トンネル覆工コンクリートにおけるレーザー計測データの傾向

西日本旅客鉄道（株）　正会員 ○御崎 哲一，正会員 曽我 寿孝，正会員 高山 宜久，正会員 村田 眞司
京都大学　正会員 保田 尚俊，（公財）レーザー技術総合研究所　正会員 島田 義則，　ｵﾚｸﾞ ｺﾁｬｴﾌ
防衛大学校　正会員 篠田 昌弘，（株）ユニロック 江本 茂夫

１．はじめに

現在，コンクリート構造物における検査は，コンクリートをハンマーで打撃する打音検査が一般的である．打音検査は，検査者によるばらつきが考えられるうえ，高所作業や停電作業を伴い危険であり，非常に労力がかかる．そこで，コンクリートが剥落する前に変状箇所を把握することを目的として，数ｍ以上離れた箇所から検査できる，レーザーによる非接触計測技術（以下，本技術という）を用いたコンクリート剥離検査装置を開発[1)]（図１，２）している．本技術は，レーザーにより「叩く」ことと，「表面の振動を捉える」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，人による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．

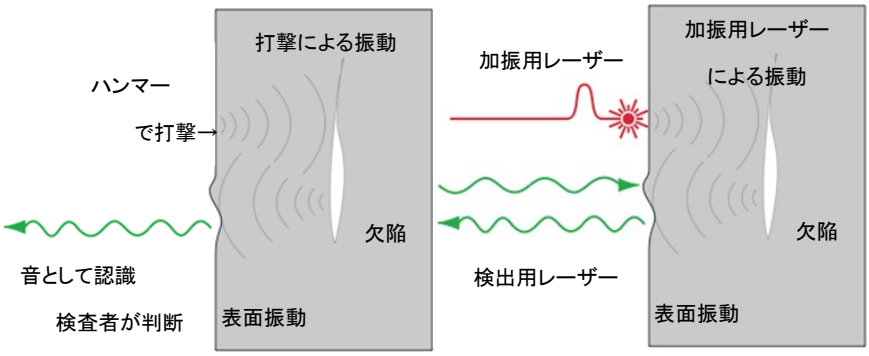

図１　打音法（左図）とレーザーによる非接触計測技術（右図）の比較

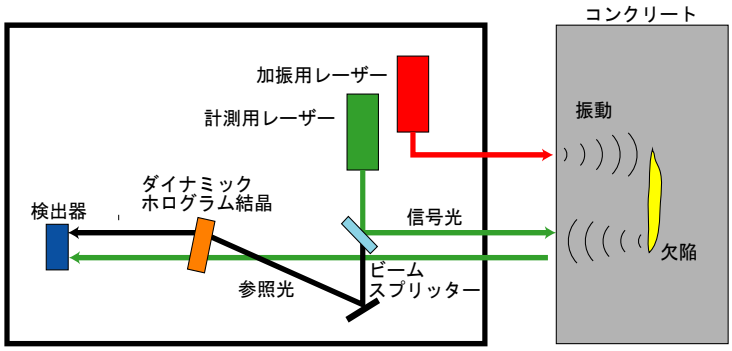

図２　レーザーによる非接触計測技術の構成

２．レーザー計測機器車両の試作

トンネル中央通路走行型の計測装置（図３）の，安全性，計測精度，作業性，汎用性等を評価するため，レーザー計測結果の定量化・判定アルゴリズムを構築[2)]し，計測制御プログラムとしてPCに組み込んだ車両を試作した．

３．レーザー計測の実務

レーザー計測するに当たっては，パソコンの画面上からの操作で全て完結するようにし，作業性が高く，誰でも使用可能な機器として構築することを目指した．

現場ではカメラからのトンネル覆工画像をパソコン画面に映し，その画像上でレーザー計測したい箇所をマウスでクリックすると，レーザー計測結果は即座に異音判定アルゴリズムにより色表示（図４）される仕組みを構築した．

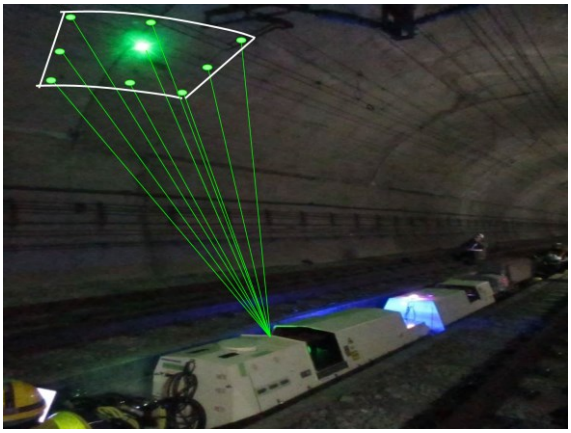

図３　試作したレーザー計測機器

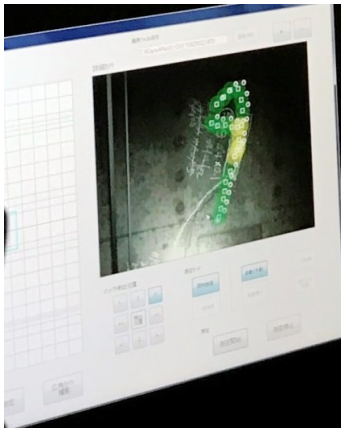

図４　計測画面の一例

キーワード　レーザー，非接触，計測，コンクリート，異音，剥離，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㈱　鉄道本部　技術開発部　TEL 06-6376-8136

