

はく落要注意箇所自動抽出システムの機能改良

メトロレールファシリティーズ 正会員 ○篠原 秀明
東設土木コンサルタント 非会員 塙 麻美子
東京地下鉄 正会員 小西 真治

メトロレールファシリティーズ 非会員 小川 力也
ソーシャルキャピタルデザイン 非会員 村田 利文
東京地下鉄 正会員 伊藤 聡

1. 目的

トンネル覆工からのはく落防止は、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。前年度は、コンクリート表面に複数の変状が存在する箇所を対象としていたが、今回、変状が無い箇所及び単独変状箇所の抽出を目的として、抽出条件に高リスク領域（構造、環境等）の設定と赤外線熱計測結果を総合的に判断しヒートマップを作成する機能を付加したので報告する。

2. 自動抽出システムの概要

DIMKS は、コンクリートのはく離・浮き箇所に発生している、ある変状パターンを指定すると可視画像から作成したトンネル変状データベースの中から同様の変状パターンがある箇所を自動抽出するものである。実務では、この結果を参考に次回の検査で打音する位置を定める。DIMKS の開発手順を図1に示す。まず、可視画像から作成された変状展開図に特別全般検査の打音検査で発見したはく離・浮きデータを追加登録し、データベース化する。そのはく離・浮き箇所について、図2に示す4パターンおよび「ひび割れ＋漏水」等の変状の組み合わせを自動的に分類及び条件設定を行い、対象区間からはく落要注意箇所を抽出し、ヒートマップを作成するものである。

3. 高リスク領域及び赤外線熱計測結果の追加

前年度のはく落要注意箇所の抽出は、図3に示すはく離・浮きが多いパターンの③複合（交差）変状と④複合（非交差）変状を対象に抽出を行なったが、今回、DIMKS の抽出条件に高リスク領域（構造、環境等）の設定する機能を追加することによ

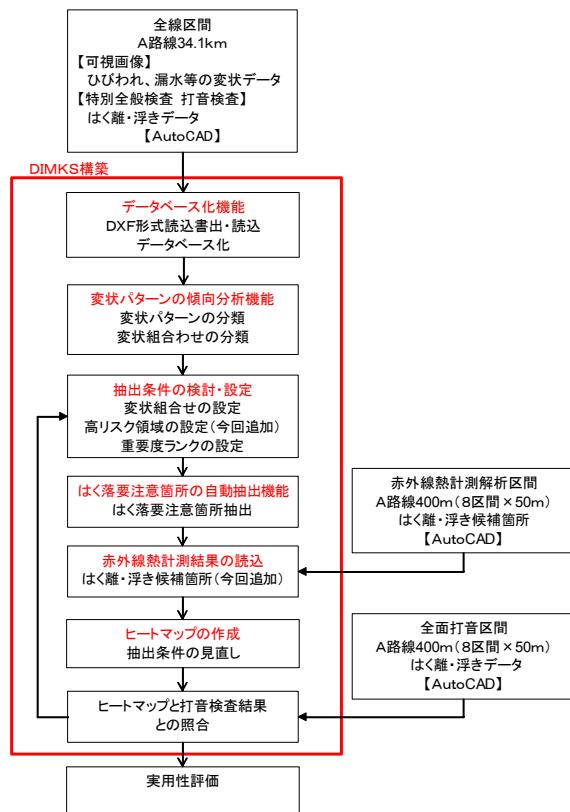


図1 DIMKS の開発手順

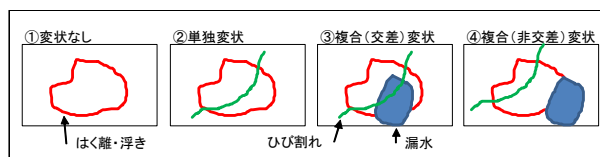


図2 変状パターン概念図

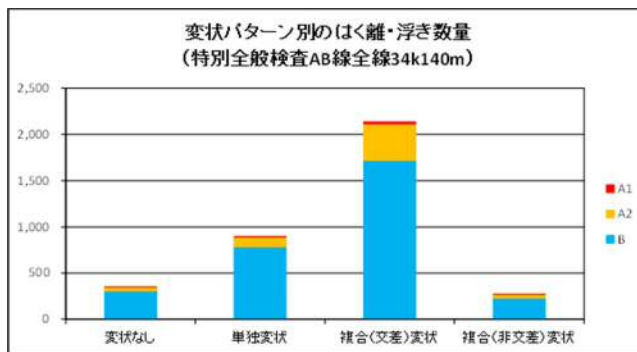


図3 変状パターン別のはく離・浮き数量

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 東京地下鉄株式会社 工務部土木課 03-3837-8086

