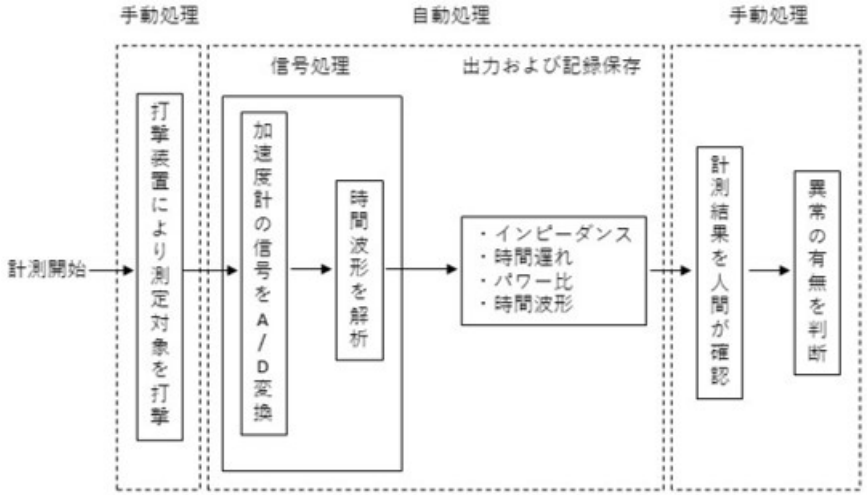
1. 基本事項

技術番号		TN020015-V0225				
技術名		ボルト・ナットの健全性検査装置BOLT-Tester				
技術バージョン		ver.1			**作成：**	2025年2月
開発者		日東建設株式会社				
連絡先等		TEL：	0158-84-2715（本社） 011-874-6200（札幌支店）	E-mail：	konnou@nittokensetsu.co.jp okamoto@nittokensetsu.co.jp	技術開発部 金王 雄亮（本社） 技術開発部 岡本 真（札幌支店）
現有台数・基地		3台（自社保有デモ機）		**基地**	北海道紋別郡雄武町 ※当社販売店やリース・レンタル会社デモ保有	
技術概要		BOLT-Testerは、あと施工アンカーやナットの健全性をハンマ打撃によって検査する計測器である。衝撃加速度計を内蔵したハンマでボルトやナットを打撃し、その時に得られる反力の時間波形によって健全性の評価を行う。ボルトの固着不足やナットの緩みなどがある場合、打撃に対する反力の生成に遅れが生じ、測定波形からこの挙動を読み取り検査を行う技術である。				
技術区分	**対象部位**	吸音板 天井板 照明 ケーブル類 警報表示板 標識 ジェットファン その他附属物				
	損傷の種類	表面近くの空洞、ならびに附属物本体・取付部材等の緩み				
	物理原理					
	検出項目					

2. 基本諸元

計測機器の構成		・本計測器は、打撃装置、AD変換機、およびデータの解析・表示・保存を行う記録装置（制御用PC）が一体構造で構成された計測器である。
移動装置	**移動原理**	【人力】 ・打音検査と同様、測定対象に近接しハンマによる打撃を行う。
	外形寸法・重量	・一体構造（計測装置） 打撃装置※（大ハンマ：1400g、中ハンマ：420g、小ハンマ：190g）　※打撃対象物によってハンマ質量を変える。 AD変換機（106 x 40 x 11mm） PC（PCの製造元、型式による）
	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)	–
計測装置	**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)	–
	センシングデバイス	・打撃装置　自社開発　【接触タイプ】
	計測原理	・打撃は、作用と反作用によって成立する。反作用は打撃対象物の状態によってその大小や反力が生成されるまでの時間などが変化する。本技術は、打撃装置（ハンマ）で、対象物を打撃し、打撃応答波形（ハンマに作用する加速度）を測定することで反力の発生状況を確認する。 ・キャリブレーションとして、健全な状態の対象物をあらかじめ測定することにより、検出精度の向上が期待できる。
	計測の適用条件 (計測原理に照らした適用条件)	・測定対象をハンマで直接打撃する必要があるため、計測部位に近接できる必要がある。 ・打撃装置が測定対象に対して垂直になるよう注意しながら打撃を行う。 ・極端な低温環境下（-5℃以下）では、電子機器の保護が必要な場合がある。 ・接着系アンカーのボルトと母材の固着具合を調べる際は、軸力を開放する必要がある。
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因	・測定対象に対して打撃装置が垂直かつ測定対象の中央を打撃するよう注意しながら打撃を行う。 ・一つの測定対象に対して、計測結果の再現性を確認するため複数回打撃を行う。
	計測プロセス	①　測定対象に対して打撃装置が垂直かつ測定対象の中央を打撃するよう注意しながら打撃を行う。 （明らかな打撃ミスや異常な波形が測定された場合は再度測定を行う。） ②　ハンマに内蔵された加速度計の信号をA/D変換。 ③　信号を解析し、各種指標値の算出。 ④　制御用PCに計測結果を出力 ⑤　計測結果を人間が確認、異常の有無を判断 【処理フロー】 
	アウトプット	・打撃応答波形を時系列データとして出力。 ・各種指標値はテキストデータで出力。 ・データ出力形式はCSV。 ・モニタに表示された計測結果画面をキャプチャし、JPG形式で保存する事も可能。
	耐久性	–
	動力	・動力源：電気式 ・電源供給方法：USBバスパワー（PCの内蔵バッテリーに依存）
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	・PCの内蔵バッテリーに依存。 ・概ね6時間（外気温20℃）
	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・通信装置	データ収集・記録機能	・PCの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)	―
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	―
	動力	・動力源：電気式 ・電源供給方法：PCの内蔵バッテリーに依存
	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
適用可能なトンネルの最小寸法	・人が点検可能なスペース （打音検査が行える程度のスペース）	―
適用可能なトンネルの最大寸法	・人が点検可能な作業床を設置し近接できれば適用可能	―
障害物回避	・装置そのものがトンネル内付属物と干渉する事はない。	―