４．レーザー計測データの傾向

今回，山陽新幹線トンネル内において，打音検査者が記録した異音を認める箇所に対してレーザー計測を実施した．異音と判断する箇所のレーザー計測データは，加振レーザー照射後から徐々に振動が減衰する時系列を示す（図５）と共に，卓越する固有振動数を持つ．その減衰振動の固有振動数から，最低次モードの固有振動数を算出することによって数値化し，異音判定アルゴリズムを構築している．

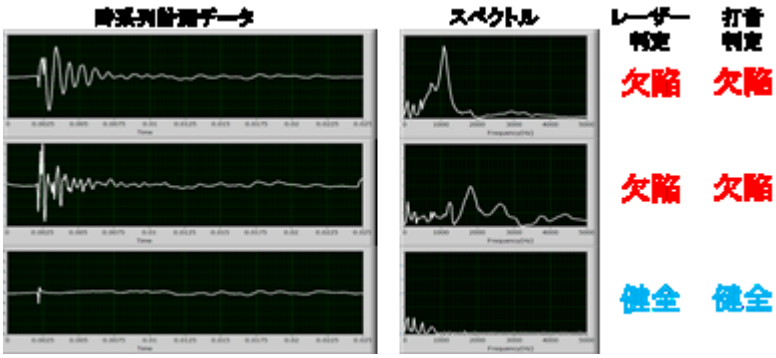

図５　レーザー計測データの一例

最低次モードの固有振動数とその度数分布を示したのが図６である．

これによると，綺麗な正規分布ではなく，2,500Hz を越えた箇所にも一定数計測される，標本が分離された分布となった．

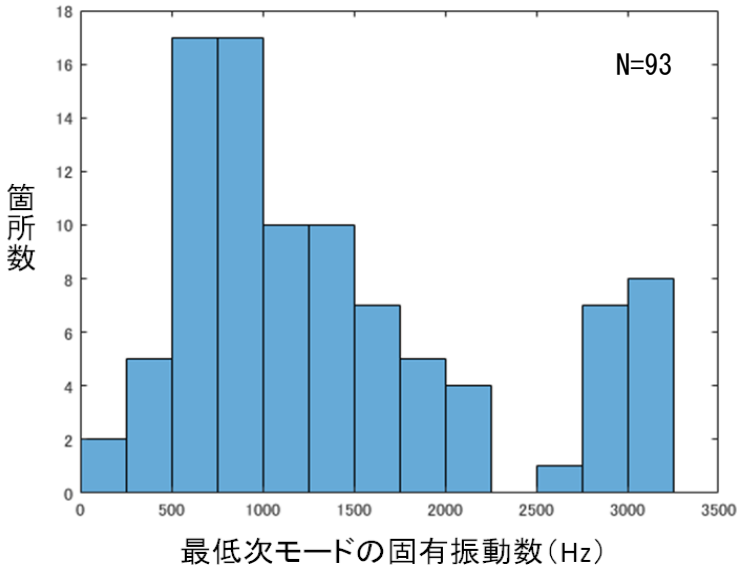

図６　レーザー計測データの度数分布

その原因を推定するため，打音検査している状況を録画した映像と音響を確認した．その結果，打音検査者はある「音色（固有振動数）」を悪い，と判断しているのではなく，周辺のコンクリートを常に打音しながら，ターゲットとしている箇所に対して打音し，周辺のひび割れや漏水等の状況とあわせて判定しているように推定された．

このことは，コンクリート打音の音色の違いがあっても，その中でより音色の悪い箇所を探し出し，目視検査情報を加味した上で覆工にチョーキングしている，と解釈ができ合理的である．本装置は定量的にコンクリート表面の固有振動数を計測するため，閾値を設定することで，打音検査者が行っていた剥落可能性の高いもののみを抽出できる可能性を見出したと考えている．

５．まとめ

本論では打音法に代わる検査法として，レーザーによる非接触計測技術を用いたコンクリート剥離検査装置および欠陥判定アルゴリズムを構築し，システムとして開発した．その機器を用いた計測データからは，異音判定をより定量的に実施でき，剥落可能性を判断する支援ができる可能性を見出した．

６．おわりに

今後は，さらにレーザーによる計測データを積み重ねることで剥落判定に対する信頼性を向上させ，精緻な閾値を設定することが必要である．本技術を用いることで，打音検査を実施している労力を少しでも低減することができれば幸いである．

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　2008 年 12 月　J-RAIL2008　御崎 哲一 他

2) レーザーを用いた新幹線トンネル覆工コンクリート欠陥検査手法の開発　2017 年 9 月　土木学会年次講演会　御崎 哲一 他