

氏名(本籍)	立蔵正男(茨城県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第6471号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	光ファイバ曲がり部の機械的信頼性推定法の研究

主査	筑波大学教授	工学博士	河井昌道
副査	筑波大学教授	工学博士	寺本徳郎
副査	筑波大学教授	工学博士	金野秀敏
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	庄司学

### 論文の内容の要旨

本論文は、石英ガラスを素材とする通信用光ファイバの機械的信頼性に関する理論的研究の成果をまとめたものである。その主要な成果は以下のように要約できる。

光ファイバの遅れ破壊現象への対策として検討されてきた従来の信頼性理論式は、低強度域に対応する単一のワイブル分布だけを用いるものであった。これに対し、本論文では、高強度域のワイブル分布も考慮した複合ワイブル分布をモデルとし、さらに光ファイバ表面での応力が空間的にも時間的にも変化する場合は想定することによって、光ファイバの機械的特性を総合的に表現する一般理論式を導出している。この理論式は、引張り、曲げ、およびねじりが同時に作用する複合応力条件下の長期信頼性を扱えるだけでなく、短時間の破断現象である引張強度や曲げ強度なども扱える能力を兼ね備えている。この論文においては、理論式の導出過程を詳しく述べるとともに、具体的な計算例や利用できる実験例との対比によって、提案する理論の妥当性と有用性を示している。

この論文では、遅れ破壊が生じやすい高温・高湿度の厳しい環境での信頼性も扱えるように上述の理論式を拡張する方法についても言及している。さらに、環境が時間的に変動する場合に対しても計算できるように拡張を施しており、新たに見出した漸化式と簡易化理論式の利用することによってこれまでになく効率的な計算手法を考案している。

これらの成果は、環境対応の設計が可能になることから使用環境を無視した小径曲げ配線を抑制し、今後の光ファイバ利用が期待されるデータセンタの装置内光配線、自動車内の光配線、医療用内視鏡などの新規領域への光ファイバの信頼性の高い応用を可能にするものとなっている。また、開発された信頼性理論式は、曲げ損失が極端に小さなホーリーファイバの実用化に大きく貢献し、小径曲げ対応光ファイバの現在の世界的開発や国際標準化の流れを作るものとなっている。

### 審査の結果の要旨

立蔵正男氏は、光ファイバの遅れ破壊現象に対して、低強度域から高強度域にわたって適用可能な信頼性

理論を定式化した。さらに、それを高温・高湿環境下の遅れ破壊に対しても適用可能な信頼性理論へ発展させた。理論の定量的な検証は不足しているが、関連する実験データは実用上の重要性から公開されることが少ないのでやむを得ない。信頼性理論に関する研究成果は、独創的であり、学術的な体系化だけでなく、光ファイバの信頼性技術の発展に大きく貢献するものであり、上述の制約の下で達成されたことを含めて、高く評価することができる。

平成 25 年 1 月 23 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。