

インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム 第7回ピッチイベント

次 第

日 時：令和3年12月21日（火）13：00～16：30

場 所：近畿地方整備局 第一別館 2階 大会議室

1. 開会

インフラメンテナンス国民会議 近畿本部フォーラム

事務局代表

霜上 民生

2. 来賓挨拶

近畿地方整備局 企画部長

豊口 佳之

3. ピッチイベント

【テーマ①】 大阪府

【点検の機械化に係る技術】

【テーマ②】 大阪市、淡路市

【橋梁塗装に係る技術】

【テーマ③】 大阪府、奈良県、大阪市

【空洞調査に係る技術】

【テーマ④】 大阪府

【台帳整備に係る技術】

【テーマ⑤】 京田辺市

【ため池堤防等の漏水箇所調査に係る技術】

4. ピッチイベントを終えて

インフラメンテナンス国民会議 近畿本部 近畿情報WG長 坂野 昌弘

5. 閉会

インフラメンテナンス国民会議 近畿本部 第7回ピッチイベント出席者名簿 ※事前申込者のみ

	所 属 名	氏 名		所 属 名	氏 名	
行 政	大阪府	河川室 主査	石本 雄大	土牛産業株式会社	研究開発室	進藤 大輔
	大阪府	河川室 副主査	松本 卓也	株式会社NTJシオテックス	取締役	吉川 潤
	大阪府	道路室 主査	紙上 健	エフ・アール・ビー・サービス株式会社	第一営業部 参与	山下 節三
	大阪府	道路室 主査	吉住 俊哉	一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所	技術アドバイザー	山内 淑人
	大阪府	道路室 技師	吉田 隆晃	株式会社CTIウイング	橋梁部 部長	池田 豊
	大阪府	道路室 技師	横山 彼社	株式会社CTIウイング	橋梁部 班長	小松 正志
	大阪府	事業管理室 副理事	上田 大輔	株式会社コン・トリンプル	事業企画部 マネジャー	亀田 義則
	大阪府	事業管理室 課長補佐	中井 和弘	計測技研株式会社	技術部 部長	藤村 守
	大阪府	事業管理室 主査	松澤 大助	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク	事業推進部 建設・土木担当	大黒 仁之
	奈良県	道路保全課 主任主事	小笠原 裕	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク	事業推進部 建設・土木担当	岡森 駿
	大阪市	道路部調整課 担当係長	寺田 昌広	株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク	事業推進部 建設・土木担当	菊地 絵里
	大阪市	道路部道路課 担当係長	花房 幸司	社会基盤ライフサイクルマネジメント研究会		高野 輝浩
	京田辺市	農政課	伊藤 健一	社会基盤ライフサイクルマネジメント研究会		吉岡 彩佳
	京田辺市	建設政策推進室 担当係長	前田 寛幸	朝桐工業株式会社		鈴木 大亮
	池田市	都市整備部交通道路課 副主幹	船曳 勇介	朝桐工業株式会社		南
	池田市	都市整備部交通道路課 主任技師	村西 昇	一般財団法人土木研究センター	参与	片脇 清士
	茨木市	建設部 建設管理課 主幹兼係長	福岡 寛	株式会社鴻池組	土木事業総轄本部 執行役員	村西 正実
	内閣府 沖縄総合事務局	開発建設部 建設行政課 課長補佐	知名 広道	株式会社総社技術コンサルタント		難波 進
	岸和田市	まちづくり推進部 都市計画課 担当員	田中 皇志郎	株式会社復建技術コンサルタント	関西支店 副技師長	水田 和之
	和歌山市企業局	維持管理課 課長	木下 公平	株式会社ケー・エフ・シー	営業企画部 営業企画課長	坪本 隆司
	和歌山市企業局	上・工業用水道管理課 課長	得津 雅夫	NEXCO西日本インバークションズ株式会社	社長	矢野 寛
	和歌山市	道路管理課 班長	西出 大典	エースコンサルタント株式会社	相談役	三品 文雄
	玉名市	土木課 技術主任	伊方 寛睦	ルーチェサーチ株式会社	事業企画調整部	本多 哲也
	札幌市	建設局土木部 道路維持課 係員	三橋 隆淑	一般社団法人 日本建設保全協会	本部事務局 次長	中村 淳志
	帯広市	都市環境部土木室土木課土木係 係員	高橋 尚樹	沖電気工業株式会社	社会インフラソリューション事業部	岐部 景子
	神河町	建設課 主査	田中 聡	株式会社インテコ	設計部 次長	中村 直樹
民 間 企 業 ・ 団 体	株式会社セイコーウェーブ	代表取締役	新村 稔	株式会社インテコ	設計部	高橋 宗之
	コニカミルタ株式会社	BIC-Japan インキュベーションリード	北村 健	株式会社インテコ	設計部	大道 乙男
	株式会社浪速技研コンサルタント	技術顧問	今西 直人	株式会社初山	測量設計部	中山 義康
	アイセイ株式会社	技術開発部 課長	関 和彦	株式会社かみえちご測地	構造調査課 課長補佐	田光 嘉彦
	フルサト工業株式会社	建材開発部	薄井 健太	株式会社きんそく	商品企画室 室長	古川 龍二
	日本橋梁株式会社	事業開発グループ 技師長	小西 日出幸	株式会社きんそく	経営企画本部 部長	山田 泰史
	日本橋梁株式会社 神戸事業所	事業開発チーム 部長	新開 篤	株式会社トプコンボジションングアジア	ICT施工ソリューション 主査	藤井 暁也
	日本橋梁株式会社 神戸事業所	事業開発チーム 課長代理	佐藤 寛幸	株式会社バスコ	関西事業部 事業推進室 事業推進課	中野 浩行
	株式会社太平洋コンサルタント	分析技術部 取締役分析部長	野口 康成	株式会社バスコ	関西事業部 事業推進室 室長	杉澤 泰弘
	大伸化学株式会社	技術部開発課 課長	木村 友昭	株式会社バスコ	関西事業部 事業推進室 副室長	井内 努
	大伸化学株式会社	技術部 副部長	熊谷 好高	株式会社バスコ	関西事業部 事業推進室 営業推進課	川口 恵佑
	ヤマダインフラテクノス株式会社	専務取締役	山田 翔平	株式会社バスコ	関西事業部 事業推進室 事業推進課 主任技師	崎山 英杉
	ヤマダインフラテクノス株式会社	工事第二 事業部 主任	下里 康浩	株式会社フジタ 大阪支店	土木工事部 部長	根岸 善徳
	株式会社ユニテック	取締役	加藤 久仁幸	株式会社近畿地域づくりセンター	設計積算部 調整役	脇本 吉庸
	株式会社ウォールナット	第二調査グループ 主任	高山 勇樹	株式会社近畿地域づくりセンター	設計積算部 調整役	原 康雅
	株式会社土木管理総合試験所	物理探査部 次長	竹元 大	株式会社東北ドローン	代表取締役	桐生 俊輔
	川崎地質株式会社	事業企画部 技術開発部長	山田 茂治	公益財団法人大阪産業局	調査担当フェロー	徳田 裕平
	古河電気工業株式会社	新事業創出部フェーズ2課 課長	橋 昭頼	三井造船特機エンジニアリング株式会社 マリン・メンテ事業部 千葉工場 工作部 メンテ工作 課長補佐		丸山 弘
	古河電気工業株式会社	パートナー開拓部	野村 俊輔	神鋼検査サービス株式会社	技術部 技術主管	日下 卓也
	古河電気工業株式会社	パートナー開拓部 課長	鈴木 政寛	西松建設株式会社	土木技術部 課長	永瀬 勝彦
	古河電気工業株式会社	新事業創出部 部長	奈良 一孝	仙台コンクリート試験センター株式会社	本社 統括副所長	松川 欣司
	古河電気工業株式会社	新事業創出部 課長	橋 昭頼	川田工業株式会社	技術部 担当部長	坂田 正二
	古河電気工業株式会社	新事業創出部 主査	川手 隆司	大阪ガス株式会社	秘書部 顧問	西川 秀昭
	古河電気工業株式会社	新事業創出部 主査	橋詰 直樹	株式会社M・T技研	取締役専務	山川 博樹
	古河電気工業株式会社	新事業創出部	小林 洋幸	中央復建コンサルタンツ株式会社	総合技術本部 技師長	田底 成智
	古河電気工業株式会社	インフラ営業部	田中 保治	田中シビルテック株式会社	代表取締役社長	湯本 聡
	古河電気工業株式会社	共創プロジェクト推進部	岩田 稔	東急建設株式会社	東急建設 主任	張 志冲
	古河電気工業株式会社	共創プロジェクト推進部	中村 ジュン	東洋建設株式会 大阪本店	土木部 部長	武内 清誠
	国際航業株式会社	和歌山営業所 技師長	鐵尾 義治	日本ファブテック株式会社	リハビリ工事部 係長	門口 一

	所 属 名		氏 名
民間企業・団体	日本工営株式会社 大阪支店	流域水管理部 課長	林 良一
	日本鉄塔工業株式会社	イノベーション企画第二Gr GL	本松 勝輝
	日本鉄塔工業株式会社	イノベーション企画第二Gr 担当	中村 公春
	日本電気株式会社	西日本統括支社 エキスパート	西村 博
	日本電気株式会社	システムデバイス事業部 エキスパート	藤田 貴司
	復建調査設計株式会社	保全構造部 副部長	天満 真士
	復建調査設計株式会社	保全構造部	藤井 友行
	本州四国連絡高速道路株式会社 神戸管理センター	計画課 課長	越野 勝
	本州四国連絡高速道路株式会社 保全部	橋梁保全課	橋本 龍
	本州四国連絡高速道路株式会社 保全部	橋梁保全課	永瀬 繁幸
	本州四国連絡高速道路株式会社	長大橋・技術部 技術革新・アセットマネジメントG	平松 直人
	本州四国連絡高速道路株式会社	長大橋・技術部 技術革新・アセットマネジメントG グループリーダー	杉山 剛史
	本州四国連絡高速道路株式会社	長大橋・技術部 技術革新・アセットマネジメントG サブリーダー	大倉 章弘
	インフラメンテナンス国民会議 近畿本部フォーラム 近畿情報WG長（関西大学 環境都市工学部 教授）		坂野 昌弘
来賓・事務局等	近畿本部フォーラム 事務局	事務局代表	霜上 民生
	近畿本部フォーラム 事務局		河野 千代
	近畿本部フォーラム 事務局		多田 成宏
	近畿本部フォーラム 事務局		新田 耕司
	近畿本部フォーラム 事務局		東 定生
	近畿本部フォーラム 事務局		楠本 博
	近畿本部フォーラム 事務局		板倉 信一郎
	近畿本部フォーラム 事務局		片岡 信之
	近畿本部フォーラム 事務局		宮原 正和
	近畿本部フォーラム 事務局		田中 敏治
	近畿本部フォーラム 事務局		高山 実華
	近畿本部フォーラム 事務局		尾中 智美
	近畿地方整備局 企画部長		豊口 佳之
	近畿地方整備局 企画部	事業調整官	高橋 雅樹
	近畿地方整備局 企画部 企画課	課長補佐	今城 由貴
	近畿地方整備局 企画部 企画課	係長	中川 裕嗣
	近畿地方整備局 企画部 企画課		吉野 玲葉
	近畿地方整備局 企画部 企画課		山村 隆星

インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム 第7回ピッチイベント
プログラム

日 時：令和3年 12月 21日 13:00～16:30
場 所：近畿地方整備局 第一別館 2階 大会議室

実施時間		実施内容				タイムスケジュール			
13:00～	開会		インフラメンテナンス国民会議 近畿本部フォーラム 事務局代表 霜上 民生				13:00	0:05	
13:05～	来賓挨拶		近畿地方整備局 企画部長 豊口 佳之				13:05	0:05	
13:10～ 13:50	番号	説明者		番号	説明者		13:10	0:40	
	テーマ①	大阪府（5分）		シリーズ①-1	株式会社セイコーウェーブ 新村 様（7分）				
	【テーマ】 点検の機械化に係る技術 【ニーズの概要】 ①地下河川構造物の点検技術（ドローン等を活用） ②法面点検時の点検技術（ドローン等を活用した測量等）		産業用ドローンを活用した、狭隘な場所の点検技術						
			シリーズ①-2 コニカミノルタ株式会社 北村 様（7分）						
			磁気センシングによる内部鋼材破断の非破壊検知技術						
			シリーズ①-3 株式会社浪速技研コンサルタント 今西 様（7分）						
			床版構造の不可視劣化部のAI的遠隔検出方法						
			シリーズ①-4 アイセイ株式会社 関 様（7分）						
3次元点群データを活用した差分解析による点検支援技術									
質疑応答（7分）									
13:50～14:49	テーマ②	大阪市、淡路市（各5分）		シリーズ②-1	フルサト工業株式会社 薄井 様（7分）		13:50	0:59	
	【テーマ】 橋梁塗装に係る技術 【ニーズの概要】 ①現場での塗膜成分分析技術 ②塗膜剥離技術（残存した塗膜の処理）		レーザーケレン工法						
			シリーズ②-2 日本橋梁株式会社 小西 様（7分）						
			IH式塗膜剥離工法						
			シリーズ②-3 株式会社太平洋コンサルタント 野口 様（7分）						
			塗膜試料採取システム						
			シリーズ②-4 大伸化学株式会社 木村 様（7分）						
			繊維ベースト化塗膜剥離剤と押え付け工法を併用した湿式塗膜剥離工法						
			シリーズ②-5 ヤマダインフラテクノス株式会社 山田 様（7分）						
			循環式エコクリーンプラスト工法・エコクリーンハイブリッド工法						
			シリーズ②-6 株式会社ユニテック 加藤 様（7分）						
塗膜剥離後の塗膜修復に関する技術									
質疑応答（7分）									
14:49～15:32	テーマ③	大阪府、奈良県、大阪市（各5分）		シリーズ③-1	株式会社ウォールナット 高山 様（7分）		14:49	0:43	
	【テーマ】 空洞調査に係る技術 【ニーズの概要】 ①路面下の空洞の厚みを確認する技術 ②トンネルの巻圧の不足・現象、背面空洞を正確に調査する技術 ③護岸背面の空洞か（路面下5m程度）の調査技術		交通規制が不要な空洞厚測定技術						
			シリーズ③-2 株式会社土木管理総合試験所 竹元 様（7分）						
			3Dradarによる護岸背面空洞探査						
			シリーズ③-3 川崎地質株式会社 山田 様（7分）						
			深部対応型地中レーダについて						
質疑応答（7分）									
休憩（10分程度）								15:32	0:10
15:42～16:03	テーマ④	大阪府（5分）		シリーズ④	古河電気工業株式会社 橋 様（7分）		15:42	0:19	
	【テーマ】 台帳整備に係る技術 【ニーズの概要】 AI等活用して、走行型カメラ画像から管内の標識や照明柱を捉え、台帳に整備する技術		走るだけ！道路附属物維持管理DXソリューション「みちてん®シリーズ」						
					質疑応答（7分）				
16:01～16:20	テーマ⑤	京田辺市（5分）		シリーズ⑤	川崎地質株式会社 山田 様（7分）		16:01	0:19	
	【テーマ】 ため池堤防等の漏水箇所調査に係る技術 【ニーズの概要】 農業用ため池堤防（ブロック塀と防水シート整備）の不明な漏水箇所について、調査し特定できる技術		地中レーダや電磁法を利用した堤防内部構造調査						
					質疑応答（7分）				
16:20	ピッチイベントを終えて		インフラメンテナンス国民会議 近畿本部 近畿情報WG長 坂野 昌弘				16:20	0:10	
16:30	閉会						16:30	-	

【注意事項】
本ピッチイベントは、課題に対応出来る技術を提案するものであり、プレゼン内容を評価・審査するものではありません。
プレゼンの内容を否定する質問・ご意見等は、ご遠慮ください。

インフラメンテナンス国民会議 近畿本部フォーラム

第7回ピッチイベント

〔ニーズ・シーズ技術 説明資料〕

令和3年12月21日

<目 次>

■テーマ①「点検の機械化に係る技術」

- [ニーズ] 大阪府
- [シーズ技術①-1] 株式会社セイコーウェーブ
- [シーズ技術①-2] コニカミノルタ株式会社
- [シーズ技術①-3] 株式会社浪速技研コンサルタント
- [シーズ技術①-4] アイセイ株式会社

■テーマ②「橋梁塗装に係る技術」

- [ニーズ] 大阪市、淡路市
- [シーズ技術②-1] フルサト工業株式会社
- [シーズ技術②-2] 日本橋梁株式会社
- [シーズ技術②-3] 株式会社太平洋コンサルタント
- [シーズ技術②-4] 大伸化学株式会社
- [シーズ技術②-5] ヤマダイインフラテクノス株式会社
- [シーズ技術②-6] 株式会社ユニテック

■テーマ③「空洞調査に係る技術」

- [ニーズ] 大阪府、奈良県、大阪市
- [シーズ技術③-1] 株式会社ウォールナット
- [シーズ技術③-2] 株式会社土木管理総合試験所
- [シーズ技術③-3] 川崎地質株式会社

■テーマ④「台帳整備に係る技術」

- [ニーズ] 大阪府
- [シーズ技術④] 古河電気工業株式会社

■テーマ⑤「ため池堤防等の漏水箇所調査に係る技術」

- [ニーズ] 京田辺市
- [シーズ技術⑤] 川崎地質株式会社

テーマ①

点検の機械化に係る技術

ニーズ：大阪府

シーズ①-1：(株)セイコーウェーブ

シーズ①-2：コニカミノルタ(株)

シーズ①-3：(株)浪速技研コンサルタント

シーズ①-4：アイセイ(株)

テーマ 1 点検の機械化に係る技術（大阪府）

現 状

道路防災点検の結果、要対策箇所として抽出された道路法面において、安全度を高めつつ、路線の重要度や危険度を見極め、要対策箇所の解消に向け取り組んでいる。

対策工事のうち大規模な対策箇所については、測量及び設計業務委託を個別に発注し対応している一方、比較的小規模な対策箇所または早急な対策が必要な箇所においては、簡易的な暫定対策を取り入れながら対策を実施している。

課題 1

- ・ 低コストでの実現性
- ・ 測量計画～実施～成果までに要する期間
- ・ 危険箇所の斜面監視方法（ドローン以外も含む）

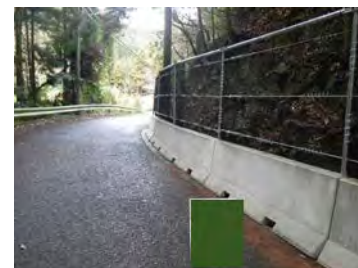
求める技術・条件

【 求める技術 】

ドローンを活用した航空レーザ測量

【 条件 】

ドローンの技術革新が進むなか、レーザ計測機器を搭載したドローンにより、従来の測量業務委託よりも低価格で短期間での測量成果が可能、また、危険箇所の抽出による将来対策までの間、危険箇所の監視が可能となるような技術提案を求める。



暫定対策事例

テーマ 1 地下河川構造物の点検技術（大阪府）

現 状

- ・大阪府では河川の治水対策の一環として地下調節池や地下河川などの地下構造物を設けている。
- ・地下構造物の点検は現在目視で行われているが、暗所であることや高所では遠望目視となることから、損傷を見逃す恐れがある。また、高所や密閉空間での有人作業による安全面の課題がある。
- ・目視によらないロボットによる損傷箇所の撮影や解析などにより、確実かつ安全に地下構造物を点検できる技術の導入が求められている。

課題 1

○目視による点検では、暗所であること、また高所では遠望目視となることから、損傷を見逃す恐れがある。

課題 2

○ 有人による高所や密閉空間の作業は安全面に課題がある。

求める技術・条件

【 求める技術 】

- ロボットにカメラや照明器具を装着させ、自動で移動し点検箇所を撮影。
- 解析ソフトにより撮影した写真から損傷具合の分析・経年比較を行う。

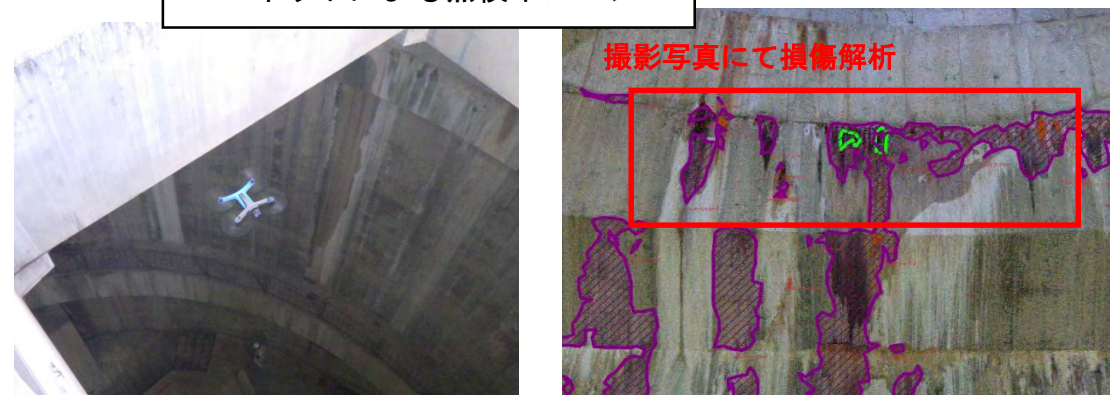
【 条件 】

- 暗所・高所かつ狭窄部（1m四方形程度）、非GPS環境で移動可能なロボット（ドローン等）の使用
- 画質の低い画像（4Kからやや劣る）からもひび割れなどの損傷を確認できる解析ソフトの使用

調節池・地下河川イメージ



ロボットによる点検イメージ



インフラ点検へのドローンの活用

2021/12/16

株式会社セイコーウェーブ

M.Nimura@seikowave.jp

セイコーウェーブ会社概要

会社概要

社名 株式会社セイコーウェーブ
 設立 2010年4月16日
 資本金 2,200万円
 出資者 代表者個人
 代表者 バリス・マツト（代表取締役）
 新村 裕（共同代表取締役）
 東京本社 〒190-0011
 東京都立川市高松町1-24-11
 フロードマンション205号室
 TEL: 042-595-7041, FAX: 042-595-7043
 米国関連会社: SAVTEQ, SHS
 Seikowave Visual Inspection Technology, Inc.
 Seikowave Health Solutions, Inc.
 145 Graham Ave., ASTeCC Building A115
 Lexington, KY 40506, U.S.A.
 TEL: 1-859-523-2491 (Office)
 連結従業員数 10名（2021年11月現在）
 Web <https://seikowave.jp>
<https://www.energy.seikowave.com>

2021/12/17

事業概要

事業内容: 3Dスキャナーの開発と販売、計測受託
 画像解析ソフトウェアの開発
 供用適性評価規格準拠ソフトの開発
 計測業務受託、解析業務受託
 主な製品: 量産品（2021年11月現在）
 ・3DSL-Rhino-DAS
 近接目視検査用3Dスキャナースタム
 ～画像解析ソフトウェア込み
 ・受注生産品
 ・3DSL-Puma（1m x 1m 計測用）
 ・3DSL-Hippo（海中・水中計測用）
 ・超石式クローラー（GEIR 社製 "BIKE"）
 （Advantech-15社が5の販売）
 ・新製品
 ・口腔内3D計測装置 FOAM IOS
 ・産業用FO-3Dエルツ130IRシリーズ
 主な用途: ①圧力設備の腐食減肉解析、供用適性評価
 ②橋梁等腐食計測・解析・評価
 ③建築・建築変位計測・解析
 ④コンクリート構造物の変位計測・解析
 参加学会 / 協会
 ・日本冷凍協会、日本高圧技術協会
 ・日本非破壊検査協会、腐食防食学会
 ・土木学会、構造工学会
 ・米国API, ASME

要求技術、要求条件

求められている技術

- ・ 函渠内等で無人に安全に点検する手法

求められている条件

- ・ ひび割れや剥離を確認できる技術
- ・ 暗所で点検できる手法
- ・ 狭隘な箇所も点検できる手法

Digital Aerolus 社のドローン

エルツ130IR（自律型UAV）



特徴

- ・ 産業用途向け堅牢かつ狭所検査用として開発
 - － エルツ130IRは、最も過酷な場所と最も過酷な仕事のために開発された産業用ドローンです。
 - － 130IRは限られたスペースでも安定して飛行し、他のドローンが墜落する可能性のある場所でも検査業務を遂行できます。
- ・ 近接目視点検用3次元スキャナー搭載予定
 - － 2022年中に、新規開発の3Dスキャナー搭載予定
- ・ 米国製で安心
 - － ハードウェア、ソフトウェアとも100%米国製

本質的に安定した飛行を実現

Folded Geometry Framework™ (FGF)

狭隘な場所への進入

- 特許技術FGFにより、飛行が本質的に安定します
 - GPSに依存しない制御方式
 - 内蔵IMUと気圧計により、機体を安定化
 - 強風と壁・天井近傍の違いを認識して機体を制御
 - 衝突や墜落を抑制
 - ジンバルロック抑制
 - 自動運転アルゴリズムの実装
 - オペレータによるスティックの動きを学習
 - 外部障害物を自動回避(制御を一時的に奪取)



2021/12/17

5

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

排水口への進入

6

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

FPV (First person view) 一人称ビュー

7

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

FPV (First person view) 一人称ビュー

8

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

FPV (First person view) 一人称ビュー

9

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

10

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

FPV (First person view) 一人称ビュー

11

本質的に安定した飛行を実現



2021/12/17

FPV (First person view) 一人称ビュー

12

衝突回避機動(自動制御)



