MCIデータ(H19,H26年) 補修工事履歴より補修サイクルを確認 定期MCI調査etc.より、詳細なLCを把握 LCの劣化速度に関する要因分析を実施 点検診断区間抽出 岐阜県道路舗装維持管理 マネジメントシステムの構築 点検診断と補修工事の適正化による 道路維持管理費の縮減と安全性向上 抜本的な道路修繕技術の開角

戦略的イノベーション創造プログラム インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果③ 高速道路における盛土と舗装の一体型維持管理



- 35 -

盛土地盤

戦略的イノベーション創造プログラム インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

最終目標



①全自動ハイブリッド計測による路面探査装置の開発

計測制御解析ソフトの完成

プロト機の操作性として

計測速度 500m/h以上

探査深度 10m以上

(2次元表面波探査は、探査深度20mまで拡張可能)

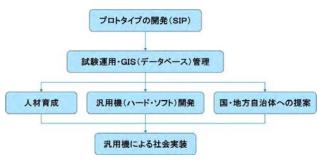
2次元表面波探査の深さ方向の分解能として

舗装部 0.2m 路体部(盛土) 1.0m

②舗装維持管理マネジメントシステムの構築

舗装と道路の評価技術 (道路延長2mごとに舗装の 健全度ならびに盛土の安定度さらに液状化危険度を 定量評価)、

道路データベース構築 (Web-GISにより現場でリアルタイムに補修履歴と計測結果または過去の計測データとの対比を可能とする)

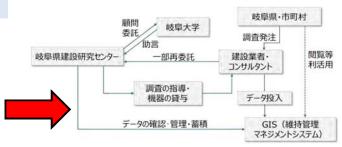


開発後の社会実装までのフロー

ぎふ県域統合型GISの活用



○設計・施工・点検・補修・診断等の諸データを、 位置情報とともに一元的に登録・管理 ○データを活用した的確で効率的な維持管理を支援



たとえば岐阜県内では: 社会実装の枠組み(案)「道路維持管理マネジメントシステム」

戦略的イノベーション創造プログラム Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

5

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 29 年 1 月 13 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)

舗装と盛土構造の点検・診断自動化技術 (八嶋 厚)

2. 技術の特徴

舗装の劣化原因を含めた健全性と、盛土の安定性を同時に効率的に点検・評価する技術である。

- ① 計測速度 500m/h 以上, 探査深度 10m以上となる全自動ハイブリッド計測による路面探査装置である。
- ② 舗装と道路盛土に関して,道路延長 2m 毎に舗装の健全度と,盛土の安定度・液状化危険度を定量的に評価できる。
- ③ Web-GIS でリアルタイムに計測結果を管理者に提供し、迅速に予防保全に活用できる。

【開発者からのコメント】

- ① 全自動ハイブリッド計測は、2次元表面波探査と牽引式電気探査により実施している。
- ② Web-GIS を利用した道路データベースにより、現場でリアルタイムに設計や補修履歴などの工事記録と計測結果または過去の計測データとの対比が可能である。

3. 岐阜県内での想定される活用方法

- ① 5年に1回程度の頻度で実施されている舗装点検(ひびわれ,わだち,乗り心地)を補完する位置づけで活用する。
- ② 定期点検結果等を参照し、補修後わずかの期間で劣化する場所や、同一施工区間の中で部分的に劣化が著しい場所(維持管理上の要注意箇所)を抽出し、この技術を利用して路体も含めた舗装診断を実施する。

【開発者からのコメント】

4 清州に除し、(切現私()切頂眼	4	活用に際し	、ての現状での問題 」	占
-------------------	---	-------	--------------------	---

- (1) 岐阜県建設研究センターの体制が確保できるのか不明である。
- ② 定期的な舗装点検が実施されていない。
- ③ 舗装点検結果を蓄積するデータベースが整っていない。
- ④ 舗装の維持管理に対する管理者の意識が低く、現在は橋梁が優先されている。

