



岐阜大学 SIP 実装プロジェクト

第4回 報告会

～橋梁点検へのロボット技術の取入れを目指して～



平成30年3月5日

 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

 岐阜大学

岐阜大学 SIP 実装プロジェクト 第4回報告会
ー橋梁点検へのロボット技術の取入れを目指してー

プログラム

日 時： 平成 30 年 3 月 5 日（月） 14:00～17:00

会 場： じゅうろくプラザ 5 階大会議室(岐阜市橋本町 1 丁目 10 番地 11, 電話:058-262-0150)

主 催： 岐阜大学工学部附属インフラマネジメント技術研究センター
(公財) 岐阜県建設研究センター

プログラム (予定)： 全体司会 羽田野 英明

14:00 開会挨拶 六郷 恵哲

来賓挨拶 宮島 雅広 (岐阜県県土整備部土木技監)

来賓挨拶 藤野 陽三 (SIP インフラ PD, 横浜国立大学)

来賓挨拶 原田 和樹 (インフラメンテナンス国民会議中部フォーラム事務局)

14:20 平成 29 年度の活動の概要 六郷 恵哲

14:35 インフラミュージアムのその後 沢田 和秀, 木下 幸治

14:50 作成中の「ロボット技術を取入れた橋梁点検指針 (案)」 ー内容と適用ー
矢島 賢治*, 古澤 栄二*, 溝部 美幸* (*岐阜県建設コンサルタンツ協会)

15:30 休憩

15:40 各務原大橋等で試用したロボット技術 ー全体と具体例の紹介ー
羽田野英明, 沢崎 直之(富士通), 南出 重克(ジビル調査設計)

16:30 全体の討議 羽田野 英明

閉会挨拶 八嶋 厚

17:00 閉会

参加費： 無料

申込先・連絡先： 岐阜大学工学部附属インフラマネジメント技術研究センター 羽田野英明 宛

Eメール： gifusip@gifu-u.ac.jp, 電話/FAX： 058-293-2436

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部

意見交流会

時 間： 報告会終了後 会 費： 3,000 円

会 場： レストラン「ラ・ローゼ プロバンス」(じゅうろくプラザ1階)

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの平成 29 年度の活動

プロジェクト名：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

責任者 六郷 恵哲

1. 活動の目的と期間

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトは、内閣府主導の「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)」の中の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術 (SIP インフラ)」において、新技術の地域実装を目的としたプロジェクトの一つとして平成 28 年 8 月末に採択され、平成 31 年 3 月まで活動している。

2. 平成 29 年度の活動概要

2.1 フィールド試験

各務原大橋 (長大 PC 橋) にて、5 種類のロボット技術のフィールド試験を開催した (開催日：4/12, 参加者：160 名)。旧揖斐川橋梁 (トラス橋) にて、2 機種 of 橋梁点検ロボットカメラのフィールド試験を開催した (10/4, 80 名)。各務原大橋にて、超大型橋梁点検車 (AB1400X) のフィールド試験を開催した (1/17, 90 名)。ロボット技術の性能確認試験 (11/6~30, 各務原大橋)、堤防点検技術のフィールド試験 (5/30, 6/5, 10/11~12, 揖斐川堤防)、ポール型打検機のフィールド試験 (10/27, 美山第三トンネル) を行った。

2.2 自治体等との連携

工学部附属インフラマネジメント技術研究センターと自治体との連携強化を目的として、各務原市 (7/6) ならびに美濃市 (6/1) と交流協定を締結した。美濃市の下橋 (建設後 55 年, RC 橋) をロボット技術のフィールド試験場として利用できることになった。

2.3 ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針 (案)

自治体が管理する長大コンクリート橋の点検にロボット技術を取り入れることを目指して、大学関係者、岐阜県コンサルタント協会、国土交通省、岐阜県などからの参加を得て委員会を組織し、「ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針 (案)」を作成した。

2.4 インフラミュージアム (構造物モデル)

「プレストレストコンクリート (PC) 橋」, 「鋼鈑桁端部」, 「トンネル断面」からなる構造物モデルを「インフラミュージアム」と名付け、設置記念式典 (8/21, 220 名) を開催した。「鋼鈑桁端部モデル」上に「床版モデル」を設置した。見学者は半年間で約千名である。

2.5 報告会

報告会を 3 回開催した (6/28, 8/21, 3/5)。第 4 回報告会 (3/5) においては、「橋梁点検へのロボット技術の取り入れを目指して」をテーマに、「ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針 (案)」の内容と各務原大橋等で試用したロボット技術とを紹介した。

2.6 成果公表

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトのホームページに、活動の案内と報告を掲載した。活動の成果を、査読付き論文 1 件、国際会議論文 2 件、雑誌報告 1 件、雑誌記事 2 件、口頭発表 3 件、講演会等での話題提供 18 件、その他 1 件として公表した。

配布資料目次

1. 開会挨拶と平成 29 年度の活動の概要	1
六郷 恵哲 (岐阜大学)	
2. SIP インフラ維持管理マネジメント技術	4
藤野 陽三 (SIP インフラ PD, 横浜国立大学)	
3. インフラミュージアムのその後	7
沢田 和秀 (岐阜大学), 木下 幸治 (岐阜大学)	
4. 作成中の「ロボット技術を取入れた橋梁点検指針 (案)」ー内容と適用ー	11
矢島 賢治 (岐阜県建設コンサルタンツ協会)	
古澤 栄二 (岐阜県建設コンサルタンツ協会)	
溝部 美幸 (岐阜県建設コンサルタンツ協会)	
5. 各務原大橋等で試用したロボット技術ー全体と具体例の紹介ー	
(1) 全体の紹介	20
羽田野英明 (岐阜大学)	
(2) 二輪型マルチコプタを用いた橋梁点検支援ロボットシステム	26
沢崎 直之 (富士通)	
(3) 橋梁点検支援ロボット各務原大橋等フィールド試験結果報告	32
南出 重克 (ジビル調査設計)	

