

- 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

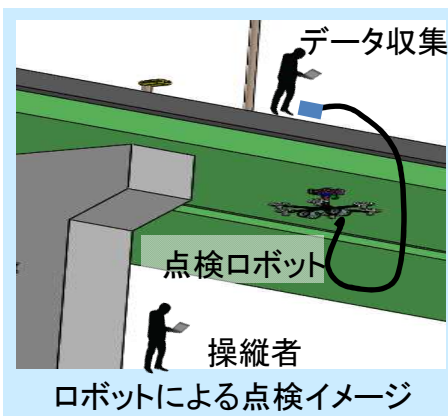
背景

これまでのインフラ点検は熟練技術者の技能に依存し、作業員の安全対策、特殊車輛・作業足場の使用コストなど課題が指摘されていた。



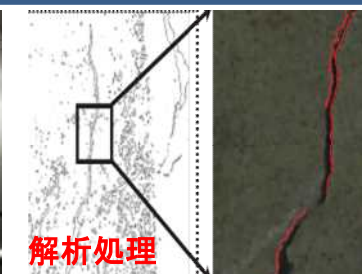
研究開発の目的

ドローン技術を活用した点検ロボットによる作業者の安全確保と低コスト化、解析技術を活用した定量的評価による精度向上により、社会インフラの長寿命化に貢献する。



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・音響解析による欠陥検出システム



現状の成果①

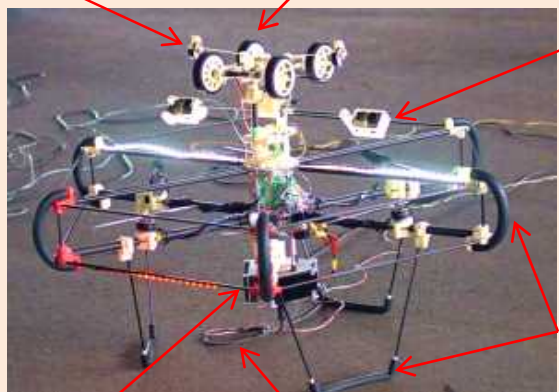
点検ロボット

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し、飛行および車輪走行による点検部位への移動を確認した。

- ・移動機構: マルチコプター + 駆動車輪
- ・電源供給: 有線式(ケーブル重量45g/m)
- ・点検機構: 近接目視、打音検査
- ・安全対策: 衝撃吸収ガード
- ・(L)1050mm (W) 910mm (H)730mm 重量:5.8kg

打音検査機構

車輪移動機構



近接目視機構

衝撃吸収ガード

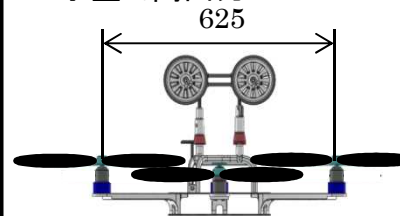
電源ユニット

給電ケーブル

- ・特殊車両や作業足場を使用しなければ点検できなかった箇所の点検に適用
- ・検査員の安全確保と点検コストの低減

段違いプロペラ構造

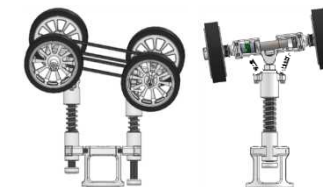
点検部への接近は小型が有利
⇒ 小型で高出力



プロペラ径: 14インチ

傾斜面走行機構

点検面に傾斜
⇒ 車輪揺動



前/後:
±20°

左/右:
±20°

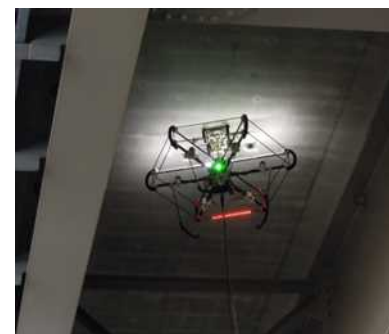
フィールド実験(橋梁・トンネル)



橋梁(橋脚)



橋梁(桁)



橋梁(床版)



トンネル(PC覆工)

