岐阜大学ＳＩＰ実装プロジェクト

第 6 回フィールド試験実施計画書

【SIP　橋梁点検技術】

平成２９年４月

国立大学法人　岐阜大学
ＳＩＰ実装支援チーム

目　次

1　フィールド試験概要 1

1.1　目的 1
1.2　実施日時 1
1.3　実施場所 1
1.4　試験項目 1
1.5　試験参加者 2
1.6　主催者 2
1.7　位置図 2
1.8　試験場所へのアクセス 3
1.9　受講証明書の発行 3

2　試験技術の概要 4

2.1　橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発 4
(1) 技術の概要 4
(2) 参考資料 5
2.2　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 7
(1) 技術の概要 7
(2) 参考資料 8
2.3　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 10
(1) 技術の概要 10
(2) 参考資料 11
2.4　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 13
(1) 技術の概要 13
(2) 参考資料 14
2.5　橋梁など道路インフラの点検支援システムの研究開発（可変ピッチドローン） 16
(1) 技術の概要 16
(2) 参考資料 17

3　フィールド試験工程計画 18

3.1　全体工程 18
3.2　見学会当日スケジュール 18

4　試験内容の詳細 19

4.1　技術検証の目的 19
4.2　各務原大橋の構造的な特徴 24
4.3　フィールド試験における確認項目 25
4.4　フィールド試験結果の活用 27

5　現場配置計画 28

1.1　右岸側現場配置計画 28
1.2　左岸側現場配置計画 28

6　各種手続等 29

6.1　河川敷内作業に係る手続 29

6.2　橋梁上歩道の利用に係る手続 29
6.3　航空法関連許可・承認申請 29
7　使用機材 31
8　中止判断、緊急時連絡体制 32
8.1　中止判断 32
8.2　緊急時連絡体制 32
9　別添資料 33

1　フィールド試験概要

1.1　目的

一般的な橋梁点検が困難な橋梁について、飛行ロボットやロボットカメラなどSIP技術による点検を部分的に試行し、橋梁点検における新技術活用の可能性を検討するとともに、将来の橋梁点検計画の基礎資料とすることを目的とする。

1.2　実施日時

(1) フィールド試験見学会
平成29年4月12日(水)　　予備日：4月14日(金)
午前9:30～午後4:00（受付開始午前9:00）

(2) フィールド試験作業
平成29年4月10日(月)～4月14日(金)　※ 見学会開催日以外は、見学不可
午前9:00～午後3:00

1.3　実施場所

(1) 各務原大橋　A1～P2（木曽川右岸、岐阜県各務原市上中屋町）
P9～A2（木曽川左岸、各務原市川島小網町）

表 1 各務原大橋諸元

路線名	市道那加小網線
橋梁名	各務原大橋
橋梁形式	10径間連続桁フィンバック橋
橋長	594m
車道幅員	7.5m＝0.5＋2@3.25＋0.5
歩道幅員	2@3.0m
開通	平成25年3月
管理者	各務原市
その他	2015年土木学会デザイン賞受賞 平成30年橋梁点検予定

(2) 各務原大橋交流広場内施設
軽微な事務作業に利用可能（開閉処理は各務原市）

1.4　試験項目

既設橋梁（各務原大橋）において、以下の技術による橋梁点検の試行を行う。

表 2 試験技術一覧

ＳＩＰ研究開発テーマ		研究機関
①	橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発	日本電気株式会社 西沢　俊広
②	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	富士通株式会社 沢崎　直之
③	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※	新日本非破壊検査株式会社 和田　秀樹
④	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※	三井住友建設株式会社 藤原　保久
⑤	橋梁など道路インフラの点検支援システムの研究開発（可変ピッチドローン）	株式会社デンソー 加藤　直也

※　③④の技術については平成28年度のフィールド試験において技術検証済

1.5　試験参加者

約 50 名（岐阜大学 SIP 実装プロジェクト関係者、各務原市、SIP 研究開発機関）

1.6　主催者

（主催）　　岐阜大学ＳＩＰ実装支援チーム
　　代表　：沢田　和秀
　　事務局：岐阜大学インフラマネジメント技術研究センター
　　（担当）羽田野（h_hatano@gifu-u.ac.jp）　TEL:058-293-2436

（共催）　　各務原市役所
　　公益財団法人　岐阜県建設研究センター

1.7　位置図

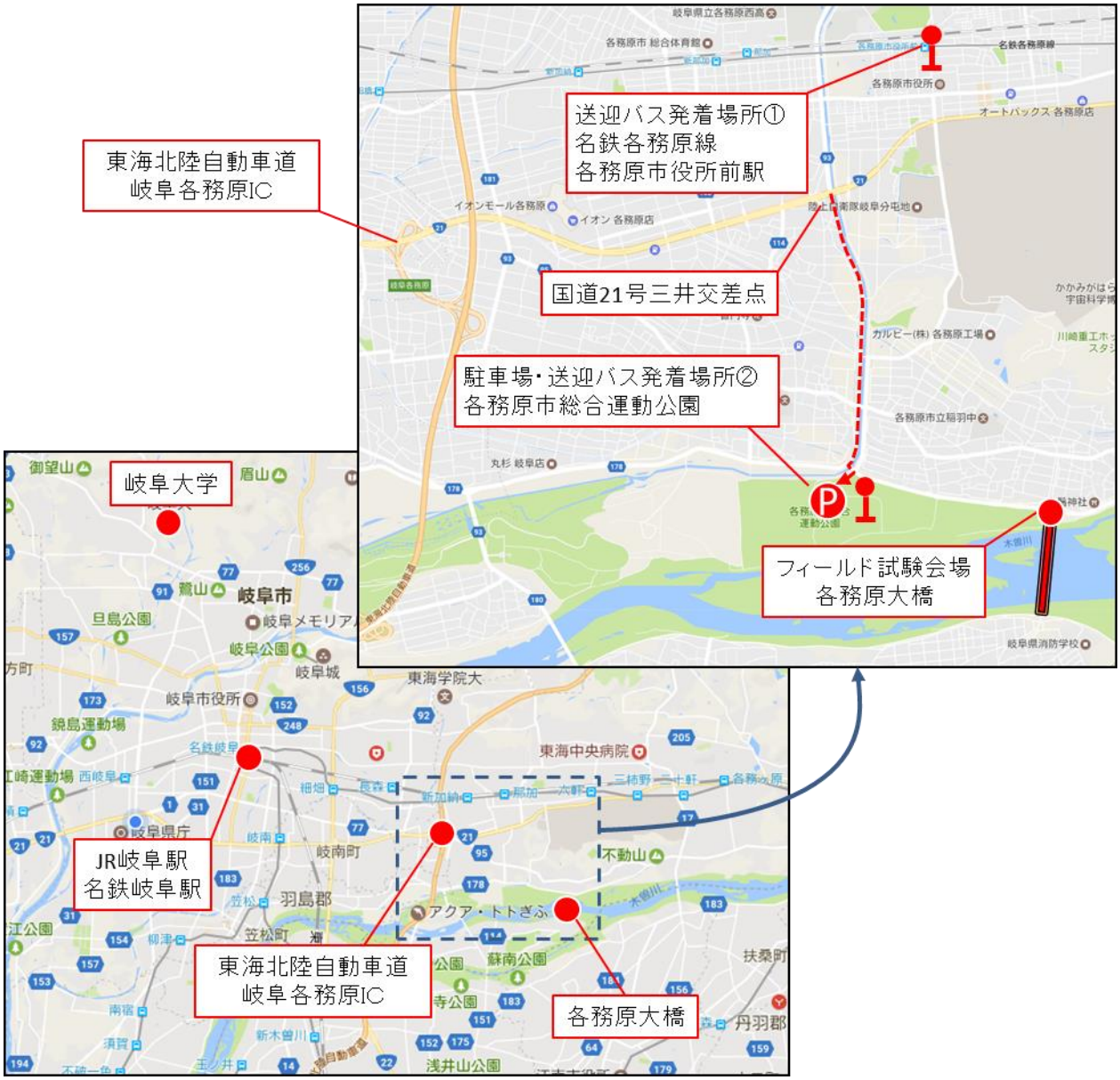


図 1 試験場所位置図

1.8　試験場所へのアクセス

4 月 12 日(水)開催のフィールド試験見学会については、試験場所周辺での駐車場所確保が困難なため、見学者の交通手段は以下とする。

なお、開発者及び事務局については、各務原大橋交流広場内の駐車スペースを利用する。

(1) 公共交通機関利用の場合

名鉄各務原線の各務原市役所前駅に集合。フィールド試験会場までは巡回マイクロバスを利用する。

(2) 自動車利用の場合

各務原市総合運動公園の無料駐車場を利用。フィールド試験会場までは巡回マイクロバスを利用する。

(3) 巡回マイクロバス

フィールド試験見学会の当日（4 月 12 日）は、名鉄各務原市役所駅、各務原市総合運動公園を経由し試験会場までを巡回するマイクロバスを運行する。

表 3 往路巡回マイクロバス時刻表

4 月 12 日(水)	1 号車	2 号車	1 号車	2 号車	1 号車	2 号車
各務原市役所駅前		8:05	8:25	8:50	9:07	9:30
		↓	↓	↓	↓	↓
総合運動公園駐車場	8:00	8:20	8:40	9:05	9:22	9:45
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
各務原大橋	8:05	8:25	8:45	9:10	9:27	9:50

名鉄到着時刻 (岐阜→市役所前)
7:44
7:59
8:17
8:34
8:46
9:02
9:13

表 4 復路巡回マイクロバス時刻表

4 月 12 日(水)復路	1 号車	2 号車	1 号車	2 号車	1 号車	2 号車
各務原大橋	14:25	14:30	15:00	15:05	15:35	15:40
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
総合運動公園駐車場	14:35	14:40	15:10	15:15	15:45	15:50
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
各務原市役所駅前	14:45	14:50	15:20	15:25	15:55	16:00

※　時刻は目安であり、当日の交通状況により多少前後する可能性有り。

※　9:00～14:25 の間は、見学会場にマイクロバスが 1 台待機。
　　希望者があれば駐車場あるいは各務原市役所駅まで運行。

1.9　受講証明書の発行

フィールド試験見学会（4 月 12 日）においては、希望者に CPDS（全国土木施工管理技士会連合会の継続学習制度）に基づく受講証明書を発行する。

2　試験技術の概要

2.1　橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発

(1) 技術の概要

研究開発テーマ	橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発
研究責任者	日本電気（株）　西沢　俊広
共同研究グループ	(株) 自立制御システム研究所、(一財) 首都高速道路技術センター、(国研) 産業技術総合研究所

【概　要】

①　何をする技術なのか？

・　高所における打音検査作業において、打検機を搭載した飛行ロボットを用いることにより、橋梁点検車などの機械足場を用いないで打音検査を可能にする技術。

②　維持管理における当該技術の活用方法の提案

・　地上 8m 以上の位置にあるコンクリート部材の打音検査を可能にする（8m 以下はポール打検機を使用）。

・　足場の設置・撤去時間及び費用を縮減可能。

③　当該技術を構成する個別技術（フィールド試験対象）

・　飛行ロボットに搭載した打検機を壁面に押し当てる飛行制御の基本機能。

・　非 GPS 環境での飛行を目標としたトータルステーションによる位置計測、LRF（ﾚｰｻﾞﾚﾝｼﾞﾌｧｲﾝﾀﾞｰ）による環境計測機能とプロポを使用しない自律飛行制御技術。

・　風洞での飛行性能の評価による風速 8m/s（横向き整流）での飛行安定性。

・　飛行ロボットのローターノイズを低減する音響処理フィルタによる、点検員の聴音による清音・濁音判別性能向上技術。

④　当該技術を構成する個別技術（開発中の技術）

・　清音・濁音の AI を用いた判別機能の技術。

【フィールド試験内容】

①　試験項目

・　P1 橋脚側面に模擬変状を貼り付け。

・　遠望目視で打音箇所（P1 橋脚側面、P1～P2 橋脚間床板下面）を決定、トータルステーションで座標計測。

・　離陸、打音検査箇所への自律的な誘導制御。

・　打音検査、模擬変状箇所と健全箇所の打音の違いの確認。

・　着陸。

②　当日の確認が可能な項目

・　打音検査で打音した音を聴音し、模擬変状個所と健全個所の聞き比べ。

・　ロボットの操作方法の確認。

③　後日の確認が可能な項目

・　無し（各務原大橋は供用後の期間が短いため、打音検査による変状箇所が無いと想定）

【フィールド試験制限事項】

・　降雨時は不可

【準備機材等（主催者側で用意すべきもの）】

・　40 インチ程の LCD モニター
（ノート PC の表示を行うので、D-Sub 用の映像入力端子があるもの）

・　長机（2 脚程）

・　拡声器

(2) 参考資料

■研究開発項目　：ロボット技術の研究開発
■研究開発テーマ　：橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステムの研究開発
■研究責任者　：日本電気（株）　西沢俊広
■共同研究グループ　：（株）自律制御システム研究所、（一財）首都高速道路技術センター、（国研）産業技術総合研究所

