

統計的手法による山岳トンネル切羽の鏡吹付け厚の最適管理システムの開発

Development of Optimal Management System for Shotcrete Thickness of Tunnel Face by Statistical Method

宮嶋 保幸 戸邊 勇人 山下 慧

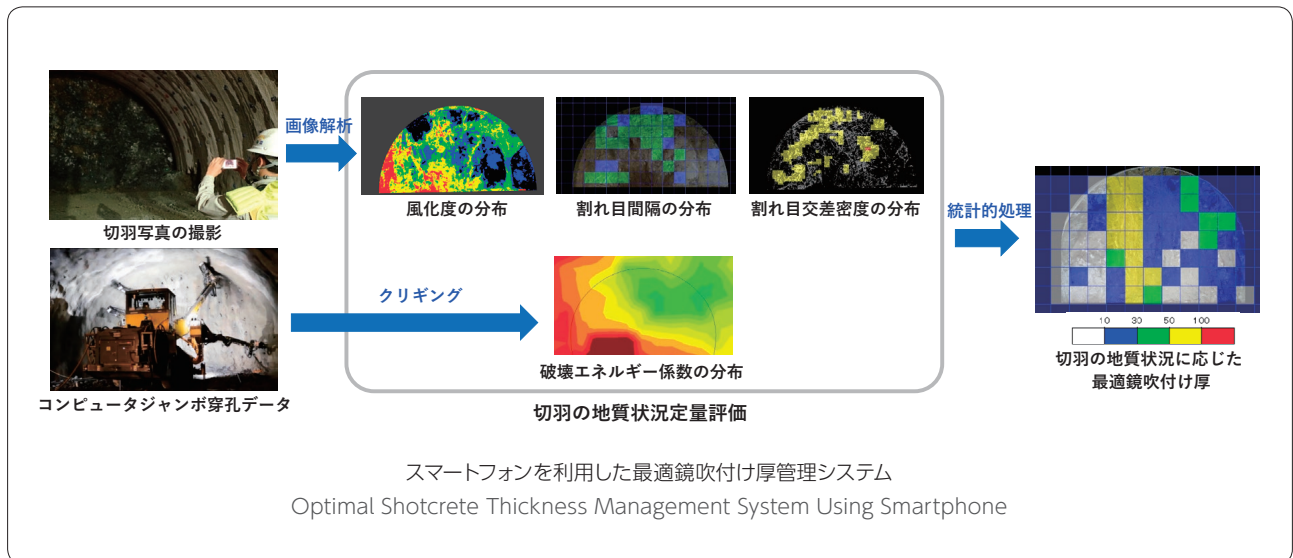
Yasuyuki Miyajima, Hayato Tobe and Kei Yamashita

研究の背景と目的

山岳トンネルの建設では肌落ち災害防止のため、鏡吹付けコンクリートが施工される。しかしながら、切羽の地質状況は掘削ごとに変化することに加え、鏡吹付けコンクリートは掘削後ただちに施工されるため、地質状況に応じた鏡吹付けの厚さを決定することが難しく、肌落ち災害が発生しているのが現状である。これまでに筆者らは、画像解析技術や地球統計学のクリギングを利用し、切羽の地質状況を定量評価する技術を開発している。本研究の目的は肌落ち災害を防止するため、これらの地質状況の定量評価技術を利用し、地質状況に応じた鏡吹付け厚を統計的に提示する技術を開発することである。

研究の成果と活用

多変量解析のひとつであるロジスティック回帰を利用し、最適鏡吹付け厚を提示する技術を開発した。これは、切羽写真の画像解析によって評価した風化度と割れ目分布、コンピュータジャンボの穿孔データの定量評価結果から、ロジスティック回帰によって求められる関数に基づき、切羽の剥落を防止するために必要な鏡吹付け厚を提示するものである。ロジスティック回帰は、ニューラルネットワークのような中間層がない単純なモデルであるため、判別係数やオッズ比によって地質状況と剥落の関係性について明確に示すことができることを明らかにした。また、当技術をスマートフォンに搭載し、切羽で簡単な操作をするだけで1分以内に地質状況に応じた最適な鏡吹付け厚を提示するシステムを開発し、掘削中のトンネル現場に導入し、肌落ち災害を防止するための鏡吹付け厚の決定に活用している。



研究手法

花崗岩のトンネルを対象に、切羽の地質状況の定量評価データとして、風化度と割れ目分布は切羽写真の画像解析によって評価し、強度の指標はコンピュータジャンボの穿孔データによって評価した結果を収集した。これに加えて、レーザー距離計を利用して鏡吹付け厚を計測し、切羽の作業状況を監視するWEBカメラによって発破孔穿孔時の剥落の有無について情報を収集した。具体的には35切羽から52データを収集し、そのうち19データに剥落が見られた。収集したデータをロジスティック回帰によって学習し、地質状況の定量評価データと鏡吹付け厚から切羽の剥落の発生確率を評価するロジスティック関数を導出した。さらにこの関数を、地質状況の定量評価データを入力すれば、切羽の剥落発生を防止するために必要な鏡吹付け厚を出力する式に変換し、実践段階の切羽で地質状況に応じた最適な鏡吹付け厚を決定できる手法を確立した。