

■会員 Now

光ファイバ測定器を用いた風力発電タービンブレードの多点計測

Distributed Fiber Optic Sensing for Wind Turbine Blade

株式会社共和電業 高橋 成二、岡本 興二

Seiji Takahashi

koji Okamoto

1. はじめに

スマートグリッドの一翼を担う重要な発電技術として、自然エネルギーである風力エネルギーを利用した風力発電は、駆動時に大気汚染物質の排出を伴わないクリーンで再生可能なエネルギーとして注目され、その導入促進が期待されている。

本稿では風力発電をサポートするFBG光ファイバセンサと光測定器を使用した弊社の光計測システムについて紹介する。

2. 製品概要

2.1 測定原理

FBG(Fiber Bragg Grating)は、光ファイバのコアの軸線方向に沿って屈折率を周期的に変化させてグレーティング(回折格子)を形成させたもので、グレーティングの周期によるブラッグ反射条件を満たす波長の光のみを反射させることができる。

FBGの長手方向にひずみを負荷すると反射光の波長が変化し、その波長変化を測定することにより、ひずみを検出することができる。また温度に依っても反射光の波長が変化し、温度を検出することができる。

2.2 製品概要

図1にFBG光ファイバセンサとEFOX-1000B-4光ファイバ測定器の外観写真を、表1に製品仕様様の抜粋を示す。

EFOX-1000B-4光ファイバ測定器を使用するとセンサの計測範囲によるが、1台で最大180点の同時多点計測が可能である。

本計測方式は、1本の光ファイバに反射波長の異なる複数のFBGを直列に並べることにより同時多点計測を行う(WDM:波長分割多重方式)。

また、電磁界のノイズ影響を受けず、誘導雷サージにも強く、センサ間が絶縁されているので、電位差がある環境で使用できるなどの利点があり、電磁ノイズ耐性に優れ信号が安定している。

さらに、広域、長距離の伝送(センサ/光測定器間距離:30km)が可能である。



[EFOX-1000B-4 光ファイバ測定器]

図1 FBG光ファイバセンサと光ファイバ測定器

表 1 光ファイバ測定器, センサ製品仕様(抜粋)

EFOX-1000B-4光測定器仕様		os3200ひずみゲージ仕様	
項目	内容	項目	内容
サンプリング周波数	1000 Hz	ひずみ感度	~1.2 pm/ $\mu\epsilon$
光ポート数	4	ゲージ長	10 mm
光コネクタ	FC/APCコネクタ	使用温度範囲	-40 ~ +60 °C (80°C Max)
波長範囲	1460 nm~1620 nm (160 nm)	測定範囲	$\pm 5000 \mu\epsilon$
精度, 安定度	1 pm		
再現性	0.05 pm (1 Hzにて)		
ダイナミックレンジ	25 dB		
標準FBGセンサ数	90~180 (4ポート合計)		
インタフェース	Ethernet (TCP/IP)		
電源	DC 9~36 V		
使用温湿度範囲	-20~+60 °C, 20~80 %RH (結露しないこと)		
外形寸法	206 (W) x 79 (H) x 274 (D) mm (突起部含まず)		

3. 製品特徴

光測定器の特徴としては、

- ① 米国計量標準NISTトレーサブルな波長基準を搭載し、常時自動校正を行っており、再校正が不要である。これにより、長期間高精度で安定した計測が可能となる。
- ② 1000Hz の同時高速スキャンにより、動的現象の測定が可能である。
- ③ 光ファイバ接続ポートを 4 つ装備し、合計 160 点の FBG センサを測定できる。
- ④ 超広帯域 (160nm)、高光強度、低ノイズの波長スイープレーザー光源を搭載し、全波長測定帯域で低ノイズ測定が可能である。

更に本光測定器により、ファブリ・ペロー型加速度センサの計測も可能である。

また、本稿で紹介しているひずみセンサと温度センサは非金属ベースであり、風力発電タービンブレードとの相性が良く、現場取付け作業が容易なように設計されている。

4. 風力発電タービンブレードへの適用例

風力発電施設は厳しい条件下で長期間運用されるため、安全性と長期安定稼働を常時監視する必要がある。

そのため、建設前の耐久性強度試験から運用に至るすべての段階において、センサによる計測技術の役割は重要となる。

FBG によるタービンブレード(回転羽根)のひずみの状態監視は、従来の電氣的なひずみゲージを使用した場合の落雷や EMC(電磁波)ノイズの干渉による影響を排除できる方式として注目されている。



図2 光ファイバを用いたタービンブレードのひずみ測定例

図 2 に光ファイバを用いたタービンブレードのひずみ測定、光ファイバ測定器、データ転送例を示す。

5. おわりに

風力発電タービンブレードの長期間運用管理には信頼性の高い計測システムが必須であり、本光ファイバセンサ計測システムはその要件を満足している。

今後も弊社のコーポレート・ステートメントである、「確かな計測で、その先の未来へ」の姿勢でさらなる挑戦を続けていく所存である。