

## 強度相関型実時間レーザ変位測定 — サンプルング間隔 1 ms での測定

### Intensity-correlation -based real-time laser displacement measurement

#### — measurement with a sampling interval of 1 ms

農工大工, °新保 寛人, 柏倉 直輝, 田中 洋介

Tokyo Univ. of Agri. & Tech., °Hiroto Shimpo, Naoki Kashiwagura, Yosuke Tanaka

E-mail: tyosuke@cc.tuat.ac.jp

対象物との距離を高速かつ高精度に測定する技術は、製造現場での製品検査や移動物体の計測等、様々な場面で活用できる。我々は簡素なレーザ距離変位計測手法として、強度相関型実時間レーザ変位測定を提案してきた。本手法は、測定対象に強度変調されたレーザ光を照射し、受信側では反射光に対して位相変調された信号による強度変調を加える。この光信号を光電変換し、同期検波に基づく簡単な信号処理を行うことで、リアルタイムな変位測定ができる[1,2]。高速性が要求される信号処理は光領域で行うため、原理的に非常に高速な測定が実現できる。今回、特に光信号受信後の信号処理系の改善により、実際に 1 ms 間隔での振動変位測定に成功したので報告する。

Fig.1 に提案手法の実験系を示す。波長 1550 nm のレーザからの出射光が、光ファイバに入射し、強度変調器(IM1)により周波数  $f_0 = 910$  MHz で変調される。変調された光は、光ファイバから空間に出射し、レンズでコリメートされた後、PBS、 $\lambda/4$  板を透過して円偏光となり、測定対象表面に到達する。その後、測定対象で反射して逆回り円偏光となった戻り光が、入射時と直交する直線偏光となり、PBS で反射され、受光器側の光ファイバ光路に結合する。この戻り光は、強度変調器(IM2)によって再度変調される。ここでの変調信号は、基本周波数  $f_0$  の信号が  $f_m = 100$  kHz で位相変調されている。最終的に、この光信号は、高域遮断周波数  $f_c$  が  $f_m < f_c < f_0$  のフォトダイオード(PD)で光電変換され、ロックインアンプ(LIA)により  $f_m$  成分と  $2f_m$  成分が検出される。このとき、 $f_m$  成分と  $2f_m$  成分の比を  $R$  とすると、測定対象までの距離  $\Delta L$  が

$$\Delta L = (c/4\pi n f_0) \tan^{-1}[R J_2(\varphi_m)/J_1(\varphi_m)]$$

で与えられる。この計算はパソコンで容易に行えるため、データが転送されれば直ちに距離変位測定ができる。今回、データ転送速度を高速化することで、実際に高速なリアルタイム測定が可能なることの検証が可能になった。また、本実験では、誤差評価を容易に行えるよう、実際の測定対象物は固定したままにし、強度変調器 IM1 に位相変調を加えることで擬似的ではあるが正確な正弦波振動を生成した。Fig.2 に振幅約 10.3 mm、周波数 100 Hz の擬似振動を 1 ms 間隔で測定した結果を示す。青い点が測定点、赤の実線がフィッティング曲線である。フィッティング曲線から求めた測定周波数は 100.1 Hz であり、理論値との誤差は 0.096% であった。また正弦波フィッティングの最小二乗誤差は  $1.8 \times 10^{-4}$  m であった。これらの結果から、本手法により精度の高い高速測定が可能なることが確認できた。今後はさらに高速な測定についての検討や、測定レンジの拡大等についての検討を進めたい。

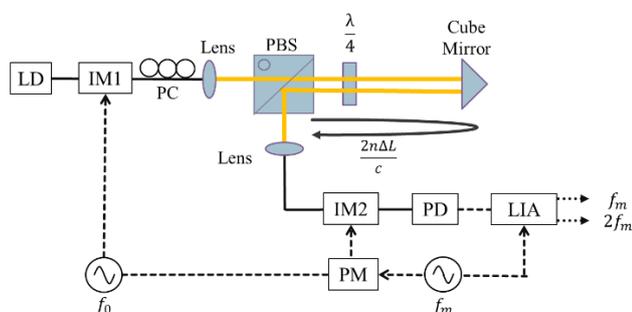


Fig.1 Schematic of proposed laser displacement system.

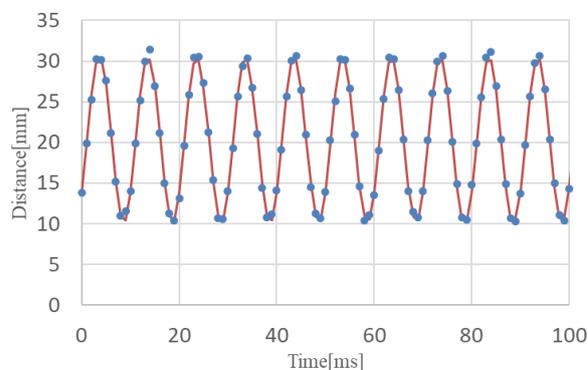


Fig.2 100 Hz pseudo vibration measurement.

#### 参考文献

- [1] 山口、山本、田中、第 65 回応物春季学術講演会、19a-C303-6、2018 年 3 月。  
[2] N. Kashiwagura, K. Yamaguchi, K. Yamamoto, and Y. Tanaka, Tech. Digest of 24<sup>th</sup> Microoptics Conf.(MOC2019), pp.146-147, 2019