

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

－ (4)欠陥検出アルゴリズムの検証－

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

1. はじめに

近年の鉄道トンネル覆工表面のコンクリート剥落事故対策等に見られるようにコンクリート構造物の安全性を網羅的、正確に把握し、適切な維持管理を行う必要性が高まっている。リモートセンシングを用いる非破壊検査技術は多くの手法が研究され、実用に供されている。筆者等が目標とする手法は表面加振および表面振動の検出の両方をレーザー光を用いて行うものであり、この技術の確立によって非接触探傷、遠隔探傷、および高速での探傷が可能となる。ここでは、(3)で紹介したスペクトルスコア算出に必要となる周波数閾値の検証結果について報告することとする。

2. スペクトルスコアと周波数閾値

前発表(3)ではフーリエスペクトルの周波数分布状態を表す指標として、フーリエスペクトルと周波数軸との間に挟まれる全周波数域に対して閾値を設定し、それより低周波数域の面積をA1、高周波数域の面積をA2とし、スペクトルスコア R_{LF} を算定する方法を提案し、スコアの算出時に、周波数閾値の設定が必要であることを示した(図1)。そこで、スペクトルスコアの周波数閾値の検討を1000Hzから3000Hzまで500Hz刻みに設定し、健全、不健全の判定の可能性を検証した。なお、検証には比較的大型の供試体とボックスカルバートや土留め壁等(図2)の実コンクリート構造物の表面の健全・不健全箇所(総数85箇所)に対し実施した表面加振試験による振動収録波形を使用した。

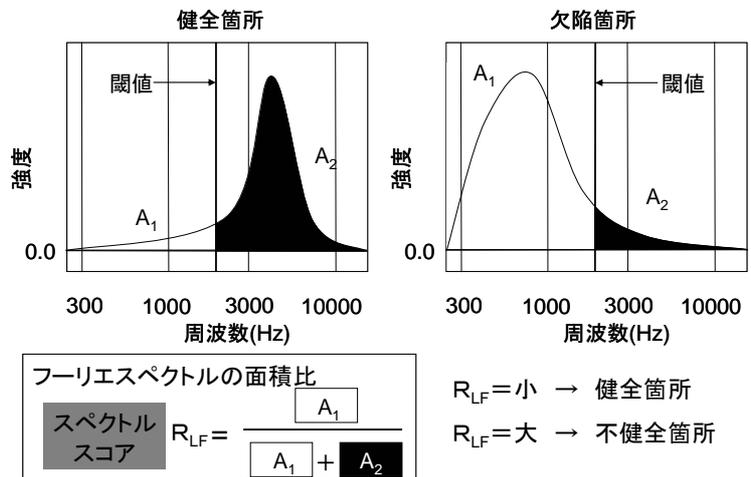


図1 スペクトルスコアの定義

大型供試体



ボックスカルバート



土留壁



図2 表面加振試験対象供試体および実構造物

キーワード：コンクリート，レーザー超音波，非破壊検査，表面振動，FFT，打音，診断，健全度
 連絡先 〒185-8540 国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 基礎・土構造研究室 TEL042-573-7262

3. スペクトルスコアの閾値検証結果

図3に収録波形に対するスペクトルスコアを周波数閾値 1000Hz として算出した場合の評価結果に併せ、同時に目視や打音検査で得られた健全度判定結果を示す。図3から、閾値を 1000Hz として算出すると、打音検査や目視検査で不健全であると判定されたにも関わらず、健全と判定されてしまう箇所が確認された。また、閾値を 1500Hz にしても同様の結果が得られた。図4には周波数閾値 2000Hz とした場合の評価結果を示すが、この場合はスペクトルスコアが 0.1 より小さければ健全、0.1 より大きければ不健全と判定できることが確認できた。次に、図5に周波数閾値 3000Hz とした場合の評価結果を示す。図5に示すように、周波数閾値を 3000Hz とすると、打音検査や目視検査で健全であると判定されたにも関わらず、不健全と判定されてしまう箇所が確認された。また、閾値を 2500Hz にしても同様の結果が得られた。なお、スペクトルスコアの算出時の計算範囲はレーザーでも計測可能な 100Hz から 125 kHz までの範囲とした。以上の検討より、閾値を 2000Hz と設定した場合にだけ、健全、不健全のグループ分けが可能となり、コンクリート表面の変状を的確に評価できることが分かる。

