

光ファイバによる線状 温度分布測定装置の開発

機器設備監視の高度化

Development of a Temperature Distribution Measuring System Using Optical Fiber

Advanced monitoring of electric power facilities

1 線状の温度分布測定を実現

電力ケーブル、配管など長尺物の温度分布測定は、現在は一定間隔ごとに点測定を行うセンサを設置し推定している。

今回開発した装置は、従来の点で測定する方法と異なり、1本の光ファイバを検出部として、光ファイバの長手（軸）方向に連続的に温度測定を行い、温度分布を求める装置である。

最長2kmの光ファイバを測定対象に沿わせ、任意の部分の光ファイバ長5m間の平均温度を $\pm 3^{\circ}\text{C}$ の精度で検出できるので、今まで測定が困難であった用途への適用が考えられる。

2 高い完成度

今回開発した装置は、ラマン散乱光（入力光のエネルギーにより、光ファイバ素材である石英分子が励起されて生ずる入力光と異なる波長を有する光）を処理するための精密な光学部品を機械的な可動部分がない構造として、振動や衝撃に対する強度をもたせるとともに、従来の1/5程度の容積まで小型化を図り、実用レベルの装置として完成させた。（第1図）

3 厳しい環境下でも使用可能

検出部に光ファイバを使用しているため、電磁誘導等、電氣的障害源のある場所でも使用できる。

電力ケーブル、配管等、長尺物の温度分布測定が可能な光ファイバによる線状温度分布測定装置を藤倉電線㈱と共同開発した。この装置は、光ファイバの長手（軸）方向の温度分布を測定するものであり、装置の性能は、測定精度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、測定可能長2km、距離分解能5mである。今後、火力発電所において、フィールド試験を行うとともに、その応用に関する研究を行う予定である。

We have jointly developed with Fujikura Ltd. temperature distribution sensing equipment using optical fiber cable which measures temperature along extended objects of long length such as power transmission cables, pipelines, etc. The system measures the temperature distribution along optical fiber of a length up to 2km with an accuracy of $\pm 3^{\circ}\text{C}$ and a spacial resolution of 5m. The system will be field tested in thermal power plants concurrently with research into its application.

また、検出部である光ファイバには充電部が無いので、危険物、高圧ガス等の設備にも適用できる。

4 信頼性の高い測定方法

ラマン散乱光には、ストークス光とアンチストークス光の波長の異なる二つの光がある。

第2図は部分的に光ファイバを加熱したときのストークス光とアンチストーク

ス光の強度と距離との関係を測定したものであり、温度による強度変化が良く表れている。

光ファイバをセンサとして布設する場合、曲げ、引張等により光ファイバに応力が発生するが、この場合、光ファイバを通過する光の損失量が変化し、この散乱光の強度と距離との関係が変化してしまうという現象がある。

しかし、ストークス光とアンチスト



第1図 装置外観

クス光の強度の比は、光ファイバに応力が加わり、散乱光の強度が変化した場合でも、応力に左右されず温度に従った値になるという特徴があるため、本装置では、このストークス光とアンチストークス光強度の比を求め、この値から温度を求める方式を採用していることにより高精度な測定が可能になった。

5 機器構成

発光素子から出たパルス光は、光分岐器を通して光ファイバに入射する。

パルス光により、光ファイバ各部で極めて微弱な散乱が発生し、入射したパルス光とは逆方向の散乱光が入射端に戻

てくる。

戻ってきた散乱光は、光分岐器とフィルタによって、ストークス光、アンチストークス光を分離し、取り出している。このラマン散乱光は半導体受光素子で光電変換を行うが、この段階では微弱なラマン散乱光はノイズとの区別が困難な状態である。

このため、パルス光を繰り返しファイバに入射し、発生したラマン散乱光を測定する。

そして、得られた信号をデジタル平均化回路で繰り返し加算し、平均化することでランダムに発生するノイズを相殺、低減させることにより、ラマン散乱光を精度良く測定している。(第4図)

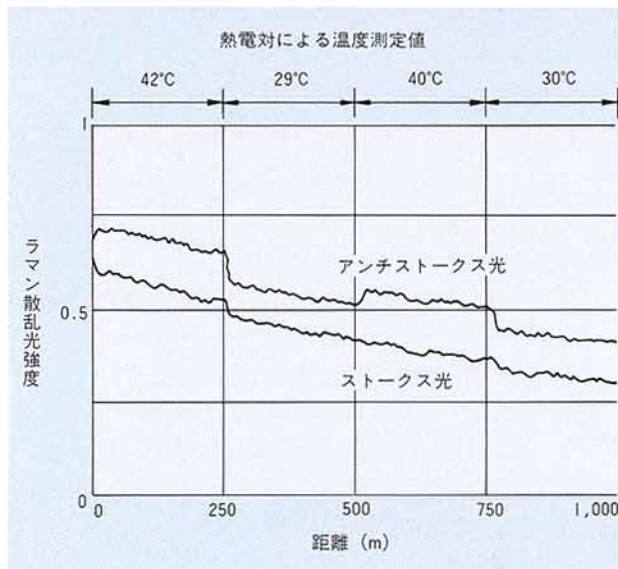
こうして得られた情報をコンピュータにより計算処理して第3図のような温度分布を表示する。

