

可視画像データによる地下鉄トンネル異状箇所抽出システムの開発

メトロレールファシリティーズ 正会員○篠原秀明 東京地下鉄 正会員 小西真治
東京地下鉄 正会員 川上幸一 東京地下鉄 三浦孝智
ソーシャル・キャピタルデザイン 村田利文 東京大学 正会員 石川雄章

1. 目的

トンネル覆工からはく落防止は、地下鉄の安全運行での重要な課題である。著者らは、画像認識技術を利用して可視画像データからはく落の可能性が高い箇所を自動抽出するシステム（以下、DIMKS：Deformation place Imaginary Knowing System と呼ぶ）の開発を進めている¹⁾。今回、昨年度までのシステムに複合非交差変状の抽出機能を追加し、自動抽出結果と特別全般検査（以下、特全と呼ぶ）結果との照合を行ったので報告する。

2. トンネル異常箇所抽出システムの概要と開発手順

図1に今回の開発手順を示す。このDIMKSは、ある変状パターンを指定するとデータベースの中から同様のパターンがある箇所を自動抽出するシステムである。開発にあたって、まず、ある路線の方線17,355m間の可視画像の変状展開図に特全の打音検査で発見した浮き・はく離636箇所を追加し、DIMKSの傾向分析機能で浮き・はく離とその近傍のひび割れや漏水等の他の変状との関係を分析し、複合交差変状および複合非交差変状のパターンを分類した。この分類に基づき、可視画像の変状展開図から浮き・はく離箇所を自動抽出し、特全や追加で行なった打音検査結果と照合し、性能を評価した。

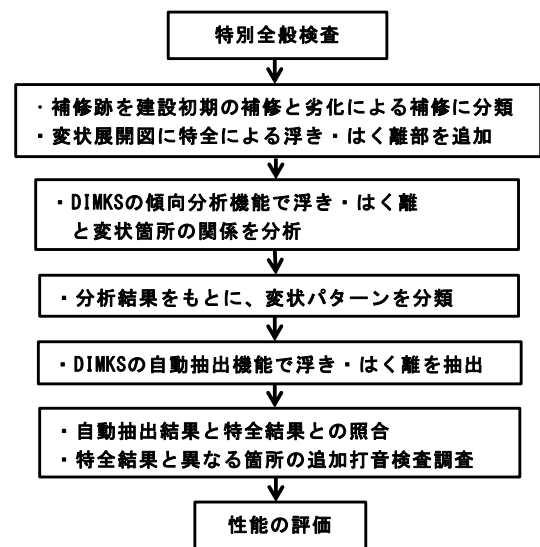


図1 検討フロー

3. 自動抽出システムの構築

浮き・はく離箇所を確認されているひび割れ、漏水等の関係について、①変状なし、②単独変状、③複合交差変状、④複合非交差変状の4パターンに分類した（図2）。この際、「浮き・はく離」と「補修モルタルの浮き・はく離」に分けて分析した。図3に各パターンの数量を示す。今回の変状箇所抽出機能の構築は、③複合交差変状と④複合非交差変状について行った。傾向分析機能により分類した結果、複合交差変状は94種類、複合非交差変状は30種類の変状組み合わせとなった。

「浮き・はく離」で一番多いのは、ひび割れとコールドジョイント、「補修モルタルの浮き・はく離」では、ひび割れと初期の補修であった。

次に、分析した各変状パターンがある箇所を可視画像データから自動抽出できる機能を構築した。

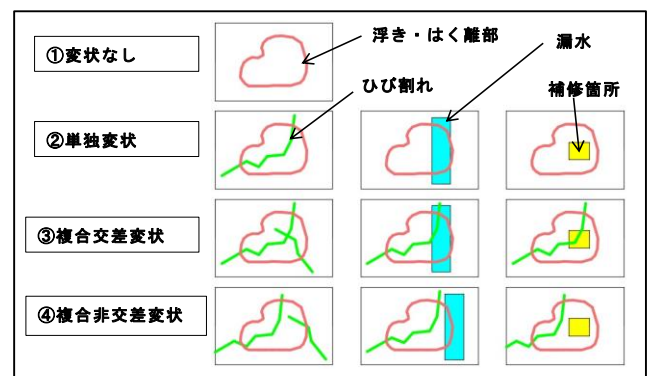


図2 変状パターン

キーワード 地下鉄トンネル、維持管理、可視画像データ、異常箇所抽出、はく離・浮き

連絡先 〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 東京地下鉄(株) 工務部土木課 TEL 03-3837-8086

