

一般国道169号(小口第二トンネル) 補修工事について

田村 太一

奈良県 県土マネジメント部 吉野土木事務所 工務第二課

(〒639-3701 奈良県吉野郡上北山村河合420-1)

近年、道路施設の予防保全として補修工事が行われる中で、工事着手前、着手後の補修工法の選定及び安全対策の立案は非常に大切である。ただし、コスト面や現地状況により設計には精査を用いる。また、安全対策の面では、近年奈良県内でのトンネル内で起こった人身事故を繰り返さないように、より綿密な精査が必要となった。

このような中で、事故、苦情なく工事を完了させることを目的として、トンネル補修工事におけるソフト面及びハード面での一般通行車両に対する安全な通行を確保するための検討や取り組みを行った内容について報告する。

キーワード トンネル, 点検, トンネル補修, 通行規制, 安全対策, 注意喚起

1. はじめに

道路施設のインフラメンテナンスにおいて、2013年の道路改正法を受け2014年にすべての道路管理者は、橋梁、トンネル等の道路施設について、5年に1度、近接目視で点検を行い、点検結果として、健全度を4段階で診断することになっている。(表1)

奈良県吉野郡下北山村下桑原地内(図1)にある一般国道169号の小口第二トンネル(写真1)は2019年に実施した点検結果において、コンクリート片のはく落や漏水により利用者被害が懸念されるとして「早期措置段階」と診断されたトンネルである。本発表では、小口第二トンネルの補修工事の概要の紹介と共に、工事施工中、完了後の一般通行車両に対する安全な通行を確保するための検討や取り組みについて併せて述べる。

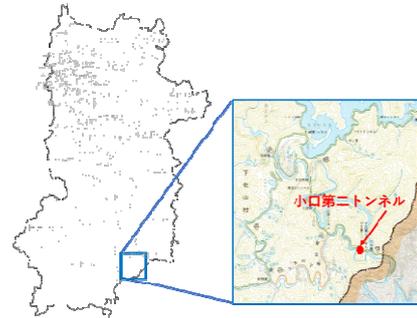


図1. 位置図(下北山村下桑原)

写真1. 小口第二トンネル坑口付近



表1. トンネル点検 健全度評価¹⁾

区分	定義
I判定 健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態
II判定 予防保全段階	道路トンネルの機能に支障が生じていないが、予防保全の段階から措置を講ずることが望ましい状態
III判定 早期措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
IV判定 緊急措置段階	道路トンネルの機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

写真2. 小口第二トンネル内部



写真6. 打音調査の実施状況



2 補修工事の概要

(1) 補修内容について

一般国道169号の小口第二トンネルは、完成年度1960年(63年経過)、延長271mの素掘りのモルタル吹付のトンネルであり、坑内の側面において凹凸が多く確認される。主な変状として、モルタル吹付のうき・ひび割れ・剥離(写真3)、漏水(写真4、5)及び測面への車両接触痕などが見られ、材質劣化対策(はく落防止対策)、漏水対策が求められた。

写真3. うき・ひび割れ・剥離



写真4. 漏水(側壁部)



写真5. 漏水(天端部)



(3) 施工フローについて

- うき、ひび割れ、剥離が確認される既設モルタル吹付をブレーカで撤去。(写真7)
- 側面部漏水対策として地山に排水マットの設置。(写真8)
- はく落防止対策として、地山を補強するモルタル吹付を実施。(写真9)
- 天端部の漏水対策として、天端の漏水箇所から道路側溝に水を流すことが出来るように線導水工を施工。(写真10)

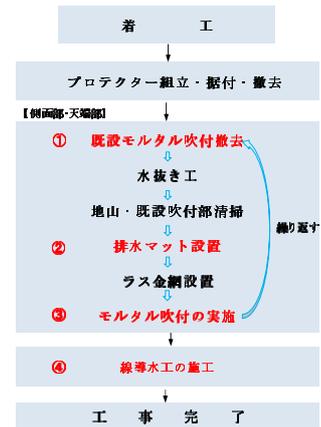


図2. 施工フロー

写真7. 既設モルタル撤去



写真8. 排水マット設置



(2) 工事着手前の調査について

工事着手前に調査、設計段階に求められた補修範囲と相違がないかを確認するための事前調査を行った。本工事では上記の内容の補修範囲の再精査を行うために目視に加え“うき”が想定される箇所では打音調査を行って想定される箇所を叩き、軽い音が鳴る箇所についてはうき(はく落)が新たに想定されるため、当初予定区間外でも、うきが想定される箇所は本工事での施工範囲をして追加で工事を行った。

写真9. モルタル吹付



写真10. 線導水工の施工



(4) 工事期間中の通行規制について

一般国道169号は平常時・災害時を問わず安定的な輸送を確保するための物流上で重要な路線（重要物流道路）であることから大型車両の通過交通が多く、全日通行止めを行う影響が大きい。そのため、夜間時間に通行止めにて規制を行い、トンネル内の仮設物によってトンネル内が狭くなっていることから、通行止め時間外は、片側交互通行により通行車両の誘導を行っている。また、過年度のトンネル補修工事の事例から、通行できない時間帯での苦情が多い経緯より、迂回路を設定し、一般通行車両（大型車を除く）の誘導を行っている。（写真11）

写真11. 通行規制状況



3. 安全な通行を確保するための検討や取り組み

(1) プロテクターを用いた一般通行車両の保護について

本工事では、各箇所既設モルタルの撤去後にモルタル吹付を行うため、工事直後においてトンネル天端付近からモルタルや地山が剥がれ落ちる可能性がある。そのため規制解除時において一般通行車両の安全確保の観点から、トンネル坑内にプロテクター（写真12、13）の設置を行った。

