

全天球カメラを活用した山岳トンネル坑内の可視化

安藤ハザマ 正会員 ○池村 幹生
安藤ハザマ 正会員 多寶 徹

1. はじめに

山岳トンネル工事では、トンネル先端の切羽で掘削作業が行われているが、それと並行して、切羽の後方では数百メートルにわたってインバート工や覆工などの作業が行われている。そのため、切羽で掘削作業を行うための資材運搬や掘削ずりの搬出は、後方のインバート工や覆工などの作業の合間を縫って行われている。掘削作業やインバート工、覆工などの施工サイクルはそれぞれ異なるため、日々、各工種の位置関係が変化していく。全体作業の効率化には、トンネル坑内全体を俯瞰して、後方作業の位置関係（図-1）を適切に管理していくことが重要となる。

そこで筆者らは、施工中のトンネル坑内の状況を可視化することを目的に、全天球カメラを用いてトンネル坑内の映像を取得するシステムを開発した。本論文では、その開発技術について報告する。

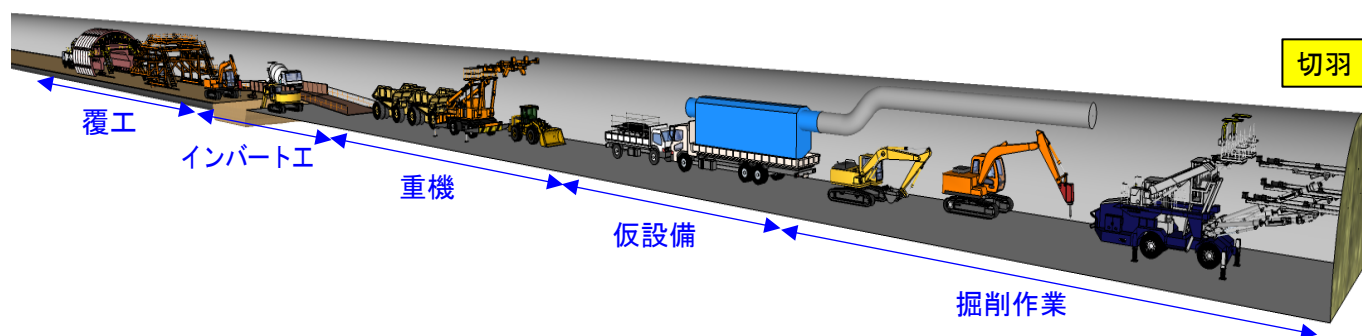


図-1 各工種の位置関係

2. システム概要

2. 1 開発コンセプト

山岳トンネル工事を円滑に進めるためには、トンネル坑内全線にわたって稼働する各工種の無理・無駄を把握し、適切に対処することが重要である。しかし、日々、重機や仮設備の配置が変わっていく中で、それらを詳細に把握するには手間を要し、短時間で可視化することは困難だった。

そこで、トンネルが疑似的な一次元空間（直線・曲線）であるという特性と、360度方向の映像が取得可能な全天球カメラに着目して、トンネル全線にわたる坑内の任意の位置で、360度方向に静止画像を閲覧できるシステムを開発した。

2. 2 システムの構成

本システムは、360度方向の映像が取得可能な全天球カメラ（写真-1）、トンネル坑内を走行する車両（写真-2）、車速センサー、データの変換・閲覧を行うパソコンから構成される。また、車載するパソコンには、360度映像データと車速データを蓄積し、撮影位置を推定するための専用ソフトをインストールしている。

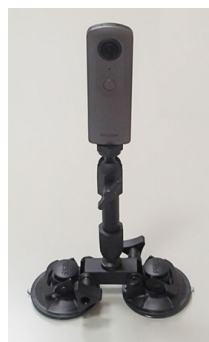


写真-1 全天球カメラ



写真-2 計測車両

キーワード 山岳トンネル、全天球カメラ、ICT、施工管理

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 ㈱安藤・間 TEL03-6234-3673

2. 3 システムの運用

映像データと車速データは、車両に本システムを取り付けてトンネル坑内全線を走行しながら取得する。また、トンネル坑内では GNSS 等を使用して位置推定を行うことができないため、専用ソフトを用いて、走行時間と車速データから走行距離を算出する（図-2①）。その後、走行距離と映像から、任意の位置ごとのフレームに抽出した 360 度方向の静止画に変換する（図-2②）。

