

第二東名浜松トンネル（下り線）で実施したTBM坑内からの長尺穿孔データと地質特性

日本道路公団浜松工事事務所* 余田龍彦

(株)熊谷組** 片山政弘・正会員 石濱茂崇

熊谷・東急・大本浜松トンネル西JV***。正会員 橋本浩一・山瀧正興

1. はじめに

山岳トンネルなどの地下空洞を掘削する場合、切羽前方の地質を把握しておくことは施工を進めるうえで非常に重要な要素である。近年、簡便に前方地山の地質状況を判断する方法として、油圧ドリルで数十m前方まで穿孔し、同時に計測された穿孔機械データを分析・評価することが試みられ、多くの成果を挙げている。今回、TBM掘削工事に際し、施工上問題が予想される低土被り区間(最小土被り10m～15m程度、延長約250m)において6回にわたり長尺穿孔を実施した。調査結果から、長尺穿孔データ値の高低やばらつきと岩種・岩質に関連性が認められたので以下に報告する。

2. 工事・地質概要

第二東名高速道路浜松トンネル西工事は、静岡県引佐郡引佐町から同浜松市滝沢町に至る浜松トンネル下り線(掘削断面積約184㎡、延長3,262m)をφ5m TBM導坑(L=3,147m 発進・到達坑72m)を先進させた後、NATMにて切り抜けを行うものである。

地質は秩父中古生層に属する混在岩であり、チャート、石灰岩、緑色岩類、粘板岩および千枚岩で構成される。今回、検討区間で確認された地質は、緑色岩類である変はんれい岩(Ga)、少量のチャート礫を混在する凝灰岩基質混在岩(Tf)、および粘板岩(Sl)、チャート礫を混在する粘板岩基質混在岩(Sl(Ch))である。

3. TBMにおける穿孔システムと打撃エネルギーの概要

TBMにおける穿孔状況の概要図を図1に示す。油圧ドリルはシールド部後方に設置され、10°の仰角でロッドを継ぎ足しながら前方地山を穿孔する。穿孔時にはスライムや削孔水の色調を観察し、また、機械データは2秒毎にパソコンを介して自動保存した後、打撃エネルギーを算出する。尚、打撃エネルギー(E)とはドリフターの特性や穿孔時の負荷を考慮した定数であり、式1で示される。

$$E = \frac{I \times k}{A \times V} \quad (\text{式1})$$

A: 穿孔面積 (cm²)

I: 1打撃エネルギー (J)

V: 穿孔速度 (cm/sec)

k: 打撃数 (bps)

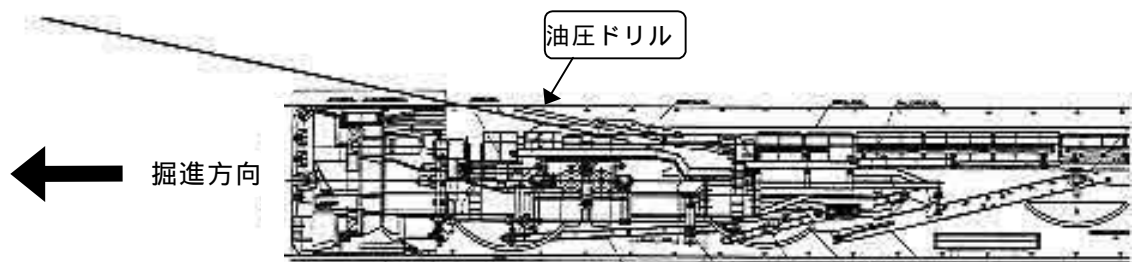


図1 穿孔状況概要図

4. 各岩種と打撃エネルギー値

図2に穿孔延長距離に対応する打撃エネルギー値(1分間の平均)の推移と岩種分布・支保パターンを示す。

キーワード: TBM、穿孔データ、打撃エネルギー値、標準偏差

* 〒430-0923 静岡県浜松市北寺島町 617-6 TEL:053-455-0947

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

*** 〒431-2215 静岡県引佐郡引佐町大字白岩 208-1 TEL:053-528-2281

尚、穿孔延長距離は穿孔角度、地質構造（トンネル縦断に対し30°～50°の流れ盤）を考慮し補正を行っている。図3に各岩種別の打撃エネルギーの平均値とそれらデータの標準偏差を示す。

