

Title	BWRにおける耐食性材料の腐食評価と防食に関する研究
Author(s)	逸見, 幸雄
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38587">https://hdl.handle.net/11094/38587</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>〉</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 逸 見 幸 雄

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 1 1 3 7 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 6 年 2 月 28 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 BWR における耐食性材料の腐食評価と防食に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 三 宅 千 枝

教 授 柴 田 俊 夫 教 授 三 宅 正 宣 教 授 岡 田 東 一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、BWRにおける耐食性材料の腐食評価と防食に関する研究の成果をまとめたもので次の8章から構成されている。

第1章においては、BWRにおける水化学・材料関連研究の歴史的経緯を踏まえ、本研究の位置付けを行うとともに、研究の展開について概括している。

第2章においては、BWR原子炉一次系各部位の通常運転時および水素注入時の水質を水の放射線分解モデルを用いて評価している。この結果、通常運転時の炉心部および炉心外の構造材料の腐食に対し、それぞれ過酸化水素および酸素が主要な役割を果たすことが示され、また、水素注入時では、高濃度の水素が主要な役割を果たすことが示されている。

第3章においては、第2章で評価した水質条件下でのステンレス鋼、インコネルおよびステライトなどの耐食性材料の腐食挙動や腐食生成物の移行挙動に関連する腐食生成物の安定形態や溶解度について熱力学的評価を行っている。また、酸素、水素、過酸化水素等の腐食反応への寄与について電気化学に基づく動力学的考察を行っている。

第4章では、 $\gamma$ 線照射施設に設置した腐食試験装置を用いて通常運転時および水素注入時の炉心外水質を模擬した環境下でのステンレス鋼の腐食試験結果を示している。ステンレス鋼の腐食皮膜の生成および金属溶出挙動の水質依存性は、溶解度やアノード分極挙動と良い対応を示し、ステンレス鋼の低い腐食性は、相異なる水質環境で安定化する $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ とクロムスピネルの相互補完効果によることを明らかにしている。

第5章では、同上の腐食試験装置を用いて通常運転時の炉心水質を模擬した環境下での耐食性材料の腐食試験結果を示している。インコネルX750の腐食速度は、過酸化水素により大幅に加速される。また腐食抑制方法について検討し、腐食速度および皮膜性状の両面より高温大気酸化処理の有効性を確認している。その高い防食性は、外層 $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ および内層 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ の2層構造にあることが示されている。

第6章では、水素注入時の炉心水質を模擬した環境下でのステンレス304鋼、インコネルX750およびステライト#6の腐食試験結果を示している。腐食挙動と合金組成および水質との関連は、上記熱力学的および電気化学的検討結果と良く一致している。

第7章においては、第4～6章において得られた腐食データについて、Wagnerの腐食速度理論に基づいた評価を行い、実測腐食速度の妥当性を検証している。皮膜中の金属イオンの拡散が腐食を律速しており、フェライトで被覆

されたクロム酸化物層の2層構造の有無が防食上重要であることを示している。また、全面腐食抑制の観点より、水素注入した若干還元性の水質環境が望ましく、 $Zn^{2+}$  や  $MoO_4^{2-}$  の添加が有望と推察される。

第8章には、試験および理論の両面より得られた本研究の結論が示されている。

### 論文審査の結果の要旨

軽水炉の定期検査時の被ばくの低減化および材料の健全性向上は、原子炉水化学における最重要課題の1つである。本研究は、沸騰水型原子炉一次系における材料腐食の問題を対象とし、耐食性材料の腐食評価と防食に関して行われた研究をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) BWR 原子炉一次系各部位の通常運転時および水素注入時の水質を水の放射線分解モデルを用いて評価した結果、通常運転時の構造材料の腐食に対しては、過酸化水素および酸素が、また、水素注入時では、水素が主要な役割を果たすことを明らかにしている。
- (2) ステンレス鋼、インコネルおよびステライトなどの耐食性材料の腐食挙動ならびに腐食生成物の安定形態や溶解度について熱力学的評価を行っている。
- (3)  $\gamma$  線照射施設に設置した腐食試験装置を用いて通常運転時および水素注入時の炉心外水質を模擬した環境下でのステンレス鋼の腐食試験結果を示している。ステンレス鋼の低い腐食性は、相異なる水質環境で安定化する  $NiFe_2O_4$  とクロムスピネルの相互補完効果によることを明らかにしている。
- (4) (3) の腐食試験装置を用いて通常運転時の炉心水質を模擬した環境下での耐食性材料の腐食試験結果を示している。インコネルX750の腐食速度は、過酸化水素により大幅に加速される。また、腐食抑制方法について検討し、高温大気酸化処理の有効性を確認している。
- (5) 水素注入時の炉心水質を模擬した環境下でのステンレス304鋼、インコネルX750およびステライト#6の腐食試験結果から腐食挙動と合金組成および水質との関連は、熱力学的および電気化学的検討結果と良く一致することを示している。
- (6) 皮膜中の金属イオンの拡散が腐食を律速しており、フェライトで被覆されたクロム酸化物層の2層構造の有無が防食上重要であることを明らかにし、また、水素注入した若干還元性の水質環境が望ましく、 $Zn^{2+}$  や  $MoO_4^{2-}$  の添加物が有望であることを推察している。

以上のように本論文は沸騰水型原子炉一次系における水質と耐食性材料の腐食挙動の関連性を明らかにするとともに、腐食抑制方法についても提案、有効性の確認を行っており、原子力工学の原子炉水化学の分野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。