

審査結果の要旨

審査委員会

審査員主査
博士後期課程
専攻長

徳納 一成

審査員

井上 孝司

審査員

町屋 修太郎

審査員

松永 克志

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

申請者：

宮島 正道

(論文博士)

審査要旨

火力発電プラントでは、従来は、給水・ボイラ水中の溶存酸素(DO)が鋼材を腐食させる要因となるため、脱酸素剤として発がん性を有するヒドラジン(N_2H_4)を添加し、極力 DO を除去するための揮発性物質処理法[AVT(R)]が適用されていた。このような背景を十分に勘案し、本論文において申請者は、現状の火力発電の中で主流を占める貫流ボイラおよび排熱回収ボイラ(HRSG)の主要設備を構成する鋼材の腐食等に関する諸課題を明確にしている。

明確にされた諸課題をもとに、申請者は、先ず、貫流ボイラにおける波状のマグネタイト(Fe_3O_4)スケール生成に起因するボイラ差圧の上昇等の問題に対し、 $20\sim 200\mu g/L$ の微量の酸素を注入して鋼材の表面にヘマタイト(Fe_2O_3)の平滑かつ緻密な不働態皮膜を形成する酸素処理法(OT)を開発し実用化している。

次に、脱酸素剤として注入する N_2H_4 が、発がん性が指摘される点については、HRSG では復水器等の機械的脱気により、DO はほとんど除去できている点に着目し、環境・安全衛生に配慮した N_2H_4 を使用しない揮発性物質処理法[AVT(LO)]および停止・保管方法を開発し実用化している。

さらに、HRSG では流れ加速型腐食(FAC)の問題が世界的な課題の一つとなっているため、 N_2H_4 を無注入とするだけでなく、むしろ $5\sim 20\mu g/L$ の微量の酸素を注入して、鋼材の表面に Fe_2O_3 の不働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)を抑制する新たな酸化型揮発性物質処理法[AVT(O)]を開発している。

以上、本論文では、これらの研究に関わる一連の成果について、各章ごとに詳細に報告し、新たな給水処理法を採用する上での重要なデータとなっていることを示している。

申請者 [宮島 正道]

本論文は全5章で構成されている。

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ている。

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、20~200 $\mu\text{g/L}$ の微量の酸素を注入して、低合金鋼等の鋼材の表面に Fe_2O_3 の平滑かつ緻密な不働態皮膜を形成する OT 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結果を示している。

第3章では、HRSGにおけるAVT(R)およびボイラ停止・保管時に使用される N_2H_4 は、世界保健機関(WHO)からヒトに対する発がん性が指摘されており、国内でも労働安全衛生法・PRTR法(Pollutant Release and Transfer Register: 化学物質排出移動量届出制度)の対象物質となっているため、環境・安全衛生に配慮した 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、について提示している。

さらに、第4章では、HRSGの給水・ボイラ水に N_2H_4 を注入せずに、積極的に5~20 $\mu\text{g/L}$ の微量の酸素を注入して、鋼材の表面に Fe_2O_3 の平滑かつ緻密な不働態皮膜を形成することにより、低圧系統におけるFACと、高圧系統におけるスケーリングとアルカリ腐食を抑制する、AVT(O)の開発・実用化に関して、①FAC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、を示している。

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、さらに今後の課題について記している。

以上のように、本論文は、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OT、②HRSGへのAVT(LO)および③AVT(O)を開発し、①②については実用化済みであり、③については特許登録されており、実用的技術であることを提示している。また、本成果は、この分野で世界的に権威のある *Power Plant Chemistry* 誌と火力原子力発電誌に掲載され、これらの研究成果に対して、国内外の研究者より高い評価を受けており、実用的のみならず学術的にも高いレベルである。さらに、本成果は、日本工業規格 JIS B8223「ボイラの給水及びボイラ水の水質」(平成27年10月に改正)にも主要な改正点として反映されている。

以上より本論文は、学術面そして実用面双方に特筆すべきレベルにあるものと言え、申請者 宮島 正道は博士(工学)の学位を受けるのに十分な資格を有すると判断する。

申請者 [宮島 正道]