点検支援技術 性能カタログ

令和6年4月

国土交通省

目 次

第1章 性能カタログの活用にあたって		
1.1 適用の範囲		1-1
1.2 用語の定義		1-1
1.3 性能カタログ等の活用について		1-1
1.4 性能カタログ等の標準項目について		1-2
1.5 点検支援技術に関する相談窓口の設置		1-5
第2章 性能カタログ		
2. 1 「画像計測」技術		2-1
・一般車両搭載型 斜面・のり面点検システム		2-2
・全方向衝突回避センサーを有するドローン技術		2-5
・ハンドヘルドレーザ計測による浮石転石分布抽出、対策効果の確認		2-8
・3次元点群ブラウザを用いた変位解析による変状箇所の抽出		2-11
・防災点検における高精度地形データを活用した定量的な安定度調査		2-14
・各種カメラ搭載ドローンを活用した道路のり面管理技術		2-16
・LPデータと衛星SARによる道路土工点検及び防災点検の効率化		2-18
・ボックスカルバートにおける3Dデータを活用した点検		2-21
2. 2 「非破壊検査」技術		2-23
・デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム		2-24
・振動を用いたグラウンドアンカー残存緊張力の非破壊推定方法	•••••	2-26
・デジタル打音検査によるグラウンドアンカーの緊張力簡易計測システム		2-28
第3章 性能確認シート		
3.1 四家地区における実証実験		3-1
3. 1. 1 実証実験の概要		3-1
3.1.2 実証実験を実施した技術		3-9
・一般車両搭載型 斜面・のり面点検システム		3-10
・全方向衝突回避センサーを有するドローン技術		3-23
・ハンドヘルドレーザ計測による浮石転石分布抽出、対策効果の確認		3-36
・3次元点群ブラウザを用いた変位解析による変状箇所の抽出		3-46
・防災点検における高精度地形データを活用した定量的な安定度調査		3-55
・各種カメラ搭載ドローンを活用した道路のり面管理技術		3-67
・LPデータと衛星SARによる道路土工点検及び防災点検の効率化		3-80

3.2 平塚地区における実証実験	•••••	3-91
3.2.1 実証実験の概要		3-91
3. 2. 2 実証実験を実施した技術		3-102
・ボックスカルバートにおける3Dデータを活用した点検		3-103
・デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム		3-113
3.3 津波黒地区における実証実験		3-132
3.3.1 実証実験の概要	•••••	3-132
3.3.2 実証実験を実施した技術	•••••	3-144
・振動を用いたグラウンドアンカー残存緊張力の非破壊推定方法		3-145
・デジタル打音検査によるグラウンドアンカーの緊張力簡易計測システム	,	3-161

第1章 性能カタログの活用にあたって

1.1 適用の範囲

本性能カタログは、知識と技能を有する者等が定期的な点検等を行う際に点検支援技術の利用を検討するにあたって、機器等の特性を比較整理するにあたって参考とすることができる。

本性能カタログは、「第1章性能カタログの活用にあたって」、「第2章性能カタログ」、「第3章性能確認シート」からなり、第2章及び第3章は、実証実験等を通じて性能が確認された個別技術を対象としてとりまとめて掲載する。なお、これらは実証実験等の進捗に応じ、今後適宜充実させていく予定である。

1.2 用語の定義

•標準項目

点検支援技術の諸元や性能として表示すべき標準的な項目

• 性能値

各カタログにおける標準項目に対する性能について、開発者が想定した条件下で独自に算出した理論値又は実施した試験値を表示(カタログスペック)を表示したもの

• 実証実験値

性能値に対して、実証実験フィールド(実現場)の条件下で検証を行い、確認できた実験 値を表示したもの

• 非破壊検査

構造の外部から計測を行い、その結果から、破壊調査・試験で得られる物理量を推定した り構造又はその一部を破壊せずに構造の内部の変状の位置や分布を推定したりする行為

・センシング

構造の位置や応答等を、精度を明らかにした上で、センサを利用し把握する行為

・モニタリング

構造の位置や応答等の対象とする計測項目について、精度・頻度等を明らかにした上で、 時間的に連続的または離散的に計測する行為

• 計測原理

点検対象構造物の変状等をセンサ等により計測する際に、入力値から計測値を得るまでの物理 現象モデル、計測値から算出される導出値を得るまでの工学的な原理

1.3 性能カタログ等の活用について

橋梁・トンネル分野の点検支援技術では、性能カタログの役割を「<u>機器等の原理や適用条件、誤差特性等の表示がある程度共通されることで、その選定や選択が円滑に行われることが期待される。現在のところ、点検支援技術については、それぞれの供給者がそれぞれで機器等としての仕様・能力の表示</u>を行っているが、これを共通化し、市場を整備すること」と定義している。

土工構造物点検及び防災点検における定期的な点検等の方法は、近接目視を基本とするため、性能カタログに求められる役割は、橋梁・トンネル分野の点検支援技術と同じである。

但し、土工構造物点検及び防災点検では、下記に示す特異性(特有の条件)がある。

・土工構造物の構造形態は鋼材や石材、無筋・鉄筋コンクリートなど多種多様であり、自然斜面では

地山条件も様々である

- ・点検対象となる構造物の種類が多く、また点検範囲が長大かつ広範囲であり、人が立ち入りにくい 箇所(植生が繁茂、急斜面など)や高所の危険作業等、点検に多大な労力や費用を要する
- ・点検の項目、方法、診断などの技術的専門性が多岐にわたる
- ・土工構造物や自然斜面の変状の発生及び進行の程度には、材料の劣化、地震や気象条件、地形条件、 土質、地下水など多様な要因が関係する
- ・同一技術でも使用条件(気象条件、現場条件、計測条件等)により計測精度や計測結果等が異なる 可能性がある
- ・上記の多様な要因が作用する実務条件下で、点検及び点検結果に基づく診断が行われる

土工構造物点検及び防災点検の点検支援技術では、上記の特異性に配慮し、性能カタログ及び性能確 認シートを整備した。

性能カタログ及び性能確認シートの趣旨を以下に示す。なお、性能カタログ及び性能確認シートの項目は、有識者による審議を踏まえて、応募技術によって異なっている表記項目を、全体として共通的に整理して設定した。

- ・性能カタログ:技術の性能等の記載項目を横並びで整理したもの。記載内容は応募者から提出され た資料から抜粋して記載(技術が有するカタログスペック)
- ・性能確認シート:応募者から提出された実証実験結果と真値(現地でその実在を確認した変状等) を対比整理したもの。特定の条件(実証実験時の条件)下での実験結果(計測結果、点検費用、提出物一覧の情報等)を整理

土工構造物点検及び防災点検は、土工構造物の安全性の向上や効率的な維持修繕を図ること、あるいは道路災害を未然に防止することを目的に実施される。これらの点検に関し、「道路土工構造物点検要領」(令和5年3月)、「点検要領」(平成18年3月)等の点検要領が策定され、点検対象項目毎の点検方法及び点検結果の整理方法等が記載されている。

土工構造物点検・診断及び防災点検・診断を実施する者は、これら点検要領を参考に点検の目的や点 検実務で求められるものを理解した上で、効率的な点検だけでなく、周辺斜面の状況等も踏まえ点検結 果に基づく危険度・安定性等の判断(診断)を行っていく必要があり、また周辺斜面の状況等も踏ま えた判断ができる技術力も必要である。

性能カタログの使用にあたっては、点検の目的にあった技術(対策工の必要性等を検討するための技術、将来の維持修繕・健全性を確保するための技術、本体構造物または附属構造物に適した技術、点検技術の組み合わせ等)を使用していくことが重要となる。

1.4 性能カタログ等の標準項目について

(1) 性能カタログ

性能カタログでは、機器等の仕様・能力に対する開発者の保証及びその前提条件(利用条件等)が、 類似の目的や原理の機器間で比較可能になることを意図し、国が標準項目や記載方法を指定している。 一方で、性能値他の具体の内容の記載は開発者の責任で行われる。 このため性能カタログは、有識者による審議を踏まえて技術の性能等の標準項目を設定し、応募者から提出された資料から抜粋して記載し、当該技術が有するカタログスペックとして整理した。

性能カタログにおける国が定めた標準項目は、法的に定めたものではない。しかし、日本産業規格 (JIS) や日本農業規格等に関する法律 (JAS法) に基づくJAS制度等のように、利用者がその利用 の適否を判断するために基本的に必要となる情報で、かつ、利用者が理解しやすいことを念頭において示している。

調達・契約にあたっては、その他必要な事項をまとめて記載する。例えば、開発者が計測し結果が利用者に渡されるのか、開発者から機器を調達して利用者が計測するのか、データの改ざん等の防止策が施されているのか、使用にあたって規制等があるのかなどである。

以下に、各項目別に記載の要点と補足を示す。

1) 基本諸元

- ・計測原理は、入力値から計測値を得るまでの物理現象のモデル、計測値から算出される導出 値を得るまでの工学的な原理を記載する。
- ☞入力→計測(測る)→変換(推測する)→出力までのプロセスを記載し、出力方法ではなく、 どういう原理で出力(導出値)が導き出されるのかを記載する。
- ・計測機器の寸法は技術によって様々であるため、計測に必要な空間も異なる。また計測機器 の準備・撤去に要する時間は技術によって大きく異なり、作業時間に大きく影響する。また キャリブレーションを必要とする技術もあり、結果や作業性能を正しく評価するためにはキャリブレーションの方法も明確にする必要がある。
- ☞諸元として、計測機器そのものの大きさなど、現場条件によって計測機器そのものが適用できるか否かが判断できる情報について、具体的に記載する。
- ☞仕様として、計測における事前準備や必要な環境等、現地に持ち込むべき機器や仮設備、 電源の必要性等について、具体的に記載する。
- ☞ソフトウェア情報として、汎用性のある市販ソフトなのか自社開発ソフトなのか等、データ結果閲覧および出力形式を具体的に記載する。
- ☞セキュリティに係る情報として、データの改ざんなど、計測結果の信頼性に係る対策について、具体的に記載する。

2) 調達・契約にあたってのその他必要な事項

- ・適用条件は、原理的には物理現象の推定が可能であっても、適用性が検証されていない事項 など、適用範囲を把握する上で必要と考えられる情報について、なるべく具体的に記載する。
- ☞採否の検討のための条件として、適用条件を記載するとともに、計測にあたって留意すべきことを記載する。

- ・点検支援技術の調達にあたっては、目的とする計測の適用条件を満たす必要があるとともに、 開発者の点検支援技術の供給に係る条件についても明らかにする必要がある。
- ☞計測機器の供給条件に係る情報として、供給形態(たとえば購入やリース等)、手配までの時間、作業時間、汎用性など技術の供給条件について、具体的に記載する。
- ⑤専門技術者による操作が必要である等の場合は、必要な資格や許認可等について、具体的に記載する。

(2)性能確認シート

性能確認シートは、「1.3 性能カタログ等の活用について」に示した土工構造物点検及び防 災点検の特異性(特有の条件)に配慮し、実証実験結果に基づき、実務条件における技術の性能等 を整理した。

実証実験は、ある特定の条件で行われた実験であり、これらの実験を以てあらゆる条件での保証をするという性質のものではないが、使用条件(実証実験時の条件)と計測結果をセットで記載することで、ある特定の条件における性能は確認できるものと考えている。

性能確認シートの記載内容と、採用を検討している現場条件を比較することで、採用検討技術の適用性をある程度判断できることが期待される。

実証実験の方法は、同条件における実験を行うことで、原理や計測機器の特徴が把握でき、同じ尺度での比較が可能となるので、選定の比較条件の共通化に向けた取り組みの基礎となることも期待して決めている。

土工構造物点検及び防災点検では、点検シーンがスクリーニング、点検、詳細調査、モニタリング、記録と様々である。部分的であっても点検のスクリーニングから記録までのある段階で効率化が図れる技術であれば、その技術は有用な点検支援技術である。

ユーザーは「点検のどの段階で」、「どの作業を」、「どの様に効率化したいのか」などを明確にした上で、性能カタログ、性能確認シートを利用することで、点検目的に適した点検技術の採用が期待される。

点検支援技術を提供する者は、点検においてユーザーが求めているものを理解した上で、

- ・提供する技術の点検対象、点検段階、適用条件及び適用範囲などを明確にしていく
- ・今回の実証実験結果を踏まえて、ユーザーの視点で当該技術の技術改善を行う などの対応が望まれる。

点検においてユーザーが求めているものを理解することは、提供する技術の改善(ブラッシュアップ)や、今後の開発目標を設定に寄与することが期待される。

(3) その他

出力とその他の量等との相関関係など、活用にあたって有用な情報があれば、それは 本性能カタログではなく開発者が独自に準備する技術資料に記載するとよい。例えば、地盤調査では、標準貫入試験で得られるN値から土のせん断摩擦角や粘着力を推定する式などが様々提案されている。この例で

言えば、それらの様々な提案式をまとめた情報は、出典を明らかにした上で本性能カタログの中で活用例としてごく概要を紹介することもできる。しかし、その詳細は、開発者が独自に準備する技術資料に記載することとしている。

今後、点検支援技術の現場での活用にあたって情報が不足する場合は、性能カタログの標準項目の 追加についても検討する。

1.5 点検支援技術に関する相談窓口の設置

定期的な点検等では、性能カタログ・性能確認シートに掲載された点検支援技術等の活用を 検討し、効率的な点検を進めることが有効である。

定期点検における点検支援技術の活用方法や性能カタログ・性能確認シートへの技術掲載、 性能カタログ・性能確認シート掲載技術の更新等について、【別紙】に開発者からの問合せや 相談等を受け付ける窓口を各地方整備局等に設置しているので、活用されたい。

性能カタログ・性能確認シートの趣旨や標準試験方法の内容等については、公募期間によらず、 随時問合せを受け付けている。なお、問合せにあたっては、前節までの内容を理解した上で、連絡 することが望ましい。

開発者から問合せや相談等を受け付ける窓口

相談窓口	受付内容	問合せ先
道路局 国道·技術課 技術企画室	・点検支援技術の活用に関する事項 ・カタログへの技術掲載、カタログ掲 載技術の更新等に関する事項	03-5253-8498 hqt- tenkencatalog@gxb. mlit.go.jp
情報を一元	E1L	
北海道開発局 建設部 道路保全対策官 東北地方整備局 道路保全企画官 関東地方整備局 道路部 道路保全企画官 北陸地方整備局 道路部 道路保全企画官 中部地方整備局 道路地方整備局 道路地方整備局 道路地方整備局 道路地方整備局 道路路 道路保全企画官 中国地方整備局 道路部 道路保全企画官 中国地方整備局	・点検支援技術の活用に関する事項 ・カタログへの技術掲載、カタログ掲 載技術の更新等に関する事項	代表: 011-709-2311 内線: 5358 代表: 022-225-2171 内線: 4121 代表: 048-601-3151 内線: 4121 代表: 025-280-8880 内線: 4121 代表: 052-953-8166 内線: 4121 代表: 06-6942-1141 内線: 4121 代表: 082-221-9231 内線: 4121 代表: 087-851-8061 内線: 4121
九州地方整備局 道路部 道路保全企画官 沖縄総合事務局 開発建設部 道路保全企画官		代表: 092-471-6331 内線: 4121 代表: 098-866-0031 内線: 4414



2. 1「画像計測」技術

技術名称	応募者名
一般車両搭載型 斜面・のり面点検システム	㈱リコー
全方向衝突回避センサーを有するドローン技術	㈱ジャパン・インフラ・ウェイ マーク
ハンドヘルドレーザ計測による浮石転石分布抽出、 対策効果の確認	応用地質㈱
3次元点群ブラウザを用いた変位解析による変状箇 所の抽出	応用地質㈱
防災点検における高精度地形データを活用した定量 的な安定度調査	アジア航測㈱
各種カメラ搭載ドローンを活用した道路のり面管理	㈱インフラ・ストラクチャーズ
技術	(有)伊藤建設
LP データと衛星 SAR による道路土工点検及び防災点 検の効率化	基礎地盤コンサルタンツ㈱
ボックスカルバートにおける 3D データを活用した点 検	ジビル調査設計(株)

١. ء	基本 事項							
技術番号			応募技術05					
			一般車両搭載型 斜面・のり面点検システム					
技術名		(Slope Copier)						
技術バージョン					作成:2023年10月(西暦で記載	, 		
技術バーション 「規格を持ちます」		株式会社リコー	リコーフューチャーズビジネ	スユニット 社会イン		-		
連絡先等		TEL:070-1202-	-3426	E-mail:	hibiki.tatuno@jp.ricoh.com	辰野 響		
現有台数		1台		基地	神奈川県海老名市			
-50 17 1				+ 4- 2010 84 94 9	9.1x L 30 F.M.== #-#+#			
					『およ び点検調書作成支援		成した撮影車両で、のり面に面した道路を走行す	- スートズ の口声の会界画像からび
					「る。断面図は、のり面の延長			ることで、の外国の主京回豚のよび
技術相	既要						面の角度や高さ等)及び、変状箇所に関する情報	服(変状の位置や大きさ)を自動抽出
				もしくは手動で抵	出し、点検調書を所定のフ	ォーマットで出力する		
				3. 同じのり面に	対し、全景画像と3次元デー	タを繰り返し、経時変化	化を所定のフォーマットで出力する	
			T		①点検の実施	I_		
				通常点検	②健全性の診断	0		
			土工構造物		3経過観察	Ö		
			工工情度物		④点検の実施	0		
				特定土工点検	5健全性の診断 6経過観察	0		
点検	殳階				⑦第1絞込み	0		
					⑧第2絞込み(机上調査)	ŏ		
			自然斜面	防災点検	⑨第2絞込み(現地確認)	0		
				10,20,111,12	⑩安定度調査	0		
					⑪防災カルテ(経過観察)	O		
				a) 近接目視の効	」 対率化・高度化によって、変物	の有無が把握できる)	0
				b) 総合的な診断	fの判定に必要な情報を得る	ことができる		0
効率(とされる内容			c)地形判読の気	カ率化・高度化によって、自然	然斜面の現状や災害の いっぱった。	D兆候が等がある点検対象区間の選定ができる	0
)効率化によって、総合的な で状の進行度等を把握するこ			0
				【切土】	というだけ及ってに注すると	-CN-CC-0		
				•切土法面				
					段(吹付け/のり枠/擁壁/補	徴土/グラウンドアンカ)—)	
		点検対象項目		排水施設	1			
		無1天八) 外次日	•	【斜面安定施設	』 ナけ/のり枠/ワイヤロ―プ掛	け/根因め/ロックボル	(b)	
+±	土工構造物				50/09程/フィヤローフ選 5防護網/落石防護柵)	・・・・・・・ コスローリン・・・・・		
技術				【カルバート】				I
区				eliai	3 ■	○ / 本 格 ► x*+ x · ·	3\	
分		効率化される	作業項目	計測データの取 取得したデータ		O(画像・点群を取得 ○(点群位置情報に。		
		X)+15C10-0	IF#XE		らの判読(評価)		等の判読、特徴点抽出)	
		点検対象項目			盤崩壊、地すべり、土石流、抗		7 - 1 2003 13 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	
	自然斜面			計測データの取		〇(画像・点群を取得		
	1 MO 1 111	効率化される	作業項目	取得したデータ		〇(点群位置情報に		
				らの判読(評価) レーザによる点群データの耳	【○(変状の判読、特徴 で得	以只抽工)		
				「四豚及び、九子	レッにある無件/ プリス	X IV		
2. 2	基本仕様							
				本計測機器は一	- 般車両のルーフ部に計測装	を 固定し、車両内を	部に各種データ取得装置・記録装置・オペレージ	ノョン用PCを配置する構成である。
				計測機器は、複			キャナ、IMU、RTK-GNSS、レーザードップラー耳	
計測	機器の構成			れる。				
				【車両型】				
	移動原理			した車両(電気モータを搭載	した車両への設置も	可能)		
		ATM FIRE		Photos to a				
		通信		該当しない				
		測位 自律機構		該当しない				
			能(飛行型のみ)	該当しない				
	国人巴亚派		E()((1) ± 0)07)	分離構造(移重)装置)			
移	外形寸法 重量				る車両の最大外形寸法(長さ	4900mm×幅1875mm	n×高さ1900mm)	
動装	外形引法・里里		• 最大重量 (2340kgf)					
置				・最大外形寸法(長さ2400mm×幅1230mm×高さ2330mm)				
	搭載可能容量(分離	構造の場合)		- 最大重量(約94kgf)				
				・バッテリーなどの仮設電源が必要				
	動力			- 動力源 : 内燃機関				
	到 7]			 燃料:ディーゼル(レギュラーガソリン、電気モータでも可) 定格出力:190ps (140kW) 				
	連続稼働時間(バッ	テリー給電の	場合)	該当しない				
	設置方法			一般車両のルー	-フ部にキャリア用のバーと7 (長さ2400mm×幅1230mm>	rルミフレームでできた c 喜さ2320\	ミアタッチメントを取り付け、その上に計測装置を	<u> </u> 直定する。全てネジ止め。
	外形寸法•重量(分離	推構造の場合)	最大外形可法		· [=] CZSSUMM)		
	<u></u>			ペンノエ 主 (か)か				
				取得原理		光学式		
				画素数(カメラ)	(.—+f')	カラーラインカメラ(3: LiDAR: 1.024.000点/		
				点群取得密度(v y)	LiDAR: 1,024,000点/ ①LiDAR: 360度	TV	
				画角		②カラーラインカメラ	(3台):135度	
		+ /=		ブレ補正		カラーラインカメラ(37	台):無	
		カメラ/レーザ	-	カメラ種類			台):ラインスキャンカメラ	
						①LiDAR TIアサト株式会社等	製 2Dレーザスキャナ S-2100	
				J +/#IID		②カラーラインカメラ		
8+	センシングデバイス			メーカ/製品名			制 マルチラインCMOSカラーTDIカメラ Piranha	ıXL 16K 形式:PX-HC-16K07T-00-
測						R		
装				カラーラン・ナイ	ラ・水 亚 ∩。 ・ 外 声 っ。 カリ・ペ		√ラ50°~20°、中段カメラ26°~ -4°、下段カ	
置		パン・チルト機			プ: 水平0 、鉛直2 刻み0. (進行方向に垂直)、鉛直0~			マンコ する のハン(放作のし
		角度記録・制	御機構機能	IMU	1 (1) = 1 = 1			
				•2DV—ザスキャナ(LiDAR)				
		測位機構		・RTK-GNSS ・レーザードップラー距離計				
				メラ: 防塵防滴なし				
	耐久性			・レーザードップラー計、IMU、RTK-GNSSアンテナ:防塵防滴構造				
				LiDAR: IP54				
	動力			計測装置用バッ	·テリー(1.9kWh(75Ah)定格	電圧25.9V) 2台利用よ	り供給	
				- 撮影時進行方	向の距離刻みや車速により	隊働時間は変動する		
	連続稼働時間(バツ	テリー給電の	場合)		mm距離刻み撮影で車速40k		稼働可能	
	业署 古注			古山				
デ	設置方法)	車内に設置	0mm×長さ840mm×高さ97()mm		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		カメラを制御する	る制御装置のSSDにデータを	 保存する。保存データ	なは、USB-SSDにコピーすることで外部に持ち出	(t)	
	外形寸法・重量(分割 データ収集・記録機能	データ収集・記録機能		カメラを制御する制御装置のSSDにデータを保存する。保存データは、USB-SSDにコピーすることで外部に持ち出す。				
タ	データ収集・記録機	能		│ 通信方法 有斜	•通信方法 有線 •通信規格 USB3.0			
- タ 収	外形寸法・重量(分離 データ収集・記録機) 通信規格(データを係	能	る場合)	│ 通信方法 有斜		PR 17 7 W 0 PR 17 7		17.6
タ 収 置集	データ収集・記録機 通信規格(データを作	能 云送し保存する		・通信方法 有編 ・通信規格 USE	B3.0	<u> </u>		
タ収集・通	データ収集・記録機 通信規格(データを使 セキュリティ(データを	能 云送し保存する		・通信方法 有編 ・通信規格 USI 無線を使用しな	B3.0			
タ 収 置集	データ収集・記録機 通信規格(データを係 セキュリティ(データを 動力	能 云送し保存する を伝送し保存す		- 通信方法 有線 - 通信規格 USI 無線を使用しな パッテリー(1.9k)	B3.0 し W(75Ah) 定格電圧25.9V)×2	(並列)を利用	パッテリーを追加することで、更なる連続使用が	

3. 運動性能							
項目	性能	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)					
計測時の安定性能(飛行型のみ)	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 該当しない						
狭小進入可能性能	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 該当しない						
最大可動範囲	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 該当しない						
運動位置精度	性能確認シートの有無 ※ 【有】/ 無	トンネル走行時は衛星情報が遮断されるため、トンネル出口直後の精度確保に工夫(走行速度を落とす等)が必要。					
4. 計測性能							

=	マ・ロ / 火灯 工形と								
	項目	性能	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)						
	植生等の制約	下記の場合、植生の影響を受け、対象地形のデータを取得することができないことがある。 ・レーザーが地表に照射できないほど繁茂している場合 ・人が移動できないほど繁茂している場合	該当しない						
8 1	気象条件の制約	日中であること。晴天、曇天を問わないが、斜面が極端に暗い環境でないこと、 照度計を真上上空に向けた際に照度10,000ルクス以上が望ましい。雨天不可。	該当しない						
測	周辺条件の制約								
条件	交通規制の要否	有 / (無) * 交通規制は原則必要ない	照度条件等により低速での測定となるため、片側交互規制が必要な 場合がある。						
	交通規制の範囲	交通規制は原則必要ないが、照度条件等により低速での測定となる場合があ り、片側交互規制が必要。	該当しない						
	現地への運搬方法	計測装置を一般車両へ取り付け後、自走	該当しない						
	無線等使用における混線等対策	該当しない	該当しない						
	安全面への配慮	特になし	該当しない						
	その他	特になし	該当しない						
	撮影速度	性能確認シートの有無 ※ 有)/ 無 対象構造物の抽出:50km/h以下 ・近接目視の代替:20km/h以下							
計測装置	計測項目の検出	性能確認シートの有無 ※ 有 / 無 最小ひび割れ2mm	計測精度:少なくと2mmのひび剥れを抽出可能な面質を有する。 この画質を保障する計測範囲は、斜面の高さ15mまで、斜面の角度 勾配:1.5~1:0.3(33.7°~73.3°)を目安に目標設定。現在は高さ 10m以下の範囲で検証中。						
	長さ等の計測精度(長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※ 有 / 無 未検証							
	位置精度	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 未検証							

5.	5. 画像処理•調書作成支援					
変状検出手順		②3つの画像を結合して1画像にする ■点群作成 ①各種センサーで取得した情報(距離、姿 ②作成した画像と点群を合成し、カラー3D) ■変状抽出 画像から、ひび割れや破断などの変状を揺 ■特徴値算出 ・変状の位置・大きさ、植生の道路への飛び	①3つのカメラで取得した画像データ各々について、明るさ補正など各種画像処理を実施 ②3つの画像を結合して1画像にする ■点群作成 ①各種センサーで取得した情報(距離、姿勢、位置、時間など)を用い、点群作成 ②作成した画像と点群を合成し、カラー30点群マップを作成 ■変状抽出 ■変状抽出 画像から、ひび割れや破断などの変状を抽出する。ひび割れ等の画像や3次元データをコンピュータに大量に読み込ませる(学習させる)ことで、画像や3次元データから学習内容に基づいた特徴点を自動的に抽出する(変状を自動的に抽出する)。人による抽出と併用。 ■特徴値算出 ・変状の位置・大きさ、植生の道路への飛び出し量などを点群及びセンサーデータから算出する ・法面の傾動などを計測するために、20mおきに断面図を作成する			
	ソフトウェア名	点検調書作成支援ソフト v1.1				
	検出可能な変状	びび割れ、剥離、はらみ出し、傾動、水抜き穴や亀裂からの著しい出水、落石防護施設の破断や変形など。				
 v	変状検出の原理・アルゴリズム	変状検出手順	要状(ひび割れ等)の画像や3次元データをコンピュータに大量に読み込ませる(学習させる)ことで、画像や3次元データから学習内容に基づいた特徴点を自動的に抽出する(要状を自動的に抽出する)。人による抽出と併用。			
フトウ		画像処理の精度 (学習結果に対する性能評価)				
·		変状の描画方法	変状抽出箇所を線で囲って表示			
ーデ		ファイル形式	PNG, JPEG			
情		ファイル容量	上限無し			
報	取り扱い可能な画像データ	カラー/白黒画像	カラー/白黒画像			
1.51		画素分解能				
		その他の留意事項	カラー3D点群マップのファイル形式:LAS、LAZ			
	出力ファイル形式	 ・変状マップ、変状拡大写真、断面図等の情報を収めた調書:EXCEL ・全景画像:PNG、JPEG(JPEGは一部対応不可) ・カラー3D点群マップ:LAS、LAZ 				
調書	作成支援の手順	報告書、および所定のフォーマットに、計測				
調書	作成支援の適用条件	・計測現場が計測条件の範囲内であること ・ブラウザが動作する環境であること				
調書	作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	・点検調書データのダウンロード: OS Windo ・リコー製点検調書作成支援ソフト v1.1	・点検調書データのダウンロード: OS Windows10以降、ブラウザ Chromeを推奨 ・リコー製点検調書作成支援ソフト v1.1			

6.	留意事項		
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)
	調査技術者の技量や必要な資格	取り扱いのための簡単な社内講習を受講する必要がある。 ・車両の運転:普通自動車免許 ・計測装置の操作:簡単な事前講習を受講済であること	
	必要構成人員数	車両運転員1人、オペレーター2人 合計3人	
	操作場所	車両に搭載し、ヤードを必要としない	
	作業ヤード	操作場所:車両内	
	計測作業日数	1日(長大切土のり面(15m×50m)を5箇所)	計測日数1日、及び天候不良の予備日1日
	関係機関への手続きの必要性	該当しない	
	自動制御の有無	該当しない	
作	可搬性(寸法•重量)	分離し、計測装置のみで運搬可能	
業	センシングデバイスの点検	機材全体点検:1年に1度、撮影システム全体の点検	
条件	保険の有無、保障範囲、保険料	車両: 任意保険加入済 計測装置: 動産保険加入済	
雷	利用形態:リース等の入手性	業務委託	
用	不具合時のサポート体制の有無及び条件	有り	
運用条件	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	・全景画像作成ソフト: 自社開発ソールを使用。担当者による解析作業 ・変状抽出ソフト: 自社開発ソールを使用。担当者に解析作業(+AIによる補助機能)	
	点検費用	「計測データの取得」 ・撮影費用: ¥476,000 「取得したデータによる図化」/「図化した資料からの判読(評価)」 ・分析費用: ¥332,000 合計 ¥808,000	- 長大切土のり面(延長50m)を対象とする ・撮影対象数10のり面、撮影日数2日間 ・走行撮影及び撮影結果を取りまとめた点検調書作成までの費用 ・移動費、連搬費、予備日費用等の経費は含まない
	特許申請番号•特許使用料	特許7235159	
	その他	特になし	実証実験時の車両は三菱パジェロ



1	. 🤞	基本事項							
技	術者	号			応募技術06	*	. 44/5		
技術名		全方向衝突回避センサーを有するドローン技術 (J2: Skyidio S2 for Japanese Inspection)							
技術バージョン				作成:2023年9月(西暦で記載)					
開発者		株式会社ジャバ	^ペ ン・インフラ・ウェイマーク						
連絡先等		TEL: 03-6264-	4648	E-mail: sou,vokoyama@iiw.co.jp	横山 壮				
現	有台	汝					基地	•	
技術概要		ないという課題		8くのドローンで実施されているものの、法面を撮影する場合、樹木が障害とないにより従来ドロ−ンで撮影できない地表面の撮影を実施する。また、オルソ化、 成することが可能となる。					
					通常点検	①点検の実施 ②健全性の診断	0		
				土工構造物		③経過観察 ④点検の実施	0		
					特定土工点検	⑤健全性の診断	Ō		
F	+-> EJ	u mbb				⑥経過観察 ⑦第1絞込み	O -		
从	検科	Z Přá				8第2絞込み(机上調査)	0		
				自然斜面	防災点検	⑨第2絞込み(現地確	0		
						認) ⑩安定度調査	 -		
						①防災カルテ(経過観察)	0		
				•	a)近接目視の変	効率化・高度化によって、3	マボの有無が把握できる 男ステトができる	0	
効	率化	される内容			c) 地形判読の刻		自然斜面の現状や災害の兆候が等がある点検対象区間の選定ができる	_	
						D効率化によって、総合的 変状の進行度等を把握す		0	
					【切土】				
					・切土法面・のり面保護施	設(吹付け/のり枠/擁壁/	補強土/グラウンドアンカー)		
					●排水施設 【斜面安定施設	.1			
			 点検対象項目	3	▶予防施設(吹作	すけ/のり枠/ワイヤロー ブ			
		土工構造物			防護施設(落4 【盛土】	5防護網/落石防護柵/そ	00他)		
有	支 析				・盛土のり面・のり面保護施	設(擁壁/補強土)			
	村区分				【カルバート】	DX (DEE) III JA Z.			
/3	"		+1 + 4 5 1 7	/L-#1	計測データの取	7得	〇(画像)		
			効率化される)作業項目	取得したデータ図化した資料が	による <u>凶化</u> ^らの判読(評価)	○ (SfMによる点群化) ○ (画像・点群より変状抽出)		
			点検対象項目		落石・崩壊、岩	盤崩壊、地すべり、土石流	[○(画像)		
		自然斜面	効率化される	作業項目	取得したデータ	による図化	○(SfMによる点群化)		
	ŀ	物理原理			画像/動画	らの判読(評価)	○(画像・点群より変状抽出)		
2	. ‡	基本仕様							
Ε					・本計測機器は	4枚羽のドローンである移	動装置の上面部と底面部に各3点ずつ、計6点の魚眼カメラを搭載している		
							-は磁力で計測機器本体の底面部に装着および脱着する スであるデジタルカメラを装着し、飛行中、動画の自動撮影を実施する。静止画:	を撮影する場合 帰継者が	
ät	測榜	機器の構成			操作する送信機	炎に有線接続されたタブレ	ット端末から撮影ボタンによる操作が必要となる。計測したデータは計測機器に		
					に記録・保存さ		挿入されているmicroSDカードから処理用端末にコピーし、処理を行う		
	\neg	移動原理		【飛行型】					
					ドローンであり、搭載され 害物との衝突を回避する。	た6点の魚眼カメラの映像から周囲との距離を計算し、360°を常時画像解析す	ることで一定の離隔を常に		
	ŀ			- 無線通信を利用					
			通信			Iz帯、出力:10mW/MHz			
					•GPS •GLONASS				
		運動制御機構	測位		-V-SLAM				
	多し助		自律機構		自律機能有、V	-SLAMによる制御機構へ	の入力は6点の魚眼カメラ及びメインカメラの映像信号		
ä	姜		衝突回避機能	能(飛行型のみ)			認識により、プロペラから約1mの離隔を確保する。アグレッシブモードという近接 接が可能となる。	を撮影モードを利用する際	
Ц	置				は、プロペラから50cmまでの距離での近接が可能となる。 - 一体構造(移動装置+計測装置): (L223mm×W273mm×H74mm)				
		 外形寸法•重量		- 最大外形寸法	: L223mm × W273mm × H				
				•最大重量:775g					
	ŀ	搭載可能容量(分割	性構造の場合)		該当しない ・動力源:電気式				
		動力		・移動装置のパッテリーより供給・定格容量: 11.4√、-4.280mAh(48.79Wh)					
	-	連続稼働時間(バッ	テリー絵画の	担合)		5~40℃の場合)			
		設置方法			移動装置と一体	的な構造			
	ŀ	外形寸法•重量(分	神神足の物ロ	,	該当しない 取得原理				
					画素数(カメラ) 点群取得密度(レーザ)	4056pixel × 3040pixel		
	+		カメラ/レーザ	‡	画角 ブレ補正		 		
77 71	則	センシングデバイス			カメラ種類		エリアスキャンカメラ/ラインスキャンカメラ		
ä	置		パン・チルト核		メーカ/製品名 SONY製カメラ 型番IMX577 鉛直-110° ~90° -90°				
			角度記録 制測位機構	御機構 機能	ジンパルにて方向制御可能。角度記録なし。 GLONASS、V-SLAM、IMU、飛行運動制御機構と供用				
耐久性		移動装置のパッテリーより供給(直接接続)							
動力 連続稼働時間(パッテリー給電の場合)		23分(外気温:-	5~40℃の場合)						
デー設置方法			移動装置と一 移動装置のmi	体的な構造 croSDスロットにSDカード	を挿入する				
3	7	外形寸法•重量(分	離構造の場合	·)					
4	ᄫ				記録メディア(microSDカード) に保存 ータ収集・通信装置から記	計測したデータを有線接続された送信機経由でタブレット端末に伝送し、内部ス	トレージに保在 もこくけ	
集 データ収集・記録機能 通				microSDを取り	出し、パソコンなどの内部	ストレージにコピーする	> 1-1/11 \ 00 \ 16		
1	喜 [通信規格(データを	伝送し保存す	る場合)	機体内部のmicroSDカードに保存する				
3	置 [セキュリティ(データ 動力			無線を使用しな移動装置と一体	であるバッテリーから供給	습		
		データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)		移動装置と一体であるパッテリーから供給 移動装置に搭載するパッテリーからの給電により連続23分(外気温:-5~40℃の場合)					

3. 運動性能								
項目	性能	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)						
計測時の安定性能(飛行型のみ)	性能確認シートの有無 ※ 【有)/ 無	次の環境条件では、飛行不可。 ・雨天 ・平均風速5m/s ・濃霧(眼鏡に水滴がつく程度の状況) ・夜間又は暗部(500lux以下)						
狭小進入可能性能	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 1.2m幅の狭隘部への進入可能							
最大可動範囲	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 操作場所からの最大距離300m (狭小部進入による電波の回り込みを含む)	・周囲に電波を発するものがないこと ※送信機のカタログスペック上、3.5kmまで電波伝送可能だが、本計 測装置と併用して通信距離が200mを超える場合には、計測装置か らタブレット端末への映像伝送に乱れが生じる場合がある。						
運動位置精度	性能確認シートの有無 ※ [有) / 無 [代能値] GPS/GLONASSの精度に準ずる							
4. 計測性能								

4.	計測性能		
	項目	性能	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)
	植生等の制約	植生が被覆している場合は撮影不可	
	気象条件の制約	以下の環境条件では、飛行不可 ・雨天 ・平均風速5m/s 以上 ・濃霧(眼鏡に水滴がつく程度の状況) ・夜間又は暗部(500kx以下)	
計	周辺条件の制約		
測条件	交通規制の要否	(有) / 無 *条件により必要	路面上での作業を行う時は、第三者及び影響範囲においては、管理者と協議の上、決定。
	交通規制の範囲	条件により設置	路面上での作業を行う時は、第三者及び影響範囲においては、管理 者と協議の上、決定。
	現地への運搬方法	車両に搭載して運搬	
	無線等使用における混線等対策	特になし	
	安全面への配慮	飛行中は操縦者および補助者による監視し、作業中看板の設置	
	その他		
	撮影速度	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 0.7m/s	<u>風速1.4m、被写体距離2.0mの時</u>
計	計測項目の検出	性能確認シートの有無 ※ (有)/ 無 検出可能な最小ひび割れ幅 0.05mm	
測装置	長さ等の計測精度(長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 0.03%(相対誤差)	照度16000kの時
置	位置精度	性能確認シートの有無 ※ 有 / (無) 水平方向: 1mm(絶対誤差) 鉛直方向: 1mm(絶対誤差)	照度16000㎞の時

5.	5. 画像処理•調書作成支援				
変状	検出手順	画像、点群データより画面上目視で変状を確認			
	ソフトウェア名	自動検出アルゴリズム・ソフトウェアなし			
٠,	検出可能な変状	手動検出:ひび割れ、落葉づまり、雑木の			
1 5			オルソモザイク画像、近接撮影画像から人が目視で確認		
l í	変状検出の原理・アルゴリズム	画像処理の精度			
÷			画像		
ı _		ファイル形式			
ーア		ファイル容量			
情	取り扱い可能な画像データ	カラー/白黒画像			
報		画素分解能			
٠.		その他の留意事項			
	出力ファイル形式	JPEG, MP4			
	作成支援の手順	報告書、および所定のフォーマットに、計測・調査結果をまとめる			
	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				

6 留意事項

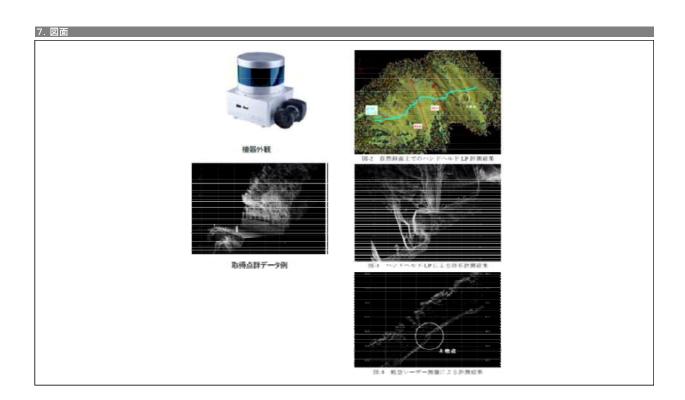
項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)
調査技術者の技量や必要な資格	・飛行ソフトウェア操作性について一般的な知識が必要 ・当社が実施する講習を受講していること	・当社の講習を受講すること ・目視外飛行やその他保冷で制限される事項については国土交通 省の定める「無人航空機 飛行マニュアル」に準ずる
必要構成人員数	現場責任者1人、操作員1人、補助員1人 合計3名	現場条件により、現場責任者は操作員又は補助員を兼ねることも 可、その場合の必要構成員数は2名となる。
操作場所	 一般的な無人航空機の飛行環境に準ずる 作業ヤード範囲:1m² 操作場所:計測機器より300m以内 	照度が確保できない閉空間は飛行不可
作業ヤード		
作計測作業日数	95分	
業関係機関への手続きの必要性		
条件	対象物へ接近するための自動飛行モード有	特定箇所への接近動作を自動で行うものであり、ウェイクポイントに よる広域の自動航行ではない。
可搬性(寸法・重量)		
運 センシングデバイスの点検	飛行前にセンサーカメラに付着した塵・汚れなどは清潔な布で拭き取ること	
用保険の有無、保障範囲、保険料	対人•対物補償保険有	
条 利用形態:リース等の入手性	用途(条件)に応じてレンタル可能	
件 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	
解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	点群処理・オルソ化	
点検費用	「計測データの取得」 ・調査費用:主任技師相当(操縦者1名)+技師B相当(2名)の計3名を基本 ・機核軽費:70,000円/日 ・諸経費:期査費×35% 「各種データからの平面図化」「図化した資料からの危険箇所抽出、モニタリング」 ・データ整理:150,000円程度	- 画像100枚の場合- 画像処理AIは未設定交通費は別途: 一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、一、
特許申請番号・特許使用料	該当しない	該当しない
その他	該当しない	該当しない



1. ;	基本事項								
技術				応募技術08 ハンドヘルドレ・	一ザ計測による浮石転石分布	抽出、対策効果の確認			
		技術バー注	ジョン	1 応用地質株式:	슾		作成:2023年9月(西暦で記載)		
連絡:現有:)/I/C E		TEL: 048-652-		E-mail: jhara-takuii 基地 大阪府大阪	i@ovonet.ovo.co.ip 市淀川区	井原 拓二	
				取得し、3次元的	内な形状を踏まえて、浮石の多	」の浮石の形状をハンドヘルドレ─+ ₹定度および原位置での対策工設計	ず計測による点群デ─タを取得すること ∤の基礎資料とする。また、落石防護柵	で、浮石の形状(大きさ、形)を	
技術	哎 安			も把握可能であ	5り、既設対策工の対策効果の)催認資料とする。			
				通常点検	①点検の実施 ②健全性の診断	0			
	土工構造物			③経過観察 ④点検の実施	0				
点検	段階			特定土工点検	⑤健全性の診断 ⑥経過観察	-			
			自然斜面	防災点検	⑦第1絞込み ⑧第2絞込み(机上調査) ⑨第2絞込み(現地確認)	_ _ O			
			C SK P C	W) 50 miles	⑩安定度調査 ⑪防災カルテ(経過観察)	0			
	•		b)総合的な診断	効率化・高度化によって、変状 所の判定に必要な情報を得る	ことができる		0 -		
効率·	効率化される内容		c) 地形判読の3 d) 安定度評価(効率化・高度化によって、自然 の効率化によって、総合的な記 変状の進行度等を把握するこ	斜面の現状や災害の兆候が等があ 診断の判定ができる	る点検対象区間の選定ができる	<u> </u>		
				【切土】 ・切土法面	変状の進行度寺を把握するこ	こか ぐさる			
		点検対象項[∃	【斜面安定施設 ・防護施設(落					
坩	土工構造物			【盛土】					
技術区		かずんされて	· // # 15 D	計測データの耳	以得	O(SLAMによる座標)			
分		効率化される		取得したテータ 図化した資料が 落石・崩壊、土	文得 による図化 Nらの判読(評価) 石 ix	○(点群データへの変換) ○(点群データより防護柵・擁壁・0	かり面形状の抽出)		
	自然斜面	効率化される		計測データの耳 取得したデータ	女得	○(SLAMICよる座標)○(点群データへの変換)			
	物理原理			図化した資料が 光学レーザによ	^らの判読(評価)	○(点群データより自然斜面形状の	の抽出)		
2.	基本仕様								
計測	機器の構成			・SLAM技術を値 ・使用機器は、	構えたセンサ─でGPSなどの位 30万点/秒の高密度スキャン	z置情報が不要で連続的なデ─タを 可能であり、短時間で高密度の点群	取得できる携帯型の点群デ ー タを取得 データの取得が可能である	する	
	移動原理			【人力】	行計測でデータ取得する				
	19300874	通信		該当しない	11 前別で) タ4X 1寸 9 る				
移動	運動制御機構	測位 自律機構			SLAM技術を備えたセンサーでGPSなどの絶対座標の位置情報を用いずに連続的なデータ(相対座標)を取得する。				
装置	外形寸法 重量		能(飛行型のみ)	該当しない計測装置を参照	2				
	搭載可能容量(分割動力	(構造の場合))	紅洲表現を参照 該当しない 歩行(人力移動)					
	知ガ 連続稼働時間(バッテリー給電の場合) 設置方法		該当しない	該当しない 機器を持ち、歩行計測でデータ取得する。					
	外形寸法 重量(分	離構造の場合	3)	寸法:162mm× 重量:約1.5kg	寸法:162mm×111mm×141mm				
				取得原理		光学レーザによる点群取得			
	センシングデバイ ス	カメラ/レーザ		画素数(カゲラ) 該当しない 点群取得密度(レーザ) レーザー照射数:30万点 画角 スキャン角360°、針値視野角30°(±15°)					
計測		0	'	ブレ補正カメラ種類		スキャン月300 、鉛直視野月30 SLAMによる補正	(±15)		
装置		パン・チルト村	継 權	メーカ/製品名	360°、鉛直視野角:30°(±	Velodyne社 全方位レーザユニット 15°)	-(VLP16)		
100		角度記録·制 測位機構		該当しない SLAM技術により、自己位置を推定(IMU併用)					
	耐久性		防水、防塵なし 動力源・電気式						
	動力			ッカス・电スス 専用バッテリー 電源規格:19V3.5A,20,000mAh以上(容量により稼働時間変化)					
	連続稼働時間(バッ	テリー給電の	場合)	3~4時間(気温	3~4時間(気温等の条件による)				
デー	設置方法 外形寸法・重量(分	離構造の場合	1)	計測装置と一位	機器を持ち、歩行計測でデータ取得する。 計測装置と一体				
タ 装収		伝送し保存す	る場合)	<u>計測データを本体的SSDに保存</u> 有線(USB3)にて外付けドライブに格納 無線を使用しない					
置集	動力	THOUSE	· する物口)	人力移動(計測 無制限(AC電源	装置と一体)				
通信	データ収集・通信可	能時間(デー	タを伝送し保存する場合)		*ビニングライン (マイラン・マイン・マイン・マイン・マイン・マイン・マイン・マイン・マイン・マイン・マイ	による)			
3.	運動性能								
計劃	時の安定性能(飛行	項目 型のみ)		性能確認シート	性能 ・の有無 ※	有 / (無)	特記事項(左記の記載)	9容の適用条件等)	
	進入可能性能	±0,07)		該当しない	·の有無 ※ 行計測でデータ取得するため		SLAM技術による位置補正のため、記	急な移動や回転など画像がぶ	
	可動範囲			性能確認シート	-の有無 ※	(有) / 無	れないこと。 SLAM技術による位置補正のため、記	急な移動や回転など画像がぶ	
運動	位置精度			機器を持ち、歩 性能確認シート 約3cm	行計測でナータ取得する7:280 -の有無 ※	、人が移動できる範囲。 【有)/ 無	れないこと。 SLAM技術による位置補正のため、たれないこと。	急な移動や回転など画像がぶ	
4.	計測性能			I W SCIII			110/40 20		
		項目		下記の場合 植	性能)データを取得することができないこ	特記事項(左記の記載P 地形を把握するためには植生データ	内容の適用条件等)	
	植生等の制約			とがある。	表に照射できないほど繁茂し		, John Eline , William Clare T.	VINACEN 204	
				・人が移動でき	ないほど繁茂している場合				
	気象条件の制約 周辺条件の制約			気象条件の制			雨天時、濃霧時は不可(計測機器の		
計 '91	交通規制の要否			有 / (無)% 合、交通規制不		方法、計測ルートでの実施する場	必要に応じて道路管理者や警察機関	引に確認すること	
測条件	交通規制の範囲					、での実施する場合、交通規制不要			
件	現地への運搬方法 無線等使用におけ	る混線等対策		徒歩、公共交通 該当しない		5-4. 04.00 FU (5)	車両運搬の場合は収納ケースが搭載 無線等は使用していない		
	安全面への配慮			手持ちのため材	機器使用による作業者および領	Bニ者への危険リスクは低い	・急な移動が生じない足場での徒歩。 ・雨天、濃霧でないこと ・計測対象から100m内の難隔で水平		
				計測が多と計画	機器との難隔に物体等がな	る場合、対象地形のデータを取得す	・計測対象から100m内の離隔で水平 i 該当しない	-199 到J 	
	その他			ることができない		□-∞ロ、ハッ∞にハンンノ / 一プを収得り	IN.⊒ ∪'04 V		
	撮影速度			性能確認シート 人力での移動は		(有) / 無	・SLAM技術による位置補正のため、 ・斜面内での計測においては、人力で		
計	el mire o a la co			性能確認シート	-の有無 ※	(有) / 無	測定距離:100m以内		
測装置	計測項目の検出			約3cm	· 小方 年 ※	- 	SLAM技術による位置補正のため、 れないこと	見な移動や回転など画像がぶ	
置	長さ等の計測精度(長さの相対誤差)		性能確認シート 約3cm 性能確認シート		有 / (無) 有 / (無)	測定距離:100m以内 該当しない			
	八里 体在			- ロエ州と7年602ノード	** H 705 (A)				

5.	画像処理∙調書作成支援					
変状	検出手順	取得した点群データをビューワ上で目	視若しくはGISソフトを利用し微地形表現図(csmap、陰影図、傾斜量図等)を作成し目視にて変状把握。			
	ソフトウェア名		oudCompare(フィルター処理、微調整) -処理、断面図作成、3次元表示)			
ーソ	検出可能な変状	該当しない				
フトウ	変状検出の原理・アルゴリズム	変状検出手順 画像処理の精度 変状の描画方法	人が画像を確認して、変状(転石、浮石など)を人力でトレース 該当しない ソフト上で任意神出			
ェア情報	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式 ファイル容量 カラー/白黒画像 画素分解能	Las.PLY 規格上の上限なし(使用PCに依存) 単色(白) 該当しない(画像不使用)			
	以り扱い可能な画家アータ	<u>画素が発能</u> その他の留意事項	該当したい(制度を収用) 植生が繁茂している場合はグラウンドデータの抽出が難しい場合がある。 水面は不可。			
	出力ファイル形式	LAS(LiDAR Data Exchang Format)				
調書	作成支援の手順	②HHLP本体に外付けドライブを接続 ③点群処理ソフトにより位置合わせを 後GISソフトにより、微地形表現図(OS ⑤点群処理ソフトにより、オリジナルら ⑥結果をEXCELにより帳票整理。	①適応条件に記載の条件により点群データを取得する。 ②HHLP本体に外付けドライブを接続しデータをコピーし、点群データを解析PCで利用できるようにする。 ③点群処理プントによりは置合わせを実施。フィルタリングによりグラウンドデータ作成。 ④GISソフトにより、微地形表現図(CSMAP、陰影図、傾斜星図)を作成し、微地形や構造物を確認。GIS上で変状や構造物位置をプロット ⑤点群処理ソフトにより、オリジナルデータより、構造物の寸法や断面図作成。CADソフトにてポケット容量算出。 (⑥結果をEXCELにより帳票整理。			
調書	作成支援の適用条件	・以下の条件の点群データが取得できるように計測すること 1) 位置目印となる構造物や地形変換点がデータ内に3箇所以上入るようにすること 2) 任意座標でのデータ取得のため、位置確認のためデータ取得経路をメモ程度でも残しておくこと 3) SLAM技術での位置補正のため、回転等の急な動きが生じないようにデータを取得すること				
調書	作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	■フィルター処理:3D Point Studie ■位置移動や回転など微調整:TI ■断面図描画:3D Point Studio、	REND-POINT、CloudCompare、Mieerre(任意選択) 5、TREND-POINT、CloudCompare、Mieerre(任意選択) REND-POINT、CloudCompare(任意選択) TREND-POINT、CloudCompare、Mieerre(任意選択) Studio、TREND-POINT、CloudCompare			