現状の成果②

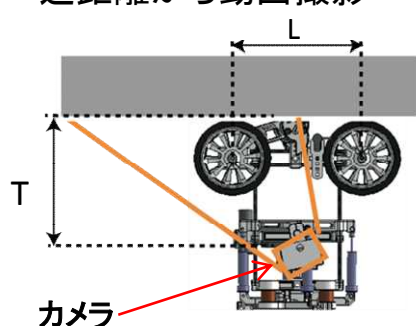
自動検出システム

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割れ、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を防止
点検結果の記録のデータ化

近接目視

近距離から動画撮影



走行状態での画像



画像解析によるひび割れ検出

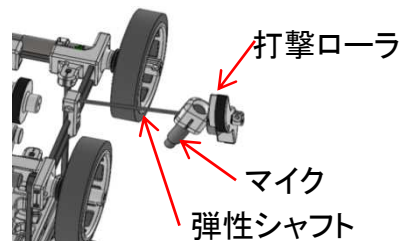


画像解析

画像解析により、幅0.2mm程度のひび割れが検出が可能

打音検査

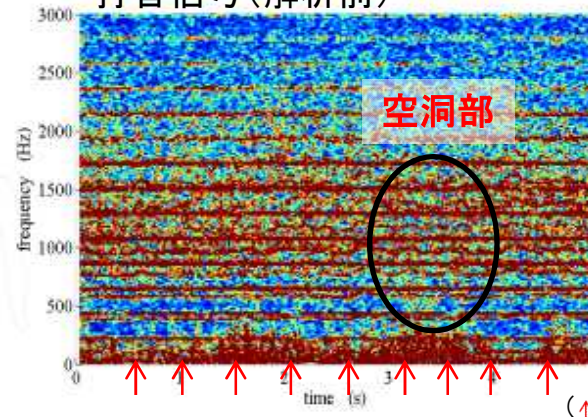
弾性シャフトのしなりと、
打撃ローラの回転で打撃



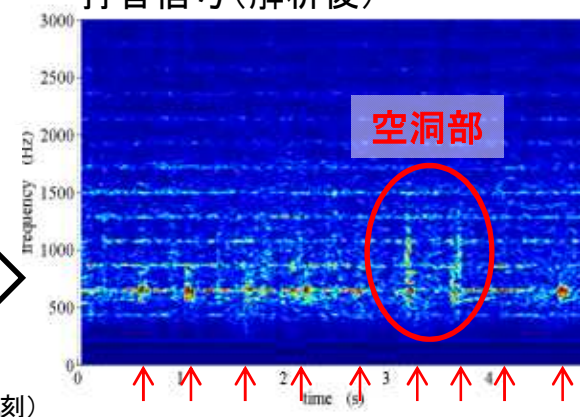
供試体により確認

- ・空洞: 深さ50mm
- ・RC腐食ひび割れ: かぶり深さ30mm

打音信号(解析前)



打音信号(解析後)



音響解析

雑音を除去し打音信号を抽出、信号強度と周波数帯から異常部を識別

最終目標

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	検出ひび割れ: 0.1mm 位置計測: ±10cm
打音検査	空洞検出: 深さ50mm RCひび割れ: 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	操作者: 3名/ロボット 作業可能風速: 6m/秒(平均) 点検速度: 250m ² /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(ひび割れ、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: 主桁、横桁、支承、その他

超音波検査(厚さ測定、割れ)

対象: 主桁、横桁、その他

○トンネル(調査・部分点検)

近接目視(ひび割れ、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割れ)

SIP 維持管理技術のアピールシート

平成 28 年 10 月 29 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)

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(和田 秀樹)

2. 技術の特徴

橋梁点検に使うためのドローンの開発である。

- ① ドローンと駆動車輪を合わせた移動機構を有している。
- ② 近接目視、打音検査を実施する点検機構を有している。
- ③ 画像解析、音響解析による欠陥検出が可能である。

【開発者からのコメント】

ドローン技術を活用した点検ロボットにより、橋梁の裏側など人が近づきにくい部位に接近・接触し、従来点検法と同じ近接目視、打音検査を実施する。また、点検データを解析技術により定量的に評価するなど、安全で低コストで技術者の技量に依存しないインフラ点検の実現を目的に点検ロボットの開発を実施している。

