

光ファイバを用いた風速計

内村遼太（指導教員 佐藤 憲史）

1 研究背景

地球を取り巻く環境問題が近年増加している。環境や気象をモニターする計測機器は環境問題を解決する為に必要不可欠である。使用される機器は、壊れにくく、正確で、そして小型であることが求められる。しかし現状では、大型な計測機器は少なくない。従来の風速計は大型の機器が多く、損壊した際に復旧するのに時間がかかった。また測定部分に電気回路を含む為、過酷な環境での使用に向かない。本研究では気象モニターで重要な風速計を取り上げ、考案する。

2 本研究の目的

本研究では、電気回路を測定部から取り除き、過酷な環境で使用可能な風速計を開発することを目的とする。具体案として、雷サージに強い光ファイバをセンサ部分に応用することを試みる。この技術が実現すれば、測定機器の小型化や、センサ部分のメンテナンスが不要な為、長期に渡る観測が可能になる。

3 具体的な技術案

光ファイバをセンサ部分に応用する。風力により、図1のように単一モードファイバが曲がり、歪応力が発生する。この歪応力が、偏波Pが通過する際、通過前の偏波Pを通過後の偏波P'に変化させる。以上の原理で偏波を変化させ、変化量より風速を測定する。また予備実験によって偏波を利用し風速の計測が可能である事を確認した。

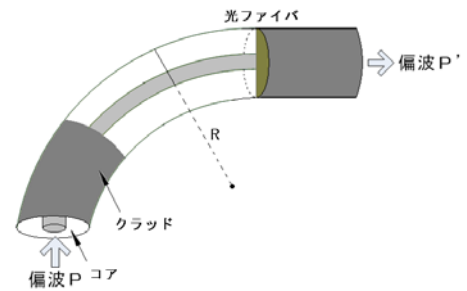


図1 光ファイバの損失

4 偏波保持ファイバを用いた実験

予備実験では、光ファイバのセンサ以外の部分でも種々の応力を受けやすく、不安定であった。安定化する為、偏波保持光ファイバ（PANDAファイバ）で構成する。PANDAファイバとは物理的外力を光ファイバが受けても、入力偏波を保持するファイバである。コアの両側に応力付与部が配置された構造の為、コアが図2のように変形する。したがってそれぞれのモードが異なる屈折率を有する。

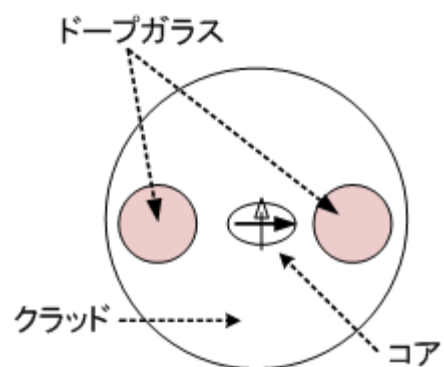


図2 PANDAファイバの断面模式図

実験の回路を図3に示す。センサ部分にはリング状にした光

ファイバを使用する。このファイバリングの大きさは2.0cm×3.5cmとした。風力によってファイバリングが曲ると際、偏波は保持されるが、光の屈折率に微小な変化が生じる。屈折率が変化することにより、光の位相が変化する。この位相の変化を、マッハツェンダー干渉計を用いて測定する。レーザーから出力された光は、3dBカプラでファイバリングと歪付加器に分割される。位相の変化した光と、歪付加器を通した光を3dBカプラで結合する。結合した光をフォトダイオード（PD）に入力し、オシロスコープで計測する。

