

ドップラー位相シフト法による振動源の位置推定方法の検討

Investigation of Vibration Source Position Estimation by Doppler Phase-Shifting Method

宇大工¹, 宇大 CORE² ○ 森田 優里¹, 茨田 大輔^{1,2}

Utsunomiya Univ.¹, CORE, Utsunomiya Univ.², ○Yuri Morita¹, Daisuke Barada^{1,2}

E-mail: mc206529@cc.utsunomiya-u.ac.jp

実験や製造工程の環境において原因不明の振動は悪影響を及ぼすことがある。振動源の位置が推定できれば、その影響を取り除ける可能性がある。これまで、ドップラー効果を利用した光干渉計によって、表面変位の経時変化を取得する方法を提案してきた [1]。本研究では、空气中を伝播する音波の影響で振動する面の表面変位分布を計測し、音源 (振動源) の位置を推定する方法を提案する。

Fig.1 に実験光学系を示す。音源からの音波を金属板 (振動板) で受け、その表面変位分布をドップラー位相シフト干渉法によって得る。このとき、撮像素子と振動板は結像関係にする。振動板の振動の位相勾配から音源の方向および位置を推定する。

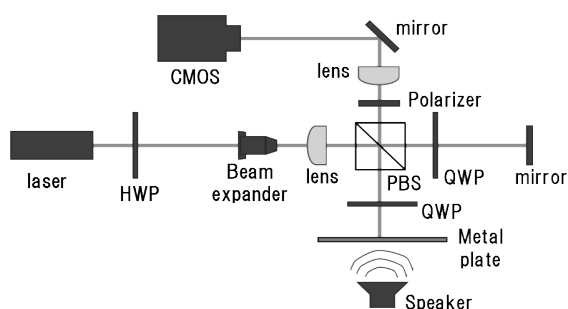


Fig. 1: Experimental setup

まず、これまでの方法 [1] により振動板の位相 ϕ が求まる。位相 ϕ の勾配は波動ベクトル k となるので、以下のように振動板面で得られた位相の傾きから波動ベクトルを求めることが出来る。

$$k_x = \frac{\phi(x_1, y) - \phi(x_0, y)}{x_1 - x_0}$$

$$k_y = \frac{\phi(x, y_1) - \phi(x, y_0)}{y_1 - y_0}$$

$$k_z = \sqrt{k^2 - k_x^2 - k_y^2}$$

波動ベクトルが求まれば、振動源から伝搬して振動板面を通る直線の傾きがわかる。この時、計算機内で適当な z 位置に面 (観測面) を設定し、金属板面の位置を x 方向にずらしながらその時の (x, y) を求める。直線と観測面との交点がより密集しているところに振動源があると考えられるので、最も密集する観測面位置を探索することで、振動源の位置を推定する。

本稿では、既知の振動源を仮定し、それによって得られる振動板の位相 ϕ を用いて、振動源の位置を推定するシミュレーションの結果を示す。振動源の位置を $z = 1\text{mm}$ とし、 $z = 0$ の振動板の位置を、 x 方向にシフトさせながら ϕ を計算した。この ϕ より振動板面で受けた音波の波動ベクトルを計算し、 z 位置を変化させた観測面と波動ベクトルの延長線との交点分布を求めた結果を Fig.2 に示す。Fig.2 より、振動源に近づくほど交点が密集していることがわかる。今後は、実際の振動源を用いて、実験的な検証を行う。

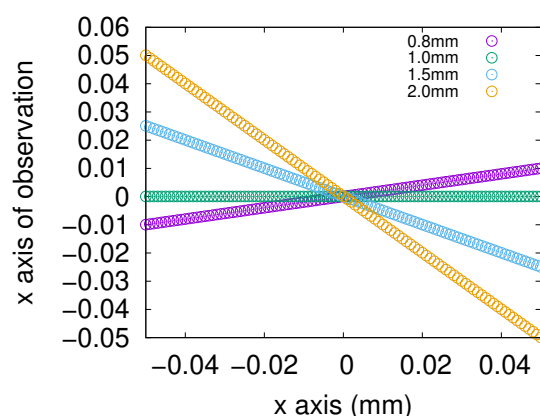


Fig. 2: Numerical results

[1] D. Barada *et. al.*, IP2019, 96 (2019).