

高速ビジョンを用いた低周波騒音源の検出に関する検討

広島大学 学生会員 ○坂野 優子
広島大学大学院 辻 徳生

広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治
広島大学大学院 石井 抱
広島大学大学院 学生会員 鍵村 俊哉

1. 背景と目的

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、100 ヘルツ以下を低周波音と言ひ、特に 20 ヘルツ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言える。

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. 実験方法

本研究では、高速ビジョンを用いた低周波騒音の発生源の検出方法を示し、実験結果に基づいて低周波騒音源の検出手順を提案する。検出のための手順は以下の通りである。

①スライダーに固定させた実験模型、高速カメラ、レーザーの配置図を Fig.1 に示す。レーザー光を実験模型

のパネル部分に照射し、標点を投影し、その標点の時刻歴応答を高速カメラを用いて計測する。高速カメラは 1/1000 秒の時間間隔で同時多点変位計測が可能であり、時刻歴応答を数 100 点まで同時に計測・追跡することができる。本実験では 250fps で撮影を行った。

②画像計測により得られたデータより画像上の標点の X, Y 座標の値は既知であるので、X, Y 座標の値から実空間の x, y, z 座標を求める。さらに、求めた x, y, z 座標の値を用いて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。

③②で求められた垂直変位と固有直交関数展開を用いて固有値、寄与率、固有ベクトル、規準座標を求める。

④固有値と規準座標から垂直変位の時刻歴波形の分散を求める。また、固有ベクトルは固有振動モードを表しているので、固有振動モードが求まり、n 次固有振動モードでの垂直変位を求める。

⑤各固有振動モードでの垂直変位の値を用いて高速フーリエ変換を行い、パワー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。

⑥スライダーに固定させた実験模型のパネルの中心部分を打振し、自由振動させた場合、あるいは、平板模型を上部に固定したスライダーの振動数を 12Hz, 20Hz, 28Hz に設定した場合のそれぞれの場合のパネルの垂直変位、固有振動数、固有振動モードから、低周波で振動しているかどうかを確認し、低周波騒音源の特定が可能であるかどうか調べる。

3. 実験結果

レーザーを照射したときのパネル面上の標点の様子を Fig.2 に示す。

パネルを自由振動させた場合、標点 9 点の中から真中の列の 3 つの点の垂直変位を Fig.3 に示す。上部の標点の振幅が最も大きいことが分かる。1 次固有振動数は 20.5Hz, 2 次固有振動数は 27.8Hz, 3 次固有振動数は

53.7Hz であった。

寄与率は、1 次固有振動モードが 87.2%，2 次固有振動モードが 9.3%，3 次固有振動モードが 3.5%であり、振動波形の表面形状には主に 1 次固有振動モードが表れていることが分かる。各次の固有振動モード図を Fig.4～Fig.6 に示す。

スライダーの加振周波数を 12Hz にした場合のピークの振動数は 12.7Hz，20Hz にした場合は 20.5Hz，28Hz にした場合は 28.3Hz となった。このことから、20Hz した場合は一次固有振動と共振し、振幅が大きくなったことが確認できる。スライダーの加振周波数を 12Hz と 28Hz にした場合は、強制力により振動が支配されていることも確認できた。

4. 結論

本研究において、計測された応答変位波形を処理し、振幅、振動モード、振動数を求めることにより、構造物の動的特性を把握することが可能、かつ、低周波騒音源の特定が可能となることを確認し、提案する低周波騒音源の検出方法は有用であることを明らかにした。

今後の課題として、屋外での実構造物を対象とした実験を行う必要がある。本研究では、室内実験を行い、実験模型に低周波振動の生じることが確認できたが、低周波騒音源の検出システムを実用化するためにはまだ不十分な段階である。また、さらなる検出能力の向上のために、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。

