

1. 緒言

現在、ひずみや振動センサを構造物に組み込んで、固有振動やひずみ応答といった特性の変化から構造物の健全性を調べる構造ヘルスマニタリング技術が注目されている。小型、軽量で耐久性のあるセンサが望ましいため、そのようなセンサの開発が数多く行われている。

中でも光ファイバセンサは非常に細くて強いという特徴を持ち、さらに電磁界の影響を受けないので、高電界、強磁界を受ける構造物への応用が期待されている。本研究では、光ファイバを用いたひずみと振動の測定の開発を目的として、センサの製作を行った。

2. センサの構造および実験方法

2.1 ひずみセンサ

作製したひずみセンサを図1(上)に示す。ガラス管(内径140 μ m, 外径570 μ m)の内側にコア径10 μ m, 直径125 μ mのシングルモード光ファイバを向い合せた構造となっている。

センサにひずみが生じると空隙長dが変化する。空隙長の変化に応じて反射光の光の干渉状態は変化し、反射光強度が変化する。反射光強度の変化から軸方向のひずみを測定する。

ヤング率 E=70GPa のアルミ板にひずみセンサとひずみゲージを張り付けて引張試験を行い、ひずみセンサとひずみゲージの出力を比較した。

2.2 振動センサ

作製した振動センサを図1(下)に示す。ガラス管(内径280 μ m, 外径730 μ m)の内側にコア径50 μ m, 直径125 μ mのマルチモード光ファイバを向い合せた構造となっている。

振動センサの軸に対して垂直な振動を受けるとたわみが発生し、軸がずれる。軸ずれにより透過損失が生じ、光の強度が変化する。光の強度の変化から振動を測定する。透過光の光量が最大光量の約50%となるように軸ずれ量を設定した。

振動センサと加速度センサをアルミ製の片持ち梁板の上に固定し、60Hzから500Hzの間で8点の異なる周波数を与え、時間と電圧の関係を測定した。また、各周波数のグラフより入力加速度に対するセンサ測定波形の振幅比をグラフにした。

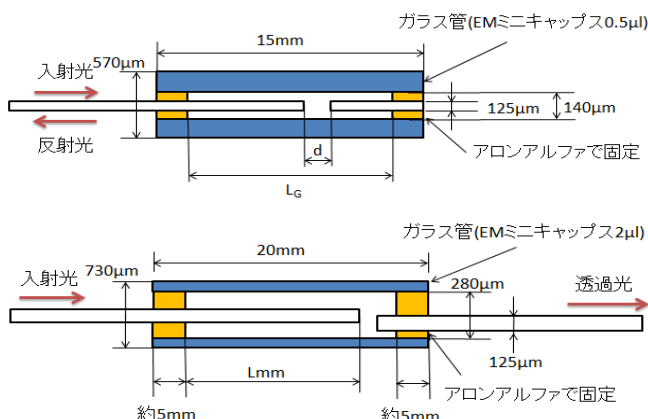


図1 センサの構造(上:ひずみセンサ, 下:振動センサ)

3. 実験結果および考察

図2にひずみセンサとひずみゲージのひずみ出力を示す。図より、ひずみセンサとひずみゲージの出力は一致した。よってひずみゲージと同様の働きをすることが分かる。

図3に振動センサと加速度センサによる振動波形を示す。図より、振動センサと加速度センサの位相は180°ずれているものよく一致していることが分かる。位相が逆転している理由は、正の加速度では軸ずれが大きくなる、つまり出力が小さくなる方向に振動ファイバが動くためである。

図4は入力加速度に対するセンサ測定波形の振幅比をとったものである。なお、100Hzで振幅比が1対1となるようにした。330Hzまではほぼ同様の振幅比であったが、350Hzを境に振幅比の値が上昇することが分かった。これは振動ファイバの梁に共振が起こっているため上昇したと思われる。

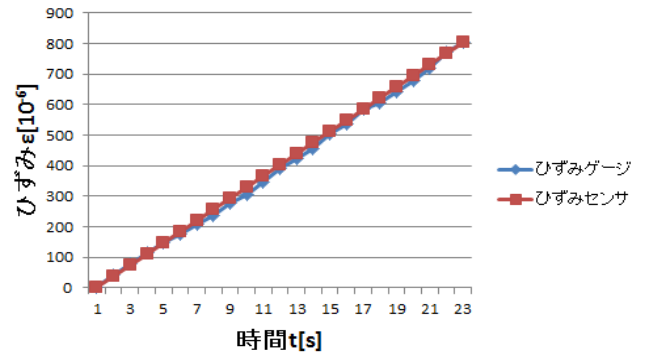


図2 ひずみセンサとひずみゲージのひずみ出力

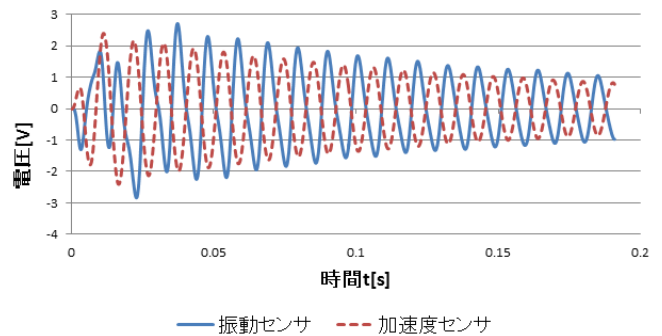


図3 振動センサと加速度センサによる振動波形(100Hz時)

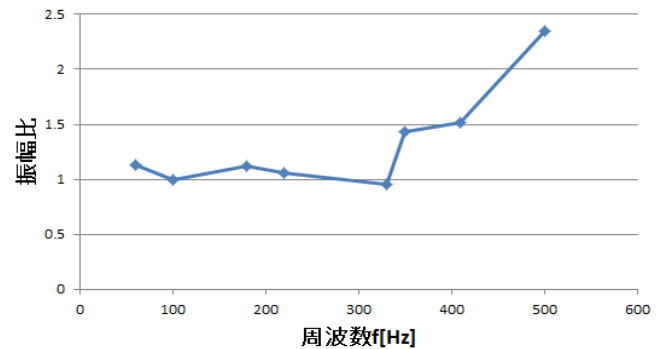


図4 入力加速度に対するセンサ測定波形の振幅比