



市町村の道路インフラの維持管理に対する
効率化・高度化・戦略化に関するセミナー

トンネル維持管理の効率化・高度化

1. トンネル維持管理の効率化・高度化の概要
2. 点検技術の実証と公開実験
3. 今後の進め方

金沢工業大学 木村研究室
株式会社エヌイーエス
アルスコンサルタンツ株式会社

1

1. 小テーマ(個別テーマ)「トンネルの維持管理の効率化・高度化」



スマートインフラマネジメント
システムの構築

目的

- 北陸地方の市町管理者が抱えるトンネル維持管理の課題から、今後の維持管理方針の方向性を導く
- 北陸地方市町版道路トンネル維持管理の手引き (①点検・措置編、②廃道・廃止編、③教育編、④長寿命化計画編) の作成
- 管理者、実務者に向けた教育活動により、実装化を図り、有効な維持管理 (効率的な点検、適切な措置、長寿命化計画等) を持続する

研究内容

現況把握と課題抽出 (市場調査・ヒアリング)

- 富山市、白山市、南砺市、糸魚川市、おおい町、敦賀市、加賀市、浜松市においてヒアリング (8市町) の実施
- 課題抽出⇒トンネルに関すること、管理・運用に関すること (特に廃道、廃止)
- 現地調査
白山市、富山市⇒トンネル及びその周辺
能登半島被災トンネル⇒輪島市トンネル

点検技術の試行実証

- 富山市、白山市が管理するトンネル
- 簡易的な点検技術を使って、外力性状を把握する (ひびみつけ等)
- 検出率

廃道・廃止の基礎検討

- 廃道・廃止に関わる関係法令
- 対外協議等手続き
- 住民、地権者説明
- 課題

点検技術の実証

- モデルトンネルを設定し、複数の新技術 (走行型計測等) で実証を行う
・画像計測技術等
- 従来方法による点検結果と新技術の比較、適用性を確認し、特性を整理 (適用条件、品質、コスト、工期等)

手引き：廃道・廃止編

- 実施フロー
- 廃道・廃止のプロセス
- いくつかの市町で講習

手引き：教育編

- 手引きの構成、ニーズの整理
- 構造、特徴、診断、評価、記録等
- いくつかの市町で講習 (実装)

(4年目) 実装

手引き：点検・措置編

- データ取得の条件
- データから得られるアウトプット
- 有用な点検技術の選定等

手引き：教育編

- 再聞き取り
- 修正

手引き：長寿命化計画編 (案)

- 手引きの構成
- 本研究全体総括のまとめ
- 聞き取り調査及び意見照会

(5年目) まとめ

維持管理手法の実装

- 北陸市町版手引き(案)の完成
- 人材育成として講習会の実施
- 各管理者への助言の実施
- 市町包括協定方式の提案等

研究成果(アウトプット)

- 北陸地方市町版道路トンネル維持管理の手引きの完成により、
①本手引きを活用して道路トンネルの維持管理を持続
②本手引きが管理者や実務者にとって理解しやすく、長期にわたって活用
③新技術の有効活用に伴い、品質、コスト、工期が改善

達成目標(アウトカム)

- 効率的な点検による省力化
- 要補修箇所の見える化、共有化
- 合理的な長寿命化計画の立案
- 予算・人員配置の最適化

1. トンネル維持管理の効率化・高度化の概要

社会実装戦略(小テーマC「トンネル」の社会実装の進め方)

「北陸地方市町版道路トンネルの維持管理の手引き」の構成

①点検・措置編:

トンネル点検において、画像技術等によるトンネル内壁面の変状把握・記録手法に着目し、これを基本とする診断・措置体系の技術支援手引きを作成して展開する。

②廃道、廃止編:

トンネルの運用廃止・存置の意思決定を行う場合、当該トンネル管理の経緯、道路管理に関わる関係法令、財政と予算化、地域環境・利用条件、運用廃止（通行止め、廃道・廃止、存続・監視、存続利用）の行政・技術的手続きが課題となる。これを遂行するための支援手引きを作成して展開する。

③教育編:

トンネルの点検・診断・措置判断をするためには、高度な専門技術が必要であり、各々の変状から主要原因（外力変状、利用者被害変状等）を推定できる技術が必要となる。教育編はその手引きであり、これを作成し管理者、実務者に向けた教育プログラムを実施する。

④長寿命化計画編:

