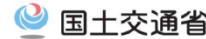




HYDRA-T 切羽肌落ちモニタリング



令和元年度新技術導入促進Ⅱ型テーマ トンネル
「ICT等を活用したトンネル掘削時における安全監視の効率化手法」



現状

トンネル工事においては、地山掘削面からの岩盤の落下(肌落ち)による労働者の災害が後を絶たず、2018年1月には厚生労働省から専任の切羽監視責任者による常時監視が「山岳トンネル工事の切羽における労働災害防止対策に係るガイドライン」に明記された。しかしながら、専任者の常時監視だけで肌落ちによる災害が完全に防止できるとは言い切れないことから、さらなる安全監視手法の併用が望まれるところである

求める
最新技術

画像処理やレーザー計測、通信などのICT技術を活用した地山掘削面の安全監視手法

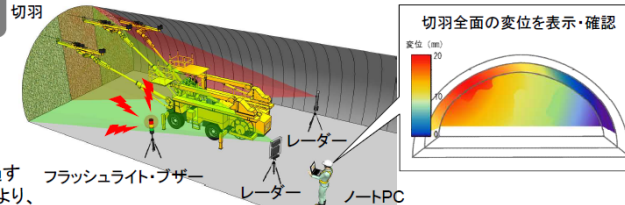
効果

画像処理やレーザー計測、通信などのICT技術を用いた技術により、災害発生を防ぐための措置を効率的に実施することで、生産性を向上する。

最新技術の導入イメージ

レーダー(あるいはレーザー)を切羽近傍に設置して、切羽全面を計測監視し、落石前の微小な変位を高精度で検知する。

変位が管理基準値(閾値)を超過すると、フラッシュライトやブザーにより、リアルタイムで警報を発令する。



キーワード

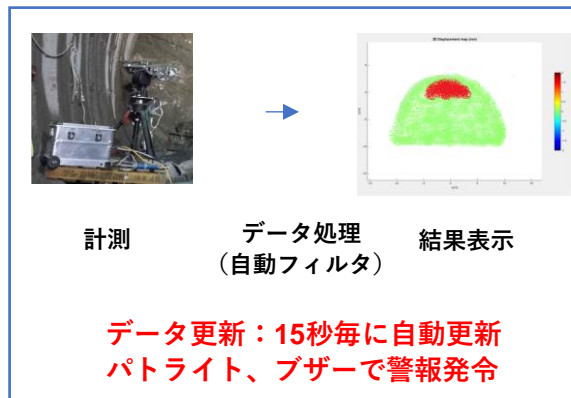
- ICT技術を活用した安全監視手法
- 効率的に実施、生産性向上
- レーダー(あるいはレーザー)を切羽近傍に設定して切羽全面を計測監視し、落石前の微小な変位を高精度で検知する。
- 変位が管理基準(閾値)を超過すると、フラッシュライトやブザーにより、リアルタイムで警報を発令する。

特長

- 落石前の微小な変位(1mm以下)、挙動を高精度で検知します。
- 吹付中の計測も可能
- 切羽近傍で稼働中の重機、人の動きは自動的にキャンセル可能
- 15秒に1回切羽全面をスキャンし数千点の計測データ取得が可能
- リアルタイムにデータ解析し変位マップ・グラフの表示が可能
- 閾値を超えた時は警報発令可能



レーザースキャナーとの違い



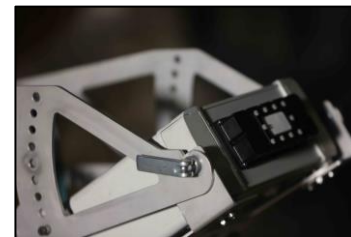
レーダー



レーザースキャナー

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

システム構成



レーダーヘッド



レーザースキャナー



IRカメラ

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

Hydra専用架台、電源源制御ユニット、警報器)