6. 1	留意事項			
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)	
	調査技術者の技量や必要な資格	現地:専門的な知識を有さない技術者 解析:地形判読・点群処理の知識のある技術者 資格は必要としない	現地: 技師C相当の技術者 解析: 技師B(地形判践の知識のある技術者)、技師C(点群処理の 知識がある技術者) - 機器操作マニュアルあり	
	必要構成人員数	最低2名	計測者1名、安全確認者1名	
	操作場所	計測機器と同一範囲内	機器を持ち、徒歩水平移動する場合	
	作業ヤード	計測準備・データチェック・データ保存するスペースが必要 機器を車両運搬する場合は駐車スペースの確保が必要	該当しない	
	計測作業日数	片道500m、往復1km/日	・斜面内の計測は斜面勾配や植生の影響により変化あり ・調査箇所間の移動は含まない	
	関係機関への手続きの必要性	道路使用許可や立入許可の手続きが必要	道路上での作業の場合や管理地や私有地への立ち入りの場合	
	自動制御の有無	該当しない	該当しない	
	可搬性(寸法•重量)	専用ケースに格納した際の寸法と重量 寸法:162×111×141mm 重量:約1.5kg	該当しない	
作	センシングデバイスの点検	機器仕様として点検は求められていないため、搬出前に機器動作について自主 点検	該当しない	
業条件	保険の有無、保障範囲、保険料	機器としては第三者への被害時の保険に加入していない	該当しない	
運	利用形態:リース等の入手性	長期リース	購入も選択可能	
選用	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポート有	機器故障時はメーカにて修理	
条件	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	・点辞処理ソフト ・3次元表示:3D Point Studio、TREND-POINT、CloudCompare、Mieerre(任意選択) ・フィルター処理:3D Point Studio、TREND-POINT、CloudCompare、Mieerre(任意選択) ・位置移動や回転など微調整:TREND-POINT、CloudCompare(任意選択) ・断面図措画:3D Point Studio、TREND-POINT、CloudCompare、Mieerre(任意選択) ・地物分離、差分解析:3D Point Studio、TREND-POINT、CloudCompare、GISソフト、CADソフト・作図調整: GGIS、AUTOCAD(任意選択)・必要作業:担当者による解析処理作業		
	点検費用	「計測データの取得」 ・調査費用(現地1日)10万円/日 ・機械経費:10万円 「取得したデータによる図化」「図化した資料からの判読(評価)」 ・解析費用:80万円 計100万円	1日で計測できる箇所数あたり。旅費を除く。	
	特許申請番号•特許使用料	特許申請なし		
	その他	GNSSは内臓していないため、取得した点群の座標は任意座標であり、既存のLP データとの接合の際には、計測時に別途GNSSの同時取得が必要である。	該当しない	



1.	基 本争垻							
技術番号		応募技術13 3次元点群プラウザを用いた変位解析による変状箇所の抽出						
技術	技術名 技術バージョン							
		技術バー: 開発者	ジョン	1 応用地質株式会	≥±+		作成: 2023年10月(西暦で記載)	
連絡		IM JU-E		TEL: 048-652-4		E-mail: kanda-hiron	obu@ovonet.ovo.co.ip 神田 広信	
現有	台数			5	紫笔で結ず1,	基地 埼玉県さいた	ま市 群データを3次元点群ブラウザ「3D Point Studio」にて2時期を差分解	
技術	技術概要		析し、あらかじめ	設定した変位量、大きさな		術は点群を取得する技術ではなく、既往の点群データを利活用し差		
			解析を行う技術	である)。				
				落曲上桥	①点検の実施	0		
	土工構造物		通常点検	②健全性の診断 ③経過観察	0			
			特定土工点検	④点検の実施	0			
				付足工工点模	5健全性の診断 6経過観察	0		
点検	段階				⑦第1絞込み	0		
					⑧第2絞込み(机上調査)	O .		
			自然斜面	防災点検	⑨第2絞込み(現地確認)	_		
					⑩安定度調査	-		
					⑪防災カルテ(経過観察)	=		
			'		南文化・高度化によって、変		0	
効率	化される内容			b)総合的な診断 c)地形判読の交	fの判定に必要な情報を得 が率化・高度化によって、自	ることかできる 然斜面の現状や災害の兆候が等が	ー ある点検対象区間の選定ができる ○	
				d)安定度評価0)効率化によって、総合的な	診断の判定ができる		
_				(切土)	を状の進行度等を把握する	ことかぐきる	0	
				•切土法面	祝 / nh (本) ユ / の () +ħ / k☆ P\$ / 5世	**************************************		
				排水施設	役(吹付け/のり枠/擁壁/補	強工/グラリントアンカー)		
				【斜面安定施設 ・予防施設(吹作				
		点検対象項目	B		50/009行/ 5防護網/落石防護柵)			
	土工構造物			【盛土】				
技術				・のり面保護施設	投(擁壁/補強土)			
術区				排水施設				
分				=1 'm1=" 5 o m	48	I		
		効率化される	6作業項目	計測データの取取得したデータ	! 侍 による図化	0		
		- A-A-A-TE	-	図化した資料か	らの判読(評価)	ō		
	ウ 株公王	点検対象項目		済句 朋張、石4 計測データの取	日崩壊、地すべり、土石流 得	_		
	自然斜面	効率化される	6作業項目	取得したデータ	による図化	0		
	物理原理			図化した資料が 点群	らの判読(評価)	0		
2	基本仕様							
	機器の構成			該当しない				
H 1 MA	移動原理	1		該当しない				
		通信 測位		該当しない				
移動	運動制御機構	自律機構		該当しない				
装	以取せは. 乗号	衝突回避機能	能(飛行型のみ)	該当しない				
置	外形寸法・重量 搭載可能容量(分離構造の場合)		該当しない					
	動力 連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		該当しない					
	設置方法			該当しない				
	外形寸法・重量(分	離構造の場合) 		該当しない取得原理		該当しない		
				画素数(カメラ)		該当しない		
٠.		カメラ/レーザ	/レーザ	点群取得密度(画角	レ ー ザ)	該当しない 該当しない		
計測	 センシングデバイス			ブレ補正		該当しない		
装				カメラ種類メーカ/製品名		該当しない		
置		パン・チルト		該当しない				
		角度記録・制 測位機構		該当しない				
	耐久性	次江 1五 7英 7円		該当しない	該当しない			
	動力 連続稼働時間(バッ	テリー給電の	場合)	該当しない				
デ	設置方法	能様準の担合		該当しない				
通一信々	外形寸法・重量(分 データ収集・記録機			該当しない				
装収	テータ収集・記録機 通信規格(データを セキュリティ(データ 動力	伝送し保存す	る場合)	該当しない	·			
置集	動力	とは近し休行	, was 11/	<u> 該当しない</u> <u> 該当しない</u>				
	データ収集・通信可	能時間(デー:	タを伝送し保存する場合)	該当しない				
3.	運動性能							
		項目		性能確認シート	性能の有無 ※		特記事項(左記の記載内容の適用条件等) 該当しない	
計測	時の安定性能(飛行	型のみ)		該当しない		有 / (無)	該国しない	
狭小	進入可能性能			性能確認シート該当しない	の有無 ※	有 / (無)	該当しない	
是大	可動範囲			性能確認シート	の有無 ※	有 / (無)	該当しない	
				該当しない 性能確認シート		有 / (無)	 該当しない	
運動	位置精度			該当しない	~ pm /s/		IX ⊒ ♥ . 6 V .	
4.	計測性能							
		項目			性能		特記事項(左記の記載内容の適用条件等)	
	植生等の制約			該当しない			該当しない	
	気象条件の制約 周辺条件の制約			該当しない			該当しない 該当しない	
計測	交通規制の要否			該当しない			該当しない	
条	交通規制の範囲 現地への運搬方法			該当しない			該当しない	
件	無線等使用におけ	る混線等対策		該当しない			該当しない	
	安全面への配慮			該当しない			該当しない	
	その他 場影連度			該当しない 性能確認シート	の有無 ※	有 / 無)	該当しない 該当しない	
±1	撮影速度			該当しない				
計測	計測項目の検出			性能確認シート 該当しない	の有無 次	有 / 無	該当しない	
装置	長さ等の計測精度	(長さの相対誤	差)	性能確認シート	の有無 ※	有 / (無)	該当しない	
直	位置精度			該当しない 性能確認シート	の有無 ※	有 / (無)	該当しない	
	二世代 文			該当しない		\sim $-$	1	

	三体加强 甲基化合士塔					
5.	画像処理•調書作成支援					
変状検出手順		・センシングデータとして、遺跡事業等にて計測・蓄積された情報資産である既往の点群データを利活用する・・初期計測データおよび法面設計図書により、点群データの属性管理仕様に準拠した法面構造物の領域データを生成する。生成した領域データには現場写真などを紐づけて管理することが可能である・・領域データに対した3次元点群ブラウザ「3D Point Studio」を用いてデータ解析を行うことで、2時期の点群データから変位量、変位個所を高速・高精度に抽出・解析可能である・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・				
	ソフトウェア名	3次元点群ブラウザ「3D Point Studio I				
ソフトウ	検出可能な変状	32人に系称。プラウリ・32 Profits Studio」 土工構造物: 大きな亀裂、段差、はらみ出し、浸食、小崩壊、傾動、沈下、移動、倒れ、アンカー支圧板、受圧構造物の亀裂、破損、排水溝の閉塞、 破損、排水溝周辺の浸食 落石崩壊: 自然知己、構造物、浮石・転石n形状、亀裂、段差、はらみ出し 岩盤崩壊: 亀裂側品、亀裂長さ、亀裂方向、傾斜各(斜面)法線)、頂部標高 地すべり: 亀裂長さ、隆起高さ、陥没深さ、形状変化、崩壊面積、崩壊容積 土石流 : 法線ベクトルより抽出、差分解析による抽出、面積計測、大規模な亀裂や滑落崖、複数時期のデータ蓄積、管理				
I		変状検出手順 点群より手動で読み取りを	行う			
ア	変状検出の原理・アルゴリズム	画像処理の精度 該当しない				
情報		変状の描画方法 ソフト上で抽出 ファイル形式 Las				
平校	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式 Las ファイル形式 7GB カラー/白黒画像 カラー 画素分解能 該当しない その他の解意事項 留意事項なし				
	出力ファイル形式	Las				
	作成支援の手順	結果は手作業で調書へ添付				
	作成支援の適用条件	該当しない				
調書	作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	3次元点群ブラウザ「3D Point Studio」				

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

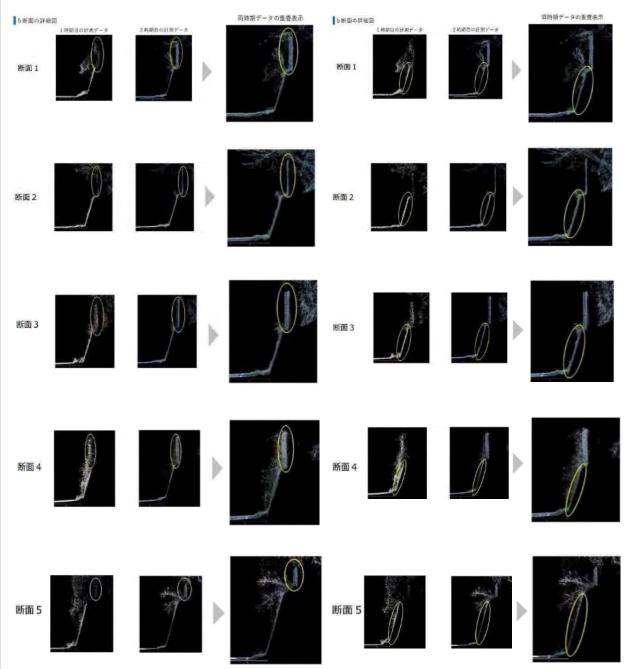
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)
	調査技術者の技量や必要な資格		該当しない
	必要構成人員数	作業者1名、チェック者1名	該当しない
	操作場所	机上	屋内を基本とする
	作業ヤード	必要としない	該当しない
	計測作業日数		該当しない
	関係機関への手続きの必要性	該当しない	該当しない
作	自動制御の有無	該当しない	該当しない
業	可搬性(寸法・重量)	該当しない	該当しない
条	センシングデバイスの点検	該当しない	該当しない
一件	保険の有無、保障範囲、保険料		該当しない
	利用形態:リース等の入手性	該当しない	該当しない
運	不具合時のサポート体制の有無及び条件	サポートあり	解析ソフトベンダーによるサポート、メールでの対応が標準。
用条件	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等		基本機能無料、有償版オープン価格(営利団体向け) ※地方公共団体における利用の場合は要相談
	点検費用	·解析費用:45万円(測量主任技師10人工)	- 5km'あたり: 変状対象項目数により変動する ・2時期データが存在すること、または1時期データがあり2時期目のデータ取得する場合の費用は別途必要
	特許申請番号・特許使用料	特許は取得されていない	該当しない
	その他	該当しない	該当しない

点群データを活用することで、対象の客観的な変状把握だけでなく、近接目視では困難な任意の「断面」形状も視覚化し、解析ソフト上の計測機能を用いて定量的に確認することができる。また、複数時期の点群を差分解析することによって、 形状の変化から、構造物の移動、沈下、傾きにおける変状の進行性を把握することができる。

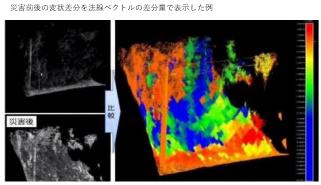
※変化がない場合においても、差分結果や2時期データの重ね合わせにより、変状が進行していないことを客観的に示すことができる。

落石防護柵の断面による変状把握

擁壁の断面による変状把握



※2時期の点群データが形状一致する断面においては変状が進行していないことが分かる



※2時期の点群データから形状の変化を地形面の法線ベクトル差分値として定量把握が可能



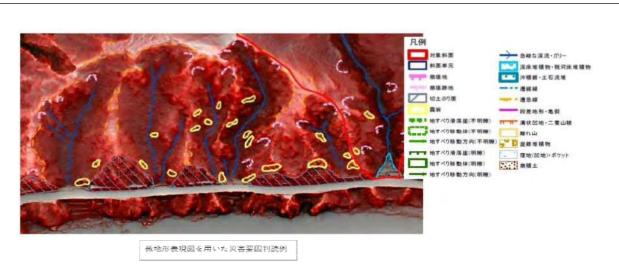
1. z	基本事項								
技術者	养号			応募技術17	- ス真糖度地形データを活用	11 た定量的が安定度調	<u> </u>		
技術名	技術パージョン 開発者			防災点検における高精度地形データを活用した定量的な安定度調査 (航空レーザ測量データ等を用いた災害要因箇所の抽出および机上安定度調査、評価)					
				作成: 2023年10月(西暦で記載)					
連絡5	先等			<u>アジア航測株式会社</u> TEL: 044-969-7549 E-mail: online-sales@ajiko.co.jp 営業推進部			営業推進部		
現有台						基地		·	
技術机	技術概要		術を提案する。 度調査表(落石	具体的には、道路防災点検 ・崩壊、岩盤崩壊、地すべり	において安定度調査箇 、土石流)の評価要素を	用することにより、道路斜面のリスク箇所数: 所の選定にあたり、見逃しの低減や合理的 と机上で定量的に評価し、現地踏査に活用 術に発展させることができる。	」な斜面区分を可能とする。また、安定		
	土工構造物			通常点検	①点検の実施 ②健全性の診断 ③経過観察	_ _ _			
			工工構造物	特定土工点検	④点検の実施 ー				
点検目	设 階		自然斜面	防災点検	①第1絞込み ⑧第2絞込み(机上調査) ⑨第2絞込み(現地確認)	0			
					⑩安定度調査 ⑪防災カルテ(経過観察)	○(机上検討) ○(机上検討、オプショ	ン)		
				a) 近接目視の効 b) 総合的な診断		伏の有無が把握できる ることができる		-	
効率化	とされる内容			c) 地形判読の効 d) 安定度評価の	n率化・高度化によって、自:)効率化によって、総合的な で状の進行度等を把握する	然斜面の現状や災害の :診断の判定ができる	兆候が等がある点検対象区間の選定がで	き්බ	
		点検対象項目		対象土工構造物計測データの取	りなし	該当しない			
技	土工構造物	効率化される	6作業項目	取得したデータ	こよる図化	該当しない			
術区		点検対象項目			発崩壊、地すべり、土石流、	該当しない その他(盛土、雪崩)			
分	自然斜面	効率化される	6作業項目	計測データの取 取得したデータ 図化した資料か	得 こよる図化 らの判読(評価)	〇(変状地形の机上抽	トンの (1) (1) (1) (2) (2) (3) (3) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4) (4		
	物理原理			3次元地形データ	タから微地形表現図を作成	、地形判読			
	2. 基本仕様								
計測核	機器の構成 移動原理			該当しない 該当しない					
		通信		該当しない	該当しない				
移動	運動制御機構	測位 自律機構		該当しない	該当しない				
装	衝突回避機能(飛行型のみ) 外形寸法・重量		該当しない						
_	搭載可能容量(分離構造の場合)		該当しない						
	動力 連続稼働時間(バッテリー給電の場合)		該当しない	該当しない					
	<u>設置方法</u> 外形寸法·重量(分割	維構造の場合	;)	該当しない	<u>該当しない</u>				
		MINE		取得原理					
		カメラ/レーザ	₽°	点群取得密度(画角	レーザ)	該当しない			
計測	センシングデバイス	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		ブレ補正	ブレ補正		該当しない		
装置				カメラ種類 メ ー カ/製品名		該当しない 該当しない	<u>タョレない</u>		
ш		パン・チルト機構 角度記録・制御機構機能 測位機構		該当しない	該当しない				
	T1 5 M.			該当しない	該当しない				
	耐久性 動力			該当しない					
==	連続稼働時間(バッ 設置方法			該当しない					
通し	外形寸法 重量(分)	維構造の場合 能	1)	該当しない					
信タ 装収	データ収集・記録機通信規格(データを	云送し保存す	る場合)	該当しない					
置集	動力			該当しない					
	ナータ収集・通信可	形時間(デーク	タを伝送し保存する場合	該当しない					
ა. 1	重動性能	項目			性能		性和主体/+97	の記載内容の適用条件等)	
計測用				性能確認シート		有 /無	新記事項(左記) 該当しない	ルル報内台VI型用末計等) 	
				該当しない 性能確認シート		有 /(無)	該当しない		
	差入可能性能 			該当しない 性能確認シート		有 / (無)	該当しない		
	丁動範囲			該当しない		有/無	該当しない		
	世間精度 一 計測性能			該当しない	13.00 20	11. / N	10.90°		
		項目			性能			の記載内容の適用条件等)	
	植生等の制約 気象条件の制約			該当しない			該当しない 該当しない		
÷1	周辺条件の制約			該当しない	Harri dan		該当しない		
測	交通規制の要否 交通規制の範囲			有 / (無) 言	核当しない				
	現地への運搬方法	泪绝空上处		該当しない			該当しない		
	無線等使用における 安全面への配慮), 庇禄寺对策		該当しない			該当しない 該当しない		
	その他			該当しない 性能確認シート	の有無 ※	有/無	該当しない 該当しない		
=+	撮影速度			該当しない					
刔	計測項目の検出			性能確認シート 該当しない		有 / 怎	該当しない		
装置	長さ等の計測精度(長さの相対誤	差)	性能確認シート 該当しない	の有無 ※	有 / 無	該当しない		
	位置精度			性能確認シート	の有無 ※	有/焦	該当しない		

_	三格加州 河南北北村村				
5.	画像処理▪調書作成支援				
変状検出手順		1) 航空レーザ測量により高精度地形データを取得する。または既存データを収集する。なお航空レーザ測量は、第1較込みにより還定された区間を対象に実施することが想定されるが、管理対象道路全体の既存データが存在する場合などは、2) のステップまで実施しその成果を用いて第1較込を行うことが有効と考えられる。 注: 対象範囲や事象の規模により、小型無人航空機(UAV)搭載型レーザ、車載型レーザ(MMS)、地上レーザスキャナ等での代替、補測も可能。 注: 対象範囲や事象の規模により、小型無人航空機(UAV)搭載型レーザ、車載型レーザ(MMS)、地上レーザスキャナ等での代替、補測も可能。 (2) 1) より、微地形表現図を活きない。特許第6670274号/NETIS SK-130008-VE)を作成する。また、グリッドナータ等の演算により傾斜を算出する。 3) 微地形表現図を用いて、災害要因の判読を行う。レーザ測量により樹木下の地盤情報を直接取得することで、災害の徴候となる微地形の精度より地形態が可能となる。またその際、AI(深層学習)による自動抽出も活用して、省力化と誤差低減を図る。但し、地すべりなど教師データとなる技術者の判読にもバラツキが多い項目は適用検討中であり、現状では露岩帯(落石や岩盤崩壊の発生源)といった、適用性が確認済の項目を対象とするまた安定度調整の単位となる傾面及び集水範囲は、技術者によりパラツキがちな項目であるが、地形データを用いた集水解析結果も参考に徹地形表現図上で設定し、設定基準を見える化する。 (「誤書作成支援の手順」欄へ続く)			
	ソフトウェア名	「自社製 赤色立体地図作成ツール」、「ES	SRI社製 ArcGIS(Spatial Analyst)」など傾斜量が算出可能なソフトウェア		
	検出可能な変状	点検対象項目に関する、地形情報から算と			
ソフ	710 0 9C 11	変状検出手順	微地形表現図を基に人間が判読		
1 (変状検出の原理・アルゴリズム	画像処理の精度	該当しない		
5		変状の描画方法	微地形表現: ポリライン、ポリゴン		
ı		ファイル形式			
ァ	取り扱い可能な画像データ	ファイル容量			
た		カラー/白黒画像	カラー		
報		画素分解能			
干以		その他の留意事項			
	出力ファイル形式				
調書作成支援の手順		の際、傾斜区分や災害要因判誘図のほか 【A: 落石・崩壊】 (周: 落石・崩壊】 (周: 古55m以上ののり面・自然斜面、または ②表層に浮石・転石が存在する箇所・災3 (日: 岩壁崩壊】 (1) 岩盤が露出した高さ15m以上かつ傾斜6 (こ: 地すべり) (1) 地すべり6段箇所または地すべり防止取 (2) 災害要因の判決で、道路に被害が生じる [E: 土石流] 道路を横断して流下する流域面積 Iha以上 (1)トンネルで渓流を横断している箇所 ②桁下高さ10m以上かつ流路幅20m以上の	は勾配45°以上の自然斜面一地形データから計測 書要因判続結果から判定 0°以上ののり面・斜面一地形計測及び判読		
#M #	作成支援の適用条件	上記の地形情報が読み取り可能な精度(6	壁) の2カニ地形ニーながみ声		
	TF成又族の週用来社 作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	上記の地形1月報が読み取り可能な相及(6	0貝/の3次ル地形ナーアル必安。		
明吉	IFM人IAI〜ロボナツ吸値・ノノI・・ノエノ・ロ				

6 図音車頂

О.	留息 事 垻			
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)	
	調査技術者の技量や必要な資格	微地形判読が可能等 該当しない	該当しない	
	必要構成人員数	1名		
	操作場所	机上		
	作業ヤード	該当しない	該当しない	
	計測作業日数		該当しない	
	関係機関への手続きの必要性	該当しない	該当しない	
	自動制御の有無	該当しない	該当しない	
作	可搬性(寸法•重量)	該当しない	該当しない	
業条	センシングデバイスの点検	該当しない	該当しない	
件	保険の有無、保障範囲、保険料	該当しない	該当しない	
-	利用形態:リース等の入手性	該当しない	該当しない	
運	不具合時のサポート体制の有無及び条件	該当しない	該当しない	
用	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等			
条 件	点検費用	「取得または収集した航空レーザ測量データによる図化」「図化した資料からの判談(評価)」 ・微地形表切。・傾斜区分図作成1,100,000円 ・災害要因判読2,820,000円 ・安定度調査候補箇所抽出900,000円 ・相上安定度調査表等作成・評価1,460,000円 直接経費6,280,000円	・計画準備、資料収集整理、報告書作成、打合せは別途計上 ・微地形表現図・傾斜区分図作成: 100 km ¹ ・災害要因明語: 30 km ¹ ・安定度調査候補箇所抽出: 100 箇所 ・机上安定度調査・機算を所使, 評価: 100 箇所 ・現地安定度調査・概算 再算出外 ・地形差分解析: 概算費用算出外	
	特許申請番号・特許使用料	特許第3670274号、特許6817721号、NETIS SK-130008-VE		
	その他	該当しない	該当しない	

7. 図面



1.	丕 平于								
技術番号			応募技術21 各種カメラ搭載	応募技術21 各種カメラ搭載ドローンを活用した道路のり面管理技術					
技術名		(広角・ズームお	(広角・ズームおよび赤外線カメラを搭載したドローンによる効率的なのり面維持管理技術)						
対例バーション開発者			作成: 2023年10月(西暦で記載) 株式会社インフラ・ストラクチャーズ 有限会社伊藤建設						
油級	連絡先等		022-796-9935		E-mail:	infrastructures@grace.ocn.ne.jp	石川(インフラ・ストラク		
現有						基地	ik-cretive.power@deluxe.ocn.ne.ip	チャーズ) 伊藤(伊藤建設)	
技術				する。このグリッ 損傷図に比べ、 浮きの特定もで	ドでは、最小単位のグリッ 変状位置や状態確認が容	「赤外線感知機能」を ドセル画像を最大4倍に 易で、危険度の判断等 経過観察に適している	有する広角ズームカメラを活用し、変状個には大できるため、近接目視と同等の精度 に拡大できるため、近接目視と同等の精度 身に役立つ。加えて、画像の位置情報で、 5、本技術は、道路法面の変状調査・点検: 善に役立つ。	で変状の判別が可能となる。従来調査の 引ーアングルの撮影と、赤外線感知による	
				通常点検	①点検の実施 ②健全性の診断	0			
			土工構造物		③経過観察 ④点検の実施	0			
				特定土工点検	⑤健全性の診断 ⑥経過観察	0			
点検	段階				⑦第1絞込み ⑧第2絞込み(机上調査)	0			
			自然斜面	防災点検	9第2絞込み(現地確認)	0			
					⑩安定度調査	-			
				a) 近接目視の交	⑪防災カルテ(経過観察) カ率化・高度化によって、変	 状の有無が把握できる	3	Ю	
効率	化される内容			b)総合的な診断 c)地形判読の気	fの判定に必要な情報を得 b率化・高度化によって、自	ることができる 然斜面の現状や災害(の兆候が等がある点検対象区間の選定か	○ 「できる ○	
)効率化によって、総合的な を状の進行度等を把握する			0	
技術区分	土工構造物	点検対象項目		・切土法面 ・のり面保護施 ・排水施度 ・予防施設 ・予防施設 ・予防施設 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	けけ/のり枠/根固め) 5 防護網/落石防護柵) 投(擁壁/補強土)		46 ATR-42 \		
		効率化される	作業項目	計測データの取取得したデータ	(特 による図化 らの判読(評価)	○(のり面画像・赤外 ○(SfMによる点群・2	ト線ナータ取得) オルソ化、赤外線データ図化) E状抽出、赤外線データによる評価)		
		点検対象項目		落石・崩壊、岩野	ഷ 崩壊				
	自然斜面	効率化される	作業項目	取得したデータ	計測データの取得 〇(自然斜面の画像・赤外線データ取得) 取得したデータによる図化 〇(SfMによる画群・オルソ化、赤外線データ図化) 図化した資料からの判[族]評価) 〇(目視・机上での変状抽出、赤外線データによる評価)				
	物理原理	·		画像/赤外線	-507 Find Column	一一一	と が 川田 、 が が が が が が が が が が が が が		
2. :	基本仕様			ドローンに送載	た「ガロッド提撃操能」と「	去从绰成幻烨能 太友	する広角ズームカメラを活用し、変状個所	について年音のグリッドを設守して提撃す	
計測	機器の構成			る。	ンだ、プラフトコ収示の成品のこと	N. VI. ON WENT VIEW OF THE J. C. H.	7 の広内へ ロカアフを石市に、変い画所	こうひ・く 江本のファブリ と 政定して 取がテ	
	移動原理			を設置しデータを取得する。	>				
	通信 運動制御機構 測位		5.725	周波数帯: 2.4000~2.4835 GHz 5.725~5.850 GHz GNSS (GPS+GLONASS+BeiDou+Galileo)					
移動		自律機構 衝突回避機能	能(飛行型のみ)	GNSS情報を基 衝突回避機能あ	に飛行経路を記憶する機能 5り	を有する。			
装置				•最大外形寸法	・移動装置 + 計測装置				
	外形寸法•重量			・最大離陸重量 (9kg)、TB60バッテリー2個搭載時重量 (約6.3kg)					
	搭載可能容量(分離構造の場合) 動力		・外部バッテリー	- 動力派: 電気式 - 動力派: 電気式 - 外部: パッテリー: 定格容量: 4920mAh - 内臓: パッテリー: 5000mAh					
	連続稼働時間(バッ	テリー給電の	場合)	最長飛行時間5	最長飛行時間55分 ジンパルを付けてドローン本体にマウント				
	設置方法 外形寸法·重量(分)	離構造の場合	·)	Zenmuse H20T	ジンバルを介してドローン本体にマウント Zenmuse H20T: 167mm×135mm×161mm, 828±5g 取得原理 OMOS、非冷却VOxマイクロポロメータ				
				取得原理 画素数(カメラ) 点群取得密度(I .— +f`\	①広角カメラ: 1,200万	マイクロホロメーダ 万画素、②ズームカメラ:2,000万画素、③オ	- 外線カメラ:33万画素	
		カメラ/レーザ	<u></u>	無件取得出及く 画角 ブレ補正	<u> </u>	ザ) - 該当なし ①広角カメラ:82.9°、②ズームカメラ:82.9°、③赤外線カメラ:40.6° ジンパルによる補正			
計測	センシングデバイス			カメラ種類メーカ/製品名		光学レンズのスチーク Zenmuse H20T	ルカメラ		
装置		パン・チルト機	養構	ピッチ:-120° ヨー: ±320	∼ +30°				
		角度記録・制		該当しない					
	耐久性	測位機構		移動装置に依存 IP44					
	動力 連続稼働時間(バッ	テリー給電の	場合)	内部バッテリー 最長55分	: カメラのカタログに記載な	L			
デュー ゴール・ディー・ディー・ディー・ディー・ディー・ディー・ディー・ディー・ディー・ディー	設置方法 外形寸法·重量(分)	離構造の場合	·)	該当しない	計測機器と一体型 該当しない				
I= h	データ収集・記録機通信規格(データを	能伝送し保存する	る場合)	microSDに記録 該当しない	(最大容量:128 GB、UHS-	1 スピードクラス3が必	5要)		
置集	18 タ 通信規格(データを伝送し保存する場合) 装収 セキュリティ(データを伝送し保存する場合) 置集 動力 データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)		該当しない 移動機器に依存	7					
3	ァータ収集・通信可 運動性能	用を呼信して一ク	ノビは还し床仔する場	合) 該当しない					
J.		項目			性能	7.5	特記事項(左	記の記載内容の適用条件等)	
計測	計測時の安定性能(飛行型のみ)		±0.5m(GPS有: ±0.1m(RTK有3 水平: ±0.3m(ビジョン ±1.5m(GPS有:	システム有効時) 効時) 効時) システム有効時) 効時)	有 / (無)				
				±0.1m(RTK有	Mind.				
狭小	進入可能性能			性能確認シート		有 /(無)	_		
	進入可能性能可動範囲				の有無 ※	有 /(無)	<u> </u>		

1 甘木東頂

4.	4. 計測性能								
	項目	性能	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)						
	植生等の制約	対象構造物のうち、樹木・草などの繁茂箇所の確認ができないため、事前に刈払い等が必要である。対象構造物からの難隔は5m程度を確保する。							
	気象条件の制約	降雨・降雪・霧、強風時の飛行は不可能となる。							
81	周辺条件の制約								
測条	交通規制の要否	有 / 無 道路利用者への影響を考慮し、道路外からの撮影を基本に飛行計画を立てるが、やむなく道路上を使用する場合でも部分使用に留める。							
件	交通規制の範囲	やむを得ない場合でも片側車線規制。							
	現地への運搬方法	車両に積載							
	無線等使用における混線等対策								
	安全面への配慮	作業前に安定性能確認(ホバリング、風速測定)を実施する。							
	その他								
	撮影速度	性能確認シートの有無 ※ 有 / 無							
計測	計測項目の検出	性能確認シートの有無 ※							
装置	長さ等の計測精度(長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※ 有 / 無							
	位置精度	性能確認シートの有無 ※	RTKが有効でFIXステータスの場合						

6.	6. 留意事項							
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)					
	調査技術者の技量や必要な資格							
	必要構成人員数	3人						
	操作場所							
	作業ヤード							
	計測作業日数	1日	6500m ² 当たり					
	関係機関への手続きの必要性							
	自動制御の有無	有						
作	可搬性(寸法・重量)	車両で運搬可能						
業条	センシングデバイスの点検							
条	保険の有無、保障範囲、保険料							
件	利用形態:リース等の入手性							
	不具合時のサポート体制の有無及び条件							
運	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等							
用条件	点検費用	「計測データの取得」 ・調査費用114,000円(現場作業1日) ・機械整費・ドローン損料50,000円 「取得したデータによる図化」「図化した資料からの判読(評価)」 ・画像解析費: 25,000円 ・報告書作成: 40,920円 計229,920円	規模:6,500m ²					
	特許申請番号•特許使用料	なし						
	その他							

7. 図面

1. 7	基本 事垻								
技術				応募技術27	応募技術27 LPデータと衛星SARによる道路土工点検及び防災点検の効率化				
技術:	名	4+44-3	**=	上 / 人 人 日 利 生					
		技術バー注	<u> </u>		作成:2023年10月(西暦で記載) 基礎地盤コンサルタンツ株式会社 ライト工業株式会社 開発本部 R&Dセンター				
連絡	光等			TEL: 03-6861-	8800	E-mail:	odaka.junichiro@kiso.co.jp	尾高 潤一郎	
現有	 					基地		·	
			LPデータを傾	斜量図とCS立体図に加工す	 けることにより、道路土エ	 □構造物周辺及び自然斜面の危険箇所	「を定量抽出可能となり、この特徴を活かして		
技術	概要			地形判読等に。 て、合成開ロレ	はる人的誤差や労力を低減す 一ダ(衛星SAR)を用いて変	することができる。また、 動A~Dに区分しスクリ・	ここで抽出した危険箇所と既存の道路 一ニングを行い、地盤変動が大きい箇	土工構造物及び自然斜面の点検箇所につい 所について現地踏査を実施することができる。 的な道路土工構造物及び自然斜面の点検を行	
			通常点検	①点検の実施 ②健全性の診断 ③経過観察	0				
点検	染胀		土工構造物	特定土工点検	④点検の実施 ⑤健全性の診断 ⑥経過観察	0			
	~· -		自然斜面	防災点検	⑦第1絞込み ⑧第2絞込み(机上調査) ⑨第2絞込み(現地確認) ⑩安定度調査	- 0 - 0			
·····································	比される内容			c)地形判読の3	10防災カルテ(経過観察) 効率化・高度化によって、変 所の判定に必要な情報を得 効率化・高度化によって、自 の効率化によって、総合的な	然斜面の現状や災害の)兆候が等がある点検対象区間の選定	_ ○ O O O O	
		T		e)点検対象の3 【切土】	変状の進行度等を把握する。	ことができる		0	
	土工構造物	点検対象項目	∄	・切土法面 ・のり面保護施 【盛土】 ・盛土のり面	設(吹付け/のり枠/擁壁/補 設(擁壁/補強土)	強土/グラウンドアンカ・	—)		
技術区						地盤の変位を測定する	ものであり、構造物そのものの目地開き	きやひび割れ幅の測定はできない	
分		効率化される	作業項目	計測データの取取得したデータ	による図化	ー ○(DEMデータから	微地形表現図の図化、衛星SARデータ	より変位解析・図化)	
		点検対象項目	3	落石•崩壊、岩	、らの判読(評価) 盤崩壊、地すべり、土石流	〇(微地形表現図、	変位より)		
	自然斜面	効率化される	6作業項目	計測データの取取得したデータ	2得 による図化 ^らの判読(評価)	0			
	物理原理			図化した資料か 画像処理、点群	Nらの判読(評価) 経解析	0			
2.	基本仕様								
	巻器の構成			該当しない					
	移動原理	通信		該当しない					
移	運動制御機構	測位		該当しない					
動		自律機構衝突回避機能	能(飛行型のみ)	該当しない					
装置	外形寸法・重量 搭載可能容量(分離構造の場合)		1	該当しない					
	動力		該当しない						
_	連続稼働時間(バッ 設置方法	テリー給電の	場合)	該当しない					
	外形寸法・重量(分	離構造の場合 	離構造の場合)			該当しない			
				取得原理 画素数(カメラ) 点群取得密度(レーザ)	該当しない			
計		カメラ/レーザ	画角 ブレ補正		該当しない				
測	センシングデバイス			カメラ種類		該当しない			
装置		パン・チルト枝		メーカ/製品名 該当しない		該当じない			
		角度記録·制 測位機構	御機構機能	該当しない					
	耐久性	(A) (II)(A) (A)		該当しない					
	動力 連続稼働時間(バッ	テリー給電の	場合)	該当しない					
	設置方法 外形寸法·重量(分	離構造の場合	7)	該当しない	該当しない				
り 装収	データ収集・記録機	能		該当しない					
置集	世に現代(ナータをセキュリティ(データ	江区し休任り		該当しない 該当しない					
	動力 データ収集・通信可	「能時間(デー/	タを伝送し保存する場合	該当しない 該当しない					
	運動性能 運動性能								
		項目		All for suit ? = .	性能		特記事項	(左記の記載内容の適用条件等)	
計測	時の安定性能(飛行	型のみ)		性能確認シート 該当しない		有 / (無)	該当しない		
狭小	進入可能性能			性能確認シート 該当しない	の有無 ※	有 /(無)	該当しない		
最大	可動範囲			性能確認シート該当しない	の有無 ※	有 /無	該当しない		
運動	立置精度			性能確認シート	の有無 ※	有 /無	該当しない		
				該当しない			2.7000		
4.	計測性能	項目			性能		特記車 種	(左記の記載内容の適用条件等)	
	植生等の制約	~=		該当しない	i I He		り取らずり	T AMERICA IN THE STATE OF THE S	
=1	周辺条件の制約 交通規制の要否 交通規制の範囲 現地への運搬方法 無線等使用における混線等対策			該当しない					
測			有 / 無) 該当しない						
			該当しない						
			該当しない						
	その他			該当しない	の方無・ツ	 	□★ 312.1 ★~ 1 ×		
	撮影速度			性能確認シート該当しない		有 / 無	該当しない		
計測	計測項目の検出			性能確認シート 該当しない		有 / (無)			
装置	長さ等の計測精度	(長さの相対誤	差)	性能確認シート 該当しない		有 / (無)	該当しない		
	位置精度		性能確認シート	の有無 ※	有 /(無)	該当しない			

5.	5. 画像処理•調書作成支援						
変状検出手順		1. 調査範囲の設定、既往資料収集 2. 既任の道路土工構造物。点検菌所の整理 3. LPデータとり傾斜量図。(S立体図の作成 4. 自然斜面の危険個所の抽出 LP データから、傾斜量図 (地表面傾斜を数段階に区分して色彩を変えて表現した図)及びCS立体図 (地形判読を容易にする微地形表現図)を作成し、道路土工構造物周辺及び自然斜面における危険箇所を抽出し、既存の道路土工構造物、自然斜面箇所と合わせて、点検箇所を選定する。選定された点検箇所に対して衛星SAR干渉解析を実施して地盤変位を求め、変動A~Dの区分に応じた、継続監視を行う。					
	ソフトウェア名						
	検出可能な変状						
ソフトウェア	変状検出の原理・アルゴリズム	変状検出手順 画像処理の精度 (学習結果に対する性能評価)	CLP ・重力系災害は各種災害の発生閾値に応じて6段階表記した傾斜量図を作成し、人力で抽出 ・斜面前域や土石流は曲率と傾斜の重合により凹凸を強調、寒暖表示したCS立体図から、人力で抽出 <衛星SAR ・2回の電波の位相差を読みとることにより、地表の変位量を把握する CLP ・傾斜量を閾値とすることで、机上段階で不安定落石源等の危険箇所を高い精度(不安定落石源:見逃し率3%、空振り率15%)で定量抽出可能 CLP ・				
情報		変状の描画方法	・ポリラインや色表示で抽出箇所を表示 〈衛星SAR〉 ・コンタ一図に変動区分を色別表示				
		ファイル形式					
		ファイル容量					
	取り扱い可能な画像データ	カラー/白黒画像	カラー				
		画素分解能					
		その他の留意事項					
	出力ファイル形式						
調書作成支援の手順		①対象範囲のLPデータを取得する。 ②傾斜量図とCS立体図を作成し、危険箇所の抽出を行う。 ③油出結果を調書作成、および更新に活用する。					
	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						

6. 留意事項

	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)
	調査技術者の技量や必要な資格	解析:地形判読、道路土工点検、カルテ点検に関する知識のある技術者	解析: ・技師B(地形判読、道路土工点検、カルテ点検の知識のある技術者) ・技師C(道路土工点検、カルテ点検の知識がある技術者)
	必要構成人員数	1名	
	操作場所	解析: 机上で可能	専用解析ソフトが内蔵されたPCが必要
	作業ヤード	該当しない	該当しない
	計測作業日数	該当しない	該当しない
	関係機関への手続きの必要性	該当しない	該当しない
	自動制御の有無	該当しない	該当しない
	可搬性(寸法・重量)	該当しない	該当しない
作	センシングデバイスの点検	該当しない	該当しない
業	保険の有無、保障範囲、保険料	該当しない	該当しない
条	利用形態:リース等の入手性	該当しない	該当しない
件	不具合時のサポート体制の有無及び条件	該当しない	該当しない
運	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等		
一角条件	点検費用	「各種データからの平面図化」、「図化した資料からの危険箇所抽出、モニタリング」 条件:直轄国道100km当たり、調査期間10年間 ・LPデータによる危険箇所抽出:2,2010万円 ・衛星SARによるスクリーニング:2,860万円(国交省2,060万円) ・抽出した危険箇所に対する衛星SARによるモニタリング:960万円×9年 (国交省740万円×9年) 計13,510万円 ※国交省の場合:10,730万円(衛星画像を通常よりも安価に入手可) 【参考】本技術は広域を調査対象とした効率化技術であるため、点検箇所数が増 える程スケールメリットが生じる	
	特許申請番号•特許使用料	該当しない	ı
	その他	該当しない	該当しない

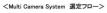


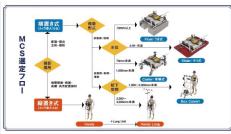
1.	基本事項								
技術	番号			応募技術19					
技術:				ボックスカルバートにおける3Dデータを活用した点検					
		技術バーシ	<u></u>	MCS(Multi Camera System)を活用した撮影と3D化技術の活用 2024年2月					
VIII AD .	L 66	開発者		ジビル調査設計	 株式会社				
理絡:	元寺 台数·基地			TEL:0776-23-	/155	E-mail: 基地	minamide@zi	vil.co,jp	南出 重克
				MCS(小型力)	MCS(小型カメラを複数個取り付けた撮影装置)を使用し、健全性エ・皿のボックスカルバートを撮影。SfM技術を活用し3Dデータを合成、パソコン上				
技術	概要			で3Dデータを用	いた点検を行い、生産性と	確性を向上させる	6技術である。また	3Dデータの二次活用も表	善慮する。
					①点検の実施	I-			
				通常点検	②健全性の診断	_			
			土工構造物		③経過観察 ④点検の実施	0			
			特定土工点検	⑤健全性の診断 ⑥経過観察	Ö				
点検	没階				⑥経過観察	0			
					⑦第1絞込み ⑧第2絞込み(机上調査)	_			
			自然斜面	防災点検	⑨笙2絞込み(現地確認)	_			
					(10)安定度調査 (11)防災カルテ(終過組察)	_			
				a) 近接目視の効	⑩安定度調査 ⑪防災カルテ(経過観察) 効率化・高度化によって、変り	の有無が把握で	きる		0
ᇪᇴ	化される内容			lh)総合的な診断	5の判定に必要な情報を得る	ことができる		2.よ☆社会区門の選中	(が元まる)
XJJ4P1	ILC1/0NA			d)安定度評価の	効率化・高度化によって、自然 D効率化によって、総合的な	診断の判定ができ	<u>古の死族が寺がる</u> る	の気候対象位間の進化	# CES =
			e) 点検対象の3	変状の進行度等を把握するこ	とができる			0	
		点検対象項目		カルバート 計測データの取	74	〇(壁面画像の耳	744		
技	土工構造物	効率化される	作業項目	取得したデータ	による図化 いらの判読(評価)	O(SfMによる3次	ス元モデル化)		-
術		FIX.LIA.		図化した資料が	らの判読(評価)	〇(モデル・画像)	より変状抽出)		
区	± 100 Au ==	点検対象項目		該当しない 計測データの取	7得	I_			
分	自然斜面	効率化される	作業項目	取得したデータ	による図化	_			
	物理原理	ļ		図化した資料が画像	らの判読(評価)	_			
				1四18					
2. ;	基本仕様			_					
				Multi Camera	System(以降、MCSと略)は	センシングデバイ	/スである複数台 <i>0</i>	カメラ、照明、およびコン	トロールボックスから構成される「装置基本
計測	機器の構成				の状況に応じた「駆動ユニッ 5「PC(タブレット)」から構成さ		してカメラ配置を	調整する! フレームユニッ	ト」、カメラからの映像を確認およびシャッター
					リトロ(メンレット/]から特別で	10.00.00			
	移動原理			【人力】	たム声に取り仕は しがム声	た畑ナー いっょっ	て別中		
	1岁到1尔-生			複数ロのカケノ	を台車に取り付け、人が台車	で押りことにより	(別足。		
		通信		該当しない					
	運動制御機構	測位 自律機構		該当しない 該当しない					
移		衝突回避機能	能(飛行型のみ)	該当しない					
動装				1.平置きタイプ					
置	外形寸法·重量			・MCS-Float:最大外形寸法(660mm×640mm×380mm) 最大重量(12kg) ・MCS-Box Culvert:最大外形寸法(600mm×500mm×1,000~1,800mm) 最大重量(16kg)					
	カトル・1 72、王里			2.縦置きタイプ					
				·MCS-Handy:最大外形寸法(350mm×1,500mm) 最大重量(7kg)					
	搭載可能容量(分割	雛構造の場合)		該当しない					
	動力 連続稼働時間(バッ	vテリーを雪の:	担 本\	手動 手動のため該当しない					
		ノノツ 和地の	物口 /	ナ <u>リッパーの歌声はない</u> 移動装置と一体的な構造					
	設置方法			移動装置のフレ	一ム周囲に上面、左右に複	数台のカメラを設置	<u> </u>		
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		該当しない 取得原理 可視光						
				画素数(カメラ) 約1530万画素 4:4モード:14m(4,272×3,200)					
-1		カメラ/レーザ		点群取得密度(レーザ) 該当しない					
計測	センシングデバイ	13× 3/ U= 9		画角 ブレ補正		84度 有:電子式			
装	2			カメラ珊糖		エリアカメラ			
置		パン・チルト様	巻 榼	メーカ/製品名	~+120°(カメラ昇降&チノ	SONY製 型番R	XUM2		
		角度記録·制		該当しない	(17. 23111 71	1 1001111111111111111111111111111111111			
	71 5 M	測位機構		該当しない					
	耐久性 動力			P68(カメラ単体使用時) 外部電源が必要(ポータブルバッテリーまたは発電機)					
	連続稼働時間(バッ	ッテリー給電の:	場合)	約8時間(カメラ9個、LED照明2個、700Wh外部ポータブルバッテリーAC100V使用時)					
デ	<u>設置方法</u> 外形寸法・重量(分	離構造の場合	.)	移動装置と一体該当しない	的な構造				
タ	データ収集・記録機		,	記録メディア(m	icroSDカード)に保存				
収				通信方法:有約	泉(LANケーブル)				
集	通信規格(データを	伝送し保存す	る場合)	·通信迷及: 取2 ·通信規格: 250	大1Gbps(Cat6の場合) IMHz帯				
通				·通信距離:最上					
	セキュリティ(データ	なを伝送し保存	する場合)	無線を使用しな	-11				
装	セキュリティ(データ 動力	CIACOTITI	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	外部バッテリー	(AC100V)より供給				
置		可能時間(データ	タを伝送し保存する場合)	700Wh外部バッ	テリー(AC100V)からの給電	により連続8時間位	使用可能(気温0~	40℃の場合)	
3.	運動性能								
		項目			性能			特記事項((左記の記載内容の適用条件等)
計測的	時の安定性能(飛行	型のみ)		性能確認シート	の有無 ※	有 /(無		該当しない	
ante de la	# 3 = 4:44:4:			該当しない 性能確認シート	の有無 ※	有 / 無		ボックスカルバート内に	作業員が入れること
狭小	進入可能性能			ボックスカルバー	ートのサイズ (W1,500mm×H:	2,000mm)			
最大	可動範囲			性能確認シート	·の有無 ※ ートのサイズ (W2,000mm×H:	有 / 無		ボックスカルバート内に	-作業貝が入れること
2年 南山	位置精度			性能確認シート	·の有無 ※	有人無		該当しない	-
				該当しない					
4.	計測性能								
		項目			性能			特記事項((左記の記載内容の適用条件等)
	植生等の制約			該当しない					
	気象条件の制約				は対応不可(小雨時は協議必			MCSに配置されたカメラ	ラ・電気ボックスに多量の水がかからないこと
	周辺条件の制約 交通規制の要否			(有) / 無	基準であるL型鋼尺を貼り付I	1-211-0-6		<u> </u>	
a+	交通規制の範囲			片側車線規制					
測	現地への運搬方法			車両に搭載して	運搬	•	•		
条	無線等使用におけ	る混線等対策		該当しない	会ねの手指の肌率			1	
件	安全面への配慮				<u> 換起の看板の設置</u> −ト内に作業員が入れること			 	
	7.0/1			·平常時:MCS-	·Box Culvert(キャスター式)で	で対応			
	その他				Float(浮き方式)で対応				
					andy(手動移動式)で対応			<u> </u>	
	撮影速度			性能確認シート		有人無		-	
81	計画は日本や中			撮影速度=0.02 性能確認シート	の有無 ※	有人無		1	
測	計測項目の検出							<u> </u>	
装置	長さ等の計測精度	(長さの相対誤	(差)	性能確認シート 誤差0.37%	・の有悪 ※	有人無			
<u>(ed</u>	位置精度			性能確認シート	の有無 ※ 国本の全体平均は2.8%	有人無		İ	
	产品研及			位置特度 超羊	窓の全体平均け20%			1	

5.	画像処理•調書作成支援					
変状検出手順		②PC上の3Dモデルを閲覧し、損 ③損傷状況を3Dモデルから画像 ④3Dモデルの各部位毎に、オル ⑤2D化した画像を用いて、損傷区	①MCSにて取得した画像データをSMの原理を有する。30合成ソフトを用い3Dモデルを作成する 2PoLの3Dモデルを閲覧し、損傷箇所を目視確認する 3損傷状況を3Dモデルから順度キャプチャーする(調塞貼付用の写真データの作成) ④3Dモデルの各部位毎に、オルソ画像処理を行い、2D-CADで扱えるデータに変換 52D化した画像を用いて、技術図の作成を行う ⑤損傷の大きさ(例: ひびわれ幅 & 長さ、鉄筋露出範囲)は3Dモデル上、2Dデータ上のどちらでも手動測定可能			
	ソフトウェア名	3Dデータ閲覧用ソフト ・3Dデータの閲覧・SfM : ContextC ・3D編集データの閲覧 : Bentley E	Sapture Editor(米国Bemtley社製) Gitor(米国Bemtley社製)			
	検出可能な変状	該当しない				
		変状検出手順 画像処理の精度	画像データ、3DデータをもとにPC上で確認 該当しない			
y	変状検出の原理・アルゴリズム	変状の描画方法	・メッシュ(三角形)が基本 ・点群データのみ、メッシュ+点群データの展開可能			
フト	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	推奨形式:jpeg 対応可能形式:tiff, raw, mp4, mov, mpg			
ゥ		ファイル容量	特に制限なし			
ェア情報		カラー/白黒画像画素分解能	カラー/白黒画像 理論上、ひびわれ幅0.1mm検出するためには0.2~0.3mm/Pixel以下が望ましい(1画素の20~30%の幅 の測定が可能)。但し、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。			
TIA		その他の留意事項	・正確に3D合成を行うため、画像のラップ率80%以上が必要・ガラス面、反射面、特長点が存在しない物体等の3D合成は基本できない			
	出力ファイル形式	②ビュワーソフト ContextCapture ③中間ファイル形式	①3Dモデルのファイル形式: .3mx ②ビュワーソフト ContextCapture View (無料)あり ③中間ファイル形式 -3Dメッシュ:obj, fbx, dae, dgn, stl, kml			
調書作成支援の手順		③損傷情報の入力・データベース ④ ③に紐づく写真を3Dモデルより ⑤3Dモデルより、損傷図・損傷位	(3)諸元の入力(手動) (2)現況写真のコメント入か・指定・取り込み(手動) (3)損傷情報の入力・データベース化(手動) (4) ③に紐づ(写真を30モデルよりキャプチャーし、ファイル名を指定(手動)(最終的にマクロで読み込めるように) (5)30モデルより、損傷図・損傷位置図を作成し、ファイル名を指定(手動) (6)ンステム実行 所定様式の調塞を自動作成			
	作成支援の適用条件	・Microsoft社製Excelが必須 ・PCスペック、3Dモデルの描画が	・PCスペック、3Dモデルの描画が可能な仕様であること			
調書	作成支援に活用する機器・ソフトウェア名	自社開発ソフト:「ジビル 点検調	<u> 善作成支援システム」</u>			