研究開発の目的・内容

目的：高所作業車等を利用した従来の打音検査の課題を解決するため、飛行ロボットを活用した点検システムを実現する。

従来の打音検査の課題
①高所作業車による長時間の車線規制
②高い橋脚等の足場設置が困難
③災害現場での人による点検が危険

飛行ロボットにより解決
①車線規制時間の大幅短縮
②死角など点検困難箇所の点検
③危険な場所での人の作業が不要

橋梁やトンネルの環境

打音点検飛行ロボット

打音点検センサ

研究内容：
①橋梁・トンネルなどの非GPS環境、風などの外乱がある環境での**飛行制御技術**
②コンクリート構造物の打音による変状の**状況検知技術**
③ロボットによる点検の**安全確保**と、従来の人手の点検からロボット導入による**生産性の向上**

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打音点検飛行ロボット／飛行制御技術

研究成果：
・打音点検飛行ロボットを試作し、国交省主催の現場検証にて要素技術の部分的な機能を確認
・非GPS環境での飛行を目標としたトータルステーションによる位置計測、LRF※による環境計測機能の実現
・搭載した打検機を壁面に押し当てる飛行制御の基本機能の実現
・JAXA風洞での飛行性能の評価により、風速8m/sの横向き整流での飛行安定性の確認
・逸脱防止用ネットによる飛行試験現場の安全性確保。

※LRF：レーザ レンジ ファインダ

試作した打音点検飛行ロボット

残された課題：
小型・軽量化
耐風性能の向上

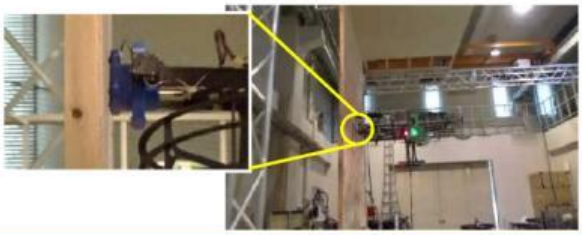
JAXA風洞での飛行性能評価

6.5mx5.5mの大型風洞でのフリーフライト評価
風速（整流）3m/s～8m/sで安定性確認

試作した逸脱防止用ネット

風を通しロボットをキャッチできるように網の間隔、糸の細さを最適化

打検機を押し当てる飛行制御



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ポール打検機／状況検知技術

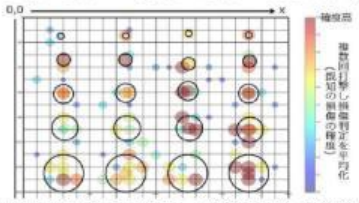
研究成果：

- 6m以下の高さで安価な打音点検支援を実現するため、打音点検飛行ロボットと共通のセンサヘッドを用いたポール打検機を試作。
- 国交省の現場検証において実用性を評価。従来の点検と同等の時間での作業性を確認。足場の構築時間、費用を縮減。
- 試験体や現場検証での打音の収集と解析の実施。周波数解析により変状の特徴抽出。
- Deep Learningによる打音の清音・濁音の識別機試作。
- 飛行ロボットのロータノイズを低減する音響処理フィルタの開発、点検員の評価により聞きやすさの向上を確認。

ポール打検機の構成

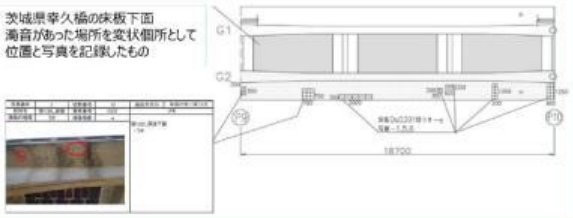
記録した打音の周波数解析結果

試験体を用いた清音・濁音の判別結果



黒い円で囲まれた箇所が変状部ダミー、下にいくほど大きく、右に行くほど浅い
格子の交点で打音データを収集、変状可能性がある部分に色付けをした
点検員と同等の判別性能を確認

ポール打検機による点検結果に基づく調書の例



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

最終目標

開発の最終目標：

＜共通＞
- 橋梁・トンネルの打音点検の支援
- 清音／濁音の識別支援

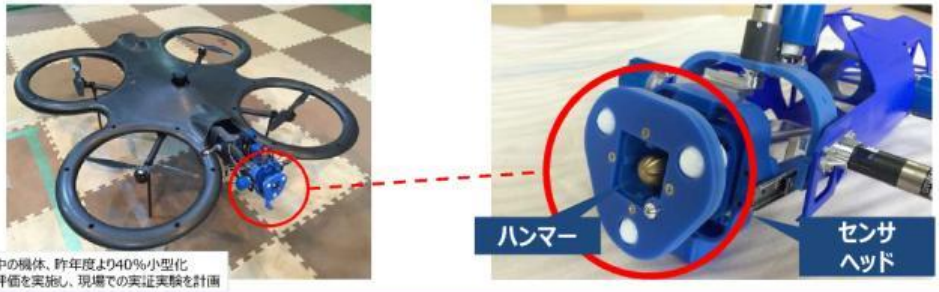
＜打音点検飛行ロボット＞
- 連続運用２時間（有線給電）
- 高度 30m　・平均風速8m/sで運用

＜ポール型打検機＞
- 足場なしで高さ6m以下の打音点検

社会実装イメージ：

- 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打音点検に本装置を活用
- 従来の機械足場や点検装置と同じようにレンタルにより点検業者に提供
- 点検データの管理、情報共有についてはクラウド型で情報サービスを提供
- 首都高速道路で実績を積み、NEXCOや国交省、県などの自治体が管理する道路へ展開
  さらに鉄道、ビル等の道路以外の点検に応用

改良中の打音点検飛行ロボットシステム



開発中の機体、昨年度より40%小型化
今後評価を実施し、現場での実証実験を計画

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

2.2　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

(1) 技術の概要

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	沢崎直之（富士通）
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

【概　要】

①　何をする技術なのか？

- ハイピア、高所にある支承部など、人が容易にアクセスできない要点検箇所に素早く移動して近接撮影を行う技術
- 撮影した画像等の点検データを 3D-CAD モデルに紐付けて一元管理し、多時期データの比較による損傷進行度合いの把握などの様々な用途に活用する技術

②　維持管理における当該技術の活用方法の提案

- 事前調査において、人がアクセスしにくい過年度点検時の損傷箇所の進行度合いや支承部の状態を短時間で確認
- 本点検で橋脚を全面撮影し、人による近接目視点検(打音を含む)が必要な範囲をスクリーニング
- 損傷写真に自動で撮影位置情報を付与することで、写真整理の作業時間を削減

③　当該技術を構成する個別技術（フィールド試験対象）

- 保護フレーム付き小型二輪型マルチコプタ
- ハイピア向け大型二輪型マルチコプタ
- タブレットを用いて橋梁の 3D-CAD モデル上で点検記録の参照･入力ができるアプリケーションソフトウェア

④　当該技術を構成する個別技術（開発中の技術）

- 損傷画像に撮影位置を自動付与する「ジオタグ添付技術」
- レーザースキャナ等で取得した点群データから橋梁の 3D-CAD モデルを半自動で生成する技術

【フィールド試験内容】

①　試験項目

保護フレーム付き小型二輪型マルチコプタを用いた主桁側面、橋脚等の近接撮影

②　当日の確認が可能な項目

マルチコプタ搭載カメラで撮影した FullHD 映像を有線伝送によりリアルタイムで確認

③　後日の確認が可能な項目

- 点検データ(損傷写真など)を 3D-CAD モデル上で確認
- 点検調書の自動出力（損傷写真・損傷図）

【フィールド試験制限事項】

- 降雨時は飛行不可
- 最大瞬間風速 5m/s 以上の場合は飛行不可

【準備機材等（主催者側で用意すべきもの)】

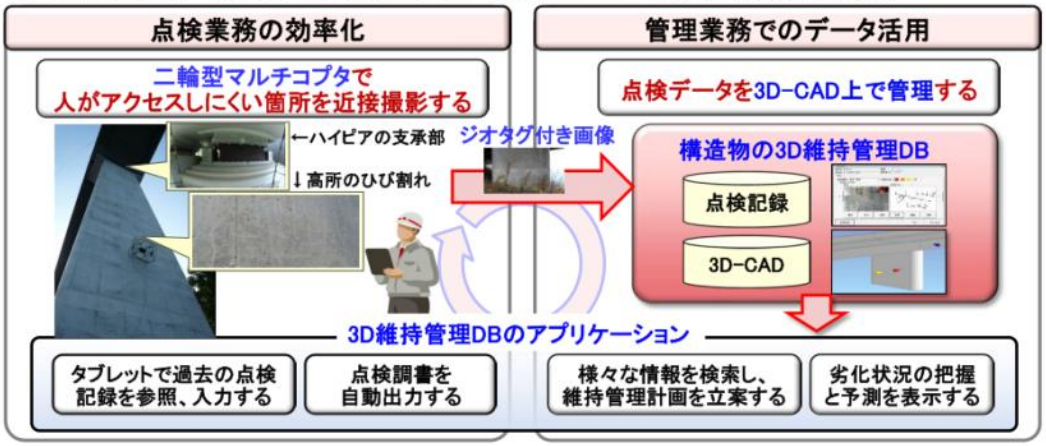
- 大型液晶モニター(HDMI 入力対応・FULL HD 表示、電源)、およびその設置台
- カラーコーン、コーンバー（橋上の歩道で使用）

(2) 参考資料

■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　：富士通株式会社、名古屋大学,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3D-CAD上で一元管理して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。



1

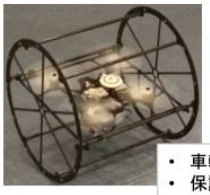
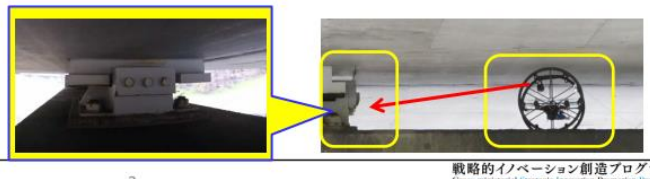
戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

現状の成果①　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

①大型二輪型マルチコプタ機構の開発
- 約40mのハイピアで橋脚・支承の近接撮影ができることを確認（風速5m/s以下）

②小型二輪型マルチコプタ機構の開発
- 約50cmの支承部に進入して近接撮影できることを確認(風速2m/s以下)

種類	ターゲット
①大型二輪型マルチコプタ ・車輪直径80cm ・有線給電・映像伝送	【対象】高さ30m以上のコンクリート橋 【活用方法】 従来はロープアクセスで点検していた箇所に素早くアクセスし、有線映像伝送でリアルタイムに状態把握
②小型二輪型マルチコプタ  ・車輪直径40cm ・保護フレーム付き	【対象】高さ45cm以上の支承部 【活用方法】橋脚の上に載って多方向から支承部を撮影 

2

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 点検データ管理システムの開発

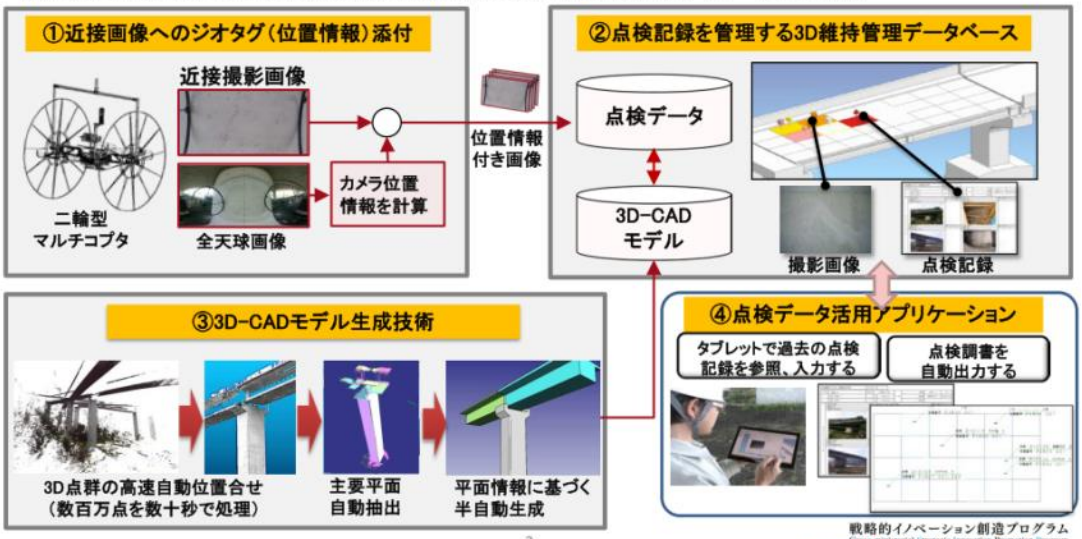
長期保存に耐え、点検データの高度活用が可能な点検データ管理システムの開発

①全天球カメラを利用したSFM(Structure from Motion)に基づく、近接画像へのジオタグ添付技術の原理試作

②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

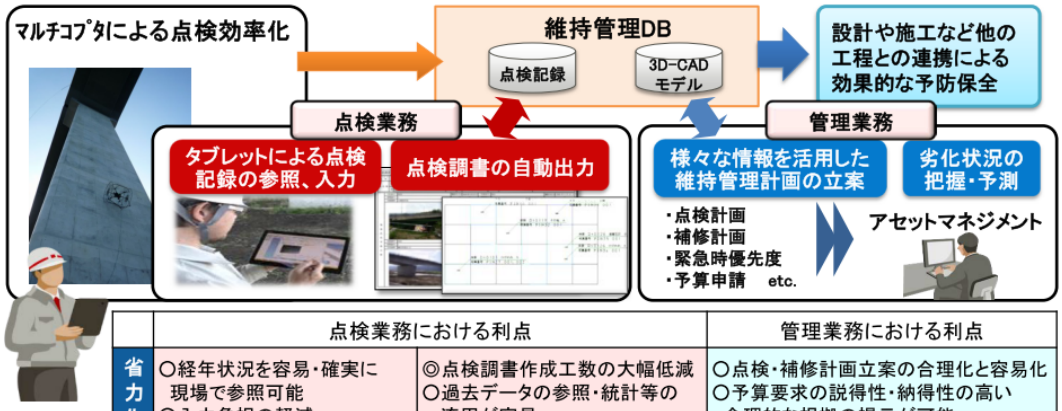
③レーザー計測や写真計測から、現況の橋梁の3Dモデルや3D-CADを生成する技術の開発

