

過年度に施工したNATMトンネルにおける 覆工厚不足および背面空洞の確認とその対策

齋藤 正明¹・畑中 裕人²

¹ 京都府 中丹西土木事務所 道路計画課（〒620-0055 京都府福知山市篠尾新町1丁目91）

² 京都府 総合政策環境部 東京事務所（〒102-0093 東京都千代田区平河町2-6-3）

補修工事中のゆずりトンネルにおいて、トンネル覆工背面に空洞が確認されたため、(工事の着手による)第三者被害を防止する観点から全面通行止めを実施した。速やかにトンネルの詳細調査を実施するとともに、外部有識者で構成される技術検討委員会を設置し、技術的な検討を行った。その後、決定した対策工法に基づき、厳格な施工管理のもと、空洞の補修工事が完了した。また、今般の事例を踏まえ、補修工事前の空洞詳細調査及び補修設計を行うための手引きを策定し、メンテナンス手法を体系化することで、通行止め期間の最短化を可能とした。

キーワード 覆工背面空洞、技術検討会、全面通行止め、NATM

1. はじめに

京都府が管理する一般府道談夜久野線は、福知山市宇字談から同市夜久野町日置に至る日交通量が1549台¹⁾の地域道路であり、約10kmを供用中である。そのうち、ゆずりトンネルは千原峠に位置する延長455mの道路トンネルであり、福知山市宇字小牧から同市夜久野町千原に至る区間に設置されている。本トンネルは2001年12月に完成した。ゆずりトンネルでは、定期点検結果を踏まえ、2025年1月8日から補修工事に着手した。同年1月15日に覆工コンクリート表面のはつり落としを実施したところ、覆工厚不足により2箇所で穴が開き、覆工コンクリートの厚さ不足と空洞の存在を確認した。これらの空洞の存在と補修工事の着手により覆工が早期に落下する可能性があったことから、第三者被害を防止するため、直ちに通行止めを実施した(図-1)。その後、道路防災ドクターからの助言をもとに、トンネル全線で電磁波探査等による詳細調査を実施したところ、計20箇所の空洞を確認した。本稿では、ゆずりトンネルで空洞を確認してから技術検討委員会を設置し、2025年11月4日に通行止めを解除するに至るまでの経緯について述べる。

2. 当時のトンネル工事概要

トンネルは夜久野町側から片押しで掘削しており、覆工も同様に夜久野町側から打設している。また、支保パターンは京都府の職員で構成される地山判定委員会により決定している。当時の工事概要を以下に示す。

(1) 当時のトンネル工事概要

工事名：一般府道談夜久野線 道路新設改良工事
発注者：京都府

受注者：A・B・C三社共同企業体

工期：2000年3月14日～2002年3月10日

トンネル区間と概要：

延長455m、内空断面(標準部)53m²、
NATM(CⅡ、DⅠ、DⅡ、DⅢa)、発破方式
(ショートベンチ発破掘削、補助ベンチ
付全断面発破掘削)



図-1 ゆずりトンネルの位置図

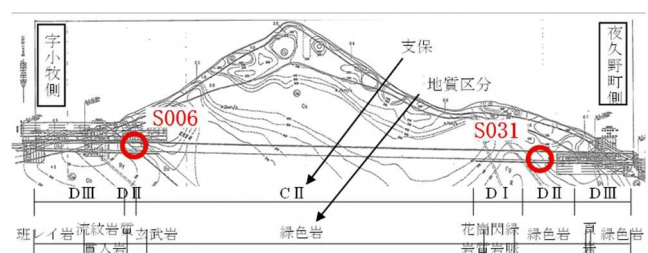


図-2 ゆずりトンネルの地質縦断面図

(2) 地質概要

図-2 にゆづりトンネルの地質縦断面図を示す。字小牧側の坑口付近には、主に班レイ岩および流紋岩質貫入岩が分布しており、岩石は著しく脆弱化し、粘土化帯を挟在する。トンネル中間付近には、主に緑色岩が分布しており、亀裂が発達し、玄武岩溶岩と凝灰質岩を挟在する。夜久野町側の坑口付近には、主に緑色岩が分布しており、亀裂が発達し、頁岩を多く挟在する。

