

## 1. 基本事項

技術番号	BR020045-V0025			
技術名	自走式斜材点検ロボット(斜材内部の変状)			
技術バージョン	-	作成:	2025年3月	
開発者	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京株式会社			
連絡先等	TEL: 03-5339-1723	E-mail: m.takano.aa@c-nexco-het.jp	中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 土木技術部 構造技術課 高野 真希子 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1-23-7 新宿ファーストウエストビル8F	
現有台数・基地	1台	基地	東京:中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株) 大阪:株式会社日本工業試験所	
技術概要	斜張橋およびエクストラードード橋の斜材の保護管内部鋼材の破断検査を自走式斜材点検ロボットに搭載している非破壊検査より行う技術である。 非破壊検査センサーには渦流探傷法を適用しており、検査対象表面に渦電流を流して、検査対象に発生する電磁誘導の変化から傷を検出する方法である。検査対象の表面が正常な状態であれば渦電流の乱れは検出されないが、傷がある場合には発生する磁力線に変化が現れることから、破断部を検出することができる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(斜張橋)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート		
		その他		
		共通	㊸変形・欠損	
検出原理	渦流探傷試験			
検出項目	ケーブルの変形・欠損(破断)			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動装置: モーター駆動(一对の駆動輪で鉛直方向にケーブルを挟み込む)</li> <li>・計測装置: 渦流探傷装置(移動装置と一体構造)</li> <li>・データ収集・通信: PC(Wifi)</li> </ul>	
移動装置	機体名称	自走式斜材点検ロボット(斜材内部の変状)	
	移動原理	<p>【設置型】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本計測機器は移動装置と計測装置が一体構造であり、ケーブルに設置し計測を行うものである。</li> </ul>	
	運動制御機構	通信	無線LAN 周波数: 2.4GHz、転送速度: 400Mbps
		測位	ロータリーエンコーダーにより計測位置を測定。 センサー作動位置を特定する。
		自律機能	自律機能なし
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一体型</li> <li>・最大外形寸法(L730mm×D790mm×H1250mm)</li> <li>・最大重量(約62kg)</li> </ul>	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	最大重量10kg以内程度	
動力	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バッテリーなどの仮設電源が必要</li> <li>・CNTバッテリー</li> <li>定格出力DC24V/20A、電池容量652Wh</li> </ul>		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約2時間		
計測装置	設置方法	本体機構にユニットとして搭載	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Φ90~200mm</li> <li>最大外形寸法(L370mm×D340mm×H705mm)</li> <li>最大重量(約7.8kg)</li> <li>・Φ110~140mm</li> <li>最大外形寸法(L280mm×D340mm×H425mm)</li> <li>最大重量(約7.2kg)</li> </ul>	
	センシングデバイス	・検査センサー: ACTUNI株式会社「単周波渦流探傷器 EddyStation SW II」(市販ソフト)	
	計測原理	渦電流探傷法は、コイルに電流を流したときの磁場により金属表面に発生した渦電流が、きず等により乱れることを利用して、きずを検知する試験方法である。 点検では、初めにケーブル表面に変状がない健全部で1回転のデータを取得し、これを基本値とする。 その後、対象箇所において1セット30回の探傷(1cmピッチで30回)波形により破断部を判定する。 破断部では、探傷波形に乱れ(間隔の広狭)が生じる。	
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼材外周部の鋼材破断を想定</li> <li>・保護管内部鋼材のうち、最外周部分に配置された鋼材を検査対象とする</li> </ul>	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内部鋼線からの離隔: 20~50mm</li> </ul> <p>上記離隔はケーブル表面にテープなどによる補修跡(段差)がある場合、その直下の探傷を可能とするために磁化電流値を上げてたものである。 センサー取り付け時には、センサーからケーブル表面までの距離が円周方向に一定となるように調整を行う。</p>	
	計測プロセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カメラ点検により保護管表面に外観変状が確認された箇所を検査対象箇所とする</li> <li>・自走式斜材点検ロボットに検査センサー(渦流探傷)を装着</li> <li>・検査対象箇所まで本体駆動により移動</li> <li>・外観変状部を中心に軸方向に約300mm範囲の検査を実施</li> <li>・1セット当りの検査は10mm間隔で円周方向に30回の探傷を実施</li> </ul> <p>《検出手順》</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①健全部で補正を行う(バランス取り)</li> <li>②初めの1回転を健全部とし、10mm間隔で30回転分の計測波形が表示される</li> <li>③健全部を基準に波形を補正する(健全部との差分により調整)</li> <li>④波形表示を円形表示にも調整できる</li> <li>⑤表示された波形を点検員が確認する(有資格者が実施)</li> <li>⑥破断部は、波形間隔が乱れて表示される。</li> <li>⑦渦電流探傷記録の作成</li> </ol>	
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・探傷波形の検出</li> <li>・表示率の調整や円形波形での表示も可能</li> </ul>	
	耐久性	防水、防塵性なし	
	動力	制御部に内蔵したバッテリーにより供給	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約2時間		
計測装置	設置方法	制御部に内蔵(データ収集・通信装置は制御BOXに収納し、移動装置下方に吊す形で取付ける)	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最大外形寸法(L350mm×D203mm×H450mm)</li> <li>・重量 約14kg</li> </ul>	
		・本体PCに保存	

