

トンネル壁面画像を用いた 検査支援システムを開発しました

公益財団法人鉄道総合技術研究所は、トンネル検査を効率的に進めるために、トンネル壁面画像から変状発生箇所をAIで抽出して、トンネル全体の健全度を判定するとともに、重点的に調査すべき要注意箇所を現地の壁面に投影し、調査を支援する「トンネル壁面画像を用いた検査支援システム」(以下、本システム)を開発しました。

【開発の背景】

鉄道のトンネルには、戦前や戦後の高度経済成長期に建設されたものが数多くあり、熟練した検査員により定期的な検査と必要なメンテナンスが実施されています。しかし、日本の鉄道のトンネル総延長は約4000kmに及ぶため、検査等に時間と労力を要しています。さらに労働人口減少等の影響による検査員の確保も課題になってきています。

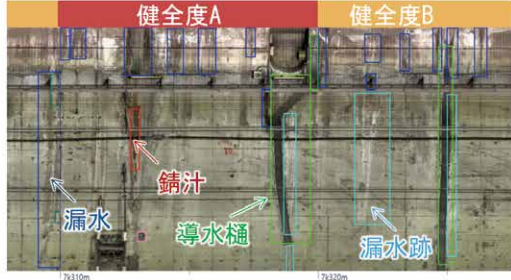
【本システムの概要】

トンネル検査は、従来、現場で検査員が目視により、漏水などによる変状発生箇所を確認・記録し、要注意

箇所に対してハンマーによる打音調査などを行い、その後のメンテナンスの必要性などを確認していました。また、調査結果を用いて、「鉄道構造物等維持管理標準」に基づき、トンネル全体の健全度を判定する必要があります。

昨今では、現場での目視確認に代わりトンネル壁面の撮影画像を事務所に持ち帰り、変状発生箇所を確認・記録するようになってきたものの、画像の確認や記録には時間と労力がかかっていました。また、現場で要注意箇所の打音調査を行う際には、暗い中で記録内容を確認し、調査位置を特定しながらの作業となるため効率性に課題がありました。

