

トピックス

ディープラーニングを適用したトンネルの新たなひび割れ検出手法を開発

鉄道総研は、トンネル覆工面のひび割れ検出手法を新たに開発しました。本手法により、トンネルの維持管理作業の効率化を実現できます。

【特徴】

トンネル覆工面の画像から、ひび割れを自動検出する手法を新たに開発しました(図1)。

本手法の特徴を以下に示します。

- (1) ひび割れ箇所の検出に機械学習の一種であるディープラーニングを用いることで、人間の目視の判断に近いひび割れの検出が可能です(図1)。ひび割れと似た信号ケーブル、架線、付帯物や目地などのノイズを明瞭に識別し除外します。
- (2) トンネル撮影車などでレーザー光により撮影した鉄道トンネル内部の覆工面全体の画像を、一括で自動処理します。
- (3) 幅0.5mm以上のひび割れを83%以上の確率で検出できます。
- (4) トンネル1km当たりの画像に対して約15分でひび割れの検出が可能です。
- (5) パソコンにより、現場事務所での処理が可能です。

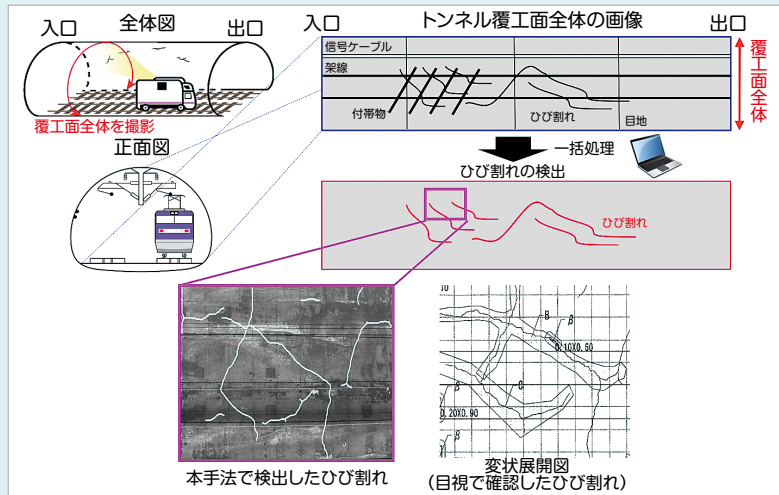


図1 検出手法のイメージ

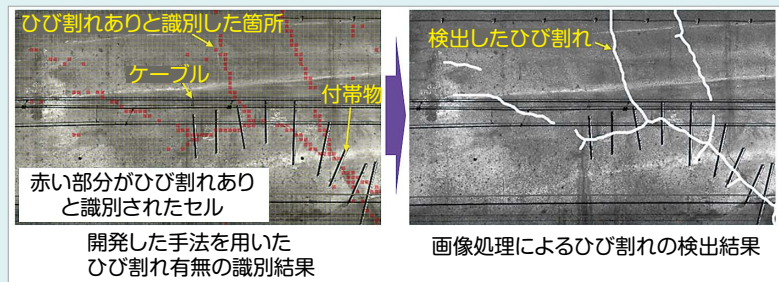


図2 ディープラーニングを用いたひび割れの検出例

【開発したひび割れ検出手法】

開発した手法は、機械学習の一種であるディープラーニング*を適用し、ひび割れがある画像とない画像とをコンピューターに学習させ、コンピューターがひび割れの有無の識別をできるようにします(図2左)。学習したコンピューターにトンネル覆工面の画像を診断させ、ひび割れありと識別した画像に対し詳細なひび割れ検出の画像処理を行います。検出結果では、画像に写り込んだ信号ケーブル、架線、付帯物や目地などは抽出せず、ひび割れのみを検出できました(図2右)。

【従来の技術における画像処理】

従来の画像処理プログラムでトンネル覆工面のひび割れなどの変状を検出するには、トンネル形状や覆工面の汚れの状態などに応じたパラメーター調整のための、経験に基づくノウハウが必要でした。さらに画像処理において、トンネル覆工面に設置された信号ケーブル、架線、付帯物や目地などをひび割れと誤検出することがあり、これらの処理に労力を要していました。

*「ディープラーニング」とは、人間の脳にある神経系を模倣したニューラルネットワークというアルゴリズムにおいて、入力層と出力層の間の中層を多層にすることにより、複雑な問題を解決できるようにした機械学習の分析手法の一つです。この手法を用いて、コンピューターにひび割れがある画像とない画像とを反復的に学習させ、ひび割れがある画像とない画像それぞれの規則性やパターンなどの特徴を見つけてらせるようにして、人間の判断に近い形でひび割れの有無を識別できるようにしました。