長寿命化計画では、中長期（5年～10年）にわたり維持管理計画（点検、措置、予算、体制、運用等）を立案するもので、上記内容に沿った支援可能なツールを策定・展開する。

3

2. 点検技術の実証と公開実験

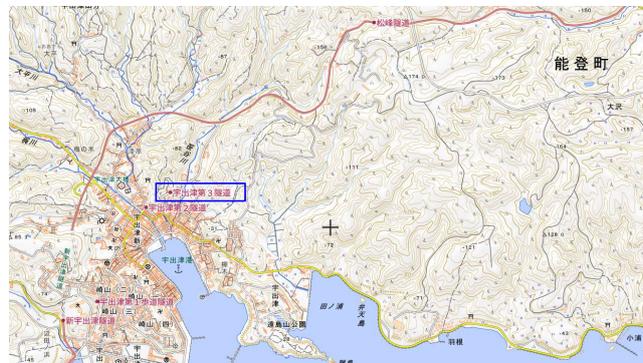
目的

能登半島地震によって被災した宇出津第三隧道をモデルトンネルとし、複数のトンネル点検支援技術により、各変状検出結果を比較・照合し、適用条件、品質、コスト、工期等の評価及び大災害時における支援技術の適用性の判断・実証を行う。実証実験では、モデル市町の職員やその委託業務として従事する地元コンサルタントにも公開し、人材育成プログラムとして活用する。

モデルトンネル

- ① トンネル名称：宇出津第三隧道
- ② 場所：石川県鳳珠郡能登町
- ③ 管理者：石川県能登町
- ④ 路線名：町道1級宇出津8号線
- ⑤ 建設年度：1964年
- ⑥ トンネル延長：65.1m

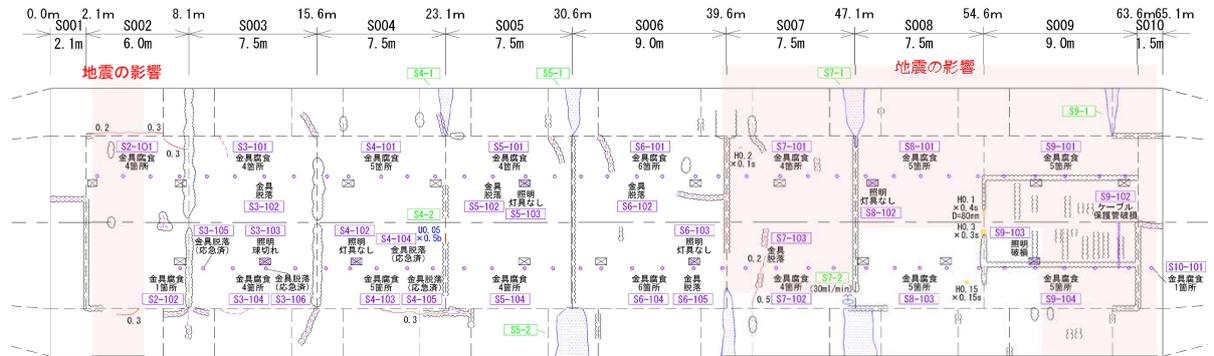
※今回の能登半島地震によって被災した宇出津第三隧道は、東坑口部のり面崩落や多くの外力性変状を受け、現在通行止めとなっているが道路管理者（能登町）のご協力のもと本実証実験が実現化できた。



4

2. 点検技術の実証と公開実験

2020.8点検結果(能登半島地震前)



西方向

東方向

フリガナ	ウツデザイン	路線名	町道1級宇出津8号線	管理者名	能登町	緊急輸送道路	該当						
名称	宇出津第三隧道	点検業者・点検者名	株式会社 国土開発センター・鎌井 和典	点検年月日	令和2年8月4日	代替路の有無	有						
所在地	自 石川東鳳珠郡能登町 至 石川東鳳珠郡能登町	調査業者・調査技術者名	-	調査年月日	-	トンネル延長	L= 65.1 m						
起点	緯度 37° 18' 35.9"	トンネル 本体工	材質劣化	Ⅱ	3箇所	Ⅲ	0箇所	Ⅳ	0箇所	トンネル毎 の健全性	Ⅱ	附属物の 取付状態	×
経度	137° 09' 06.6"		漏水	Ⅱ	11箇所	Ⅲ	0箇所	Ⅳ	0箇所				
高度	37° 18' 36.9"		外力	Ⅱ	0スパン	Ⅲ	0スパン	Ⅳ	0スパン				
終点	緯度 37° 18' 08.9"	実状・異常 箇所数合計	トンネル 本体工	トンネルの 健全性	Ⅱ	トンネル毎 の健全性	Ⅱ	附属物の 取付状態	×	88箇所			