ο.	0. 由思学员							
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(左記の記載内容の適用条件等)					
	調査技術者の技量や必要な資格	技量、資格ともに必要としない	弊社における撮影方法のレクチャー受講が望ましい					
	必要構成人員数	2人	現場の条件によって補助員を増員する場合がある					
	操作場所	操作場所: 計測機器より10m以内						
	作業ヤード	作業ヤード範囲:約2m2(2mx1m)	機材搬入のためのスペース2mx2mの確保					
	計測作業日数	0.5日	点検範囲30m2で算出(2.5x2.5x3mのボックスカルバートを想定)					
	関係機関への手続きの必要性	交通規制を必要とする場合、道路管理者及び警察との協議を必要とする	交通量が多い場合、写真撮影中に交通規制が必要(交互通行で 可)					
	自動制御の有無	なし。人力型のため手動にて制御						
作	可搬性(寸法·重量)							
業	センシングデバイスの点検	センシングデバイス(カメラ)が不調の場合、交換対応						
条件	保険の有無、保障範囲、保険料	保険には加入していない						
1+	利用形態:リース等の入手性	リースなし(受託業務のみ)						
運	不具合時のサポート体制の有無及び条件	あり(ジビル調査設計株式会社にてサポート)						
	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	ContextCapture Editor(米国Bemtley社製)	両ソフトともBentley社のメンバーに登録する事で無料で使用可能					
用条件	点検費用	「計測データの取得」 ・事前準備(調査計画・現地路査): 1.5人・日 ・現場対応・現場機影): 1.人・日 「取得したデータによる図化」 ・3D合成: 0.6人・日 「図化した資料からの判読(評価)」 ・まとめ(キャプチャ・調書): 1.25人・日	・点検節囲30m2で算出(25x25x3mのボックスカルバートを想定) ・MCSは同程度の撮影を標準で実施した場合の実績より算出 ・30合成に時間はかかるが、自動合成のため実工数は0(ゼロ)と設定					
	特許申請番号·特許使用料	出願番号:特願2021-099369						
	その他	現場写真撮影は自然光が得られる、日中で晴天から曇天が好ましい(照度800 ルクス程度推奨、基本、夜間作業は不可)						

7. 図面





<MCS-Box Culvert 作業状況&撮影装置>









2. 2「非破壊検査」技術

技術名称	応募者名
デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム	原子燃料工業㈱
振動を用いたグラウンドアンカー残存緊張力の非破 壊推定方法	応用地質㈱ 中日本ハイウェイ・エンジニア リング名古屋㈱
デジタル打音検査によるグラウンドアンカーの緊張 力簡易計測システム	原子燃料工業㈱ 有限会社マサクリーン

1. 2	基本事項								
技術者				応募技術23 デジタル打音検査と	デジタル目視点検の統合シ	ステム			
技術名	ž	技術バージ	ジョン	(カルバート健全性語	(カルバート健全性診断システム) 2024年2月				
		開発者			会社 エンジニアリングサービ			This was to see	
連絡的	先等			TEL: 0724-52-7221		E-mail:	isobe@nfi.co.jp h-fujiyoshi@nfi.co.jp	磯部 仁博 藤吉 宏彰	
現有台	台数			20台		基地			
技術机	既要			き、剥離、内部空洞、 痕、継手の変状等の	カルバート等のコンクリート構造物を対象に、AE (Acoustic Emission: 音響) センサを用いた打音検査で得られるデジタル振動情報からコンクリートの変状として、うき、刺離、内部空洞、ひび割れ性状等をコンター図で面的に把握する。振動情報はタブレットPC内蔵カメラで撮影したひび割れ、鉄筋腐食による錆汁、鉄筋腐出、温水痕、継手の変状等の外観情報と組付けされて記録される。コンター図と外観情報とセットで点検記録を構成し、経年変化を定量的にかつ視覚的に把握・管理することが可能である。即ちカルバートの点検を、近接目視を基本としつつ、必要に応じてデジタル打音検査を併用することで効率化、高度化する。				
				通常点検 ②	① 点橡の実施 ○ ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ② ②				
			土工構造物		③経過観察 ④点検の実施 ○				
点検된	没能				健全性の診断 経過観察	0			
M1X+	XPB			Q)第1絞込み	_			
			自然斜面	防災点検 ⑤)第2絞込み(机上調査))第2絞込み(現地確認)) 動安定度調査))防災カルテ(経過観察)	- - -			
効率化	じされる内容		-	a)近接目視の効率(b)総合的な診断の半 c)地形判読の効率(と・高度化によって、変状のる 別定に必要な情報を得ること と・高度化によって、自然斜	ができる 面の現状や災害の兆候か	『等がある点検対象区間の選定ができる	0 0 5 -	
		点検対象項目		e) 点検対象の変状の カルバート	d) 安定度評価の効率化によって、総合的な診断の判定ができる - e) 点検対象の変状の進行度等を把握することができる ○ カルバート				
	土工構造物	効率化される化	乍業項目	計測データの取得 取得したデータによる	る図化	○(デジタル打音検査、○(AEによる評価値算と			
技術		点検対象項目		図化した資料からの 該当しない	判読(評価)	○(評価値から浮き・は	(離等の変状を読み取り)		
区分	自然斜面	効率化される化		計測データの取得 取得したデータによっ	Z (9) /L				
		刈牛16される1	F未坝日 -	図化した資料からの		_			
	物理原理			打音AE					
2. ₹	基本仕様								
計測相	機器の構成			ハンディタイプのAI の打撃により得られ	E(Acoustic Emission:音響) る振動情報から、コンクリー	センサを用いたデジタル トの変状としてうき、剥離	打音検査システムにより、本体ブロック、 、内部空洞、ひび割れ性状等を把握する	. ウイングにセンサを手で押し当て、通常の点検ハンマ る。	
	移動原理			【人力】					
	19 20101-11	通信		人がAEセンサ、波形 該当しない	・処理装置(タフレットPC)、i	†測ポックスと点検ハンマ	を持ち運びながら測定を行う。		
移	運動制御機構	測位 自律機構		該当しない 該当しない					
動装置		衝突回避機能	(飛行型のみ)	該当しない					
置	外形寸法・重量 搭載可能容量(分離構造の場合)		該当しない						
	動力		該当しない						
	連続稼働時間(バッテ 設置方法	リー給電の場合	h)	該当しない	該当しない				
	外形寸法・重量(分離構造の場合) センシングデバイス		・AEセンサ寸法(直径・計測装置寸法(長さ AEセンサ						
	計測原理			ター・A/D変換器に。 定する。	測定部分において通常点検用ハンマーにより弾性波を発生させ、発生した弾性波をAE (Acoustic Emission: 音響)センサ表面の圧電素子で受信し、アンプ・フィルター・A/O変換器により振動波形として数値化する。現場での計測値(固有周波数、振動の減衰時間)と基準値を比較することで、タブレットPOがリアルタイムで自動判定する。 ・AEセンサを対象に密着させるため、必要に応じて計測部位にリフト車で近接する必要がある				
	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)			・コンクリート計測の ・AEセンサを密着で ・コンクリート表面に をずらして再計測 ・計測部位から計測	 コンクリート計測の場合でも計測対象の前処理は不要で、AEセンサを押し当てて密着させる(AEセンサの前面を特殊加工しているため) AEセンサを密着できないほどコンクリート表面に凹凸のある場合は適切な振動計測が困難な可能性がある コンクリート表面に付着した小石や砂料を打撃して砕いてしまうと、破裂に伴う振動を取得してしまい、適切な振動計測が困難な可能性がある。その場合は計測場所 				
	精度と信頼性に影響	を及ぼす要因			AEセンサを計測対象に手で均一に押しあてる必要がある(適切な振動計測であったことを伝えるアラーム音と画面表示機能あり) ・STEP1:デジタル打音検査システムを構成するタブレットPC内蔵カメラで、カルパートの本体ブロック、ウイングを写真撮影して、ひび割れ、鉄筋腐食による錆汁、鉄筋				
	計測プロセス		露出、漏水痕、継手 ・STEP2:「代表的な・ ・STEP3: STEP1(3 ・STEP4:事務所にお	るIEP1: アクラル引 自被量システムを得成ショウンアンドロの成カアノに、カルバードルネトアンコウス・ワイングをラ具機あして、500mmを止よる頭が、数筋 露出、漏水、機手の変状等の外観情報を記録 ・STEP2: 「代表的な健全領域」と「変状が観察された周辺領域」に「デジタル打音検査を面的に実施 ・STEP3: STEP1(写真といり割れ位置等の変状情報)とSTEP2(固有周波数等のコンター図)を紐付けてタブレットPCに保存 ・STEP4: 事務所において検査データ解析システムにより点検記録を作成 ・STEP5: 次回点検時は現場において、前回の点検記録をケブレットPCで確認しながSSTEP1~STEP3を繰り返す					
				・コンクリートの変状	る振動の波形及び減衰時間 等の有無を示す基準周波数 た場合、各計測点の計測結:	を超えているか否かを簡	「して得られる周波数分布及び固有振動 「易的に表示 咸衰時間)を面的に表示	数をタブレットPC上に表示	
計測装置			【現場計測後】 ・振動波形のデジタ ・計測対象に紐づけ デジタルデータ(出す	ルデータ(出力形式はcsv形) された撮影画像、手書きメモ D形式はjpg形式)	式) (ne) oponijatury 0 20	inde(au)	波数解析結果 ビーク周波数 500 1000 1500 2000 Frequency (Hz)		
	アウトプット			【その他】 当該技術では、当該	技術の計測結果(クラックの		3 デジタル打音検査システム		
					当該技術では、当該技術の計測結果(クラックの状態及び低周波箇所の分布)に基づき、応募者が独自の健全度の判定基準を提案している(表1)。 表1 デジタル目視点検・デジタル打音検査の判定基準(応募者が独自に設定した判定基準)				
				分類 I (健全)		タル目視点検 苗※	周波数コンター図に局所的な低限	ジタル打音検査 周波領域なし(段階1)	
				Ⅱ(経過報	視察) ひび割れ幅0.3mm以_		周波数コンター図に低周波領域(段階2)が局所的にあり	
				Ⅲ(早期打	措置) ひび割れ幅0.3mm以_ 措置) 広範囲に浮き・剥離・	上 [※] 、かつ、浮き・剥離・剥ぎ 副落 <mark>あり</mark>		される。低周波領域(段階3)が局所的にあり される。低周波領域(段階3)が広範囲にあり	
								を状程度(程度:大に相当)の最大ひび割れ幅を参照	
						段階1:	$f_{tm} = 1\sigma < f$	壁全体 or 頂版全体の周波数の平均値	
						$f < f_{Ave} - 1\sigma$ $f < f_{Ave} - 3\sigma$ σ :側	壁全体 or 頂版全体の周波数の標準偏差		
	耐久性		タブレットPCはIP652	準拠					
	動力 連続稼働時間(バッテリー給電の場合)			バッテリー 8時間					
一 設置方法				LDO+#1 (= +000	20 くきも10 、 戸り	上書号(0.01£)			
 信タ	データ収集・記録機能	Ē		タブレットPC内部に		ozimm ^ 向さ18mm)、最フ	、王里(U.OKgI/		
装収 置集	通信規格(データを伝セキュリティ(データを			該当しない 該当しない					
・動力 データ収集・通信可能時間(データを伝送) 保存する場合)				波形処理用タブレッ	該当しない				

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				
構造物近接での安定性能(飛行型のみ)	性能確認シートの有無 ※ 有 (無) 該当しない	該当しない				
狭小進入可能性能	性能確認シートの有無 ※ 有 (無) 該当しない	該当しない				
最大可動範囲	該当しない	該当しない				
運動位置精度	性能確認シートの有無 ※ 有〈無〉 該当しない	該当しない				

4. 計測性能

直生等の制約	項目		性能		Market Estal State Estal State In the State	
			1± RE	性能(精度・信頼性)を確保するための条件		
		該当しない			ボックスカルバートでの使用のため植生に依存しない	
気象条件の制約		雨天や積雪時でも可能	雨天や積雪時でも可能			
周辺条件の制約		0				
を通規制の要否		(有)/ 無				
交通規制の範囲						
現地への運搬方法 無線等使用における混線等対策						
安全面への配慮						
での他						
計測レンジ(計測範囲)			有人無)		・広帯域AEセンサ(1,000-30,000Hz程度)	
		1,000-30,000Hz	1,000-30,000Hz ・センサが対象に十分に密着している場合 ・適切に打撃した場合			
感度	校正方法	校正用ステンレス棒を用いて校正を実	校正用ステンレス棒を用いて校正を実施		計測前後で校正用ステンレス棒における計測結果が基準値内であることを 確認する。基準値を満たさない場合はセンサ交換、計測装置の交換で対 応。	
	検出性能	・計測誤差±50Hzで検出可能 ・1,000-30,000Hz程度で検出可能 ・打撃検出性能:人力と同等	・1,000-30,000Hz程度で検出可能			
	検出感度	性能確認シートの有無 ※	[有√無)			
		周波数分解能:1Hz				
S/N比		性能確認シートの有無 ※	有人無		信号1に対するノイズの比率は0.3未満	
		S/N比<3				
分解能		性能確認シートの有無 ※	有(無)		4マイクロ秒の計測分解能	
		計測分解能:4 µ s				
計測精度		性能確認シートの有無 ※	有(無)			
		コンクリート内部のうきに対する検出率	コンクリート内部のうきに対する検出率は67%、的中率は73%			
		性能確認シートの有無 ※	有/無			
†測速度(移動しなが	がら計測する場合)	該当しない				
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 ※	有人無)			
		該当しない				
	通規制の範囲 地への運搬方法 (金重版方法 (金重版方法) (金重版方法) (金重版 (金重版 (金重版 (金重版 (金重版 (金重版 (金重版 (金重版	通規制の範囲 地への重搬方法 練等 (全面への配慮 の他 測レンジ(計測範囲) 校正方法	通規制の範囲 連常の打音点検と同等 人による運搬が可能 競等使用における混雑等対策 全面への配慮 通常の打音点検と同等 (を重しない) 全面への配慮 通常の打音点検と同等 (を重しない) (を確確認シートの有無 ※ 1,000-30,000Hz を表してで検出可能 (を変しまする検出で検出可能 (を変しまする検出で検出可能 (を変しまする検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検出で検	通規制の範囲 通常の打音点検と同等	通常の打音点核と同等	

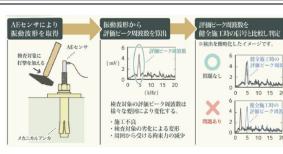
5. 留意塞項

D. 田志学供							
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件等)				
	調査技術者の技量や必要な資格	半日程度の当社社内資格認定講習					
	必要構成人員数	現場責任者1人、計測員1人、補助員1人 合計3名					
	操作場所	通常の打音点検と同等					
	作業ヤード	通常の打音点検と同等	作業員の手が届かない範囲は、高所作業車が必要				
	計測作業日数						
	関係機関への手続きの必要性		カルバート内に歩道がなければ、片側交互通行による規制必要				
作業を	自動制御の有無	なし					
	可搬性(寸法・重量)	・AEセンサ:直径 φ 12mm×高さ40mm、最大重量0.05kg ・計測装置: 長さ300mm×幅150mm×高さ75mm、最大重量2.4kg ・波形処理用タブレットPC: 長さ203mm×幅132mm×高さ18mm、最大重量0.8kg					
	センシングデバイスの点検	計測装置のキャリブレーションは、校正用ステンレス棒の縦振動の理論式より実施。基準 値を満たさない場合はセンサ交換、デジタルオシロスコープの交換で対応。					
	保険の有無、保障範囲、保険料	保険には加入していない					
運	利用形態:リース等の入手性	計測装置は購入品あるいはレンタル(レンタル先:原子燃料工業株式会社、TEL:0724-52-7221)					
用	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(条件:年間サポート契約)					
条 件	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	・現場簡易解析ソフト:波形処理用タブレットPCに標準装備・詳細解析:担当者による検査データ解析サービスあり					
	点検費用	計測データの取得 ・現場調査費用:6万円(3万円/日×2人) ・機械軽費1万5千円 取得したデータによる図化/図化した資料からの判読(評価) ・デンタル打音検査解析費:8万円(2万円/㎡×4㎡) ・点検記製作成:15万円 合計22万5千円	・カルパートの総面積は100m/とし、異常が検知された領域は4m/とする・デンタル打音検査の活用はカルバートで異常が検知された領域の詳細調査のみとし、それ以外の領域は写真撮影とす。 高のみとし、それ以外の領域は写真撮影とす。 「高検記録には、撮影写真の整理、ひび割れ等の変状位置決定、コンター図を含む ・誘導員、交通規制、足場費用、交通費は現場に依存するため除外				
	特許申請番号·特許使用料	特許番号6371409					
	その他	該当しない					

6. 図面







	E 本争垻									
技術番	号			応募技術09						
技術名	i .			振動を用いたグラ	ウンドアンカー残存緊張力の非	破壊推定方法				
		技術バージ	ジョン	- m u se i e			2024年2月			
連絡先	- 华	開発者		応用地質株式会社 TEL:048-652-495	t、中日本ハイウェイ・エンジニ: sa		Onverse sur en in	小川 直人		
現有台				1台	70	E-mail: ogawa-naoto 基地 埼玉県さいたま		7.771 巨人		
技術概				グラウンドアンカ あるが、主として= 周波数を測定する	グラウンドアンカーのり面の健全度は、のり面全体の残存緊張力分布によって把握することが推奨されている。そのためには、多数のリフトオフ試験を実施する必要があるが、主としてコスト価から試験本数には制限がある。グラウンドアンカー自由長部の鋼より線は細長い部材であり、「弦」とみなすことができる。自由長部の固有振動周波数を実施するとができれば、理論式から弦に作用する緊張力を掌出できる。しかし、自由長部はか中にあり、直接、電動周波数を測定することができない。と方法は、アンカー頭部の地表に突出した余長部での加振・受振によって、共振現象を利用して自由長部の固有振動周波数を測定し、緊張力を推定するものである。					
				通常点検	①点検の実施 ②健全性の診断	_ O				
			土工構造物		③経過観察	0				
点検科	点検段階			特定土工点検	④点検の実施 ⑤健全性の診断 ⑥経過観察	0				
		自然斜面	防災点検	⑦第1絞込み ⑧第2絞込み(机上調査) ⑨第2絞込み(現地確認)	-					
					⑩安定度調査 ⑪防災カルテ(経過観察)	- -				
効率低	こされる内容			b)総合的な診断の c)地形判読の効果 d)安定度評価の刻	単化・高度化によって、変状の有 の判定に必要な情報を得ることが 単化・高度化によって、自然斜面 効率化によって、総合的な診断が 大の進行度等を把握することが	ができる 「の現状や災害の兆候が等がある点検対が D判定ができる	象区間の選定ができる	- 0 - - 0		
		点検対象項目		【切土】		CC 0		lo lo		
	上 〒## 生物			のり面保護施設(計測データの取得	グラウンドアンカー) !	○(グラウンドアンカーの残存緊張力)				
坩	土工構造物	効率化される作	作業項目	取得したデータに		- O(フラウンド・ナンガ の元 T 来 派 ガ)				
技術				図化した資料から		○(グラウンドアンカーの健全性の評価)				
区分		点検対象項目		該当しない		I				
л	自然斜面	効率化される作	作業項目	計測データの取得 取得したデータに						
		, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		図化した資料から		-				
	物理原理		固有振動周波数							
2. 1	基本仕様									
計測機	機器の構成			小型の加振機と受	振機及びそれらを制御する収	录装置とノ─トPCで構成される。				
	移動原理			【人力】						
		通信		該当しない	該当しない					
移	運動制御機構	測位		該当しない						
動装置		自律機構 衝突回避機能(飛行型のみ)		該当しない						
	外形寸法・重量		該当しない							
	搭載可能容量(分離構造の場合)		該当しない							
更	動力 連続稼働時間(バッテ	J給雷の場合	·)	該当しない						
	設置方法		アンカーキャップを外し、防錆油または防錆テープを除去し、アンカー余長部の鋼より線またはマンションを露出させた状態で測定する。余長部に加振・受振装置を密着・せて測定を行う。							
	外形寸法・重量(分離構造の場合)		- 計測装置: 長さ41mm×幅41mm×高さ56mm - 最大重量: 0.4kg							
	センシングデバイス		日電式加速度計							
	計測原理			計測範囲:アンカーの緊張力 ・アンカー自由長部の鋼より線を「弦」とみなし、弦の固有振動周波数と弦に作用する緊張力の関係を表す理論式に基づき、測定した固有振動周波数から緊張力を算けずる ・余長部での加援・受振によって自由長部の固有振動周波数を測定するため、周波数を連続的に変化させるスウィーブ加振を行い、加振周波数と固有振動周波数が一致した時の共振現象を利用する						
計測装置	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件)		・アンカー規格(鋼より線の線密度など)、アンカー自由長(設計自由長)が既知であること ・余長部が加坡機を設置できる長さ(Som程度以上)を有すること ・アンカーの種類によっては適用できない(適用検証済のアンカー:SEEE(TAタイプ、UAタイプ)、VSL、KP、SFL、FLO、EHD、SHS) ・自由長が長い場合、適用が難しい場合がある(適用実績30m以下)							
	精度と信頼性に影響を及ぼす要因			加速度を計測するため、計測中に周辺で重機を使用した工事等、大きな振動がある場合は精度が低下する(交通振動では影響なし)						
	計測プロセス		①アンカー条長部に加援機と受振機を取り付ける ②加援機でスウィーブ加援を行う ③受信機で加速度を計測する ④計測後、すぐに解析を行い、アンカー自由長部の固有振動周波数1を推定する ⑤固有振動周波数が不明瞭な場合は、パラメータを変更し②から計測を再開する ⑥アンカー自由長部の固有振動周波数f、アンカー自由長部の長さL(設計値)、アンカーの線密度 µ (カタログ値)から、アンカーの残存緊張力を推定する							
	アウトプット		加速度波形							
	耐久性			防塵・防水構造ではない						
	動力 連続稼働時間(バッテ	J給雷の場合)	/ バッテリー 1 2時間 該当しない						
=	選続 (大学) 設置方法	, na 电 V / 物口								
デー	外形寸法・重量(分離体	構造の場合)		該当しない	-					
信タ 装収	データ収集・記録機能 通信規格(データを伝え	送し保存する場合	合)	該当しない						
	セキュリティ(データを作			該当しない						
通	動力 データ収集・通信可能	も間(データカニ	- 洋 保左する場合)	該当しない						
		・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4年に体179の場合)	以当じない						
3. i	基動性能									
		項目		hi on -1 ==	性能	1 + Æ	性能(精度・信頼性)	を確保するための条件		
構造物	加近接での安定性能(飛	行型のみ)		性能確認シートの該当しない		有(無)				
狭小道	並入可能性能			性能確認シートの該当しない	有無 ※	有(無)				
最ナマ]動範囲			性能確認シートの	有無 ※	有/無)				
4x /\ I	2 AV 40 KH			該当しない 性能確認シートの	有無 ※	有人無				
運動な	拉置精度			該当しない						

4. 計測性能

			ld At-		
Date of Adv as Associ	項目	14 T 1	性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
植生等の制約		法面に植生がある場合、計測機器の揃	役人、計測のため伐採が必要		
気象条件の制約		雨天不可(小雨程度であれば可能)			
周辺条件の制約		周囲に大きな振動がある場合は測定す	トリ(父通による振動程度であ)	れば測定可能)	交通振動では影響なし
別 人地が削り安口		有 /(無)			
父週規制の範囲		該当しない			
現地への運搬方法		人力による運搬			
無線等使用におい	する 足線 等対策	該当しない			
安全面への配慮		該当しない			
その他		該当しない	1 + (E)		
計測レンジ(計測)	範囲)	性能確認シートの有無 ※ 該当しない	有人無)		
	校正方法	校正不要(使用前点検で使用する加速 することを目視確認する)	度計が、相対的に同程度の感		
感度	検出性能	約4Hzの共振周波数に相当する緊張力]以上であれば検出可能		
您及	検出感度	性能確認シートの有無 ※	有/無)		
		最小加速度の分解能: 約0.03mm/s2 最小周波数の分解能: 約0.06Hz			
+		性能確認シートの有無 ※	有(無)		
S/N比		該当しない			
÷		性能確認シートの有無 ※	有 (無)		
分解能		該当しない			
計測精度		性能確認シートの有無 ※	有人無)		
訂測稍度		リフトオフ試験で求めたアンカー緊張力	Iに対して±10%程度の誤差		
G上 28(17)的 のな / 単を 関長 (たおこの 知一十7個 本)	性能確認シートの有無 ※	有/無		
計測迷度(移動し	ながら計測する場合)	該当しない	_		
/ 上里林立/珍珠(ながら計測する場合)	性能確認シートの有無 ※	有人無)		
14 旦有度(移動し	はから計測 9 る場合)	該当しない			

5 物音車道

5.	留意事項		
	項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件等)
	調査技術者の技量や必要な資格	なし	
作業条件・運用条件	必要構成人員数	計測時3名	
	操作場所	計測するアンカーから15m以内	
	作業ヤード	収録装置を設置するために1m×1m程度のヤードが必要	
	計測作業日数	18	調査数量:1本銅線のアンカーで7箇所 作業項目:アンカー頭部処理(取り外し・復旧)、VIBRES測定・解析による残 存緊張力測定
	関係機関への手続きの必要性	必要なし	
	自動制御の有無	該当しない	
	可搬性(寸法·重量)	収録装置の寸法: 奥行: 約39cm×幅: 約53cm×高さ: 約18cm(突起部含まず) 収録装置の重量: 約12kg	
	センシングデバイスの点検	定期的な点検は不要	
件	保険の有無、保障範囲、保険料	なし	
100	利用形態:リース等の入手性	購入品のみ	
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	保証期間:出荷日から1年間。それ以降は有償修理対応	
条	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(VIBRES)を使用(測定器に付属) 必要作業:技術者による解析作業 費用:解析ソフトの個別価格は現在未定	解析ソフトはVIBRESシステムに含まれ、システム全体の標準価格は900万円 (税別)。将来的に別途価格設定が行われる見込み
	点検費用	アンカー規格、現場条件により異なる。 右記の条件の場合の1基当たりの費用は15~25万円程度になると考えられる。	現場条件: のり面勾配が1:1.2以上 作業数量:1日で10基程度のアンカーの測定を行う場合 作業項目:アンカー頭部処理、VIBRES測定、解析ソフトによる残存緊張力測 定
	特許申請番号、特許使用料	【特許状況】 特許・第823439号 グラウンドアンカーの緊張力測定装置及び緊張力測定方法 商標登録: 第8336830号「VIBRES」 商標登録: 第6336842号	
	その他		

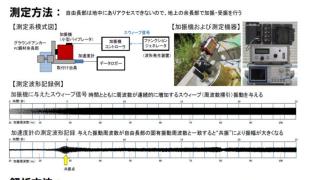
6. 図面



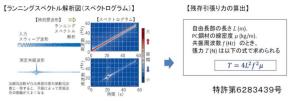
測定・解析システム "VIBRES"



余長部への加振機・受振器設置例



解析方法: 加速度計による測定波形についてランニングスペクトル解析を行い、共振周波数を求め、張力を算出する



技術番号技術名 連絡先等 現有台数 技術概要		技術バージ開発者	ョン	応募技術22 デジタル打音検3	ﯘによるグラウンドアンカーの緊					
連絡先等現有台数			ョン	デジタル打音検査	をによるグラウンドアンカーの緊					
現有台数			ョン			張力簡易計測システム				
現有台数		m July		百子帙判工業件	式会社、有限会社マサクリーン		2024年2月			
	t				TEL:0724-52-7221 E-mail: isobe@nfi.co.jp					
	見有台数									
			は、リフトオフ試り 握する非破壊調 そこで、実寸大	基地 グラウンドアンカーは、地中定着部と地表の反力構造物を高強度の引張材で連結させ、のり面・斜面を安定化させる工法に用いられる。グラウンドアンカーの維持管理は、リフトオフ試験により残存緊張力の測定が実施されているが、その試験は労力的、経済的にも多大な負担を要するため、簡易的にグラウンドアンカーの緊張力を把握する非破壊調査法の開発が必要とされている。 そこで、実寸大のグラウンドアンカーを用いた室内試験、現場試験を通じて、AE(Acoustic Emission: 音響) センサより得られるグラウンドアンカー頭部の振動特性から緊張力を推定するデジタル打音診断技術を開発している。						
土工構造物			通常点検	③経過観察 ○						
			特定土工点検	④点検の実施 ○						
自然斜面				防災点検	8第2絞込み(机上調査) 9第2絞込み(現地確認) ⑩安定度調査 ⑪防災カルテ(経過観察)	- - 0 -				
					率化・高度化によって、変状のる の判定に必要な情報を得ること			0		
効率化される内容			c) 地形判読の効 d) 安定度評価の	率化・高度化によって、自然斜 効率化によって、総合的な診断	面の現状や災害の兆候が の判定ができる	等がある点検対象区間の選定ができる	0			
		点検対象項目		【切土】	状の進行度等を把握することが	C'0		I		
±	工構造物			計測データの取行)振動特性データの取得)			
技術		効率化される作	業項目	取得したデータに 図化した資料から		○(信号波形のグラフ化 ○(グラウンドアンカーの))残存緊張力の推定と健全度評価)			
区分		点検対象項目		落石崩壊・岩盤崩計測データの取れ	前壊・地すべり	•)振動特性データの取得)	_		
自	然斜面	効率化される作	業項目	取得したデータに	よる図化	〇(信号波形のグラフ化)			
物	可理原理			図化した資料から AE	の火利流(計価)	し、クラワントアンカーの)残存緊張力の推定と健全度評価)			
2. 基	本仕様									
計測機器	その構成			打音点検用ハン	マー、AEセンサ、計測ボックス、	タブレットPCから構成され	<u>ა</u> .			
	多動原理			[人力]						
移		通信測位		人がAEセンサ、i 該当しない 該当しない						
動装		自律機構	歌行刑のな)	該当しない						
置外	衝突回避機能(飛行型のみ) 外形寸法・重量		該当しない							
	搭載可能容量(分離構造の場合) 動力		該当しない							
	単続稼働時間(バッテ! 設置方法	J一給電の場合))	該当しないアンカーの頭部側	側面にAEセンサを押し当て、点札	協ハンマーを打撃する際≠。	押し当てたままとする。			
			・AEセンサ寸法(直径12 φ×高さ40mm)、最大重 長さ300mm×幅150mm×高さ7	重量 (0.05kgf)	1104 (16006)				
	シンシングデバイス			AEセンサ	大き	5mm/、放入主里(Z.4Kgi)				
計測装置	計測原理		ピークを含んだ馬・緊張力の推定に ・国有振動周変化 ・国力の一形状気 ・アンカー形状で見 あたって、少なくと]波数分布を得る :用いる振動特性パラメータとし は緊張力の増加に伴い、高局 ₫が大きい傾向である(Ta:許容 頁部長さ、頭部外径)により固有	で、片持ち梁の曲げ振動が波数側にシフトする。このは紫陽カ、「いき除住高荷重振動削波数が変化するたった人手することで、現場ア部振動から推定することが ・	の 35、1次及び2次の固有振動周波数に対応 傾向は、緊張力が高い領域(Ta~0.9Tys)では か、周波数比(基準周波数と測定周波数の比 ンカーの仕様や現場特有の条件(アンカーブ 可能となる から ク周波数を別出 デ値ピーク周波数 保別により変化する。 作は のの評価ピーク周波数は 関連なし 2 のの評価ピーク周波数は 関連なし 2 のの評価ピーク周波数は 関連なし 2 のの評価ピーク周波数は 関連なし 2	は若干飽和傾向であり、緊張力が低い領域(0.21 の二乗)を用いる。基準周波数の適切な導出に レートの仕様、受圧板、のり面の地質等)による がなり 受圧物と利定			
81	計測の適用条件(計測原理に照らした適用条件) 精度と信頼性に影響を及ぼす要因		・アンカーキャッフ ・アンカー緊張力 AEセンサを計測 ・アンカー頭部キ ・アンカー頭部に	・アンカー頭頂部にセンサが設置できること ・アンカーキャップ取りれ、後に、多少のグリス等があっても測定可能。グリスが多い場合は拭き取る ・アンカー緊張力の絶対値を推定するには、計測したアンカーのうち少なくとも1本の残存緊張力(リフトオフ試験結果など)が必要 AEセンサを計測対象に手で均一に押しあてる必要がある(適切な振動計測であったことを伝えるアラーム音と画面表示機能あり) ・アンカー頭部キャップを取り外し、アンカー頭部の寸法(アンカー条長しアンカー母の)を測定する ・アンカー頭部にAEセンサを手で押し当て、通常の点検用ハンマーで頭部を打撃し、AEセンサで振動を計測する						
精	計測プロセス		計測した振動か現場で計測した・測定周波数fme	・プリア・調節は、ACセングを子で作じまし、過年の以前機・H/プレマー に頭節を打撃し、ACセングで振動を計測等の計測等の計測結果を確認後、アンカー頭部キャップの取り付ける(後旧) ・計測結果を確認後、アンカー頭部キャップの取り付ける(後旧) ・計測加た振動から測定周波数measを設定する ・現場で計測にデンカー架振力(リアナブ試験結果など)や、保有するデータベースに基づき基準周波数fref(L, D)などを設定する ・測定周波数fmeas、基準周波数fref(L, D)などを用いてアンカーの残存緊張力を推定する						
R 1			アウトブット			振動波形				
計 ア					タブレットPCはP65準拠 パッテリー					
計	マウトプット 対久性 加力	し、公司の担心		タブレットPCはIP バッテリー		40 0± 99 , 40 c0± 98 \				
計 ア耐動連設	'ウトブット 付久性 カカ 連続稼働時間(バッテ! 设置方法)	タブレットPCはIP バッテリー 計測装置内蔵バ 該当しない	ッテリー(駆動時間:55時間、充					
計 ア耐動連設外	プウトブット 付久性 カカ 連続稼働時間(バッテ! 设置方法 ト形寸法・重量(分離样)	タブレットPCはIP バッテリー 計測装置内蔵バ 該当しない	ッテリー(駆動時間:55時間、充 ッットPC寸法(長さ203mm×幅1)		重量 (0.8kgf)			
計 ア耐動連設外デ通	'ウトブット 付久性 カカ 連続稼働時間(バッテ! 设置方法	構造の場合) 送し保存する場合	à)	タブレットPCはIP バッテリー 計測装置内蔵バ 該当しない 波形処理用タブレ	ッテリー(駆動時間:55時間、充 ッットPC寸法(長さ203mm×幅1)		重量 (0.8kgf)			

項目	性能	性能(精度・信頼性)を確保するための条件
構造物近接での安定性能(飛行型のみ)	性能確認シートの有無 ※ 有 (無)	
情追物処後 Cの女足住能(飛1) 至のの)	該当しない	
狭小進入可能性能	性能確認シートの有無 ※ 有 (無)	
	該当しない	
最大可動範囲	性能確認シートの有無 ※ 有 (無)	
取入可馴彰因	該当しない	
運動位置精度	性能確認シートの有無 ※ 有人無)	
建则以巨相及	該当しない	

	41 901 1-110				
		項目		性能	性能(精度・信頼性)を確保するための条件
	植生等の制約		法面に植生がある場合、伐採が必要		
	気象条件の制約		雨天や積雪時でも可能		
	周辺条件の制約				
計	交通規制の要否		有 /(無)		
測条	交通規制の範囲		該当しない		
件	現地への運搬方法		人による運搬が可能		
	無線等使用におけ	る混線等対策	該当しない		
	無線等使用における混線等対策 安全面への配慮 その他		軽量化、小型化		リフトオフ試験との比較
	その他		該当しない		
	計測レンジ(計測範	i 囲)	性能確認シートの有無 ※	有人無)	・広帯域AEセンサ(1,000-30,000Hz程度)・センサが対象に十分に密着している場合・適切に打撃した場合
	感度	校正方法	校正用ステンレス棒を用いて校正を実施 計測誤差±50Hzで検出可能 1,000-30,000Hz程度で検出可能 打整検出性能:人力と同等	Ē	計測前後で校正用ステンレス棒における計測結果が基準値内であることを確 思する。基準値を満たさない場合はセンサ交換、計測装置の交換で対応。
計測		検出感度	性能確認シートの有無 ※ 周波数分解能:1Hz	有人無)	
装			性能確認シートの有無 ※	有人無	信号1に対するノイズの比率は0.3未満
置	S/N比		S/N比<3		
			性能確認シートの有無 ※	有(無)	4マイクロ秒の計測分解能
	分解能		計測分解能:4 µ s		
			性能確認シートの有無 ※	有人無)	リフトオフ試験で求めた緊張力に対する予測緊張力の精度(88本のうち97%の
	計測精度		緊張力の推定精度は概ね±10%程度	12. (3)	試行結果による)
			性能確認シートの有無 ※	有/無	アンカーキャップが外されている状態で50本/日
	計測速度(移動しな	がら計測する場合)	グラウンドアンカー10本で2時間以内	1	
			性能確認シートの有無 ※	有人無)	
	位置精度(移動しな	がら計測する場合)	該当しない	13 (/18)	
			DX =1 0.9 v .		

5. 留意事項

	項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件等)
200	調査技術者の技量や必要な資格	半日程度の当社社内資格認定講習	
	必要構成人員数	2名	
	操作場所	対象アンカーの近傍での作業	
	作業ヤード	作業員がアンカーに近接可能であること	
	計測作業日数	18	アンカーキャップが外されている状態で50本/日
	関係機関への手続きの必要性	通常の土工構造物点検と同等	
	自動制御の有無	該当しない	
; = _	可搬性(寸法・重量)	- AE センサ : 直径 φ 12mm × 高さ40mm 、最大重量 0.05kg - 計測装置 : 長さ300mm × 幅150mm × 高さ75mm 、最大重量 2.4kg - 波形処理用タブレットPC : 長さ203mm × 幅132mm × 高さ18mm 、最大重量 0.8kg	
-	センシングデバイスの点検	計測装置のキャリブレーションは、校正用ステンレス棒の縦振動の理論式より実施。基準 値を満たさない場合はセンサ交換、デジタルオシロスコープの交換で対応。	
F 1	保険の有無、保障範囲、保険料	保険には加入していない	
	利用形態:リース等の入手性	計測装置は購入品あるいはレンタル(レンタル先:原子燃料工業株式会社、TEL:0724-52-7221)	
	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(条件:年間サポート契約)	
‡	解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	・現場簡易解析ソフト: 液形処理用タブレットPCに標準装備 ・詳細解析: 担当者による検査データ解析サービスあり	
	点検費用	現場調査費用:30,000円/日・人×2人=60,000円 機器経費:15,000円/日 解析費用:100,000円/本×50本=5,000,000円	・測定対象のアンカーキャップが外されている状態で1日50本を2名で検査る ・誘導員、交通規制、足場費用、交通費の費用は含まない
2	特許申請番号·特許使用料	特許:第6681776号 グラウンドアンカーの健全度評価方法および健全度評価システム	
	その他	アンカー残存緊張力の絶対値を推定するのであれば、対象斜面・法面で最低1本のグラウンドアンカーに対してリフトオフ試験結果で得られた残存緊張力のデータが必要	主に既設アンカーが対象

6. 図面





図1 デジタル打音検査システム(左) と 現場検査の様子(右)

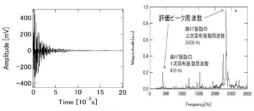
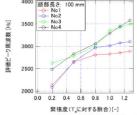


図2 デジタル打音検査システムによる検査結果の例



供試体 No	緊張材構成	頭部外径 [mm]
No1	1 × \$\phi\$ 17.8	42
No2	7× φ 9.5	55.4
No3	7× Ø11.1	62
No4	7 × Ø 12.7	68

図3 緊張度に伴う1次固有周波数の変化(Ta:許容緊張力)

第3章 性能確認シート

3.1 四家地区における実証実験

3.1.1 実証実験の概要

名称:四家地区

場所:宮崎県宮崎市四家地区

特徴:北向きの自然斜面であり、植生がかなり繁茂している。地すべり地区であり、斜面上部に

は集水井が施工されている。また対策工として、斜面の一部に「のり枠+アンカー」、道路

脇に「落石防護柵」が施工されている。当該箇所の全景を写真1に示す。

実証実験の時期:令和5年2月下旬~3月上旬

(1)実証実験の参加技術

実証実験に参加した画像計測7技術を表1に示す。

(2)実証実験の方法

現地における計測は、道路脇から斜面を計測する方法とし、斜面内に進入しての計測は行っていない。現地における計測のイメージを図1に示す。



写真1 No1四家地区の全景写真

表1 実証実験(No1四家地区)に参加した画像計測7技術

応募技術	技術名称	応募者名
No5	一般車両搭載型 斜面・のり面点検システム	㈱リコー
No6	全方向衝突回避センサーを有するドローン技術	㈱ジャパン・インフラ・ウェイ マーク
No8	ハンドヘルドレーザ計測による浮石転石分布抽出、 対策効果の確認	応用地質㈱
No13	3次元点群ブラウザを用いた変位解析による変状箇 所の抽出	応用地質㈱
No17	防災点検における高精度地形データを活用した定量 的な安定度調査	アジア航測(株)
No21	各種カメラ搭載ドローンを活用した道路のり面管理 技術	(株インフラ・ストラクチャーズ (有)伊藤建設
No27	LPデータと衛星 SAR による道路土工点検及び防災点 検の効率化	基礎地盤コンサルタンツ㈱

(注) No17及びNo27は既存LPデータによる検証のため現地計測は行っていない

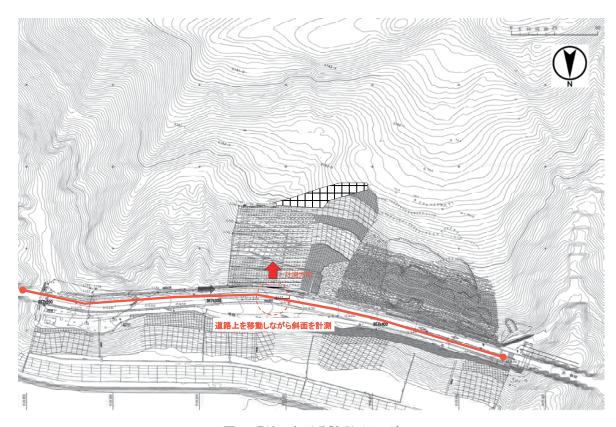


図1 現地における計測イメージ

(3)実証実験結果の整理方法

実証実験フィールドにおいて、現地で実在を確認した変状等を【真値】と設定した。

この【真値】と応募者より提出された実験結果を比較し、応募技術が計測対象の変状等を検出できるか否かを確認した。確認結果は表2に示す「検出」、「誤検出」、「未検出」、「対象外」の4つで分類した。各分類の定義は以下のとおりである。

「検出」: 応募技術でその存在が報告され、かつ現地で実在を確認した変状等

「誤検出」:応募技術でその存在が報告されたが、現地で実在を確認できなかった変状等 「未検出」:応募技術でその存在が報告されていないが、現地で実在を確認した変状等

「対象外」:応募技術では検出対象としていない変状等

表2 確認結果の分類の区分

			真値		
			現地で確認	現地で確認できず	
応	検 出	あり	検出 (的中)	誤検出	
ル 募 者	可能	なし	未検出	_	
1	検出る	下可能	対 (応募技術では検出対	泉外 象としていない変状)	

(注)検出可能:応募資料で応募者が検出できると申請した変状、検出不可能:応募資料で応募者が検 出できないと申請した変状

表3 現地で実在を確認した変状の一覧表

変状の種別			現地踏査で実在を確認した変状等
文 八〇八王/川	写真	内容	詳細
	A-1	起点側の崩壊跡	崩壊高1.3m程度。過去に複数の小崩壊が発生したと推定される。滑落高さ1.3m
	A-2	のり枠側方部の崩壊跡	のり枠側方部に旧崩壊跡が分布
	A-3	のり枠付近の崩壊跡	終点側ののり枠付近に崩壊跡あり
崩壊	A-4	石積擁壁上部の崩壊跡	石積擁壁上部に小崩壊跡が分布
	A-5	崩壊	斜面末端部の崩壊
	A-6	遷急線	地すべりブロック上面末端部の斜面頭部
	A-7	崖錐	斜面裾部の崖錐
	B-1	崩壊跡中間付近の転石	斜面方向が道路縦断方向と概ね平行。道路上への落石の可能性低い
転石∙露岩	B-2	斜面上部の露岩箇所(不安定な露岩)	やや不安定だが斜面下部に平坦面があり、道路上への落石の可能性低い
#4411 『路44	B-3	露岩部	転石の可能性のある露岩部
	B-4	不安定落石源	終点側の地すべり側方斜面に落石が集積
集水地形	C-1	集水井上部の地形状況	凹部が形成され集水地形となる
未小吃加	C-2	集水井西側の斜面	中央に向かい集水地形となる
	D-1	斜面末端部の石積擁壁のクラック	計測值194mm
亀裂•ひび割れ		クラック	幅2mm、長さ1.5m。
	D-3	擁壁のひび割れ	コンクリートの打ち継ぎ目に沿うひび割れ
湧水	E-1	終点側の斜面状況	表流水の流下跡あり
12011	E-2	斜面末端部の状況	表流水流下跡があり、末端排水桝は土砂が溜まり機能が低下する
	F-1	擁壁目地部の開口	計測值119mm
		擁壁目地部の開口	計測值109mm
		擁壁目地部の開口	計測值103mm
		擁壁目地部の開口	幅4mm
	F-5	擁壁目地部の開口	幅4mm、うき150×200mm、欠損100×130mm
	F-6	吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口(幅1cm)
目地開き・ずれ	F-7	吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口
H-0000	F-8	吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口(幅1.5cm)
		吹付のり枠の目地部の開口 ・段差	のり枠横断方向に連続した目地の開口や段差(幅2cm、段差4.5cm(初期値))
		吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口
		吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口。周囲ののり枠やアンカーに変状なし
		吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口
	F-13	<u>擁壁の目地開き</u>	擁壁の目地開きに植生あり は1888年1月1日 日本
		<u>擁壁の目地ズレ</u>	擁壁のエラスタイトの目地のずれ
		表流水の流下跡	自然斜面の東側方部に形成されるガリ浸食
	G-2	ガリ浸食付近の吸出し	斜面東側のガリ浸食上部に吸出しあり
光根 東海		「重力式擁壁+落石防護柵」背面の洗堀	延長約20mで擁壁背面が洗堀
洗堀•空洞	G-4		近年拡大した兆候は認められない
		のり枠工脇の洗堀	規模1m×0.5m
		のり枠下部の洗堀 終点側の河川擁壁の洗堀	洗堀により泥岩が露頭。洗堀:幅2.5m×深さ1m(初期値)
		核点側の河川機壁の洗掘 樹木の飛び出し等	
	H-1		樹木が落石防護柵のネット上部から飛び出している
変形•沈下			樹木が道路側に飛び出し、落石防護柵のネットの上部が若干変形している 倒木によるワイヤーの緩み
炎 ルク・ルルト	H=3	樹木による落石防護柵の変形	
	H-5	植生による落石防護柵の網の破れの可能性 落石防護網の破れ	樹木の成長による網の変形 樹木の成長による網の変形
	I-1	落石防護網の吸れ 操壁の遊離石灰	倒木の瓜枝による前の変形 長さ540mm
コンクリートの劣化	I-2	推壁の遊離石灰 推壁の遊離石灰	受さら40mm 壁面に遊離石灰あり(L=1800mm)
	I-3	擁壁の遊離石灰	<u>室間に避離石灰めり(L=1800mm)</u> 擁壁の遊離石灰(L=500mm)
	J-1	料面上部	大木や植生が密。表層は緩い崖錐堆積物が分布
	J-2	小段排水溝の閉塞の懸念	次不や恒王が否。衣着は板い崖垂堆積初が万市変化なし
	J-3	起点側のり尻排水路の土砂閉塞	のり尻の排水路(300×300)が土砂閉塞で機能低下
土砂堆積•水路閉塞	J-4	起点側集水桝付近の土砂閉塞	のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機能低下
一个年18 小阳101至	J-5		のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機能不能となり平坦部に水が浸透
		水抜き工下部の集水枡付近の土砂閉塞	のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機能不能となり平坦部に水が浸透
	J-7	水抜きエ下部の集水枡付近の土砂閉塞	のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機能低下。周辺は草が繁茂
	K-1	水抜き排水パイプの破損	起点側の排水パイプの破損。現在機能していない
	K-2	水抜き排水パイプの破損	排水用コルゲート管の破損でのり尻排水桝までの排水ができない
		横断排水管の破損	継ぎ目の一部に割れ。漏水なし
#4.74 72 1		中間部水抜き工からの漏水	水抜き工の塩ビ管が外れ、漏水が認められる
排水不良•漏水	K-5		コルゲート管の破損によるのり枠内への排水がみられる
		P21付近の水路と河川側の集水桝	集水枡や水路に土砂等が若干堆積し排水機能が若干低下
	K-7	終点側水抜き工の劣化	水抜き工の塩ビ管に経年劣化やひび割れが認められる
	K-8	終点側水抜き工の漏水	水抜き工の塩ビ管からの漏水
	L-1	斜面上部の状況	木が僅かに根曲がり
W	L-2	ワイヤーねじ込み部の緩み	落石防護柵の横ワイヤーのねじ込み部に若干の緩みが生じている
その他		樹木のオーバーハング	支障木あり
	L-4	樹木のオーバーハング	支障木あり
	L 7	The state of the s	IOTTIW/

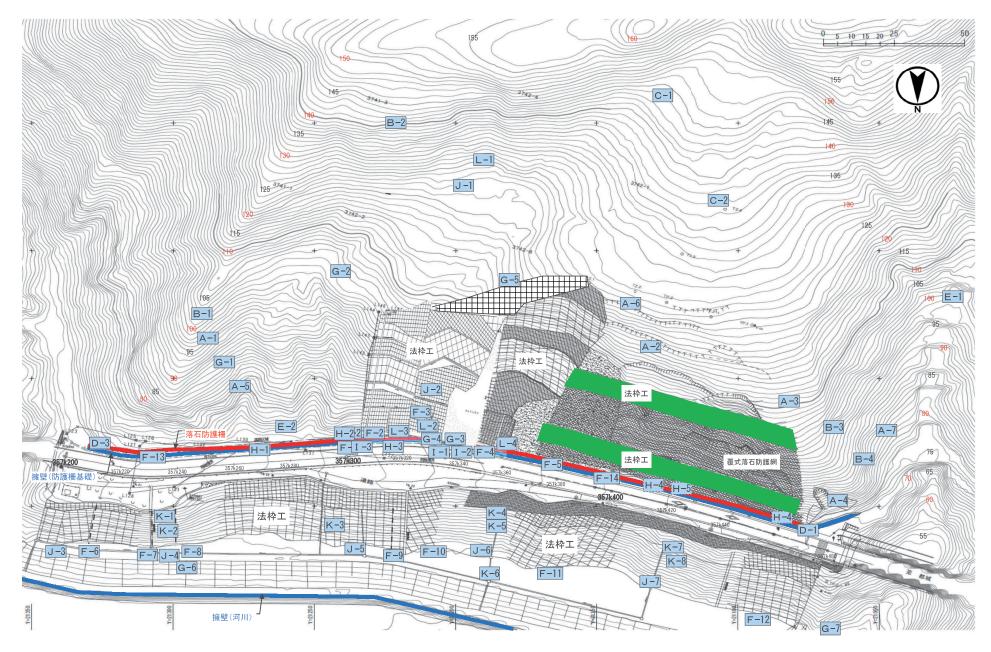


図2 現地で実在を確認した変状等の平面図

表4 現地で実在を確認した変状等の一覧表(写真)

起点側の崩壊跡 P4の接写 のり枠側方部の崩壊跡 のり枠付近の崩壊跡 石積擁壁上部の崩壊跡 崩壊	-5
最佳真19⊶和度 冯土C海粉の小品佳长科	Ť
開環高1.3m程度。過去に複数の小崩環が発 滑落高さ1.3m	長
崩壊 転石・露岩 転石・露岩	壊
A-6 A-7 B-1 B-2 B-3 B	-4
遷急線 崖錐 崩壊跡中間付近の転石 斜面上部の露岩箇所(不安定な露岩) 露岩部 不安定 はないは、大きには、大きには、大きには、大きには、大きには、大きには、大きには、大きに	
地すべりブロック上面末端部の斜面頭部 斜面裾部の崖錐	5斜面に落石が集積
集水地形 集水地形 亀裂・ひび割れ 亀裂・ひび割れ 亀裂・ひび割れ 亀裂・ひび割れ	Nび割れ -3
	-5
照本が元上的の地形が成され集水地形となる 中央に向かい集水地形となる 計測値194mm 計測値194mm 幅2mm、長さ1.5m	7 0 01/10
演水 国地開き・ずれ 目地開き・ずれ 目地開き・ずれ 目地開き・ずれ 日地開き・ずれ 日地開き・	き・ずれ
	-4
終点側の斜面状況 斜面末端部の状況 擁壁目地部の開口 擁壁目地部の開口 擁壁目地部の開口 擁壁目地部の開口 擁壁目地	部の開口
表流水の流下跡あり	

表4 現地で実在を確認した変状等の一覧表(写真)

目地開き・ずれ F-5	目地開き・ずれ F-6	目地開き・ずれ F-7	目地開き・ずれ F-8	目地開き ・ ずれ F-9	目地開き・ずれ F-10
据壁目地部の開口	吹付のり枠の目地部の開口	吹付のり枠の目地部の開口	吹付のり枠の目地部の開口	吹付のり枠の目地部の開口・段差	吹付のり枠の目地部の開口
幅4mm、うき150×200mm、欠損100×	のり枠横断方向に連続した目地の開口(幅	のり枠横断方向に連続した目地の開口	┃のり枠横断方向に連続した目地の開口(幅 ┃	のり枠横断方向に連続した目地の開口や段 差(幅2cm、段差4.5cm(初期値))	のり枠横断方向に連続した目地の開口
130mm	目地開き・ずれ F-12 吹付のり枠の目地部の開口	目地開き・ずれ F-13 擁壁の目地開き	1.5cm) 目地開き・ずれ F-14 擁壁の目地ズレ	差(幅2cm、改差4.5cm(利期値)) 洗堀・空洞 G-1 表流水の流下跡	洗堀・空洞 G-2 ガリ浸食付近の吸出し
のり枠横断方向に連続した目地の開口。周 囲ののり枠やアンカーに変状なし	のり枠横断方向に連続した目地の開口		擁壁のエラスタイトの目地のずれ	自然斜面の東側方部に形成されるガリ浸食	斜面東側のガリ浸食上部に吸出しあり
洗堀•空洞	洗堀•空洞	洗堀•空洞	洗堀•空洞	洗堀•空洞	変形 沈下
G-3 「重力式擁壁+落石防護柵」背面の洗堀	G-4	G-5 のり枠工脇の洗堀	G-6 のり枠下部の洗堀	G-7 終点側の河川擁壁の洗堀	H-1 樹木の飛び出し等
延長約20mで擁壁背面が洗堀	近年拡大した兆候は認められない	規模1m×0.5m	洗堀により泥岩が露頭。洗堀:幅2.5m×深さ	療壁裾部の洗堀、背面の空洞化	樹木が落石防護柵のネット上部から飛び出
変形・沈下	変形•沈下	変形・沈下	1m(初期値) 変形 - 沈下	コンクリートの劣化	コンクリートの劣化
H-2 ネットの変形	H-3	H-4 植生による落石防護柵の網の破れの可能性	H−5 落石防護網の破れ	I−1 擁壁の遊離石灰	I−2 擦壁の遊離石灰
樹木が道路側に飛び出し、落石防護柵の ネットの上部が若干変形している		†		掘室の近極石灰 長さ540mm	
ネットの上部が若干変形している	倒木によるワイヤーの緩み	樹木の成長による網の変形	樹木の成長による網の変形	文C940mm	壁面に遊離石灰あり(L=1800mm)

表4 現地で実在を確認した変状等の一覧表(写真)

コンクリートの劣化	土砂堆積•水路閉塞	土砂堆積•水路閉塞	土砂堆積・水路閉塞	土砂堆積・水路閉塞	土砂堆積・水路閉塞
I-3	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5
擁壁の遊離石灰	斜面上部	小段排水溝の閉塞の懸念	起点側のり尻排水路の土砂閉塞	起点側集水桝付近の土砂閉塞	水抜き孔下部の集水桝付近の土砂閉塞
擁壁の遊離石灰(L=500mm)	大木や植生が密。表層は緩い崖錐堆積物が分布	変化なし	のり尻の排水路(300×300)が土砂閉塞で 機能低下	のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機 能低下	のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機 能不能となり平坦部に水が浸透
土砂堆積∙水路閉塞	土砂堆積•水路閉塞	排水不良•漏水	排水不良。漏水	排水不良 漏水	排水不良•漏水
J-6	J-7	K-1	K-2	K-3	K-4
水抜きエ下部の集水枡付近の土砂閉塞	水抜き工下部の集水枡付近の土砂閉塞	水抜き排水パイプの破損	水抜き排水パイプの破損	横断排水管の破損	中間部水抜き工からの漏水
のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機	のり尻の集水桝や排水路が土砂閉塞で機	起点側の排水パイプの破損。現在機能して	水抜き排水パイプの破損 排水用コルゲート管の破損でのり尻排水桝	継ぎ目の一部に割れ。漏水なし	水抜き工の塩ビ管が外れ、漏水が認められ
能不能となり平坦部に水が浸透	能低下。周辺は草が繁茂	いない	までの排水ができない	継ぎ目の一部に割れ。	la
排水不良。漏水	排水不良₌漏水	排水不良。漏水	排水不良•漏水	その他	その他
K-5	K-6	K-7	K-8	L-1	L-2
中間部水抜き工からの漏水	P21付近の水路と河川側の集水桝	終点側水抜き工の劣化	終点側水抜き工の漏水	斜面上部の状況	ワイヤーねじ込み部の緩み
コルゲート管の破損によるのり枠内への排水がみられる	集水枡や水路に土砂等が若干堆積し排水 機能が若干低下	水抜き工の塩ビ管に経年劣化やひび割れ が認められる	水抜き工の塩ビ管からの漏水	木が僅かに根曲がり	落石防護柵の横ワイヤーのねじ込み部に若 干の緩みが生じている
その他	DXREAD HS I*	ער אייניים אייני			1 VARQUESTS TO CO FO
L-3	1-4		†		
樹木のオーバーハング	樹木のオーバーハング		+		+
支障木あり	支障木あり		+		
231111027	25000000	1	1	1	

3.1.2 実証実験を実施した技術

技術名称	応募者名
一般車両搭載型 斜面・のり面点検システム	㈱リコー
全方向衝突回避センサーを有するドローン技術	㈱ジャパン・インフラ・ウェイ マーク
ハンドヘルドレーザ計測による浮石転石分布抽出、 対策効果の確認	応用地質㈱
3次元点群ブラウザを用いた変位解析による変状箇 所の抽出	応用地質(株)
防災点検における高精度地形データを活用した定量 的な安定度調査	アジア航測㈱
各種カメラ搭載ドローンを活用した道路のり面管理	㈱インフラ・ストラクチャーズ
技術	(有)伊藤建設
LPデータと衛星 SAR による道路土工点検及び防災点 検の効率化	基礎地盤コンサルタンツ㈱

技術番号	応募技術5						
カタログ分類	画像計測		点検対象		造物∶切土 面∶落石崩		石防護柵
技術名	開発者名		株式会	社リコー			
宝駼日	令和5年3月2日	天候	暗 わ	気温	13.0°C	国读	10m/s

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実験場所 宮崎県宮崎市四家地区

実証実験フィールドの全景は別紙1を参照。





実験で確認できた変状等	落石防護柵のネットの変形、ワイヤーねじ部の緩み、ひび割れ
実験における提出物	報告書画像データカラー3D点群マップ(LASファイル)変状図(平面図、詳細図)断面図(20m毎)

実験条件等

- 植生の有無:あり
- •天候:晴れ
- ■照度:3460ルクス(12:49)、5240ルクス(15:18)
- ▶時間帯:昼(9:00~15:15)
- ■交通規制: 片側交通規制(斜面側の片側1車線を通行止め)
- ・計測機器を搭載した車両が、通行止めした道路(斜面側)内を走行(L=300m程度、時速5km程度、)し計測対象の点群データ及び写真を取得する
- ■当該技術は計測機器を搭載した車両が道路脇を走行し、計測対象の点群データ及び写真を取得する技術である。通常は「交通規制なし」で計測を実施し、計測箇所の照度は「10000ルクス以上を推奨」している

実験方法(手順)

現地作業:

①現地計測(準備・配置・走行計測・データ確認)

内業.

