

Invitation To Railway Technology

レーザーリモートセンシング装置を用いたコンクリート剥離検知試験

1. はじめに

トンネル覆工コンクリートからの剥落を防止することは鉄道の安全確保において重要であり、適切な検査・管理手法が求められています。そこで当社では、レーザーリモートセンシング技術を用い遠隔・非接触でトンネル覆工コンクリートの剥離を検知する手法の開発を実施しています。

本手法は機能的に打音検査と同等です。打音検査法はハン

マーでコンクリート表面を打撃し、振動させた状態を「音」として人間が聴き取り判断しています。レーザーリモートセンシング法はエネルギーを持った加振レーザーによりコンクリート表面を振動させ、その振動状態をレーザー干渉計の原理で、検出用レーザーで計測し、周波数すなわちスペクトル分析を実施します。周波数帯が可聴域であればまさしく「音」を計測していることとなります（図1）。

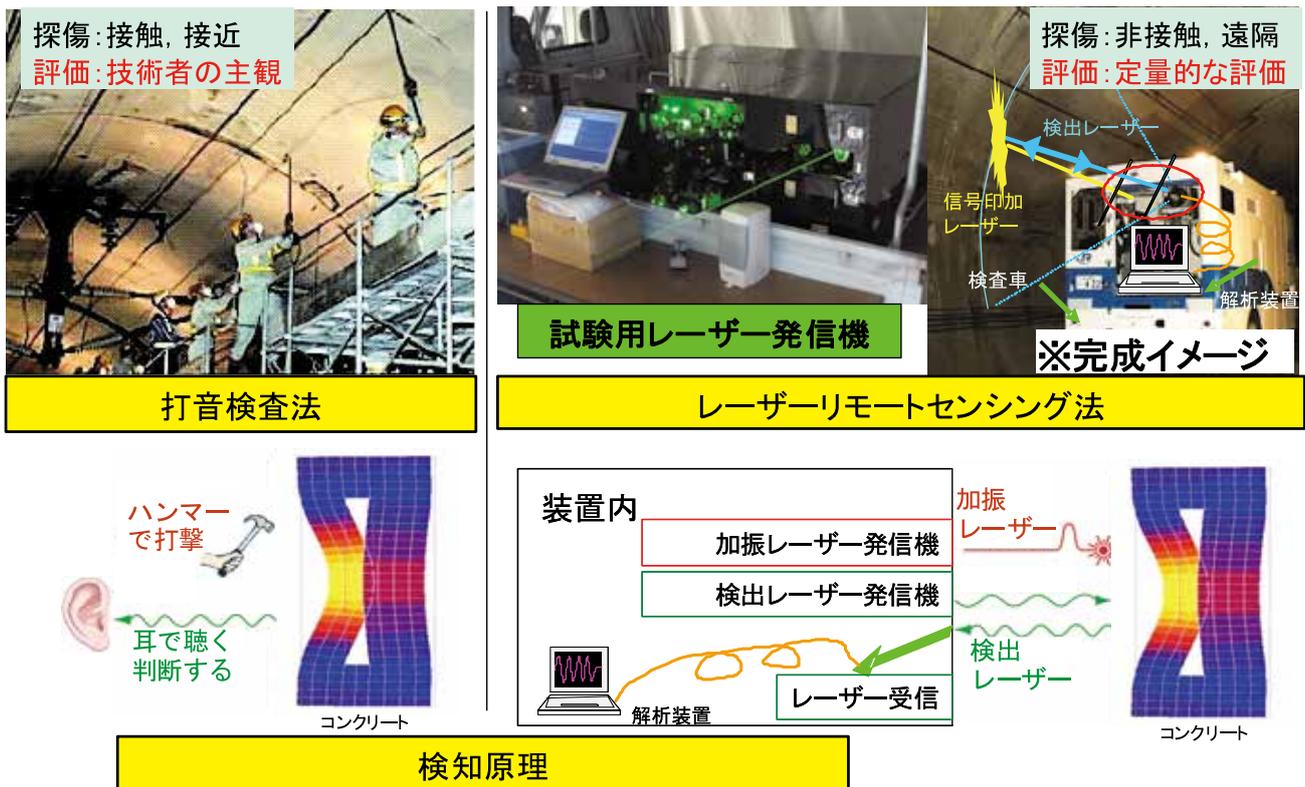


図1：レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート剥離検知装置の概要

2. 実用化に向けた新幹線トンネル内試験

(1) 保守用車型による試験

平成23年度、保守用車に牽引されたトロ上に耐振動性能を有するレーザー装置を構築し、耐騒音のため防音板で囲んだレーザー室に入れた上で、トンネル覆工コンクリートの検査を実施しました。これはディーゼル機関である保守用車の騒音・振動により、レーザー計測できなくなるためです。レーザー計測時にはレーザー室の天井の防音板を外し、スリット状に開口してレーザーを照射しました（図2）。

