

戦略的創造研究推進事業(ALCA)
技術領域(プロジェクト名)「高効率エネルギー機器
システム実現のための先進的産業用電気機器の開
発」
課題名「磁気分離法による発電所ボイラー給水中
の酸化鉄除去」

終了報告書

研究開発期間 平成25年4月～令和3年9月

研究開発代表者:西嶋 茂宏
(福井工業大学、工学部、教授)

○報告書要約（和文）

研究開発代表研究者：福井工科大学 教授 西嶋 茂宏

研究開発課題名：磁気分離法による発電所ボイラー給水中の酸化鉄除去の研究

1. 研究開発の目的

本研究では、火力発電所の給水系に発生する酸化鉄スケールを除去し、火力発電所の運転中の発電効率の低下を抑制する。そしてこの抑制を通してCO₂の排出量削減を実現するものである。したがって本開発では、このスケール除去を実現するための超伝導高勾配磁気分離システムの開発を目標としている。

火力発電所、特に石炭火力発電所では、運転中に給水系に酸化鉄スケールが蓄積し、その発電効率を低下させ、CO₂の放出量を増加させている。このスケールの蓄積を防ぐために、現在、定期的に化学洗浄を実施しスケール除去を行っている。このスケールの蓄積を防ぐことができたならば、その発電効率の低下が抑えられ、CO₂の放出量の増加が抑制されると期待される。このスケールの除去を本研究では超伝導高勾配磁気分離法で実施する。このための超伝導磁気分離装置を開発することが本研究の目的である。

火力発電所では、本来、スケールの付着を防ぐ目的で、給水処理を行っているが、それでもスケールの発生は抑えられず本質的な問題と考えられている。給水処理には、大別して全揮発処理(AVT)と酸素処理(OT)法が採用されている。それぞれによって、発生する酸化鉄スケールが異なるため、その磁気分離装置も異なるものになる。AVTでは主となるスケールはマグネタイト(強磁性)、OTではヘマタイト(常磁性)である。それぞれに適した超伝導磁気分離装置の開発を行う事が目標である。

2. 研究開発の概要

(1)内容:

AVTに関しては、実際に火力発電所に導入するための適切な場所の同定を、(株)四国総研が中心となって検討した。これは発電所の給水系の各所からスケールを採取するとともに分析することによって実施した。また、スケールの大量捕捉の問題を解決するシステムを国立研究開発法人物質・材料研究機構(NIMS)が中心となって考案した。設置される磁気フィルターを工夫することにより実現できることを示唆するとともに具体的な手法を提案した。この提案内容を大阪大学が実験的に確認するとともに、福井工科大学がその素過程の観察を行った。これらの結果を基にして、荏原工業洗浄(株)が中心となって、火力発電所の化学洗浄工程に超伝導磁気分離システムを導入し、実酸化鉄スケールの磁気分離実験を実施した。

OTに関しては、NIMSがシミュレーションで磁気分離の可能性を示すとともに、阪大が模擬スケールを製作し磁気分離実験を実施した。また福井工大は磁気分離の素過程の観察から、三角断面を持つ新たな磁気フィルターを提案した。さらに、(株)四国総研および荏原工業洗浄(株)は実スケールが付着しているパイプの化学洗浄を行うとともに、そのスケールの磁気分離を、電磁石を用いて実施した。

(2)成果:

AVTに関しては、火力発電所給水系の化学洗浄ループで実スケールの磁気分離を実施し、超伝導磁気分離システムを現場で運転できることを確認するとともに、予測の通り大量の実強磁性酸化鉄スケールを高効率に分離できることを実証した。この実験は、火力発電所の運転中の実験ではないが、本実験により、火力発電所給水系中でも超伝導磁気分離システムが性能を発揮することが明らかになった。

OTに関しては、実機ボイラ管を用いた化学洗浄ループの実スケールの磁気分離実験を実施し、OTにおいても磁気分離が可能であることを確認した。またシミュレーションから実用的には6T