前方の障害物を幾何学的に認識し、回避機動を取る

2021/12/17

13

衝突回避機動(飛行経路予測)



迫ってくる物体を幾何学的に認識し、自動回避機動を取る
 ・ 大きさや形状を簡略化して認識
 ・ 移動速度と方向を演算を基に計算

2021/12/17

14

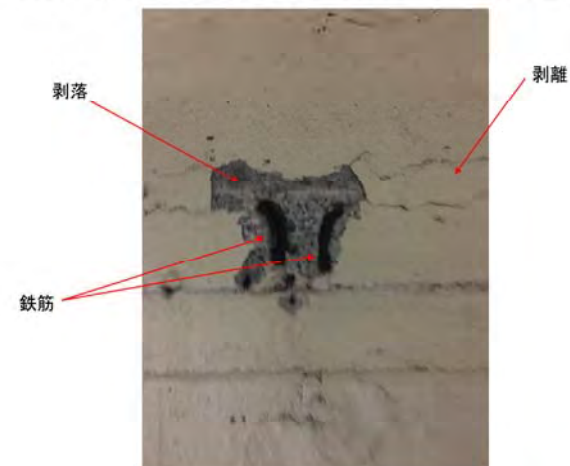
三次元計測・解析事例



2021/12/17

15

内部鉄筋の腐食膨張に伴う剥落と剥離

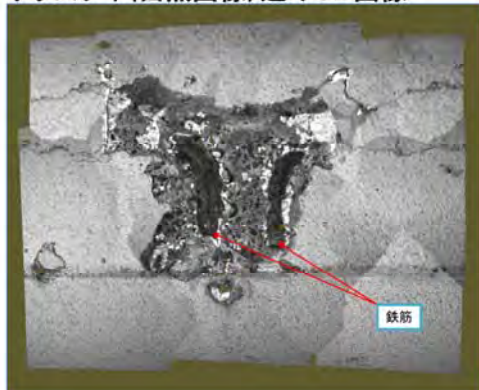


2021/12/17

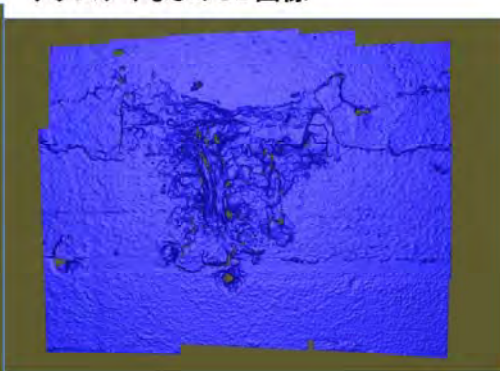
16

内部鉄筋の腐食膨張に伴う剥落と剥離

テクスチャ(白黒画像)込み3D画像



テクスチャなしの3D画像

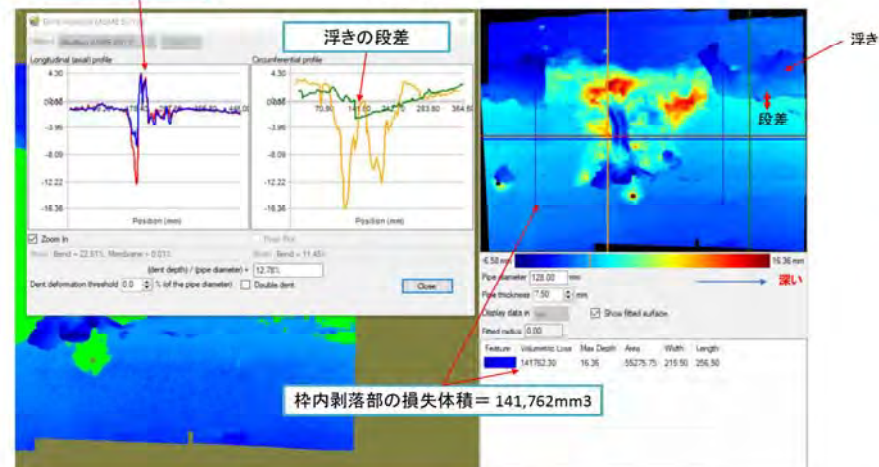


2021/12/17

17

腐食膨張した鉄筋
の盛り上がり

解析



2021/12/17

18

凸凹のデータ(CSVファイル)～部分

サンプリング格子サイズ: 縦、横とも 5mm. サンプリング方式: 格子内部の最大絶対値を抽出

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	0.00 mm	5.00 mm	10.00 mm	15.00 mm	20.00 mm	25.00 mm	30.00 mm	35.00 mm	40.00 mm	45.00 mm	50.00 mm	55.00 mm	60.00 mm	65.00 mm	70.00 mm	75.00 mm	80.00 mm	85.00 mm	90.00 mm	95.00 mm	
2	0.30 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
3	5.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
4	10.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
5	15.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
6	20.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
7	25.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
8	30.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
9	35.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
10	40.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
11	45.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
12	50.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
13	55.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
14	60.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
15	65.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
16	70.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
17	75.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
18	80.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
19	85.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
20	90.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
21	95.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
22	100.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	
23	105.00 mm	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	NaH	

2021/12/17

19

水道管フランジボルト

計測対象ボルト・ナット



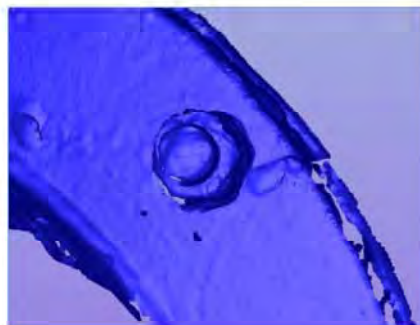
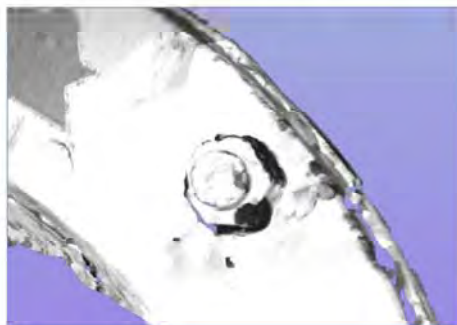
2021/12/17

20

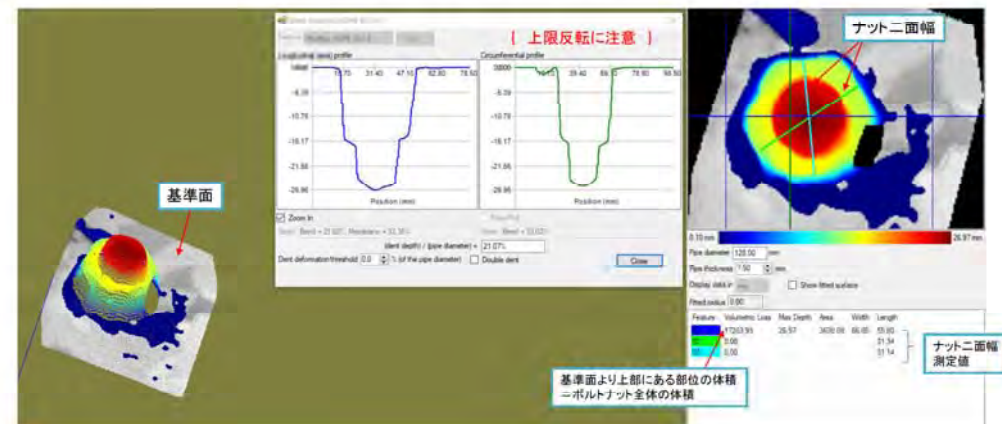
フランジボルト

テクスチャ(白黒画像)込み3D画像

テクスチャなしの3D画像



フランジボルト



水道管、管表面塗膜はがれ

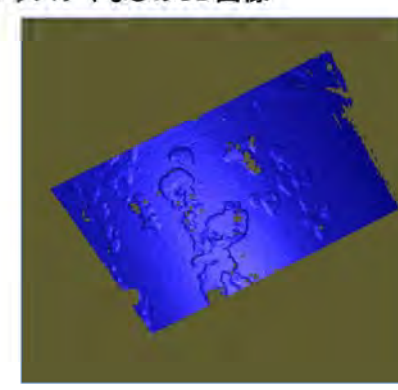
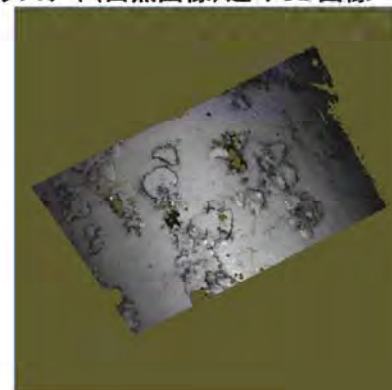
腐食生成物



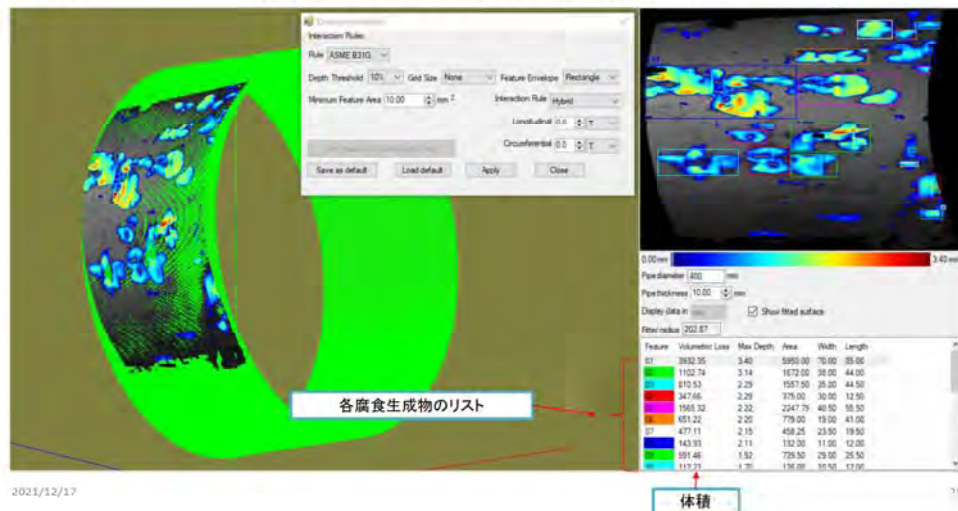
水道管、管表面塗膜はがれ

テクスチャ(白黒画像)込み3D画像

テクスチャなしの3D画像



水道管、管表面塗膜はがれ

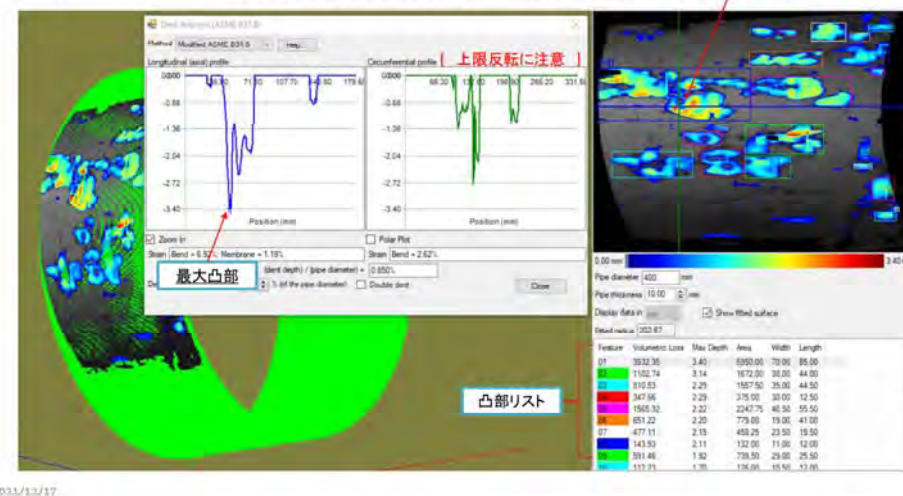


2021/12/17

26

水道管、管表面塗膜はがれ

最大凸部



2021/12/17

26

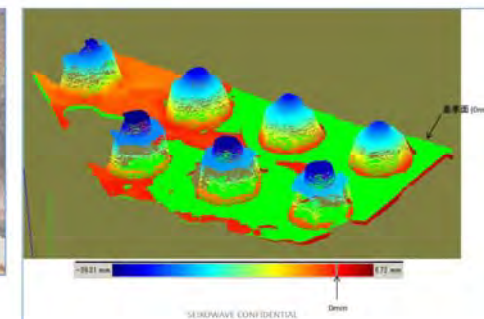
橋梁検査



2021/12/17

27

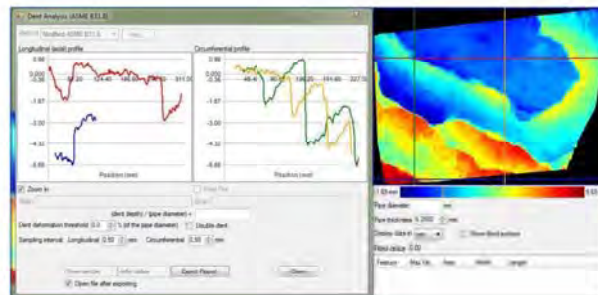
ボルト・ナット腐食減肉



2021/12/17

28

ドレイン周囲の層状剥離



ドローン導入日程

2D計測(現状)

- 2022年3月末までにデモフライト実施予定
 - セイコーウェーブが代理店契約締結済み
- 搭載画像センサー(データ取得用)
 - ソニー® RX0III光学カメラセンサー: 1" CMOS
 - ビデオ:最大4K @ 30p 100m
 - 写真:15.3メガピクセル
 - ISO:125~12000
 - フォーマット: RAW/JPEG
 - FLIR®ボソン320 6.3mm IRカメラ
 - FLIR® ボソン640にアップグレード可能

3D計測機能追加

- 2022年末までに市場投入予定
- 現在開発中のタイヤ溝測定用3D計測装置をベースに、ドローン搭載用機種を開発
 - Digital Aerolus社とセイコーウェーブの共同開発
 - 秒速1フィートで移動する物体の計測が可能
 - 分解能 0.1mm以下
 - 対物距離 50cm 前後

BIC BUSINESS INNOVATION CENTER KONICA MINOLTA

「磁気センシングによる内部鋼材破断の非破壊検知技術」

Senriga N



国土交通省
点検支援技術性能カタログ
技術番号 BR020018-V0021

NETIS
登録番号 KT-190094-A

コニカミノルタ株式会社
Business Innovation Center Japan
インキュベーションリード 北村 健

IoT Acceleration Lab
NEDO 高度研究開発法人 新エネルギー産業技術総合開発機構

BIC BUSINESS INNOVATION CENTER KONICA MINOLTA

コニカミノルタについて

1873年
コニカ創業



写真用乾板フィルム

2003年
経営統合

現在の事業分野

1928年
ミノルタ創業



一眼レフカメラ

現在の事業分野

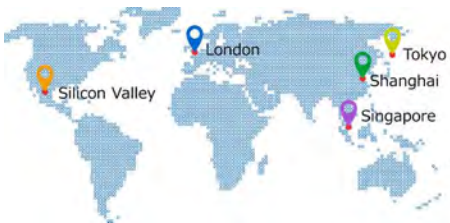
オフィス事業 売上貢献割合 55.5%	ヘルスケア事業 売上貢献割合 8.6%
プロフェッショナル プリント事業 売上貢献割合 21.5%	産業用 材料・機器事業 売上貢献割合 11.0%

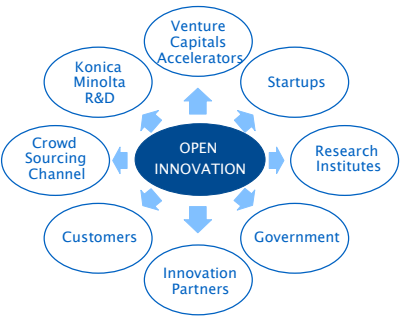
売上：上掲数値は、2019年度実績

BIC BUSINESS INNOVATION CENTER KONICA MINOLTA

ビジネスイノベーションセンター (BIC Japan)

- 市場・顧客に密着、顧客起点で非連続にイノベーション創出
- 社外中心に多様な人材登用、新たな企業文化醸成
- 自社技術に囚われないオープンイノベーションによるアジャイルな事業開発

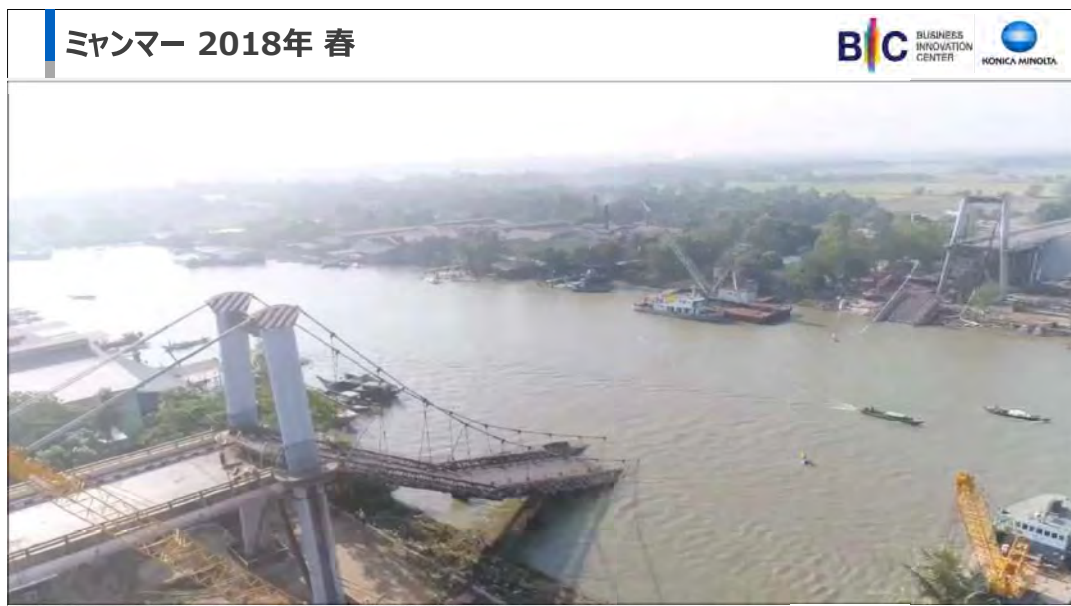




OPEN INNOVATION

世界5極で
常時新規100テーマ

スピード感のある事業化



イタリア 2018年 夏(モランディ橋)



引用元 Sagra
http://la-sagra.net/archives/1669

4

台湾 2019年 秋



引用元 Sagra
http://la-sagra.net/archives/1669

5

和歌山 2021年 秋



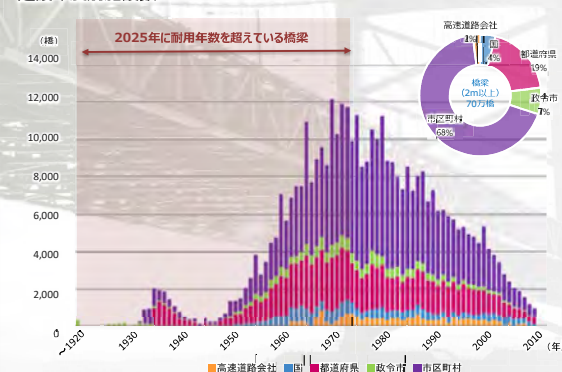
引用元 読売新聞オンライン
https://www.yomiuri.co.jp/plural/photo/20211004-OYT1150049/

6

日本でもインフラ老朽化が加速

全国の道路橋梁数は約70万橋。2025年には耐用年数を超える橋梁が40%を超える

建設年度別施設数



注) このほか、古い橋梁など記録が確認できない建設年度不明橋梁が約10万橋ある ※2011～2012年度はデータ無し ※H25年度道路局集計

耐用年数50年を超過した道路橋梁の割合

2015年時点 18%

2025年時点 約42%

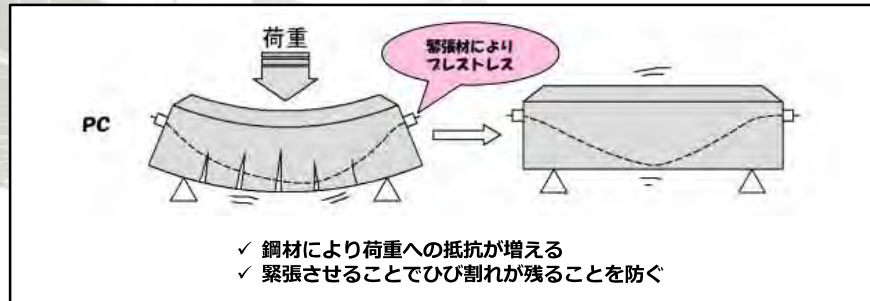
2035年時点 約70%

出典: 国土交通省インフラメンテナンス情報ホームページ
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html

7

PC(プレストレストコンクリート)の特徴

鋼材の圧縮力で強化したコンクリート橋で、耐荷重が大きく、広く使われている
その一方で、内部鋼材破断を確認できる実用的非破壊検査方法は確立されていない



PC工学会「プレストレストコンクリート (PC) とは？」より引用
<http://www.jpcci.or.jp/download/pc-hp-bukai-qian-130214.pdf>

橋梁のPC鋼材の容易な破断検査を実現

鋼材等の破断検知に特化した。

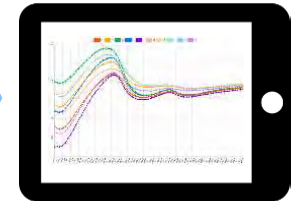
破断検査のフローの例(漏洩磁束法)



着磁する



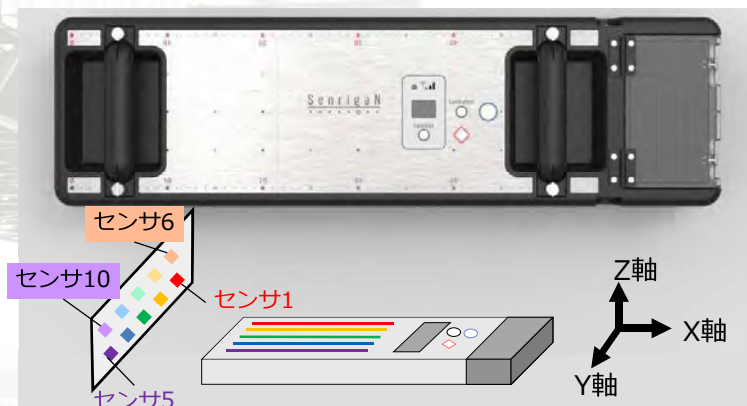
装置をあてる



計測結果をすぐ確認

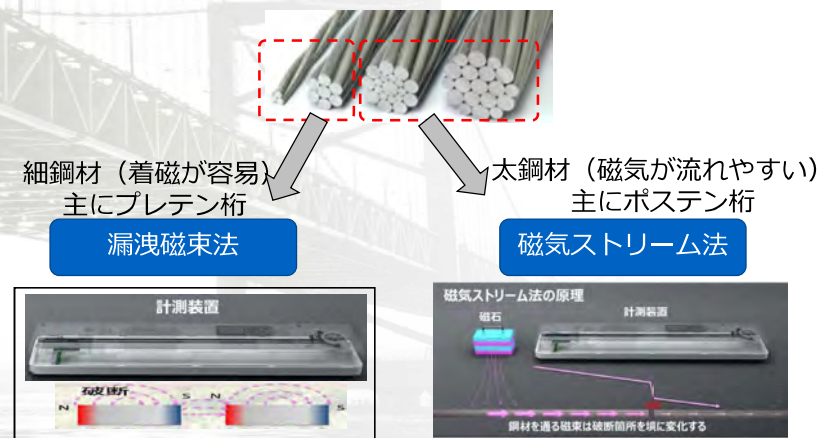
計測器と磁気センサについて

1回あたり数秒で16cm×53cmの範囲を5列7段の540個の3軸磁気センサで計測



①漏洩磁束法 と ②磁気ストリーム法

「漏洩磁束法」と「磁気ストリーム法」の2つの計測手法を状況に応じて使い分けることで、より多くの現場に対応することができる

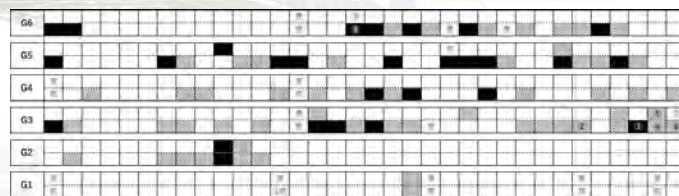




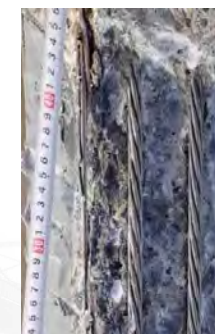
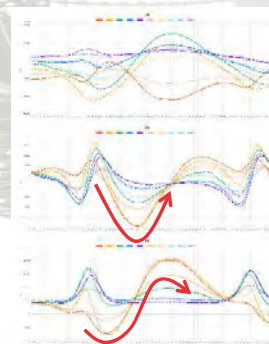
BIC Japan Confidential



漏洩磁束法



破断波形部分周辺を研り出したところ、複数本の素線の破断が確認された



漏洩磁束法

事例紹介② 新潟 ポステン橋(旧妙高大橋)

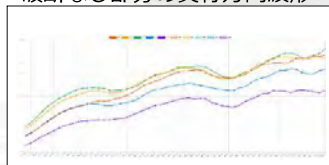
新潟県旧妙高大橋の第8ブロックと隣接する7・9ブロックとの継ぎ目などを
中心に2021年9月15日・16日に計測実施

