

画像データと画像処理技術を利用した地下鉄トンネル異状箇所抽出システムの検討

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 非会員 鈴木拓

メトロレールファシリティーズ[®]

ソーシャル・キャピタルデザイン

東京大学 正会員

篠原秀明

村田利文

石川雄章

1. 目的

鉄道においては、トンネルや高架橋からコンクリート片の剥落事故が発生すると、通常は全路線において同様の箇所が無いか確認し処理することがしばしばある。東京メトロは、全トンネル区間 166.5km の可視画像を撮影しデータ化している。画像認識技術を利用して、これらの膨大なデータから、ある変状箇所と同様の箇所を自動抽出する方法を検討したので報告する。

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 にトンネル異常箇所抽出システムの開発手順を示す。このシステムは、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ものである。開発にあたって、まず、ある路線の特定の区間を選定し、可視画像の変状展開図に打音検査で発見したはく離・浮き部を登録し、その関係を整理した。次に変状パターンの分類整理したのち、自動抽出するプログラムを作成した。その後、自動抽出を実行し、その箇所と打音検査結果を照合し、性能を評価した。

3. 抽出方法の検討

今回、特別全般検査を行ったある路線の打音検査で、はく離・浮き (B 判定以上) が 300 個存在した約 4200m 間を検討対象範囲とした。

打音検査で見つかったはく離・浮き箇所に発生している可視画像から抽出できる変状について、以下の項目について整理した。

- ① 変状状態 (単独変状, 複数変状, 重複変状)
- ② ひび割れの状態 (閉合, 放射, 三日月, 分岐交差)
- ③ ひび割れの方向 (横断, 縦断, 斜め)
- ④ ひび割れ幅
- ⑤ 変状の種類 (漏水, 鉄筋露出, コールドジョイント)
- ⑥ 補修

これらのデータから、はく離・浮きを引き起こす変状パターンが大きく分類すると、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 パターンになることがわかった (図-2)。

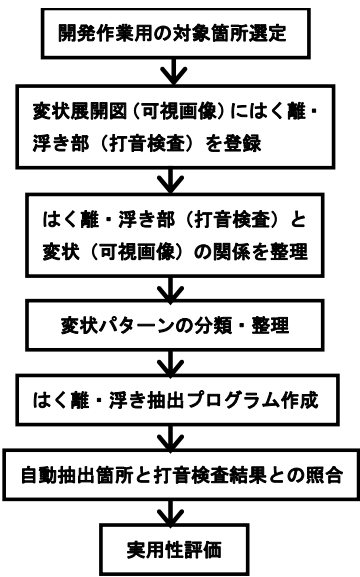


図-1 検討フロー

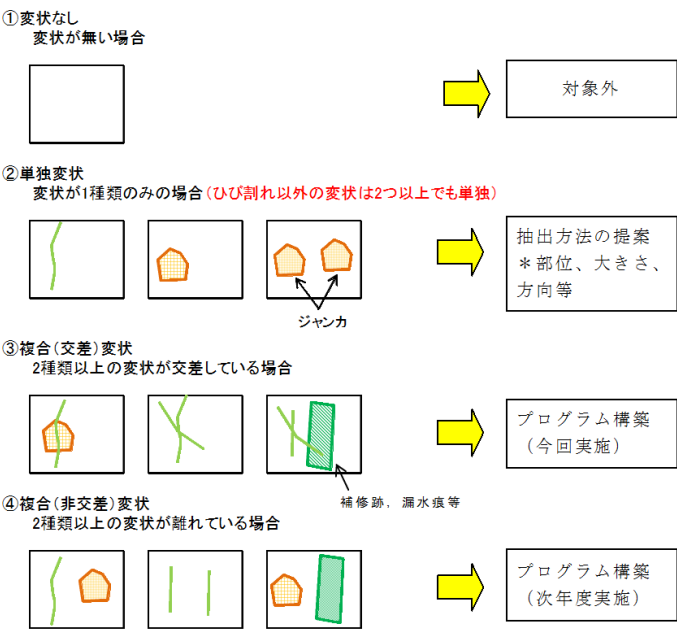


図-2 はく離・はく落の変状パターンの組合せ

キーワード 地下鉄, トンネル, 維持管理, 画像処理, 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

