

## 未固結な土石流堆積物におけるトンネル断面早期閉合の効果について

ハザマ土木事業本部 正会員 ○河邊 信之  
 国土交通省北海道開発局 久保田 良司  
 ハザマ札幌支店 海老子川 啓 日野 道雄

## 1. はじめに

低土被り部で未固結な脆弱層が厚く堆積している地山においては、補助工法の実施により天端・鏡面の安定は得られるものの、掘削の進行に伴ってトンネル断面の沈下を招くことがある。このような現象に対しては、トンネル断面の早期閉合が一つの有効な対策工法と考えられている。今回、未固結な土石流堆積物がトンネル直上に  $1.5D \sim 2.5D$  ( $D$ : トンネル径) 程度と厚く堆積しているトンネル坑口部で、早期閉合を実施することにより、トンネル断面の沈下抑制効果を確認したことから、以下に報告する。

## 2. 対象トンネルの概要

今回、対象としたトンネルは、国土交通省北海道開発局発注の弁慶トンネル(仮称)である。当トンネルの起点側坑口部は広い緩斜面から扇状地が分布しており、トンネル延長約 200m にわたって平均  $N$  値 16 の巨礫 ( $\phi 50 \sim 300\text{cm}$ ) 混じりのルーズな古期土石流堆積物 (Dfd1 層) が  $30 \sim 40\text{m}$  程度厚く分布している。また、トンネル直上の土被りは、一様に  $1.5D \sim 2.5D$  ( $15\text{m} \sim 25\text{m}$ ) 程度であり、 $N$  値 50 以上で確実にトンネル支持層として見込める海浜堆積物 (Sd1 層) はトンネル基盤より  $7 \sim 15\text{m}$  下である。図-1 に弁慶トンネル始点側坑口部地質縦断面図、写真-1 に切羽で出現した巨礫混じりの未固結地山の状況を示す。

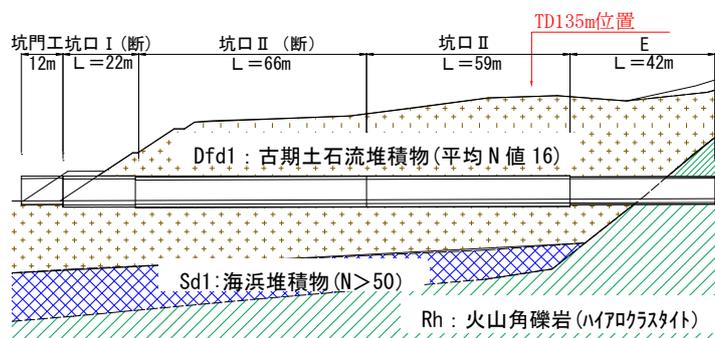


図-1 弁慶トンネル始点側坑口部地質縦断面図



写真-1 切羽状況図

## 3. ミニベンチカット工法によるトンネル断面の早期閉合

当坑口部の施工にあたっては、上記に示したルーズな地山の出現を予想していたことから、天端部の安定対策として注入式長尺鋼管フォアパイリング、鏡面の安定対策として長尺鏡ボルト工を実施した。また、トンネル直上およびトンネル脚部付近にルーズな古期土石流堆積物が厚く堆積しており、トンネル脚部の沈下発生が懸念されたため、ミニベンチカット工法によるトンネル断面の早期閉合を実施した。図-2 に切羽付近における対策工図を示す。

今回、ミニベンチカット工法による早期閉合は上半、下半をそれぞれ  $2\text{m}$  掘削した後、切羽作業を中断しインバート掘削およびインバート吹付けコンクリート ( $t=20\text{cm}$ ) を行って閉合させた。なお、切羽からの閉合距離は、トンネル上半切羽からインバート吹付けコンクリートまで最大  $10\text{m}$  ( $\approx 1D$ ) 以内で行った。図-3 に切羽付近における早期閉合要領図を示す。

キーワード 早期閉合, トンネル沈下, ミニベンチカット工法, 土石流堆積物

連絡先 〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5 ハザマ土木事業本部技術第二部 TEL03-3588-5770

