

## 油圧ドリルジャンボの穿孔データを用いた切羽前方地山評価

国土交通省東北整備局 山形河川国道事務所\* 正会員 安田吾郎 正会員 ○阿部要  
熊谷組\*\* 片山政弘  
熊谷組・三井住友建設JV 新主寝坂トンネル作業所\*\*\* 正会員 広瀬俊文 正会員 高村忠勝

### 1. はじめに

トンネル掘削において、切羽前方の地質情報を精度良く把握することは、施工性・経済性・安全性を確保するうえで非常に重要な要素である。近年、施工サイクルに影響を及ぼさない簡便な切羽前方調査の手法として、ドリルジャンボのロッドを継ぎ足しながら数十m前方までノンコアで穿孔し、同時に穿孔時のドリルジャンボの負荷を機械データとして読み込み・分析することで切羽前方の地山状況を把握する方法が開発され、数多く実用化されている。今回、地質の変化が激しいトンネルで、本手法（以下 本システムと称す）による調査が、事前の支保選定に資することで経済性が向上し、また突発湧水による切羽崩壊等のリスク回避に大きく寄与したので以下に報告する。

### 2. 工事・地質概要

調査対象工事は掘削断面積約76m<sup>2</sup>、延長2937mの2車線道路トンネルをNATMにて施工するものである。工事区域の地質は、グリーンタフ地域の泥岩、砂岩、凝灰角礫岩、流紋岩、玄武岩などであり、予想以上に複雑に分布していることで、精度良く切羽前方地山を予測することが必要とされた。

### 3. 本システムと切羽前方予測評価の概要

本システムは、ドリルジャンボのロッド（L=3.0m）を継ぎ足し穿孔しながら、切羽前方の地山状況を把握するものである。調査項目は、2秒毎に自動検出される穿孔時間（速度）等から算出される打撃エネルギー（E）と、穿孔時のスライム状況、湧水量等であり、これら結果を整理・評価することで、切羽前方地山状況を毎回（毎週）30m～40m程度把握可能としている。図-1に穿孔状況と打撃エネルギー算出結果の一例を示す。尚、打撃エネルギー（E）とは削岩機の特長や穿孔時の負荷を考慮した定数であり、式1で示される。

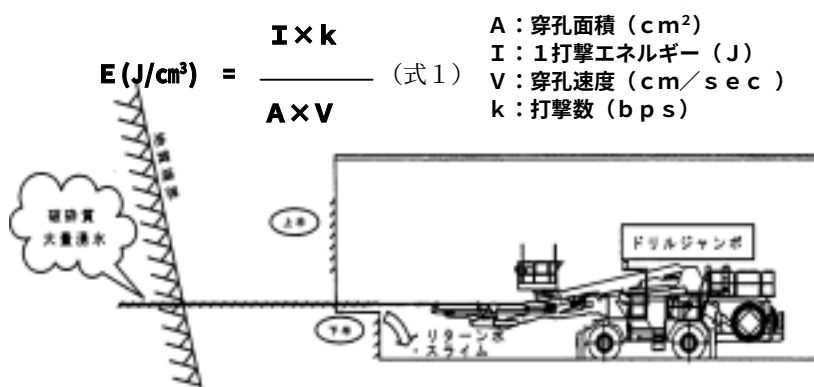
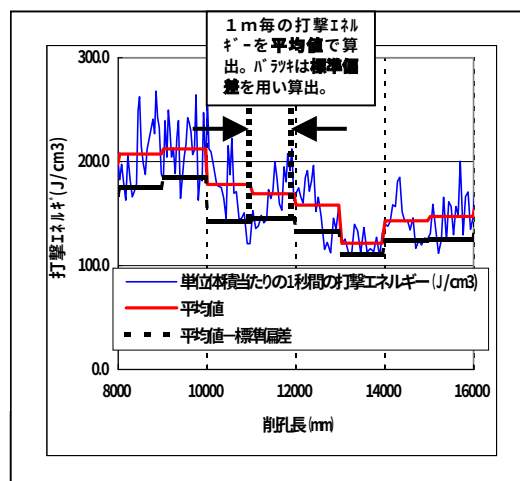