3. 補修での空洞確認から詳細調査までの経緯

2019 年の定期点検結果を踏まえ、2025 年 1 月 15 日に覆工コンクリート表面のはつり落としを実施したところ、字小牧側の坑口付近に 1 箇所（S006）、トンネル中間付近に 1 箇所（S031）の空洞を確認した。空洞の確認状況およびその後の詳細調査までの経緯を以下に示す。

(1) 空洞の確認状況

字小牧側の S006 では、字小牧側の目地部において、コンクリートのうき（1.3m×0.05m）を 5cm はつり落としたところ、覆工コンクリートに穴が開き、覆工厚不足と空洞の存在を確認した（図-3）。また、トンネル中間付近の S031 では、天端部において、コンクリートのうき（1.2m×1.6m）を 5cm はつり落としたところ、同様に覆工コンクリートに穴が開き、覆工厚不足と空洞の存在を確認した（図-4）。これらの空洞の存在に加え、補修工事の着手により覆工の早期落下のおそれがあったことから、第三者被害を防止するため、同日 21 時 30 分から通行止めを実施した。

(2) 道路防災ドクター制度の活用

国土交通省近畿地方整備局では、近畿地方整備局管内の道路災害を防止し、良好な道路の保全に資するため、専門的な知識を有する学識経験者等により、道路構造や法面安定等道路機能の確保に必要な点検方法およびその対策等について専門的観点から助言指導を受け、災害特性に応じたより適切な防災対策を推進することを目的として、1993 年度に「道路防災対策連絡会」を設立している²⁾。京都府においては、NATM トンネルの覆工背面に空洞を確認した事例はなく、今後の方針決定にあたり知見が必要であったことから、本制度を活用して、道路防災ドクターの岸田教授（京都大学大学院）、国土交通省近畿地方整備局職員、京都府職員による合同現地調査を実施した。現地調査の結果、字小牧側の S006 では、夜久野町側に位置する覆工背面コンクリートの劣化および DIII 区間の補強鉄筋の露出が確認された（図-5）。トンネル中間付近の S031 では、防水シートの約 20cm の垂下りが確認された（図-6）。現地診断の結果、岸田教授からは、トンネル全線の覆工コンクリートの厚さと空洞の状況を確認し、対策を検討する必要があること、また覆工コンクリートの厚さ

の不足と空洞は経年劣化とは考えにくく、施工上の問題と推察されるとの助言を受けた。

(3) 空洞の詳細調査（調査手法および調査数量）

補修工事中に空洞を確認した 2 箇所を含むトンネル全延長を対象として、電磁波探査等を実施し、覆工コンクリートの厚さおよび背面空洞の厚さの調査を行った。調査の手法、箇所および数量を表-1 に示す。電磁波探査については、まずトンネル全線を対象として、天端部および左右アーチ部の縦断方向に 3 側線の探査を実施し（図-7）、空洞の位置を把握した。次に、縦断側線上で空洞が確認された箇所の横断方向に探査を実施し（図-8）、空洞の範囲を確認した。測定方法は、高所作業車にセットした探査治具を覆工表面の側線上に設置し、車両を低速で移動しながら機械を走査した。削孔調査については、電磁波探査のキャリブレーションとして、縦断の各側線について、調査延長 100m ごとに 1 箇所を目安として削孔ボーリングを実施し、覆工厚および覆工背面空洞の厚さを確認した。測定方法は、簡易コアボーリングマシンにより覆工コンクリートを穿孔し、

表-1 詳細調査の調査手法、調査箇所及び調査数

調査手法	調査箇所	調査数
電磁波探査	縦断：3 側線、 横断：空洞確認箇所数	縦断：3 側線 横断：17 側線
削孔調査	調査延長 100m あたり 1 箇所	9 箇所
ファイバー スコープ	コアボーリングの 実施箇所	37 箇所
ドリル削孔	空洞確認箇所数	23 箇所



