

削孔エネルギーを活用した新しい切羽評価点法の試み

中日本高速道路株式会社 東京支社 秦野工事事務所 山邊 恵太
 清水建設株式会社 高取山トンネル西工事 正会員○長尾 裕貴 荒井 匠 白井 隆裕
 清水建設株式会社 高取山トンネル西工事 正会員 大坪 宏行 垣見 康介
 清水建設株式会社 新東名川西高松建設所 正会員 福田 毅

1. はじめに

一般に支保パターンの選定は、変位量、支保発生応力等、定量的な指標も加味するが、最も基本となるのは切羽評価点法による方法である。しかし、切羽評価点法は地山性状のばらつきや不確実性を有することを理解した上で地質的、かつ経験的な判断を必要とする。

そこで、著者らは合理的な発破掘削を実現する差し角自動制御システム¹⁾²⁾の運用の中で二次的に取得される削孔エネルギーを活用することで、従来技術者の技量に頼らざる得ない切羽評価に対し、削孔エネルギーという指標を補完的に関連付けることでより客観的な切羽評価を行うこととした。また、削孔エネルギーは、鏡全体で取得するため鏡の面的な情報となり、切羽の肌落ち災害防止のための安全指標としても活用できる。

このように切羽評価点に関連する観察項目のうち支保の選定に大きな影響を与える項目²⁾「A.圧縮強度」「B.風化変質」「C.割目の間隔」「D.割れ目の状態」の数値区分とドリルジャンボから取得される削孔エネルギーとの相関性を見出すことにより、施工管理の省力化とより客観的な判断ができる切羽評価点法を提案する。

この新しい切羽評価点法の有効性を確認するために高取山トンネル西工事(伊勢原市と秦野市をつなぐ全長約3.9キロメートルの2車線道路双設トンネル、内空断面積:約80m²、西側工区トンネル延長:上り線1,573m、下り線1,609m、地質:凝灰岩～凝灰角礫岩が分布)で実証試験を行ったのでその成果を報告する。

2. 地質概要と削孔エネルギーの定義

ドリルジャンボにより削孔エネルギーを取得した地山の代表的な切羽写真を図-1に示す。対象地山は基本的に凝灰岩が分布しており、部分的に強風化した凝灰角礫岩が介在するような地山である。

削孔エネルギー評価式はこれまで様々な式が提案され地山評価精度向上のための研究が進められているが、本報告ではできるだけ簡易に評価できるエネルギー式を用いることとし、次式のように定義した。

「削孔エネルギー＝1打撃あたりのエネルギー×打撃回数」

3. 切羽安全指標としての活用

図-2に図-1に示した切羽での削孔エネルギー分布を示す。相対的に鏡右側の削孔エネルギーが高くなっている。図-1の切羽写真にみるように、右側は新鮮な凝灰岩が分布しており、削孔エネルギー分布と地山性状に一定の相関性が確認できる。

この削孔毎の深度方向エネルギーを平均化して鏡面に投影したものが図-3に示す新しい切羽評価点法の帳票の「切羽削孔エネルギー」である。図-3の帳票のように、標準的な帳票に鏡の削孔エネルギー分布を補完的に与えることで、従来の帳票に客観性を与えるだけでなく、切羽評価点の信頼性を高めることができる。

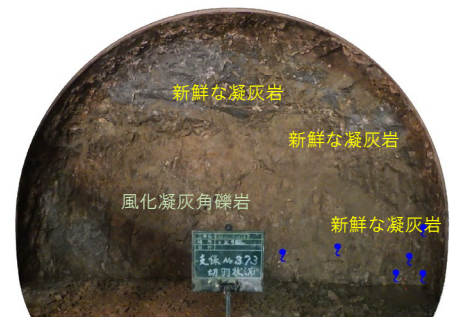


図-1 エネルギー評価対象地山の一例

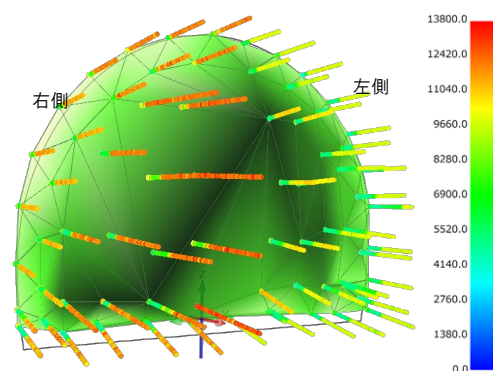


図-2 削孔毎のエネルギー分布

キーワード 削孔エネルギー, 切羽評価点法, ドリルジャンボ, 地山評価, 切羽安全指標

連絡先 〒257-0031 神奈川県秦野市曾屋 841-3 TEL: 0463-73-6434

4. 切羽評価点と削孔エネルギーの相関性

図-3 左下に切羽評価区分と削孔エネルギーの相関性を示す。各評価項目は、過去に穂別トンネル東工事²⁾で削孔エネルギーを使った地山区分評価で実績のあるエネルギー値とその標準偏差を用いて評価した。