④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の橋脚、支承部、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



	点検業務における利点		管理業務における利点
省力化	○経年状況を容易・確実に現場で参照可能 ○入力負担の軽減。	◎点検調書作成工数の大幅低減 ○過去データの参照・統計等の流用が容易	○点検・補修計画立案の合理化と容易化 ○予算要求の説得性・納得性の高い合理的な根拠の提示が可能
品質向上	○経年状況から要注視箇所を漏れなく点検可能 ○点検者の経験・スキルによるバラツキ低減	○ヒューマンエラー極少化 写真と損傷位置の紐付け自動化 ○作成者の経験・スキルによるバラツキ低減	○より現実に近い精度の高い点検・補修計画が合理的に立案できる →安全担保と費用対効果の最大化の両立

2.3　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

(1) 技術の概要

研究開発テーマ	近接目視・打音検査等を用いた飛行ﾛﾎﾞｯﾄによる点検ｼｽﾃﾑの研究開発
研究責任者	新日本非破壊検査（株）メカトロニクス部　和田　秀樹
共同研究グループ	名古屋大学大学院、九州工業大学大学院、福岡県工業技術センター

【概　要】

①　何をする技術なのか？

・　飛行型ロボットにより橋梁・トンネル等の点検を支援または一部代替する技術

・　近接目視の代替としてカメラよる撮影、ひびわれの自動検出や形状測定などの解析技術

・　人に代わって簡易的な打音検査を効率的に実施し、空洞・剥離などを識別する解析技術

②　維持管理における当該技術の活用方法の提案

・　打音検査・近接目視の一部置換えとしての活用
　定期点検の事前調査として人か近づきにくい箇所のスクリーニングなどに活用することで、作業の効率化や特殊作業車の使用を減らすなどコスト低減が期待できる。

・　自主点検への活用
　定期点検以外の点検として、簡易的な点検、変状の進展調査および緊急点検において、近接目視・打音検査を代替することで、点検コストの大幅な低減が期待できる。特に、打音検査を活用することで目視では検出できない変状の検出が可能であり、剥落等の事故防止に期待ができる。

・　点検データの効果的な活用
　近接目視画像および打音信号は全てデジタル信号データとして保存、進展状況の確認も可能であり、補修時期・範囲の決定などに役立てることができる。

③　当該技術を構成する個別技術（フィールド試験対象）

・　ドローンに駆動車輪を搭載したロボット技術

・　カメラ画像の解析技術（検出・採寸：幅 0.2㎜ 以上のびびわれ）

・　連続打音検査機構と信号解析技術（検出：深さ 60㎜、50㎜×50㎜ 空洞）

④　当該技術を構成する個別技術（開発中の技術）

・　垂直壁面点検技術（橋脚等）

・　点検調書支援ソフト

・　超音波厚さ測定（鋼製部材）

【フィールド試験内容】

①　試験項目

・　床版・桁下面の近接目視・打音検査

②　当日の確認が可能な項目

・　床版・桁下面の接触走行と点検状況（実用性・作業効率）

③　後日の確認が可能な項目

・　点検調書（損傷写真・損傷図）

【フィールド試験制限事項】

・　降雨時、風速 5m(max)以上は不可

・　水平面部（床版・桁等）以外は不可

【準備機材等（主催者側で用意すべきもの)】

・　立ち入り禁止区画用柵等（カラーコーン・ポール等）

・　長机（２脚程度）

・　拡声器等

(2) 参考資料

■研究開発項目：ロボット技術の研究開発
■研究開発テーマ：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
■研究責任者：新日本非破壊検査(株) メカトロニクス部 次長 和田 秀樹
■共同研究グループ：名古屋大学大学院、九州工業大学大学院、福岡県工業技術センター

研究開発の目的・内容

SIP

背景

インフラ点検には多くの課題

- 特殊車輌・足場使用のコスト
- 安全対策
- 点検者技能に依存
- 技術者の不足

特殊車輌による点検

研究開発の目的

ドローン技術の活用とデータ解析で点検作業の効率化・低コスト化を支援

- 特殊車輌・足場費の削減
- 道路規制の低減
- 従来点検データの活用
- 変状の自動検出
- 点検調書の支援

ロボットによる点検イメージ

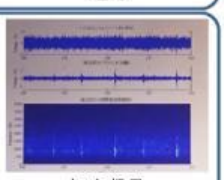
研究開発の内容

- ドローンと駆動車輪を合わせた移動機構
- 近接目視・打音検査を実施する点検機構
- 画像・音響解析による変状検出システム

飛行

走行

打音検査



打音信号

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

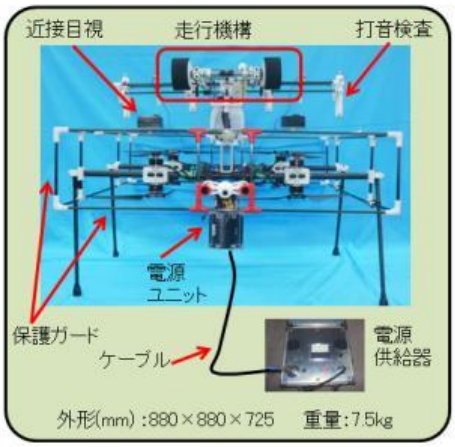
1

現状の成果①

SIP

点検ロボット

ドローンの上部に駆動車輪と点検機構を搭載した点検ロボットを開発
車輪を押し当て走行状態で連続点検



ロボットによる点検作業の代替
・人が容易に近づけない箇所へ飛行
・車輪を押し当て、走行状態で点検

飛行機構

点検部への接近は小型が有利
⇒小型で高出力

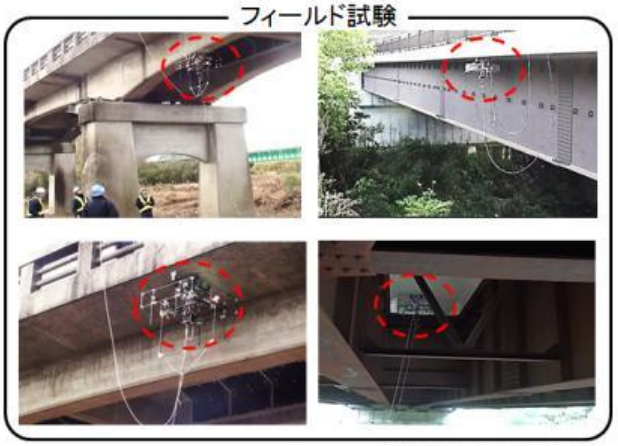
(二重反転式クワッド型)

走行機構

点検面の傾斜に対応
⇒車輪揺動

(前/後 ±15°)(左/右±20°)

フィールド試験



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

2

現状の成果②

SIP

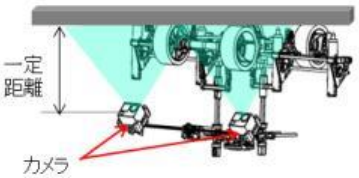
自動検出システム

点検機構により得られたカメラ画像と打音信号から
ひびわれ、空洞等が検出できることを確認した

見落としなどの検出漏れ防止
点検結果のデジタルデータ化

近接目視

近距離から動画撮影

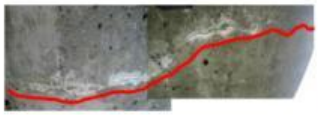


マルチカメラ機構

画像補正

・魚眼補正
・台形補正
・画像合成
・点検マップ作製

画像解析
・ひびわれ自動検出(幅0.2mm程度)
・ひびわれ測定(われ幅, 長さ, 位置)

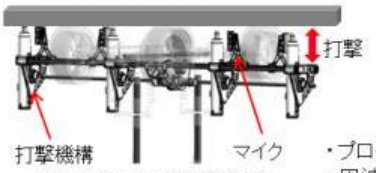


(遊離石灰)

(ひびわれ・剥離)

打音検査

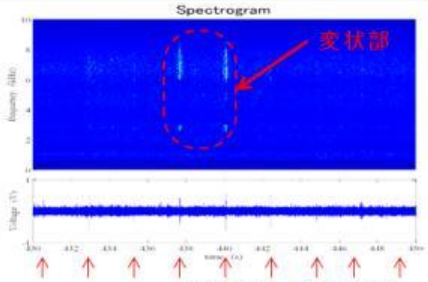
内部変状の検出



4連ピストン式打撃機構
・一定間隔で連続的な打撃
・マイクによる収音

打音解析

・プロペラノイズ除去
・周波数スペクトル変動の抽出
(深さ60mm空洞検出が可能)



解析結果 (↑:打撃位置)

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

SIP

最終数値目標

機能	目標値
ロボット	飛行範囲:半径30m ケーブル長:40m
近接目視	検出ひびわれ:0.1mm 位置計測:±10cm
打音検査	空洞検出:深さ60mm RCひびわれ:かぶり深さ30mm
厚さ測定 (鋼橋)	超音波厚さ測定 精度:±0.2mm
点検作業	オペレータ:3名/ロボット 作業可能風速:6m/秒(平均) 点検速度:250m²/時間

販売・レンタル

・点検システム
・ユニット(点検ロボット、打音機構など)
・検出ソフト(画像処理・打音処理)
・オペレータ*1、点検技術者*1
・オペレータ・メンテナンス教育 (*1:レンタルのみ)

社会実装のイメージ

- 点検サービス
- 販売
- レンタル

点検サービス

○コンクリート橋(RC構造、PC構造)
近接目視(ひびわれ、剥離、鉄筋露出)
対象:床版、桁、橋脚、支承、その他
打音検査(浮き、内部われ*2)
対象:床版、桁、橋脚、その他

○鋼橋
近接目視(腐食、亀裂、変形)
対象:床版、主桁、横桁、支承、その他
超音波検査(厚さ測定、われ)
対象:主桁、横桁、その他

○トンネル(調査・部分点検)
近接目視(ひびわれ、剥離、漏水、腐食)
対象:覆工、機器取り付け部、その他
打音検査(浮き、空洞、内部われ*2)
対象:覆工、ボックスカルバート、その他
(*2:鉄筋腐食による内部ひびわれ)

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

4

2.4　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

(1) 技術の概要

研究開発テーマ	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
研究責任者	三井住友建設（株）　藤原　保久
共同研究グループ	（株）日立産業制御ソリューションズ

【概　要】

① 何をする技術なのか？

・　橋梁（コンクリート橋）の点検を支援・一部代替する技術

・　構造物を定期モニタリングし、損傷箇所の経年変化を監視する技術

② 維持管理における当該技術の活用方法の提案

・　近接目視点検の一部置換えとしての活用

近接目視が困難な部位をロボットカメラで撮影し、損傷状況の把握、ひび割れ幅、長さの計測を行うことで、点検精度の向上を図る。

・　定期モニタリング

経過観察が必要な構造物の損傷に対し、定点観測による損傷の経年変化を監視し、損傷の進展をモニタリングする。これにより、点検者が近接するために必要な交通規制や足場等のコスト縮減が図れる。

