

設置自由度の高いズームレンズ搭載型落石監視装置の開発

大成建設技術センター 正会員 ○谷 卓也, 水野 史隆
日興電気通信 本間 直樹, 小島 一紘

1. はじめに

筆者らは、山岳トンネル施工における切羽作業の安全確保を目的として、切羽監視人を補助する「機械の目」となる落石監視装置の開発を行ってきた¹⁾。これまで、1秒間に約40回連続撮影した画像を継続的に処理することで、監視範囲内で発生する直径1cm以上の落石を0.1秒以内に判定・警報する装置(図-1)を開発し、国内の山岳トンネル現場に導入している(2020年4月1日現在、6台)。導入現場は、掘削幅が5m以下の小断面トンネルから、歩道付き2車線の比較的大きな断面までであり、監視範囲を網羅するように切羽近傍の両側に(図-2)装置を設置して運用している。なお、小断面の場合は片側一箇所の設置で切羽の全体を監視できることから、図-3に示すような、設置スペースを取らない壁面設置型の機器に改造して運用している。

以上に述べたような落石監視装置を継続して運用しているが、現行機は単焦点レンズを採用したため、設置場所を切羽から3~7m離れた位置の1箇所を指定しなければならない。設置位置に合わせてピントを決め、落石を確実に捉えるために機器の感度調整等のパラメータ設定を行っている。そのため、設置位置の変更(特に切羽からの距離)は容易ではなく、監視する対象の断面が大きい程、設置位置の自由度向上に対する要望が強かった。そこで現行機を改良し、ズームレンズ搭載型とし、設置可能な範囲を広げることとした。さらに、ジャンボといった切羽で使用する機械の上でも安定して動作するよう耐振性にもソフト・ハードの両面から考慮した。

本稿では、この新たに開発した落石監視装置の特徴および操作について述べると共に、本装置の山岳トンネル施工以外への適用である崖面からの落石監視についても事例を紹介する。