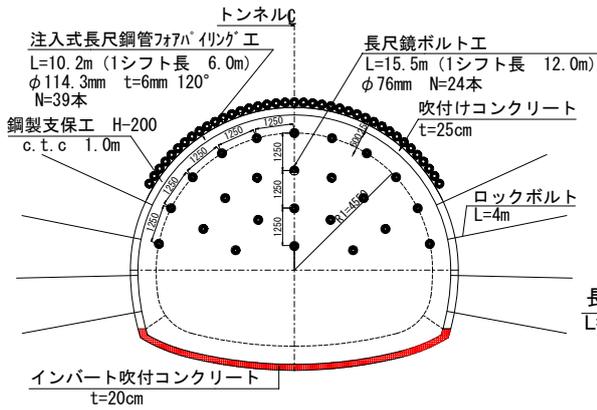


図-2 切羽付近における対策工図

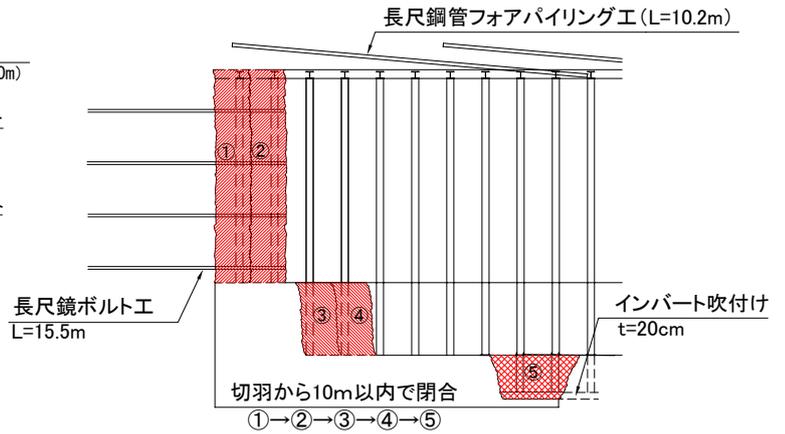


図-3 早期閉合要領図

4. 早期閉合による沈下抑制効果

図-4に対象区間のうち最も変位量が大きかった135m地点のA計測天端沈下・内空変位測定結果を示す。これによると掘削後のトンネル断面への内空変位量は5mm程度とほぼ一定であるが、トンネル天端および上半脚部位置での沈下量はほぼ40mm程度で均等に沈下している。ただし、沈下量の40mm程度は、同様な地質条件で先行して掘削した終点側坑口部と比較すると1/3~1/5程度と小さく、管理基準値に収まっている。また、図-5にはトンネル切羽が10m進行した時の天端沈下量と最終天端沈下量との相関関係を、その他のトンネル実績に比較して示した。これによると、一般的なトンネル切羽10m進行時の変位量と最終天端沈下量との相関関係を示す近似式より、早期閉合した場合の近似式は最終沈下量が小さくなっており、早期閉合が沈下抑制に大きく効果があることがわかる。

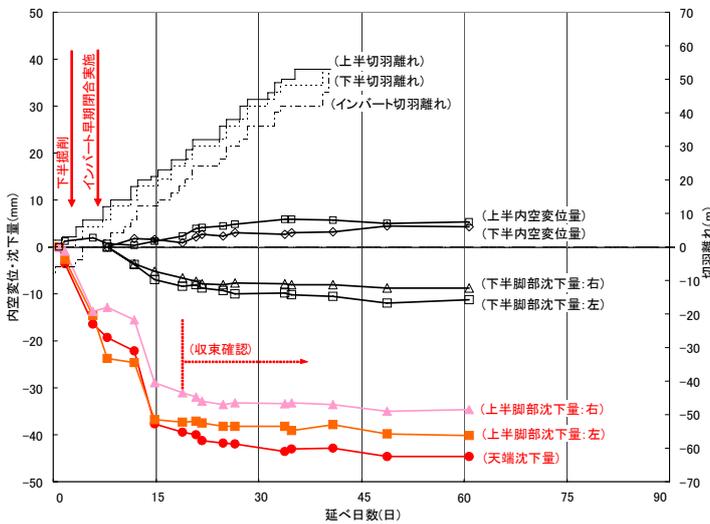


図-4 A計測天端沈下・内空変位測定結果

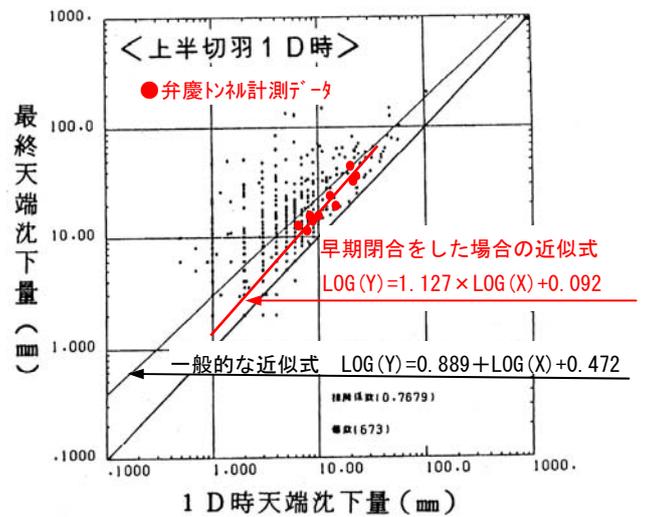


図-5 1D時天端沈下量と最終天端沈下量

※「道路トンネル観察・計測指針

日本道路協会 pp.130」に加筆

5. まとめ

ルーズな土石流堆積物が厚く堆積している地山におけるトンネル沈下に対して、ミニベンチカット工法によるトンネル断面早期閉合が有効であることを示した。早期にトンネル完成断面で閉合させることは、一般的にトンネル沈下に対して効果があるといわれているが、定量的に評価している事例は少ない。今後、早期閉合を行った場合の初期段階で発生している変位量と最終沈下量との関係等の事例収集に努め、報告していきたい。