

技術ノート

光ファイバーセンサを利用した小型ロードセルの試作

舟山義弘*¹⁾ 増子知樹*¹⁾ 大久保富彦*²⁾ 田中貴浩*³⁾

Trial manufacture of small-sized load cell utilizing fiber-optic strain sensor

Yoshihiro FUNAYAMA, Tomoki MASUKO, Tomihiko OOKUBO and Takahiro TANAKA

1. はじめに

最近製品の小型軽量化が進み、細線や薄板を使用する部品が多い。こうした部品製造を行っている企業では、細線や薄板及びこれら接合部の強度評価が求められ、これを正確に評価する小型のロードセルの要望が多い。このロードセルのセンサとして現在使用されているひずみゲージに比べ、 $180\ \mu\text{m}$ と細く電磁界や湿度等の影響を受けないことを特長とする、光ファイバーセンサが開発されている。

本研究は、この光ファイバーセンサを利用し、小型ロードセルの試作を行ったので報告する。

2. 方法

2.1 光ファイバーセンサ

図1に光ファイバーセンサの外観を示す。このセンサ部は $180\ \mu\text{m}$ と細いことが大きな特徴であり、ロードセル等の小型化を図ることができる。さらに、磁気や湿気の影響を受けない特長を併せ持っている。

センサ部は図2に示すように、ファブリ・ペロ干渉計の原理を用い、キャビティ長を挟んで2枚の相対するミラーを有している。キャビティ長と光反射による波長変調は比例し、外力等で変化するキャビティ長を測定することによりひずみを求めることができる。

2.2 小型ロードセルの試作方法

小型ロードセルの試作は、最初に光ファイバーセンサがセンサとしての機能を有するかを検証するため、直線性と再現性について評価を行った。

次に、小型ロードセルの試作方法として、ボルトゲージをセンサとしてボルト(M12以上)に埋め込み、ボルト軸力を測定する方法¹⁾を活用した。この方法によりボルトの締付け試験を実際に行って締付け軸力を求めており、精度的に問題がないことが確認されている。しかし、ボルトゲージの径は約2mmと太く、小型のロードセルのセンサにできないのが現状である。そこで、センサ部が $180\ \mu\text{m}$ と細い光ファイバ

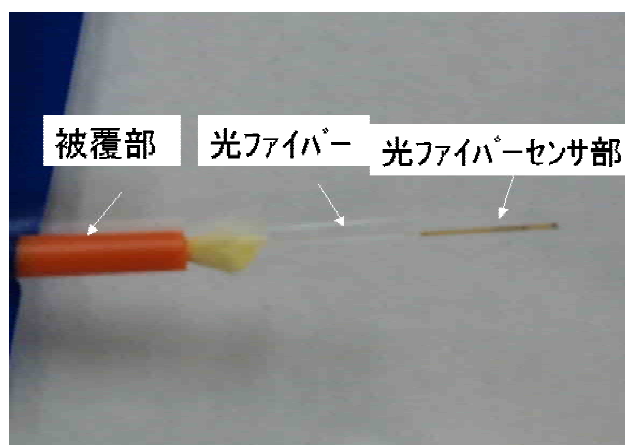


図1 光ファイバーセンサの外観

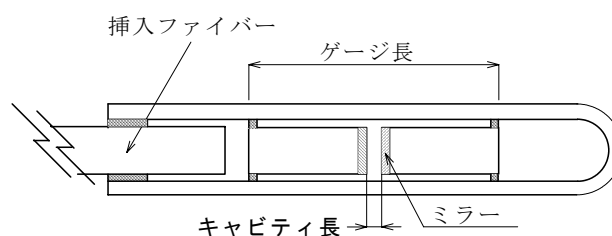


図2 センサ部

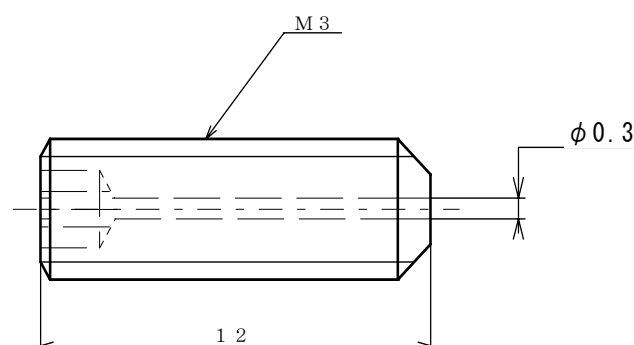


図3 止めねじ

ーセンサを、継ぎ手として使用可能な図3に示す小径止めねじに埋め込み、センサとする小型ロードセルの試作を行った。

また、試作した小型ロードセルの温度の影響についても検討を行った。

*¹⁾ 技術評価室 *²⁾ 製品科学技術グループ*³⁾ 城東地域中小企業振興センター

3. 結果と考察

最初に光ファイバーセンサがセンサとしての機能を有するか検証するため、引張試験片（5号試験片）に直接貼り、引張荷重を弾性範囲内で繰り返し加えた。その結果、荷重とひずみは比例し直線性があり、繰り返ししても同様な直線を示し再現性についても良好であり特に問題はなかった。