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
計測精度	性能確認シートの有無　※	有	
	標準試験方法（2021） 実施年　2022年 1.　アンカーボルト定着部異常の検出 アンカーボルト定着部の異常を模した二つの供試体（供試体A、供試体B）を対象に測定を実施。 ・供試体A M18ボルト8本（正規施工2本、施工不良6本）、ナット有 ・供試体B M18ボルト8本（正規施工2本、施工不良6本）、ナット無 【試験結果】 ・供試体A 施工不良6本中4本検出 ・供試体B 施工不良6本中4本検出 2.　ボルトの緩み検出 ジェットファンのベースプレート部を模した供試体を対象に測定を実施。 ・M24ボルト4本のうち、測定対象となるボルト・ナットのトルク値を200N・m、100N・m、50N・mと変化させて測定を実施。 ・ベースプレートに対する引張荷重の有無による違いの確認も行った。 ・大ハンマによる軸方向の打撃および中ハンマによるナット側面の打撃により測定を実施。 【試験結果】 ・大ハンマによる軸方向の打撃 トルク50N・mはテンションの有無を問わず判別が可能。 テンションが導入さていない場合は、トルク100N・mと200N・mも判別が可能。 ・中ハンマによるナット側面の打撃 トルク50N・mはテンションの有無を問わず判別が可能。		・ボルト・ナットが極端に腐食しているような状態で正しい測定が難しいため、事前に処理を行う必要性がある。 ・保護キャップなどの保護材によりボルト・ナットが覆われていないこと。 ・測定面とハンマの衝突時の打撃角度が±10度程度に収まるよう注意しながら打撃を行う。
計測速度 (移動しながら計測する場合)	性能確認シートの有無　※	無	
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　※	無	

