

制御デバイスの評価—FBG システムによる摩擦抵抗の精密測定

Evaluation of control devices—Measurement of frictional drags by using FBG system

産総研 瀬川武彦、菊島義弘、阿部裕幸、吉田博夫、航技研 西澤 啓

1. はじめに

本プロジェクトにおいてこれまで種々のアクチュエータが開発されてきた。本研究ではそれらのデバイスの性能を評価するための手段として、Fiber Bragg Grating (FBG)システムを用いて流れの摩擦抵抗を精密に測定することを検討している。従来の Pitot 管あるいは Preston 管による方法に比べて FBG システムを使用する利点は、時間応答に優れていること、FBG によってセンサ周辺の温度変化を同時に測ることによって測定精度を高めることが可能であることである。将来的には、翼型に FBG の取り付けを工夫することによって、揚力の測定や剥離泡の検出も見込めるため、Smart Wing の開発に向けて有用な測定システムとして期待される。

2. 実験方法

FBG は、直径 $125\mu\text{m}$ の光ファイバーセンサ部には屈折率が周期的に変化する部分（グレーティング）が 1mm 当たり 2000 個配置されており、ファイバーの伸縮によって入射したレーザーの波長の中から与えられたひずみに対応するある特定の波長のみが選択的に反射されることを利用するものである（図 1）。ファイバーのひずみは摩擦力ならびに温度変化によってもたらされ

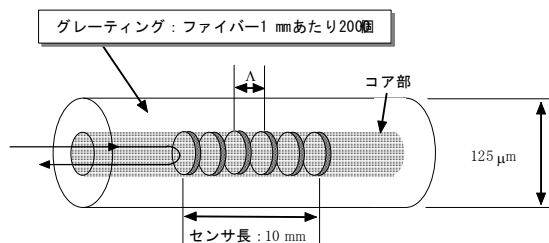


Fig. 1 Principle of FBG system.

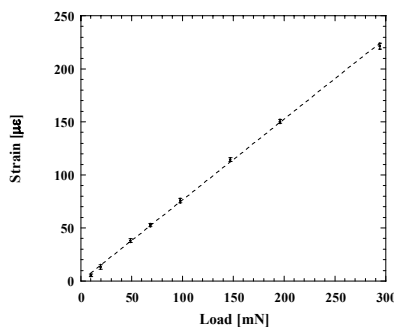


Fig. 3 Strain v.s. load.

る。光源として 1528 から 1568nm の帯域を持つレーザー光を使用し、それらの大域を4つに分割した周波数が反射するように屈折率が決められた4つのFBGセンサを使用する。図 2 に試験部の模式図を示す。測定用平板は直径 0.3mm の4本のステンレスワイヤで、固定平板に平行に設置する。FBG センサ部 A ならびに B で測定平板の摩擦応力を検出する。同 C では周囲温度を計測する。

3. 実験結果

図 3 に流れの摩擦抵抗によるファイバーのひずみと荷重の関係を示す。 1mN 以下の精度で摩擦抵抗を計測できることを確認した。本研究で使用した FBG センサの時間応答は 50Hz であるが、歪みの時系列から解析したスペクトルによって、ワイヤーに吊られている試験平板の固有振動数が 2Hz 程度のところに存在することがわかった。図 4 にひずみ量とレイノルズ数との関係を示す。流速 4m/s あたりを境に抵抗が大きく変化しており、層流・乱流遷移に対応すると考えられる。本測定システムは乱流制御を行うことによって期待される微小な摩擦抵抗変化を、 0.5% 程度の精度が捉えることが可能であることがわかった。

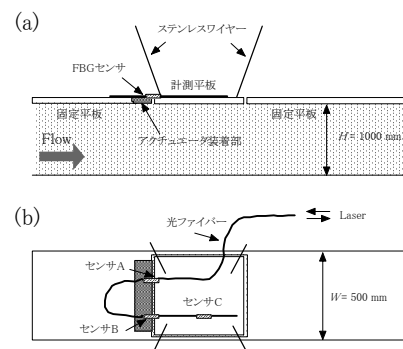


Fig. 2 Schematic diagram of the test section.

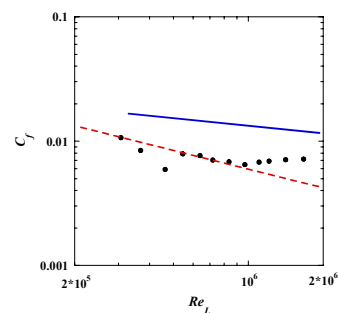


Fig. 4 C_f vs. Re_L .