

第二東名浜松トンネル（下り線）でのTBM掘削データと地山特性  
- 付加体堆積相における事例 -

日本道路公団浜松工事事務所\* 望月俊明  
(株)熊谷組\*\* ○正会員 石濱茂崇・西村清亮  
熊谷・東急・大本浜松トンネル西JV\*\*\* 田部井雅弘・正会員 高村忠勝

1. はじめに

トンネルボーリングマシン（以下 TBM）では、切羽最先端の地山状況を直接観察することはできない。よって、急激な地山変化へ対応するためには、TBM の機械データの変化を早期に察知することが重要である。このため、機械データと地山との対応関係が様々な形で議論されているが、その議論の多くは機械データと地山強度との関係について行われており、地質構造の特徴を考慮した検討事例は少ない。そこで本論では、浜松トンネル西工事における TBM 機械データと地山との対応関係を地質構造の特徴を考慮に入れて検討する。

2. 工事概要

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 184m<sup>2</sup>、延長 3,262m）をφ5mTBM 導坑（L=3,147m、発進・到達坑 72m）を先進させた後、NATM にて切り拓けを行うものである。

3. 地形・地質概要

本トンネルは、赤石山地の南端部に位置し、周囲は標高 150～350m 程度の丘陵性山地である。地質は秩父累帯に属する中生代ジュラ紀の付加体で、緑色岩類や粘板岩、石灰岩、チャートなどからなり、これらの岩石が破断変形して混合した混在岩も広く分布する。このような構造は付加体で特徴的に認められる。今回の検討範囲における本トンネルの地山は、次の二つの岩相に大きく区分される。

- 1：混在岩相・・・粘板岩もしくは苦鉄質凝灰岩を基質とし、様々な岩塊（チャート、石灰岩、緑色岩類、粘板岩など）を礫状に含む。なお、トンネル坑壁では層状構造を呈する。
- 2：緑色岩相・・・弱変成を受けた玄武岩や斑レイ岩。なお、トンネル坑壁では塊状構造を呈する。
- 付加体では、このような岩相の境界は断層であることが多く、その周辺では断層面に平行な亀裂が発達し、脆弱化していることが多い。本トンネルにおいても同様な地質構造が認められる。

4. TBM仕様

表 1 に本工事で採用された TBM（写真 1）の仕様を示す。



写真 1 TBM 外観

表 1 TBM仕様

|         |                |                           |              |                         |
|---------|----------------|---------------------------|--------------|-------------------------|
| 形式      | オープン型 TBM      | 推進装置                      | 総推力          | 1,000tf                 |
| 掘削標準外径  | φ=5,000mm      | スラストジャッキ                  | 250tf X 4本   |                         |
| TB機長    | 13,938mm       | ストローク                     | 1,600mm      |                         |
| TB設備全長  | 96,638mm       | 伸張速度                      | 最大 100mm/min |                         |
| 総重量     | 380t (本体 200t) | グリッパ装置                    | 押付け力         | 片側 1,200tf              |
| カッタヘッド  | カッタ駆動総出力       | 900kW (全体 1210kW)         | 接地圧          | 29.6kgf/cm <sup>2</sup> |
|         | 駆動方式           | 電動駆動式                     | シールドジャッキ     | 100tf X 4本, 1.15m/st    |
|         | 回転数            | 2.0~8.0rpm (可変速・イバ-制御)    | 後続台車         | 9台                      |
|         | トルク            | (常用) 110tf-m (最大) 165tf-m | ベルト幅         | 600mm                   |
| ディスク装置数 |                | 37個 (17インチ)               | 搬送能力         | 250m <sup>3</sup> /h    |

