

道路トンネルにおける点検支援技術活用時の点検コスト

国土交通省近畿地方整備局*

増田寛四郎 田中直子

パシフィックコンサルタンツ(株)** 正会員○重田佳幸 安田亨 掛谷幸士朗

1. はじめに

道路トンネル定期点検は、近接目視を原則として実施している。現地点検は、トンネル点検車等の高所作業車を用い、トンネル覆工コンクリートに接近してひび割れや漏水等の変状を把握するとともに、打音検査を実施し、うきやはく落危険箇所等の利用者被害につながる変状を把握するものである。これらの変状を変状展開図にスケッチし、主な変状箇所に対して写真を撮影する。定期点検の結果から補修・補強対策等の措置の要否の判断や維持管理計画の基礎資料を得るものである。維持管理計画を策定するためには、継続的な変状の把握と進行性の評価が重要となるが、スケッチを主体とする点検記録では位置情報の客観性に課題があるため、適切に変状の進行性を評価することがしばしば困難となる。

一方、新都市社会技術融合創造セミナー（委員長：大西有三 京都大学副学長）「トンネル健全性評価プロジェクト（H18年度～H20年度）」¹⁾ではトンネルの健全性を効率的に、また客観的に評価するための技術として走行型計測技術を提案している。走行型計測技術は、走行型画像計測（MIS：Mobil Imaging Technology System）や走行型レーザー計測（MMS：Mobile Mapping System）等がある。走行型画像計測では、トンネル覆工コンクリート表面の変状を写真画像で取得することができ、0.3mm程度のひび割れを認識できる精度を有しているため、近接目視に先立ち画像から変状展開図を作成し、現地点検における重点的に着目する変状を事前に把握することができる。この効果により見落とし防止や精度向上等の点検の高度化を図るとともに、スケッチ作業等の定期点検の効率化を図ることが可能と考える。

本報告は、国土交通省近畿地方整備局近畿メンテナンスセンター管内におけるトンネルに対して走行型計測技術を定期点検、監視点検の支援技術として活用した際の点検コストについて事例を示し、一考察を述べる。

2. 走行型計測を支援技術とした定期点検の流れ

図-1に走行型計測技術をトンネル定期点検の支援技術の活用の流れを示す。従来の定期点検では、点検計画策定後に現地の近接目視点検を実施するが、本手法においては点検計画策定後に走行型計測を実施し、トンネル覆工表面の画像取得および展開図作成、レーザー計測による断面形状計測および変形モード解析等を実施し、現地の近接目視点検前にトンネルの変状状態を把握するものである。走行型計測技術によって得られた情報に基づきひび割れや材質劣化、漏水等の変状箇所について重点着目箇所や追加調査の有無等について机上検討を行う。現地点検においては事前に作成した変状展開図の重点着目箇所の確認を道路トンネル定期点検要領に基づく近接目視を実施し、ひび割れ幅等の補正や打音点検における状況を追記、修正を実施することで見落とし防止および点検精度向上を行う。

3. 検討の方法

対象は、近畿道路メンテナンスセンター管内のトンネル点検業務で定期点検、監視点検のトンネルである。内訳はT事務所のトンネル（定期点検（初回点検）1トンネル、監視点検：7トンネル）とF事務所のトンネル（定期点検1トンネル、監視点検：5トンネル）を対象とし、従来技術と点検支援技術のコストと効率化を検討した。なお、定期点検のトンネルでは、個別にコストを試算して検討し、監視点検のトンネルでは、個別のコスト試算に加えて、路線ごとにまとめたコスト試算についても検討を実施した。

従来技術での点検費用は、『道路トンネル定期点検業務積算資料（暫定版）平成31年2月国土交通省道路局』に準じて積算したものである。

走行型計測併用点検費用は、走行型計測部分の点検費用を業務実績ベースで弊社試算により算出した（表-1参照）。近接目視・打音調査の費用は従来技術での点検費用に対して走行型計測併用に伴う効率化（作業時間縮減による費用削減効果）を考慮した（表-2参照）。

