

# 軟弱地質の小土被りトンネルにおける巨礫出現時の施工について —東北中央自動車道 やまがたざおうトンネル工事—

(株)熊谷組 正会員 ○星 太一  
(株)熊谷組 正会員 大竹 輝

## 1. はじめに

山形蔵王トンネルは営業中のゴルフ場、一級河川である酢川および主要路線である国道13号線の直下を横断し、全線に渡り小土被り2D以下(D=12.3m最大25m平均15m程度)となる位置に延長944m全線DⅢの支保パターンとして計画されている。本地域は、蔵王山系の土石流堆積物が起源の扇状地に位置する。地質は扇状地堆積物(fn-g, fn-m)、酸性河川酢川の影響を受けた第四紀の酢川泥流堆積物(sd-g, sd-m)、新第三紀鮮新世葉山層の凝灰岩・凝灰角礫岩(Htb)から構成されており、一般的に固結度は低く軟弱である(図1)。本稿では、これらの地形条件のもと、トンネルに出現する巨礫を克服し無事貫通を迎えた工事の報告を行う。

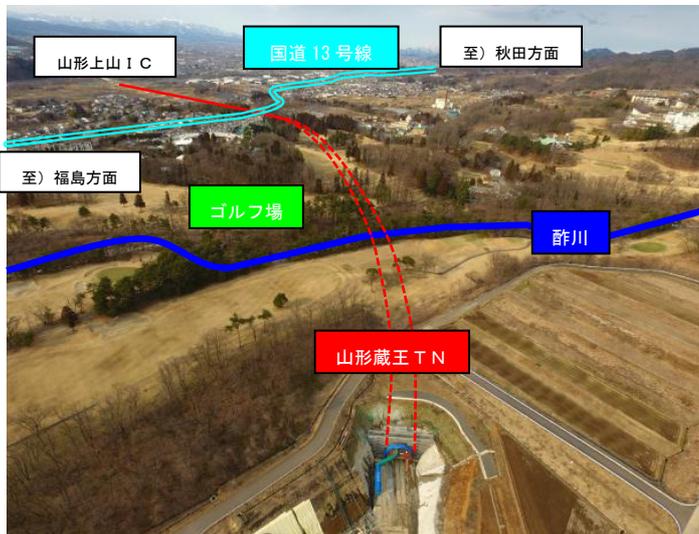


写真1 トンネル周辺状況

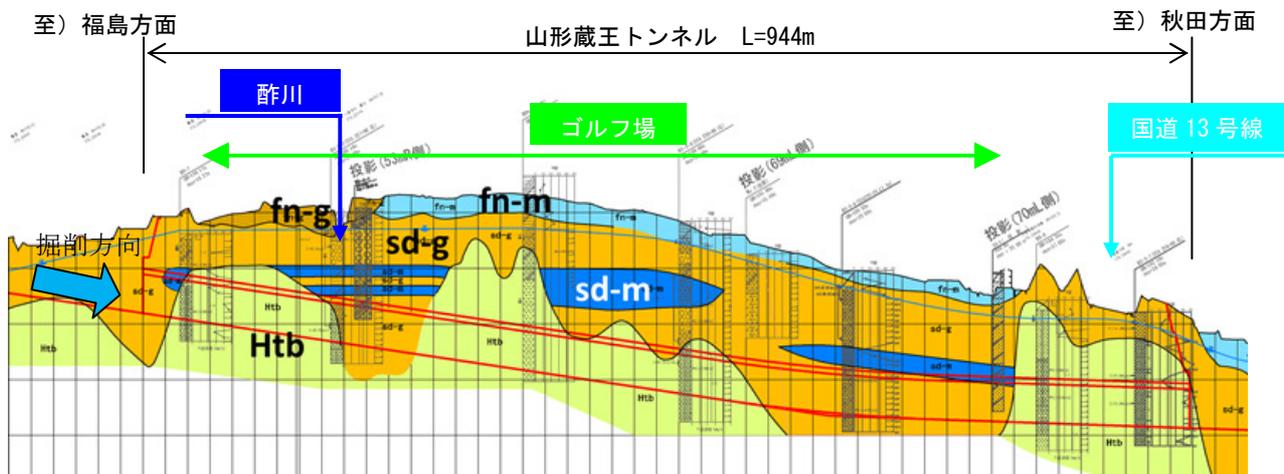


図1 地質縦断面図

## 2. 掘削工法および補助工法

本トンネルは地質的に軟質であるため、機械掘削方式を採用した。掘削工法及び補助工法については、酢川泥流堆積物(sd-g)：土砂(玉石、粘性土混り砂礫)では、切羽から1D以内でインバート吹付を行う全断面早期閉合工法を採用し注入式長尺鋼管先受工(AGF)を標準とした。一方、葉山層の凝灰角礫岩(Htb)の軟岩部では補助ベンチ付全断面掘削工法とした。

## 3. 坑口付け掘削時における巨礫群の出現

起点側坑口部で切土を行った結果、軟質な酢川泥流堆積物内に写真2に示すような径4m程度の巨礫が確認された。地質的にトンネル部においても、巨礫が出現することが推測され、掘削面から近い位置に存在している場合、緩み等により地山が巨礫を支持できなくなり、崩落の可能性があるため剥落や抜け落ちが懸念された。特に小土被りであることから、巨礫の抜け落ちが地表面沈下や陥没に直結することと、切羽作業での安全確保の

