

トンネルの施工穿孔データを利用した前方地山の予測技術

鹿島建設(株) 正会員 ○白鷺 卓 宮嶋保幸 山本拓治
西川幸一 福田博之

1. はじめに

山岳トンネルでは、作業の安全と安定した品質確保のため、地山に応じた適切な支保パターンや補助工法を選定することが重要であり、掘削時に切羽を観察して地山を評価する方法が一般的に行われている。その切羽観察は1日1回が標準であるが、通常昼夜作業で掘削が4回程度行われるため、地山の変化を見落とす可能性がある。また、切羽で目視できない弱層が坑壁や切羽の背面に存在し、大きな変状や坑壁あるいは切羽の崩壊に至る事例がこれまで少なからずある。坑壁背面の地山状況については、経験的にロックボルトの穿孔状況から硬軟を予測する方法¹⁾が知られているが、このデータを収集・分析することには多大な時間と労力を要するため、施工判断に利用できる地山評価をオンタイムに提供することはこれまで極めて困難であった。一方、コンピュータジャンボの導入が最近進んでおり、装薬やロックボルトの施工穿孔データを容易に収集できるようになってきた。そこで、これらのデータを利用し、地球統計学(クリギング)によって処理することで、既掘削区間だけでなく切羽前方の地山状況を予測するシステムを開発した。これを宮古盛岡横断道路の新区界トンネル工事に実適用し、当システムによる切羽前方地山予測の有効性と発展性を確認した。

2. 現場への実適用結果

岩手県宮古市に位置する新区界トンネルの地質は複雑な混在岩である。今回適用した区間(TD920~975m)では切羽左側に脆弱な蛇紋岩、右側に堅硬な緑色岩、その間に緑色岩と粘板岩の混在層が分布していた。

この区間において取得されたすべての穿孔エネルギーデータ(図-1)を用いて、クリギングにより空間推定し、スプリングライン(SL)での水平断面図とTD950mおよびTD970mでの横断面図を作成したものを図-2(b)に示す。切羽スケッチから起こしたSLにおける地質水平断面図である図-2(a)と比較すると、左坑壁の軟質な蛇紋岩の分布やTD945m付近右坑壁の風化部を穿孔エネルギーの低下域として捉えていることがわかる。

これは試験区間の掘削を完了し、穿孔データを十分に取得した後の評価結果であり、当然の結果と考えられる。しかしながら、実施工で求められるのは、次の施工の判断材料として利用できるような、当該切羽と前方の地山の高精度な評価および予測結果である。今回、試験区間の掘削途中までのデータを用いた予測評価を実施し、切羽前方の予測精度について検討を行った。図-2(c)は切羽がTD945mにあるときにこれより前方の地山の穿孔エネルギー分布を予測したもので、つまり、TD920~945m区間で取得された穿孔エネルギーデータ(既存データ)を用いて、データがない切羽前方地山の穿孔エネルギー分布を予測したものである。同様に、図-2(d)は切羽がTD965mにあるときにこれより前方の地山の穿孔エネルギー分布を予測したものである。

これらを今回区間の全データを用いて空間推定した図-2(b)と比較すると、いずれにおいても切羽からの距離に応じて予測精度が低くなっているものの、切羽前方5m程度までの範囲の予測精度は高いと考えている。これは、今回区間の穿孔エネルギー分布の特徴を示すバリオグラム(図-3)に示すとおり、既存データ間

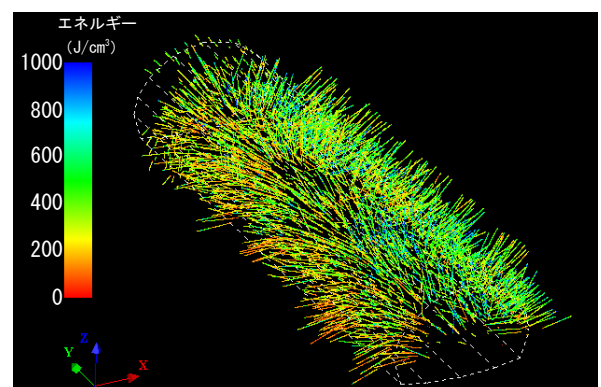


図-1 TD920~975mの全穿孔エネルギーデータ

キーワード トンネル, ドリルジャンボ, エネルギー, ICT, 可視化, 自動化

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 TEL042-489-6595

の距離に応じた関連性は、データ間距離が5m程度まで有意に高いためである。

一方、5mより前方の予測精度はデータがないために高くないことがわかる。これに対しては、削孔検層を実施することで予測精度を向上させることができると考えている。

3. おわりに

地質が複雑な混在岩地山でも、地球統計学を使えば5m程度、つまり、翌日の切羽進行分まで精度よく地質状況を予測で

きるため、施工の安全性確保に貢献できると考えている。なお、地質が単純な地山では非類似度が低い距離はさらに長くなると思われる。

当システムは、コンピュータジャンボによって取得されるすべてのデータは自動的にCIM化されるシステムとしており、現場実装によりこれまでなかった高密度な地山情報をビッグデータ化することが可能となる。支保パターンや変位などの施工データと一緒にデータベース化することで、発注者のニーズである施工記録ツールとして、供用後の維持管理への展開も容易にできると考えている。

参考文献

1) 宮嶋保幸, 岩熊真一, 戸邊勇人, 白鷺卓, 岩村武史, 白松久茂, 渥美博之: 支保パターン選定に寄与する地山評価技術の開発と適用実績, トンネル工学報告集, 第25巻, I-16, pp. 1-9, 2015.