- 複数箇所にて、破断の波形を認めた
- 顕著な破断を示した箇所が、
2009年に破断が見つかった箇所だった事を確認した
- 2022年橋梁解体後にはつり調査を実施予定

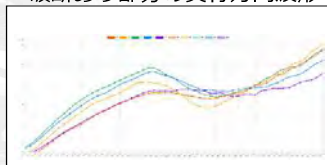


磁気ストリーム法

破断なし部分の奥行方向波形



破断あり部分の奥行方向波形



事例紹介③ 橋桁スターラップ曲げ部の検査

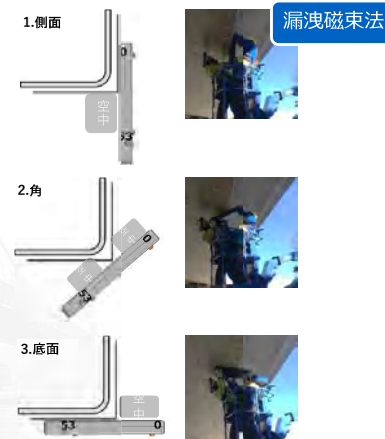
茨城県内の橋梁でASRが見られた箇所において、SenrigaNを活用し、
スターラップの破断有無を確認した

計測内容

- スターラップの曲げ部の破断有無を検査した
- 曲げ部を測るため、右の写真の通り3回に分けて計測を行い、
主に側面の波形により、判定を行った
- 角部・底面は側面にて破断を疑われる信号が出た際に
確認する予定だったが、側面の波形は全て健全であった



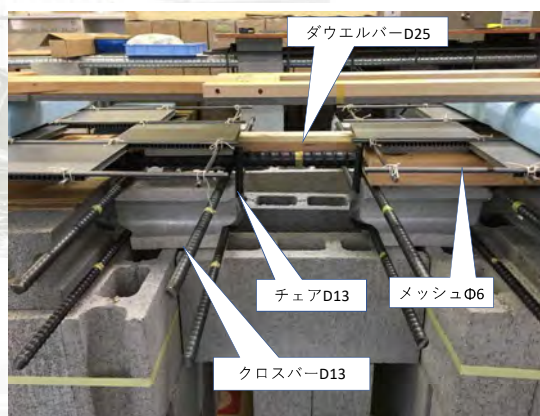
計測箇所の一部



漏洩磁束法

事例紹介④ 模擬ダウエルバーの破断検知実験

コンクリート舗装のメンテナンス技術の一つとして、土木研究所様と共同研究



SenrigaN Webサイト

SenrigaNのWebサイトをリニューアル
計測事例やインタビュー記事などを掲載しておりますので、是非ご覧ください



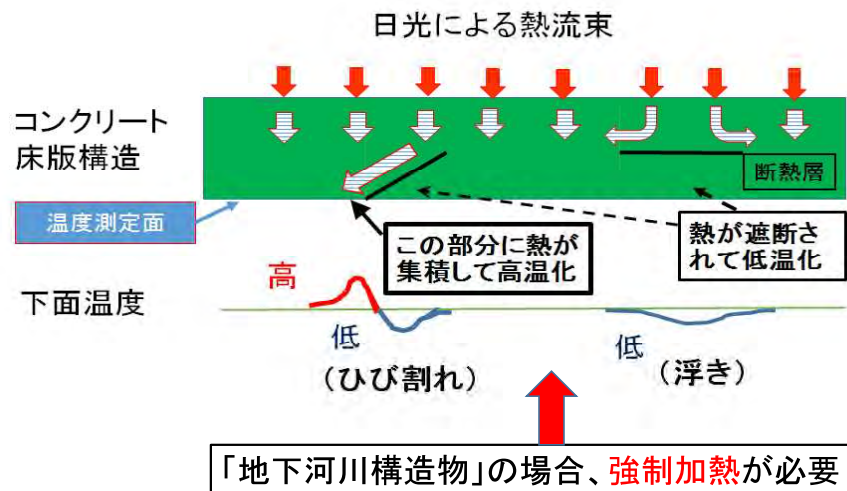
ご清聴ありがとうございました。



床版構造の 不可視劣化部の AI的遠隔検出方法

テーマ1【点検の機械化に係る技術】
うちの
「地下河川構造物の点検技術」
に一部関連する基礎技術

赤外線画像(表面温度分布)での 劣化診断の基本原則(上面日光加熱)



床版の点検・調査方法の選択



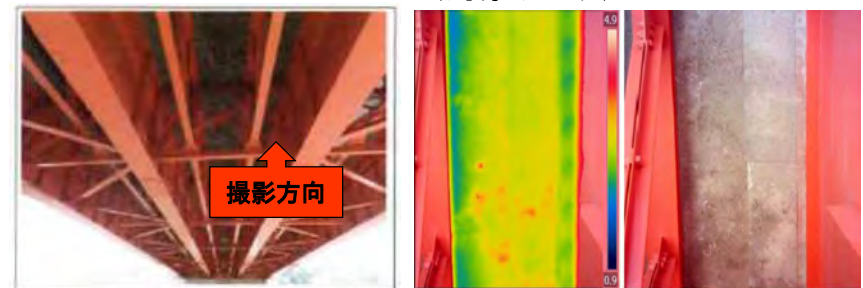
投入可能資源	点検者が劣化部に	可視劣化部	不可視劣化部
大	接近可能	近接目視	打音検査
.....			
◎ 小	接近不可能	CCカメラ	赤外線カメラ (1つの案)

表中の◎印のケースが「地下河川構造物の点検」に近い

【技術目標】

床版下面の赤外線画像(表面温度分布)から
劣化部をAI的(機械的に共通基準で統一的に)検出

(対象データ)



現在、発展が著しいAI技術をシステムに組み込んで(利用して)、
時代に遅れずに改良を続けることができるシステムを構築する

赤外線画像から床版下面の劣化部を検出するために利用する一般のAI技術

例: 画像中の標的物(車両背面)を検出する技術

教師データ(学習+評価用)



計算

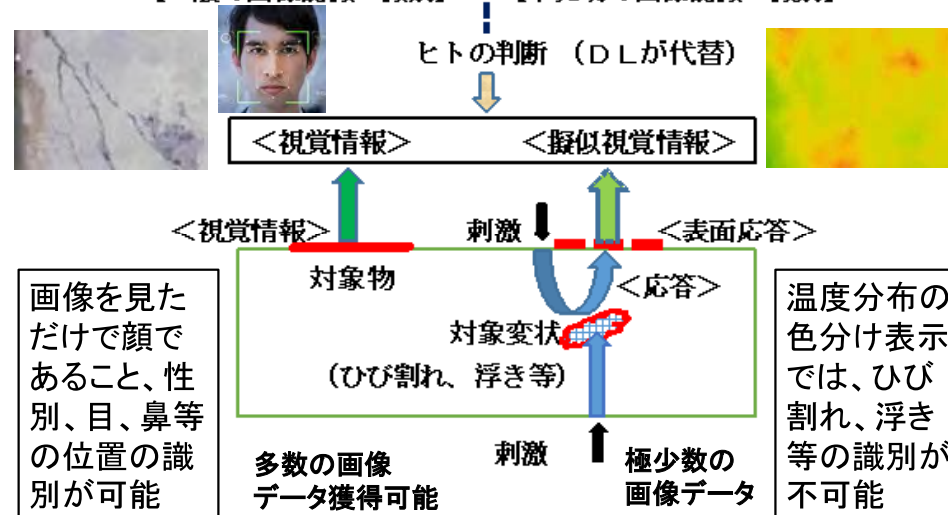
検出結果



可視的ひび割れと不可視的欠陥等でのAI画像処理法の相違点

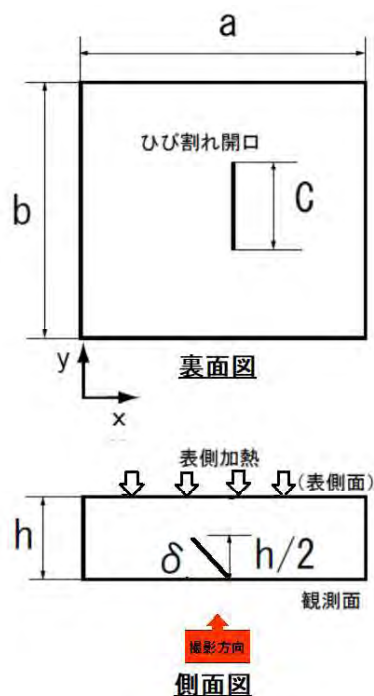
【一般の画像認識・識別】

【本発明の画像認識・識別】

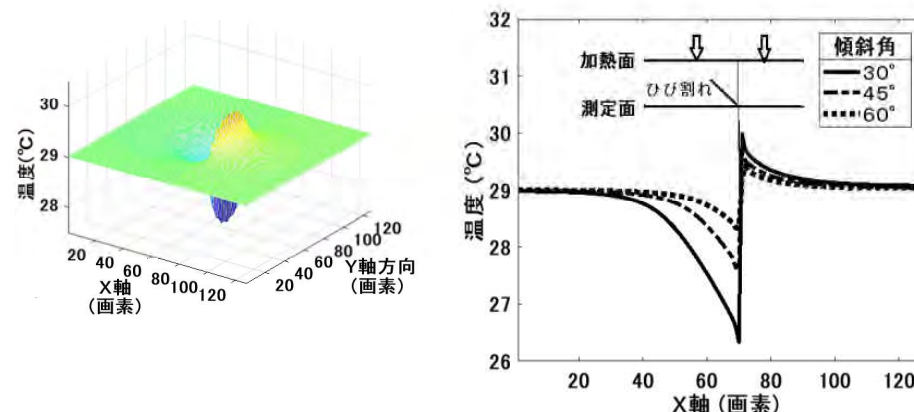


熱解析モデル (ひび割れ)

右記のモデルの表側面を太陽光で加熱したときの裏側面での表面温度分布を解析で求める

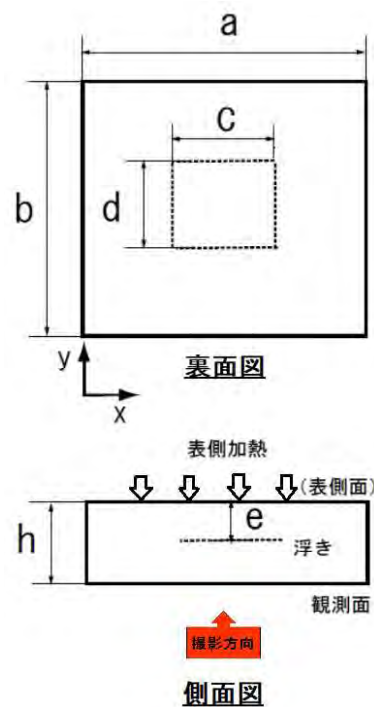


ひび割れ周辺の表面温度分布

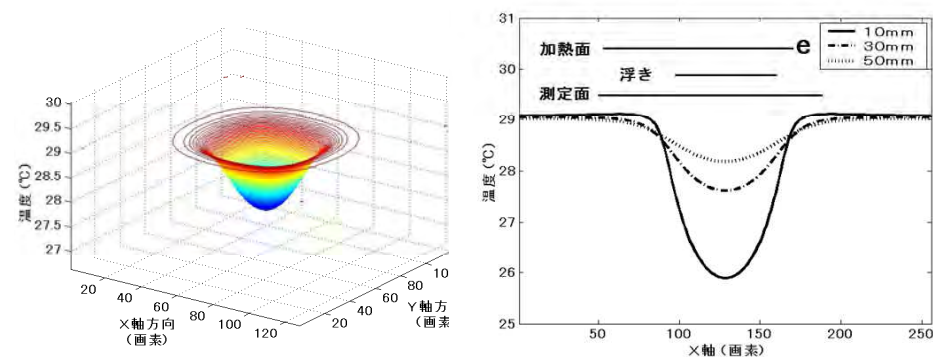


熱解析モデル (浮き)

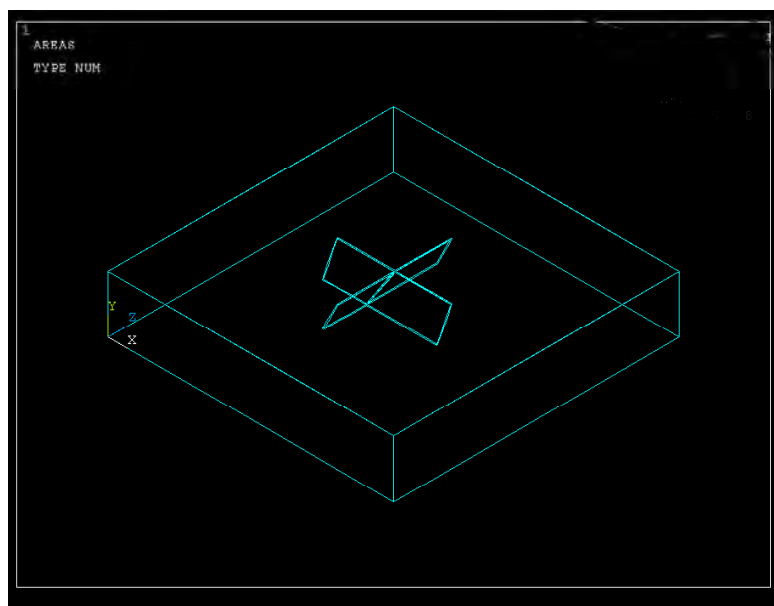
右記のモデルの表側面
を太陽光で加熱したとき
の裏側面での表面温度
分布を解析で求める



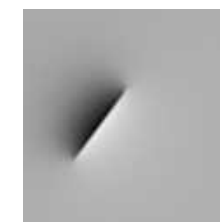
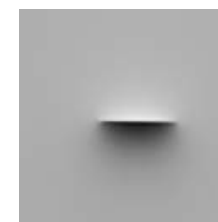
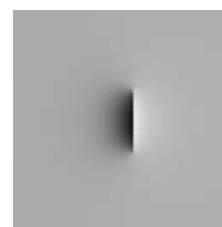
浮き周辺の表面温度分布



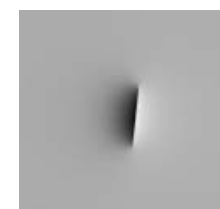
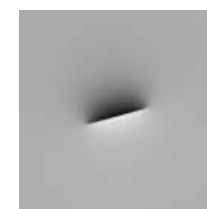
ひび割れ交差部のモデル



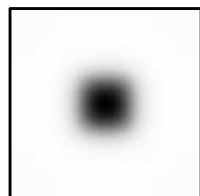
ひび割れの基本的な 表面温度分布 (傾斜角45°)



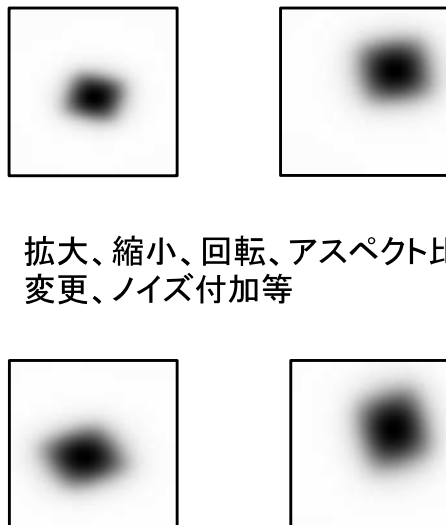
拡大、縮小、回転、アスペクト
比変更、ノイズ付加



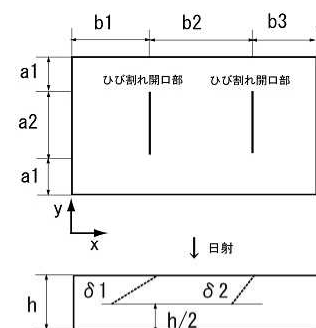
浮きの基本的な
表面温度分布
(深さ3cm)



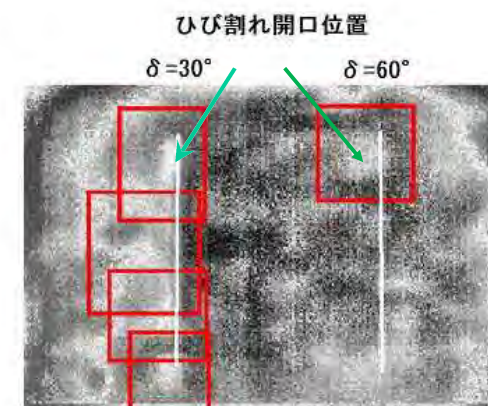
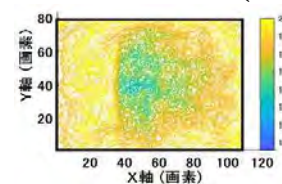
拡大、縮小、回転、アスペクト比
変更、ノイズ付加等



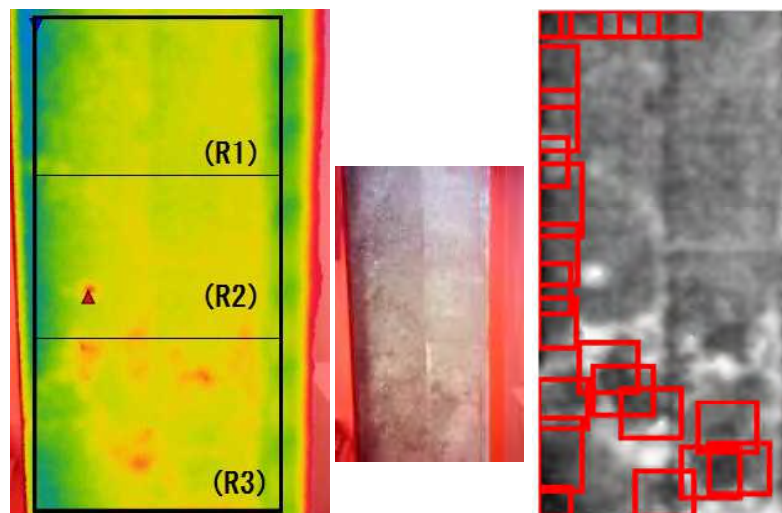
実験データでのひび割れ発生箇所の検出例



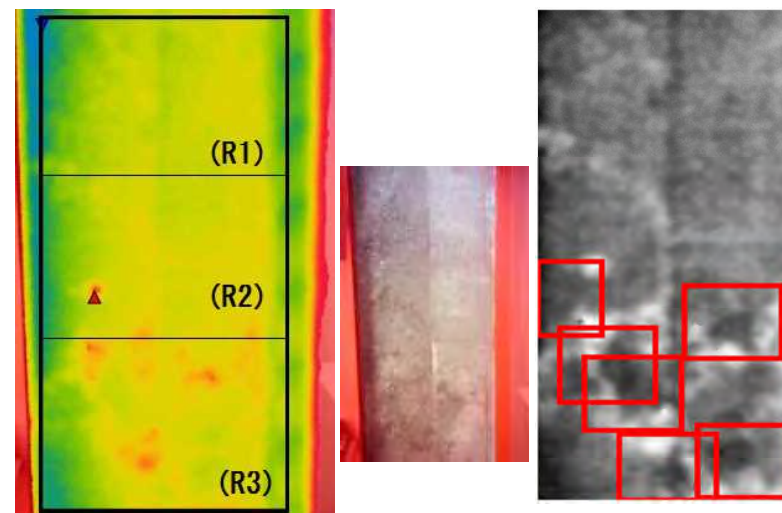
450 x 600 x 200 (mm)



実構造データでのひび割れ発生箇所の検出例

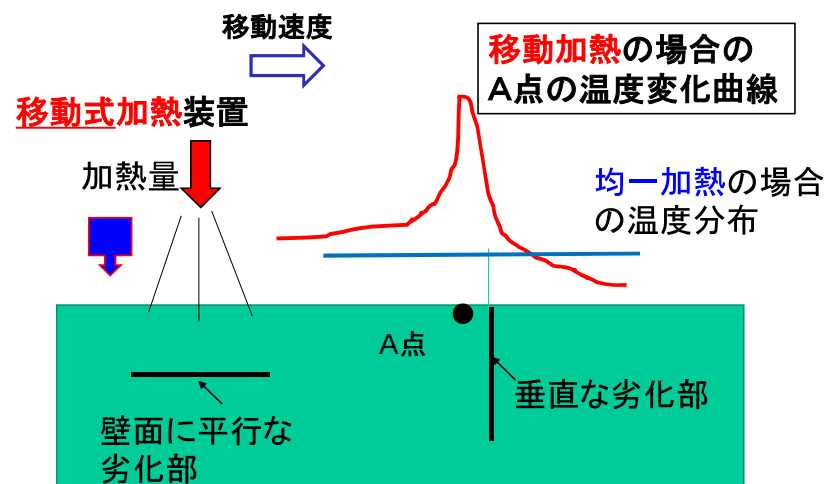


実構造データでの浮き発生箇所の検出例



地下河川構造物の加熱方法の留意点

劣化部の壁面に対する方向によって加熱方法を工夫

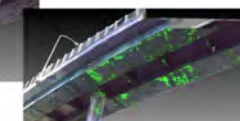
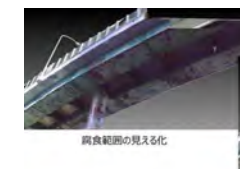
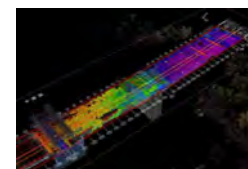


終了



技術概要 「3次元点群データを活用した差分解析による点検支援技術」

選択テーマ	テーマ1 : 点検の機械化に係る技術
ニーズの概要	①地下河川構造物の点検技術（ドローン等を活用） ②法面点検時の点検技術（ドローン等を活用した測量等）
技術名称	3次元点群データを活用した差分解析による点検支援技術
技術概要	地上型レーザースキャナにより構造物の3次元計測を行い、座標値で形状を復元する。基準データとして既存の3次元計測データや設計図面を使用し、比較を行うことで経年劣化箇所、変化量を算出する技術。肉眼では確認しにくい鋼材の変形やコンクリートの剥離・鉄筋露出、変形等の局所的な変化を捉えることが可能。



インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム 第7回ピッチイベント

3次元点群データの生成手順

地上型レーザースキャナーによる3D点群データの生成



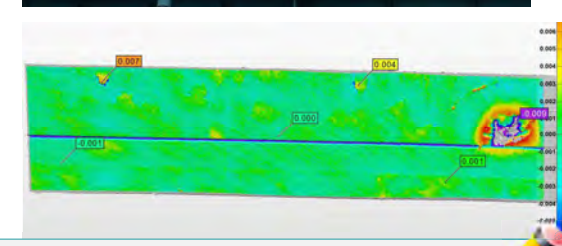
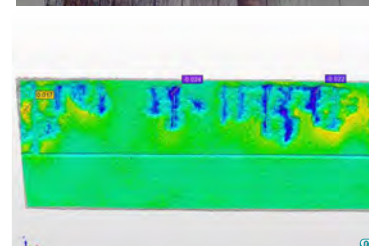
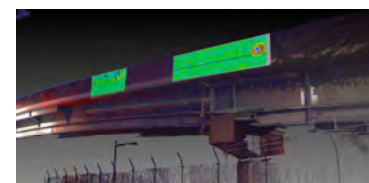
ドローンカメラや一眼レフデジタルカメラによる3次元点群データの生成



インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム 第7回ピッチイベント

表面不陸の差分解析による見える化

橋梁：壁高欄の剥離・鉄筋露出

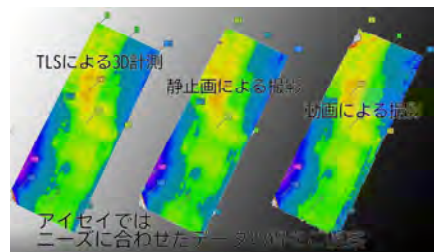
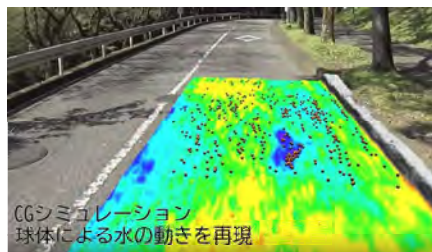
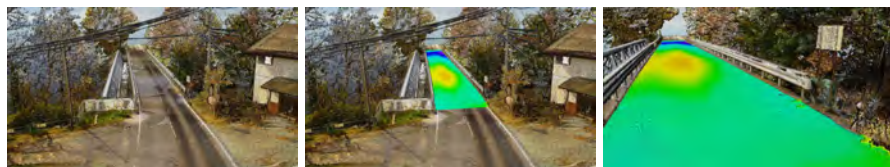


性能カタログ「3Dデータを活用した構造物の状態把握（剥離）」 [技術番号：BR020017-V0021]
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/pdf/c/BR020017.pdf>

インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム 第7回ピッチイベント

路面の不陸差分解析および流体シミュレーション技術

EYESAY
Confidential



インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム 第7回ピッチイベント

ご静聴ありがとうございました。



テーマ②

橋梁塗装に係る技術

ニーズ：大阪市、淡路市

シーズ②-1:フルサト工業(株)

シーズ②-2:日本橋梁(株)

シーズ②-3:(株)太平洋コンサルタント

シーズ②-4:大伸化学(株)

シーズ②-5:ヤマダインプラテクノス(株)

