

装薬穿孔速度データを利用した切羽の定量評価

鹿島建設(株) 正会員 ○宮嶋保幸, 福田博之, 川野広道, 犬塚隆明, 松下智昭

1. はじめに

安全で合理的なトンネル掘削を行うためには、切羽状況を定量的に評価することが求められる。また、高速掘進を実現するためには迅速な切羽評価が不可欠である。そこで、装薬穿孔速度のデータや切羽写真からリアルタイムに地山状況进行评估するシステムを開発した。

2. 開発の背景と定量評価システムの概要

従来から、切羽前方探査として活用されている削孔検層は、地山の硬軟を評価できるため、発破の装薬穿孔速度データを利用すれば切羽全面の硬軟分布を把握できることが期待されていたが、穿孔位置の特定が困難でデータの収集、解析に時間を要するなど、実際の施工で活用することができなかった。一方、近年のコンピュータジャンボでは、穿孔情報は容易かつ迅速に取得が可能となり、これらのデータの活用が期待されていた。図-1にシステムの概要を示す。

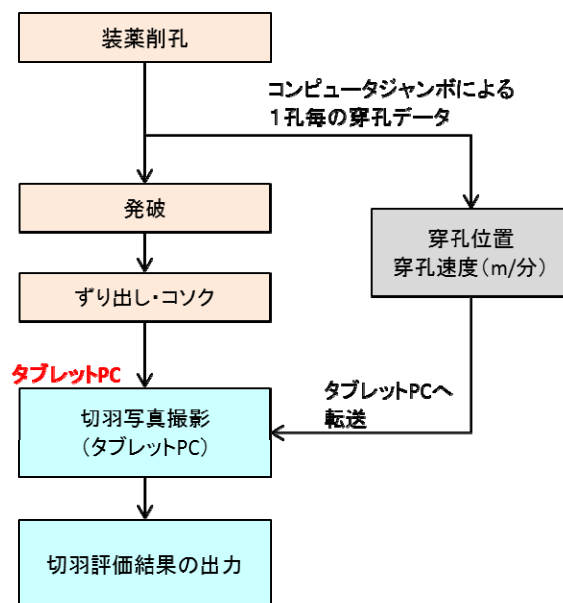


図-1 切羽評価システムフロー

評価結果をリアルタイムに現場で確認できるようにするため、タブレットPCを利用した。タブレットPCには穿孔速度による切羽の硬軟評価に加え、既開発の切羽写真から風化変質状況を判定するシステムを搭載し、その場で切羽の硬軟分布と風化変質の判定結果を確認できるシステムとした。また、結果を切羽で即時に分かり易く示すため、図-2に示すような表示フォーマットとシステムを構築した。左側に穿孔速度の分布状況を、右側に同切羽の写真と風化変質評価の結果を示している。穿孔速度は5 m/分までの5段階と5 m/分以上の異常値の6段階に色分けし、切羽分布図や平均値、穿孔数、ヒストグラムを表示した。

