

コンクリート音響探傷システムの開発

株式会社 東芝 正会員 ○西村 修 吉野 晃
株式会社 東芝 千星 淳 池田 賢弘

1. はじめに

コンクリート構造物の内部空洞・剥離等の欠陥位置を遠方から非接触で検出し、叩き点検作業の省力化を実現するために、コンクリート音響探傷システムを開発している。本システムは、叩き点検におけるハンマの代替として、強力な超指向性音源を用い、叩き点検における耳の代替として、レーザードップラー振動計(LDV:Laser Doppler Vibrometer)を用いてコンクリート表面振動速度を計測する。シンプルなシステム構成であることから、近接叩き点検と比較して、自動化による長時間作業を可能とする。また、作業者の特殊技能に依存せず、定量的な欠陥評価が可能であり、10m程度の遠距離から、叩き点検と同等の欠陥検出が可能という特長を有する。図1に計測原理と計測イメージ図を示す。なお、空気の粗密波とレーザ振動系の組み合わせで固体の非破壊検査を行うという発想は新しいものではなく、森ら¹⁾の衝撃波や周波数スイープ音で加振した報告や、伊藤ら²⁾の超音波縞モード振動板式集束音源を用いた報告や、最近では歌川ら³⁾の報告がある。本稿のコンクリート音響探傷システムは、過去の同種の取り組みにおける3つの課題をクリアし、現場での運用が容易な実用化技術を目指している。以下、3つの課題について述べる。

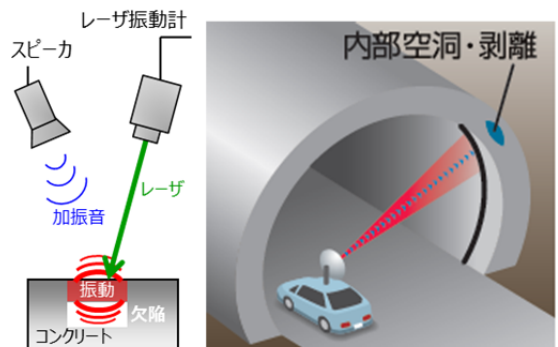


図1: 計測原理と計測イメージ図

2. コンクリート音響探傷システム開発

2. 1 遠隔からの安定した計測: LDV 選定仕様最適化

コンクリート構造物の表面振動速度を計測する際、レーザの安全クラスを守ることから来るレーザパワー不足や、計測対象の表面粗さに起因するノイズにより、安定的な計測が困難になる課題があった。そこで、大型のコンクリート構造物振動速度を、遠く離れた場所から安定して高精度に測定できる RSV-150 を選択した。



図2: 車両搭載型システムパッケージ

2. 2 現場での運用機動性向上: 車両搭載型パッケージ化

これまで過去の取り組みで実施されてきたものは、加振音源、LDV、信号処理装置のそれぞれが個別に設定され結線されるため、ラボ内実験場での計測には適用可能だが、現場への運搬・セットアップ・撤収に多くの時間を費やす課題があった。現場での機動力を有するためには、3者が一体となることが望ましい。そこで、システムを一体化し、軽貨物車両に搭載可能なシステムを開発した。図2にシステム外観を示す。

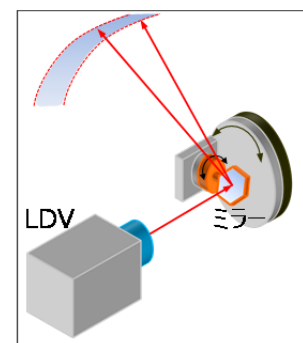


図3: 2軸走査システム

2. 3 広範囲点検効率向上: 2軸走査システム

キーワード 非破壊試験, 音響探査, レーザードップラー

連絡先 〒212-8582 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝研究開発センター TEL:044-549-2378

使用した LDV は、三脚上に固定し、ある 1 点の計測を行う用途を想定している。しかし、コンクリート構造物の広い面積を計測するためには、三脚上で手動トラバース計測を行うのではなく、自動で走査することが望ましい。そこで、ガルバノミラーを用いた当社独自の 2 軸走査システムを開発した。図 3 に外観を示す。ガルバノミラーユニットを $\pm 90[\text{deg}]$ 回転させる Θ ステージを持ち、コンクリート構造物としてトンネル内壁を想定した場合、 Θ ステージで円弧方向の走査を、ガルバノミラーで進行方向の走査を可能とする。加振音波によるミラー励振を防ぐために、LDV のレーザー光が透過するウィンドウを備えた防音防振ボックスにより、ミラーを保護した。また、LDV 自身が加振音波によって励振されないよう、LDV を保護する防音ボックスを設けた。さらに、2 軸走査システムによって自動走査されたのち、カメラで撮影された現場写真上に計測結果をマッピングするソフトウェアを開発した。

3. 試適用

独立行政法人土木研究所構造物メンテナンス研究センター(CAESAR)にご提供いただき、臨床研究用撤去部材保管施設に保管中の 3 体の試験体に対して開発中のシステムの試適用を行った。図 4 は開発した 2 軸走査システムによって面観測したマッピング結果である。図 5 にその他二体のマッピング結果を示す。事前に取得した打音検査結果とほぼ等しいマッピング結果が得られることを確認した。

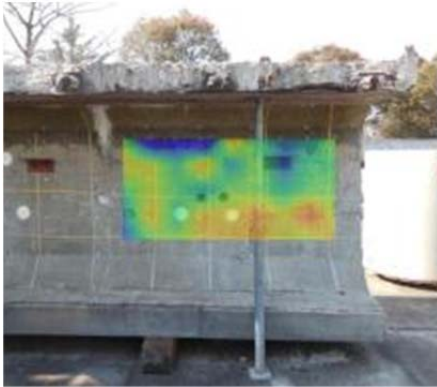


図 4: 面計測マッピング結果



図 5: マッピング結果

計測結果のマッピングは、健全部を基準とした欠陥度をコンター図によって示している。欠陥度は定量的な計測結果であり、様々なコンクリート内部欠陥の要素実験や数値解析を通して、その信頼性を更に高めていく必要がある。例えば各種現場における健全部の定義について、直接打音検査が可能な手が届く範囲で健全部を探す、などが考えられる。より定量的な評価が可能な検証方法を確立していくことが今後の課題である。

4. まとめ

安定して計測可能な LDV を用い、パッケージ化と 2 軸走査システムにより、現場での運用が容易なコンクリート音響探傷システムを開発した。撤去部材への試適用によってその機能を確認した。今後、様々な対象への適用を図り、システムとしての練度を高めていく。

参考文献

- 1) 森他、日本機械学会論文集(A 編)Vol. 70, No. 695, pp986-994 (2004)
- 2) 伊藤他、日本音響学会秋季研究発表会, 1245-1246, (2010)
- 3) 歌川他、土木学会第 66 回年次学術講演会予稿集 pp79-80 (2011)