（橋梁、法面吹付コンクリート等、その他の道路施設等）

③ 当該技術を構成する個別技術（フィールド試験対象）

・　高所型、懸垂型ロボットカメラ

・　操作タブレット端末

・　レーザースキャナー

・　デジタルカメラ

④ 当該技術を構成する個別技術（開発中の技術）

・　画面表示の現行 HD（ﾊｲﾋﾞｼﾞｮﾝ、100 万画素）を FHD（ﾌﾙﾊｲﾋﾞｼﾞｮﾝ、200 万画素）化

【フィールド試験内容】

① 試験項目

・　橋梁点検ロボットカメラによる桁側面・下面、支承部、添加管、橋脚の損傷調査

② 当日の確認が可能な項目

・　現場作業内容（橋梁形式等点検環境への適応性、点検カメラの種々の機能）

③ 後日の確認が可能な項目

・　点検結果のアウトプット

【フィールド試験制限事項】

・　降雨時は点検不適（タブレット端末が濡れると操作不能なため。）

・　風速が 10m/s 以上の場合は点検不可

【準備機材等（主催者側で用意すべきもの）】

・　安全柵（カラーコーン、コーンバー）

・　大型モニター、電源

(2) 参考資料

■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　：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
■研究責任者　：三井住友建設株式会社　土木リニューアル推進室長 藤原 保久
■共同研究グループ：株式会社日立産業制御ソリューションズ

研究開発の目的・内容

研究開発の目的

コンクリート橋の支承部・桁端部等、人が容易に近づけず近接目視が困難な部位を対象に、損傷状況の経年変化データを取得する定期監視型モニタリングシステムを開発

従来の定期監視型モニタリング

・近接目視し難い箇所へアプローチが困難
・機器の設置箇所の連続性の確保が困難
・現場で過去のデータの参照が困難

ロボットカメラ等機器を用いた定期監視型モニタリング

・近接目視が困難な部位に適用可能
・GPS機器と連動により、前回と同じ位置に設置可能
・Webシステムとの連携により、現場でデータの出し入れが可能

雲台付き点検カメラ

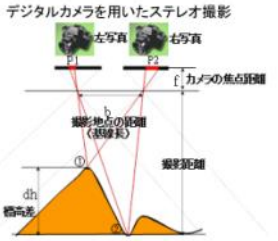
レーザースキャナ

研究開発の内容（平成26～30年度）

・使用する機器は、橋梁点検ロボットカメラ※、デジタルカメラ、レーザースキャナ
・機器相互では、位置情報連動の補完機能や雲台付きポールユニットの活用を開発
・実橋にて技術検証を実施

⇒ それぞれの機器の長所を活かしたモニタリングシステムの構築を実現

※橋梁点検ロボットカメラ：レーザー距離計や照明を搭載し、暗所でも撮れる高感度高機能カメラ



1

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

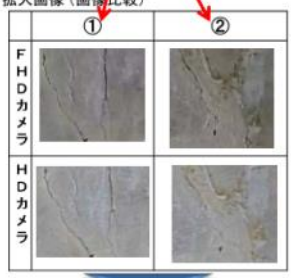
現状の成果①（平成26～30年度に実施）

1. 解像度の向上

画面表示をHD（ハイビジョン）画像からFHD（フルハイビジョン）画像に拡張した試作機を開発し、解像度の向上を検討。

HDカメラ：画素数　1280x720　約90万画素
FHDカメラ：画素数　1920x1080　約200万画素

拡大画像（画像比較）



・ひびわれ視認性の向上を実現
・損傷の抽出性能の向上を実現

2. 位置情報の保持

GPS機器と点検ロボットカメラを接続し、データ連動機能を搭載。

画像データに撮影位置を特定する情報（GPS情報[カメラ雲台座標]、パン・チルト角度、倍率）を追加。

⇒ 撮影時期が異なっても、同じ位置で撮影可能

GPS機器と点検ロボットカメラの連動

操作端末に表示させた点検ロボットカメラの位置情報

・GPS機器と点検ロボットカメラの連動の実現
・操作端末上で位置情報を確認でき、同一箇所でのデータ取得が実現

3. 画像の色調補正

同一箇所を撮影した画像において、撮影日時が異なれば天候や明るさの影響を受け、損傷の経年劣化状況が正しく判断できないことがある。

⇒ 環境条件の差異を排除するため、以下の色調補正技術を検討

(1) 色調規格パレットを用いた方式

対象表面に貼付けた規格パレットを写し込み、画像の色調補正を行なう技術の有効性を確認。

色調規格パレットを用いた方式

(2) レーザーポインタ光を用いた方式

現場で規格パレットが貼れない場合に対応するため、レーザーポインタ光を用いた画像の色調補正を検討。

レーザーポインタ光を用いた方式

・環境条件の差異を自動排除した画像比較の実現
・近接困難箇所における色調補正の実現

2

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（平成26～30年度に実施）

SIP

4. ステレオ撮影における基準距離取得

デジタルカメラを2台用いたステレオ撮影では、対象物の3次元形状が認識可能。
ただし、解析する際、対象表面の基準となる目印相互の間隔（距離）データが必要。
そこで、橋梁点検ロボットカメラのL型スケール表示について、斜め面に応じた表示を新たに開発。
⇒ 非接触計測の精度を向上

斜め面に当てたL型スケール

ﾃﾞｼﾞﾀﾙｶﾒﾗを用いたｽﾃﾚｵ撮影

・斜め面に適用可能なL型スケールの実現
・デジタルカメラが対象面に正対してない場合におけるステレオ撮影の精度向上を実現

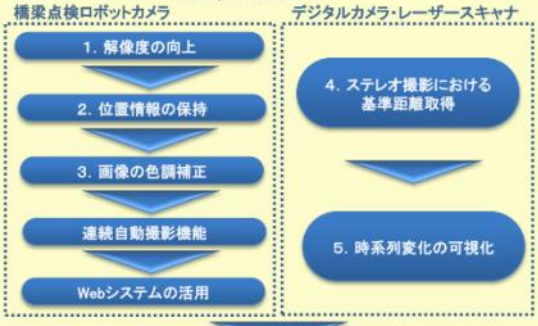
5. 時系列変化の可視化

時期が異なって同一箇所を撮影した画像について、画像より特徴点を複数抽出し、座標変換して同一方向の画像に変換。
⇒ 画像の重ね合わせが可能。重ね合わせた画像より、変化が生じた　箇所を色違いで表示する機能を検証

時系列変化のあった箇所を色違いで表示

・同一方向に変換した画像の利用
・経時に伴う損傷変化箇所の可視化を実現

成果の活用フロー



使用性に優れ、データ抽出精度の高い定期監視型モニタリングシステムを実現

SIP

最終数値目標

・橋梁点検ロボットカメラの解像度向上150%を実現
・斜め面に対するL型スケール表示の誤差10%以下を実現

ロボットカメラ（高所型）を用いた桁端部のモニタリング状況

対象ユーザー

橋梁管理者、建設コンサルタントなど

使用方法・使用場所等

コンクリート橋の定期監視型モニタリングシステムに適用

販売、利益創出等の流れ

橋梁点検ロボットカメラは、日立産業制御ソリューションズまたはSMCシビルテクノスより市販しており、点検用に流通している。また、販売のみでなく、レンタルも対応。

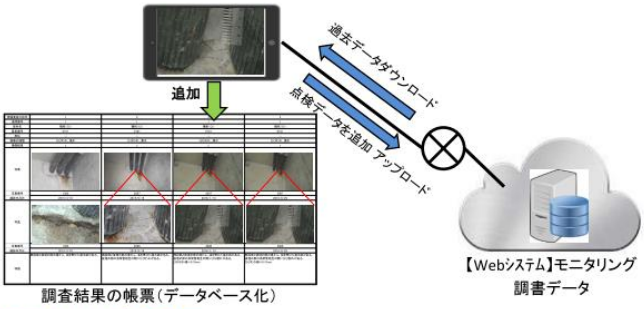
GPS機器、デジタルカメラ、レーザースキャナは、市販品をユーザーが購入またはレンタル。

蓄積ウェブシステムのクラウドサービスは、日立産業制御ソリューションズ、または、サービス会社が提供。

提供サービスの概要

・モニタリングに使用するデバイスとして、橋梁点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナを提供
　⇒ **桁端部・支承部のモニタリングに適した使用方法が選択可能**

・経年毎の損傷データが格納できるデータベースから成るWebシステムを構築
　⇒ **現場からシステムにログインし、参照・編集が可能**



調査結果の帳票（データベース化）

損傷の兆候や変化の発見に役立つモニタリングが可能

→ 使用性に優れ、データ抽出精度の高い定期監視型モニタリングシステムを実現

2.5　橋梁など道路インフラの点検支援システムの研究開発（可変ピッチドローン）

(1) 技術の概要

研究開発テーマ	橋梁など道路インフラの点検支援システムの研究開発
研究責任者	（株）デンソー　加藤　直也
共同研究グループ	ヒロボー（株）、（株）岩崎

【概　要】

①　何をする技術なのか？

・　従来の高所での点検作業において、足場設置、高所作業車、ロープアクセスなどの人のアクセスを最小限にすることを狙った、UAV による点検スクリーニング技術。

②　維持管理における当該技術の活用方法の提案

・　ハイピア橋梁、超幅広橋梁など、全面直接目視点検が高額になると見積もれる橋梁に対して、全面近接飛行撮影を行う。
・　影データは、クラウドを通してデータセンターに接続され、そこで損傷を抽出し、位置の特定が行われる。
・　さらに、ディープラーニングなどを用いて、損傷種、重要度を判別する。
・　以上により、点検作業者による直接目視や第 3 者被害を想定した叩き落とし工数を低減する。

③　当該技術を構成する個別技術（フィールド試験対象）

・　抗風定位性能に優れる可変ピッチプロペラを用いたマルチコプター型 UAV 技術
・　点検橋梁の３D データに、損傷情報を属性化する技術
・　コンクリートのひび割れを抽出し、デジタル化する技術

④　当該技術を構成する個別技術（開発中の技術）

・　非 GPS 環境下における Waypoint 自動航行技術（試作開発中）
・　コンクリートひび割れ以外の損傷についても抽出・デジタル化する技術（試作開発中）

【フィールド試験内容】

①　試験項目

・　高画素カメラを UAV に搭載し、床版裏や橋脚に近接して、写真を撮影する。
・　被写体からの一定距離定位性能を確認。
・　損傷個所のカメラ撮影機能の確認。
・　クラウドとのデータ交換性能の確認