1. 開会挨拶と平成 29 年度の活動の概要

六郷 恵哲（岐阜大学）

岐阜大学SIP実装プロジェクト 第4回報告会 —橋梁点検へのロボット技術の取り入れを目指して— 平成30年3月5日 / じゅーろくプラザ

開会挨拶と活動概要

六郷 恵哲

- 岐阜大学SIP実装プロジェクト
- 平成29年度の活動の概要

岐阜大学チームの活動



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



岐阜大学SIP実装プロジェクト

- 「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の一つが
「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術(SIPインフラ)」



フィールド試験や説明会の実施



- 大学等によるフィールド試験開催の意義は大きい
- 発注者、開発者、受注者等からなる参加者の中で開発と
活用に関する活発な意見交換



フィールド試験で紹介したSIP維持管理技術

ロボット技術による橋梁点検の支援



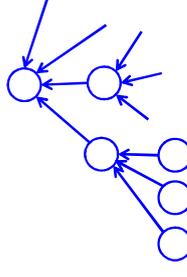
ドローン等を用いた橋梁のロボット点検技術の場合、損傷状況に関する詳しい資料を迅速に取得し保存でき、安全性が高く、交通への影響が小さく、次のような支援が期待される

- 人が重点的に点検すべき箇所を抽出(事前調査/スクリーニング)
- 点検調書の作成支援
- 変状箇所の変化を定期的に観察(モニタリング)
- 将来の変状進行の確認に備え、構造物の竣工時や補修工事完了時に、初期値を取得(初期値取得)
- 地震等の災害直後に、構造物の全容把握と危険個所を迅速に抽出(災害時調査)
- 補修設計用の数量算出支援

5

よりよい技術は、組合せから(ロボット技術の場合)

- すでに開発されている優れた要素技術を組合せて、よりよいロボット点検技術にする
- 完成しているロボット点検技術の良いところを組み合わせ、より優れたロボット点検技術にする
- 開発会社と点検の実務会社とが協力してロボット点検技術を開発する



- ロボット技術による点検を専門とする部署あるいは組織を作り、最適なロボット点検技術を組合わせて使う(現在の岐阜大SIPチームの役割)

要素技術は新技術でなくてもよい課題を確実に解決できればよい

6

地域実装活動からのメッセージ



➢ **連携で課題解決:** インフラメンテナンスに関する地域の課題を解決するには、関係者が連携し、技術やアイデアを組合せることが効果的

➢ **大学が連携の要:** 大学には、技術的な支援によって、産官学民の連携の要の役割を果たすことが望まれる

➢ **それぞれの工夫:** 国交省、自治体、受注者、技術開発者、大学関係者等、それぞれの立場で工夫し、課題を解決するための取組みが望まれる

＜取組みの例＞

- 要領等の記載の充実
- 組織の方針の明確化
- 発注者の負担を減らす工夫
- 受注業務内での新技術活用
- 判断の根拠としての助言
- 新技術に関する紹介の機会

7

平成29年度の活動の概要

➢ 平成28年度

- ・ SIP技術の紹介、実装の障害と対策に関する調査、構造物モデル製作、等

➢ 平成29年度

- ・ 自治体等と連携強化し 新技術実装
 - 協定(美濃市、各務原市)
 - 点検(岐阜県、大垣市、各務原市、等)
- ・ ロボット技術を取り入れた橋梁点検
 - 指針(案)作成、性能評価、実施方法
- ・ インフラミュージアムの整備と活用、等

➢ 平成30年度

- ・ ロボット技術を取り入れた橋梁点検実施、SIP技術実装の他地域への展開支援、IM国民会議中部フォーラムとの連携、等



各務原大橋



インフラミュージアム

8

自治体等との連携強化

- ▶ (公財)岐阜県建設研究センターと行事共催
 - ・ 行事に継続学習制度 (CPDS) のポイント付与
- ▶ 自治体のニーズ情報の共有
- ▶ ロボット技術の試験フィールド提供と試用



各務原大橋(5年)／各務原市



下橋(55年)／美濃市



揖斐川橋(130年)／大垣市



試験フィールドとして「下橋」を利用したい場合、岐阜大SIP実装プロジェクト事務局へ

9



SIP新技術の地域実装の例(H29年度)



トンネル点検／岐阜県



堤防点検／国土交通省



舗装路盤点検／NEXCO中日本

10



ロボット技術を取り入れた橋梁点検

- ▶ ロボット技術により橋梁全体の損傷状況を把握し、次に超大型橋梁点検車を用いて近接目視点検を橋梁全体について実施
- ▶ 「ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針(案)」を委員会で作成

11



インフラミュージアムの整備と活用

- ▶ 「RC・PC床版モデル」が、「鋼桁端部モデル」上に完成
- ▶ 「盛土モデル」は、準備中
- ▶ 見学者は、半年で約1000名
- ▶ インフラミュージアムのような支援したくなる活動は、有意義



トンネル断面モデル

床版モデル

鋼桁端部モデル

盛土モデル

12

2. SIP インフラ維持管理マネジメント技術

藤野 陽三 (SIP インフラ PD, 横浜国立大学)

SIP

インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

藤野 陽三



PD就任時に考えたこと

1

梯子トンネルの事故 (2012.12.2) を踏まえ、インフラの事故防止、維持管理には**分野連携**による**先端技術**を取り入れた技術開発が不可欠。

Technical innovation

2

一方、管理責任がますます問われる中で、インフラ分野は保守的になりがち。入札という制度もある中で、コストだけにとらわれずに、**新技術**を**行政に取り入れ**てもらえる**仕組み**をどのように構築していくか。

3

ビジネス環境が整備されておらず、民間の積極的参入が期待できないインフラ維持管理において、**技術主導の新たなビジネス**をどのように創出していくか。地域の活性化に貢献できるようなビジネスになるか。

Social innovation

戦略的イノベーション創造プログラム
Strategic Innovation Promotion Program

Society 5.0 : 橋梁診断(フィジカル空間)と将来予測(サイバー空間)

