

## 審査の結果の要旨

氏 名 中 村 隆 夫

軽水炉構成材料の環境疲労は、軽水炉の長期間の運転に伴う主要機器寿命に大きな影響を与える可能性がある事象であって、新しい工学的知見による環境疲労評価手法の開発とこれを基盤とする規格の制定は、今後の更なる軽水炉の長期運転あるいは高度利用に貢献しうるものであると考えられる。

本論文の目的は、軽水炉に適用する実用的な環境疲労評価手法を開発し学会規格として制定することにある。本論文は、6章で構成されており、第1章はこのような環境疲労に関する研究と知見の蓄積に基づいた規格化の背景をとりまとめている。

第2章は、大型機器システムの運転段階の規制規格が満足すべき要件、並びに環境疲労評価のための研究課題を系統的に明らかにしており、これに基づいて規格のグランドデザイン法について考察している。構造規格の体系及び安全性規制上の位置付けを各国の規格体系を比較することによって、設計段階の疲労評価と検査によって確保される運転開始後の疲労評価との差異を明確にしており、その上で環境疲労に関する規格の制定プロセスは、1) 環境疲労評価手法の規格制定、2) 簡易弾塑性評価手法の改訂、3) 設計建設規格(維持規格)への取り入れの3段階に分けて取り組むことが適切であることを論じている。また制定する規格が満足すべき要件を体系的に整理している。

さらに、環境疲労評価手法の開発とその規格化のために、環境効果補正係数の採用、補正係数算出方法のオプション、各機器に特有な評価方法の3種の研究課題を解決することが必要であると結論づけ、本論文で取り組むべき課題を明確化している。

第3章は、環境疲労評価手法の開発について論じている。

疲労評価手法に対する合理的な環境効果の補正方法として、環境効果補正係数の工学的意義と制定法を検討するとともに、保守的で簡易な方法から煩雑ではあるが精緻な方法まで、3種類のオプションを設定することで評価作業量の低減を図ることに成功している。また、設計建設規格に規定された各機器に特有な応力評価手法を考慮し、それに適合したひずみ評価の手順を設定しており、容器、配管、ポンプ、弁、炉心支持構造物に分けて環境効果を考慮する評価方法について、具体的な検討結果と考察を行っている。

以上に基づいて、日本機械学会規格である「環境疲労評価手法」の制定を主導し、発行するに至った経緯をとりまとめている。

第4章は、簡易弾塑性評価手法の改良について論じており、設計建設規格で規定されている簡易弾塑性解析用割り増し係数について、より適切な評価式を検討することによって、疲労評価の保守性低減を図っている。さらに、この結果を適用した改訂規格が、疲労解析の対象とな

る重要機器の形状・材料・荷重条件について合理的に保守性を持たせることに成功したことを明らかにしている。

第5章は、評価手法の実機検証と規格制定活動の評価について検討している。

環境疲労評価に関する制定したガイドラインに基づき、60年間のプラント運転を仮定し環境効果を考慮した疲労評価を実施することにより、評価手法の実機適用性を確認している。また、最新の知見を考慮した日本機械学会規格を制定して、新たに導入したステンレス鋳鋼の環境疲労評価式の適用性等を確認することに成功している。

さらに第2章で議論した規格制定活動のグランドデザインに基づいて、規格制定活動の各々のプロセスにおける成果を確認するとともに、規格制定活動並びに規格が充足すべき要件の双方から満足する成果を挙げたことを確認している。

第6章は、本論文の結論であり、環境疲労評価法の規格制定に関する体系的研究の意義をとりまとめるとともに、設計段階での疲労評価への環境効果取り込みを含む疲労評価に関する今後の検討課題についても展望を提示している。

以上を要するに、本論文では、運転段階の軽水炉システムで課題となる環境疲労評価手法開発を系統的に推進して、これに基づいた規格制定のあり方をとりまとめることに成功しており、システム量子工学及び原子炉機器工学のみならず、技術基準制定とその体系化に関する法工学分野に寄与するところが少なくない。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。