6 今後の計画

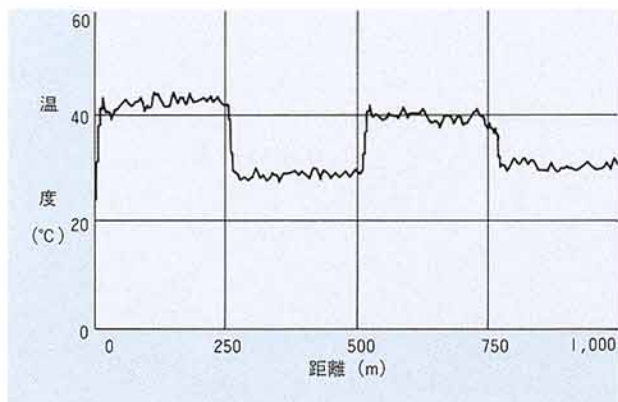
今後は、この装置のフィールドテストを火力発電所において行うとともに、この装置の応用に関する研究を実施する予定である。

なお、1年後には測定精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、測定可能長10km、距離分解能1mに高性能化が可能との見通しを得ている。

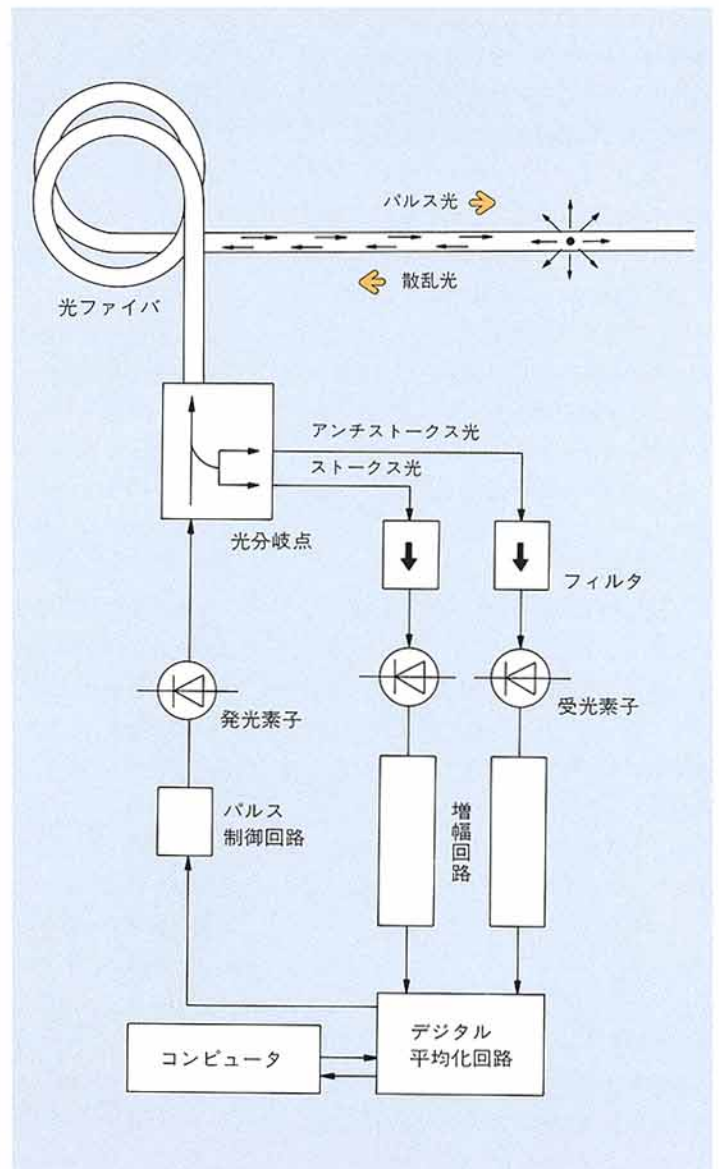
(電力技術研究所 機械研究室)



第2図 ラマン散乱光強度と距離の関係



第3図 温度分布表示



第4図 線状温度分布測定装置の構成