

静測協図書館 令和 5 年度 設計部門

## 『吹付モルタルの劣化が進む狭隘トンネルの対策工法及び施工計画検討』

株式会社フジヤマ 静岡支店 事業部

宮地祐基 青島 健 堀 真也

## 1. はじめに

本稿では、吹付モルタルの劣化が進む狭隘トンネルについて、吹付モルタルの劣化実態とその要因を整理し、現地特性や制約等の課題に対応した対策工法と施工計画について報告する。

対象トンネルは、静岡県下田土木事務所が管理者している国道 135 号の賀茂郡河津町縄地に位置する小湊第 2 トンネルである。



図-1 位置図

出典：静岡県 GIS HP

表-1 トンネル概要

開削工法	素掘り+吹付モルタル
開削年	1957 年（昭和 32 年）
補修履歴	2002 年（平成 14 年）に 既設吹付モルタル撤去+モルタル吹付工
延長	68.3m（吹付モルタル 61.1m+覆工コンクリート 7.2m）
幅員	7.7m
交通量	8,850 台/日（大型車 1,047 台/日） ※出典：H27 道路交通センサス

本トンネルは、令和 3 年度の定期点検結果及び詳細調査結果において、「下田側坑門や覆工吹付モルタルに材質劣化が見られ、剥離の危険性がある」ことから、『健全度Ⅲ』と判定されている。

## 2. 現状と課題等

## 2-1. 現状

## (1) 吹付モルタルの劣化実態と劣化要因

坑門及び覆工の吹付モルタルは、損傷調査の結果、材質劣化を伴う「うき・はく離及び漏水が確認」された。変状は、下田側坑門部だけでなく吹付モルタル部（延長=61.1m）全体で確認された。

また、岩盤の凹凸が激しく、吹付厚が設計厚（5cm）未満である箇所が点在しているのを確認した。

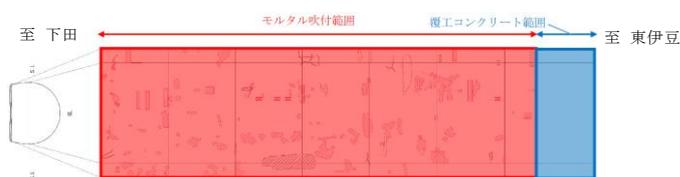


図-2 変状展開図



図-3 覆工部 変状状況（左：全景，右：拡大）



図-4 下田側坑門部 変状状況（左：全景，右：拡大）

劣化要因は、吹付厚の薄い箇所に漏水が生じたことで発生した脆弱部の材質劣化と推定した。

## (2) トンネル岩盤の性質と健全性の推定

### 1) 地質調査

「産総研地質調査総合センター」の地質図によると、本トンネルが位置する河津町縄地の地質は、新第三紀鮮新世の白浜層群-下賀茂砂岩層とされている。下賀茂砂岩層は、砂岩、シルト岩、凝灰岩、火山礫凝灰岩、結晶質凝灰岩等から構成されている。