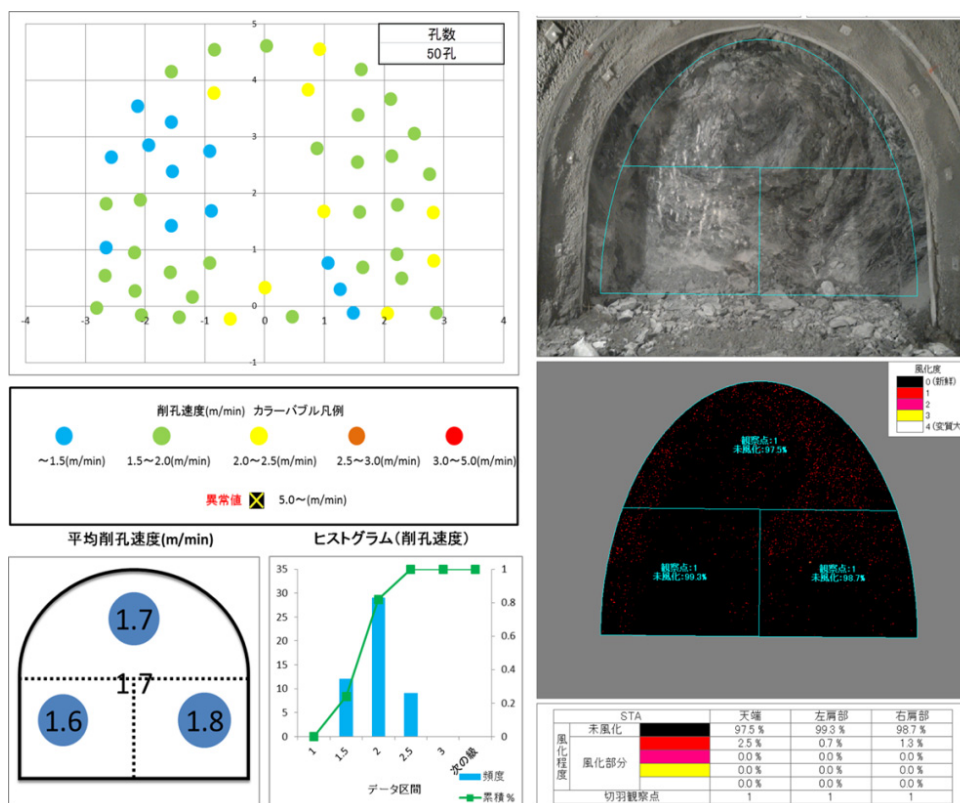


図-2 解析結果システムのアウトプット例

キーワード 山岳トンネル, コンピュータジャンボ, 切羽評価

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-8109

3. 穿孔速度による地山評価

開発したシステムは宮古盛岡横断道路新区界トンネルの避難坑の掘削に適用している。地質は堅硬な緑色岩、硬いが亀裂状況により切羽の安定性が変化する粘板岩、脆弱な蛇紋岩からなり、切羽状況は主に岩種に拠っている。今回検証した TD.1380～1620m では、緑色岩

を主体とし、粘板岩が混在、2種の支保パターンを適用した。CⅡp-bでは鋼製支保工を適用、CⅡpでは、鋼製支保工を用いない支保パターンである。図-3に切羽評価点と穿孔速度の分布を示す。グラフより切羽評価点と穿孔速度（軸を反転）は、似た傾向を確認できる。図-4では穿孔速度と切羽評価点の負の相関を確認できる。ここで、切羽観察要領に示されている切羽評価点による支保選定の目安から、CⅡp-bとCⅡpの境界を50点として、穿孔速度データを分析した（図-5）。ここでは、全てのデータを切羽評価点が50点以上の穿孔速度データのグループ（青）と50点以下のデータのグループ（赤）に区別して、データの度数分布の構成比率を累計したグラフについて、穿孔速度の小さい側から累計したグラフ（評価点50点以上のグループ）と大きい側から累計したグラフ（評価点50点以下のグループ）を描き、その交点から切羽評価点50点の境界となる穿孔速度を求めた。その結果、穿孔速度2m/分を境界として、穿孔速度が遅い場合には、切羽評価点は50点以上となり、その判別確率は70%であることが分かった。

4. 施工への活用と今後の検討

現在の掘削では、穿孔速度2m/分を基準として、CⅡp-bとCⅡpの適用判定の目安として、また、鋼製支保工を用いないCⅡp施工時の注意喚起のためのツールとして日常管理に利用している。今後、各孔の分布など詳細な検討を行う予定である。

参考文献

1) 松下智昭, 宮嶋保幸, 犬塚隆明, 手塚康成: トンネル切羽の定量評価による掘削の合理化, 第44回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp.217-221, 2016.