②　当日の確認が可能な項目

・　データセンターからの損傷抽出結果の受信確認
・　簡易３D データへの損傷属性化の確認（状況によって、当日確認不可の可能性あり）。

③　後日の確認能な項目

・　点検調書作成

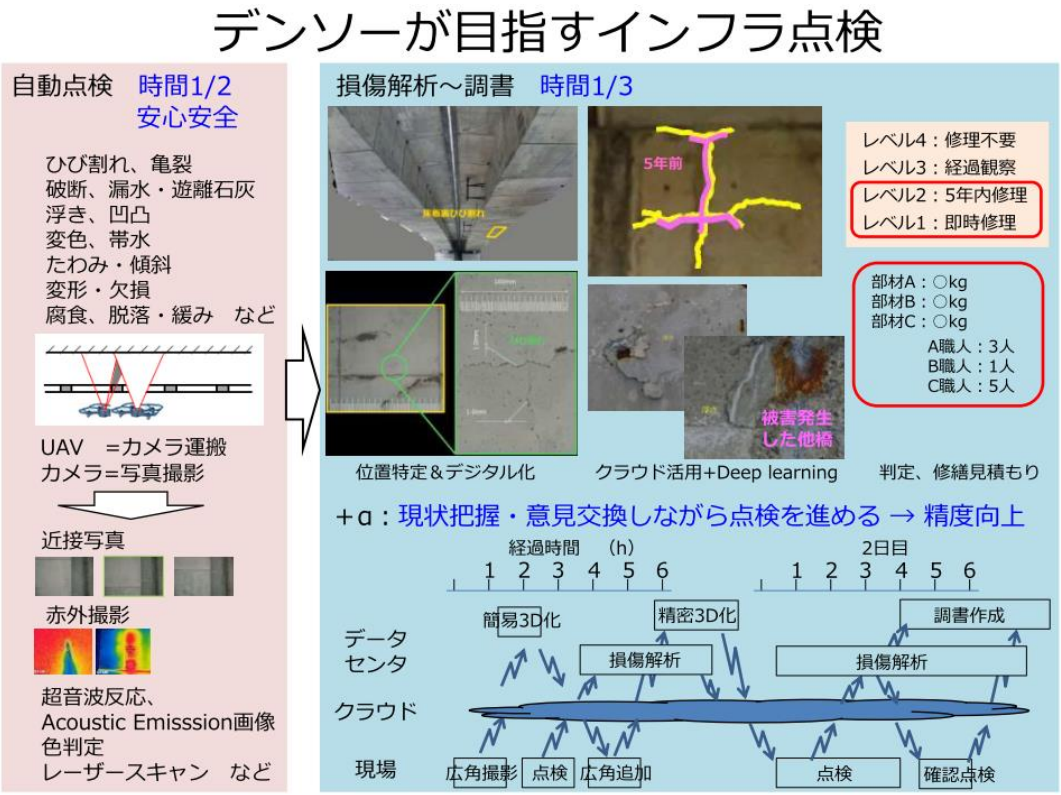
【フィールド試験制限事項】

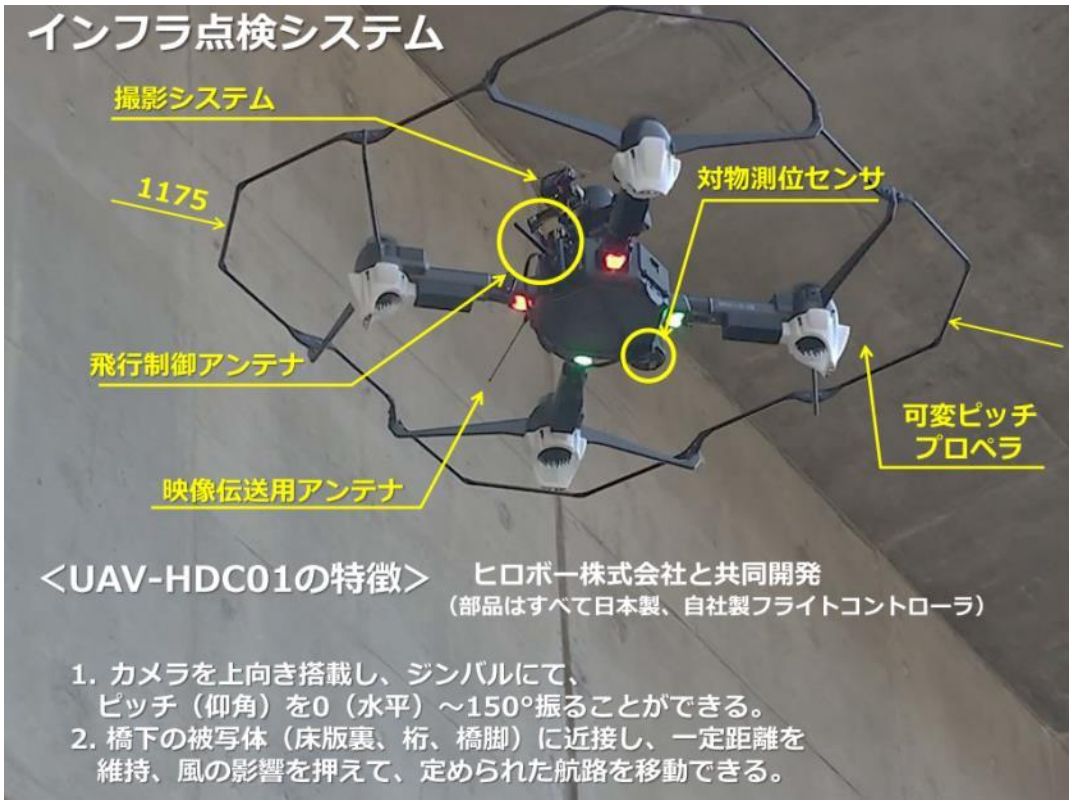
・　降雨時と最大風速が橋梁直下飛行に影響を与える状況では不可と判断する。

【準備機材等（主催者側で用意すべきもの）】

・　40 インチ程の LCD モニター（ノート PC の表示を行うので、D-Sub 用の映像入力端子があるもの）
・　電源（装置の電池及びノート PC 充電用。合わせて用意して頂く LCD モニターの電源）
・　長机（2 脚程）
・　拡声器

(2) 参考資料


デンソーが目指すインフラ点検
自動点検　時間1/2
安心安全
ひび割れ、亀裂
破断、漏水・遊離石灰
浮き、凹凸
変色、帯水
たわみ・傾斜
変形・欠損
腐食、脱落・緩み　など
UAV　=カメラ運搬
カメラ=写真撮影
近接写真
赤外撮影
超音波反応、
Acoustic Emisssion画像
色判定
レーザースキャン　など
損傷解析～調書　時間1/3
5年前
レベル4：修理不要
レベル3：経過観察
レベル2：5年内修理
レベル1：即時修理
部材A：○kg
部材B：○kg
部材C：○kg
A職人：3人
B職人：1人
C職人：5人
被害発生した他橋
位置特定＆デジタル化
クラウド活用+Deep learning
判定、修繕見積もり
+α：現状把握・意見交換しながら点検を進める → 精度向上
経過時間　(h)
1 2 3 4 5 6
2日目
1 2 3 4 5 6
簡易3D化
精密3D化
調書作成
データセンタ
損傷解析
損傷解析
クラウド
現場
広角撮影
点検
広角追加
点検
確認点検


インフラ点検システム
撮影システム
1175
対物測位センサ
飛行制御アンテナ
可変ピッチ
プロペラ
映像伝送用アンテナ
<UAV-HDC01の特徴>
ヒロボー株式会社と共同開発
（部品はすべて日本製、自社製フライトコントローラ）
1. カメラを上向き搭載し、ジンバルにて、
ピッチ（仰角）を0（水平）～150°振ることができる。
2. 橋下の被写体（床版裏、桁、橋脚）に近接し、一定距離を
維持、風の影響を押えて、定められた航路を移動できる。

3　フィールド試験工程計画

3.1　全体工程

表 5 全体工程表

日付	時刻	右岸側作業	左岸側作業
4 月 9 日(日)		見学会実施判断（事務局）	
4 月 10 日(月)	09:00～15:00	デンソー	
4 月 11 日(火)	09:00～12:00	富士通★、日本電気	（作業予備日）
	13:00～15:00	日本電気、新日本非破壊検査★	富士通★
4 月 12 日(水)	09:30～15:20	関係者見学会★	（作業予備日）
4 月 13 日(木)	09:00～12:00	三井住友建設★	新日本非破壊検査★
	13:00～15:00	新日本非破壊検査★	三井住友建設★
4 月 14 日(金)	09:00～15:00	（見学会予備日）（目視点検）	（作業予備日）

- 事務局は試験日の天気予報を確認し、見学会の実施を判断する。
- 降雨等の予想に基づき試験を中止する場合は、関係者への連絡を行う。
- 作業時には事務局が立ち会い、各務原市、自衛隊基地へ開始・終了の連絡を行う。
- ★印の作業は歩道上交通規制あり。

3.2　見学会当日スケジュール

表 6 見学会当日工程表

時刻	所要時間	作業内容	備考
8:00	60 分	・　（事務局）集合、準備	
9:00	30 分	・　受付開始	
9:30	10 分	・　全体説明	事務局
9:40	50 分	【技術テーマ①】 ・　技術説明（10 分）、実演（30 分） 質疑応答（10 分）	日本電気（株）
10:30	50 分	【技術テーマ②】 ・　技術説明（10 分）、実演（30 分） ・　質疑応答（10 分）	富士通（株）
11:20	50 分	【技術テーマ③】 ・　技術説明（10 分）、実演（30 分） ・　質疑応答（10 分）	新日本非破壊検査（株）
12:10	30 分	・　休憩	
12:40	50 分	【技術テーマ④】 ・　技術説明（10 分）、実演（30 分） ・　質疑応答（10 分）	三井住友建設（株）
13:30	50 分	【技術テーマ⑤】 ・　技術説明（10 分）、実演（30 分） ・　質疑応答（10 分）	（株）デンソー
14:20		・　（一般参加者）解散	
	60 分	・　高所作業車を用いた検証作業	開発者、希望者
15:20		・　（事務局）解散、片付け	

4　試験内容の詳細

4.1　技術検証の目的

各務原大橋は、歩道幅員が写真-1 に示すように 3m と広く、歩車道境界にフィンバック部材もあるため、図-2 に示すように大型橋梁点検車（BT400）を利用しても橋梁下面の点検作業が困難である。

特に、脚高が 10m 以上と高く、桁下からの点検作業が難しい河川内径間 P2～P9（7×60m＝420m、写真-2）については、点検足場設置あるいは特殊高所技術（ロープワーク）による橋梁点検作業が必要となり、コスト面での負担も大きい。

そのような観点から、河川内径間の橋梁点検に SIP で開発中の飛行ロボットやカメラを用いた橋梁点検支援を検討する。

今回のフィールド試験では、A1～P2、P9～A2 の河川敷部（写真-3、4）を利用して、飛行ロボットやロボットカメラを用いた橋梁点検を行い、従来の点検作業に新技術をどの程度まで活用できるかを確認するとともに、河川内径間の橋梁点検計画の基礎資料とする。