3. 岐阜県内での想定される活用方法

3-1. 法定点検の代替

この技術は、現時点では法定点検の代替になりにくいかもしれないが、この技術のメリットとしては、交通規制を省略できる点があげられる。作業時間や機材が増えても、コスト面での有利性が失われないことが望まれる。自治体の点検においてこの技術を活用しやすくするため、以下の観点から検討してはどうか。

- ① 性能調査：提案されている技術が、従来手法と同等以上の性能を有しているか。
- ② 従来手法の代替としての可能性：提案されている技術が、法定点検の部分的な代替となるか。(効率性、コスト面含め)
- ③ 個別技術の組合せ：他の個別技術との組合せにより、法定点検の代替となるシステムを開発可能か。

【開発者からのコメント】

法定点検で使用できるかは、このようなプロジェクトにおいて開発技術の機能や性能を MA に理解していただき、MA から効果的な用途や使用法などの提案のもと、実証試験などを経て実用化されることが重要であると考えており、様々な提案や助言をいただきたい。

点検性能については従来の人による点検方法と比較し、近接目視は同等またはそれ以上、打音検査については叩き落しを除けば検出性能は同等と考えている。

3-2 橋梁維持管理での利用

- ① 法定点検の結果、健全性の診断が区分Ⅰ（健全）と対策区分Ⅱ（予防保全の段階）のものを対象として、次回点検に本技術による間接目視点検を導入する。
- ② 本技術を用いた点検で新たな損傷が発見された場合には、点検車（交通規制）を用いた近接目視点検を実施する。

【開発者からのコメント】

現状ではこのような補助的な使用法も一つの実用化案として考えられ、コスト的にも成立できる適用法などを提案いただきたい。

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つけているが、本技術による点検が認められることが大きな課題である。
- ② 法定点検における要求事項（近接目視）を全て満足する技術ではなく、現時点における従来手法の全面的代替の可能性は高くない。
- ③ この分野の開発者達は、当然のことながら、安全性とサービスメニューを差別化することで、自社の優位性を確保しようとしており、開発者相互の足並みが揃わない可能性がある。
- ④ 自治体の点検における施設の条件（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】

従来点検法や他の開発装置などとの併用については想定している。そのうえで、本装置が効果を発揮する条件や、コスト面で成立可能となるようなケースを検討いただき、様々な適用法を提案いただきたい。

5. 活用に向けての課題

- ① 法定点検で飛行ロボットの活用が可能な点検内容を明確化する。
- ② 法定点検の範囲内に、ロボット点検手法を位置付ける（ロボットによるスクリーニング点検と詳細点検の2段階点検など）。
- ③ 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・認証するしくみを構築する。
- ④ 自治体の多様な条件に適合可能で、従来手法よりもコスト面等で優位であることを示す。
- ⑤ 比較的健全な橋梁であれば、飛行ロボットによる点検で、「問題が無い」状況を十分に把握できることを証明する。

【開発者からのコメント】

飛行型点検ロボットを法定点検に活用してもらうためには、性能・コスト面などで様々な検証が必要であり、実績を重ねることが重要と考えている。そのためには、自治体・建設コンサルタントなどの協力は不可欠であり、従来点検法との比較が可能な様々な実証現場の提供などの協力を期待している。

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
- ② 国土交通省へのヒアリング（制度として認められるか）
- ③ 個別技術の精度確認方法の検討
- ④ 多様な条件を反映した実証フィールドの選定
- ⑤ 技術精度のみならず効率性、コストを比較可能な実証実験の実施
- ⑥ ロボットの活用が可能な点検手法の検討とマニュアル（案）作成
- ⑦ 個別提案技術の組合せが可能な開発環境の整備（開発者によるコンソーシアムなど）の検討
- ⑧ 歩掛調査
- ⑨ 飛行技術研修

【開発者からのコメント】

多様な条件の実証フィールドによる検証が必要と考えている。

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 足場・橋梁点検車上からの点検技術者による超音波検査

8. 本 SIP 技術の開発状況および開発完了時期

【開発状況】

現在、床版等の水平面に対して近接目視、打音機構ができる状態にあり、実証試験は可能である。今後、橋脚等の垂直面に対応する機構と、鋼橋等の点検に有効な超音波検査（厚さ測定等）機構の開発を実施する。