- ①画像作成・点群作成⇒カラー3D点群マップの作成
- ②変状抽出⇒画像から変状を抽出(ひび割れ、破断等
- ③特徴量算出⇒点群データ等から変状の位置・大きさ等を算出。20m毎に断面図を作成
- 4 報告書作成

計測機器等



写真1 使用機材



写真2 計測状況



写真3 計測状況



写真4 データ確認状況

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

現地作業: 総括指示1名、運転手1名、データ確認者2名

•準備工

KY活動(9:00~9:05)、準備作業(9:05~9:15)、キャリブレーション(10:00~10:10)

計測工

計測及びデータ確認①(10:10~10:15, 10:15~10:25)

計測及びデータ確認②(10:50~10:55, 10:55~11:00)

計測及びデータ確認③(11:15~11:20, 11:20~11:25)

計測及びデータ確認④(12:00~12:05, 12:05~12:10)

計測及びデータ確認⑤(12:55~14:00, 14:00~14:05)

計測及びデータ確認⑥(15:00~15:05, 15:05~15:10)

•片付工

カメラ取り外し(15:10~15:15)

内業:

- 画像作成 点群作成:
- -準備工:0.5日、1人(技術員¥29,000/人)
- •PCによるデータ処理:1日(技術員¥29,000/人)
- ・作成データの確認:0.5日、1人(技術員¥29,000/人)
- 変状抽出 特徴量算出:
- -変状の抽出、特徴量の算出:2日、2人(技術員¥29,000/人)
- ■断面図の整理:1日、1人(技術員¥29,000/人)
- •報告書作成:
- ·情報整理、報告書作成:2日、1人(技術員¥29,000/人)

実験費用

- -現地作業(外業):¥150,000-(経費込)
- -内業:¥250,000-(経費込)

合計:¥400,000-(経費込 請求額)

※旅費交通費、機材輸送費は別途計上。使用計画書は別途見積

(従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。 従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号	高盛土(20m未満)		-	2
	伐採			2
THE PART I C. I	安定度調査(50m未満)	1	1	2
	特定土工_経過観察	1	0.5	2
	合計	3	2.5	8

内業(点検調書作成)まとめ

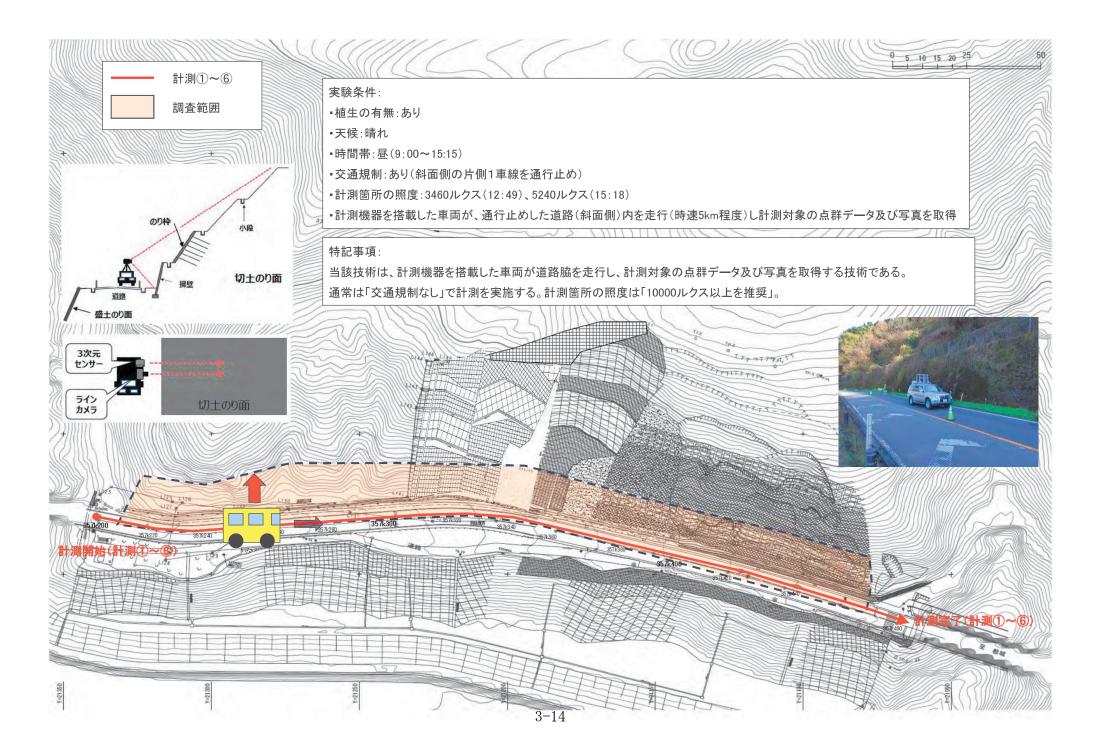
	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	1	1
time variety and a	安定度調査(50m未満)	1	1	- 1
	特定土工_経過観察	1	0. 5	1
	合計	3	2. 5	3

真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

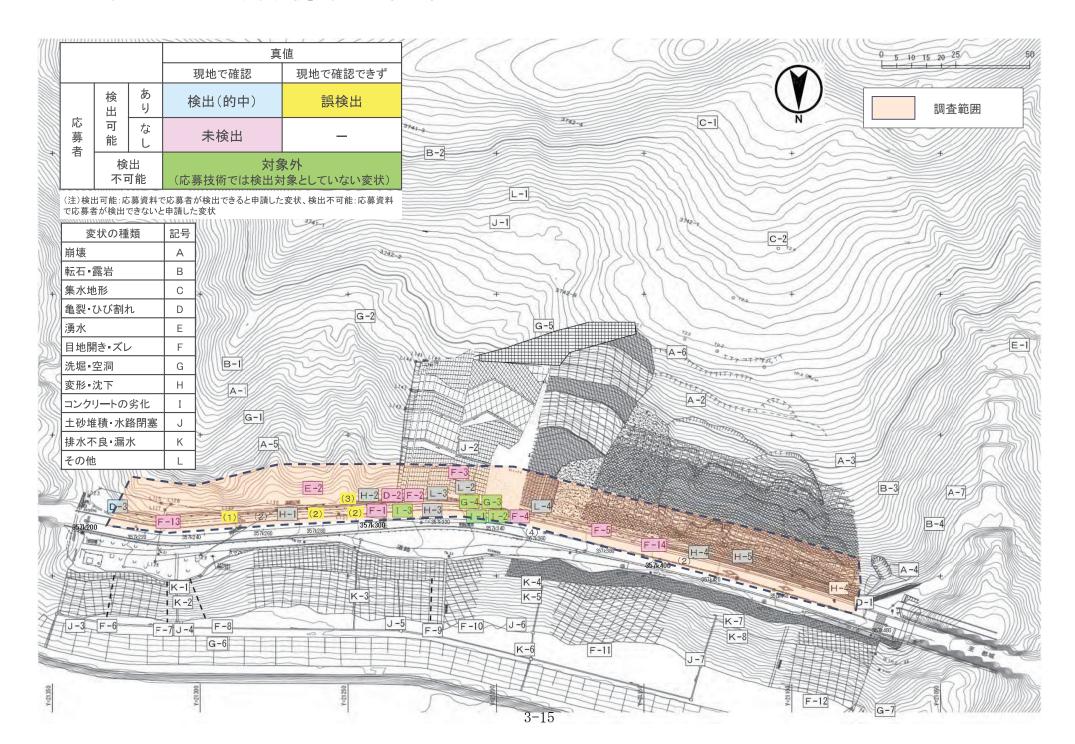
対象箇所と項目		技師A	技師B 技師C 技術員 地質調査員	地質調查員	普通作業員	単価	数量	金額		
	对家面所已現日	51,200	41,600	32,800	29,000	27,200	16,800	-44- JMI	90X.MB.	(円)
	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3		0.6	0.7			55,340	1.0	55,340
国道10号下方斜面	伐採					1.0	1.0	44,000	1.0	44,000
1 23 4-1144	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
	安定度調査(現地調査)	0.5		1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
国道10号	安定度調査(調査表作成)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
上方斜面	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15			10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05		0.05	0.05	III.		5,650	1.0	5,650
									合計	266,660

別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真





別紙3:「No1四家地区実証実験」確認できた変状等



真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

応募技術で	判定	備考		
変状の種類	規模	位置		
ひび割れ	長さL=47cm	D-3	検出(的中)	別表1 No4
樹木が落石防護柵よりも道路側に飛び出している		H-1	検出(的中)	別表1 No1
樹木が道路側に飛び出し柵が変形		H-2	検出(的中)	別表1 No2
樹木による落石防護柵の変形	357k320	H-3	検出(的中)	別表1 No14
植生による落石防護柵の網の破れの可能性	357k420, 357k421, 357k479	H-4	検出(的中)	別表1 No18~20
落石防護網の破れ	357k421	H-5	検出(的中)	別表1 No21
落石防護柵のねじ込み部の緩み		L-2	検出(的中)	別表1 No3
樹木のオーバーハング(支障木)	357k323	L-3	検出(的中)	別表1 No15
樹木のオーバーハング(支障木)	357k356	L-4	検出(的中)	別表1 No17
落石防護柵の網の破損	357k251	(1)	誤検出	別表1 No5
				別表1 No6, No11, No12
水抜き穴の詰まり	357k263, 357k408, 357k411	(2)'		水抜きパイプは認められたが、詰ま
				りがあるかは不明
水抜き穴の詰まり	357k277, 357k281, 357k296, 357k302	(2)	誤検出	別表1 No7~10
擁壁の亀裂から雑草の生育	亀裂の長さL=1.5m。357k296(打ち継ぎ目)	(3)	誤検出	別表1 No13
				別表1 No16
落石防護柵よりも道路側、小段に樹木繁殖	357k356	(4)		別表1の掲載写真は実証実験約2ヵ
				月後(R5.5)の状況
クラック	幅2mm、長さ1.5m	D-2	未検出	別表1 No22
斜面末端部の状況	表流水流下跡があり。末端排水桝は土砂が溜ま	E-2	未検出	別表1 No23
	り機能が低下する	L 2		
擁壁目地部の開口	計測值119mm	F-1	未検出	別表1 No24
擁壁目地部の開口	計測值109mm	F-2	未検出	別表1 No25
擁壁目地部の開口	計測值103mm	F-3	未検出	別表1 No26
擁壁目地部の開口	幅4mm	F-4	未検出	別表1 No27
擁壁目地部の開口	幅4mm、うき150×200mm、欠損100×130mm	F-5	未検出	別表1 No28
擁壁の目地開き	擁壁の目地開きに植生あり	F-13		別表1 No29
擁壁の目地のズレ	擁壁のエラスタイトの目地のずれ	F-14	未検出	別表1 No30

⁽注1)「検出」、「誤検出」では応募者からの報告結果を、「未検出」では点検業者または事務局が確認した結果を記載している

⁽注2)応募者から申告があったが、点検業者、事務局で確認できなかった変状等は「誤検出」と仮定し記載している

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	H-1	検出(的中)		
No2	H - 2	検出(的中)		
No3	L-2	検出(的中)		
No4	D-3	検出(的中)	ひび割れ長さ47cm	
No5	(1)	誤検出		
No6	(2) 357k263			

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No7	(2) 357k277	誤検出		
No8	(2) 357k281	誤検出		
No9	(2) 357k296	誤検出		
No10	(2) 357k302	誤検出		
No11	(2) 357k408			
No12	(2) 357k411			

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No13	(3)	誤検出	### ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ## ##	
No14	H-3	検出(的中)		
No15	L−3 357k323	検出(的中)	路面から高さ5.7m 要経過観察	
No16	(4) 357k356			
No17	L-4 357k356	検出(的中)		
No18	H-4 357k420	検出(的中)		

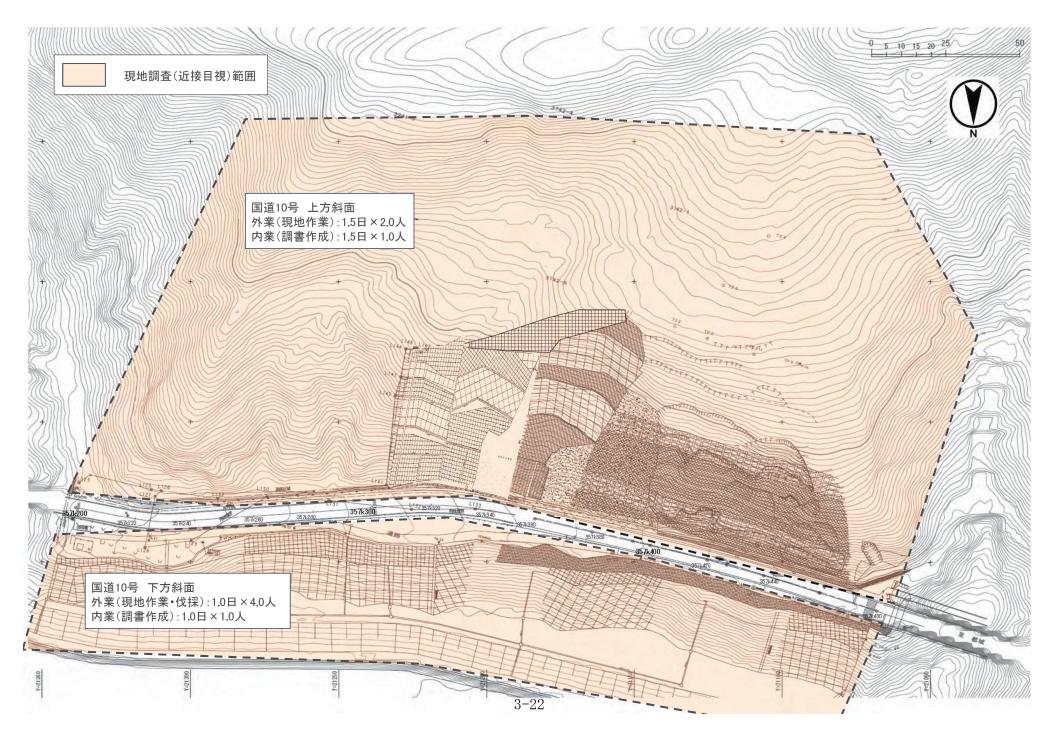
別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No19	H-4 357k421	検出(的中)		
No20	H-4 357k479	検出(的中)		
No21	H - 5	検出(的中)		
No22	D-2	未検出		7 7 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8 7 8
No23	E-2	未検出		
No24	F-1	未検出		

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No25	F-2	未検出		
No26	F-3	未検出		
No27	F-4	未検出		
No28	F-5	未検出		
No29	F-13	未検出		
No30	F-14	未検出		

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



技術番号	応募技術6						
カタログ分類	画像計測		点検対象		造物∶切土 面∶落石崩		石防護柵
技術名	全方向衝突回避センサーを有す ローン技術	るド	開発者名	株式会	社ジャパン	・インフラ	> ウェイ
実験日	令和5年3月2日	天候	晴れ	気温	13.0°C	風速	1.0m/s

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実験場所 宮崎県宮崎市四家地区

実証実験フィールドの全景は別紙1を参 照。





実験で確認できた変状等	擁壁:遊離石灰、目地のズレ、落石防護柵:変形、水道
実験における提出物	写真台帳損傷図精度管理表【ドローン点検】

実験条件等

- ・植生の有無:あり
- ・天候:晴れ
- 照度:19300ルクス(9:00計測)
- •時間帯:昼(9:00~11:20)
- ■交通規制:あり(斜面側の片側1車線を通行止め)
- 計測機器を搭載したドローンにより上空から計測対象の写真撮影を実施
- ■当該技術は、計測機器を搭載したドローン(大きさは「手のひら」サイズであり、障害物回避機能あり)に より上空から計測対象の写真撮影を行う技術である

実験方法(手順)

現地作業:

- ①計測機器の準備
- ②障害物回避機能を有したドローンにより計測箇所の全体空撮を行い、その後、3区間に分けて近接空 撮を実施
- ③各計測後に取得データの確認を行う
- ④ドローンを収納し試験終了

- <u>内業:</u> ①データ整理•分析
- ②写真台帳の作成及び飛行野帳の整理

計測機器等







写真2 計測状況



写真3 計測状況



写真4 データ確認状況

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

現地作業: 現場監督者(「理事・技師長」相当)1人、ドローン点検者(技師A相当)2人

■進備工

KY活動(9:00~9:05)、準備作業(9:50~9:55)

-計測工

全体空撮①(10:00~10:10)

近接空撮①(10:15~10:25)

近接空撮②(10:26~10:45)

近接空撮③(10:55~11:05)

擁壁部の動画(11:10~11:15)

•片付工

ドローン収納(11:15~11:17)

内業·

- ·データ整理·分析:ドローン点検者(技師A相当)0.45人、技師B 0.45人
- ■写真台帳作成及び飛行野帳整理:技師B 0.82人、技師C 1.64人、技術員 1.64人

実験費用

直接人件費:

- •計画準備:¥70,350-(事前調査:¥32,160-、飛行•撮影検討:¥38,190-)
- -外業(現場撮影):¥181,300-
- 内業:¥192,579-(データ整理・分析:¥45,225-、写真台帳作成及び飛行野帳整理:¥147,354-)
- ※旅費交通費、諸経費は別途計上。使用計画書は別途見積

直接経費:

- ■特殊機材損料:¥100,000-
- ■ドローン(skydio J2):¥70,000-
- ■雑費(機体回送費、消耗品費等):¥30,000-

合計:¥544,299-(直接人件費+直接経費)

従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。

従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員	
	高盛土(20m未満)			2	
下方斜面	伐採			2	
国道10号	安定度調查(50m未満)	1	1	2	
上方斜面	特定土工_経過観察	1	0.5	2	
	合計	3	2.5	8	

内業(点検調書作成)まとめ

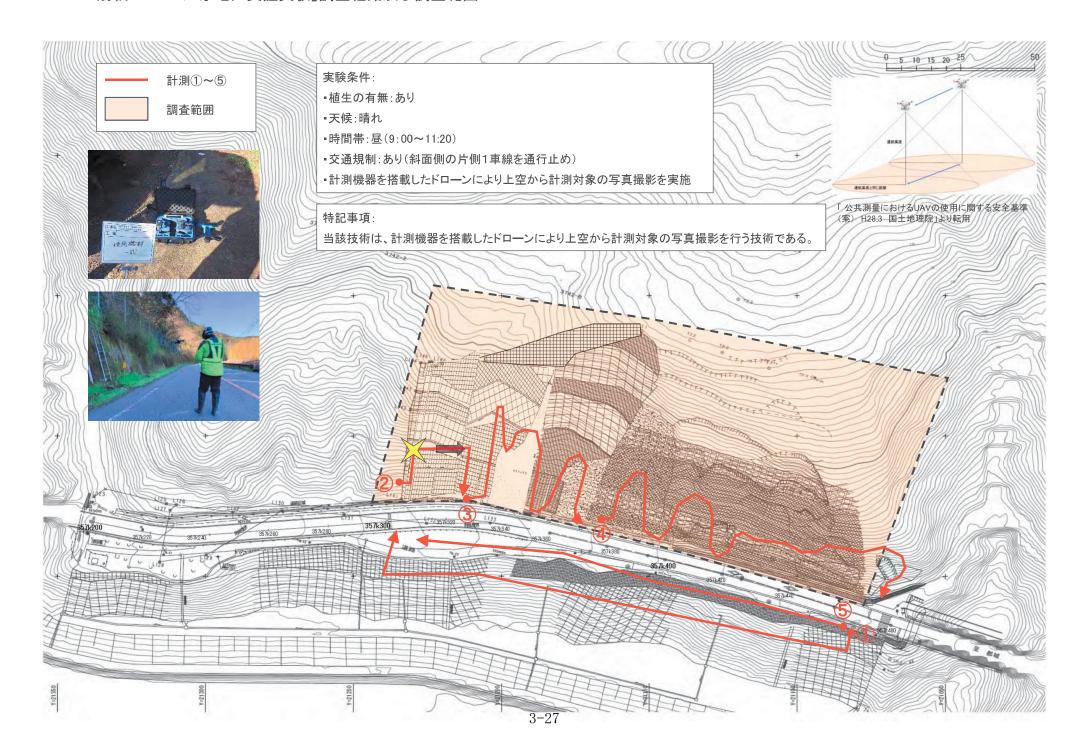
	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	1	1
国道10号	安定度調査(50m未満)	1	1	- 1
上方斜面	特定土工_経過観察	1	0.5	. 1
	合計	3	2. 5	3

真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

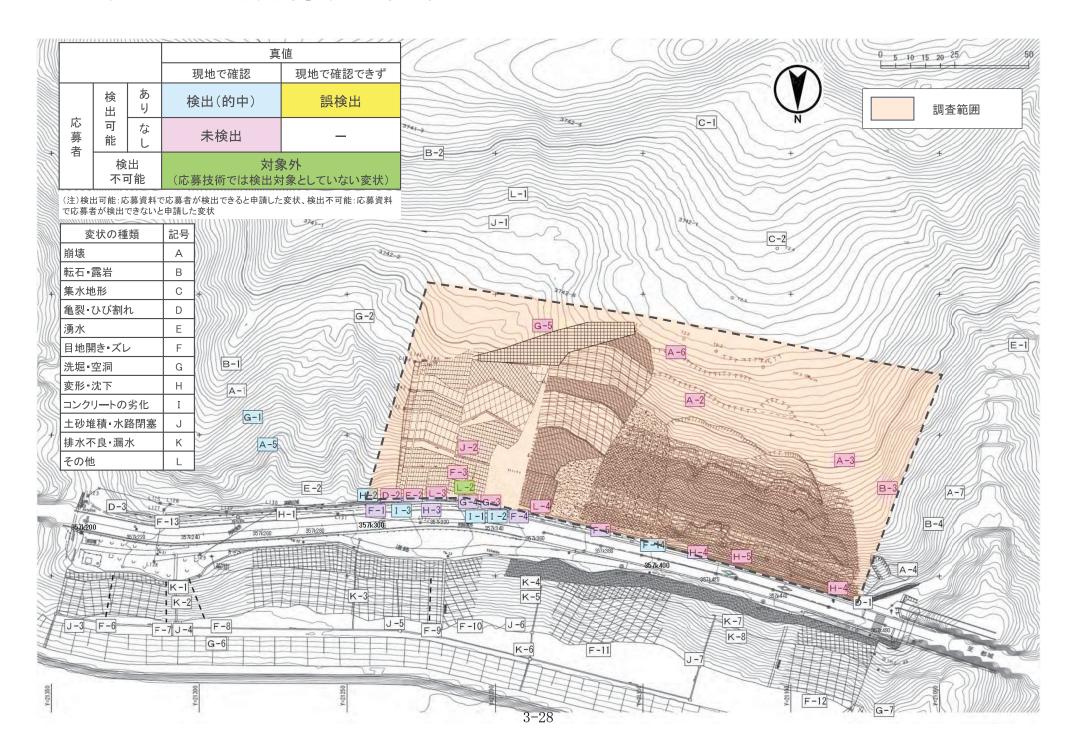
対象箇所と項目		技師A 技師B 技師C 技術員 地質調査員 普通作業員 51,200 41,600 32,800 29,000 27,200 16,800	単価 数量	金額						
			41,600	32,800	29,000	27,200	16,800	-4× 1m	90X.III.	(円)
	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3		0.6	0.7			55,340	1.0	55,340
国道10号下方斜面	伐採					1.0	1.0	44.000	1.0	44,000
,,,,,,,,,	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2		0.3	0.4			31,680	1,0	31,680
	安定度調査(現地調査)	0.5		1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
国道10号	安定度調査(調査表作成)	0.2	4 6 4	0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
上方斜面	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15			10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05		0.05	0.05			5,650	1.0	5,650
					TITLE				合計	266,660

別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真





別紙3:「No1四家地区実証実験」確認できた変状等



真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

応募技術		判定	備考	
変状の種類	規模	位置		
擁壁エラスの目地のズレ		F-14	検出(的中)	別表1 No5
水道		G-1	検出(的中)	別表1 No1
落石防護柵の変形		H-2	検出(的中)	別表1 No3
擁壁の遊離石灰	長さL=400mm(事務局確認結果L=540mm)	I-1	検出(的中)	別表1 No4
擁壁の遊離石灰	長さL=1500mm(事務局確認L=1800mm)	I-2	検出(的中)	別表1 No6
擁壁の遊離石灰	長さL=300mm(事務局確認結果L=500mm)	I-3	検出(的中)	別表1 No2
(1)土砂崩れ		A-5	検出(的中)	別表1 No7
法枠側方部の崩壊跡	法枠側方部に旧崩壊跡が分布	A-2	未検出	別表1 No8
法枠付近の崩壊跡	終点側の法枠付近に崩壊跡あり	A-3	未検出	別表1 No9
露岩部	転石の可能性のある露岩部	B-3	未検出	別表1 No10
クラック	幅2mm、長さ1.5m	D-2	未検出	別表1 No11
擁壁目地部の開口	計測值119mm	F-1	未検出	別表1 No12
擁壁目地部の開口	計測值109mm	F-2	未検出	別表1 No13
擁壁目地部の開口	計測値103mm	F-3	未検出	別表1 No14
擁壁目地部の開口	幅4mm	F-4	未検出	別表1 No15
擁壁目地部の開口	幅4mm、うき150×200mm、欠損100×130mm	F-5	未検出	別表1 No16
「重力式擁壁+落石防護柵」背面の洗堀	延長約20mで擁壁背面が洗堀	G-3	未検出	別表1 No17
擁壁背後の洗堀	近年拡大した兆候は認められない	G-4	未検出	別表1 No18
法枠工の洗堀	規模1.0×0.5m	G-5	未検出	別表1 No19
小段排水溝の閉塞の懸念	変化なし	J-2	未検出	別表1 No20
遷急線	地すべりブロック上面末端部の斜面頭部	A-6	未検出	別表1 No21
樹木による落石防護柵の変形	倒木によるワイヤーの緩み	H-3	未検出	別表1 No22
植生による落石防護柵の網の破れの可能性	樹木の成長による網の変形	H-4	未検出	別表1 No23
落石防護網の破れ	樹木の成長による網の変形	H-5	未検出	別表1 No24
樹木のオーバーハング	支障木あり	L-3	未検出	別表1 No25
樹木のオーバーハング	支障木あり	L-4	未検出	別表1 No26

⁽注1)「検出」、「誤検出」では応募者からの報告結果を、「未検出」では点検業者または事務局が確認した結果を記載している

⁽注2)応募者から申告があったが、点検業者、事務局で確認できなかった変状等は「誤検出」と仮定し記載している

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	G-1	検出(的中)		
No2	I-3	検出(的中)		
No3	H - 2	検出(的中)		
No4	I–1	検出(的中)		
No5	F-14	検出(的中)		
No6	I-2	検出(的中)		

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No7	A-5	検出(的中)		
No8	A-2	未検出		
No9	A-3	未検出		
No10	B-3	未検出		
No11	D-2	未検出		
No12	F-1	未検出		

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No13	F-2	未検出		
No14	F-3	未検出		
No15	F-4	未検出		
No16	F-5	未検出		
No17	G-3	未検出		
No18	G-4	未検出		

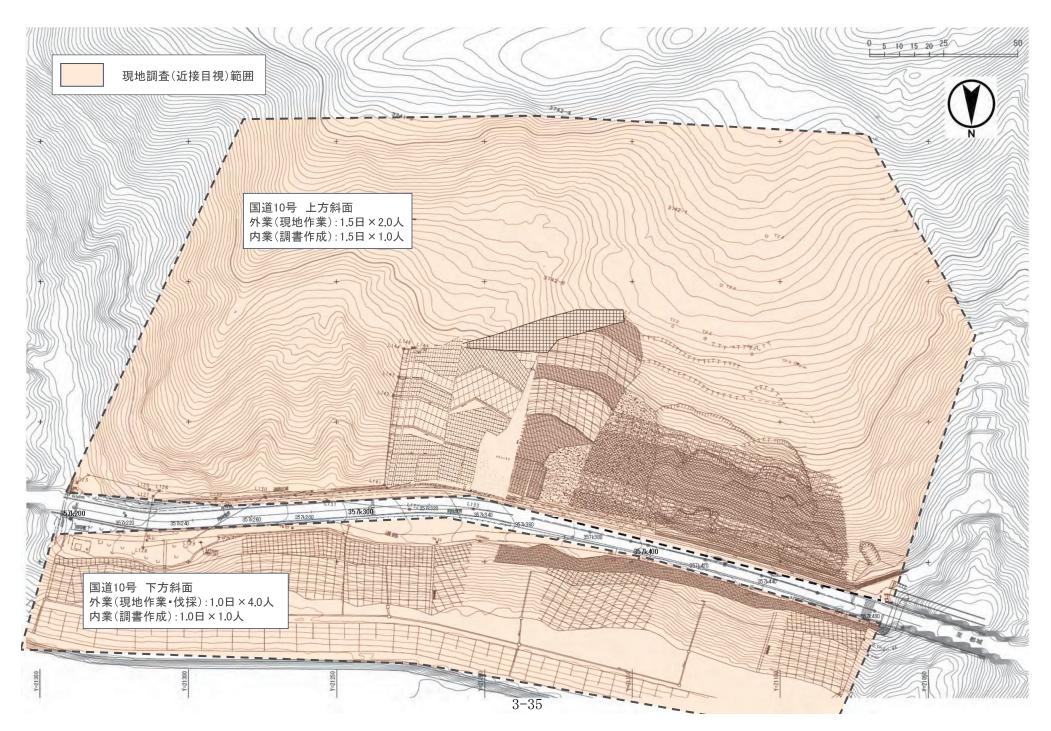
別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No19	G-5	未検出		
No20	J - 2	未検出		
No21	A-6	未検出		
No22	H - 3	未検出		
No23	H - 4	未検出		
No24	H - 5	未検出		

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No25	L-3	未検出		LTH-STERROLLING
No26	L-4	未検出		
No27				
No28				
No29				
No30				

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



技術番号	応募技術8		
カタログ分類	画像計測	点検対象	土工構造物:切土法面、落石防護柵 自然斜面:落石崩壊
技術名	ハンドヘルドレーザ計測による浮石転 石分布抽出、対策効果の確認	開発者名	応用地質株式会社
実験日	令和5年2月20日 天候	晴れ	気温 10.0℃ 風速 2.0m/s
実験場所	宮崎県宮崎市四家地区		

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実証実験フィールドの全景は別紙1を参照。





実験で確認できた変状等	土砂の堆積、露岩または段差、崩壊地形、転石の可能性のある露 岩
実験における提出物	 報告書(調査範囲平面図、確認できた変状等の図面(平面図、詳細図)、実験時の条件、実験手順及び各項目の作業時間及び人工、費用、条件等) Lasデータ(点群データ) CSVデータ 地形判読図(微地形表現図) 防災カルテ様式B

実験条件等

- ■植生の有無:あり
- ■天候:晴れ
- -時間帯:昼(9:00~12:00)
- ■交通規制:なし
- ・当該技術は計測機器を持った計測員が歩行して計測(データ取得)する技術であり、人が進入できる範囲からの計測が可能な技術であるが、今回の実証実験では、斜面内には進入せず、道路脇を歩行し計測対象のデータを取得した。

実験方法(手順)

現地作業:

- ①計測機器の準備
- ②計測機器を持った計測員が道路脇を歩行し、計測対象(360°方向)のデータを取得(計測延長 L=300m)。計測は図1に示す計測経路で往路、復路で実施。往路では計測機器を水平、復路では計測機器を傾けて計測を実施。計測は3回実施した
- ③各計測後に取得データの確認を行う
- ④計測機器を解体、収納し試験終了

<u>内業:</u>

- ①取得した計測データよりLasファイルを出力する
- ②出力したLasファイルの位置合わせを実施後、グラウンドデータを作成する(点群処理ソフト)
- ③グラウンドデータより微地形表現図等を作成し、微地形や構造物、変状等を確認する
- ④ ③で作成した資料に基づき、技術者が計測対象の抽出、点群データによる対象規模の計測を行う ⑤結果を帳票に記載

計測機器等



写真1 使用機材



写真2 計測状況



写真3 計測状況



写真4 データ確認状況

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

<u>現地作業:</u> 技師C:0.15人、技術員:0.1人

•準備工

KY活動(9:00~9:05)、機器準備(9:15~9:30)

▪計測工

計測及びデータ確認①(9:30~10:10)

計測及びデータ確認②(10:10~10:30, 10:35~11:00)

計測及びデータ確認③(11:00~11:30, 11:45~11:55)

-片付工

解体収納(11:55~12:00)

内業: 技師B:0.5人、技術C:1.0人

■計測データのLasファイル出力:0.5時間

■地形コンタ一図、微地形表現図の作成:6.5時間

■計測対象の抽出:1時間

■対象規模を点群データより計測:3時間

■結果を帳票に記載:1時間

実験費用

		P	9	IR 1	N .		
名称	л п	住部	# 00	取 惠	単価	金額	B 8
一般開發業務							
直接絕面性						117, 590	
	現地測定		В	1.0	117, 590	117, 590	第1号明细表
間接鎖資費						823	
族黄交通费			72.	- 1		-	現場条件により計上
安全費	交通規制		式	1			現場条件により計上
施工管理費	1000000		xt.	1		023	直接終度費×0.7%
小針						118, 413	
排經費						70, 929	小計×59.95
.Bt						180,000	▲9342

内業

8 H	- B B	12 40	m 24	N .	N 85	2.0	18 B
			-				200
採肥等质量单数						The rate	
果然原始						586, 166	U.
直建原弧			-			.384, 100	
直接人件套	0.000		1 000	-		338, 100	Physical Company (Company)
	計画・準備		X.	- 1		94, 300	直接人员費內試費
	ゲータ要理		Tt.	. 1		121, 900	直接人件費內記書
	報告書作成		x	- 3		121,900	直接人包载内层赛
直接接費						46,000	
	電子成果品作成費	その地談計業務	x	- 1		46,000	
加技術組						182,066	
その他原類			26			182,066	直接人件費×53.85%
一般管理教			at.	3		304,880	業務提值×53.85%
. It			7000			870, 000	▲1046
askt						1,050,000	
海京根						105,000	消費技率10%
MOH						1, 155, 600	

(従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。 従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号	高盛土(20m未満)	4		2
下方斜面	伐採		1	2
国道10号	安定度調査(50m未満)	1	- 1	2
	特定土工_経過観察	- 1	0.5	2
	合計	3	2.5	8

内業(点検調書作成)まとめ

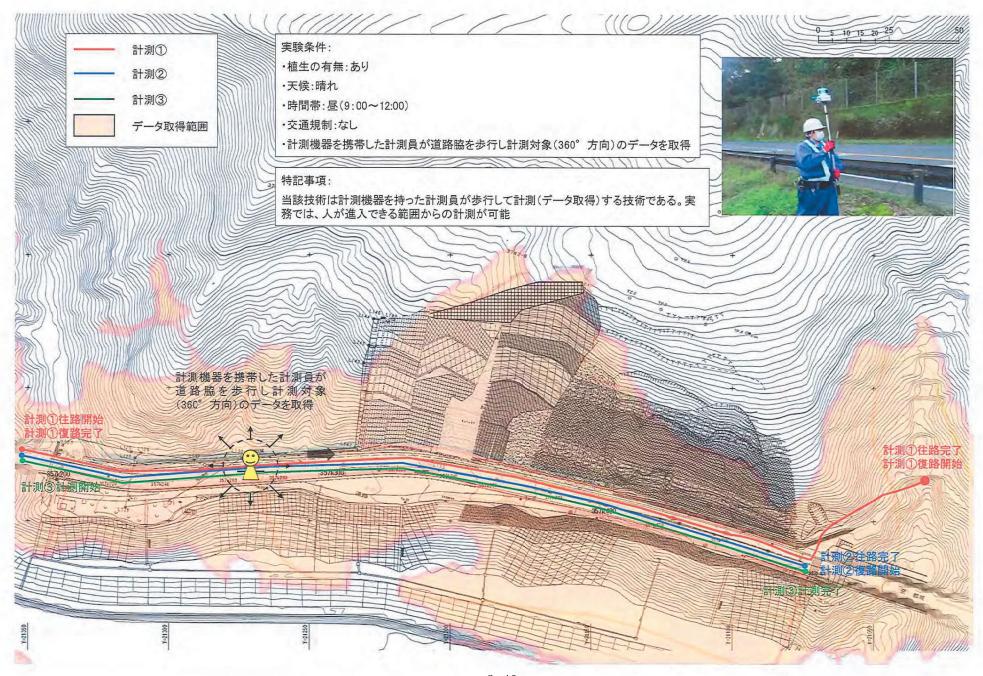
	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	1	1
国道10号	安定度調査(50m未満)	1	1	- 1
	特定土工_経過観察	1	0.5	1
	合計	3	2.5	3

真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

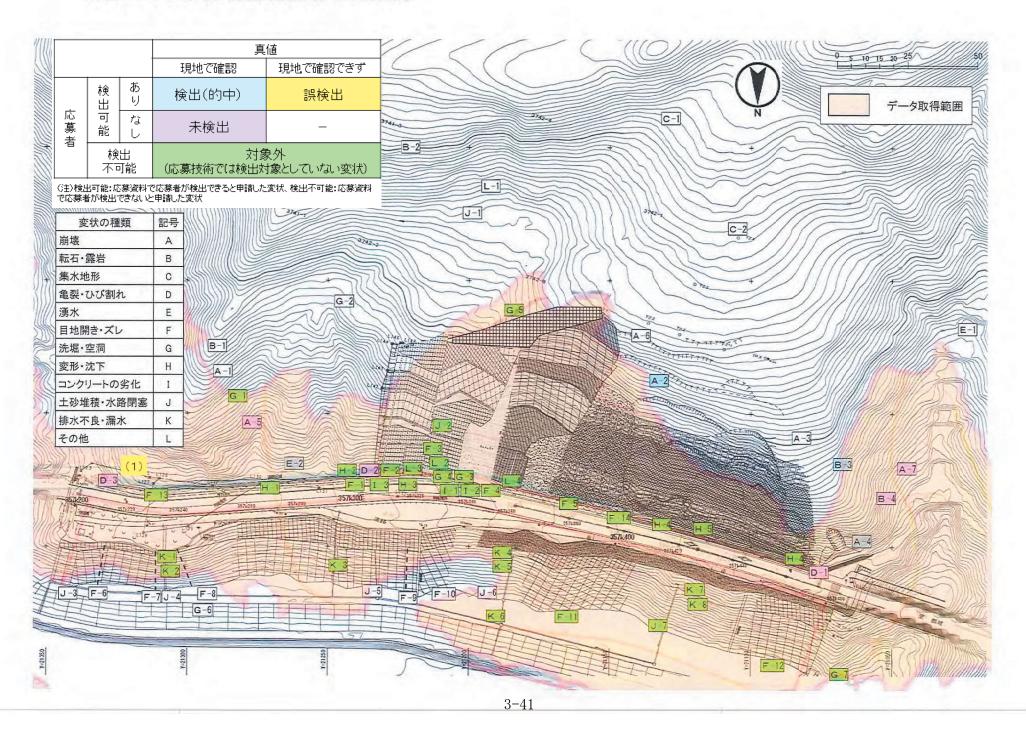
対象箇所と項目		技師A	技師B	技師C	C 技術員 地質調査員	地質調查員	普通作業員	単価	数量	金額(円)
		51,200	41,600	32,800	29,000	27,200	16,800			
	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3		0.6	0.7			55,340	1.0	55,340
国道10号 下方斜面	伐採			- 1000		1.0	1.0	44,000	1.0	44,000
	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2	7	0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
	安定度調査(現地調査)	0.5	1 49 1	1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
国道10号	安定度調査(調査表作成)	0.2		0.3	0.4		La Toma	31,680	1.0	31,680
上方斜面	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15			10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05		0.05	0.05			5,650	1.0	5,650
					100				合計	266,660

別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真





別紙3:「No1四家地区実証実験」確認できた変状等



真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

応募	応募技術で確認した変状等						
変状の種類	規模	位置					
露岩または段差		A-2	検出(的中)	別表1 No2			
崩壊地形	H=11.1m、W=11.4m、L=10.6m、勾配45°前後	A-4	検出(的中)	別表1 No3			
(1)転石の可能性のある露岩部	高さ10m、範囲4m×14m、傾斜60°程度	B-3	検出(的中)	別表1 No4			
土砂の堆積		E-2	検出(的中)	別表1 No1			
(2)崩壊地形	高さ約9.5m、範囲9m×15m	(1)	誤検出	別表1 No5			
崩壊	斜面末端部の崩壊	A-5	未検出	別表1 No9			
崖錐	斜面裾部の崖錐	A-7	未検出	別表1 No10			
不安定落石源	終点側の地すべり側方斜面に落石が集積	B-4	未検出	別表1 No11			
斜面末端部の石積擁壁のクラック	計測值194mm	D-1	未検出	別表1 No6			
クラック	幅2mm、長さ1.5m	D-2	未検出	別表1 No7			
擁壁のひび割れ	コンクリートの打ち継ぎ目に沿うひび割れ	D-3	未検出	別表1 No8			

⁽注1)「検出」、「誤検出」では応募者からの報告結果を、「未検出」では点検業者または事務局が確認した結果を記載している

⁽注2)応募者から申告があったが、点検業者、事務局で確認できなかった変状等は「誤検出」と仮定し記載している

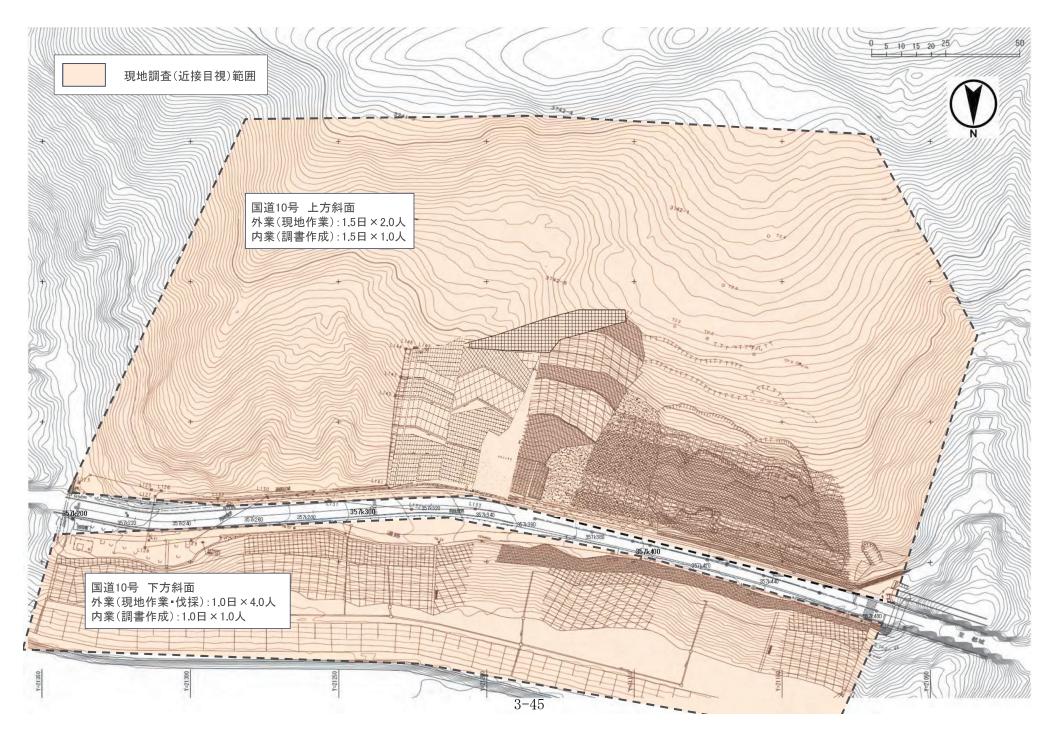
別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	E-2	検出(的中)	土砂堆積 崩壊跡地	
No2	A-2	検出(的中)	露岩or段差	
No3	A-4	検出(的中)	11 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 1	
No4	B-3	検出(的中)	丁	
No5	(1)	誤検出	9.1 197.55 斯镁地	
No6	D-1	未検出		

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No7	D - 2	未検出		2 3 4 3 6 7 8 9 1
No8	D-3	未検出		
No9	A-5	未検出		
No10	A-7	未検出		
No11	B - 4	未検出		
No12				

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



技術番号	応募技術13		
カタログ分類	画像計測	点検対象	土工構造物:落石防護柵•擁壁

技術名 3次元点群ブラウザを用いた・変位解 開発者名 応用地質株式会社

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実証実験フィールドの全景は別紙1を参照。





実験で確認できた変状等	落石防護柵と擁壁を対象にしたが、変状はなかった
実験における提出物	報告書(調査範囲平面図、確認できた変状等の図面(平面図、詳細図)、実験時の条件、実験手順及び各項目の作業時間及び人工、費用、条件等)Lasデータ(点群データ)

実験条件等

- ・植生の有無:あり
- ■天候:晴れ
- ▶時間帯: 昼(9:00~10:45)
- ●交通規制:なし
- ■今回は2時期目の点群データが必要なため、MMS搭載車の走行により計測対象のデータを取得した。その際、予備データ取得を考慮し、計5回の計測を実施した。本技術は点群データによる差分解析を行う技術であるため、2つの既存の点群データがあれば、現場での計測は不要である。

実験方法(手順)

現地作業:

- ①MMS機材のセッティング
- ②計測前にキャリブレ―ションを行い、計測を開始。計測対象のデータ欠損を防ぐために、計測対象の手前より計測を開始し、計測対象を過ぎてから計測を終了した(計測延長L=300m)
- ③計測を終了後に取得データの確認を実施した
- ④計測機器を収納し、試験終了

内業:

- ①1時期目の点群データを入手し、データを確認
- ②取得した2時期目のデータの位置情報を補正し、Lasファイルとして出力
- ③1時期目と2時期目のデータより差分解析を実施し、対象構造物及び変状等を確認した
- 4)結果を帳票に記載した

計測機器等



写真1 MMSの外装



写真2 使用機材



写真3 点群データの処理状況

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

現地作業: 測量主任技師:0.15人、測量技師補:0.3人

•準備工

KY活動(9:00~9:05)

計測準備:機材セッティング(9:05~9:15)、キャリブレ―ション(9:15~9:35)

計測箇所への移動(9:35~10:00)

■計測工

計測①(10:00~10:10)道路往復約600m

計測②(10:10~10:20)道路往復約600m

計測データの確認(10:20~10:30)

-片付工

機器収納(10:30~10:35)

内業: 測量技師補:4.0人

- |•1時期目の点群データの入手:1.0時間
- ■1時期目のデータ確認:1.0時間
- ■2時期目のデータの位置情報の補正:3.0時間
- ■2時期目のデータのlasファイルの出力:3.0時間
- ■2時期差分解析:7.0時間
- 帳票へ記録: 15.0時間

実験費用

内業

実証実験手順	作業時間	人工	直接人件費	条件・備考
①1時期目の点群データ入手	1h	1人	¥7,695	データ購入申請してから1週間程度でデータ入手 (データ購入費は除く)
②1時期目のデータ確認	1h	1人	¥7,695	点群密度から実証実験の可否判断を実施
③2時期目データの位置情報補正	3h	1人	¥ 23,085	位置解析ソフトにて実施
④2時期目データのlasファイル出力	3h	1人	¥ 23,085	点群生成ソフトにて実施 ※1測線の解析に要した時間を記載
⑤2時期差分解析	7h	1人	¥ 53,865	3D Point Studioにて実施
⑥帳票へ記録	15h	1人	¥115,425	
合 計	30h		¥ 230,850	

【従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。

従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号	高盛土(20m未満)			2
下方斜面	伐採			2
国道10号	安定度調查(50m未満)	1	1	2
	特定土工_経過観察	1	0.5	2
合計		3	2.5	8

