

光ファイバセンサ（FBG）を用いたPC鋼より線張力計開発における性能試験

(株)東亜測器*

NTTアドバンステクノロジー(株)**

(株)東京測器研究所***

正 ○西村 好恵

吉田 幸司

青木 徹

正

正

正

遠藤 太嘉志

菅井 栄一

山賀 一徳

1. はじめに

崩壊の危険性がある斜面については、グラウンドアンカーによる斜面安定工が多く採用されており、グラウンドアンカーの荷重測定は、傾斜計、伸縮計や水位計とともに監視手法として多くの実績がある。しかし、現状の計測器では、落雷や環境変化によるノイズに弱く、腐食等の問題により長期的な観測に不安がある。

近年、斜面崩壊や土木構造物の監視手法として光ファイバセンサによる計測方法が注目されている。光ファイバを利用したひずみ計測方法はいくつかあるが、筆者らはファイバブラッググレーティング（Fiber Bragg Grating, 以下FBG）を用いた様々な計測手法を開発し^{1),2)}、その1つとしてPC鋼より線張力計開発を行っている。これまでにFBGは直接的なひずみ測定を行い、電気的なひずみゲージと同様の線形性が得られ、クリープ性がないことなどが明らかにされている³⁾が、間接的なひずみ測定については、明確に示されていない。そこで、本報では、FBGの間接的なひずみ測定における特性として、FBGのひずみの発現性および追従性、ひずみゲージとFBGでの発生ひずみの相関性を調査した。

2. FBGPC鋼より線張力計

PC鋼より線は数本の鋼線を撚る構造であることから、引張力に対する伸びを大きくし、リラクセーションを与えられるものである。したがって、PC鋼より線にひずみゲージを直接貼るためには、表面の研磨加工が必要であり、ひずみゲージの接着や保護に相当の熟練を要する。また、より線に張力がかかった時のねじれによるひずみも同時に測定することとなり、軸力の値としては大きくなるという問題がある。このようにPC鋼より線にFBGを直接貼り付けることは困難であるため、間接的なひずみ測定方法としてすでに開発されている起歪筒（ケーブルボルト軸力計）にFBGを貼り付け、PC鋼より線のひずみを測定する。図-1により線の測定方法を図-2に張力計の起歪筒部分を示す。

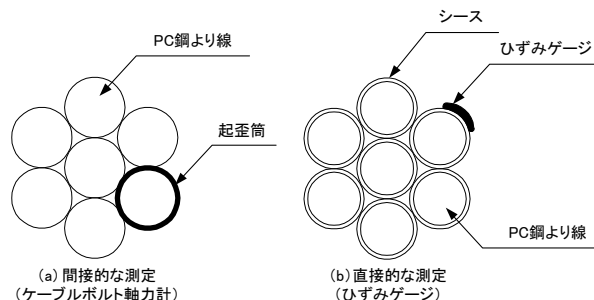


図-1 より線測定方法

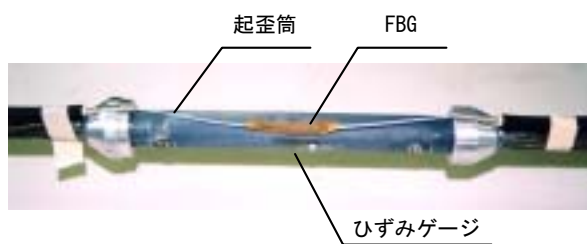


図-2 起歪筒

3. 性能試験方法

外径12.7mmのPC鋼より線にFBGとひずみゲージを貼り付けた起歪筒を取り付け、供試体を作成し、図-3のようにジャッキ（300kN用）により、引張試験

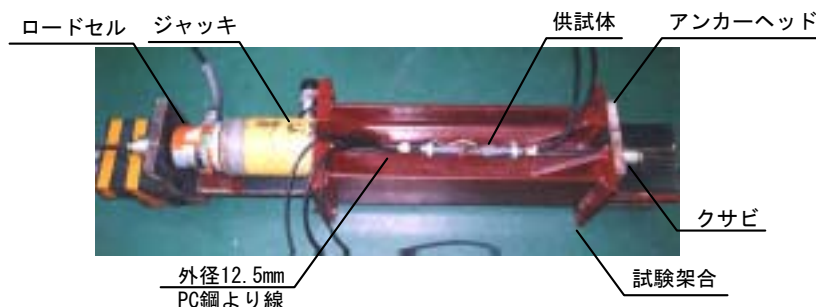


図-3 試験装置

キーワード：光ファイバ、FBG、ひずみ、起歪筒

連絡先：* 〒220-0051 神奈川県横浜市西区中央1-27-13 吉村ビル

TEL：045-321-1653 FAX:045-321-1652

** 〒181-0013 東京都三鷹市下連雀3-35-1 ネオシティ三鷹ビル14 F

TEL：0422-47-7701 FAX:0422-47-7703

*** 〒140-5860 東京都品川区南大井6-8-2

TEL：03-3763-5611 FAX:03-3763-7292

表-1 試験方法

引張試験	方法
①	0kNから100kNまで載荷, 100kNから0kNまで徐荷
②	0kNから150kNまで載荷

を行った。試験方法を表-1に示す。このとき、正確な荷重に対するひずみ特性を捉えるため、荷重測定用としてロードセルを使用した。

4. 性能試験結果

図-4に方法①での試験結果を示す。縦軸に引張荷重、横軸にひずみを示し、点線はひずみゲージによる結果、実線はFBGによる結果である。また、図-5に方法②でのFBGの試験結果を示す。赤線が方法①、青線が方法②の結果である。図より、FBGによるひずみはひずみゲージによるひずみとほぼ同様の引張荷重に対する追従性がみられ、またFBGの引張荷重に対する発現性がみられる。