皆さんが使えるようにシステムのビジネス化 社会的価値(数千億円節約)

戦略的イノベーション創造プログラム
Strategic Innovation Promotion Program

鉄筋コンクリート床版の 画像収集プロジェクト

- DBの構築
- 2パネルx3橋x10地域



地域実装支援の体制

インフラの長寿命化・高耐久化を実現するアセットマネジメントシステムに基づき、地域が主役となる新たなインフラとの共存社会の提案

技術と人材育成のネットワーク
中心は地域の大学

地域特性に応じたアセットマネジメントシステムの展開と実装自治体との連携を軸に要素技術の展開を加速



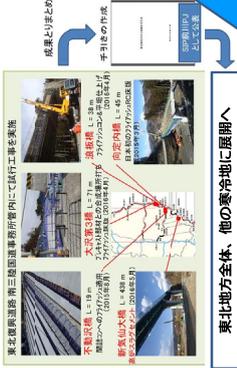
SIP-インフラで開発した技術による人材育成

SIP-インフラで開発した技術を地方自治体へ導入

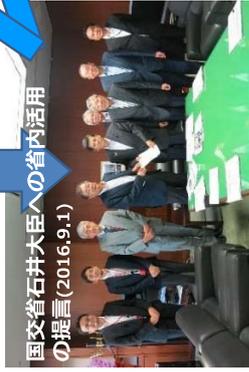
地方自治体のインフラエンジニア＝地域の大学の出身者
地域の大学と地方自治体のインフラ行政の結びつきは強固

熊本震災復興への貢献

東北復興道路での耐久性確保・品質確保の取組み



東北地方全体、他の寒冷地に展開へ



国土省石井大臣への省内活用
の提言(2016.9.1)

全国で品質確保の試行工事が開始

コンクリートの品質向上に向けた試行
省内事務連絡(2017.7.19)

各地整等で1件以上、
橋梁下部・トンネルが対象

試行工事を経て、本格展開へ

熊本復興コンクリート工事への適用



二重峠トンネル
SIPインフラが支援

良質なインフラの建設に貢献

拠点構想 SIP終了後

研究開発、技術開発、技術展開の継続性を目的に、国立研究機関の拠点化を目指す。土木研
究所を中心とした研究ネットワーク、地域大学とインフラメンテナンス全国協議による全国
展開ネットワークを構成し、強連携のネットワークを構築し、持続可能性を高めていく。

インフラ・イノベーション ネットワーク



既存SIPの継続，新型SIPの導入



100億円

平成31年度以降に設定することが望ましいターゲット領域候補 (10領域)

- データベース構築・利活用技術 (System of Systems)
 - ICTプラットフォーム技術 (サイバーセキュリティ/ネットワーク/プロセッシング)
 - 革新的蓄エネルギー技術/革新的省エネルギー技術
 - 革新的自動車交通技術/革新的三次元地図情報活用技術
 - 革新的ものづくり技術
 - 革新的介護くらし支援技術
 - 革新的バイオ産業基盤技術
- 革新的食料生産流通技術
○革新的医療・創薬技術
○革新的素材/革新的材料開発技術



3. インフラミュージアムのその後

沢田 和秀 (岐阜大学)

木下 幸治 (岐阜大学)

インフラミュージアムのその後

沢田和秀, 木下幸治

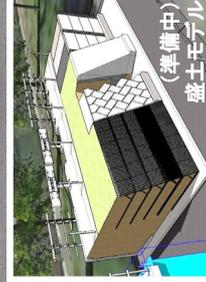
＜内容＞

- 活用状況
- 鋼桁モデル上の「床版モデル」
- 支承取替え工事
- 6月完成予定の「盛土モデル」
- 期待される活用方法

PC橋モデル



設置記念式典 (2017.8.21)



トンネル断面モデル

床版モデル

鋼桁端部モデル

(準備中) 盛土モデル

インフラミュージアムとは？

- 点検技術の検証と維持管理技術者の育成が目的
- 維持管理技術者の育成で、建設過程の学習が不可欠
- 技術(史)を見える化した教材
- 内閣府のSIP, 文科省, たくさんさんの企業, 団体の支援により設置



鋼桁端部モデル
3.5 × 5.6 m



トンネル断面モデル
[転倒型]
4.5 × 3.5 m

PC橋モデル
4.4 × 15.6 m



2



活用状況

- 設置記念式典(8/21)以降, 半年間で, 学外からの見学者は、産官学偏りなく多数。海外からの視察も増加傾向。
- たくさんさんの新聞や雑誌等で紹介された。
- 検査点検技術の検証や授業やMIE養成講座で活用。
- 技術者研修としての利用が多い。

