



50

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

研究責任者 東北大学 未来科学技術共同開発センター 准教授 大野和則

共同研究グループ (株)リコー、千代田コンサルタント(株)、(一財)航空宇宙技術振興財団、東急建設(株)



研究開発の目的・内容

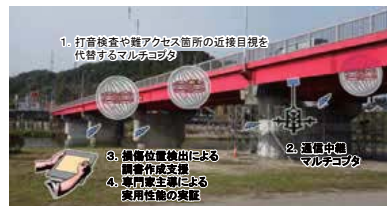
研究開発の目的

桁橋や床版橋の近接目視、打音検査を代替するドローン(マルチコプタ)の研究開発

- 点検車両のアームが届かない橋梁も従来と同程度の時間で点検
- 点検用の足場作成のコスト・期間を削減
- 最小限の交通規制で点検業務を実施
- 損傷箇所に関する調査作成を支援するソフトを開発

研究開発の内容

- ぶつかっても落ちずに橋梁の奥まで入り込める点検用球殻ドローンの開発
- 構造物に吸着して見通し外の点検用ドローンへの通信を中継する通信中継ドローンの開発
- 点検映像に写った橋梁の損傷位置・程度の判定を支援する機能の開発
- 点検・航空・建設の専門家主導による性能実証試験の実施



研究開発成果の最終イメージ

現状の成果①

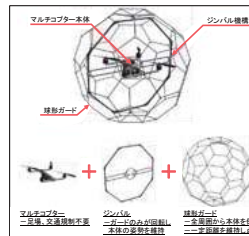
点検用球殻ドローンの開発 (東北大学)

球殻で保護されたぶつかっても落ちないドローン

H27国交省現場検証評価※

『従来必要だった人間の足場や交通規制が原則不要』

『高解像度カメラで0.2mm幅の損傷(ひび割れ等)を撮影可能』



受動回転球殻ドローンの仕組み



橋梁の桁間に入り点検するドローン(直径0.95m、重量2.5kg)

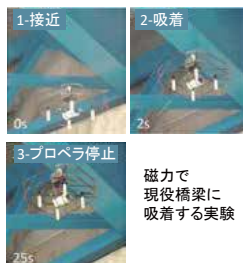
通信中継用吸着ドローンの開発 (東北大学)

橋梁外部に吸着し橋梁内部への通信中継を行うドローン

- 磁力で橋梁に吸着し、最小限の電力消費で、その場にとどまり通信を中継
- 点検用ドローンへの通信を確保し通信途絶による事故を予防



通信中継ドローンの運用イメージ



磁力で現役橋梁に吸着する実験

現状の成果②

損傷位置・程度の判定を支援する機能の開発 (東北大学、リコー)

ドローンが接写した映像から橋梁の展開図を復元し損傷を検出

- 画像処理により接写映像から橋梁の展開画像を自動復元
- 映像中の損傷が全体像のどこかを特定し調査(点検報告書)作成を支援
- ひび割れ等の判定をソフトで支援



接写映像から復元した鋼橋床版の展開画像

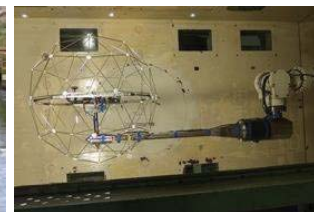
接写画像上での床版のひび割れ検出

性能実証試験の実施 (千代田コンサルタント、航空宇宙技術振興財団、東急建設)

『現場で使える/使いたくなる』ツールとしてのロボット技術を目指し点検・航空・建設の専門機関が主導する性能実証試験を定期実施



実橋梁での点検試行



風洞での空力性能試験



人工気象室での天候耐性試験

最終目標

【開発の最終目標】

開発項目	最終目標
飛行ロボットを利用した橋梁の損傷箇所の空撮と打音検査	- 撮影対象:コンクリート橋、鋼橋 - 点検に必要な機材を1BOX車で運搬 - 到着後、15分程度で撮影機材の準備 - 対象に合わせて軽量カメラを複数搭載し死角のない映像を取得(可搬重量300g) 1フライト10分程度、連続飛行で空撮 1時間あたり30分~40分で空撮 - 打音で損傷を確認
展開画像を利用した損傷の種類と箇所の特定と調査の作成	1時間あたり数~数十時間で複数の撮影映像から展開画像生成 - コンクリート橋のひび、鋼橋の腐食など損傷の種類と位置を半自動で書き込み - 損傷図、損傷写真作成支援ツールによる一連の点検調査の作成

