

光ファイバセンサ（FBG）を用いた管路撤去工の安全監視計測

NTTインフラネット 関西支店 正会員 鳥越寿彦
 NTTインフラネット 関西支店 正会員 ○秋山泰敏
 大成基礎設計 技術研究所 吉田 幸美

1. はじめに

光ファイバセンサは優れた耐候性、無誘導性、長距離の信号伝送特性等を特徴とし、現行の電気式計測との置換え計測まで含めて、土木・建築分野の計測、防災監視等における実用化が進みつつある。この度、河川下越し管路を撤去する工事の安全管理において光ファイバセンサを適用できる機会が得られ、光センサの中でも点における高精度の歪計測が可能なファイバブラッググレーティング応用センサ（FBG）を利用した監視計測システムを適用した。本論文では、計測状況と実地レベルの温度補正について報告する。

2. センサ特性

FBGの歪測定の基本性能を表1に示す。FBGは光ファイバのコアの一部にブラッググレーティングという特殊加工を施したものである。FBGは特定の波長（Bragg波長）の光のみを反射する特性を持ち、FBG部に歪が生じると、Bragg波長が変化量に正比例して変化する。この波長変化量から歪量を測定する。FBGは点計測センサであるが、FBGの固有反射波長を分散させることにより1本の光ファイバ測線で多点の測定が可能である。

ブラッグ波長は温度変化によっても変化するが、FBGでは電気歪ゲージにおけるブリッジ回路のようなセンサの自己温度補償回路を構成できない。このため、FBGで歪を測定する際は、別途温度補正を実施する必要がある。

3. 計測方法

3.1 計器配置

撤去管路のほぼ真上に位置する橋梁と、仮設切梁の変形を対象に安全管理計測を実施した。橋梁の変形は、橋台にFBG式傾斜計および沈下計を設置して、傾斜量と沈下量で監視した。仮設切梁の変形は、切梁にFBGを直接接着して歪により計測した。計器の仕様を表2に、計器の配置を図1に示す。

3.2 温度補正

全てのFBG式計器に恒温室を用いた温度検定を実施し、センサ部のみではなく計器全体に対する温度係数を事前に測定した。計測現場における温度補正は、計器内に設置したFBG式温度計で測定した温度に基づいて実施した。

補正用温度計は、図1に示したように3台設置した。

表1 FBGの基本性能

範囲	～10,000 μ strain
精度	4 μ strain
分解能	1 μ strain
計測時間	0.2秒～
温度係数	8 μ strain/

表2 FBG式計測器の仕様

	傾斜計	沈下計	補正用温度計
測定範囲	±30分	±20mm	(-10～60)
精度	0.5 %RO	0.5 %RO	0.5
分解能	0.1 %RO	0.1 %RO	0.1
温度係数*	8 μ strain/	0 μ strain/	25 μ strain/

* 参考値。実際は個別の係数を使用する。

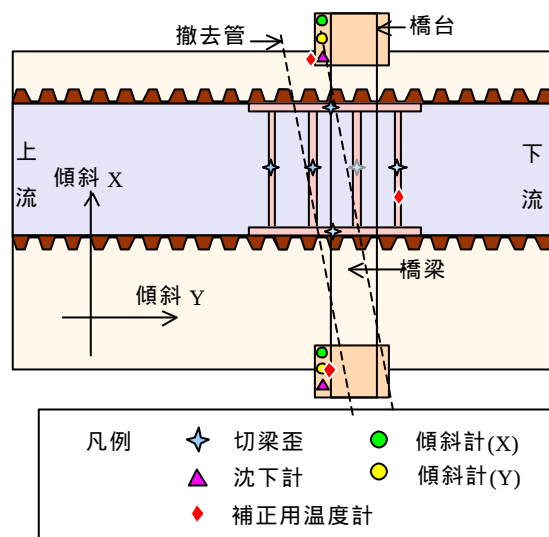


図1 計器配置

キーワード： FBG、光ファイバ、温度補正、現場計測

連絡先 〒541-0056 大阪府中央区久太郎町2-4-11 NTTインフラネット（株）関西支店 TEL06-4705-7593

4. 計測結果

右岸橋台のY方向の傾斜を例として、温度補正状況を図2に示す。正変位が下流側への傾斜を表す。

図2-1は温度計による温度差、図2-2は温度補正なしの測定値、図2-3は計器固有の温度係数による温度補正を加えた傾斜量である。図2-3では、なお明らかに温度によるとみられる変動が観測されており、単純な計器だけの温度補正では不足であることがうかがえる。