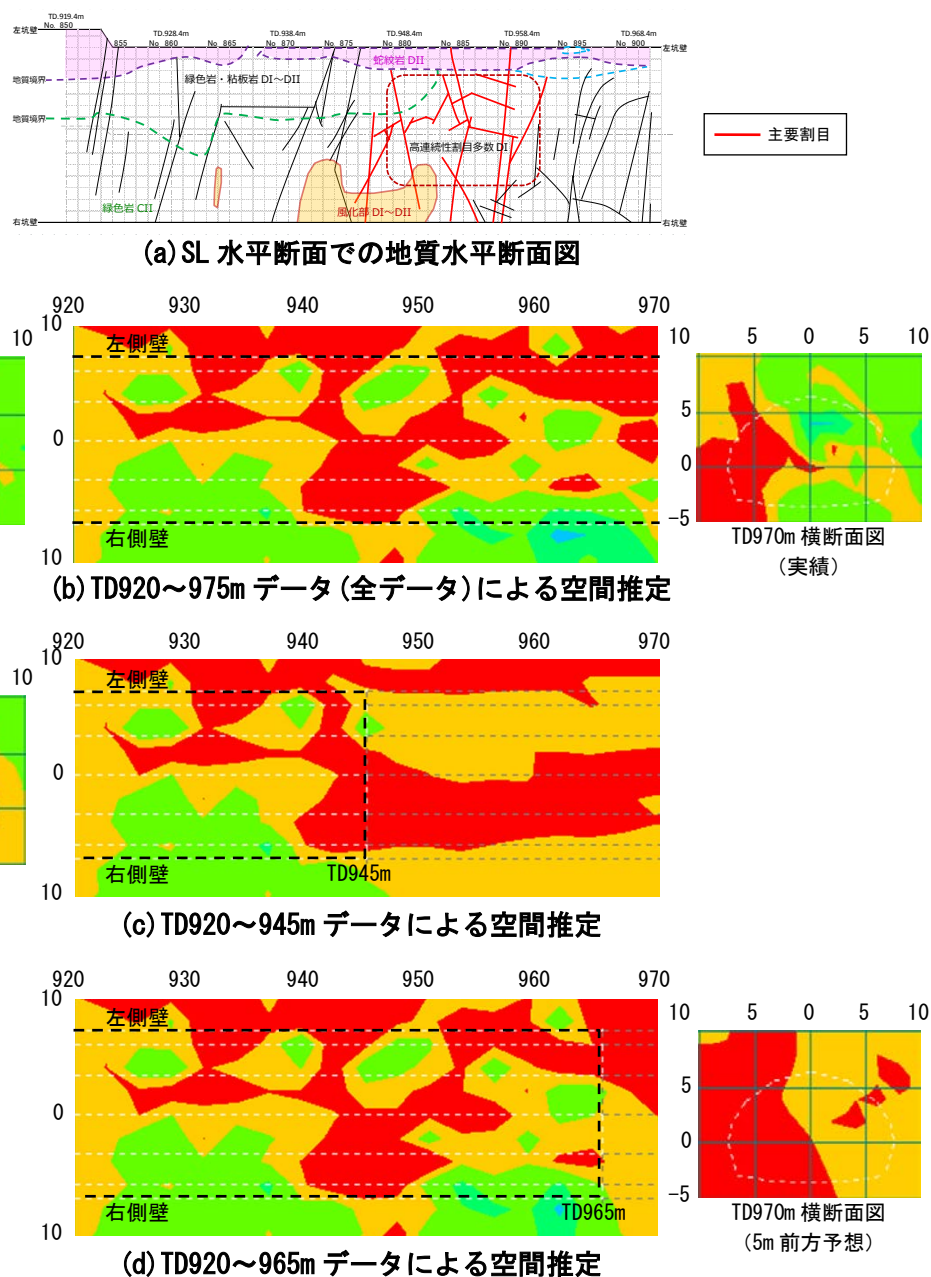


図-2 クリギングによる穿孔エネルギーの空間分布推定結果

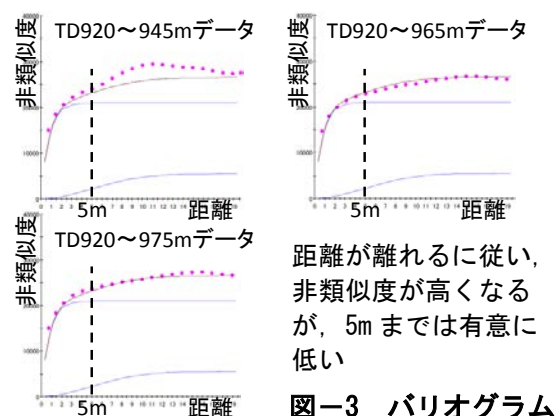


図-3 バリオグラム