5

2. 点検技術の実証と公開実験

モデルトンネルの現状

- ① 宇出津第三隧道は、能登半島地震の影響を受け、東坑口のり面が崩落しているため、現在通行止めとなっている。
- ② 復旧のための調査・設計は現在アルスコンサルタンツが実施中である。
- ③ 東坑口部の坑内は、土砂や落石が堆積しており、小石を片付けできる限り、東側に寄りながら計測を行う必要がある。
- ④ 地震の影響を受け、特に東側に向かって左側に外力性のひび割れ等が発生している。



西側坑口部



東側坑口内部



東坑口外部

6

2. 点検技術の実証と公開実験

支援技術の抽出

国土交通省の性能カタログに登録されている画像計測技術から、特に東坑口部の崩落個所に着目し、比較的軽装備である以下の技術を抽出（各社にご協力いただく）した。

- ① 軽車両搭載型トンネル点検支援システム「MIMM-S」：計測検査（株）
- ② 走行型高精細画像計測システム「トンネルレーザー」：中外テクノス（株）
- ③ トンネル検査システム「TM-270」：（株）保全工学研究所
- ④ 社会インフラ画像診断システムサービス「ひびみっけ」：富士フィルム（株）/撮影NES

①MIMM-S	②トンネルレーザー	③TM-270	④ひびみっけ
			
動画撮影に特化したデジタルカメラ及び高精度レーザー計測システムを軽車両等に搭載し、トンネル覆工表面ひび割れや漏水等の変状とトンネル断面形状を計測する。	民生用4Kビデオカメラとライセンスカメラの2種類の画像センサを搭載した走行型画像計測システムである。	車両に搭載した最大7台のラインカメラとLED照明を用いて走行し、覆工表面の可視画像を撮像し、撮影した画像から机上で展開画像を作成し、画像から変状を展開図化する技術である。	コンクリート構造物を撮影した写真からコンクリートに発生する「ひび割れの自動検出」と「ひび割れ幅の自動計測」をAIを活用した画像解析で行うシステムである。

7

2. 点検技術の実証と公開実験

【ひび割れ検証】

走行型計測で得られた画像計測結果を基に、従来の近接目視による精度検証を実施した。近接目視は、外力性ひび割れ等が発生しているトンネルアーチ部を対象として、高所作業車を用いて、それぞれのひび割れの検証を行った。

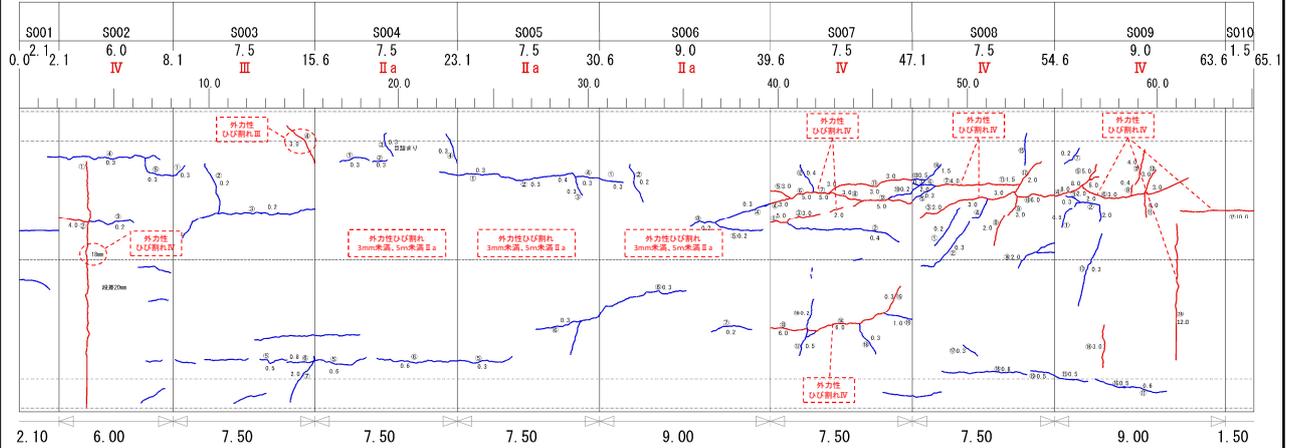
支援技術の計測結果と近接目視による結果を比較・照合し、それぞれの技術におけるひび割れ検出率等の特徴を整理した。



