

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための
革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト
平成30年度試行結果に関する報告会

山岳トンネル工事の生産性を向上させる ICT技術のトータル活用



2019年7月30日

五洋建設株式会社 技術研究所 専門部長 石田 仁

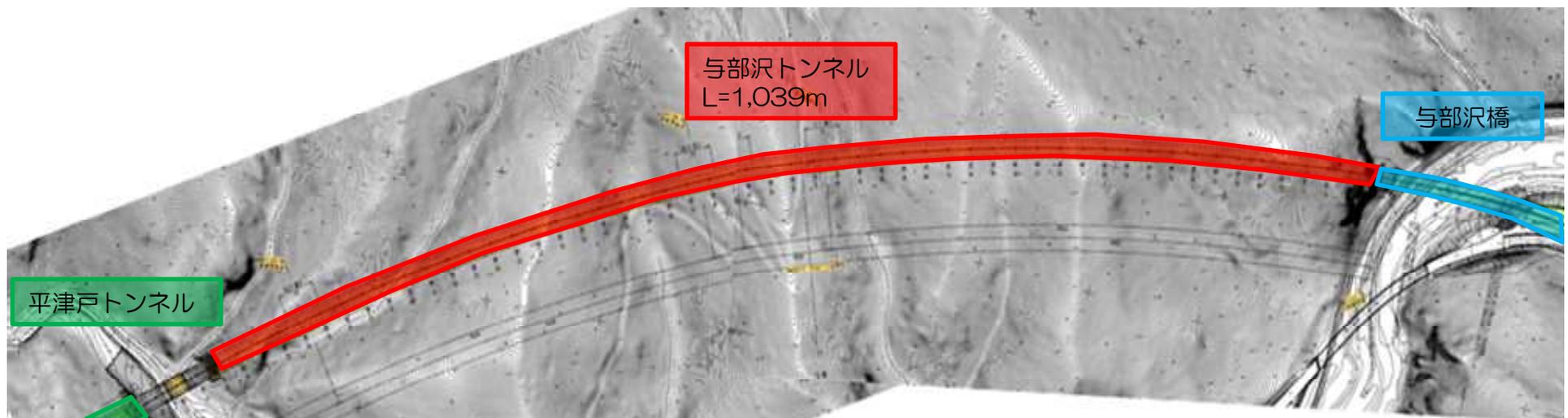
本日の内容

1. 今回対象とした工事
2. 取り組みの概要
3. 個別の技術紹介：
 - ① 3D面的測量
 - ② 情報収集共有システム【i-PentaCOL】
 - ③ 自律飛行ドローン
 - ④ 遠隔検査
 - ⑤ 動線計測【カラービット】
4. まとめ