図-3 S006 の空洞



図-4 S031 の空洞



図-5 S006 の背面空洞

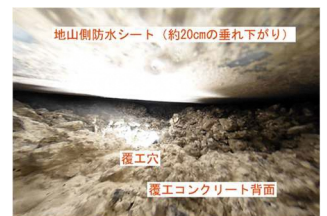


図-6 S031 の背面空洞

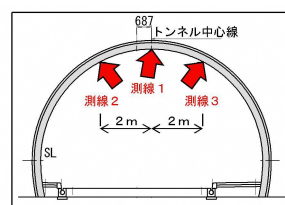


図-7 探査位置（縦断）

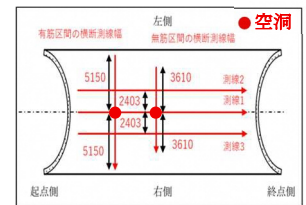


図-8 探査位置（横断）

スケール等で直接計測した。削孔調査で得られた値は、電磁波探査解析時の誘電率算出資料とした。覆工コンクリートの品質を確認するため、採取したコアで中性化試験および一軸圧縮試験を実施した。ファイバースコープについては、ボーリング孔に高画質ビデオ内視鏡を挿入し、覆工背面側の状況を観察するとともに写真撮影を行った。ドリル削孔については、うきや背面空洞が確認されている箇所、および電磁波探査によって空洞を確認した箇所に対し、電磁波探査の実施後にドリル削孔を行い、覆工厚および覆工背面空洞の厚さを確認した。有筋区間では削孔時の鉄筋の損傷や切断が懸念されるため鉄筋探査を行い、鉄筋位置を確認した。鉄筋の探査範囲は、変状の疑いがある箇所の中心から周囲 1m²を対象として実施した。その後、鉄筋探査に続いてドリル削孔を行い、覆工厚および覆工背面空洞の厚さをスケール等で直接確認した。さらに孔内に高画質ビデオ内視鏡を挿入し、覆工背面側の状況を確認すると同時に、写真撮影を行った。

(4)空洞の詳細調査（調査結果）

2025 年 1 月 23 日から調査を実施し、同年 2 月 25 日に調査を完了した。調査結果を図-9 に示す。ここで、覆工背面の空洞面積（図-10）とは、空洞に対応する覆工背面の吹付コンクリート面積を指す。実測覆工厚比（図-10）とは、電磁波探査で測定した実測覆工厚を設計覆工厚で除した割合である。空洞面積は最小で 0.1m²、最大で 24.8m²であった。また、実測覆工厚比は最小 0.14 で、1.00 を超える事例も確認された。空洞が確認された 20 箇所のうち 4 箇所では、設計覆工厚を満足していたにもかかわらず空洞が存在していた。さらに、空洞体積は最小で 0.015m³、最大で 2.496m³であった。なお、湧水やコンクリートの中性化および強度不足は確認されなかった。

4. 委員会の設置から恒久対策決定までの経緯

詳細調査の結果を受け、空洞の存在および覆工厚不足が施工上の問題に起因すると推察されることから、京都府は、原因の究明、応急対策および恒久対策の立案、ならびに今後の再発防止策の検討について、多方面の専門的知見に基づく技術的助言等を聴取することを目的に、「府道談夜久野線ゆずりトンネル技術検討委員会」を設置した。委員会の設置から恒久対策決定に至るまでの経緯を以下に示す。

(1)技術検討委員会の設置

技術検討委員会とは、府政の重要課題等に関し、外部有識者等の意見・助言の聴取および意見交換を目的として、府職員以外の外部有識者等で構成する意見聴取会議である。今回設置した「府道談夜久野線ゆずりトンネル技術検討委員会」は、学識経験者、弁護士、行政で構成され（表-2）、2025 年 3 月 4 日に設置した。なお、谷成二氏は定期人事異動に伴い、