レーザー制御およびデータ収集を遠隔で操作できるように制御室を設けました。本装置によりレーザー計測が可能となり、レーザーリモートセンシングを用いた手法がトンネル内の振動・騒音環境下における使用に耐えられる可能性を示唆しました。

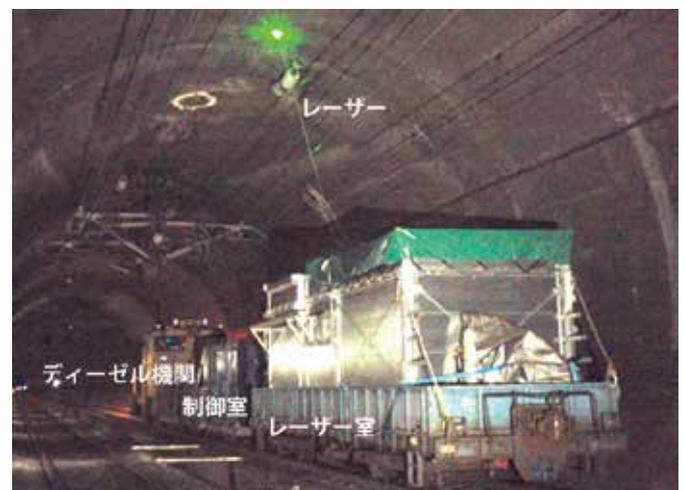


図2：新幹線トンネル内でのコンクリート剥離検知実験（保守用車型）



(2) トンネル中央通路走行型の試作

新幹線トンネル中央通路型レーザー計測車両を試作しました(図3)。左から牽引車、電源車、レーザー計測車、牽引車です。

牽引車でレーザー計測車等を移動させる際、トンネル中央通路の側壁に衝突しながら進みましたが、レーザー計測車内のレーザー光学系の光軸は狂いませんでした。検出用レーザーは緑色レーザー、コンクリート表面を加振するレーザーは不可視のレーザーを用いています。検査場所に到着するとレーザー計測車の窓をスライドさせて開き、検出用レーザーをコンクリートに照射しました。その様子を図4に示します。この結果、レーザー計測で懸念された振動や騒音の影響はバッテリー駆動のため低減されました。現在は、小型化するために鋭意努力しているところです。

3. 試験結果 (保守用車型による取得データ)

レーザー照射で得られた実験結果の一例を図5に示します。この不健全箇所(変状)は $2 \times 1 \text{ m}^2$ 程度の浮き箇所です。

図5中の“赤丸”、“黄丸”及び“緑丸”は、レーザーでコンクリートを振動させた際の表面振動振幅の大きさを3段階で表しています。“赤丸”は非常に大きい振幅(不健全箇所)、“黄丸”は中程度(不健全箇所)、および“緑丸”はほとんど振動しない箇所(健全箇所)です。検査位置が100mmずれると振幅が異なります。コンクリート裏面は複雑な形状をしており、ある部分では大きく剥離して振幅が大きい一方、隣接箇所は密着部分で振幅が小さいなど、複雑な変状形態であると思われます。今後は打音検査との比較など課題を見抜くためにデータを積み重ねて取得する必要があります。

4. おわりに

レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート剥離検知を実現するためには、上記以外にも大きな技術的課題があると考えています。今後、取得データを積み重ねて課題を把握・克服し実用化することにより、さらに安全・安心な鉄道を築きたいと考えています。



図3：中央通路走行型のレーザー計測車両



図4：新幹線トンネル内でのコンクリート剥離検知実験
(中央通路走行型)

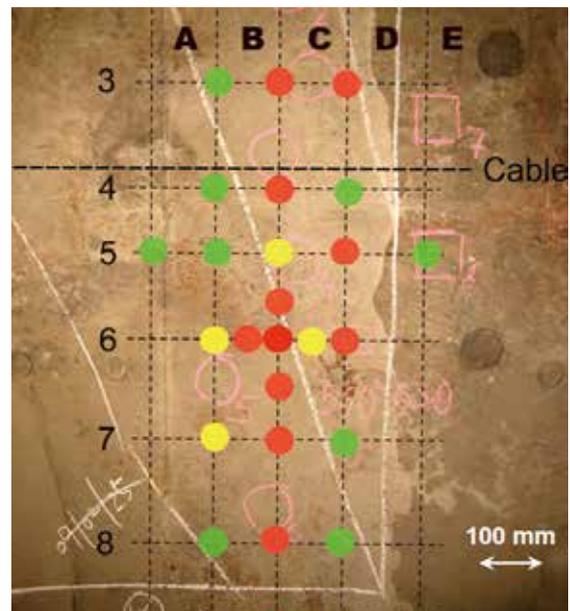


図5：新幹線トンネル内でのコンクリート剥離検知実験
(中央通路走行型)