

Title	火力発電ボイラの腐食防止技術と耐食性材料の開発
Author(s)	梶ヶ谷, 一郎
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/42711
DOI	
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	梶ヶ谷 一郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15669 号
学位授与年月日	平成12年7月31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	火力発電ボイラの腐食防止技術と耐食性材料の開発
論文審査委員	(主査) 教授 柴田 俊夫
	(副査) 教授 永井 宏 教授 原 茂太 助教授 谷口 滋次

論文内容の要旨

電力の安定供給の点から、火力発電用ボイラの主要耐圧部の腐食防止は重要な技術課題である。本論文は最近のボイラが直面している腐食損傷の問題点である高温腐食、腐食疲労を中心に腐食防止技術に関する研究、および新しい耐食性材料開発に関する研究について述べたものであり全8章から構成されている。

第1章では火力発電プラントの社会的、技術的背景を述べるとともに研究の目的を述べている。

第2章では、最新の火力発電用ボイラの構造および材料を調査し、火力発電用ボイラが直面している腐食損傷の問題点と課題について述べている。

第3章では石油コークス、高S分の国内炭、低S分の海外炭をそれぞれ燃焼するボイラの火炉壁管減肉調査、実験室腐食試験および火炉壁近傍での燃焼ガスの高温平衡組成計算結果を基に、低NO_x燃焼下における火炉壁管の硫化腐食防止技術の研究を行い、腐食環境を燃焼ガス中の擬平衡硫黄分圧(P_{S₂})、酸素分圧(P_{O₂})と管表面温度でのFe-S-O系相平衡状態図を用いて予測できることを明らかにしている。また、上記の角析結果を基に、火炉壁管近傍の雰囲気ガス組成を改善させることにより腐食速度を50μm/year以下に低減可能とする新バウンダリーエアシステムを開発し実機へ適用した結果を述べている。

第4章では、ボイラの周壁を構成する水壁管の腐食疲労損傷調査および高温高圧純水中での腐食疲労試験結果から、孔食の成長と起動停止時の熱応力によるき裂の進展の双方を組み合わせた新しい腐食疲労寿命評価式を開発している。また、この評価式によって最近の頻繁な起動停止運転により損傷事故が生じた発電プラントの水壁管の腐食疲労寿命予測に成功した結果を述べている。

第5章では、今後の火力発電プラント用新燃料として使用が見込まれているオリマルジョンについて、燃焼試験における付着灰性状分析および高温腐食試験結果から燃料中のMg、Pb、Znなどの金属分が高温腐食に及ぼす影響を明らかにしている。さらにオリマルジョンを含む重質油燃焼発電プラントに対して、25%Cr系鋼などの最新の過熱器管材料を用いて主蒸気条件593℃を採用する高効率発電プラントの設計について述べている。

第6章では、従来から広く使用されてきたSUS310Sに比較して耐食性、高温強度、溶接性および経済性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼NAR-AH-4(主成分0.3%Si-0.07%C-23%Cr-11.5%Ni-0.2%N-Ce-B(mass%))を開発し、新しい石炭利用高効率発電プラントである加圧流動層複合発電プラントの高温部用耐食性材料として実用化したことを述べている。

第7章では、苛酷な高温腐食の環境下で使用されるボイラ過熱器管の腐食防止技術として、従来の伝熱管外面にCO₂レーザにより耐食性材料（SUS310S）を被覆する耐食用クラディング管の製作、性能に関する研究を行い、実用化の可能性を明らかにしている。

第8章において、上述の結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

我が国の全発電設備のうち60%以上を占めている火力発電設備の損傷発生には、溶接欠陥、疲労および腐食による損傷が大きな比率を占めている。そのため腐食損傷を未然に防止する設計と、稼動後の防食対策、防食管理がプラントの安定運用上重要な課題である。以上の背景から、本研究は石炭焚超高温プラント（USC）、加圧流動層複合発電プラント（PFBC）の腐食損傷原因の解明と腐食防止対策技術の確立、および新しい耐熱用オーステナイト系ステンレス鋼およびボイラ伝熱管の表面に耐食性材料を被覆するレーザクラディング技術の開発を行ったものであって、主な成果は以下のとおりである。

- 1) 石油コークス、S分を3 mass%以上含む三池炭および低S分の海外炭を燃焼する3基の火力発電ボイラに対する火炉壁管減肉調査結果、実験室腐食試験および熱力学的検討結果から、最近の低NO_x燃焼下における火炉壁管の還元性ガスによる硫化腐食防止対策を検討し、火炉壁での腐食環境を空気比、燃料性状から求めた燃焼ガス中の硫黄分圧（P_{S₂}）、酸素分圧（P_{O₂}）により予測可能であることを見出している。さらに硫化腐食防止対策として、火炉壁管の近傍に少量の空気を投入して雰囲気ガスの組成を改善させる新バウンダリーエアシステム（ABAS）を開発し、国内最大容量の自家発電用石炭焚ボイラをはじめ合計4基に適用している。
- 2) ドラムボイラ、超臨界圧貫流ボイラの水壁管の腐食疲労に対して、腐食による孔食の成長と熱応力によるき裂の進展の相互作用を考慮した腐食疲労寿命評価式を提案し、さらに大容量発電プラントの水壁管の損傷解析に、本腐食疲労寿命評価式を適用して実寿命予測を行っている。
- 3) 新しい重質油系燃料であるオリマルジョンは、従来の重質油に比較しS、V、Na分が多く、かつPb、Znなどの金属分も含まれているが、燃料中のMg分の腐食抑制効果を活かすことが可能であり、低空気比燃焼、25Cr系材料の適用と合わせるにより過熱器管の高温腐食防止対策が可能であることを明らかにしている。
- 4) 添加元素の影響調査試験をもとに新合金設計を実施し、1000℃までの石炭燃焼ガス環境で、従来から広く使用されているSUS310Sに比較して格段に優れた性能を有するNAR-AH-4（0.3%Si-0.07%C-23%Cr-11.5%Ni-0.2%N-Ce-B（mass%））を開発している。
- 5) 苛酷な高温腐食の環境下で使用されるボイラ過熱器管の腐食防止技術として、従来の伝熱管外面にCO₂レーザにより耐食性材料（SUS310S）を被覆する耐食用クラディング管の製作、性能に関する研究を行い、実用化の可能性を明らかにしている。

以上のように、本論文は、石炭焚超高温プラント（USC）、加圧流動層複合発電プラント（PFBC）の腐食損傷原因の解明と腐食防止対策の確立、および新しい耐熱用オーステナイト系ステンレス鋼およびボイラ伝熱管の表面に耐食性材料を被覆するレーザクラディング技術の開発を行ったものであって、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。