【開発完了時期】

H30 年度末の完成を目標とし、H29 年度末には垂直壁面に対応可能な状態にする予定である。

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。
ドローンと駆動車輪を組み合わせた飛行型ロボットによる接触式点検システム
- 既存技術をより良くするものである
 - ・ 安全性が向上する。
 - ・ 調査経費の削減が可能である。（橋梁点検車、足場の使用を削減）
 - ・ 高精度化（解析技術の活用で、現況と同等かそれ以上）

10. 技術の適用範囲や精度

- ① 可動装置に対する制限
 オペレータとの位置関係→現状はロボット操作者のみ橋梁の下（将来は全員橋梁上）
 周辺状況（住宅地近傍での利用）に対する制限→
 居住地の境界から 20m 以上（環境省騒音基準：65db）
 降雨や強風時での制限→雨天は不可、最大風速 6m 程度
- ② 判別の精度
 ひび割れ検出について→0.1mm 幅まで検出可能。ただし、外光の影響を受ける場合もある。
 空洞検出について→RC において深さ 60mm まで検出可能。ただし、供試体による。

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している。
 →北九州市の協力により実際の橋で実証実験を実施しており、現在、床版を対象とした点検について実証実験を行っている。（詳細は説明資料をご覧ください。）

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）
 → 装置販売価格は未定、レンタル・リースについては直接実施しないが、建機レンタル会社等を介して実施。装置を使用した点検サービス（装置+オペレータ+解析）を実施予定。
- ② 利用時のコスト
 →（不明）万円/（橋面積 1 0 0 0 m² 当り）
- 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（→○○○○○）
- ④ 測定機器のメンテナンス体制
 → あり
- 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（→発電機、PC）
- 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）

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】

不明な点は下記までお問い合わせください。

新日本非破壊検査㈱

〒803-8517 北九州市小倉北区井堀 4-10-13

TEL : 093-581-1256 <http://www.shk-k.co.jp/>

SIP 維持管理技術へのアドバイスシート整理結果

平成 29 年 1 月 9 日

研究開発の技術名称（研究責任者）

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（和田秀樹）

岐阜大学 SIP 実装プロジェクトの説明会（2016/11/05）における参加者の立場

MA（メンテナンスアドバイザー）：自由に意見を述べ、アドバイスシートに記入する。
(14 人)

オブザーバー：制約はあるが、意見を述べ、アドバイスシートに記入する。(10 人)

聴講者：意見を述べず、アドバイスシートにも記入しない。(1 人)

(合計回答者数 25 人)

以下の記載は、※MA の回答を (→) で表記、オブザーバーの回答を (⇒) 表記する。

1. 実業務への適用範囲

- 提案されている技術のみで、実業務に適用できると思う。(1 人)
- 既存技術の一部を補完する要素技術として適用できると思う。(9 人)
→本技術を使用する場合の「直接経費」+「UAV を含む準備の手間」と現場の適用性を勘案することで、直接目視及びハンドタッチのスクリーニングに使用できると考える。
- 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。(12 人)
→特に人との点検場合分け。
- その他 (1 人)
→垂直検査は可能であるが、側面検査が可能となる事が必須条件と考える。

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。(2 人)
理由
→RC 床版の走行写真撮影は非常に有効と考えられる。
→床版だけでなく、ホロー桁や PCBOX 桁などフラットな面を有する橋梁では、スムーズに利用できるのではないかと考える。
- 発注者からの指示であれば利用する。(13 人)
理由
→現時点では、点検車の利用と併用となる。
⇒点検の精度、適用範囲を明確にしておく必要を感じたため。
⇒打音において、人が検査していれば、落下しそうなものの除去が可能。本システムは、現状では時間を要する（後処理）と思われる。
⇒有効性がはっきりしなかったため。機能操作をマスターするのに時間がかかりそう。
⇒使うことを前提とした業務であれば、これを拒む理由がないため。
→UAV の安全運行にかかる要領等が公開され、地元への周知が必要とされた。受注者側か

らみると、安全確保のハードルを高く設定された印象を持つ。11/6 にホビーの UAV で操縦者の事故死の件もあることから、閉鎖空間の確保の要求が強まると思われる。安全空間領域の確保の負担は予想以上に大きくなると推測されるため、発注者の支持が必要と考える。

