

高速カメラを用いた低周波騒音源検出に関する検討

三菱重工鉄構エンジニアリング 正会員 鍵村 俊哉 広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治
産業技術総合研究所 辻 徳生 広島大学大学院 学生会員 由良 慎弥

1. 背景・目的

産業機械等に限らず社会基盤施設においても、種々の橋梁をはじめとして構造物があることにより低周波の空気振動を生じることがある。車両のタイヤと路面の摩擦による走行音、橋梁の振動音、車両が伸縮装置を通過する時の衝撃音などがあり、また、流体がらみの例としては、起伏するタイプの水門を越流させる場合、越流水脈に脈動が生じ、低周波騒音を生じることがある。

低周波騒音が環境問題の一つとして取り上げられる場合、通常、100Hz以下を低周波音と言い、特に20Hz以下を超低周波音と言うこともある。超低周波騒音は耳で聞こえないので気づきにくく、周りの人に理解されにくい、超低周波騒音環境下では、不眠、頭痛、気分が優れない等の症状を伴うこともある。

このような低周波騒音を減少させるには、正確かつ効率的にその音源を検出することが第一であるが、測定における低周波騒音に固有の困難さが明らかとなっており、精度の高いデータを得るための測定技術の向上が課題となっている。

そこで本研究において、高速ビジョン技術に着目し、高速カメラを活用した低周波騒音源の検出方法の提案を目指すことを目的としている。高速ビジョン技術は高空間解像度と高速実時間性の両立を実現するために、知的画素選択機能に基づく電子的ビジュアルフィードバック機構を導入して実現した技術であり、画像内の特定の画素の時系列情報を波形処理することで、騒音源の検出の可能性が生まれる。

2. 低周波騒音源検出システム概要

計測装置には高速カメラ、レーザー、カメラ・レーザーの固定器具を使用した。使用した高速カメラは、高画質だがPCが必要で装置が大掛かりになる高速ビジョンカメラ(VC)、画質は良くないが、外部装置が必要なく持ち運びに便利な市販の高速カメラ(HSC)の2種類のカメラを使用した。次に、計測手順を示す。

レーザーを計測対象面に照射し、標点を作り出し、その標点の時刻歴応答を高速カメラを用いて計測する。高速カメラによる画像データを使用し、実空間の x, y, z 座標を求め、パネル面に対して直角方向の変位(以下、垂直変位)を求める。

で求められた複数点の垂直変位波形に対して固有直交関数展開を用いて寄与率、固有ベクトルを求める。各点の垂直変位と固有振動モードを用い、垂直変位を n 次の固有振動モードの変位に分解し、 n 次固有振動モードでの垂直変位を求める。

n 次固有振動モード変位を用いて高速フーリエ変換を行い、スペクトルを求める。スペクトルピークが表れている振動数を n 次固有振動数とする。

以上の手順で計測対象面の固有振動数を求め、低周波騒音源の検出を行っていく。ただし、低周波騒音とは低周波で振動している物体が引き起こす騒音ということを大前提としている。

3. 室内実験結果

Fig.1に実験状況図、Fig.2に配置図を示す。高速カメラの撮影角度、レーザーの照射角度は任意に設定した。実験模型のパネル部分にレーザーを照射し、標点を高速カメラを用いて1000枚程度の画像データを撮影した。この時、2種類の高速カメラを用いパネルをスライドにより強制振動させた場合の計測を行った。

計測装置と対象面との距離、スライドの振幅、スライドの周波数を変化させて行った計測における変位・固有周波数の計測精度を確認するための実験を行った。

精度に関する実験結果の一例として、変位の計測精度が良かった計測時の振動波形、スペクトル解析結果をFig.3, Fig.4、計測精度の悪かった計測時の振動波形、スペクトル解析結果をFig.5, Fig.6に示す。

Fig.3, Fig.4より、計測された変位が \sin 関数を描いていることがわかり、スペクトルピークもよく出ていることがわかる。また、Fig.5, Fig.6より、計測された変位

キーワード 高速カメラ、低周波騒音、高速ビジョン技術

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院 工学研究科 土木構造工学研究室 TEL 082-424-7977

波形を見ればわかるように、計測精度が悪く、ノイズが多いことがわかる。しかし、全体的に一定の周期で振動していることがわかる。さらに、スペクトル解析結果をみても、十分スペクトルピークがでており、固有周波数が計測可能であることがわかる。これにより、変位の精度が悪くても、周波数の計測は可能であることがわかり、計測対象面と計測装置の距離が1500mm 離れ、計測対象面が1mmで振動している場合の周波数は計測可能であることがわかる。

4. 現場計測結果

現場計測では岡山県にある奥津第二発電所の水圧鉄管の計測を行なった。計測には上記の高速ビジョンカメラ、市販の高速カメラの2種類のカメラを使用した。計測は(1)上面、(2)側面、(3)下斜め45°の三点について行った。

一例として、二つのカメラにより計測された上面の垂直変位波形をFig.7、スペクトル解析結果をFig.8に示す。

Fig.7、Fig.8より、両カメラとも鉄管の振動を計測でき、周波数も求められることがわかった。これにより、両カメラともに屋外での計測対象面の低周波振動を計測可能だといえる。