シーズ②-6:(株)ユニテック

テーマ 2 橋梁塗装に係る技術（大阪市）

現 状

- PCBについては、可塑剤として使用されていた昭和40年代製造の塩化ゴム系塗料以外の塗膜においても、製造工程中の非意図的な副生により、微量のPCBが検出される事例が報告されている。
- また、鉛中毒予防規則の規定により、鉛を含む塗料のかき落とし作業は、「著しく困難な場合を除き、湿式によること。」とされている。
- 上記のような有害物質（PCB、鉛等）の有無により、塗装塗り替え工事に要する安全衛生経費や工期は大きく変わることから、可能な限り、事前調査を実施しており、分析にあたっての塗膜採取にも剥離剤を使用している。

課題 1

- 事前調査時の塗膜分析に必要な剥離剤による塗膜採取・復旧に手間暇がかかる。
塗膜採取（剥離剤塗布・放置・剥離を繰返し）⇒ 塗膜復旧（塗布・乾燥を複数回繰返し）

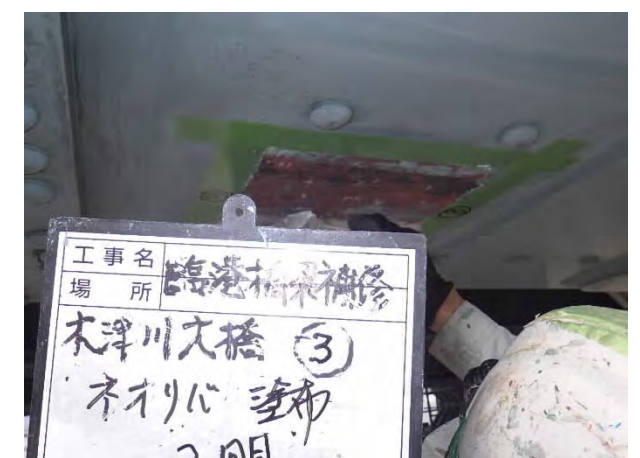
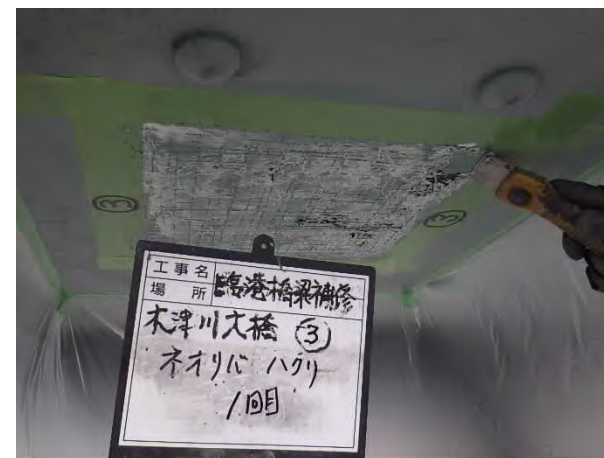
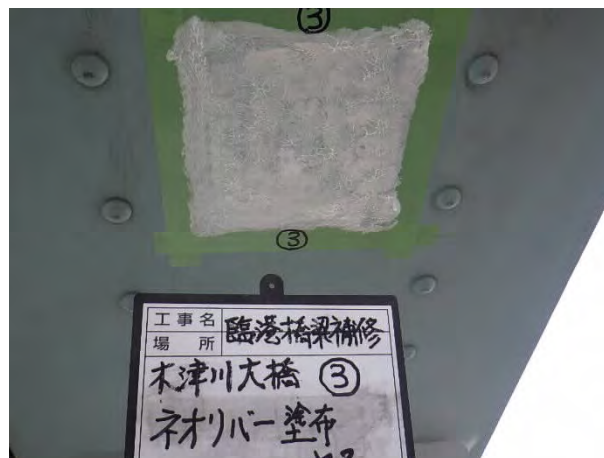
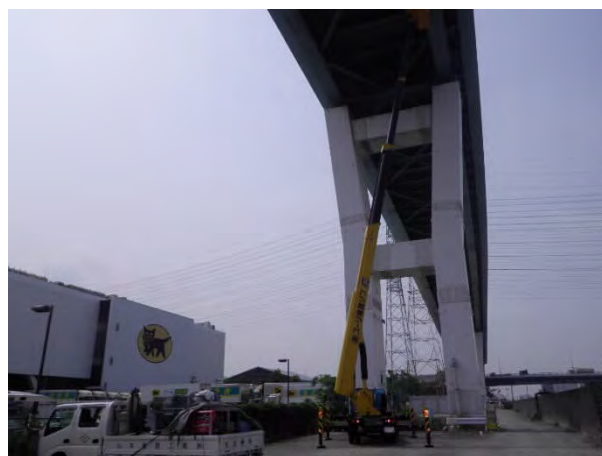
求める技術・条件

【求める技術】

- 現地で既設塗膜内の有害物質の有無や濃度を判定できる調査分析技術

【条件】

- できるだけ短時間で非破壊（塗装復旧不要）で検査できることが望ましい。



テーマ 2 橋梁塗装に係る技術（淡路市）

現 状

橋梁塗装塗替工における塗膜の剥離については、平成26年度に厚労省より湿式とするとの通達が出されたことにより、当市においても塗膜剥離剤を使用しているが、下塗り塗膜を完全に剥離させることができないケースが現場で多くみられ、残存した塗膜に関する施工手順について特にマニュアル等も存在しないため現場での判断に困っている。

また、剥離作業における防護体制や、廃塗膜の処分についても特に定めがなく、処分地の選定や有害物質等の分析調査等についても手探りの対応となっている。

課題 1

塗膜剥離工において塗膜が残存した際のマニュアルがなく現場で混乱を招く

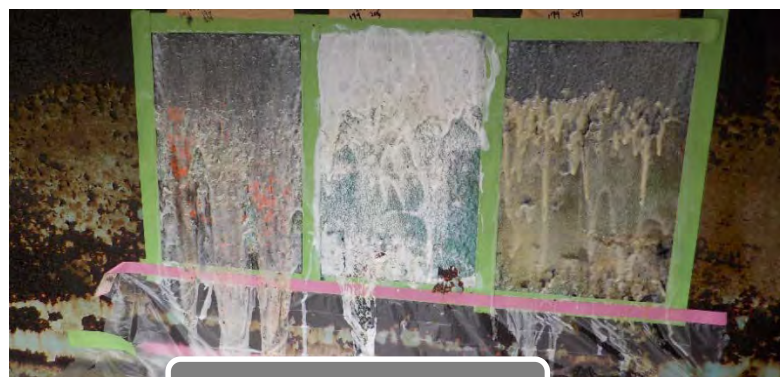
課題 2

廃塗膜の処分・施工時の防護体制に関するマニュアルがない

求める技術・条件

- 剥離剤の技術の向上、及び、塗装塗替え工における施工マニュアルの確立
※素地調整を湿式（剥離剤、湿式ブラスト等）で行い、塗膜が残存した場合の適正な施工方法、剥離作業における防護体制（防護服・クリーンルーム・一時保管）
- 廃塗膜の処分に関するマニュアル（有害物質分析調査、処分地の選定）の確立

剥離状況写真



剥離剤塗布状況



剥離後状況

※ 3 種類の剥離剤で試験施工するが
オレンジ色の下塗りが剥離できていない
状況

（1 回塗布/ 4 8 時間後剥離）

レーザーを利用した塗装、サビ等の剥離技術

2021.12.21

会社名 フルサト工業株式会社

氏名 薄井健太



Laser KEREN® 概要



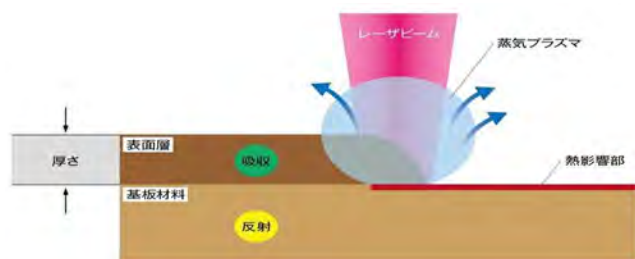
- ◆ LaserKEREN®はファイバーレーザーにより下地を傷つけずに対象物を剥離する装置です。
- ◆ 剥離対象物は錆、塗装、油汚れ、メッキ、コーティングなど様々です。
- ◆ 作業者の負担軽減、環境対策も万全です。

2

原理



- ◆ レーザービームを除去したい対象物に照射し、その際に発生する衝撃波（レーザーアブレーション）や熱量を利用して、除去対象物を母材表面から剥離する、従来までになかった新しい工法です。
- ◆ レーザーケレンを材料表面に照射すると、表面上の錆、塗装、油等のレーザーエネルギーの吸収率が高い物質がエネルギーを吸収し、瞬時に高温となり蒸発します。
- ◆ レーザーエネルギーの吸収率が低い材料下地は大部分が反射に代わる為、熱影響はほとんどありません。
- ◆ レーザーの出力や照射範囲を制御することで、ケレンの度合いや面積を自由に変えることができます。



レーザーケレンの原理

3

ラインナップ



左 : 高出力タイプ
右 : 低出力タイプ



4

Rust

5



左：鋳
右：油汚れ

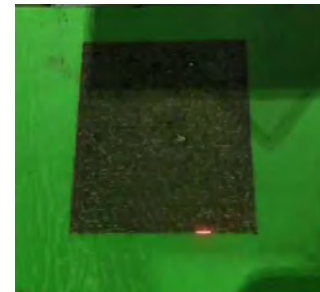


錆止め塗料
左：加工前
右：加工後

6

Bridge Coating Film

7

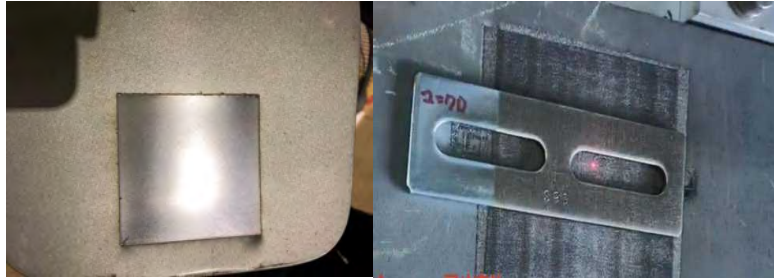


上：橋梁塗装

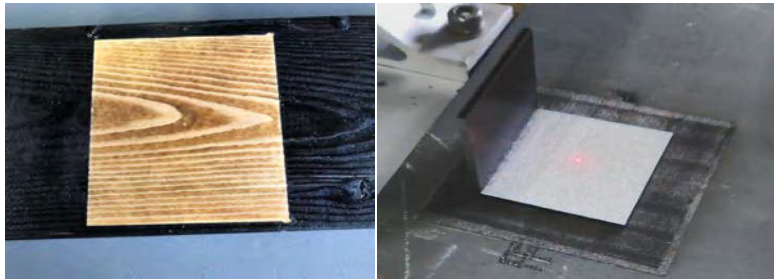


左：酸化被膜
右：コンクリート

8



左：自動車塗装
右：メッキ



左：木材
右：アルミ

9

- ◆ 下地へのダメージを軽減
 - 剥離対象物の除去後、下地ではレーザーが反射し、表面にほとんど傷がつきません。
- ◆ 複雑な形のワークも剥離可能
 - レーザービームが当たる箇所であれば剥離が可能になるのでボルトやワイヤーといったグラインダーなどでは加工ができなかった複雑なワークに対しても剥離が可能になります。



10

- ◆ 作業者の負担を軽減
 - レーザービームを材料表面にスキャンさせる非接触加工のため、作業者の負担を軽減することができます。
 - 従来工法に比べて粉塵の飛散が少ないので人体への影響を少なくできる。
 - 粉塵の飛散が少ないので環境対策にも対応している。
- ◆ コストの削減
 - 二次汚染物が無いため、廃棄物の処理にかかるコストを大幅に削減することができます。
 - 消耗品が少なく、ランニングコストを抑えることができます。
- ◆ 塩分除去の簡易化
 - コストと手間がかかる塩分の除去をレーザーケレンを使用することで容易に除去可能です。



レーザーケレン作業の様子

- ◆ 環境問題への対策
 - 照射部分を囲い、さらに集塵を行うことで、発生する煙やヒュームを剥離と同時に回収することができます。



吸塵機構なし



吸塵機構あり



13

LaserKEREN® HP

<https://www.laserkeren.jp/>

LaserKEREN® YOUTUBE Channel

<https://www.youtube.com/channel/UCj2qj26B89hj4-L7e5yrsJA>

問い合わせ先

support@laserkeren.jp

御清聴ありがとうございました。



IH(電磁誘導加熱)装置システムによる

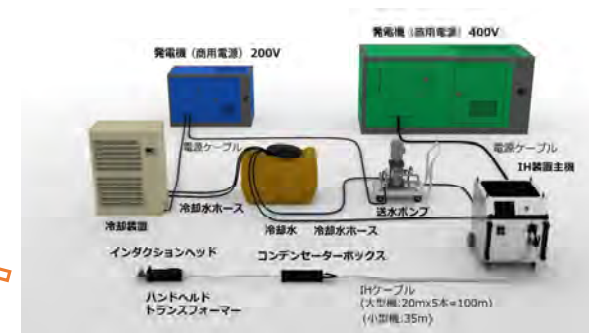
IH式塗膜剥離工法

インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム
第7回ピッチイベント 2021年12月21日

IH(電磁誘導加熱)装置システム

システム概要図

塗膜剥離 施工



電磁誘導加熱の原理

1. インダクションヘッド内のコイルに高周波電流を流し、**渦電流を発生**させます。
2. 金属の電気抵抗成分により、**渦電流が熱に変化**します。
3. この**誘導熱が塗膜と金属の界面接合を破壊**し、塗膜を剥離します。

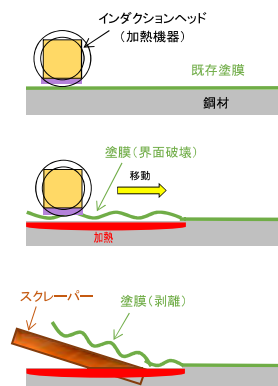


IH(誘導加熱)の原理

※ この原理は、一般家庭でも使用されている**IHクッキングヒーター**と同じ原理です。

塗膜剥離の施工手順

1. インダクションヘッドを既存塗膜がある鋼材面にあてます。
2. インダクションヘッドを走らせ、鋼材表面を加熱します。
加熱した部分の鋼材と塗膜の界面が破壊されます。
3. 界面破壊した塗膜を、スクレーパーで剥離します。

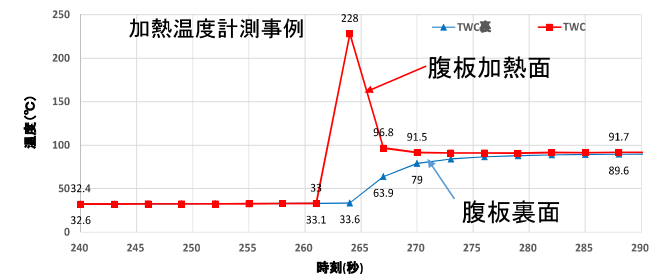


施工動画



約3分30秒

IH加熱の特徴1

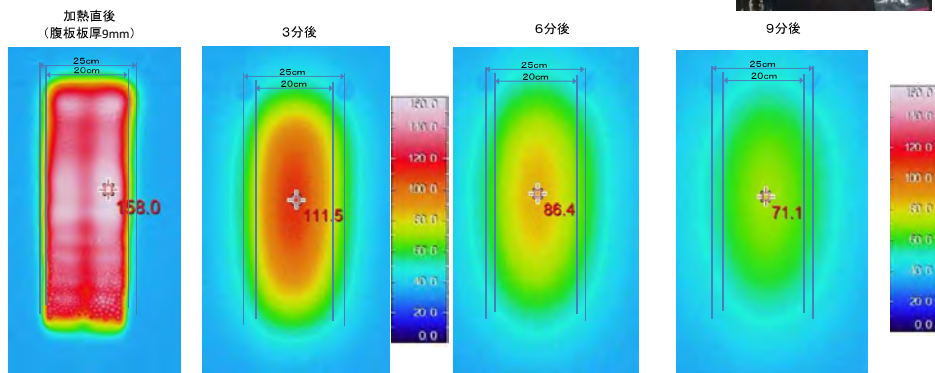


加熱温度としては鋼材面を150～200℃程度まで加熱することにより容易に剥離できる。加熱温度はヘッド移動速度(塗膜厚や種類によって異なるため、施工試験で確認)でコントロールしている。温度の管理は現場では温度チョークで行う。鋼材面温度はヘッドが通過することにより瞬間的に温度上昇するが、すぐに100℃程度まで下がり、それからは徐々に下がってくる。裏面は温度上昇は100℃程度。気温にもよるが、20分程度で50℃程度に下がる。

IH加熱の特徴2

標準ヘッド(大型機)
全幅20cm(有効18cm)

加熱はヘッドの幅にとどまり、外側への伝達温度は小さい。



実物大主桁試験体でのIH加熱時の赤外線サーモカメラでの計測結果

IH装置システムのメリット

1. 作業の効率化

1回の作業で13mm厚までの被膜を面状に剥離できるため、**作業効率が向上**します。

2. 環境への影響と作業員の安全

PCBや鉛などの有害物を含む既設塗膜を、**粉塵の飛散を最小限に抑制**して、**安全で衛生的**に剥離できます。

3. 産業廃棄物の低減

産業廃棄物は**剥離した塗膜のみ**であるため、**処分費を大幅に削減**できます。

1.1 作業性の比較

工法	IH式塗膜剥離工法	塗膜剥離剤工法
剥離可能膜厚	13mm/1回 気温に左右されない (実績: -5℃~+32℃)	500μm程度/1回 (試験施工で確認が必要) 推奨温度: 10℃以上 (冬季は加温対策が必要)
剥離可能範囲	鋼桁全面積の 80%程度(添接部剥離なし の場合)~90%程度(添接 部も剥離の場合)※	基本全て剥離可能
日当たり施工量	5名/班で30㎡/台・日 (塗膜片回収等含む) (弦材を有する構造物: 30 ㎡/台・日)	約10名で50㎡/日(塗膜片回 収等含む)[1回あたり] (弦材を有する構造物: 40 ㎡/台・日)

※ 添接部、狹隘部もIH剥離できるヘッド、施工管理方法の開発を実施中

3.1 産業廃棄物の低減

産業廃棄物量の比較例

表1 廃棄物量の試算結果(参考値)

工法名	廃棄物量 100m ² あたり	内訳	適用	重量比
プラスト工法	3,850 kg	剥離塗膜 + 研削材	研削材 37kg/m ² 旧塗膜 150kg(500μm)	25.7
剥離剤工法	364 kg	剥離塗膜 + 剥離剤、養生材	剥離剤 1kg/m ² × 2回塗布(7%ロス) 旧塗膜 150kg(500μm)	2.4
IH工法 (誘導加熱工法)	150 kg	剥離塗膜 + 養生材	旧塗膜 150kg(500μm)	1.0

膜厚500μmの塗膜を100m²(150kg)処理した場合の廃棄物量の試算結果(参考値)

笹島純司、白水晃生:誘導加熱式塗膜剥離工法に対する取り組み、
第43回鉄構塗装技術討論会予稿集, 2021.1

施工実績

No.	工事名	発注者	施工面積	施工期間
①	沖縄自動車道 針田高架橋(上下線)	西日本高速道路	52,000 ㎡	2016年12月
②	武蔵川歩道橋	兵庫県	50 ㎡	2016年 6月
③	阪神高速11号池田線(試験施工)	阪神高速道路	150 ㎡	2017年 9月
④	中央自動車道 天竜川橋(上線)	オリエンタル白石 (中日本高速道路)	1,800 ㎡	2017年 9月
⑤	東京モノレール	オリエンタル白石 (東京モノレール)	550 ㎡	2019年 3月
⑥	中国自動車道 市川橋(上下線)	オリエンタル白石 (西日本高速道路)	12,000 ㎡	2019年 9月
⑦	九州自動車道 本名川橋	オリエンタル白石 (西日本高速道路)	30 ㎡	2019年10月
⑧	沖縄自動車道 徳富川橋(上線)他1橋	西日本高速道路	23,800 ㎡	2019年 9月
⑨	沖縄自動車道 堀地川橋(下線)他1橋	西日本高速道路	18,900 ㎡	2019年12月
⑩	東名自動車道 庄内川橋(上下線)	鴻池組・橋東興和IV (中日本高速道路)	1,265 ㎡	2020年 2月
⑪	沖縄自動車道 徳富川橋(下線)他1橋	西日本高速道路	19,000 ㎡	2021年 2月
⑫	中央自動車道 メツ川橋(上下線)	東日本高速道路	14,680 ㎡	2021年 4月
	合 計		144,225 ㎡	

【施工場所】



使用機材①

1) IH式RPR装置

	RPR1650-2 (大型機)	RPR1032 (小型機)
装置写真		
重量(台車含)	255kg	75kg(98kg)
サイズ(台車含)	770×750×800mm	350×600×780(600×800×860)mm
入力電圧	三相 400V	三相 400V
入力kVA	70kVA	40kVA
入力アンペア	125A	57A
出力kw	50kw	32.5kw
冷却水	12ℓ/min 最小0.4MPa	15ℓ/min 最小0.4MPa
最大施工半径	100m	35m
トランスフォーマー重量	7.1kg	2.6kg
日当たり施工量	30㎡/台・日	24㎡/台・日(概算)

使用機材②

2) 冷却水供給装置

	ユニット型	分離型
装置写真		
①水タンク 重量	1450×1050×2000mm	210kg (冷却水含む) : 920×620×570mm
②チラー装置重量		70kg : 600×500×650mm (2台必要)
③送水ポンプ重量		75kg : 900×500×700mm
総重量 (冷却水含)	約800kg	計: 約425kg
入力電圧	三相 200V	三相 200V (②③共)
入力kVA	10.5kVA	計: 10.2kVA

3) 発電機

	能力	記載能力以上のものを使用
RPR1650-2 (大型機) 用	三相 400V 100kVA	全長×全幅×全高 2550×1080×1600mm 整備重量 2150kg
RPR1032 (小型機) 用	三相 400V 60kVA	2090×980×1350mm 1410kg
冷却装置用	三相 200V 13kVA	1420×650×1030mm 605kg

各設置場所における写真例①

1) ヤード設置

- ・IH塗膜剥離機材をすべてヤードに設置する標準的な方法
- ・長大橋によっては設置場所ごとに機材の盛替が必要



ヤード設置写真①



ヤード設置写真②

各設置場所における写真例②

2) 本線上設置

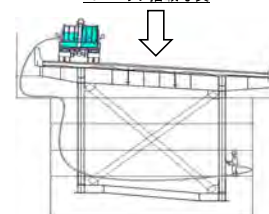
- ・日々退出しなければならない場合はトラックに機材を搭載
- ・施工期間中、退出しなくてよい場合は橋面上に設置



4tユニット搭載写真



4tトラック搭載写真



橋面上設置写真

各設置場所における写真例③

3) 足場内設置

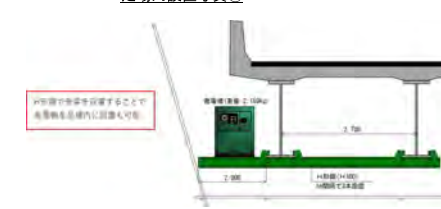
- ・足場内設置方法および設置場所、積載荷重を考慮
- ・小型機の場合、施工範囲が本体より35mのため盛替作業を考慮



足場内設置写真①



足場内設置写真②





写真：沖縄自動車道許田高架橋 IH施工約50,000㎡

塗膜試料採取システム

株式会社太平洋コンサルタント

2021年12月21日

塗膜含有量試験の基準値

有害物質	試験方法	基準	基準を超過した場合の判定
PCB	低濃度PCB含有廃棄物に関する測定方法	0.5mg/kg超 ～100g/kg以下	廃棄する塗膜くずが 低濃度PCB廃棄物 に該当
		100g/kg(10%)超	廃棄する塗膜くずが 高濃度PCB廃棄物 に該当
		1%	特定化学物質障害予防規則が適用
鉛	JIS K 5674 附属書A 「塗膜中の鉛の定量」	含まないこと (0.06%以下)	鉛中毒予防規則が適用
クロム	JIS K 5674 附属書B 「塗膜中のクロムの定量」	1%	特定化学物質障害予防規則が適用

※試験方法や基準は、仕様によって異なる場合があります。

塗膜に含まれる可能性のある有害物質

有害物質	有害性	使用時期
 鉛	体内蓄積性が高く、腹痛・感覚異常症、貧血、肝臓病、神経障害などの中毒症状を引き起こす。 遺伝毒性(変異原性)もある。	2008年頃まで
 クロム	クロム単体および三価クロムは無害。 六価クロム は毒性が高く、発がん性があり、鼻腔から長期間吸引することで炎症、潰瘍、鼻中隔穿孔を引き起こす。	2008年頃まで
 PCB	脂肪に溶けやすく、体内蓄積性がある。 発がん性、皮膚障害、内臓障害、ホルモン異常などを引き起こす。	1972年頃まで

塗膜調査の進め方

- ① 昭和41年(1966年)から昭和49年(1974年)に建設、または塗替塗装が行われた施設を抽出する。
- ② 塗装記録から、塩化ゴム系塗料の使用に係る記載を確認する。

【PCBを含有する塩化ゴム系塗料】 1966～1972年製造

関西ペイント(株)：ラバマリンプライマ、ラバマリン中塗、ラバマリン上塗

中国塗料(株)：「ラバックス」シリーズ

日本ペイント(株)：ハイラバーE

東亜ペイント(株)(現株トウペ)：SRハイコート、SRマリンA

- ③ PCB含有塗料に係る記載がない場合は、**塗膜試料を採取して含有量試験を行う。**

塗膜調査の進め方

※ 環境省通知の「高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜の調査について」によると、昭和50年(1975年)以降に塗替え塗装を行っていれば調査不要とされている。

