

V-23 光ファイバセンサを用いたひずみ計測における温度補正方法の一考察

徳島大学 学生会員 ○福呂篤史
徳島大学大学院 正会員 鳥越寿彦
徳島大学 フェロー会員 水口裕之
徳島大学 正会員 上田隆雄

1.はじめに

近年、構造物にセンサをとりつけ、構造物のひずみや温度変化、損傷などをリアルタイムで監視する「構造ヘルスマニタリングシステム」の研究が各方面で盛んに行われるようになってきている。現在、構造ヘルスマニタリングシステムに適用されているセンサのうち、もっとも有効で実用性の高いものの一つに光ファイバセンサがある。

しかし、光ファイバセンサを用いて求めたひずみは、温度補正に問題が残されている。それは、温度補正方法として、張力の生じていないセンサの計測値を用いる温度補正が行われているが、光ファイバセンサは張力の違いによって、温度変化に対する計測値が異なることが確認されている。したがって、理論的には、計測する光ファイバセンサに生じているひずみと同じひずみになるように張力を与えた温度補正用センサを用いた温度補正が必要であると考えられる。

そこで本研究では、張力を与えない温度補正センサを用いて温度補正を行った場合のひずみと、計測センサと同程度のひずみになるよう張力を与えた温度補正センサを用いて温度補正を行った場合のひずみを比較し、温度補正の適切な方法を検討した。

2.実験概要

実験は温度一定の地下トンネル内で行った。図1に示すように、壁面に X の形になるように、ひずみ計測センサ(長さの異なる光ファイバセンサ)を4箇所貼り付け、A、B、C、D とした。ひずみ計測センサの外側は壁面に固定し、もう一方は壁面に垂直の方向のみ動かせることが可能な可動器具にとりつけた。可動器具を動かすことによって、図2のように、ひずみ計測センサの長さを変化させ、ひずみを生じさせた。可動器具は壁面に取り付けられた状態を 0cm として、そこから 5cm、10cm、15cm と 5cm 間隔で動かした。

ひずみ計測センサとは別に、温度補正に使用する温度補正センサを用意した。温度補正センサには 1000μ 、 2000μ 、 3000μ 、 4000μ 、 5000μ のひずみが発生するようにそれぞれに張力を与えた。張力を与えない温度補正センサとしては、張力が加わっていない部分の計測値を用いて温度補正を行った。これらのシステムを用いて、ひずみ計測センサと温度補正センサに生じている計測値を計測した。その計測値に対する温度補正を行い、可動器具を動かしたことにより生じたひずみを算出した。このひずみを計測ひずみとした。

また、ひずみ計測センサの長さ、可動器具の変位量を用いて、可動器具を動かしたことにより生じたひずみを算出した。このひずみを理論ひずみとした。

3.温度補正方法

ひずみ計測センサの計測値に対する温度補正としては、次に示す N 法、S 法の 2 つの方法で行った。

N 法：張力を与えない温度補正センサを用いた方法

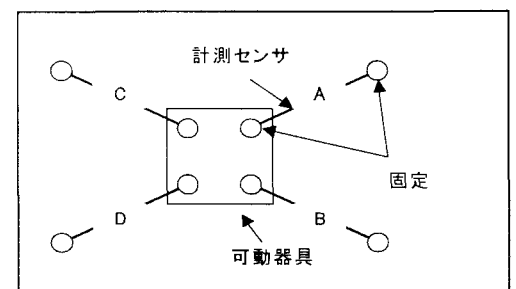


図1 計測センサ

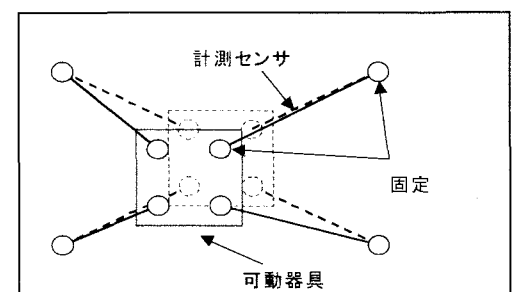


図2 長さ変化を生じさせた計測センサ

S法：ひずみ計測センサの計測値に応じて、張力を加えた温度補正センサを用いた方法

4.結果と考察

1)可動器具を 5cm 動かした場合

可動器具を 5cm 動かした場合の、理論ひずみと計測センサの計測値を N 法、S 法によって補正した計測ひずみとの差（誤差）を図 3 に示す。目標とする精度は 50μ とする。この図に示されているように、N 法に比べて、S 法の誤差が小さくなっている。S 法の中でも、特に A と C においては、張力ありの温度補正センサを用いて温度補正を行ったことにより、誤差が小さくなっており、目標となる精度を上回っている。また N 法の D においては最も誤差が大きく、 550μ に達している。この原因としては、今後の検討課題であるが、理論ひずみを求めるのに用いた変位の与え方の精度に問題があることも考えられる。

