

光回折格子利用型 6 成分地震計

Six-component Seismometer Based on Optical Fiber Bragg Grating

江口 孝雄[1]

Takao Eguchi[1]

[1] 防衛大 地球海洋学科

[1] Dept. of Earth and Ocean Sciences, N.D.A.

1. はじめに

光計測技術を利用して、並進加速度と回転角加速度の各々 3 成分を同時に計測可能な地震計を考案した。本地震計は、光回折格子（以下、F B G）を感知センサとして採用している。回転角加速度計測センサとしては、航空機等の姿勢制御装置用に開発された光ファイバジャイロ（リングレーザジャイロ）を利用する方法がある。光ファイバジャイロを応用した地震計としては、例えば特許「光ファイバー式地震計」（第 1778691 号、平成 5 年）がある。

2. 動作原理

F B G はそれ自身に印加される応力に比例して伸縮する。つまり、外的加速度変化を F B G に印加すれば当然格子の間隔が変化する。このため、F B G へ入射した光が反射光となって戻るときの光波長が変化する。本地震計は、このような特性を利用して加速度を計測するものである。以下、地震計容器として、（球形でも構わないが）簡単のため矩形型のものを想定しよう。地震計容器内壁（6 面）の各々の面から張り出された光ファイバにより、容器中央空間に荷重体を吊る。これらの光ファイバの途中には F B G が組み込まれている。なお、地震計内の光ファイバと荷重体の共振周波数は数百 Hz 以上となるように光ファイバには張力を与える必要がある。本地震計に関連する特許として、「地震計」（第 3360257 号、平成 14 年）がある。

2.1 並進加速度の計測

地震時における F B G の反射光波長と静穏時の反射光波長の差のデータから、並進加速度変化の時系列データを求めることができる。具体的には、例えば上下方向の並進加速度は、荷重体の上側と下側の F B G の反射光波長変動データの差をとればよい。同様にして、並進加速度 3 成分が求まる。

2.2 回転角加速度の計測

地震計容器の内壁（6 面）の各々の面の（少なくとも）2 箇所と荷重体間に取り付けられた（F B G を有する）光ファイバの反射光波長の変化を基に、回転角加速度 3 成分を算出する。これらのファイバは、容器中央の荷重体から壁におろした垂線が垂直二等分線となるように取り付ける。例えば、水平面内の回転角加速度は、荷重体と容器内壁間の光ファイバ中の水平面内の相対する壁間に取り付けられた（少なくとも）計 4 本のファイバ線の反射光波長の変化を用いて、荷重体が水平面内の時計回り（或いは反時計周り）に回転するトルクにより光ファイバに作用する力を F B G 反射光波長変化から求めればよい。また、回転角加速度計測用の反射光波長データから並進加速度 3 成分を計算することも可能である。

3. F B G の温度補償

F B G の反射光波長は温度等の外的擾乱にも依存して変化するので、応力変化以外の擾乱に対する補償が必要である。最も簡便なのは、容器内に応力無付加の F B G を置いて、その反射光波長を用いる方法である。

4. 最後に

今回報告した地震計は、F B G を有する光ファイバを荷重体と地震計容器との間に取り付け、荷重体を中空に吊り下げて地震動 6 成分を直接計測するものである。現在商品化されている F B G の引っ張り強度は $k g$ オーダなので、今回紹介した動作原理に基づく地震計の実用化には、幾つかの解決すべき問題があるものの、将来の地震計測手段の一つとして発展する可能性があろう。