平井義博氏の後任として 2025 年 4 月 23 日より着任した。また、委員会では委員の了承を得て設置要綱を策定し、議事運営は委員長が担うこととしている。さらに、原則公開とし、公開が公正かつ円滑な運営に著しい支障を生じさせると認められる場合は、非公開にすることとした。

(2)第 1 回技術検討委員会の開催

空洞の存在および覆工厚不足の原因分析、補修すべき箇所の特定ならびに補修方法について意見を聴取するため、2025 年 3 月 4 日に委員会を開催した。委員会は、当時の施工業者の事業活動を取り扱う性質上、会議で示された不確定情報の公開が事業活動に影響を与えるおそれがあることから、非公開とした。委員会では、はじめに設置要綱について委員全員が了承し、委員の互選により朝倉委員を委員長に選出した。次に、道路防災ドクターの助言に基づき実施した空洞の詳細調査結果を報告し、補修対象となる空洞 20 箇所を確認した。その結果、覆工コンクリートの厚さ不足と空洞の存在は地山の変状等に起因するものではなく、施工時の問題と断定した。次に、応急対策工法を立案し、意見を聴取した。図

表-2 技術検討委員会の構成

	氏名	職名	備考
委員長	朝倉 俊弘	京都大学 名誉教授	トンネル工学 岩盤工学
委員	今堀 茂	弁護士 (京都弁護士会推薦)	建築紛争
	岸田 潔	京都大学大学院 工学研究科教授	土木施工工学 トンネル工学
	谷 成二	国土交通省近畿地方整備局 道路保全企画官	行政
	安原 英明	京都大学大学院 工学研究科教授	岩盤工学 地盤工学

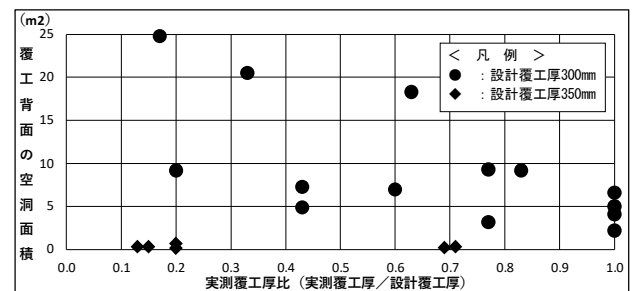


図-9 空洞の詳細調査結果

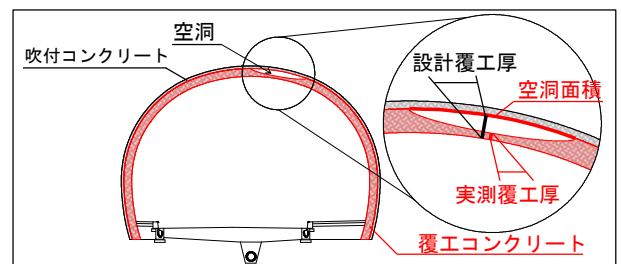


図-10 空洞面積及び実測覆工厚比の概図

-11 に立案した応急対策工法、**図-12** に他トンネルの応急対策事例を示す。応急対策工法は、補修工事の着手により早期に落下する可能性がある 2 箇所の覆工について、補修工事実施前に覆工の健全性を回復することを目的としている。具体的には、補修時にはつり落としにより穴が開いた箇所に対して FRP メッシュを設置し、剥落防止対策を講じる。その結果、応急対策工法について委員全員から妥当であることを確認した。続いて、恒久対策工法の方針について立案し、意見を聴取した。対策方針は、外力に起因しない突発性崩壊（主として覆工背面の空洞に起因）および材質劣化を対象とし、覆工背面の空洞充填対策と剥落防止対策による恒久的な安全性の確保を図るものである。これに対して委員からは、地山と鋼アーチ支保工、吹付けコンクリート、ロックボルト、覆工コンクリートを密着させ一体化できるよう、セメント系材料による空洞充填を検討すべきとの意見が示された。最後に、本路線は日交通量が 1549 台¹⁾ であることから、京都府民の生活への影響を考慮し、できるだけ早期に通行止めを解除できるよう努めることを確認した。

