高速ビジョンを用いた低周波騒音源検出法の適用性について

広島大学大学院　学生会員　○由良　慎弥
産業技術総合研究所　正会員　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　学生会員　鍵村 俊哉

１．背景と目的

近年，橋梁などの土木構造物が存在することによる低周波騒音問題が環境問題として取り上げられている．低周波騒音源の簡便かつ実用的な検出方法として，筆者らは高速ビジョンカメラを用いた方法を提案してきた．本方法は非接触で計測可能であるが，室内での有用性が確認された段階であり，計測可能距離や計測対象面の状態など，実際の計測を想定した適用性の検討は行われていない．

そこで，本研究では，実際の計測において問題となる計測対象物と計測機器との位置関係が計測精度に及ぼす影響，また計測対象面の表面の色彩が計測精度に及ぼす影響について調べ，本検出方法の適用性について明らかにする．

３．計測手順

計測対象面にレーザー光を照射し，高速カメラで得られた画像計測データから対象面に対して垂直方向の変位波形を求め，この垂直変位波形から固有直交関数展開を用いて，固有振動モード，寄与率を求める．さらに，各固有振動モードの垂直変位波形を求め，フーリェ変換後のスペクトル分布から，固有振動数を特定する．

４．実験概要

1）計測対象面と計測機器の位置関係が計測精度に及ぼす影響の検討

Photo 1 に実験模型，Photo 2 に本研究で使用した高速ビジョンカメラ、Fig.1 に計測対象面と計測機器の位置関係を示す．計測対象面にレーザー光で標点を投影し，高速ビジョンカメラで画像計測を行う．本実験では計測対象面と計測機器の位置関係に着目し，Fig.1 に示す高速カメラとレーザー光源間距離b、高速カメラ撮影角度αを変化させて実験を行う．bは 500(mm)から 500(mm)間隔で増加させる．αを各bの値に対して 45°～85°間で 5°間隔で変化させる．加振装置として用いたスライダーを 20(Hz)で振動させ，250fps で撮影した場合のそれぞれの場合の計測結果を比較し，計測精度の違いを検証する．

2）計測対象面の表面の状態が計測精度に及ぼす影響の検討

実験模型の表面に青，赤，黄色，黒，灰色，茶色の色画用紙を貼付し，Fig.1 に示すbを 1400(mm)，aを 400(mm)で固定し，スライダーを 4(mm/sec)の速度で 5(sec)間動かして画像計測を行う．これにより計測対象面の垂直変位の計測精度を比較し，それぞれの計測対象面の色彩による計測精度の違いを検討する．本実験では，実験模型を振動させていないが，標点認識が正確に行なえており、垂直変位が正確に計測できれば、低周波騒音源が検出可能であるということを前提として実験を行っている．

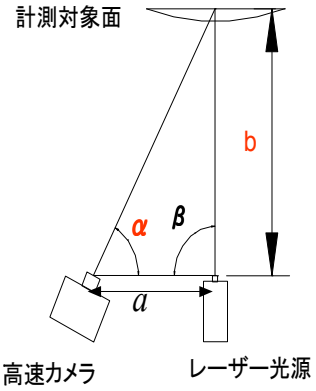

Fig.1　計測対象面と計測危機の位置関係

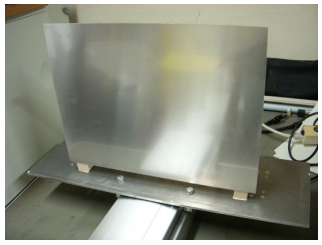

Photo 1　実験模型と加振用スライダー

Photo 2 高速カメラ

５．実験結果

1）計測対象面と計測機器の位置関係が計測精度に及ぼす影響の検討

b＝4000(mm)，α=80°の場合の振動数のスペクトル分布を Fig.2 に示す．スペクトルピークが 20(Hz)で最も大きくなっているので，この場合は測定可能であるといえる．次に，b=4500(mm)，α=80°の場合の結果を Fig.3 に示す．この場合ではスペクトルの値が極端に小さくなり明瞭なピーク

が見出せないため、振動数は特定不可であった．同様の検討により，b =4500(mm)以上の計測結果をTable 1 に纏めて示す．b が 4000(mm)を超えていても固有振動数を特定できた場合もあったが，本実験条件下における計測結果の信頼性は低いと考えられた．