しかし、次の理由により、塗膜の含有量試験を実施した方が確実である。

- 1種ケレンにて素地調整せずに塗替えを行っている場合、古い塗膜が残っている場合がある。
- 一部の有機顔料には非意図的に副生したPCBを含有するものがある。(汎用名称:ピグメントエロー、ピグメントブルー等)

(参考ウェブサイト)

<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9450762/www.meti.go.jp/press/2013/05/20130510003/20130510003-2.pdf>

塗膜採取作業時の留意事項

- ・ 塗膜には、PCBや鉛、クロム等の有害物質が含まれていることを想定して、採取作業を行う必要がある。



- ・ 塗膜採取作業には、労働安全衛生法が適用される。
- ・ **鉛作業主任者**と**特定化学物質作業主任者**が作業現場管理を行う。
 - － 作業者の粉じん(塗膜くず)ばく露を防止するための作業方法の指揮
 - － 除じん装置の点検、管理
 - － 保護具等の使用状況の監視、管理
 - － 作業者の健康診断の実施
 - － 環境汚染防止(作業場所の隔離、作業衣の汚染除去など)

塗膜採取方法

採取方法	作業時間	メリット	デメリット
ケレン棒 	2～4h	機材が安価	労力が必要 塗膜くずが飛散しやすい
グラインダー 	1h程度	短時間で採取可能	吸引機のフィルター交換等ランニングコスト大
超音波 	1～2h	塗膜くずが飛散しにくい	機材が高価
剥離剤 	剥離剤塗布後 6～24h	塗膜くずが飛散しない	時間が必要 火災の危険あり
グラインダー サイクロン法 	20分程度	塗膜くずが飛散しにくく、捕集効率が高い	特になし





ディスクグラインダー

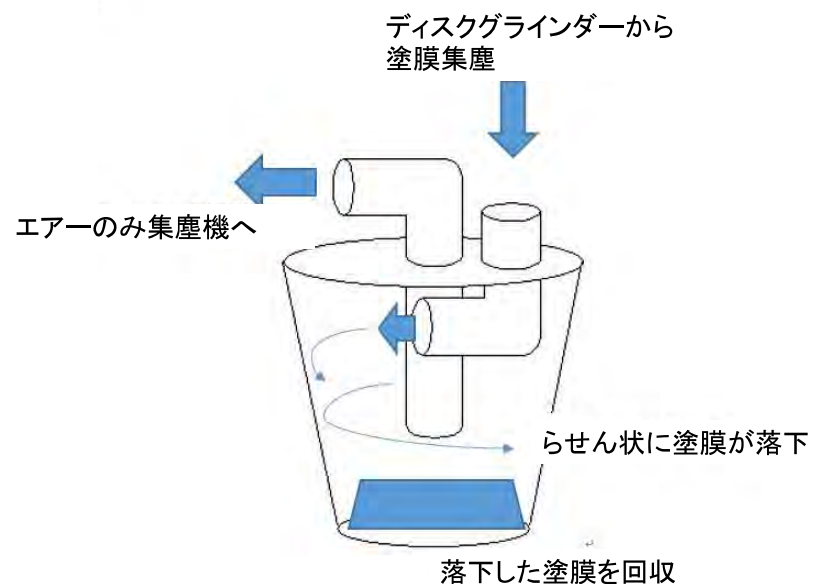


塗膜剥がし専用ホイール



集塵機一式

サイクロン法による塗膜回収



塗膜採取



塗膜採取状況



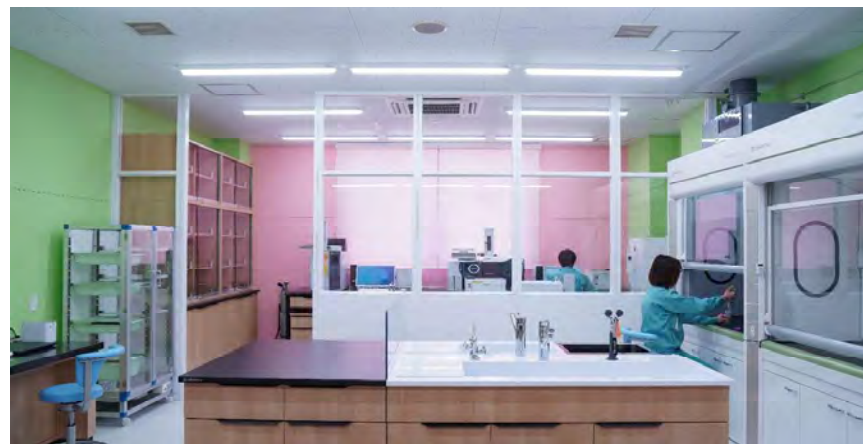
塗装復旧状況



塗装完了状況



塗膜PCB分析室



塗膜PCB分析受入れ体制強化のため、2020年4月に塗膜PCB分析専用室を整備しました。

ありがとうございました。

インフラメンテナンス国民会議近畿本部フォーラム
第7回ピッチイベント〔②橋梁塗装に係る技術〕

「繊維ペースト化塗膜剥離剤と押え付け工法を併用した湿式塗膜剥離工法」

大伸化学株式会社

〔②橋梁塗装に係る技術〕 ニーズ

	大阪市	淡路市
課題	塗膜分析に必要な塗膜採取時において剥離剤による塗膜採取・復旧に手間暇がかかる	塗膜剥離工において塗膜が残存した際のマニュアルがなく現場で混乱を招く 廃塗膜の処分・施工時の防護体制に関するマニュアルがない
求める技術	・現地で既設塗膜内の有害物質の有無や濃度を判定できる ・できるだけ短時間で非破壊で検査できる	剥離剤の技術の向上、及び、塗装塗替え工における施工マニュアルの確立



【従来技術の問題点】

一 手動・動力工具による塗膜除去一

- ・動力工具施工により、有害塗膜粉じんが発生し、作業者の安全性・環境面に大きな負荷を与える可能性がある。
- ・物理的な剥離作業においては、囲い養生が必要となり、費用増大や工程が長くなる。

一 水系塗膜剥離剤による塗膜湿潤化工法一

- (A) 液状物性である為、塗布量（最大1kg/m²）が制限され、1回の施工における塗膜剥離に限界がある。
- (B) 上層塗膜の層間剥離（浮き上がり）発生により、それより下層の塗膜剥離が不可能となる。←←←
- (C) 狭あい部及びボルト締結部では高膜厚になるケースが多く、複数回の施工が必要になる。←←←
- (D) 従来の水系塗膜剥離の施工においても、囲い養生が必要となり、費用増大や工程が長くなる。

一 IH（電磁誘導）式加熱工法一

- (A) IH加熱ヘッドは、平面部にしか対応できない為、狭あい部及びボルト締結部では使用できない。
- (B) 加熱により、鋼材の熱ひずみが生じる可能性がある。
- (C) 機材が大掛かりとなる為、施工規模や現場条件の制約を受ける。

【解決策の検討】

当社では水系塗膜剥離剤による塗膜湿潤化工法を主体として、層間剥離を防止する事で、剥離性向上を検討。

【解決策の検討】

	通常塗布	簡易養生
概観		
塗膜剥離剤の 放置後		
かさとり後		
塗膜除去率 (%)	50.0	96.4

表-3 塗膜仕様

	A塗膜系	B塗膜系	C塗膜系
品名	アクリル系下塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
記号	401	402	403
1層目	アクリル系下塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
2層目	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り	アクリル系下塗り
3層目	アクリル系上塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
4層目	アクリル系下塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
5層目	アクリル系上塗り	アクリル系中塗り	アクリル系下塗り

表-4 塗膜仕様

	A塗膜系	B塗膜系	C塗膜系
品名	アクリル系下塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
記号	401	402	403
1層目	アクリル系下塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
2層目	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り	アクリル系下塗り
3層目	アクリル系上塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
4層目	アクリル系下塗り	アクリル系中塗り	アクリル系上塗り
5層目	アクリル系上塗り	アクリル系中塗り	アクリル系下塗り

層間剥離⇒物理的な押え付け⇒
剥離性大幅UP



（（発想））

「繊維ペースト化塗膜剥離剤と押え付け工法を併用した湿式塗膜剥離工法」

【製品化】

ペースト型剥離剤と養生テープを用いた新工法 ペリカンリムーバーMFP

※特許出願中※

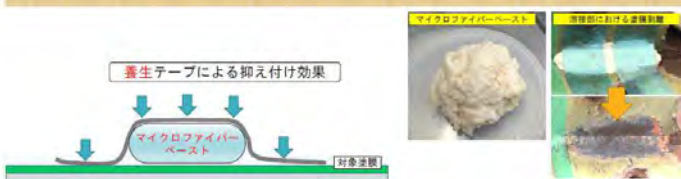


技術概要；本工法は、新開発のマイクロファイバーペーストと養生テープを組み合わせることで、様々な塗膜種に対して高効率な塗膜剥離が可能になります！

原理；塗膜剥離成分を含んだマイクロファイバーペーストを塗膜面に塗布し、その上から養生テープの加圧効果により、剥離成分浸透持続性を格段に向上！

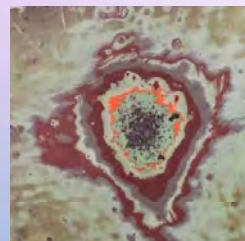
ペースト化⇒狭あい部分不連続面における塗布性及び塗布効率が向上し、剥離成分の塗膜への浸透持続性を確保できます。

養生テープ⇒剥離剤の脱落が抑制できることにより、剥離効率が向上し、剥離剤の乾燥と層間剥離を抑制できます。



【実橋部材による検証】 道路橋撤去部材 ガセット部

☆塗膜断層写真



8層以上の塗膜



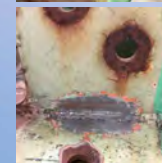
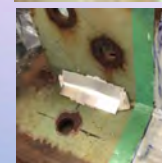
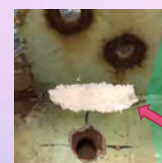
⇒溶接部分などの狭あい部分もターゲットにして、従来技術との比較を進める。

【実橋部材による検証】 道路橋撤去部材 ガセット部

	塗布前	塗布後	1回目	2回目	3回目
従来の剥離剤					
除去率	—	—	34.5%	82.8%	96.6%
繊維ペースト入り			⇒	⇒	
除去率	—	—	—	—	41.4%
繊維ペースト入り +押え付け			⇒	⇒	
除去率	—	—	—	—	97.5%

⇒「繊維ペースト入り+押え付け」では、塗工1回で、良好な結果が得られた。

【実橋部材による検証】 道路橋撤去部材 ガセット部



⇒溶接部においても、当て板による押し付けが必要になるが、一定の性能が確保できる。



【実橋による実証試験】

(1) 跨線歩道橋 点検部剥離



(2) ランガー橋 添接部剥離



【実橋による実証試験】(1) 跨線橋 点検部剥離

	kg/m ²	塗布	貼り付け放置(2日間)	剥離	評価
溶接部1	1.3				△; 剥離負荷あり
	2.0				○; 容易に剥離
	3.3				○; 容易に剥離
所見		絆創膏を貼り付けする様なイメージができていて、ハンドリングが良い。			

【実橋による実証試験】(1) 跨線橋 点検部剥離

	kg/m ²	塗布	貼り付け放置(2日間)	剥離
スカラップ部	任意			○: 比較的良好 押え付けが煩雑であるが、剥離性は比較的良好。
溶接部2	任意			△: 押し付け弱い 磁石では押し付け弱い。
ボルト部	任意			△: 全体的に押し付け弱い ボルト部では押し付け煩雑。

所見 平面部が主体であれば、使い勝手は良好と判断できる。

【実橋による実証試験】(2) 添接部剥離

	kg/m ²	塗布	貼り付け放置(2日間)	剥離	
添接部(横向き)	約4.0				△; 鉛丹残り
添接部(下向き)	任意				○; 比較的良好

所見 添接部剥離については、押し付け方法に課題が残るので、硬質PEシートなどを検討する。

【実橋による実証試験】

総合評価 押し付け圧力に依存するので、押し付けが容易に行える平面部が主体であれば、使い勝手は良好と判断できる。



今回のニーズに適用可能であるか否かの判断

	課題	今回の提案技術
大阪市	塗膜分析に必要な塗膜採取時において剥離剤による塗膜採取・復旧に手間暇がかかる	1回塗布で剥離可能になるものは、手間暇を省ける 全てのニーズを満足できないが、適用可能と判断！

今回、「繊維ペースト化塗膜剥離剤と押し付け工法を併用した湿式塗膜剥離工法」にて、塗膜採取用剥離剤として、ご提案致します。

【ご清聴ありがとうございました】



DAISHIN CHEMICAL

お問合せ先

本社 TEL03 - 3432 - 4786
越谷工場 TEL048 - 988 - 6921
兵庫工場 TEL0790 - 23 - 0900

橋梁塗装に係る技術

「循環式エコクリーンブラスト工法」と
「エコクリーンハイブリッド工法」による

環境配慮型長寿命化技術

2021.12.21



YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

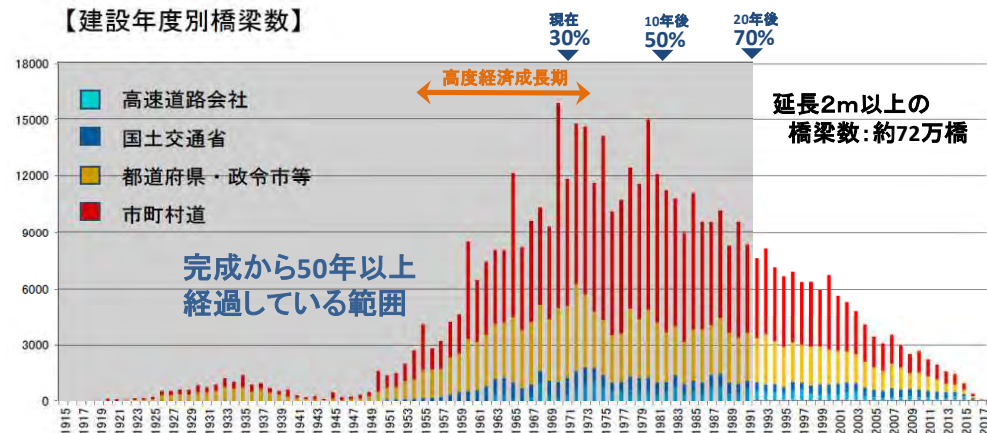
専務取締役 山田 翔平



豊かな日本のために橋を守り続ける

道路橋の建設と高齢化

【建設年度別橋梁数】



豊かな日本のために橋を守り続ける

鋼橋の代表的な損傷と対処方法

腐食



集中的に錆が発生している状態、又は錆が極度に進行し板厚減少や断面欠損が生じている状態。

<橋梁構造に影響が出る重大な損傷>

こうなる前の予防保全工法として、**Rc-I 塗装系への塗装塗り替え**が定着している

Rc-I 塗装系とは、ブラストにより**旧塗膜やサビを完全に除去し**、重防食塗装を塗布する塗装系。ブラストの際に**鋼材面に適度な粗さを付ける**ことで塗膜の密着性を良くし防食効果を高める

→ **ブラストの品質が防食性能を左右**



送気マスク着用によるブラスト施工状況



研削材・粉じんの飛散防止設備が必須



添接部でもきれいに除錆・塗膜除去が可能



豊かな日本のために橋を守り続ける

ブラスト工法の変革

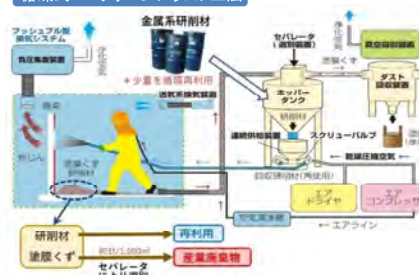
現場での従来ブラスト工法

軽くて錆びない非金属系研削材を使い捨て使用



循環式エコクリーンブラスト工法

金属系研削材を循環再利用



施工状況

1,000㎡のブラストの場合

約41t	産業廃棄物発生量	約1tに抑制
膨大な費用が発生	産業廃棄物処理費用	最小限の費用に抑制
大量に発生	粉じん発生量	少量に抑制
大量に排出	温室効果ガス排出量	最小限に抑制



施工状況



建設廃棄物の発生抑制

建設廃棄物処理指針（平成22年度版）

1. 総則

本論は、土木建築に関する工事（建築物その他の工作物の全部又は一部を解体する工事を含む。以下「建設工事」という。）に伴い生ずる廃棄物（以下「建設廃棄物」という。）について、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という。）に沿って適正に処理するために必要な具体的な工作物処理手順等を示すことにより、生活環境の保全及び自然衛生の向上を図ることを目的とする。

建設工事に伴い生ずる廃棄物は、次のような特性がある。

- ① 廃棄物の発生場所が一定しない。
- ② 発生量が膨大である。
- ③ 廃棄物の種類が多様であり、混合状態で排出される場合が多いが、的確に分別し、ばい菌利用が可能なものも多い。
- ④ 廃棄物を取り扱う者が数多く存在する。(広範囲な構造が存在する。)

建築地産物の取引市場は確立したわけは、建築業者における、建設現場での発生した取引物、測量地等での地盤調査物の取引、建築業者としての資材の集約などである。従来の鉄道の業者としての関係者において、定例取引の発展に促した資材集約が重要である。

要な事項について、具体的な処理手順等を示したものである。

(中略)

(4) 国営事業、国営企業の事業計画、国営企業の事業計画の遂行に妨げられずとも、国営事業の遂行に支障を及ぼすことを防止する。

(3) 下請負人は、廃棄物の発生抑制、再生利用に關し排出事業者に協力する。

(4) 処理業者は、排出事業者との書面による委託契約に従ひ、廃棄物を適正に処理する。

(5) 製造事業者等(メーカー)は、包装を簡素化する等廃棄物の発生抑制に努めるとともに、製品が廃棄物となった場合、適正処理が困難にならないよう製品包装に努める。

環境省発出の「建設廃棄物処理指針(平成22年度版)」に
廃棄物の適正処理における、関係者の責務と役割が明記されている。

1.1 目的 より抜粋

建設廃棄物の適正処理を図るためには、排出事業者においては、**建設廃棄物の発生抑制、再生利用、減量化**等その他適正処理のため排出事業者としての責任を果たすとともに、**発注者等の排出事業者以外の関係者においても、それぞれの立場に応じた責務を果たすことが重要**である。

2.2 発注者等の関係者の責務と役割 より抜粋

・・・排出事業者が廃棄物の処理責任を果たせるよう、それぞれの立場に応じた責務を果たさなければならない。

(1) 発注者は、廃棄物の発生抑制、再生利用を考慮した設計に努めるとともに廃棄物処理の条件を明示する。

(2) 設計者は、発注者の意向を踏まえ、廃棄物の発生抑制、再生利用を考慮した設計に努める

建設廃棄物の発生抑制が可能な工法が選択されるべき!!

* 現在、「再生利用」については、工事設計時から考慮されており、工事受注時、工事終了時に再生資源利用計画書を提出することが義務付けられている。
一方、「廃棄物の発生抑制」にはこれといった規定がないのが現状。

一方、「廃棄物の発生抑制」にはこれといった規定がないのが現状。



YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

豊かな日本のために橋を守り続ける

PCB含有塗膜の処理予算の確保

橋梁通信 2021.5.1 より抜粋

PCB特別措置法により、PCB廃棄物の期限内処理が義務付けられている。
PCB含有塗膜は「低濃度PCB廃棄物」として、2027年3月31日までに処分委託を行わなければならないことが決定している。

- 残り6年弱で全ての対象施設（橋梁1665橋含む2113施設：右記事より）での処理が必要⇒対象施設はさらに増える見込み
- 高額なPCB廃棄物の処理費（100万円/t程度）が必要

建設廃棄物の発生抑制が可能な工法が不可欠!!

＜参考＞プラスト1,000㎡当たりのPCB処理費を含んだ施工費用

従来工法					(1,000㎡当たり)	(2021年4月 東京単価)
項目	数量	単位	単価	金額		
施工費	1,000	㎡	9,700	9,700,000		
PCB廃棄物処理費用	40	t	1,000,000	40,000,000		1,000㎡は、2車線 30~40mの橋を架
合 計				49,700,000		

管溝式プラスト工法					(1,000㎡当たり)	
項目	数量	単位	単価	金額		
施工費	1,000	㎡	13,600	13,600,000		
PCB廃棄物処理費用	1	t	1,000,000	1,000,000		PCB廃棄物の発 1,000㎡当たり 約3,500万円
合 計				14,600,000		

1,000㎡は、2車線道路では
30～40mの橋の塗装面積に

PCB廃棄物の発生抑制により
1,000㎡当たりで
約3,500万円の経済効果!!

PCB塗料1665橋で
環境調査
なお増える見込み

前年の5・5倍に

【東京】東京都環境局は、昨年（平成17年）の東京都内各自治体で、環境調査に使用されたPCB塗料の量を調査したところ、前年（平成16年）の5・5倍に増加したと発表した。調査は、都内の23区、26市、27町、28村の34自治体で行った。調査の結果、前年（平成16年）の1・1トンから、昨年（平成17年）の6・0トンに増加した。増加の要因は、環境調査に使用されたPCB塗料の量の増加によるものと見られる。環境調査に使用されたPCB塗料の量は、前年（平成16年）の1・1トンから、昨年（平成17年）の6・0トンに増加した。増加の要因は、環境調査に使用されたPCB塗料の量の増加によるものと見られる。

【東京】東京都環境局は、昨年（平成17年）の東京都内各自治体で、環境調査に使用されたPCB塗料の量を調査したところ、前年（平成16年）の5・5倍に増加したと発表した。調査は、都内の23区、26市、27町、28村の34自治体で行った。調査の結果、前年（平成16年）の1・1トンから、昨年（平成17年）の6・0トンに増加した。増加の要因は、環境調査に使用されたPCB塗料の量の増加によるものと見られる。

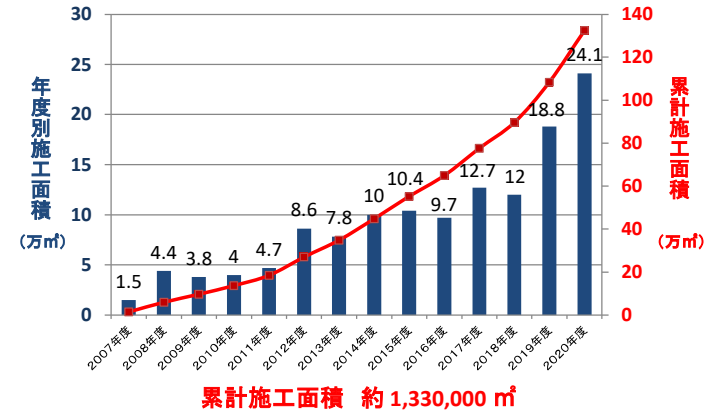


YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

豊かな日本のために橋を守り続ける

循環式エコクリーンブラスト工法の施工実績と環境負荷低減効果

循環式エコクリーンブラスト工法の年度別施工実績



この実績をもとに
従来工法と比較すると...

理論上の産廃削減量
約53,000t

 × 5,300台分

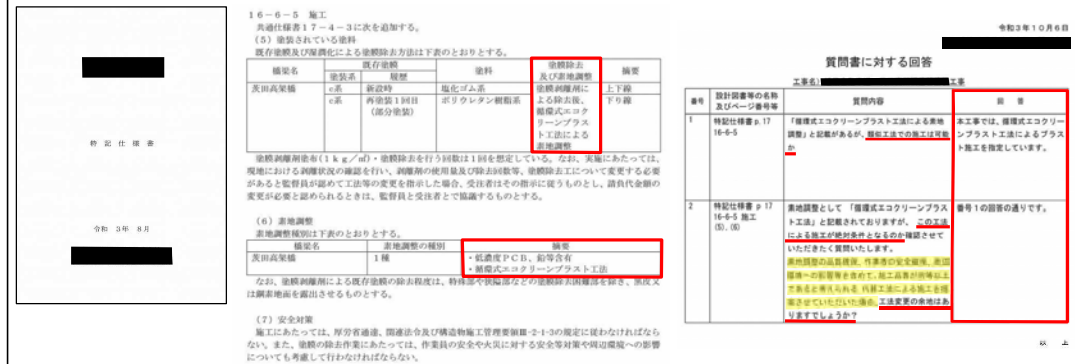
それに伴う
温室効果ガス削減量

東京ドーム×4.7個分の容積



YAMADA
INFRA TECHNOS CO.,Ltd.

循環式エコクリーンブラスト工法を採用頂いた発注工事の一例



循環式エコクリーンブラスト工法の
安全・環境・品質に対する施工実績が認めていただけたものと確信しています。



YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

産業廃棄物の発生抑制が最高の形で評価!!

