

PDAを用いた簡便な音響による診断技術の現場点検への応用に関する検討

室蘭工業大学	正会員	矢吹信喜
室蘭工業大学大学院	学会員	○植田国彦
内閣府沖縄総合事務局		山下武宣
電源開発(株)	正会員	嶋田善多 坂田智己

1. はじめに

土木構造物を長期間安全かつ経済的に供用するためには、建設および維持管理において、現場における点検を適切に実施することが重要である。また、日常の巡視点検では、視覚、聴覚、触覚、臭覚といった感性を働かせている。特に、聴覚によって得られる情報量は多く、非常時や、不定期に作動するような設備の異常を感知する上で貴重である。そこで本研究では、以前より開発を行っている現場点検支援情報システム¹⁾の機能の向上を図るべく、音響による異常感知技術を上記システムに応用すべく検討を行った。

2. 音響による構造物や機械類の異常診断システムモデル

音響による構造物や機械類の診断に関して、対象部材を叩いたときの音を聞くことは昔から行われている。また、熟練技術者は打音点検や機械の作動音を聞くことにより、点検個所の異常を診断できるスキルを暗黙知として有している。

そこで、PDAのような小型携帯端末を用い、電子タグ（RFID：Radio Frequency IDentification：非接触型ICタグ）と合わせて音響による異常診断システムを開発することとした。音響による異常診断システムのシステムモデルを図-1に示す。正常音と異常音を解析・比較し、解析データ及び音データを、現場管理事務所のデータベースに保存し、電子タグに関連情報を保存する。データベースに蓄積された点検音より解析結果を抽出し、現場点検支援を目的とした音響点検診断システムを構築する。点検時には、音響点検診断システムから適切な診断が下される。また、現場の電子タグ内にも、関連データを保存することにより、非常時にも現場で確実な音響診断が行える態勢を整える。これにより、これまで個人の感性のみに依存して、実施していた音響点検の確実性、信頼性の向上につながるものと考えられる。

3. 診断支援システムのプロトタイプ

本研究では、前述の音の異常診断システムの構築を目指し、そのプロトタイプシステム（図-2）を開発した。本システムでは、まず、PDAの録音機能により、点検音診断の対象となる部材の音をWAVEファイル形式で録音する。録音した音の解析には、データ解析プログラミング言語MATLABを用いた。MATLABにより、波形、フーリエスペクトル、サウンドスペクトログラム、連続ウェーブレット解析の表示を一貫して行えるシステムを構築し、ボルトナットの打音実験及び水中ポンプの音響測定実験の解析を実施した。

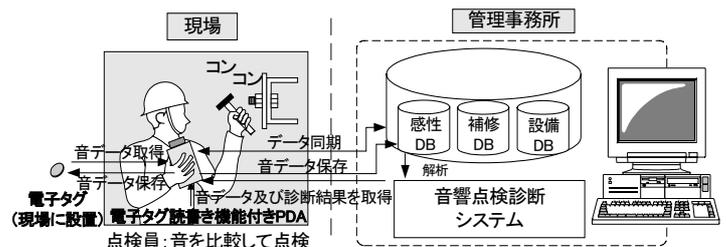


図-1 音響による異常診断システムモデル

4. ボルトナットの打音実験

打音実験では、打音実験体（図-3）を用い、手でボルトを締めたケース（以下、case1）と120Nmの締付トルクでボルトを締めたケース（以下、case2）に対して、ハンマーにて打撃を加え、打撃音を録音し解析を実施した。サンプリング周波数は44.1kHzである。PDAで録音したcase1とcase2の打音実験の波形とフーリエスペクトルを図-4に示す。打音の減衰に関する異常感知指標としては打音波形減衰図（図-5）に示す初期の振幅 a が、1/10に減衰

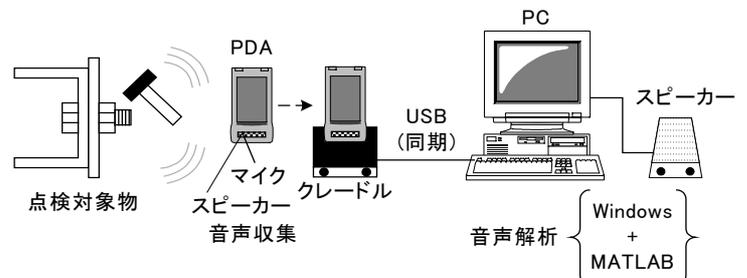


図-2 異常診断プロトタイプシステム

キーワード：点検，電子タグ，音響による異常診断，PDA，MATLAB

〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学工学部建設システム工学科 TEL 0143-46-5219, FAX 0143-46-5218

