

第18回構造物維持管理技術フォーラム

確実かつ効率的な調査点検を 目指した各種取り組みについて

2019/11/8

株式会社シーエス・インスペクター 技術部 森 雄基

- はじめに
- 取り組み事例
 - 1) ドローンを用いた点検
 - 2) 3D測量による洗堀状況調査
 - 3) 橋脚傾斜モニタリング
 - 4) 斜面の健全度に関する研究会

- 従来にない規模の災害リスク増大

→ゲリラ豪雨、南海トラフ巨大地震・・・

- 鉄道の安全性に対する要求度の高まり

→ゆえに事故が発生すれば注目を浴びやすい

“**確実に**”

- 土木・建設業界における人材不足

- メンテナンスすべき鉄道構造物は増加する一方

“**効率的に**”

この2つが両立可能な調査点検の実現を目指して
取り組んでいる事例をご紹介します

背景

台風等の異常気象時は列車運行を運休

→ **運転再開可能な状況になれば、早期の運転再開が求められる**

運転再開の判断のためには線路・構造物の点検が必須

→ **特に山岳路線では土砂崩壊や倒木が発生しやすい状況**

土砂や倒木を除去しないと、その先の区間を点検できない場合もあり

通常全般検査の調査方法は目視が基本

→ **特に高い所の点検に苦慮**



**異常気象時の線路支障箇所の有無や高架橋高欄部等の点検を
ドローンを活用して実施する試みについて、
ソフトバンク様協力のもとで取り組み中**

将来的な展望イメージ

現状：徒歩や軌道作業車による移動

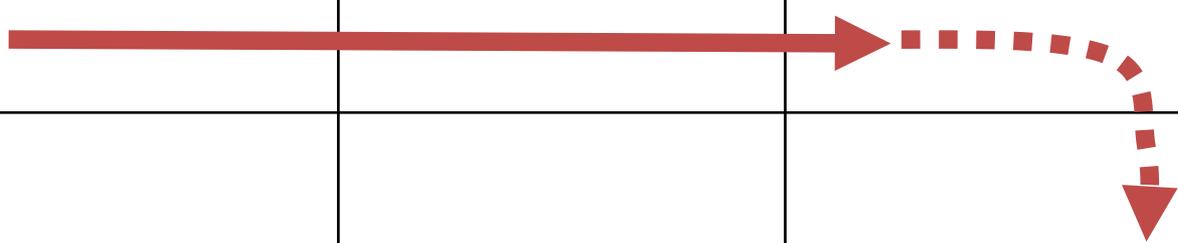
→ 人が操縦してドローンを航行

⇒ ドローンを自動で航行（あらかじめ飛行ルートを設定）

現状：目視による変状確認・評価

⇒ ドローン航行により取得した映像・画像をAIが解析し評価

移動手段 評価手段	徒歩 軌道作業車	人が ドローン操縦	ドローン 自動航行
目視による			
A I			



1) ドローンを用いた点検

山間部におけるドローン航行により撮影した映像



現在までの 成果

ドローンを飛行させて撮影した動画・画像で線路上の倒木の有無や高欄部の変状を一定把握可能なことを確認

山間部におけるドローンの自動飛行が可能であることを確認

今後の 課題

- ドローン飛行と列車運行の安全確保との両立
- ドローン飛行にあたっての法規制対応
- ドローン飛行可能な条件の検証
(風速、降雨等の気象条件、夜間飛行時の映像精度など)

