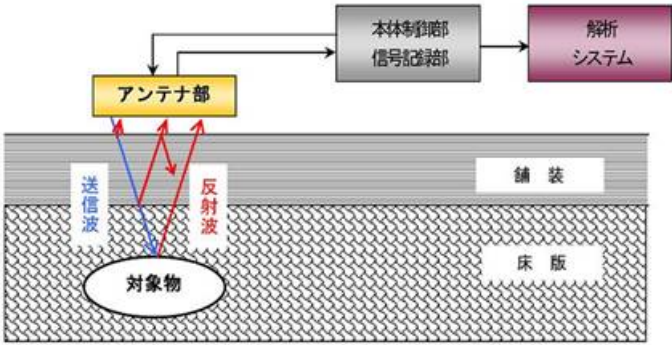


## 1. 基本事項

技術番号	BR020014-V0324			
技術名	床版劣化状況把握技術(スケルカビューDX)			
技術バージョン	バージョン1	作成:	2024年3月	
開発者	ジオ・サーチ株式会社			
連絡先等	TEL: 03-5710-0200	E-mail: skeleka-bp@geosearch.co.jp	橋梁・舗装事業開発部 森田 英明	
現有台数・基地	7台	基地	・東京都大田区西蒲田7-37-10-9階(本社) {(北海道事務所(北海道)、東北事務所(宮城県)、中部事務所(愛知県)、大阪事務所(大阪府)、九州事務所(福岡県)}	
技術概要	電磁波レーダを搭載した車両を用いて、一般交通の中で走行しながら路面に電磁波を送信し、反射信号の特徴に基づきコンクリート床版内部の劣化を検出する非破壊検査技術である。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版)		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑦剥離・鉄筋露出 ⑧漏水・遊離石灰	
		その他	その他(鉄筋腐食、土砂化)	
		共通		
	検出原理	電磁波		
検出項目	電磁波の反射応答値			

## 2. 基本諸元

計測機器の構成		本計測機器は探査車に地中レーダ装置を搭載し、床版内部に送信された電磁波の反射応答を捉えてデータ取得を行うものである。また、走行位置確認のためのGPSや路面および周辺状況写真を撮影する装置も搭載している。移動装置と計測装置は一体構造となっており取得したレーダデータ及び位置情報、撮影映像は車載されているPCに記録される。	
移動装置	機体名称	スケルカーS	
	移動原理	【車両型】 計測装置の地中レーダ装置を車両後方下部に設置し、地中レーダ装置から電磁波を床版に送信し非破壊による調査を行うものである。移動装置と計測装置は一体となっており、電磁波の反射応答値は車載しているPCに記録される。	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能(飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	一体構造(移動装置+計測装置): 回送時:最大外形寸法(長さ6590mm×幅2000mm×高さ2660mm)、最大重量(4525kgf) 測定時:最大外形寸法(長さ6590mm×幅2040mm×高さ2660mm)、最大重量(4525kgf)	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	-	
動力	・内燃機関式 ・燃料の種類:軽油 ・総排気量又は定格出力:2.99L		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	-		
設置方法	・移動装置と一体的な構造		
外形寸法・重量(分離構造の場合)	-		
センシングデバイス	・地中レーダ 有効探査幅:200cm		
計測原理	<p>地中に送信された電磁波が、電気的特性(誘電率 <math>\epsilon r</math> および導電率 <math>\sigma</math> など)の異なる物質(埋設物や空洞)の境界で反射波を生じる性質を利用して、探査を行うものである。 計測原理は下図に示すとおりである。 送信アンテナから地中に向けて電磁波を発信して、地中の反射対象物から反射される電磁波を送信アンテナと並列された受信アンテナにて受信して、地中からの反射波を捉える。送信アンテナから発信されたタイミングと反射波が受信されるタイミングの時間差からアンテナからの距離(深さ)を算出する。 算出式については次式で表される</p> $D(m) = V(m/s) \times T(s) / 2$ $V(m/s) = C(m/s) / \sqrt{\epsilon r}$ <p>D(m): 異物の深さ V(m/s): 対象物の電波の伝播速度 T(s): 入射波と反射波の時間差 C(m/s): 真空中における電波の伝播速度(3×10<sup>8</sup>m/s) <math>\sqrt{\epsilon r}</math>: 地盤の比誘電率(通常、誘電率と称す)</p>		
計測装置	 <p style="text-align: center;">計測原理</p>		
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)	・電磁波が透過しない状況ではデータ取得ができないため路面に滞水や積雪がない状態での計測が必要である。 ・床版上面に鋼板、炭素繊維、銅繊維コンクリートなどマイクロ波が透過しない材料を使用していないこと。	
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・アンテナ部と路面との離隔が大きくなるほど電磁波の反射応答の減衰が生じるので解析が難しくなる場合がある。 ・外来電波(違法無線)による干渉ノイズの影響。	
	<p>①地中レーダ装置から床版に向けて電磁波を送信し、反射応答を捉えたデータを取得する。 ②上記地中レーダと同期してGNSS、路面の映像の撮影および周辺の映像を撮影した画像を収録装置に記録する。</p>		