1. 今回対象とした工事

工事の概要

工事名 : 国道106号 与部沢トンネル工事
工期 : 自) 平成30年 1月 24日
至) 平成32年 2月 19日
受注者 : 五洋建設株式会社 東北支店



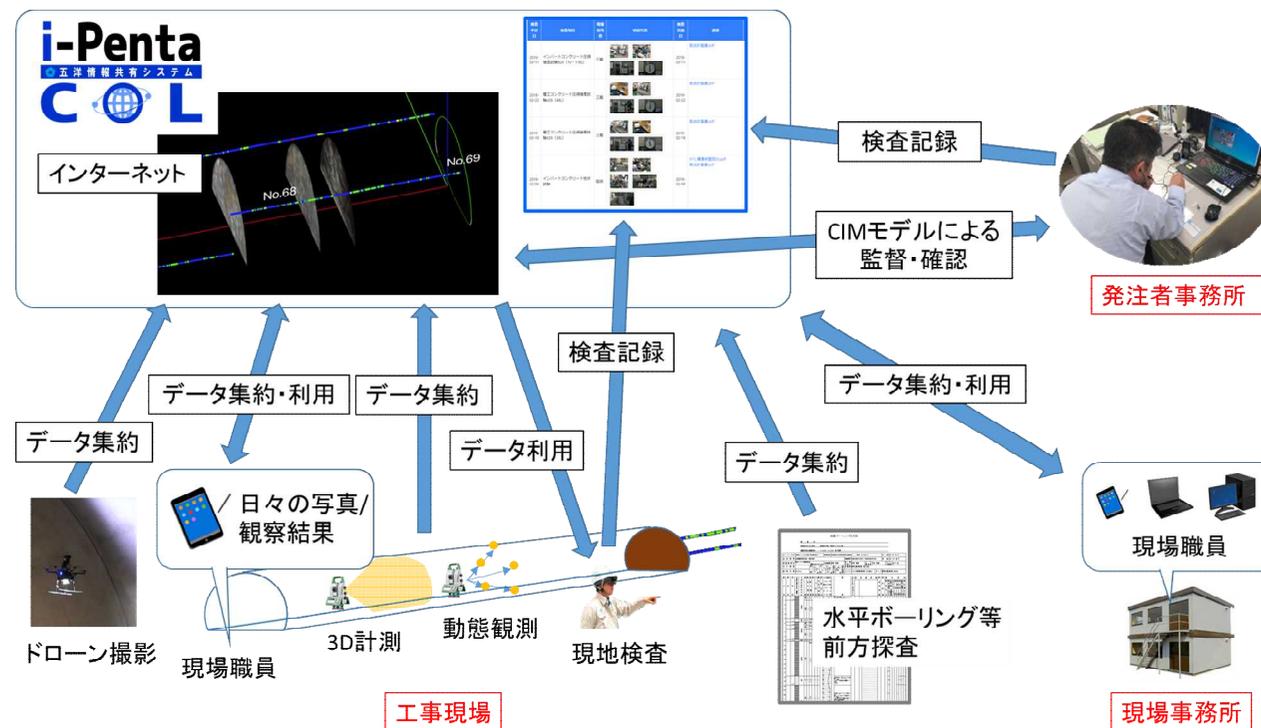
2. 取り組みの概要

項目	担当会社	概要
①3D面的測量	五洋建設	トータルステーションと3Dスキャナの連携による計測自動化
②情報収集共有システム 【i-PentaCOL】	五洋建設・ソーキ	クラウドCIMによる遠隔監督確認
③自律飛行ドローン	日立システムズ	自律飛行ドローンによる覆工コンクリートの初期点検省人化
④遠隔検査	五洋建設	スマートグラスとクラウドによる遠隔検査
⑤動線計測 【カラービット】	五洋建設・ビーコア・パナソニック	特殊カメラと発光タグによる作業員や工事車両の動線把握