令和3年度リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰

内閣総理大臣賞受賞

<2021.10.26>



YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

腐食以外の重大な損傷

疲労き裂



交通量の増加(重量増)などによる応力の集中・繰返しに伴う疲労の蓄積によってき裂が発生した状態。

<鋼材の破断につながる重大な損傷>

き裂が発生してからの補修対応(事後保全)が大半であり、定着した予防保全工法が無い

◇ 補修の際に、現地での溶接・穴あけ作業等を伴う

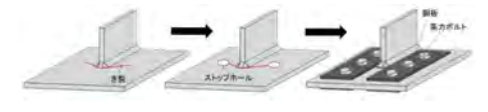
- 既設鋼材への影響
- 死荷重の増加

◇ 補修箇所の周辺に新たなき裂発生の可能性大

◇ き裂未発生の場合

→ 高齢化の進行により疲労が更に蓄積し、今後き裂が発生する可能性が高い

き裂補修工法の例



疲労き裂に対する
予防保全工法の確立が必要

YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

既存の 代表的な 疲労き裂予防工法

棒グラインダーによる溶接止端処理(鋼構造物の疲労設計指針・同解説に記載)

溶接止端部を切削し、微細な溶接キズを除去するとともに、形状を滑らかにして応力集中を低減させ疲労強度の改善を図る処理方法 → 疲労強度を1等級向上

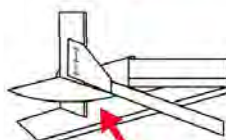
① 使用器具の大きさから、既設の鋼橋では、十分な空間が確保できないと使用できない
→ 狭隙部への施工は困難

② 指針には、「母材と溶接部の境界に溶接止端を示すラインを残さず、削り込み深さ0.5mm以下とするのが望ましい」と記載
→ 相当な熟練度が必要(削りすぎはNG)
※ 供用中の橋梁では、振動の中での施工となる

③ 標準日当り施工量が2~8箇所/日
(橋梁架設工事の積算より)

→ 作業効率が非常に悪く、費用も高い

既設鋼橋での実績は決して多くなかった・・・。



こういった狭隙部への施工は困難

YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

疲労き裂の予防保全工法確立に向けて

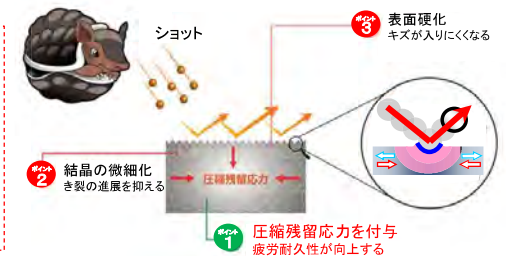
自動車業界・航空機業界において、
疲労強度向上技術として実績のある「ショットピーニング」に着目!!

ショットピーニングとは

無数のピーニング用特殊鋼球(ショット)を高速度で鋼材表面に叩きつけ、表面近傍だけを塑性変形させることで、表面層に圧縮残留応力を与え、疲労き裂や応力腐食割れなどに対する抵抗力の向上を図る技術。

また表面の結晶が微細化され、き裂の進展を抑制します。さらに表面硬化することでキズが入りにくくなる。

パネ・歯車・クランクシャフト等といった自動車部品から、ジェットエンジン・翼・ランディングギヤ等の航空機関連などに古くから利用され安全が保たれてきた。



現場採用における課題

- ① ショットの飛散防止対策
- ② ショットの回収・再利用方法
- ③ 湿度によるショットの固結・発錆対策

これらをクリアし
既設鋼橋に採用!!

YAMADA
INFRA TECHNOS CO., Ltd.

豊かな日本のために橋を守り続ける

疲労き裂の予防保全工法の誕生!!

Rc-Ⅰ 塗装塗替え工事と同時施工をし、
「循環式エコクリーンプラスト工法」の
システムを有効活用することで成立する!!

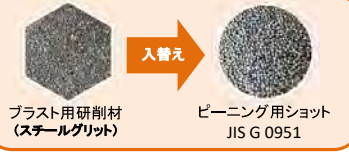


塗替え塗装工事と同時施工することで、
プラストと用の防護工を併用でき
ショットの飛散防止が可能

- ・循環再利用システムの活用で
ショットの回収再利用が可能
- ・エアドライヤーの乾燥空気供給で
現場の湿度上昇の影響による
ショットの固結・発錆を防止



圧縮空気による噴射のため熱線度も不要
作業効率も良く、狭路部への施工も可能



経済的かつ効率的に
鋼橋の予防保全が可能なる
新工法の誕生!!



豊かな日本のために橋を守り続ける

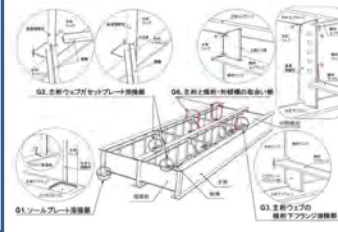
その名は「エコクリーンハイブリッド工法」

循環式プラストにより腐食予防を行うと同時に、
疲労き裂の発生しそうな箇所にショットを叩きつけ
疲労強度を向上させる予防保全工法

さらに、ショットピーニングで使用するショットが、
「鋼構造物への循環式ショットピーニング用ショット」
として、令和2年9月23日にJIS制定完了!!

エコクリーンハイブリッド工法
NETIS: CB-180024-A
国内特許第6304901号

疲労が発生しやすい部位
(鉄桁橋の場合)



JIS

鋼構造物への循環式ショットピーニング用
ショット

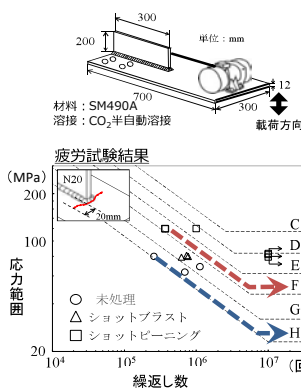
＜適用範囲＞
この規格は、鋼構造物の表面に主として圧縮残留応力を
付与するなどの表面改質によって、溶接部及び溶接部
周辺熱影響部の疲労強度向上を図ることを目的とした
循環式ショットピーニング加工に用いるショットについて
規定する。



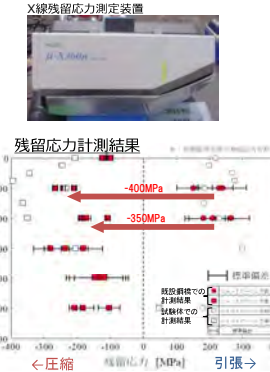
豊かな日本のために橋を守り続ける

ショットピーニングの効果実証 (岐阜大学との共同研究)

疲労試験結果(試験体)



残留応力計測結果(既設鋼橋-試験体)



●ショットピーニングにより高い圧縮残留応力が導入され、
未処理に比べ疲労強度が2等級向上したことが実証。

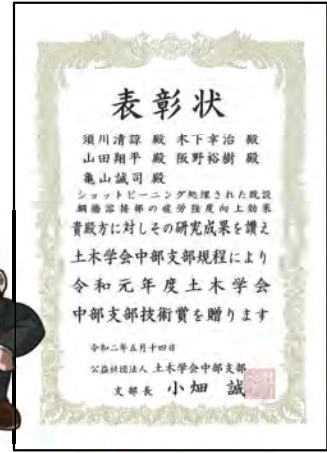
●ショットピーニングにより、既設鋼橋にも高い圧縮残留応力が導入され、
試験体での残留応力測定結果と同等(標準偏差内)の結果が得られる。
⇒ 既設鋼橋においても、疲労強度の2等級向上効果が期待できる



豊かな日本のために橋を守り続ける

共同研究成果が栄誉ある賞を受賞

実橋梁での最新の実績・疲労試験データを含めた研究内容が評価され、
「ショットピーニング処理された既設鋼橋溶接部の疲労強度向上効果」が
令和元年度 土木学会中部支部技術賞を受賞!!



豊かな日本のために橋を守り続ける

SDGsの取組について



私たちは、環境配慮型で高品質な工法の活用により、SDGsを積極的に推進し、社会の持続的発展に貢献していきます。



ご清聴ありがとうございました



塗装剥離後の塗装修復に関する技術

さびチェンジ&ステンレスコート一般 o r 重防食

株式会社ユニテック

さびチェンジについて

さびチェンジとは、赤錆を黒錆（黒色被膜）に転換し腐食を抑制する塗料です。

非破壊検査等にて塗膜剥離後の塗膜修復の下塗りとして有効です。また、腐食して再塗装の際に、ブラスト処理がいらず、3種ケレンもしくは高圧水洗浄で浮錆・積層錆でない赤錆が残った状態で塗装出来ます。

※赤錆の浮き錆・積層部分は除去をして下さい。赤錆は残っていてもOKです。
5℃以上にて塗装可能。

ステンレスコートについて

ステンレスコートとは、SUS316Lのステンレスpigメントを含んだ塗料です。

木の葉状の研磨されたステンレスpigメントがうろこ状に積み重なり、SUS316Lの積層被膜を形成し紫外線・水・空気を遮断します。防錆・防食・耐侯・耐湿・耐水・絶縁等に優れています。標準膜厚は40～50ミクロンです。

一般的な塗料に比較して、長期防錆寿命が得られますので、保守、補修メンテナンス回数にも大きなコストメリットがあります。ステンレスコートは、薄膜で長期の防蝕寿命を得る事のできる優れた塗料である事が最大の特徴です。

さびチェンジ+ステンレスコート 行程

簡易防錆仕様

	工程	塗料名	割合	使用量	塗装回数	塗装間隔	塗装の仕方
簡易防錆仕様	下地処理	旧塗膜・ゴミ・ホコリ・油分等をキレイに除去してください。 効率的な下地調整には、高圧水洗を推奨します。(30Mp) (浮き錆等は取り除き、完全にさびは取り除く必要はありません。さびを残した方が防錆効果を発揮します。)					
	錆転換処理	セレクトコートN300 さびチェンジ	1塗 そのまま塗装	6～7ml/Kg (1回塗り)	2	夏場 1H以上 冬場 3H以上	ハケ・ローラー・スプレー

一般防食塗装

	工程	塗料名	割合	使用量	塗装回数	塗装間隔	塗装の仕方
簡易防錆仕様	下地処理	旧塗膜・ゴミ・ホコリ・油分等をキレイに除去してください。 効率的な下地調整には、高圧水洗を推奨します。(30Mp) (浮き錆等は取り除き、完全にさびは取り除く必要はありません。さびを残した方が防錆効果を発揮します。)					
	錆転換処理	セレクトコートN300 さびチェンジ	1塗 そのまま塗装	6～7ml/Kg (1回塗り)	2	夏場 1H以上 冬場 3H以上	ハケ・ローラー・スプレー
	上塗り	ステンレスコート PUタイプ	1塗 そのまま塗装	15ml/L/40μ (2回塗り)	2	夏場 1H以上 冬場 3H以上	ハケ・ローラー・スプレー

* 海水の当たるところや塩害の酷いところ、よく水が溜まったりでは、重防食タイプを使用してください。

4/20 関西大学構内にて塗装実験



4/21 ステンレスコート塗布



3 種ケレン & 高圧水洗浄



12/16 変化なし



さびチェンジ塗布



さびチェンジのみ



ステンレスコート塗装実績 「ウインチ塗装」



スプレーするだけでステンレス！ ステンレスコート

吹き付けるだけ、塗るだけでSUS316-Lの被膜形成
ステンレスコートPUタイプ塗装例
1996年橋の高欄に塗装し25年経ってもメンテナンスフリー！



●一般、装飾、耐熱は200mlスプレータイプもございます。
●中塗りとしても使用できます。（上塗り塗料との相性チェックが必要です）

船舶の鉄製デッキ部・鉄製マニホールド部 さびチェンジ&ステンレスコートEPタイプテスト R3.9 ユニテック



タンカー船（バラストタンク内補修）
●三種ケレン～さびチェンジ塗装～ステンレスコートEPタイプ塗装

R3.10.15

①バラストタンク内 さびの箇所チェック



②三種ケレン～さびチェンジ塗装～黒色被膜転換



③黒色被膜転換乾燥後～ステンレスコートEP刷毛塗り ステンレスSU316Lコーティング



テーマ③

空洞調査に係る技術

ニーズ：大阪府、奈良県、大阪市

シーズ③-1：(株)ウォールナット

シーズ③-2：(株)土木管理総合試験所

シーズ③-3：川崎地質(株)

テーマ 3 護岸背面の空洞化調査（大阪府）

現 状

- 河川構造物である護岸の点検においては、目視による護岸周辺の変状の確認を行い、変状等を確認した後に、該当箇所をコアボーリングにより護岸背面の空洞化の状況を調査、把握している。
- 現在の調査方法では、表面上の変状が発生するまで空洞の把握ができないため、発見が遅れば重大な護岸損傷につながる恐れがある。
- 早期の空洞化の発見のために、レーダー探査による調査を検討している。

課題 1

- 表面の状態から想定した個所の点検を行うため、精度が低い

課題 2

- 一般的なレーダー探査の調査深度は、最大1.5m～2.0m程度であり、護岸高さ（4m～5m）に満たない

求める技術・条件

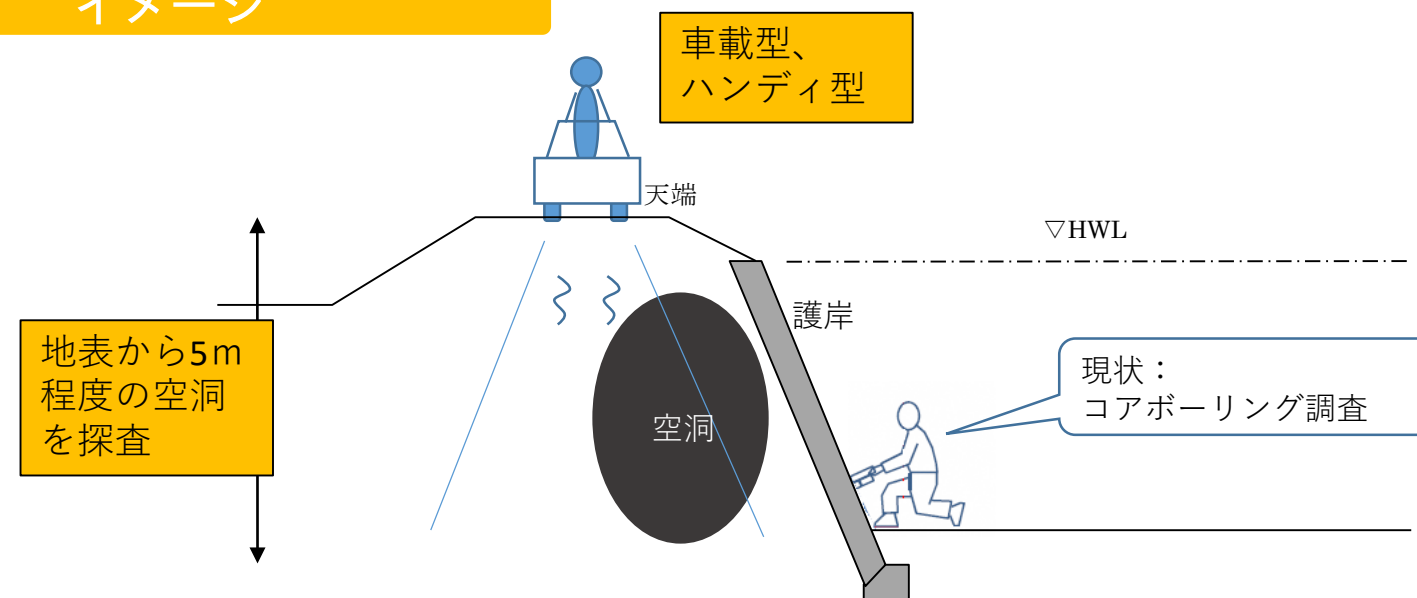
【求める技術】

- 大阪府の管理する護岸高、約5m程度でも探査可能なレーダー探査技術

【条件】

- 最大5m程度の深度でも調査が行えるレーダー探査技術、またはそれに代わるもの
- 現場条件によっては狭隘な箇所もあるため、車載型、ハンディ型などの対応

イメージ



現 状

- 矢板工法のトンネルは崩壊発生まで見かけ上の変状は小さい状況で、覆工が突然に崩壊することがある。
- 覆工巻厚と背面空洞調査として、電磁波法（地中レーダ法）と実際の削孔により確認。
 - 調査により確認した覆工巻厚、空洞の有無から対策区分の判定を実施。
 - 対策が必要な際は、調査結果を基に裏込め注入工の施工数量を算出。

課題 1

- 電磁波法は線的、削孔は点的な調査であり、調査範囲外の空洞や覆工巻厚が把握できない。

課題 2

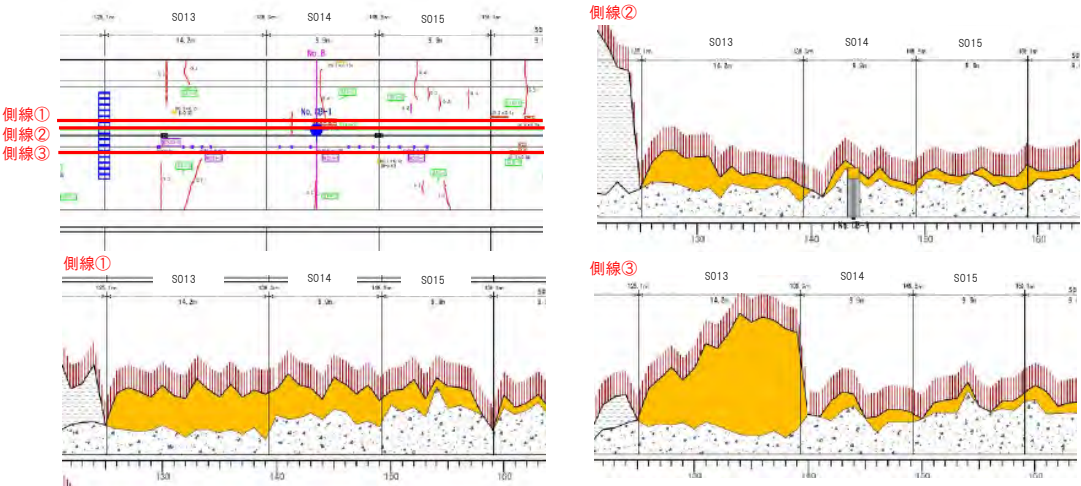
- 裏込め注入工は実績に基づく対応となり、大幅な施工数量の増加が発生することがある。

求める技術・条件

- 【求める技術】
- トンネル覆工背面全体を面的に計測できる技術。
 - 空洞容積の確認ができる精度の良い技術。
- 【条件】
- 非破壊検査で確認できる技術。
 - 道路の通行止めを極力伴わない技術。

〈裏込め注入工が増加した事例〉
Aトンネルは調査結果から、裏込め注入工の当初施工量をV=約43m³と想定。
実績ではV=約81m³となり、約2倍の注入が必要となった。

▼電磁波法の調査結果（Aトンネル）：空洞



▼調査結果のとりまとめ表

空洞調査結果		側線	S013	S014	S015
	突発性崩壊		Ⅲ	Ⅲ	Ⅱa
	巻厚不足(設計巻厚30cm)		Ⅲ	Ⅱa	Ⅱb
	平均巻厚(cm)	①L1.3m	21	32	40
		②L0.5m	26	28	31
		③R0.5m	22	31	39
	平均空洞厚(cm)	①L1.3m	35	26	13
		②L0.5m	18	6	9
		③R0.5m	72	9	6

▼施工時確認の巻厚、空洞厚



S015スパンで調査だけでは判明しない、48cmの空洞が確認された。

現 状

○本市では、平成3年度より路面下空洞調査を行っており、空洞の可能性のある箇所の深さや大きさ（広がりや厚さ）の把握に努めております。空洞探査車を使用した非破壊調査では、空洞の発生深度と広がりには高い精度で確認できるものの、空洞の厚さが確認できないため、ボーリング調査により空洞内部にカメラを入れて空洞の確認を実施しておりますが、多くの時間とコストを要するため、非破壊調査により空洞厚さを確認する技術を求めています。

課題1

○ボーリング調査は、交通規制や騒音等による周辺への影響があり、調査費も高額になるため、できるだけ減らしたいと考えている。

課題2

○ボーリング調査は実施に先立ち埋設企業体と事前調整が必要であるが、資料の作成などに毎年多くの時間を費やしている。

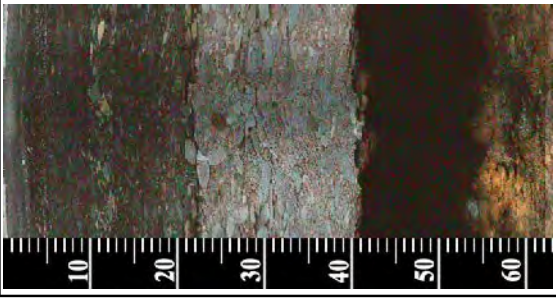
求める技術・条件

【求める技術】

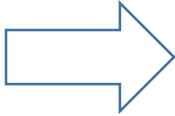
○空洞の深さだけでなく、空洞の厚さを探査車等で直接計測する技術を求めています。

【条件】

○関係機関等への説明資料として手軽に利用できるデータ形式であること。（市役所の端末で閲覧できること）

撮影深度0.00～0.63(m)	構成層厚(m)	深 度(m)
	アスコン 0.23	0.23
	スラグ 0.18	0.41
	空洞 0.14	0.55
	崩落碎石	

ボーリングの削孔箇所にカメラを入れて撮影した記録画像（例）



ボーリングを実施せずに、非破壊探査により同等の確認ができる技術

テーマ3：空洞調査に係る技術

①路面下の空洞の厚みを確認する技術

【交通規制が不要な空洞厚測定技術】

株式会社ウォールナット



会社概要



主要サービス①

社会インフラ(土木構造物)の調査診断

- ▶ 道路・橋梁調査
- ▶ トンネル調査(道路・水路・鉄道)
- ▶ 河川・港湾堤防／護岸調査
- ▶ コンクリート劣化診断



会社概要

主要サービス②

調査機器の研究・開発

- ▶ 路面下空洞探査車(U3V)
- ▶ 壁面追尾型フロート型撮影機器(モモタロウ)
- ▶ 道路トンネル防災車(MIMM-mini)
- ▶ 戦略的イノベーション創造プログラム
(SIP:エスアイピー)参画
- ▶ 【コンクリート内部欠陥点検・診断技術】
【管水路の漏水位置検出技術の開発】
【空港管理車両を活用した
簡易舗装路面点検システムの開発】
- ▶ 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討
会参画
- ▶ 【走行型高速3Dトンネル点検システムMIMM-R】
など



■ 本技術の概要

交通規制を必要とせず、**車両で走行するだけ**で、道路下で発生している空洞厚さを迅速に精度良く測定できる技術です。



「空洞厚推定方法及びその装置 (CMP法)」
(特許第6734612)



■従来の空洞厚さの測定方法とリスク

- ・該当箇所の交通規制
- ・削孔による**破壊**
- ・空洞の大きさを**実計測**
- ・閉塞作業を行い現状復旧



1箇所／1h
5箇所程度／1日



リスク1: **交通渋滞**や**交通トラブル**の発生

リスク2: 発電機等による**騒音問題**

リスク3: 既設埋設物の**破損事故**

リスク4: 時間を大幅に要することで
陥没する可能性が高い！！



■交通規制が不要な空洞厚測定技術の開発

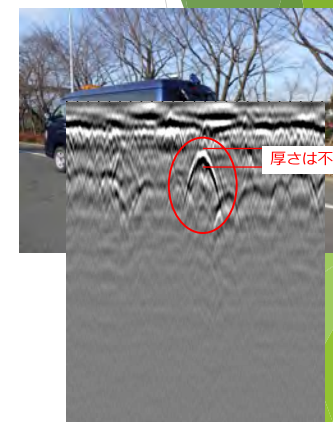
・現在、路面下空洞探査車両を用いた路面下空洞調査は国土交通省や地方自治体から多くの業務が発注されており、空洞を見つける技術は確立されている。

空洞の存在は分かるのに空洞の厚さが分からないのはなぜ？



電磁波は物理現象であることから、空洞の始端と終端で必ず反射する。この2か所で発生した反射波の時間差を測定すれば、空洞厚が判明することとなる。

しかし、終端信号はとても微弱となり、ノイズ等の不要な反射信号との見極めがとても難しいことから厚さを解析するのは困難とされてきた。

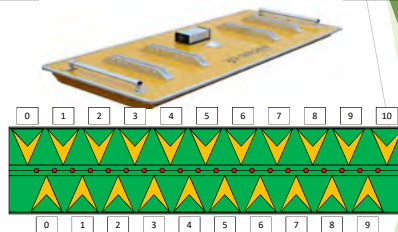


■交通規制が不要な空洞厚測定技術の開発

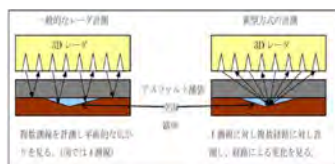
微弱でも確かに存在する空洞の終端信号を判別することができれば空洞厚さを把握することができる。

微弱な反射信号を強調する必要がある。

CMP法による計測

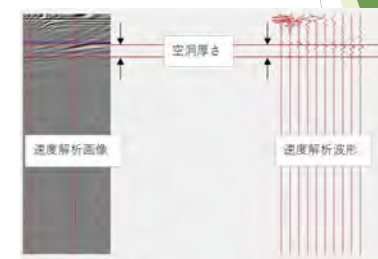
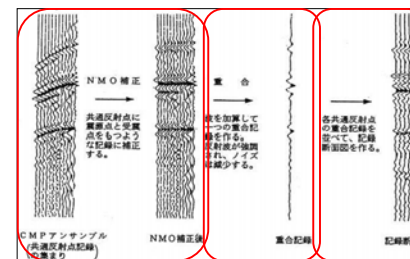


CMP(CMP: Common Middle Point 共通反射点)とは、発信点と受信点の中心が共通で、震央距離(発信点から受信点までの距離)が様々な反射記録の集まりである。この共通の中心点をCMPと呼ぶ。