？どのような使い道が考えられるでしょう？



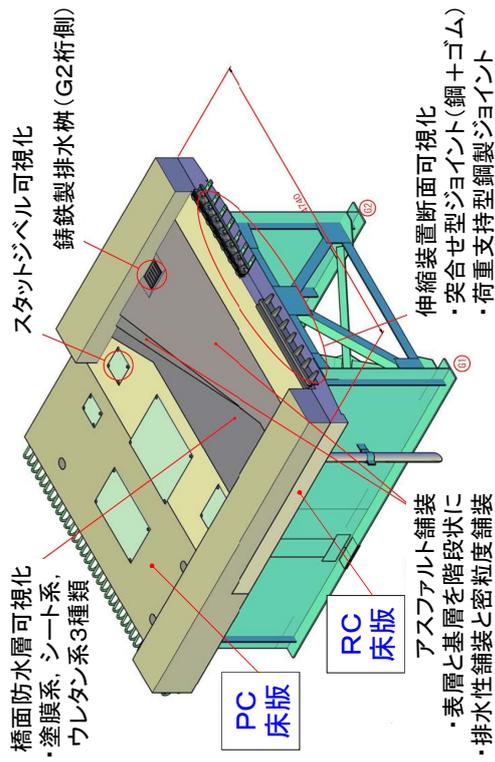
岐阜大学

3

開学日時	参加者業種別	人数	主催
0 29.8.21	産・官・学	210	CIAM
1 29.9.2	産・官・学	60	工学系同感会
2 29.9.4	29年後期MIE養成講座受講者	27	CIAM
3 29.9.8	県・市町職員	30	岐阜県建設研究センター
4 29.10.5	維持管理会社	3	維持管理会社
5 29.10.6	文部科学省	1	岐阜大学社連携
6 29.10.13	コンサルタント会社	10	コンサルタント会社
7 29.10.25	維持管理会社	30	維持管理会社
8 29.11.14	市役所職員	3	市役所
9 29.11.18	〇県土木施工管理技士会	30	〇県建設業協会
10 29.11.21	建設技術協会	40	〇県道路維持課
11 29.12.1	全日本建設技術職員	225	全日本建設技術協会
12 29.12.6	産・官・学	80	岐阜大学社連携
13 29.12.12	外国の高校教員	8	岐阜大学社連携
14 29.12.13	調査系コンサルタント	4	岐阜大学応用生物科学部
15 29.12.22	高専生徒	40	富山大学
16 30.1.18	協会橋梁技術委員会	10	高専
17 30.1.18	新聞社	1	協会橋梁技術委員会
18 30.1.23	工業高校生徒	30	新聞社
19 30.1.30	産・官・学	60	工業高校
20 30.2.5	NEXCO系	3	NEXCO系
21 30.2.8	市役所職員	2	岐阜県建設研究センター
22 30.2.7	外国大学教員等	27	市役所
23 30.2.8	文部科学省	1	岐阜大学
24 30.2.15	〇県建設業協会	11	文部科学省
25 30.2.19	NEXCO系	3	〇県建設業協会
26 30.2.28	施工会社	1	NEXCO系
27 30.3.7	〇県	1	施工会社

3月までの
予定込
約950名

鋼桁端部モデル上の「床版モデル」



5

ガードパイプ設置工事

足場設置工事



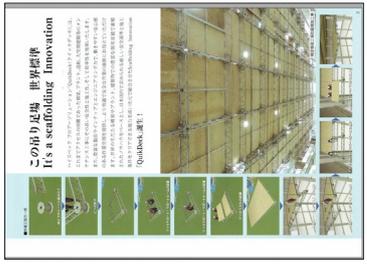
- ・ 設置工事に合わせて、高所作業車上からインフラミュージアムの動画撮影。

7

イメージ図

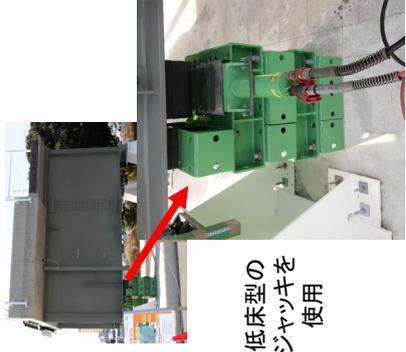


吊り足場を採用予定



8

支承取替え工事



低床型の
ジャッキを
使用

現在2mm程度ジャッキアップ中

コンパクトゴム支承：構造

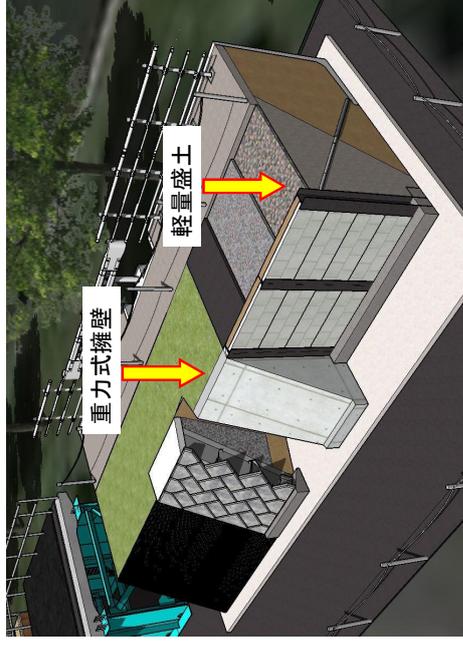


9

4月以降に公開で実施予定

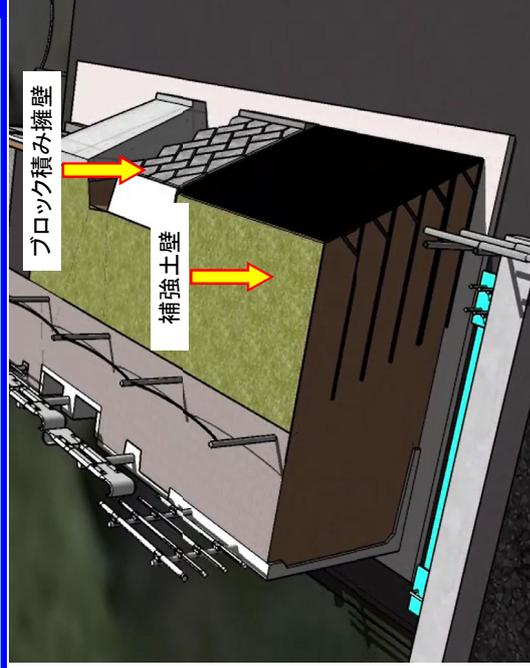


6月完成予定の「盛土モデル」



10

6月完成予定の「盛土モデル」



11

「盛土モデル」



- 目立たない盛土に着目。
- 土構造物のイメージを理解できるモデル。
- 補強土の補強部分を再現。
- 軽量盛土の構造を理解できる。
- 背面はプレキャスト型壁を各種展示。
- よく見かけるブロック積みの背面を見られる。
- 土工部分の舗装も段階的に断面表現。
- 土構造物の強みとは？



