



Title	プラント用耐食材料の強度健全性に関する研究
Author(s)	誉田, 登
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40613">https://hdl.handle.net/11094/40613</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	菅田	登
博士の専攻分野の名称	博士(工学)	
学位記番号	第13890号	
学位授与年月日	平成10年3月25日	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻	
学位論文名	プラント用耐食材料の強度健全性に関する研究	
論文審査委員	(主査) 教授 城野 政弘	
	(副査) 教授 久保 司郎 教授 柴田 俊夫 教授 花崎 伸作 教授 三好 隆志 教授 奈賀 正明	

### 論文内容の要旨

本論文は、機械・構造物の寿命・余寿命評価技術の開発および評価精度の向上を目的とし、プラント用の各種耐食材料に対し強度健全性の観点から検討を行ったものである。論文は材料、環境の組合せに対応させ以下の11章により構成されている。

第1章では、本研究の背景および研究目的について述べている。

第2章では、合金化溶融亜鉛めっき鋼板を用い、めっき被膜と母材鋼板との密着強度特性について、はく離荷重とせん断荷重による混合モード負荷条件下での強度評価装置を開発し、破壊挙動を明らかにしている。

第3章では、オーステナイト系ステンレス鋼SUS316Lを合せ材、溶接構造用鋼SM490Aを母材とするクラッド鋼板およびその溶接継手を用い、繰返し荷重下での破壊挙動を観察し、その結果から、界面の疲労強度は圧延圧下率の影響をほとんど受けないこと、ならびにクラッド鋼板は全厚がクラッド鋼と等しいSM490Aの継手と同等の疲労強度を有することを明らかにしている。

第4章では、各種鋼板を用い、室温大気中において疲労き裂進展速度に及ぼす繰返し応力-ひずみ関係の影響を検討し、繰返し軟化量が多い材料ほどき裂開口荷重が高く、疲労き裂進展抵抗が高いことを示している。

第5章では、引張強度600MPa級の海洋構造物用鋼材を用い、腐食ピットを模擬した微小切欠き材により3.5%NaCl水溶液中腐食疲労き裂発生寿命を検討し、応力と切欠き形状をパラメータとして腐食疲労き裂発生寿命の推定式を提案している。

第6章では、各種鋼材を用い、ノルマルヘキサンの有機溶媒中において疲労強度に及ぼすアクリル酸濃度の影響を検討し、アクリル酸濃度が3%において金属表面に環境遮断性に優れた皮膜が生成し、疲労寿命が大気中に比べ大きく延伸する場合のあることを示している。

第7章では、各種造船用鋼板を用い、水素侵入環境における疲労き裂進展速度を調べ鋼材の平均水素濃度が低くても疲労き裂先端に水素が凝集するため進展速度が加速することを明らかにしている。また、ミクロ組織の影響を検討し、ペイナイト組織では加速の抑制効果のあることを示している。

第8章では、Ni基合金のMA600、TT600およびTT690を用いて、高温高圧水環境での応力腐食割れに対する進展下限界特性を高応力比条件下で評価している。その結果、一次水環境ではTT600の下限界特性がMA600のそれより優れていることを明らかにしている。また、下限界特性とSCC試験結果を組合せることにより粒界腐食速度に及ぼ

す負荷応力の影響を推定し、実機の低応力下での寿命推定法を提案している。

第9章では、使用済み核燃料再処理溶解槽の候補材、純Zrを用い、再処理環境下の腐食疲労特性を検討し、純Zrは再処理環境下の長寿命域で優れた疲労強度を有することを示している。

第10章では、前章と同じ純Zrを用い腐食摩耗特性を評価し、再処理環境では室温大気中に比べ摩耗量が増大することを示している。

第11章は総括であり、各章の成果を取りまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

機械・構造物の巨大化、高機能化にともない、リスク管理上構造材料に対する強度健全性評価は近年ますます重要なとなっている。本論文は、機械・構造物の寿命・余寿命評価技術の開発および評価精度の向上を目的とし、プラント用の各種耐食材料に対し強度健全性の観点から検討を行った研究の成果をまとめたものであり、得られた主な知見は以下の通りである。

- (1)表面被覆材としてめっき被膜を取り上げ、はく離荷重とせん断荷重による混合モード負荷条件下でのめっき被膜と母材鋼板との密着強度評価法を開発し、破壊基準が純せん断強度と純はく離強度を通る1/4だ円で近似できることを明らかにしている。
- (2)オーステナイト系ステンレス鋼を合せ材、溶接構造用鋼を母材とするクラッド鋼板およびその溶接継手に対する繰返し荷重下での破壊挙動の検討から、界面の疲労強度は圧延圧下率の影響をほとんど受けないこと、ならびにクラッド鋼板は全厚がクラッド鋼と等しい母材継手と同等の疲労強度を有することを明らかにしている。
- (3)海洋構造物用鋼材について、腐食ピットを模擬した微小切欠き材の腐食疲労き裂発生寿命の検討から、き裂発生寿命が破断寿命に占める割合を明らかにするとともに腐食疲労き裂発生寿命が応力と切欠き形状をパラメータとした推定式で見積もれることを示している。
- (4)各種造船用鋼板について、水素侵入環境における疲労き裂進展速度の検討から、鋼材の平均水素濃度が低くてもき裂先端に水素が凝集するため進展速度が加速することを明らかにしている。また、ミクロ組織の影響を検討し、ペイナイト組織では加速の抑制効果のあることを明らかにしている。
- (5)原子力プラント用耐食材料であるNi基合金について、高温高圧水環境での応力腐食割れに対する進展下限界特性を検討し、一次水環境ではTT600の下限界特性がMA600のそれより優れていることを明らかにするとともに、下限界特性とSCC試験結果を組合せることにより粒界腐食速度に及ぼす負荷応力の影響が推定でき、実機の低応力下での寿命推定が可能であることを示している。
- (6)使用済み核燃料再処理溶解槽の候補材純Zrについて、再処理環境下の腐食疲労特性と摩耗特性を検討し、純Zrは再処理環境下の長寿命域で優れた疲労強度を有するが、再処理環境では室温大気中に比べ摩耗量が増大することを明らかにしている。

以上のように本論文は、プラント用耐食材料の環境強度評価手法に関し広い観点から検討を加えたもので、プラント用耐食材料の寿命・余寿命評価精度の向上に関し多くの知見を得るとともに実機の設計、強度評価に対し有用な指針を与えており、材料強度学および機械設計学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。