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

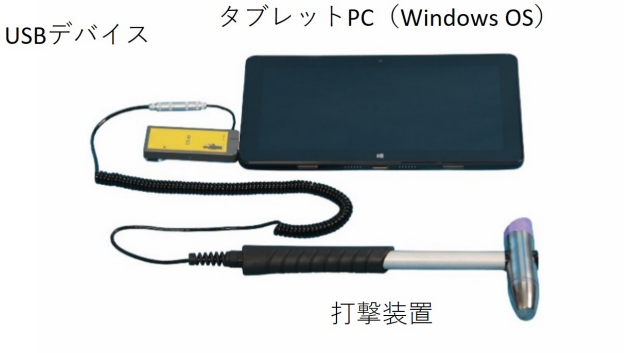
5. 留意事項（その1）

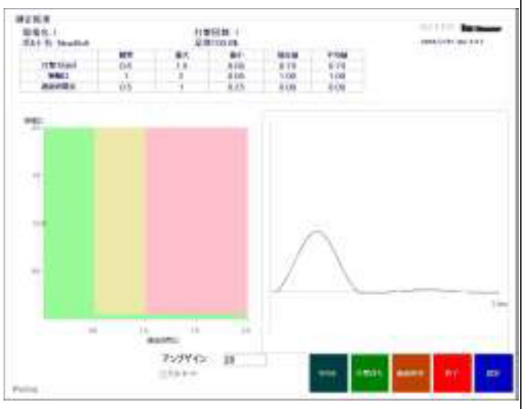
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
点検時現場条件	作業範囲	・手の届く範囲	－
	安全面への配慮	・ヘルメット、安全帯の着用	－
	無線等使用における混線等対策	・特になし	－
	交通規制の要否	・要（高所作業車を使用する場合）	－
	交通規制の範囲	・交通規制を行う場合は「片側車線」 ・交通規制を行わない場合は「不要」	－
	現地への運搬方法	・専用の収納ケースに収納し、人による運搬	－
	気温条件	・特になし。ただし、極端な低温環境下（-5℃以下）では、電子機器の保護が必要な場合がある。	－
	トンネル延長の制約	・特になし	－
	車線数の制約	・特になし	－
	断面形状の制約	・特になし	－
	その他	・すす汚れがある場合の作業の可否：可	－

5. 留意事項（その2）

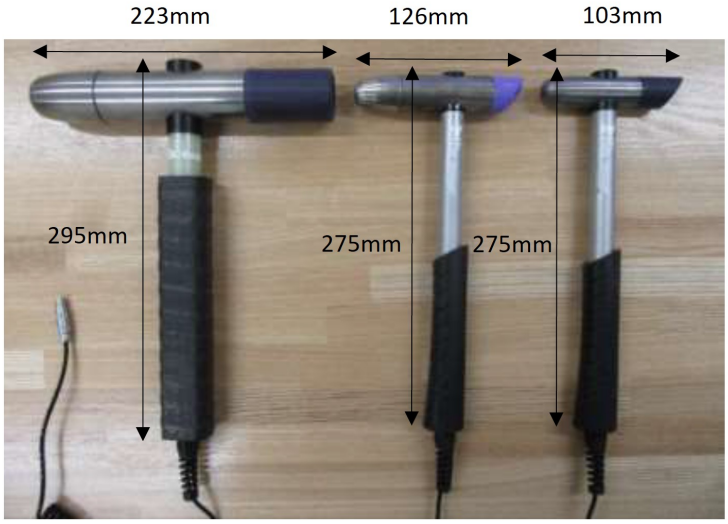
項目		適用可否／適用条件	特記事項(適用条件)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	・特になし	－
	必要構成人員数	点検員1人、点検補助員1人	－
	操作に必要な資格等の有無	・特になし	－
	操作場所	・作業ヤード：否	－
	計測費用	施工条件：トンネルジェットファン取付あと施工アンカーの調査 測定数量：あと施工アンカー260本　3回打撃/本 ※測定用足場、高所作業車、交通規制の費用は別途 外業：109,800円 内業：89,925円	【費用算出において想定している活用方法（ユースケース）】 ・トンネル附属物の取り付けボルトやナットの点検補助、打音点検の代替
	計測作業日数	計測作業日数：1日	計測作業日数算定上の条件 ・片側交互通行が可能 ・高所作業車を使用 ・トンネル半径および延長は無制限 注：作業日数は測定対象本数により異なる
	保険の有無、保障範囲、費用	・加入済み、保証範囲：対人・対物　保証金額：1億円	－
	時間帯(夜間作業の可否)	・特になし	－
	計測時の走行速度条件	・特になし	－
	渋滞時の計測可否	・特になし	－
	車両から覆工表面までの距離条件	・特になし	－
	トンネル内照明の消灯の必要性	・特になし	－
	可搬性(寸法・重量)	・打撃装置（190g、420g、1400g）、AD変換機（106 x 40 x 11mm）、PC（PCの製造元、型式による） ※収納ケース収納時（390mm x 130mm x 240mm、4kg）	－
	自動制御の有無	・無	－
	利用形態:リース等の入手性	・購入、レンタル	－
	関係機関への手 続きの必要性	・高所作業車等を使用する場合交通規制を必要とするため、トンネル管理者及び警察との協議を要する。	－
	解析ソフトの有無と必要作業 及び費用等	・解析ソフト：自社開発ソフトを使用 ・必要作業：表計算ソフトによるデータ整理	－
	不具合時のサポート体制の有無 及び条件	・有（製造元あるいは販売店へ連絡）	－
	センシングデバイスの点検	・1年に1回、装置の製造元（日東建設）による定期点検	－
	その他	【特許状況】 ・装置価格に含まれる 【気象条件】 ・雨天作業時は装置が濡れないよう注意する 【作業条件】 ・トンネル上部の計測には高所作業車等が必要である。 【適用できない（適用できなかった）条件等】 ・障害物などにより十分な打撃力でハンマ打撃を行えない場合は計測が困難。	－

6. 図面





測定画面



打撃装置（左から1400g、420g、190g）



測定状況