

## 1. 基本事項

技術番号	BR020018-V0425			
技術名	磁気による鋼材破断の非破壊検査法(Senrigan)			
技術バージョン	1	作成:	2025年3月	
開発者	コニカミノルタ株式会社			
連絡先等	TEL: 070-3877-1952	E-mail:	masashi.niiyama@konicaminolta.com 新山 将史 senrigan@gcp.konicaminolta.com 西山 毅	
現有台数・基地	17台	基地	東京都八王子市	
技術概要	<p>Senriganは、磁気を活用したコンクリート内部鋼材の破断検出を行う技術である。 計測には、磁石ユニット、磁石ガイド、計測装置、Senriganクラウド、およびインターネット接続できる端末(タブレット等)からなるシステムを用いる。 計測対象に応じて「磁気ストリーム法」と「漏洩磁束法」の2種類の計測方法を使い分ける。</p> <p>&lt;漏洩磁束法&gt; 計測に先立ち計測面を磁石ユニットで擦ることで内部鋼材を着磁し、着磁された鋼材が発する磁束密度を測定することで、鋼材の破断部に生じる変化を捉える方法である。</p> <p>&lt;磁気ストリーム法&gt; 計測装置に装着した磁石ガイドの定位置に磁石ユニットを置き、磁石から鋼材に流れる磁気の磁束密度を測定することで、鋼材の破断部に生じる変化を捉える方法である。</p>			
技術区分	橋種	コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(主桁,横桁,床版,斜張橋,その他(吊橋))		
	損傷の種類	鋼	④破断	
		コンクリート		
		その他		
		共通		
検出原理	磁束密度			
検出項目	磁束密度の変化			

## 2. 基本諸元

**計測機器の構成**

磁石ユニット、磁石ガイド、計測装置、SenrigaNクラウドで構成される。

使用時の構成は、磁気ストリーム法と漏洩磁束法により異なる。

<漏洩磁束法>

- ・磁石ユニット: 鋼材を着磁する。
- ・計測装置: 16cm×53cmの計測エリアの磁束密度を計測する。
- ・SenrigaNクラウド: アップロードされた計測データの保存と演算処理、波形を可視化する。

<磁気ストリーム法>

- ・磁石ユニット: 鋼材に磁気を流す。
- ・磁石ガイド: 磁石ユニットを正しい位置に保持する。
- ・計測装置: 16cm×53cmの計測エリアの磁束密度を計測する。
- ・SenrigaNクラウド: アップロードされた計測データの保存と演算処理、波形を可視化する。

<b>移動装置</b>	機体名称	-	
	移動原理	【人力】 計測装置と磁石ユニットを手で支えて計測を行う	
	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	-	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-	
	動力	-	
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-		

<b>計測原理</b>	設置方法	検査技術者が、計測装置と磁石ユニットを手で保持する。
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	計測装置: 705(W)×200(D)×92(H)mm 約3.4Kg 磁石ユニット: 235(W)×113(D)×87(H)mm 約4.1Kg 磁石ガイド: 480(W)×90(D)×35(H)mm 約0.1kg
	センシングデバイス	3軸磁気センサ
	計測原理	検査対象に生じる磁束密度の変化を捉える。  <漏洩磁束法> 計測の前に計測面を磁石ユニットで擦り、内部の鋼材を着磁する。