5. 結論

本研究において、2つの高速カメラで計測された、計測対象面の応答変位の計測精度が悪くても周波数が可能であることがわかり、提案する低周波騒音源の検出方法は有用であると言える。

また、現場計測結果より、2種類の高速度カメラとも屋外の計測でも計測対象面の振動数を計測可能であることがわかった。

今後の課題として、実時間処理システムを用いて計測を行い、計測しながら低周波騒音源の特定が行えるようにすることが望ましい。

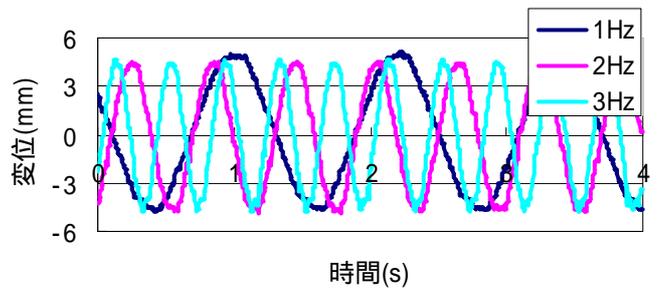


Fig.3 500mm-10mm HSC で計測された振幅

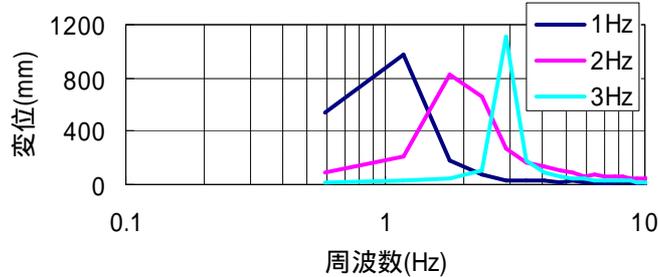


Fig.4 500mm-10mm HSC のスペクトル解析結果

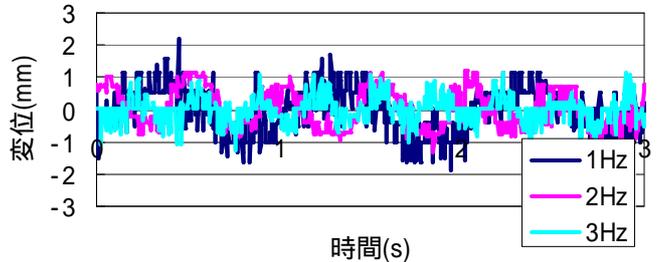


Fig.5 1500mm-1mm HSC で計測された振幅

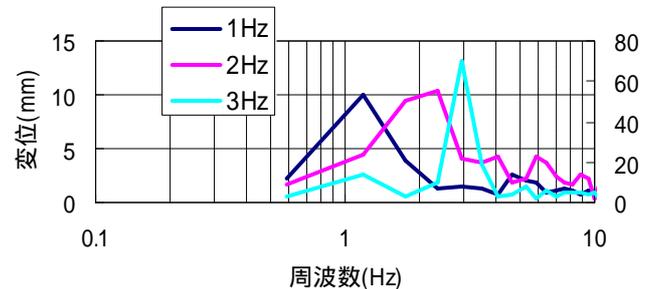


Fig.6 1500mm-1mm HSC のスペクトル解析結果

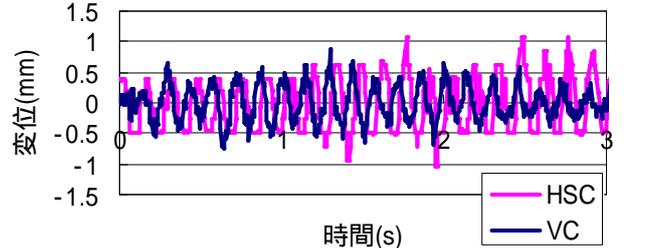


Fig.7 二つのカメラによる計測変位(上面)

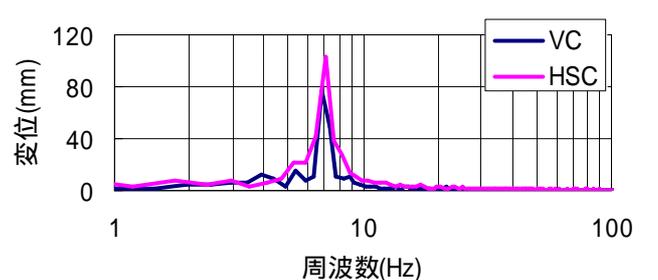


Fig.8 二つのカメラでのスペクトル解析結果(上面)



Fig.1 実験状況図

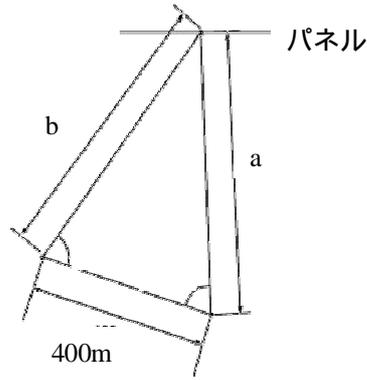


Fig.2 配置図