(3) 第 2 回技術検討委員会の開催

第 1 回の委員会において聴取した恒久対策の方針に基づき、立案した恒久対策工法、その施工管理方法および当時の施工管理状況の検証について意見を聴取するため、2025 年 6 月 3 日に委員会を開催した。委員会は第 1 回委員会と同様に、施工業者の事業活動を取り扱うことから、第 1 回委員会の振り返りを除き非公開とした。委員会では、はじめに第 1 回委員会の議事内容を再確認した。次に、恒久対策工法について立案し意見を聴取した。**図-13** に立案した恒久対策のフローを示す。本フローは、防水シートの垂下り有無および既設覆工厚によって、4 つの対策工に分類している。防水シートの垂下りの有無で対策工を区分する理由は、空洞充填工による圧力のみでは防水シートを地山に押し上げて密着させることが困難であるためである。また、既設覆工厚で区分する理由は、矢板工法における有効巻厚の減少に対する変状の判定³⁾ を準用し、既設覆工厚によって構造物の機能が損なわれているかを判断するためである。ここで、各対策工の定義を示す。はつり落とし工とは、覆工片が剥落するおそれがある場合や、覆工表面が局部的に劣化して剥離している場合、または補修・補強対策の前処理として、覆工コンクリート表面の劣化部および劣化した既設の補修材・補強材を除去することをいう。有筋区間では厚さ 10cm 程度、無筋区間では厚さ 15cm 程度の覆工厚を確保できる範囲をはつり落とす（**図-14**）。防水シートの押上げとは、垂下している防水シートを吹付けコンクリート面に持ち上げ、アンカーで吊り下げて固定することをいう（**図-15**）。アンカー打設時に防水シートに穴が開くため、抑えプレート付止水材で接合する。防水シートを持ち上げられない場合は、防水シートを切断し、新しい防水シートを吹付けコ

ンクリート面に再設置したのち、既設の防水シートと溶着する。鉄筋防錆処理とは、有筋区間において、鉄筋防錆剤を既設鉄筋に塗布することをいう。補強鉄筋の設置とは、無筋区間において、既設覆工の巻厚不足に起因して低下した断面性能を補うことを目的に、補強鉄筋を設置することをいう（**図-16**）。はつり面の整形後、既設覆工コンクリートにケミカルアンカーを打設し、打設後に補強鉄筋を設置する。型枠の設置とは、空洞充填時の荷重に対して十分な強度と安全性を確保する型枠を設置することをいう（**図-17**）。型枠は角パイプやコンクリートアンカー等の支保工により固定し、型枠の設置と併せて、注入用の注入パイプおよび確認パイプを設置する。空洞充填工とは、トンネル内から覆工背面に注入材を注入して固結させ、覆工背面の空洞を充填することをいう（**図-18**）。覆工を本来あるべき形態に修復することを原則として、設置した注入孔から無収縮モルタルを注入する。注入は圧力注入とし、設計注入量以上の注入および注入圧 0.2MPa の到達、か