12

- ① 学部と大学院の授業で活用
維持管理工学、鋼構造学、コンクリート工学(学部の講義)、
鋼構造学特論、コンクリート工学特論(大学院の講義)、等
- ② 社会人プログラムで活用(各種構造の理解)
インフラマネジメントリーダー養成プログラム(修士学位)
メンテナンスエキスパート(ME)養成プログラム(修了証)
- ③ 鋼構造物の非破壊調査・点検技術の評価で活用
例えば、超音波探傷装置による溶接欠陥調査、塗膜厚計測、
溶接部の残留応力計測、等
- ④ [活用方法募集中!](#)

一度見学に来て、使い方をご提案ください。

- トネルの矢板工法とNATM工法の断面モデルを見学し、どういった造りなのか、イメージとして持つことができた。
- 建設現場の経験がないため、モデル構造物を見ることで、これまでに図面や要領で得た知識をより深めることができた。
- どのような技術(製品)の進歩によってNATM工法が可能になったかなど、土木史についても学べた。

<改善のアイデア>

- [新入社員研修](#)など、[早い段階の講習](#)に取り入れるとよい。
- [講義資料の解説](#)が各モデルに示されていると、理解が深まる。
- [伸縮装置のモデル](#)があるとよい。
- [変状事例](#)を紹介し、維持管理上のチェックポイントも学べると良い。
- [施工不良](#)による出来栄えや品質の違いが分かるモデルもほしい。

4. 作成中の「ロボット技術を取入れた

橋梁点検指針（案）」－内容と適用－

矢島 賢治（岐阜県建設コンサルタンツ協会）

古澤 栄二（岐阜県建設コンサルタンツ協会）

溝部 美幸（岐阜県建設コンサルタンツ協会）

ロボット技術を取り入れた 橋梁点検指針(案)

平成30年3月5日

岐阜大学SIP実装プロジェクト
新しい橋梁点検技術の適用性評価委員会 WG
矢島賢治, 古澤栄二, 溝部美幸
(GCCA: 岐阜県建設コンサルタンツ協会)

発表内容

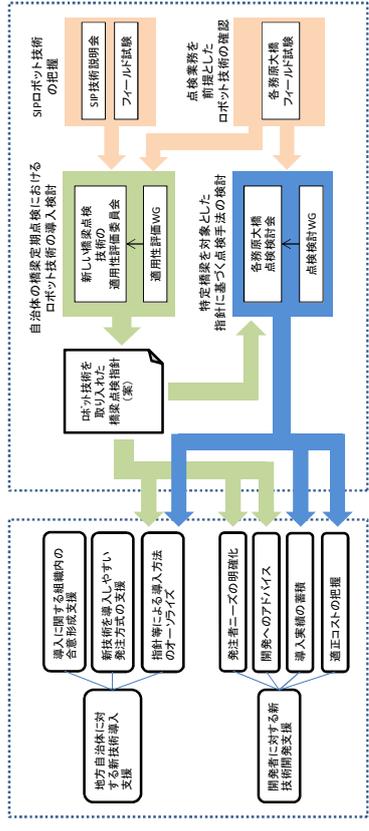
- はじめに
- 1. 指針(案)の目的
- 2. 指針(案)の位置づけ
- 3. ロボット技術による支援の基本的な考え方
- 4. 指針(案)の対象橋梁形式と適用範囲
- 5. ロボット技術による点検支援
 - 5-1. 橋梁点検の体制
 - 5-2. 橋梁点検の手順
 - 5-3. 必要機能の確保
 - 5-4. 取得情報の精度確保
- 6. その他留意事項
- 7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例
- 8. 自治体橋梁点検への適用における課題
- 9. 今後の展開

はじめに(1)

- SIP技術に関する社会実装上の課題把握
 - 社会実装に向けた意識調査を実施(H27年度)
 - MEを中心とした50名の技術者にヒアリング(開発者9名, 発注者19名, 受注者11名, 研究機関等11名)
 - 地方自治体における社会実装上の課題を抽出
 - 発注者における課題(インセンティブの不足)
 - 必要性の意識, 発注方法, 妥当性の検証, 導入リスク, 新技術の情報収集, など
 - 受注者における課題(インセンティブの不足)
 - 直接メリットの少なさ, 導入リスク, 新技術の情報収集, など
 - 開発者における課題(ビジネスモデル構築が難しい)
 - 土木業界の特殊性(公平性担保, オープンライズが必要), ニーズのあいまいさ(技術, コスト), など
- 大学等による支援策への期待
 - 地方自治体への支援
 - 技術開発者への支援

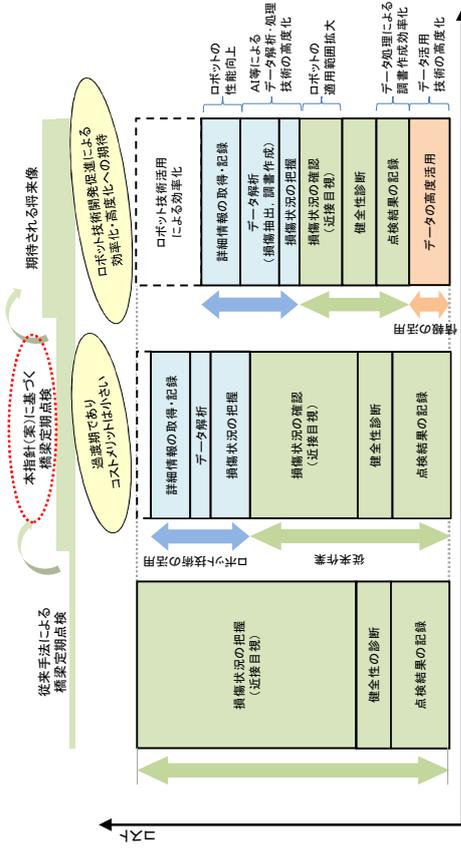
はじめに(2)

大学等に求められる 支援策





3. ロボット技術による支援の基本的な考え方(2)



