

審査の結果の要旨

氏名 岡島 智史

構造物に対するメンテナンス合理化のため、リスクベースメンテナンスの導入が求められており、そのためには機器の破損率を良好な精度で評価する手法開発が必要となる。破損率推定精度向上のためには、類似の機器の破損事例情報や、熟練者の経験に基づく判断をあわせて評価に反映することが有効と考えられる。ベイズ推定手法は、異種の情報源からの情報を、事前分布という形式で自然に推定に利用可能という特徴を持つことに着目し、本論文の主要なテーマとしている。

特に、ベイズ推定手法の実用性を高めることに主眼を置き、手計算で検算可能な程度の簡易さの、機器破損率簡易評価手法の提案を行うことを目的としている。この結果、従来のメンテナンスにおいて利用されていない情報を活用し、従来手法より高精度な破損率の評価の実現を目指している。

第1章は序論では、本研究の背景について概説し、本研究の目的を示した。

第2章では、本研究で破損率推定手法として着目したベイズ推定について、理論の基礎と特徴を要約している。

第3章では、メンテナンス合理化のための破損率推定手法の提案を行っている。少数のデータからの破損率推定精度向上のため、開発手法はベイズ推定手法に基づき、事前分布として従来用いられていない異種の情報源からのデータを反映させている。また、破損モデルは簡易なものを採用するとともに、事後分布が事前分布と同種分布となる自然共役事前分布を利用し、ベイズ更新の手続きを陽な式で定式化することで、ベイズ推定の計算コスト抑制を行っている。

流れ加速型腐食による減肉を受ける配管の健全性評価手法を対象として、二種類の評価手法を提案している。線形ベイズ手法は、減肉の進行速度を、時刻によらず一定とモデル化している。これに対し拡張ベイズ手法は、使用環境の変化による減肉率変化が、不明瞭ながら発生しうる配管部位に対して適用可能となるように、線形ベイズ手法に評価手順の追加・拡張を行った手法である。これらの方法は、あらかじめ許容破損確率を設定することで、許容破損確率到達時刻を次回検査時刻として検査間隔合理化できることを示した。

さらに、複数の産業分野から得られた配管破損データベースを活用し、各産業分野における配管破損率を高精度に推定する手法として、安定階層ベイズ手法を提案している。この方法は、産業分野間の破損率の差異をモデル化することで、複数産業分野の破損情

報を利用しながら、各産業分野独自の破損率を高精度に推定する手法である。この結果、従来の一般的手順で推定不可能となるデータからであっても安定した推定が可能となることを示した。

第 4 章では、提案した推定手法の妥当性を示すため、推定精度、および従来手法に対する有効性とその範囲の検討を行っている。推定精度は、シミュレーションによる仮想検査記録を用いた推定を通じて検討している。また、従来手法との比較のために、実機検査記録を用いた推定をもちいて検討している。三章で提案した三種の推定手法のいずれも、従来の推定手法では用いられない他の情報源からの情報を活用することで、推定精度の向上が可能であることを確認している。また、線形ベイズ手法および拡張ベイズ手法は、検査回数に応じた安全裕度を与える検査間隔決定手法として活用可能であり、検査回数が多ければ従来規格以上の検査間隔を合理的に許容可能であることが示された。また、安定階層ベイズ手法は、類似性の高い機器グループごとに固有の破損率を、小さい不確実性で推定可能であるということを示している。

第 5 章では、第 3 章の破損モデル化および手法提案にあたり、簡易化のためにおいたいくつかの仮定について、その影響の大きさを調査している。続いて、手法の簡易化のためにおいたモデルのうち、特に現実の適用で課題となると考えられる、「線形ベイズ手法における事前分布形状の限定」と、「安定階層ベイズ手法における超母数点推定誤差無視」のそれぞれについて、適用限界を調査した。また、これらのモデル誤差に対して、それぞれ簡易に保守性を与える手法の提案を行った。

結果として、線形ベイズ手法における事前分布形状については、検査回数が多くなればその影響は無視できるほど小さくなり、少検査回数時には提案手法により適度な保守性を与えることが出来ることを示した。一方で安定階層ベイズ手法における超母数点推定誤差は、簡易に保守性を与えることは出来るものの、過大でない適度な保守性の設定方法が今後の課題となることを示した。

第 6 章では、本研究を通して得られた結論および将来展望を総括している。

以上のように、本研究では、ベイズ手法の実用性を高め、リスクベースメンテナンスなどの機器の保全分野に大きな貢献が期待される。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。