2. 取り組みの概要

山岳トンネル工事の生産性を向上させるICT技術のトータル活用

- ・個別のICTを導入するだけにとどまらず
- ・ICTによって仕事が円滑につながることで無駄がなくなり
- ・トータルの省力化を図る

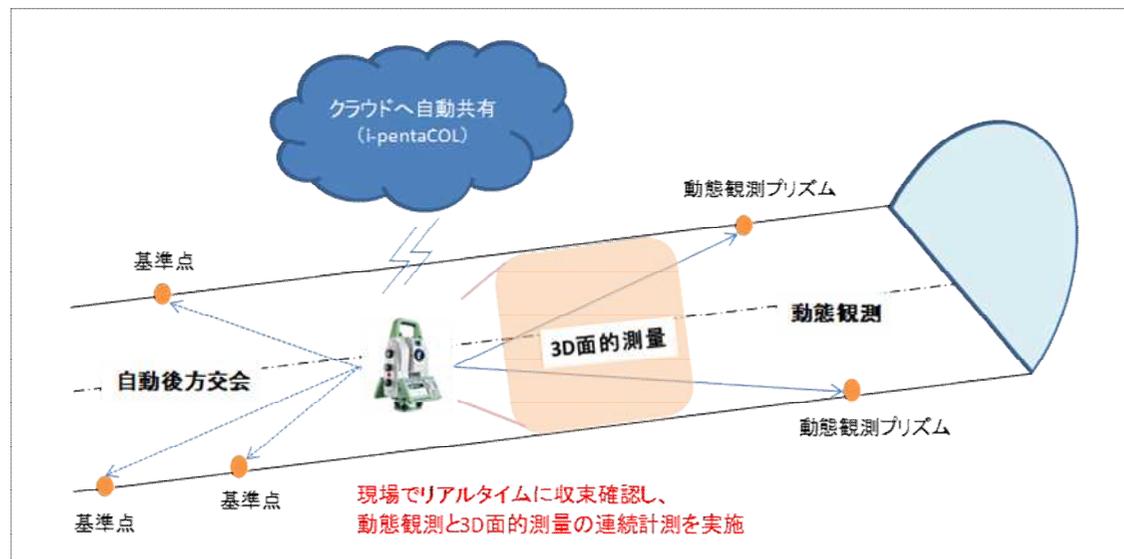


3. 技術紹介① 3D面的測量

トータルステーション 高精度・動態観測にも利用
3Dレーザースキャナ 面的管理に利用



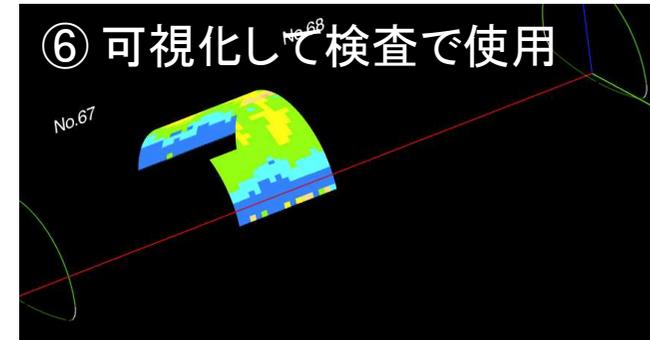
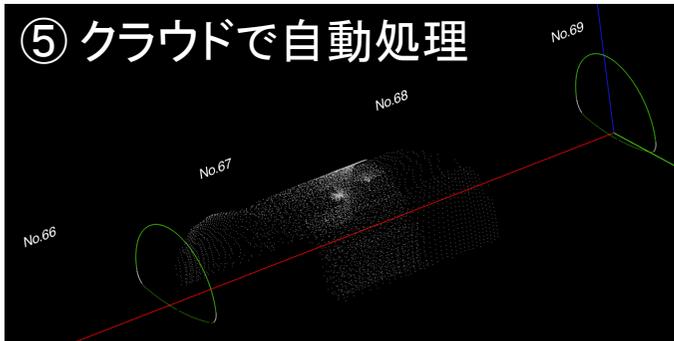
一体型の機種を選定
同時測量・計測システムを構築



より簡単に、覆工コンクリート厚を面的に管理

3. 技術紹介① 3D面的測量

省力化のための自動測量・自動処理の試み



④ クラウドへの自動転送

③ 自動3次元スキャン

① 後方の既知点を見つけて
自分の位置や方向を把握

② 前方のターゲットを見つけて変状を把握
→ 変状が収まっていたら出来形計測を実施



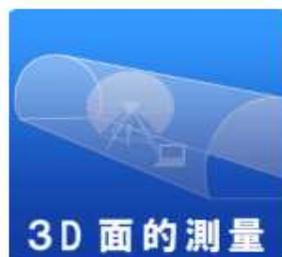
3. 技術紹介① 3D面の測量



3. 技術紹介① 3D面の測量



3. 技術紹介② 情報収集共有システム

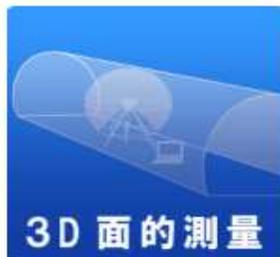


工事に関する情報を一元管理

3. 技術紹介② 情報収集共有システム



CIM
(WEB版)



工事に関する情報を一元管理

3. 技術紹介② 情報収集共有システム



ブラウザ画面

測線位置 No.68

前方探査

DRISS 2回目

穿孔エネルギー SE (J/cm ²)	地質 (国土)
0 ~ 50	地盤
50 ~ 100	D Ⅰ 地
100 ~ 150	D Ⅱ 地
150 ~ 250	C Ⅱ 地
250 ~	C Ⅰ 地

水圧ボーリング

前方探査結果 (柱状図)

切羽写真

切羽画像表示

遠隔でモデルを見ながら状況把握

ブラウザ画面

切羽位置坑口からの距離 (336.7)

測線位置 No.68 縦断面

前方探査

切羽画像表示

3D面的測量

自律ドローン工事初期点検

SfM点群 非表示

自律ドローン撮影 (坑口から)

覆エコンクリート初期点検結果 (SfMによる点群)

3. 技術紹介② 情報収集共有システム

i-Penta

五洋情報共有システム

C O L



遠隔検査の記録



工事に関する情報を一元管理

3. 技術紹介② 情報収集共有システム



遠隔検査記録

2019-01 ▼

検査に関する監督官とのやりとり

検査予定日	検査項目	現場担当者	状況写真			
2019-01-29	【技術提案履行確認】水平ポーリング	脇坂		2019-01-29	20190129_技術提案履行確認_水平ポーリング.pdf	検査
2019-01-23	インパートコンクリート圧縮強度試験σ28	三國		2019-01-23	配合計画書.pdf	検査
2019-01-16	技術提案履行確認 (DRISS)	三國		2019-01-16	doc01036320190206160442.pdf	検査