4. 指針(案)の対象橋梁形式と適用範囲

- 対象とする橋梁形式はコンクリート橋とする
 - SIPプロジェクトにおける技術説明会、フィールド試験の結果を考慮
 - 現時点のロボット技術の性能・精度から適用可能性が高いと考えられる橋梁形式
- 適用範囲については総合的な判断が必要
 - 多様な点検環境(橋梁形式, 立地場所, 気象など)
 - 多様なロボット技術の性能・機能
 - ロボット技術の適用性, 制約条件, 費用対効果を含めて判断する
 - 条件によってはロボット技術の活用が非効率となる場合もある

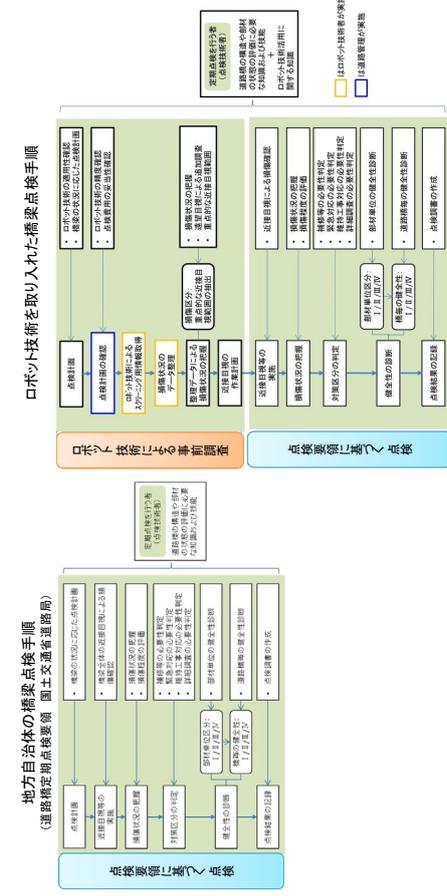


5. ロボット技術による点検支援 5-1. 橋梁点検の体制

- ロボット技術に精通した点検技術者が点検を統括
 - 道路橋の定期点検のための知識と技能(橋梁技術者)
 - ロボット技術の機能を把握し支援効果を判断できる能力
- 点検技術者の役割
 - ロボット技術による事前調査
 - ロボット技術による支援可能性の判断
 - 適切な調査計画の立案と実施
 - 事前調査結果に基づき近接目視点検の計画
 - 重点的に近接目視すべき範囲・部材の決定
 - 近接目視点検の実施
 - 近接目視による損傷状況の確認・把握
 - 対策区分の判定
 - 健全性の診断
- ロボットやロボット技術者の役割
 - 点検技術者の判断に必要な情報の取得と提供



5. ロボット技術による点検支援 5-2. 橋梁点検の手順





5. ロボット技術による点検支援

5-3. 必要機能の確保(1)



①情報の取得

- 写真や動画、たたき点検データなど
- 対象範囲については「漏れのない」情報取得が必要

②情報の記録

- 取得したデータの記録と整理

③重点的な近接目視の範囲を抽出するための資料提供

- 点検技術者が判断するため資料
- 点検技術者が扱いやすく、判断しやすい工夫が必要

④点検調査作成のための資料提供

- 損傷図等の点検調査作成を支援する機能

⑤損傷状況を記録したデータの提供

- 点検時の損傷状況を詳細に記録したデータ
- 将来的な橋梁点検高度化への寄与が期待される
- 第三者による再現性確保、取り扱い易さについて工夫が必要
- 現時点でデータ形式等は限定しない

将来的な効率化・高度化に必要

社会実装のために重要！

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

13



5. ロボット技術による点検支援

5-3. 必要機能の確保(2)



ロボット技術の機能イメージ例

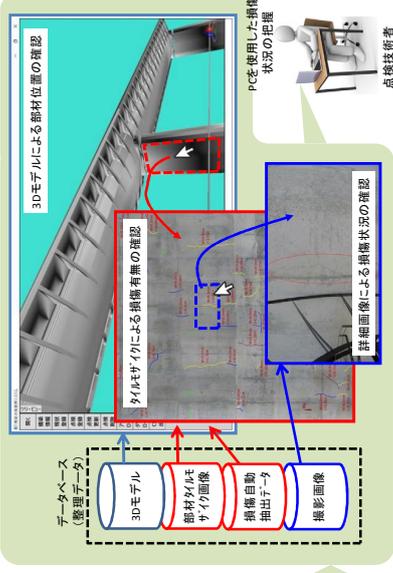
①ロボット技術による情報の取得



②データの記録と整理



③重点的な近接目視の範囲を抽出するための資料提供



サンプル画像:フィールド記録画像(富士通)より

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

14



5. ロボット技術による点検支援

5-4. 取得情報の精度確保



事前調査結果の判断

- 部材健全度の想定 < II
 - 近接目視による損傷状況の確認(近接目視作業の軽減)
- 部材健全度の想定 ≥ II
 - 重点的な近接目視による確実な点検が必要

ロボット技術に求められる精度

- 「部材の健全度 ≥ II となり得る損傷」の「有無」を点検技術者が判断可能な精度
 - 橋梁点検業務の仕様書への明記が必要
- 健全度 ≥ II を判断する手順
 - 地方自治体向けの点検要領では明示されていない
 - 橋梁の管理者が定めたマニュアルに基づいて設定
 - あるいは、国土交通省の点検要領を参考として設定
- 本指針(案)では参考資料として要求精度を例示
 - 後述

健全度の判定区分

区分	状態
I 健全	構造物の損傷に支障が生じていない状態。
II 予防保全段階	構造物の損傷に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III 早期措置段階	構造物の損傷に支障が生じる可能性があるが、早期に措置を講ずべき状態。
IV 緊急措置段階	構造物の損傷に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

15



6. その他留意事項



- 本指針(案)は岐阜大学のSIPプロジェクトにおける社会実装支援の一環として作成
 - 現在の点検ルールの中での活用
 - 主としてSIPのロボット技術を想定
 - 現時点でのロボット技術の性能・精度をもとに橋梁点検における活用方法を検討
 - 他のロボット技術、将来的に開発される技術の活用を妨げるものではない
- 本指針(案)が、より効果的な活用方法検討への参考となることを期待する