背景

橋梁の橋脚基礎周辺において洗堀が進行し、橋脚が傾斜する事象が発生
→ **橋脚基礎周辺における河川の洗堀状況を必要なタイミングで正確に把握することが重要**

従来の深淺測量は重錘やスタッフによる計測方法が主
→ **課題点：洗堀状況を点でのみしか把握できない、計測者による誤差が生じる**



**3D測量により橋梁周辺における
河川の洗堀状況を把握する取り組みを実施**

2) 3D測量による洗堀状況調査

調査方法①

ラジコンボート（マルチビーム測深器搭載）



←ラジコンボート
による
水中の測定風景

調査方法②

3Dスキャナ

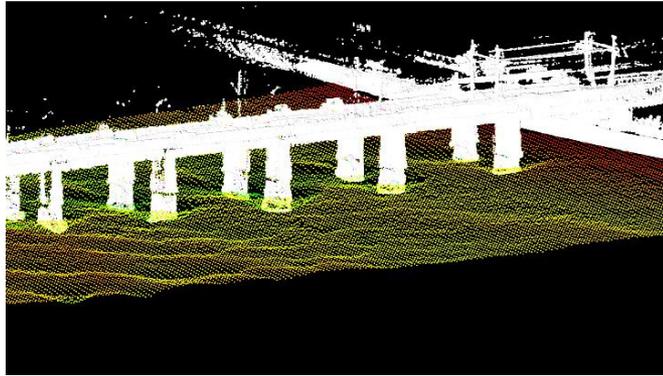
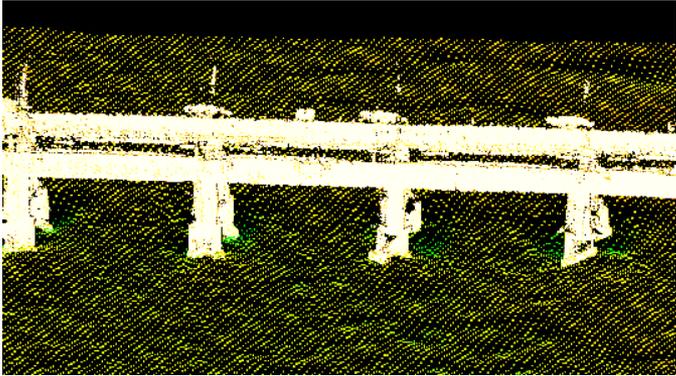


←3Dレーザー
スキャナによる
水中の測定風景

2) 3D測量による洗堀状況調査

調査結果①

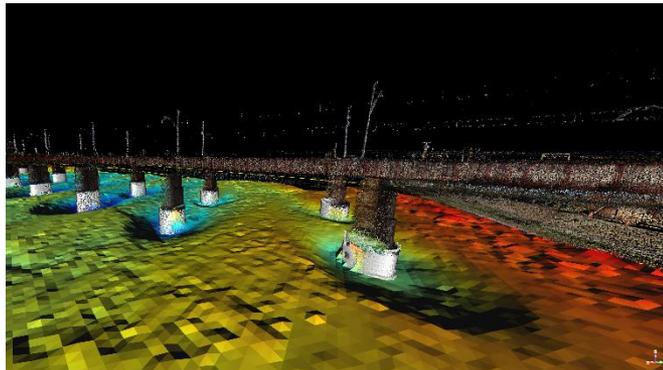
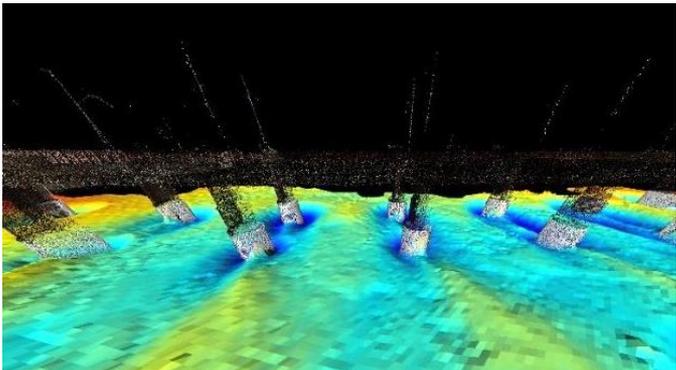
ラジコンボート（マルチビーム測深器搭載）



← 調査結果の一例

調査結果②

3Dスキャナ



← 調査結果の一例

現在までの 成果

橋梁を3D測量することによって橋脚周辺における洗堀の状況を把握できることを確認

今後の 課題

橋梁の規模や現場条件等に応じ、複数の測量方法の中から最適な方法を提案できるよう検証を重ねる

背景

橋梁の変状発生時には、

直ちに橋梁区間への列車の進入を防ぐことが必要

→ **傾斜計などにより橋脚の変状を継続的に監視し、
万が一の場合に列車を抑止するシステム（停止信号の鳴動等）
と連動させる方法が有効**

現場条件や要求される計測精度などに応じ、

様々なタイプの計測器を設置できるよう検証

比較検証した計測器

		計測可能な指標	通信方式	規制段階数
現行		角度 (xy方向)	有線	複数可
① 無線式傾斜計		角度 (xy方向)	無線	複数可
② 傾斜感知器		角度 (xy方向) ※桁に設置すれば橋脚のz方向の変状も検知可	有線	1
③ 傾斜加速度計		角度 (xy方向) 加速度 (xyz方向)	無線 (WiFi)	複数可
④ カメラ		変位 (xz方向)	無線 (WiFi)	複数可