工事に関する情報を一元管理

3. 技術紹介② 情報収集共有システム



CIMと連携した
インターネット上の
コミュニケーションスペース
↓
遠隔からの監督確認に利用

工事に関する情報を一元管理

3. 技術紹介② 情報収集共有システム

i-Penta
五洋情報共有システム

C L

CIM

遠隔検査記録

AR検査記録

3D面的測量

自律ドローン点検記録

動線分析

現場で発生したデータが

- ・そのまま提出書類になれば将来的に大きな生産性向上に結び付く
- ・電子的なコミュニケーションが進歩して業務効率化

~~書類整理~~ → 最初から分析

工事に関する情報を一元管理

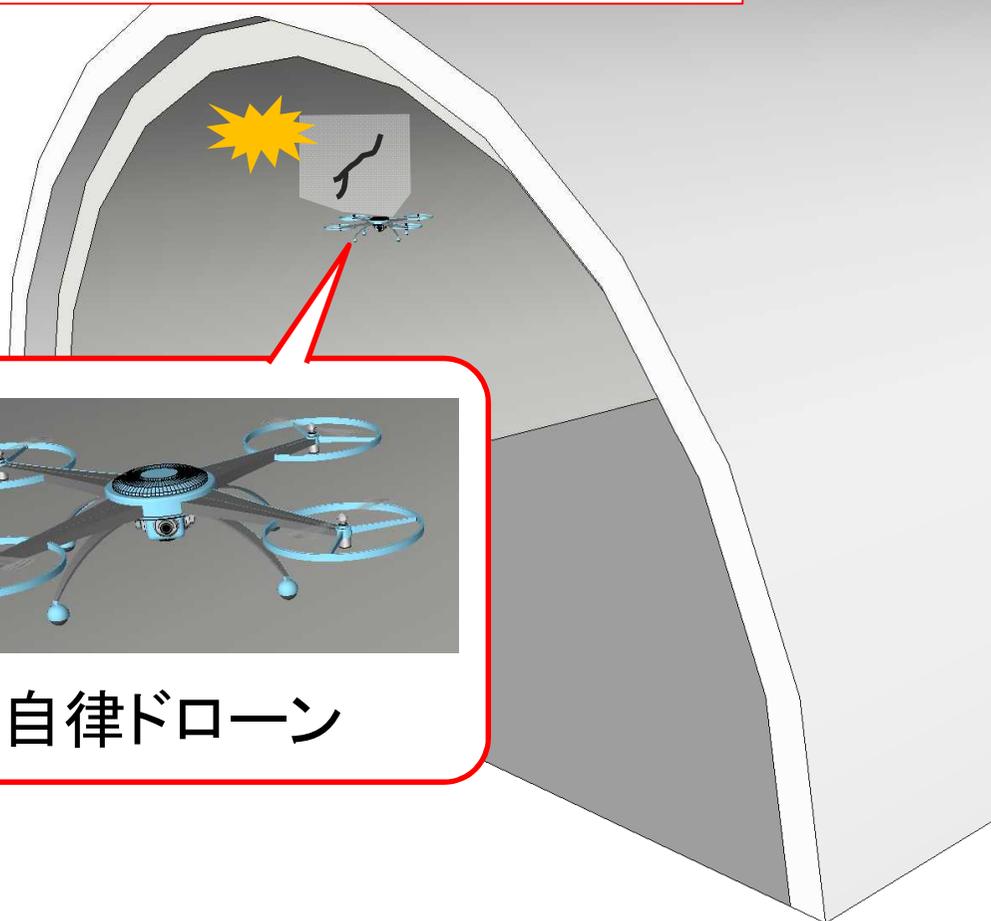
3. 技術紹介③ 自律飛行ドローン



高所作業車を不要に



覆エコンクリートの点検補助



自律ドローン

3. 技術紹介③ 自律飛行ドローン

自律ドローンによる覆工コンクリート点検

空が見えない

GNSSが使えない