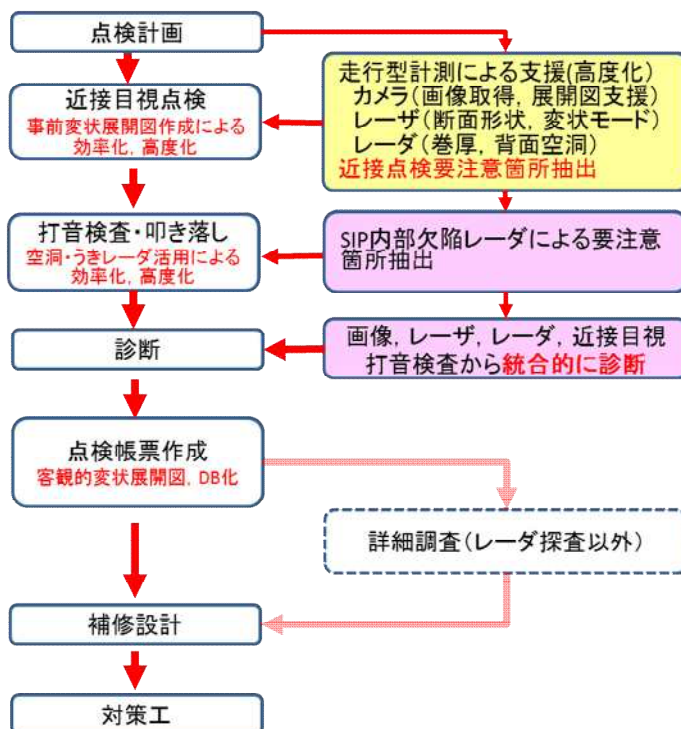


図-1 走行型計測技術を活用したトンネル点検の流れ

キーワード 点検支援技術 走行型計測 画像計測 レーザー計測 活用効果 コスト 効率化 高度化

連絡先：* 〒573-0094 大阪府枚方市南中振 3-2-3 TEL 072-800-6222 FAX 072-800-6224

** 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22 TEL 03-6777-4763 FAX 03-3296-0516

表-1 試算条件

項目	試算概要	点検人工	点検面積
従来点検	・国の積算基準をベースに試算 ・誘導員の人数、作業班数は業務実績を考慮	・従来通り100%で設定。	・従来通り100%で設定。
支援技術 (画像撮影)	・業務実績をベースに、画像撮影を活用ケースを試算	・画像撮影による効果を踏まて、70%とした。	・点検面積は画像計測による事前確認効果を期待して15%で設定。
支援技術 (画像撮影+変形モード解析)	・業務実績をベースに、画像撮影+変形モード解析を活用ケースを試算	・画像撮影により効果と同程度と評価。	・点検箇所に関わらないと想定し、支援技術(画像撮影)と同様の設定とした。

表-2 作業時間縮減による費用削減効果

点検作業内容		従来技術	走行型計測併用	備考
点検(現場作業)	近接目視点検	30%	20%	注1)
	打音検査(叩き落とし含む)	35%	35%	
	変状箇所スケッチ	20%	0%	注1)
	変状箇所写真撮影	15%	15%	
	計	100%	70%	注1)

注1) 走行型3Dトンネル点検システムにより画像展開図作成、変状事前抽出、変状展開図を事前に作成していることによる作業効率化(作業時間縮減による費用削減効果)を考慮した。
注2) 上記点検(現場作業)効率化に伴い、現地点検作業日数も縮減される。

4. 試算結果

図-2にKSトンネルのコストと点検日数の比較図を、図-3にF事務所5トンネル合計のコストと点検日数の比較図をそれぞれ示す。また、表-3に各トンネルのコストと現地点検日数の試算結果の総括表を示す。