		次いで計測装置を当て、着磁された鋼材の破断部で生じる磁束密度の変化を捉える。 <磁気ストリーム法> 磁気が流れている状態で鋼材が発する磁束密度を計測し、破断部で生じる変化を計測装置で捉える。																										
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	コンクリートなどの非磁性体に内包された長さ70cm以上のPC鋼材や鉄筋等の磁性体を対象とする。 また、計測対象物の表面に計測装置をあてがうことが可能な形状であること。																										
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	<漏洩磁束法> 鋼材の着磁状態。計測範囲がムラなく着磁されていること。 計測中の計測装置の位置ずれ。計測開始から終了まで一定の位置を保つこと。 <磁気ストリーム法> 計測中の計測装置の位置ずれ。計測開始から終了まで一定の位置を保つこと。																										
計測装置	計測プロセス	<漏洩磁束法> ①桁表面に磁石ユニットを当て、鋼材に沿って擦る。(鋼材が着磁する) ②計測面に計測装置をあてがい計測する。 ③計測データがクラウドに自動アップロードされる。 ④タブレット等で波形を確認する。 <磁気ストリーム法> ①計測面の鋼材の墨出しを行い、計測位置をマーク(線引き)する。 ②①のマーク(線)に沿って計測装置をあてがい保持する。 ③磁石ガイドに磁石ユニットを載せ計測1回目。 ④磁石ガイドから磁石ユニットを外して計測2回目。③④の間計測装置を計測面に固定。 ⑤計測データがクラウドに自動アップロードされる。 ⑥タブレット等で波形を確認する。																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">磁気ストリーム法</th> <th colspan="2">漏洩磁束法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①鋼材の墨出し</td> <td></td> <td>①着磁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>②計測装置をセット</td> <td></td> <td>②計測装置をセットして計測</td> <td></td> </tr> <tr> <td>③計測 1 回目： 磁石あり</td> <td></td> <td>③データの自動アップロード</td> <td></td> </tr> <tr> <td>④計測 2 回目： 磁石なし</td> <td></td> <td>④波形確認</td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑤データの自動アップロード</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑥波形確認</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	磁気ストリーム法		漏洩磁束法		①鋼材の墨出し		①着磁		②計測装置をセット		②計測装置をセットして計測		③計測 1 回目： 磁石あり		③データの自動アップロード		④計測 2 回目： 磁石なし		④波形確認		⑤データの自動アップロード				⑥波形確認	
磁気ストリーム法		漏洩磁束法																										
①鋼材の墨出し		①着磁																										
②計測装置をセット		②計測装置をセットして計測																										
③計測 1 回目： 磁石あり		③データの自動アップロード																										
④計測 2 回目： 磁石なし		④波形確認																										
⑤データの自動アップロード																												
⑥波形確認																												
	アウトプット	・磁束密度変化データ モバイル回線を介してSenrigaNクラウドにアップロードされ、クラウドサーバで信号処理され磁束密度分布状況を波形として閲覧することができる。 判定結果や備考などの情報を追記したり、波形とこれら情報を一括してマイクロソフト社のWordファイル形式で出力することも可能。																										
	耐久性	IP65相当の防塵防水。																										
	動力	モバイルバッテリー(USB-TypeC出力)																										
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	約4時間(7800mAh品の場合) 交換用予備バッテリーを標準で提供。																										
データ収集・通信装置	設置方法	データ収集:USBメモリ (計測装置背面のUSBポートに挿入) 通信装置:SIMドングルまたはWiFi子機 (計測装置背面のUSBポートに挿入)																										
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	計測装置内部に装着。重量は挿入するUSBメモリ・SIMドングルに依存																										
	データ収集・記録機能	・全ての計測データは計測装置内部に装着したUSBメモリに保存 ・モバイル通信可能な環境では、自動的にSenrigaNクラウドに伝送、保存																										
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	モバイル通信(移動体通信)/WiFi(2.4GHz帯)																										
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	WPS-PSK																										
	動力	DC5V(計測装置より供給)																										
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	計測装置本体に準じる																										

## 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 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
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 ※	-	
	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 ※	-		
		性能値	-		
		標準試験値	-		
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	【漏洩磁束法】 ・はつり正答率:96%  【磁気ストリーム法】 ・検出率=100%	<漏洩磁束法> はつり正答率=96.4% (27箇所/28箇所)  <磁気ストリーム法> 検出率=100%(4箇所/4箇所)	
		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 ※	無		
		性能値	・16cm×53cm矩形領域  		
	感度	校正方法	オフセットキャリブレーション機能搭載		計測当日に作業開始前に実施。540個の磁気センサのばらつきを補正する。
		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	・短辺方向:4cmピッチ ・長辺方向:1cmピッチ			

※「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	計測装置および磁石ユニットを操作する作業者が、安全かつ安定に運用できる隙間・幅が必要。 (目安:桁下隙間50cm以上必要)	-
	周辺条件	モバイル通信によるインターネット接続が可能である場所であることが好ましい。	計測装置はモバイル通信による計測データの即時アップロード機能を備えている。 モバイル通信不可の場所では、計測データはUSBメモリに保存されるが、SenrigaNクラウドに接続した波形の即時閲覧やメモ編集はできない。
	安全面への配慮	磁石ユニットと作業場周辺の鉄材の間に手指を挟まれないように注意する。 高所作業中は、計測器・磁石ユニットの落下に注意する。 ペースメーカーを装着されている方は使用不可。	磁石ユニットは必ずハンドルを持って使用する。 使用しないときは付属の磁石置台に載せておく。 落下防止用のランヤードを利用する事。 磁石ユニットの磁力でペースメーカーが誤動作の恐れ。
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	計測作業箇所直下の通行規制が必要	落下物によるけがの防止
	塗装剤条件	鉄を含まないこと	-
	躯体条件	鉄系の障害物(銘板など)がないこと	-
	躯体温度条件	-	-
その他	-	-	

