

# 一般国道452号芦別市鏡トンネルの 施工状況報告について②

札幌開発建設部 岩見沢道路事務所 第2工務課 ○山田 慶太  
須田 典一  
熊谷・宮坂特定建設工事共同企業体 牧原 雅和

鏡トンネルは一般国道452号盤の沢道路において現在施工中のトンネルである。本トンネルでは亀裂が発達した新第三紀川端層の泥岩砂岩の互層が全線に分布している。本論文では脆弱な地山に対して実施してきたトンネル内空変位の抑制対策等、現在までの施工状況と今後の課題について報告する。

キーワード：山岳トンネル、地質

## 1. はじめに

### (1) 事業概要

一般国道 452 号は、夕張市を起点に旭川市に至る延長約 110km の幹線道路である。その内盤の沢道路は、通行不能区間の解消を図り、地域間交流の活性化及び

物流効率化等の支援を目的とした、芦別市黄金町から上川郡美瑛町字ルベシベに至る延長 18.5km の区間のうち 6.8km の事業であり、鏡トンネルは事業区間の中間に位置する L=2,102m のトンネルである。図-1 に盤の沢道路全体図を示す。

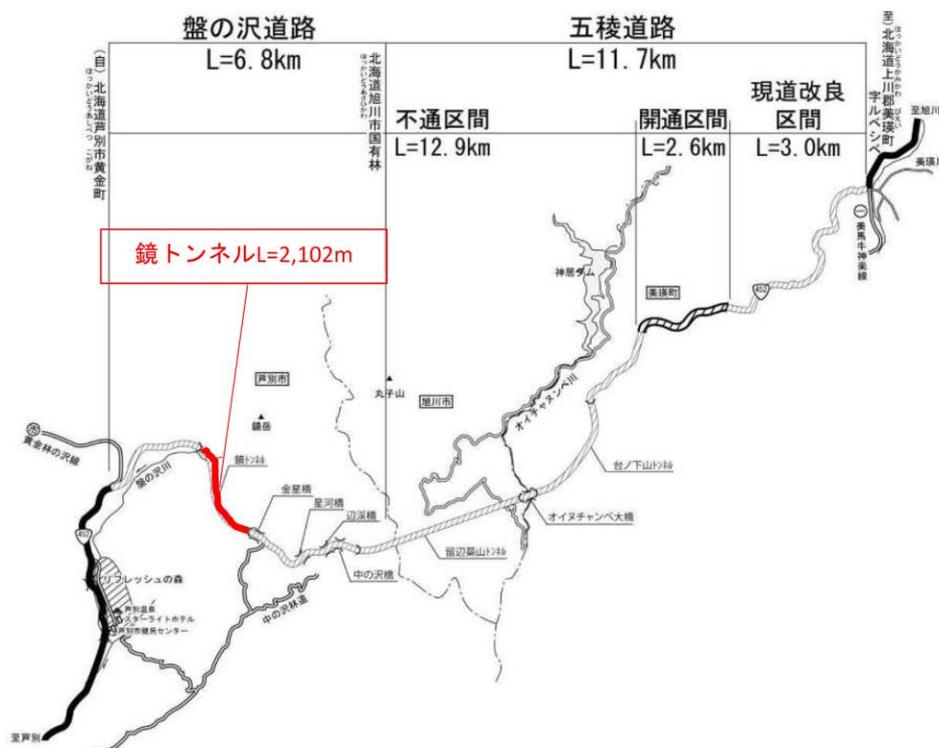


図-1 盤の沢道路全体図

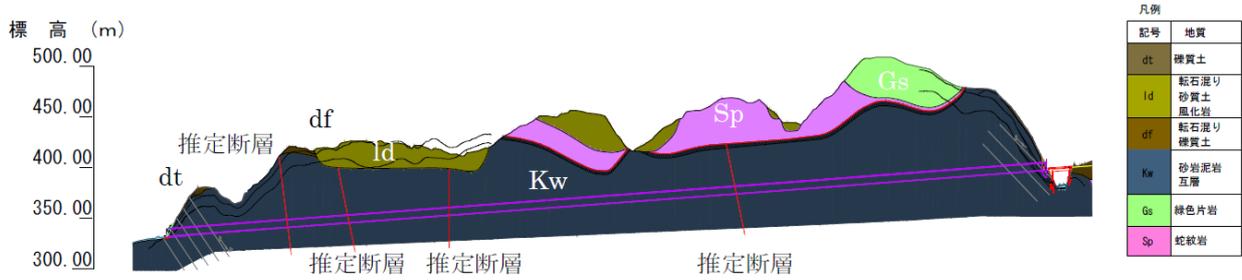


図-2 地質縦断面図

(2) 鏡トンネルの地質概要

