

- 研究開発項目 : ロボット技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 社会インフラの点検高度化に向けたインフラ構造及び点検装置
についての研究開発
- 研究責任者 : (国研)土木研究所 技術推進本部 主席研究員 藤野 健一
- 共同研究グループ : (国研)土木研究所、(一財)橋梁調査会、(一社)日本建設機械施工協会



研究開発の目的・内容



研究開発の目的

- ・老朽化する社会インフラ(橋梁・トンネル)に対し、国民が安全・安心に利用するためには、確実なメンテナンスが必要。一方、少子高齢化など建設産業における労働力不足や地方公共団体における技術者不足等の懸念有り。
- ・本研究は、社会インフラ(橋梁・トンネル)を安全に、効率的かつ経済的に点検することを目的とし、点検作業に適したインフラ構造化の検討を行うとともに、ロボット等の装置をより効率的に導入するための構造物設計等の配慮事項を明確化することにより、インフラ・ロボット・人が協調した最適な点検システムを提案する
- ・H30年度末の目標として、ロボット技術の開発・普及レベルを踏まえ、従来の管理基準や手法を前提に、ロボット技術による「従来の近接目視の支援・効率化」の早期実現に取り組む。

研究開発の内容

・ロボット技術による、「従来の近接目視の支援・効率化」を実現するため、「点検困難箇所」(インフラ管理者等のニーズより)など、ロボット技術導入効果が期待される箇所を対象に、早期のロボット技術現場導入を実現するため、以下の支援(研究開発)に取り組む。

- ①点検を考慮したインフラ構造(新設、既設)の検討
- ②添架物設置要領の作成
- ③点検困難箇所等解決を図るロボット技術の性能規定(リクワイヤメント)の設定
- ④位置特定技術(マーカー)運用ガイドラインの作成、損傷図納品手法の検討

※①②については、点検困難箇所対策が主たる目的

主な点検困難箇所とその対策案(作業効率向上と点検困難箇所改善の提案)

<点検困難箇所の整理(過年度整理済み)>

本四連絡橋、東京湾アクアラインなどの現地調査を行い、直轄国道の橋梁2万3千橋のデータに基づき、代表的な約120の点検困難箇所の事例を抽出、分析し、点検困難箇所を整理。当該整理に基づき、点検の効率化等に寄与する方策の検討・提案。

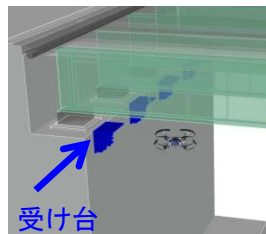
①点検を考慮したインフラ構造(新設、既設)の検討

桁端部及び落橋防止装置の改善提案

【点検困難箇所】落橋防止装置による遮蔽状況



ブロック式やワイヤー式に代え、受け台方式(サイズ大型化など)の採用。



横構撤去の検討・提案

点検対象の削減、点検空間の確保等による点検効率化・精度向上

横構



道路橋示方書では下横構設置が原則のため、構造計算等により安全性の確保(適宜、補剛材の補強など)が必要。

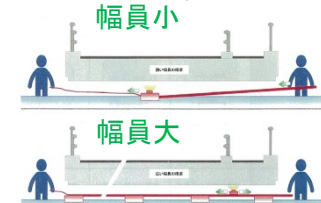
③点検困難箇所等解決を図るロボット技術の性能規定(リクワイヤメント)の設定

○新しい点検システムの提案(機器の開発は行わない)

概略設計により点検困難箇所等の点検可否を確認。

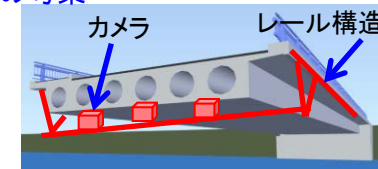
【点検困難箇所】桁下水面狭隘部

フロート式点検装置の考案



【点検困難箇所】桁下狭隘部

懸架式点検ロボットシステムとレール構造の考案

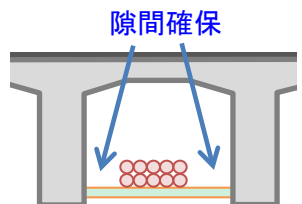


○ロボット技術の性能規定の設定(H28予定)

- ・ロボット作業が適用可能な点検作業の整理
- ・点検作業において活用が見込まれるロボット技術の整理

②添架物設置要領の作成

【点検困難箇所】添架物による遮蔽



例:添架物の周囲に幅50cm以上の隙間確保を提案し、ロボット等による点検を容易にする。

「添架物設置ガイドライン(案)」作成(H28予定)。

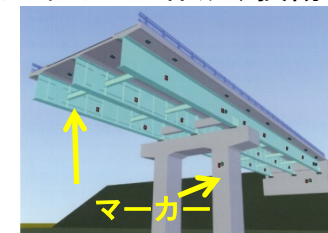
④位置特定技術(マーカー)運用ガイドラインの作成、損傷図納品手法の検討

マーカーの検討、設置を提案

5種類程度のマーカーを対象に、ロボット技術の視認性を調査(H28予定)。

マーカー導入効果

- ・点検箇所の誤認防止
- ・写真合成時の作業効率向上(約4割)



