

レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート構造物の健全性評価技術

(1) コンクリート欠陥箇所と健全箇所の違い

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○御崎 哲一, 正会員 瀧浪 秀元, 正会員 中澤 明寛
 京都大学 正会員 朝倉 俊弘
 (公財) レーザー技術総合研究所 正会員 島田 義則, オレグ コチャエフ
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 篠田 昌弘
 (株) ユニロック 江本 茂夫

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、検査技術者の技量や判断基準の差異による検査判定のばらつきや抜け漏れを無くすこと、高所作業や停電作業といった危険な作業を回避できること、合わせて検査時間や作業の

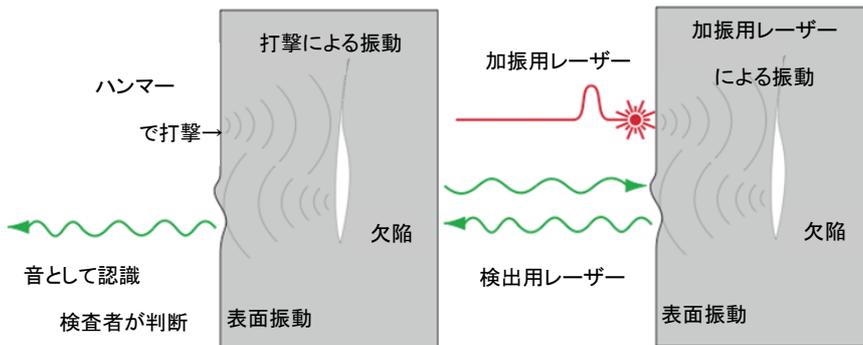


図1 打音法(左図)とレーザーリモートセンシング法(右図)の比較

効率化を目指すことが必要である。その改善を目指し、レーザーリモートセンシング技術を用い遠隔・非接触で実施できる、トンネル覆工コンクリートの剥離検知手法を開発¹⁾(図1)している。

この方法は、「叩いて」「その表面の音(振動)を捉える」ことが可能で、コンクリートから離隔をとって計測するため、打音法に代替し安全でかつ効果的に検査できる可能性がある。

2. レーザーによる非接触計測技術の原理

本手法の構成を図2に示す。コンクリート表面加振のための加振用レーザーには、高出力のパルスレーザーを用いる。そのレーザーを検査するコンクリート表面に高い光強度で集光することに

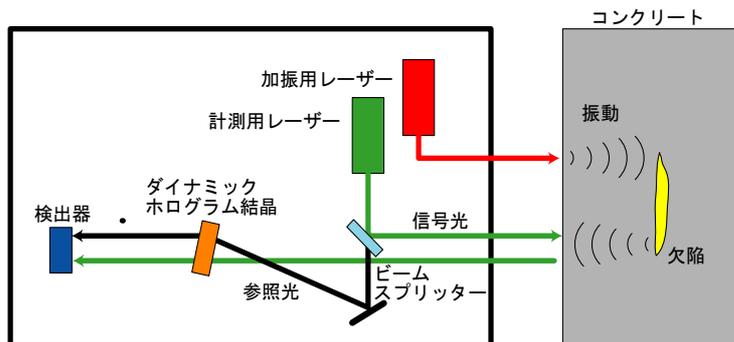


図2 レーザーリモートセンシング法の構成

より、コンクリート表面成分をプラズマ化する。そのプラズマ粒子が弾き飛ばされる(アブレーションという)反動により、コンクリート表面の振動が励起される。計測用レーザーには、連続発振のレーザーを用いる。そのレーザーは、ビームスプリッターにより、信号光と参照光に分けられる。信号光はコンクリートの表面で反射されコンクリート表面形状の情報を持ってダイナミックホログラム結晶に入射する。一方で、参照光も同じダイナミックホログラム結晶に入射し、信号光と参照光がその中で干渉し合うことで、コンクリート表面形状の情報が含まれた干渉縞がダイナミックホログラム結晶中に形成される。この干渉縞により、ダイナミック結晶内部に屈折率の粗密領域が生成され、参照光を回折させる。参照光は、信号光と同じ光軸を進み検出器に向かう。コンクリート表面が振動すると検出器に入射する信号光と参照光との位相差が変化する。この変化は検出器では光の強弱となってあらわれるため、これを検出することによりコンクリート表面の振動を検出する。