LEDライトによる警報
20mケーブル



Hydra-Tと
専用架台



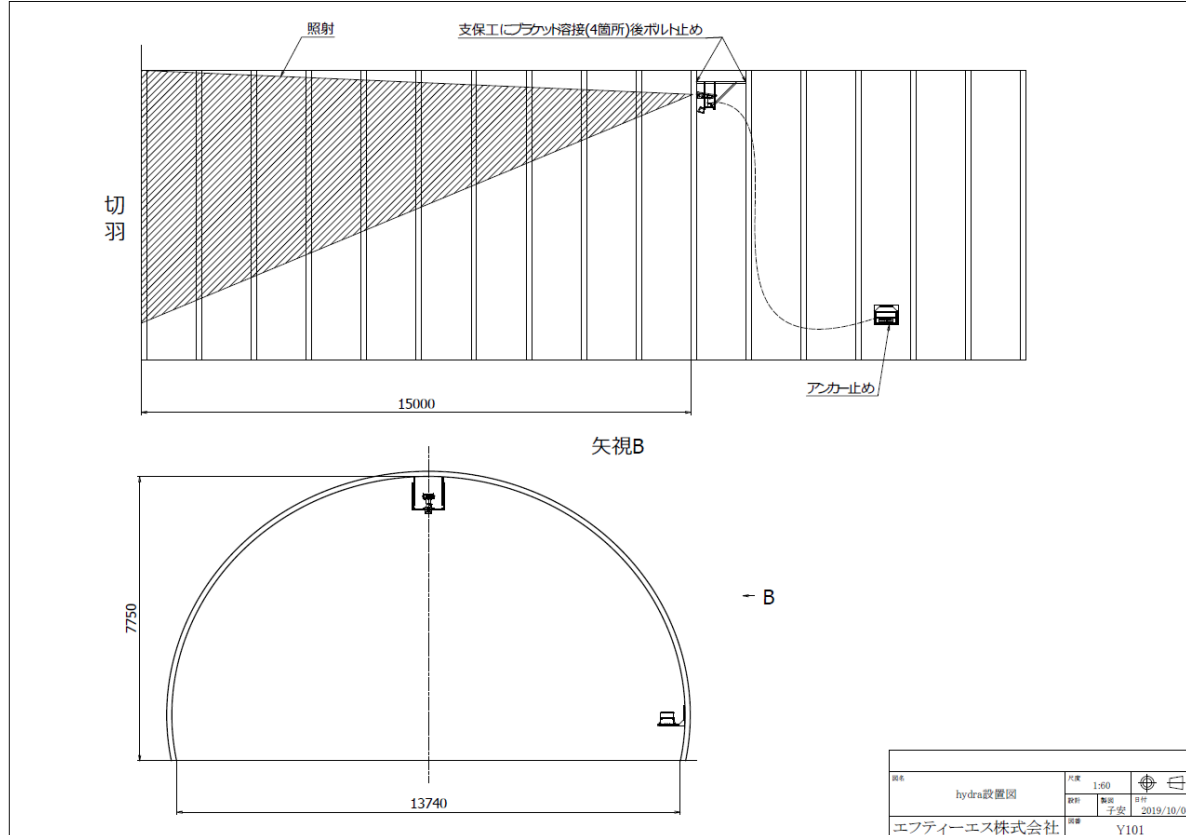
電源制御ユニット
坑内200V対応



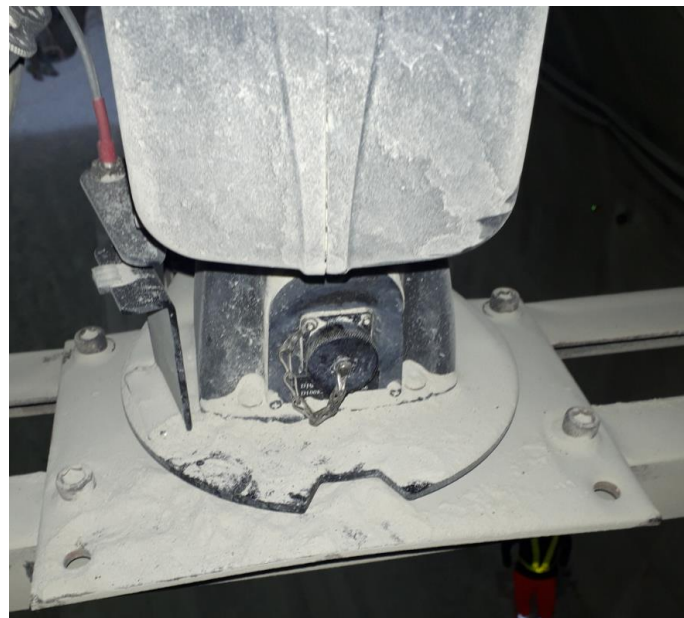
防塵・防滴タブレット
PC

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

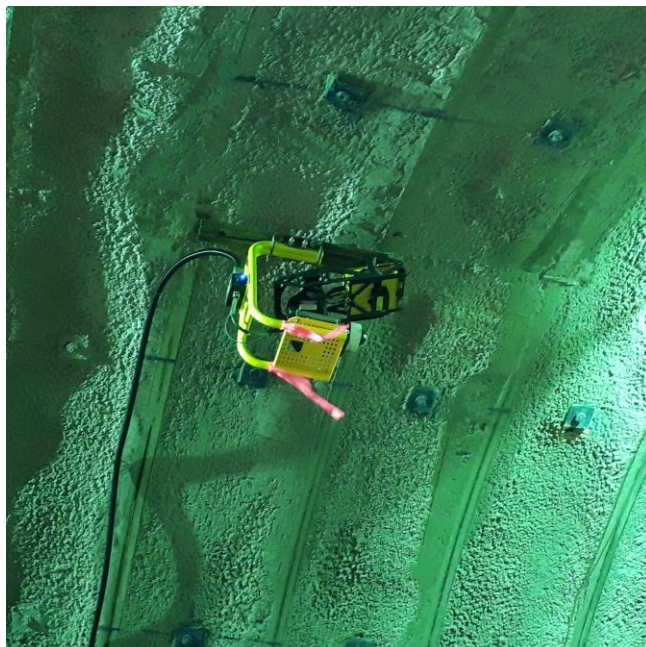
Hydra設置イメージ



10週間連続運転した後のHydra-T: 全ての機能は正常に稼働

