

斜面斜交型坑口における斜め支保工を適用したトンネルの貫通方法について

西松建設(株) 正会員 ○原島 大 柳沢 一俊 河原 博 諏訪 至

1. はじめに

国道 289 号は、1970 年（昭和 45 年）に国道として認定された、新潟県新潟市を起点として福島県いわき市に至る総延長 304.4km の一般国道である。

このうち 7 号トンネル（新潟県側から数えて 7 番目のトンネル）の新潟県側坑口（貫通側）は、急峻な尾根状の地形で、工事用道路から坑口へアクセスができない（通行止めが発生し、他工区への影響が発生する）ことや、起点側坑口の貫通方法と坑門の詳細設計が未了であったため終点側（福島県側）からの掘削を余儀なくされた。また当該トンネル周辺は日本有数の豪雪地帯であり、毎年 12 月から翌年 5 月上旬までは冬季休工期間とされている。

本稿では、上述のような施工条件におけるトンネルの貫通方法として、工程・経済比較を重ねた結果、比較的施工事例が少なく、かつ北陸地方整備局管内では初となる「斜め支保工」を適用した事例について報告する。

2. 背景

本トンネルの起点側坑口部の地形は、斜面斜交型で北西から延びる尾根から派生した痩せ尾根に位置し、「尾根部進入型」の坑口となる。また、坑口から工事用道路までの高低差が約 20m あり、当初計画では置換基礎（ $L=21\text{m}$ ）、抱き擁壁（ $L=35\text{m}$ ）、補強土壁、明かり巻コンクリート（ $L=8\text{m}$ ）が計画されていた（図-1 参照）。このような施工条件のもと、起点側坑口の施工上の問題点は以下の 3 点が考えられた。

- ① 等高線交差角が約 40° （斜面斜交型）でさらに下半盤に地山がなく、偏土圧が作用し易いため、通常の全断面での貫通が困難である（図-1、2 参照）。
- ② 契約工期内（2016（平成 28）年 9 月末）に完成させるためには、冬季休工前（2015（平成 27）年 11 月末）に貫通させる必要がある。
- ③ 貫通が遅れて越冬すると、トンネル掘削機械と仮設備が返納できず、機械・仮設備費用が増大する。

これらの解決策として次章で述べるⅠ案（斜め支保工案）とⅡ案（導坑案）の貫通方法の比較・検討を行った。

3. 課題と工夫

トンネル掘削が貫通点に到達する約半年前から発注者・設計者と三者協議を行い、貫通方法や坑門工について以下の 2 案について検討を行い、その結果施工性や経済性で優位となるⅠ案（斜め支保工案）を採用することとした。

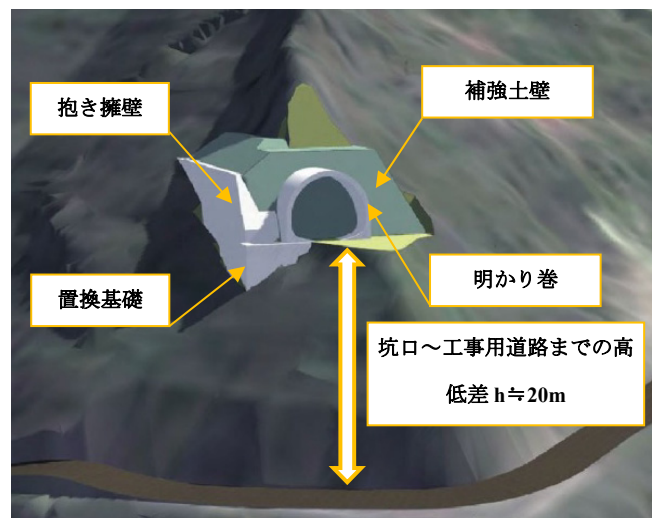


図-1 起点側坑口部完成形(当初計画)