り、②単独パターンについても抽出を行なえるように改良を行った。また別途実施している赤外線熱計測の結果をヒートマップに総合的に判断する機能を追加することにより、図3に示す①変状なしパターンすなわち、ひび割れを伴わない空洞が存在するパターンについても抽出を行なえるように改良を行った。

4. はく落要注意箇所抽出結果の照合

照合は、別途実施した全面打音検査（400m）のはく離・浮き 599 箇所（A, B, C 判定）を正解データとし、DIMKS により自動抽出したはく落要注意箇所とを比較した。表1に変状パターン別のはく離・浮きの検出率を示す。今回の付加機能により、①変状なしパ

表1 変状パターン別のはく離・浮きの検出率

項目	変状パターン				
	変状なし	単独変状	複合(交差)変状	複合(非交差)変状	小計
はく離・浮き箇所	83	204	281	31	599
はく落要注意箇所抽出結果					
検出数		110	225	21	380
赤色(5点以上)	4	29	138	5	176
ピンク色(4点)	2	17	22	4	45
黄色(3点)	16	44	44	9	113
緑色(2点)	0	5	8	0	13
水色(1点)	2	15	13	3	33
検出率	28.9% (6.0%)	53.9% (33.8%)	80.1% (83.6%)	67.7% (35.5%)	63.4% (53.4%)

カッコ内：改良前

ターン（改良前 6.0%→改良後 28.9%）、②単独変状パターン（改良前 33.8%→改良後 53.9%）の検出率が向上し、全体の検出率も改良前 53.4%から改良後 63.4%に向上することができた。また、B判定以上の検出率は 74.2%、A判定の検出率は 89.5%となり、はく落の危険性の多い箇所の抽出率は高くなっていることから実用化が可能と判断できる。

5. 現場再現性の検討

ヒートマップを実務で効率よく使用するために、プロジェクトマッピングによる現場での再現性の実証試験を行った。トンネル壁面に投影されたヒートマップを打音検査することができ、トンネル曲線部での位置合わせ等の課題はあるものの現場での再現性は可能と判断することが出来た。

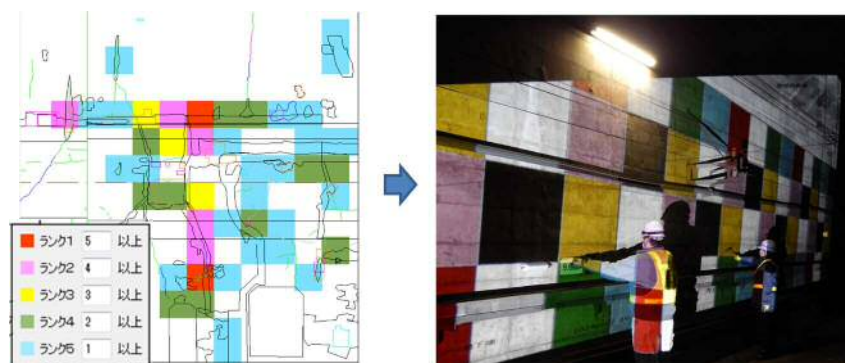


図4 ヒートマップの現場再現性

6. まとめ

コンクリートのはく離・浮き箇所に発生しているひび割れ、漏水等の変状との関係を分析し、可視画像から作成したデータベースから類似箇所をはく落要注意箇所として抽出する DIMKS の構築及ヒートマップの作成を行った。今回、DIMKS に高リスク領域（構造、環境等）と赤外線熱計測結果を分析する機能を追加したことにより抽出精度を向上することができた。また、実用化に向けヒートマップをプロジェクトマッピングにより再現する実証試験を行い再現性は可能と判断することができた。

参考文献

- 1) 篠原秀明、小西真治、川上幸一、三浦孝智、田口真澄、村田利文、石川雄章：画像認識技術を利用したはく落要注意箇所の自動抽出システムの開発、トンネル工学報告集、第 26 巻、Ⅲ-2、2016、11
- 2) 小川大貴、小西真治、篠原秀明、小川力也、塙麻美子、村田利文：はく落要注意箇所の自動抽出システムの機能改良、土木学会第 73 回年次学術講演会、VI-308、2018. 8