の超伝導磁石で分離が可能であることを予測するとともに、実験的にも実証した。さらなる可能性として、三角断面形状フィルターが提案された。

(3)今後の展開:

AVTに関する技術は、火力発電所を所有する国あるいは今後も導入する予定である発展途上国に導入し、二酸化炭素の発生を抑制することを試みる。

○Report summary (English)

Shigeniro NISHIJIMMA,

Fukui University of Technology, professor

Removal of iron oxide scale from water supply system in thermal power plant by magnetic separation method

1. Purpose of R & D

In this research, we aim to remove iron oxide scale generated in the water supply system of thermal power plants, suppress the decrease in power generation efficiency, and reduce CO₂ emissions. In order to realize this scale removal, the purpose is to research and develop a superconducting high-gradient magnetic separation system.

In thermal power plants, especially coal-fired power plants, iron oxide scale accumulates in the water supply system during operation, and the power generation efficiency decreases results in the increase of amount of CO₂ emission. In order to prevent the accumulation of the iron scale, chemical cleaning is currently carried out regularly to remove the scale. Therefore, if the accumulation of the scale can be prevented, it is expected that the decrease in power generation efficiency will be suppressed and the increase in CO₂ emissions will be suppressed.

In this study, this iron scale is to be removed by the superconducting high-gradient magnetic separation method. The purpose of this research is to develop a superconducting magnetic separation device for preventing increase of CO₂ emission.

At thermal power plants, water supply treatment is originally performed for the purpose of preventing scale adhesion, but even so, the generation of scale cannot be suppressed completely and it is considered to be an essential problem. The water supply treatment is roughly divided into the “all volatile treatment (AVT)” and the “oxygen treatment (OT)”. Since the generated iron oxide scale is different for each, the magnetic separation device is also different. In AVT, the main scale is magnetite (ferromagnetic material), and in OT, hematite (paramagnetic material). The goal is to develop a superconducting magnetic separation device suitable for each.

2. Outline of R & D

(1) Contents:

Regarding AVT, Shikoku Research Institute Inc. took the lead in examining the identification of an appropriate place of magnetic separation system for actual introduction into a thermal power plant. This was performed by collecting and analyzing scales from various parts of the water supply system of the power plant. In addition, the National Institute for Materials Science (NIMS) has devised a system to solve the problem of mass capture of scale. It could be realized by devising the installed magnetic filter. Osaka University experimentally confirmed the proposal, and Fukui University of Technology observed the capture process. Based on these results, Ebara Industrial Cleaning Co., Ltd. introduced a superconducting magnetic separation system into the chemical cleaning process of thermal power plants and conducting separation experiments on the actual iron oxide scale

Regarding OT, NIMS showed the possibility of magnetic separation by simulation, and Osaka University made a simulated scale and conducted a magnetic separation experiment. In addition, Fukui University of Technology proposed a new magnetic filter with a triangular cross section. Furthermore, Shikoku Research Institute Inc. and Ebara Industrial Cleaning Co., Ltd. chemically cleaned the pipes to which the actual scale was attached, and magnetic separated of the scale using an electromagnet.

(2) Achievements:

Regarding AVT, we carried out real-scale magnetic separation in the chemical cleaning loop of the water supply system of the thermal power plant and confirmed that the superconducting magnetic separation system can be operated in the field. As expected, a large amount of real ferromagnetic iron oxide scale was demonstrated to be able to be separated with high efficiency. Although this experiment was not an experiment during the operation of a thermal power plant, this experiment revealed that the superconducting magnetic separation system exerts its performance even in the water supply system of the thermal power plant.

Regarding OT, it was confirmed that magnetic separation is possible even in OT by means of a magnetic separation experiment using actual iron scale in the chemical cleaning loop. In addition, it was predicted from the simulation that separation would be possible with a 6T superconducting magnet in practice, and it was also demonstrated experimentally. As a further possibility, a triangular cross-section filter has been proposed.