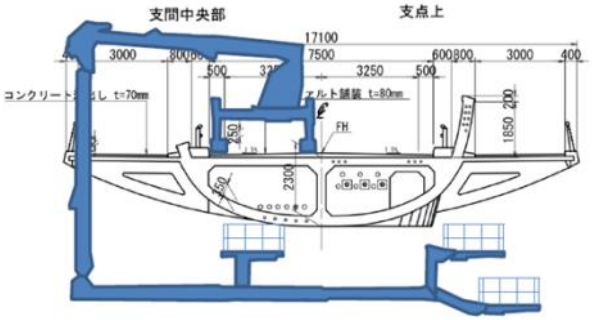


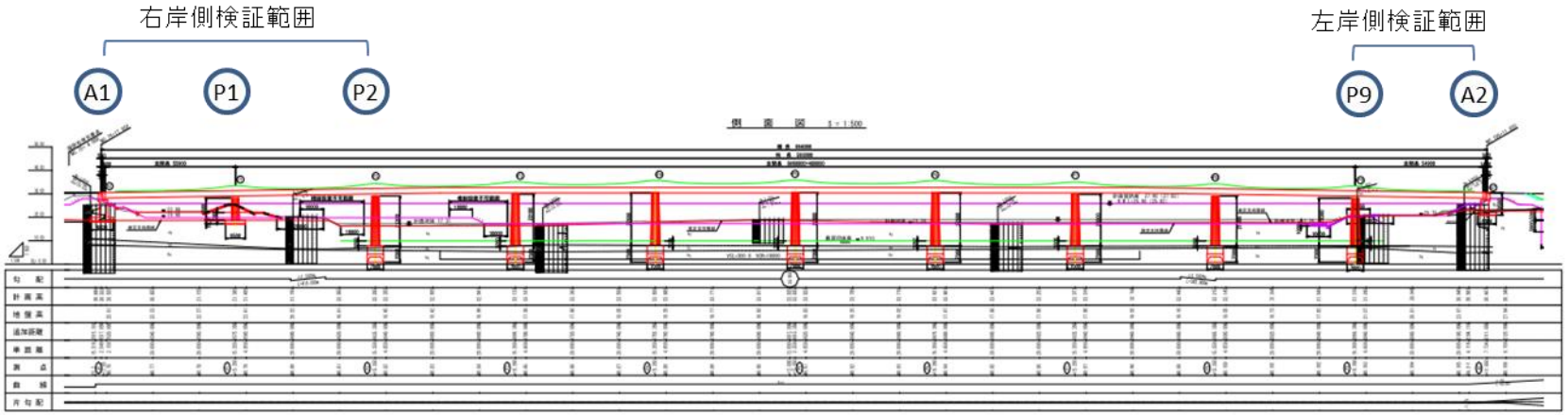
図 2 橋梁点検車（BT400）による橋梁点検

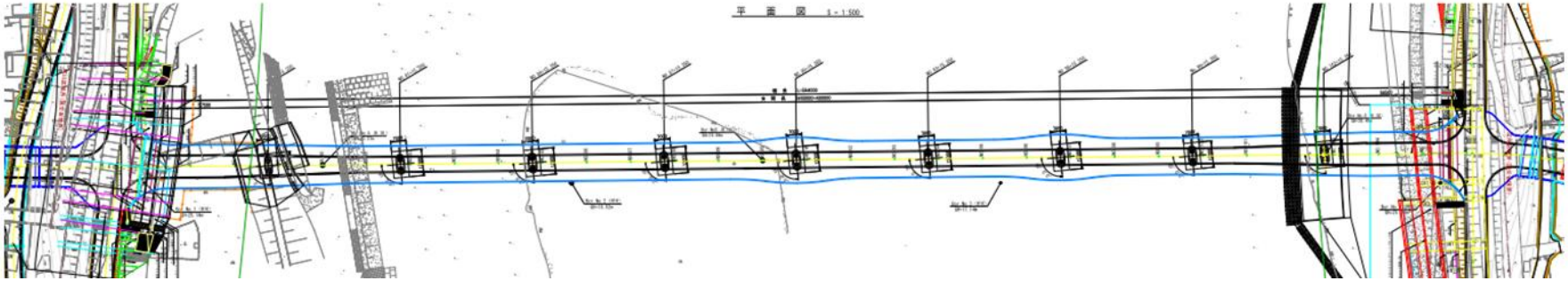
写真-1 歩道の状況（上流側 P2 付近）

写真-2 河川内径間の状況（P8～P5 付近）

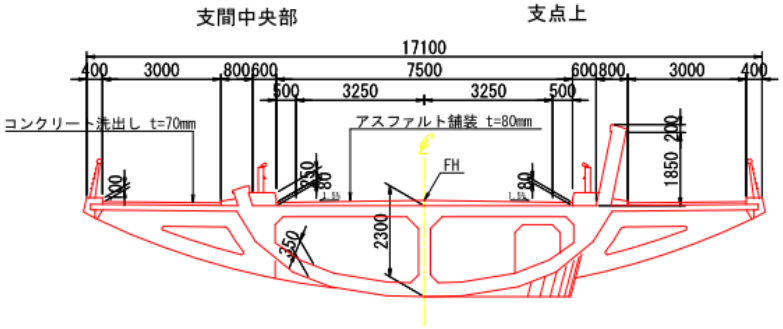
写真-3 左岸河川敷（A2～P9 付近）

写真-4 右岸河川敷（P2～P1 付近）

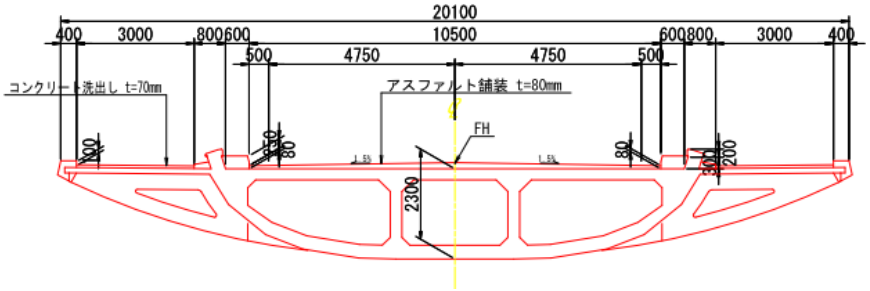


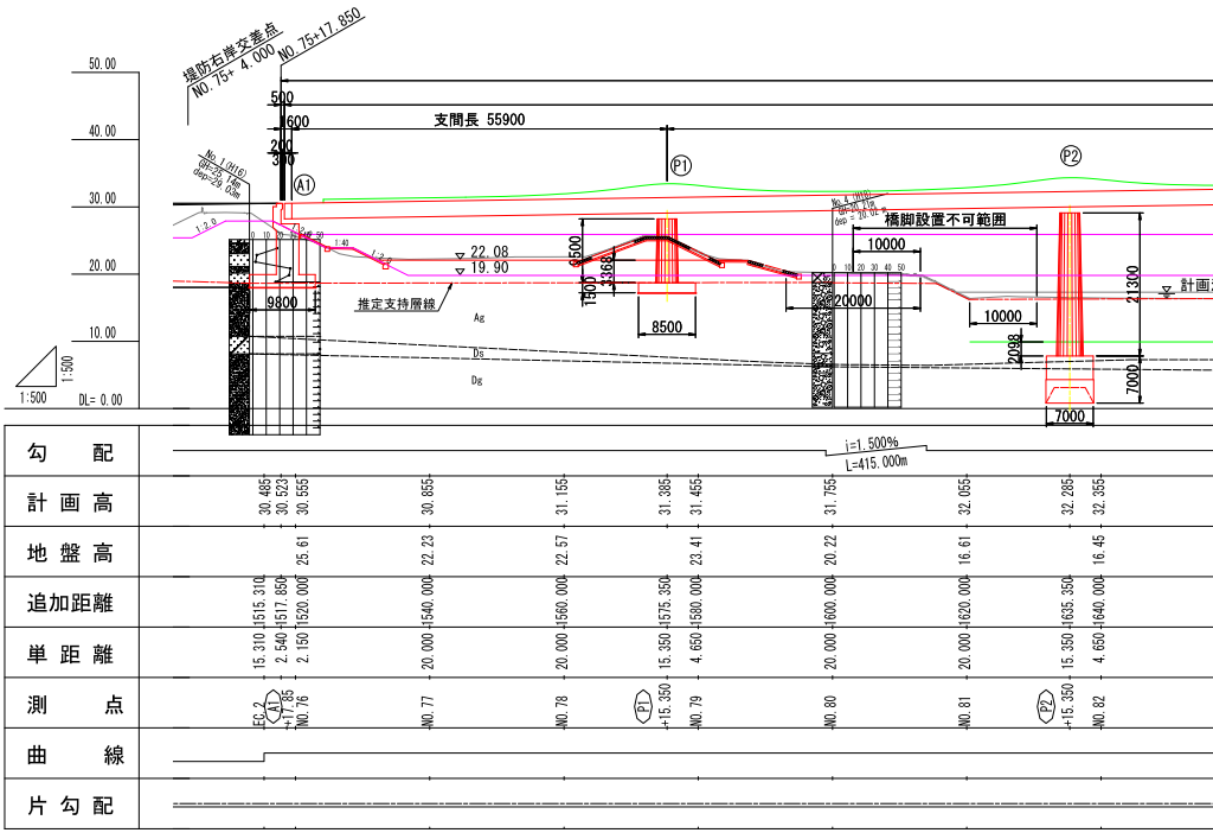


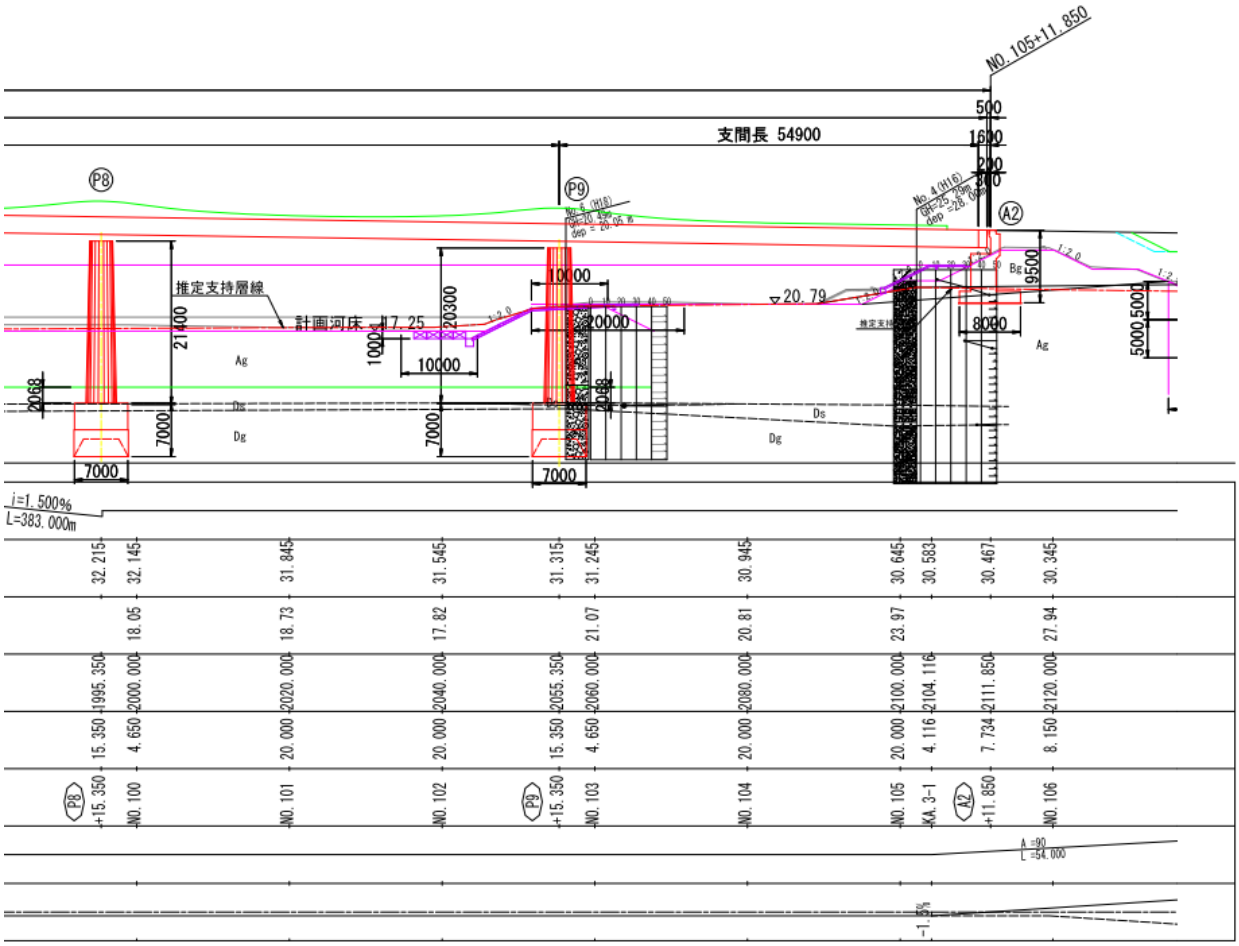
上部工標準断面図　S=1/100



上部工拡幅部断面図　S=1/100

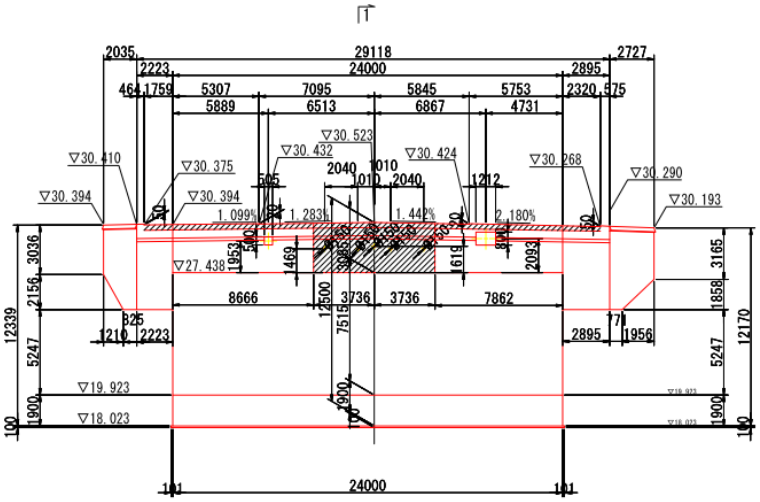



堤防右岸交差点
NO.75+4.000
NO.75+17.850
支間長 55900
A1
P1
P2
橋脚設置不可範囲
推定支持層線
22.08
19.90
9800
6500
1500
3366
8500
20000
10000
10000
21300
2098
7000
7000
Ag
Ds
Dg
1:500
DL= 0.00
勾 配
i=1.500%
L=415.000m
計 画 高
30.485 30.523 30.555 30.855 31.155 31.385 31.455 31.755 32.055 32.285 32.355
地 盤 高
25.61 22.23 22.57 23.41 20.22 16.61 16.45
追加距離
1515.310 1517.850 1520.000 1540.000 1560.000 1575.350 1580.000 1600.000 1620.000 1635.350 1640.000
単 距 離
15.310 2.540 2.150 20.000 20.000 15.350 4.650 20.000 20.000 15.350 4.650
測 点
EC-2 A1 +17.85 NO.76 NO.77 NO.78 P1 +15.350 NO.79 NO.80 NO.81 P2 +15.350 NO.82
曲 線
片 勾 配


NO.105+11.850
支間長 54900
P8
P9
A2
推定支持層線
計画河床 17.25
20.79
21400
20300
10000
10000
20000
20000
8000
9500
5000
5000
2068
2068
7000
7000
7000
Ag
Ds
Dg
i=1.500%
L=383.000m
32.215 32.145 31.845 31.545 31.315 31.245 30.945 30.645 30.583 30.467 30.345
18.05 18.73 17.82 21.07 20.81 23.97 27.94
1995.350 2000.000 2020.000 2040.000 2055.350 2060.000 2080.000 2100.000 2104.116 2111.850 2120.000
15.350 4.650 20.000 20.000 15.350 4.650 20.000 20.000 4.116 7.734 8.150
P8 +15.350 NO.100 NO.101 NO.102 P9 +15.350 NO.103 NO.104 NO.105 KA.3-1 A2 +11.850 NO.106
A =90
L =54.000
-1.5%

