# 多チャンネルFBGひずみ計測システムの開発

-30

## (株)エーティック 正会員 〇共 放鳴

高 栄麗 舟田 幸太郎

室蘭工業大学板倉賢一

### 1.はじめに

FBG (Fiber Bragg Grating)ファイバーを用いたひ ずみ・変位計測は,反射波長の変化量を求めひずみ量 や変位量に換算する計測手法である.この方法により, 道路斜面の変位計測等が可能であることを確認した<sup>1)</sup>. しかし,1本の光ファイバー中に複数のFBGを設け, 多チャンネルひずみ・変位計測を行う場合には,光源 の波長帯域の制限で各チャンネル間にクロスオーバー が生じ,チャンネル(ひずみ計測位置)の識別が困難 になる場合がある.

本研究では,光ファイバー中の10個所にFBGを配置 して得られる反射波長強度スペクトル波形から,自動 的に各チャンネルを識別し,ひずみ・変位量を求める ソフトウェアを開発することにした.これにより,低 コストな多チャンネルひずみ・変位計測システムが構 築できると考える.

#### 2.実験装置及び実験方法

図-1に,FBG ファイバーを用いた10 チャンネルひ ずみ・変位計測システムを示す.1 本の光ファイバー 中の各FBG はそれぞれ反射波長が異なるため,反射波 長強度スペクトルは,図 2(a)のようになる.図中の 10個のピーク位置が各FBGの反射波長である.このピ ークの大きさやピークを中心とした分布形状は,FBG の特性を反映している.また,この波長帯域に見られ る大きなうねりは,システム全体の反射特性であり, 光ファイバーを設置した時点で変化しないスペクトル 成分である.特定のFBG部分にひずみが生じると,そ のピーク位置(波長)がシステム全体の反射特性に沿 って移動する.



(a) -35 反射 レベル(dom) -40 -45 -50 1526 1531 1536 1541 1546 波長(nm) -30 (b) - 35 (The p 反射しんし -40 - 45 - 5 0 . 1526 1531 1536 1541 1546 波長(nm) -30 ( C ) -35 (dpm) -40 反射レベル -45 -50 1531 1526 1536 1541 1546 波長 (nm)

図-2 スペクトラムアナライザによる反射波

図 2(b)は、チャンネル1~3の FBG に同量の張 力を加えた場合である.3個のピーク位置が揃って高 波長側へ移動しているのがわかる.また、図 2(c) は、さらに張力を加えチャンネル3のピークがチャン ネル4をクロスオーバーした状態である.このような 状態でも、正しく各チャンネルを識別するために、次 のような信号処理を行った.

#### 3.解析手法と識別結果

図 3に,信号処理手順を示す.まず,各チャンネ ルに相当する反射スペクトルを抽出するために,シス テム全体の反射特性の成分を原スペクトルから取り除 く.その方法として,システム全体の反射分布特性だ けをスプライン曲線で表し,原スペクトルから差し引 く方法を採用した.その後,設定したしきい値を基に,

キーワード 光ファイバ FBG,特徴抽出,チャンネル識別 連絡先 〒063-0801 北海道札幌市西区二十四軒1条5丁目6番1号 (株)エーティック TEL 011-644-2876 ー律に各チャンネルの部分スペクトルを得た.次に, 各チャンネルを識別するために3通りの方法を用いた. すなわち,部分スペクトルの形状を反映したピーク高 さと積分値による判別法,各ピーク位置およびその変 化傾向を予測する方法と自己回帰モデルによる推定法 である.



図-3 フローチャート

図 4は,チャンネル毎の分布形状の違いを表して いる.各部分スペクトルのピーク位置を重ね合わせた 結果である.各チャンネルの部分スペクトル形状には, ひずみが加わっても大きな変化は見られなかった.

図 5,図 6は,チャンネル毎のピーク高さと積 分値を表している.それぞれチャンネル1~3の FBG に一様な張力を加える前と,3段階で加えた後の結果 を重ねて表している.張力が加わっても,部分ピーク スペクトルの高さや積分値には大きな変動は見られず, ピークスペクトル形状は各 FBG 固有の特性を反映して いることがわかる.

ピーク高さを比較した結果から、チャンネル1,2,7の識別およびチャンネル3と10の識別は難しく、積分値ではチャンネル2,6,7の識別が難しいことがわかった.

そこで,経過時間に伴う各ピーク位置の変動傾向(ひ ずみ傾向)を調べ,予想される範囲にピークが存在す るか否かでチャンネルを特定する方法も取りいれた. また,BP 法も部分ピークスペクトルの識別に併用し, これらの結果を総合して最終的なチャンネルのラベル 付けを行うことにした.



図 4 部分ピークスペクトル



図-5 各チャンネルピーク高さの比較



図-6 各チャンネル積分値の比較

4.おわりに

これまでの解析により,反射波長強度スペクトルか ら一律にチャンネル毎の部分ピークスペクトルを切り 出すことにより,その形状から大半のチャンネルは識 別できることがわかった.識別が難しいチャンネルに 関しては,ピーク移動速度推定や自己回帰モデルによ る推定法を適用して克服する.

現在,より多くのデータに本手法を適用して,有効 性を検討している.

参考文献:

- 1)共,日向他:FBG による歪計測に関する研究,開 発技術研究会講演要旨集,(1999)
- 2) 共,日向他:光ファイバ FBG センサによる多点計 測システムの開発,土木学会第56回年次学術講演 会,(2001)