小湊第2トンネルの岩盤は、トンネル周辺の岩層を近接目視した結果、火山礫凝灰岩であると推定した。



図-5 対象付近の岩層

### 2) 岩盤の評価

本トンネルは、平成14年度に補修（既設吹付モルタル撤去+吹付工）を実施している。

当時の施工業者に既設吹付モルタル撤去時の岩盤状況をヒアリングした結果、下記の内容が確認できた。

- ・覆工背面の岩盤は、安定した状態であった。
- ・機械はつりは、岩盤への衝撃が大きく、危険と判断したため、手ばつりを採用した。



図-6 平成14年度 手ばつり状況

### (3) トンネル供用路線の交通状況

本トンネルの位置する国道135号は、1次緊急輸送路及びバス路線としても使用されている重要路線である。交通量は、8,850台/日（大型車1,047台/日）である。

迂回路は、一般車両であればトンネル周辺で確保できるが、大型車両が通行可能な迂回路だと非常に大回りになってしまう。

## 様式2

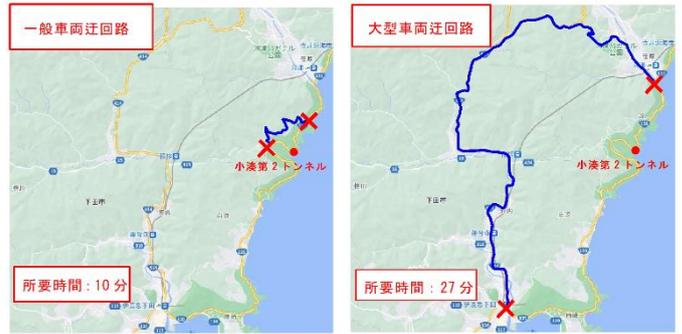


図-7 迂回路図

出典：静岡県 GIS HP

### (4) トンネル覆工断面

トンネル覆工断面は、幅員7m、最大高さ5.6mである。本トンネルの建築限界は、既設覆工面から36mmの位置となるため、覆工厚の増加は36mm以内に収める必要がある。

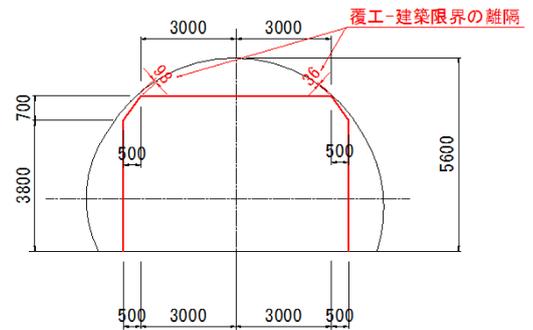


図-8 建築限界

## 2-2. 課題

前章で整理した変状状況及び現地条件に基づき対策工法を検討するにあたり、以下の課題が挙げられる。

### (1) 現地条件を満たした対策工法の選定

対策工法は、現地状況より、以下の条件を満足する工法を選定する必要がある。

#### 1) 高い付着力を有する工法

本覆工は、地質調査結果より、地山から流入する雨水の影響を受けることが想定される。また、トンネル岩盤の凹凸が激しいため、不陸整正を要する工法は適用が困難である。

このことから、岩盤の凹凸に対応可能かつ高い付着力を有する工法を選定する必要がある。

#### 2) 半断面施工が可能な工法

本来、覆工対策工は、施工性及び安全性の観点

から全通行止めによる施工が望ましい。しかし、道路管理者から、通行止め規制を実施した場合、交通への影響は非常に大きいため、通行止め規制による施工は困難であることが示された。

このことから、半断面施工(片側交互通行規制)が可能な工法を選定する必要がある。

### 3) 建築限界を侵さない工法

本トンネルの断面は、狭隘であり、建築限界までの離隔が 36mm しかない状況である。

そのため、建築限界内に収まる対策工法を選定する必要がある。

#### (2) 半断面施工における施工計画の検討

覆工対策工を半断面施工で実施する場合、振動による吹付モルタルの落下及び粉塵の発生等による供用路線への影響が懸念される。

そのため、供用路線へ影響を及ぼさない施工計画を検討する必要がある。

## 3. 対応策

### 3-1. 対策工法の選定

#### (1) 対策方針選定：内巻補強工（吹付工）

対策工法は、現地の状況より、以下の効果を有する必要がある。

- ・岩盤の風化抑制効果を有する工法
- ・岩盤の小片剥落対策効果を有する工法

上記効果を有し、かつ課題に挙げた現地条件を満たしている工法を「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】」に基づき検討した結果、唯一条件を満たす「内巻補強工(吹付工)」を採用した。なお、既設吹付モルタルは、材質劣化が進行しており、付着力低下の原因になるため撤去する。

#### 1) 対策工法選定：繊維補強モルタル吹付工

吹付工は、高い付着力の確保及び建築限界内の対策とするため、繊維補強モルタル吹付工法を選定した。繊維補強モルタルを採用することで、通常のモルタルよりも高い付着力を確保でき、従来の吹付厚さ(100mm)よりも薄い厚さ(70mm)で施工が可能である。既設吹付厚が 50mm であるため、覆工厚の増加は 20mm に留める設計とした。

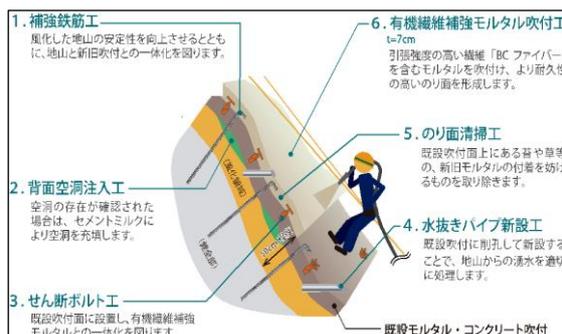


図-9 繊維補強モルタル吹付工概要図

出典：ニューレस्प工法カタログ

#### 2) 補助工法：漏水対策

補助工法として、地山からの湧水を処理するために点導水(水抜きパイプ)を設置する。また、点導水設置箇所に合わせて、岩盤の凹凸面に追従できるシリコン製軟質シートを用いた線導水工を設置し、漏水を適切に処理する設計とした。