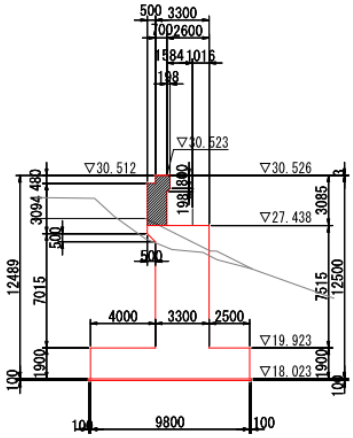
Ａ１　橋　台

正　面　図　S=1:200



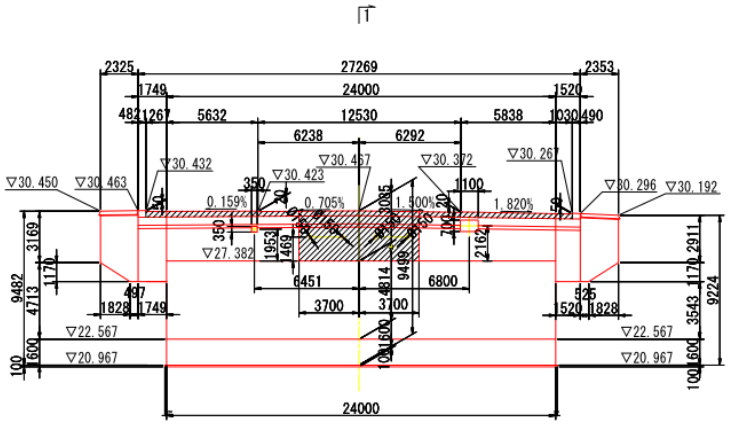
断　面　図　S=1:200

1 － 1



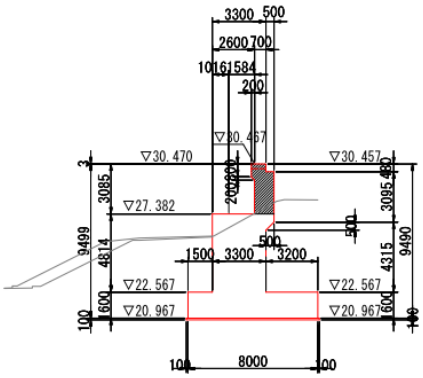
Ａ２　橋　台

正　面　図　S=1:200



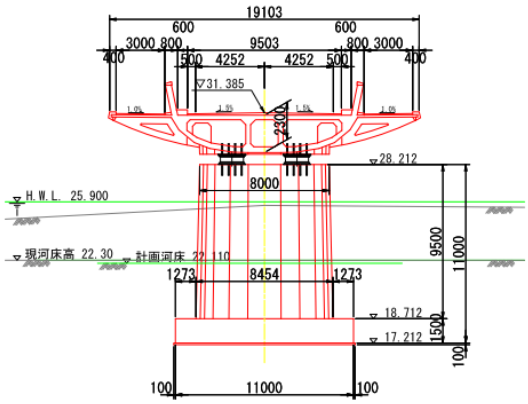
断　面　図　S=1:200

1 － 1

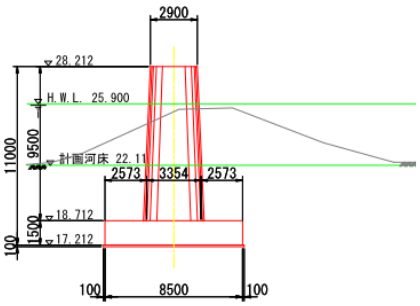


渡河部　Ｐ１橋脚

正　面　図　S=1:200

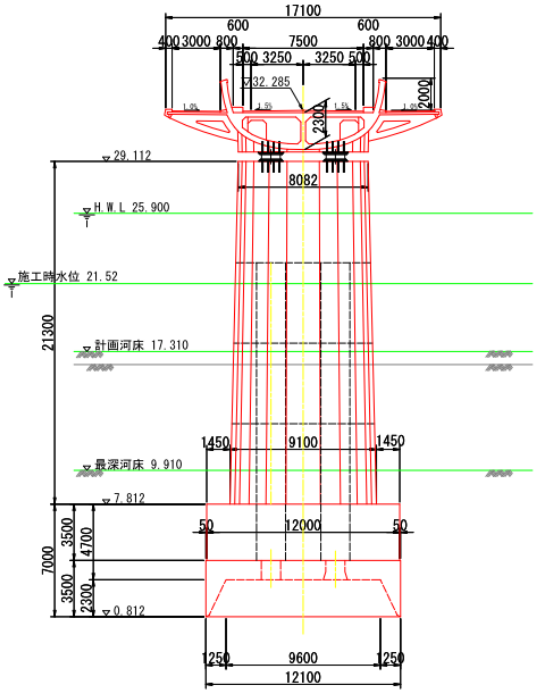


断　面　図　S=1:200

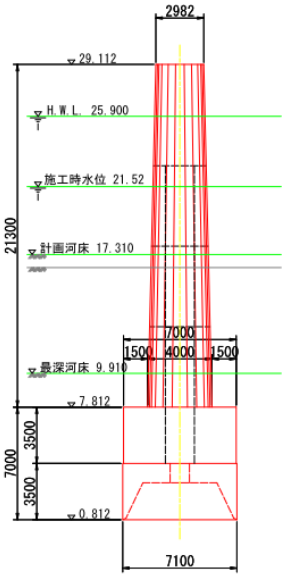


渡河部　Ｐ２橋脚

正　面　図　S=1:200

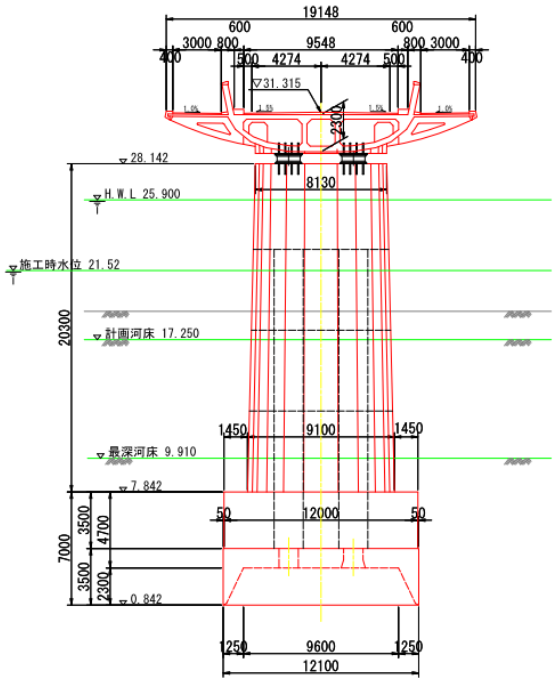


断　面　図　S=1:200

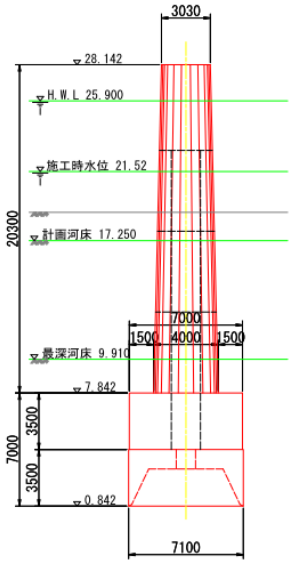


渡河部　Ｐ９橋脚

正　面　図　S=1:200



断　面　図　S=1:200



4.2　各務原大橋の構造的な特徴

各務原大橋（写真-5）は、平成 25 年度に土木学会田中賞作品賞を受賞した橋梁であり、景観に配慮した設計が行なわれており、桁下からの景観（写真-6）にも配慮されている。

橋脚は張出部のない小判型（写真-7）であり、その高さは水面より 10m 程度である。橋脚天端幅は支点上横桁の幅と同一であり、点検者が橋脚天端に乗り込んで点検するスペースは設けられていない。（写真-8）

車道部の標準幅員は 7.5m（0.5＋2@3.25＋0.5）で、上下流とも 3m 幅員の自歩道が整備され、P5 橋脚と P7 橋脚では、その自歩道幅が 5m に部分的に拡幅（写真-9）されている。自歩道部の構造（写真-10、写真-11）は、プレキャスト製ブラケットで支持された PC 版構造である。歩道部 PC 床版下面には排水管と上水管（下流側のみ）が設置され、排水管と上水管は歩道部ブラケットに設置された支持金具で固定されている。

写真-5 各務原大橋全景（A2～P1 径間）

写真-6 桁下の構造（P9 橋脚付近）

写真-7 橋脚の構造（P2 橋脚）

写真-8 中間橋脚 沓座構造（P8 橋脚）

写真-9 自歩道部拡幅構造（P7 橋脚）

写真-10 上流側歩道部桁下（P1～A1）

写真-11 下流側歩道部桁下（P1～P2）

4.3 フィールド試験における確認項目

各試験参加者は、フィールド試験において図-3 に示す部位の点検を行ない、点検記録を整理する。点検記録のとりまとめは、別添の「資料取りまとめ要領」に基づくものとする。

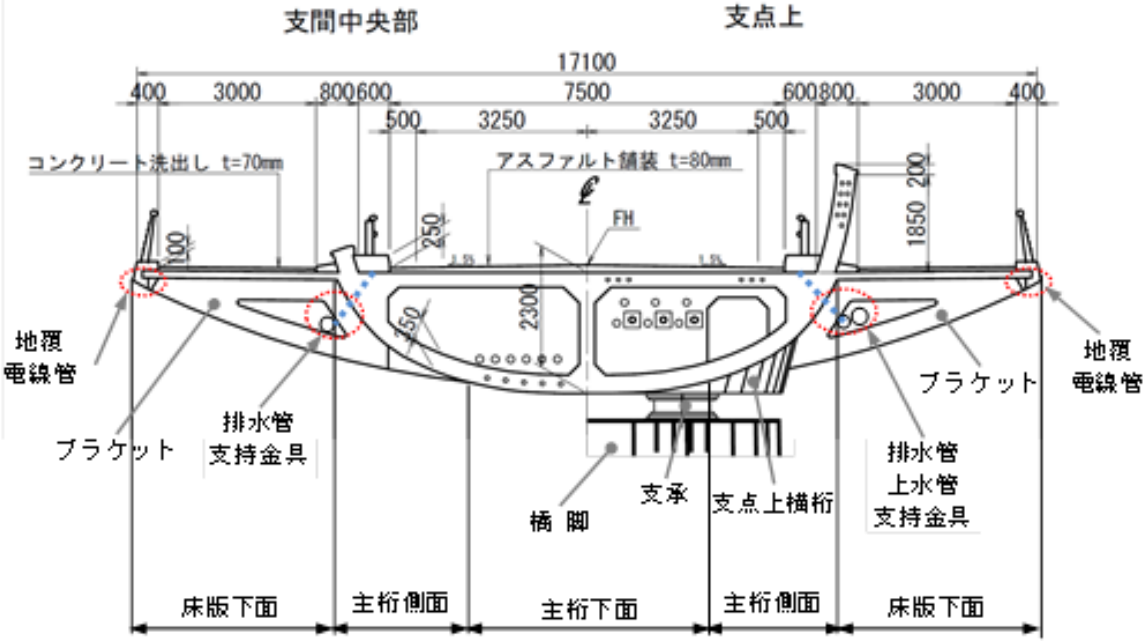


図 3 点検部位

フィールド試験の点検対象部位と着目ポイントを次表に示す。

なお、一般的な点検作業で対応可能な橋台、主桁内面、舗装・排水枡・高欄・伸縮装置などの橋面施設に関する点検は、フィールド試験対象には含めない。

表 7 点検部位と着目ポイント

部　　位	着　目　の　ポ　イ　ン　ト
床版下面	□ PC 版における有害なひび割れ，損傷 □ PC 版継手部の漏水状況と漏水に伴う損傷
主桁側面・下面	□ PC 部材における有害なひび割れ，コンクリートの損傷 □ PC 鋼材や鉄筋の内部鋼材の腐食に伴うひび割れや錆汁
支点上横桁	□ PC 部材における有害なひび割れ，コンクリートの損傷 □ PC 鋼材や鉄筋の内部鋼材の腐食に伴うひび割れや錆汁 □ 横桁下面の損傷の発生
ブラケット	□ プレキャスト部材の有害なひび割れ，コンクリートの損傷 □ プレキャスト部材と現場打ち部材との接続部の損傷
支承	□ 鋼部材の腐食発生，ボルト部のゆるみ（隙間の有無） □ 支承ゴム本体の亀裂の発生 □ 支承の移動量
排水管＆支持金具	□ 主桁部の排水管貫通部の漏水や損傷 □ 縦引き管と横引き管との接続部の漏水 □ 横引き排水管の漏水 □ 支持金具の腐食や締付けボルトのゆるみ（隙間の有無）
上水管＆支持金具	□ 上水管本体および連結部の損傷の発生 □ 支持金具の腐食や締付けボルトのゆるみ（隙間の有無）
地覆	□ RC 部材における有害なひび割れ，コンクリートの損傷
電線管・プルボックス	□ 電線管本体の劣化損傷 □ プルボックスの固定部損傷（浮きあがり）
下部工（橋脚）	□ 橋脚天端における泥，塵埃等の堆積の有無 □ 橋脚天端における有害なひび割れ，コンクリート損傷の有無 □ 橋脚躯体側面における有害なひび割れ，コンクリートの欠落ち等の損傷の有無

