The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	非破壊手法による原子力発電所構造材料の劣化診断
Author(s)	河口, 恭寛
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44973
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　河口恭寛（かわぐち　やすひろ）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　18772　号

学位授与年月日　平成16年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当
工学研究科原子力工学専攻

学位論文名　**非破壊手法による原子力発電所構造材料の劣化診断**

論文審査委員　（主査）
教　授　山中　伸介
（副査）
教　授　西嶋　茂宏　　助教授　山本　孝夫　　助教授　宇埜　正美

論文内容の要旨

本論文は、原子力発電所の1次系機器の構造材料として用いられている2種類のステンレス鋼に関し長期間使用した場合の材料劣化を非破壊的に検出する技術について研究した成果をまとめている。

第1章では、本研究の背景として原子力発電所の長期運転に関わる課題と材料劣化に対する非破壊検査技術の開発の必要性について述べ、劣化診断の対象とする経年変化事象としてオーステナイト系ステンレス鋼の疲労と鋳造2相ステンレス鋼の熱時効を選定している。

第2章では、オーステナイト系ステンレス鋼（SUS316鋼）の疲労を陽電子消滅法により非破壊的に評価する技術を開発することを目的とし、ドップラー幅広がりによる陽電子消滅法を用いて、オーステナイト系ステンレス鋼SUS316の疲労試験片を測定し、疲労損傷程度と陽電子消滅法で測定されるSパラメータとの関係を詳しく調べ、疲労損傷度の評価方法を示している。また、実際に原子力発電所で長期間使用した配管材料の陽電子消滅法による測定を試み、疲労損傷評価を行っている。ついで、陽電子寿命β^{+}-γ同時計測測定による陽電子消滅法で疲労試験片の測定を行い疲労の進行に伴う陽電子寿命の変化を示すと共に、ドップラー幅広がり測定との比較、評価を行っている。

第3章では、鋳造2相ステンレス鋼の熱時効による靭性などの機械的性質の変化を、熱起電力法により検出し評価する技術を開発することを目的とし、まず、熱起電力法を含めた5種類の非破壊手法の比較を行い、鋳造2相ステンレス鋼の熱時効評価における熱起電力法の有効性を示し、次いで熱起電力と機械的性質の関係を明らかにしている。また、熱時効に伴う熱起電力の変化について、スピノーダル分解によるCr濃度変調と微小領域における熱起電力の関係からそのメカニズムを示している。さらに、理論的な観点より、熱起電力はフェルミレベルでの電子状態に深く関連することから、X線光電子分光法（XPS）により価電子領域の電子状態を測定することにより、Cr濃度と熱起電力との関係について明らかにしている。

第4章は結論であり、本研究で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、原子力発電所の1次系機器の構造材料として用いられている金属材料の経年劣化を非破壊的に検出する

技術を開発することを目的としている。

原子力発電所の長期運転に関わる課題として材料劣化に対する非破壊検査の充実が求められ、材質的な変化や従来の検査技術では検出が困難な微視的欠陥を検出する技術の開発が必要とされている。

本論文は、経年変化事象としてオーステナイト系ステンレス鋼の疲労と鋳造２相ステンレス鋼の熱時効を取り上げ、それらを非破壊的に評価する技術について研究した成果をまとめたものである。

主な成果は以下のように要約できる。

オーステナイト系ステンレス鋼の疲労に関しては陽電子消滅法により評価する技術を開発することを目的とし、ドップラー幅広がりによる陽電子消滅法を用いて、オーステナイト系ステンレス鋼 SUS316 の疲労試験片を測定し、疲労損傷程度と陽電子消滅法で測定される S パラメータとの関係を詳しく調べ、疲労損傷度の評価方法について示している。また、実際に原子力発電所で長期間使用した配管材料の陽電子消滅法による測定を試み、疲労損傷評価を行っている。ついで、陽電子寿命 β^{+}-γ 同時計測測定による陽電子消滅法で疲労試験片の測定を行い疲労の進行に伴う陽電子寿命の変化を示すと共に、ドップラー幅広がり測定との比較、評価を行っている。

鋳造２相ステンレス鋼の熱時効に関しては、熱起電力法により評価する技術を開発することを目的とし、まず熱起電力法を含めた５種類の非破壊手法の比較を行い、鋳造２相ステンレス鋼の熱時効評価における熱起電力法の有効性を示し、次いで熱起電力と機械的性質の関係を明らかにしている。また、熱時効伴う熱起電力の変化について、スピノーダル分解による Cr 濃度変調と微小領域における熱起電力の関係からそのメカニズムを示している。さらに、理論的な観点から、熱起電力はフェルミレベルでの電子状態に深く関連することから、X 線光電子分光法（XPS）により価電子領域の電子状態を測定することにより、Cr 濃度と熱起電力との関係について明らかにしている。

以上のように、本論文は原子力発電所の構造材料の非破壊的劣化診断に関して、重要な知見を与えており、これらの知見は原子力工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。