

1. 基本事項

技術番号	BR010045-V0224			
技術名	壁面走行ロボットを用いたコンクリート点検システム(ひびわれ)			
技術バージョン	Ver.1.0	作成:	2024年3月	
開発者	非破壊検査(株)/青木あすなる建設(株)			
連絡先等	TEL: 06-6539-5823	E-mail: mori@hihakaikensa.co.jp	非破壊検査(株)技術本部 森 雅司	
現有台数・基地	1台	基地	大阪市西区北堀江	
技術概要	本技術は、撮影機能と打音機能を有する壁面走行ロボットを用いてコンクリート構造物の壁面を点検する技術である。この吸着型壁面走行ロボットの操作は、落下防止用としてワイヤ等(落下防止装置)を設置した状態で遠隔で操作する。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	下部構造(橋脚,橋台)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ ⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰	
		その他		
共通	⑯変色・劣化 ⑳漏水・滞水 ㉑変形・欠損			
検出原理	画像(静止画)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット(壁面走行ロボット、コントロールボックス、メインケーブル(電源、通信用)、落下防止装置) ・トータルステーション ・制御PC ・落下防止装置の付帯品(ベルトスリング、滑車、カラビナ等) ・発電機(周辺に電源がない場合) 	
移動装置	機体名称	—	
	移動原理	【接触型】 壁面走行ロボットは吸着機構により、構造物に対する吸着力で自重を支える機構を有し、構造物上を移動できる範囲で検査対象場所にアプローチするもの	
	運動制御機構	通信	・有線(LANケーブル)
		測位	・トータルステーションの自動追尾機能
		自律機能	・自律機能はなし (壁面走行ロボットの位置及び傾きの情報は得ている)
		衝突回避機能(飛行型のみ)	—
	外形寸法・重量	・移動装置:最大外形寸法(長さ700mm×幅530mm×高さ480mm)、最大重量(21kg)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	・最大重量(25kg)	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・発電機などの仮設電源が必要 ・動力源:電気式 ・電源供給容量:発電機など、AC100V、3.0kVA ・移動装置への電源供給方法:有線 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・時間制限なし		
計測装置	設置方法	・移動装置の上部に計測装置をボルト・ナットにより取付を行う。計測装置には移動装置に設置するためのアタッチメントが付属している。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・計測装置:最大外形寸法(長さ940mm×幅530mm×高さ450mm)、最大重量(19kg) ・打音機構と一体構造 	
	センシングデバイス	カメラ	カメラ機構 ・カメラ2台: コグネックス社製 型番CAM-CIC-1300-60GC 1280x1024pixels ・照明1台: ミスミ社製 型番LZ15A-397-W
		パン・チルト機構	—
		角度記録・制御機構 機能	—
		測位機構	トータルステーション(SX-105T)にて3次元情報を取得
	耐久性	防水、防塵性能は未確認	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・発電機などの仮設電源より電源供給 ・計測装置への電源供給方法:有線 	
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	・時間制限なし		
データ収集・通信装置	設置方法	・移動装置の上部にデータ収集・通信装置(計測装置と一体)をボルト・ナットにより取付を行う。データ収集・通信装置には移動装置に設置するためのアタッチメントが付属している。	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・データ収集・通信装置:最大外形寸法(長さ940mm×幅530mm×高さ450mm)、最大重量(19kg) ・打音機構と一体構造 	
	データ収集・記録機能	・計測機器で収集したデータを有線で地上の制御PCに伝送しハードディスクに保存	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・通信方法 有線(LANケーブル) ・通信規格 Ethernet ・通信距離 0m~100m 	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	—	
	動力	・計測装置より電源供給	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	・時間制限なし	

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 ※	無	
	性能値	【接触型】 最小断面寸法:縦1m×横1m	・本体寸法:長さ1000mm×幅530mm×高さ630mm ・進入可能な空間の最小断面寸法:縦1m×横1m
	標準試験値	未検証	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	・100m	ケーブル長さ:最大100m
	標準試験値	未検証	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	トータルステーションSX-105T 角度精度:5" 距離精度(D:測定距離): ±(1.5mm+2ppm×D)	トータルステーションの設置位置や距離により位置精度は異なる
	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	移動速度:最大64mm/s	—	
		標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・0.016m/s	・風速10 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	検出可能な最小ひびわれ幅 0.1mm	富士フイルム株式会社の社会インフラ画像診断サービス「ひびみつけ」または、倉敷紡績株式会社のひびわれ自動抽出システム「Kuraves-Actis」で解析できる条件	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上 (2019) 実施年 2022年 最小ひびわれ幅:0.1mm ・ひびわれ幅 0.05mm : 計測精度 0.21mm ・ひびわれ幅 0.1mm : 計測精度 0.12mm ・ひびわれ幅 0.2mm : 計測精度 0.23mm ・ひびわれ幅 0.3mm : 計測精度 0.18mm ・ひびわれ幅 1.0mm : 計測精度 0.31mm	・被写体距離:0.35 m ・照度:6.77~76.2klx 「Kuraves-Actis」にて解析	
	4-3 オルソ画像精度	長さ計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	未検証	—
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 ・相対誤差:0.65%	・真値=2.610m ・測定値=2.593m ・被写体距離:0.35m
	4-3 オルソ画像精度	位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
			性能値	トータルステーションSX-105T 角度精度:5" 距離精度(D:測定距離): ±(1.5mm+2ppm×D)	トータルステーションの設置位置や距離により位置精度は異なる
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 絶対誤差(Δx, Δy)=(0.017, 0.004) (m)	・真値(x, y)=(-2.588, 0.336) m ・測定値(x, y)=(-2.571, 0.340) m ・被写体距離:0.35m
4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	無			
	性能値	未検証	—		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2022年 フルカラー識別可能	・照度:6.77~76.2klx		