→詳細点検を念頭に置いた点検システムであり、中小橋梁に対する基本点検に対してはやや過剰な仕様である。従って、効率性、経済性の面で有利となる対象橋梁の条件（適用範囲）などを示しておく必要がある。また、現時点では点検システムとしての完成度は必ずしも高くは無いとの印象を持った。

⇒高い操作スキルが必要で、点検時間を短縮できそうにない。また、点検できない箇所があるため、別方法でも点検を実施する必要がある。

→側面検査（水平方向）が可能になることが条件であり、端部等、橋脚等構造物付近は目視検査が必要。

→橋の一部のみであっても試行導入して実績と経験を積むのも有効だと思う。

→人力（近接目視）の代替えとしての取り扱い次第。

□ 使えない（使いたくない）と思う。（8人）

理由

→まだ研究途上である。コストが不明である。

⇒[補完技術として適用可能と思う] 細部の点検は、現状では難しいと考えられる為、点検範囲と用途を限定した上での使用を考えていくことが必要と思われる。

⇒打音点検の代替えではなく、打音点検（人が近づけない場所）の補完技術として考えた方が良いのでは。

→[現時点] コンクリートの下面のみしか使用できないため。点検が必要な部材は非常に多く複雑である。

→桁端部等の調査ができないところは、橋梁点検車が必要になるのであれば、全て点検車で点検する。

→開発課題がまだ多いが将来性はある。

⇒点検要領に基づいた詳細な点検は難しいと考えるが、河川内や谷部における重大な変状に至る前に確認するためには有効。

⇒ドローンの航空法では、目視での操作が必要となるため桁下からの操作が必要となる。橋上からの操作は難しいのではないかと。

⇒使えないわけではないが、機能的に使う（使える）場面が極めて限定される印象を受けた。

⇒撮影近接画像の位置情報の取得が面倒で、また、画像を用いた点検に対して支援が不十分だと感じた。

⇒ケーブルで保留されるため機体の逸失はないが、点検区域外への逸走や墜落、また、橋面外への飛び出しなど、第三者に対する安全対策が不十分で、現時点では、リスクがメリットを上回っているとの印象を受けた。

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
- ⇒画像と打音を合せて、データ収集することができる。
 - 走行技術と連続撮影。
 - 離れた位置から、コンクリート表面の打音検査ができる。
 - 点検結果がデータとして残り、色々な利用ができる。
 - 打音検査、マーキングが可能である。(MA2 人, オブザーバー3 人)
 - 叩く機能は優れている。ただし、第三者点検ではなく、浮きの確認(有無)を補完する程度のものである。
 - 床版下面を走行するところ。
 - 位置情報を取得できるところ。特定する手法。(MA2 人)
 - 現状の点検に比べて簡易である。
 - ⇒メカニカル・ピストンによる打撃力。
 - 有線給電であること。時間制限がない。(MA2 人, オブザーバー2 人)
 - ⇒ひび割れを自動検出処理により、正確に把握できる点。補修設計に活用できる。
 - ⇒高所や狭所など人が入れない所へ、大きな設備を用いず点検できる点。
 - ⇒橋面上に設備が不要な点。
 - 走行車両が付いていて、走行が安定している様に見える。作業の安定性が、飛行体のみと比べて格段に向上している。(MA1 人, オブザーバー1 人)
 - タイヤを付けて、ドローンと既設構造物の間隔を保持できる点。
 - 点検大型機械や交通規制、足場を不要とでき、安全性の向上、人員の削減、点検コストの縮減が期待できる点。(MA1 人, オブザーバー1 人)
 - 目的が明確: UAV 技術をスクリーニング技術と位置づけたこと。全橋全数を近接目視+ハンドタッチで行う費用負担を軽減することを目的とし、本技術の導入による縮減金額を提示したこと。
 - 目的を達成するための技術の展開と位置づけが明確なので、応募者が技術を選択し、開発したプロセスが理解しやすかった。
 - MA からの質問・疑問に対し、既に技術的な課題として取り組みが進行中であることを説明されたことで、本 SIP が目指す課題に対し応募者が共通認識を持つことが理解できた(出席している MA と同じ価値観をもって着実に課題に取り組んでいることを示した)。
 - UAV で可能な限り多くの検査をする多機能の追及が開発のコンセプトであること。
 - ロボットの移動性能(飛行, 走行方式の組み合わせ)に工夫がみられ、点検条件によっては点検精度および点検作業の自由度向上が期待できる。
 - ⇒範囲は限られるが打音点検ができるため、損傷を見逃しにくい。
 - 垂直方向に下から $2\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力を一定にしてドローンを操作できるところ。
 - 自動打音検査により音響解析を行い、空洞等を検出する技術。
 - ドローンの非 GPS での安定飛行。
 - 橋梁点検車の代替となること。