実際の管理計測では工事による変動を監視対象とするため、橋台自体が示す日変化等の定常的な変動から分離できることが望ましい。そこで、工事の影響がない事前計測期間のデータから計器設置位置における温度係数を再設定し、再設定係数による温度補正結果によって監視計測を実施することとした。係数再設定状況を図3に、再設定係数を用いた温度補正結果を図2-4に示す。再補正することにより図2-4では変動が大幅に低減したが、若干の変動が残った。これは温度計の設置位置の問題と考えられ、より厳密な測定を実施する場合は温度の測定位置の選定が課題となるであろう。

他の計器の計測データについても同様に温度補正をかけ、監視計測を実施したところ、薬液注入工において注入直近部のデータに若干の変化が認められたが、安全管理値に対して十分小さい変動量であった。その他にも、安全監視上有意味な変動は認められなかった。

安全監視計測としては、十分な安全性を考慮した施工が実施できたことを確認する結果が得られた。

5. まとめ

工事の安全管理上考慮すべき有意な変形は認められず、安全に施工を終えたことが確認できた。

FBGによる計測システムでは、適正な温度補正が重要である。本計測では特に問題となることはなかったが、今後の計測システムの適用においては、長期計測で季節変化の影響が含まれる場合、日射環境の不均一がある場合、温度変化と時間のズレがある変動を持つ場合等について、十分検討して計測を実施する必要がある。

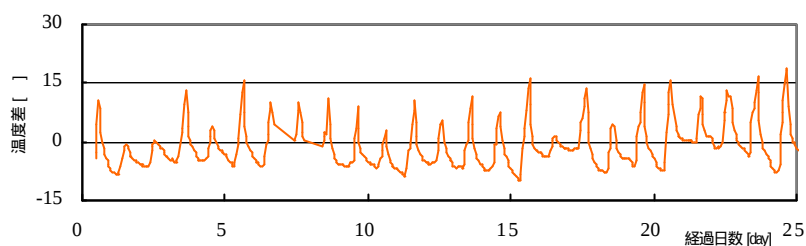


図 2.1 温度差

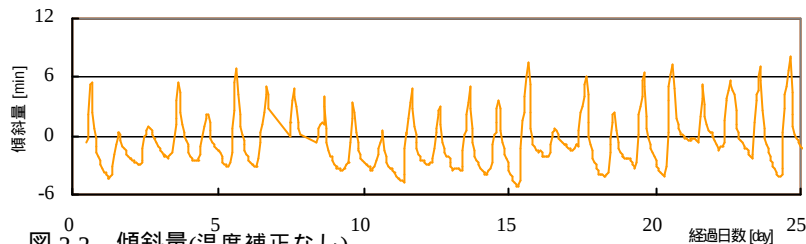


図 2.2 傾斜量(温度補正なし)

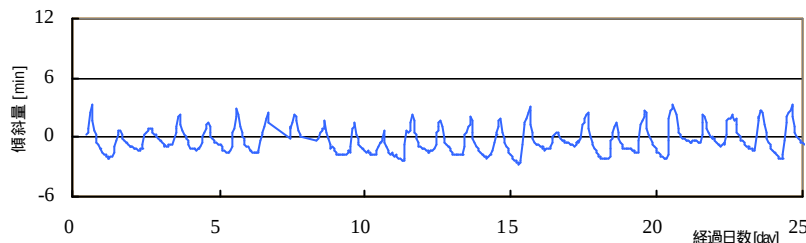


図 2.3 傾斜量(計器固有係数による温度補正)

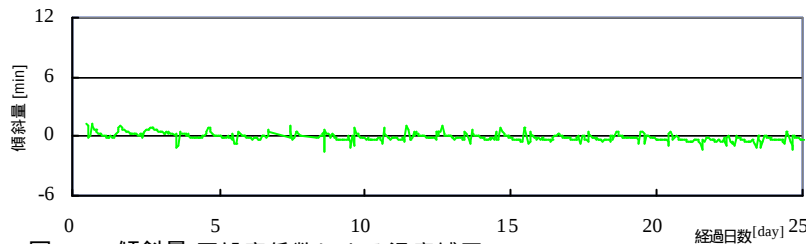


図 2.4 傾斜量(再設定係数による温度補正)

図 2 計測結果と温度補正

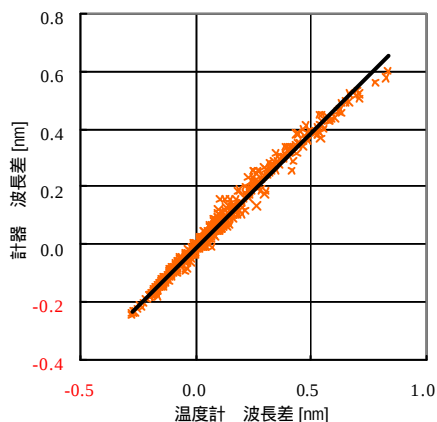


図 3 原位置の温度係数の再設定