

審査の結果の要旨

氏名 藤田 薫

光ファイバの計測への利用は、近年光ファイバセンシングと呼ばれており、医学・理工学・農学分野等へと広く利用され始めている。

例えば、インテリジェントビルディングと総称されて建物一体としての変形、歪み、ストレスの測定監視に用いたり、橋や大型構造物などの鋼材やコンクリート材のストレス測定・安全管理等に用いられている。

このような光ファイバセンシングの最大の特徴は、1本の光ファイバを用いるだけで、そのファイバ中の理工学量の多点同時測定（温度、ストレス、放射線等）を連続的にあるいは離散的に測定できることである。この光ファイバセンシングの特徴を活用して、大型構造物である原子炉計装系に用いようとするのが本研究の最大の目標である。

既に、普通の光ファイバを用いたラマン散乱方式と呼ばれる方法による原子炉への適用を試みた例はあるが、本研究論文では、放射線に強いと考えられる Fiber Bragg Grating（以下 FBG と略）方式といて、光ファイバ中でのブラッグ散乱による結晶間隔距離の変化を実測しようというものであり、独創的な観点に立っての応用といえる点に特徴がある。

本論文の第1章は序章で、本研究の目的を説明している。

第2章は、FBG方式についてのクラマース・クロニッヒモデルによる原理的説明、その構造や作成方法、FBGを用いた測定法のあらましについて紹介している。

第3章は標準的な手法を用いた特性測定結果の例で、高速中性子及び γ 線照射下においてもFBGが温度センサーとして動作可能性があることを定量的に実証している、その特性を測定している。また同時に、同一条件下で試作したFBGについて、各種メーカーの組成・製法等に依らない形で温度計測などのばらつきの範囲を実験的に求め、その精度を明らかにしている。

第4章はモデル実験について示しており、鉄管表面につけたFBGによる振動測定の具体例である。併せて反射波長に対する透過率を変える方法を採用することにより、照射線量を変化させながらも、FFTスペクトルを介して振動を測定できることを示し、この方法の放射線環境下での測定への有効性を示している。

第5章は、本論文の主目的とするところで、2つの原子炉の計装系に対して光ファイバの適用性について試験及び検証例を示したものである。そのうちの1つの原子炉は東大の高速中性子源炉「弥生」であり、その冷却排気系のプロア一部の振動分布の測定の結果を示し

ている。

光ファイバの測定対象物への接着方法のちがいが結果に与える影響とか、1本のファイバ内での多点測定の可能性を調査し、いずれもまずまずの成果を得ている。具体的には対象物への光センサーの貼りつけ方は、センサーと対象物を密着してその上からテープでとめる方法がよいこと、それ以外の3種の方法、例えば両端固定、全体をテープで固定、ポリイミドフィルムによる固定などは望ましくないことを示している。また、1本のファイバから2ヶ所の振動データを取得できることを示している。

もう1つの原子炉は核燃料サイクル機構（JNC）の高速実験炉「常陽」の1次ナトリウム配管系の振動測定であり、このような測定が行なわれたのは国内外を通して最初の企みである。ガンマ線量も100Gy/h近くとのことであった。長い配管系と複雑な支持構造のため、固有振動数というものは見出せなかったが、大変複雑であるが変化にとんだデータが取られており、この振動データの解析は配管流量の変化に伴うものとして今後、原子炉配管における振動異常の検出系としての可能性を示していると考えられる。

本論文を通して、新しいFBG型光ファイバの原子炉計装系への利用という着想と実証を示しており、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。