

氏名(本籍)	LU Mifang (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第267号
学位授与年月日	平成26年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	温度、張力、ガス漏れの疑似分布光リモートセンシング Quasi-distributed Optical Remote Sensing for Temperature, Strain, and Gas Leakage

論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 岩下 克
	元高知工科大学 教授 野中 弘二
	高知工科大学 教授 八田 章光
	高知工科大学 講師 小林 弘和
	高知工科大学 教授 古沢 浩

審査結果の要旨

1. 論文の評価

本論文は光ファイバを用いて広範囲に温度、張力、ガス漏れを検出するための光センシング技術に関する研究である。論文の内容は主に3つに分類される。

第1番目の研究は、現在まで研究室で進めてきた光パルス相関を用いた温度や張力のセンシング技術を分布的に行うことを目的にした。この時に問題になるのは信号伝送媒体として用いる光ファイバでセンシングに用いる光パルスの偏波が揺らぐことである。偏波が変化すると測定値が変化するために正確なセンシングは不可能となる。そこで本研究では測定に用いる光パルスの偏波状態をランダムにし、測定に用いる受信系で平均化される特性を利用した方法を提案し、その有効性を実験により示した。本研究により従来は温度や張力に対して非常に優れた精度を有する測定方法がさらに疑似分布的に測定できるようになり、建設物の老朽化の監視などに適用できるようになった。この成果は参考文献1やこの分野では最も有名な国際会議でも採択されており、国内外からその新規性を認められた。

第2の成果はガス漏れを検出する方法である。ガスパイプラインにおけるガス漏れは大きな事故につながるため効率的にその監視を行うことは重要である。本研究では物質の吸収スペクトルを利用してガス漏れを検出することを提案した。すなわちガスが存在するとガス物質特有の波長における吸収が発生する。この特性を利用してガスもれを検出する。この測定方法を用いてさらにどこの区間でガス漏れが発生したかを分布的に測定するためにファイバ・ブラッグ・グレーティングと呼ばれる特定の波長を反射する光学素子を用いることを提案した。以上の提案方式を波長の異なる3つのガスの吸収線を用いて3区間でガス漏れの分離できることを実験的に示した。本成果により特定の物質のガス漏れを検出することができ、また場所も特定できるため有効であることが確認できた。本成果は学術論文集2の所で発表するとともに、光ファイバセンサの世界的に最も有名な国際会議でも発表し、国内外でその有効性を認められた。

上記のガス漏れ測定は測定できる物質は特定の物質であり、吸収線が予めわかっている必要があるとともに吸収線の数により測定点は制限される。そこで他の方法を提案した。それはある物質がガスを吸収することにより屈折率が変化するという特性を利用したものである。この物質はガスの濃度により屈折率の変化が異なるため、その屈折率をモニターすることによりガスの漏れ具合が判明する特性を利用したものである。これを分布的にかつ遠隔で利用するために光ファイバの破断点測定に用いられている OTDR を用いた。これは光ファイバの端面では光ファイバと空気の屈折率が異なるため、端面で反射が生じその反射光を測定するというものである。これを先ほどの物との組み合わせおよび OTDR で分布的に測定することが可能になる。この成果はまだ外部には発表していないが今後の研究につながる重要な成果である。

以上の研究においてすでに論文も 2 件掲載されており、国際的にも認められているので博士後期課程論文審査委員会としては全員一致で合格とした。

2. 審査の経過と結果

- (1) 平成 26 年 7 月 9 日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5 名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成 26 年 8 月 21 日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成 26 年 9 月 3 日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。