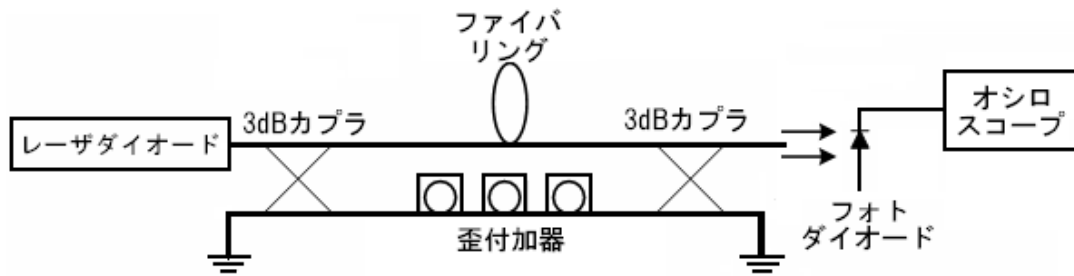


図 3 偏波保持ファイバの実験回路

5 実験結果

実験結果を図 4 から図 7 に示す。図 4 は風速 0[m/s]時の PD の出力電圧 V を表している。本来ファイバリングが静止状態にあるので、 V は一定である。しかし実際 V は常に変動している。図 5 から図 7 は V の変化を見やすくする為 V を時間で微分した結果である。風速が弱い場合より強い場合の方が、 dV/dt が大きく変化していることがわかる。

干渉計を用いた為、応力に対する感度は優れていた。しかし単一モードファイバを用いた実験より、結果として不安定になった。出力が変動する原因として、回路全体の振動、温度の不均一などが考えられる。

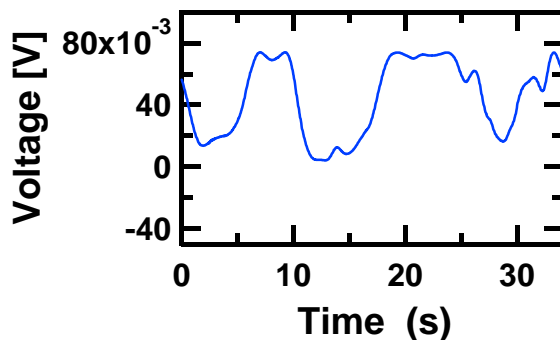


図 4 風速 0[m/s]

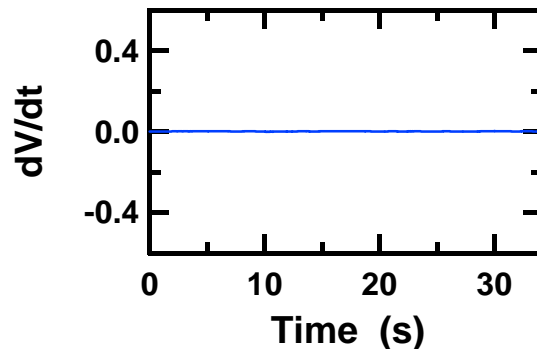


図 5 風速 0[m/s]

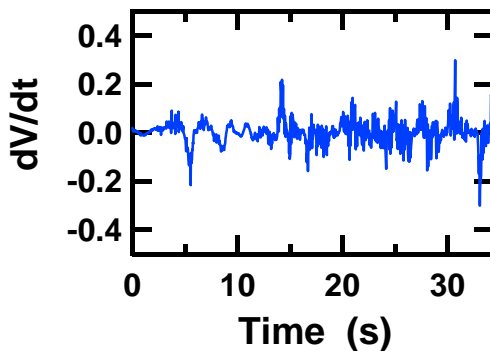


図 6 風速 1[m/s]

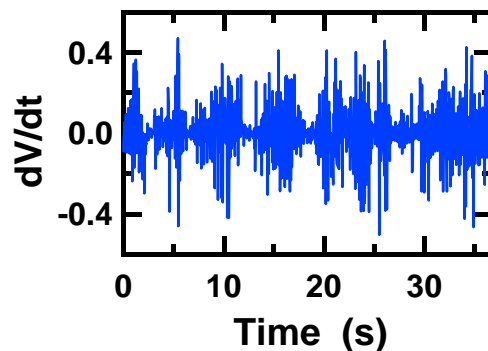


図 7 風速 4.5[m/s]

6 今後の課題

回路全体に光ファイバを使っている為、振動している箇所が存在する。したがって全てのファイバを固定する。また温度を均一に保てる回路を作成する。

7 参考文献

- [1]大越孝敬、岡本勝就、保立和夫：光ファイバの基礎、オーム社、1976
- [2]大越孝敬、菊池和朗、コヒーレント光通信工学、オーム社、1983