変状種類毎の組合せを整理すると、2変状の組合せが表-1に示す19パターンになった。代表的な組合せを写真-1,2に示す。今回は、複合交差変状かつ19パターンについて抽出プログラムを構築した。

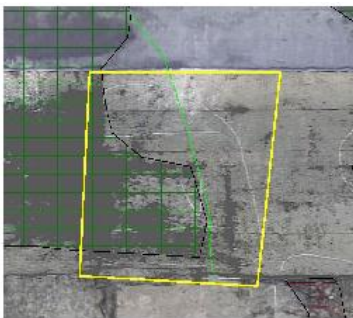


写真-1 変状パターンの例
(ひび割れ+補修跡)



写真-2 変状パターンの例
(ひび割れ+漏水・漏水跡+補修跡)

4. 抽出結果

抽出結果を表-1に、展開図に記入した示したものの一部(50m間)を図-3に示す。自動抽出したはく離・浮き箇所は1,537箇所、打音検査

(手動抽出)結果で175箇所のうち130箇所で適合しており、適合率は74%であった。2つの変状が交差しているものは100%抽出できたが、はく離・浮き箇所のうち2つの変状が全く重なっていたものが抽出できなかったためである。今後、プログラムの改良で抽出精度が上がると考えられる。

また、適合集中箇所・潜在候補箇所が1362箇所存在した。前者は、変状が複数存在する箇所ではく離・浮きが発生する可能性が高く要注意箇所であると考えられる。後者ははく離・浮きの可能性があるが、可検出とも考えられる。

今後、現場データとの照合を変状種類の細分化で自動抽出精度の向上と可検出の削減が図れると考えられる。

5. まとめ

はく離・浮き箇所の自動抽出システム構築を目的に、複合交差変状パターンについて可視画像データベースから指定した変状が自動抽出出来るシステムを構築した。今回は適合率74%で抽出出来た。今後は、実用化を目指して、他の変状組合せ条件での検証、変状パターンの見直し、変状種類の細分化を行い、精度を高める予定である。

表-1 変状パターンごとの自動抽出および照合結果

パターン#	パターン	自動抽出 (交差)	手動抽出 (交差)	適合箇所	適合率	潜在候補箇所 適合集中箇所
1	ひび割れ & 補修跡	306	69	59	86%	237
2	漏水・漏水痕 & 補修跡	146	33	18	55%	113
3	ジャンカ & 補修跡	98	13	8	62%	85
4	ひび割れ & ジャンカ	143	17	13	76%	126
5	ひび割れ & コールドジョイント	123	8	7	88%	115
6	コールドジョイント & 補修跡	77	5	5	100%	72
7	コールドジョイント & 漏水・漏水痕	71	5	4	80%	66
8	コールドジョイント & ジャンカ	70	9	6	67%	61
9	ひび割れ & 漏水・漏水痕	120	5	4	80%	115
10	漏水・漏水痕 & 析出物等	5	3	2	67%	2
11	ジャンカ & アスファルト補修	4	-	-	-	4
12	はく離・はつり跡 & 補修跡	5	2	1	50%	3
13	ひび割れ & H鋼補修	4	1	1	100%	3
14	ジャンカ & H鋼補修	5	-	-	-	5
15	鉄筋露出 & 補修跡	1	1	0	0%	0
16	ひび割れ & 鉄筋露出	1	1	0	0%	0
17	漏水・漏水跡 & アスファルト補修	2	1	1	100%	1
18	漏水・漏水跡 & 経漏	11	1	0	0%	10
19	ひび割れ & ひび割れ(交差)	345	1	1	100%	344
合計		1,537	175	130	74%	1,362



図-3 はく離・はく落の変状パターン
(打音検査結果→黄色, 自動抽出結果→赤色)

参考文献

- 1) 川上幸一：東京メトロの土木構造物検査における ICT 活用，日本鉄道施設協会誌, Vol.53, No.2, pp.130-133, 2015..