8

2. 点検技術の実証と公開実験

2025.12 近接目視

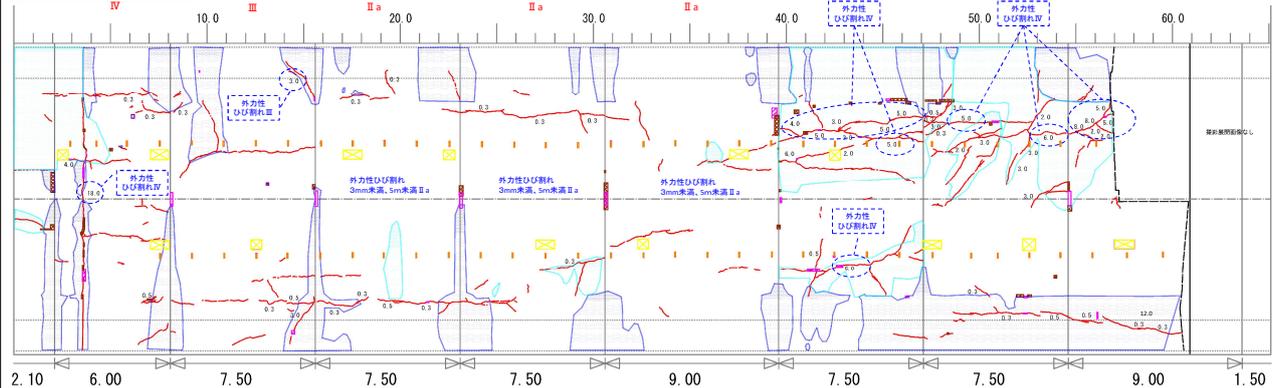


- ・対策区分Ⅳ (S002,S007,S008,S009)を検出できているか？
- ・対策区分Ⅲ (S003),Ⅱa (S004,S005,S006)を検出できているか？
- ・ひび割れの検出率、精度はどうか？

9

2. 点検技術の実証と公開実験

2025.09 MIMM-S



スパン	対策区分結果	対策区分正解	評価
S002	Ⅳ	Ⅳ	○
S003	Ⅲ	Ⅲ	○
S004	Ⅱa	Ⅱa	○
S005	Ⅱa	Ⅱa	○
S006	Ⅱa	Ⅱa	○
S007	Ⅳ	Ⅳ	○
S008	Ⅳ	Ⅳ	○
S009	Ⅲ～Ⅳ	Ⅳ	○