内業(点検調書作成)まとめ

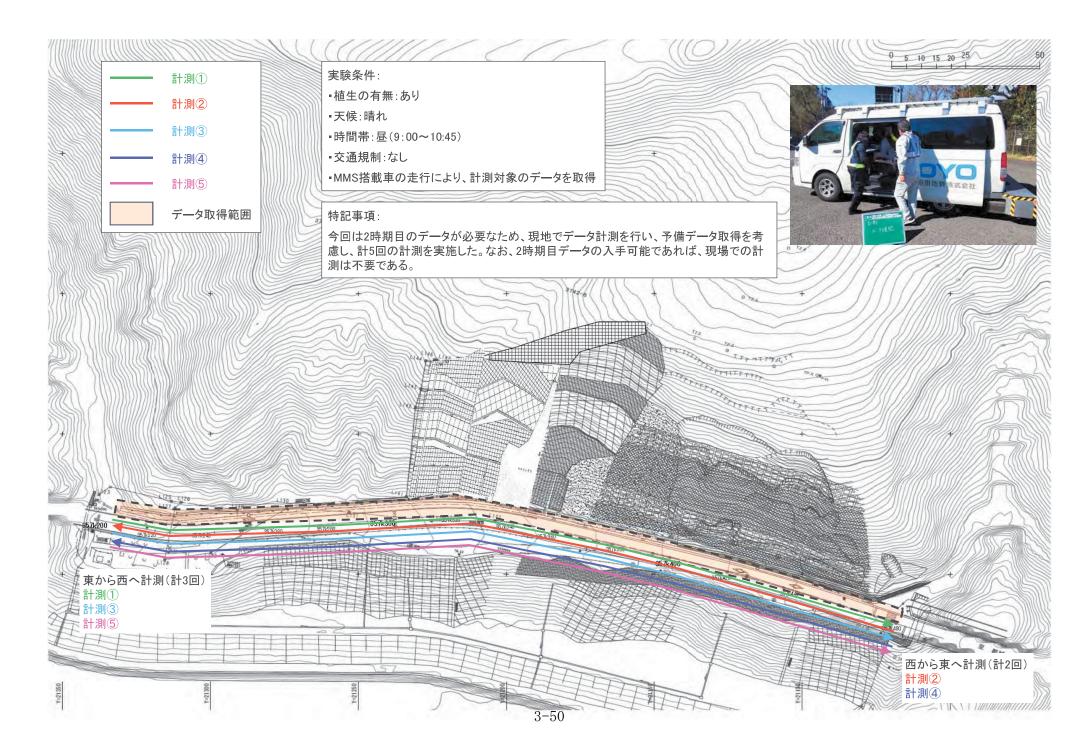
	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	1	1
Print Will Land	安定度調査(50m未満)	1	1	1
	特定土工_経過観察	1	0.5	- 1
合計		3	2.5	3

真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

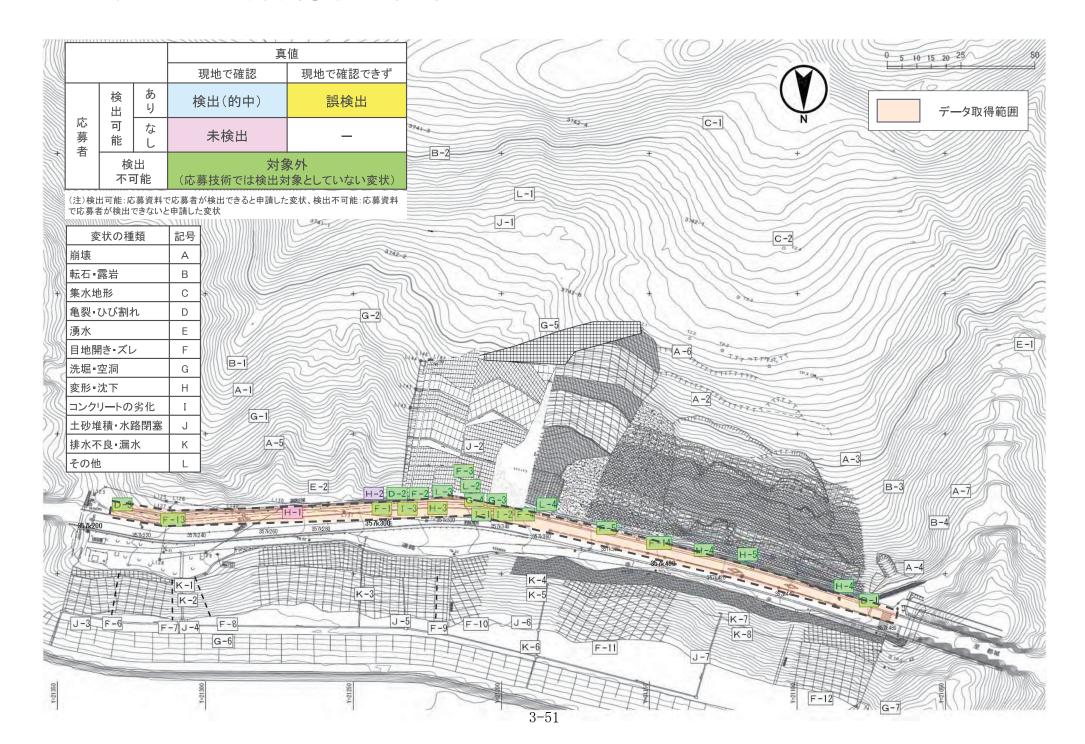
対象箇所と項目		象箇所と項目	技師C 技術員	地質調查員	普通作業員	単価	W- 177	金額		
			41,600	32,800	29,000	27,200	16,800	-de-1001	数量	(円)
-7774	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3	James El	0.6	0.7			55,340	1.0	55,340
国道10号 下方斜面	伐採					1.0	1.0	44.000	1.0	44,000
1 23 4-1 1111	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2		0.3	0.4			31,680	1,0	31,680
	安定度調査(現地調査)	0.5		1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
国道10号	安定度調査(調査表作成)	0.2	4 6 4	0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
上方斜面	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15			10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05		0.05	0.05			5,650	1.0	5,650
									合計	266,660

別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真





別紙3:「No1四家地区実証実験」確認できた変状等



真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

応募	応募技術で確認した変状等						
変状の種類	規模	位置					
樹木の飛び出し等	樹木が落石防護柵のネット上部から飛び出している	H-1	未検出	別表1 No1			
ネットの変形	樹木が道路側に飛び出し、落石防護柵のネット の上部が若干変形している	H-2	未検出	別表1 No2			

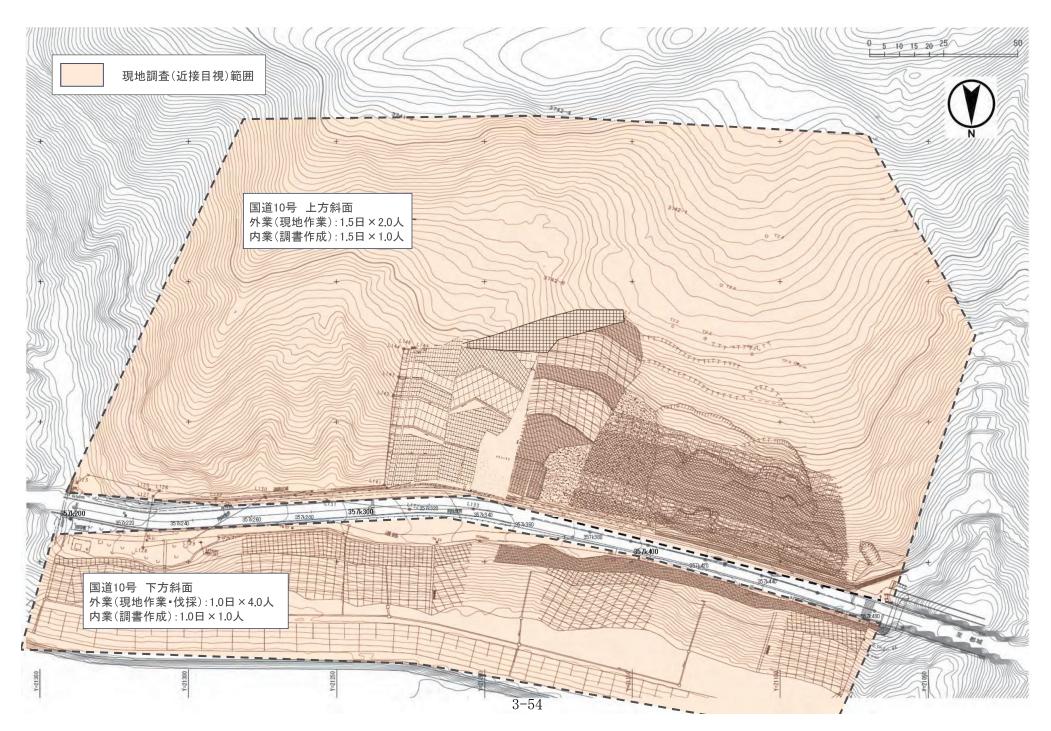
⁽注1)「検出」、「誤検出」では応募者からの報告結果を、「未検出」では点検業者または事務局が確認した結果を記載している

⁽注2)応募者から申告があったが、点検業者、事務局で確認できなかった変状等は「誤検出」と仮定し記載している

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	H - 1	未検出		
No2	H - 2	未検出		
No3				
No4				
No5				
No6				

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



技術番号	応募技術17		
カタログ分類	画像計測	点検対象	土工構造物:切土法面 自然斜面:落石•崩壊、地すべり

技術名 防災点検における高精度地形データを 開発者名 アジア航測株式会社 活用した定量的な安定度調査

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実証実験フィールドの全景は別紙1を参 照。





実験で確認できた変状等	崩壊跡、ガリー、崩積土、集水地形、崖錐堆積物
実験における提出物	報告書赤色立体地図傾斜区分図微地形判読図防災点検様式(箇所別記録表(机上)、安定度調査表(机上)、断面図):「落石・崩壊」、「地すべり」

実験条件等

- ・九州地整より貸与したLPデータを用いて、第2絞り込み(机上調査による災害要因の判読、災害形態の推定、安定度調査候補箇所の抽出)を現地調査(現地踏査)なしに机上調査のみで実施(調査範囲:延長300m、面積0.05km2=50,000m2)
- ■当該技術の実務では、航空レーザ等により取得された高精度な3次元地形データを用いて第2絞り込みを現地調査(現地踏査)とともに行う

実験方法(手順)

現地作業:

九州地整より貸与したLPデータを用いるため、今回の実証実験では現地作業はなし。

内業·

- ①既存LPデータを用いて微地形表現図、傾斜区分図を作成する
- ②微地形表現図を用いて災害要因の判読を行い、災害形態を推定する
- ③防災点検要領に準じて安定度調査候補箇所(机上)を抽出し、災害形態も推定する
- ④点検項目毎に地形判読結果を検討し、机上で安定度調査表や箇所別記録表を作成する
- ⑤ ④をもとに机上で安定度評価を行う

計測機器等

九州地整より貸与したLPデータを用いたため、今回の実証実験では現地作業はなし。

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

現地作業:

九州地整より貸与したLPデータを用いるため、今回の実証実験では現地作業はなし。

<u>内業:</u>

検証範囲(延長約300m、面積約0.05km2=50,000m2):1地区

- -微地形表現図-傾斜区分図の作成(1地区):0.2日/地区(技師B)
- -災害要因の判読(1地区):0.5日/地区(技師A)
- -安定度調査候補箇所の抽出(1地区):0.4日/地区(技師A)
- 机上安定度調査表の作成-評価(2箇所):0.3日/箇所(技師A)

実験費用

直接人件費(合計:¥85,120-)

- -微地形表現図-傾斜区分図の作成(1地区):¥8,320-
- -災害要因の判読(1地区):¥25,600-
- -安定度調査候補箇所の抽出(1地区):¥20,480-
- 机上安定度調査表の作成-評価(2箇所):¥30,720-

従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。 従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)		-	2
	伐採			2
THE VALLE A. C.	安定度調査(50m未満)	1	1	2
	特定土工_経過観察	1	0.5	2
合計		3	2.5	8

内業(点検調書作成)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	1	1
	安定度調査(50m未満)	1	1	- 1
	特定土工_経過観察	1	0.5	1
	合計	3	2.5	3

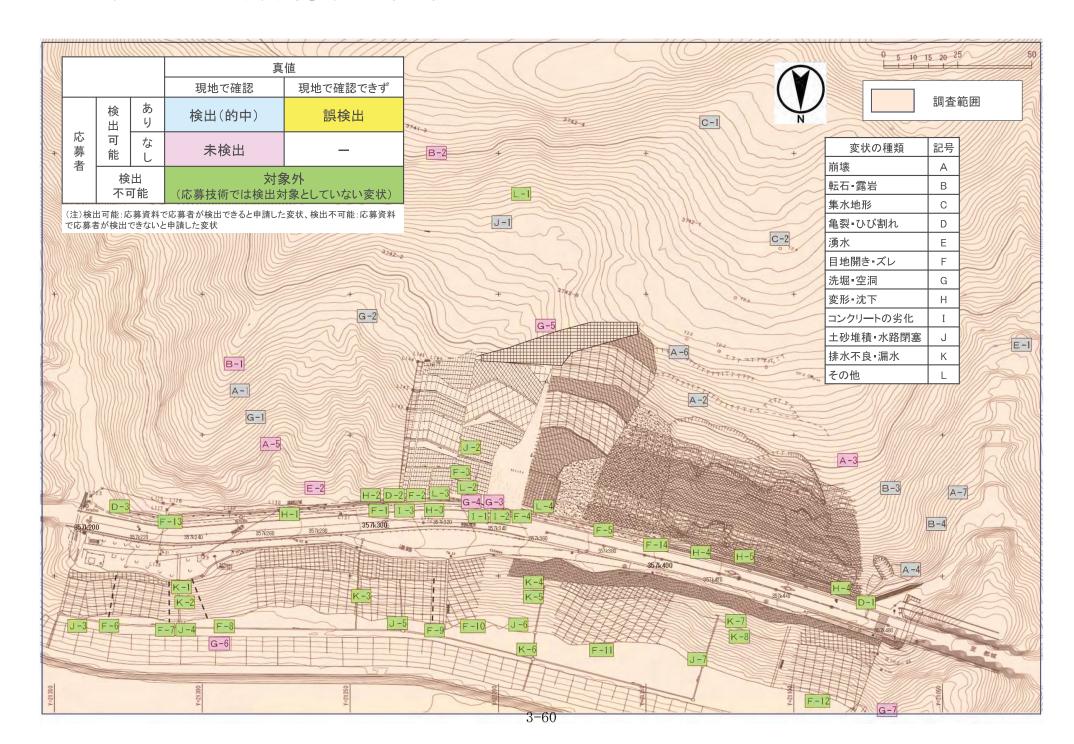
真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

対象箇所と項目		技師A	技師B	技師C	技術員	地質調查員	普通作業員 16,800	単価	数量	金額 (円)
		51,200 41,	41,600	41,600 32,800	29,000	27,200				
	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3		0.6	0.7			55,340	1.0	55,340
国道10号下方斜面	伐採					1.0	1.0	44,000	1.0	44,000
	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
国道10号 上方斜面	安定度調査(現地調査)	0.5		1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
	安定度調査(調査表作成)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15			10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05		0.05	0.05			5,650	1.0	5,650
									合計	266,660

別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真







真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

応	募技術で確認した変状等		判定	備考
変状の種類	規模	位置		
①崩壊跡		A-1	検出(的中)	別表1 No1
⑤崩壊跡	倒木に伴う表層崩壊	A-2	検出(的中)	別表1 No5
6崩壊跡	斜面末端部の崩壊	A-4	検出(的中)	別表1 No6
⑦崖錐堆積物		B-3	検出(的中)	別表1 No7
④集水地形		C-1	検出(的中)	別表1 No4
8集水地形		C-2	検出(的中)	別表1 No8
終点側の斜面状況	表流水の流下跡あり	E-1	検出(的中)	別表1 No12
表流水の流下跡	自然斜面の東側方部に形成されるガリ浸食	G-1	検出(的中)	別表1 No14
②ガリー		G-2	検出(的中)	別表1 No2
③崩積土		J-1	検出(的中)	別表1 No3
遷急線	地すべりブロック上面末端部の斜面頭部	A-6	検出(的中)	別表1 No21
崖錐	斜面裾部の崖錐	A-7	検出(的中)	別表1 No22
不安定落石源	終点側の地すべり側方斜面に落石が集積	B-4	検出(的中)	別表1 No23
のり枠付近の崩壊跡	終点側ののり枠付近に崩壊跡あり	A-3	未検出	別表1 No9
崩壊跡中間付近の転石	斜面方向が道路縦断方向と概ね平行。道路上への落石の 可能性低い	B-1	未検出	別表1 No10
斜面上部の露岩箇所(不安定な露岩)	やや不安定だが斜面下部に平坦面があり、道路上への落石の可能性低い(未判読であるが赤色立体地図には露岩が現れている)	B-2	未検出	別表1 No11
斜面末端部の状況	表流水流下跡があり、末端排水桝は土砂が溜まり機能が低下する(桝は未判読であるが赤色立体地図には現れている)	E-2	未検出	別表1 No13
「重力式擁壁+落石防護柵」背面の洗堀	延長約20mで擁壁背面が洗堀	G-3	未検出	別表1 No15
擁壁背後の洗堀	近年拡大した兆候は認められない	G-4	未検出	別表1 No16
のり枠工脇の洗堀	規模1m×0.5m	G-5	未検出	別表1 No17
のり枠下部の洗堀	洗堀により泥岩が露頭。洗堀:幅2.5m×深さ1m(初期値)	G-6	未検出	別表1 No18
終点側の河川擁壁の洗堀	擁壁裾部の洗堀、背面の空洞化	G-7	未検出	別表1 No19
崩壊	斜面末端部の崩壊	A-5	未検出	別表1 No20

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	A-1	検出(的中)	崩壞跡	
No2	G-2	検出(的中)		
No3	J-1	検出(的中)	調理士	
No4	C-1	検出(的中)	集水地形	
No5	A-2	検出(的中)	崩壞跡	
No6	A-4	検出(的中)	等等。	

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No7	B-3	検出(的中)	谷向含小量	
No8	C-2	検出(的中)		
No9	A-3	未検出		
No10	B - 1	未検出		
No11	B - 2	未検出		
No12	E - 1	検出(的中)		

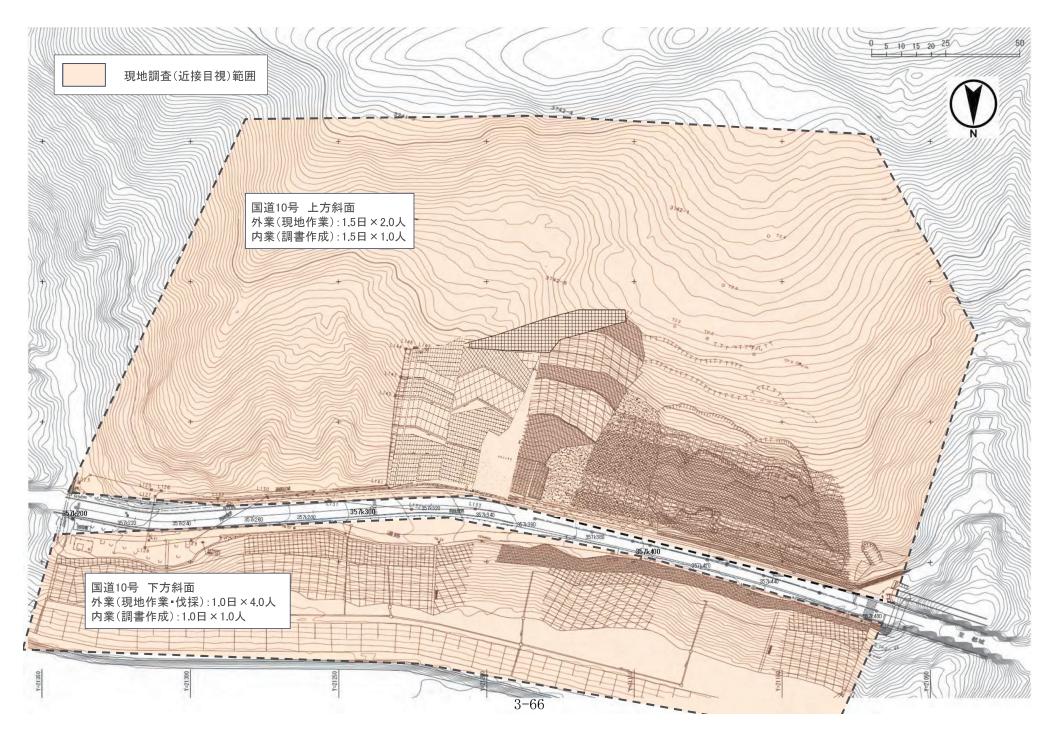
真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No13	E-2	未検出		
No14	G-1	検出(的中)	INCEPTS STOP	
No15	G-3	未検出		
No16	G-4	未検出		
No17	G-5	未検出		
No18	G-6	未検出		

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No19	G-7	未検出		
No20	A-5	未検出		
No21	A-6	検出(的中)	谷向含小量 廣康跡 谷向含小量	
No22	A-7	検出(的中)		
No23	B - 4	検出(的中)	谷向含水量	
No24				

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



技術番号	応募技術21		
カタログ分類	画像計測	点検対象	土工構造物:切土法面、落石防護柵 自然斜面:落石崩壊
技術名	各種カメラ搭載ドローンを活用した道路 のり面管理技術	開発者名	株式会社インフラ・ストラクチャーズ 有限会社伊藤建設
実験日	令和5年3月6日 天候	晴れ	気温 13.0℃ 風速 0.1m/s
実験場所	宮崎県宮崎市四家地区		

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実証実験フィールドの全景は別紙1を参照。





擁壁のひび割れ、目地の開き、根固めコンクリートの欠損、露頭岩、 自然斜面の小規模崩壊
■報告書■点検要領「様式1(その1)~(その4)」■点群データによる推定横断図(任意位置)■赤外線カメラ画像による温度分布図

実験条件等

- ・植生の有無:あり
- ・天候:晴れ
- •時間帯:昼(9:20~14:45)
- 交通規制: なし
- ■通常画像と熱赤外線画像を取得するドローン(ドローン1)と、3Dスキャナーデータを取得するドローン(ドローン2)により上空から計測対象の計測を実施
- ■当該技術は、計測機器を搭載したドローンにより上空から計測対象の通常画像、熱赤外線画像、3Dスキャナーデータを取得する技術である

実験方法(手順)

現地作業:

- ①路側擁壁グリッド撮影(サーモグラフィー調査含む)
- ②3Dスキャナー撮影(点群データ取得)
- ③取得データ整理・撮影内容の確認
- ④山側斜面グリッド撮影 スポット写真撮影(法枠、アンカー、岩盤露出部、排水施設)
- ⑤動画撮影
- ⑥後片付け

<u>内業:</u>

- ① 画像処理
 - 現地で取得した撮影データを用いてAIひび割れ抽出を実施
 - ・赤外線カメラで撮影したデータの画像分析を実施
 - 対象構造物のひび割れ抽出及び温度分布状況、変状等のとりまとめ

②報告書作成

• 画像処理結果等から構造物の変状や損傷の程度について総合的に分析、評価し、とりまとめる

計測機器等







写真1 使用機材

写真2 計測状況

写真3 計測状況

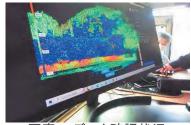


写真4 データ確認状況

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

現地作業:

•準備工

KY活動(9:20~9:30)、資材運搬(9:35~9:50)、組立 · 飛行準備(9:55~10:15)

計測工

計測①(ドローン1) 10:15~10:25

計測②(ドローン2) 10:40~11:10

計測③(ドローン2) 11:15~11:35

データ確認 11:40~11:55

計測④(ドローン1) 12:50~13:00

計測⑤(ドローン2) 13:10~13:30

計測⑥(ドローン1) 13:30~14:00

計測⑦(ドローン2) 14:10~14:25

• 片付工

片付(14:25~14:45)

内業:

■3D解析:技師B 1人、技師C 1人

■AI解析:技師C 0.5人 ■赤外線解析:技師C 1人

•報告書作成:技師B 2人、技師C 3人

■様式作成*:技師B 1人、技師C 1人(*点検記録様式1を指す)

実験費用

直接人件費:¥473,740-

- •外業:¥94,140-
- -現場技術管理:¥30,720-(技師A 0.6人)
- -計画準備:¥21,140-(測量技師0.2人、測量技師補0.2人、測量助手0.2人)
- 画像取得:¥31,710-(測量技師0.3人、測量技師補0.3人、測量助手0.3人)
- データ整理・確認:¥10,570-(測量技師0.1人、測量技師補0.1人、測量助手0.1人)
- ■内業:¥379.600-
- ■3D解析:¥74,400-(技師B 1人、技師C 1人)
- *AI解析:¥16,400-(技師C 0.5人)
- ■赤外線解析:¥32,800-(技師C1人)
- ■報告書作成:¥181,600-(技師B 2人、技師C 3人)
- ■様式作成*:¥74,400-(技師B 1人、技師C 1人)
- *点検記録様式1のフォーマット作成費用

機械器具損料:¥148,100-

諸経費:¥727,344-

合計:¥1,483,900-(直接人件費+機械器具損料+諸経費)

従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。 従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員	
国道10号	高盛土(20m未満)		14.00	2	
下方斜面	伐採			2	
	安定度調查(50m未満)	1	1	2	
	特定土工_経過観察	1	0.5	2	
	合計	3	2.5	8	

内業(点検調書作成)まとめ

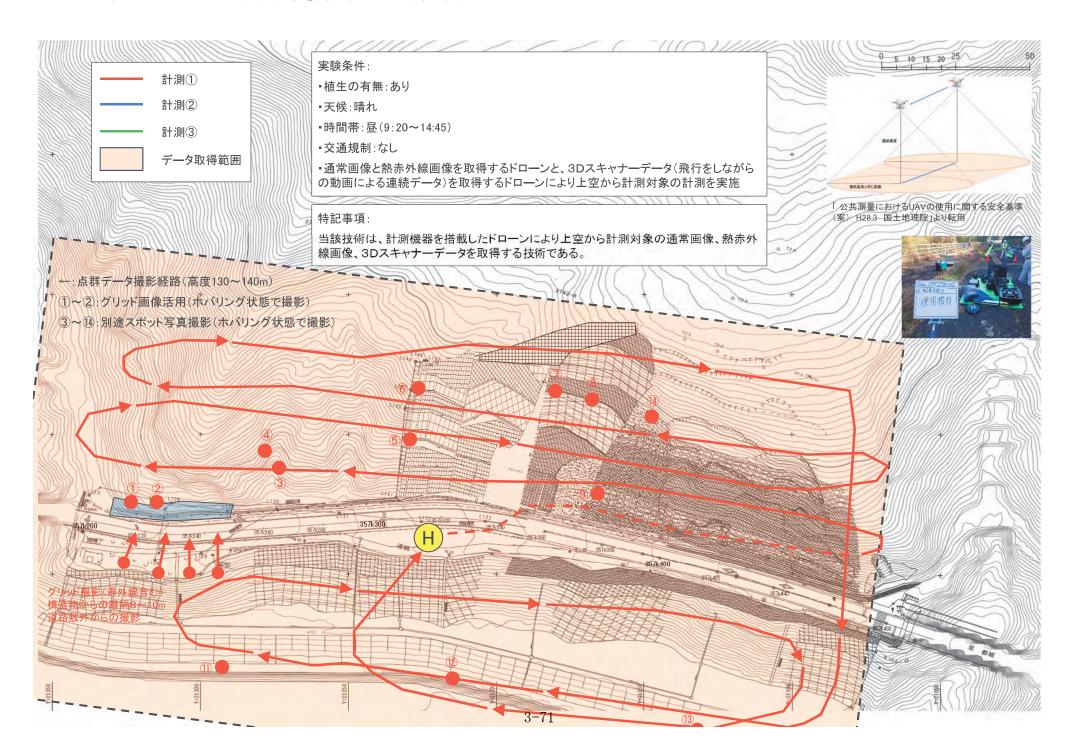
	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	-1	1
国道10号	安定度調查(50m未滿)	-1	- 1	- 1
上方斜面	特定土工_経過観察	1	0. 5	-1
	合計	3	2.5	3

真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

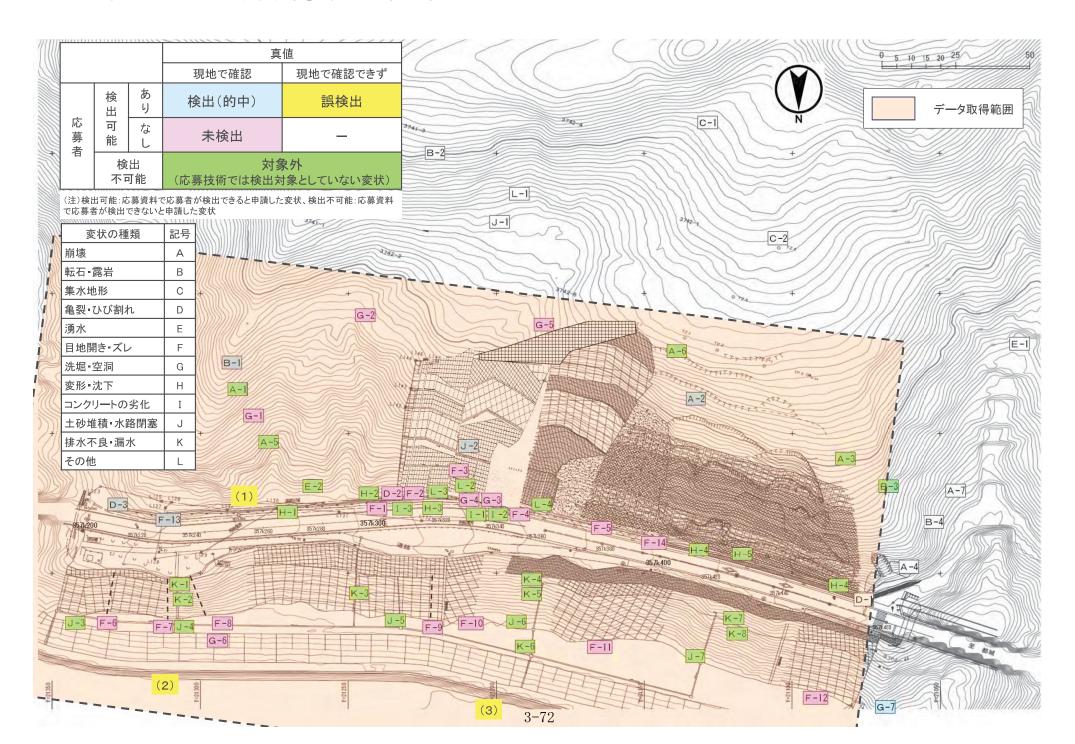
対象箇所と項目		技師A	技師B	技師C	技術員	地質調查員	普通作業員	単価	数量	金額
		51,200	41,600	32,800	29,000	27,200	16,800	早1四	奴重	(円)
	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3		0.6	0.7		- 1 24	55,340	1.0	55,340
国道10号下方斜面	伐採					1.0	1.0	44,000	1.0	44,000
1.234.185	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
	安定度調査(現地調査)	0.5		1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
国道10号	安定度調査(調査表作成)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
上方斜面	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15			10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05		0.05	0.05			5,650	1.0	5,650
									슴計	266,660

別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真





別紙3:「No1四家地区実証実験」確認できた変状等



真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

応募	技術で確認した変状等		判定	備考
変状の種類	規模	位置		
自然斜面の小規模崩壊	1938	A-2	検出(的中)	別表1 No6
露頭岩、うき		B-1	検出(的中)	別表1 No3
切土擁壁のひび割れ	幅2mm	D-3	検出(的中)	別表1 No1
切土擁壁の目地開き	最大25mm	F-13	検出(的中)	別表1 No2
河川側洗堀防止用根固めコンクリートの欠損		G-7	検出(的中)	別表1 No5
小段排水(2段目)	変状及び漏水なし	J-2	検出(的中)	別表1 No4
露頭岩、うき		(1)	誤検出	別表1 No7
河川側擁壁の目地の漏水		(2)	誤検出	別表1 No8
河川側擁壁の目地の漏水		(3)	誤検出	別表1 No9
クラック	幅2mm、長さ1.5m	D-2	未検出	別表1 No10
擁壁目地部の開口	計測值119mm	F-1	未検出	別表1 No11
擁壁目地部の開口	計測值109mm	F-2	未検出	別表1 No12
擁壁目地部の開口	計測值103mm	F-3	未検出	別表1 No13
擁壁目地部の開口	幅4mm	F-4	未検出	別表1 No14
擁壁目地部の開口	幅4mm、うき150×200mm、欠損100×130mm	F-5	未検出	別表1 No15
吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口(幅1cm)	F-6	未検出	別表1 No16
吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口	F-7	未検出	別表1 No17
吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口(幅1.5cm)	F-8	未検出	別表1 No18
吹付のり枠の目地部の開口・段差	のり枠横断方向に連続した目地の開口や段差(幅2cm、段差 4.5cm(初期値))	F - 9	未検出	別表1 No19
吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口	F-10	未検出	別表1 No20
吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口。周囲ののり枠やアンカーに変状なし	F-11	未検出	別表1 No21
吹付のり枠の目地部の開口	のり枠横断方向に連続した目地の開口	F-12	未検出	別表1 No22
擁壁の目地ズレ	擁壁のエラスタイトの目地のずれ	F-14	未検出	別表1 No23
表流水の流下跡	自然斜面の東側方部に形成されるガリ浸食	G-1	未検出	別表1 No24
ガリ浸食付近の吸出し	斜面東側のガリ浸食上部に吸出しあり	G-2	未検出	別表1 No25
「重力式擁壁+落石防護柵」背面の洗堀	延長約20mで擁壁背面が洗堀	G-3	未検出	別表1 No26
擁壁背後の洗堀	近年拡大した兆候は認められない	G-4	未検出	別表1 No27
のり枠工脇の洗堀	規模1m×0.5m	G-5	未検出	別表1 No28
のり枠下部の洗堀	洗堀により泥岩が露頭。洗堀:幅2.5m×深さ1m(初期値)	G-6	未検出	別表1 No29

⁽注1)「検出」、「誤検出」では応募者からの報告結果を、「未検出」では点検業者または事務局が確認した結果を記載している

⁽注2)応募者から申告があったが、点検業者、事務局で確認できなかった変状等は「誤検出」と仮定し記載している

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	D-3	検出(的中)	0 3 10m 0 70m 0 30m 0 60m 0 50m 0 50m 0 50m 0 70m 0 70m 1 10m	
No2	F-13	検出(的中)	目地の開きB-2.5cm 0.025m 目地の開きB-1.9cm	
No3	B - 1	検出(的中)		
No4	J - 2	検出(的中)		
No5	G-7	検出(的中)		
No6	A-2	検出(的中)		

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No7	(1)	誤検出		
No8	(2)	誤検出		
No9	(3)	誤検出		
No10	D-2	未検出		
No11	F-1	未検出		
No12	F-2	未検出		

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No13	F-3	未検出		
No14	F-4	未検出		
No15	F-5	未検出		
No16	F-6	未検出		
No17	F-7	未検出		
No18	F-8	未検出		

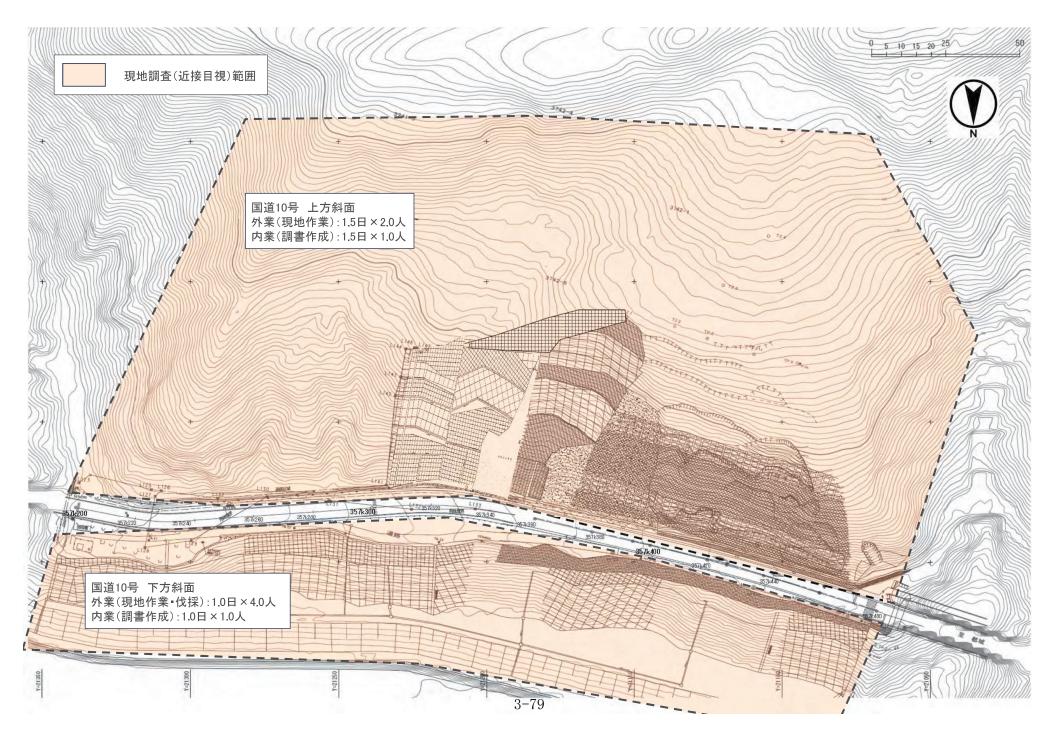
真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No19	F-9	未検出		
No20	F-10	未検出		
No21	F-11	未検出		
No22	F-12	未検出		
No23	F-14	未検出		
No24	G-1	未検出		

真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No25	G-2	未検出		
No26	G-3	未検出		
No27	G-4	未検出		
No28	G-5	未検出		
No29	G-6	未検出		
No30				

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



技術番号	応募技術27		
カタログ分類	画像計測	点検対象	土工構造物:切土法面、落石防護柵 自然斜面:落石崩壊
技術名	LPデータと衛星SARによる道路土工点 検及び防災点検の効率化	開発者名	基礎地盤コンサルタンツ株式会社

実験日 | - - - | 天候 | - | 気温 | - | 風速 | - | 実験場所 | 宮崎県宮崎市四家地区(既存LPデータの貸与)

北向きの自然斜面であり、植生がかなり 繁茂している。地すべり地区であり、斜面の 一部には「法枠+アンカー」、道路脇には落 石防護柵が施工されている。また斜面上部 には集水井が設置されている。

実証実験フィールドの全景は別紙1を参 照。





実験で確認できた変状等	不安定落石源、ガリ一浸食、崩壊、集水地形
実験における提出物	 報告書 危険箇所抽出図(LP傾斜量図、CS立体図:地すべりブロックの設定含む) 干渉SAR時系列解析結果図 鉛直変位整理結果図 変動区分図

実験条件等

- ・九州地整より貸与した既存LPデータを用いて道路災害危険箇所の抽出を実施
- SAR衛星干渉解析により当該エリアの地盤変位の測定を実施

実験方法(手順)

現地作業:

九州地整より貸与したLPデータを用いるため、今回の実証実験では現地作業はなし。

内業:

- ①既存LPデータを用いた道路災害危険箇所の抽出
- -微地形表現図(傾斜量図、CS立体図)の作成
- 不安定地形の抽出
- ・危険箇所抽出図、地すべりブロックの設定
- ②衛星SAR干渉解析による地盤変位の測定
- •干渉SAR時系列解析
- •変位の鉛直成分を算出
- 変動ランクの評価
- ③提出資料の作成(危険箇所抽出図、干渉SAR時系列解析結果図、鉛直変位整理結果図、変動区分図)

計測機器等

九州地整より貸与したLPデータを用いたため、今回の実証実験では現地作業はなし。

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は「別紙2:実証実験フィールドの調査経路及びデータ取得範囲」を参照。

実験結果

実験結果(確認できた変状等)は「別紙3:実証実験フィールドで確認できた変状等」を参照。

実験の歩掛

現地作業:

九州地整より貸与した既存LPデータを用いるため、現地作業なし。

<u> 内業:</u>

- ①LPデータによる道路災害危険箇所の抽出
 - ■微地形表現図の作成:技師B 0.5人
 - ●不安定地形の抽出:主任技師 0.5人、技師B 1人
- ・地すべりブロックの設定:主任技師 0.25人、技師B 0.5人
- ②衛星SAR干渉解析による地盤変位の測定
- •干涉SAR時系列解析:主任技師 2人、技師B 18人
- ■変位の鉛直成分の算出:主任技師 0.5人、技師B 1.5人
- ■変動ランクの評価:主任技師 0.5人、技師B 1.5人
- ③提出資料の作成
 - ●危険箇所抽出図:技師B 1.5人
 - •干涉SAR時系列解析結果図:技師B 1.5人
- •鉛直変位整理結果図:技師B 1.5人
- •変動区分図:技師B 1.5人

実験費用

直接人件費(合計:¥1,426,150-)

- ①LPデータによる道路災害危険箇所の抽出
- 微地形表現図の作成:¥20,800-
- ■不安定地形の抽出:¥70,900-
- 地すべりブロックの設定:¥35,450-
- ②衛星SAR干渉解析による地盤変位の測定
- ■干渉SAR時系列解析:¥866,000-
- ■変位の鉛直成分の算出:¥91,700-
- ■変動ランクの評価:¥91,700-
- ③提出資料の作成
- •危険箇所抽出図:¥62,400-
- ▼干渉SAR時系列解析結果図:¥62,400-
- ■鉛直変位整理結果図:¥62,400-
- ■変動区分図:¥62,400-

従来技術の歩掛(参考)

点検業者による現地踏査(近接目視調査)を「従来技術」と定義する。 従来技術による調査範囲を別紙4に示す。従来技術による歩掛を以下に示す。

外業(現地点検)まとめ

	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員	
国道10号	高盛土(20m未満)			2	
下方斜面	伐採		7 1 1		
	安定度調查(50m未満)	1	1	2	
	特定土工_経過観察	1	0.5	2	
-	合計	3	2.5	8	

内業(点検調書作成)まとめ

5 5 5	点検箇所	箇所数	日数(日)	作業人員
国道10号 下方斜面	高盛土(20m未満)	1	1	1
PER VET I O . J	安定度調査(50m未満)	1	1	- 1
	特定土工_経過観察	1	0.5	1
	合計	3	2.5	3

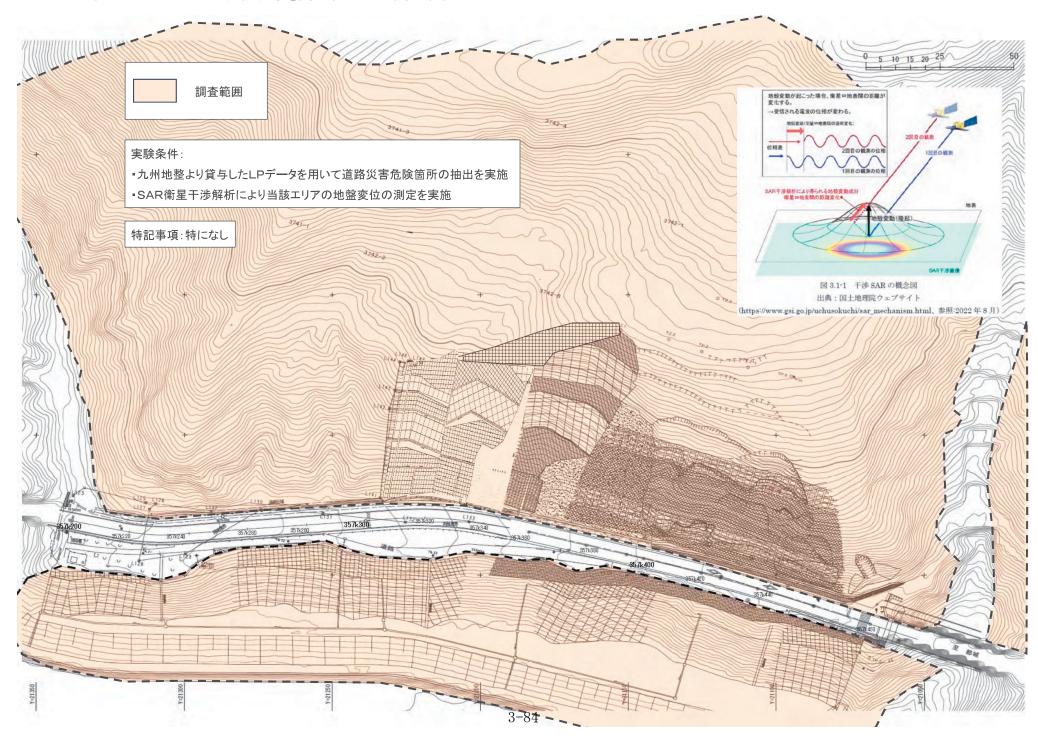
真値確認点検に係る現地点検・調書作成の費用

	社会等にして日		技師B	技師C	技術員	地質調查員	普通作業員	単価	数量	金額
対象箇所と項目		51,200	41,600	32,800	29,000	27,200	16,800	- 4 -1m	90X IIII.	(円)
	高盛土点検(最大法面高20m未満)	0.3		0.6	0.7		I B.L.	55,340	1.0	55,340
国道10号下方斜面	伐採					1.0	1.0	44,000	1.0	44,000
1 23 44 188	点検調書作成(健全度判定含む)	0.2	7 1	0.3	0.4	7=1		31,680	1.0	31,680
	安定度調査(現地調査)	0.5	1	1.0	1.0			87,400	1.0	87,400
国道10号	安定度調査(調査表作成)	0.2		0.3	0.4			31,680	1.0	31,680
上方斜面	長大切土点検(経過観察)			0.20	0.15	[= = [10,910	1.0	10,910
	点検調書作成(既存調書の更新)	0.05	ja	0.05	0.05	1	1	5,650	1.0	5,650
						TIE E			合計	266,660

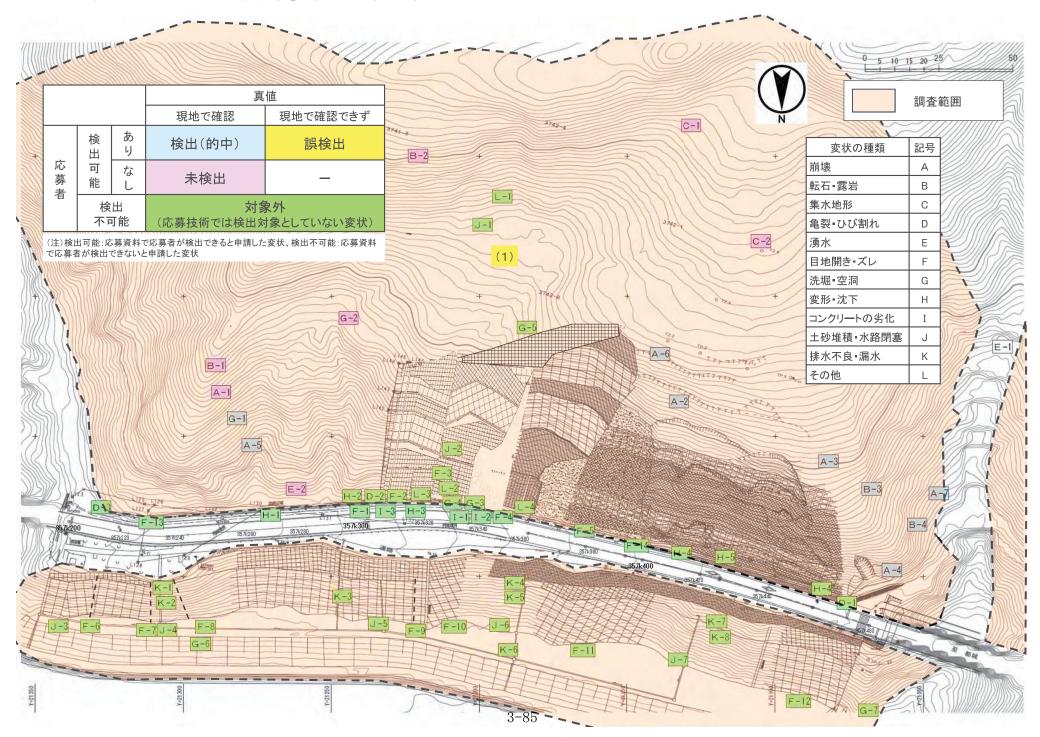
別紙1:「土工構造物点検及び防災点検の効率化技術導入促進」No1四家地区実証実験フィールドの全景写真



別紙2:「No1四家地区実証実験」調査経路及び調査範囲



別紙3:「No1四家地区実証実験」確認できた変状等



真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

		判定	備考	
変状の種類	規模	位置		
崩壊	倒木による表層崩壊	A-2	検出(的中)	別表1 No3
法枠付近の崩壊跡	終点側の法枠付近に崩壊跡あり	A-3	検出(的中)	別表1 No11
石積擁壁上部の崩壊跡	石積擁壁上部に小崩壊跡が分布	A-4	検出(的中)	別表1 No12
崩壊	斜面末端部の崩壊	A-5	検出(的中)	別表1 No6
遷急線	地すべりブロック上面末端部の斜面頭部	A-6	検出(的中)	別表1 No5
崖錐 露岩部	斜面裾部の崖錐	A-7	検出(的中)	別表1 No9
露岩部	転石の可能性のある露岩部	B-3	検出(的中)	別表1 No14
不安定落石源	終点側の地すべり側方斜面に落石が集積	B-4	検出(的中)	別表1 No7
ガリ―浸食	0次谷頭部	G-1	検出(的中)	別表1 No2
湿地	凹地場であるが湿地とはなっていない	(1)	誤検出	別表1 No8
起点側の崩壊跡	崩壊高1.3m程度。過去に複数の小崩壊が発生したと推定される。滑落高さ1.3m	A-1	未検出	別表1 No10
崩壊跡中間付近の転石	斜面方向が道路縦断方向と概ね平行。道路上への落石の 可能性低い	B-1	未検出	別表1 No1
斜面上部の露岩箇所(不安定な露岩)	やや不安定だが斜面下部に平坦面があり、道路上への落石 の可能性低い(未判読であるがCS立体図には現れている)	B-2	未検出	別表1 No13
集水井上部の地形状況	凹部が形成され集水地形となる	C-1	未検出	別表1 No4
集水井西側の斜面	中央に向かい集水地形となる	C-2	未検出	別表1 No17
斜面末端部の状況	表流水流下跡があり、末端排水桝は土砂が溜まり機能が低 下する	E-2	未検出	別表1 No15
ガリ浸食付近の吸出し	斜面東側のガリ浸食上部に吸出しあり	G-2	未検出	別表1 No16

⁽注1)「検出」、「誤検出」では応募者からの報告結果を、「未検出」では点検業者または事務局が確認した結果を記載している

⁽注2)応募者から申告があったが、点検業者、事務局で確認できなかった変状等は「誤検出」と仮定し記載している

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No1	B - 1	未検出		
No2	G-1	検出(的中)	ガリー浸食	
No3	A-2	検出(的中)	崩壊	
No4	C-1	未検出		
No5	A-6	検出(的中)		
No6	A-5	検出(的中)	的境	

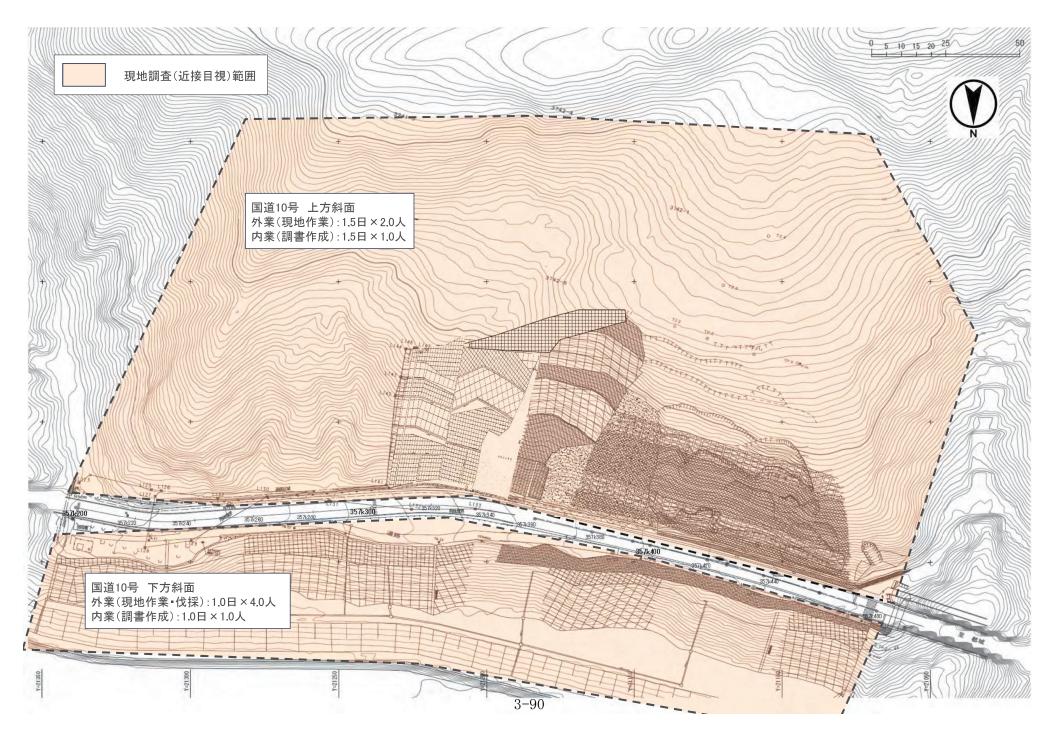
別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No7	B-4	検出(的中)	不安定落石源	
No8	(1)	誤検出	湿地	
No9	A-7	検出(的中)	産組	
No10	A-1	未検出		
No11	A-3	検出(的中)		
No12	A-4	検出(的中)		

別表1:真値(現地で実在を確認した変状等)との比較結果(No1四家地区)

番号	変状の位置	判定	応募者からの報告結果	点検業者または事務局が確認した結果
No13	B - 2	未検出		
No14	B-3	検出(的中)		
No15	E-2	未検出		
No16	G-2	未検出		
No17	C-2	未検出		
No18				

別紙4: 点検業者による「No1四家地区実証実験フィールド」の現地調査(近接目視)の範囲



3.2 平塚地区における実証実験

3.2.1 実証実験の概要

名称:平塚地区

場所:宮崎県宮崎市平塚地区

特徴:一般国道10号新道(都城道路)に位置する道路カルバートである。カルバートの構造形式は1連RCボックスカルバートであり、諸元は内空幅7.0m×内空高4.5m、延長47.5m(4ブロッ

ク)であり、土被り厚さは1.6~2.4mである。当該カルバートの概要を写真3.2.1に示す。

実証実験の時期:令和5年4月中旬



(a)起点側(財部側)



