

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内部欠陥探傷

- (6) トンネルにおける試験報告および本技術の今後の展望 -

西日本旅客鉄道(株)	正会員	御崎 哲一、	正会員	坂本 保彦
(財)レーザー技術総合研究所	正会員	島田 義則、	非会員	ルグ コチャフ
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	篠田 昌弘、	正会員	大村 寛和
東京工業大学	非会員	内田 成明		

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る。トンネル覆工コンクリートの検査手法であるハンマーを用いた打音検査は、検査者の経験により精度が左右され、また高所作業のため、作業の安全性が劣る等の問題がある。その改善を目指し、レーザー超音波技術を用いた遠隔・非接触で、トンネル覆工コンクリート剥離検知手法の開発¹⁾(図1)を実施している。

今回、新幹線トンネル等において、本技術による欠陥検出試験を実施(写真1)した。その中で発生した問題点を整理し、今後の開発の進め方、展望を報告する。

2. トンネルにおける欠陥検出試験、結果

2.1 打音検査とレーザー試験結果の比較

トンネル覆工欠陥(写真2)部において、打音とレーザーの比較試験(図2)を行った。

その結果、双方のピーク値は一致した。このことから、打音検査に変わり、本技術の適用性を確認できた。

2.2 実験により判明した課題

本技術は、コンクリートの表面の微小な振動をレーザーの反射光の干渉で捉えるもので、他の計測より精度が必要(図3)である。現地試験の結果、コンクリート欠陥探傷は可能だが安定した状態ではなかった。

その理由としては、以下の問題があると考えている。

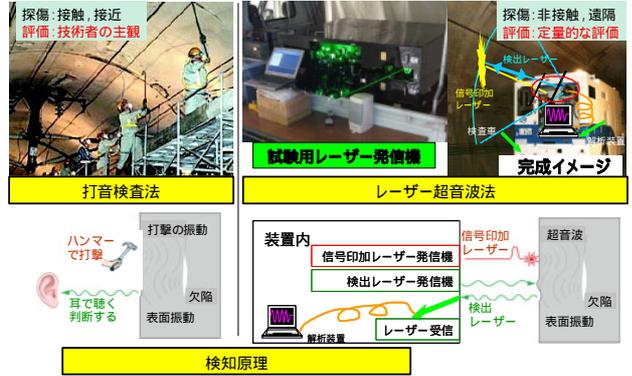


図1 レーザー超音波を用いたコンクリート剥離検知装置の概要

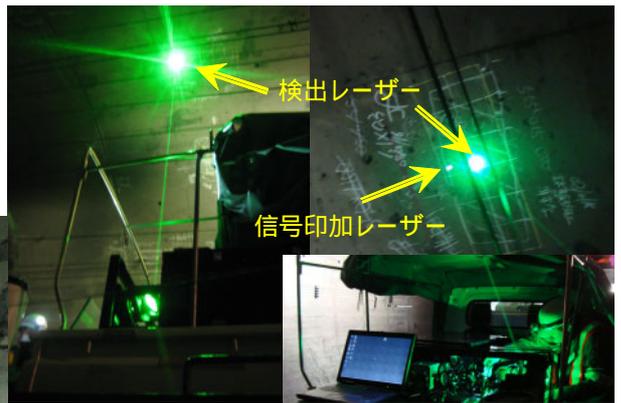


写真1 試験状況



欠陥部サイズ 1.2 x 0.4 m.
想定欠陥深さ 2 ~ 4 cm
損傷判定:

写真2 試験実施箇所

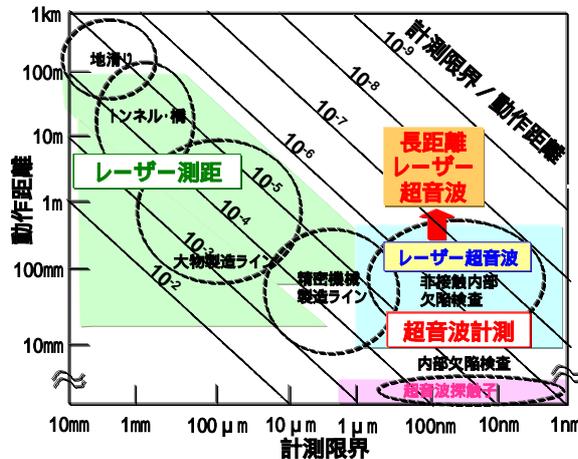


図3 本技術の探傷領域精度

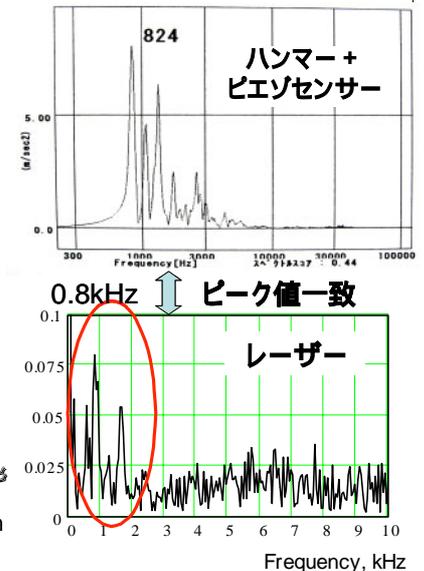


図2 試験結果の比較

キーワード レーザー超音波, トンネル探傷, コンクリート欠陥, 打音検査, 除振機構, 画像抽出

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 西日本旅客鉄道(株) 鉄道本部技術部 TEL 06-6376-8136