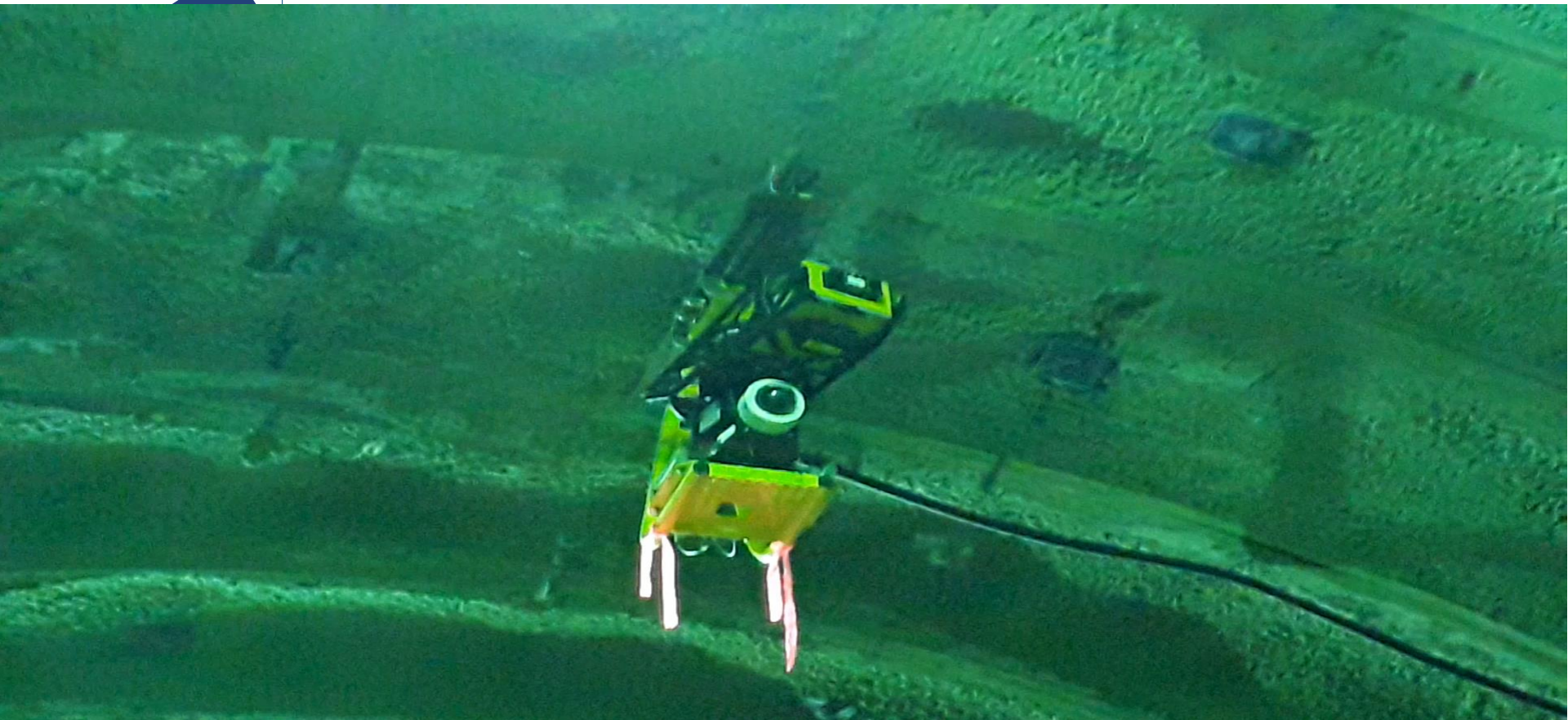


Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング 天端への設置



Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

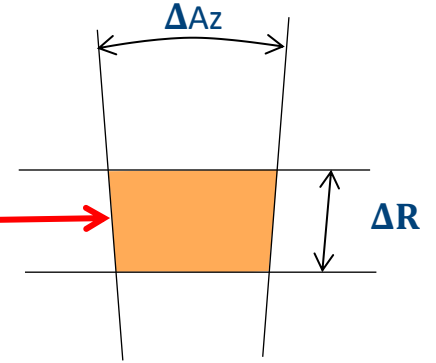
Hydra-Tの設置状況



Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

計測分解能