2)可動器具を 10cm 動かした場合

可動器具を 10cm 動かした場合の、理論ひずみと計測センサの計測値を N 法、S 法によって補正した計測ひずみとの差（誤差）を図 4 に示す。この図に示されているように、N 法の B は目標とする精度より小さくなっているが、C、D は誤差が 500μ を越える大きな値になっている。S 法では全ての計測センサが $150\sim 250\mu$ の誤差範囲内にある。

3)可動器具を 15cm 動かした場合

可動器具を 15cm 動かした場合の、理論ひずみと計測センサの計測値を N 法、S 法によって補正した計測ひずみとの差（誤差）を図 5 に示す。この図に示されているように、可動器具を 5cm 動かした時と同様に、S 法に比べて N 法のほうは誤差の値が小さくなっている。S 法の中でも B は目標精度内におさまり、D もほぼ目標精度に近い値になっている。

以上のように、張力を与えた温度補正センサした場合の誤差が、張力を与えない温度補正センサを用いて行うより小さくなることが分かった。また、精度の 50μ 以内となったものは少なく、この目標範囲になるようにするためには、もっと検討が必要であることが分かった。なお、このような結果となった原因としては前述したように、理論ひずみを求めるために使用した変位置に誤差が入った可能性が考えられる。

5.まとめ

例外を除くと、N 法（張力なしの補正センサを用いた温度補正方法）より S 法（張力を与えた補正センサを用いた温度補正方法）の方が理論値との誤差が小さく、比較的に N 法の方が、誤差の値がかなり大きくなる場合が多かった。したがって、温度補正に用いる温度補正センサには張力を与える方が、与えない場合より高い精度で計測できる可能性あると考えられる。

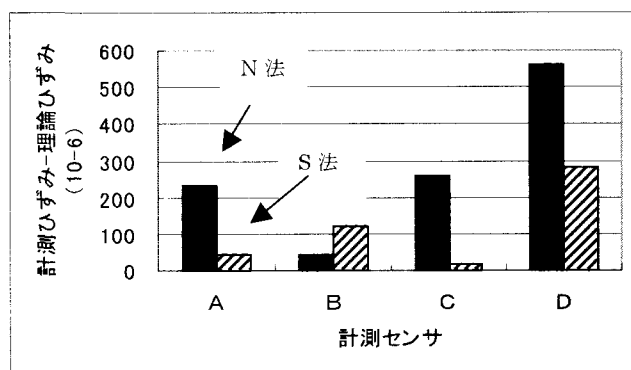


図 3 可動器具を 5cm 動かしたときの比較図

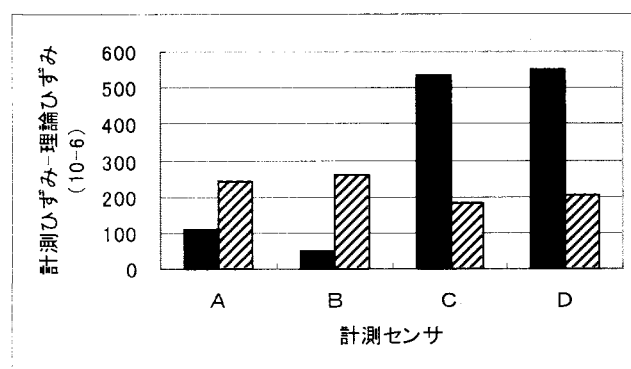


図 4 可動器具を 10cm 動かしたときの比較図

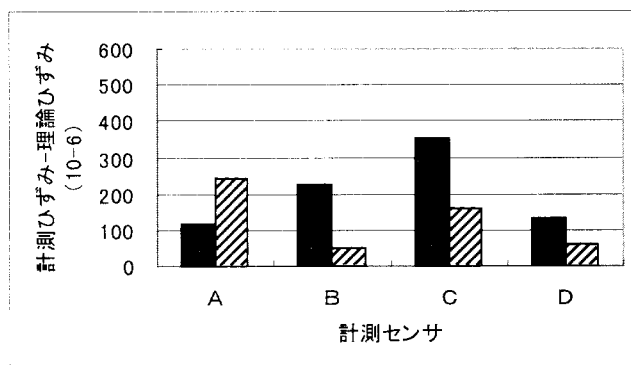


図 5 可動器具を 15cm 動かしたときの比較図