

FBG を用いたリアルタイム多地点振動センサ

1190064 楠瀬 康夫 (光制御・ネットワーク研究室)

(指導教員 岩下 克 教授)

1. はじめに

光ファイバは通信分野で用いられるが、光ファイバをセンサとして利用したものを光ファイバセンサと呼ぶ。その中でも、FBG 光ファイバセンサ (FBG : Fiber Bragg Grating) は、トンネルや橋といった構造物のひずみ測定に用いられる[1]。従来の FBG 光ファイバセンサでは分波器を用いて各 FBG の反射波長ごとに受信器が必要であった。本研究では FBG センサにマッハ・ツェンダ干渉計を用いることにより単一の受信機での受信を可能とした。FBG センサを用いて多地点の振動をリアルタイムで観測する光センサを提案し、その原理確認を行ったので、その結果を報告する。

2. 原理

FBG を用いた多地点振動センサの原理を図 1 に示す。従来の FBG センサと同様にセンサ部は振動を測定したい場所に反射波長の異なる FBG を配置し、それらを連続に接続する構成となっている。広帯域光源からの光を周期 T ・パルス幅 τ で強度変調する。変調光は広帯域光源と同じ波長成分を持つパルス光である。変調光を多地点 FBG に送り、反射波長のそれぞれ異なる FBG により、それぞれ異なった波長で反射してくる。すなわち、ブラッグ波長 λ_1 の FBG1 で反射した光は波長 λ_1 のみの光が返ってくる。透過した光は波長 λ_1 のみが含まれていない光である。透過光は次の FBG2 においてそのブラッグ波長である λ_2 が反射してくる。返ってくる光は FBG までの往復時間により異なった時間に観測される。各点の FBG に振動を加えると反射波長が変化する。この波長変化を $\Delta\lambda$ とし、図 2 で示すような特性を持つマッハ・ツェンダ干渉計 (MZI) に入力し、出力の波形を観測すると、MZI の周期性より出力が ΔP だけ変化し、それぞれ個別にパルスピークが変化した波形として観測される。この波形を光パルスの周期 T でサンプリングすると、それぞれの位置における振動をリアルタイムで観測が可能となる。

3. 実験構成

本実験では FBG を 2 個使ったリアルタイム多地点振動センサを作成した。図 1 で示すように広帯域の波長成分を持つ中心波長 1550nm、半値幅 63nm の広帯域光源の光を、周期 $T = 1\mu s$ ・パルス幅 $\tau = 0.1\mu s$ で強度変調した。強度変調光は、光サーキュレータを通過し FBG に入射する。FBG1 では、波長 λ_1 で反射され、FBG1 を透過した光は FBG2 に入射し、波長 λ_2 の反射が起きる。FBG1 と FBG2 の間隔は 20m とした。各 FBG で反射された光は再び光サーキュレータを通過し、光アンプで増幅後、幅 15nm のバンドパスフィルタで不要な成分を除去し、MZI により、それぞれの波長変化に応じた光の明暗を生じる。MZI の周期は 0.4nm である。MZI 通過後、バランスド受信で波長変化を振幅変化に変換する。例えば、FBG1 に振動を加え、FBG2 には振動を加えていない場合、反射波長 λ_1 の波形のみが振動し、反射波長 λ_2 の波形は振動していない波形が出力されると考えられる。

4. 実験結果

図 3 に FBG1 と FBG2 に同時に異なる振動数の振動を与えたときの結果を示す。本実験では、FBG1 には 8Hz の振動を、FBG2 には 14Hz の振動を与えた。図 3 (a) の左図は FBG1 の振動測定の結果で、右図はその振動のスペクトル解析の結果を示す。右図のスペクトル解析により、FBG1 の振動は 8Hz

であることが分かる。同様に、図 3 (b) の左図は FBG2 の振動測定の結果で、右図はその振動のスペクトル解析の結果を示す。右図のスペクトル解析により、FBG2 の振動は 14Hz であることが分かる。

5. まとめ

FBG 光ファイバセンサを用いて振動をリアルタイムに単一受信器で観測を行うことができた。2つの FBG の反射波長差 0.8nm・FBG 間隔 20m で観測を行うことに成功した。

参考文献

[1] 第 37 回地盤工学研究発表会“光ファイバセンサ (FBG) を用いたトンネル挙動計測” 2002 年 7 月

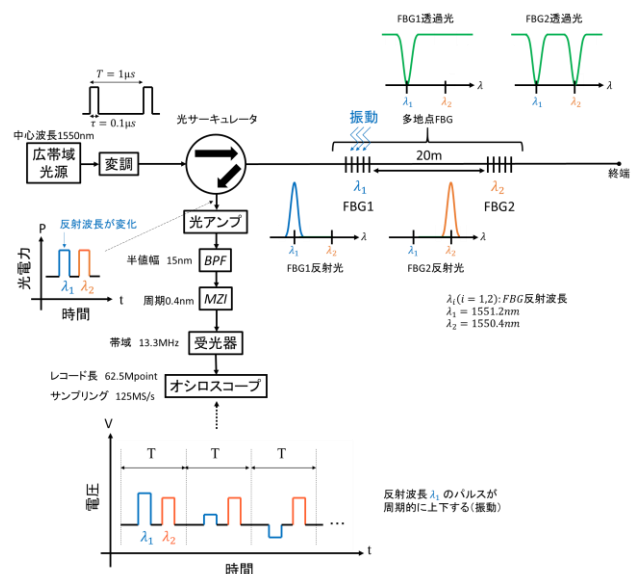


図 1 FBG を用いた多地点振動センサ

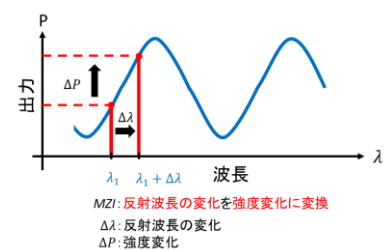


図 2 マッハ・ツェンダ干渉計 (MZI) の特性

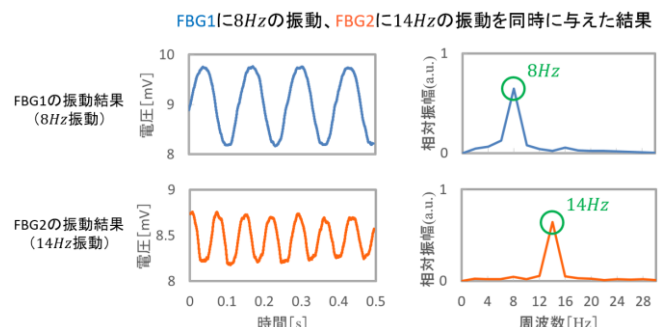


図 3 2つの FBG に同時に異なる振動数の振動を与えたときの結果