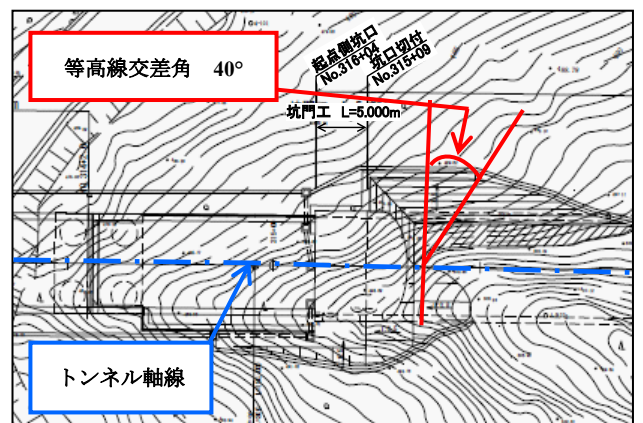


図-2 起点側坑口平面図

Ⅰ案（斜め支保工案）：本坑断面から斜め支保工で仮貫通し、置換基礎・抱き擁壁・保護盛土を構築

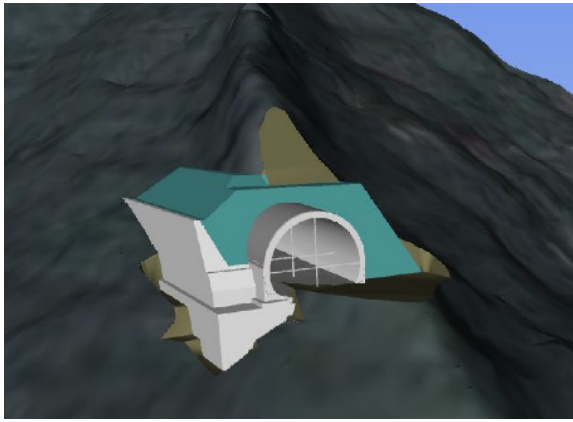
Ⅱ案（導坑案）：本坑トンネル側方から導坑で貫通し、置換基礎・抱き擁壁・保護盛土を構築

キーワード 斜面斜交型坑口，斜め支保工，工程短縮，工費縮減

連絡先 〒410-1326 静岡県駿東郡小山町用沢 1393-5 西松建設株式会社関東土木支社 湯船原出張所 0550-88-8820

このようにトンネル内からの貫通を先行させたことにより、坑門工に関して経済性（保護盛土・基礎工の規模の縮小）や景観性（緑化対策）について再検討を実施した。検討はⅠ案（抱き擁壁施工案）とⅡ案（エアモルタル施工案）について行い、施工性や経済性で優位となるⅡ案を採用することとした（表-1 参照）。

表-1 起点側坑門工比較・検討結果

案	Ⅰ案:抱き擁壁施工案	Ⅱ案:エアモルタル施工案
完成形		
施工性	- 坑口部の側方の盛土は保護盛土として、基礎工等の規模の縮小を図った計画。 - 盛土はソイルセメントとし、側方は抱き擁壁とし、その支持のための置換基礎を構築する。 - 坑門工正面を恒久的緑化を目的に補強土壁としていることから、Ⅱ案に対して坑門工の延長が3m長くなり置換基礎の規模も大きくなるため、施工性に劣る。 △	- 坑口部の側方の盛土はエアモルタルによる保護盛土とし、基礎工等の規模の縮小を図った計画。 - 保護盛土をエアモルタルとすることから、Ⅰ案に対して坑門工の延長を3m短くできることに加え、抱き擁壁を無くすと共に既往の計画に対して置換基礎の規模を小さくしたため、施工性は優位である。 ○
景観性	坑門工正面を補強土壁にしていることから、緑化が可能である。 ○	坑門工周辺をエアモルタルとするため、「プランツソイル工法」を用いれば緑化は可能となるが、積雪地であるため、恒久的な緑化が懸念される。 △
経済性	1.87（Ⅱ案を1とした） △	1.00 ○
総合評価	【メリット】坑門工正面を補強土壁としていることから緑化に対して良好である。 【デメリット】工種が多いため施工性が劣り、工費も増加する △	【メリット】工種が少なく施工性が良好であり、経済性にも優れる。 【デメリット】積雪地に対する恒久的な緑化に対して事例が少ない。 ○

4. まとめ

7号トンネルでは、斜め支保工（斜角28°）を採用して安全にトンネルを貫通させることができた（写真-1）。さらに、トンネル完成まで全体で約2.0月の工期短縮となり、越冬前に掘削用機械や仮設備を返納できたことで工費も縮減できた。

当現場のように非常に困難な施工条件のもと、安全にトンネルが貫通できた要因は、貫通前に施工上の問題点を抽出したことや、施工方法の綿密なシミュレーションに相当な時間を費やしたことに加え、坑口周辺の地山条件が岩盤等級CLからCM級（N値>50）と比較的堅硬であったことである。

本稿が今後施工される同様の地形・地質条件のトンネル坑口部の設計・施工を行ううえでの一助となれば幸いである。



写真-1 斜め支保工による貫通