(b)終点側(都城市街側)

写真3.2.1 No2平塚地区の概要

(1)実証実験の参加技術

実証実験に参加したカルバート関連の2技術を表3.2.1に示す。

表3.2.1 実証実験(No2平塚地区)に参加したカルバート関連2技術

応募技術	技術名称	応募者名	
No19	ボックスカルバートにおける 3D データ を活用した点検	丶 /	 ブロックの頂版・ 側壁・ウイング ブロックの頂版・ 側壁
No23	デジタル打音検査とデジタル目視点検の 統合システム	原子燃料工業㈱	1~4 ブロックの頂 版・側壁

(2)実証実験の方法

当該カルバートの概要を図3.2.1に示す。実証実験は、当該カルバートの頂版、側壁、ウイングを計測対象として実施した。各応募技術の調査範囲を表3.2.1に示す。

計測は、各応募技術が保有する計測方法で行い、計測対象のクラックや浮き・剥離などの有無 を調査した。計測手順、調査範囲など実験方法の詳細は、各応募技術の性能確認シートを参照さ れたい。

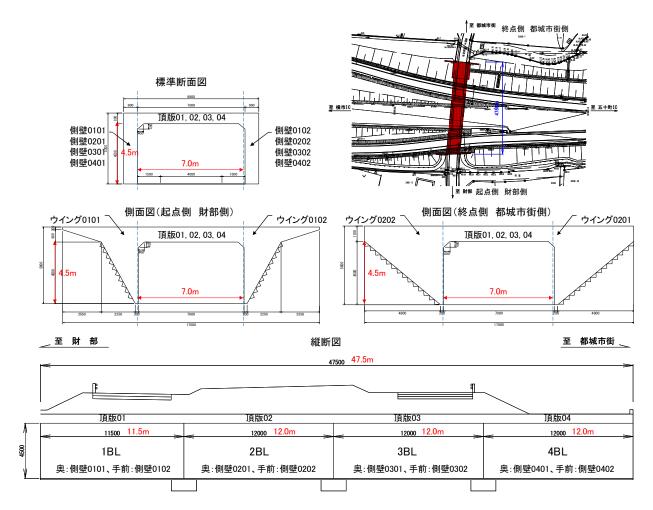


図3.2.1 当該カルバートの概要図

(3)実証実験結果の整理方法

実証実験フィールドで実施した点検業務では、「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」 (平成31年3月、国土交通省 道路局 国道・技術課)に基づき写真3.2.2に示す点検を実施しており、 この点検において実在を確認した計測対象(カルバート頂版・側壁・ウイング)の変状等*を 【真値】と設定した。【真値】を表3.2.2に示す。

この【真値】と応募者より提出された実験結果を比較し、応募技術が計測対象で生じている変状等を検出できるか否かを確認した。

※「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(平成31年3月)に基づく点検の打音検査では「浮き・剥離」は確認されなかった



(a)クラック検査(全景)



(b)クラック検査(近景)



(c)打音検査(全景)



(d)打音検査(近景)

写真3.2.2 No2平塚地区の点検状況

表3.2.2 No2平塚地区カルバート真値※

ブロック						写真番号(別表1)											
		名称	記号	部材番号	位置	変状の種類	大きさ										
		頂版	Cr	01	ひび割れ1BL-1	ひび割れ	W=0.5mm, L=1700mm	1,2									
			Sw	0101	ひび割れ1BL-2	ひび割れ	W=0.2mm, L=2700mm	3,4									
		側壁(左側)	SW	0101	ひび割れ1BL-3	ひひ割れ	W=0.1mm	5,6									
			Sw	0101	剥離・鉄筋露出1BL-1	剥離·鉄筋露出	30mm × 30mm	7,8									
		側壁(右側)	Sw	0102	ひび割れ1BL-4	ひび割れ	W=0.1mm	9,10									
1	カルバート	ウイング(左側)	Ww	0101	ひび割れ1BL-5	ひび割れ	W=0.1mm	11,12									
		ワイング (左側)	Ww	0101	その他(開き)1BL-1	その他(開き)	W=20mm	13,14									
			Ww	0102	ひび割れ1BL-6	ひび割れ	W=0.6mm, L=2600mm	15,16									
		ウイング(右側)	Ww	0102	漏水·遊離石灰1BL-1	漏水•遊離石灰	L=500mm	17									
			Ww	0102	その他(開き)1BL-2	その他(開き)	W=25mm	18,19									
		排水路	Xx	0101	ひび割れ1BL-8	ひび割れ	W=1.6mm, L=800mm	24,25									
		頂版	Cr	02	ひび割れ2BL−1	ひび割れ	W=0.35mm, L=1450mm	33,34									
2	カルバート	側壁(左側)	Sw	0201	ひび割れ2BL-2	ひび割れ	W=0.1mm	35,36									
		側壁(右側)	Sw	0202	ひび割れ2BL-3	ひび割れ	W=0.15mm	37,38									
		ルバート 頂版		ľ	ひび割れ3BL-1		W=0.4mm, L=2500mm	41									
			ルバート 頂版	Cr	03	ひび割れ3BL-2	ひび割れ	W=0.35mm, L=3300mm	42								
3	カルバート			頂版	頂版	頂版	頂版	頂版	頂版	頂版	頂版	Oi	03	^{'3} ひび割れ3BL-3	0.0.5146	W=0.3mm, L=4300mm	43
3	73707 (1							ひび割れ3BL-4		W=0.3mm, L=3200mm	44						
			Cr	03	その他(段差)3BL-1	その他(段差)	h=35mm	45,46									
		側壁(右側)	Sw	0302	ひび割れ3BL-5	ひび割れ	W=0.2mm, L=300mm	47									
				ſ	ひび割れ4BL-1		W=0.3mm, L=2100mm	51									
		頂版	Cr	04	ひび割れ4BL−2	ひび割れ	W=0.4mm, L=4300mm	52									
		J戶/IIX	Oi	04	ひび割れ4BL-3	いい言れた	W=0.3mm, L=5100mm	53,54									
4	カルバート				ひび割れ4BL-4		W=0.4mm, L=5000mm	55,56									
7	73,27	側壁(左側)	Sw	0401	ひび割れ4BL-5	ひび割れ	W=0.2mm, L=3400mm	57									
		側壁(右側)	Sw	0402	ひび割れ4BL-6	ひび割れ	W=0.3mm, L=1000mm	58									
		ウイング(左側)	Ww	0201	ひび割れ4BL-7	ひび割れ	W=0.5mm, L=500mm W=0.5mm, L=400mm	59,60									

※「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」 (H31.3) に基づき実在を確認した変状等。実証実験の調査範囲であるカルバート頂版・側壁・ウイングで実在を確認した変状等のみを示す

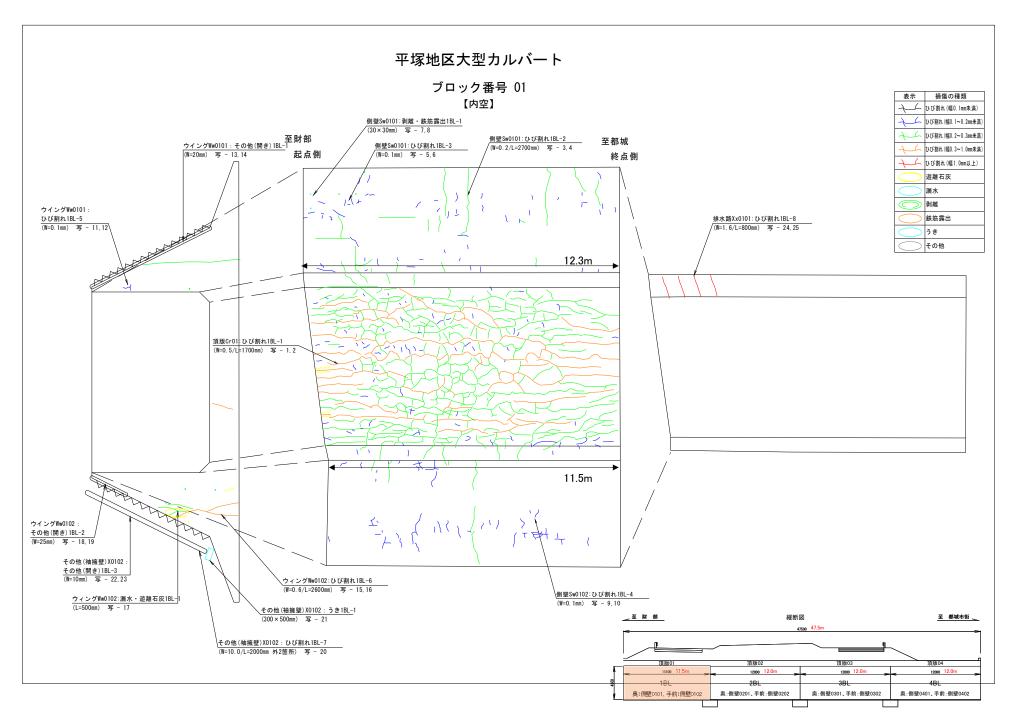


図3.2.2 「No2平塚地区実証実験」確認できた変状等【真値】内空1BL~4BL

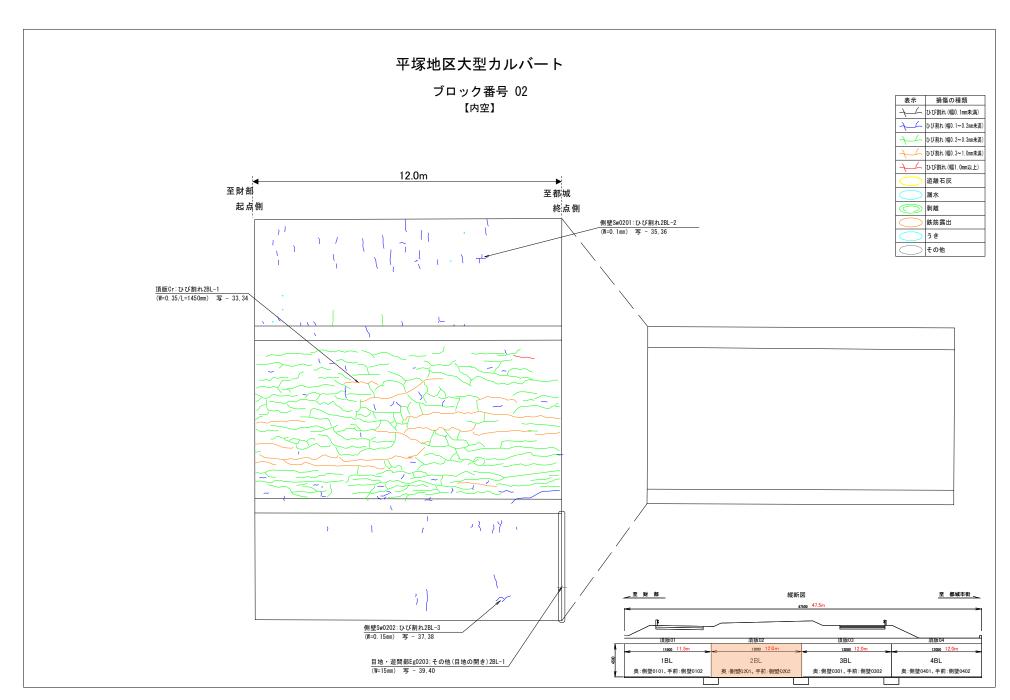


図3.2.2 「No2平塚地区実証実験」確認できた変状等【真値】内空1BL~4BL

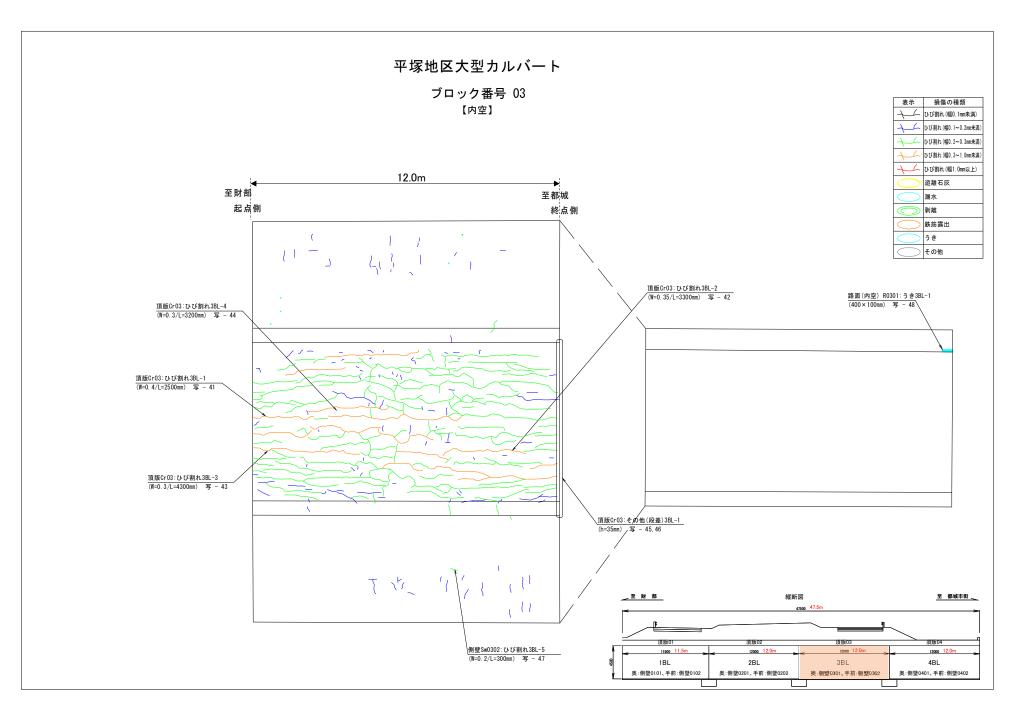


図3.2.2 「No2平塚地区実証実験」確認できた変状等【真値】内空1BL~4BL

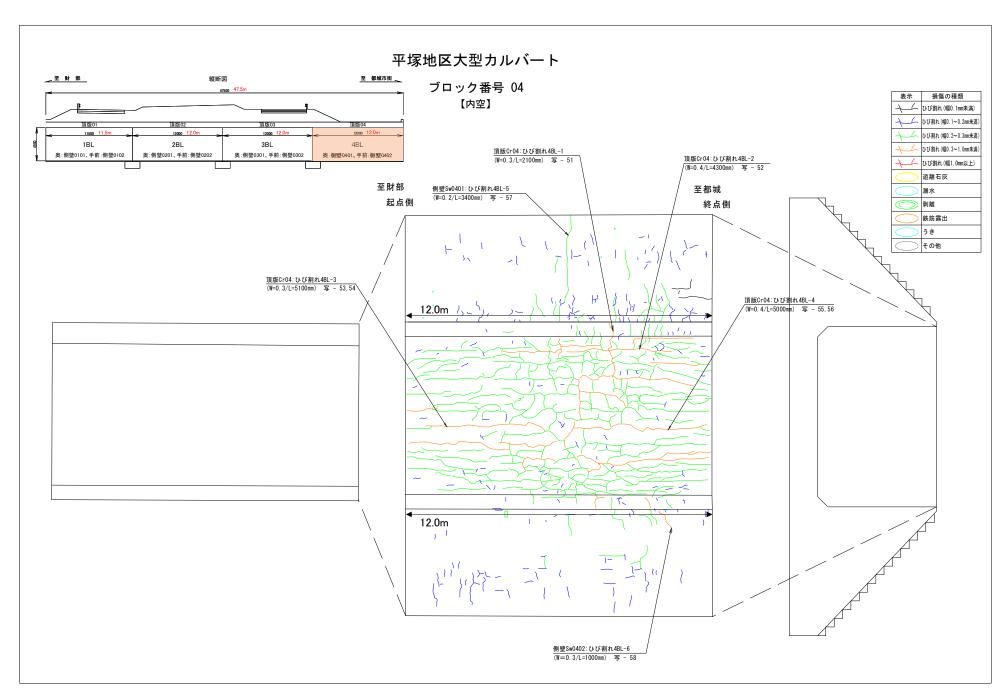


図3.2.2 「No2平塚地区実証実験」確認できた変状等【真値】内空1BL~4BL

表3.2.3 No2平塚地区カルバート真値(「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(H31.3)に基づき実証実験のカルバート頂版・側壁・ウイングで実在を確認した変状等)

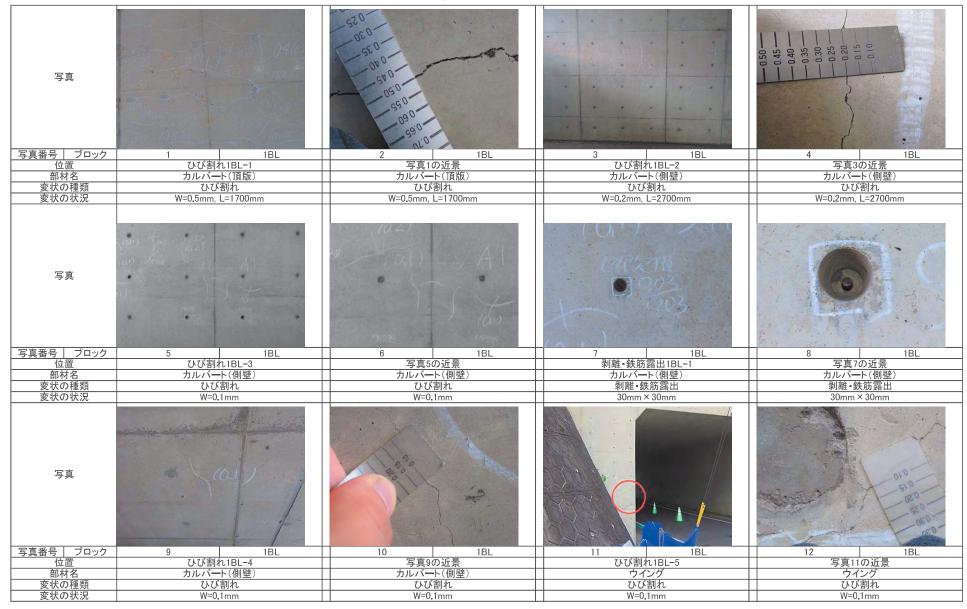


表3.2.3 No2平塚地区カルバート真値(「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(H31.3)に基づき実証実験のカルバート頂版・側壁・ウイングで実在を確認した変状等)



表3.2.3 No2平塚地区カルバート真値(「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(H31.3)に基づき実証実験のカルバート頂版・側壁・ウイングで実在を確認した変状等)



表3.2.3 No2平塚地区カルバート真値(「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(H31.3)に基づき実証実験のカルバート頂版・側壁・ウイングで実在を確認した変状等)

	0.50 0.50 0.45 0.35 0.35 0.25 0.25 0.10		08.0 - 0.30 - 0.30 - 0.30 - 0.30 - 0.30 - 0.30	
53 4BI	54 4BI	55 4BI	56 4BL	
			写真55の近景	
カルバート(頂版)	カルバート(頂版)		カルバート(頂版)	
ひび割れ	ひび割れ	ひび割れ	ひび割れ	
W=0.3mm, L=5100mm	W=0.3mm, L=5100mm	W=0.4mm, L=5000mm	W=0.4mm, L=5000mm	
			0.10 0.15 0.20 0.25 0.35 0.35 0.45 0.55 0.05 0.70 0.70	
57 4BL	58 4BL	59 4BL	60 4BL	
ひび割れ4BL-5	して割れ4BL−6		写真59の近景	
カルバート(側壁)	カルバート(側壁)	ウイング	ウイング	
ひび割れ	ひび割れ	ひび割れ	ひび割れ	
W=0.2mm, L=3400mm	W=0.3mm, L=1000mm	W=0.5mm, L=500mm W=0.5mm, L=400mm	W=0.5mm, L=500mm W=0.5mm, L=400mm	
	ひび割れ4BL-5 カルベート(側壁) ひび割れ	53 4BL 54 4BL 写真53の近景 カルパート(頂版) カルパート(頂版) カルパート(頂版) ひび割れ W=0,3mm, L=5100mm W=0,3mm, L=5100mm W=0,3mm, L=5100mm Dが割れ4BL-5 カルパート(側壁) カルパート(側壁) ひび割れ ひび割れ ひび割れ	53 4BL 54 4BL 55 ABL 5	

3.2.2 実証実験を実施した技術

技術名称	応募者名
ボックスカルバートにおける 3D データを活用した点検	ジビル調査設計㈱
デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム	原子燃料工業㈱ (有)マサクリーン

技術番号	応募技術19						
カタログ分類	画像計測		点検対象	土工構	造物:カル	バート	
技術名	ボックスカルバートにおける3Dラ 活用した点検	開発者名	ジ	ビル調査詞	设計株式	会社	
実験日	4月19日	天候	くもり	気温	21.4°C	風速	0m/s

一般国道10号新道(都城道路)に位置する道路カルバートである。

構造形式は1連RCボックスカルバートであり、内空幅7.0m×内空高4.5m、延長47.5m(4BL)であり、土被り厚さは1.6~2.4mである。

当該カルバートの概要は別紙1を参照。





実験で確認できた変状等	ひび割れ
実験における提出物	1)点検記録 2)損傷図(ひび割れ分布図) 3)ひび割れ集計表 4)3D動画

実験条件等

- •天候:くもり
- 時間帯:昼(9:00~14:40)
- •交通規制:片側交互通行
- ・当該カルバートの起点側(財部側)の約半分(1BL及び2BL 延長約25m)の頂版及び側壁を計測対象とし、実証実験を実施した
- ・計測対象範囲に画像合成用のマーキングテープを明示し、計測を実施。計測(撮影)ピッチは起点から終点側で0.3m、終点から起点側で0.2mとした
- ・【真値】は、「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(平成31年3月、国土交通省 道路局 国道・技術課)に基づいた点検において実在を確認した計測対象の変状とし、【真値】と実験結果を比較した

実験方法(手順)

現地作業:

- ①資材の準備・組立:ハイエース1台で資材を運搬。作業人員は3名
- ②カメラの動作確認
- ③計測準備:計測対象範囲に画像合成用のマーキングテープを明示
- ④計測及び確認:計測範囲(1BL及び2BL 延長約25m)に対して、起点から終点側で0.3m、終点から起点側で0.2mの計測(撮影)ピッチで計測を実施。計測は、計測範囲を4つに区間分けして実施
- ⑤片付け

内業:

- ①計測データの整理
- ②3Dモデルの作成(自動合成)
- ③オルソ画像の作成
- ④AIによる損傷箇所の抽出
- ⑤抽出結果(損傷箇所)の整理

計測機器等



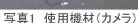




写真2 使用機材(タブレットPC)



写真3 計測機器の組み立て







写真5 現地計測(側壁)



写真6 計測データの確認

計測経路

計測経路及び計測データ取得範囲は別紙2を参照。

実験結果

実験結果は別紙3を参照。

実験の歩掛

現地作業: 計測機器の運転手1名、写真確認1名、通常カメラによる撮影1名。合計3名

■準備工

KY活動(9:00~9:05)、資材準備・組立(9:05~10:00)、カメラ動作確認(10:00~10:15)

■計測工

計測準備及び計測①(10:15~10:25, 10:25~11:05) カルバート起点側からみて左側側壁を計測(撮影)計測準備及び計測②(11:10~11:30, 11:30~11:55) カルバート起点側からみて右側側壁を計測(撮影)カメラ位置変更(12:30~12:50)

計測準備及び計測③(13:05~13:15, 13:15~13:50) カルバート起点側からみて右半分の頂版を計測(撮影)

計測準備及び計測④(13:50~13:55, 13:55~14:25) カルバート起点側からみて左半分の頂版を計測 (撮影)

•片付工

片付け(14:25~14:40) カメラの取り外しや計測機器の分解

内業:

■計測データの整理:技師C 0.12人

-3Dモデルの作成(自動合成):技師C 0.5人

・オルソ画像の作成:技師C 1.2人

-AIによる損傷箇所の抽出:技師C 0.5人

・抽出結果(損傷箇所)の整理:技師B 0.2人、技師C 0.5人

実験費用

	作業内容	技師A	技師B	技師C	技術員	ılv ≑±	合計
	下来內谷	¥55,200	¥45,300	¥35,600	¥31,600	/NaT	
TP 1 1 1 1 4	機材準備・組み立て			0.13	0.13	¥8,736	
現地作業(現場撮影)	データ撮影		0.44	0.44	0.44	¥49,500	¥62,268
(-51-19) 14X 3577	機材解体・後片付け			0.06	0.06	0.13 ¥8,736 0.44 ¥49,500 0.06 ¥4,032 ¥4,272 ¥17,800 ¥42,720 ¥17,800	
	データ整理			0.12		¥4,272	2
	3Dモデル作成(自動合成)			0.44 0.44 ¥4 0.06 0.06 3 0.12 3 0.5 ¥ 1.2 ¥	¥17,800		
内業	オルソ画像作成			1.2		¥42,720	¥109,452
	AI損傷抽出			0.5		¥17,800	
	抽出結果整理		0.2	0.5		¥26,860	

【従来技術の歩掛(参考)】

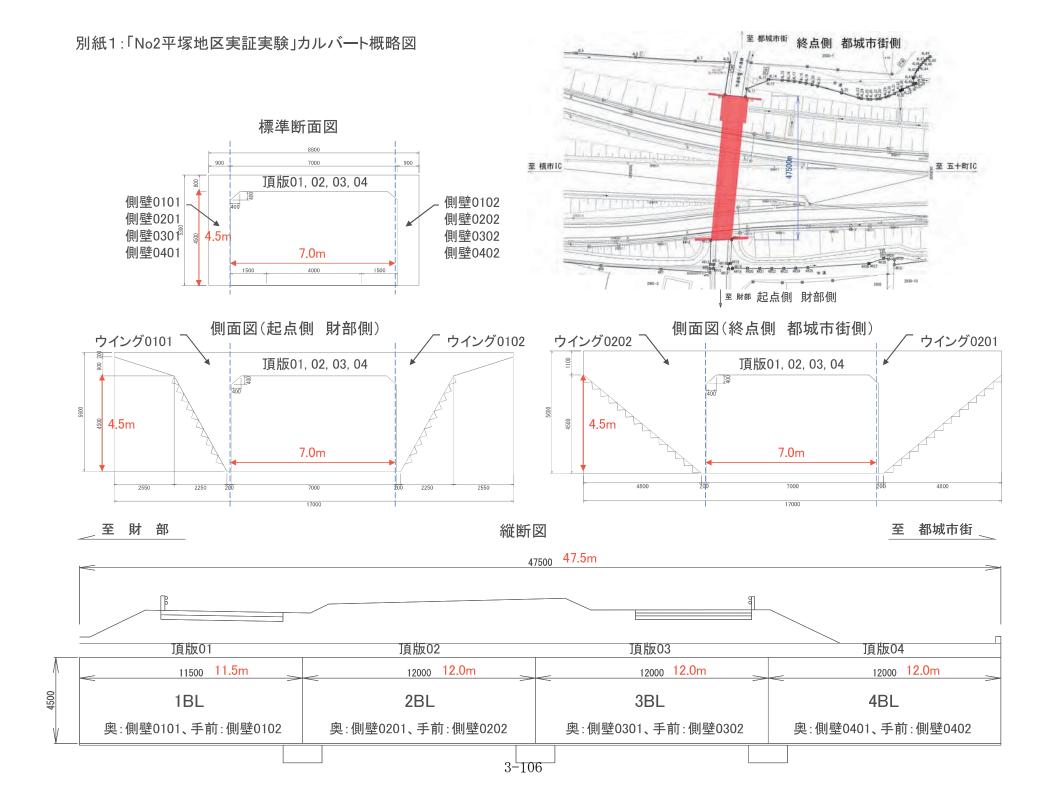
<u>現地作業:</u> 調査範囲:カルバート1~4ブロック(頂版、側壁、路面)及びウイング ・現場点検作業1日(技師B:1.0人、技師C:1.0人、技術員:2.0人)

<u>内業∶</u> ▪調書作成

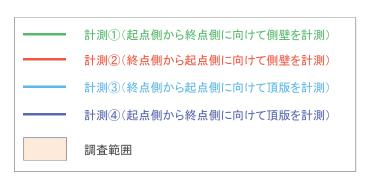
当該点検で要した費用:

●現地踏査~調書作成までの直接人件費:393,400円

■直接経費(交通規制等):122,320円 業務費用(経費込、税込):1,230,900円



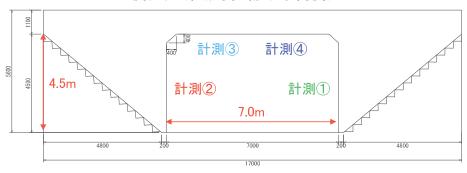
別紙2:「No2平塚地区実証実験」計測経路及び計測データ取得範囲

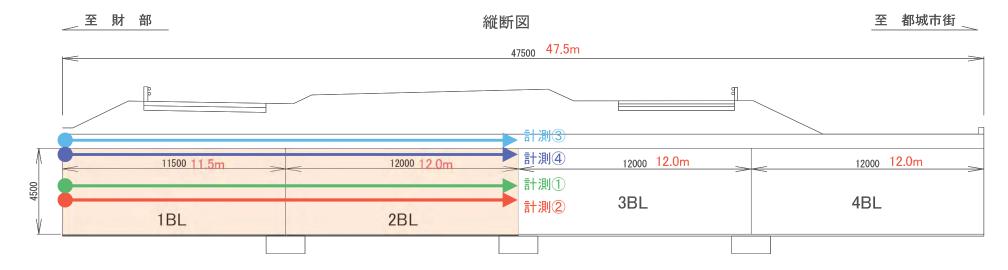


実験条件:

- 天候:くもり
- ▶時間帯:昼(9:00~14:40)
- ■交通規制:あり(片側交互通行)
- ・調査範囲は1BLの頂版・側壁・ウイングと2BLの頂版・側壁
- ・計測(撮影)間隔は起点から終点側で0.3m、終点から起点側で0.2m
- •計測対象に撮影画像の画像合成用マーキングを明示

側面図(終点側 都城市街側)



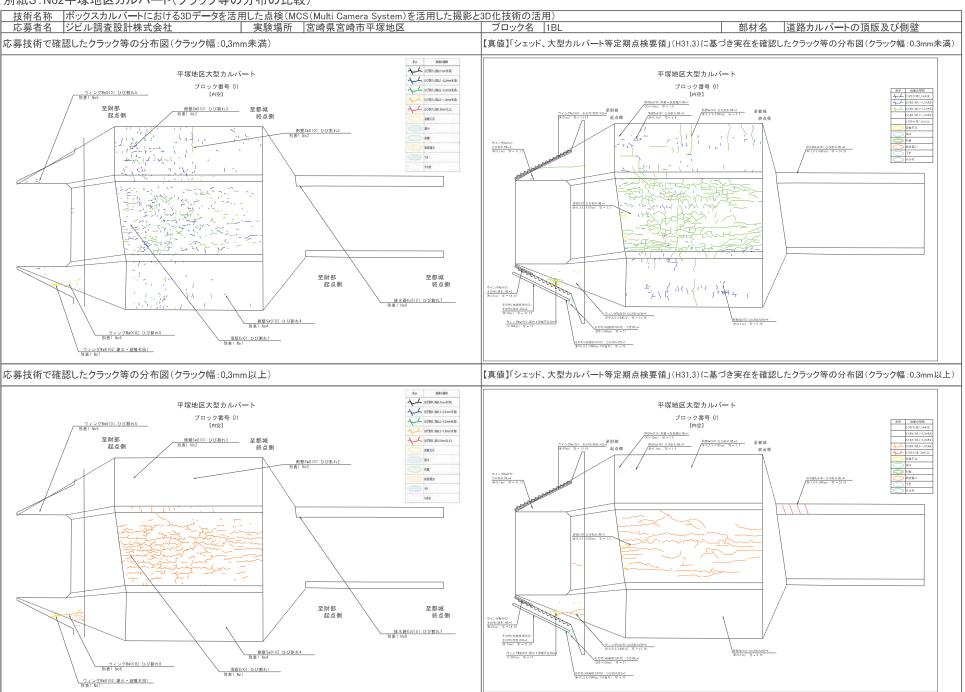


別紙3:No2平塚地区カルバート(応募技術19で確認した変状等)

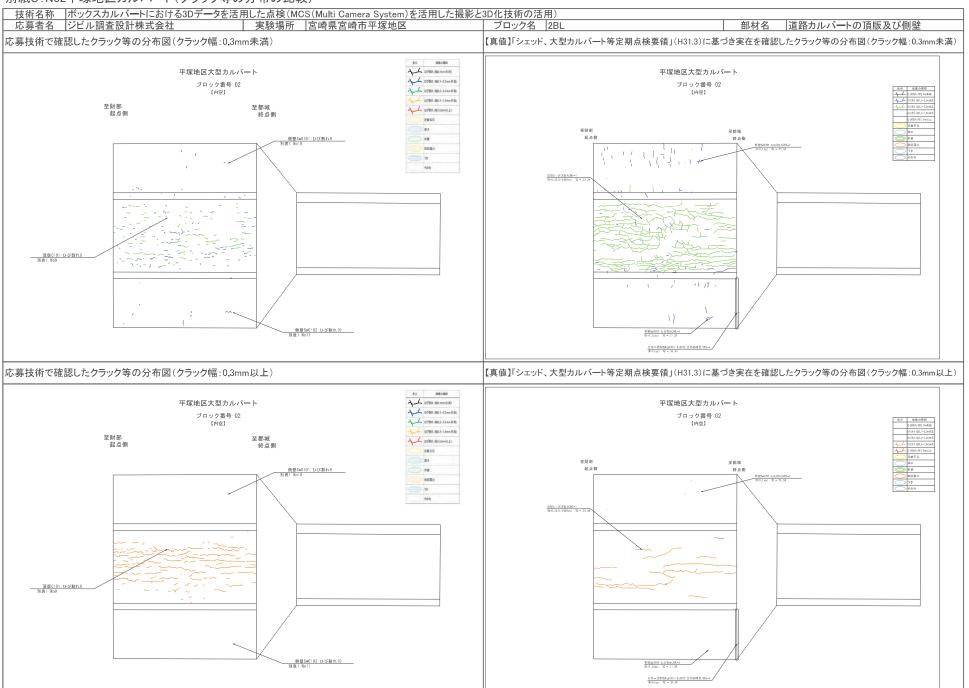
ブロック		部材			応募技	技術で確認した変状	Ì	真	.值	備考
	:	名称*	記号	部材番号	位置	変状の種類	大きさ	該当する変状	大きさ	
		頂版	Cr	01	ひび割れ1	ひび割れ	W=0.56mm	ひび割れ1BL-1	W=0.5mm, L=1700mm	別表1 No1
		側壁(左側)	Sw	0101	ひび割れ2	ひび割れ	W=0.20mm	ひび割れ1BL-2	W=0.2mm, L=2700mm	別表1 No2
		例至(在例)	Sw	0101	ひび割れ3	ひび割れ	W=0.18mm	ひび割れ1BL-3	W=0.1mm	別表1 No3
1	カルバート	側壁(右側)	Sw	0102	ひび割れ4	ひび割れ	W=0.13mm	ひび割れ1BL-4	W=0,1mm	別表1 No4
'	יו—רייטונו	ウイング(左側)	Ww	0101	ひび割れ5	ひび割れ	W=0.26mm	ひび割れ1BL-5	W=0.1mm	別表1 No5
		ウイング(右側)	Ww	0102	ひび割れ6	ひび割れ	W=1.04mm	ひび割れ1BL-6	W=0.6mm, L=2600mm	別表1 No6
		フィンフ(石関)	Ww	0102	漏水•遊離石灰1	漏水•遊離石灰		漏水•遊離石灰1BL-1	L=500mm	別表1 No7
		排水路	Xx	0101	ひび割れ7	ひび割れ	W=1.53mm	ひび割れ1BL-8	W=1.6mm, L=800mm	別表1 No8
		頂版	Cr	01	ひび割れ8	ひび割れ	W=0.77mm	ひび割れ2BL−1	W=0.35mm, L=1450mm	別表1 No9
2	カルバート	側壁(左側)	Sw	0101	ひび割れ9	ひび割れ	W=0.10mm	ひび割れ2BL-2	W=0.1mm	別表1 No10
		側壁(右側)	Sw	0102	ひび割れ10	ひび割れ	W=0.15mm	ひび割れ2BL-3	W=0.15mm	別表1 No11

⁽注)「側壁(左側)」は起点側からみて左側の側壁、「側壁(右側)」は起点側からみて右側の側壁を示す

別紙3:No2平塚地区カルバート(クラック等の分布の比較)



別紙3:No2平塚地区カルバート(クラック等の分布の比較)



別表1:応募技術と真値の比較結果(No2平塚地区)

番号	変状の位置	- 具個の比較相来(NOZ干塚地区) 応募者からの報告結果	点検業者の確認結果
No1	1BL カルバート (頂版) ひび割れ1	THE OF THE PARTY O	050 050 050 050 050 050 050 050 050 050
No2	1BL カルバート (側壁) ひび割れ2		- 0.50 - 0.45 - 0.30 - 0.20 - 0.20 - 0.15 - 0.10 -
No3	1BL カルバート (側壁) ひび割れ3		$\frac{10.2}{10.0}$ $\frac{10.2}{10.0}$ $\frac{10.2}{10.0}$ $\frac{10.2}{10.0}$ $\frac{10.2}{10.0}$ $\frac{10.2}{10.0}$
No4	1BL カルバート (側壁) ひび割れ4	# 81 O F	
No5	1BL カルバート (ウイング) ひび割れ5	10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 -	000 000 000 000 000
No6	1BL カルバート (ウイング) ひび割れ6		0.80 — 0.80 — 0.75 — 0.70 — 0.65 — 0.65 — 0.55 — 0.55 — 0.45 — 0.40 — 0.35 — 0.

別表1:応募技術と真値の比較結果(No2平塚地区)

番号	変状の位置	」 応募者からの報告結果	点検業者の確認結果
No7	1BL カルバート (ウイング) 漏水・遊離 石灰1	District States of the state of	97
No8	1BL その他(排水 路) ひび割れ7	ht mt mt mt mt i	00.1 00.1 00.1 00.1 00.1 00.1 00.1 00.1
No9	2BL カルバート (頂版) ひび割れ8	The state of the s	910- 020- 920- 080- 000- 900-
No10	2BL カルバート (側壁) ひび割れ9		0.00
No11	2BL カルバート (側壁) ひび割れ10		0.30 0.25 0.15 0.10
No12			

技術番号	応募技術23						
カタログ分類	非破壊検査		点検対象	土工構	造物:カル	バート	
技術名	デジタル打音検査とデジタル目 の統合システム	視点検	開発者名	原	京子燃料工	.業株式:	会社
実験日	4月17日	天候	晴れ	気温	19.2°C	風速	2m/s

実験日 4月17日 実験場所 宮崎県宮崎市平塚地区

一般国道10号新道(都城道路)に位置する道路カルバートである。

構造形式は1連RCボックスカルバートであり、内空幅7.0m×内空高4.5m、延長47.5m(4BL)であり、土被り厚さは1.6~2.4mである。

当該カルバートの概要は別紙1を参照。





実験で確認できた変状等	ひび割れ
	1)実証実験結果報告書
実験における提出物	

実験条件等

- •天候:晴れ
- •時間帯:昼(8:55~15:25)
- •交通規制:片側交互通行
- ・ 当該カルバートの頂版及び側壁を計測対象とし、実証実験を実施した
- ・計測対象に対して、人力による打音検査と目視検査を行い、対象範囲を0.5mピッチで計測(変状が多い 箇所はより密に計測を実施)
- ・【真値】は、「シェッド、大型カルバート等定期点検要領」(平成31年3月、国土交通省 道路局 国道・技術課)に基づいた点検において実在を確認した計測対象の変状とし、【真値】と実験結果を比較した

実験方法(手順)

<u>現地作業:</u>

- ①資材の準備:普通車1台で資材を運搬。作業人員は3名(頂版計測時3名、側壁計測時2名)
- ②計測機器のキャリブレーション:計測機器の感度の確認、計測前後で実施
- ③計測準備:計測対象にチョーキング。なお、チョーキングは全ての計測完了後に除去
- ④計測及び確認:計測範囲に対して、0.5mピッチ(計測の標準ピッチ)で打音・周波数計測を実施。なお、 頂版計測時は、長尺棒を使用して計測を実施。計測結果の確認(タブレットによる打音時の周波数の確認)は、計測と併行して実施
- ⑤片付け
- ※計測範囲:側壁(1BL~4BL)、頂版(1BL~4BL)

<u>内業:</u>

- ①データ解析、評価(評価指標の抽出、判定)
- ②検査結果の整理(ひび割れ変状図の作成)
- ③報告資料の作成

計測機器等







写真1 使用機材

写真2 キャリブレーション

写真3 計測準備





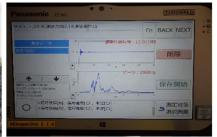


写真6 計測データの確認

計測経路

計測経路は別紙2、計測データ取得範囲は別紙3を参照。

実験結果

・実験結果(側壁及び頂版)は別紙4を参照。

実験の歩掛

現地作業:合計3名(頂版計測時3名、側壁計測時2名)

準備工

KY活動(8:55~9:00)、資材運搬(9:00~9:05)

- 計測工

キャリブレーション①(9:05~9:10) 計測機器の感度の確認

計測準備①(9:15~9:25) 起点側からみて左側側壁の計測箇所にチョーキングを実施

計測①(9:25~10:10) 終点側から起点側の側壁の打音計測

計測②(10:20~11:30) 起点側から終点側の頂版の打音計測

計測準備③(13:05~13:15) 起点側からみて右側側壁の計測箇所にチョーキングを実施

計測③(13:15~13:50) 終点側から起点側の側壁の打音計測

計測④(13:55~15:10) 起点側から終点側の1BL頂版の打音計測。計測④ではクラックが多かったため密に計測を実施

キャリブレーション②(15:10~15:15)

·片付工

片付け(15:15~15:25)

実験費用

Г						技師A	技師C	
r				基準日額※(国交省基準)	¥55.200	¥35.600	
t					して基準日額			
ľ				人	エ		費用	
Γ	分類	項目1	項目2	技師A	技師C	技師A	技師C	計
	外業	現場作業(実証試験)		1.0		¥55,200	¥71,200	¥126,400
		データ解析、評価	評価指標の抽出	0.0	1.5	¥0	¥53,400	¥53,400
		ノー・メルギャル、計画	判定	0.2	0.5	¥11,040	¥17,800	¥28,840
	内業	検査結果の整理	ひび割れ変状図作成	0.0	2.5	¥0	¥89,000	¥89,000
		報告資料作成	報告資料の作成	0.2	1.0	¥11,040	¥35,600	¥46,640
		小計		0.4	5.5	¥22,080	¥195,800	¥217,880
		合計		1.4	7.5	¥77,280	¥267,000	¥344,280

従来技術の歩掛(参考)

現地作業:

調査範囲:カルバート1~4ブロック(頂版、側壁、路面)及びウイング・現場点検作業1日(技師B:1.0人、技師C:1.0人、技術員:2.0人)

<u>内業:</u>

∙調書作成

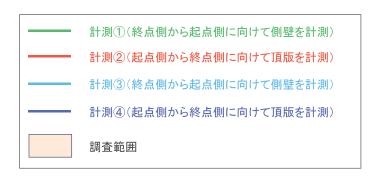
当該点検で要した費用:

・現地踏査~調書作成までの直接人件費:393,400円

•直接経費(交通規制等):122,320円 業務費用(経費込、税込):1,230,900円

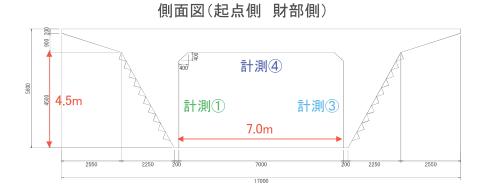
^{至 都城市街} 終点側 都城市街側 別紙1:「No2平塚地区実証実験」カルバート概略図 標準断面図 至 横市IC 7.0m 至財部 起点側 財部側 側面図(終点側 都城市街側) 側面図(起点側 財部側) § 4.5m 4.5m 7.0m 7.0m 7000 17000 至都城市街 縦断図 起点側 終点側 47500 47.5m ₁₂₀₀₀ 12.0m 11500 11.5m ₁₂₀₀₀ 12.0m 12000 **12.0**m 4500 1BL 2BL 3BL 4BL 3-116

別紙2:「No2平塚地区実証実験」計測経路

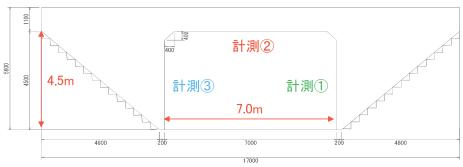


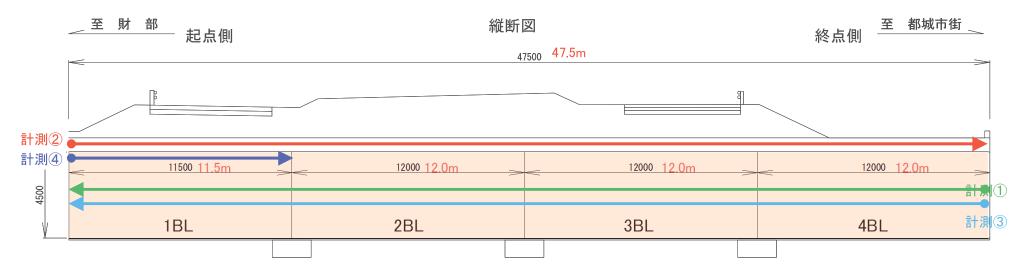
実験条件:

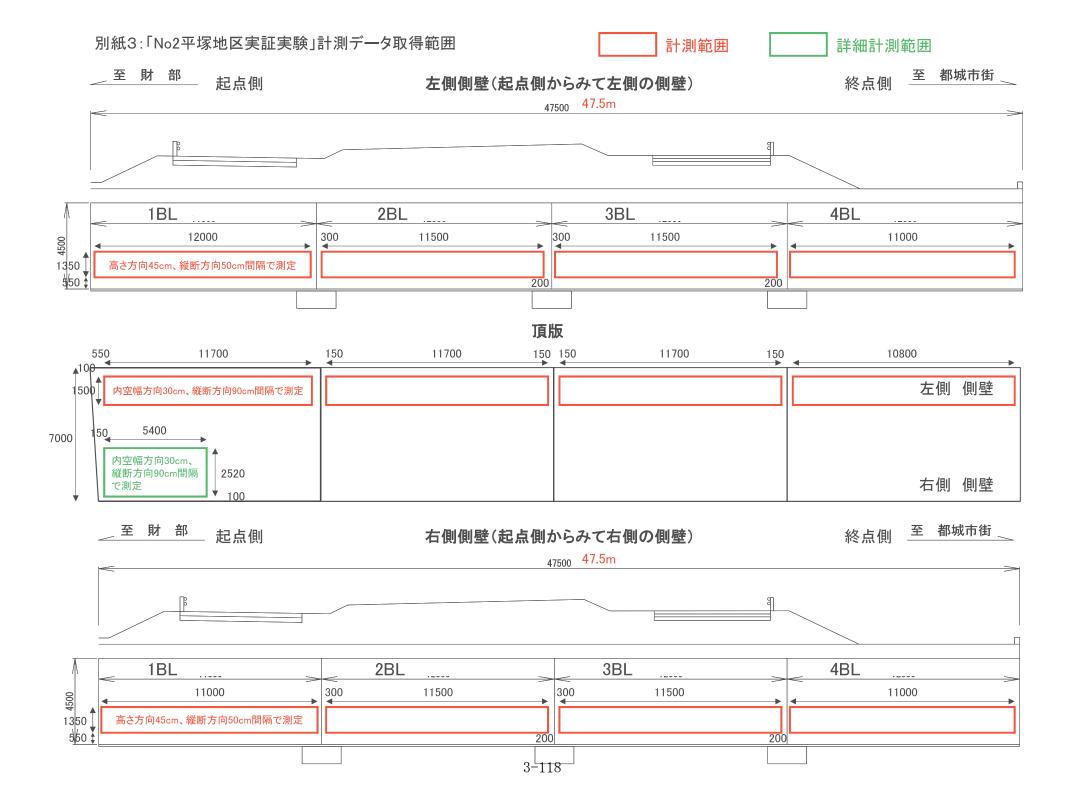
- ▼天候:晴れ
- ▶時間帯:昼(8::55~15:25)
- ■交通規制:あり(片側交互通行)
- ■調査範囲は当該カルバートの頂版及び側壁
- ■調査項目は人力による打音検査と目視検査。対象範囲を0.5mピッチで計測(変状が多い箇所はより密に計測を実施)
- ・側壁は計測前にチョーキングを行い、その後、計測を実施
- ■頂版計測時は、長尺棒を使用して計測を実施

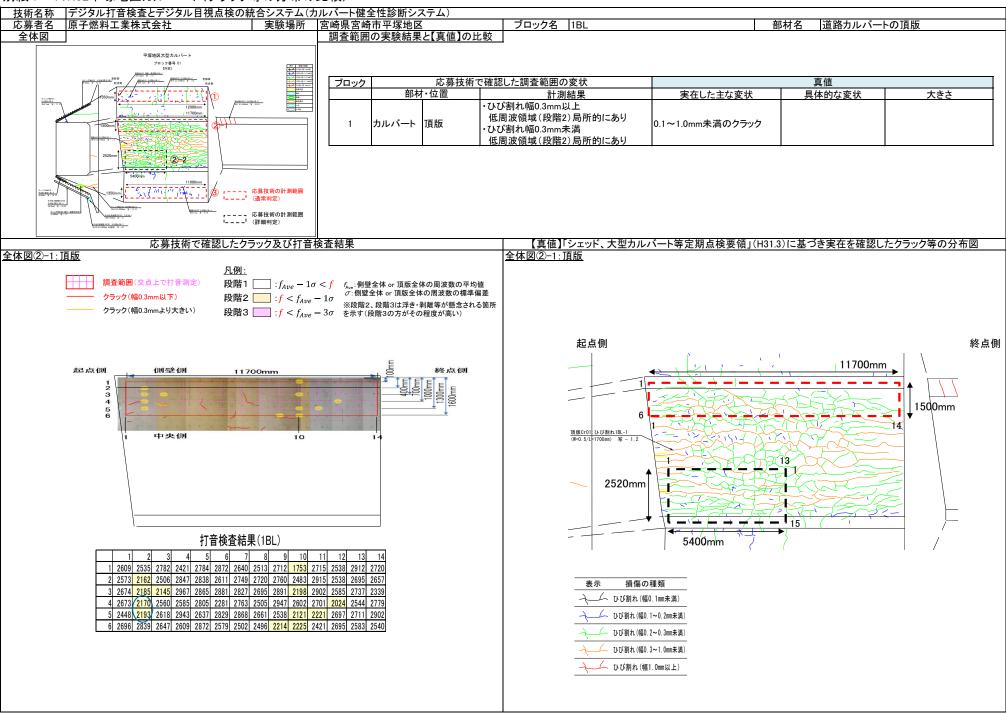


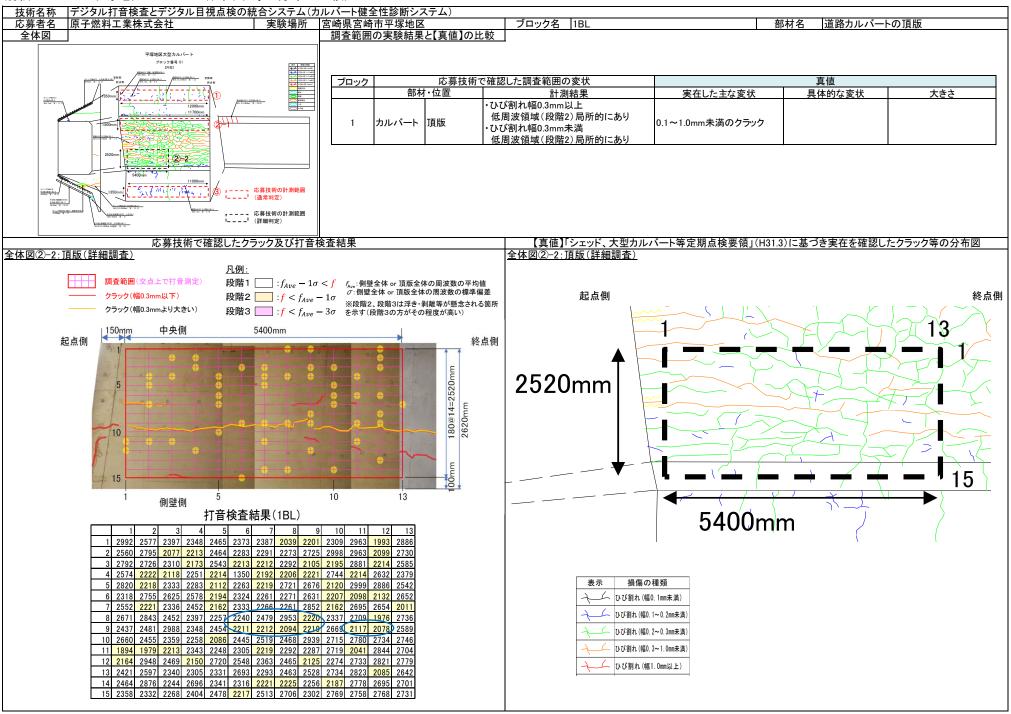
側面図(終点側 都城市街側)

