

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について

九州地方整備局 大分河川国道事務所 朝長 佑世

1. はじめに

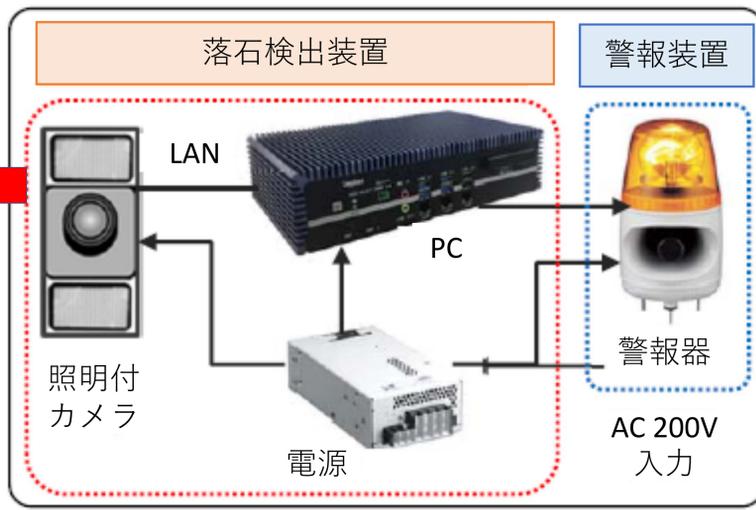
跡田トンネル工事（東工区）では、ICT技術を活用した落石検知警報装置を導入し、現場実証を行っている。山岳トンネル工事では、重篤な被災の可能性がある切羽作業が行われていることから、落石や吹付けコンクリートの剥落といった肌落ちの兆候を見張り、危険時にはいち早く作業員に退避を促す専門の切羽監視員が配置されている。本技術は、この監視員の補助及び、将来的には切羽監視員にとって代わる省力化を実現する技術の確立を目指している。

2. 目的

- ▶ 山岳トンネルで工事では被災リスクの高い切羽での作業が避けられない。
- ▶ 切羽作業で肌落ちが発生し、作業員に当たると重篤な災害となりやすい。
- ▶ 切羽監視員が肌落ちの兆候を監視し、危険時にはいち早く作業員に退避を促しているが、常に緊張を強いられ、負担が大きい。
- ▶ ICTを活用した機械の目により長時間継続して切羽を監視する、切羽監視員に代わる技術の開発と現場実証を実施。

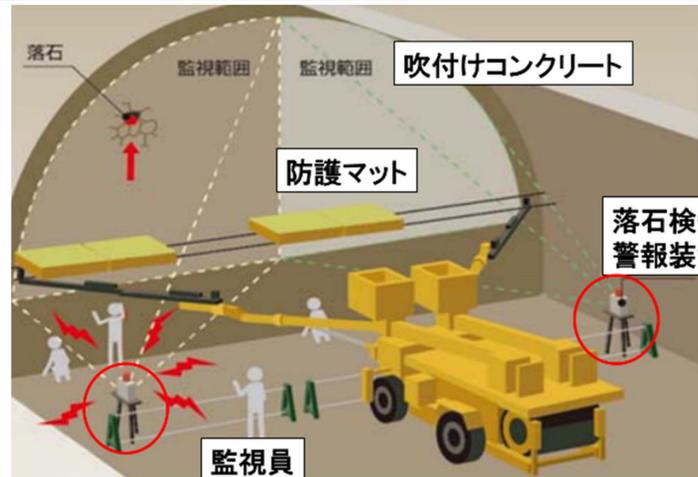
3. 落石検知警報装置とは

- ▶ 切羽作業における切羽からの落下物を監視する。
- ▶ 落石等が発生してから0.1秒以内に検知し、警報を鳴らす。
- ▶ 近赤外線域で落下物を監視するため、重機・車両の照明やレーザーポインタの影響を受けない仕様となっている。