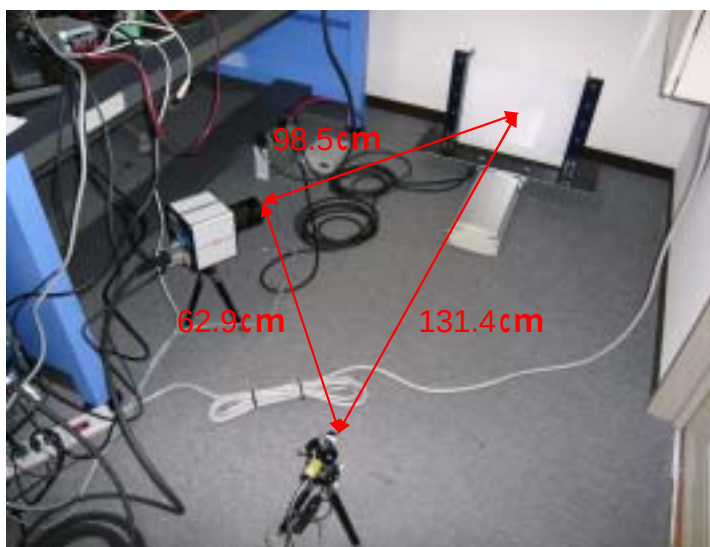


Fig.1 配置図

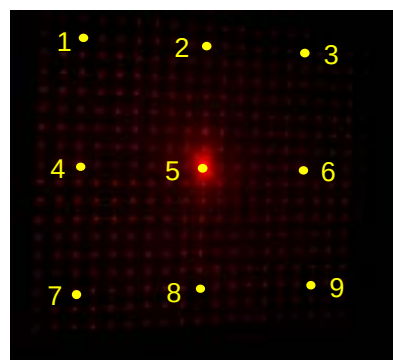


Fig.2 標点図

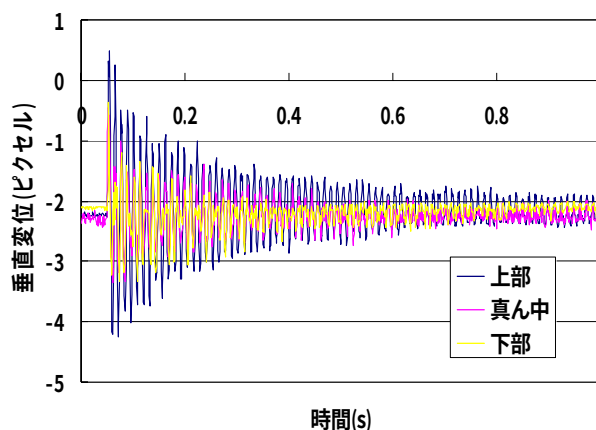


Fig.3 垂直変位

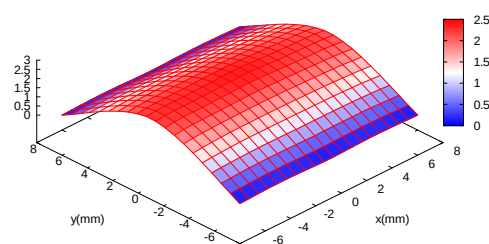


Fig.4 1次固有振動モード

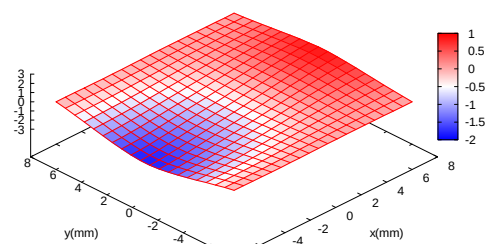


Fig.5 2次固有振動モード

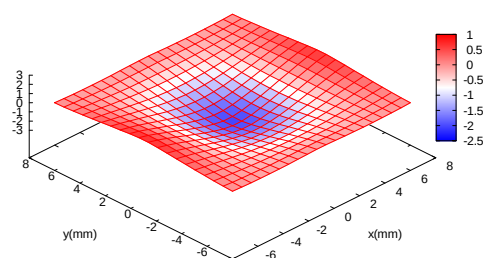


Fig.6 3次固有振動モード