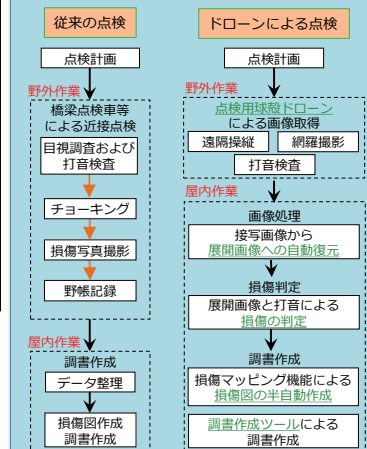
【本技術の社会実装イメージ】

参加企業・組織を中心に下記業務を行う

- 橋梁点検飛行ロボットの製造、販売、リース、保守
- 損傷画像解析ソフトの製造、販売、リース、保守
- 操縦者・インストラクターの教育と資格認定

【橋梁点検を支援・一部代替】

交通規制を伴う点検作業をドローンを用いて点検、画像処理・調査作成ツールによる調査作成の簡略化



57

道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究

研究責任者 東京大学大学院 工学系研究科 教授 前川宏一

共同研究グループ 東京大学、日本大学、(株)土木管理総合試験所、(株)NIPPO、東日本高速道路(株)、首都高速道路(株)、横浜国立大学、東北大学、京都大学、大阪大学、高知工科大学、高知工業高等専門学校、東京工業大学、筑波大学大学院、土木学会技術推進機構、北海道大学、首都高技術(株)、(一財)首都高速道路技術センター、九州大学



研究開発の目的・内容

研究開発の目的

大目標:道路インフラ(特に橋梁)の劣化損傷を的確に検出し、適切な維持管理を行うことで、維持管理費を抑えつつ、安心して暮らせる社会を実現する。そのために必要な以下の技術開発を行い、国内外で実装する。

ハード技術の開発:道路構造物のライフサイクルコストの最小化を実現するために必要となる、評価・検査・補修・補強・更新技術を開発する。

ソフト技術の開発:地方自治体等の道路事業・管理主体において、維持管理の合理化を実現するシステムを開発する。

国内外での実装:開発した技術・システムを、国内外の道路インフラ、地方自治体に実装する。国際展開のスキームを構築する。

研究開発の内容

- 道路構造物の維持管理合理化達成のための要素技術を開発する: 3次元レーダー、マルチスケール統合解析、データ同化、生存時間解析、新設・更新用高耐久床版、ウォーターシット、仕上げ機械、表面品質評価試験機、防水材
- 道路管理者向けの維持管理システムを開発する: アセットマネジメントシステム、管理データベース、人材教育システム、維持管理のPDCAサイクル
- 維持管理の合理化とビジネス化の両立を達成する: 地方自治体の維持管理向けの入札・契約モデル、ビジネスモデル、自己点検・改善方法の提案
- 国際展開: コンクリート構造物の維持管理に関する国際標準ISOの作成、アジア諸国における国際展開拠点の形成、開発技術の海外への情報発信

現状の成果①

コストのかかる道路床版の維持管理を合理化します



現状の成果②

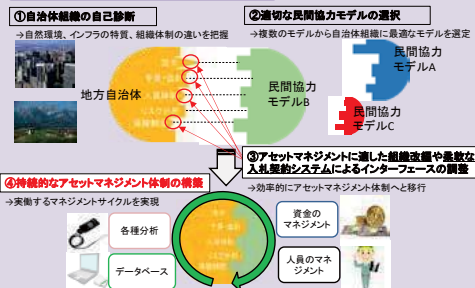
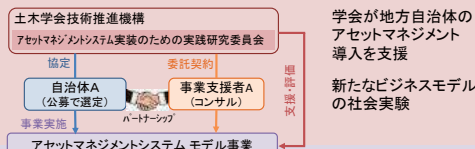
最適な維持管理システムのカスタマイズ・展開を図ります

道路管理者、地方自治体向けの維持管理システムを開発、試験運用

アセットマネジメントシステム開発

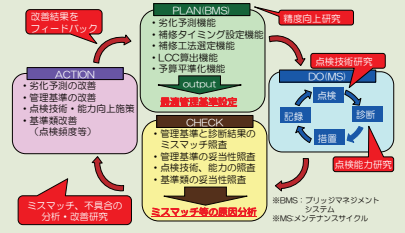
- 京モデル(舗装、橋梁)→京都府、ベトナムで実装
- 阪大モデル(橋梁)→阪高への適用
- 高知モデル(橋梁)→高知県で実装、インドネシアで実装

入札契約システムの開発



維持管理の改善サイクルの開発

- 高知県で実装。点検ミスを減らす教育と点検方法の改善



アセットマネジメントの地方自治体への展開

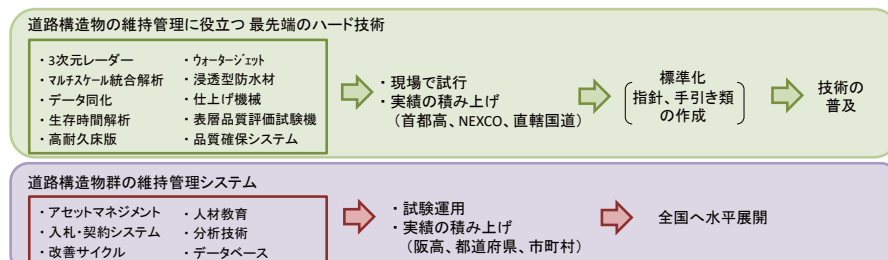
- 地方自治体と大学との連携体制構築
- アセットマネジメントの水平展開を実施



最終目標

SIP 開発技術を国内外へ実装します

開発技術の国内への実装



海外展開 (北大、東大)