次に、光ファイバーセンサを埋め込む最適孔径を検討するため、止めねじ軸芯に0.2mm、0.25mm、0.3mm、0.35mmの4種類孔をあけた試料を用意し、接着剤を塗布し埋め込んだ。その結果、0.2mmと0.25mmは細すぎると考えられ入らなかった。そこで、接着剤の最も影響を受けない0.3mmを埋め込む最適孔径とした。

この検討後、M2及びM3小径止めねじに埋め込み引張用小型ロードセルを試作することができた。このM3止めねじ引張用ロードセルを図4に示す。これを図5に示すジグに組み込み校正試験を行った。その結果は図6に示すように直線性が良くロードセルとして機能を有することが分かった。

また、M3止めねじ引張用ロードセルの温度変化による影響について検討した結果を図7に示す。-20~40℃の範囲の一定温度においてはひずみの変化はないが、10℃づつ段階的に変化させると若干ひずみの変化があった。これは光ファイバーセンサを埋め込んだ止めねじが温度変化により歪んだものと考えられる。したがって、光ファイバーセンサについ

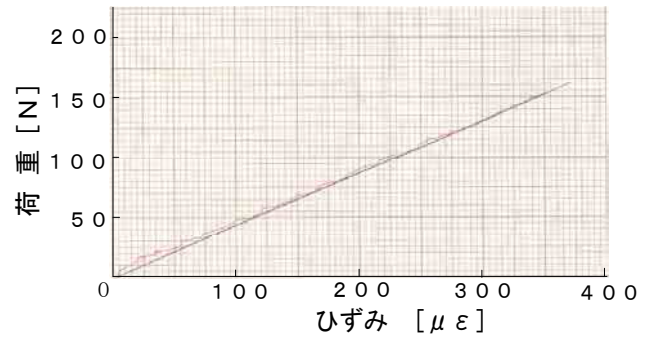


図6 校正線図

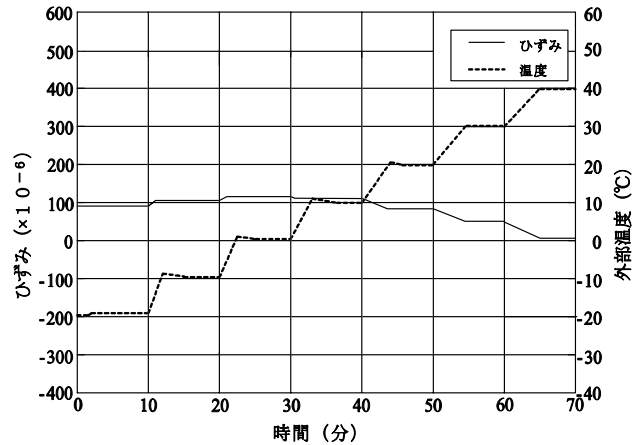


図7 外部温度の影響によるひずみの変化
(フルスケール±2000 $\mu\epsilon$)

ては温度変化の影響はないが、止めねじには若干影響（-20~40℃でフルスケールの約5%）があり、このロードセルは大幅な温度変化のない条件で使用する必要があることが分かった。

一方、この光ファイバーセンサは、M1 2用座金の中央に0.3mmの孔をあけ、圧縮用ロードセルの試作へも応用した。

4. まとめ

光ファイバーセンサを小径止めねじに埋め込み小型ロードセルの試作を行った。その結果、引張用小型ロードセルについては実用化が可能であることが明らかになった。そこで、この引張用小型ロードセルを使用し、細線や薄板及びこの接合等の強度評価を行う方法をさらに検討して今後実用化を図る予定である。

また、圧縮用ロードセルについても校正等を行い、実用化について検討を行う。

参考文献

- 1) 舟山義弘, 高見沢光男, 佐々木武三: 東京都立工業技術センター研究報告, 24, 5-8(1995).

(原稿受付 平成14年7月31日)



図4 M3止めねじ引張用ロードセル



図5 ジグに組み込んだ引張用ロードセル