

トンネル工事の工期短縮の取り組み

一般県道吉里吉里釜石線 室浜トンネル

東京土木支店 土木工事事務部 (東北支店駐在) 小原正直
 東京土木支店 土木工事事務部 (東北支店駐在) 宮本靖
 大阪支店 土木工事事務部 江川修次
 東京土木支店 土木工事事務部 園木聡

1. はじめに

室浜トンネルは、岩手県釜石市の中心部から北側に約7kmの大槌湾沿岸部で、一般県道吉里吉里釜石線の一部である。東日本大震災により大きな被害を受けた室浜地区は、釜石市の復興まちづくり整備事業の一環で、地区の孤立解消を目的に、津波被害に強い県道として新たに計画された。これにより県道は、津波被害を受けた沿岸部分を、山側へ移動し切土およびトンネル構造(室浜トンネル)となった。

本稿では、事前に検討した問題点とその対応策について述べる。



写真-1 起点側完成全景

2. 工事概要

本工事の工事概要を表-1に、地質縦断図を図-1に示す。

表-1 工事概要

掘削方式	発破掘削、一部機械掘削
掘削工法	補助ベンチ付全断面工法 上部半断面工法
支保パターン	CII-b 75m, DI-b 50m DI-b-1 18m, DIII 32.9m DIII-1 7.2m, 坑口付け 10.5m 合計193.6m
掘削断面積	(設計) 51.411~64.766m ² (支払) 55.140~68.541m ²
掘削補助工A	注入式フォアポーリング 301本 鏡吹付け 1740m ²
坑門形状	面壁形ウイング式 2箇所
非常用施設	無
地質	ジュラ紀付加体堆積物 粘板岩

3. 施工上の問題点

3.1 切羽の安定について

起点坑口部は、風化が進み未固結であるため、掘削時の切羽が自立しない状況であった。またDI-b-1区間の弾性波

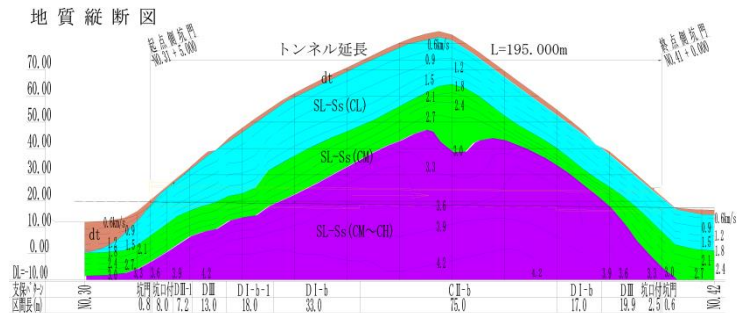


図-1 地質縦断図

速度の低下部は断層破砕帯の出現等、切羽の安定に問題があると考えられた。

3.2 全体工期の短縮について

工事は、平成27年度中に完了させる必要があったが、トンネル掘削開始時期が平成27年5月中旬となり、全体工期が厳しい状況となった。そのため、トンネル掘削中の切羽の進行を止めることが無いようにするとともに、インバート工・覆工コンクリート工・坑門工において工程の短縮が必要であった。

3.3 発破の振動騒音について

トンネルの掘削には発破作業が必要であるが、トンネル終点側から80m振程度の近接した地域に民宿が営業しており、振動や騒音の低減を図りながら、切羽の進行を確保する必要があった。

4. 対応策

4.1 切羽の安定対策について

4.1.1 坑口部安定対策

坑口付け部は、未固結地山で切羽が自立しない状況であったため、小断面に分割して掘削し、一次吹付け・鏡吹付けを速やかに行うことで、切羽面の安定を保持し掘削を進めた。

さらに切羽面は、核残しを行い掘削箇所安定化に努めた。

4.1.2 DI-b-1部の安定対策

No.32+14付近から切羽面や天端付近では、亀裂が増え、開口部の幅も広がってきたため、注入式フォアポーリング(岩盤固結注入材)や鏡吹付けを行った。しかし、切羽面の風化は著しく、鏡吹付けコンクリートと共に切羽面から層状の肌



写真-2 坑口部切羽状況



写真-3 鏡吹付け状況

落ちや注入式フォアポーリングの下側での抜け落ちが発生した。そこで、切羽作業の安全確保のため、鏡注入ボルトを実施した。鏡注入ボルトは、トンネル進行方向へ亀裂を縫い付ける効果と、注入薬液が地山内部の亀裂へ浸透する効果により、岩盤内部の空隙を充填し、岩盤を一体化させるものである。これにより、切羽面の肌落ち・抜け落ちの防止を図った。

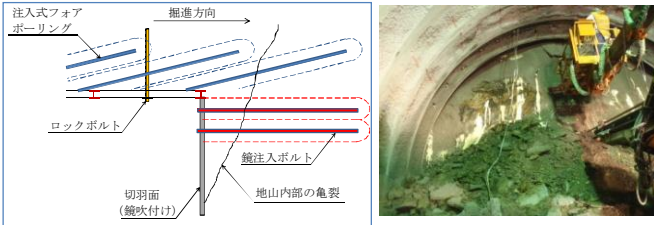


図-2 鏡注入ボルト模式断面図



写真-4 鏡注入ボルト施工状況

4.2 全体工期の短縮について

4.2.1 覆工コンクリートの工期短縮対策

覆工コンクリートの施工サイクルは、全体工期に大きな影響を与えるため、適正な脱型時期を決定する必要があった。

脱型に必要な圧縮強度は、地山を弾性バネとして、覆工コンクリートの死荷重により発生する断面力を平面骨組構造解析により求め、既往の研究結果をもとに算出した。

脱型に必要な強度に到達する時間は、事前に「若材齢圧縮強度試験」を行い確認した。さらに打設時期が寒冷時期で、気温の影響を受け、養生時間が延びるため、ジェットヒーターによる「防寒養生」で温度管理を行い、所定のサイクルを維持するよう管理した。支保パターン毎の必要脱型強度を表-2に、材齢と圧縮強度の関係を図-3に示す。