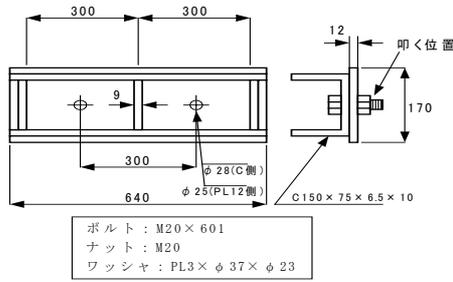


図-3 打音実験体

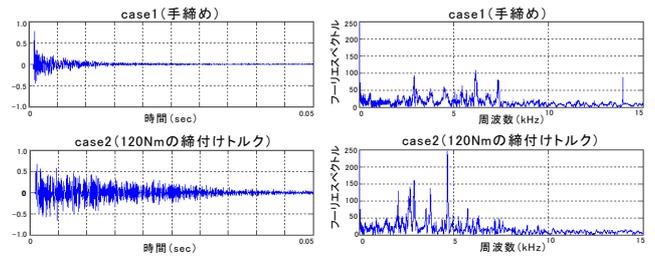


図-4 打音解析結果

するまでの時間 T を用いることとした。その結果、 T がおよそ 0.03 秒をこえていれば、ほぼ十分であり、逆に T が 0.02 秒以下の場合には締付けが不十分であるという異常感知指標が得ることができる。また、フーリエスペクトルから、case1 は幅広いスペクトルだが、case2 は 4.5kHz 付近が卓越した形になっていることがわかる。case1 の音はにぶい音、case2 の音は高い澄んだ音であることと合致する。

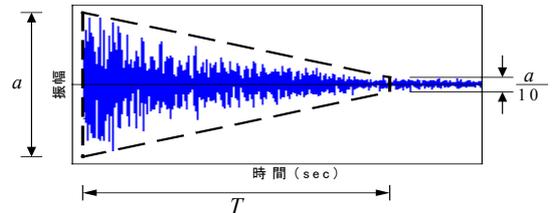


図-5 打音波形減衰図

5. 水中ポンプの音響測定実験

水中ポンプの音響測定実験では、水中ポンプ実験装置 (図-6) を用い、水中での正常作動音、羽根破損時の異常作動音及び給水口に異物があるときの異常作動音を録音し、解析を行った。サウンドスペクトログラム及び連続ウェーブレット解析の解析結果 (図-7) から、正常作動音は卓越した周波数成分は 500Hz 以下に多く、羽根を破損させたり水吸取り口に異物を詰まらせた時の異常作動音は 1000Hz 付近にも卓越した周波数成分が確認できた。これは、水の流れに乱れがより多く生じたためと推測される。高周波成分が多い場合は、ポンプに異常がある可能性があるという異常感知指標が得られた。

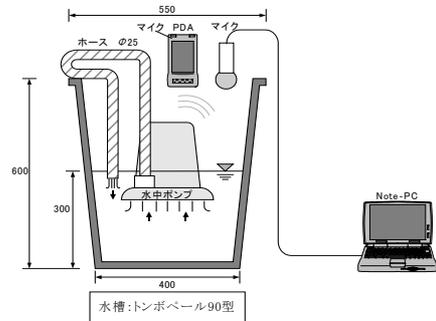


図-6 水中ポンプ実験装置

6. おわりに

本研究では、現場における点検業務の効率性、継続性等の向上を図るために開発している現場点検支援情報システムに、PDA を用いた簡便な音響による診断技術を加え、基本的なプロトタイプシステムを開発し、簡単な実験を行った。実験結果より、異常診断技術の構築を目的として異常感知指標の検討を行った。定性的情報である音を異常感知指標により定量的に評価することによって音響点検の確実性、信頼性の向上が図られると考えられる。また、水中ポンプの羽根が徐々に欠けて行くデータ等をサンプリングすることによりトラブルを予知することができるようになり、未然にトラブルを防ぐことに繋がると考えられる。本異常感知指標は、簡単な実験により導出したものであり、実際の点検実務に適用するのは困難であるが、今後、熟練技術者が保有している音に関する知識を引き出し、さらなるデータの収集を図ることにより、精度の高い異常感知指標を構築していきたい。

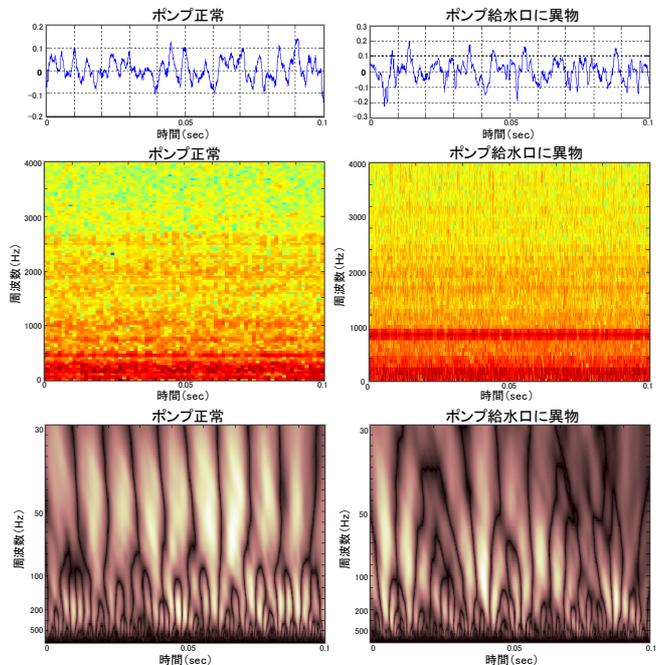


図-7 水中ポンプ実験解析結果

参考文献

1) 矢吹信喜, 植田国彦, 山下武宣, 嶋田善多: 電子タグ, PDA 及び音声技術を用いた現場点検支援情報システム, 土木情報システム論文集, Vol.11, pp.77-84, 2002.