

第8回 SIP インフラ 社会実装促進会議

各務原大橋 – 新しい点検システムへのSIP 技術適用

2017.9.7 岐阜大学 六郷恵哲

- 岐阜大学SIP実装チームの活動
- 橋梁点検技術のフィールド試験結果
 - ・ 損傷の多いRC橋への適用
 - ・ 比較的健全なPC橋への適用
 - ・ ロボット点検技術の利点
- 橋梁点検へのロボット技術の取入れ



岐阜大学SIP実装チームの活動

課題：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

技術の選定

- MAコアメンバーにより, 18 SIP技術を選定

説明会

- 4回に分けて, 14 SIP技術を紹介

フィールド試験

- 6回に分けて, 8 SIP技術を実演

調査研究

- 実装の障害と対策等をヒヤリング調査等

構造物モデル

- PC橋, 鋼桁端部, トネル断面モデルを製作

HP等の広報

- HPを開設し, 情報を公開, 新聞報道も

橋梁点検実装

- ロボット技術を取入れた各務原大橋点検

➤ ホームページ <http://me-unit.net/>

新技術導入に関する調査研究

➤ 新技術が導入されやすい条件

- 技術が優れている
- 性能の評価方法が確立している
- マニュアル等が整い活用の方法が明確になっている
- 従来の技術で、困っている箇所がある
- 組織のトップが新技術導入に積極的である

➤ 土木分野での新技術の導入の障害と対策の例

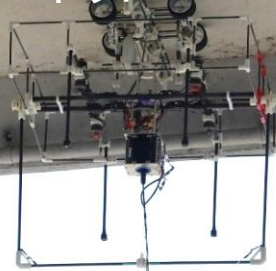
- 技術内容やコストだけでなく、行政の仕事の仕組
(ルール順守, 癒着防止, 会計検査)の影響も大きい
 - ルールを修正あるいは追加する
 - 大学が産官学連携の要となる
 - 会計検査の無い企業で実績を作る

橋梁点検技術のフィールド試験結果

① 打音機能付飛行ロボット



③ 打音機構付点検ロボット



④ 橋梁点検ロボットカメラ

② 二輪型マルチコプタ



⑤ 可変ピッチ機構付ドローン



RC橋
2/22



4/12



PC橋(各務原大橋)

橋梁	球殻飛行ロボット	打音機構付点検ロボット	打音機能付飛行ロボット	橋梁点検ロボットカメラ	二輪型マルチコプタ	可変ピッチ機構付ドローン
鋼鉄桁	○					
RC		○	○	○		
PC		○	○	○	○	○

損傷の多いRC橋への適用



下橋(管理者:美濃市) 橋長:180.2m
車道幅員3.0m(現在は歩道として利用)
RC単純T桁橋8連 1963年竣工(S31道示)

フィールド試験の目的

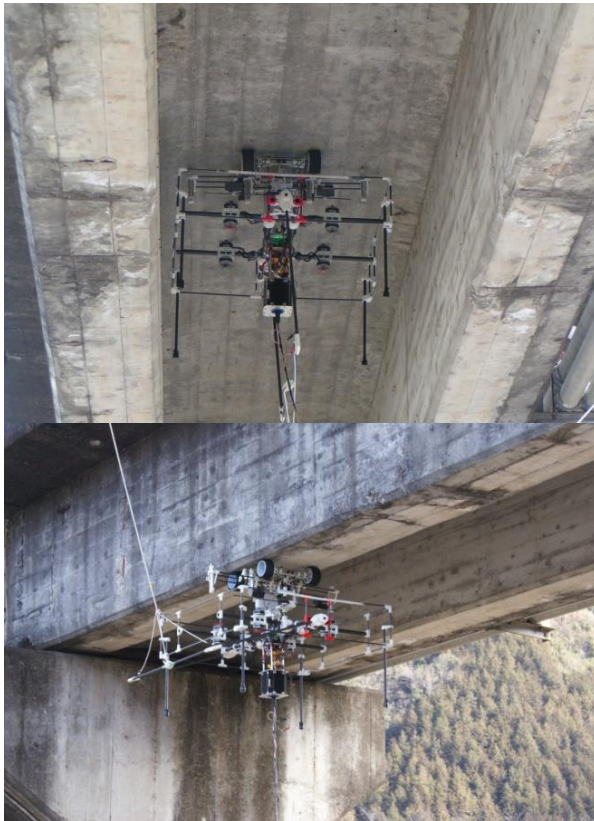
- ① 損傷の多いRC橋(健全度 主桁Ⅱ～Ⅲ, 床版Ⅱ)へのロボット技術の適用
- ② 損傷の検出精度, 打音点検機能の確認