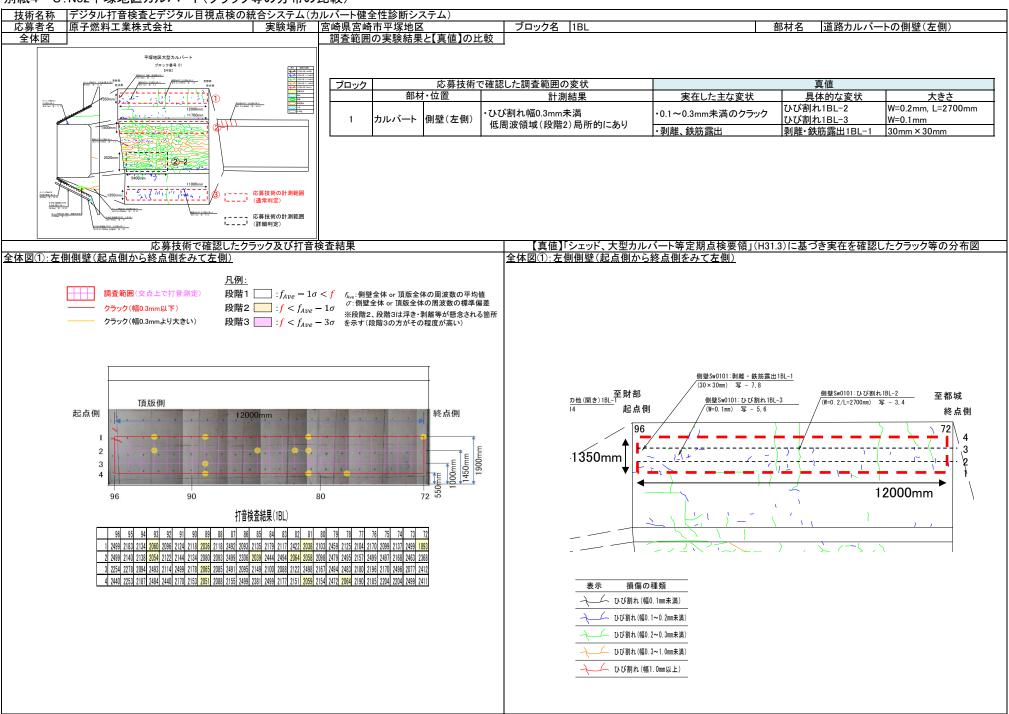


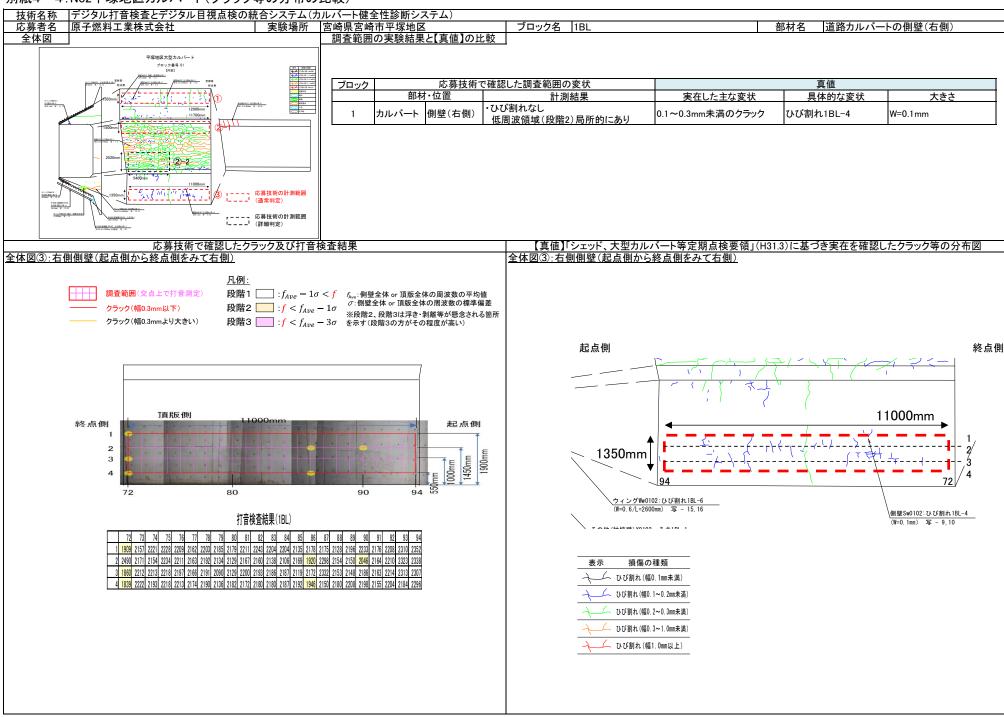


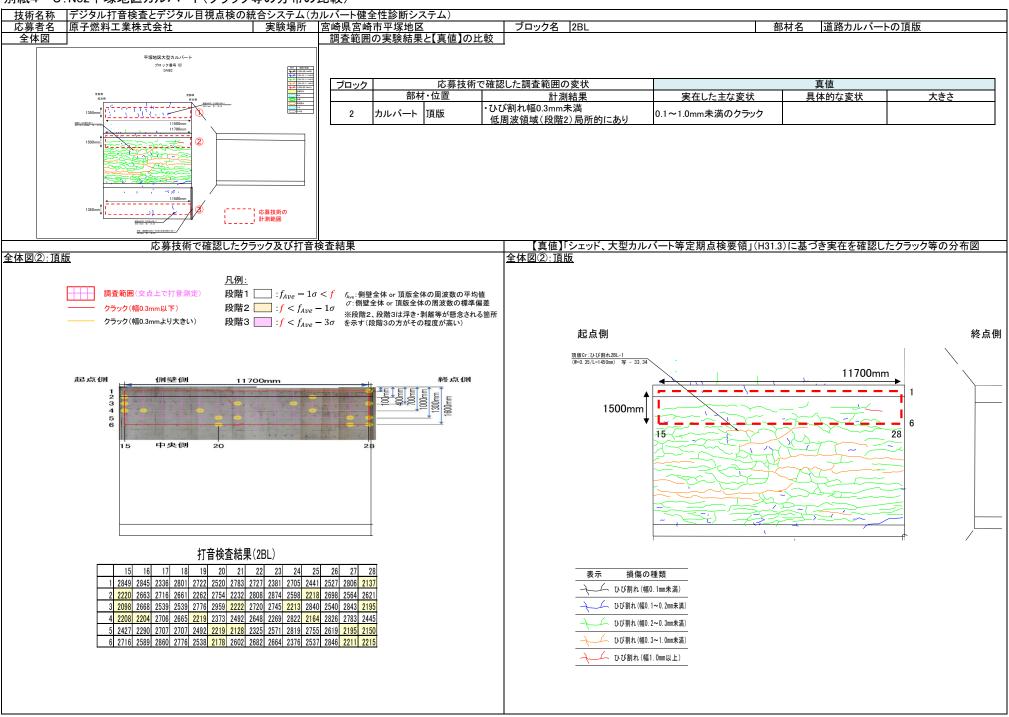


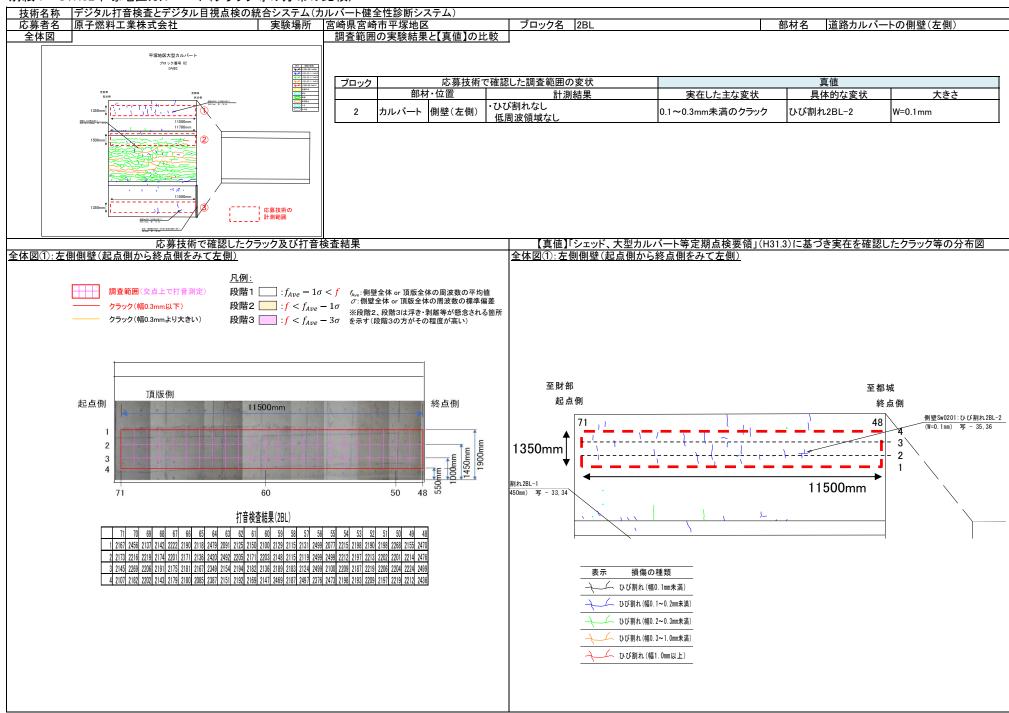


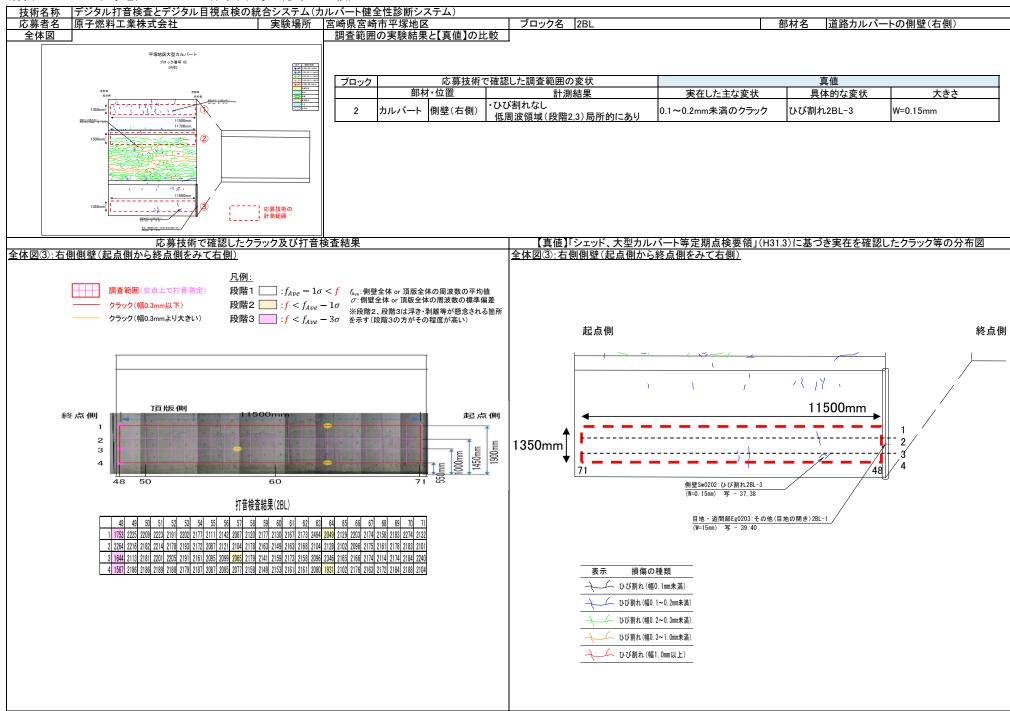


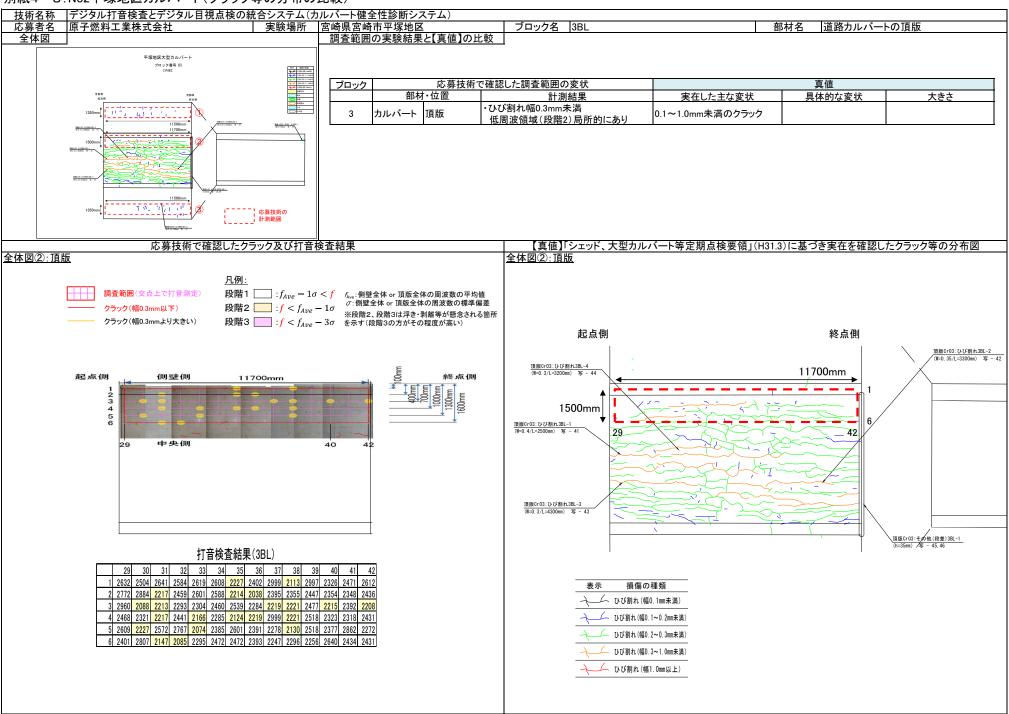


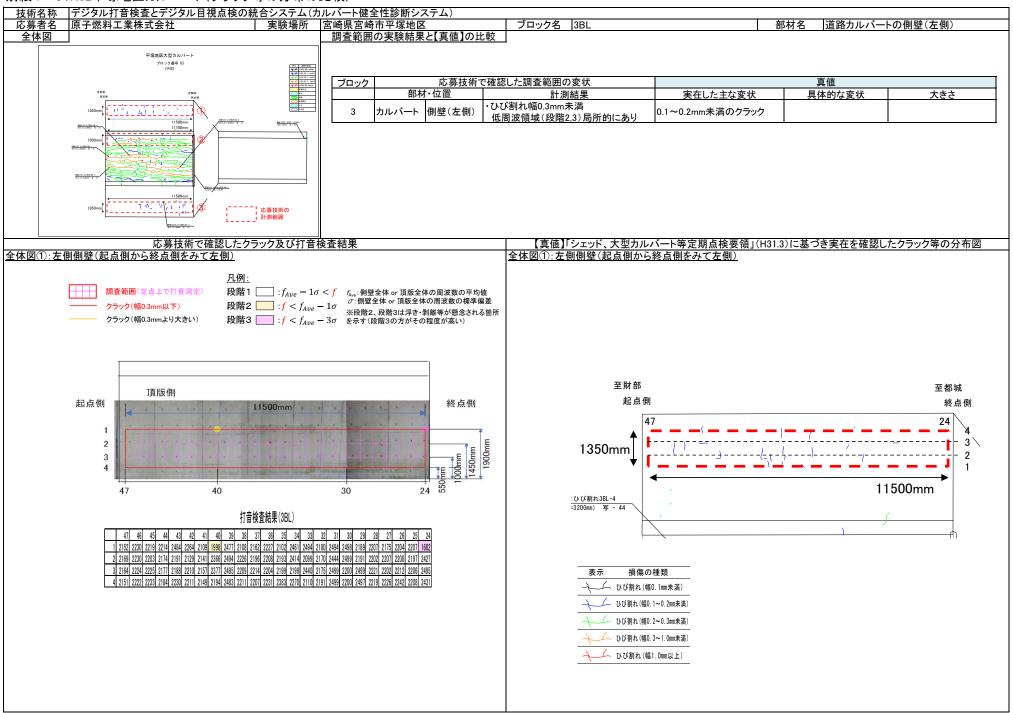


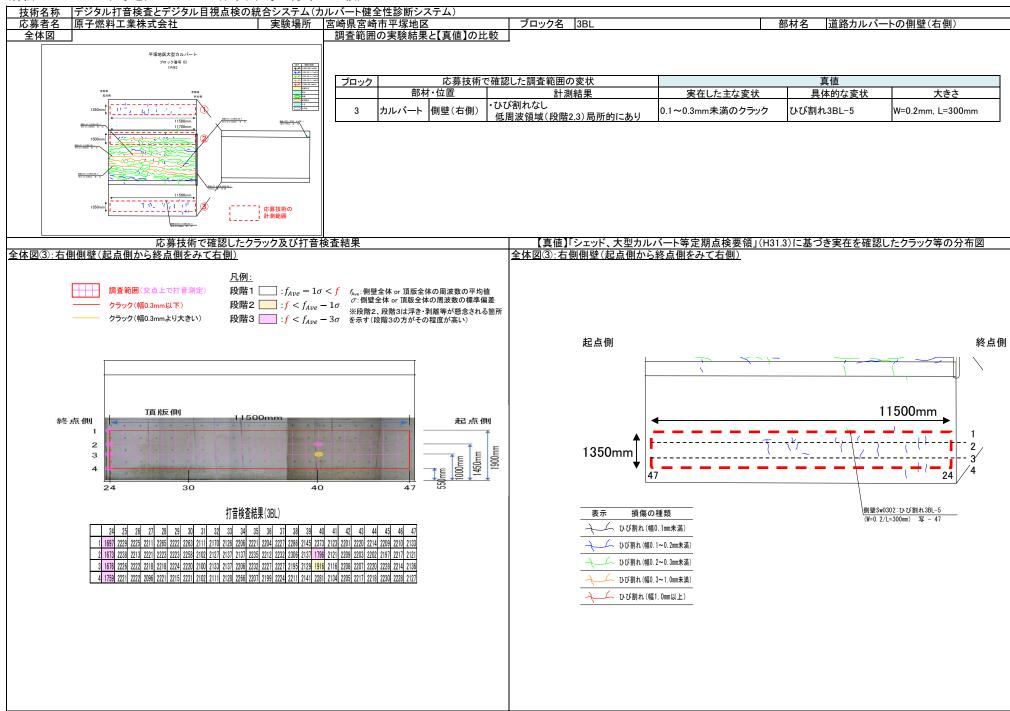


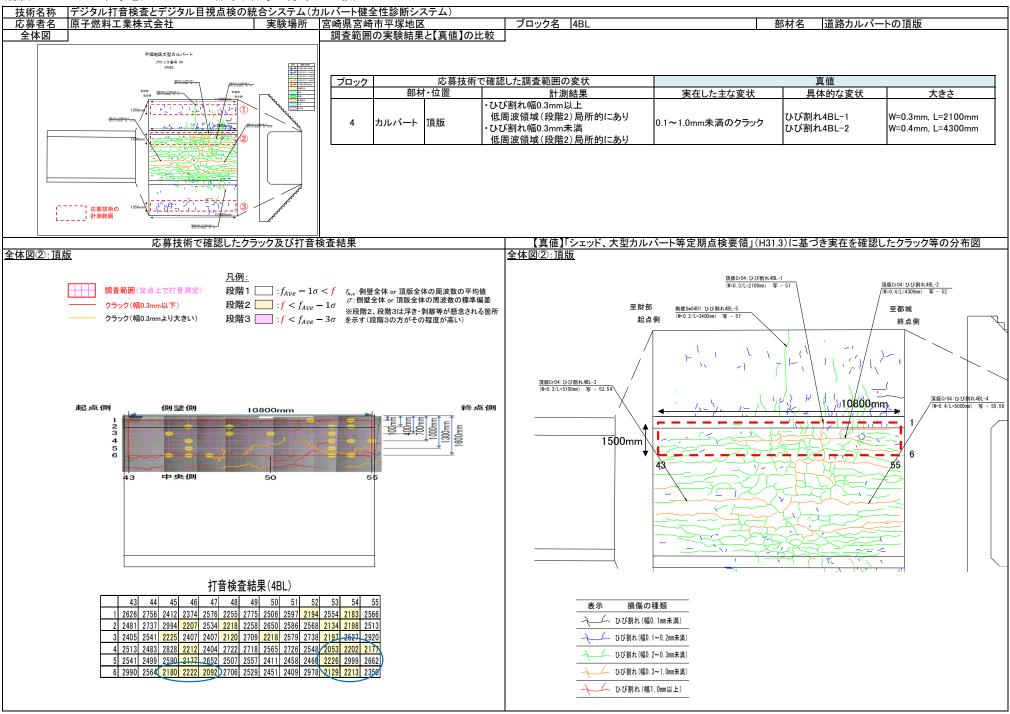


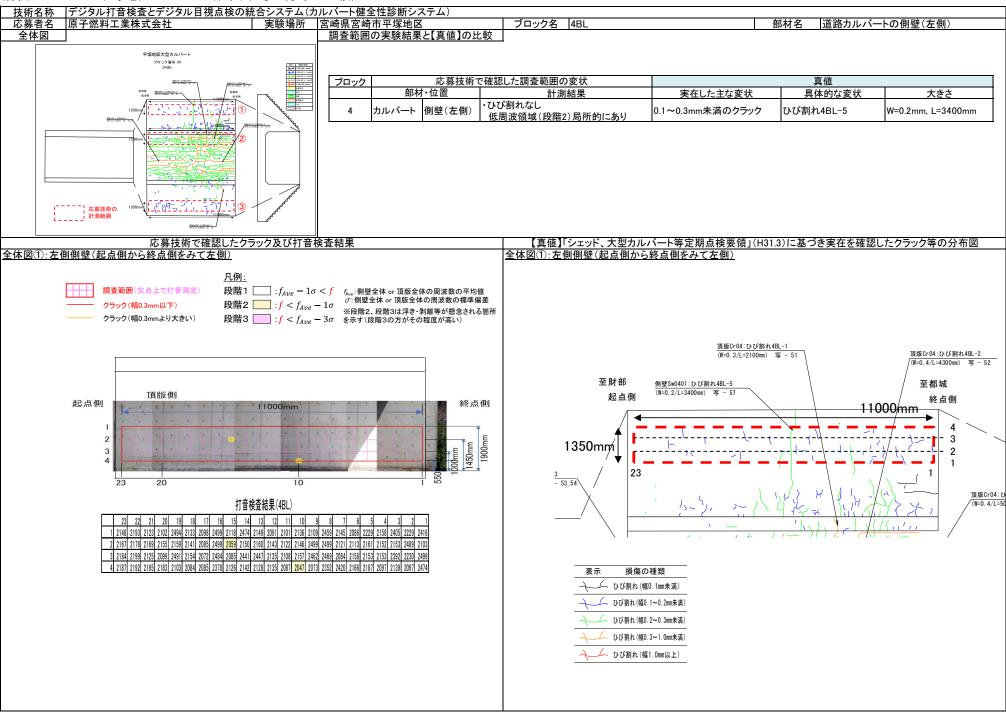


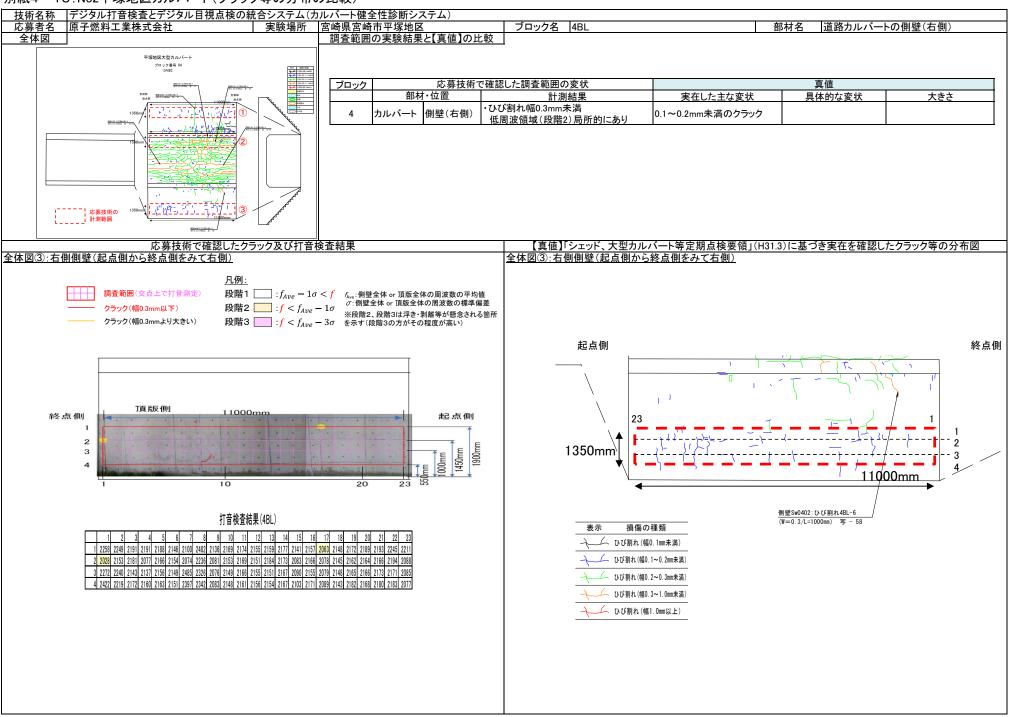












3.3 津波黒地区における実証実験

3.3.1 実証実験の概要

名称:篠栗町津波黒地区

場所:福岡県糟屋郡篠栗町津波黒地区

特徴:国道201号福岡東バイパスの津波黒地区の切土のり面に位置するアンカーである。アンカーは図3.3.1及び図3.3.2に示すように4列×2段で配置され、全8本である。当該アンカーのり面の全景を写真3.3.1に示す。アンカーの種類及び諸元を表3.3.1に示す。

実証実験の時期:令和5年11月中旬~下旬

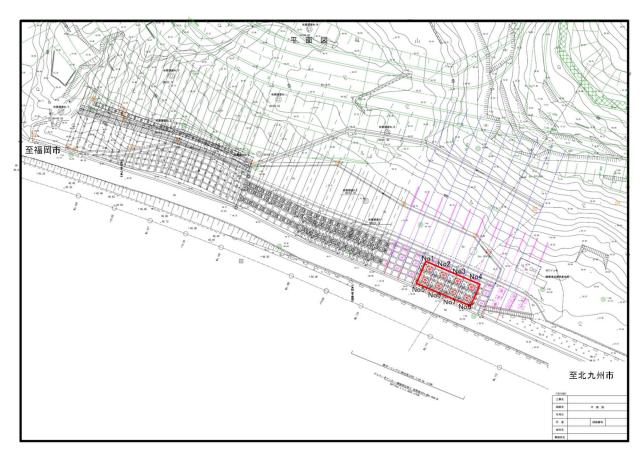


図3.3.1 当該アンカーの平面図

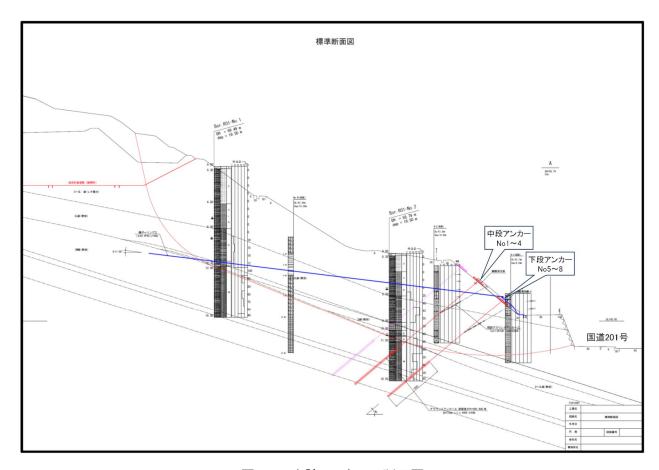


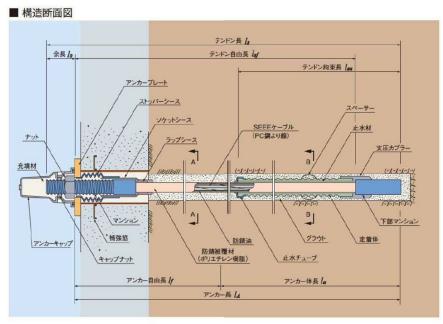
図3.3.2 当該アンカーの断面図



写真3.3.1 当該アンカーのり面の全景

表3.3.1 アンカーの種類及び諸元

アンカーの種類		SEEE グラウンドアンカー工法 タイブルアンカーU型(F110UA)
引張荷重 Tus		1120(kN)
降伏点荷重 Tys		952(kN)
設計荷重 Td		490.4(kN)
アンカー体径		115.0(mm)
アンカー傾角		40(°)
アンカー体長 la		7.00(m)
テンドン拘束長 lsa		3.96(m)
マンカーム目1	中段アンカー(No1~No4)	21.125(m)
アンカー全長 l₄	下段アンカー(No5~No8)	19.625(m)
テンドン自由長 <i>lsf</i>	中段アンカー(No1~No4)	20.235(m)
ノンドン日田技 lsf	下段アンカー (No5~No8)	18.735(m)



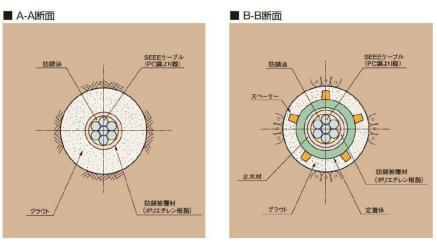


図3.3.3 SEEEグラウンドアンカー工法タイブルアンカーU型 構造断面図(注)

(注)「SEEEグラウンドアンカー工法タイブルアンカーU型」カタログ(株式会社エスイー)より引用

(1)実証実験の参加技術

実証実験に参加したアンカー関連2技術を表3.3.2に示す。

表3.3.2 実証実験(No3津波黒地区)に参加したアンカー関連2技術

応募技術	技術名称	応募者名
No9	振動を用いたグラウンドアンカー残 存緊張力の非破壊推定方法	応用地質㈱ 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱
$N \cap I \cap I$	デジタル打音検査によるグラウンド アンカーの緊張力簡易計測システム	

(2)実証実験の方法

実証実験は、図3.3.1に示す8本のアンカーを対象に参加技術による計測を行い、計測結果からアンカーの残存緊張力を推定した。計測手順など実験方法の詳細は、各参加技術の性能確認シートを参照されたい。

(3) 実証実験結果の整理方法

参加技術の実証実験後に、当該アンカー8本に対してリフトオフ試験を実施し、各アンカーの残存緊張力を求めた。リフトオフ試験はR5.11.30~12/1の期間で、福岡国道事務所発注業務で実施した。

リフトオフ試験で確認したアンカーの残存緊張力を【真値】と設定し、参加技術で推定したアンカーの緊張力と比較を行い、参加技術のアンカー緊張力の推定性能を確認した。

リフトオフ試験で確認した全8本のアンカーの残存緊張力を表3.3.3に示す。なお、No3及びNo7のアンカーには荷重計が設置されており、荷重計測が行われている。

表3.3.3 リフトオフ試験によるアンカーの残存緊張カー覧

アンカーNo	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8
位置	中段	中段	中段	中段	下段	下段	下段	下段
残存緊張力(kN)1)	480	115	459	448	457	411	425	456
備考			荷重計				荷重計	

1)リフトオフ試験による残存緊張力

<参考資料>

参考資料として、No1~No8アンカーのリフトオフ試験の結果を以下に示す。

リフトオフ試験結果

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 アンカー孔番 : No.1

•試 験 日 : 2023年12月1日

アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 20.24 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積

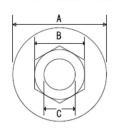
: 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

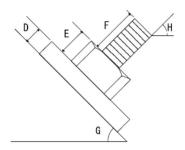
試験結果

• 設計t an θ : 5.976 • tan θ : 7.712

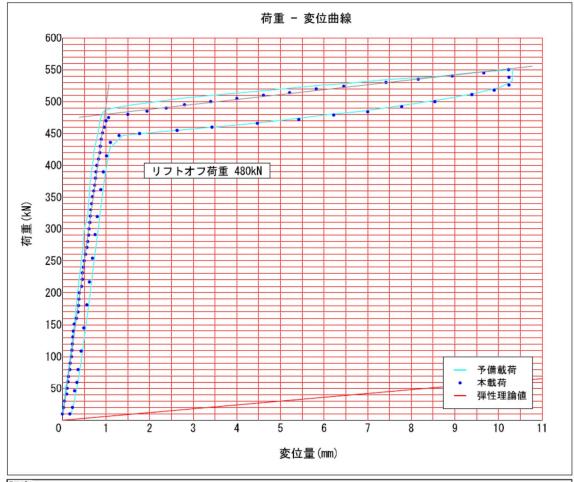
予備載荷の残留変位量 : 0.20 mm本載荷の残留変位量 : 0.17 mm

アンカ一頭部の状態





Α	200 mm	Е	60 mm
В	93 mm	F	120 mm
С	62 mm	G	51 °
D	50 mm	Н	39 °



記事

リフトオフ試験結果

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.2

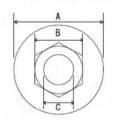
: 2023年12月1日 • 試 験 日

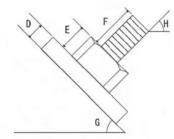
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 20,24 m ・アンカー体長 : 7,00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

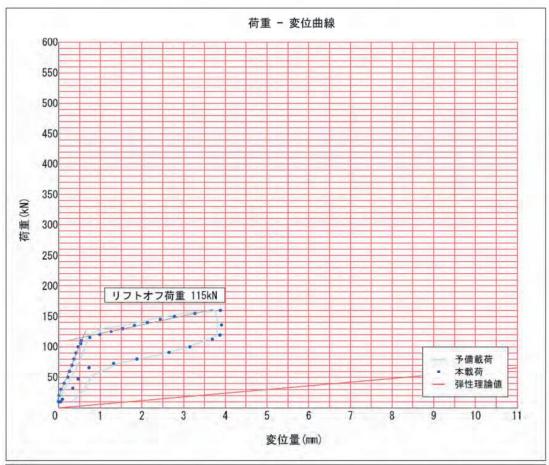
· 設計t an θ : 5.976 · t an θ : 14.768 予備載荷の残留変位量 : 0.34 mm本載荷の残留変位量 : 0.05 mm

アンカ一頭部の状態





A	200	mm	E	60	mm
В	93	mm	F	107	mm
С	62	mm	G	51	0
D	50	mm	Н	39	0



記事

リフトオフ試験結果

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.3

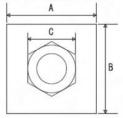
: 2023年11月30日 •試 験 日

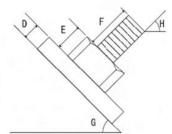
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 20.24 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

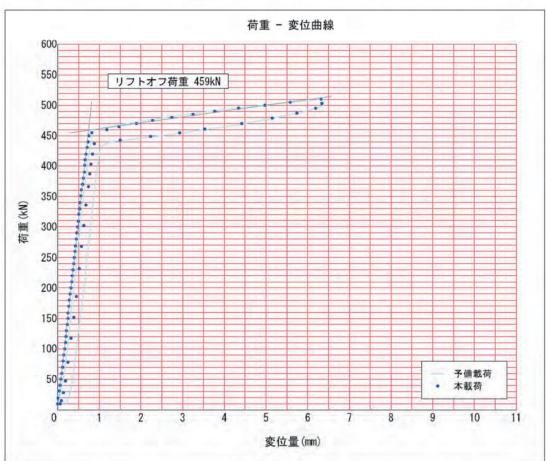
・ 設計t an θ : 5.976 ・ t an θ : 9.615 予備載荷の残留変位量 : 0.20 mm本載荷の残留変位量 : 0.06 mm

アンカー頭部の状態





Α	240	mm	E	60	mm
В	240	mm	F	130	mm
С	93	mm	G	50	0
D	36	mm	Н	40	0



記事

アンカー頭部に荷重計が設置されている

リフトオフ試験結果

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.4

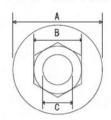
: 2023年11月30日 •試 験 日

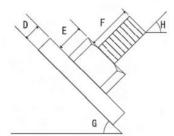
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 20.24 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

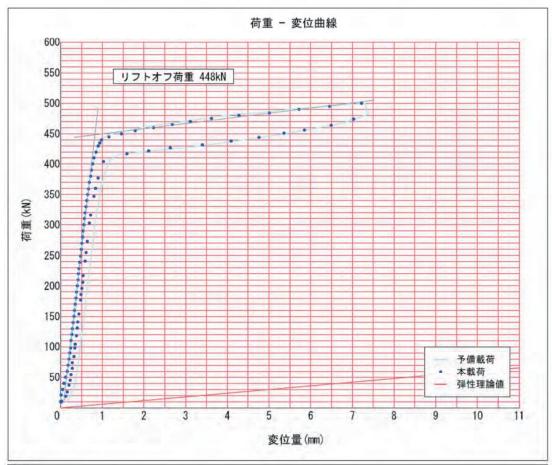
・設計t an θ : 5.976 ・ tan θ : 8.458 予備載荷の残留変位量 : 0.13 mm本載荷の残留変位量 : 0.02 mm

アンカ一頭部の状態





Α	200	mm	Е	60	mm
В	93	mm	F	138	mm
С	62	mm	G	51	٥
D	50	mm	Н	39	0



記事

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.5

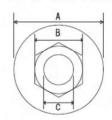
: 2023年11月30日 •試 験 日

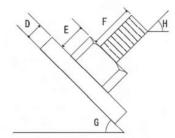
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 18.74 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

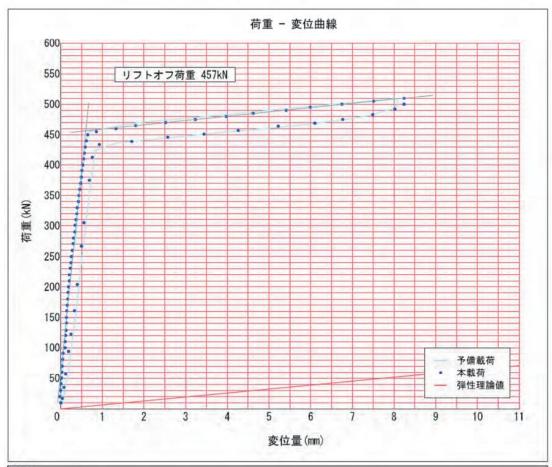
・設計t an θ : 6.454 ・ tan θ : 7.029 予備載荷の残留変位量 : 0.05 mm本載荷の残留変位量 : 0.01 mm

アンカ一頭部の状態





Α	200	mm	E	60	mm
В	93	mm	F	145	mm
С	62	mm	G	50	٥
D	50	mm	Н	40	0



記事

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.6

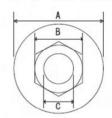
•試 験 日 : 2023年11月30日

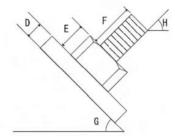
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 18.74 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

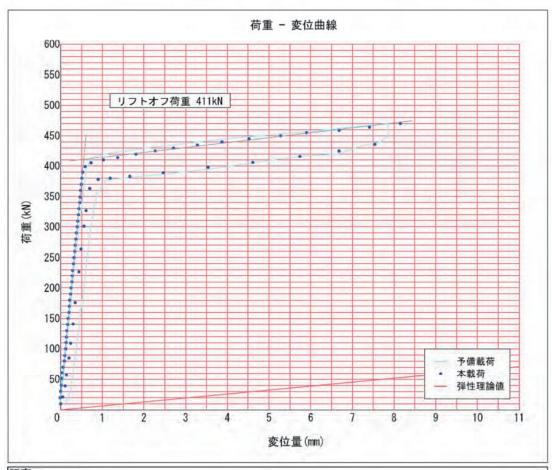
・設計t an θ : 6.454 ・ tan θ : 8.063 予備載荷の残留変位量 : 0.13 mm本載荷の残留変位量 : 0.00 mm

アンカ一頭部の状態





Α	200	mm	Е	60	mm
В	93	mm	F	147	mm
С	62	mm	G	48	0
D	50	mm	Н	42	0



記事

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.7

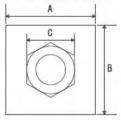
: 2023年11月30日 •試 験 日

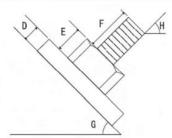
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 18.74 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

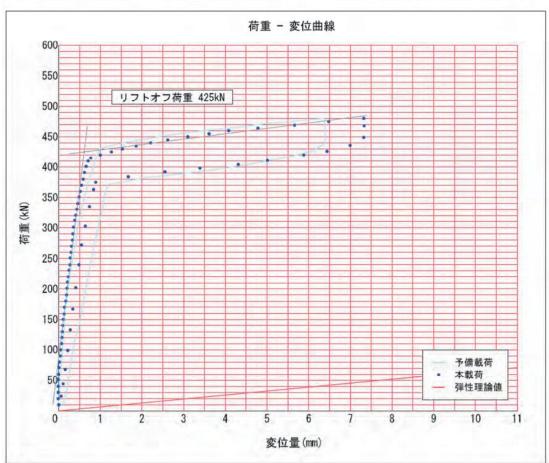
・ 設計t an θ : 6.454 ・ t an θ : 8.816 予備載荷の残留変位量 : 0.11 mm本載荷の残留変位量 : 0.01 mm

アンカー頭部の状態





A	240	mm	E	60	mm
В	240	mm	F	139	mm
С	93	mm	G	50	0
D	36	mm	Н	40	0



記事

アンカー頭部に荷重計が設置されている

工事件名 : 令和5年度 福岡国道管内防災点検外業務 ・アンカー孔番 : No.8

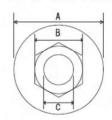
: 2023年11月30日 •試 験 日

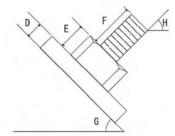
アンカー仕様 ・アンカー種別 : SEEE F110UA ・テンドン自由長 : 18.74 m ・アンカー体長 : 7.00 m 設計アンカーカテンドン弾性係数テンドン断面積 : 490.4 kN : 186.0 kN/mm² : 650.3 mm²

試験結果

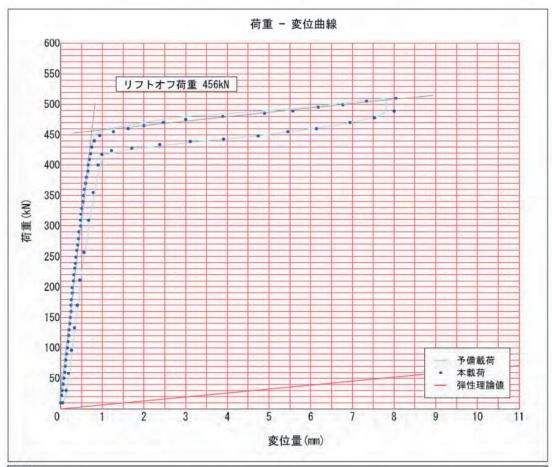
・設計t an θ : 6.454 ・ tan θ : 7.191 予備載荷の残留変位量 : 0.04 mm本載荷の残留変位量 : 0.05 mm

アンカ一頭部の状態





Α	200	mm	Е	60	mm
В	93	mm	F	129	mm
С	62	mm	G	50	0
D	50	mm	Н	40	0



記事

3.3.2 実証実験を実施した技術

技術名称	応募者名
振動を用いたグラウンドアンカー残存緊張力の	応用地質㈱
非破壊推定方法	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱
デジタル打音検査によるグラウンドアンカーの 緊張力簡易計測システム	原子燃料工業㈱

技術番号	応募技術9								
カタログ分類	非破壊検査		点検対象	土工構造物:グラウンドアンカー			ノカ 一		
技術名	振動を用いたグラウンドアンカー 緊張力の非破壊推定方法	開発者名	中日本	質株式会社 ハイウェイ・ 株式会社		ニアリング			
実験日	11月28日 天候		晴れ	気温	13°C	風速	3.4m/s		
実験場所	福岡県糟屋郡篠栗町津波黒地区								

国道201号福岡東バイパスの津波黒地区の切土のり面に位置するアンカーである。

アンカーは4列×2段で配置され、全部で8本である。8本中2本のアンカー(中段・下段で各1本)には、アンカー頭部に荷重計が設置され、アンカーに作用する荷重の計測が行われている。

当該アンカーの諸元等は別紙1を参照。





実験で確認した項目等	アンカーの残存緊張力(アンカーの共振周波数からの推定値)
実験における提出物	1)実証実験結果報告書

実験条件等

- ▼天候:晴れ
- ■時間帯:昼(8:20~13:15)
- ■交通規制なし
- ■No1~No8のアンカー全8本を対象に実証実験を実施した
- ■アンカー頭部キャップを取り外し、アンカー頭部に計測機器を取り付け、各アンカーに対して3~4回計測を実施した。各計測後に計測データを確認した
- 計測時のアンカーへのアクセスは、下段アンカーへは側道から、中段アンカーへはのり面小段からのロープアクセスで実施した
- 計測結果から共振周波数を求め、共振周波数からアンカーに作用する張力を推定した。
- •アンカー頭部キャップの取り付け(復旧)は仮復旧(キャップの装着のみ)とし、グリスの充填等は実施していない
- ※実証実験後にNo1~No8のアンカー全8本に対してリフトオフ試験を実施。リフトオフ試験で確認した緊 張力を【真値】と仮定し、実証実験結果と比較

実験方法(手順)

現地作業:

- ①資材の準備: 普通車1台で資材を運搬。作業人員は4名(アンカー頭部キャップの取り外し及び復旧1名、計測2名(測定1名、測定本部1名)、安全管理1名)
- ②アンカー頭部キャップの取り外し
- ③アンカー頭部への計測機器の取り付け
- ④周波数を連続的に変化させるスウィープ加振による計測(アンカーの共振周波数)及び計測結果の確認
- 5計測機器の取り外し
- ⑥アンカー頭部キャップの取り付け(復旧)
- ⑦各アンカー(No1~No8)に対して②~⑥の作業を繰り返す
- ⑧片付け

内業:

- _____ ①計測データの整理
- ②計測データの解析
- ③判定会議(解析の技術照査)

計測機器等



写真1 使用機材



写真2 頭部キャップ取り外し



写真3 計測機器取り付け



写真4 計測



写真5 計測データの確認



写真6 頭部キャップ取り付け(復旧)

計測方法等

計測方法、計測するアンカーの詳細、アンカーの緊張力の推定方法は別紙1を参照。

実験結果

- ・実験結果(計測結果及び計測結果より求めたアンカー張力)は別紙2及び別紙3参照
- 実験結果と【真値】(リフトオフ試験結果)の比較結果は別紙4を参照

実験の歩掛

現地作業:

合計4名(アンカー頭部キャップの取り外し及び復旧1名、計測2名、安全管理1名)

1)準備工

荷降ろし■運搬(8:20~8:24)、KY活動(8:30~8:35)、測定本部の設置等(8:35~8:45)

- •No8:作業時間38分 ①頭部キャップ取り外し(8:47~8:55)、②計測器取り付け(動作確認含む)(8:56~9:07)、③計測・データ確認(3回:9:07~9:21)、④計測器取り外し(9:21~9:24)、⑤頭部キャップ取り付け(10:04~10:06)
- -No7:作業時間38分 ①8:57~9:10、②9:24~9:28、③4回:9:28~9:43、④9:43~9:47、⑤10:28~10:30
- |■No6:作業時間39分 ①9:11~9:26、②9:47~9:55、③3回:9:55~10:07、④10:07~10:09、⑤10:36~10:38
- ■No5:作業時間35分 ①9:28~9:36、②10:09~10:15、③3回:10:15~10:20、④10:33~10:35、⑤10:43~10:45
- ■No4:作業時間34分 ①10:12~10:19、②11:10~11:16、③3回:11:16~11:31、④11:31~11:34、⑤12:00~12:03
- ■No3:作業時間38分 ①11:12~11:23、②11:34~11:40、③3回:11:40~11:55、④11:55~11:58、⑤12:00~12:03
- ■No2:作業時間34分 ①11:26~11:35、②12:05~12:10、③4回:12:12~12:28、④12:28~12:30、⑤12:34~12:36
- ▼No1:作業時間36分 ①11:36~11:46、②12:32~12:36、③4回:12:37~12:55、④12:55~12:57、⑤12:58~13:01
- 3) 片付工

片付け(資材運搬・積込)(13:05~13:15)

内業:

- ①計測データの整理:1人工(技師C 0.03)、作業時間10分
- ②計測データの解析:3人工(主任技師0.05、技師B 0.19、技師C 0.19)、作業時間80分
- ③判定会議(解析の技術照査):3人工(主任技師0.14、技師B 0.14、技師C 0.14)、作業時間60分

実験費用

現地作業:

- ①アンカー頭部処理(取り外し・取り付け):¥13,968-(地質調査員0.48)
- ②計測:¥44,592-(地質調査技師0.48、主任地質調査員0.48)
- 小計:¥58,560-
- ※計測機器の経費は除く。アンカー頭部の外観調査及び頭部露出調査は実施していない

内業:

- ①計測データの整理:¥1.068-(技師C 0.03)
- ②計測データの解析:¥18,481-(主任技師0.05、技師B 0.19、技師C 0.19)
- ③判定会議(解析の技術照査):¥20,034-(主任技師0.14、技師B 0.14、技師C 0.14)

小計:¥39.583-

合計:¥-98.143-

| 従来技術の歩掛(参考) |

調査業務(リフトオフ試験工:全8本):

- ①直接調査費(リフトオフ試験工:全8本)
- ・頭部詳細調査:¥693,488-(アンカー1本当り:土木世話役0.55人、特殊作業員0.55人、普通作業員0.55人、技師B 0.55人、技術員0.55人)
- ・頭部詳細調査データ整理:¥197,200-(アンカー1本当り:技師B 0.3人、技術員0.35人)
- ・リフトオフ試験工:¥1,767,600-(アンカー1本当り:土木世話役1人、特殊作業員1人、普通作業員1人、技師B1人、技術員1人)
- ■リフトオフ試験エデータ整理:¥184,560-(アンカー1本当り:技師B 0.3人、技術員0.3人)
- ■頭部補修工:¥200,640-(アンカー1本当り:土木世話役0.25人、特殊作業員0.25人、普通作業員0.5人) ②間接調査費
- ■旅費交通費:¥65,130- ①×2.14%
- ③諸経費:¥1,635,133- (①+②)×52.6%

小計:¥4,743,751-(税抜)

解析業務(リフトオフ試験工:全8本):

- ①解析等調査
- ■計画準備:¥217,600-(技師長1人、主任技師1.5人、技師C 1.5人)
- ■報告書作成:¥216,450-(主任技師1.5人、技師A 1人、技師B 1.5人)
- ②直接経費
- ■旅費交通費:¥2,735- ①×0.63%
- •電子成果品作成費:¥51,000-
- ③その他の原価:¥233,719- ①×0.35/0.65
- ④一般管理費等:¥388,501- (①+②+③)×0.35/0.65

小計:¥1,110,005-(税抜)

合計:¥5,853,756-(税抜)

別紙1:「No3津波黒地区実証実験」アンカー概略図及び実験条件

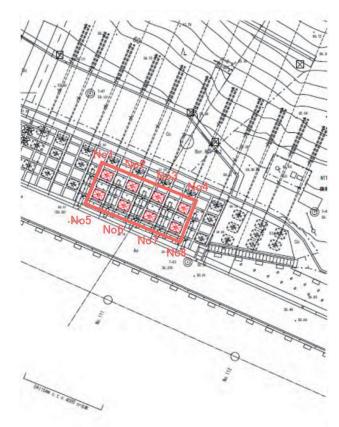


図1 アンカー平面図



写真1 アンカー全景

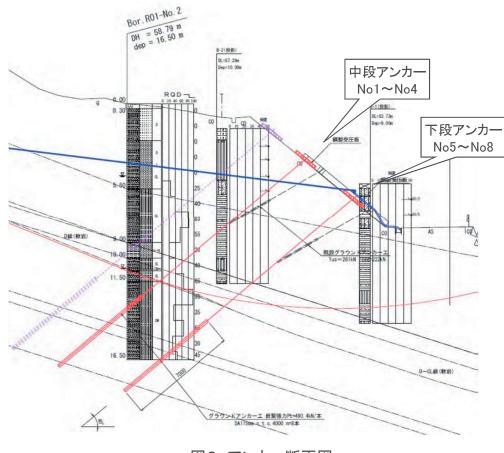


図2 アンカー断面図

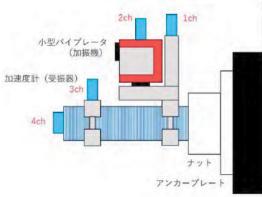


図3 計測機器配置図

3-148

実験条件:

- ・全8本のアンカーに対して実証実験を実施
- ・全8本のアンカーに対してリフトオフ試験による残存緊張力の測定を行い、測定結果を【真値】と仮定
- -全8本のアンカーに対し、当該技術で推定した緊張力とリフトオフ試験による残存緊張力を比較
- ■天候:晴れ
- ■時間帯:昼(8:20~13:15)
- ■交通規制:なし

別紙1:「No3津波黒地区実証実験」アンカー諸元

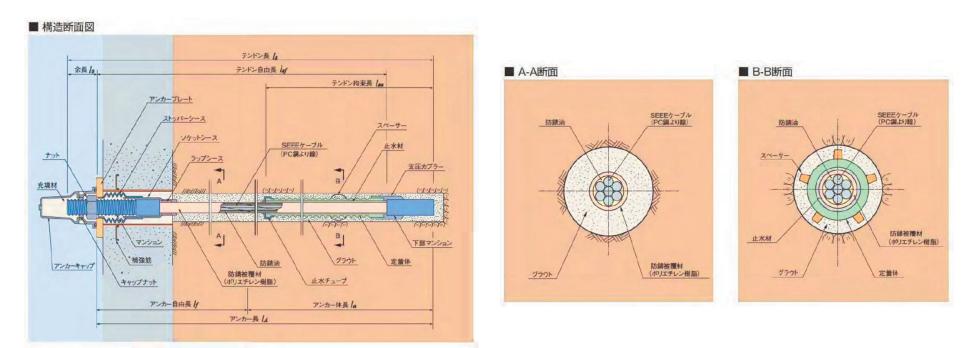
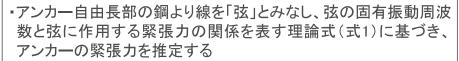