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

16



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(1)



ロボット技術に求められる精度

☆「部材の健全度がⅡ以上となり得る損傷」の「有無」を点検技術者が判断可能な精度とは？

☆岐阜県内自治体が管理する橋梁の点検で準用されている
岐阜県橋梁点検マニュアル(H28.3)に基づいた
「部材の健全度判断手順」と「要求精度」を設定する。

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

17



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(2)



健全性がⅡ以上となり得る損傷であるか否か判断可能な精度

部材単位の健全性診断の判定区分

区分	措置の基本的考え方	状態
I 健全	監視や対策を行う必要のない状態	建造物の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ 予防保全段階	状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態	建造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
Ⅲ 早期処置段階	早期に監視や対策を行う必要がある状態	建造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
Ⅳ 緊急措置段階	緊急に対策を行う必要がある状態をいう	建造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が高く、緊急に措置を講ずべき状態

出典：道路橋定期点検要領、平成26年6月、国土交通省道路局

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

18



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(3)



岐阜県では？ ひびわれ判定基準の例

損傷内容		上部工PC主桁	RC下部工
I a 補修対象外	健全	なし	なし
I b	健全 (経過観察)	小さなひびわれ (幅0.3mm未満)	ひびわれ (局部的 & 遊離石灰あり)
Ⅱ	予防保全段階	局部的のひびわれ 幅0.3mm以上	橋脚梁付根部や橋座部の幅0.3mm以上ひびわれ or 幅1mm以上のひびわれ or 広範囲の遊離石灰を伴うひびわれ
Ⅲ	早期処置段階	広範囲のひびわれ 幅0.3mm以上	幅1mm以上のひびわれ and ひびわれ面の段差
Ⅳ	緊急措置段階	特に大きなひびわれ (割れに近い状態)	—

出典：岐阜県橋梁点検マニュアル、平成28年3月、岐阜県県土整備部道路維持課

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

19



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(4)



岐阜県では？ 鉄筋・鋼材の露出、腐食の判定基準の例

損傷内容		上部工PC主桁	RC下部工
I a 補修対象外	健全	なし	なし
I b	健全 (経過観察)	鉄筋露出(局部的)	鉄筋露出 (局部的 & 腐食なし)
Ⅱ	予防保全段階	鉄筋露出(広範囲) PC鋼材(シーース含)露出 (局部的 & 腐食なし)	鉄筋露出 (広範囲 & 腐食なし)
Ⅲ	早期処置段階	PC鋼材(シーース含)の露出 (広範囲 & 腐食なし) or (局部的 & 腐食あり)	鉄筋露出 (局部的 & 腐食あり)
Ⅳ	緊急措置段階	PC鋼材(シーース含)の露出 (広範囲 & 腐食あり)	鉄筋露出あり (広範囲 & 腐食あり)

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

20



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(5)



点検技術者が求める情報

位置	発生位置によって、同じ損傷であっても、それが「橋の構造上、致命的な影響を及ぼしかねない重大な異常なのか」、緊急性の評価および原因推定の判断材料となる
範囲	発生している箇所(全体 or 局所、細 or 線)によって、その損傷が橋に与える影響度を考慮し、緊急性の評価および原因推定の判断材料となる
大きさ	損傷の大きさによって、橋に与える影響度を考慮し、緊急性の評価および原因推定の判断材料となる (ひび割れは幅と長さ、ひび割れ以外は面積)
方向(パターン)	ひび割れは、発生している方向やそのパターンによって、原因推定の重要な判断材料となり、緊急性の評価の判断材料となる(水平、鉛直、斜め、鋼材方向、直交方向、網目状)
量	桁遊間や支承移動量等の変位量によって、橋に与える影響度を考慮し、緊急性の評価および原因推定の判断材料となる
原因元	漏水や遊離石灰等、水の経路によって、原因推定の重要な判断材料となり、緊急性の評価の判断材料となる。

☆点検技術者は、これらの情報を損傷図や写真等によって判断する

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

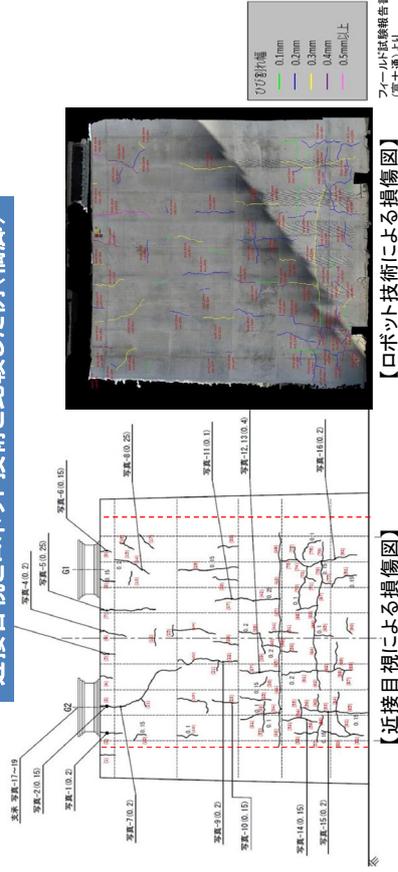
21



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(7)



近接目視とロボット技術と比較した例(橋脚)



2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

23



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(6)



要求性能・精度

要求性能・精度		検証方法
有無	損傷の種類を認識できる。	
位置	損傷箇所と他の部材との位置関係を、スケッチできる精度で検出ができる。	
範囲	損傷の範囲が、局所的か広範囲か、判断できる全体像を記録できる。	近接目視により作成された損傷図と比較し、損傷の位置、範囲、方向が概ね一致していること。
方向(パターン)	以下のひび割れ方向、パターンを検出できる。 (水平、鉛直、斜め、鋼材方向、直交方向、網目状)	
原因元	漏水や遊離石灰等、水の影響が懸念される損傷に対し、水の浸入経路を追跡できる。	
計測機能	【ひび割れ幅】 0.2mm以上のひび割れ幅を0.1mm以内の誤差で計測できる。 【ひび割れ長さ、剥離、鉄筋露出、漏水等】 50mm以内の誤差で計測できる。 (長さ=○○○mm, 面積A=○○○mm × ○○○mm)	近接目視により作成された損傷図との比較、あるいは人工的に作成した精度検証指標の計測結果が、左記に示す許容誤差の範囲内であること。
量	桁遊間や支承の変位量を、10mm以内の誤差で計測できる。	