点検支援装置(プラットフォーム)の開発

点検作業上の課題
(ヒアリングによる)

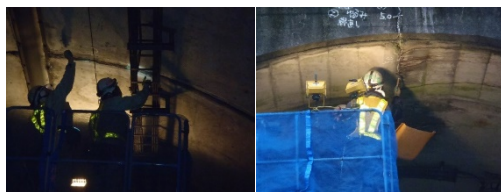
- ・上向き姿勢(不自然な体勢)による作業による苦渋、疲れ等による点検効率の低下
- ・台車の盛替え作業に時間がかかる

対応策

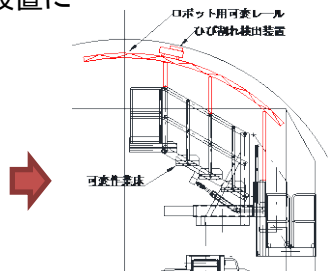
トンネルの断面形状に応じて、作業床を任意の角度に変更可能なプラットフォームを開発(設計段階)

【期待される効果1】ロボット技術の導入支援

- ・ひび割れ検出装置等を搭載可能なレール設置により、ロボットを近接させて点検実施
- ⇒点検作業の代替や点検作業員を削減



チョーキング・たたき落とし(現状)



- ・ロボットによる点検実施
- ・点検作業員を削減

【期待される効果2】点検困難箇所対策

- ・トンネル断面形状に沿った作業床とすることで、無理な姿勢での点検作業を軽減
- ・点検時の台車の盛替え作業を減らし、点検作業時間を短縮



デッキの盛替え(現状)



- ・肩部点検の盛替え作業省略
- ・肩部点検の並行作業による作業時間短縮

1~2割程度の時間短縮効果を想定(現地調査に基づく試算)

位置特定技術(マーカー)の検討

点検作業, ロボット利用上の課題(ヒアリングによる)

- ・トンネル内に特徴点がなく、位置情報の把握が困難
- ・トンネル内に施工情報があれば、点検時の診断作業がよりの確となる

対応策

トンネル点検の効率化を図るために人およびロボットに必要な各種情報とそれを認識可能なマーカー仕様について、基礎的な検討を実施

【期待される効果1】

- ・トンネル内のGPSの電波が届かない、特徴点が少ないという条件下でも、ロボットが自己位置を認識できる。
- ・ロボットが取得する画像をつなぎ合わせる際の特徴点として利用できる。

【期待される効果2】

- ・人による点検において、自己位置の把握や診断の参考となる施工情報等を知ることができる。
- ・点検もしくは内業作業時間の短縮効果が期待できる
- ⇒具体的な短縮効果は、今後、実証実験等により把握する予定

トンネル施工時の情報を点検員等が認識可能となるマーク

画像・レーザー等にて認識可能なマーカー

覆エスパンNo.の表記

その他付加情報用マーク(座標情報等)

マーカー(案), 現在検討中



・H30年度末の出口戦略として、インフラメンテナンスにおいて、ロボット技術を「従来の近接目視の支援・効率化」として導入するため、以下のように成果をとりまとめる。

課題	最終成果
①狭隘な点検空間 (点検困難箇所対策)	・点検を考慮した構造(新設・既設)の提案 ・点検支援装置(システム)の設計
②支障物による目視困難 (点検困難箇所対策)	添架物の設置要領(新設・既設)の作成
③ロボット技術によるインフラ点検	・現場におけるロボット技術の活用方法と要求性能(リクワイヤメント)の明確化 ・点検支援装置(システム)の設計
④点検の効率化・精度向上	位置特定技術(マーカー)運用ガイドラインの作成

【本研究開発の目的と研究内容】

○ロボット技術の現場導入支援施策

(インフラ構造、点検支援設備など)

- ①点検を考慮したインフラ構造(新設、既設)基準の検討
- ②添架物設置要領の作成
- ④位置特定技術(マーカー)運用ガイドラインの作成、損傷図納品基準の検討

+

○現場におけるロボット技術の活用方法と要求性能(リクワイヤメント)の明確化

- ③インフラ点検に活用するロボット技術の性能規定(リクワイヤメント)の設定

【アウトカム】

ロボット技術導入による、インフラメンテナンスの効率化など

+

必要なロボット技術開発の促進など