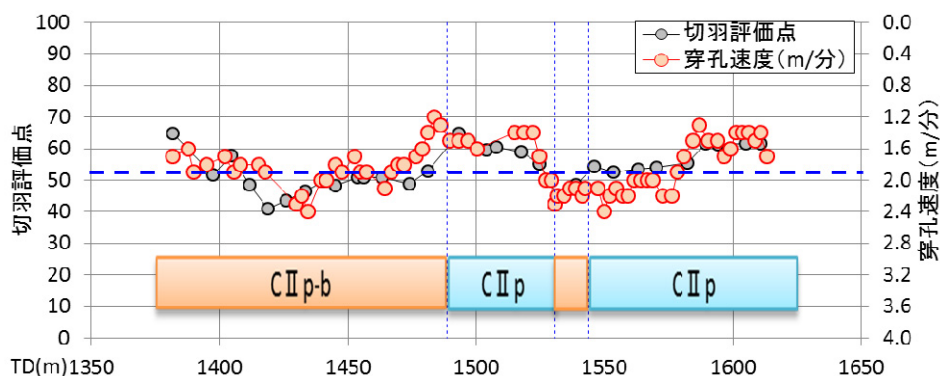


図-3 切羽評価点と穿孔速度の分布図（切羽平均値）

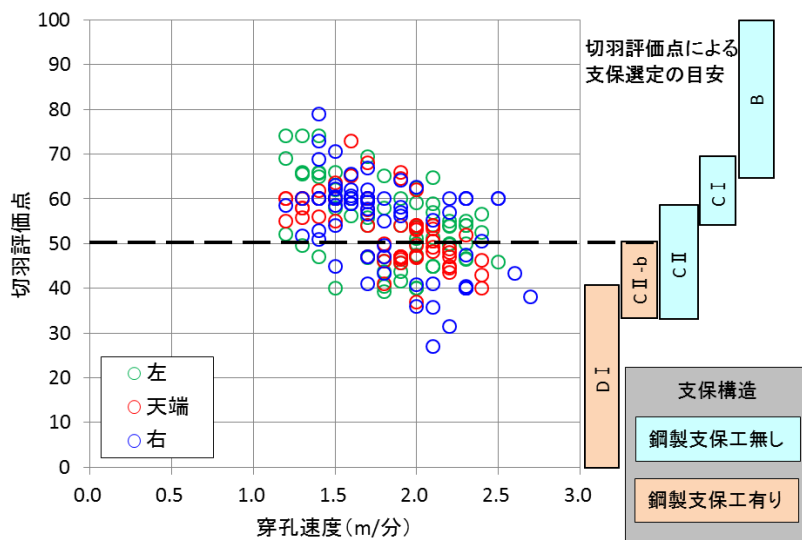


図-4 穿孔速度と切羽評価点の関係

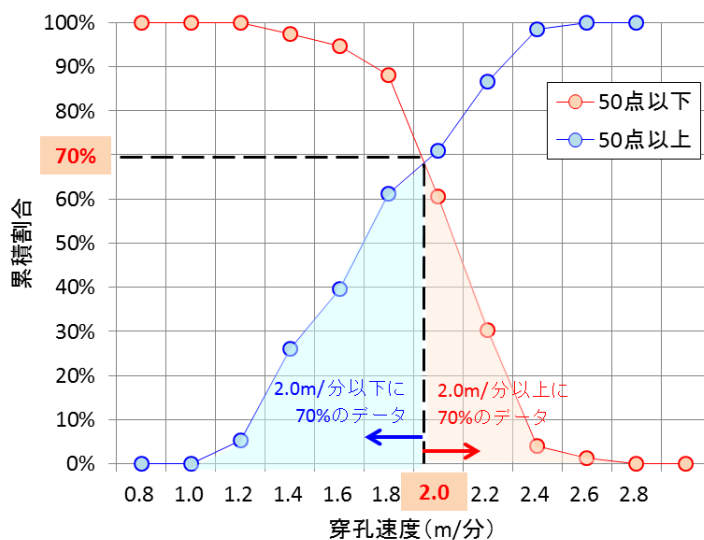


図-5 穿孔速度による切羽評価点50点の超過判定