

非接触音響探査法の欠陥検出アルゴリズムと高架橋における適用例



Official Webpage Tsuneyoshi Sugimoto, Dr.Eng.

キーワード

非接触音響探査, 音波照射加振動, たわみ共振, 振動エネルギー比, スペクトルエントロピー



概要

遠距離音波照射加振による非接触音響探査法の検討を行っている。実際のコンクリート構造物の欠陥は内部で複雑な形状をしていることが多いため、たわみ共振周波数のみに依存した欠陥検出アルゴリズムでは欠陥規模を明らかにできないことが少なくない。そこで、振動エネルギー比とスペクトルエントロピーという2つの音響特徴量を導入した非接触音響探査用の欠陥検出アルゴリズムを提案し、コンクリート構造物（高架橋）への適用例を紹介する。

1. はじめに

2012年12月に発生した笹子トンネル天井板落下事故は、我が国のコンクリート構造物の維持管理に関する重要性に関する認識を大きく変化させた。このような事故を二度と発生させないように国土交通省は全国のトンネル橋梁に対する5年毎の点検を義務化したものの、ハンマーを用いた叩き点検を実施する場合には足場や高所作業車を必要とするために、作業の手間や経費を考慮すると現実的でないことが指摘されている。そのため、遠距離から非接触かつ従来の打音法と同等な検査が可能な点検手法の開発が期待されている。

実際に5m以上の遠距離から打音法と同等な非接触計測が行える非破壊検査法としては、強力なパルスレーザを加振源とするレーザーリモートセンシング法¹⁻²⁾および本研究室で実施している音波照射加振とレーザドップラ振動計を用いた非接触音響探査法の2手法を挙げることができる。

レーザーリモートセンシング法は、強力なパルスレーザによる衝撃加振を利用した手法であるが、人体に影響がある高出力レーザを複数使用することによる取り扱いの危険性が指摘されている。一方で、著者らが研究開発を行ってきた非接触音響探査法³⁻⁶⁾は、従来の打音法と同様に欠陥部のたわみ共振を利用した手法であり、極めてエネルギー効率が高くかつ安全な手法である。すでに鉄道や道路のトンネル内や凹凸の激しい吹付コンクリート面など様々な場所で、叩き点検と同様な結果が得られることが明らかになっている。今回は、この非接触音響探査法の欠陥検出アルゴリズムおよび高架橋への適用例について紹介する。

2. 非接触音響探査法の概要

2-1 基本セットアップ

図-1に非接触音響探査法の基本セットアップを示す。音源としてはLRADもしくは強力超音波音源⁷⁻⁸⁾等を使用し、発生した音波により測定対象壁面を励振し、励振時の壁面上の振動速度を高感度のスキャニング振動計（SLDV：Scanning Laser Doppler Vibrometer）もしくはレーザドップラ振動計（LDV：Laser Doppler Vibrometer）を使用して2次元的な振動速度分布を計測する。もし、壁面内部に水平方向のひび割れなど欠陥が存在すると、その欠陥部上は健全部に比べると曲げ剛性が低下するため、音波のような微弱な力でもたわみ共振を発生させやすくなっている。一方で音波照射加振により発生できる圧力は、ハンマー加振の約100分の1程度でしかない。しかしな