

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 加圧水型原子炉炉内構造物の機能維持に着目した保全計画方法に関する研究  |
| Author(s)    | 亀田, 雅司  |
| Citation     | 大阪大学, 2005, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/46955">https://hdl.handle.net/11094/46955</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

|            |  |         |         |        |
|------------|--|---------|---------|--------|
| 氏名         | かめ<br>亀  | やま<br>山 | まさ<br>雅 | し<br>司 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学)                                      |         |         |        |
| 学位記番号      | 第 19741 号                                      |         |         |        |
| 学位授与年月日    | 平成 17 年 6 月 29 日                               |         |         |        |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 2 項該当                               |         |         |        |
| 学位論文名      | 加圧水型原子炉炉内構造物の機能維持に着目した保全計画方法に関する研究             |         |         |        |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 豊田 政男                               |         |         |        |
|            | (副査)<br>教授 座古 勝 教授 西本 和俊 教授 南 二三吉<br>助教授 望月 正人 |         |         |        |

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、我が国で主たる電源設備の一つである加圧水型原子炉の炉内構造物の健全性の維持が不可欠であることから、中性子照射による照射誘起型応力腐食割れ（以下 IASCC と称す）に対する保全計画方法の提案を行った。IASCC については、国外では既に炉内構造物に発生した事例が報告されているが、実験データの採取が容易ではない等の理由から、現在、実プラントに適用可能な評価方法がない状態である。本論文は 8 章からなり、

第 1 章では、PWR プラントの炉内構造物の IASCC による損傷に対する取り組みの必要性、およびそれに対する研究、保全の現状について述べると共に、問題点などについて記した。また、検討対象を PWR の炉内構造物とし、対象とする劣化事象は IASCC と磨耗（制御棒クラスタ案内管）とすることを記した。

第 2 章では、PWR の炉内構造物の IASCC に関する知見の現状を確認し、本研究の検討に使用可能な実験データ等について整理した。また、検討対象としてバップルフォーマボルト、バレルフォーマボルト及び炉心そうを選定した。

第 3 章では実プラントで IASCC に対して実施されている保全方法について検討し、現在実施されている検査方法に対する検査間隔等の改善の必要性を明らかにした。また、現状の炉内構造物の IASCC の実験データや知見に基づいた外挿手法による IASCC 発生予測の問題点を抽出した。

第 4 章では、現状では十分とは言えない IASCC のデータや知見を最大限に活用し、検査等の合理化と安全性確保を両立可能な、機能維持に着目した保全計画方法を提案した。当保全計画方法の提案は対象設備の継続使用の制限値の決定の方法と、実験データと検査実績を組み合わせて予測結果の信頼性の向上を図る経年劣化の予測方法からなる。また、それらの具体的な適用手順について記した。

第 5 章では、機能維持に着目した保全計画方法を IASCC 評価対象部位に適用し、保全計画を策定した。

第 6 章では、IASCC の発生予測式の誤差や予測式に入力する値の誤差により、予測結果が受ける影響について調査し、IASCC の発生に関係する活性化エネルギーが 10 倍異なっても予測結果の違いは 2 倍程度であること、ボルトの締め付け時に発生するボルト応力のばらつきによる予測結果への影響がほとんどないこと等を明らかにすることで、第 5 章で実施した予測結果の信頼性を検証した。さらに当保全計画方法が制御棒クラスタ案内管の磨耗についても適用性があることを示した。

第 7 章では、機能維持に着目した保全計画方法の実機適用時の効果について、制御棒クラスタ案内管の検査結果を例にとり、予測式が運用の過程で安全側の予測結果を与えない場合でも、当保全計画方法が目的としている設備の機

能を維持する運用が可能であるとの見通しを示した。また、検査の合理化効果（コスト）を試算し、当方法の有効性を示した。また、今後の展望として、当方法による保全計画の検討過程で得られた成果を活用することで、ボルト首下形状の変更による応力緩和や、IASCC 感受性発生に対する中性子照射量のしきい値を高くすることが IASCC に対する保全対策として効果が大きいこと等、保全に対して有効な対策を提案できることを示した。

第 8 章では本研究で得られた各章の結果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、我が国で貴重なエネルギー源である原子力発電所の安全な維持・管理を進めることの必要性に注目し、原子力発電設備の一つである加圧水型原子炉（以下 PWR と称す）の炉内構造物を取り上げ、中性子照射による照射誘起型応力腐食割れ（以下 IASCC と称す）に対しての新しい保全計画方法の提案を行っている。IASCC の事例については、既に国外では高経年の発電機器での炉内構造物に発生した例が報告されているものの、長期にわたっての実験データの採取は容易でなく、いかに保全対策をとるべきかについて、経験的な手法以外に実用的な手法の無いのが実情である。本論文は、従来の知見を基に検査期間を設定しつつも、各段階での検査結果を活用して、構造の機能維持を考慮したときの適正な保全計画決定手法を提案したものである。

本論文の主な新しい着目点とその結論は以下の通りである。

- (1) PWR プラントの炉内構造物における IASCC による損傷評価に基づく管理・保全の重要性について高経年プラントの損傷解析等から明確にし、未だ劣化事象は評価方法が確立していない IASCC と磨耗（制御棒クラスタ案内管）を例にとり、まず、検討対象の絞り込みと従来データの整理を行っている。その上で、現状の炉内構造物の IASCC の実験データや知見に基づく外挿手法による IASCC 発生予測の問題点を抽出するとともに、IASCC の原因が究明され、データの蓄積により予測手法が確立されていない状況でも、IASCC についての従来のデータや知見を最大限に活用し、検査等の合理化を図りつつ安全性を確保するための、機能維持に着目した保全計画方法を提案している。
- (2) 提案している保全計画方法は、対象設備の継続使用の制限値の決定の方法と、実験データと検査実績を組み合わせることで予測結果の信頼性の向上を図る経年劣化の予測方法からなり、機能維持に着目した保全計画方法を IASCC の評価対象部位に具体的に適用し、IASCC に対する実用できる保全計画を策定し、また、その予測精度や主要支配因子などの明確化を行っている。
- (3) 更に、機能維持に着目した保全計画方法の実機適用時の効果について、制御棒クラスタ案内管等を例にとり、予測式が運用の過程で安全側の予測結果を与えない場合でも、当保全計画方法が目的としている設備の機能を維持する運用が可能であるとの見通しを得て、検査コスト等の合理化効果を具体的に試算し、その効果を明確にしている。

以上のように、本論文では、提案する保全計画が実プラントの保全にとって有用なものであると共に、その成果を活用することで、種々の部位の特徴を踏まえて保全に対しての有効な対策の提案に結びつく等、原子力発電プラント等の機能維持のための安全な保全対策に有用な知見を得ている。その成果は、原子力構造の安全性の評価に新たな知見を与えると共に、一般的な構造での機能維持基準のあり方に指針を与えるものであり、構造安全性工学・生産科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。