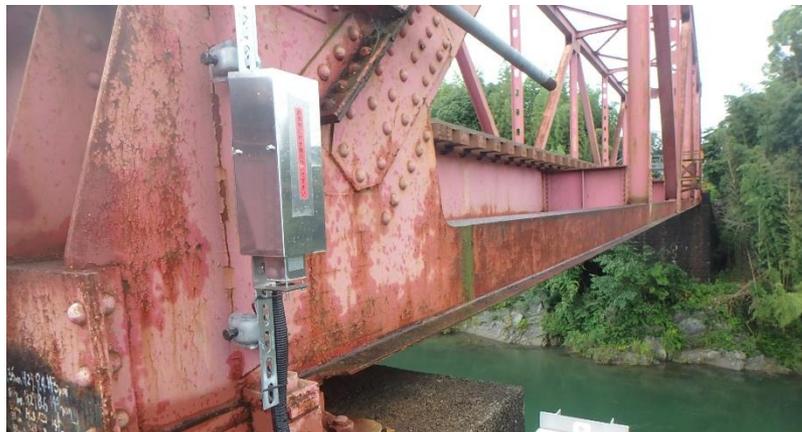
比較検証した計測器

		経済性	計測データ上の課題点
現 行		初期 ▶ 高 維持 ▶ 高	
① 無線式傾斜計		初期 ▶ 安 維持 ▶ 安	変位の計測データのドリフト が大きい
② 傾斜感知器		初期 ▶ 高 維持 ▶ 安	
③ 傾斜加速度計		初期 ▶ 安 維持 ▶ 高	台風接近時等には一時的な 異常値が検出される
④ カメラ		初期 ▶ 高 維持 ▶ 安	異常気象時の計測データが 不安定となる

実橋梁における傾斜感知器設置状況



▲ 傾斜感知器設置状況



▲ 傾斜感知器設置状況



▲ 傾斜感知器 上からの写真

現在までの 成果

複数の計測器による比較検討の結果を踏まえ、南海電鉄の1橋梁において傾斜感知器を設置し、運用開始→今後、信号設備との連動を図る予定

今後の 課題

新たなタイプの計測器に関する検証
(加速度計、通信方式にLPWAを採用した計測器)

背景

斜面管理に関するニーズ

- 危なそうな斜面が多いが、どの斜面から対策すべきなのか？
- ハード対策はコストが高い。どのような対策が効果的？
- 雨量による経験工学でしか運転可否の判断ができない。説明責任を問われたらどうする？
- 発生確率の高い表層崩壊の危険性を定量的に判断できないか？

斜面管理に関するシーズ

- 斜面にセンサーを設置しモニタリングすることにより、土の挙動や土中水分量を把握する
→ **斜面の健全度を定量的に評価することが可能**

設立の趣旨

異常気象による災害からインフラ構造物の安全性を確保することが課題

→ **ハード対策はコスト面の負担あり、
雨量情報による規制基準等のソフト対策に頼る部分大**

構造物の安全性を評価する情報として、
雨量のみでは不十分な場合もある

→ **多面的な情報に基づく運転規制方法も提案されている**

鉄道事業者の視点から、土構造物の健全性を評価する際の方向性や
課題を情報共有し、具体的方策について、その必要性を議論する

検討項目

- ・ 豪雨災害に対する斜面崩壊に対するモニタリングの必要性とその課題及び解決策
- ・ 各斜面の定量的な健全度評価と影響度を加味した対策順位の必要性をその課題及び解決策
- ・ 多面的な情報に基づく豪雨時の列車運行可否判断の必要性とその課題及び解決策

研究会の 概要

[座 長] 大阪大学 小泉助教

[参加メンバー] 関西の民鉄事業者でスタート
弊社は事務局として本研究会に参加

[開催 期間] 2年

ご清聴ありがとうございました