表1 当該アンカー(No1~No8)の諸元

ア	ンカー種別		SEEEク	ブラウンドア	ンカー工法グ	タイブルアン	カ ー U型(F1	10UA)	
-	アンカーNo	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8
	位置	中段	中段	中段	中段	下段	下段	下段	下段
荷	重計の有無	なし	なし	あり	なし	なし	なし	あり	なし
	引張荷重T _{us} (kN) ¹⁾	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120
	降伏点荷重T _{ys} (kN) ¹⁾	952	952	952	952	952	952	952	952
	設計荷重T _d (kN)	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4
	アンカー体径(mm)	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0
設計諸元	アンカー傾角(゜)	40	40	40	40	40	40	40	40
	アンカー体長I _a (m)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
	テンドン拘束長I _{sa} (m)	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96
	アンカー全長I _A (m)	21.125	21.125	21.125	21.125	19.625	19.625	19.625	19.625
	テンドン自由長I _{sf} (m)	20.235	20.235	20.235	20.235	18.735	18.735	18.735	18.735

別紙1:「No3津波黒地区実証実験」アンカー緊張力の推定方法

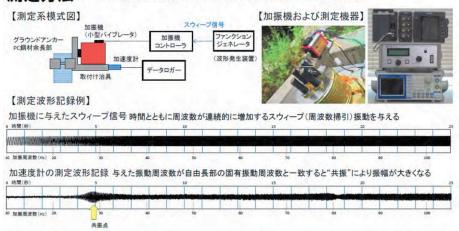
- •アンカー余長部に計測機器(加振機を含む)を設置
- ■周波数を連続的に変化させるスウィープ加振を行い、加振周波数と固有振動周波数が一致する共振周波数fを求める



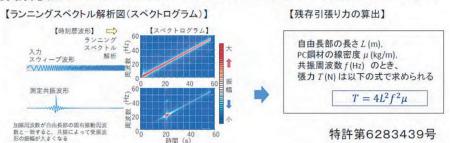
緊張力T(kN)= $4 \times L^2 \times f^2 \times \mu$ •••式(1)

ここで、L(m): アンカーの振動する自由長、f(Hz): 当該技術で測定した共振周波数、 $\mu(kg/m)$: 鋼線の線密度

測定方法: 自由長部は地中にありアクセスできないので、地上の余長部で加振・受振を行う



解析方法: 加速度計による測定波形についてランニングスペクトル解析を行い、共振周波数を求め、張力を算出する



緊張力の推推定では

- ■「アンカーの振動する自由長」は設計値から算定
- ■「鋼線の線密度」は鋼線のカタログ値を採用 とした



別紙2:No3津波黒地区アンカー実験結果一覧表(応募技術9)

アンカーNo	o No1			No2			No3			No4			
受振CH ¹⁾		1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4
共振周波数f(Hz)	読み取り値 ²⁾	8.36	8.42	8.42	8.18	8.12	8.12	7.75	7.63	7.69	8.36	8.42	8.48
六派问派致(112)	平均値	8.40			8.14			7.69			8.42		
①テンドン自由長(m	プテンドン自由長(m) 20.235		20.235		20.235			20.235					
②余長(m)	2)余長(m) 0.3			0.3			0.3		0.3				
③上部マンション長	$(m)^{3)}$		0.55		0.55			0.55		0.55			
荷重計の有無			無		無		有		無				
振動する自由長L(m			19.985		20.135		19.985						
鋼線の線密度 μ (kg/m) ³⁾		5.13			5.13		5.13		5.13				
張力T ⁵⁾ (N)		578288		543043			491964			581045			
「して対け	(kN)		578			543			492	•		581	

アンカーNo	アンカーNo		No5		No6			No7			No8			
受振CH ¹⁾	受振CH ¹⁾		3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	
共振周波数f(Hz)	読み取り値 ²⁾	9.64	9.58	9.58	8.97	8.85	8.91	9.09	9.03	9.16	8.54	8.67	8.67	
	平均值	9.60				8.91			9.09			8.63		
①テンドン自由長(m)			18.735		18.735		18.735			18.735				
②余長(m)		0.3		0.3		0.3		0.3						
③上部マンション長	③上部マンション長(m) ³⁾		0.55		0.55		0.55		0.55					
荷重計の有無			無		無		有		無					
振動する自由長L(m	表動する自由長L(m) ⁴⁾ 18.485			18.485		18.635		18.485						
鋼線の線密度 μ (kg/m) $^{3)}$		5.13			5.13		5.13			5.13				
張力T ⁵⁾	(AI) 646100		556636		589227		521798							
がたノリー	(kN)		646		557		589		522					

¹⁾受振CH2は加振力のモニタリングで使用

振動する自由長L = ① + ② - ③ + 0.15 (荷重計ありの場合、荷重計の厚さ(0.15m)を考慮して設定)

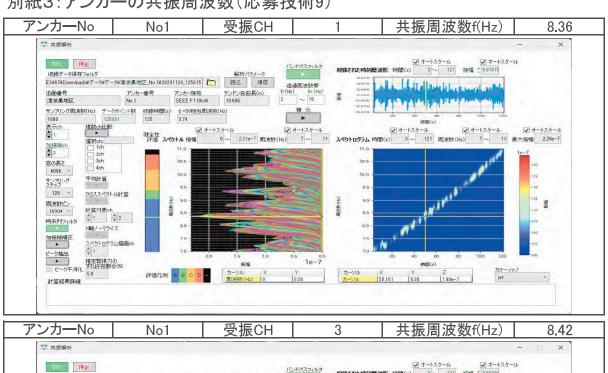
²⁾各受振CHの読み取り値の詳細は別紙3を参照

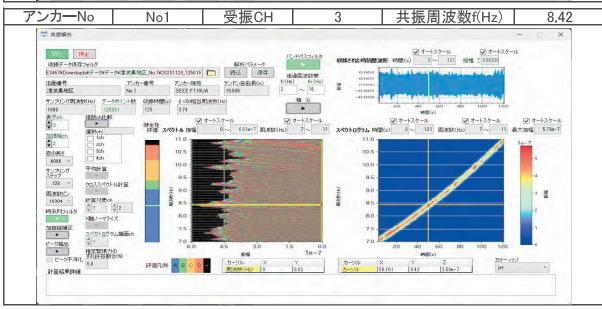
³⁾SEEEタイブルアンカーU型のカタログ値

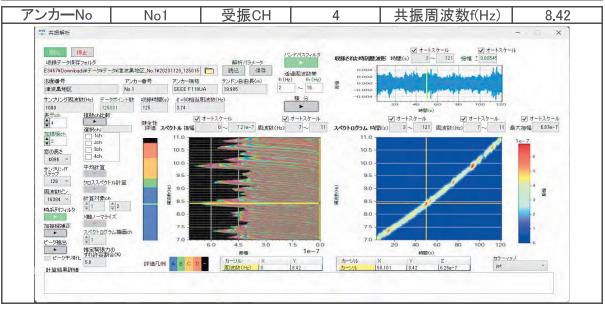
⁴⁾振動する自由長L = ① + ② - ③ (荷重計なしの場合)

⁵⁾張力T = 4 L² f² μ

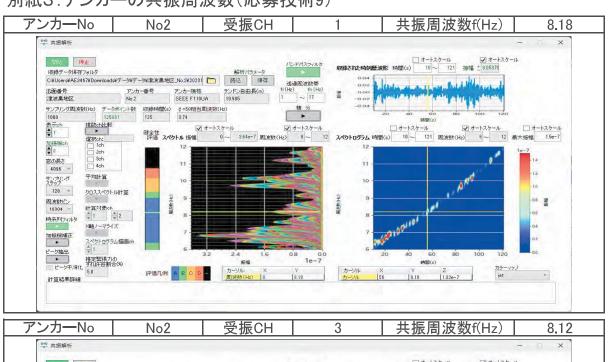
別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)

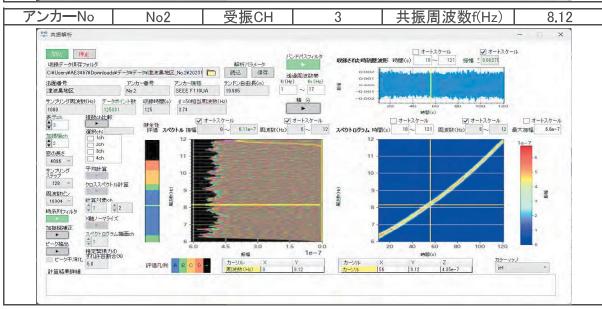


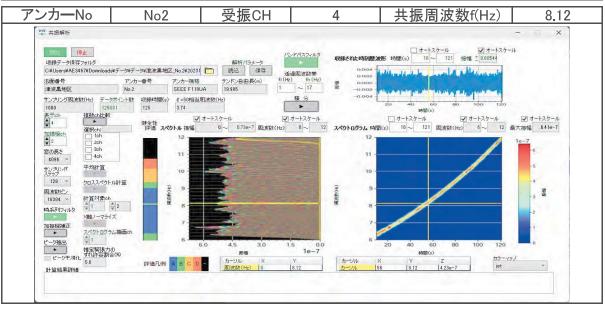




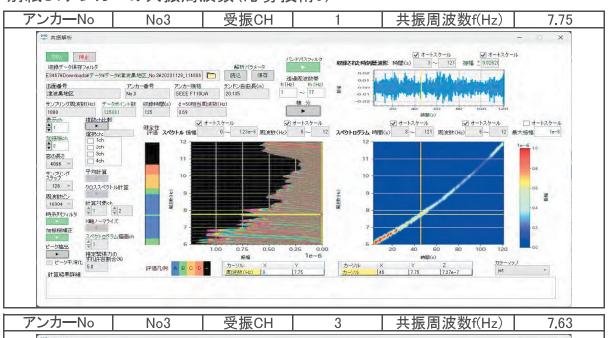
別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)

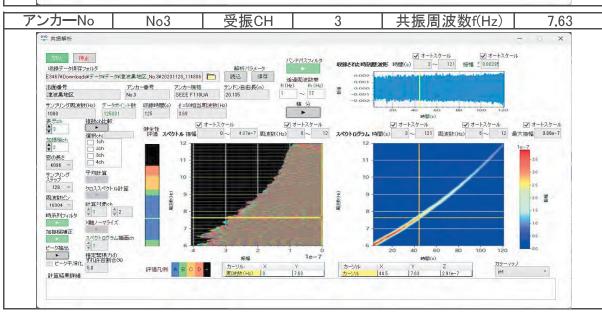


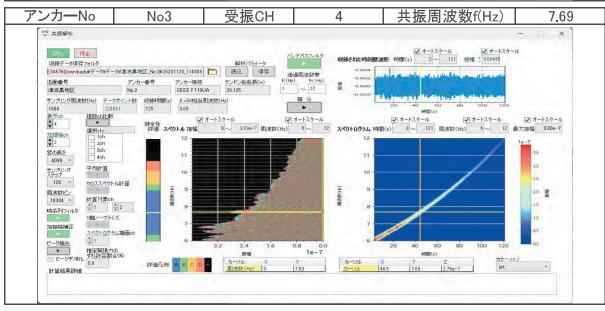




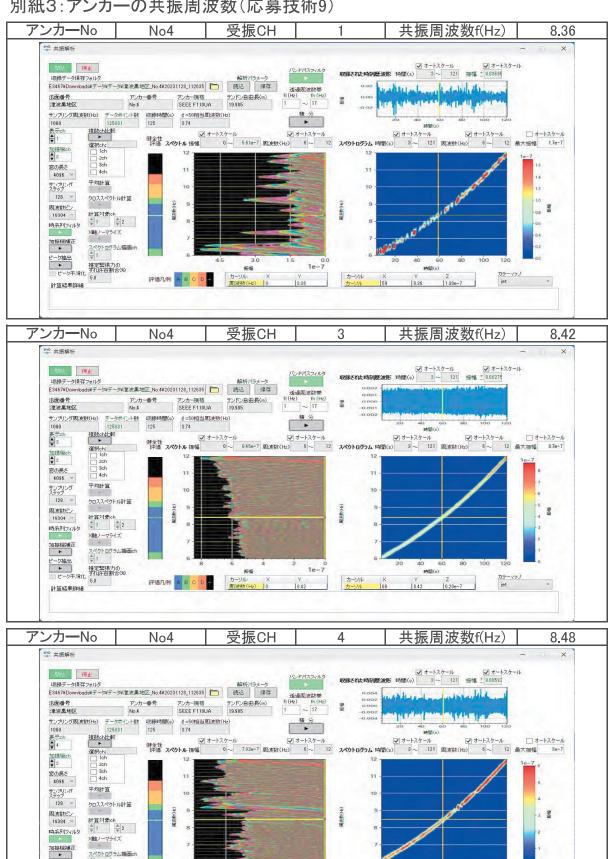
別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)







別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)



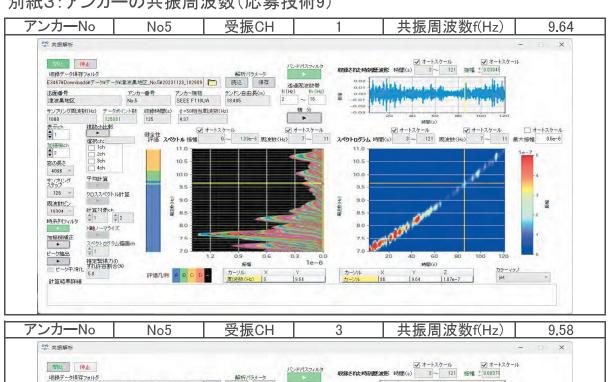
Y |8.48

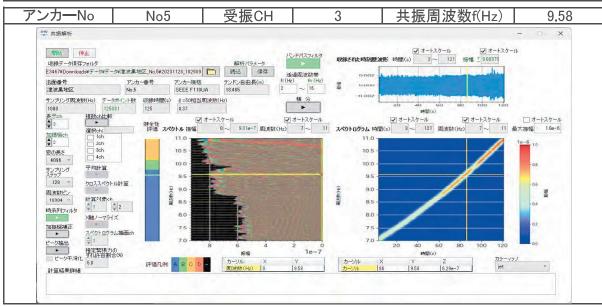
カーソル: X Y Z カーソル 61 8.48 4.59e-7

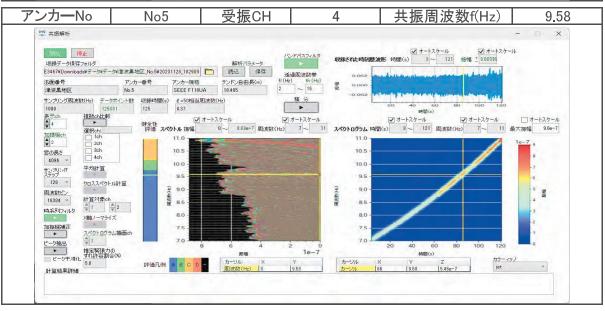
スペクトログラム描画ch

ピーク抽出 推定緊張力の サー 推定緊張力の プロークモン滑化 5.0

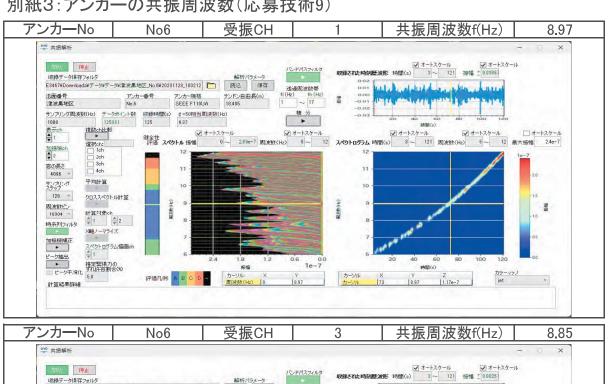
別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)

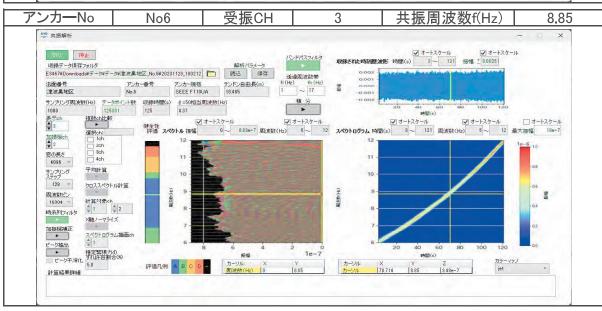


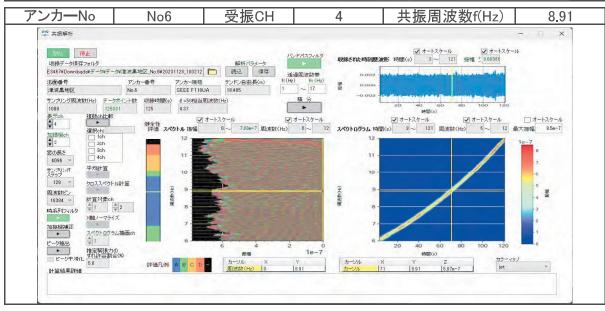


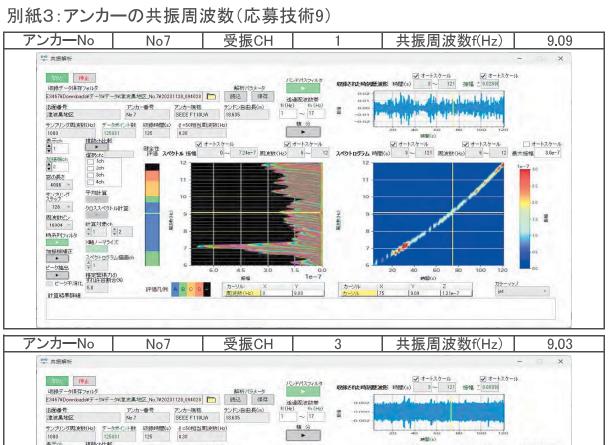


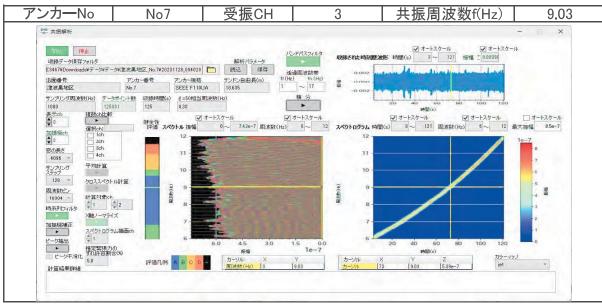
別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)

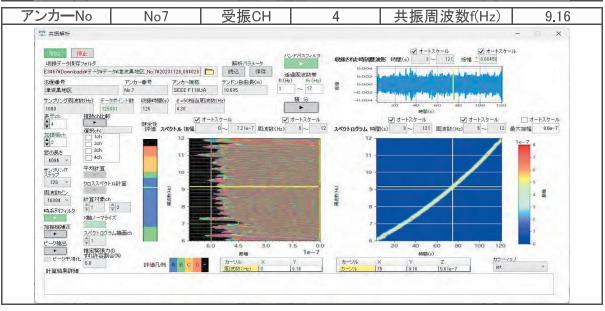




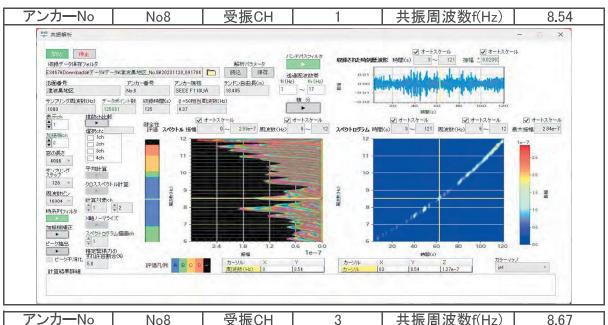


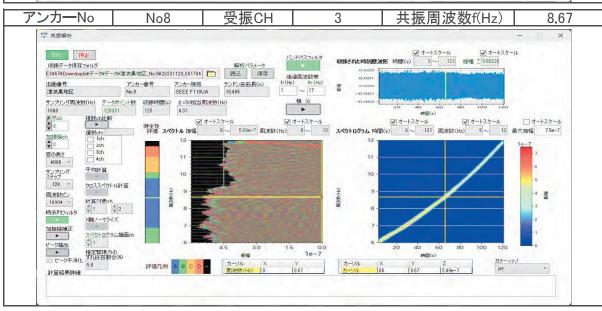


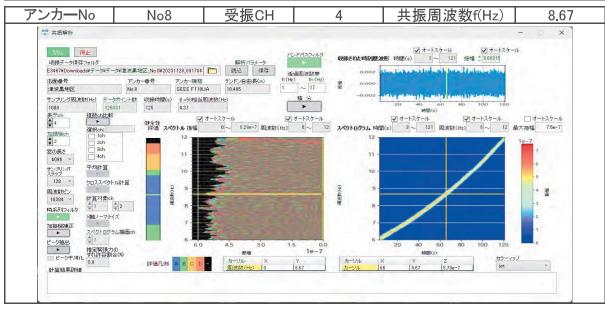




別紙3:アンカーの共振周波数(応募技術9)







別紙4:No3津波黒地区アンカー:【真値】と実験結果(応募技術9)の比較

アンカ	J—No	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8
位	置	中段	中段	中段	中段	下段	下段	下段	下段
引張荷重	Tus(kN) ¹⁾	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120
降伏点荷	重Tys(kN) ¹⁾	952	952	952	952	952	952	952	952
設計荷	重Td(kN)	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4
【真値】 リフトオフ試験	残存緊張力T(kN)	480	115	459	448	457	411	425	456
応募技術9	残存緊張力T(kN)	578	543	492	581	646	557	589	522
備	考			荷重計あり				荷重計あり	

1)SEEEタイブルアンカーU型のカタログ値

技術番号	応募技術22		
カタログ分類	非破壊検査	点検対象	土工構造物:グラウンドアンカー
技術名	デジタル打音検査によるグラウンドア ンカーの緊張力簡易計測システム	開発者名	原子燃料工業株式会社 (有)マサクリーン

実験日 天候 実験場所 |福岡県糟屋郡篠栗町津波黒地区

11月17日

国道201号福岡東バイパスの津波黒地 区の切土のり面に位置するアンカーであ る。

アンカーは4列×2段で配置され、全部 で8本である。8本中2本のアンカー(中 段・下段で各1本)には、アンカー頭部に 荷重計が設置され、アンカーに作用する 荷重の計測が行われている。

当該アンカーの諸元等は別紙1を参照。



雨

気温

11°C



風速|

2.6m/s

実験で確認した項目等	アンカーの残存緊張力(アンカーの測定周波数からの推定値)
実験における提出物	1)実証実験結果報告書

実験条件等

- 天候:雨
- ▶時間帯:昼(9:00~11:05)
- ・交通規制なし
- •No1~No8のアンカー全8本を対象に実証実験を実施した
- アンカー頭部キャップを取り外し、アンカー頭部の寸法を測定後、計測を実施。アンカー頭部を点検用ハ ンマーで打撃し、アンカー頭部に設置したAE(音響)センサで振動を計測する
- ・計測した振動からアンカーの周波数分布を整理し、周波数分布から測定周波数(低次のピーク周波数) を求める
- ・測定周波数からアンカーの緊張力を推定する
- •アンカー頭部キャップの取り付け(復旧)は仮復旧(キャップの装着のみ)とし、グリスの充填等は実施し ていない
- ※実証実験後にNo1~No8のアンカー全8本に対してリフトオフ試験を実施。リフトオフ試験で確認した緊 張力を【真値】と仮定し、実証実験結果と比較。実験結果と【真値】の比較は、No4(リフトオフ試験結果の 提供)及びNo3、No7(荷重計設置アンカー)を除く5本で実施した。当該技術は荷重計を設置したアンカー には適用不可。

実験方法(手順)

現地作業:

- ①資材の準備:普通車1台で資材を運搬。作業人員は6名(アンカ一頭部キャップの取り外し及び復旧3 名、計測3名)
- ②アンカー頭部キャップの取り外し
- ③アンカ一頭部の寸法を測定
- ④アンカ一頭部を点検用ハンマーで打撃し、アンカー頭部に設置したAE(音響)センサで振動を計測。そ の後、計測結果を確認
- ⑤アンカ一頭部キャップの取り付け(復旧)
- ⑥各アンカー(No1~No8)に対して②~⑤の作業を繰り返す
- ⑦センサのチェック
- ⑧片付け

- ①計測結果に基づく測定周波数fmeasの設定
- ②現場で計測したアンカー緊張力(No4)に基づく基準周波数fref(L, D)、lpha 、eta の設定(設定方法は非公 開)
- ③測定周波数fmeas、基準周波数fref(L, D)等を用いてアンカーの残存緊張力Tを推定
- ④解析結果の資料作成:技術員

計測機器等



写真1 使用機材



写真2 頭部キャップ取り外し



写真3 頭部寸法計測



写真4 計測



写真5 計測データの確認



写真6 頭部キャップ取り付け(復旧)

計測方法等

計測方法、計測するアンカーの詳細、アンカーの緊張力の推定方法は別紙1を参照。

実験結果

- 実験結果(計測結果及び計測結果より求めたアンカー張力)は別紙2及び別紙3参照
- 実験結果と【真値】(リフトオフ試験結果)の比較結果は別紙4を参照

実験の歩掛

<u>現地作業:</u>

合計6名(アンカー頭部キャップの取り外し及び復旧3名、計測3名)

1) 進備工

センサのチェック(3分程度)、KY活動(9:00~9:05)

2)計測工

- •No1:作業時間23分 ①頭部キャップ取り外し(9:05~9:10)、②アンカー頭部の寸法測定(9:22~9:35)、 ③計測•データ確認(9:35~9:39)、④頭部キャップ取り付け(9:40~9:41)
- ■No2:作業時間19分 ①9:10~9:22、②9:40~9:44、③9:44~9:46、④9:46~9:47
- •No3:作業時間9分 ①9:22~9:25、②9:54~9:57、③9:57~9:59、④9:59~10:00
- |•No4:作業時間12分 ①9:25~9:31、②9:48~9:51、③9:51~9:53、④9:53~9:54
- -No5:作業時間8分 ①9:40~9:43、②10:07~10:09、③10:09~10:11、④10:11~10:12
- *No6:作業時間8分 ①9:43~9:46、②10:12~10:14、③10:14~10:15、④10:15~10:17
- |•No7:作業時間8分 ①9:43~9:46、②10:16~10:19、③10:19~10:20、④10:20~10:21
- •No8:作業時間6分 ①10:45~10:47、②10:47~10:48、③10:48~10:50、④10:53~10:54

3) 片付工

センサのチェック(10:56~10:57)

片付け(資材運搬・積込)(10:57~11:05)

内業:

- _____ 1)データ解析:技師C
- ■計測結果に基づく測定周波数fmeasの設定:技師C
- 2)解析内容の確認と緊張力の評価:技師A
- ・現場で計測したアンカー緊張力に基づく基準周波数fref(L, D)、α、βの設定(設定方法は非公開)
- •測定周波数fmeas、基準周波数fref(L, D)等を用いてアンカーの残存緊張力Tを推定:技師A
- 3)解析結果の資料作成:技術員

実験費用

現地作業:

①準備工·計測工·片付工:約180,000円(約30,000円/日×6名×1日 技師B:1人、技師C:1人、技術員:1人、地質調査技師:1人、普通作業員:1人)

②機器損料:約15,000円(約15,000円/日×1日)

小計:約195,000円

内業:

_____タ解析:技師C:0.6人

②解析内容の確認と緊張力の評価:技師A:1人

③解析結果の資料作成:技術員:0.4人

小計:約100,000円(約50,000円/日×2日)

合計:約295,000円

<u>※上記費用にリフトオフ試験の費用は含まれていない。当該技術によるアンカー緊張力の絶対値の推定では、No4アンカーのリフトオフ試験結果を応募者に提供し、この結果に基づき他のアンカーの緊張力を推定した。</u>

従来技術の歩掛(参考)

調査業務(リフトオフ試験工:全8本):

- ①直接調査費(リフトオフ試験工:全8本)
- ■頭部詳細調査:¥693,488-(アンカー1本当り:土木世話役0.55人、特殊作業員0.55人、普通作業員0.55人、技師B 0.55人、技術員0.55人)
- ・頭部詳細調査データ整理:¥197,200-(アンカー1本当り:技師B 0.3人、技術員0.35人)
- ・リフトオフ試験工:¥1,767,600-(アンカー1本当り:土木世話役1人、特殊作業員1人、普通作業員1人、技師B1人、技術員1人)
- ・リフトオフ試験エデータ整理:¥184,560-(アンカー1本当り:技師B 0.3人、技術員0.3人)
- ・頭部補修工:¥200,640-(アンカー1本当り:土木世話役0.25人、特殊作業員0.25人、普通作業員0.5人) ②間接調査費
- •旅費交通費:¥65,130- ①×2.14%
- ③諸経費:¥1,635,133- (①+②)×52.6%

小計:¥4,743,751-(税抜)

<u>解析業務(リフトオフ試験工:全8本):</u>

- ①解析等調査
- •計画準備:¥217,600-(技師長1人、主任技師1.5人、技師C 1.5人)
- -報告書作成:¥216,450-(主任技師1.5人、技師A 1人、技師B 1.5人)
- ②直接経費
- ■旅費交通費:¥2,735- ①×0.63%
- •電子成果品作成費:¥51,000-
- ③その他の原価:¥233,719- ①×0.35/0.65
- ④一般管理費等:\\\\\\$388,501-(①+②+③)\\\\\\\$0.35/0.65

小計:¥1,110,005-(税抜)

合計:¥5,853,756-(税抜)

別紙1:「No3津波黒地区実証実験」アンカー概略図及び実験条件

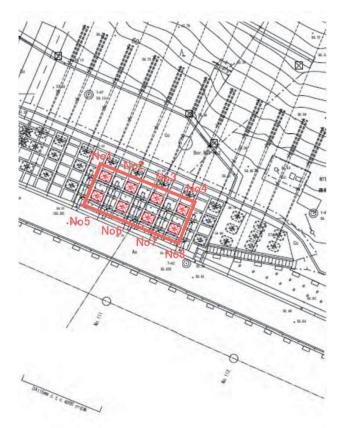


図1 アンカー平面図



写真1 アンカー全景

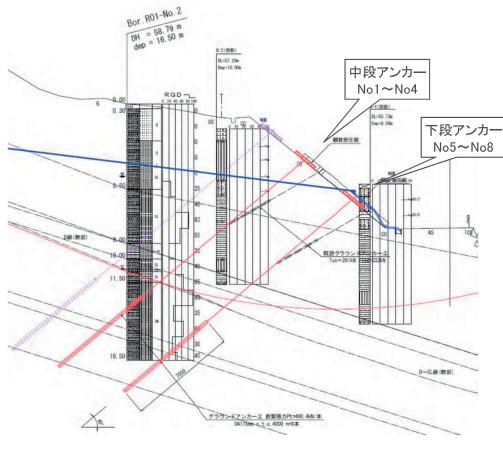


図2 アンカー断面図

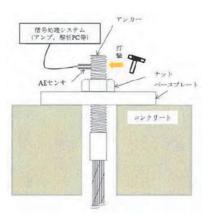


図3 計測機器配置図

3-164

•天候:雨

▶時間帯:昼(9:00~11:05)

- 交通規制:なし

実験条件:

- ■全8本のアンカーに対して実証実験を実施
- ■全8本のアンカーに対してリフトオフ試験による残存緊 張力の測定を行い、測定結果を【真値】と仮定
- ■全8本のアンカーのうち、No4(リフトオフ試験結果の提供)及びNo3、No7(荷重計設置アンカー)を除く5本のアンカーに対し、当該技術で推定した緊張力とリフトオフ試験による残存緊張力を比較

別紙1:「No3津波黒地区実証実験」アンカー諸元

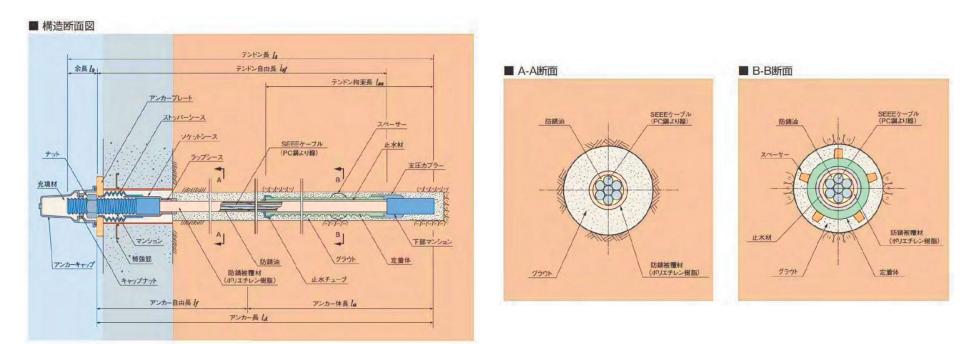


表1 当該アンカー(No1~No8)の諸元

ア	ンカー種別		SEEEグラウンドアンカー工法タイブルアンカーU型(F110UA)							
7	アンカーNo	No1	No2	No3	No4 No5 No6 No7 No8					
	位置	中段	中段	中段	中段	下段	下段	段 下段 下段		
荷	重計の有無	なし	なし	あり	なし	なし	なし	あり なし		
	引張荷重T _{us} (kN) ¹⁾	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	
	降伏点荷重Tys(kN) ¹⁾	952	952	952	952	952	952	952	952	
	設計荷重Td(kN)	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	
	アンカー体径(mm)	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	
設計諸元	アンカー傾角(゜)	40	40	40	40	40	40	40	40	
	アンカー体長I _a (m)	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	
	テンドン拘束長I _{sa} (m)	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	3.96	
	アンカー全長I _A (m)	21.125	21.125	21.125	21.125	19.625	19.625	19.625	19.625	
	テンドン自由長I _{sf} (m)	20.235	20.235	20.235	20.235	18.735	18.735	18.735	18.735	

別紙1:「No3津波黒地区実証実験」アンカー緊張力の推定方法

- ・アンカー頭部の余長L、直径Dを測定
- •アンカー頭部にAEセンサを設置
- •アンカー頭部に打撃を加え、アンカー頭部の振動波形を取得

■アンカー頭部の振動波形から評価ピーク周波数fmeasを求める

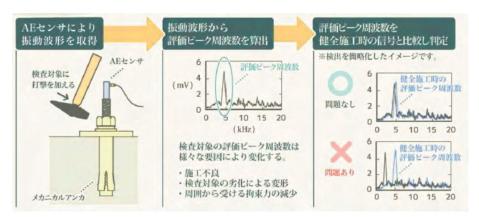
・式(1)によりアンカーの緊張力を推定する

緊張力T(kN)=
$$\alpha$$
 X + β •••式(1)

ここで、α、βは係数であり、<u>当該技術で現場計測したアンカーのうち、少なくとも1本のアンカーの緊張力と応募者が有するデータ</u>ベースから、応募者が設定する(設定方法は非公開)。

 $-X = (f_{meas} / f_{ref}(L, D))^2$

ここに、測定周波数 $f_{meas}(Hz)$ 、アンカー頭部の長さL(m)、アンカー直径D(m)、基準周波数 $f_{ref}(L,D)(Hz)$



$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\lambda^2}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{\rho A}} \quad \leftrightarrow \quad f = \frac{\lambda^2}{8\pi} \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}} \cdot \frac{D}{L^2}$$

f: 固有周波数、 Λ : 定数、L: 梁長さ、E: 縦弾性係数、I: 断面2次モーメント ρ : 密度、 Λ : 断面積、D: ボルト径



No4アンカーのリフトオフ試験結果 (T=448kN) 及びデータベースから設定した $f_{ref}(L, D)$ 、 α 、 β

$$-f_{ref}(L, D) = 420D / L^2 + 635$$

 $T = 858.9X - 2.52 \quad (\alpha = 858.9 \quad \beta = 2.52)$

別紙2:No3津波黒地区アンカー実験結果一覧表(応募技術22)

アンカーNo			N	o1			No	2			N	o3		No4					
測定回数		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
測定周波数f _{meas} (Hz)	読み取り値1)	988	988	988	987	692	674	691	672	1330	1274	1329	1251	939	939	940	939		
Mineas(112)	平均値		987	1.75			682	2.25			129	6.00			939.25				
アンカ一頭部の長さし	m)		0.179				0.1	67		0.189				0.198					
アンカ一頭部の直径D	$(m)^{2)}$		0.0	62		0.062					0.0	062			0.062				
荷重計の有無			無 無				無				7	Ī			無				
基準周波数f _{ref} (L, D) ³⁾		1447.71			1447.71			1568.70 1363.98			1363.98			1299.22		1299.22			
周波数比X ⁴⁾					0.47			0.19						0.52					
アンカーの推定緊張力T(kN) ⁵⁾			39	97		160							リフトオフ試験結果提供						

アンカーNo			No	o5			No	o6			N	о7		No8			
測定回数		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	2 3 966 988 977.00	
測定周波数f _{meas} (Hz)	読み取り値1)	899 934 898 935			894	891	894	891	1261	1215	1261	1214	989	966	988	965	
	平均値		916	6.50			892	2.50			123	7.75			977	977.00	
アンカー頭部の長さしい	m)	0.206				0.207					0.1	98		0.189			
アンカー頭部の直径D	$(m)^{2)}$		0.062				0.062 0.062					0.062					
荷重計の有無			無	Ħ.			無				7	Ī			無	Ħ.	
基準周波数f _{ref} (L, D) ³⁾		1248.63				1242.72				129	9.22			1363.98			
周波数比X ⁴⁾	$\pm \chi^{4)}$ 0.54 0.52			0.51													
アンカーの推定緊張力T(kN) ⁵⁾		460				440								438			

¹⁾測定結果から読み取った低次のピーク周波数

²⁾SEEEタイブルアンカーU型のカタログ値(マンション径)

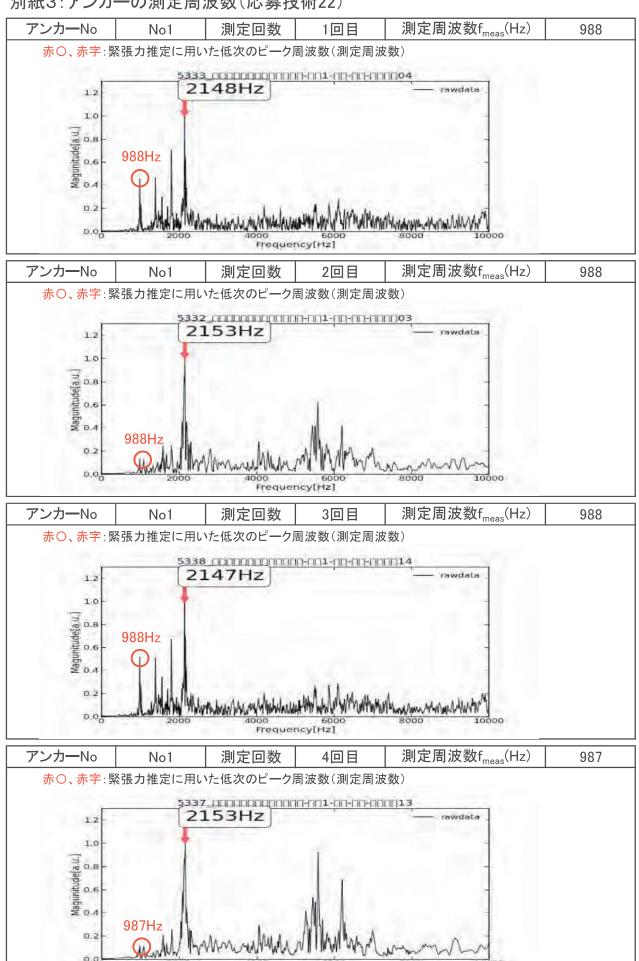
 $³⁾f_{ref}(L, D) = 420D / L^2 + 635$

⁴⁾X = $(f_{meas} / f_{ref}(L, D))^2$

 $⁵⁾T = 858.9X - 2.52 (= \alpha X - \beta)$

[※]基準周波数 $f_{ref}(L, D)$ 、 α 、 β の設定には現場で計測した少なくとも1本のアンカーの緊張力を必要(No4アンカーのリフトオフ試験結果を提供)とし、応募者が設定(設定方法は非公開)

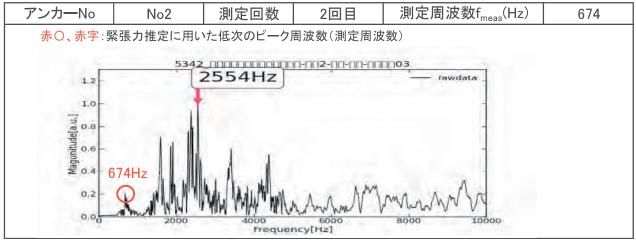
別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)

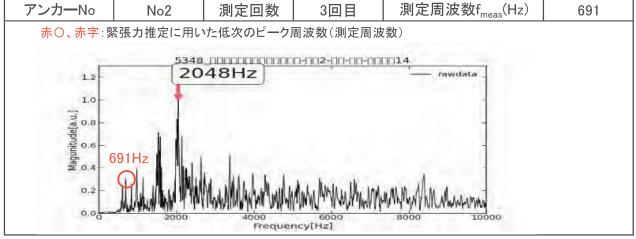


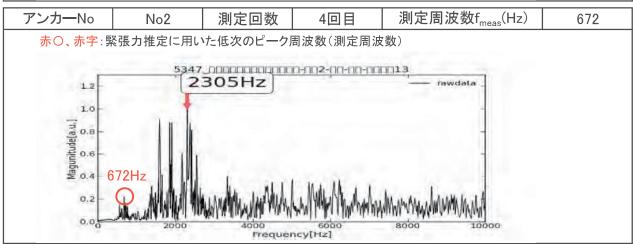
Prequency[Hz]

別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)

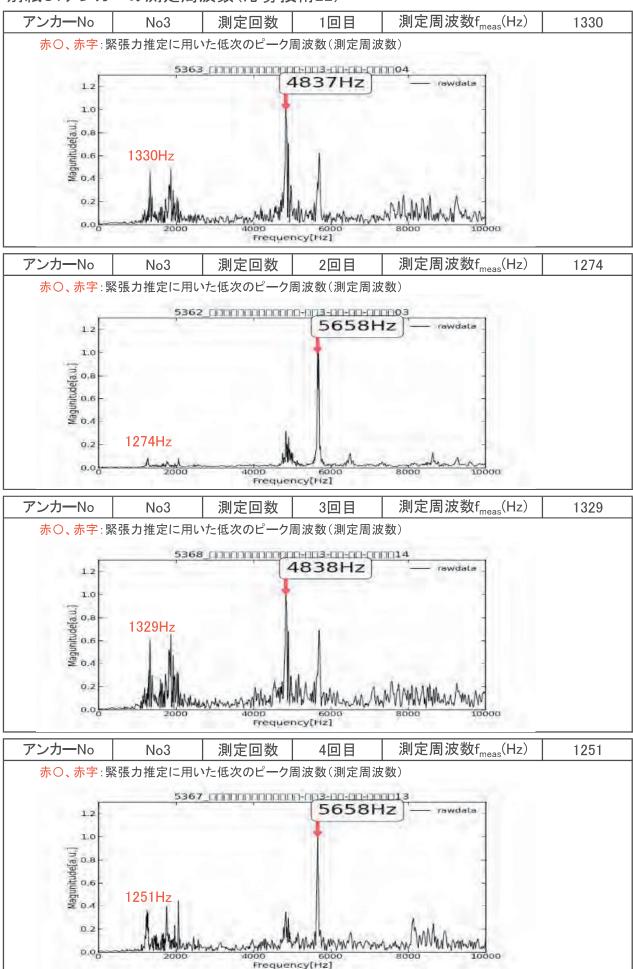




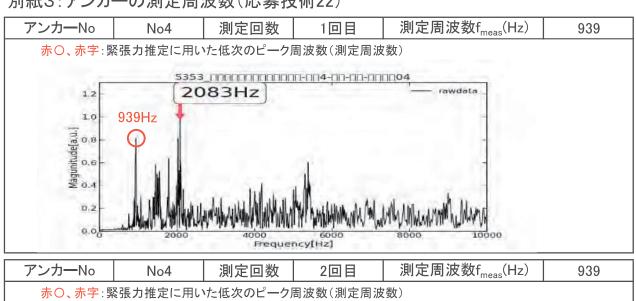


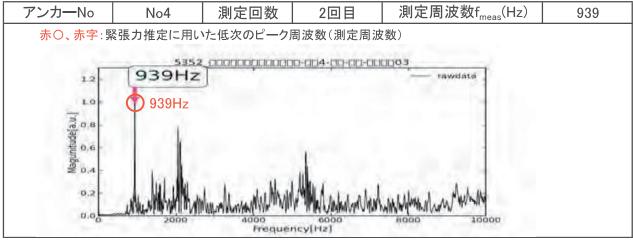


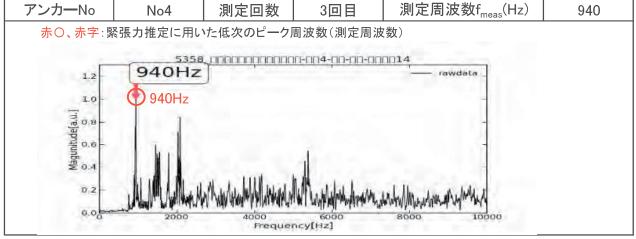
別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)

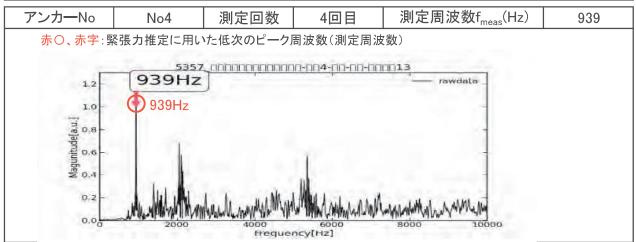


別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)

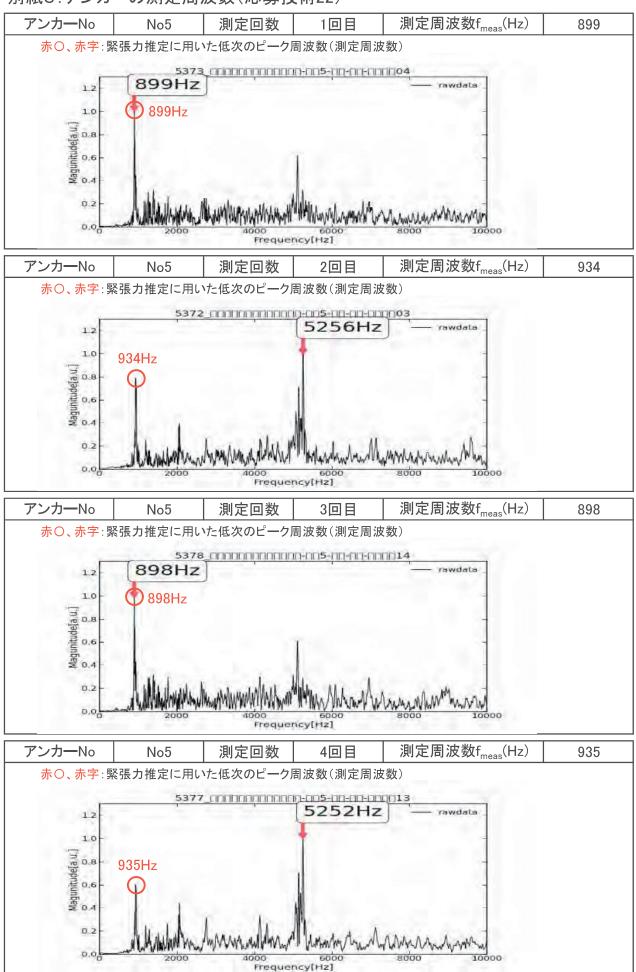




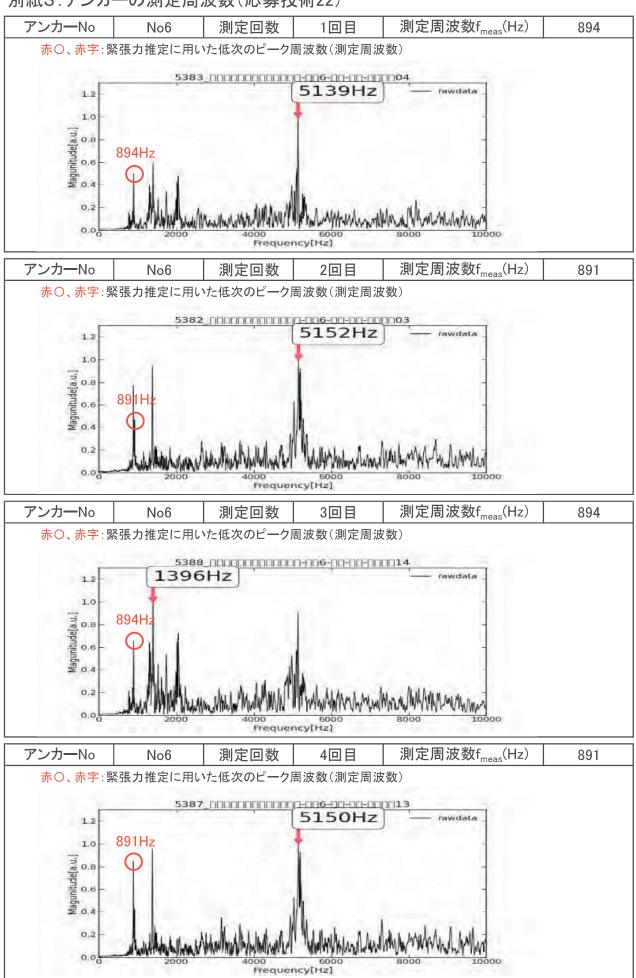




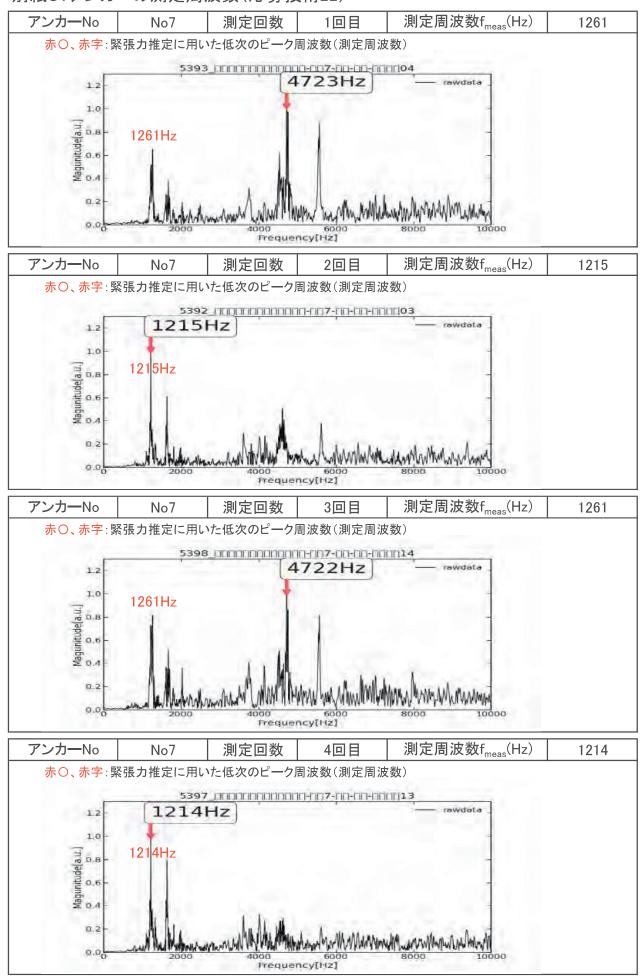
別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)



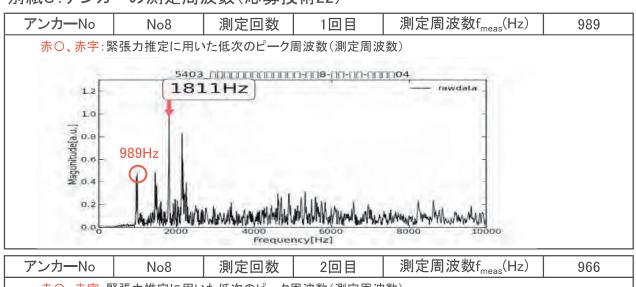
別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)

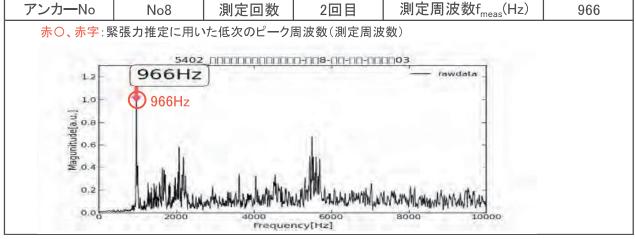


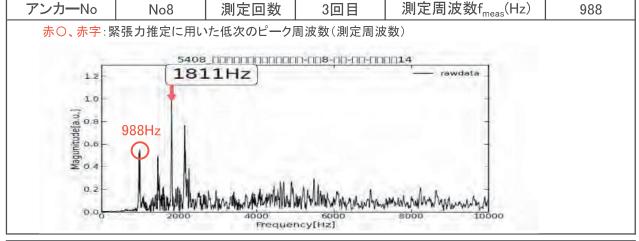
別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)

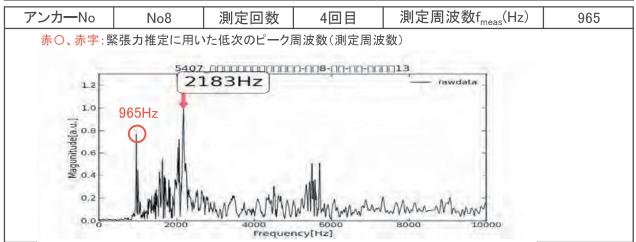


別紙3:アンカーの測定周波数(応募技術22)









別紙4:No3津波黒地区アンカー:【真値】と実験結果(応募技術22)の比較

	J—No	No1	No2	No3	No4	No5	No6	No7	No8
位	置	中段	中段	中段	中段	下段	下段	下段	下段
引張荷重	[Tus(kN) ¹⁾	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120
降伏点荷	重Tys(kN) ¹⁾	952	952	952	952	952	952	952	952
設計荷	重Td(kN)	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4	490.4
【真値】 リフトオフ試験	残存緊張力T(kN)	480	115	459	448	457	411	425	456
応募技術22	残存緊張力T(kN)	397	160			460	440		438
備	考			荷重計あり	(2)			荷重計あり	

¹⁾SEEEタイブルアンカーU型のカタログ値、2)他のアンカーの緊張力(絶対値)推定のためリフトオフ試験結果を提供