

撮像による軌道スラブ管理システムの導入

JR九州 正会員 吉田 昌史 JR九州 松元 巧
JR九州 正会員 ○西原 敬人 JR九州 正会員 久楽 博

1. はじめに

九州新幹線新八代・鹿児島中央間(部分開業区間)は、平成16年3月の開業以降のべ2,000万人のお客さまにご利用いただき、順調な運行を続けている。また、九州新幹線博多・新八代間の開業を半年後に控え、関係者一丸となって、技術の習得・向上に日々励んでいる。本講演では、軌道スラブの管理に、軌道スラブの撮像データを用いたひび割れ検出システム(以下、「スラブ撮像」という)を導入し、精度向上、管理の効率化に取り組んだので紹介する。

2. 軌道スラブ管理の現状

軌道スラブは、定期的にスラブ検査を実施することで、管理している。スラブ検査では、クラックスケール等を用いて0.1mm単位のひび割れを目視にて測定・把握し、表-1の内容を判定している。目視による判定では、検査結果に個人差が出る可能性が高く、検査に苦慮している。

九州新幹線既開業区間では9割がスラブ軌道(軌道延長約230km、軌道スラブ枚数約47,000枚)であり、列車運行の安全を支えていく上では、軌道スラブの適切かつ効率的な管理が必要である。また、同一時期に製作・敷設された軌道スラブは、開業後の経年による今後の検査量、保守量の増大が予想されるため、新たな技術を導入し、より効率的な保守管理を推進することが求められている。そこで、トンネル検査に活用されている撮像データを用いたひび割れ検出システムを応用し、軌道スラブ管理への導入を図ることとした。

表-1 スラブ検査における不良判定

検査部位	不良判定
軌道スラブ・突起コンクリート	・軌道スラブのひび割れ幅0.2mm以上かつ長さ1,000mm以上 ・突起コンクリートのひび割れ幅0.2mm以上 ・鉄筋が露出したもの ・損傷し浮きさびの著しいもの
てん充層	・軌道スラブとの隙間が1.0mm以上 ・突起コンクリート周辺の隙間が2.0mm以上 ・軌道スラブ端部から奥行き20mm以上欠損している ・突起コンクリート周辺のてん充層が欠損している

表-2 ひび割れ検出システムの特徴

ひび割れ検出システムの特徴
① 情報の抜け・漏れがない ② 人の主観・曖昧さがない ③ 画素数と輝度でひび割れ幅を検出 ④ 肉眼と同様の画像が得られ、鮮明度に優れる ⑤ 変状の経年が追跡可能

表-3 軌道スラブ管理への適用条件

軌道スラブ管理への適用条件
① ひび割れ幅0.2mm以上の検出が可能 ② 突起コンクリート周辺の隙間2.0mm以上の検出が可能 ③ 鉄筋の露出や剥離などをリアルに把握 ④ 記録・管理・データの蓄積が容易

3. ひび割れ検出システムの概要

ひび割れ検出システムの特徴を表-2に示す。撮像データを用いたひび割れ検出システムは、高感度ビデオカメラによる映像(動画)をコンピュータ処理(キャプチャリング、画質調整等)することにより線路方向に連続するようにつなぎ合わせたデジタル写真(静止画)データを作成し、画像処理技術を用いてひび割れ等の外観変状の顕在化を行い、変状展開図を作成するものである。本システムは平成18年度より九州新幹線においてトンネルの定期(通常)検査に導入されており、検出した変状箇所のみ目視検査を実施することで検査の効率化を図っている。

4. システム導入への検証

4.1 適用条件

前項のひび割れ検出システムを軌道スラブ管理へ適用するための条件として設定した項目を表-3に示す。適用条件についての確認のため、一部区間にて試験的にスラブ撮像を実施した。スラブ撮像の作業状況を写真-1



写真-1 スラブ撮像の作業状況

キーワード 軌道保守、軌道スラブ、管理の効率化、撮像、

連絡先 〒895-0013 鹿児島県薩摩川内市宮崎町2170番地 TEL0996-20-7538 Fax0996-20-7539

に示す。写真-2に軌道スラブ画像の展開図を、図-1に抽出した損傷等の一覧の抜粋を示す。試験撮像の結果、表-3の適用条件①～④を全て満たすことを確認した。

4.2 検証

前項の確認を経て、平成20年度にスラブ撮像を本格的に実施し、検出箇所の精度確認として、抽出された箇所の現場調査を実施した。その結果、ひび割れ、突起隙間ともに現地で変状が確認できない箇所があった。これは、ひび割れ幅0.2mm未満については軌道スラブ表面の汚れ等を、突起隙間については照明の影を誤検知したと推測される。この結果を受けて、ひび割れ幅0.2mm未満のものについては参考として検出することとし、幅0.2mm以上の確実な検出に努めることとした。