自律飛行ドローン

▶ 撮影用カメラ

LED照明

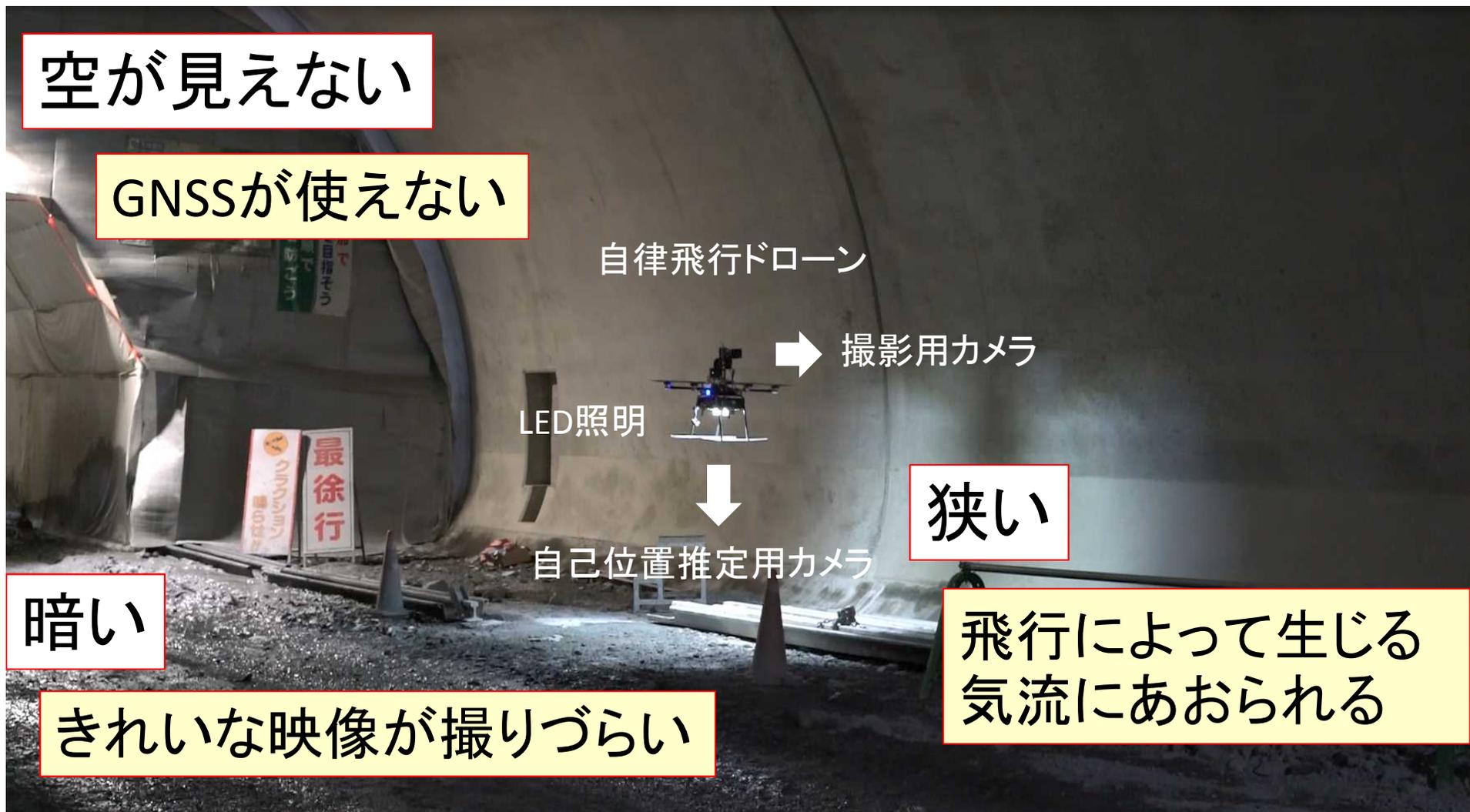
↓ 自己位置推定用カメラ

狭い

暗い

きれいな映像が撮りづらい

飛行によって生じる
気流にあおられる



3. 技術紹介③ 自律飛行ドローン

自律ドローンによる覆工コンクリート点検



3. 技術紹介③ 自律飛行ドローン

自律ドローンによる覆工コンクリート点検



暗い中で鮮明な写真が撮影できるか



持ち帰り確認
(目で確認・SfM処理)



自己位置推定試験状況

3. 技術紹介③ 自律飛行ドローン

自律ドローンによる覆工コンクリート点検



GNSSなしで自分の位置が分かっているか = 自動制御可能か



自己位置推定試験状況

3. 技術紹介④ 遠隔検査

遠隔地からの工事検査技術

現場映像をリアルタイムに遠隔地で表示することで、事務所から遠隔で検査を実施する技術



G-Eye (ATOS社)

スマートグラス(カメラ付きメガネ)