3. 新幹線トンネル覆工におけるコンクリート欠陥探傷実験

本手法の原理により、トンネル中央通路走行型の試作機を構築し、実際の新幹線トンネル内で夜間に検証試験を実施した(図3)。そこで計測した欠陥箇所と健全箇所のデータを比較し、評価した(図4, 5)。

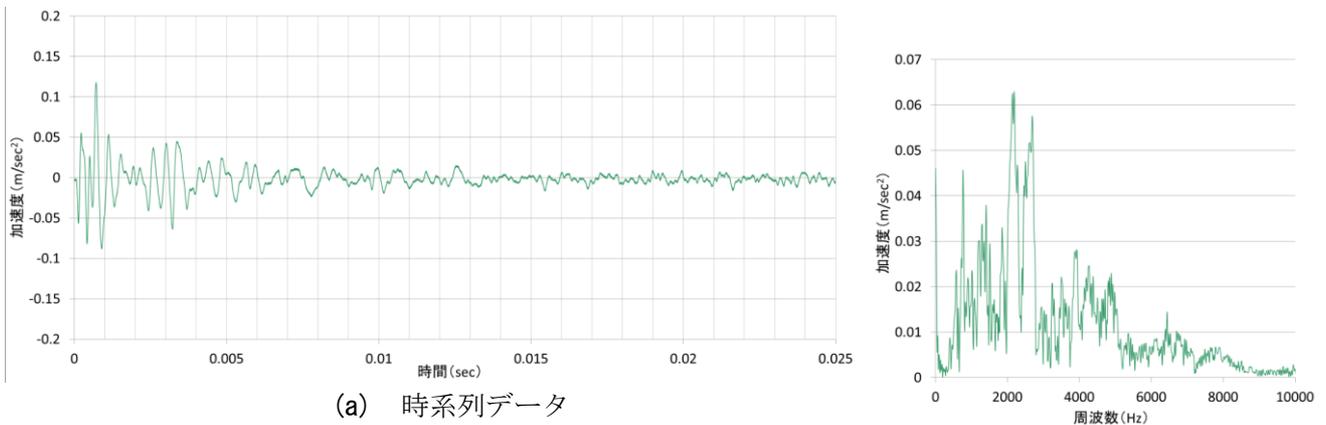
キーワード レーザー, リモートセンシング, コンクリート欠陥, 打音検査, スペクトル, トンネル
 連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部 技術開発部 TEL 06-6376-8136

図4 (a), 4 (b)は欠陥箇所における, 時系列データとスペクトルである. 時系列波形は, 様々な振動数の振動が入ることにより, スペクトルに不明瞭ながら卓越した複数の振動数が見られる. これは, 現実の変状箇所は, きれいな卓越振動数を持つたわみ振動が発生しないことが多いためだと想定される. 以下のスペクトルからは, 複数の卓越振動数があるが, ノイズ成分も計測されていると推定される. これは時系列波形から, 10msec 以降も検出レーザーに振動が観測されているためである. しかしながら, 本計測結果は, 加振レーザーによる振動励起の方が環境振動によるノイズと比較して大きいことを示しており, レーザーにより計測できる可能性を示している.



図3 トンネル中央通路走行型の装置

図5 (a), 5 (b)は健全箇所における, 時系列データとスペクトルである. 時系列波形は, 加振レーザーを照射直後の約 1msec 間, 1~2 周期分振動した後, 振動は観測されず, 強度相対値も小さかった. スペクトル強度は不健全箇所のスペクトルと比較小さく, 周波数が高くなるごとに低減しているように見えるが, これは加振レーザー照射後 1msec 間の 1~2 周期分の振動成分であり, 卓越した周波数が見られないことから, 健全であると判断できる. 500Hz 付近にノイズが表れているのは, 本手法の計測原理より, 小さな計測器振動ほど低周波数帯域にノイズとして出やすいためであるが, 通常の不健全箇所のスペクトル強度と比較して小さく, 計測に影響するノイズレベルではない.



(a) 時系列データ

図4 欠陥箇所におけるレーザー計測データ



(a) 時系列データ

(b) スペクトル

図5 健全箇所におけるレーザー計測データ

4. まとめ

レーザー探傷から得られるこれらの情報は, コンクリート劣化判断を行う有効な情報となると考える.

5. おわりに

本手法によりコンクリート剥離検知を実現するためには, まだ大きな技術的課題がある. 今後, 個々の技術を連携させ, 課題を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る.

参考文献

1) レーザーリモートセンシングを用いたコンクリート内部欠陥探傷

平成 20 年 12 月 J-RAIL2008 御崎 哲一 他