現場は旭川市神居古潭峡谷から南に伸びる幌加山地の南西側斜面に位置している。幌加山地は班溪幌内山(901m)、丸子山(896m)、瑠辺薬山(859m)などの標高 800～900m の山稜を南北に連ねる山地で、頂部や尾根が広い緩斜面からなり、谷斜面がやや急勾配を成す特徴がある。鏡トンネルは、盤の沢地すべりの北側から中の沢地すべり地を通過しており、表層部は岩屑流堆積物に覆われた緩斜面をなしている。現場周辺の地質は、中生代先白亜紀の神居古潭変成岩類の黒色片岩、緑色片岩とこれに侵入する蛇紋岩並びに新第三紀中新世川端層の砂岩・泥岩を基盤岩として、第四紀層が覆っている。鏡トンネル周辺の地質は、先白亜系神居古潭変成岩類の蛇紋岩が、新第三紀中新世川端層(砂岩泥岩互層)に衝上断層として分布する地質を基盤とし、起点側の一部では新第三紀鮮新世の滝川層(泥岩、砂岩、礫岩)が分布するほか、第四系の岩屑流堆積物、斜面堆積物、地すべり堆積物等が分布する。トンネルの地質縦断面図を図-2に示す。

鏡トンネルは詳細設計時に蛇紋岩・地すべりを避けたルートに変更されているが、新第三紀川端層は南北方向の断層が発達し、著しい褶曲構造を示している。また、細粒砂岩・泥岩の層厚50cm以下の互層で、泥岩は中硬岩であるがヘアクラックが発達しており細片化しやすい地質構造となっている。

2. 変位抑制対策

(1) 坑口部の変位対策

鏡トンネル起点側坑口部の地質は、泥岩主体の砂岩泥岩互層で強風化～風化帯となっている。その上地形は偏圧地形で、坑口背面には表層崩壊に起因する沢地形で小土被りとなっているため、トンネル掘削時に大きな内空変位が発生することが懸念されていた。内空変位抑制対策として、ショートベンチカット工法を補助ベンチ付全断面工法に変え、吹付コンクリートによる一次インバートで早期閉合(図-3)を行った。なお吹