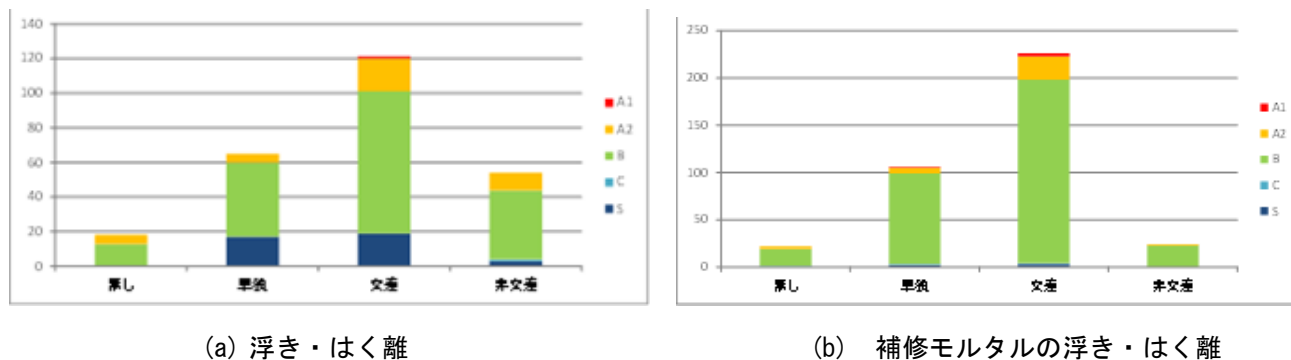


図3 変状のパターン別の数量表

4. 性能検証と考察

構築したシステムを使い、方線 17,355m の浮き・はく離候補箇所を抽出し、特全結果と比較した。

図4に比較結果の例を示す。複合交差変状で自動抽出した浮き・はく離候補箇所は、32,635箇所、特別全般検査の浮き・はく離 340箇所のうち 334箇所で適合（適合率 98%）した。しかし、それ以外の箇所（潜在候補箇所）も多数抽出（過検出）した。複合非交差

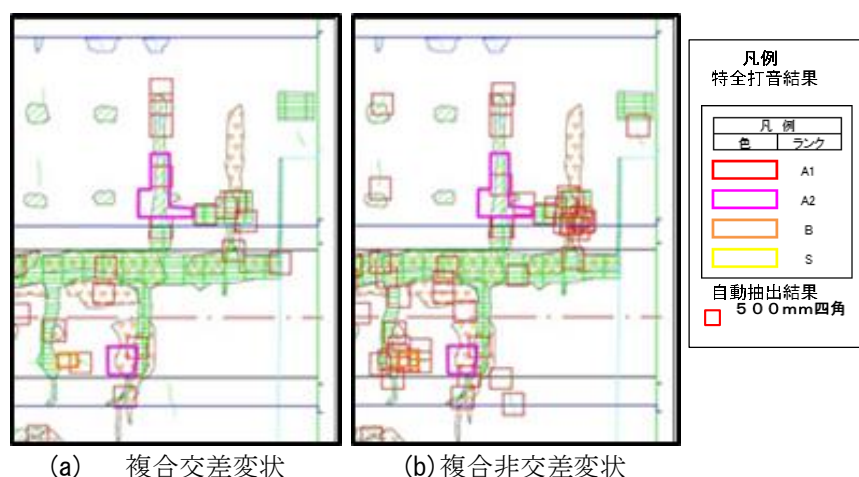


図4 変状自動抽出と特全結果の比較の例

変状では自動抽出した浮き・はく離候補箇所は 85,542箇所、特別全般検査のはく離・浮き 80箇所のうち 71箇所で適合（適合率 89%）した。潜在候補箇所は 85,471箇所となった。設定した変状の組合せが浮き・はく離をほぼカバーしていることが分かる。潜在候補箇所のほとんどは、実際には1箇所の浮き・はく離に対して多数の組合せで抽出したものであり、位置関係を考慮し1対1の対応に改善する予定である。また、変状の多い736m間について、特全で見つけた浮き・はく離箇所以外の自動抽出箇所の中からサンプリングした 45箇所について追加の打音検査を行った結果、16箇所（適合率 36%）で新たな浮き・はく離を見つけることが出来た。

5. まとめ

特全結果と可視画像データから浮き・はく離とひび割れ等の変状との関係を分析し、同様の関係がある場所を自動抽出できるシステムを構築した。検証の結果、特全で見つけた浮き・はく離の複合交差変状で 98%、複合非交差変状 89%を抽出出来た。また、特全で見逃した浮き・はく離も見つけることが出来たのは大きな成果と考えている。今後は、分析データを増やし、精度を上げるとともに、過検出の改善を行う予定である。また、分析結果から浮き・はく離が発生するメカニズムを検討する予定である。

参考文献

- 1) 小西真治, 川上幸一, 三浦孝智, 篠崎真澄, 篠原秀明, 村田利文, 石川雄章: 画像データによるはく落要注意箇所の抽出方法の研究, 第25回土木学会トンネル工学研究発表会、報Ⅲ-2、2015。