【特許出願済み】

トピックス

S型弾性まくらぎ直結軌道を開発

鉄道総研は、従来の弾性まくらぎ直結軌道と比べて、施工が容易で低コストな「S型弾性まくらぎ直結軌道」を開発しました。

【主な特徴】

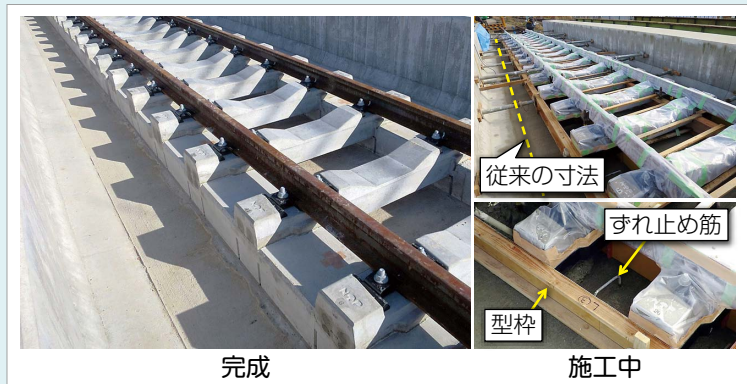
鉄道総研では、弾性まくらぎ直結軌道（以下、弾直軌道）の敷設コスト低減を目指した「S型弾性まくらぎ直結軌道（以下、S型弾直軌道）」を開発しました。主な特徴を以下に示します（図1）。

- (1) せん断キー（Shear key：まくらぎ側面の突起）で横荷重を支える構造とすることで、コンクリート道床（コンクリート製の支持構造）を従来の弾直軌道よりもスリム化し、材料費を低減しました。
- (2) 短繊維補強コンクリートを用いるとともに、無筋のコンクリート道床に適した構造とすることで、ずれ止め筋以外の鉄筋を不要としました。
- (3) 型枠をまくらぎ端部とせん断キーに当てるだけで、コンクリート道床の正確な形状が得られるようにすることで、型枠位置調整作業を簡略化しました。

開発したS型弾直軌道は、従来のD型弾性まくらぎ直結軌道（以下、D型弾直軌道）と比較して、作業量を減らすことができるため、軌道工事の工期を40%以上短縮可能です。さらに、材料費を抑制できるため、コンクリート道床の施工コストを60%低減（軌道全体の敷設コストにして20%低減）できます。

【実用化】

開発したS型弾直軌道は平成28年末に鉄道事業者で実際に施工されました。今後、半年以内に設計・施工の手引きを取りまとめ、さらなる実用展開を図ってまいります。



開発したS型弾性まくらぎ直結軌道

【開発の経緯】

弾直軌道は、まくらぎをゴムなどの弾性材を介してコンクリート道床で支える軌道です。列車走行時の音や振動を低減できることから、主に都市部の高架橋などで使用されています。

平成10年に鉄道総研が開発したD型弾直軌道についても、優れた防振性能から幅広く（JR、私鉄各社、総延長約60km）使用されていますが、コンクリート道床の施工時において、煩雑な鉄筋配置作業と型枠の正確な位置調整に手間が掛かっていました（図2）。そこで、鉄道総研では、弾直軌道の敷設コストを低減してさらなる適用拡大を図るため、施工が容易で低コストなS型弾直軌道を新たに開発しました。

開発においては、実物大載荷試験やシミュレーション（非線形FEM解析）に基づく性能照査を行い、列車荷重に対して十分な耐力を有することを確認するとともに、モーターカー走行試験などによってD型弾直軌道と同等の基本性能を持つことを確認しました。

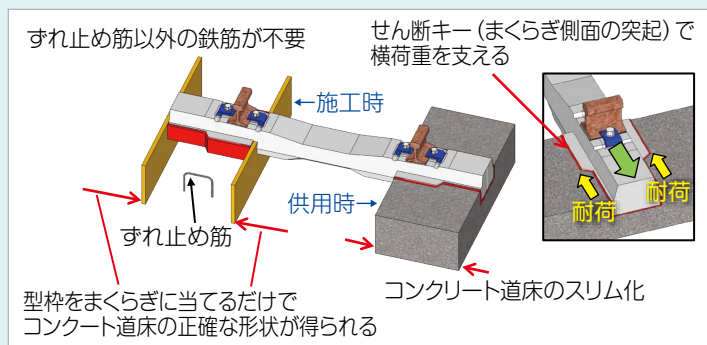


図1 開発したS型弾直軌道の構造

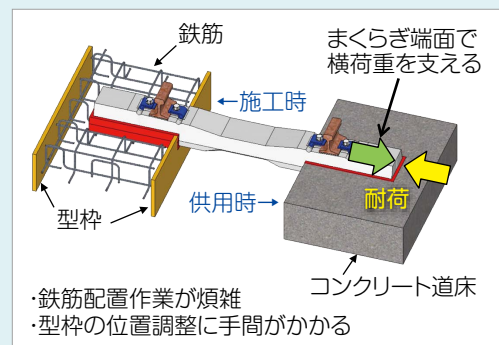


図2 従来のD型弾直軌道の構造