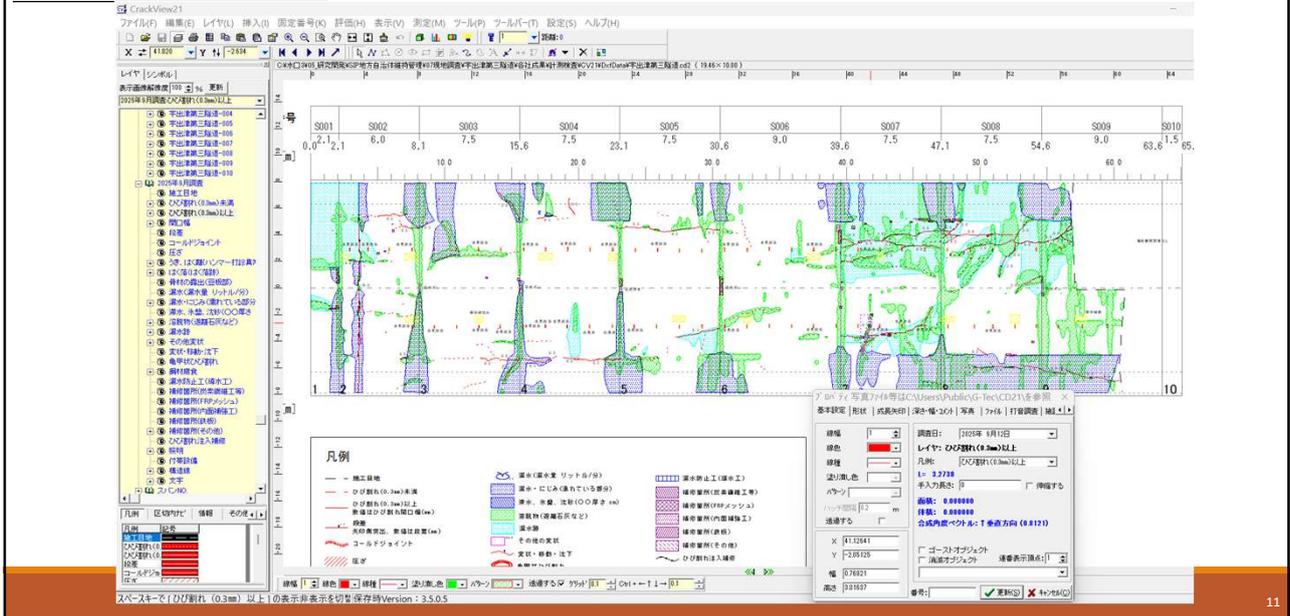
特徴

- ・対策区分判定に伴う外力性ひび割れはすべて再現されている。
- ・ひび割れのほかにも、はく離跡、漏水、にじみ、溶脱物、付帯設備等が忠実に再現されている。
- ・レイヤー分けされた専用ソフト(CrackVier21)でより見やすくなる。
- ・ひび割れ長さも確認することができる。

10

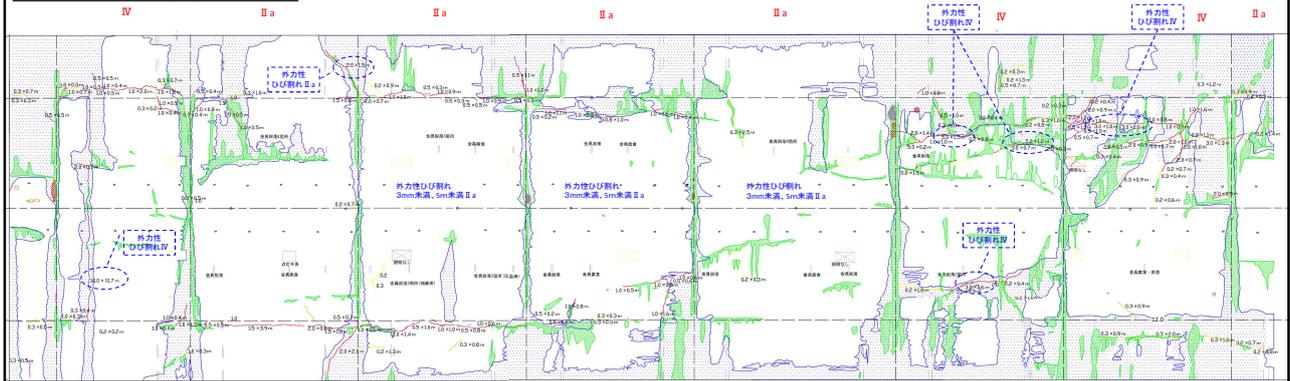
2. 点検技術の実証と公開実験

2025.09 MIMM-2 CrackVier21



2. 点検技術の実証と公開実験

2025.09 トンネルトレーサー

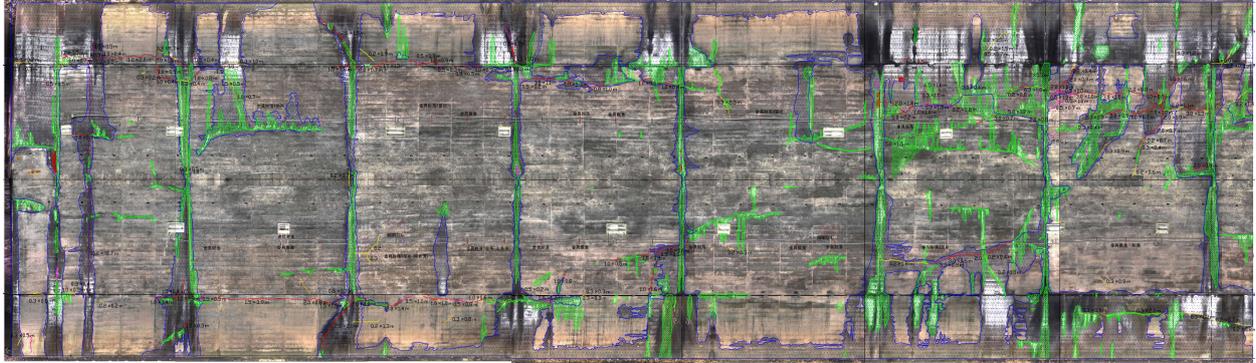


スパン	対策区分結果	対策区分正解	評価
S002	IV	IV	○
S003	II a	III	△
S004	II a	II a	○
S005	II a	II a	○
S006	II a	II a	○
S007	IV	IV	○
S008	IV	IV	○
S009	II a	IV	△

