

吸引型壁面走行ロボットを活用したかぶり測定効率化の検証

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。

しかし、現在はかぶりを把握するのに人力による測定を実施しており、労力やコストが過大となるといった課題がある。

そこで、かぶり測定作業の効率化を目的に、吸引型壁面走行ロボット（図1）を活用したかぶり測定法の開発を行った。本稿では開発概要と測定効率に関する検証結果を報告する。

2. 吸引型壁面走行ロボットの開発概要

従来のかぶり測定方法は、高所作業車等より人力にて電磁波レーダーで測定している（図2）。

今回、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開発を行った。吸着方式は高速ターボ排気方式を採用しており、吸着しながら走行が可能である。また電磁波レーダーを搭載しており、コンクリート高架橋の側面および下面において、走行しながらのかぶり測定が可能となる（図3）。

3. 測定効率に関する検証結果

(1) 実施内容

ラーメン構造6径間(3径間×2ブロック)及び、桁構造1径間にて、従来測定方式(人力)と吸引型壁面走行ロボット

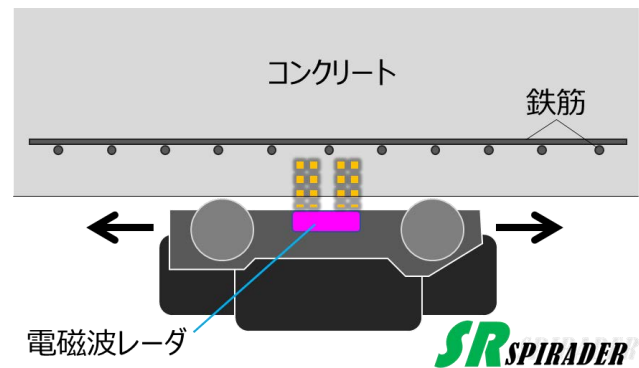


図1. 吸引型壁面走行ロボット 全体図



図2. 従来測定方式 測定状況

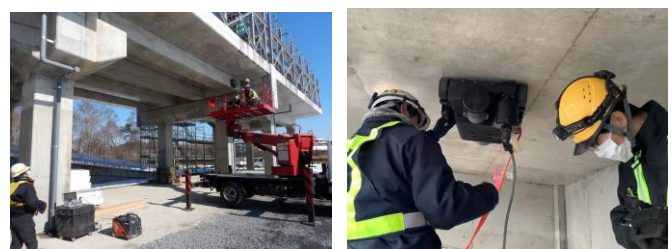


図3. ロボットを活用した測定方式 測定状況

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 TEL048-651-2552

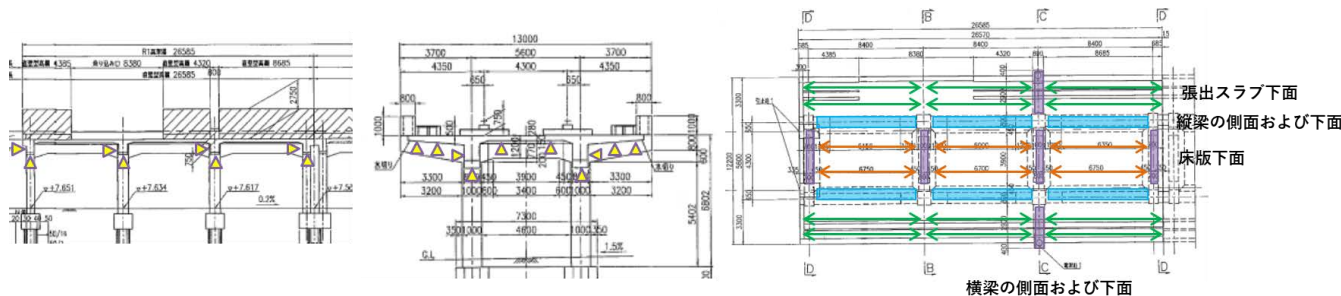


図4. ラーメン構造 かぶり測定対象部位 (左：縦断面図, 中央：横断面図, 右：下面平面図)

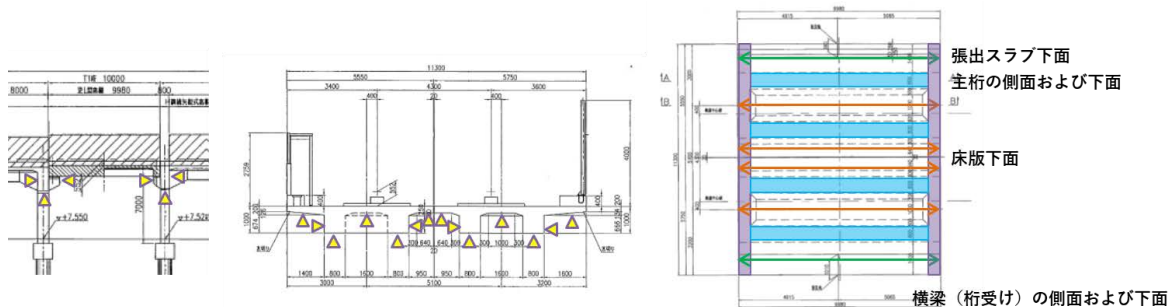


図5. 桁構造 かぶり測定対象部位 (左：縦断面図, 中央：横断面図, 右：下面平面図)

を活用した測定方式の測定を行い、作業項目毎に時間を計測し比較した。また従来測定方式(人力)は高所作業車を使用し、吸引型壁面走行ロボットを活用した測定方式はロボットを高架橋の対象部位にアプローチするためのアプローチツールを用いて行った(一部高所作業車を使用)。

(2) かぶり測定対象部位

測定位置は、これまでの論文調査の結果及び、実高架橋におけるかぶりの測定結果より、ラーメン構造での対象部位は、床版下面、張出スラブ下面、縦梁の側面および下面、横梁の側面および下面とした(図4)。また桁構造での対象部位は、床版下面、張出スラブ下面、主桁の側面および下面、横梁(桁受け)の側面および下面とした(図5)。

(3) かぶり測定作業項目

時間計測した作業項目は、準備作業、高所作業車及びアプローチツールの設置、高所作業車の作業床及びアプローチツールによる高架橋の対象部位への据え付け、測定、移動、盛替え、高所作業車及びアプローチツールの撤去、片付け作業である。

(4) 検証結果

計測結果をもとに、高架橋や桁を計測する場合にどの程度の時間となるか単位時間を設定し、サイクルタイムを算出した。

ラーメンと桁の構造毎のサイクルタイムの算出結果より、従来測定方式と吸引型壁面走行ロボットを活用

表1. 測定・移動時間の比較

	従来測定方式	今回測定方式
ラーメン構造(6径間)	348分	202分
桁構造(1径間)	74分	34分

した測定方式の測定・移動の時間を比較したものを表1に示す。従来測定方式の時間割合としては、測定・移動の時間割合が大きく、高所作業車の作業床を移動させながら測定することに時間がかかっているものと考えられる。

一方、吸引型壁面走行ロボットを活用した測定方式では、測定一連作業の時間割合は小さく、支配的なのは測定対象部位までにロボットをアプローチする時間となった。よって、アプローチツールの作業性向上が大幅な効率化につながると考えられる。

4. まとめ

今回の検証では、高所作業車を高架橋の径間(柱と柱の間)中央に据え付けて行ったが、多くの現場では高架橋直下には支障物や柵などがあり高所作業車を据え付けることができない場面や、高所作業車の据え付け・撤去といった盛替えの回数がさらに増えることが予想される。

今後、引き続き更なる効率化に向けてロボットとアプローチツールの改良を進め、製品化を目指す。