キーワード 小土被り 巨礫 注入式長尺鋼管先受工(AGF) 見える化

連絡先 〒980-0011 宮城県仙台市青葉区上杉5-3-36 株式会社熊谷組 東北支店 土木部 TEL022-262-2815

観点から掘削着手直前に転石対策工フロー（図2）を作成し、施工に臨んだ。

### 4. AGF 鋼管による巨礫の天端縫い付け効果と見える化

当初より地表面沈下防止対策・切羽安定対策として注入式長尺鋼管先受工（AGF）が計画されていた。加えて、AGF 鋼管による巨礫の地山への縫い付け効果も期待した。但し、巨礫の強度は 150MPa 程度であり、トンネル天端に巨礫が出現した場合、鋼管の削孔・打設が困難になることが想定された。巨礫に対する削孔の可否を事前の試験施工にて確認した。掘削時における巨礫の出現状況を写真3, 4に示す。写真4のようにトンネル内に出現せず支保部材の上部に存在した巨礫についても、AGF 鋼管により事前に地山への縫い付けが行え、抜け落ち等を防止することができた。

また、AGF 鋼管打設時には、全ての鋼管打設において穿孔エネルギーの収集を行い、トンネル全線で天端部の地山状況の見える化（図3参照）を図り、巨礫の出現位置、大きさおよび強度の推定など、施工時の地山情報として有効利用を行った。



写真2 坑口部で出現した巨礫

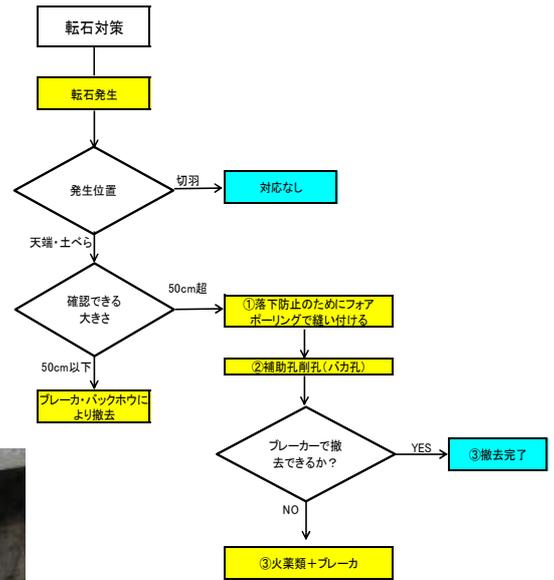


図2 転石対策フロー図

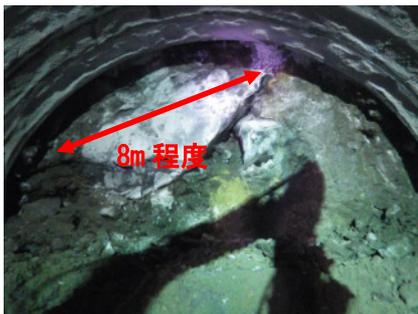


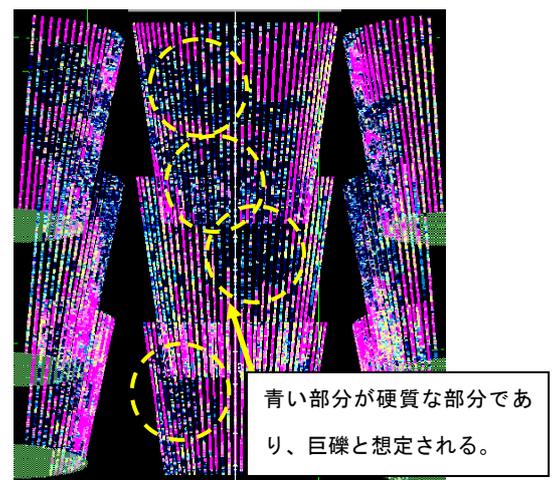
写真3 トンネル断面内に出現した巨礫 写真4 支保工上部に出現した巨礫

### 5. まとめ

トンネル掘削が進むにつれて、当初想定よりも切羽からの肌落ちもなく、地山の性状とAGFの効果もあり想定した緩みも観察されなかった。天端に施工したAGFは、巨礫縫い付けにも期待通りの効果を発揮し、抜け落ちなどを抑制することができた。ブレーカなどで破碎できない硬質な巨礫についても火薬を準備して施工を行うこととなったが、同様の効果を得られた。

また、トンネル全線において天端部分の巨礫を含め地質状況を見える化し把握できたことは、小土被り部の施工の先手管理としては大きな情報となった。

本トンネルは平成29年9月末に無事貫通することができたのも、巨礫の事例だけでなく事前に想定される事象から対策工をフロー化し、実態に合わせて修正して臨んだ結果であったものと思われる。



青い部分が硬質な部分であり、巨礫と想定される。

左側面 平面図 右側面

0-60	位置図
60-90	確認位置(数)
90-100	
100-120	
120-140	
140-160	強度色帯(軟～中硬)
160-180	
180-200	
200以上	強度色帯(中硬～硬)

図3 穿孔エネルギーによるトンネル天端探査