変状抽出・健全度判定アプリ



健全度A **健全度B**

漏水 錆汁 導水桶 漏水跡

変状抽出AIで変状等を抽出


↓

変状等と判定マトリックスを照合して、健全度をA, B, C, Sの4段階で判定

	抽出した変状等				
	鉄筋露出	錆汁	漏水	漏水跡補修跡	なし
健全度	A	A~B※	B~C※	C	S

※大きさや発生位置に応じて判定

要注意箇所投影装置



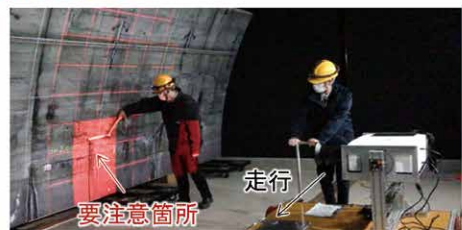
汎用電動モーター
制御器
走行量測定
回転

移動式プロジェクションマッピング装置

重点的に調査すべき**要注意箇所**をトンネル壁面に投影

↓

走行量に連動して**要注意箇所**もスクロール



走行
要注意箇所

図1 本システムの概要



図2 変状抽出AIの精度検証結果の例

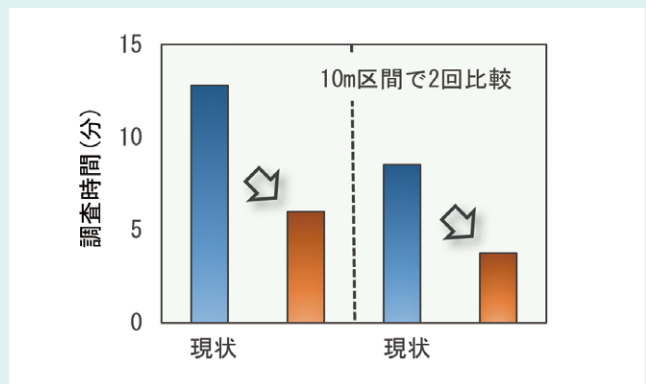


図4 調査時間の比較結果の例

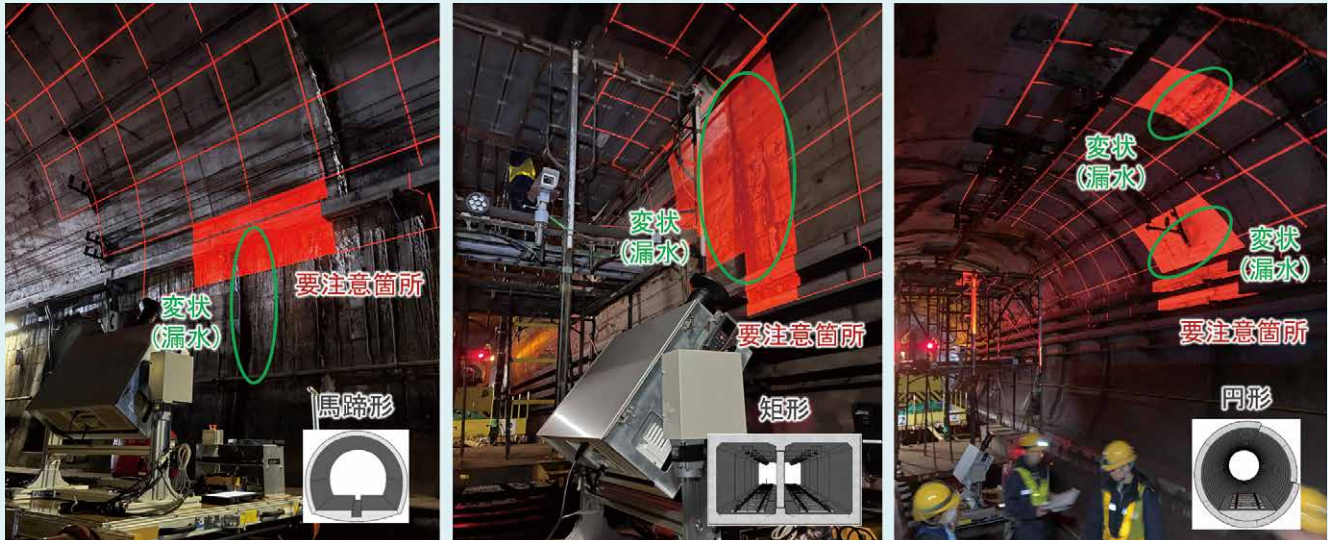


図3 実トンネルでの様々な断面形状に対応した投影状況

そこで、デジタル技術を活用し、作業を迅速に進めるとともに、必要な人数を減らすため「変状抽出・健全度判定アプリ」と「要注意箇所投影装置」からなる本システム(図1)を開発しました。「変状抽出・健全度判定アプリ」(図1上段)では、トンネル壁面の撮影画像から変状抽出AIにより自動的に変状発生箇所を抽出、記録するとともに、健全度を判定することができます。また、「要注意箇所投影装置」(図1下段)はアプリにより抽出された変状箇所のうち、調査すべき要注意箇所を現場において正確に特定することができます。

【本システム導入による効果・特徴】

(1) 「変状抽出・健全度判定アプリ」

- 漏水などの変状発生箇所を90%以上の精度で抽出できます(図2)。
- トンネル壁面の健全度は変状発生箇所の抽出結果を判定マトリックスにあてはめて判定します。

- 変状抽出と健全度判定作業に要する時間は、検査員による撮影画像の判定に比べ1/50以下に削減できます。

(2) 「要注意箇所投影装置」

- トンネル断面形状と走行量に応じて、投影するメッシュ形状をリアルタイムで補正できるアルゴリズムを構築しました。また、走行量に連動してメッシュがスクロールし、要注意箇所を赤く塗りつぶして投影することで位置の特定が容易にできるようになりました(図3)。
- 要注意箇所の特定が効率的になり、打音調査に要する時間を1/2以下に削減できます(図4)。

【本システムの活用状況】

既に複数の鉄道事業者で試用されています。

なお、本システムのうち「変状抽出・健全度判定アプリ」については、2025年1月に販売を開始しました。

本システムは、特許登録済です(特許第7600063号)。
本システムの研究開発は、国土交通省交通運輸技術開発推進制度(JPJ002223)により実施しました。