- 特徴**
- ・対策区分判定に伴う外力性ひび割れはおおむね再現されている。
 - ・ひび割れのほかにも、はく離跡、漏水、にじみ、溶脱物、付帯設備等が忠実に再現されている。
 - ・画像に捉えられた現象をより忠実に変状図に表現している。

2. 点検技術の実証と公開実験

2025.09 トンネルトレーサー 画像データ

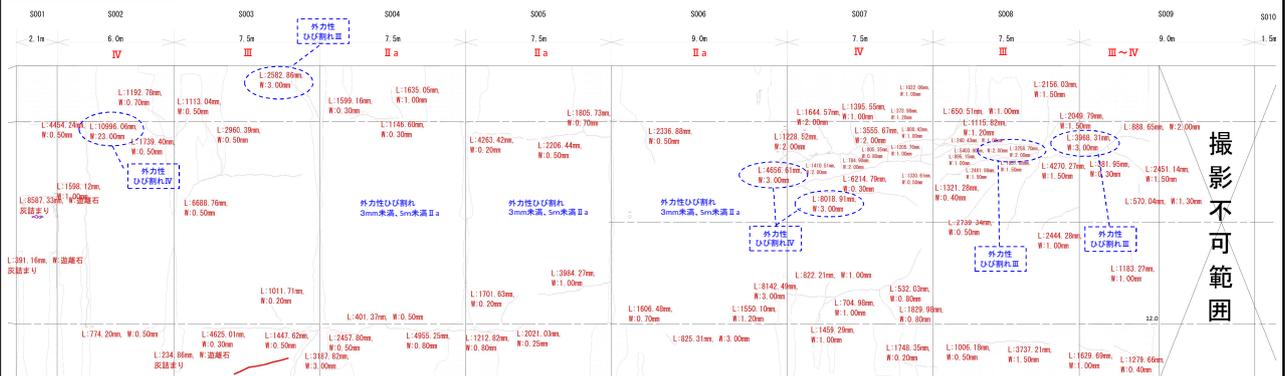


13

2. 点検技術の実証と公開実験

2025.09 TM-270

終点側 →



スパン	対策区分結果	対策区分正解	評価
S002	IV	IV	○
S003	III	III	○
S004	II a	II a	○
S005	II a	II a	○
S006	II a	II a	○
S007	IV	IV	○
S008	III	IV	△
S009	III~IV	IV	○

