



Title	軽水炉燃料用ジルカロイ被覆管のノジュラー腐食に関する研究
Author(s)	緒方, 恵三
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39297
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	緒 方 恵 三
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 4 2 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 3 月 3 0 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	軽水炉燃料用ジルカロイ被覆管のノジュラー腐食に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 三宅 正宣 教 授 柴田 俊夫 教 授 三宅 千枝 教 授 岡田 東一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、軽水炉燃料被覆管のノジュラー腐食感受性の評価手法の検討と、腐食の発生成長機構の究明を目的に、ジルカロイ-2被覆管材の炉外腐食試験を行った研究結果をまとめたもので、本文は7章より構成されている。

第1章は序論で、ジルカロイ被覆管の腐食挙動とこれに関連する研究の現状について述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、ジルカロイ-2のノジュラー腐食感受性評価適したに手法を検討するため、炉外水蒸気中腐食試験を実施して、試験条件とノジュラー腐食発生との関係を明らかにし、この評価法の適用性を検証している。

第3章では、ノジュラー腐食に対する材料側の影響因子として、化学成分、集合組織、析出物、及び、製造履歴等を取り上げ、これらの因子と耐食性との相関を検討し、支配する因子は単独ではないが、析出物の大きさおよび数密度がノジュラー腐食耐食性と最も相関があることを見いだしている。

第4章では、ジルカロイ-2の熱処理および表面処理がノジュラー腐食に及ぼす影響を評価して、 $\alpha + \beta$ および β 焼き入れは著しい耐食性改善効果を示す他、ノジュラー腐食発生を抑制する冷間加工効果および助長する表面形状効果を認めるとともに、ノジュラー腐食発生起点は酸化初期段階で決定され、酸化膜の局部的保護性喪失により発生することを示している。

第5章では、ジルカロイ-2試料表面の微小領域での合金成分の濃度を広範囲にわたって測定し、ノジュラー腐食発生との関係を評価している。この結果、ノジュラー腐食はジルカロイ合金成分のうちFe, Cr, Niが欠乏した微小領域を起点として発生すること、 $\alpha + \beta$ および β 焼き入れは合金成分を均一化することによりノジュラー腐食を抑制することを見いだしている。

第6章では、商用BWRで生じた漏えい燃料棒の照射後試験の結果、燃料棒漏えいは、厚い白色酸化膜領域での被覆管肉厚を貫通する局所的な腐食の進行に特徴づけられることを見だし、厚く成長した酸化膜では、水蒸気層形成に伴う伝熱阻害により被膜管温度が上昇し、局所的な酸化が進行し得る可能性を示している。

第7章はまとめて、本研究により得られた結果を総括し、被覆管の耐食性向上に関する指針を示している。

論文審査の要旨の結果

軽水炉燃料用ジルカロイ被覆管の腐食は原子炉炉心の健全性にかかわる最も重要な問題である。一般に腐食の発生条件とその形態は様々であるが、近來注目され始めたノジュラー腐食については、今後の核燃料の高燃焼度化にも対応する上で、その発生成長機構を解明し、被覆管耐食性の改善をはかることが極めて重要な課題である。

本論文は、ジルカロイ-2被覆管材の炉外腐食試験によるノジュラー腐食感受性の評価手法を検討するとともに、その結果から、主として材料因子とノジュラー腐食のかかわりについて研究した結果をまとめたもので、主要な成果は以下の通りである。

- (1) 炉外水蒸気中腐食試験により、試験条件とノジュラー腐食発生の関係を明らかにし、また、同一ロット材料の炉内照射試験結果と比較して、この炉外試験により炉内における材料間の相対的なノジュラー腐食耐食性の評価が得られることを示し、この炉外試験法による腐食評価手法の有用性を明らかにしている。
- (2) 材料側の影響因子として、成分、組織、析出物、製造履歴等を取り上げ、これらの因子とノジュラー腐食耐食性の相関を検討し、析出物の大きさ及び数密度が耐食性と最も大きい相関を持つことを見いだしている。また、製造条件の微妙な違いも耐食性に影響することを見いだしている。
- (3) ノジュラー腐食の発生起点は被覆管表面の酸化初期段階で決まり、酸化膜の局所的な保護性喪失により発生することを示すとともに、表面微小領域でジルカロイ合金成分の濃度分布を測定し、統計的評価から、鉄、クロム、ニッケル成分の濃度分布とノジュラー腐食発生が密度に関係しており、これらの成分分布を均一化することにより、耐食性の向上がはかれることを示している。
- (4) また、商用原子炉での漏洩燃料棒の外面腐食状況を詳細に調べ、以上の知見から、被覆管の局所的な腐食進行過程を明らかにしている。

以上のように、本論文はジルカロイ被覆管のノジュラー腐食に対する耐食性評価手法を明確にするとともに、腐食の発生、成長過程を考察して、耐食性改善に関する重要な知見を得ており、原子力材料工学の発展並びに被覆管性能の高度化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。