美濃市とは、「橋梁点検新技術の試験フィールド使用協定書」を結んでおり, 容易に使用できる



フィールド試験対象技術

打音機構付点検ロボット



ポール打検機

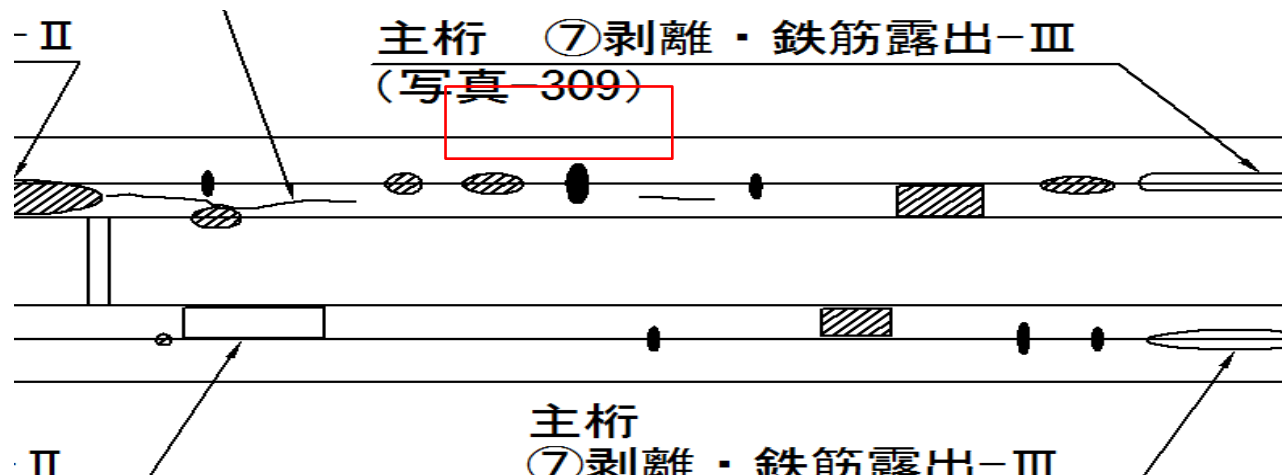


橋梁点検ロボットカメラ

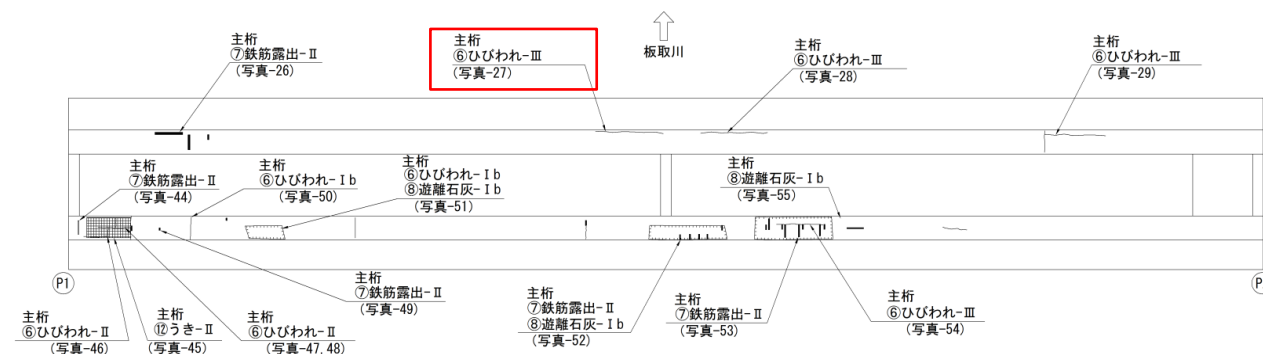


損傷マップの比較

定期点検
(2015/2/19)

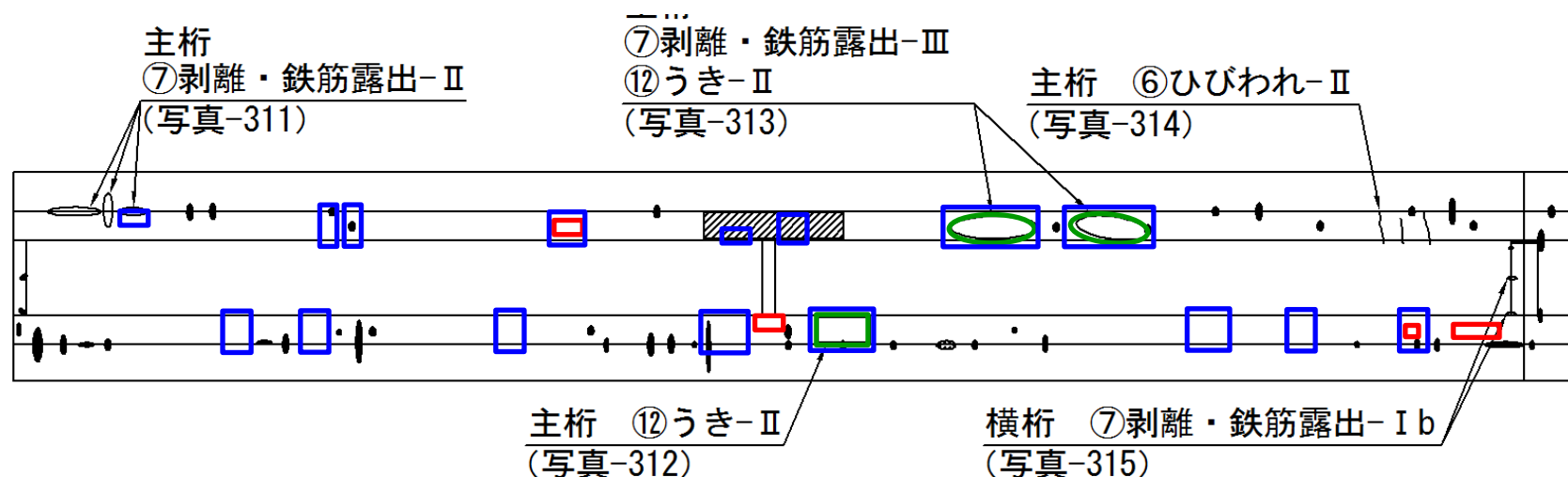


今回点検
(2017/2/22)
橋梁点検
ロボットカメラ



- 2015定期点検で検出された損傷については、今回点検でも検出しており、コンクリートの浮きがひび割れに進行している結果も検出されている。
- 橋梁点検ロボットカメラは、点検技術者が直接操作できるため、従来型の点検手法結果との差異は少ない。

コンクリート打音点検による浮き把握の比較



- ②
- ① ポール打検機によって確認された浮き損傷(追加部位のみ) ③
- ② ドローン打撃機構によって異常打音検知部位
- ③ 2015定期点検で検知された浮きの部位