評価項目 C, D は、評価項目 A, B に比べてデータにバラツキがあるものの、いずれの評価項目においてもある程度データの集中がみられている。すなわち、凝灰角礫岩層においては、評価点と削孔エネルギーに一定の相関性があると言えることを示唆している。データは約 40 切羽で収集したもので断定的な評価はできないが、今後も継続してデータの蓄積と評価に努めていく。

5. おわりに

ドリルジャンボから二次的に取得できる削孔エネルギーを活用して図-3 に示すような新しい切羽評価点法の提案を行った。いずれの評価項目においても一定の相関性が確認できた。ただし、断定的な評価には一層のデータ蓄積が必要不可欠である。図-3 の帳票は、現在の NEXCO 帳票を補完する資料として活用しており、引続きデータの蓄積と評価区分のしきい値の精度向上に努めたい。

参考文献

- 1) 大川, 山邊, 荒井, 大坪, 垣見, 福田: 差し角自動制御システムの適用による爆破掘削時の余掘り量低減効果, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 平成 31 年 9 月。
- 2) 大川, 山邊, 大坪, 荒井, 垣見, 福田: ドリルジャンボの機械データを活用した新しい切羽評価点法の提案, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 平成 31 年 9 月。
- 3) 国内トンネル工事史上まれにみる脆弱地山を克服～北海道横断自動車道 穂別トンネル東工事～, 清水建設株式会社 社報 土木クォーター Vol.173, 2012. 2.

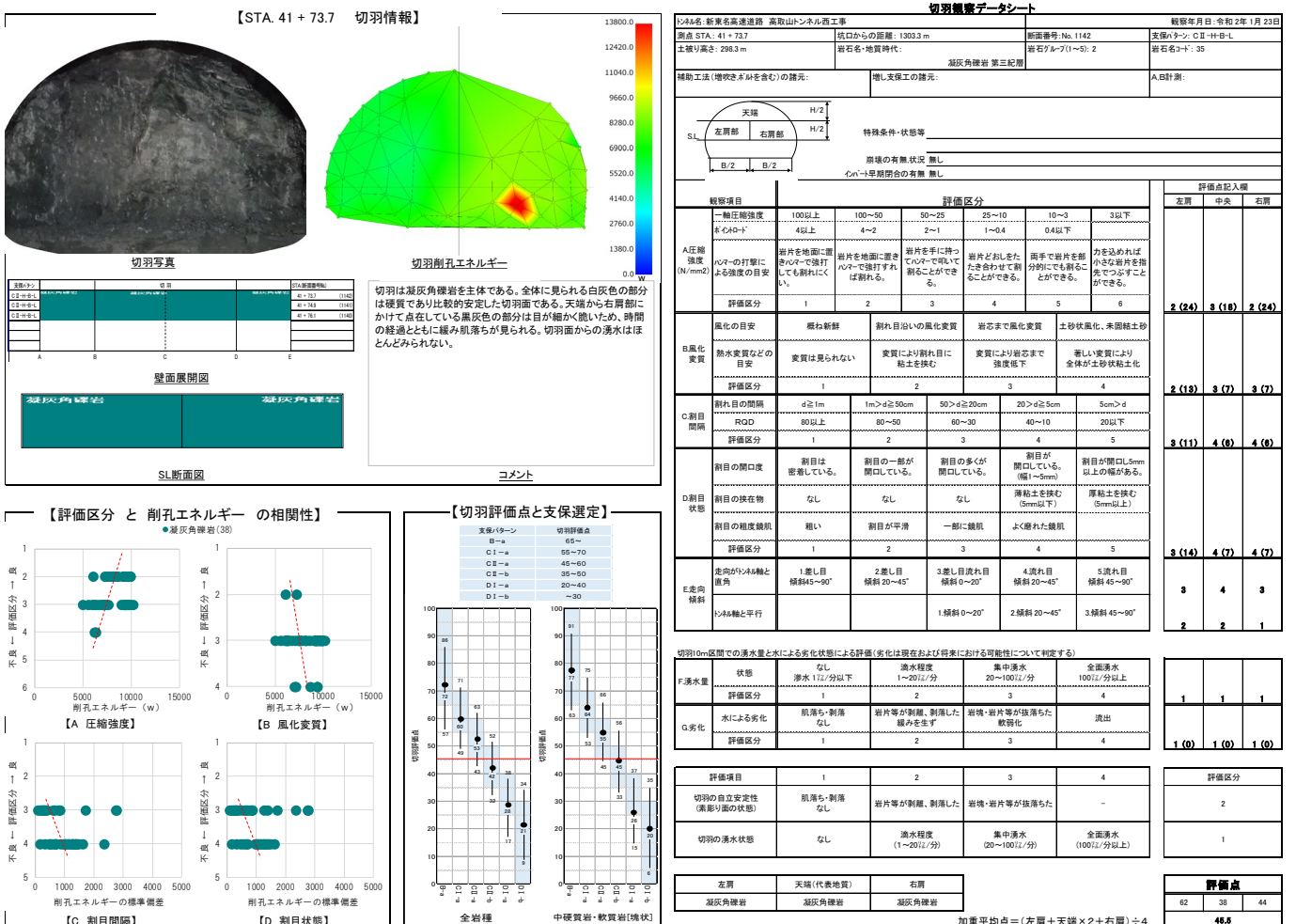


図-3 新しい切羽評価点法の帳票