4.3 精度の向上

前項の結果を受け、精度の向上を図るため、より高性能のカメラを使用し、検出を試みた。写真-3に、変状が検出された箇所の撮像画像と現地調査時に撮影した写真を示す。突起隙間について、9箇所の現地調査を行ったところ、全ての箇所において写真-3のように撮像画像と同様の変状を確認することができた。ひび割れ箇所についても、ひび割れ幅0.2mm未満と検出された箇所25箇所について現地調査を行ったところ、この内23箇所において実際にひび割れを確認することができた。以上より、検出精度の向上を図ることができ、スラブ撮像により、軌道スラブの変状を更に的確に把握することができるようになった。

5. スラブ撮像の軌道スラブ検査への適用

スラブ撮像を行う場合と行わない場合の軌道スラブ管理の流れを図-3に示す。人力で行っていた全線検査と変状管理図の作成をスラブ撮像に置き換えることで、作業の大幅な効率化を図ることができる。具体的には、スラブ撮像を実施することで、人力による検査は抽出された変状箇所のみの検査に絞ることができる。また、検査の見落としや個人差による再調査の手間を省くことができる。さらに、PC上に画像データとして記録され、ひび割れの管理ソフトによってひび割れ箇所を自動抽出し、ひび割れ幅に応じて色分けされたラインが入るため、変状管理図を作成する手間が省け、過去の検査データの管理も容易に行えるようになる。

6. おわりに

スラブ撮像の適用区間は、現在は九州新幹線の一部に限られているが、これまでの取り組みによりスラブ撮像の有効性が確認されたことから、今後は徐々に区間を延長し、最終的には九州新幹線全線の軌道スラブ管理にスラブ撮像を活用できるよう、スラブ撮像を継続して実施していく考えである。

一方で、経年やレール削正を行った際の鉄粉の付着などで軌道スラブの表面が汚れてしまった場合に、現在と同程度にひび割れや突起部の隙間を検出できるかという懸念があるため、今後も検出精度の向上に取り組んでいきたい。

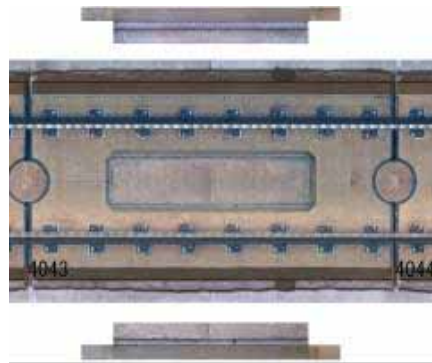


写真-2 軌道スラブ展開図

番号	調査日	凡例	始点距離	終点距離	延長	面積
1	2008/04/07	ひび割れ	214678.85Y	214679.05Y	-0.61	0.23
2	2008/04/07	ひび割れ	214685.88Y	214686.86Y	0.43	0.14
3	2008/04/07	ひび割れ	214688.59Y	214688.62Y	0.43	0.13
4	2008/04/07	ひび割れ	214700.89Y	214700.85Y	0.43	0.12
5	2008/04/07	ひび割れ	214710.90Y	214710.91Y	0.55	0.14
6	2008/04/07	ひび割れ	214710.96Y	214710.90Y	0.84	0.13
7	2008/04/07	ひび割れ	214720.96Y	214720.84Y	0.42	0.18
8	2008/04/07	ひび割れ	214733.10Y	214733.19Y	0.43	0.24
9	2008/04/07	ひび割れ	214750.95Y	214750.85Y	0.43	0.17
10	2008/04/07	ひび割れ	214758.57Y	214758.59Y	0.43	0.11

図-1 変状抽出箇所一覧



写真-3 検出精度の確認

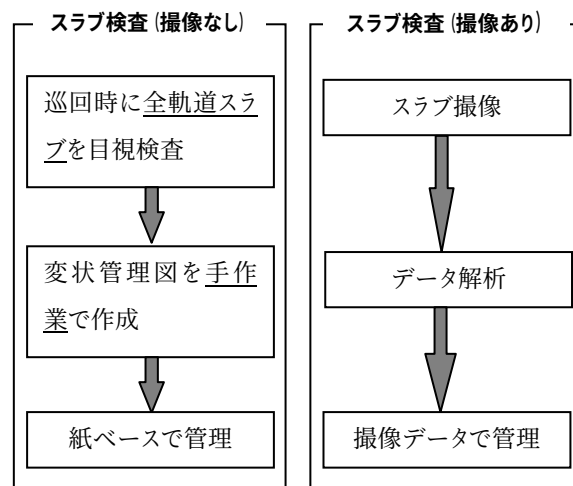


図-3 軌道スラブ管理の流れ