


平成26年度 構造物技術交流会

トンネル覆工の
画像処理を用いた調査

信号・情報技術研究部

鵜飼 正人

 Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

トンネル覆工調査を支援する画像処理技術

全

①トンネル覆工面の高精細な連続画像
(詳細な近接目視検査を実現する技術)

②ひび割れ等の変状の検出
ひび割れの進展の計測
(健全度判定に利用)

③地物を基準とした画像の距離補正
(検査位置を正確に把握するための技術)

④構造物管理支援システムでの画像利用
(客観性、効率、精度の向上に資する)


トンネル撮影

打音検査

レーザ検査装置

はく落防止用ネット

変状展開図


 Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

主なトンネル覆工面の撮影技術

方式	レーザー	ラインセンサ	エリアセンサ (CCDカメラ)	ラインセンサカメラ ハイビジョンカメラ
載線方法	台車搭載 MC牽引 軌陸車	MC牽引 軌陸車	MC+トロ	MC+トロ MC実装 トラック実装 軌陸車 ATカート+ 軽便トロ 軽便トロ
撮影速度	2~15km/h	2~10km/h	15km/h	20km/h~45km/h
分解能	0.5mm	1mm	1mm	0.5~1mm


レーザー方式とラインセンサカメラ方式に大別されるが、
エリアカメラ方式も報告されている。

 Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

撮影技術の比較


項目	レーザー方式	ラインセンサカメラ方式	ビデオカメラ方式	写真方式
測定原理	レーザービームで全周をスキャンし、画像処理により連続断面画像を得る	ラインセンサカメラにより順次移動しながらトンネル壁面を撮影、デジタル記録し、画像処理により全周断面画像を得る	ハイビジョンビデオカメラにより、順次移動しながらトンネル壁面を走査し、画像処理により全周断面画像を得る	デジタルカメラ等を利用し撮影する
計測内容	表面性状	表面性状	表面性状	表面性状
計測方式	連続計測	連続計測	部分計測	部分的
計測分解能	◎	◎	◎	△
計測速度	○	◎	◎	△
データ処理の即時性	○	○	△	△
継続的維持管理への対応	◎	◎	◎	○
経済性	△	◎	○	○
計測時の照明	不要	要	要	要
その他	メーカー開発 ブラックボックスあり	鉄道総研開発 ブラックボックス無し		

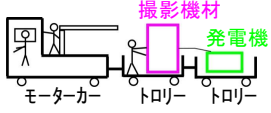
 Railway Technical Research Institute


平成26年度 構造物技術交流会


トンネルスキャナーの撮影方法


ーご要望に対応すべく豊富な撮影バリエーションを用意ー



モーターカー+トロ



撮影機材 発電機
モーターカー トロリー トロリー



軌陸車


撮影機材 発電機
軌道自動車 着脱式 架台


軽便トロ

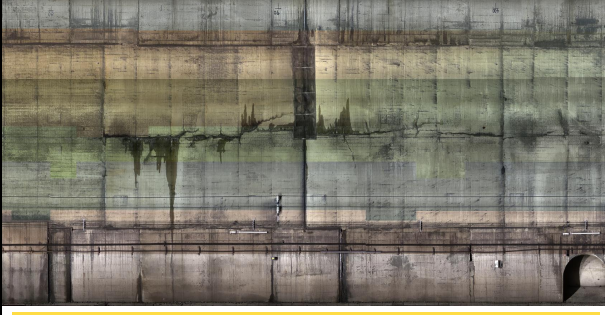

軌道検測車に仮設


(手引き or ATカート)


 Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

ハイビジョンカメラによるパノラマ画像の例



動画の各フレームの中心部分を抽出し、移動量だけずらして画像を
次々に貼り合わせることで高精細のパノラマ画像を作成する技術

 Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

サブピクセル精度のひび割れ検出

検査精度の向上を図るためには、ひび割れの位置や幅を正確に特定する、ひび割れ検出処理の高性能化が必要である
⇒サブピクセル精度のひび割れ検出アルゴリズムの開発を行った

デジタル画像におけるひび割れ部分の輝度分布

実際のひび割れ画像 ひび割れ部分の拡大 画素的な処理での限界

画素位置を精度の境界

画像分解能の1/10程度の細かなひび割れまで検出することができた

平成26年度 構造物技術交流会

ひび割れ検出精度の検証

0.53 (画) / 0.50 (ゲ)

0.47

0.34

0.56

0.55

0.43

0.70

0.86

0.99

1.00

0.45

0.36

0.39

0.51

0.36

0.59 (画) / 0.60 (ゲ)

クラックゲージにより測定したひび割れ幅

画像処理により測定したひび割れ幅

JR Railway Technical Research Institute

平成26年度 構造物技術交流会

実トンネル画像によるひび割れ検出結果

① 元画像 ② ひび割れ候補を抽出

③ 形状特徴に基づくフィルタリング例 ④ ノイズが抑えられた実用的な抽出結果

平成26年度 構造物技術交流会

トンネル覆工管理への応用

—構造物管理支援システムとのリンク— (阪神電鉄線の例)

定期検査台帳

システムの図マスタに取り込み

全体的確認(画像を拡大)

現状内容の入力・自動異常判定

健全度判定

ひび割れ状況の比較例

経時変化を正確に把握

変化無し

漏水状況の比較例

経時変化を正確に把握

漏水が止まっている

平成26年度 構造物技術交流会

トンネルスキャナー撮影業務の流れ

撮影・画像処理

撮影工程

机上検討・現場調査
トンネル新着や撮影用トロリ面

覆工面撮影
夜間照明を利用した撮影
覆工面以外には1回の走行で撮影する

画像処理工程

走行画像の取り込み
PCで処理できる形式に変換

断面方向接合処理
各カメラの画像を断面方向に接合

輝度補正処理
カメラ補正等により輝度を調整

成果品

印刷物・JPG・BMP等の画像、変換期間等の指定のデータ形式で納品

撮影装置の取扱い 撮影イメージ 本番撮影の様子

画像のつなぎあわせ処理の高精度化(カメラ間)

全般検査への活用

構造物管理支援システムへのエクスポート機能

変換期間図

画像処理によるひび割れの自動抽出

撮影業務の枠組み

鉄道事業者

撮影指導等 撮影作業等 安全管理等

鉄道総研 JRSI コンサル会社等

鉄道構造物維持管理標準への記載

手法

ラインセンサカメラ(連続走査画像)

適用実績

JR東海(トネラス)[※]
・1999年度～稼働
・近未来

JR北海道[※]
・2002年度～稼働

鉄道総研 トネラス[※]
・2004年度～稼働
・民鉄等