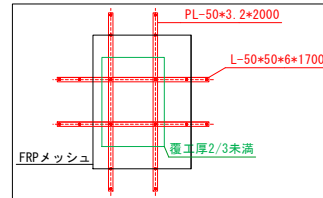


図-11 応急対策工法



図-12 他トンネル事例

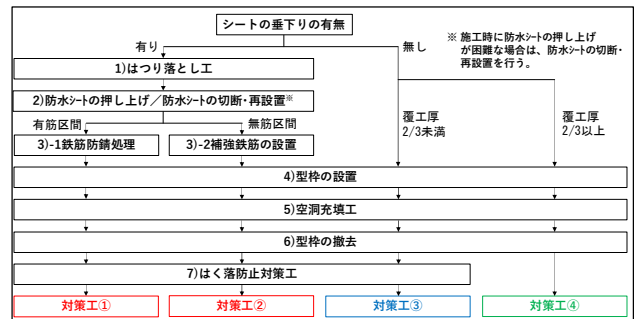


図-13 恒久対策のフロー

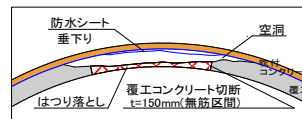


図-14 はつり落とし工

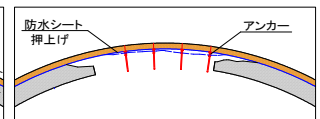


図-15 防水シートの押上げ

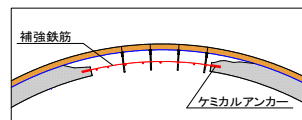


図-16 補強鉄筋の設置

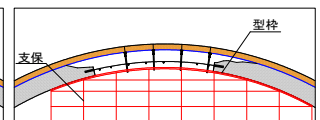


図-17 型枠の設置

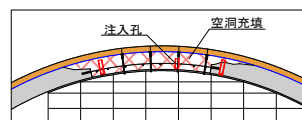


図-18 空洞充填工

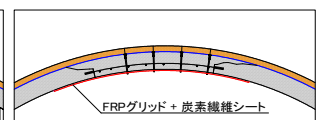


図-19 はく落防止対策工

つ確認孔からモルタルが流出することを確認して完了とする。型枠の撤去とは、覆工と同様の強度を発現するために必要な養生期間の経過後、型枠を撤去することをいう。はく落防止対策工とは、はつり落としや空洞充填工後に不安定な状態が残る豆板、部分的なコールドジョイント、材質劣化やひび割れ等により、比較的狭い範囲で覆工片が剥落するおそれのある場合に剥落を防止することをいう（図-19）。長期的な覆工の材質劣化等を考慮し、覆工厚が3分の2未満となる端部から50cmの余裕代を設け、覆工厚が3分の2以上を確保できる範囲に施工する。既設コンクリートと新設部材の一体化および覆工表面の下地処理としてFRPグリッド工を用い、剥落防止として炭素繊維シート工を採用する。これらの方針に基づく4つの工法を補修すべき空洞20箇所に応用した（図-20）。その結果、恒久対策工法について、委員全員から妥当であること、また恒久対策は一般的な工法であり、一般的な技術力でも対応可能であるとの意見を聴取した。続いて、恒久対策の施工管理方法について立案し、意見を聴取した。施工管理工法は、京都府の職員および施工業者が恒久対策を施工管理するにあたり、統一的な解釈および運用を図るとともに、必要な事項を定め、適正な履行の確保を図るためのものである。各作業時の主な施工管理は次のとおりである。はつり落とし工では、作業実施前にはつり箇所周辺のクラック等の状況を確認したうえで作業を実施し、はつり落とし後に必要な覆工厚が確保されていることを確認する。防水シートの押上げでは、モルタル注入前に止水材の取付状況を確認する。防水シート押上げが困難な場合は、シート切断・再設置の必要性を判断し、必要に応じてシートの重ね幅および溶着状況を確認する。補強鉄筋工では、ケミカルアンカーを300本に1回、かつ1箇所当たり1回以上の引抜試験により引抜耐力を確認し、補強鉄筋の配筋状況、継手の重ね長等を確認する。空洞充填工では、無収縮モルタルを1注入施工日当たり1回、圧縮強度試験およびコンシステンシー試験を実施・確認する。また、確認孔からのモルタル流出を確認し、打ち止めは行わず、設計注入量以上の注入および注入圧0.2MPaへの圧力上昇を確認する。空洞面積1m²以上ではつり落としを実施する箇所では、充填検知センサーによる確認、さらに注入圧作用時に覆工面にひび割れ等の変状が生じないことを目視確認する。はく落防止対策工では、FRPグリッドおよび炭素繊維シートの接着強度を確認する。また、京都府職員または京都府が委託する現場技術員が全ての空洞箇所について現場で施工状況の確認を行うこととした。その結果、恒久対策の施工管理方法について、委員全員から妥当であること、また補修工事は京都府による厳格な監督体制のもと実施すべきとの意見を聴取した。次に、当時の施工状況の検証について、京都府による検証結果をもとに意見を聴取した。検証方法としては、当時の施工管理が当時の基準に対して適切であったかを成果品や業者からの聞き取りにより検証した。ま