空間分解能



$$\Delta R = 0,2m$$

$$\Delta Az = 4,4mrad^1$$

@10m



20cm

4.4cm

@15m



20cm

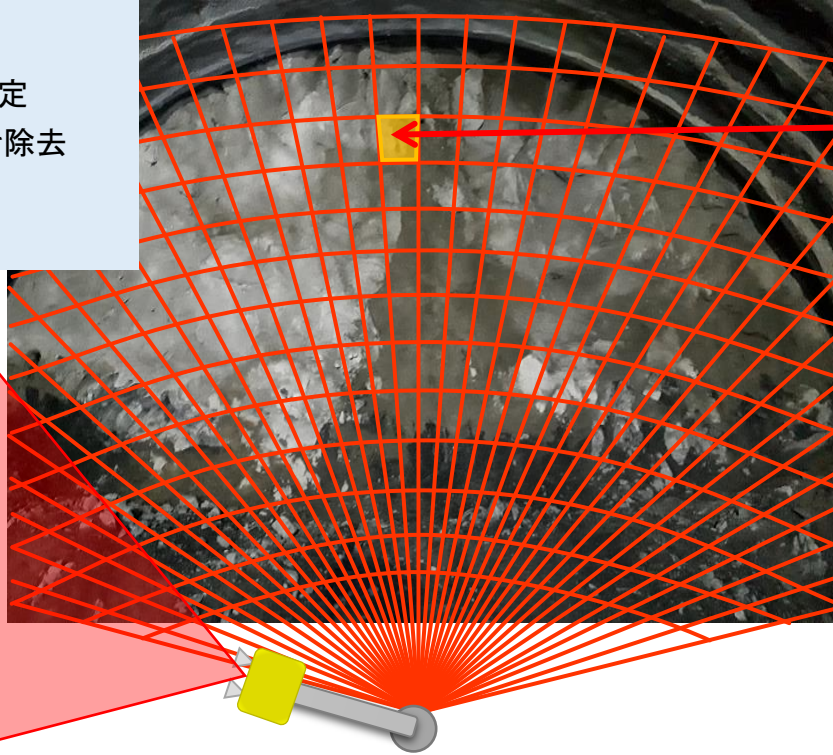
6.5cm

@20m



20cm

8.7cm



A technology offering:

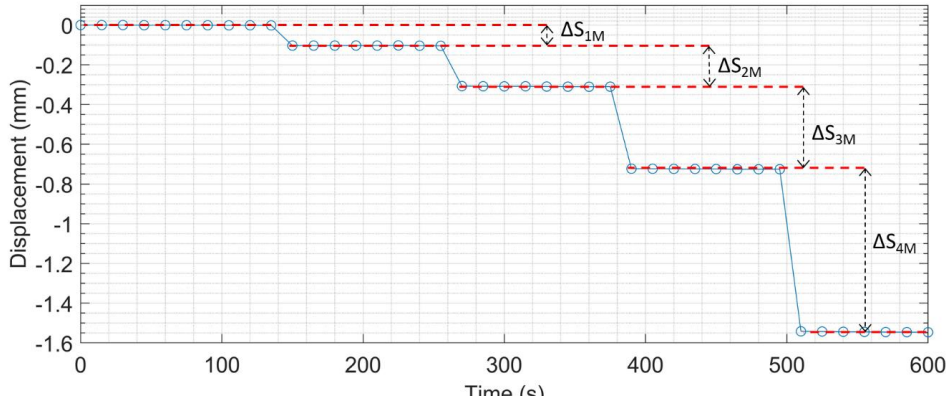
- 高速計測(15秒/回)
- トンネル切羽面の多点測定
- 機械/オペレーターの動き除去
- 高精度(0.1mm)
- 警報発令