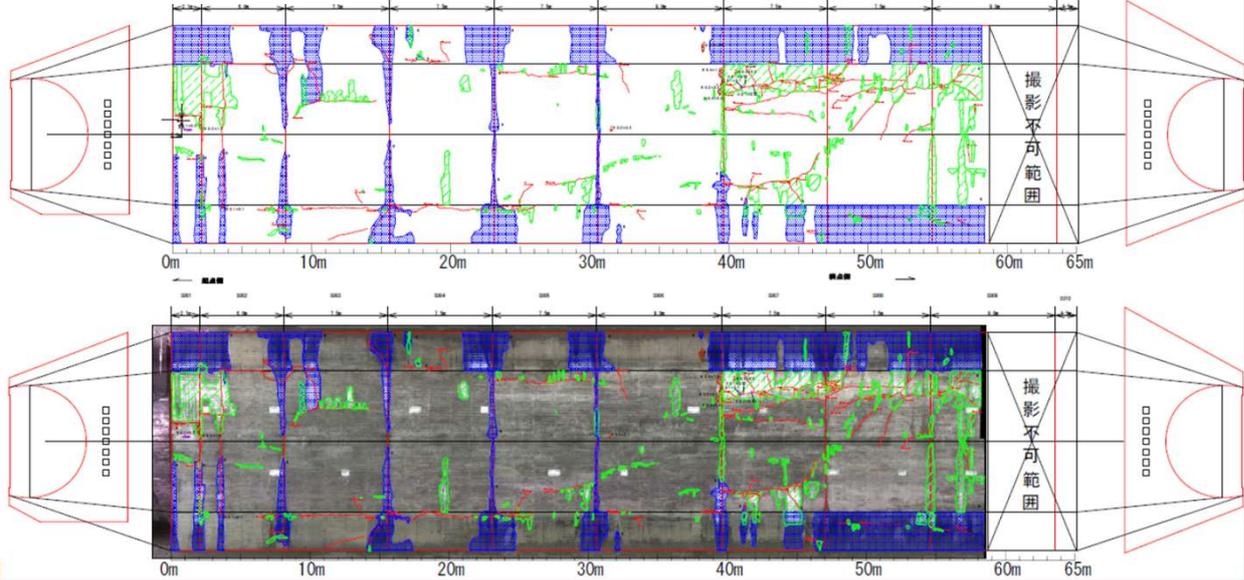
特徴

- ・対策区分判定に伴う外力性ひび割れはおおむね再現されている。
- ・ひび割れのほかにも、はく離跡、漏水、にじみ、溶脱物、付帯設備等が忠実に再現されている。
- ・上記の図面はひび割れをわかりやすく表記するため、一時的に削除している。

14

2. 点検技術の実証と公開実験

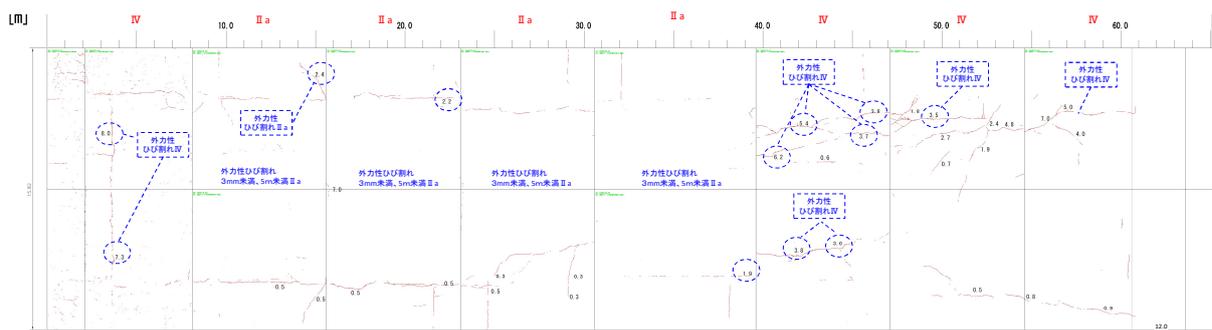
2025.09 TM-270 画像データ



15

2. 点検技術の実証と公開実験

2025.09 ひびみっけ



スパン	対策区分結果	対策区分正解	評価
S002	IV	IV	○
S003	II a	III	△
S004	II a	II a	○
S005	II a	II a	○
S006	II a	II a	○
S007	IV	IV	○
S008	IV	IV	○
S009	IV	IV	○

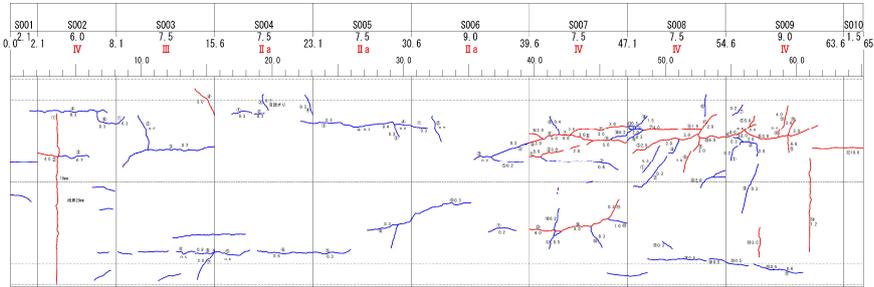
特徴

- ・対策区分判定に伴う外力性ひび割れはほぼ再現されている。
- ・終点側の車両では入れない箇所まで再現されている。
- ・最も軽装で、ひび割れをより優先的に抽出することを目的とした技術である。

