

論文内容の要旨

※ 論文内容の要旨を以下確認する。

論文審査会委員会

主査 徳納 一成

専攻長
(博士後期課程) 井上 孝司

委員 蔦森 秀夫

町屋 修太郎

松永 克志

申請者	宮島 正道	世話指導専攻	材料・環境工学	世話指導教授	徳納 一成 教授
最終学歴	京都大学工学部合成化学科卒				
現職	中部電力株式会社火力センター 発電部環境化学課勤務				
論文題目：火力発電ボイラ用鋼材の水環境下における腐食抑制に関する研究					

要旨

<p>火力発電プラントの各機器は、炭素鋼・低合金鋼などの鉄系材料が使用されており、高温高圧の熱水中における腐食によるスケール生成が主要な問題である。このうちマグネタイト (Fe_3O_4) とヘマトイト (Fe_2O_3) は不働態であり、表面に均一に生成すると腐食抑制の効果がある。</p> <p>プラントを安全・安定・経済的に運転するためには、構成機器材料の腐食を最小限にする必要があり、不働態を表面に均一に形成させて防食を行なっている。その</p>

申請者〔宮島 正道〕

水質基準値は、圧力・温度が高くなるほど沸騰伝熱面での不純物の濃縮現象が顕著になるため、生成するスケールを最小限にするように給水およびボイラ水の水質はより厳しく管理するように設定されている。

火力発電設備の大容量化および蒸気条件の高温高压化のため、貫流ボイラが採用される際に、波状のマグネタイトスケール生成に起因するボイラ差圧の上昇等の設備信頼度を脅かす事象が生じた。

一方、ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC)では、現在、流れ加速型腐食(FAC)の問題が世界的な重要課題の一つとなっている。また、脱酸素剤として注入するヒドラジンは、発がん性が指摘され、労働安全衛生法やPRTR法(特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律)により、国内において、これまで以上に厳格な管理が求められるようになった。

このような背景を踏まえ、現状の事業用火力発電設備の中で主流を占める、安価な石炭を燃料にすることが可能な貫流ボイラおよび二酸化炭素(CO₂)排出原単位も小さく、かつ、クリーンで高効率を実現したコンバインドサイクルプラントの排熱回収ボイラの主要設備を構成する鋼材の腐食等に関する諸課題への対策として、新たなボイラ給水処理を開発・実用化することを目的に研究に取り組んできた。

まず，第 1 章では，研究の背景・火力発電プラントの概要・貫流ボイラと排熱回収ボイラの障害事例を整理し，研究の目的と内容を明確にした．

第 2 章では，貫流ボイラにおける従来の徹底的な溶存酸素の除去とは反対に， $20\sim 200\mu\text{g/L}$ の微量の酸素を注入して，低合金鋼等の鋼材の表面にヘマタイト(Fe_2O_3)の平滑かつ緻密な不動態皮膜を形成するボイラ給水処理[酸素処理(OT)]法の開発・実用化に関して，①最適水質条件の確立，②最適導入方法の検討，③脱気器・電磁フィルター・復水脱塩装置の運用方法の確立，④起動・停止時の運用方法の確立，⑤主要機器への影響検討，⑥酸素に起因する障害と対策の確立，⑦タービン材の応力腐食割れ(SCC)試験，⑧化学洗浄実施時期の判定基準・洗浄方法の確立，⑨酸素処理法の適用効果の検証を実施した．

第 3 章では，排熱回収ボイラにおける揮発性物質処理[AVT(R)]およびボイラ停止・保管時に使用されるヒドラジンは，世界保健機関(WHO)からヒトに対する発癌性が指摘されており，国内でも労働安全衛生法・PRTR法の対象物質となっていたため，環境・安全衛生に配慮したヒドラジン(N_2H_4)を使用しない水処理および停止・保管方法の開発・実用化に関して，①通常運転時の水質条件の確立，②主要機器への影響検討，③アンモニア(NH_3)によるボイラ停止・保管方法の確立について述べた．

さらに，第4章では，排熱回収ボイラの給水・ボイラ水にヒドラジン(N_2H_4)を注入せずに，積極的に $5\sim 20\mu\text{g/L}$ の微量の酸素を注入して，鋼材の表面にヘマタイトの平滑かつ緻密な不動態皮膜を形成することにより，低圧系統における流れ加速型腐食(FAC)と高圧系統におけるスケールリングとアルカリ腐食を抑制する酸化型揮発性物質処理法[AVT(O)]の開発・実用化に関して，①流れ加速型腐食(FAC)に及ぼす環境の影響検討，②酸素注入方法および設備の検討，③運用方法の確立，④水質と主要機器への対策の検討を実施した。

最後に，第5章では，本研究で得られた結果と成果を総括し，さらに今後の展望について述べた。

これらの成果として，火力発電プラントの給水・ボイラ系統における鋼材のスケール生成に起因する諸課題を解決する方法として，①貫流ボイラへの酸素処理法(OT)，②コンバインドサイクルプラント(CCP)排熱回収ボイラ(HRSG)へのヒドラジン(N_2H_4)無注入の揮発性物質処理法[AVT(LO)]および③酸化型揮発性物質処理法[AVT(O)]の開発と実用化に成功した。なお，本成果は，日本工業規格JIS B8223「ボイラの給水およびボイラ水の水質」の平成26年度改正原案案に反映され，審査中である。