

光ファイバFBG センサによる多点計測システムの開発

株式会社 エーティック	正会員	共 放鳴
同上	正会員	日向 洋一
同上	正会員	土谷 雅人
同上		浮橋 秀明

1. はじめに

昨今、膨大な数にのぼる道路斜面について、防災管理上の監視・観測体制の強化が課題となっている。崩壊発生個所を特定することが困難であるため、広範囲に連続する斜面を網羅的かつ面的に監視可能な監視・計測システムが必要とされている。また、構造物に環境適応機能を賦与することを目的にスマート(知的)構造物の研究が盛んに行われている。これは、構造物の共用中に生じる損傷や劣化を挙動変化として捉え安全性を確保するヘルスマonitoringの研究が最近注目されてきた。本研究では、光ファイバセンサを道路斜面の変位・変状計測と構造物の歪・応力計測に応用するため光ファイバセンサによる多点計測システムを開発した。

2. FBG 計測システムの開発

2-1 FBG 変位計の開発

FBG 変位計の開発は、光ファイバセンサによる変位計測範囲拡大を目的としたものである。大変位計測が可能な光ファイバセンサ方式の FBG 変位計を開発した。FBG 変位計の構成要素は、主に 大変位を光ファイバセンサの計測範囲内に変換する変位変換部、光ファイバセンサによる歪受感部、温度補正用の参照用歪受感部である。歪受感用の光ファイバセンサには FBG (Fiber Bragg Grating) を用いた。FBG 変位計の開発により光ファイバセンサだけでは計測が困難だった道路斜面の大変位計測が可能となる。図 - 1 に示すものは FBG 変位計の出力直線であり、100mm の変位で歪出力は 1200μ を得、直線回帰の相関係数は 0.9999 を得ており、FBG 変位計の高い直線性を示している。

FBG 変位計の変位受感部と参照部の温度特性を図 - 2 ~ 図 - 3 に示す。温度特性試験は低温恒温恒湿器を用いて行なった。常温 ~ -40 ~ 60 の温度変化を FBG 変位計に与えその歪変化を計測した。変位変感部の歪変化は 19.3×10^{-6} /、相関係数は 0.9940、参照部の歪変化は 19.3×10^{-6} /、相関係数は 0.9990 であった。

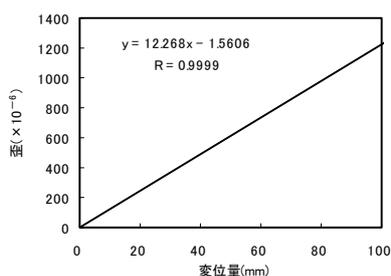


図 - 1 FBG 変位計の出力特性

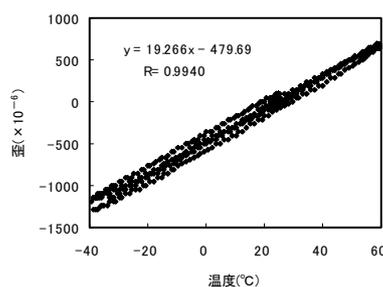


図 - 2 FBG 変位計の温度特性

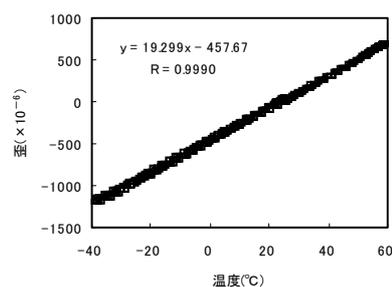


図 - 3 FBG 変位計参照部の温度特性

2-2 多点計測監視システムの開発

(1) 反射光観察式計測システム

本システムは、光波長計と ASE 光源及び 3dB カプラを使用した反射光式多点自動計測システムである。

キーワード： 光ファイバセンサ、FBG 計測システム、FBG 変位計、多点計測

連絡先: 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 TEL011 644 2876 FAX011 644 2890