付は高強度繊維補強吹付コンクリート( $\sigma 28=36N/mm^2$ )を採用し、早期の強度発現と高い靱性を与えて支保耐力を増加させた。

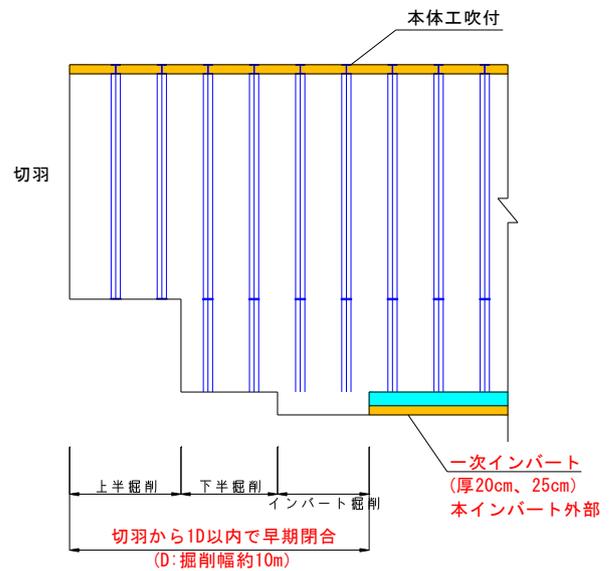


図-3 早期閉合

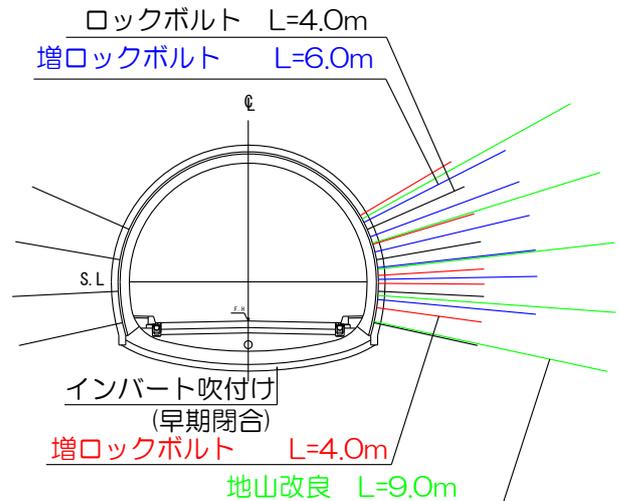


図-4 ロックボルト断面図

以上の対策でトンネル掘削を進めたところ、内空変位が6mm/day程度の変位速度を保ったまま管理レベルⅡを超過した。対策としてパターンボルトの他にL=4.0mの増ロックボルトを打設した。変位が収まらないため、さらにL=6.0mの増ロックボルトを施工したところやや

変位速度は低下したが、管理レベルⅢに達する見込みとなったため、自穿孔ボルト (L=9.0m) +注入による地山改良を行った。図-4にロックボルト断面図、図-5にロックボルト展開図を示す。これにより内空変位は収束する兆候を示した (図-6)。

