

Title	原子カプラント機器の保全方策としての表面加工による残留応力改善部位の長期信頼性評価手法の構築に関する研究
Author(s)	瀬良, 健彦
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.18910/26176
DOI	10.18910/26176
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論 文 内 容 の 要 旨

〔 題 名 〕 原子力プラント機器の保全方策としての表面加工による残留応力改善部位の長期信頼性評価手法の構築に関する研究

学位申請者 瀬良 健彦

本研究では、原子力発電所の主要機器の溶接部のうち、表面加工で応力改善された部位の長期信頼性評価について、実機の継手形状を精緻に模擬した計算機シミュレーションにより、薄い圧縮応力層に対する下部の溶接残留応力の影響、および供用状態の影響を考慮できる手法を構築した。

本論文は以下の7章からなる。

第一章では、本論文の背景として、今後の原子力発電に関する課題にプラントの高経年化対応があることを挙げ、この課題への対応において、従来確認されてこなかった範囲に自主的に目を向けていくことの重要性を述べた。また、このような状況を踏まえた動機として、原子力発電所の主要機器の溶接部の保全の中で、応力腐食割れへの対応としてピーニングやバフ施工といった表面加工により残留応力改善を行った部位の長期信頼性評価への取組の必要性を説いた。すなわち、溶接金属とその外被となる圧縮応力層の重合構造となる応力改善部位に関する長期信頼性データの不足、圧縮応力層下部の溶接残留応力による影響の考慮、および、地震を含む実機運転時の荷重による影響の考慮の必要性を述べ、これらの課題への対応には計算機シミュレーションを用いる手法が有効と考えられることから、実機の継手形状を模擬した計算機シミュレーションを用いる長期信頼性評価手法の構築を目的とした。

第二章では、手法の構築にあたっての課題抽出を行い、評価の中で考慮すべきは、組織回復の影響および引張荷重の影響とした。また、引張荷重の影響の評価にあたり、溶接残留応力の考慮は重要であることを述べた。

第三章では、本研究のアプローチの具体化を行い、圧縮応力層の歪の設定、組織回復の影響の考慮、引張荷重の影響の考慮に関する方針を決定するとともに、クリープ則における定数の設定について考え方を整理した。また、組織回復に関する金属組織的検討、構築した手法の妥当性確認を単純形状試験体で行った。さらに、小規模な実機模擬モデルで試評価を行い、手法の有効性を確認した。

第四章では、長期信頼性評価の条件として重要視する溶接残留応力について、溶接施工の変更が残留応力分布に与える影響の程度を評価した。また、副次的ではあるが、溶接残留応力の観点で溶接施工時に肝要となる事項を抽出した。

第五章では、実機の製作時の溶接手順や手直し溶接、保全方策（ピーニング等）を考慮しつつ、実機の応力改善部位の長期信頼性を評価するためのモデルや条件等の整備を行った上で残留応力分布を計算し、長期信頼性評価の条件として整備した。また、地震荷重を含む運転中荷重（引張荷重）についても評価の条件として設定した。

第六章では、整備したモデルおよび評価条件により、原子炉容器管台溶接部の応力改善部位の長期信頼性評価を行った。評価はクリープ定数を保守的な設定として行ったが、圧縮応力層の下部に引張応力場を構成する手直し溶接や環境隔離のための溶接の有無に関わらず、応力改善部位における圧縮応力の長期信頼性が確認された。また、重合構造となっている圧縮応力層の長期信頼性評価に関し、複雑な溶接残留応力分布の影響を考慮できることや、多様な形状および製作履歴について短期間で対応できることが確認でき、本研究で構築した手法の有効性が確認できた。

第七章では、研究の成果を概説するとともに、今後の課題として、本研究のようなアプローチの公知化が重要であることを挙げ、今後の取組事項とした。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (瀬良 健彦)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	望月 正人
	副 査	教授	村川 英一
	副 査	教授	藤本 慎司
	副 査	教授	才田 一幸

論文審査の結果の要旨

本論文は、今後、高経年化への対応が課題となる原子力発電所の主要機器の保全に関連し、応力腐食割れ (PWSCC) への対応としてピーニングやバフといった表面加工により残留応力改善を行った部位の長期信頼性評価手法の構築に取り組んだものであるが、その着眼点は、溶接金属とその外被となる圧縮応力層の重合構造となる応力改善部位に関する長期信頼性データの不足、圧縮応力層下部の溶接残留応力による影響、および実機運転時の荷重による影響である。このような課題に対し、実機の継手形状を模擬した計算機シミュレーションを用いる手法を構築することにより対応しようとするものであり、そのアプローチは新規性に富むものである。

また、取組の中では、溶接施工の変更が残留応力分布に与える影響の程度を評価するとともに、副次的に溶接施工時に肝要となる事項を抽出しており、これは民間企業在籍者ならではの視点である。

構築した評価手法は、重合構造となる圧縮応力改善部位の長期信頼性評価に関し、複雑な溶接残留応力分布の影響を考慮でき、また、多様な製作履歴を短期間で評価できるものであり、今後、原子力発電所の保全関係者の間で活用が期待できるものである。また、評価結果として、クリープ定数を保守的な設定とし、手直し溶接等により圧縮応力層の下部に引張応力場が構成された場合であっても、応力改善部位の長期信頼性が確認されたことは、今後の産業界に有用な知見と考えられる。

以上のように、本論文は、課題に対する解決アプローチに新規性が認められ、また、その成果は学術界のみならず産業界にも有用な知見であり、また、申請者の本論文への取り組みの場である、溶接保全共同研究講座の成果としても評価すべきものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。