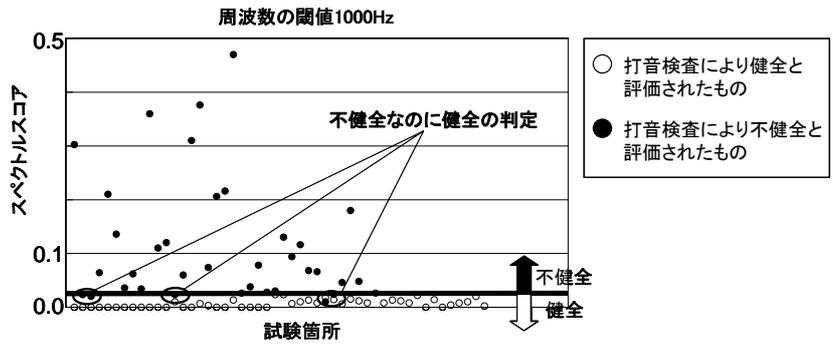


図3 閾値 1000 Hz の場合のスペクトルスコア算出結果

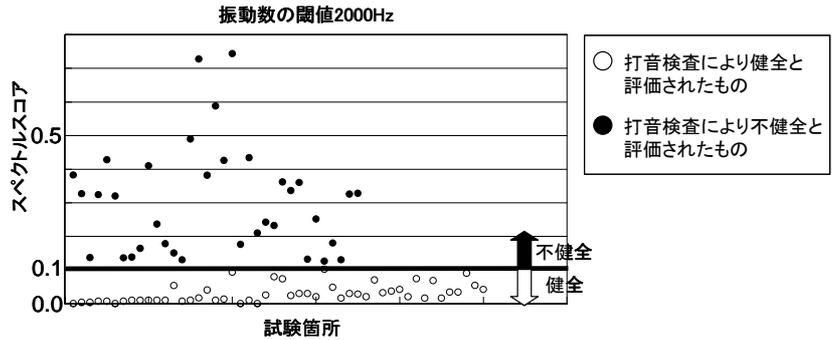


図4 閾値 2000 Hz の場合のスペクトルスコア算出結果

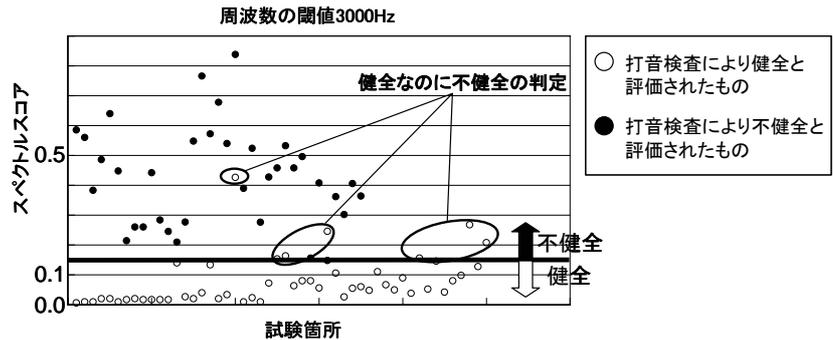


図5 閾値 3000 Hz の場合のスペクトルスコア算出結果

4. 実構造物での検証試験

レーザー超音波リモートセンシングシステムに前述の欠陥検出アルゴリズムを搭載し、鉄道橋梁に対してコンクリート表面欠陥探傷試験を実施した。この試験では、事前に打音検査やコンクリート表面加振試験により不健全箇所を特定し、振動成分を把握した後、提案システムによる結果と比較した。比較した結果、提案システムは実測した結果とよく一致し、コンクリート表面の探傷が可能であることが分かった。詳細については次の発表(5)によることとする。

5. まとめ

本研究では打音法に代わる検査法として「レーザー超音波法を利用したコンクリート欠陥検出システム(表面加振および表面振動の検出の両方をレーザー光により行うもの)」の開発を実施しており、供試体や実構造物に対し、ハンマ打撃による表面加振試験を実施し、多数の振動波形を収録した。またフーリエスペクトル解析を実施し、健全箇所と不健全箇所との振動数特性の違いを把握した。さらに、この結果より欠陥を判定する指標を提案し、これを組み込んだ測定結果処理プログラムを開発し、実構造物に対して提案システムを適用した結果、コンクリートの内部欠陥を検出できることが分かった。今後は、システムの高出力化および高精度化を図り、実用性の高いシステムとして完成させる予定である。最後に今回紹介した一連の研究は、独立行政法人鉄道施設・運輸施設整備支援機構による公募テーマ「運輸分野における基礎的研究推進制度研究課題」の中で行ったものである。

参考文献 1) 大村寛和, 羽矢洋, 島田義則: レーザー超音波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 - (2) -ハンマー打撃によって発生する実構造物の表面振動・打音解析結果と欠陥検出アルゴリズム, 土木学会全国大会, 2008.