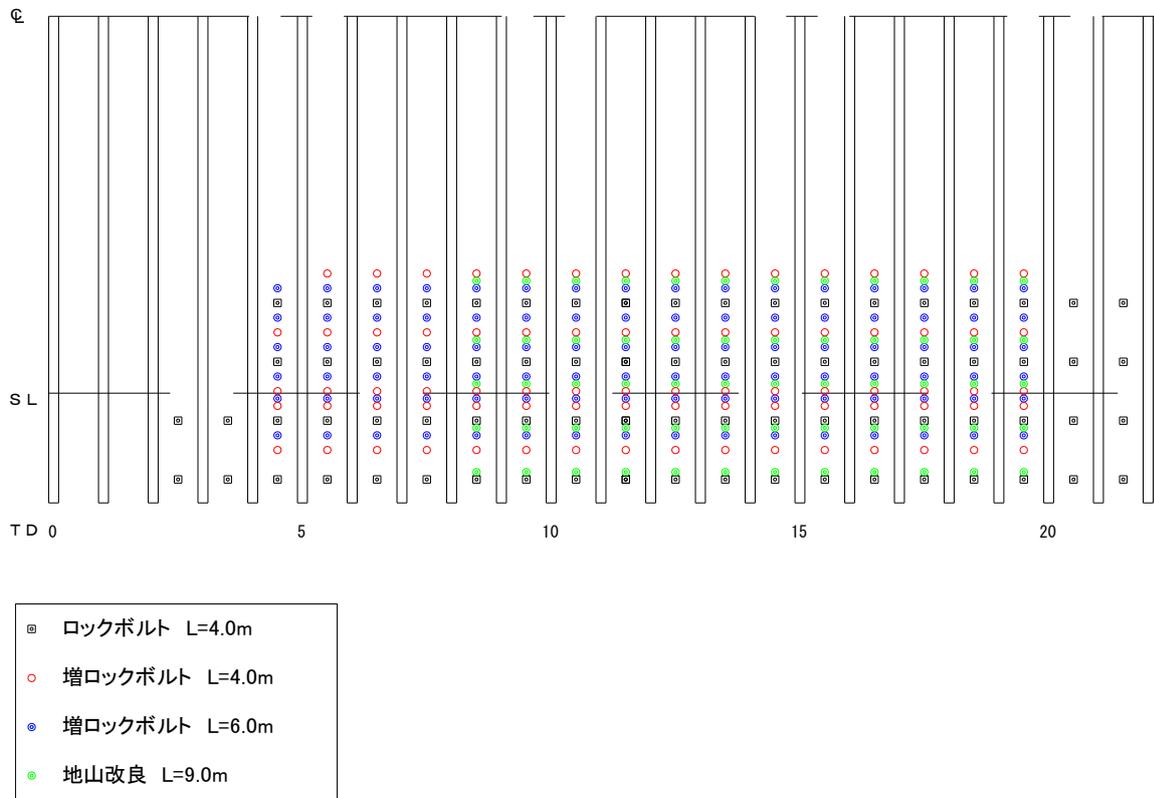


図-5 ロックボルト展開図

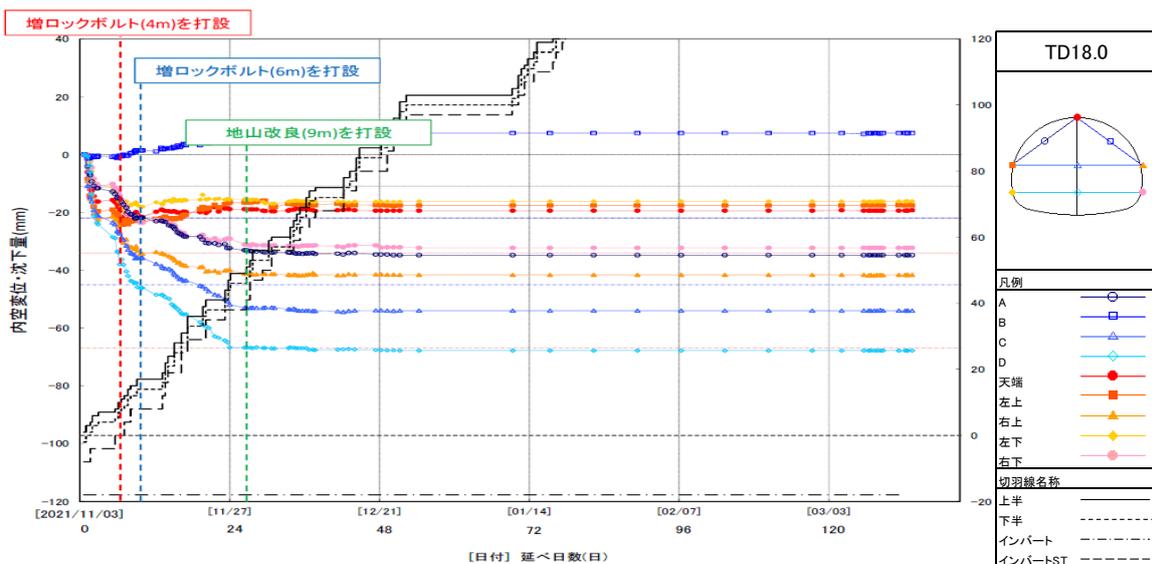


図-6 計測結果(坑口部)

## (2) パターン変更

坑口パターン(L=39.0m)以奥の L=91.0m の区間は、当初設計では CII パターンが設定されていた。パターン変化点付近でも地山の性状や内空変位の傾向は変わらないため、TD39.0~74.0m の区間を DI パターンに変更して掘削作業を行った。この区間ではロックボルトのプレートの変形、吹付コンクリートのクラックが発生するなど変状は大きく、内空変位も管理レベルⅡを超えたため、増ロックボルト(L=6.0m)を打設した(図-7)。これにより管理レベルⅢ付近で変位は収束した(図-8)。

