

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もある。

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 α 、レーザーの照射角度 β 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自由振動させた場合の計測を行った。

高速ビジョンカメラを使用した場合のパネル中央上部の点の垂直方向変位を Fig.3、固有振動モード(1 次～2 次)及び寄与率を Fig.4、スペクトル解析結果(1 次～2 次)を Fig.5 に示す。

これら図により、パネルの垂直変位が十分計測できると、固有振動モード・寄与率が計測できること、その固有振動モードから固有振動数が計測できることがわかる。これらの結果より、本研究で使用する計測装置の有用性を確認することができた。

4. 現場計測結果

現場計測では岡山県苫田郡鏡野町奥津にある奥津第二発電所の水圧鉄管が低周波で振動しているとの情報があり、そ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種類の力

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 ,二つの高速カメラにより計測された上面
の垂直変位波形を Fig.6 ,スペクトル解析結果を Fig.7 に
示す .

Fig.6 , Fig.7 より , 高速ビジョンカメラ , 市販の高速
カメラの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振幅 , 振動モード , 振動数を求め
ること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
とがわかり , 市販の高速度カメラを使用することにより ,
より現場向きに計測装置を作成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.1 実験状況図

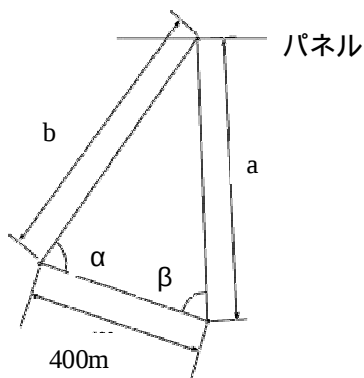


Fig.2 配置図

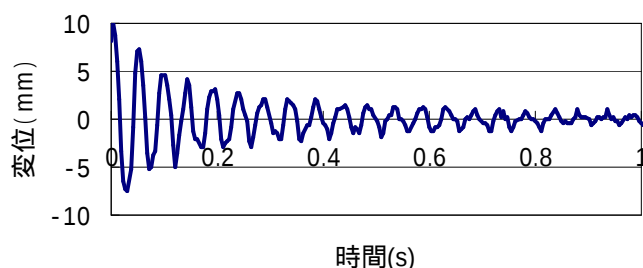
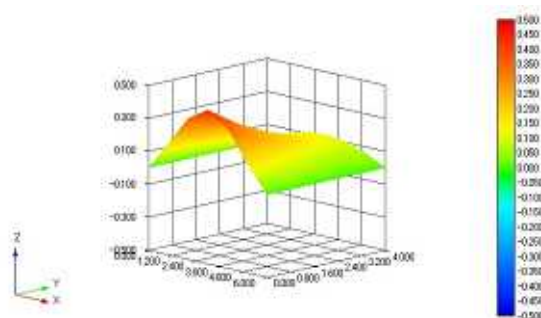
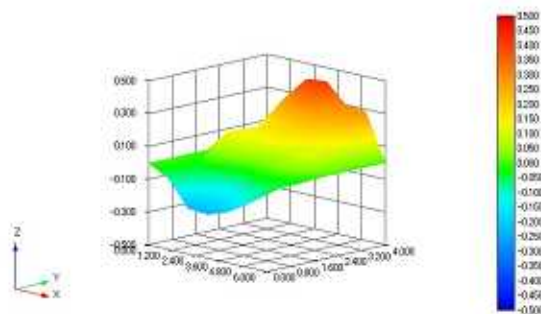


Fig.3 自由振動時のパネル上部の中心点の垂直方向
変位(高速ビジョンカメラ)



(a) 1次固有振動モード 寄与率 : 83.1%



(b) 2次固有振動モード 寄与率 : 2.2%

Fig.4 自由振動時の固有振動モード(VC)

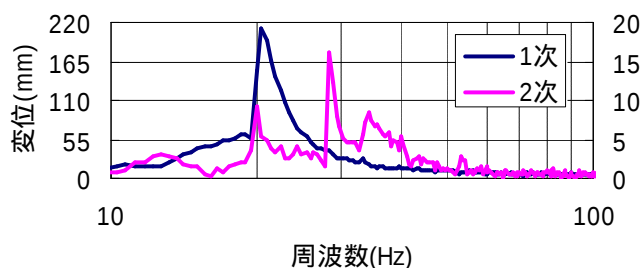


Fig.5 自由振動時のスペクトル解析結果(VC)

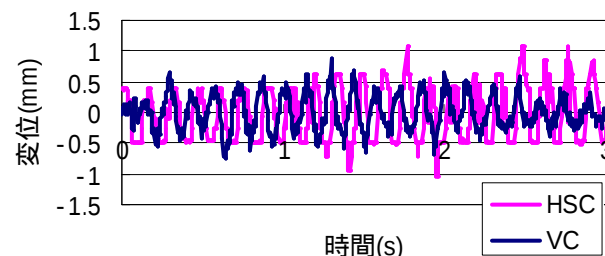


Fig.6 二つのカメラによる計測変位 (上面)

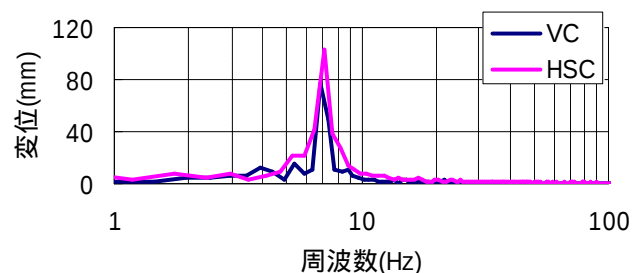


Fig.7 二つのカメラでのスペクトル解析結果(上面)