

| | |
|--------------|---|
| Title | 使用済核燃料再処理装置用材料の耐食性に関する研究 |
| Author(s) | 梶村, 治彦 |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | ETD |
| URL | https://doi.org/10.11501/3090007 |
| DOI | 10.11501/3090007 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名 ^{かじ}梶 ^{むら}村 ^{はる}治 ^{ひこ}彦

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 3 2 9 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 年 6 月 1 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 使 用 済 核 燃 料 再 処 理 装 置 用 材 料 の 耐 食 性 に 関 する 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 柴 田 俊 夫

教 授 山 根 寿 己 教 授 三 宅 千 枝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、原子力使用済核燃料再処理装置に使用されるステンレス鋼及びジルコニウムを対象として、再処理溶液中における金属材料の腐食挙動の解析および高耐食材料の開発研究について述べたものであり、その内容は以下の7章から構成されている。

第1章は総論であり、使用済核燃料再処理プロセスおよびその装置材料の使用環境の特徴を概観し、装置材料として使用されるステンレス鋼とジルコニウムの腐食上の問題点と本研究の課題について述べた。

第2章では、再処理環境である高温硝酸溶液中における、使用済核燃料あるいは装置材料としてのステンレス鋼から溶出した金属イオンの硝酸による酸化ならびに腐食加速機構を検討した。すなわち金属イオンは腐食過程のカソード反応として一旦還元され、硝酸沸騰気泡と溶液の界面部において再酸化されて、ステンレス鋼の腐食を加速する機構を明らかにした。

第3章では、 Cr^{6+} を含む硝酸溶液中においては、ステンレス鋼の腐食が粒界腐食優先型で進行することを明らかにし、高耐食性ステンレス鋼の開発には耐全面腐食性ととも耐粒界腐食性が必要であることを示した。この知見に基づき、従来の輸入材よりも耐食性に優れたステンレス鋼、すなわちCr及び微量元素(C,Nb,P)を制御したR-SUS310Nb(25Cr-20Ni-Nb)を開発するとともに、開発した鋼を再処理装置材料として実用に供した結果について述べた。

第4章では、再処理環境である高温硝酸溶液中において、R-SUS310Nb鋼の鍛造材で生じる加工フロー腐食機構とその対策について述べた。加工フロー腐食がインゴットの凝固過程で形成されたCrの負偏析帯の優先腐食と、高Cr部分とのガルバニック腐食の相乗作用によることを解明し、ESR溶解が対策として有効であることを示した。

第5章では、再処理環境において従来鋼よりも格段に優れた耐食性を有する新しいステンレス鋼の開発を行い、約60%の γ 量を有する23Cr-11Ni-3.5Si-0.1Nの二相ステンレス鋼が最も耐食性良好な成分系であることを示した。新ステンレス鋼の実規模の製造を行い、再処理装置用材料として高耐食性であり、かつ機械的性質も良好であることを確認した。

第6章では、純ジルコニウムの再処理環境での耐食性および応力腐食割れ感受性を検討するとともに、Zr-Ti合金が応力腐食割れ感受性に優れていることを見出した。またZr-Ti合金の応力腐食割れ向上機構について急速歪電極法により皮膜破壊—修復の観点から考察した。

第7章では、本研究で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は使用済核燃料再処理プロセスとして用いられている湿式ピュレックス法における装置用材料の腐食機構を検討するとともに、耐食性に優れたステンレス鋼およびジルコニウム合金の開発研究を行った結果について述べたものであって、その主な内容は以下のとおりである。

- (1) 核燃料の溶解に用いる高温硝酸再処理溶液中においては、使用済核燃料あるいは装置用材料としてのステンレス鋼から金属イオンが溶出し、この金属イオンが腐食過程で一旦還元され、硝酸沸騰気泡と溶液の界面部において再酸化されてステンレス鋼の腐食を加速する機構を明らかにしている。
- (2) 再処理溶液中においてステンレス鋼の腐食が粒界腐食優先型で進行することを明らかにするとともに、従来の輸入材よりも耐粒界腐食性に優れたステンレス鋼、すなわちCrおよび微量元素(C,Nb,P)を制御したR-SUS310Nbを開発し、実用に供した結果について述べている。さらに25Cr系オーステナイトステンレス鋼の耐食性に及ぼす種々の合金元素の影響を検討し、Siが耐食性向上に最も有効な元素であることを明らかにしている。二相ステンレス鋼についてもSiが耐食性向上に有効な元素であることを明らかにし、約60%の γ 量を有する23Cr-11Ni-3.5Si-0.1Nの二相ステンレス鋼が従来のステンレス鋼よりも格段に優れた耐食性を示すことを見出し、これを再処理装置用材料へ適用した結果について述べている。
- (3) R-SUS310Nb鋼の鍛造材で生じる加工フロー腐食はインゴットの凝固過程で形成されたCrの負偏析帯の優先腐食と、高Cr部分とのガルバニック腐食の相乗作用によることを明らかにし、この加工フロー腐食はESR溶解によって防止できることを示している。
- (4) 純Zrは再処理環境での耐全面腐食性に優れているが、高酸化性環境で応力腐食割れ感受性を示すことを明らかにするとともに、純ZrよりもZr(5~15%)Ti合金が応力腐食割れ性に優れていることを明らかにしている。またZrおよびZr-Ti合金の応力腐食割れ機構を皮膜破壊—修復の観点から考察している。

以上のように本論文は、核燃料再処理装置用材料の腐食機構を解明するとともに、耐粒界腐食性に優れた新ステンレス鋼の開発ならびにジルコニウム合金の応力腐食割れ挙動の解明に多くの新しい知見を与えており、その成果は腐食防食工学ならびに金属材料学の発展に貢献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。