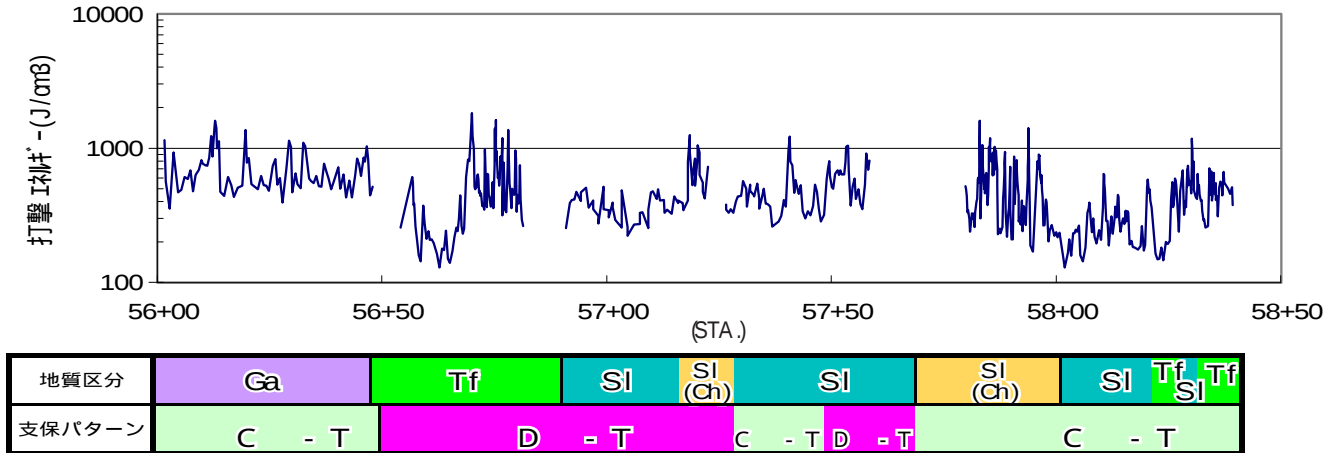


図2 延長距離に対する打撃エネルギーの推移とTBM縦断地質状況との比較

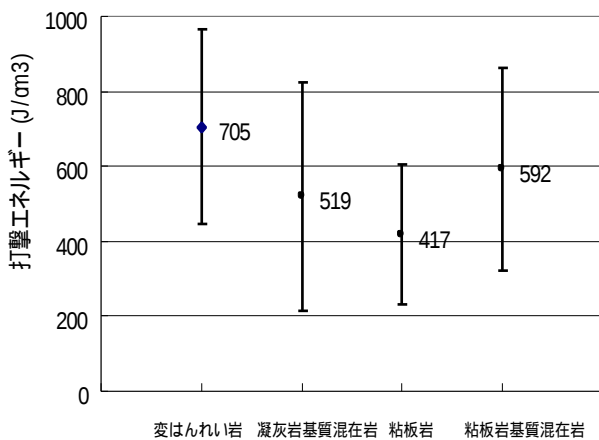


図3 各岩種と打撃エネルギー

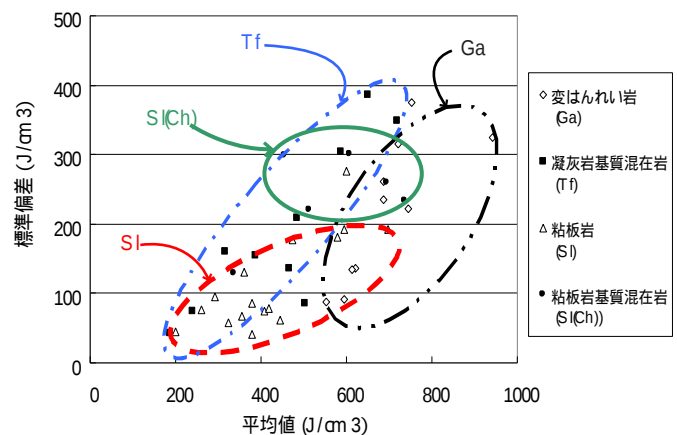


図4 打撃エネルギー平均値とその標準偏差の関係

打撃エネルギーの平均値は変はんれい岩で最大値705 (J/cm²)を示し、粘板岩で最小値417 (J/cm²)を示す。事前調査の一軸圧縮強度試験でも同様の結果が得られていることから、打撃エネルギー値の高低は岩塊の強度が大きく関与していると考えられる。

5. 各区分・岩種での打撃エネルギー値とその標準偏差との関係

TBM掘削時の地質調査区間毎(4.5mまたは5.0m毎)の打撃エネルギーの平均値と標準偏差値(データ値のばらつきを表す指標)の関係を図4に示す。全体的に平均値の増加とともに標準偏差値が大きくなる傾向が認められるが、岩種毎に傾向が異なる。例えば、粘板岩は比較的平均値や標準偏差値が低い箇所に集中するのに対し、粘板岩基質混在岩では標準偏差値がやや高く、まとまった箇所に集中する。これは、それぞれの岩質の特性を反映していると考えられる。即ち、粘板岩はやや軟質であるが、割れ目が少ないと考えられ、このような箇所では天端崩落などの問題は少なかった。一方、粘板岩基質混在岩では、粘板岩に混在するチャート礫(礫・基質境界は工学的な不連続面と見なせる)の影響を受け、値がばらつく。このような箇所では礫などの小崩落が確認された。打撃エネルギー値の高低やばらつきの特性を把握しておくことは、混在岩の前方地山性状を評価するうえで有用な情報を与えると考えられる。

6. まとめ

- 1) 打撃エネルギー値の高低は岩塊の強度が大きく関与していると考えられる。
- 2) 打撃エネルギー値の高低とそのばらつき(標準偏差)の傾向は岩種・岩質毎に特性があると考えられる。
- 3) 打撃エネルギー値の岩種・岩質毎の特性を把握しておくことは、今後長尺穿孔を実施した際に、前方地山性状を評価するうえで有用な情報を与えると考えられる。