本体が回転しより大きな寸法のアンテナが合成されます。

取付アンテナに依存する

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

時系列変位グラフによる変位検証



15m離れた距離での精度検証

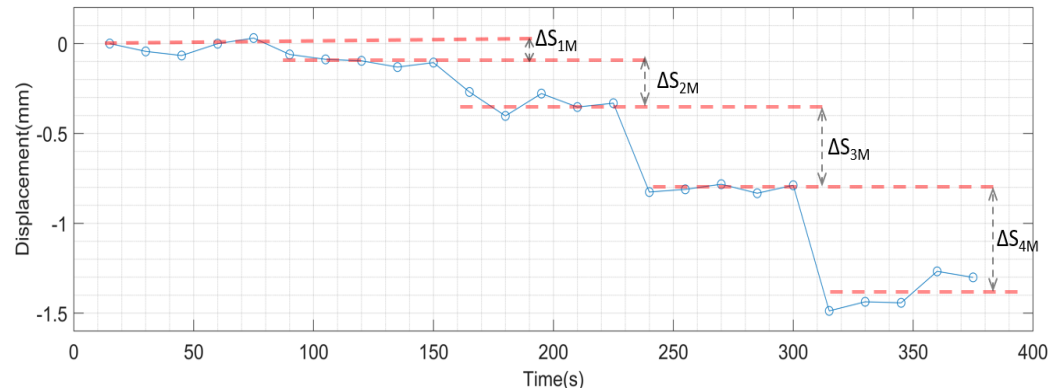
マイクロメータ移動量：

$\Delta S1 = 0.1 \text{ mm}$ 、 $\Delta S2 = 0.2 \text{ mm}$ 、 $\Delta S3 = 0.4 \text{ mm}$ 、 $\Delta S4 = 0.8$

レーダーデータ：

$\Delta S1M = 0.103 \text{ mm}$ 、 $\Delta S2M = 0.206 \text{ mm}$ 、 $\Delta S3M = 0.416 \text{ mm}$
 $\Delta S4M = 0.821 \text{ mm}$ 。

平均誤差は**0.011 mm**



200m離れた距離での精度検証

マイクロメータ移動量：

$\Delta S1 = 0.1 \text{ mm}$ 、 $\Delta S2 = 0.2 \text{ mm}$ 、 $\Delta S3 = 0.4 \text{ mm}$ 、 $\Delta S4 = 0.8$

レーダーデータ：

$\Delta S1M = 0.080 \text{ mm}$ 、 $\Delta S2M = 0.247 \text{ mm}$ 、 $\Delta S3M = 0.561 \text{ mm}$
 $\Delta S4M = 0.826 \text{ mm}$ 。

平均誤差は**0.063 mm**

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング 警報のしきい値の設定

警報の設定は、しきい値を変更、設定ができます。

Hazard map settings

Minimum cumulative displacement

Red threshold (mm)

Yellow threshold (mm)

Minimum area

Minimum area (m²)