SIP開発技術の国際展開、国際標準化(ISO)



38

超耐久性コンクリートを用いた
プレキャスト部材の製品化のための研究開発

研究責任者 岡山大学大学院 環境生命科学研究科 教授 綾野 完紀

共同研究グループ オリエンタル白石(株)、ランデス(株)、JFEスチール(株)



研究開発の目的・内容

研究開発の目的

供用中の高速道路等で劣化が顕在化した部材を取替える大規模メンテナンス工事中において、『交通規制の短縮』『確実な施工』『改修による耐久性向上』を実現するプレキャスト製品の開発を行う。

- PC (Prestressed Concrete) プレキャスト部材
⇒「防水層に頼らず」塩害・凍害に耐える床版を提供
- RC (Reinforced Concrete) プレキャスト部材
⇒優れた耐凍害性を「添加剤(AE剤)不要」で実現

研究開発の内容

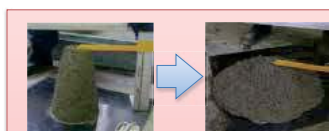
『BFSコンクリートを用いたPCa部材の製造指針』を学会で発刊し、指針に基づき実施工を行う。

- 高炉スラグ細骨材が、コンクリートの耐久性を著しく向上させるメカニズムの解明
- 超耐久性コンクリートに用いることが可能な高炉スラグ細骨材を全国で使える供給体制を確保
- 実験室と同品質のコンクリートを実際の製品工場で製造可能にする、製造方法/検査方法の確立と品質管理体制の構築

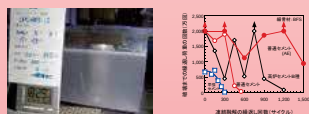
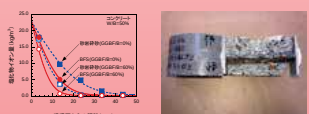


現状の成果①

高炉スラグ細骨材

増粘剤による施工性能改善
【特願2015-143297】

凍結融解抵抗性の確認

凍結融解後の水中疲労寿命
【特開2016-216284】

塩分浸透性と防錆性能

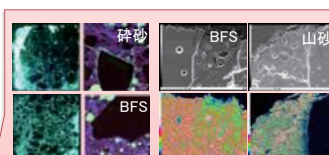
高炉スラグ細骨材を用いた
コンクリート(高耐久BFSコン
クリート)の品質確認高炉スラグ細骨材の
品質規格の決定コンクリートの
目標品質
設定製造仕様
決定

実機工場で確認

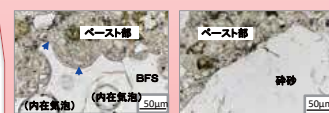
部材の目標
性能設定

設計

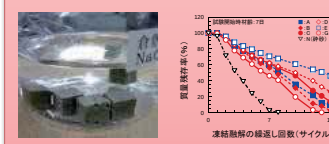
製品部材で確認



凍結融解向上のメカニズムの解明



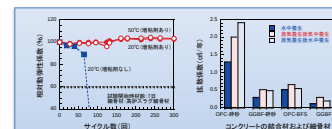
骨材界面の反応性

各地で製造される高炉スラグを用いた
反応性確認試験方法の検討

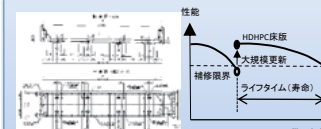
【特願2015-242333】

現状の成果②

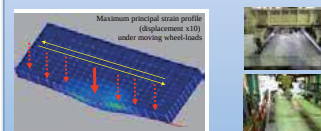
プレキャスト製品



混和材料・養生方法の検討



解析と実験の比較検証



解析と実験の比較検証

高炉スラグ細骨材を用いた
コンクリート(高耐久BFSコ
ンクリート)の品質確認高炉スラグ細骨材の
品質規格の決定コンクリートの
目標品質
設定製造仕様
決定

実機工場で確認

部材の目標
性能設定

設計

製品部材で確認



仕様の決定



製品部材での施工性の確認



製品部材での定点疲労・輪荷重試験



製品部材の適用(製造実績:1.1万トン/年)

最終目標

① 高耐久性用高炉スラグ細骨材



- 品質の高い高炉スラグ細骨材の規格の確立
- 機能性骨材として適切な価格で各地域に供給

JIS A 5011-1
品質の高い
高炉スラグ細
骨材の規格

② PCプレキャスト製品

凍結防止剤が散布され、防水層が機能しなくなったとしても、従来のコンクリート部材より、凍結融解作用にも、荷重の繰返し作用にも、格段に抵抗性の高い製品を提供



③ RCプレキャスト製品

蒸気養生を用いた製造方法でも耐凍害性が担保された製品の供給
20mm程度のかぶりでも、高い耐塩害性を確保した製品の供給



別紙④

(1) 超耐久性コンクリート

(2) 構造材料劣化機構・補修・補強技術

(3) 補修・補強技術

(4) 高炉スラグ細骨材