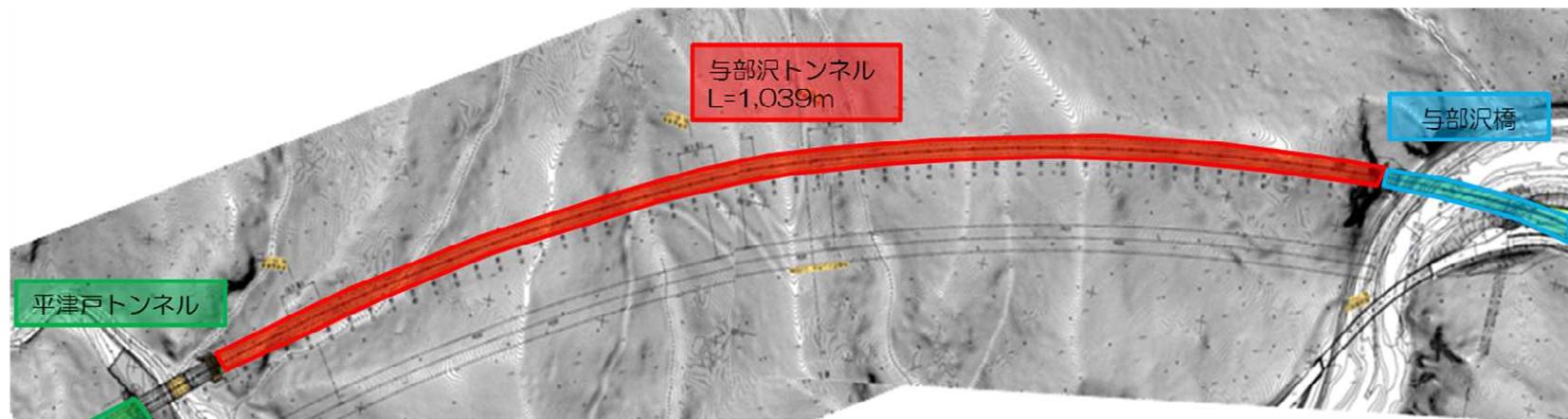
ヘルメットへの装着状況

3. 技術紹介④ 遠隔検査

遠隔地からの工事検査技術

工事の概要

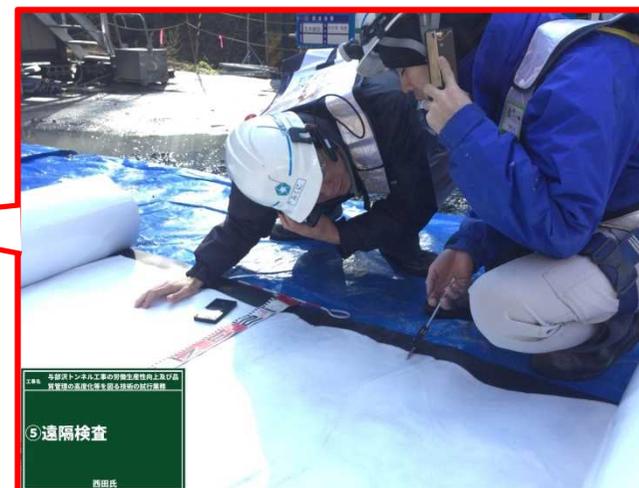
工事名 : 国道106号 与部沢トンネル工事
工期 : 自) 平成30年 1月 24日
至) 平成32年 2月 19日
受注者 : 五洋建設株式会社 東北支店



3. 技術紹介④ 遠隔検査

遠隔地からの工事検査技術

- 2018/11/27 防水シート材料検収
- 2018/12/20 ロックボルト材料検収
- 2019/01/16 前方探査結果の確認
- 2019/01/23 インバートコンクリート圧縮
- 2019/01/29 前方探査結果の確認
- 2019/02/06 インバートコンクリート性状