Cancel Save

赤色: 累計10分間の変位計測
データより自動で計算

黄色: 累計10分間の変位計測
データより自動で計算

最小変位エリアの設定
例) : 2m²の場合隣り合う面積が
2m²になると警報を発令

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

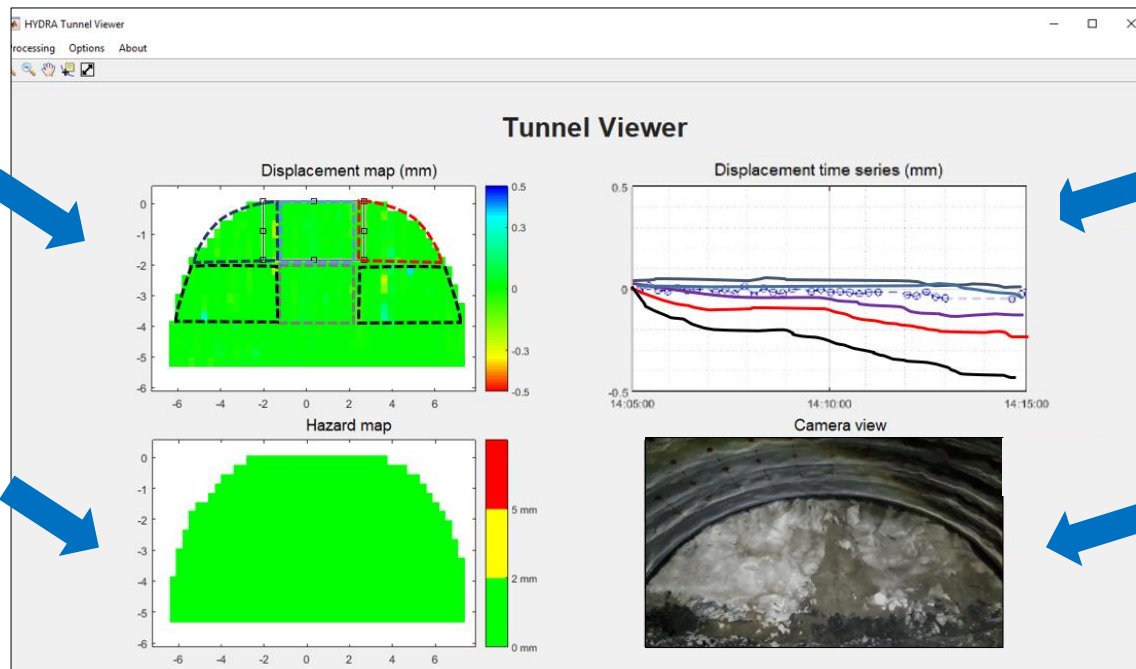
HYDRA Tunnel Viewer(坑内タブレットPC)

変位マップ

- ・ 15秒毎の変位を表示
- ・ 凡例は変更可能
- ・ 変位注視エリアを設定

ハザードマップ

- ・ 10分間の時系列データ
- ・ 閾値の設定が可能



時系列グラフ

- ・ 注視エリアの平均変位

カメラ映像

- ・ 200万画素の写真
- ・ 15秒毎に撮影(HDDに記憶)
- ・ 10分に1回更新

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

変位の検知、警報発令テスト

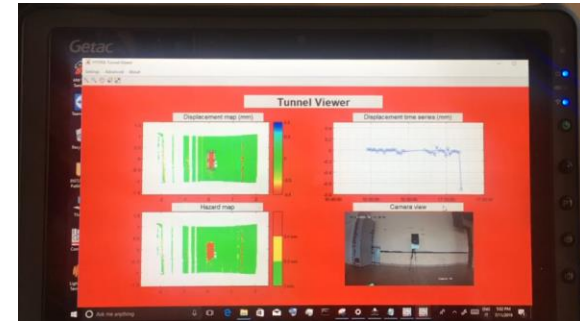
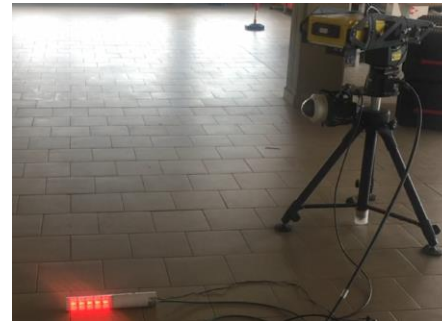
HYDRA とターゲットの距離3m