4.4　フィールド試験結果の活用

岐阜大学と各務原市では、今回のフィールド試験結果を踏まえ、各務原大橋の橋梁点検手法に関する共同研究を平成 29 年度後半に予定している。

共同研究では、飛行ロボット・ロボットカメラ等の新技術による点検手法を検証し、適用性や効率性等について従来手法との比較を行うとともに、平成 30 年以降に予定されている各務原大橋の橋梁点検手法への適用について検討を行う予定である。

複数の技術の得意な部分の組み合わせにより、合理的な橋梁点検が可能となれば、今後の橋梁点検へのロボット活用の道も大いに開かれることが期待される。

今回のフィールド試験結果に関する、今後のスケジュールを以下に示す。

表 8 試験結果活用に関する今後のスケジュール

日程	実施項目	備考
4 月 10 日～14 日	フィールド試験	
～5 月末	フィールド試験結果の提出	
～7 月末	試験結果の評価、試行点検手法の検討	
～9 月末	試行点検の実施準備	
～12 月末	試行点検の実施	従来手法＋新技術（複数）
～3 月末	試行点検結果の整理、点検手法検討	

5　現場配置計画

1.1　右岸側現場配置計画

右岸側における見学会、および開発者による点検作業の現場は以下とする。

なお、見学会参加者については、車両は別途指定した場所（各務原市総合運動公園の駐車場）に駐車するものとし、現場周辺への乗り入れは行わない。

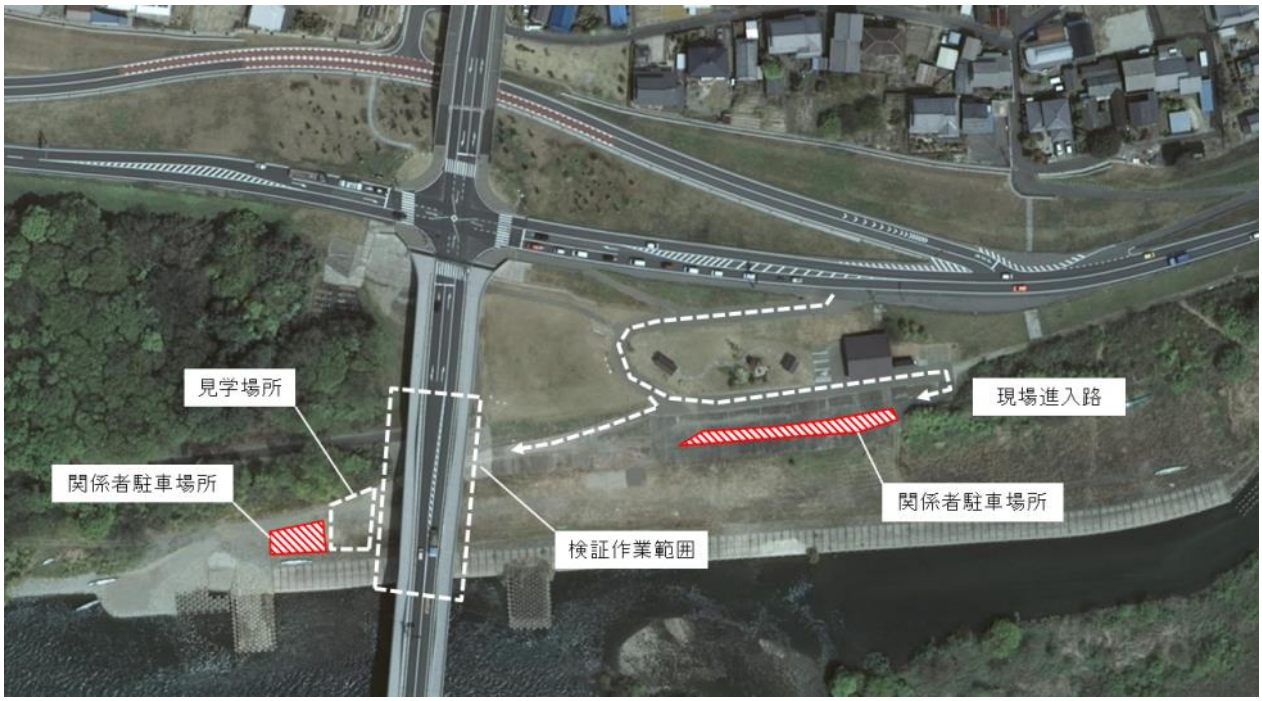


図 4 右岸側実験場所

1.2　左岸側現場配置計画

左岸側での開発者による点検作業の現場は以下とする。

左岸側河川敷への車両の乗り入れは、開発者及び事務局以外は行わない。

図 5 左岸側実験場所

6　各種手続等

6.1　河川敷内作業に係る手続

フィールド試験にあたり、河川管理者に対して、作業・維持修繕の届出手続を行う。なお、届出手続については主催者が行う。

表 9 必要手続（河川一時使用許可申請）

申請手続項目	申請先	備考
作業・維持修繕書	国土交通省木曽川第一出張所	

6.2　橋梁上歩道の利用に係る手続

フィールド試験にあたり、以下の２つの技術については、各務原大橋の歩道上における作業を伴うため、道路管理者（各務原市）への交通制限に関する届出、管轄の警察署への道路使用許可申請を行う。なお、手続については主催者が行う。

表 10 歩道上作業を伴う技術

ＳＩＰ研究開発テーマ		研究機関
②	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	富士通株式会社 沢崎　直之
③	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	新日本非破壊検査株式会社 和田　秀樹
④	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	新日本非破壊検査株式会社 和田　秀樹

表 11 必要手続（道路の交通制限願い）

申請手続項目	申請先	備考
道路の交通制限願い	各務原市	

表 12 必要手続（道路使用許可申請）

申請手続項目	申請先	備考
道路使用許可申請書	各務原警察署交通課	

6.3　航空法関連許可・承認申請

(1) 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について

表 13 許可が必要な飛行制限

制限項目	飛行計画	許可申請
(A) 空港等の周辺の空域	・ 飛行場所は空港等の周辺の空域に該当する。	・ 低高度飛行のため空港事務所への許可申請、通知は不要。 ・ 航空自衛隊基地に主催者から開始終了の連絡を行う。
(B) 地表又は水面から 150m 以上の高さの空域	・ 飛行高度は橋梁路面の高さ（地表より約 12m）以下とする。	・ 不要
(C) 平成 22 年の国勢調査の結果による人口集中地区の上空	・ 飛行予定地点は人口集中地区（DID 地区）ではない。	・ 不要

連絡確認先：航空自衛隊岐阜基地　第２補給処　企画課運用班
TEL　058-382-3196

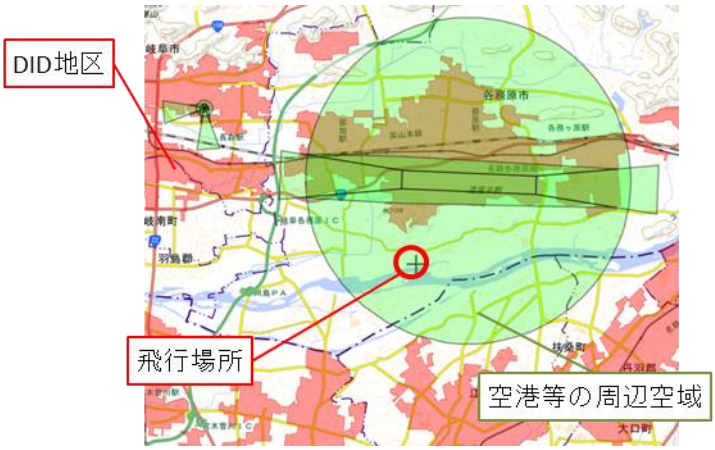


図 6 飛行禁止空域

(2) 承認が必要となる飛行の方法について

表 14 承認が必要な飛行制限

制限項目	飛行計画	承認申請
(1) 夜間飛行	・ フィールド試験は日中のみの開催とする。	・ 不要
(2) 目視外飛行	・ フィールド試験における飛行範囲は、操縦者の目視可能な範囲とする。	・ 不要
(3) 人（第三者）又は物件（第三者の建物、自動車など）から 30m 以内の飛行	・ フィールド試験の飛行高度は橋梁路面の高さ以下とし、路面上空は飛行させない。	・ 人（第三者）から 30m 以内には該当しない ・ 不要
	・ フィールド試験では点検のため物件（橋梁）に近接するが、橋梁の管理者（所有者）である各務原市の共催のもとに飛行させる。	・ 第三者の建物には該当しない。 ・ 不要
(4) イベント上空飛行	・ フィールド試験参加者は、あらかじめ申込のあった関係者に限定されるため、不特定多数が参加するイベントではない。	・ 不要
(5) 危険物輸送	・ フィールド試験では、危険物の輸送は行わない。	・ 不要
(6) 物件投下	・ フィールド試験では、物件の投下は行わない。	・ 不要

(3) その他の制限

・ 基本的に降雨時、強風時には飛行させない。
・ その他の条件に伴う飛行の可否については、フィールド実験主催者あるいは各機体を飛行させる者が判断する。

7　使用機材

表 15 使用機材一覧

№.	品名等	規格	単位	数量	備考
1	高所作業車 12m クラス	オペレータ付	台	1	スーパーデッキ
2	机		脚	2	受付、モニター用
3	椅子		脚	4	
4	テント		張	1	
5	カラーコーン		本	26	
6	コーンバー	L=2m	本	24	
7	電源車	N-BOX	台	1	
8	電源リール		個	1	
9	拡声器		台	1	岐阜大学備品
10	プロジェクター		台	1	岐阜大学備品
11	スクリーン		台	1	
12	風速計		台	1	
13	モニター用ケーブル	RGB	本	1	
14	モニター用ケーブル	HDMI	本	1	
15	ビデオカメラ		台	1	
16	誘導旗		本	4	
17	案内看板		基	2	右岸側会場進入口 運動公園駐車場
18	歩道規制用看板		式	1	

その他

19	イベント保険	50 名分	式	1	

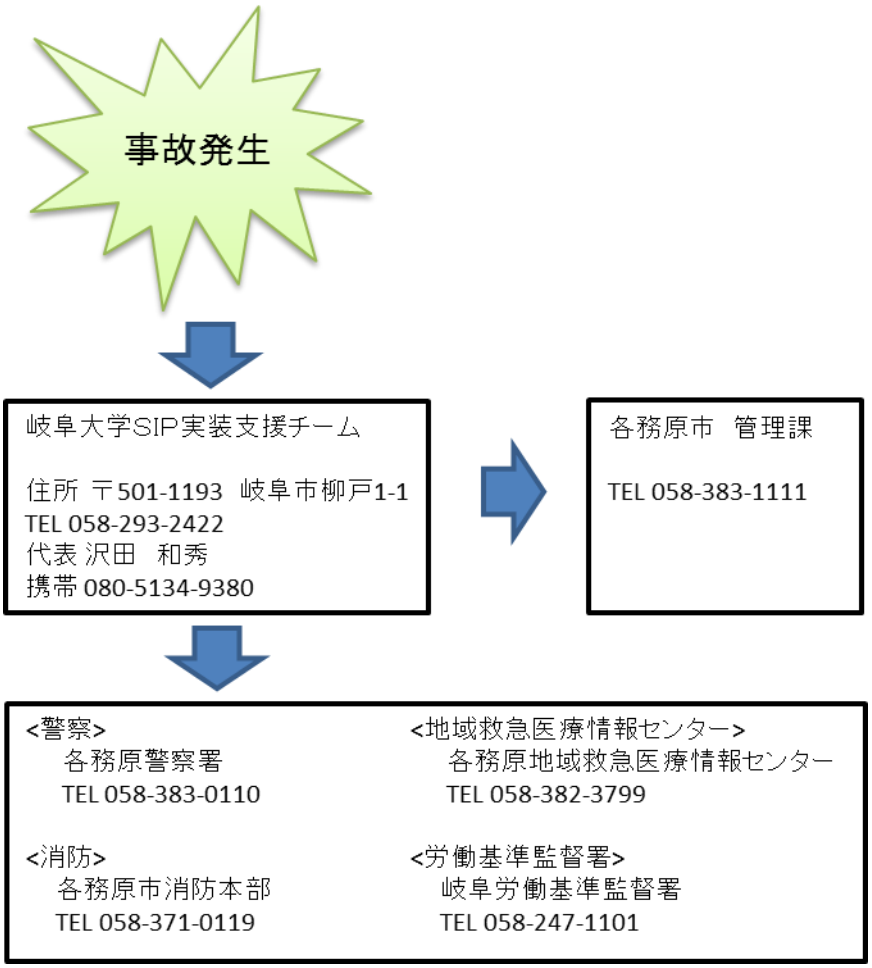
8　中止判断、緊急時連絡体制

8.1　中止判断

下記の条件の場合は、事務局あるいは操縦者の判断によりフィールド試験を中止する。

- 降雨の場合
- 河川が増水した場合
- 風速が 5m/s を超える場合

8.2　緊急時連絡体制



9　別添資料

- フィールド試験結果資料取りまとめ要領
- 各務原大橋一般図