計測プロセス	<p>計測プロセス</p>	
	アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地中レーダデータ</li> <li>・GNSSデータ</li> <li>・路面映像画像</li> <li>・周辺映像画像</li> </ul>
	耐久性	-
	動力	・バッテリーなどの仮設電源は不要。・移動装置に搭載しているバッテリー電源より供給。(移動装置の動力により発生する電力で充電される)
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	移動装置の動力稼働中は連続稼働が可能。
データ収集・通信装置	設置方法	移動装置と一体的な構造
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	-
	データ収集・記録機能	車載PCに保存。
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	-
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	-
	動力	・バッテリーなどの仮設電源は不要 ・移動装置に搭載しているバッテリー電源より供給。(移動装置の動力により発生する電力で充電される)
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	-

## 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	・幅員3m	-
	標準試験値	・幅員3.5m	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	無	
	性能値	未検証	-
	標準試験値	未検証	-

※「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	・計測速度(最大):80km/h	・一般道:60km/h以下 ・自動車専用道路:80km/h以下	
		標準試験値	未検証	-	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	①正解率:81% ②劣化適合率:56% ③劣化再現率:38% ④健全適合率:85% ⑤健全再現率:92%  ※指標の説明 ① 正解率:検証面積のうち、正解していた面積の割合 ② 劣化適合率:電磁波レーダの劣化判定面積のうち、実際に劣化していた面積の割合 ③ 劣化再現率:実際の劣化面積のうち、電磁波レーダで劣化と判定した面積の割合 ④ 健全適合率:電磁波レーダの健全判定面積のうち、実際に健全だった面積の割合 ⑤ 健全再現率:実際の健全面積のうち、電磁波レーダで健全と判定した面積の割合	・路面に滞水や積雪がない状態であること。 ・床版上面に鋼板、炭素繊維、鋼繊維コンクリートなど電磁波が透過しない材料を使用していないこと。	
		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 ※	有		
		性能値	・位置精度: ・橋軸方向±0.5m ・幅員方向±0.5m	・道路線形が直線であること。 ・一定幅員の本線であること。 ・橋梁一般図等の基礎資料があること。	
		標準試験値	未検証	-	
	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	・最大深度:0.58m	-	
	感度	校正方法	-	-	
		検出性能	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		検出感度	性能確認シートの有無 ※	-	
			性能値	-	-
		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 ※	無			
	性能値	・取得ピッチ: 深さ方向、橋軸方向、幅員方向 (0.8、3.0、10.0) cm	-		

※「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	道路幅員3m以上必要	路肩・側帯などの端部およびセンターライン付近は走行時に機材の接触の危険があるため、50cm程度測定不可。
	桁下条件	桁下高2.8m以上	-
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	計測中は回転灯と電光表示板を点灯して周囲への注意喚起を行う	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	塗装剤条件	-	-
	躯体条件	・電磁波が透過しない状況ではデータ取得ができないため路面に滞水や積雪がない状態であること。 ・床版上面に銅板、炭素繊維、鋼繊維コンクリートなど電磁波が透過しない材料を使用していないこと。	-
	躯体温度条件	-	-
	その他	・鋼繊維コンクリートにより上面増厚した橋梁やサンドイッチ床版は適用不可。 ・走行計測であるため、地覆端部・センターライン直下はデータ取得不可。 ・路面に滞水、積雪がある場合は計測不可。 ・雨天時は計測不可。 ・小型探査車も保有	-

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	-	-
	必要構成人員数	運転手1人、操作1人、補助員1人合計3名	-
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	普通自動車第一種運転	-
	作業ヤード・操作場所	操作場所:車両内	-
	点検費用	・床版上部コンクリート300㎡(計測幅3m×延長50m×2車線)の健全性判定 ①打合せ・協議:55,200円/式(直接費用) ②計画準備:56,630円/式(直接費用) ③車両型計測機材によるデータ取得:287,468円/日(直接調査費用) ④データ処理~カルテ作成(直接費用) ⑤報告書作成:89,750円/式(直接費用)  ・記載床版上部コンクリート300㎡の健全性判定のために受注からカルテ作成までにかかる最小の直接費用は以下の通り。 529,423円(=①55,200円+②56,630円+③287,468円+④40,375円+⑤89,750円)	・成果品:診断カルテ図 ・左記は参考価格。直接費用のみ。 ・令和5年度技術者単価。
	保険の有無、保障範囲、費用	車両に関わる保険(自賠責保険、任意保険)に加入	-
	自動制御の有無	自動制御無	-
	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	サポート体制あり	-
	センシングデバイスの点検	日常点検 ①頻度:調査前 ②点検方法:動作確認 検定 ①頻度:1年おき ②点検方法:テストフィールド及び専用治具による性能維持の確認	-
その他	-	-	

## 6. 図面

### 寸法



アンテナ外幅 2.4m  
(データ取得幅2.0m)

### 装置

電光表示板 D-GPS装置

回転灯

ラインスキャンカメラ

周辺映像撮影装置  
(3方向/前左右)



地中レーダ装置