た、当時の施工方法が標準的な方法から逸脱したものでなかったかを成果品や業者からの聞き取りにより検証した。さらに、当時の施工により発生した施工不良に故意がなかったかを成果品や業者からの聞き取りにより検証した。なお、検証対象は、トンネル掘削が完了してから坑内付帯工を着手するまでの工種とした（図-21）。当時の施工方法の聴取および写真確認の結果の一例として、コンクリートの打設は縦断方向では勾配の下側から上側へ、横断方向では下段の打設口から中段の打設口、吹上口の順に実施していた。また、締固めは検査窓からのみ行い、打設後、妻型枠の天端で充填確認を実施していた。吹上口は基本的に終点側の1箇所を使用し、圧送が困難となった場合のみ予備の吹上口を使用していた。また、コンクリートスランプは設計どおりの12cmであり、流動性の向上は行わず、充填確認センサー等は使用せず目視で確認していた。検証の結果、当時の施工管理は、当時の基準に対して適切であった。また当時の施工方法は標準的な方法に対して逸脱したものでなかった。さらに、当時の施工により発生した施工不良は、故意とは確認できなかった。なお、現行の基準は、スランプが12cmから15cm程度となる等、トンネル技術の発展に伴って知見・技術を取込み改正されている。その結果、当時の施工状況の検証について、委員全員から妥当であること、また覆工コンクリートの厚さ不足と空洞の存在は、当時の技術レベルでは生じる可能性のある施工不良であると推察された。最後に、京都府民の生活を考慮し、できるだけ早期に通行止めを解除できるよう努めることを確認し、委員会の閉会后、京都府において聴取した意見をもとに恒久対策を決定した。

5. 補修工事の着手・完了から現在までの経緯

恒久対策の決定後、当時の施工業者から当該業者の負担により誠意をもって対応したい旨の申し出が

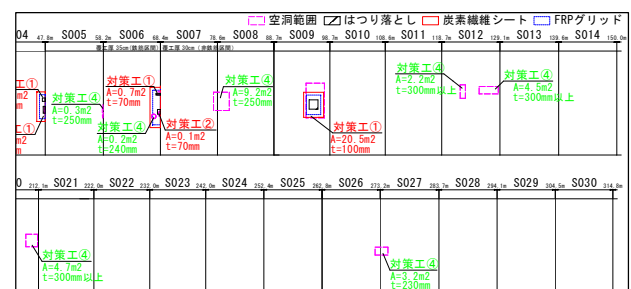


図-20 ゆずりトンネルの空洞補修展開図（一部抜粋）

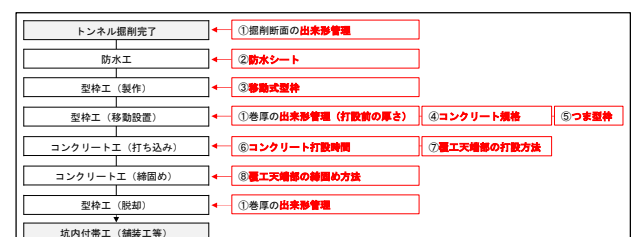


図-21 当時の施工状況の検証対象

あった。委員会において、恒久対策は一般の建設業者でも施工可能であるとの意見を聴取しており、当時の施工業者はトンネル等の修繕実績を有していたことから、道路法第 24 条に基づく道路工事として承認した。その後、2025 年 7 月 1 日より恒久対策に着手し、同年 10 月 30 日に完成、同年 11 月 4 日に約 10 ヶ月にわたる通行止めを解除した。なお、応急対策は準備期間および恒久対策の実施時期を考慮し、未実施である。通行止め解除後の経緯を以下に示す。