- ポール打検機では、定期点検での検知部位3箇所以外に、4箇所の浮きを検知している。
- 全面打音を実施したドローン打撃機構では、定期点検での検知部位3箇所を含み16箇所の浮きを検知しており、検出漏れは認められない。
- ポール打検機とドローン打撃機構では、2箇所の浮きについては一致した判定を行っているが、不一致の部位もあり、信頼性検証が必要である。
- ドローン打撃機構での全面点検は、技術者によるたたき点検実施のスクリーニングに有効。

比較的健全なPC橋への適用



各務原大橋(管理者:各務原市) 橋長:594m
全幅員17.1m, 車道幅員7.5m, 歩道幅員:@3.0m
10径間連続桁フィンバック橋 2013年竣工

フィールド試験の目的

- 大型橋梁点検車での点検ができない橋梁における点検ロボットの活用
- 特殊形状を有するPC上部工での点検機能の確認



フィールド試験対象技術



損傷画像の比較

- ① 従来点検手法(高所作業車) ② 橋梁点検ロボットカメラ ③ 可変ピッチ機構付ドローン



- ① 従来点検手法では点検員が近接撮影するため、撮影方向の自由度が高い。
② 橋梁点検ロボットカメラではカメラのズーム機能により解像度は高いが、近接撮影ではないため、撮影方向の自由度が低く撮影できない部位が発生する場合もある。



- ③ 可変ピッチ機構付ドローンは、近接撮影ができるため、撮影方向の自由度は比較的高いが、動画撮影から画像を切取る場合には解像度が低下するので、判定に必要な解像度の指定が必要である。

狭隘な部位(支承部)の点検

点検スペースがない
橋脚天端



- ① 橋梁点検ロボットカメラではカメラのズーム機能により解像度は高いが、近接撮影ではないため、撮影方向の自由度が低く、撮影できない部位が発生する場合もある。
- ② 小型二輪型マルチコプターでは、近接撮影もでき、撮影方向の自由度は高い。操作員から直視できない部位となるため、モニターを見ながら遠隔操作を行うFPV(First Person View)の機能が必須である。
- ③ シュノーケルカメラを搭載した可変ピッチ機構付ドローンは、近接撮影ができるため、撮影方向の自由度は比較的高いが、動画撮影から画像を切取る場合には解像度が低下するので、判定に必要な解像度の指定が必要である。



① 橋梁点検ロボットカメラ



② 小型二輪型マルチコプター



③ 可変ピッチ機構付ドローン
(シュノーケルカメラ搭載)

ロボット点検技術の利点

- ① 遠隔操作で近接画像撮影ができる。
- ② 近接撮影が可能な飛行ロボットは、撮影方向の自由度が高く、適格な映像取得が可能である。
- ③ 添架物等の障害があり、近接目視でも点検できない部位でも、機種によっては近接映像が取得できる。
- ④ 機種によっては、狭隘な支承周りの点検にも充分適用できる。
- ⑤ ひび割れ幅0.1mm程度まで検知できる精緻な解像度を有する。
- ⑥ 多数の写真を合成し、効率的な損傷マップ作成が可能である。
- ⑦ 近接画像を合成することで、ひび割れ補修延長把握などが把握でき、補修設計の調査ツールとしても活用できる。
- ⑧ 打音点検ロボットによる全面点検は、技術者によるたたき点検実施のスクリーニングとして、有効な手段である。