☆できるだけ定量的評価を目指す。

※適用性評価委員会による最終確定前である。

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

22



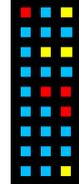
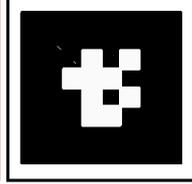
7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(8)



精度検証用マーク

視認性検証(10cm角, 5cm角)

ひび割れ幅検証



※0.02mm印刷時誤差

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

24



7. 自治体点検マニュアルに基づいた精度規定の例(9)



精度検証に関するまとめ

- Q1: 近接目視の精度検証用ベンチマークは？
A1: 点検済み成果を利用せず→精度検証用の構造部位を準備
- Q2: ロボット点検における損傷図は必要か？
A2: 損傷図作成時の点検技術者以外の人の手による誤謬の排除
→ ロボット点検に適した損傷図相当の成果様式の整備
- Q3: 損傷がないという証拠データは？
A3: すべての部材を網羅した自由に拡大や計測が可能な画像データ
による成果納品(最低限0.2mmのひび割れ幅が認識可能)
→ ロボット点検用に高解像度の画像データの編集・整理・保管に関するソフトウェアの整備

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

25



8. 自治体橋梁点検への適用(1)



自治体の橋梁点検への適用に向けた課題

- (1) 実際に精度検証をおこなう対象橋梁は？
- (2) ロボットが取得した膨大なデータは、管理者が保管する？
- (3) 今のところ、ロボット点検による事前調査と近接目視との併用？
- (4) ロボット点検の発注時における積算方法は？

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

26



8. 自治体橋梁点検への適用(2)



(1) 実際に精度検証をおこなう対象橋梁は？

☆人工的な損傷や、ベンチマークとなり得る精度を有する詳細点検部分を、自治体(例えば岐阜県内共通)で数橋、指定する。

☆精度検証部位は限定する。



2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

27



8. 自治体橋梁点検への適用(3)



(1) 実際に精度検証をおこなう対象橋梁は？



鋼・コンクリート製の橋梁で、老朽化や障害物を再現し、ロボット技術による状況確認や点検に関する試験や操縦訓練を行う施設

コンクリートのひび割れ・剥離・うき、鋼材のボルト緩み・亀裂、支承部の機能障害などを再現(一部の劣化は、テストピースとして入れ替えが可能)

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

28



8. 自治体橋梁点検への適用(4)

(2) ロボットが取得した膨大なデータは、管理者が保管する？

点検業者(コンサルタント)による保管



岐阜県建設研究センター あるいは GCCA で一括管理することが理想



8. 自治体橋梁点検への適用(5)

(3) 今のところ、ロボット点検による事前調査と近接目視との併用？

< 現在 >

< 第1ステップ >

① ロボット技術による事前調査

② 大型橋梁点検車による近接目視点検

(**全箇所**)

< 第2ステップ >

① ロボット技術による事前調査

② 大型橋梁点検車による近接目視点検

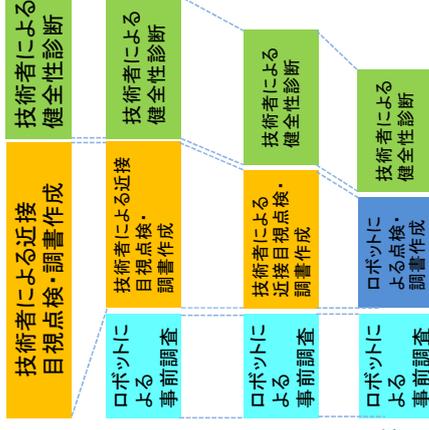
(**健全性Ⅱ以上の変状箇所**)

< 第3ステップ >

① ロボット技術(ドローン等)による事前調査

② ロボット技術(ロボットカメラ等)による点検

(**健全性Ⅱ以上の変状箇所**)



8. 自治体橋梁点検への適用(6)

(3) 今のところ、ロボット点検による事前調査と近接目視との併用？

ロボットのみによる点検範囲の拡大の可能性について

☆ 橋梁点検車が必要な橋梁で、一回目の点検でほとんど損傷がないことが分かっている橋梁(健全性判定 I a, I b の橋梁)

例えば...

自治体が管理する中小橋梁で多いプレテン桁橋等

☆ 今後、中小橋梁でのロボット技術との比較検証を重ねて、ロボットのみによる点検範囲の拡大を検討する。



8. 自治体橋梁点検への適用(7)

(4) ロボット点検の発注時における積算方法は？

従来手法の積算方法

・ 国交省: 橋面積による積算(橋梁規模や損傷度合いに関係ない)

・ 岐阜県: 「岐阜県橋梁点検マニュアル」に従った積算方法

ロボット点検の積算方法

・ 色々な橋梁での検証を行ない、ロボット点検用の積算方法を確立する。



9. 今後の展開

- 適用性委員会
 - 指針(案)についての最終審議(3月)
 - ファイールド試験結果の反映
- 指針(案)の公開
 - 岐阜大学SIP実装プロジェクトのHP等において指針(案)を公開予定
- 地方自治体の橋梁点検への活用
 - 各務原市との協定に基づいて各務原大橋の定期点検に対する適用を検討中
 - 各務原大橋点検要領, 発注形態など

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

33



ファイールド試験対象橋梁 各務原大橋

詳細は [岐阜大学 SIP](#)



常設実証試験用ファイールド 下橋

2018/3/5

岐阜大学SIP第4回報告会

34