2. ズームレンズ搭載型の落石監視装置

2.1 装置の構成

装置の構成としては、現行の単焦点レンズ搭載型と大きく変わることはなかった。特に、装置の設置位置から切羽ま

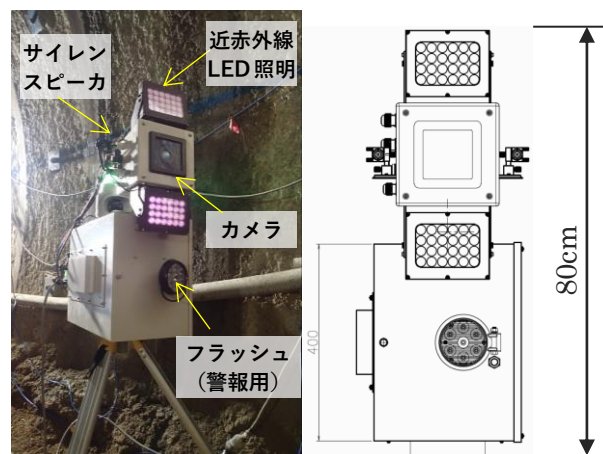


図-1 落石監視装置の外観

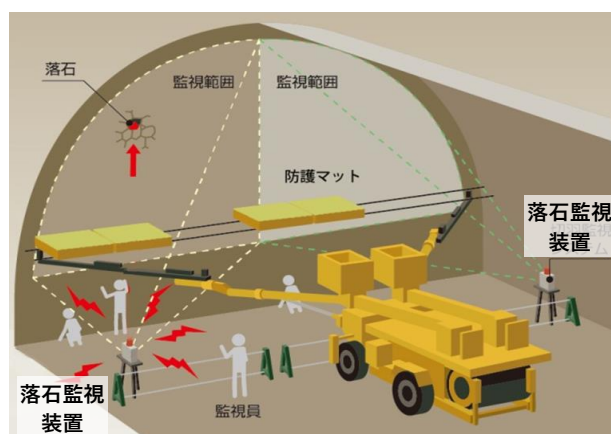


図-2 落石監視装置による切羽の監視状況

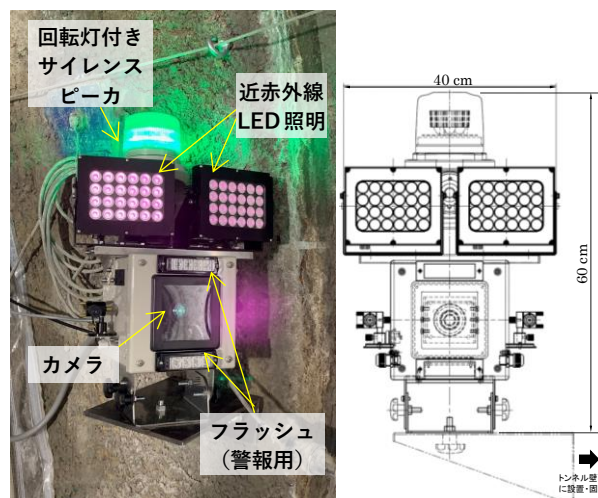


図-3 小断面用の落石監視装置

キーワード 落石, 山岳トンネル, 切羽監視, 安全確保, 画像認識

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 TEL:045-814-7217

での距離を装置自体が把握し、レンズの画角や各種パラメータの設定を自動で変更できるようレーザー変位計を搭載した。ズームレンズ搭載型の装置を図-4に示す。また、切羽を照らす近赤外線照明、PCを格納する本体については、カメラと分離しそれぞれをケーブルで接続する仕様とした。近赤外線照明についてはパルス式から常時点灯型となり、カメラの撮影と同期を取る必要がない上、坑内電源や搭載する機械から直接電力を供給するため、監視機器と完全に分離できるようになった。また、画像処理PCを内蔵する本体とカメラ間は、電源供給型のLANケーブルで簡単に接続できる他、レーザー変位計付きカメラについては、片手でも持てる重さとなり、現行機と比較して設置がかなり容易になった。

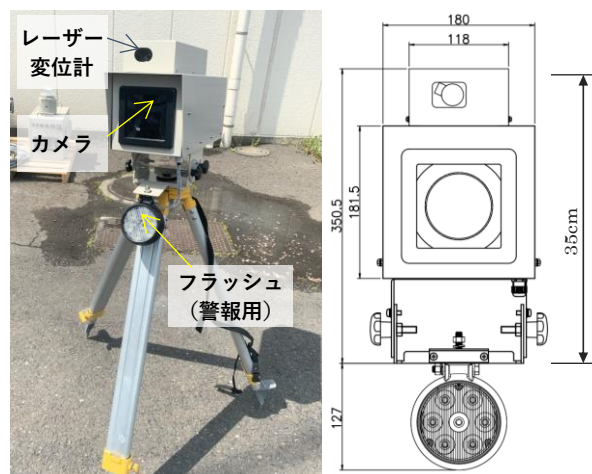


図-4 ズームレンズ搭載型落石監視装置

2.2 開発した装置の特徴

ズーム機能を搭載することにより、新たな表示および設定のためのスイッチおよび表示灯が付加された。図-5はカメラの背面である。ここには、ズームの操作関連のスイッチとして「ズームイン」、「ズームアウト」、「自動調整」の3つが備えられている。また、レーザー変位計で測った切羽までの距離を表示するLED表示灯も6つ付いており、5mから10.5mまでの距離が段階的に把握できるようになっている。落石監視範囲については、ケーブルで繋がる本体にモニター画面で確認できる。また、カメラ筐体の上部には、落石カウント数も表示される。

3. ズーム搭載型落石監視装置による崖面監視

ズームレンズを搭載した落石監視装置については、切羽作業の安全確保の他に、山岳部の作業用道路でしばしば生じる崖面からの落石の監視・警報にも適用を試行している。この用途では、カメラは一度固定すると設置場所は変わらず、監視対象までの距離を測る必要がないため、レーザー変位計は搭載しない。図-6に、山岳部の河川を挟んで対岸の崖面の監視を、開発した装置で行っている状況を示す。カメラから崖面までの距離は約80mであり、幅40m×高さ30m程度の範囲の落下物を監視している。検知する落石の大きさとしては、直径約20cm以上のものから把握できるように設定している。さらに、この装置には、落石が発生した前後の画像も録画・蓄積できるようにしている。

4. まとめと展望

設置自由度の高めたズームレンズ搭載型の落石監視装置を開発し、現行機との違いについて特徴を述べた。また、山岳トンネル以外の適用事例についても紹介した。今後は、本装置の運用結果について報告するとともに、利便性についても適宜改善し、本装置の普及をはかっていきたい。

参考文献

- 1) 谷卓也ら：落石を予知・警報する切羽監視システム「T-iAlert Tunnel」の開発，大成建設技術センター報，No.51，2018。

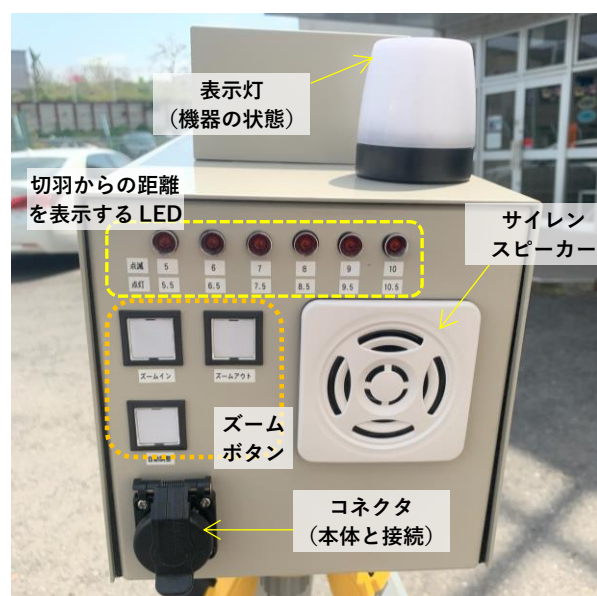


図-5 ズーム機能操作盤（カメラ筐体背面）



(a) 崖面監視

(b) カメラ設置状況

図-6 崖面からの落石の監視状況（山岳地帯）