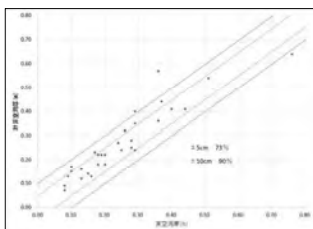
■空洞厚さの解析

CMPデータ専用解析ソフト「CMP Analysis」

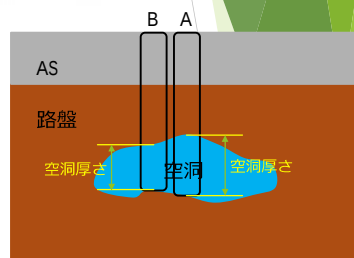


■精度

No	実空洞厚 (m)	計算空洞厚 (m)	差
1	0.29	0.40	-0.11
2	0.08	0.09	-0.01
3	0.24	0.27	-0.03
4	0.15	0.14	-0.01
5	0.29	0.24	-0.05
6	0.25	0.24	-0.01
7	0.10	0.15	-0.05
8	0.44	0.41	-0.03
9	0.20	0.22	-0.02
10	0.18	0.18	0.00
11	0.29	0.35	-0.06
12	0.10	0.17	-0.07
13	0.18	0.22	-0.04
14	0.76	0.64	-0.12
15	0.36	0.57	-0.21
16	0.26	0.32	-0.06
17	0.20	0.18	-0.02
18	0.19	0.22	-0.03
19	0.51	0.54	-0.03
20	0.78	0.79	-0.01
21	0.08	0.07	-0.01
22	0.09	0.13	-0.04
23	0.13	0.16	-0.03
24	0.16	0.13	-0.03
25	0.17	0.23	-0.06
26	0.37	0.44	-0.07
27	0.28	0.29	-0.01
28	0.40	0.41	-0.01
29	0.13	0.12	-0.01
30	0.36	0.36	0.00



±5cm 73%
±10cm 90%



歪な形の空洞に対し
十分な精度

WALNUT

■当技術を利用した際の利点と欠点

利点

- ▶ スピーディーな空洞評価が可能
- ▶ 既設埋設物の損傷リスク無し
- ▶ コスト削減
- ▶ 交通トラブル・近隣トラブルの回避
- ▶ 作業効率UP

欠点

- ▶ 空洞の中心をアンテナの中心で計測する必要がある
- ▶ 100%の確証は無い

WALNUT

今後この技術が認められ、路面下空洞調査の仕様に
組み込まれることを当社は期待しています。

ご清聴 ありがとうございました

インフラメンテナンス国民会議 近畿フォーラム 第7回 ピッチイベント

株式会社 土木管理総合試験所

3D-RADARによる護岸背面空洞探査

2021.12.21

株式会社 土木管理総合試験所

竹元 大

会社紹介

株式会社土木管理総合試験所

株式会社 土木管理総合試験所 www.dksiken.co.jp

東証第一部 証券コード6171

■会社概要

設立 1985年10月
代表 代表取締役社長 下平雄二
資本金 12億102万1000円
従業員 430名

■許可登録

建設コンサルタント 建30号第7741号
一級建築士事務所 長野県知事登録（長野）B第15063号
地質調査業者 質27第2230号
測量業者登録 登録第（6）22484号
補償コンサルタント登録 補29第5191号
計量証明事業者登録 濃度（水・土壌及び大気）環境第74号
音圧レベル環境第75号
振動加速度レベル環境第76号
建築物飲料水水質検査業 長野県11水第34号
建設業 国土交通大臣 許可（般-30）第27231号
土壌汚染対策法に基づく指定調査機関 2003-4-2029

■DKの特徴

- 21カ所の拠点、3カ所の試験センターを擁して、依頼者様のBCP（事業継続計画）を可能にします。
- 土質、非破壊、地質、環境、レーダー、地盤改良など土木・建築工事に必要な、ありとあらゆる調査品目を扱っておりワンストップで対応致します。
- 試験室と現場をWEBで繋ぎ、依頼者様の品質管理向上、移動時間削減に寄与できるネットワーク環境をご用意しております。
- お取引頂いたご担当者様が、各地で赴任されても全国的な拠点展開している為、継続的なご依頼を頂いております。

■グループ企業



株式会社アイ・エス・ピー
〒064-0824 札幌市中央区北四条西20丁目2-6
3次元点群データ処理ソフト開発・販売
http://www.ispland.co.jp

株式会社アースプラン

〒905-0005 沖縄県名護市為又265-3
磁気探査、測量設計 http://earthplan75.xsrv.jp

株式会社クリエイト

〒905-0019 沖縄県名護市大北5-1-6
磁気探査、測量設計 Tel. 0980-43-7655

株式会社土木管理総合試験所

■拠点

中部エリア
長野本社 松本支店 南信支店

関東エリア
東京本社 神奈川支店 埼玉支店
群馬支店 宇都宮支店 山梨支店

近畿エリア
大阪支店 京滋支店 FC和歌山(奈和建設館)

北陸エリア
新潟支店 上越支店 福井支店

東北エリア
東北支店(仙台) 盛岡支店

東海エリア
FC東海店（中部土木館）

九州・中国エリア
福岡支店 山口支店 FC熊本(髯アイテック)

北海道エリア
FC札幌(住宅バイル工業館)

海外
ベトナム ハノイオフィス

■部署

コンサルタント部
ボーリング調査
設計・3D測量・安定解析
家屋調査・補償コンサルタント

物理探査部
インフラ点検業務
橋梁床版劣化・空洞・埋設物・舗装劣化診断

現場試験部

支持力の確認、施工品質管理

土質試験部

力学的、物理的試験のコンサルティング
各種固化材の配合試験
砂防ソイルセメントのマネジメント

社会基盤マネジメント部

新設構造物の施工品質管理
既設構造物の耐震診断・補修工事

環境部

土壌汚染調査・浄化工事
土壌・水質分析
アスベスト目視調査・分析
振動騒音調査

ランド&デザイン

地盤改良工事
環境バイルの設計・施工
セメント柱状改良
住宅・テナント沈下修正工事

■LAB

中央試験センター（長野）
東日本試験センター（仙台）
西日本試験センター（山口）

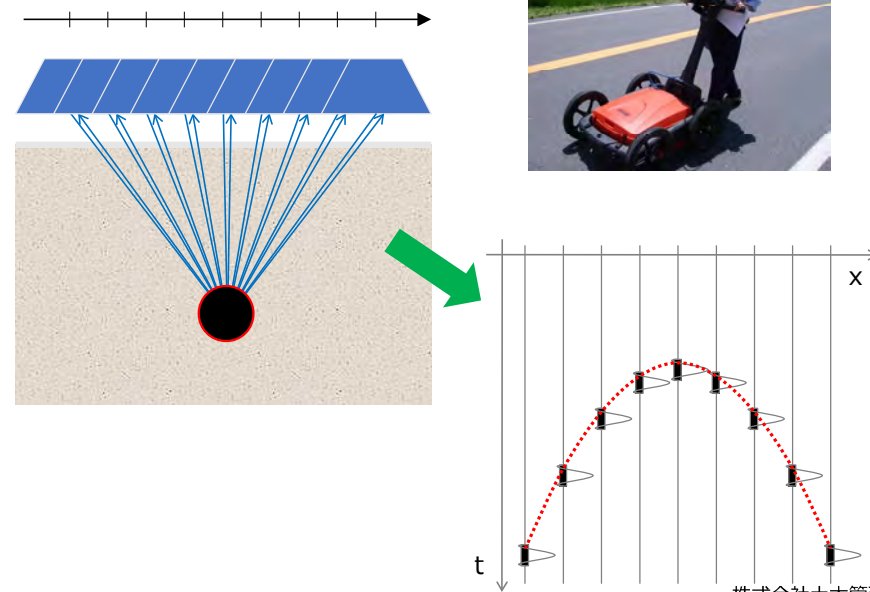


株式会社土木管理総合試験所

測定原理概要

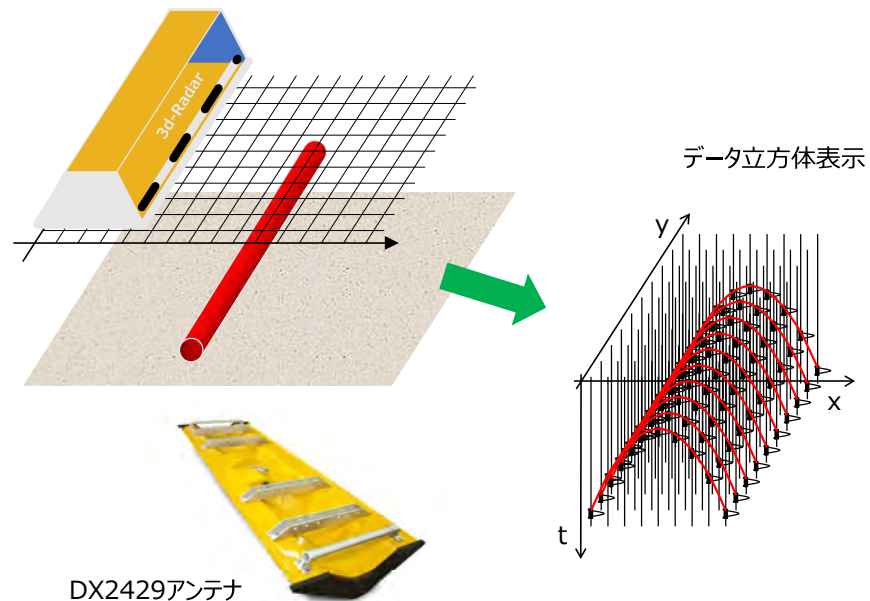
株式会社土木管理総合試験所

従来型パルスレーダ 二次元測定（送受一对型）



株式会社土木管理総合試験所

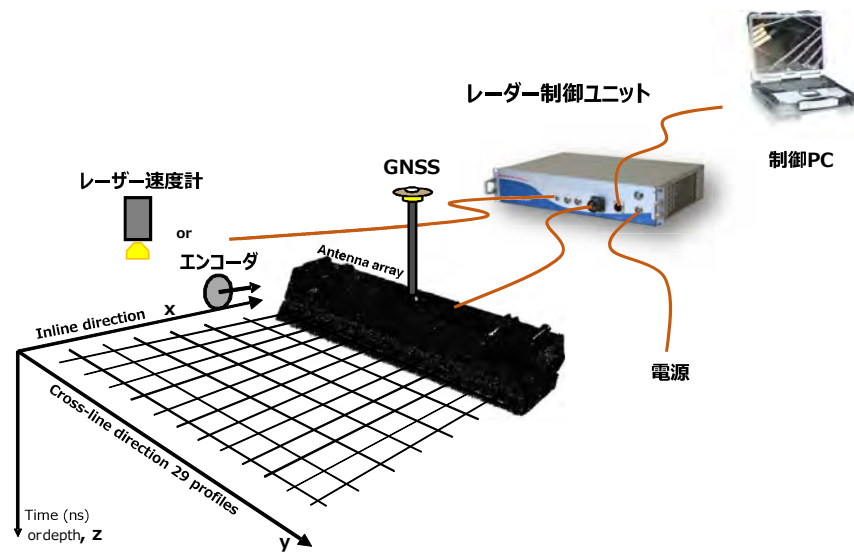
三次元測定（3D-RADAR）



DX2429アンテナ

株式会社土木管理総合試験所

システム構成と測定概念



株式会社土木管理総合試験所

3DRadar各種



 **Road Scan Vehicle®**

※他にも協力会社にて3D-radar保有あり

株式会社土木管理総合試験所

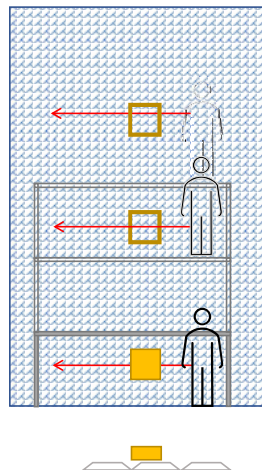
護岸空洞探査への3D-RADAR適応提案

株式会社土木管理総合試験所

従来方式

面測定
護岸凹凸対応
準備

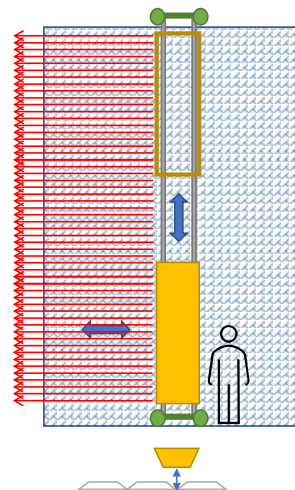
側線設定次第
基本的に密着が必要
足場・高所作業台



3D-RADAR式

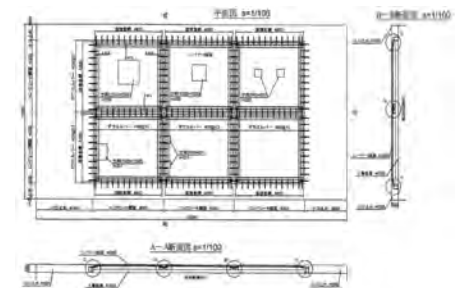
面測定
護岸凹凸対応
準備

7.5cm間隔
密着不要
取付治具(汎用金具製作)



株式会社土木管理総合試験所

解析アウトプット概要



上端鉄筋
DP=0.10m



空洞
DP=0.35m



測定事例

顧客に要望に合わせて測定箇所状況によって治具を変更して対応できます。
護岸上を車両が走れる場合は、
トンネル覆工背面空洞探査と同様に車両取付治具にて対応も可能です。



株式会社土木管理総合試験所

ご参考

従来パルスレーダ



株式会社土木管理総合試験所

ご清聴ありがとうございました。

株式会社土木管理総合試験所

Marine

第7回ピッチイベント テーマ3【空洞調査に係る技術】

Maintenance

深部対応型地中レーダについて

Laboratory

R&D

令和3年12月21日

川崎地質株式会社 山田 茂治

Disaster

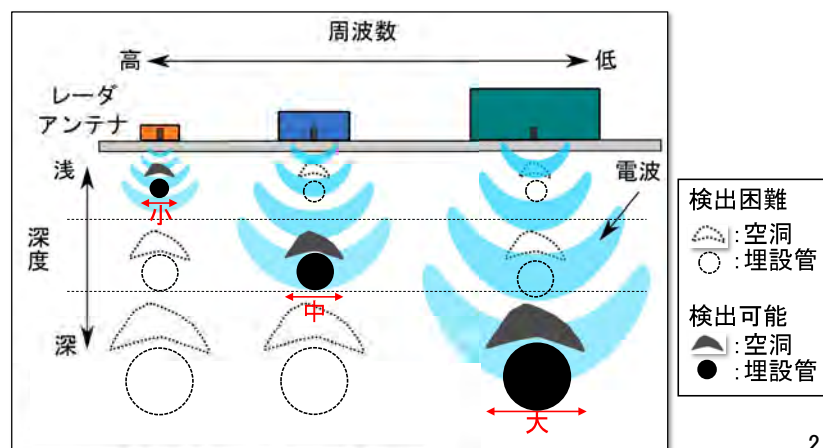
Ground

2. 地中レーダ装置の特性



- ◆ 地中レーダの送信中心周波数により、検出できる大きさ(分解能)と探査可能深度が決まる。

- ✓ このバランスが地中レーダの適用性を決定する。
- ✓ 目的に合った地中レーダ探査装置を使用することが重要。

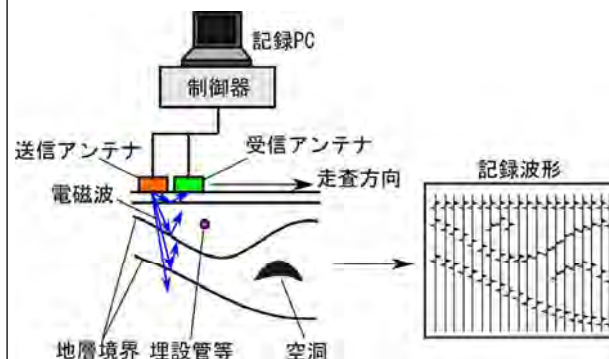


1. 地中レーダ探査概要



探査方法の概要と特徴

- 電磁波を地中に送信し、地表に戻る反射波を観測 → イメージは魚群探知機
- 数十~数百MHz帯の電磁波が信号 → 波長が短く、高分解能力
- 送信アンテナと受信アンテナを同時に動かしながら計測 → 作業性が良い
- 空洞や埋設管上で強い反射波が発生する → 空洞探査や埋設物探査が得意



いろいろなタイプの探査装置
※弊社保有機



カート型装置 小型軽量装置 防水型装置

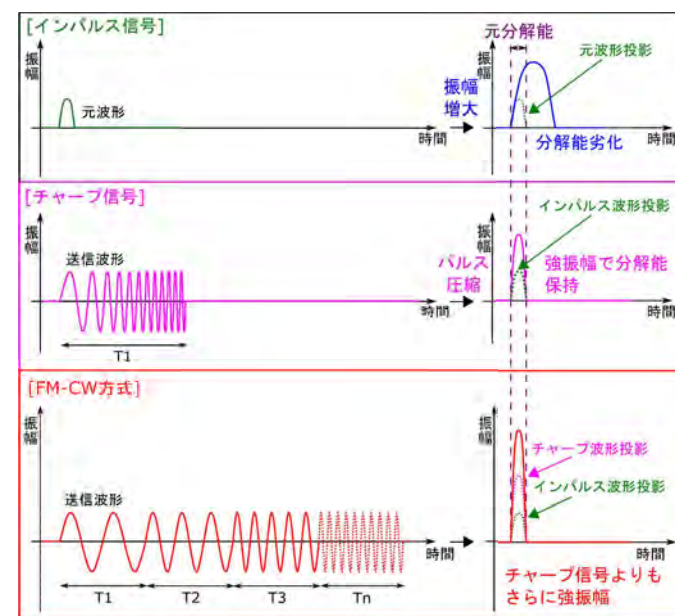


深部対応装置 車載型装置

3. 分解能力と探査深度を両立させる信号送信方式



電波送受信方式の概要



4. FMCW方式地中レーダ装置の開発



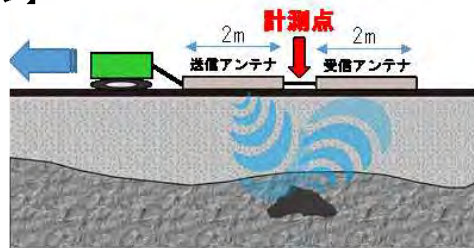
● 地中レーダ装置の中で最大レベルの探査深度(10m程度)を保有

【装置外観】



項目	仕様
送信機	送信周波数: 5~1100MHz 送信波形状: ステップ可変周波数正弦波 電力増幅方式: C級プッシュプル
受信機	受信周波数: 5~1100MHz 検波指数: 1.2dB 受信方式: スーパーヘテロダイン検波方式
入出力インピーダンス	50Ω
アンテナ部	方式: ダイポール・アンテナ(ボウタイ型) 寸法: 全長2,000mm、幅800mm
ケーブル	種類: 光ファイバー(50/125、61)・4芯×2本 長さ: 100m
地上制御器	回路構成: 送信信号発生部 受信中継増設部 局所信号発生部 距離検出部
収録器	ノート型パソコン
電源	DC12V(最大70Ah)、またはAC100V

【探査イメージ】

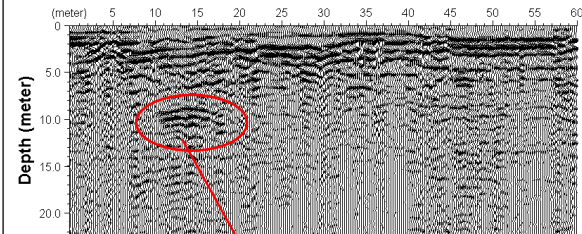


4

5. FMCW方式地中レーダ装置 探査事例

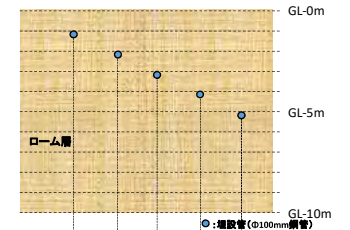


・空洞探知事例

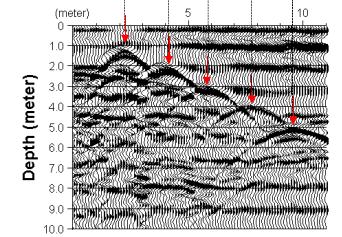


・実験結果

試験フィールド



連続波レーダ



5

13. 弊社開発の車載式地中レーダ装置



● 牽引式(深層探査用)



● 車載式(浅層精密探査用)

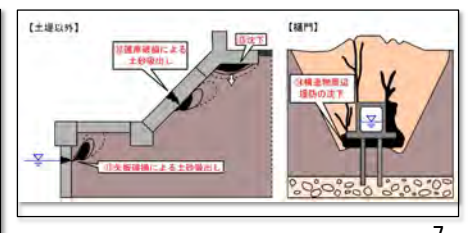
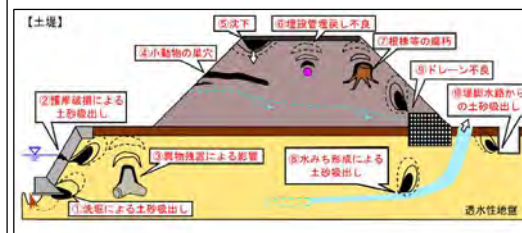


項目	前回技術	新技術
レーダ方式	チャープレーダ	チャープレーダ
送信周波数	50~800MHz	50~1100MHz
探査可能 空洞規模	0.5m四方×厚さ0.1m以上	0.5m四方×厚さ0.1m以上
探査深度	~5m	~2m
取付仕様・ 作業性	牽引型・作業性△	車載型・作業性○
特徴	幅広い探査が可能だが、 装置が大型であり、幹線 道路等のみで使用可能	深度は浅いが、装置が小型になり生活 道路(特に取付管に対応)にも適用可。 送信周波数を高くし分解能向上、画像 明瞭化

6

各種地中レーダ探査と河川堤防適用箇所

項目	探査装置	各種地中レーダ探査装置一覧						
	装置のタイプ	A	B	C	D	E	F	G
諸元	装置外観 (アンテナ部の代表写真)							
	探査深度(※1)	5~10m	2~3m	2~4m	1~2m	1m	1m	車両による
	分解能	垂直方向 50~100cm 水平方向 200~400cm 大きさ例 巨大円筒	15~25cm 60~100cm トラック・バス用タイヤ	10~15cm 40~60cm 軽自動車用タイヤ	10~15cm 40~60cm 軽自動車用タイヤ	5~10cm 20~40cm 壁掛け時計	5~10cm 20~40cm 壁掛け時計	車両による
	防水機能	—	—	—	—	—	あり	—
特徴	コスト	高	中	中	中	中	中	低
	特徴	大きさ1m以上の空洞を 比較的深い深度まで探査。 保有業者が限られる 特殊装置。平坦部位 において使用。	大きさ1m以上の空洞を 中深度まで探査。販 売、レンタルがある汎用 装置。一体型は平坦部 位、分離型は法面等で 使用。	大きさ50cm以上の空洞 を中深度まで探査。販 売がある汎用装置。一 体型は平坦部位、分 離型は法面等で使用。	大きさ50cm以上の空洞 を浅層部まで探査。販 売がある汎用装置。一 体型は平坦部位、分 離型は法面等で使用。	大きさ数十cm以上の 空洞を浅層部まで探査。 販売がある汎用装置。 一体型は平坦部、分 離型は法面等で使用。	水中部において大きさ 数十cm以上の空洞を 浅層部まで探査。保有 業者が限られる特殊装 置。掘削機内使用。	装置により異なるが、主 に大きさ50cm以上の空洞を 浅層部まで探査。保有 業者が限られる特殊装 置。
適用性の高い空洞調査箇所		③	③、⑧	①、②、③、⑤、⑥、 ⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑫	①、②、③、⑤、⑥、 ⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑫	①、②、③、 ④、⑤、⑥、⑦、⑧、 ⑨、⑩、⑪、⑫	④	⑤、⑥、⑦



7

テーマ④

台帳整備に係る技術

ニーズ：大阪府

シーズ④：古河電気工業(株)

テーマ 4 台帳整備に係る技術（大阪府）

現 状

- ① 照明・標識、カーブミラーなどの道路附属物は、年々、新設や建替えなどを行っており、施設台帳があるものの管理数が正確に把握できていないのが状況である。
- ② 一部の道路台帳整備において、「モバイルマッピングシステム」により、現地調査を最小とする技術を用いているが、一般的な官公庁のパソコンではスペックが低く操作ができない。

課題 1

- ① 施設台帳があるが、現地との整合性を図るのに苦悩している。
- ② データの軽量化やビューアーの性能向上が必要

課題 2

- ① 職員または契約業者が、1基ごとに台帳の突合を行えば、時間と費用がかかり、非効率である。

求める技術・条件

【 求める技術 】

- ① A I を用いた道路附属物の台帳作成
- ② 道路台帳整備の簡易化

【 条件 】

- ① 走行型カメラなどを用い、A I 技術によりカメラ映像から、安価に標識、照明、カーブミラーなどの道路附属物の位置や台帳を既存の台帳と突合し整備することができるものを求める。
- ② 一般的な官公庁のパソコンでも操作可能となるよう、データの軽量化やビューワーの性能向上など、さらなる安価で簡易な道路台帳整備技術を求める。

道路附属物維持管理DXソリューション

2021年月12月21日(火)

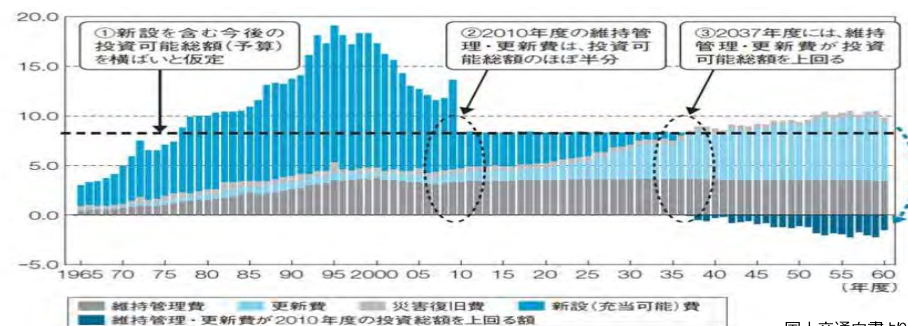
古河電気工業株式会社
コーポレート統括本部 ソーシャルデザイン統括部
新事業創出部 データビジネス課
橋 昭頼

社会的背景

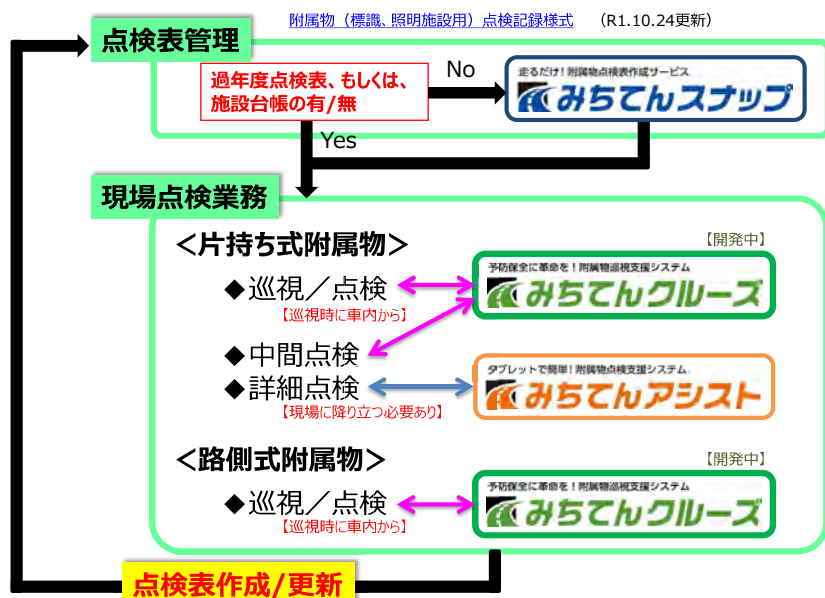
- ・2012/12の笹子トンネル崩落事故発生後に、5年に一回の近接目視点検が法令化 **【点検負荷の増加】**
- ・国土交通省からは、2010年代中盤以降、「維持管理・更新費＞新設費」と報告あり **【点検数の増加】**

今後は、如何に効率的にインフラ維持管理を行うか！

R2の国土交通白書で、「ICTの利活用による国土交通分野のイノベーションの推進」が記載されている



「みちてん®」によるメンテナンスサイクル



統合的な附属物維持管理ソリューション

台帳作成から詳細点検までを支援できるシステムラインアップ



点検表のデジタル化と台帳化

FURUKAWA
ELECTRIC

任意の対象物(道路標識や照明等)に対して、点検表を作成

抽出した対象物をリスト化

ID	Time	Category	Obj	Obj ID
AA000001	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000002	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000003	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000004	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000005	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000006	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000007	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000008	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000009	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000010	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000011	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000012	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000013	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000014	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000015	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000016	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000017	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000018	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000019	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000
AA000020	2020/12/25 14:55:12	CA-道路標識	CA-道路標識	100-42200000

地図情報と連動

弊社独自のRPA技術により、安価に、素早く、どんなものでも、点検表を作成可能!