## 5. 留意事項(その2)

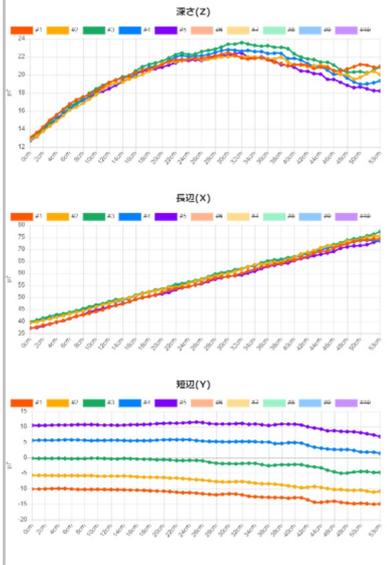
項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)	
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	計測原理と計測手順の理解が必要。 破断判定のための波形判読スキルも必要。	事前講習会による学習を行う。 事前講習会と計測現場での指導は、オンラインリモートサポートによる指導プログラムを用意している。
	必要構成人員数	3名	監督者1名を含む。現場の安全確保、計測結果の確認等の検査効率向上が目的。高所作業車オペレータ等は別途必要。
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	計測現場で検査者が操作	計測装置を保持しながら、計測を開始できる。 磁石ユニットが適切に取り扱える。
	点検費用	橋の種類:コンクリート橋(プレテン桁) 活用範囲:7.2㎡(橋長:7.5m、桁幅30cmの3桁分程度) (漏洩磁束法 1日) <費用> 直工費+経費合計 78万円(消費税、一般管理費、 間接工事費、旅費交通費、諸経費は含まない) ※条件によるため都度見積	利用期間に応じて役務またはレンタルにて提供。 1日あたりの計測可能面積の目安は以下の通り。 ※足場や配筋の状況によって増減あり。  <プレテン> 約7.2㎡ <ポステン> 約4.8㎡
	保険の有無、保障範囲、費用	-	-
	自動制御の有無	-	-
	利用形態:リース等の入手性	レンタル。 レンタル先:コニカミノルタ株式会社 070-3877-1952 (担当 新山)	装置販売は行っていない
	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	サポート専用メールアドレスから受付
	センシングデバイスの点検	貸出前に点検を実施	-
その他	-	-	

6. 図面

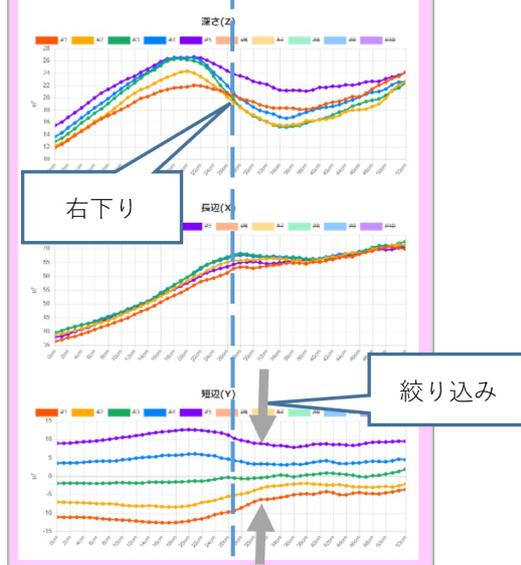
磁気ストリーム法



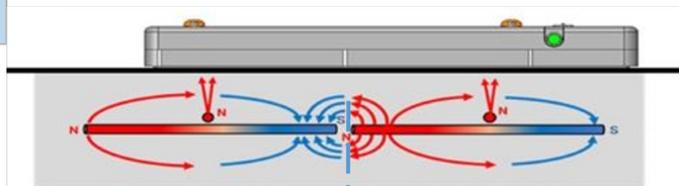
破断なし



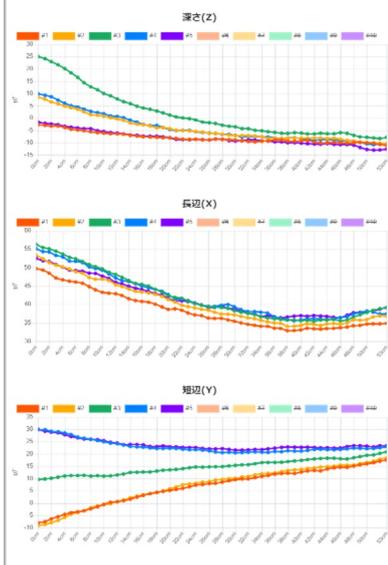
破断あり



漏洩磁束法



破断なし



破断あり