図-6にひずみゲージとFBGの結果を示す。縦軸はFBG、横軸はひずみゲージの結果である。図より、FBGとひずみゲージの発生ひずみの関係は直線的になっており、このとき結果の相関係数は両者とも0.9999である。両者の関係において相関係数は1となることが理想であることより、この試験結果は相関性が高いものであることがわかる。

5. まとめ

本報では、PC鋼より線張力計開発における性能調査として、起歪筒を用いて間接的なひずみ測定でのFBGの特性を調査した。

引張試験より、FBGは電氣的なひずみゲージと同様の引張荷重に対する追従性、発現性を確認することができ、起歪筒を用いた間接的なひずみ測定は、FBGでも測定が十分可能であると思われる。グラウンドアンカーはPC鋼より線を5～7本使用し、緊張によって地山の安定性を向上させるものであり、各PC鋼より線の張力ひずみを起歪筒を用いて測定することにより、グラウンドアンカーの張力測定への適用が可能であると考えられる。

今後、一定荷重におけるひずみ発生（クリープ特性）、温度特性や繰返し荷重によるひずみの追従性等の長期的な適用を調査し、間接的なひずみ測定におけるFBGの特性を詳細に調査する予定である。

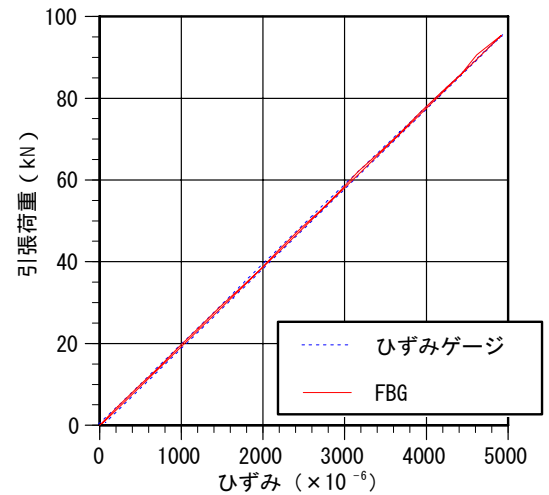


図-4 計測結果（方法①）

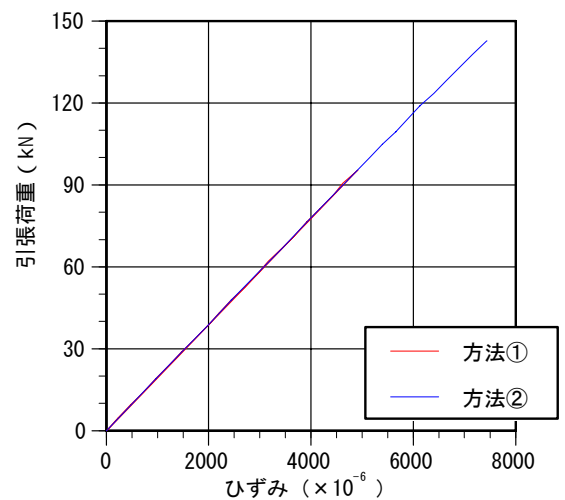


図-5 計測結果（FBG）

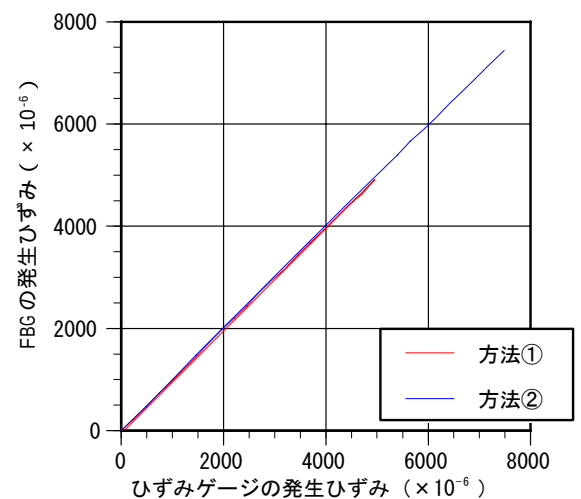


図-6 結果の相関性

- 1) 菅井，渡部，藤田他：コンクリート構造物用の光ファイバ（FBG）埋め込みセンサの開発，第55回土木学会全国大会，169，2000。
- 2) 菅井，高木，藤田他：FBG 亀裂変位計を用いた岩盤斜面挙動計測について，第2回最近の地盤計測技術に関するシンポジウム，2000.12
- 3) 鈴木，菅井他：電子情報学会信学会秋季大会，C-3-91，1999