3. 技術紹介④ 遠隔検査

遠隔地からの工事検査技術

2018/11/27 防水シート材料検収

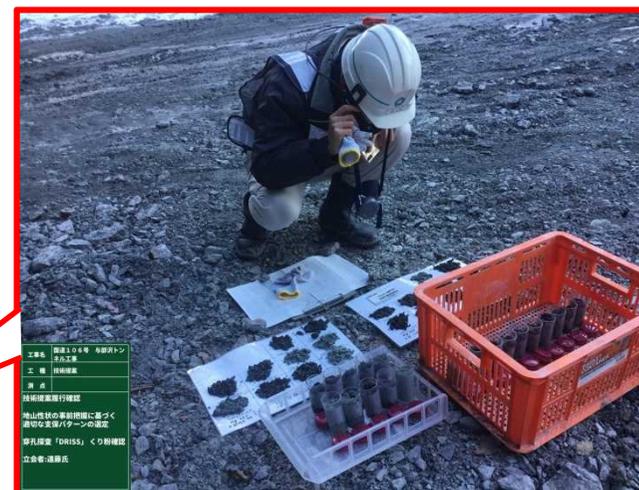
2018/12/20 ロックボルト材料検収

2019/01/16 前方探査結果の確認

2019/01/23 インバートコンクリート圧縮強度試験

2019/01/29 前方探査結果の確認

2019/02/06 インバートコンクリート性状



3. 技術紹介④ 遠隔検査

遠隔地からの工事検査技術

2018/11/27 防水シート材料検収

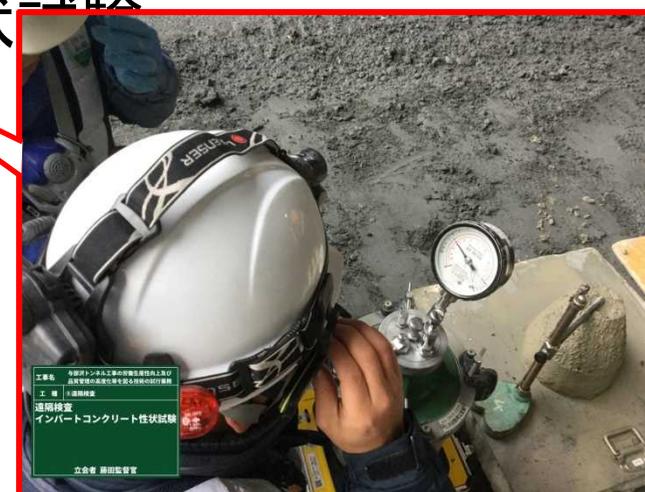
2018/12/20 ロックボルト材料検収

2019/01/16 前方探査結果の確認

2019/01/23 インバートコンクリート圧縮

2019/01/29 前方探査結果の確認

2019/02/06 インバートコンクリート性状試験

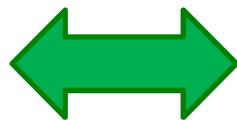


3. 技術紹介④ 遠隔検査

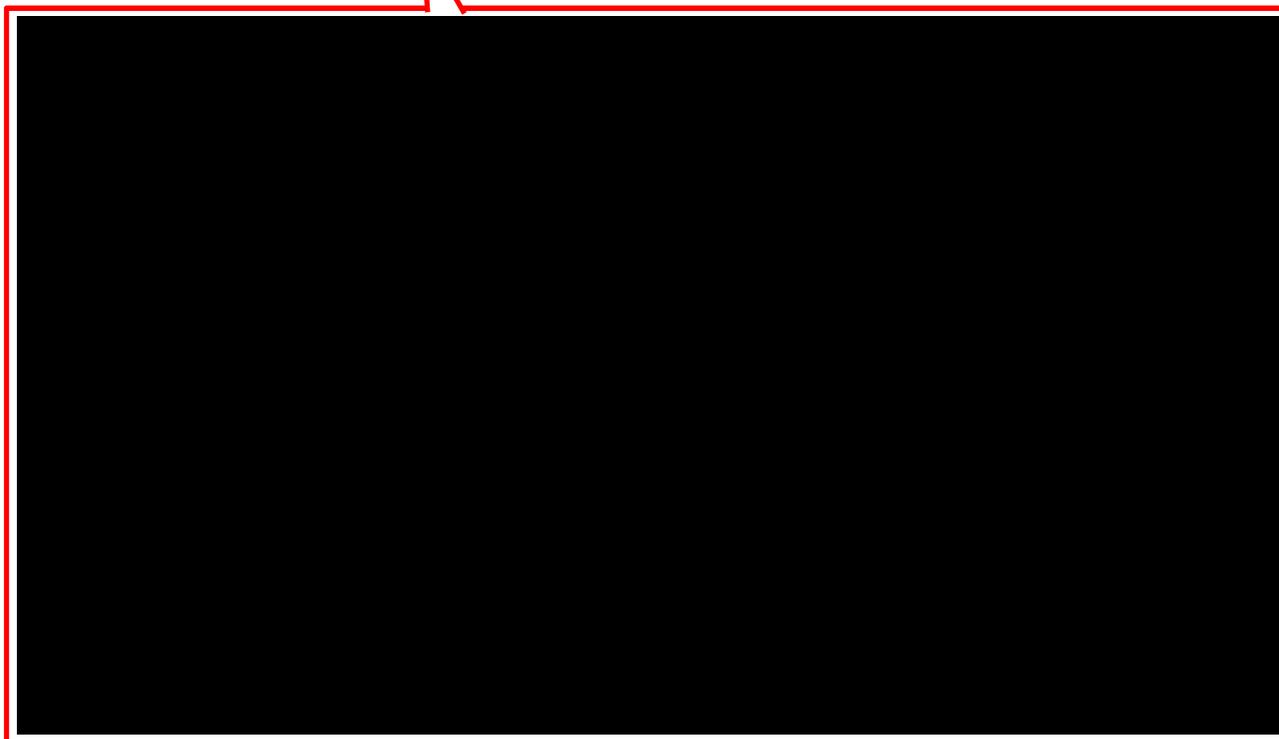


監督官

通話



現場担当



3. 技術紹介④ 遠隔検査

遠隔地からの工事検査技術

2018/11/27 防水シート材料検収

2018/12/20 ロックボルト材料検収

2019/01/16 前方探査結果の確認

2019/01/23 インバートコンクリート圧縮強度試験

2019/01/29 前方探査結果の確認

2019/02/06 インバートコンクリート性状試験

-
-
-

検査以外にかかっている時間(移動時間)を省略し、より確実な検査体制を構築

3. 技術紹介⑤ 動線計測

全方位カメラと赤外線タグを使用したカラービットシステム
(ビーコア社製) による作業員や作業機械の位置検出技術

作業員や作業機械の動線を計測・
分析し，効率化度合いを評価



全方位カメラ(パナソニック社製)