【開発者からのコメント】		

5. 活用に向けての課題

① 道路管理者が補修の繰り返しで困っている箇所を対象に、この技術により的確な原因分析を実施することで、道路維持管理マネジメントの重要性を認識させる。

6. 課題の解決策

- ① 道路管理者から、現状の舗装維持管理状況についてヒアリングを実施する。
- ② 富士通道路パトロールシステムと連携をすることで、問題箇所の抽出が容易とならないか検討する。
- ③ 大垣市や岐阜市などの市道において、比較的大型車の通行が多くて損傷が多いところを選び、技術の有効性を検証する、その場合、一定の盛土高がある道路(堤防道路等)がよい。

- 7 2 111 17 17 11 2 13 11 2 1	- %,	,	.,	_ , _ , _ , _ ,
【開発者からのコメント】				

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】		

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

- ① プロトタイプ装置を用いて岐阜県内で実証試験を実施し、装置の改良を行っている。
- ② FWD 試験を震源として共用することにより、探査結果による舗装評価基準の検討ならびに FWD 試験との共用による舗装ならびに盛土評価の高度化を検討している。
- ③ 自動化による一次評価結果を活用した、新しい維持修繕技術の適用について検討し、効率的で効果的な道路維持修繕方法を開発している。

【開発完了時期】

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○○倍程度)
 - ・ 調査経費の削減が可能である。(現況比較で○○%程度)
 - ・ 高精度化(現況は○○程度であるが○○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上書きしてください)

10. 技術の適用範囲や精度

- ① 舗装材料や盛土材料に対する適用範囲や制限
 - 2次元表面波探査に特に制限はない。

鉄筋の入った剛性床板舗装や沿岸部の地下水位に塩水侵入が疑われる地域などでは、 牽引式電気探査は適用できない。

- ② 舗装構成や盛土構造に対する適用範囲や制限
 - 2次元表面波探査に特に制限はない。

鉄筋の入った剛性床板舗装や構造物上では、牽引式電気探査は適用できない。

3 探査精度

幅員方向→地表付近では車線幅程度、深さ 10m 程度では地表の倍程度の範囲の影響を受ける。

深さ方向→測線長の 1/2 程度の深さまでの計測が可能で、地震計間隔程度の分解能を 有する。ただし、測線端部や構造物周辺、非常に固い地盤では精度が劣る場合がある。

11. これまでの実績・成果等

□ 実構造物での試験により結果を確認している。

岐阜県内の県管理道、市管理道、ならびに高速道路での実証試験により、数多く結果を確認 している。

12. 実業務での利用時の対応

- ① 測定機器 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) →汎用機販売目標価格、計測機器一式 2,600 万円、起振装置 100 万円、自動装置 300 万円、合計 3,000 万円
- ② 利用時のコスト

目標調査費用 10万円/km(日当たり測定延長 5km、一次評価含)

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 (MEへの専門教育を実施し、点検診断の資格付与も検討)

4 測定機器のメンテナンス体制

所有者によるが、計測機器は計測機器販売会社、自動装置は装置製作会社のサポート。 計測データは、岐阜県建設研究センターと岐阜大学による。

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 (運搬車両ならびに測定時の牽引車両)

⑥ 既存技術では必要としない準備等

特になし

準備項目(交通規制等)

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】

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート

研	「究開発の技術名称(研究責任者)	
舗	詳と盛土構造の点検・診断自動化技術(八嶋 厚)	
以T	F, 参加者が各自の意見・アドバイスを記載する。	
	記入要領 □:選択してチェック	
	→:理由など記入	
言	己入者の氏名(無記名も可):	
言	己名の方で,記入内容を確認させて頂く場合の連絡先等	
	E-mail:	
屿	支阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会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っ	トる。
	□ 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。	
	□ 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. 身	ミ業務への適用範囲	
	提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。	
	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。	
	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()
2. 摄	是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。	
	発注者からの指示であれば利用する。	
	使えない(使いたくない)と思う。	
[]	上記の選定理由】	
\rightarrow		

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

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

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

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

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。
- □ 改良等を行なえ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。

【上記の選定理由や改良提案など】

8. その他(自由な意見を記入してください)