ターゲットはマイクロメータと連動



警報器は、緑色→赤色になり、PC上のソフト画面は赤に変わります



Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング マイクロメータによる変位の検知警報発令テスト



IDS
GeoRadar

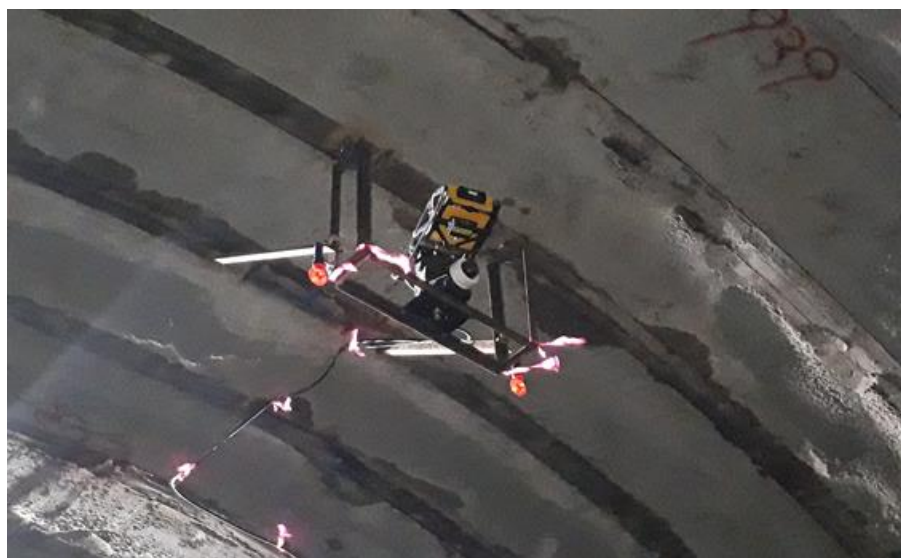


Hydra

HYDRA Tunnel

設置事例

Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング 設置事例



Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング 設置事例



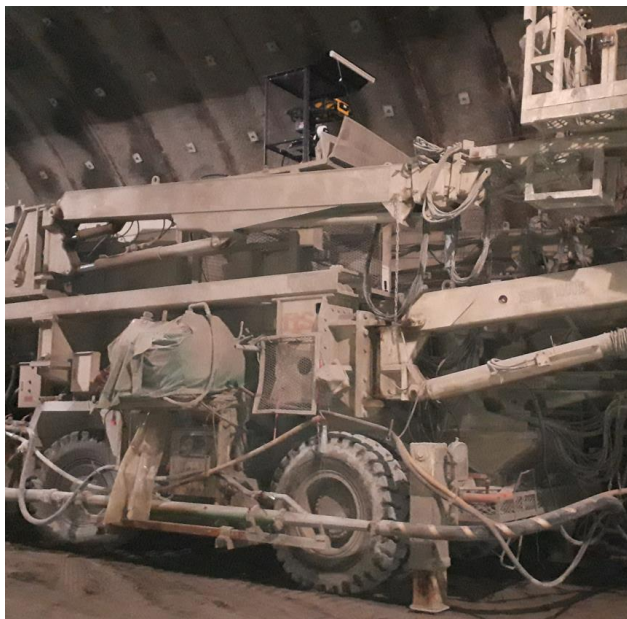
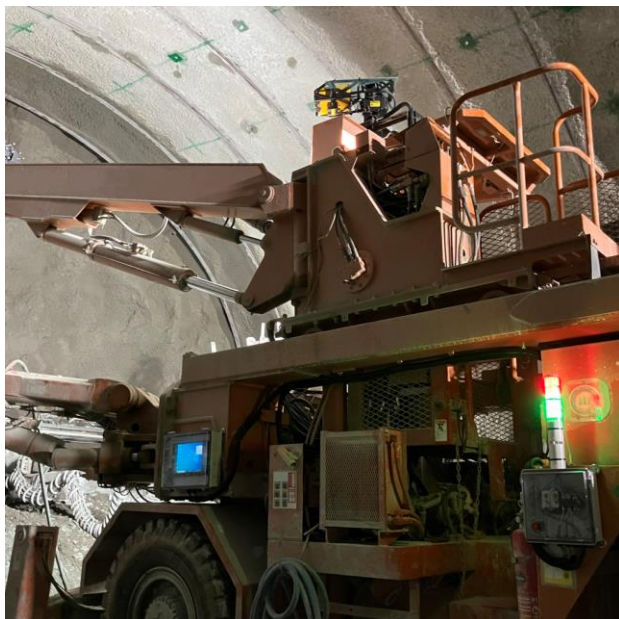
Hydra-T トンネル切羽肌落ち監視レーダー