図-2に示すKSトンネルは、延長98mの矢板工法のトンネルである。従来点検と比較して画像計測を実施した場合には2割程度のコスト増加となった。画像計測とレーザー計測(変形モード解析)を実施した場合には、3割のコスト増となった。一方、図-3に示すとおり、KSトンネルを含む同一路線の5トンネルを対象とした場合、従来点検と比較して画像計測を実施した場合で2割程度、画像計測とレーザー計測を実施した場合でも1割程度のコスト減となっている。また、支援技術を活用した場合の現地点検日数は短縮していることから現地点検の効率化を図ることができている。

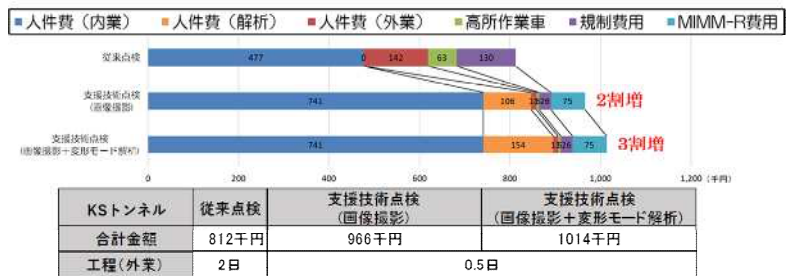


図-2 コストと点検日数の比較 (Kトンネル、延長96m)

5. まとめ

点検支援技術を活用したトンネル定期点検、監視点検では、近接目視点検前に重点着目箇所や健全箇所を抽出することができるため、現地点検の日数を削減する効果があるものと思われる。コストについて点検支援技術のインシヤルコスト(計測費用、機械損料)がかかるため、延長の短い1トンネルを対象とした場合にはコストが増加するものの、複数のトンネルをまとめて計測することにより、ロット効果によりコスト削減を図ることができるものと考えられる。

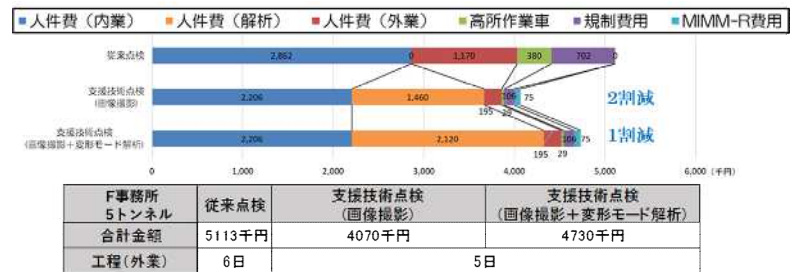


図-3 コストと点検日数の比較 (F事務所5トンネル、総延長3082m)

表-3 コスト、点検日数の試算結果総括表

トンネル名等	施工法	トンネル延長(m)	従来点検	支援技術点検(画像)	増減	支援技術点検(画像+レーザー)	増減	従来点検点検日数	技術活用点検日数
KMTトンネル	NATM	1231	5221千円	3016千円	↓ -42%	3551千円	↓ -32%	9日	1.5日
KSTトンネル	矢板工法	96	812千円	966千円	↑ 19%	1014千円	↑ 25%	2日	0.5日
IRTトンネル	矢板工法	284	759千円	1041千円	↑ 37%	1088千円	↑ 43%	1日	0.5日
OTトンネル	矢板工法	310	872千円	1150千円	↑ 32%	1245千円	↑ 43%	1日	1日
T事務所7トンネル	—	7102	9273千円	6872千円	↓ -26%	8349千円	↓ -10%	11日	8日
F事務所5トンネル	—	3082	5113千円	4070千円	↓ -20%	4730千円	↓ -7%	6日	5日

参考文献

- 1) 新都市社会技術融合創造研究会 道路トンネル健全性評価技術研究プロジェクト：走行型計測技術による道路トンネルの健全性評価の実用化研究 研究成果報告書，2013.2
- 2) 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，2019.3
- 3) 国土交通省 道路局：道路トンネル定期点検業務積算資料(暫定版)，2019.2