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
- 既存の点検との役割分担を考える。
 - 走行速度を、人の歩行スピードと同程度まで上げる。
 - コンクリート橋の下面・側面（垂直面）などを打音点検する。（MA5 人，オブザーバー2 人）
 - 打音点検に的をしぼり，動作性能を上げ，作業効率をアップさせる。
 - 高橋脚の PC ラーメン橋，連続 PC 高架橋をターゲットにする。
 - ⇒主桁がある上部工での適用よりも，高橋脚，高橋台への適用。
 - 桁端部での点検能力の確守。（MA2 人）
 - ⇒河川等で飛行させる場合，風もあるので耐風能力の確認。
 - ⇒点検要領通りの 100%はできないので，スクリーニングとしての活用を考えていけたら。
 - 人が桁下に入らなくても運転できる。
 - コンクリート片の落下に対する飛行安全性の確保。
 - 給電ケーブルの無線化。
 - ⇒打音時，危険と判断できる部材を除去できる機能。
 - ⇒小型化による，橋梁部材の細部・狭さく部の点検。
 - 歩道がない橋梁も多い．その場合道路規制が必要にならないような工夫。
 - ⇒リスク対策を実装したうえでの現場作業を前提とした性能，あるいは適用場面の明示。
 - GIS に掲載可能なデータの作成：県域統合型 GIS に載せる．岐阜県は県域統合型 GIS を作成し，（公財）岐阜県建設研究センターはその GIS データを維持管理している。橋梁点検等の調査結果を GIS に載せることで，関係機関がデータを共有できるようにしたい。
 - 対象橋梁の範囲，条件などを示した適用指針。
 - 現場で技術者が点検成果を確認し，健全度（判定区分）をほぼ判断できるような機能。現在のシステムでは，現場においてデータ収集オペレータと点検技術者との連携がイメージできない。
 - モニターによるロボットの操縦機能が欲しい。目視操縦が困難な場合，橋上からの操縦，点検及び損傷部位の確認などのために必要と考える。
 - ⇒打音点検できる範囲の拡大。
 - ⇒マルチコプターを現認できない箇所の点検。
 - 近接目視に代わる画像解析技術の一般化。画像からひび割れ幅の判別ができないか。（MA2 人）
 - 打音はもっと多くの点で（細かいピッチでくまなく）行う必要があるのではないか。

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
- 清浄ロボット，さび取りロボット。
 - 「多くのことが出来る」＝「何もできない」とならない様にした方が良い。
 - まずは得意な機能に技術をしぼり，他の部分は次のステップで考えた方が良いのではないか。
 - ⇒打音検査の代替えとしての機能に特化した活用検討。

- トンネル、シェッド、建築物外面等の点検，うき検出。(MA2 人，オブザーバー1 人)
- ⇒屋内の天井の清掃や電球交換。
- ⇒簡易点検等への活用。
- ⇒打音検査のスクリーニング点検として，大まかな変状や点検必要箇所をしぼることで打音点検の効率化が図れる。
- ⇒専用化しており，異なる方面での利活用は難しいのではないかと。
- ⇒ハチの巣除去（高所）。
- ドローンとは切り離して，打音検査の異常値を自動感知出来るシステムが開発されるとよい。