表-2 支保パターン毎の必要脱型強度

検討ケース	脱型時必要強度
CASE-1 CII-bパターン	$0.555 \times 3 = 1.665 \text{ N/mm}^2$
CASE-2 DI-bパターン	$1.018 \times 3 = 3.054 \text{ N/mm}^2$
CASE-3 DIIIパターン	$1.245 \times 3 = 3.735 \text{ N/mm}^2$

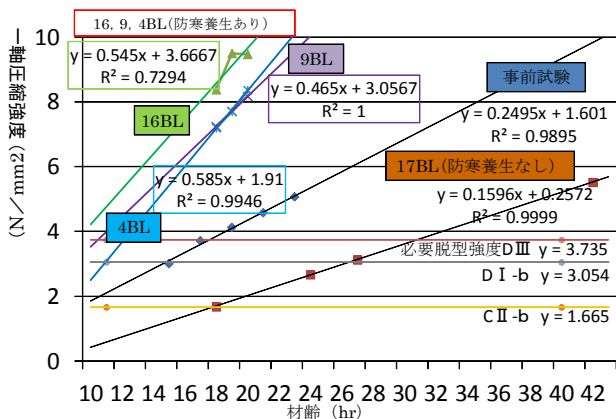


図-3 材齢(hr)と圧縮強度の関係

4.2.2 坑門工の鉄筋型枠先行工法の採用

覆工コンクリート工と坑門工の工期短縮を目的に、覆工コンクリート工と坑門工の併行作業が可能となる「鉄筋型枠先行工法」を採用した(図-4参照)。鉄筋型枠先行工法は、H形鋼を門型架台に組み立てることで、スライドセントルを事前にセットする必要が無いので、足場組立から面壁部型枠組立までの期間を、覆工コンクリートの施工期間に充てること

でき、約1ヶ月工期の短縮を図ることができた。

<従来工法>

<鉄筋型枠先行工法>

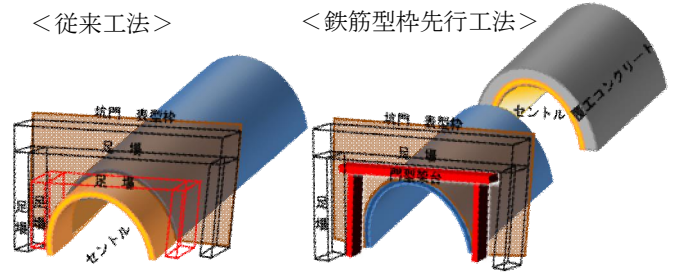


図-4 坑門工の工法概要図

4.3 発破騒音振動の低減対策

発破による騒音・振動の管理値を低周波音 75dB 以下、振動速度 0.1kine 以下、貫通時の騒音を 55 dB 以下と設定した。

本工事の振動・騒音の低減対策を以下に示す。

4.3.1 コンクリート充填式防音屏の採用

コンクリート充填式タイプを設置することで、標準タイプより7 dBの防音効果を得ることができた。



写真-5 防音屏設置状況

4.3.2 導火管付雷管の採用

民宿と切羽位置の関係は、トンネル掘削が進むにつれ

近づくため、終点側 DI-b パターン以降の発破掘削は、導火管付雷管を用いた制御発破を採用した(図-5参照)。

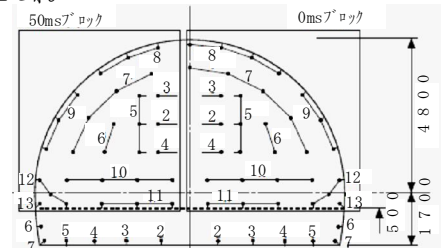


図-5 制御発破パターン図

4.3.3 貫通時の対策

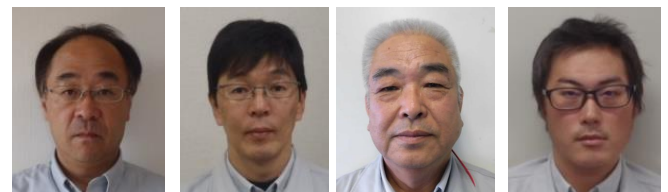
貫通部は、大型ブレイカによる「機械掘削」とした。機械掘削とすることで発破による騒音・振動を無くすとともに、貫通時の飛石事故も回避することができた。

終点坑口部は、防音パネル(高さ5m)を組み立て、さらに防音シートを設置することで、騒音の低減を図った。

5. まとめ

室浜トンネルは、施工延長が短いゆえに全体工期も短く、工程に遅延が生じた場合、挽回することが困難であった。そのため工期の遵守には、掘削進行を止めないで貫通させることが重要な課題であった。さらに覆工・坑門工についても、工程の短縮に取り組み、全体で約2ヶ月短縮でき(短縮率9%)、無事工期内で竣工を迎えることができた。本工事の取り組み事例が今後のトンネル工事の参考となれば幸いである。

Key Words : 震災復興, 切羽安定対策, 坑門鉄筋型枠先行工法, 発破振動騒音低減



小原正直

宮本靖

江川修次

園木聡