キーワード：TBM 付加体堆積相、地質構造、スラスト推力

\* 〒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

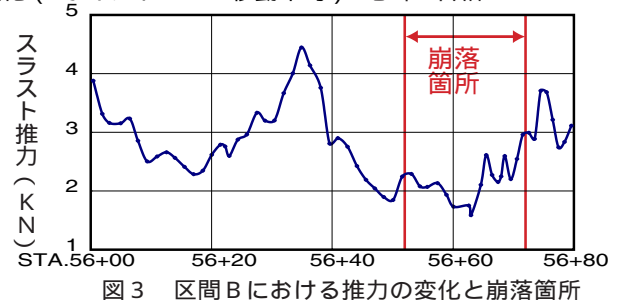
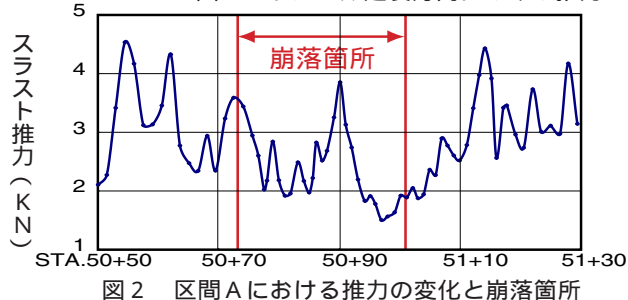
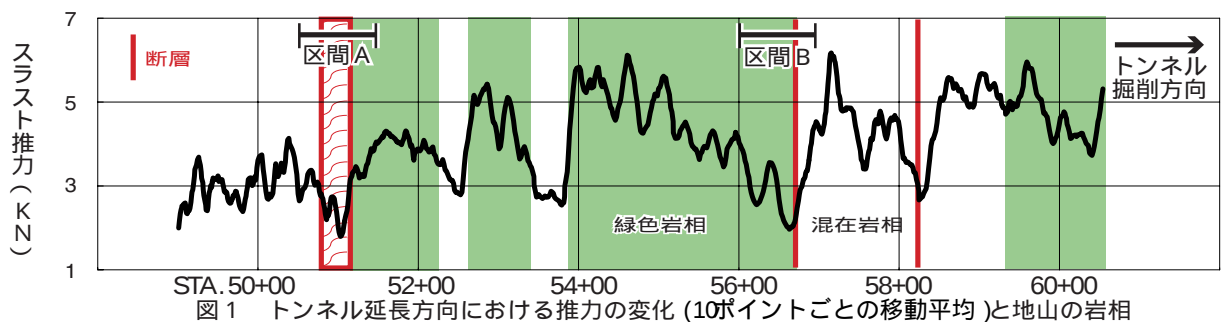
## 5. スラスト推力と付加体の地質構造との関連

様々な機械データと付加体の地質構造との関連を検討した結果、スラスト推力が最も良い関連性を示したため、本論ではスラスト推力と付加体の地質構造との関連について検討する。スラスト推力は、切り込み深さなどと組み合わせて岩盤強度を求める試みも行われており（福井ら<sup>1)</sup>）地山の力学的特徴を良く表す指標の一つである。

図1に地山の岩相と1ストロークごとのスラスト推力（10ポイントごとの移動平均）を示す。スラスト推力は全般的に混在岩相よりも緑色岩相で高い。特に、STA.51+20～STA.56+50の区間は、全体として緑色岩相の卓越する区間であるが、混在岩相を夾在するところでスラスト推力が低下する傾向がみられる。また、スラスト推力は岩相境界もしくは断層で局所的に低下する。特に、岩相境界が断層である場合に、その周辺でスラスト推力は最も低い値を示す。これは、岩相境界が断層で接する 경우가多く、その周辺が脆弱化しているという付加体特有の地質構造が影響していると考えられる。

次に、岩相境界が断層である区間（区間Aおよび区間B）について、より詳細な検討を行った（図2、図3）。これらの区間では、断層の影響により脆弱化し、天端～SLが崩落を起こしている。そこで、断層の影響による崩落箇所とスラスト推力との関連を検討した。

区間Aではスラスト推力が低下する区間と崩落箇所との間に整合性がある。しかし、区間Bでは崩落箇所よりも手前からスラスト推力が低下した。これは、岩相を境する断層が40°程度の流れ盤であるため、天端～SLで崩落を起こす前に、インバート～SLに脆弱部が現れた影響でスラスト推力が低下したためと考えられる。



## 6. まとめ

- 1) スラスト推力は混在岩相よりも緑色岩相で高い値を示す。
- 2) 低角で交差する流れ盤の断層や脆弱部では、スラスト推力が低下し始めた段階で地質構造を考慮することによって、脆弱部の天端への出現位置や崩落の危険性を予測することができる。

## 7. 今後の課題

今回はスラスト推力に焦点を絞り検討を行ったが、今後は他の機械データと付加体地山の地質構造との関連性についてもさらに検討を進めていく予定である。

## 文献

- 1) 福井勝則・大久保誠介, 1997, TBMの掘削抵抗を利用した岩盤物性の把握. トンネルと地下, 28, 123-131.