(1) 第 3 回技術検討委員会の開催

実施した補修工事の結果および今後の再発防止策について意見を聴取するため、2025 年 12 月 18 日に委員会を開催した。委員会では第 2 回委員会と同様に、施工業者の事業活動に関わる事項を取り扱うことから、今後の再発防止策についての議事は非公開とした。委員会では、はじめに第 2 回委員会の議事内容を再確認した。次に、補修工事の結果を報告し、意見を聴取した。恒久対策は全ての箇所において、京都府が計画したとおりの対策工を実施した。図-22 にはつり落とし工の施工状況を示す。当初の施工範囲は、電磁波探査等の結果に基づく推定によって設定していたため、既設覆工厚および防水シートの現地状況に合わせて見直しを行った。図-23 に防水シートの押上げの施工状況を示す。既設防水シートには十分な余裕があり、防水シートを切断した箇所は無かった。図-24 に補強鉄筋の設置の施工状況を示す。一部、小規模で狭い範囲のはつり落としを行った箇所では、補強鉄筋の重ね継手長を確保できなかった。図-25、図-26 に空洞充填工の施工状況を示す。注入量の実績については、1 箇所を除き設計数量以上注入しており、最小 0.97 倍、最大 17.8 倍、平均 1.77 倍であった。また、注入の打ち止めはなく、0.2MPa の圧力上昇を確認するとともに、充填検知センサーにより充填を確認した。図-27 にはく落防止対策工の施工状況を示す。完成検査では、京都府職員による書面確認および現場立会確認を実施した(図-28、図-29)。補修工事の結果について、委員全員から補修工事が適切に実施されたことを確認した。次に、今後の再発防止策の方針について立案し、意見を聴取した。再発防止策の方針は、今回得られた知見を踏まえ、既設トンネルおよび新設トンネルを対象とした品質管理方針を決定するためのものである。今後の再発防止策の方針について、委員全員から妥当であること、トンネル覆工の品質確保のため、施工時に活用できるチェックシートを積極的に取り入れるべきとの意見を聴取した。また、長期にわたり通行止めを余儀なくされ、利用者に不便が生じる事態となったことから、今後は安全性を確保しつつ、通行止め期間を短縮する取組みを進めるべきとの意見を聴取した。最後に、第 3 回技術検討委員会をもって委員会を閉会した。

(2) トンネル覆工の品質確保に向けた手引きの策定

今後、京都府は、既設道路トンネルの維持管理お

よび新設道路トンネルの施工に活用できる手引き書を策定した。また、手引書では覆工の品質確保を目的として施工時に用いるチェックシートを活用する。

6. おわりに

ゆずりトンネルでは、約 10 ヶ月の通行止めの間、空洞の詳細調査、補修設計および補修工事を実施してきた。今回の経験を踏まえ、今後、京都府は手引書の策定により補修工事前に必要な調査・設計を実施し、通行止め期間の最短化に取り組む。引き続き、京都府所管の他トンネルや新設トンネルにおいても、職員一丸となって、適切な維持管理および品質向上に努めていく所存である。最後に、ゆずりトンネルの通行止め解除にあたり、ご助力いただいた関係者の皆様に心より感謝申し上げる。

7. 参考文献の引用とリスト

- 1) 国土交通省：令和 3 年度全国道路・街路交通情勢調査、
<https://www.mlit.go.jp/road/census/r3/>
- 2) 国土交通省：橋梁・道路防災ドクター、
https://www.kkr.mlit.go.jp/road/maintenance/kyouryou_dourobousai
- 3) (公社)日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧
[本体工編]，pp. 219-221，2015.6



図-22 はつり落とし工



図-23 防水シート押上げ



図-24 補強鉄筋の設置

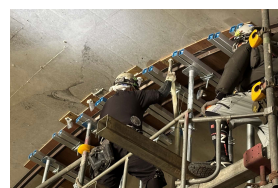


図-25 空洞充填工



図-26 充填確認状況

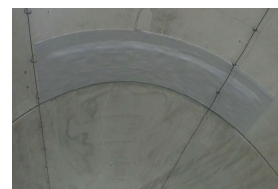


図-27 はく落防止対策工



図-28 完了検査(書面)



図-29 完了検査(現地)