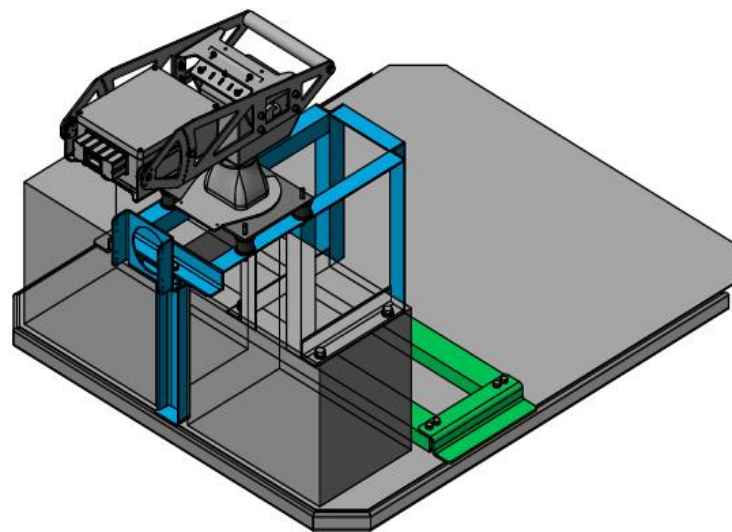
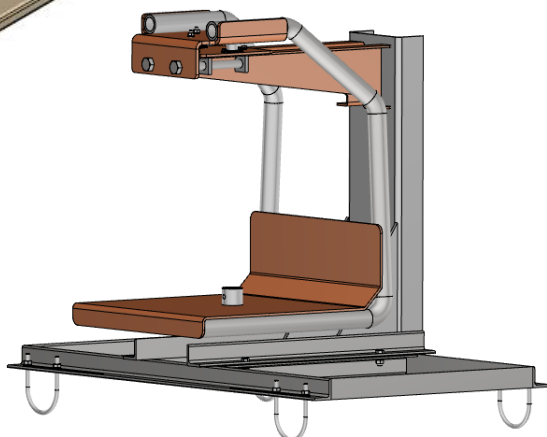
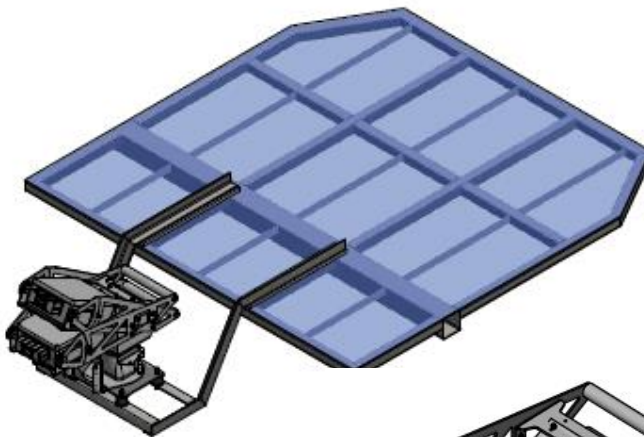
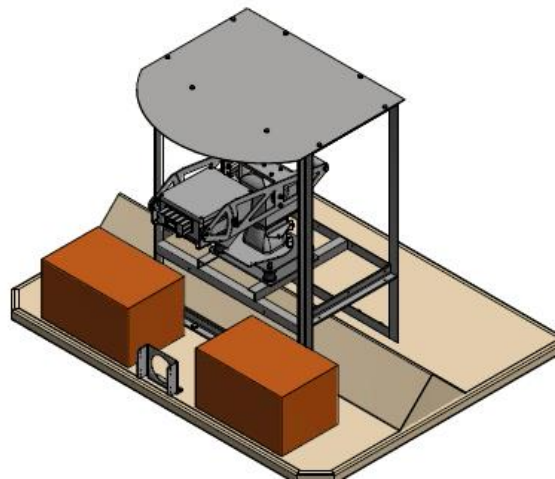
設置事例



Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

切羽にて削岩機作業中の画面（例）





Hydra-T トンネル切羽肌落ちモニタリング

国内認証、NETIS

国内認証



NETIS登録番号 QS-190038-A



新技術概要説明情報

| | |
|----------------------|--|
| NETIS登録番号 | QS-190038-A |
| 技術名称 | ミリ波レーダを用いた切羽変位監視システム |
| 事後評価 | 事後評価未実施技術 |
| 受賞等 | 建設技術審査証明書 |
| 事前審査・事後評価 | 試行実証評価 活用効果評価 |
| 技術の位置付け (有用な新技術) | 推奨技術 準推奨技術 評価促進技術 活用促進技術 |
| 旧実施要領における 技術の位置付け | 活用促進技術(旧) 設計比較対象技術 少実験優良技術 |
| 活用効果調査入力様式 | -A 活用効果調査が必要です。 |
| 適用期間等 | |