16

2. 点検技術の実証と公開実験

【ひび割れ検証結果】



S002～S008スパンでの検証

- ①0.2mm以上のひび割れ68本
- ②3区分により精度検証
 - A:5mm以上
 - B:3mm以上5mm未満
 - C:3mm未満

※道路トンネル点検要領の進行性が確認される外力によるひび割れの対策区分を参考に設定

検証項目	近接目視 (正解値)	MIMM-S	トンネル トレーサー	TM-270	ひびみつけ
ひび割れ本数	68本	67本 (98.5%)	66本 (83.6%)	55本 (80.9%)	53本 (77.9%)
A・B・C正解率	—	83.6%	77.6%	69.1%	75.5%
A検出率	7本	100%	85.7%	14.3%	100%
B検出率	10本	100%	40.0%	90.0%	70.0%
C検出率	51本	86.2%	76.5%	86.3%	74.5%

2. 点検技術の実証と公開実験

走行型計測の実施 9月

※各社提供資料および性能カタログ資料より

項目	①MIMM-S	②トンネルトレーサー	③TM-270	④ひびみつけ
計測状況				
カメラの種類	種類: デジタルカメラ(動画モード) 性能(画素数): 3840 × 2160 カメラ7台	種類: ラインセンサカメラ(カラー) 性能(画素数): 4096 × 3ライン カメラ6台	種類: ラインセンサカメラ(カラー) 性能(画素数): 4096pixel × 1 カメラ6台	種類: デジタル一眼カメラ FUJIFILM X-S10 (カメラ1台)
画像解析	ひび割れ自動抽出ソフト(HALCON)により、自動抽出	AI(畳み込みニューラルネットワーク)により、ひび割れの自動検出	ひびわれと健全部とのグレースケールの色調の違いから1画素ごとにひびわれの有無を検知する。(自動検出)	AI(富士フイルムクラウドサービス)によりひび割れの自動検出
コスト	【延長500m1本あたり】 ・計測費: 350,000円 ・データ解析費: 550,000円 ・計: 900,000円	【延長500m1本あたり】 ・計測費: 450,000円 ・データ解析費: 350,000円 ・計: 800,000円	【延長500m1本あたり】 ・計測費: 340,000円 ・データ解析費: 660,000円 ・計: 1,000,000円	【延長500m1本あたり】 ・計測費: 183,150円 ・データ整理: 1,250,000円(50スパン) ・ひびみつけ解析: 450,000円(50スパン) ・計: 1,883,150円
精度	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル毎の健全性診断はIVである。 ・覆工スパン毎診断は7/7(100%)である。 ・0.2mm以上のひび割れ検出率は98.5% ・ABC区分正解率は83.6%である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル毎の健全性診断はIVである。 ・覆工スパン毎診断は6/7(85.7%)である。 ・0.2mm以上のひび割れ検出率は83.6% ・ABC区分正解率は77.6%である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル毎の健全性診断はIVである。 ・覆工スパン毎診断は6/7(85.7%)である。 ・0.2mm以上のひび割れ検出率は80.9% ・ABC区分正解率は69.1%である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル毎の健全性診断はIVである。 ・覆工スパン毎診断は6/7(85.7%)である。 ・0.2mm以上のひび割れ検出率は77.9% ・ABC区分正解率は75.5%である。

↑計測検査(株)

3. 今後の進め方

(2025年) 今回の実証実験で得られたこと

- ① 今回の実証実験によって、変状区分を外力に限定して診断を行った。
- ② その結果、すべての画像計測技術においてトンネル毎の健全性はIVとなり、近接目視と同じ結果となった。
- ③ 0.2mm以上のひび割れは、80%程度(以上)の検出率が得られた。
- ④ 0.2mm以上、3mm以上、5mm以上の判定(精度)においても、70%以上となった。
- ⑤ 変状区分が外力性ひび割れにおいては、有効であることが判明した。
⇒災害時(特に今回のような大きな地震)における緊急点検には有効である。



- ◇従来の定期点検方法(近接目視+打音検査)
- ◇点検支援技術を用いた定期点検方法(画像+近接目視+打音検査)
- ◇トンネル延長、断面、交通量を踏まえてコスト、工期を算出



- ◇最適な点検方法とは?
- ◇広域連携、包括協議
- ◇より早くでリスク低減

(2026年) 実装を目指す

手引き：点検・措置編

- データ取得の条件
- データから得られるアウトプット
- 有用な点検技術の選定等

手引き：教育編

- 再聞き取り
- 修正

手引き：長寿命化計画編(案)

- 手引きの構成
- 本研究全体総括のまとめ
- 聞き取り調査及び意見照会



(2027年) まとめ

維持管理手法の実装

- 北陸市町版手引き(案)の完成
- 人材育成として講習会の実施
- 各管理者への助言の実施
- 市町包括協定方式の提案等