歪計測における、波長計測、データ処理、解析の一連の処理を実現するため VEE を用いた。このことにより、データ処理の高速化が可能となった。また、光チャンネルセレクトを付加することで更なる多点計測を図った。反射光観察による計測システムを図 - 4 に示す。

土木計測・道路斜面監視における事業費のコスト縮減のため、最大計測点数の拡大に関する研究を行い、理論的に同時に最大 200 点程度のひずみ計測システム実現の可能性を得た。

(2) 透過光観察式計測システム

計測箇所と計測システム間の距離が遠い場合の計測方法として、計測部分に光スペクトラムアナライザを用いた透過光観察による計測システムを開発した。低レベルの計測に有効である。透過光観察による計測システムを図 - 5 に示す。

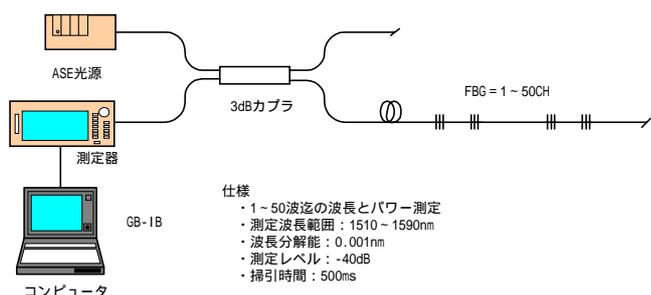


図 - 4 反射光観察による計測システムの構成



図 - 5 透過光観察による計測システムの構成

3 . フィールド試験

本研究で開発した FBG 変位計と多点計測システムの仕様検証のため、トンネルの坑口法面で実証試験を実施した。検証計測には、電気式伸縮計が使われている。本試験では、2 台の 100mm 型の FBG 変位計、温度補正用 FBG センサ 1 台を電気式伸縮計に併設して動態観測を行った。動態観測には反射光観察による多点計測システムを用い連続計測を行なった。計測結果の一例を図 - 6 ~ 図 - 8 に示す。図 - 6、図 - 7 は FBG 変位計 No.1 と No.2 の出力であり、図 - 8 は温度補正用 FBG の出力である。No.1 の FBG 変位計は雪に埋まり温度影響を受けなかった。No.2 は外気温の影響を受け、温度補正用 FBG センサとの相関が見られ、補正した後、図 - 9 の結果となった。No.1 と No.2 両方とも出力は検証用の電気式変位計の出力と一致している。

4 . まとめ

本研究で以下の結果を得た。

- 1 . 本研究で開発した FBG 変位計の出力と入力変位の間に高い直線性があることを検証した。
- 2 . FBG 変位計に対する温度補正が可能であることを検証した。
- 3 . FBG センサによる多点計測システムを開発した。実フィールドでシステムの機能を検証した。

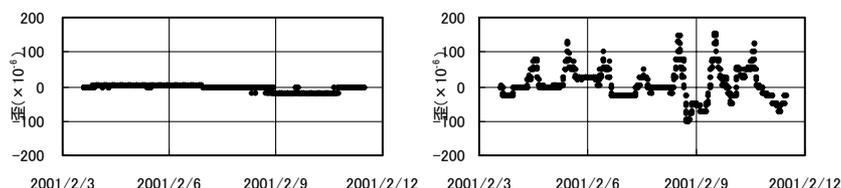


図 - 6 FBG 変位計 No.1 の継時変化

図 - 7 FBG 変位計 No.2 の継時変化

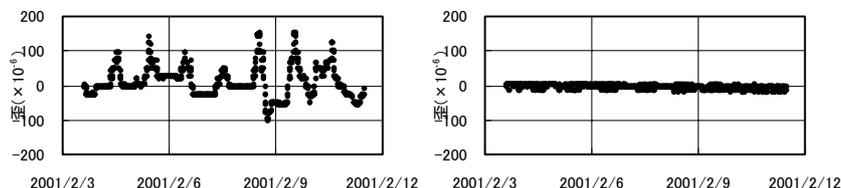


図 - 8 FBG 変位計参照部の継時変化

図 - 9 FBG 変位計 No.2 の温度補正後