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		壁面走行ロボットで撮影し、得られた画像データから変状を検出する手順を示す。 ①撮影した画像データを全て合成する。(自動) ②合成した全体画像をひびわれの自動検出ソフトにアップロードできるサイズに分割する(自動) ③分割した画像をひびわれの自動検出ソフトにアップロードし、ひびわれを抽出する。(自動) ④抽出したひびわれを目視で確認し、ひびわれ以外の抽出結果を手動で削除する。(手動) ⑤ひびわれ以外の変状については、目視にて撮影画像を確認しながら手動で抽出を行う。(手動)		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	・「photo_joiner」(自社開発ソフト) ・富士フイルム株式会社「社会インフラ画像診断サービス ひびみつけ」(市販ソフト) ・倉敷紡績株式会社「ひびわれ自動抽出システムKuraves-Actis」(市販ソフト)		
	検出可能な変状	ひびわれ0.1mm以上、漏水・遊離石灰、剥離・鉄筋露出		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	・「ひびみつけ」は撮影した画像の合成と、構造物に自然発生するひびわれから学習したAIによるひびわれ検出を行うツールです。 ・「Kuraves-Actis」は撮影した画像より、色情報の違いによってひびわれを自動抽出するツールです。 ・撮影条件・仕様等 1) カメラ:コグネックス社製カメラCIC-1300を2台使用 2) 撮影距離:350mm 3) ラップ率:オーバーラップ 30%、サイドラップ 10%(ひびみつけのみ) 4) 画質フォーマット:JPEG	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	「ひびみつけ」または「Kuraves-Actis」により幅および長さを抽出し作成する。	
		ひび割れ以外	目視にて撮影画像を確認しながら手動で抽出を行う。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	「ひびみつけ」または「Kuraves-Actis」の精度に依存	
		変状の描画方法	・ひびわれ:ポリライン ・ひびわれ以外:ポリゴン	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG、DXF	
		ファイル容量	-	
		カラー／白黒画像	カラー 白黒画像	
	画素分解能	・ひびわれ幅0.1mmを検出するためには0.25mm/Pixel以下であることが必要 ・ただし検出可能なひびわれ幅の最小値は、画素分解能の性能に関わらず0.1mmである。		
	その他留意事項	-		
出力ファイル形式	JPEG、DXF			
調書作成支援の手順		-		
調書作成支援の適用条件		-		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		・富士フイルム株式会社「社会インフラ画像診断サービス ひびみつけ」 ・倉敷紡績株式会社「ひびわれ自動抽出システムKuraves-Actio」		

6. 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	幅員:制限なし 歩道:制限なし	-
	桁下条件	桁下高:100m未満 桁下に1m×5mのスペースが確保できること	-
	周辺条件	落下防止ワイヤーが設置できること 対象物が円柱の場合、直径8.1m以上であること	-
	安全面への配慮	壁面走行ロボットの落下防止用としてワイヤー等を設置する 計測中は作業者以外は立入禁止	-
	無線等使用における混線 等対策	状況によりトランシーバーを使用することがある	-
	道路規制条件	道路の規制無	-
	その他	気温:0~40℃ 降雨、降雪時は適用不可	-

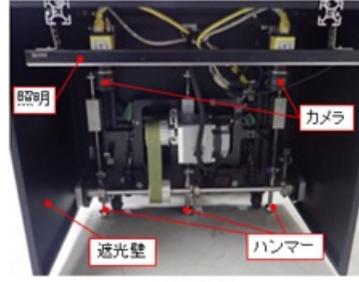
6. 留意事項(その2)

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	本技術に習熟している者	—
	必要構成人員数	現場責任者1人、操作1人、データ監視1人、補助員1人 合計4名	—
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	社内トレーニング受講者	—
	作業ヤード・操作場所	作業ヤード範囲: 1m×5m 操作場所: 装置が目視できる場所	—
	点検費用	【橋梁条件】 橋種 [コンクリート橋] 高さ: 30m 幅: 7 m 部位・部材: コンクリート橋脚の柱部 活用範囲: 210m ² 検出項目: ひびわれ 現場作業: 1日(解析含む) <費用> 合計 420,200円	うきの検出も同時に実施 ※諸経費は含まない
	保険の有無、保障範囲、費用	保険には加入していない	—
	自動制御の有無	自律制御無	—
	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	装置の故障時は修理	—
	センシングデバイスの点検	自社による定期点検及び使用前点検	—
その他	適用の可否は図面や現場の確認を行い判断する	—	

7. 図面



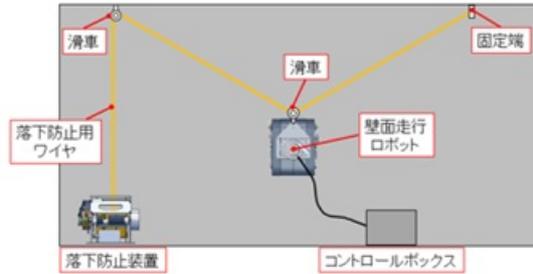
装置概要
長さ1000mm×幅530mm×高さ630mm



計測装置
カメラ:2台、ハンマー×マイク:3セット



点検実施状況



落下防止設置イメージ

動画URL <https://www.hihakaikensa.co.jp/technologies/robot.html>