

かぶり測定ロボットの効率化検証と運用に向けた改良

東日本旅客鉄道株式会社
 東日本旅客鉄道株式会社
 株式会社オンガエンジニアリング
 株式会社オンガエンジニアリング

正会員 ○古川 武英
 正会員 栗林 健一
 正会員 栗原 陽一
 松橋 貫次

1. 目的

2031 年度より東北新幹線（東京～盛岡間）および上越新幹線（大宮～新潟間）の土木構造物を対象に、大規模改修を実施する計画としており、鉄筋コンクリート橋については全延長に亘り、表面改修工を施工する方針としている。最適な表面改修工計画策定を目的とし、鉄筋コンクリート橋を対象に、かぶり、水掛かりおよび中性化深さと鉄筋腐食を起因とした変状との関係性について分析を実施した。その結果、鉄筋腐食を起因とした変状はかぶりと水掛かりに因るところが大きく、それらを基に、表面改修工の最適な計画策定が可能となった。

従来の人力によるかぶり測定では労力やコストが過大となることから、かぶり測定作業の効率化を目的にこれまで吸引型壁面走行ロボットの開発を進めてきた。（図 1、図 2）。

本稿では吸引型壁面走行ロボットを活用したかぶり測定の効率化検証と、これまでの開発で課題となっていたメンテナンスの検討など運用に向けた改良について報告する。

2. 吸引型壁面走行ロボットの開発概要

株式会社オンガエンジニアリングと共同で吸引型壁面走行ロボットの実運用機の開発を行った（図 3）。これまでの試作機による検証よりかぶり測定の安定性や安全性、耐久性等が確認できたため、基本的な仕様は試作機と同様のものを採用した。

2019 年 ～ 吸引型壁面走行ロボットの開発

吸引型壁面走行ロボットの開発試作

2021 年度 実物大模擬設備で検証

連続走行性評価

消耗品取替等メンテナンスなど課題抽出・検討

2022 年 ～ 吸引型壁面走行ロボットの改良

製作：吸引型壁面走行ロボット

検証：実物大模擬設備

2023 年度～ 吸引型壁面走行ロボットの実運用

図 1. 吸引型壁面走行ロボットの開発概要

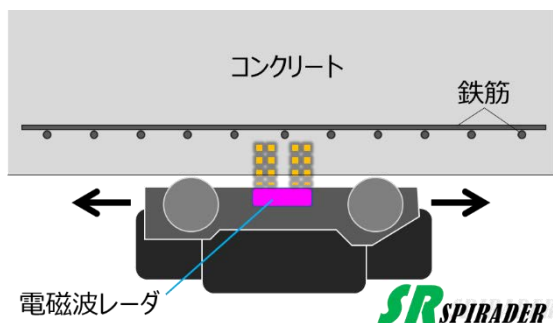


図 2. ロボットによるかぶり測定イメージ

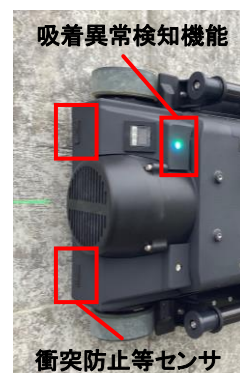


図 3. ロボット壁面走行状況及び付属機能

キーワード 鉄筋コンクリート橋、かぶり、壁面走行ロボット、電磁波レーダー

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR東日本研究開発センター TEL 048-651-2349

(1) 仕様

- ・吸着方式：高速ターボ排気方式
- ・シール：16 分割ブラシ倣い方式
- ・本体寸法：W408mm×D575mm×H233mm
- ・総重量：19.5kg（電磁波レーダー含む）
- ・走行速度：40cm/秒（検査モード 20cm/秒）
- ・給電方式：電源ケーブルでの外部電源（発電機）
- ・付属機能：壁面等衝突防止センサ（赤外線）
踏み外し防止センサ（赤外線）
吸着異常検知機能（LED）

(2) 主な改良点

吸引型壁面走行ロボットの吸着面との接地部材はブラシ状になっている。ブラシの交換や清掃のための取り外しを容易とするため、ブラシを固定しているブラシホルダに滑動スリットを高精度に配列し、またネジを廃する改良を行った。工具なしで短時間で取り外し可能となりメンテナンス性を向上させた。

(3) 運用に向けた整理

吸引型壁面走行ロボットの実運用に向けて機能仕様書、取扱説明書、メンテナンスのための点検表を作成した。メンテナンスのための点検表は各装置の部品ごとに点検項目を定め、また点検周期を始業前、終業後、月次、年次と分けて定めた。なお、年次点検はメーカーによるオーバーホールとした。

3. かぶり測定効率の再検証

(1) アプローチ方法の検討

高架橋測定対象部位への吸引型壁面走行ロボットのアプローチは高所作業車で行うこととし、吸引型壁面走行ロボットと高所作業車を併用したかぶり測定方式を採用した。実物大模擬設備の高架橋にて今回測定方式の検証を行い、作業性など問題ないことを確認した（図 4）。

(2) かぶり測定効率の再検証

これまでのかぶり測定効率検証結果より、吸引型壁面走行ロボットと高所作業車を併用したかぶり測定方式について測定効率を算出した。

ラーメン構造 6 径間（3 径間×2 ブロック）におけるかぶり測定を計測した時間から一連の作業項目毎に算出したサイクルタイムにより、今回測定方式と従来測定方式（人力）を比較した結果、測定効率は約 15%向



図 4. ロボットによるかぶり測定検証状況

表 1. 高架橋 1km 当たりの測定時間の比較

測定方法	測定時間	測定効率
今回測定方式 （ロボット＋高作車）	約 163 時間	約 15%向上
従来測定方式 （人力）	約 187 時間	

上となった（表 1）。

高架橋下付近には支障物や柵などがあり高架橋直下に高所作業車を据え付けることができない箇所があるため、今回測定方式でないと計測できない場面は多いと考えられる。また、高架橋下の既設柵撤去を想定した場合の従来方式と比較すると約 50%のコストダウンとなることを確認した。

4. 落下防止機構の検討

吸引型壁面走行ロボットは各種センサ等による落下防止機能を搭載しており落下する可能性は極めて低い。不測の事態を考慮してロボット本体と独立した落下防止機構について検討し、吸盤を用いた落下防止機構の製作を実施した。

実物大模擬設備の高架橋での検証（図 4）より使用性及びロボット重量を約 5m の自由落下に耐えられることを確認した。よってロボット落下時に地面等への衝突を回避できることが実証できたため運用可能であると判断した。

5. まとめ

2023 年度より吸引型壁面走行ロボットを運用してかぶり測定によりデータ収集を行い、大規模改修の表面改修工計画策定のための数量精査につなげていく。