図-10 線導水 施工イメージ

出典：ニホン・ドレン株式会社 HP

### 3-2. 施工計画の検討

#### (1) 検討内容

覆工対策工は、施工性及び安全性の観点から、通行止め規制で施工するのが望ましい。しかし、本検討では、片側交互通行規制で施工するため、施工性及び安全性を確保するための工夫が必要となる。

#### (2) 施工手順

施工手順は、全断面の既設モルタルを撤去してから吹付作業をすると最も効率が良い。しかし、片側交互通行規制の場合は、既設吹付モルタル撤去—吹付作業の間に路線を供用することができないため、非効率にはなるが「半断面の手ばつり作業」→「半断面の吹付作業」の手順で行う計画とした。

### (3) 供用路線の安全対策

片側交互通行規制で施工するため、作業中に生じる可能性のあるリスクを整理し、安全対策を検討した。

#### 1) 既設モルタルのはく落

はつり作業時は、以下の内容による供用路線へのはく落のリスクが考えられる。

- ・覆工頂点部周辺のはつり時、振動により供用路線側のモルタルが落下するリスク
- ・モルタル背面に漏水が確認されているため、少量の振動で付着力の低下したモルタルが供用路線側ではく落するリスク

#### ① 振動によるはく落対策

振動による既設モルタルのはく落は、覆工頂点部の供用路線と施工路線の境界部のモルタルを、コンクリートカッターにより予め切断することとした。



図-11 コンクリートカッター 施工イメージ

#### ②漏水の影響によるはく落対策

雨天日は、岩盤と吹付の間に雨水が溜まりやすいため、少量の振動でも既設吹付モルタルがはく落しやすい状態である。

そのため、施工日を雨天日から2日以上空けた日とし、漏水影響の少ないタイミングで施工することで対応する。

### 2) 粉塵発生

はつり作業及び吹付作業時には、大量の粉塵が発生する。走行車両の安全性を確保するための対策が必要である。

#### ①粉塵対策

粉塵は、供用路線と施工路線の境界部に粉塵対策ネットを仮設することで対策する。粉塵対策ネットの設置は、仮設工を組む必要があり、施工路線の幅員が600mm程度圧迫されるが、施工幅員3m

は確保できる。

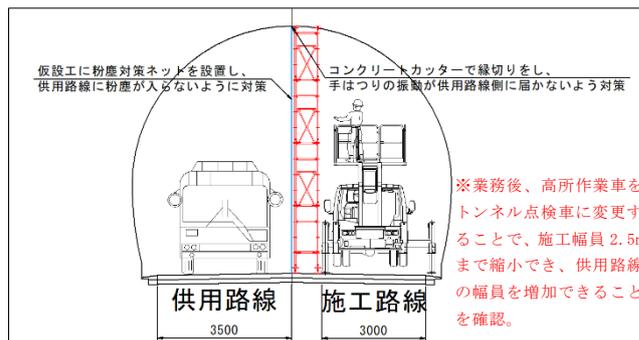


図-12 供用路線の安全対策

## 4. おわりに

施工計画は、通行止めにした場合、大型車両の交通影響が極めて大きく、工事前に周知を完了できるか懸念されたため、本業務では、片側交互通行規制を前提に検討した。仮に、通行止め規制が可能ならば、施工効率が1.5倍以上向上することが推定される。そのため、工事前に地元及び公安と通行止め規制の周知の可否について協議を行い、規制計画を再度検討することも必要と考える。

伊豆半島には、本トンネルのような素掘り+吹付モルタルで構成されたトンネルが複数存在する。主要幹線道路に位置するトンネルが多いため、今後、補修対策時に同様の課題を抱える可能性が高い。本稿が、類似する現場条件における施工計画検討の一助になれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 道路トンネル維持管理便覧【本体工編】令和2年版 (社) 日本道路協会
- 2) 産総研地質調査総合センター 地質図 Navi <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>