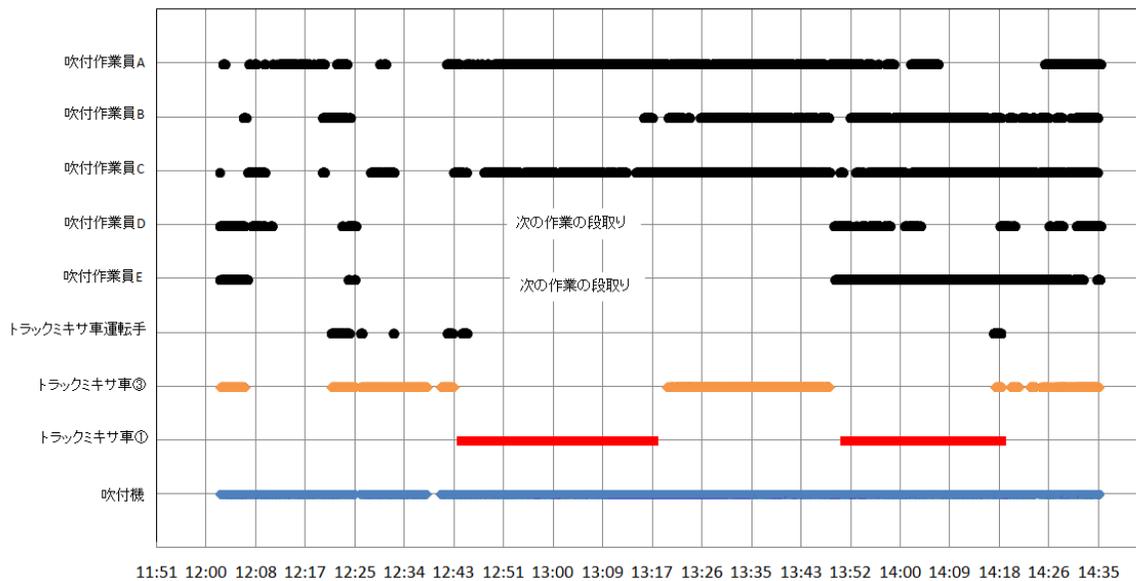


赤外線タグ(センサ)

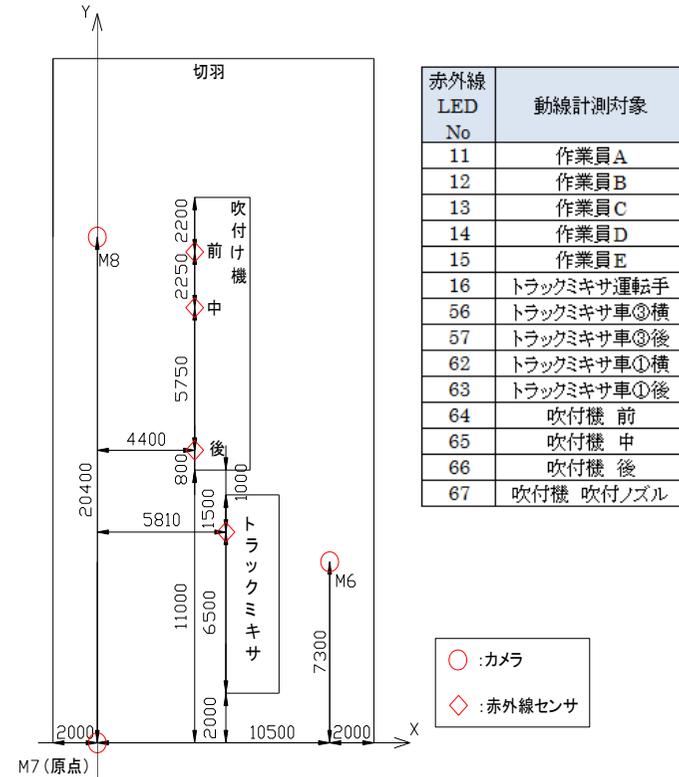


赤外線タグ(センサ)

3. 技術紹介⑤ 動線計測



吹付けコンクリート作業の位置検出時間



4. まとめ

試行技術	成果	現状の適用可否	主な課題	対応策
①3D面的測量	<ul style="list-style-type: none">計測人員・時間減覆工厚さの面的計測手法	△	データ取得はシステム化されているが、データ処理に一部手作業の部分あり	データ処理のシステム構築
②情報収集共有システム【i-PentaCOL】	<ul style="list-style-type: none">資料作成・移動時間減	○	対応する業務の拡大	機能追加
③自律飛行ドローン	<ul style="list-style-type: none">計測人員減	×	運用費高額、オペレーションに高度な技術が必要	簡易なユーザーインターフェース構築
④遠隔検査	<ul style="list-style-type: none">人員・移動時間減	○	安定した通信環境が必要	現場・発注者事務所の通信の整備
⑤動線計測【カラービット】	<ul style="list-style-type: none">新たな時間管理手法構築特定作業の効率向上案作成	×	計測機器の設置と現場作業との調整が難しい	他のシステムとの併用、また、現場適用性の高いシステムに再構築



ご清聴
有難うございました

Mr. PENTA



五洋建設

PENTA-OCEAN CONSTRUCTION

<http://www.penta-ocean.co.jp/>