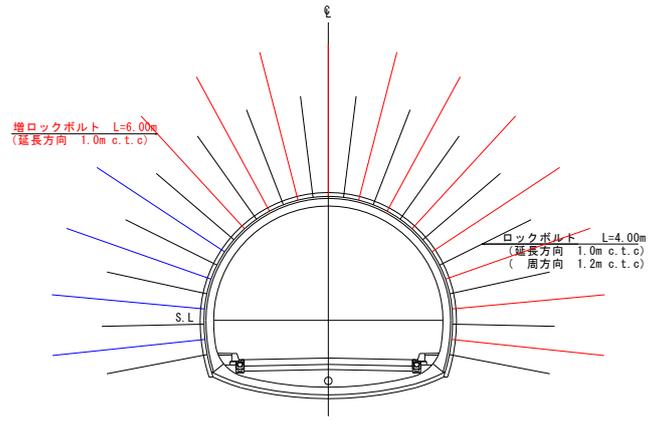


図-7 増ロックボルト断面図

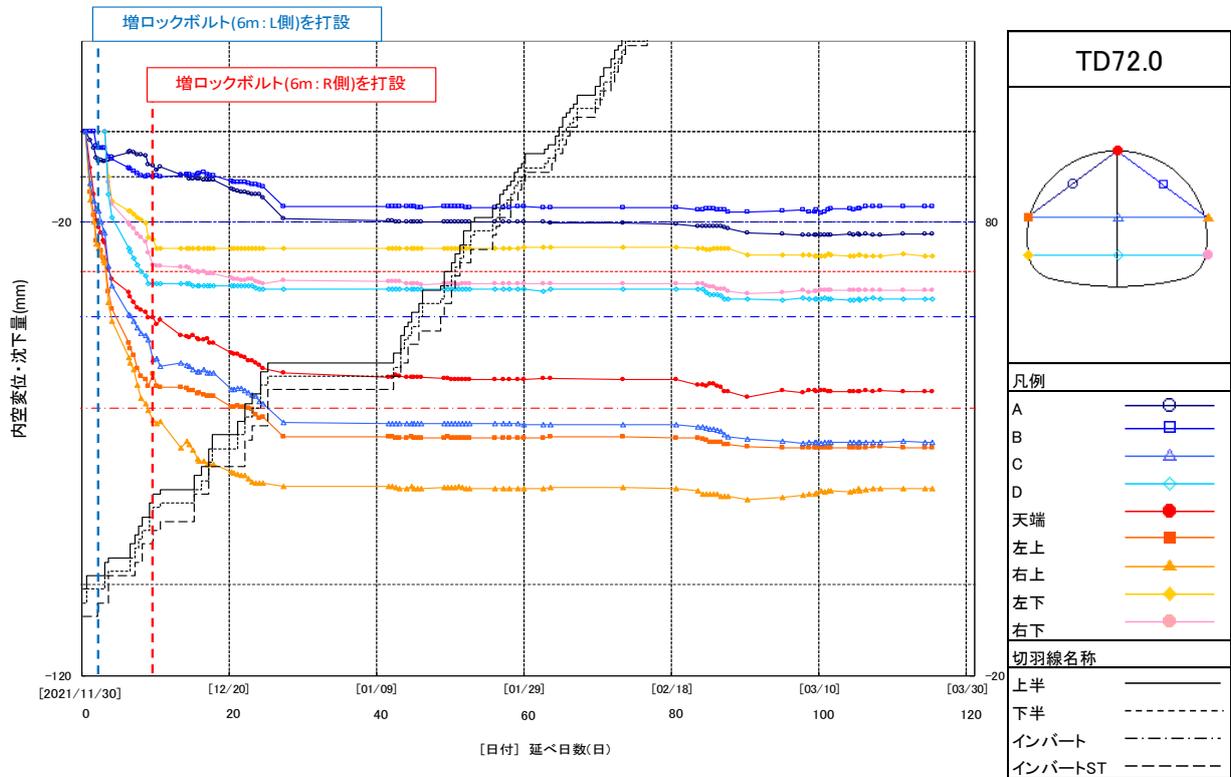


図-8 計測結果(増ロックボルト施工)

## (3) 長尺フォアパイリング

切羽の地質は亀裂質で天端付近からは肌落ちが見られ、天端崩壊の可能性があるため長尺フォアパイリング(120°・150°)を採用し、トンネル掘削を行った(TD8.0m~継続)(図-9)。

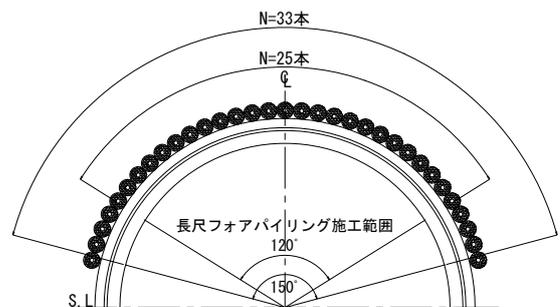


図-9 長尺フォアパイリング詳細図

#### (4) 長尺鏡ボルト

掘削を進めていたところ、TD74.0m の鏡面で肌落ちが発生した(写真-1)。t=5cm の鏡吹付で肌落ち防止対策を行っていたが、切羽の地質は泥岩優勢の砂岩・泥岩の互層で、割れ目は縦断方向では垂直に近く、緩みやすい状況となっていた。切羽前方の緩みを抑えるため、長尺鏡ボルト(120° : L=12.6m)を施工した(TD74.0m～継続)(図-10)。



写真-1 鏡面肌落ち状況 (TD=74.0m)