図-1 穿孔状況概要図



### 4. 切羽前方地山予測評価法の概要

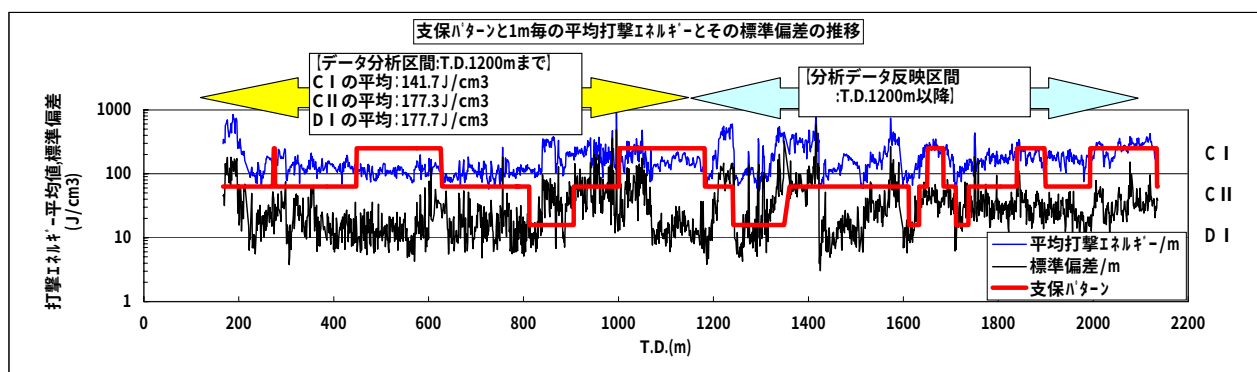
図-2に掘削進行に伴う1m毎の打撃エネルギーの平均値（以下 平均打撃エネルギー）とその標準偏差の推移を示す。今回はT.D.1200mまでのデータを支保選定の目安としながらも今後の施工へ反映させるための  
キーワード：トンネル、穿孔データ、標準偏差、切羽前方地山評価、

\*〒990-9580 山形県山形市蔵王西成沢47 TEL023-688-8421 FAX023-688-8435

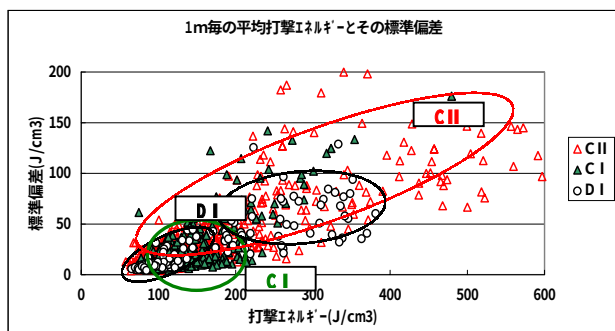
\*\*〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 TEL 03-3235-8622 FAX 03-3266-8525

\*\*\*〒999-5402 山形県最上郡金山町大字金山字下山1954-24 TEL:0233-64-2451 FAX:0233-64-2453

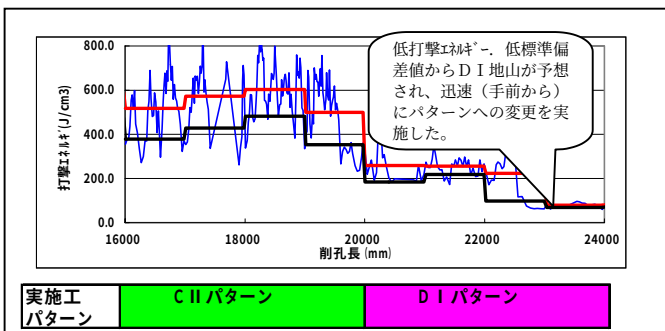
データ分析区間と位置づけた。打撃エネルギーは一般的に値が大きいほど地山が良好化することが知られているが、今回のデータ分析区間では図－2に示すように、良好地山が期待できるC Iパターン区間で打撃エネルギーの総平均値が最小値（141.7J/cm<sup>3</sup>）を示す結果となった。この結果は打撃エネルギー値の大小だけが地山状況を反映しているわけではないことを示唆しており、T.D.1200mまでのデータの傾向やこれまでの研究から、1m区間のデータの（割れ目を反映すると考える）バラツキも切羽安定性の評価に関与していることが予想された。これらのことから、前方地山評価（支保選定）は打撃エネルギー値の大小とバラツキを評価することで精度が向上すると考え、図－3に示すような平均打撃エネルギー値とその標準偏差を散布図に表した。その結果、C Iパターンは、特に高打撃エネルギー値を示さないがバラツキは小さい等、各支保パターン毎にデータの分布域に特徴があることが判明した。



図－2 支保パターンと1m毎の平均打撃エネルギーとその標準偏差の推移



図－3 平均打撃エネルギーと標準偏差の散布図



図－4 支保パターン変更時のデータの一例

## 5. 結果

図－3の散布図をひとつの指標とし、切羽状況を観察しながらT.D.1200m以降の施工および支保パターン選定を進めている。本システムにより切羽前方を穿孔することで、数回の突発湧水を回避することができ、安全性に大きく寄与した。また、平均打撃エネルギー値の大小に加えバラツキを考慮したことで、前方地山状況把握のうえで効果が上がり、地山性状に合致した支保パターン変更を迅速に行うことが可能となった（図－4）。支保パターン変更を迅速に行うことは経済的なトンネル掘削にも寄与していると考えられる。

## 6. まとめと今後の課題

- ・ 平均打撃エネルギー値の大小に加えバラツキを考慮したことで、地山性状に合致した支保パターン変更を迅速に行うことで経済性に寄与したと考える。
- ・ トンネル掘削前に地下水を排出することができ、切羽崩壊などの施工上のリスクを回避することができた。
- ・ 今後、予測精度を高めるための更なるデータの蓄積と検討が必要である。

### 【参考文献】

- 1) 柴田，片山(2003)：長尺穿孔データを用いた切羽前方地山評価法に関する一考察，土木学会関東支部第30回技術研究発表会講演概要集