写真12. 車両防護のためのプロテクター



写真13. プロテクター坑内での使用



(2) トンネル坑内のレーンマークの検討について

小口第二トンネルは前段で述べた通り、坑内の側面部において凹凸が多くみられ、大型車両が通行する高さの側面での接触が思いがけない事故となる可能性がある。事故を未然に防ぐためにトンネル坑内の視覚的な対策として、設計段階において3D点群データを用いて、トンネル坑内の突出部の解析を行い、レーンマークの位置を検討した。

a) 最突出部の解析

3D点群データにおいて、路面から高さ4.0m以内（大型車両の高さを想定）の範囲で、最もトンネル中心に向かって突出している点の解析を実施。採用断面の決定する。

b) 最突出部の車道幅員、側溝・舗装境界の計測

断面（最突出部）の車道測定、側溝境界などを計測し、レーンマークの最適位置を決定している。

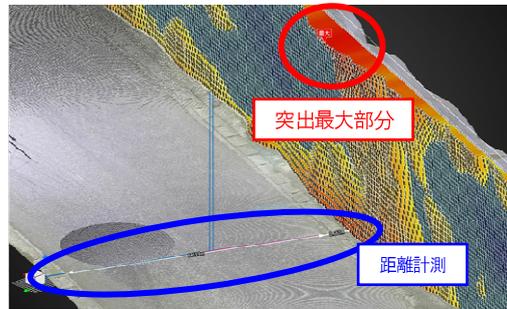


図3. 測量計測、概要図

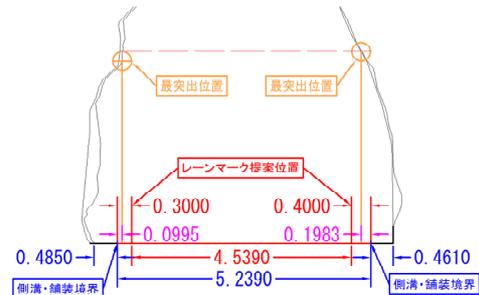


図4. レーンマーク位置検討結果

(3) 規制区間内の交通誘導の工夫について

本工事南側の規制区間内では、一般国道169号と村道の分岐があり、奥にはレンタルポート店が位置している。(図5)(写真14)



図5. 規制区間, 位置図

写真14. 国道と村道の位置関係



ここで問題となるのは、この箇所から規制区間内に合流する車両であり、国道方向の車両誘導をしながら村道の側の車両を意識しなければいけない。誤って村道側からの流入を許すと規制区間内の車両と接触事故の危険性がある。

そこで、村道から出てくる車両を誘導員が確実に把握し、一旦停止を促しながら、誘導できるよう「車両感知センサー」を設置した。センサーは車両が通ることを感知すると、誘導員近くの受信チャイムが反応し出入口に誘導員が立たずとも迅速な対応が可能になり確実な安全誘導できた。(写真15, 16)

写真15. 感知センサー

写真16. 受信チャイム



写真18. 高輝度反射テープ

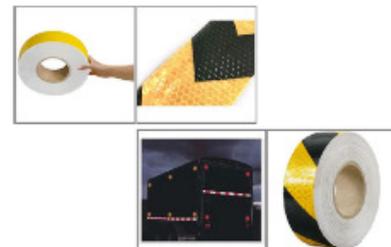


写真19. 光る塗料²⁾



(4) トンネル坑内の注意喚起について

小口第二トンネルでは側面の一部が道路の建築限界を犯している箇所があり、大型車両が対向する際に思いがけず側面へ接触する可能性がある。またトンネル坑内では視界が悪く、二輪車などがトンネル坑内の落下物に接触し転倒する恐れがある。坑内における事故を未然に防ぐための注意喚起を目的として、トンネル坑口付近に注意喚起看板(写真17)を設置している。

写真17. 注意喚起看板



4. さらなる安全な通行を確保するために

トンネル内での事故が多く発生する中、どのようにして事故を未然に防ぐかが今後の課題となっている。奈良県内のトンネルでは、道路構造令上の建築限界が確保されていないトンネルが多く存在し、通行車両の安全対策が検討すべき最優先事項である。坑口付近における注意喚起看板設置などは安価なソフト対策であり、事故の事前予防として有効である。また、トンネル内における注意喚起として、高輝度反射テープ(写真18)や光る塗料(写真19)などをトンネル側面に施工し、トンネル側面と車両との距離を視覚的に伝えることによって、より事故の件数は減らすことが可能だと考える。管轄内ではこのような事例がないため今後、要望として挙げていきたい。

5. おわりに

今回のトンネル補修工事にかかわらず、どの道路工事でも共通して必要なことは、工事期間中に無事故で終わり、最終的には安全な通行を可能にした道路環境を構築することであると考えます。このような道路環境を構築していくためには、設計段階、工事施工中及び完了後における精査は非常に重要である。また、今回の工事を実施するにあたり、地元への周知だけでなく、奈良国道事務所、近隣県（三重県、和歌山県）及び運送業者への連絡や、周知ビラの配布によって、通行者に工事の存在を伝えていることが注意喚起となっており、工事中に大きなトラブルがない大きな要因となった。常に、設計会社

施工業者及び行政が一体となり道路環境に目を向けていくことが大切である。

謝辞：本取組みに多大なるご尽力をいただいた関係者の皆様、本工事を施工いただきました北山工業様及び下請け業者様、本工事の設計をいただきました国際航業様に深く感謝の意を表し、本報告の結びとさせていただきます。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 国道・技術課：道路トンネル定期点検要領
- 2) (株) シンソク HP