2) 計測対象面の表面状態が計測精度に及ぼす影響の検討

Fig.4 に茶色の場合の垂直変位計測結果を示す．また，Table 2 に茶色の場合とその他の色彩の場合の垂直変位の誤差を示す．茶色，赤，灰色，黄色の場合は垂直変位の誤差が小さく，計測は精度良く行えているといえる．しかし青，黒の場合は，標点認識自体が困難であった．ここで，Fig.5 に物体の色彩と光の波長，反射率の関係を示すが，青，黒の物体は今回用いたレーザー光の波長(635nm)の光をほとんど吸収するという性質を持つため，標点を認識できなかったと考えられる．したがって，計測対象面の色彩により，レーザー光の波長を適宜変えることで，計測精度を高めることが可能と考えられる。

6．結　論

今回使用した計測機器による条件下で得られた結論を以下に示す．

1) 計測対象面とレーザー光源間の距離を漸増させて計測した結果，4000(mm)までは計測可能であった．

2) 計測対象物の表面の色彩とレーザー光の波長の関係により，標点の認識能力が変化することに留意する必要がある．

今後の課題として，種々の材質の計測対象面で計測を行う事やレーザー光の出力，波長を変化させて計測を行う等，さらに細かなパラメータを設定し，計測精度に及ぼす影響を調べる必要がある．

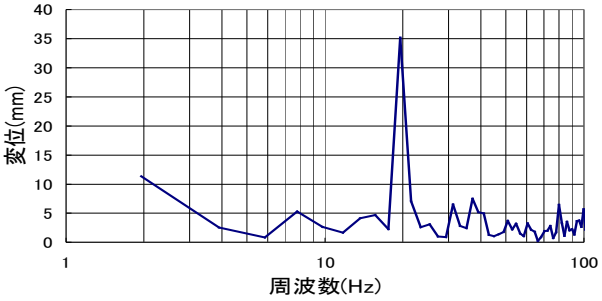

Fig.2 スペクトル分布

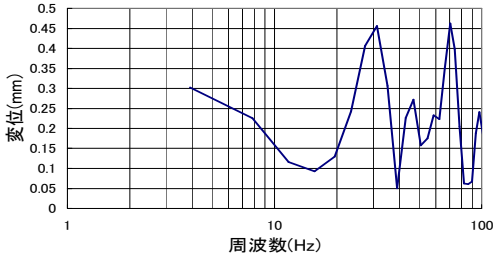

Fig.3 スペクトル分布

Table 1 各bの値における計測結果の信頼性

b(mm) \ α(°)	75	80	85
4500	□	×	×
5000	×	○	○
5500	□	△	○
6000	□	×	□
6500	□	×	△
7000	□	△	○
7500	□	○	□
8000	□	△	□

○…スペクトルピークが明瞭に計算できた
△…スペクトルピークが20Hz以外のところにも見られた
□…標点認識が不可能
×…スペクトルピークが不明瞭

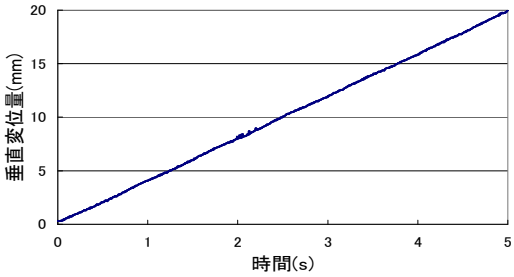

Fig.4 垂直変位計測結果（茶色）

Table 2 垂直変位の誤差

パネルの色	垂直変位の誤差(%)
茶	1.01
赤	1.84
灰色	2.29
黄	6.25

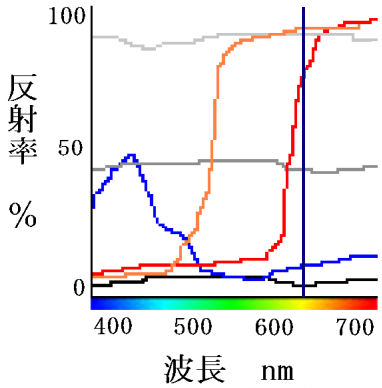

Fig.5 物体の色彩と光の波長、反射率の関係