橋梁点検へのロボット技術の取入れ

➤ 背景

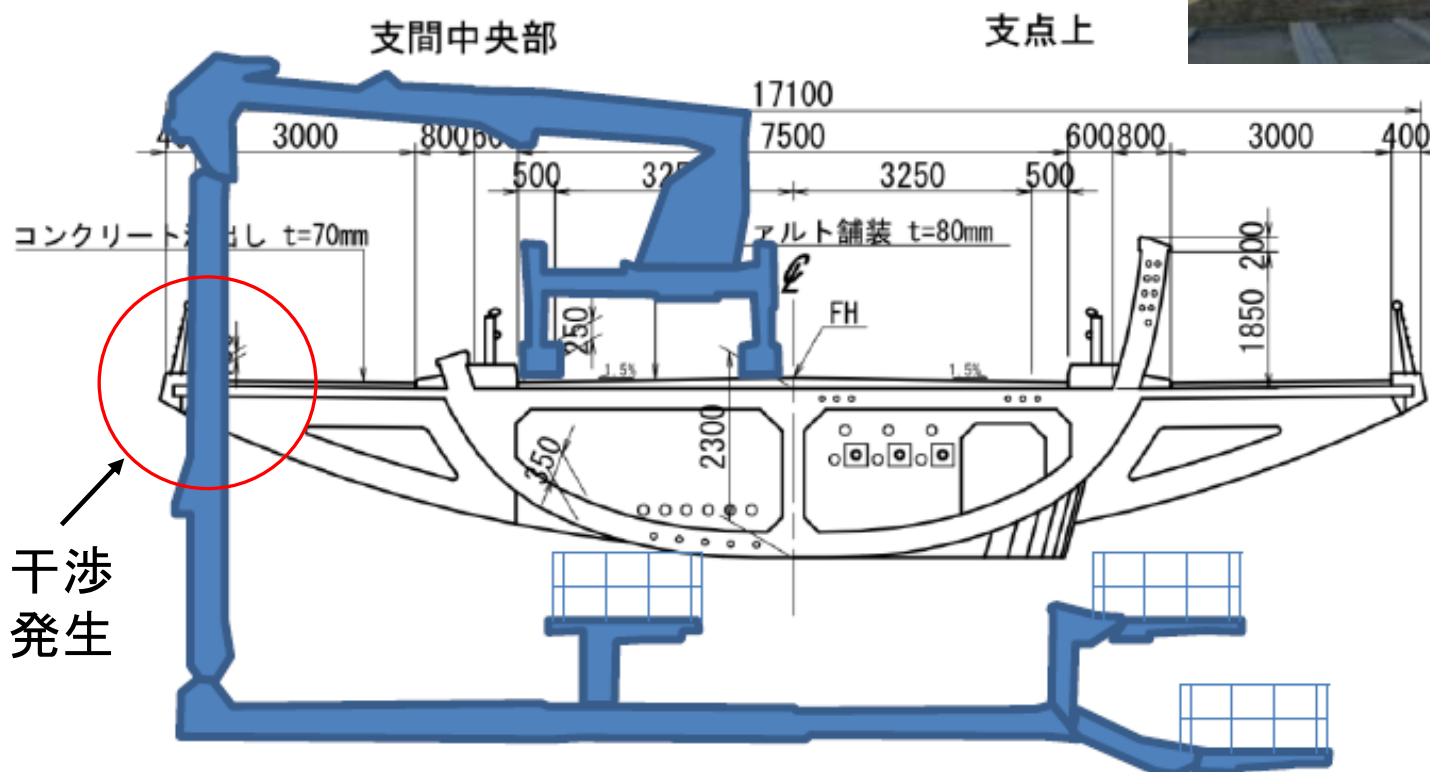
- ロボット技術の導入でインフラメンテナンスの**魅力アップ**
- SIP等で、様々な分野の**ロボット技術が開発・進歩**
- 使われることが明確であれば、技術開発が加速
- 現状のロボット技術の利用に適した**自治体の橋梁**
 各務原大橋: 比較的新しい 大型の コンクリート橋梁
- 橋梁点検へのロボット技術の導入に意欲的な自治体
- 技術支援が可能な**岐阜大学SIP実装プロジェクト**が活動中

➤ 意義

- SIP地域実装の活動の意義を示す
- 他の自治体でのロボット技術の活用を促す
- 橋梁点検用のロボット技術の開発を促す

各務原大橋の特徴

- 大型橋梁点検車を用いた点検が困難



各務原大橋

管理者: 各務原市

橋長: 594m

全幅員: 17.1m,
車道幅員: 7.5m,
歩道幅員: 2@3.0m

10径間連続桁
フィンバック橋

2013年竣工

大型橋梁点検車 (BT400) による橋梁点検 (標準幅員部)

