

山岳トンネル工事における地山情報可視化・情報共有の取組み

大成建設 技術センター 正会員 ○谷 卓也, 古賀 快尚
大成建設 東北支店 宮本 真吾, 鈴木 光嘉, 福原 俊一

1. はじめに

山岳トンネルの掘削においては、亀裂や湧水、岩盤硬軟等の地山状況の把握は、安全かつ合理的な施工の実現にとって重要である。そのため、トンネル周囲および切羽前方の地山状況や3次元的地質構造を把握するための技術開発が積極的に行われている(例えば1), 2)。一方で、近年、山岳トンネル工事現場には、削孔支援機能を有するコンピュータジャンボ(油圧削岩機)の導入が進んでおり、装薬孔の座標や削孔に要したエネルギー量等の情報が容易に得られるようになってきている。しかしながら、これらの新技術から得られる有益な情報が、リアルタイムに処理され直ちに施工に活用できるようにはなっていないのが現状であった。さらに、昼夜交代の作業班が作業を始める際、直前に掘削された地山は、安全のため図-1のように全面がコンクリートで吹き付けられ、切羽の若干の凹凸や湧水が滲む箇所は確認できるものの、地山の色や亀裂の状態といった情報は目視で確認できない状況であった。

そこで著者らは、この重要な地質や施工に関する情報を、容易に共有するための可視化技術の開発を行った。本稿では、情報可視化のための技術開発の内、コンピュータジャンボのキャビンのモニター(図-2)にクラウドサーバ上の画像ファイル(例えば、切羽写真、観察スケッチ、図面、等)を表示させる機能と、この機能をより活用できるよう、削孔時に得られるエネルギー量のコンター図を画像ファイルとして自動作成し、クラウドサーバにアップロードする機能を備えるシステムを開発したので報告する。

2. 情報可視化システム

2.1 システムの概要

図-3に地山情報の可視化の流れを示す。このシステムは、近年、現場の施工管理において利用が進んでいる一般のクラウドサーバを利用している。このサーバ上に、切羽写真や施工上必要となる図面等、常に最新の情報がアップロードされている。これらの情報の内、地山状況を評価、把握する際に重要な切羽写真および地山の硬軟を表すコンター図を、最前線である切羽で容易に確認する方法として、コンピュータジャンボのガイダンス情報が表示されるモニターに表示できるようにした。ジャンボに備わったモニターを利用するため、トンネル内の厳しい環境下での耐



図-1 吹付けコンクリートに覆われた切羽



図-2 ジャンボキャビン上のガイダンス用モニター

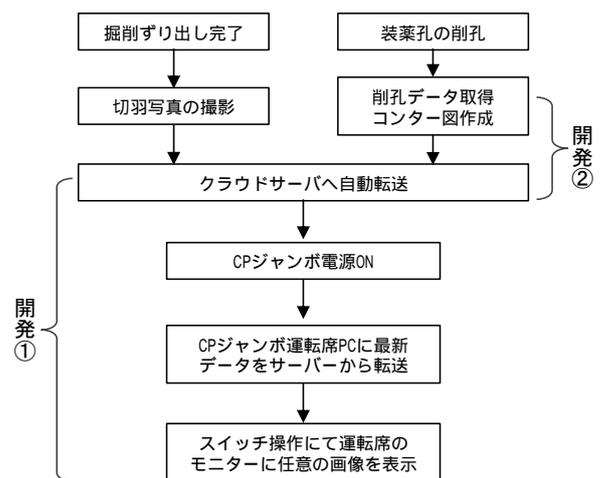


図-3 情報可視化システムの概要

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

久性があり、余分な設置スペースも要しない。また、作業員も、可視化・情報共有のために、スマートフォンといった新たな装備品を携行しなくてよいという利点もある。

2.2 開発項目

主な2つの開発項目について述べる。一つ目はクラウドサーバから任意の画像ファイルをダウンロードし、トンネル坑内のコンピュータジャンボ（油圧削岩機）上のPCに坑内無線LANを通してデータを転送する機能を持ったソフトウェアである（図-3中の開発）。このソフトウェアは、トンネルの外に設けられた詰所に設置されたPC上で動作する。現状、ジャンボの電源が入った時点で、切羽写真および後述のカウンター図の画像ファイルの内、クラウドサーバにアップロードされている最も新しいデータファイルを取得し、ジャンボに搭載されているPCに転送するようになっている。二つ目は、岩盤の硬軟を示すカウンター図の自動作成および画像ファイルのアップロード機能である（図-3中の開発）。上に述べた詰所に設置されたPCには、コンピュータジャンボのガイダンス機能や削孔エネルギーを取得して図-4のように図化するソフトウェア³⁾がインストールされている。開発についてはこの後者の図化機能を利用し、このソフトウェアと並行して実行されるよう前述の開発のソフトウェアに機能を追加した。開発により、切羽のジャンボでデータ更新ボタンが押されると、直ちにデータを取得して自動でカウンター図を作成し、クラウドサーバにアップロードするとともに、同じファイルをジャンボにも転送できるようになった。

3. 現場におけるシステムの動作確認

開発したソフトウェアにより、サーバ上の最新の切羽写真を現場切羽近傍のジャンボのモニターに表示し、吹付け前の切羽状況を確認している状況を図-5(a)に示す。また、同様に削孔時に要したエネルギーについて自動で処理し画像ファイル化したカウンター図の表示状況を図-5(b)に示す。

4. まとめと展望

山岳トンネル工事において重要な、地山情報を可視化し、情報の共有を支援するシステムを開発し、その性能を確認した。このシステムは、既往の機器やソフトウェアを利用し低コストに、かつ耐久性と信頼性の高いシステムとして、現場の安全と施工品質の向上に貢献している。また、現在このシステムは、切羽プロジェクションマッピング技術にも対応し現場に導入されており、今後の普及展開を積極的に図っていきたい。

参考文献

- 1) 坂井一雄ら：トンネル天端の微小な傾斜角度の変化を用いた切羽前方地山予測手法の開発, 土木学会論文集 F1(トンネル工学), Vol.1, No.2, pp32-46, 2017.
- 2) 古賀快尚ら：コンピュータジャンボの削孔データと側壁展開写真による3次元地質構造評価, 土木学会第73回年次学術講演会, VI-067, 2018.
- 3) 福井正規ら：全断面追尾式穿孔誘導システム「ドリルNAVI」の適用と効果, 土木学会第70回年次学術講演会, VI-781, 2015.

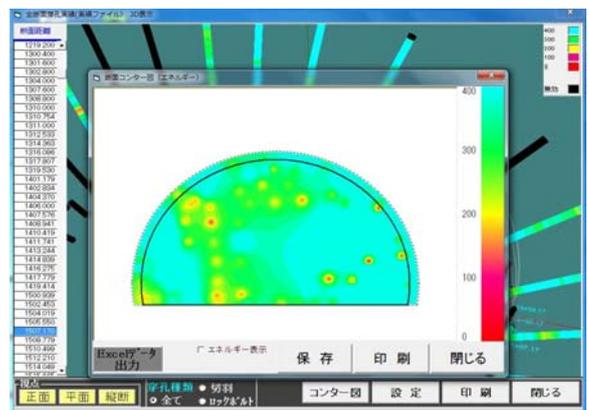


図-4 既往ソフトによる削孔エネルギー表示



(a) 切羽写真の確認状況



(b) 地山硬軟（削孔エネルギー）の確認

図-5 開発したシステムによる地山情報表示