コンクリート剥離部の表面振動は非常に小さいので、計測機構を搭載した保守用車の振動や音響等により、検出レーザーが振動し安定しない。コンクリート表面が汚れており、検出用レーザーの反射強度が弱い。トンネル覆工コンクリートに対する加振力が不足している。

また、運用に関しても、以下の問題点が判明した。

1回(1測点)の探傷で数秒程度かかるため、トンネル全断面検査で1晩数m程度の進捗で遅い。

線路方向・トンネル断面方向の位置を決定した上で、トンネル内の添架物を避けてレーザーを照射する必要があるが、その方法が確立されていない。

3. 課題に対する実験・検討

3.1 保守用車振動の計測、振動の抑制

本測定機構を搭載する保守用車候補の振動(図4, 5, 6)を計測した。その結果、軌陸両用車の振動が小さかった。これは、レール上を移動する動力に鉄輪を介さず、タイヤ駆動のためであったと推察される。

また、レーザーによる検出が可能な領域まで振動を抑えるため、振動数と変位の関係(図7)を求め、除振機構の設計を検討している。

3.2 検出用レーザー光の反射強度の計測、受信強度の向上

トンネル覆工コンクリートの汚れの違いにより、反射光の受信強度が1割以下となった(図8)。探傷するためには、受光量を10倍程度向上させる必要がある。

そこで、光学系を改良し受光量を増加させると共に、レーザー強度を向上させ、信号強度を増加させることを検討している。

4. 画像抽出によるレーザー照射位置の決定

トンネル覆工表面画像から、クラックを抽出し座標化することが可能となった。そこで、そのデータから覆工全面をレーザー照射するのではなく、クラック近傍のみ探傷することを検討している。

また、トンネル断面を簡易に数mm程度の精度で計測する²⁾ことも可能となったため、添架物を「トンネル断面からの凸凹」を計測することで標定し、レーザー照射位置を制御する(図9)ことを検討している。

合わせて、保守用車のトンネル内での位置も画像で標定することを考えている。

5. おわりに

レーザー超音波を用いコンクリートの剥離検知を実現するためには、それ以外にもかなり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)レーザー超音波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
- 2)デジタルカメラを用いたトンネル断面計測手法の開発
平成19年9月 土木学会 御崎 哲一 他

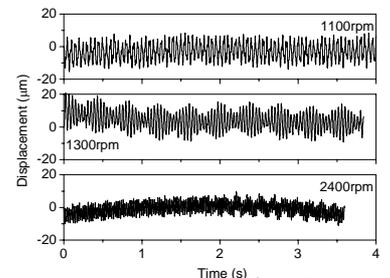


図4 油圧エンジン式の振動

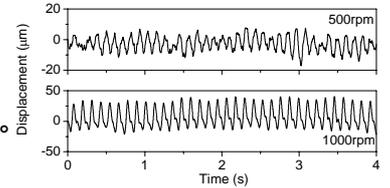


図5 シャフト直結式の振動

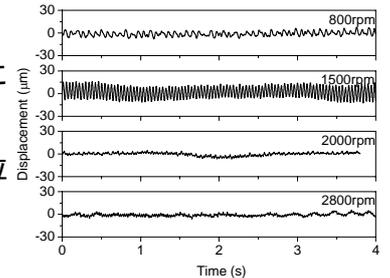


図6 軌陸両用車の振動

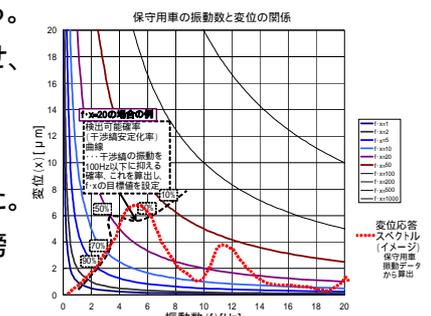


図7 振動抑制範囲の設定

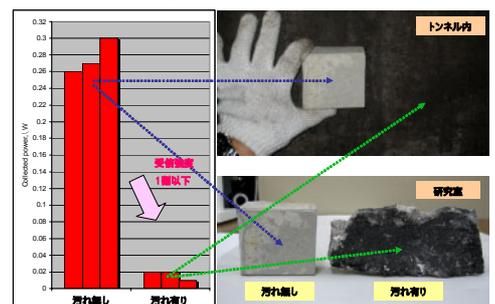


図8 コンクリートの汚れによる反射強度の違い

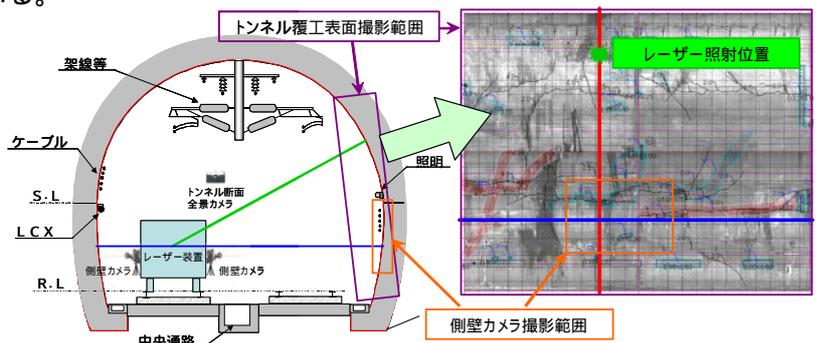


図9 画像による照射位置決定イメージ