

コア径の異なるファイバを用いた損失変化型光ファイバ振動センサ

1. 諸言

現在、構造ヘルスマモニタリングに最適なセンサの1つとして光ファイバセンサが注目されている。これまで本学の先行研究で開発されていた光ファイバ振動センサは、入射光側、透過光側にコア径が $50\mu\text{m}$ のマルチモード光ファイバを組み合わせていた。この振動センサを小型化するには、直径の細い光ファイバを使うことが有効であるが、細径の光ファイバは光損失を減らすためにコア径の小さいシングルモード光ファイバであることが多い。よって、本研究ではコア径が異なる光ファイバを組み合わせる振動センサを開発することを目的とし、実験を行った。

2. センサの構造および実験方法

作製した振動センサを図1に示す。ガラス管(内径 $200\mu\text{m}$ 、外径 $680\mu\text{m}$)の内部に、シングルモード光ファイバ(コア径 $10\mu\text{m}$ 、直径 $125\mu\text{m}$)とマルチモード光ファイバ(コア径 $50\mu\text{m}$ 、直径 $125\mu\text{m}$)を向かい合せた構造となっている。

入射光側のシングルモード光ファイバは片持ちはりになるように固定されているため、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、光強度が変化する。この光強度の変化から振動を測定する。

今回作製した振動センサでは、コア径の異なる2本の光ファイバを用いるため、光ファイバの軸ずれに対する透過光の光強度の変化の測定も行った。ファイバ間の空隙長を $30\mu\text{m}$ に設定し、片持ちはりの役割を担うシングルモード光ファイバをx軸とz軸それぞれ $2\mu\text{m}$ 間隔で移動させた。

また、作製した振動センサを振動台の上に固定し振動数 70Hz 、加速度 2G で振動を与え、時間と電圧の関係を測定した。

割程度減少することがわかる。これにより、コア径が $10\mu\text{m}$ と $50\mu\text{m}$ という異なるコア径の光ファイバを使用しても、光強度の変化が十分に得られることがわかった。

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、振動センサの出力は非常に小さいが、振動に対する応答があることがわかる。また、振動センサと加速度センサの位相はずれが生じているものの、波長は一致していることがわかる。位相がずれている要因としては、加速度センサは振動台の動きに応じて振動波形が取れるのに対して、振動センサは振動台が動いて片持ちはりの部分が振れ始めるため、僅かに時間差が生じるためだと考えられる。

今回作製した振動センサは振動に応じた振動波形は測定できるものの、出力が非常に小さいものであった。これは少しの軸ずれでも透過光の光強度の変化が大きく得られるように、軸ずれを設定することができていないことが原因と考えられる。より精度の高いセンサを作製するためには、光強度の変化が大きい位置に軸を設定する工夫が必要である。

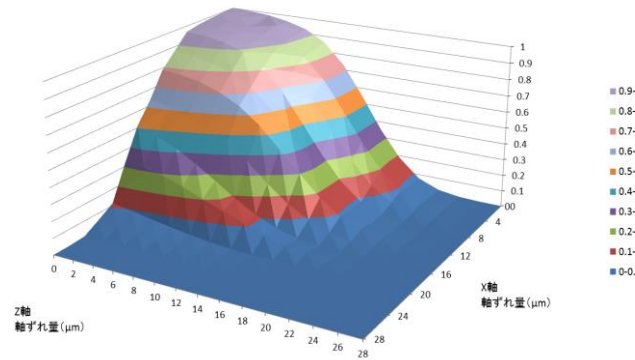


図2 軸ずれに対する光強度の変化

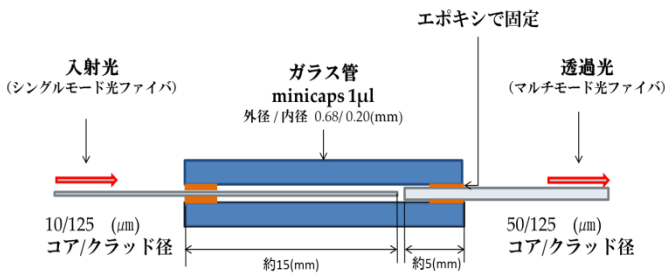


図1 振動センサの構造

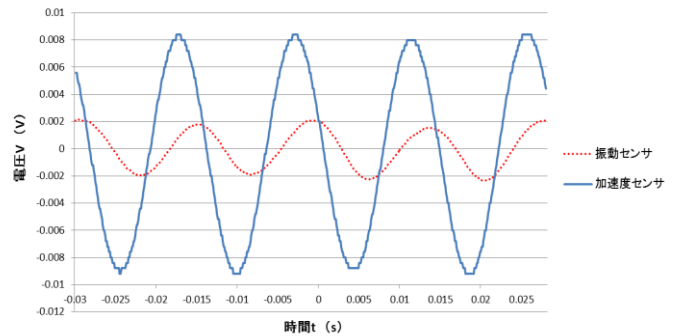


図3 振動センサと加速度センサによる振動波形

3. 実験結果および考察

図2にコア径の異なる2本の光ファイバを用いた場合の軸ずれに対する透過光の光強度の変化を示す。図では、横軸はx方向z方向の軸ずれ量を示し、縦軸は、光ファイバの光軸が一致している場合において測定される透過光強度に対する標準化した透過光強度を示している。図より、軸ずれが $10\mu\text{m}$ で最低でも光強度は1