



Title	中性子照射されたステンレス鋼の粒界割れ感受性評価に関する研究
Author(s)	森澤, 潤一郎
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42692
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	もり さわ じゅん いち ろう 森 澤 潤 一 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 7 8 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 12 年 11 月 27 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	中性子照射されたステンレス鋼の粒界割れ感受性評価に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 柴 田 俊 夫 (副査) 教 授 永 井 宏 教 授 南 埜 宜 俊 講 師 西 本 和 俊

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、中性子照射済みオーステナイト系ステンレス鋼の特性変化、とくに未だほとんど着手されていない、水素処理したステンレス鋼の粒界割れ感受性の評価について検討し、その感受性が照射量に依存する特性変化を見出すとともに、その感受性の非破壊的検出法を提案したものであって、全 8 章より構成されている。

第 1 章では、本研究の着手に至った背景と動機及び研究の目的と本論文の構成について述べている。

第 2 章では、高照射 ($1.3 \times 10^{25} \text{ n/m}^2$ ($E > 1 \text{ MeV}$)) オーステナイト系 SUS304 ステンレス鋼においては、高温高圧水中低ひずみ速度引っ張り試験法 (SSRT) において溶存酸素濃度を 1 ppm 未満にしても、粒界割れ感受性は消失しないことを見出している。すなわち、高照射 SUS304 鋼には、水素誘起割れ感受性あるいは粒界の脆化感受性の生じる可能性を見出している。本研究では、粒界割れ感受性に着目し、その評価に関する研究を行っている。

第 3 章では、水素誘起割れ感受性に及ぼす水素含有量の影響を確認するため、まず照射済み SUS304 鋼中の含有水素量を測定している。含有水素量は照射量の増加とともに増加し、その値は計算生成水素量に低照射域 ($\leq 5 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$) の含有水素量を加えた値とほぼ同じであることを明らかにしている。照射量の増加に伴う水素量の増加因子は主に核変換によって生成される水素によっていることを明らかにしている。

第 4 章では、鋼中水素の水素誘起割れに及ぼす影響を確認するため、不活性ガス (Ar) 中で SSRT 試験を実施し、極低歪速度 ($1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$) での試験においても、水素誘起割れは認められないことを確認している。

第 5 章では、粒界割れ感受性を簡便に評価出来る方法を、非照射、鋭敏化材を用いて検討し、電解水素添加法により水素を添加後水素除去を行い、その後繰返し水素添加除去を行った後 SSRT 試験を行うことによって、粒界割れ感受性をより敏感に確認できることを明らかにし、これを水素処理法と呼び、本方法が照射材の粒界割れ感受性評価に適していることを明らかにしている。

第 6 章では、第 5 章で提案した水素処理法を用いて照射済み SUS304 鋼の粒界割れ感受性を評価し、照射量依存性を確認している。照射材は、照射量が $4.6 \times 10^{25} \text{ n/m}^2$ で、粒界割れ感受性が現われ、照射量が増すにしたがって感受性はさらに大きくなることを明らかにしている。

第 7 章では、SQUID センサを用いて、磁気的特性から中性子照射材の粒界割れ感受性の出現を予測できることを明らかにしている。

第 8 章では、本研究で得られた主たる成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

日本の総発電量に占める原子力発電の割合は、約36%に達し、我が国のエネルギーの安定供給にとって極めて重要なエネルギー源である。いうまでもなく原子力発電所を安全に運転することは最も重要な技術的課題である。一方稼働期間の長い原子力発電所が増えてきているため、中性子照射による原子炉構造部材の経年変化現象についてその物理的内容を明らかにし、予防保全に資することが原子炉材料技術の重要課題となってきた。本研究は軽水炉で生じる経年変化現象の一つである照射誘起型応力腐食割れ (IASCC) について、実炉照射材を用いて検討した結果をまとめたものであって、主な結果は以下のとおりである。

- 1) 高照射 ($1.3 \times 10^{26} \text{ n/m}^2$ ($E > 1 \text{ MeV}$)) したオーステナイト系 SUS304 ステンレス鋼について、高温高圧水中 SSRT 法を用いて、割れ感受性を検討し、溶存酸素濃度を 1 ppm 未満にしても、粒界割れ感受性は消失しないことを見出している。すなわち、高照射 SUS304 鋼には、水素誘起割れ感受性あるいは粒界の脆化感受性の可能性のあることを見出している。
- 2) 照射済み SUS304 鋼中の含有水素量を測定し、含有水素量が照射量の増加とともに増加し、その値は計算生成水素量に低照射域 ($\leq 5 \times 10^{24} \text{ n/m}^2$) の含有水素量を加えた値とほぼ同じであることを見出し、照射量の増加に伴う水素量の増加因子は主に核変換によって生成される水素によっていることを明らかにしている。
- 3) 不活性ガス (Ar) 中で SSRT 試験を実施し、極低歪速度 ($1 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$) での試験においても、水素誘起割れは認められないことを確認している。
- 4) 非照射の鋭敏化材を用いて、電解水素添加法によって水素添加後水素除去を行い、その後さらに繰返し水素処理を行った後、SSRT 試験を行うことによって、粒界割れ感受性をより敏感に確認できることを見出すとともに、本水素処理法が照射材にも適用できることを明らかにしている。
- 5) 水素処理法を用いて照射済み SUS304 鋼の粒界割れ感受性を評価し、照射量依存性を確認している。照射材は、照射量が $4.6 \times 10^{25} \text{ n/m}^2$ で、粒界割れ感受性が現われ、照射量が増すにしたがって感受性はさらに大きくなることを明らかにしている。
- 6) SQUID センサを用いて、磁気的特性から中性子照射材の粒界割れ感受性の出現を予測できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、原子力発電所の経年変化において重要な中性子照射による粒界割れ感受性の評価法として繰返し水素処理法や磁氣的検出法の有効性を実証したものであって、金属材料工学および環境材料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。