

審査の結果の要旨

氏名 タリク ジャド モハマド ジェクティープ

原子炉において多様なモニタリングや電力供給に活用されるケーブルには、長期間機能保持への要求がある。福島第一原子力発電所事故以降は、事故時を含む様々な環境条件での機能維持への予測評価手法開発への期待も高まってきている。本論文は、ケーブルの絶縁被覆と破断伸び劣化を加速試験により把握する手法を改良し、その物理メカニズムとその不確実性を検討するとともに、設計基準事故と経年劣化の重畳に含まれる裕度を取り込んで、様々な事故シナリオに適用可能なケーブル機能維持評価法を議論したものであり、全5章から構成されている。

第1章は序論であり、原子炉用ケーブルの経年劣化と高経年化対策の課題を整理するとともに、設計基準を超える環境を含む広範な条件範囲でのケーブル機能確保とそのための評価手法開発の重要性を取りまとめ、上記のような本研究の目的を述べている。

第2章では、エチレンプロピレンゴム絶縁体で被覆され耐熱性塩化ポリビニールジャケットを備える3芯銅導線原子炉グレードケーブルを供試材として、加速劣化試験の結果を考察している。新たな長時間加熱による絶縁劣化試験を考案して、引張応力印加による破断伸びとの相関を評価することに成功している。また加熱に伴うエチレンプロピレンゴム被覆ケーブルの劣化挙動は、ジャケットの有無によって変化するなど新たな知見を得ている。

第3章では、実験結果に基づいて活性化エネルギーと劣化メカニズムについて議論し、活性化エネルギーの不確実性範囲についても検討している。また、絶縁劣化挙動と破断伸びに温度や時間に依存しない相関性が存在することを明らかにしている。これらに基づいて、広い温度と時間範囲に適用可能な定量的ケーブル機能劣化モデルについて議論している。

第4章は、設計基準事象での多様なシナリオに対応可能なケーブル機能維持に関する知識ベース構築について議論を行っている。これに基づいて、設計基準事故を超える事故条件と経年劣化の重畳に含まれる裕度を劣化メカニズムに基づいて検討している。さらに高温でのケーブル劣化実験を追加して、ケーブル機能の維持を定量的に表す手法をその制約条件とともに導出している。

第5章は本論文の結論であり、今後の研究課題についても取りまとめている。

以上を要するに、本論文はケーブル絶縁特性の劣化加速試験を改良し、物理メカニズムの不確実性を考慮した破断伸びと絶縁性能変化に関する実験的研究を行うとともに、様々な事故シナリオに適用可能なケーブル機能維持に関する評価を行っており、原子力用機能性材料科学並びに原子炉システムの長期安全運転に係る総合工学に寄与するところが大きい。

以上から、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。