データ収集・通信装置	データ収集・記録機能	・探傷実施中にLIVEで閲覧可能 ・地上用操作PCにバックアップ可能
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	WiFi 通信規格:5.18GHz~5.7GHz 通信速度:最大866Mbps 通信距離:0~0.2km
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	マルチSSID
	動力	・本体部:制御部に内蔵したバッテリーにより供給 ・地上制御部:地上に設けたバッテリーにより供給
	データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	移動装置に搭載するバッテリーからの給電により連続3時間程度(0~50℃)使用可能

## 3. 運動性能

項目	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
3-1 安定性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・上下間最短180mm ・左右間最短390mm	設計値 ・斜材外径Φ90~200mm ・斜材角度60°以下 ・斜材延長 300m
	標準試験値	標準試験方法 斜張橋(ケーブル)(2021) 実施年 2025年 ・ケーブル間隔 4m	・ケーブル間隔4m(上下) ・ケーブル径: φ170、180mm ・角度: 24°
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	有	
	性能値	・斜材延長 300m	設計値 ・斜材外形Φ90~200mm ・斜材角度60°以下
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

## 4. 計測性能

項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件		
計測装置	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	-	-		
		標準試験値	標準試験方法(2019) 実施年 2025年 ・計測速度:1.6cm/分		・計測長:30cm ・撮影時間:18分14秒	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	保護管内部鋼材のうち、最外周部分に配置された鋼材破断の有無を検査する。 内部鋼材に破断本数を1本~4本を設けた疑似損傷試験体による検査結果では、鋼線1本破断から検査が可能である。2本以上破断した場合には明瞭に判別することができる。		・1セット当りの探傷範囲は、外観変状部を中心に軸方向に約300mm ・探傷範囲を10mm間隔で上昇 ・10mm毎に円周方向に31回の検査を実施	
		標準試験値	未検証		-	
	4-3 位置精度(移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※	-			
		性能値	-		-	
		標準試験値	-		-	
	4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	-			
		性能値	-		-	
		標準試験値	-		-	
	計測レンジ(計測範囲)	性能確認シートの有無 ※	有			
		性能値	1セット当りの探傷範囲は、外観変状部を中心に軸方向に約300mm		任意点での計測が可能。 1本当りの探傷数は、外観変状部付近、下方定着部付近、中間部の3箇所程度を標準とする。	
	感度	校正方法	健全部の探傷結果を基準として補正を行う(バランス取り)		-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	有		
			性能値	・単一周波数(6Yp-p正弦波) ・周波数:500Hz~2000kHz		-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	有		
			性能値	・感度設定:0.0bB~+60.0bB		-
		S/N比	性能確認シートの有無 ※	-		
	性能値		-		-	
	分解能	性能確認シートの有無 ※	-			
		性能値	-		-	

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

## 5. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	道路幅員条件	-	-
	桁下条件	-	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	・取り付け、取外し時には高所作業車を用いてバケット内で作業を行う	-
	無線等使用における混線等対策	・本機と他の無線機器を遠ざける ・他の無線機器と同時作業を避ける ・アクセスポイントのチャンネルを固定する	-
	道路規制条件	・取り付け、取外し時には高所作業車を用いてバケット内で作業を行う ・地上制御部積載車両を設置する ・上記条件から車線規制を要する(1車線規制)	-
	塗装剤条件	-	-
	躯体条件	・内部鋼線からの離隔:20~50mm	-
	躯体温度条件	-	-
	その他	・渦流探傷試験による鋼材破断の判断は専門の点検員が行う。 ・以下の気象時には点検は実施しない。 降雨・降雪 強風時(平均風速6m/sec以上) 濃霧	-