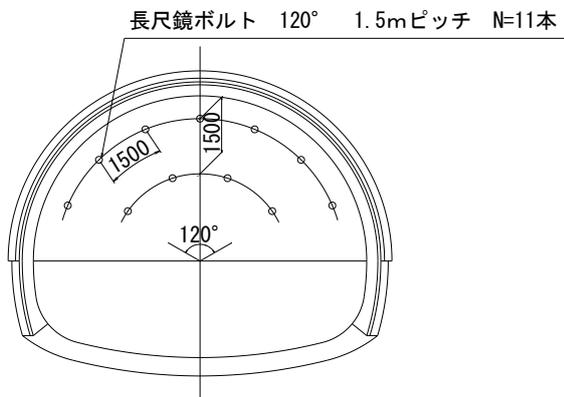


図-10 長尺鏡ボルト詳細図

#### (5) 偏圧・沢地形対策

TD=150～290 付近にはトンネル左側に沢が近接しており、偏圧地形となっている。切羽の地質は泥岩優勢の砂岩・泥岩の互層で、地層は褶曲しており、不安定な地山が続いていた。TD=150～200 付近は土被りも 2D 程度と小さく、DII パターンでの内空変位も大きいことを踏まえて支保パターンの検討を行った。坑口パターンでの内空変位のデータをもとに地山物性値の逆解析によって得られたデータを用いて FEM 解析を行い(図-11、12)、E パターンを作成した。補助工法(長尺フォアパイヤリング、長尺鏡ボルト)は 150° を採用した(図-13)。また、初期変位が大きく、湧水発生の可能性が

高いため、鋼管膨張型ロックボルトを採用した。顕著な偏圧地形を通過し、内空変位が管理レベル I～II の間で推移しているのを確認できたため、補助工法を 120° に軽減した。内空変位に大きな変化も見られず、湧水も少ないことを確認できたため、TD=310m 以降はロックボルトを鋼管膨張型からねじり棒鋼(TD24)に変更した。

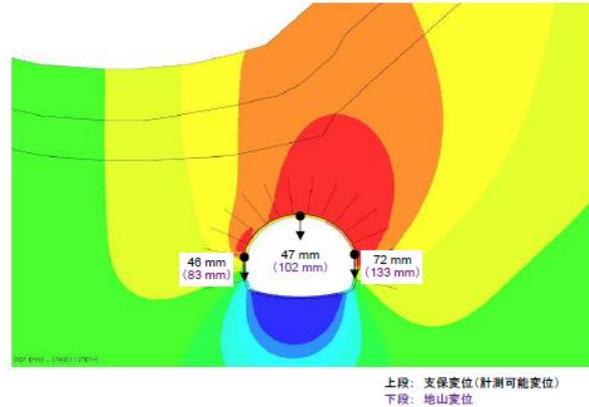


図-11 FEM 解析結果(鉛直方向)

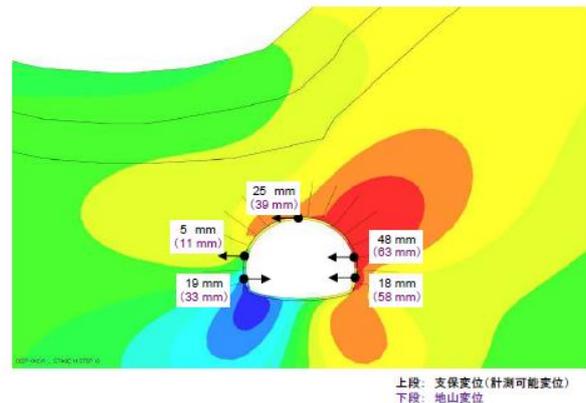


図-12 FEM 解析結果(水平方向)

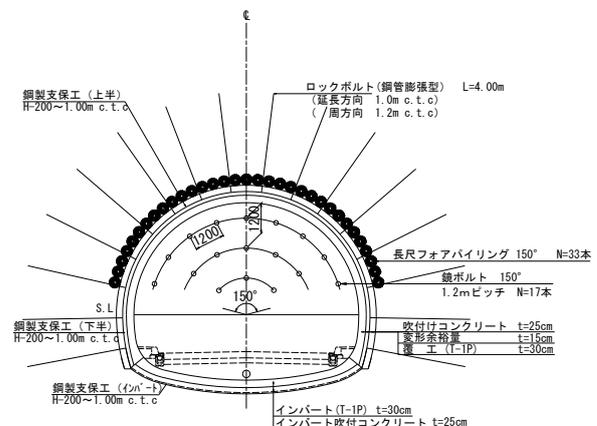


図-13 Eパターン標準断面図