▲落石検知警報装置の構成

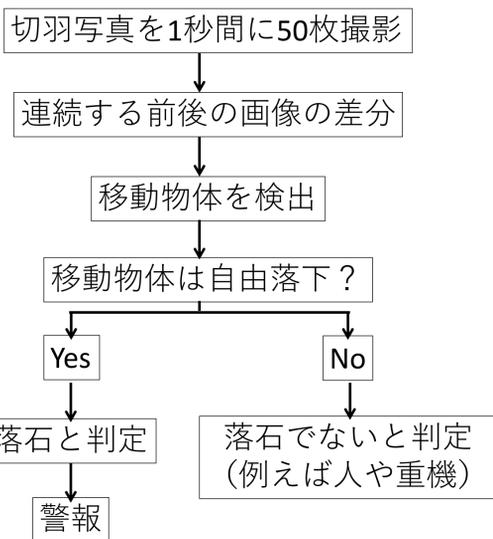
4. 切羽前作業における安全対策



- <現状>
- ▶ 吹付コンクリート → 地山の補強
 - ▶ 防護マット → 作業員の保護
 - ▶ 切羽監視員 → 切羽の監視

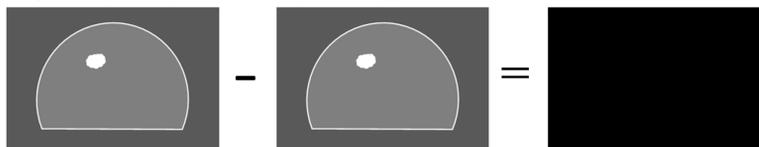
- <今回実証>
- ▶ 落石検知警報装置 → 切羽の監視

5. 落石検知の方法

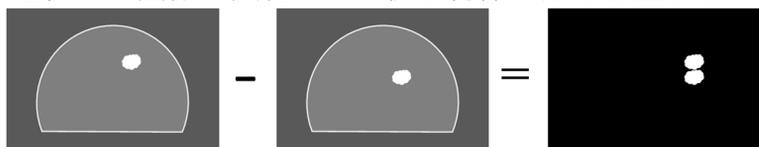


■ 画像の差分のイメージ

連続する画像に変化なし → 差は 0



連続する画像に変化あり → 移動物体が浮かび上がる



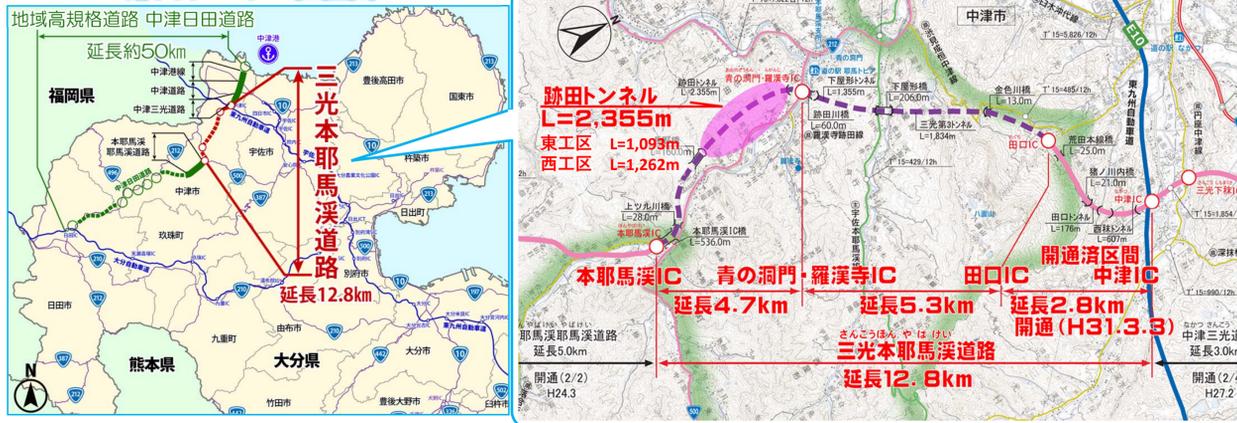
実証実験状況（切羽左側を監視）



6. 現場における実証

■ 実証現場：大分212号 跡田トンネル（東工区）新設工事

跡田トンネル位置図



■ 検証条件

- ▶ 切羽前作業中において、落石検知警報装置を切羽から5m以上後方の左右に各1台設置し、上半アーチ部全面を監視。

■ 実証の流れ

- ① 切羽後方の左右に各1台設置。
- ② 動作確認。カメラ前方に石を投げ、検知するか確認。この時装置の数値パラメータを設定する。（切羽との距離・明るさに応じた調整）
- ③ 作業中の監視。
- ④ 切羽前作業が終わり次第片付け。

7. 課題

- ▶ 軽量化 → 現在20kg。日常的に運搬・設置をするには重い。10kg以下が目標。
- ▶ 装置設定方法の簡易・自動化 → 現在は周囲の明るさに応じた手動の調整を行っている。（監視中も調整が必要になることも）
- ▶ 誤検知への対策 → 落下物以外の移動物体に対する誤検知を防ぐ機能はあるが、強い光（ヘルメットやチョッキからの反射光）に対してエラーが発生し、誤検知する場合がある。
- ▶ 検知範囲の拡張 → より大きなトンネル掘削面に対応するため、画角調整・照度の強化が必要。

8. まとめ

- ▶ 現場実証によって明らかとなった課題の改善を継続し、山岳トンネル工事全般に適用できる技術への発展。
- ▶ 将来は切羽監視員に代わる装置となるよう、課題の解決と信頼性を向上させる改良改善を継続する。