台帳閲覧ソフト(Viewer)による管理

FURUKAWA
ELECTRIC

リストと地図の双方の画面で、管理する対象物を一覧できる

点検表と連動

キロポストでの表示例

地図モード

種類ごとに抽出も可能(キロポスト)

既存台帳との突き合わせやシステム連携

FURUKAWA
ELECTRIC

突合(補完/差分)や台帳整理に対応、GISへの連携も可能

アジア航測 GIS (Geographic Information System)
※GISへの連携費用はみちてんスナップの料金に含まれません。

我々の使命感

FURUKAWA
ELECTRIC

DX技術により、インフラ維持管理を少しでも楽にしたい!

みちてんスナップ

みちてんアシスト

みちてんフルコース

スクリーニング

<https://www.furukawa.co.jp/infra-maintenance/>

ご清聴ありがとうございました。
Thank you for listening.



テーマ⑤

ため池堤防等の漏水箇所 調査に係る技術

ニーズ：京田辺市

シーズ⑤：川崎地質（株）

テーマ5 ため池堤防等の漏水箇所調査に係る技術（京田辺市）

現 状

- 農業用ため池で漏水が発生した場合、原因となる箇所の特特定が出来る場合が多い。
- 農業用ため池の管理者は、地域農家団体であるため修繕に伴う費用負担が生じる。

課題1

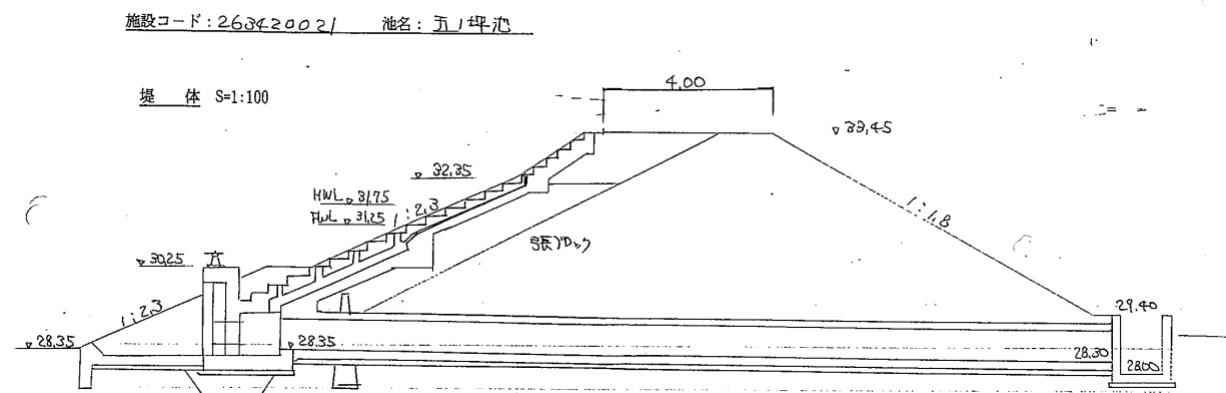
- 漏水箇所が特定できる技術



求める技術・条件

【求める技術】

- 資機材により漏水箇所が特定できる技術
- 経済的な調査費用



テーマ5 ため池堤防等の漏水箇所調査に係る技術（京田辺市）

現況写真（五ノ坪池）

平成31年4月時点



令和2年4月時点



Marine

第7回ピッチイベント

テーマ5【ため池堤防等の漏水箇所調査に係る技術】

Maintenance

地中レーダや電磁法を利用した 堤防内部構造調査

Laboratory

R&D

令和3年12月21日

Disaster

川崎地質株式会社 山田 茂治

Ground

1. 堤防に利用されるの物理探査手法一覧表

項目	各種探査技術	ランドストリーマ電阻型反射法	ランドストリーマ電阻型表面波法	牽引型電磁探査	浅部電磁法探査	地中レーダ探査
通した調査種別	概略調査	概略調査	概略調査	概略調査	概略調査	概略調査・詳細調査
調査状況写真						
得られる結果	反射面 (P波、S波)	S波速度	比抵抗 (導電率)	導電率 (比抵抗)	導電率 (比抵抗)	電磁波速度
検出対象物	地層境界	土質構造 (剛性)	土質構造 (粒度組成)	土質構造 (粒度組成)	土質構造 (粒度組成)	土質構造 (粒度組成)
調査深度	15~20m (最大25m)	15m (最大20m)	15m (最大20m)	5~15m (土質条件による)	5~15m (土質条件による)	5~10m
分解能 ^{※1}	垂直方向	2m (最小1m)	2m (最小1m)	2m (最小1m)	2m (最小1m)	0.5~1m
	水平方向	4m (最小1m)	4m (最小1m)	4m (最小1m)	4m (最小1m)	2~4m
作業性 ^{※2}	低	中	中	高	高	中~低
作業員数	5名	5名	3名	2~3名	2~3名	3~4名
特徴	地表で弾性波を発生させ、弾性波速度の異なる地層境界等の反射面が生じた反射波をとらえて、地下構造を得る。	地表で弾性波を発生させ、表面波をとらえて、その分散性 (波長による伝播速度の違い) からS波速度構造を推定する。	地表から電極を介して電流を流し、別の電極で電位を測定することにより地下の比抵抗構造を得る。	地表からコイルを介して電磁波を発生させ、別のコイルで二次磁場を測定することにより地下の導電率構造を得る。	地表からコイルを介して電磁波を発生させ、別のコイルで二次磁場を測定することにより地下の導電率構造を得る。	地表で電磁波を放射し、電磁波速度の異なる地層境界等の反射面が生じた反射波や速度構造をとらえて、地下構造を得る。
留意点	悪天候	不可 (各装置に防水機能なし)				
	水たまり箇所・草木等の植生	要除去・要伐採				
	地下水位より深い領域	○	○	○	○	△
	地表の不陸、舗装上の地砂箇所	○	○	○	○	×
	近傍の送電線やガードレール等の鉄・金属製品の影響	○	○	×	×	○
	供用天端道路での作業	要道路使用許可、要交通規制				
	車両通行等、振動の影響	×	×	○	○	○

1

2. 今回紹介する物理探査(土質と水に対して適性がある)

■ 地中レーダ装置を利用した手法



■ 電磁法を利用した手法

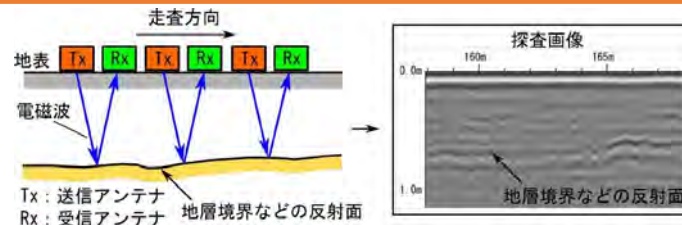


2

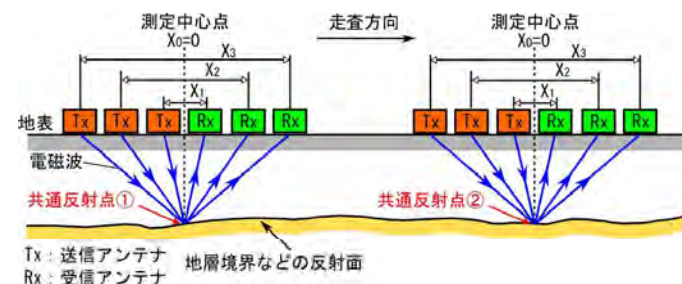
3. 地中レーダを利用した手法(ワイドアングルを使う)



■ プロファイル方式: 得られるものは反射面画像 ※通常の地中レーダ方式



■ ワイドアングル方式: 得られるものは地中の電磁波速度構造



3

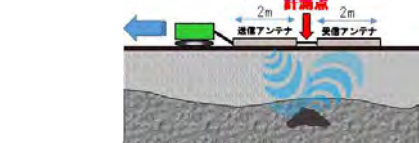
3. ①利用する装置(FMCW方式地中レーダ装置)

● 地中レーダ装置の中で最大レベルの探査深度(10m程度)を保有

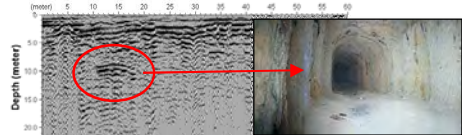
【裝置外觀】



【探査イメージ】

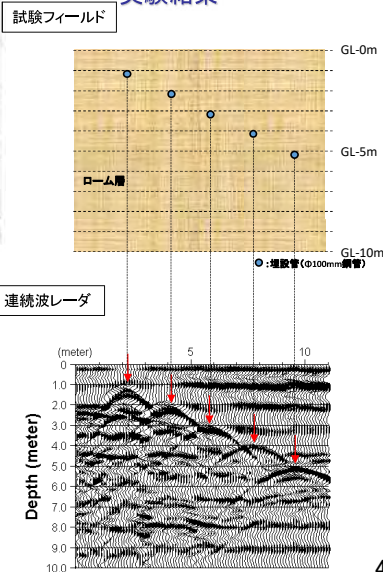


・空洞探知事例



課 目	仕 様
送 信 部	送信機出力 5~100W 送信機動 ストップ用電源遮断式保護
受信部	受信機増力方式 乾式プッシュプル 受信機出力 5~100W 制御方式 1. 2 部 電源方式 スーパーヘテロダイナミック検波方式
入出力インピーダンス	75Ω
ア ン テナ	方式 ダイポール・アンテナ (対ウチ型) 寸法 長さ 150cm、幅 40cm
キ ャ ブ ル	方式 同軸ケーブル (R175、R1、1/2、4 本) 100m
機 上 用 器 具	送信機用 送信機用電源部 受信機用 受信機用電源部 送受信機用 送受信機用電源部
収 容 部	ノート型パソコン
使 用 途	ICU (国産実機) または MCI (国産実機)

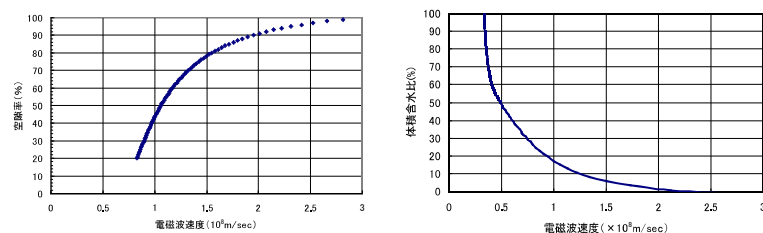
■ 實驗結果



4

3. ③土中の含水比と電磁波速度の関係

● 電磁波速度変化シミュレーション(対空隙率、対含水比)

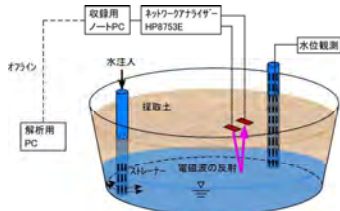


● 基礎實驗結果(土槽實驗)

- 注入孔から徐々に注水し、観測孔で水位観測
 - 水位上昇10cm毎にワイドアングル計測を実施し、電磁波速度を解析
- ※ネットワークアナライザは室内用電磁波計測装置

●土槽試験結果(土槽内の土は、粒径が均質の珪砂を使用)

- ✓ 計測方法はワイドアングルを使用
- ✓ 水位(含水比)の上昇に応じて電磁波速度が低下することを確認



6

3. ②電磁波速度の特性(水を媒体とする伝搬速度は最も遅い)

- 電磁波速度は、空気と水で真逆の特性を示す。また、真水と海水の速度が同じであるように、水質に影響を受けない
- 土壌においても、乾燥時と湿潤時の電磁波速度が大きく変化するように、土の中の水の量が多くなることに応じて電磁波速度はどんどん低下する

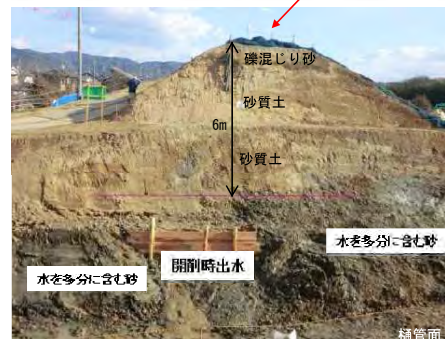
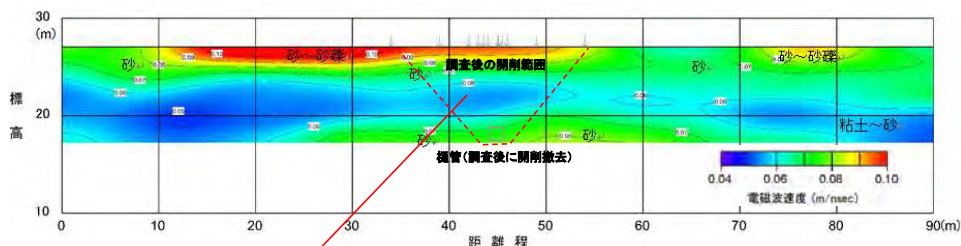
媒質	電磁波速度 ($\times 10^8 \text{m/s}$)	比誘電率 (ϵ_r)
空氣	2.998	1
真水	0.333	81
真水氷	1.499	4
海水	0.333	81
海水氷	1.060 ~ 1.499	4 ~ 8
雪：固結狀態	0.865 ~ 1.060	8 ~ 12
凍土	1.060 ~ 1.499	4 ~ 8
粘土：乾燥	1.224 ~ 2.120	2 ~ 6
粘土：湿潤	0.474 ~ 0.774	15 ~ 40
砂：乾燥	1.224 ~ 1.499	4 ~ 6
砂：湿潤	0.547 ~ 0.948	10 ~ 30
土壤（粘土質）：乾燥	1.224 ~ 1.731	3 ~ 6
土壤（粘土質）：湿潤	0.774 ~ 0.948	10 ~ 15
土壤（ローム質）：乾燥	1.224 ~ 1.731	3 ~ 6
土壤（ローム質）：湿潤	0.670 ~ 0.948	10 ~ 20
土壤（砂質）：乾燥	1.224 ~ 1.499	4 ~ 6
土壤（砂質）：湿潤	0.547 ~ 0.774	15 ~ 30
玄武岩：湿潤	1.060	8

電磁波速度 $v = c / \sqrt{\epsilon_r}$: c (光速) $= 2.998 \times 10^8$

5

3. ④電磁波速度構造二次元調査

● 堤防天端で実施した実施例(連続波レーダ装置を使用)



調査結果考察

- 計測は、堤防天端上から堤防横断方向に行っている
- 左写真は、堤防の開削写真であり、調査後に実施した。開削位置は上記電磁波速度構造解析断面の中心に位置し、解析断面には開削範囲を赤字破線で示した。
- 土壌と電磁波速度の関係は、含水比の高低から、粘土・一砂・一砂礫の順に電磁波速度が高まる。電磁波速度構造解析断面ととの開削写真に見られる土質構成は関係に整合した結果が得られた
- 天端面-6mに見られる黒っぽい土壌は、水を多分に含む砂の領域であり(画像黄色領域)、上層の比較的乾いた砂層に比べて大きな低速度異常値が認められる。なお、当該領域は、左写真における矢印止めされている領域に該当し、開削時に出水が発生した。不飽和域における宙水領域である可能性が高い。

•

3. ⑤電磁波速度調査関連論文



- ・土槽実験による砂質土の地下水位と電磁波速度の関係
(山田茂治、岡二三生他)
平成19年地盤の環境・計測に関するシンポジウム(地盤工学会関西支部)
- ・電磁波速度構造調査による土質調査の適用性(山田茂治、岡二三生他)
平成22年地盤の環境・計測に関するシンポジウム(地盤工学会関西支部)
- ・電磁波速度調査による地下水調査の適用性(山田茂治、岡二三生他)
平成23年地盤の環境・計測に関するシンポジウム(地盤工学会関西支部)
- ・堤防内部構造調査における電磁波速度構造調査の適用性について(山田茂治、岡二三生他)
平成24年地盤の環境・計測に関するシンポジウム(地盤工学会関西支部)

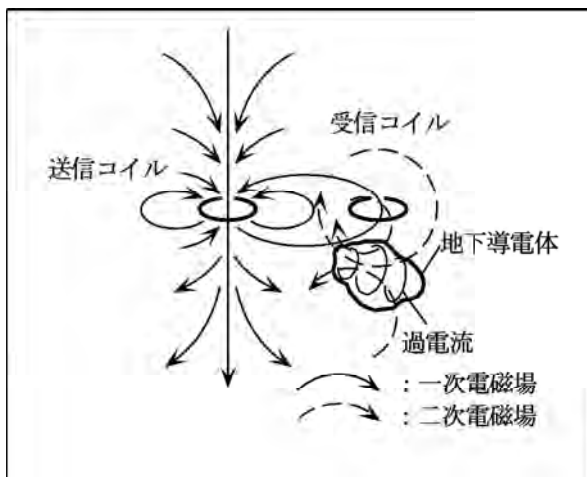
8

4. 電磁法を利用した手法(スリングラム法を使う)



9

4. ②電磁法の概要(電磁誘導現象を利用する)



観測手順

- ①送信コイルに流電することによりコイル周辺に一次電磁場が発生。
- ②一次電磁場に影響されて地中に渦電流が発生。
- ③大地内に生じた渦電流により二次磁場が発生。
- ④二次磁場により受信コイルにも渦電流が生じ、これを観測。

10

4. ②スリングラム法の概要(簡単に地下導電率がわかる)



● リジットブーム型装置

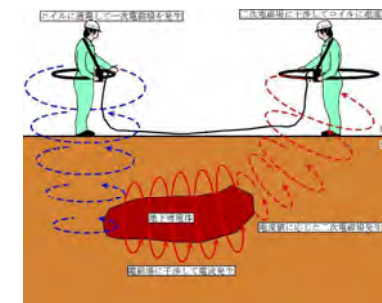
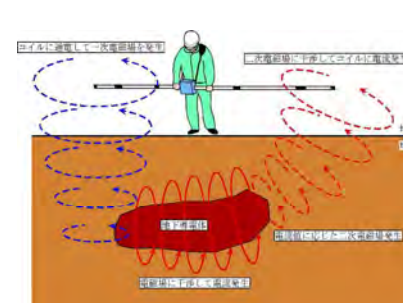


諸元
構成：リジットブーム型
コイル間隔：3.66m
駆動周波数：9.8kHz
全長：5.4m
重量：12.4kg
電源：12V
計測点：計測員直下(装置中央)
調査深度：0～6m

● セパレートコイル型装置



諸元
構成：セパレートコイル型
コイル間隔：10/20/40m
駆動周波数：6.4/16/0.4kHz
全長：コイル間隔と同様
送信部重量：7kg
受信部重量：5kg
電源：12V
計測点：送・受信コイル中央
調査深度：0～30m



11

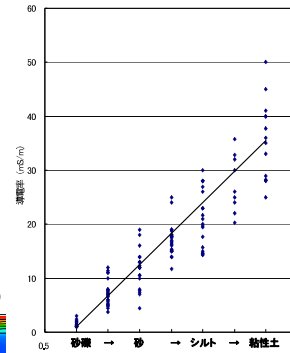
4. ③高導電率領域(粘土等)の探知に優れている



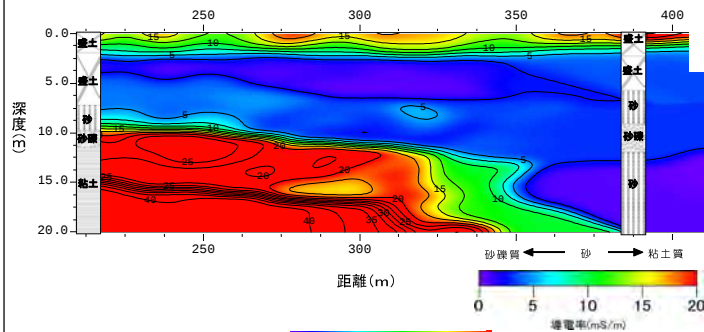
● 評価指標(社内実績値)

土質分類	導電率 (mS/m)			
	下限値	上限値	平均値	判定指標
砂礫	1	10	5程度	10以下
砂	8	20	12程度	10以上15未満
シルト	15	30	23程度	15以上25未満
粘土	25	50	30程度	25以上

● 計測値と土質との比較



● 河川堤防事例

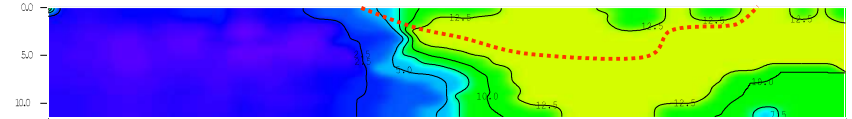


12

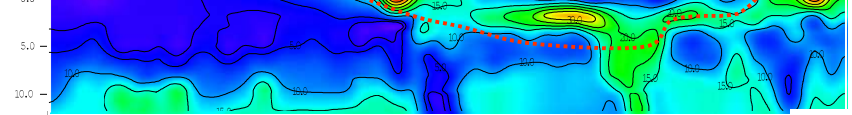
4. ④スリングラム法と比抵抗二次元探索との比較



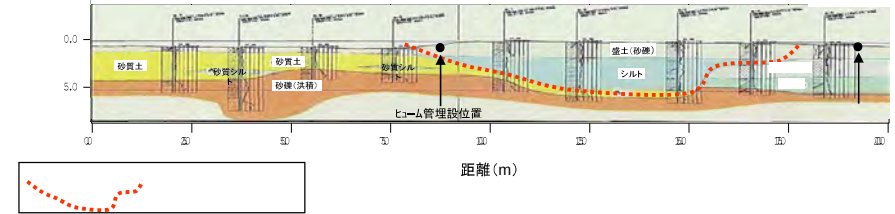
● 比抵抗二次元探索結果



● スリングラム法結果



● 実際の堤防構造



13