## 5. 留意事項(その2)

項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	専門技術者(非破壊試験技術者資格保持者)が実施する	-
	必要構成人員数	作業:技師B 2名、技術員2名 安全管理:1名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	該当なし	-
	作業ヤード・操作場所	40m2程度(高所作業車と調査用車両の駐車スペース) 操作場所:対象ケーブル定着部付近	-
	点検費用	検査箇所6箇所/1日(平均20分/1か所×3箇所を標準) 取り付け、調整、対象箇所までの上昇下降 平均60分 ・調査費用 (現場作業)50万円/日(規制費用は含まない) (内業)10万円/日 ・その他 日当・宿泊費は実費相当 見積りにより対応	基本的にはカメラ点検と併せて実施
	保険の有無、保障範囲、費用	動産保険を会社にて加入済	-
	自動制御の有無	・専用ソフトウェアのプログラムにより設定 ①試験対象部の開始位置にプローブをセット ②その位置で補正(バランス取り)を実施 ③ソフトウェアの自動測定ボタンを操作 ④30回自動測定を開始(1セット300mm、所要時間約20分程度/セット)	-
	利用形態:リース等の入手性	業務委託	-
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	装置故障時は調査業務を担当する中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)が対応する。	-
	センシングデバイスの点検	月1回の頻度で可動点検を実施。	-
その他	-	-	

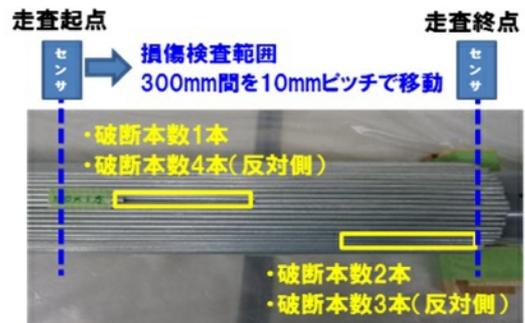
### 6. 図面

自走式斜材点検装置付属部位詳細(カメラ・検査センサー)

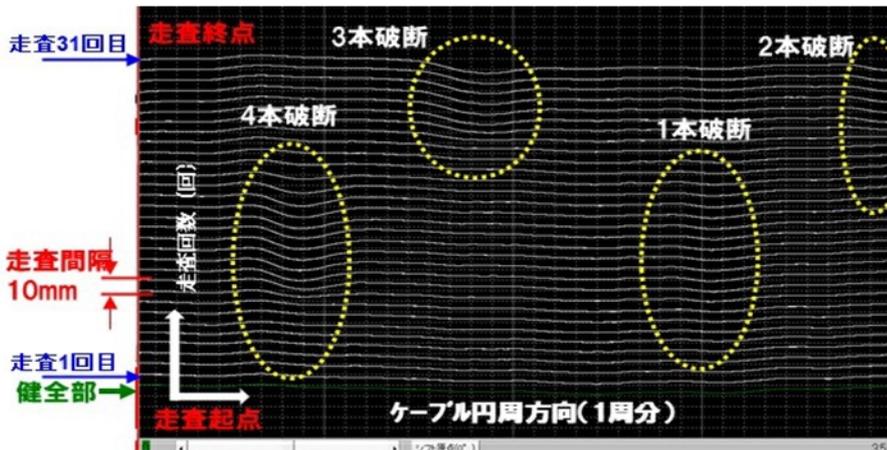


検査センサー(渦流探傷試験)可動状況

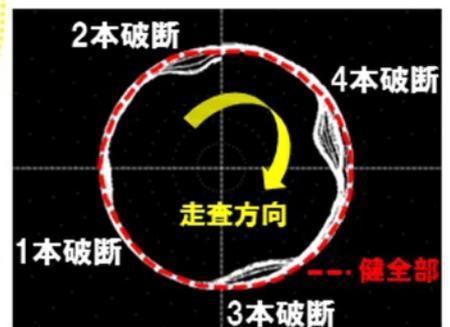
模擬試験体による検査センサー-調査結果事例



ライン波形表示



円形波形表示



探傷結果事例