ロボット技術を取入れた 橋梁点検指針(案)を作成中



- 「近接目視とロボット技術を組合せてよい状況」を想定して指針を作成中
- 与えられた条件 (SIP実装プロジェクト, 自治体管理の橋梁, 道路橋定期点検要領, 岐阜県橋梁点検マニュアル) の中で, 絞った内容で検討中
 - 支援内容: 近接目視が必要な損傷を確認するためのスクリーニングに重点
 - 対象橋梁: コンクリート橋
 - 取得情報の要求精度: 部材の健全性がⅡ以上か否かを判断可能なもの
 - ✓ 岐阜県橋梁点検マニュアルを参考にすると, ひび割れ損傷については, 幅0.3mm以上を確認できる精度
 - 対象技術: 主にSIPロボット技術(5種類)

検討中のロボット技術を取入れた橋梁点検指針

- 目的と位置付け： 道路橋定期点検要領に基づき，地方自治体におけるロボット技術を取り入れた橋梁の定期点検を支援
- 支援内容： ロボット技術を活用したスクリーニング調査により，橋梁点検における損傷状況を把握し近接目視を支援する，等
- 対象橋梁形式： 損傷の少ない 大きな コンクリート橋
- 点検技術者： ロボット技術の機能を把握し，ロボット技術による支援効果を判断可能な能力も有する者
- 点検手順： スクリーニング調査／近接目視の必要性を判断／近接目視による点検／対策の必要性を判定／健全性診断
- 機能： 点検情報の取得と記録／近接目視の必要性判断用資料提供／点検調書作成用の資料提供／記録データの提供
- 精度： 各部材の健全性がⅡ以上か否かを判断可能な精度
- 対象技術： SIP において開発されたロボット技術が中心

「評価委員会」と「検討会」による取組み



- 「新しい橋梁点検技術の適用性評価委員会」(7/25, 9/1, 3)
 - フィールド試験の対象橋梁の点検結果の確認
 - 各ロボット技術のフィールド試験報告書の確認
 - 各ロボット技術への要求性能の検討
 - 「ロボット技術を取り入れた橋梁点検指針(案)」の作成
- 「各務原大橋の橋梁点検方法検討会」(10月以降)
 - 点検部位と点検ロボットの組合せ検討
 - 橋梁定期点検費比較の実施
 - 特記仕様書(案)の作成
 - ロボット技術を取り入れた橋梁点検方法(案)の作成

「5年に1回の近接目視が基本」への対応の例

- 国交省から「新しい点検方法」の試行の指示
- 国交省が、「ロボット技術を取り入れた定期点検」の枠を交付金に設け、全国からプロジェクトを募集
- 「同等の新技术であれば併用を妨げない」、「目視または同等の性能を有する機器により行う」と、点検要領に追記
- 「損傷個所については確実に近接目視を行うこととし、損傷の有無の確認については近接目視と同等と認められる技術により代替することができる」と、点検要領に記載
- 運用や要領について、SIP地域実装連携会議からも要望
- 大学のSIP実装チームが自治体から定期点検を受注
- 個別の橋梁では、現行ルールの枠内で柔軟に対応
- 他には？

- 魅力的で夢のあるインフラメンテナンスを常に描く
 - 活力ある社会のための安全快適なインフラを保つ
 - 技術者が活躍でき、世界に貢献できる
- 指針やアニュアルの記載内容を充実させる
 - 優れた新技術を取り入れやすい記載とする
 - 技術開発を促す記載とする
- 詳細な情報の確実な記録に伴う懸念に備える
 - 追跡調査により、原因や責任をより明確にできることに伴う新たな問題への準備も必要である
 - 例えば、故意でなければ、担当技術者への責任追及や処罰と連動させない、被害への補償制度を用意する、といった対応も考えられる
- 他には？