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
- 新技術で置き換える必要性は無いと考える。
- 人が点検している間に，小型化して直線的な走行部位をスクリーニングする。
- 以前の名古屋大学での橋梁研修会で，即座に CAD に図化できるシステムを見学したことがある。そのような機能を組み合わせれば，自動的に作図が可能になるのではないかと。
- ⇒ジャイロの積分情報に加えて，走行車輪側にエンコーダを設置する（可能なら設置力を測る力センサ），あるいは，ドローンから検査対象にレーザ（マウスの技術）を照射して位置（移動距離）を測距。（聴講者より）
- 簡易なひび割れ補修やケレン，防錆処理などが行える技術。
- ⇒3D データの自動作成。
- 打音判定プログラムの取込：判定基準の客観化，定量化。
- 打音が可能な機構は非常に優れていると考える。打音機構の衝撃力の向上を目指していることから，打音検査全体の精度向上が期待できる。
- 打音データを自動解析するソフトの開発を自社に限定せず他の組織の成果取込を積極的に図ってはどうか。現在は後処理のようだが，リアルタイムでの打音の判定処理が可能になれば，打音検査箇所の特定につながると考える。
- 自動掃除機「ルンバ」のように，所定の範囲をくまなく自動で動く仕組み。

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。(5 人)
- 期待できる項目
- 走行速度。
- 点検者の技術に左右しないデータの収集が出来る。
- 自動のマッピング，CAD 化。
- ⇒インフラの事故を未然に防ぐための第一歩として。
- スクリーニングによる近接目視及びハンドタッチ箇所の抽出。

画像データの撮影で目視の、打音機構でハンドタッチのスクリーニング。
⇒打音点検ができる点。

□ 改良等を行なえば期待できると思う。(11人)

改良が必要と思われる項目

⇒点検すべてを代替せず、既存技術との役割分担を考慮した利用法を提案するのがよい。

⇒細部の点検対応への改善。

→桁端部、垂直面の点検。

⇒機能が限定的である点。

⇒点検車に乗った人間ができる事のほとんどが可能とならなければならない。

⇒使い方とそれに見合う機能が揃えば使用できると思う。

→リアルタイムでのデータ確認方法。

→現在のシステムは、条件によってはかなり高度かつ高精度の点検成果が得られる点は評価できる。しかし、点検技術者が点検精度を参照するまでにかかなりの時間を要するのが難点である。劣化の状況など必要最低限の点検結果は、短時間のうちに現場で参照、確認できるようにするとよい。その意味でも、モニターを見ながらロボットの操縦および点検（基本点検程度）ができる機能を搭載すると良い。

⇒水平方向の検査、及び構造物の隅までドローンを操作する技術開発。

□ 本日の説明だけでは、期待できないと思う。(6人)

期待できないと思う理由

→かなり欲張りな印象を受けた。開発の方向性をもう一度議論したほうが良いのでは。

点検調書を作ることが点検の目的ではなく、「問題なし」「予防保全」「補修が必要」「危険」という診断をすることが求められている。コンクリート面積が大きな長大橋で、打音検査が確実に・高速にできるという技術にしぼり込めば、社会実装が早いのではないか。

多くのメニュー、高精度を求めすぎると、返って使いづらいものになる気がする。

⇒安価かもしれないが、構造物の適切な処理として不十分と思う。

⇒期待できないというよりは、リスク対策を実装したときに、「メリット>リスク」となる具体的な場面の有無、程度がよくわからなかった。

→UAVの操縦に高いスキルを要し、作業者が限定される。

回転翼の接触防止機構を備えていて、応募者からの訓練により新しい操作者の育成が可能ではあろうが、飛行担当者と画像及び打音担当者の役割分担等のそれぞれの技術に高い熟練が必要なため、このシステムは応募者に発注が限定されると思われる。

→応用可能な橋梁が単純な床版桁または鈹桁に限定される。

床版桁または鈹桁でUAVの使用を検討する大きな橋梁は、岐阜県内では少ないと考える。

→桁端部や桁間などは接触事故の可能性が高そう。

→リアルタイムでできることと後処理でできる事を明確にすることが必要。点検の実施計画（フロー）と、本技術の能力との関係を明確にすれば、利用価値は十分にあると思う。

8. 提案技術に対する追加質問など

- ① 使用している GPS の使用方法は単独測位又はどのような干渉測位を使用していますか。
- ② CAD データが無い橋の計測場所の位置づけはどのように行いますか。
- ③ 追加した機構がある橋ではどのように位置づけを図示しますか。新たに CAD を作成しますか。