データの閲覧は、専用ソフト上の閲覧画面（図-3）で行う。スライダーをドラッグすることで、任意の位置に移動し、画面をドラッグすることで視点が回転し、360 度任意の方向の画像を確認することができる。

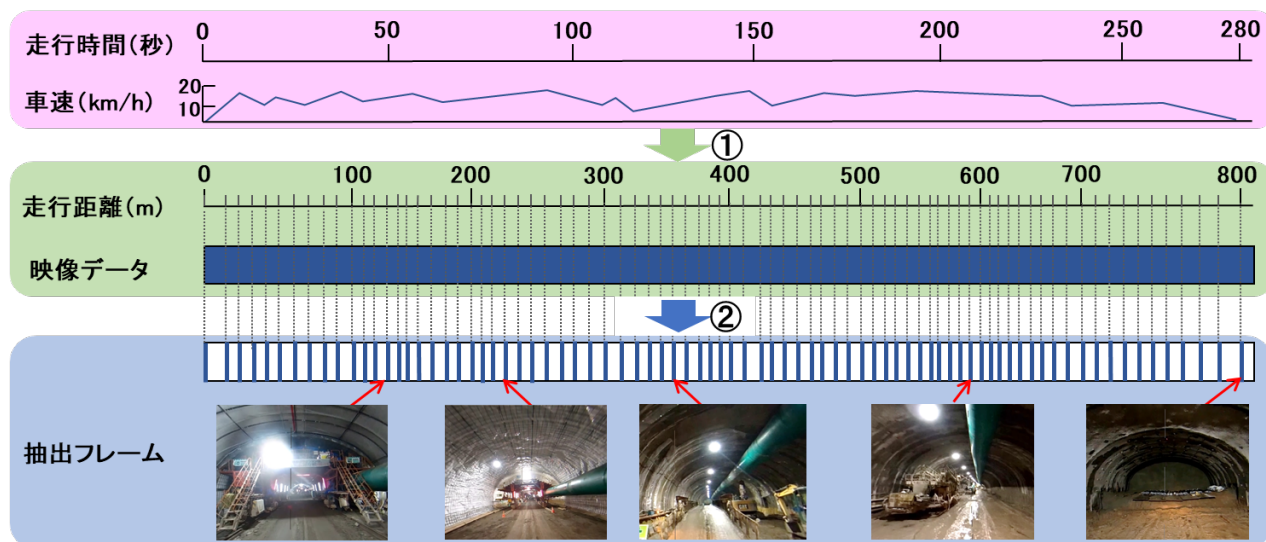


図-2 データ変換処理イメージ図



図-3 専用ソフト上の任意方向での閲覧画面

3. 現場での運用方法

現場では、昼夜作業交代時などの作業の合間にデータを取得する。取得したデータを作業打合せに活用することで、日々変化する坑内状況をその場で情報共有でき、作業間の調整や仮設備計画の合理化につなげることができる。また、撮影データを社内共有サーバーに保存することで、現場事務所のみならず、本支店などからでもトンネル坑内の詳細な状況を確認ことができ、工事の進捗状況や安全管理のチェックに活用することができる。

4. まとめ

本システムは、車両が通行できれば適用することができ、現在、複数の山岳トンネル現場で運用している。本システムの導入により、掘削作業やインバート工、覆工などの各作業の位置関係を適切に管理し、トンネル現場における無理・無駄の低減につなげている。今後、さらに当社の山岳トンネル現場に展開し、山岳トンネル工事における全体作業のさらなる効率化に取り組んでいく。