

石炭火力の付着クリンカ監視技術

ひずみゲージと炉内観察カメラによる石炭ボイラ内の付着クリンカ監視

Method for Monitoring Coal-Fired Power Clinker Deposits

Monitoring Clinker Deposits in Coal Boilers Using Strain Gauges and Thermal Image Camera

(電力技術研究所 発電G 火力T)

(Thermal Power Team, Power Generation Group, Electric Power Research and Development Center)

石炭ボイラ内のクリンカ付着状態を運転中に監視する技術を確認するため、ひずみゲージを用いたクリンカ付着量計測技術や炎や灰粒子などの影響を受けない炉内観察カメラの開発に取り組んだ。以下にその概要を紹介する。

In order to establish a method for monitoring the status of clinker deposits inside of coal boilers during operation, we conducted development of a clinker deposit measurement method using strain gauges and a thermal image camera that is not affected by flames and ash particles. A summary is shown below.

1 研究の背景・目的

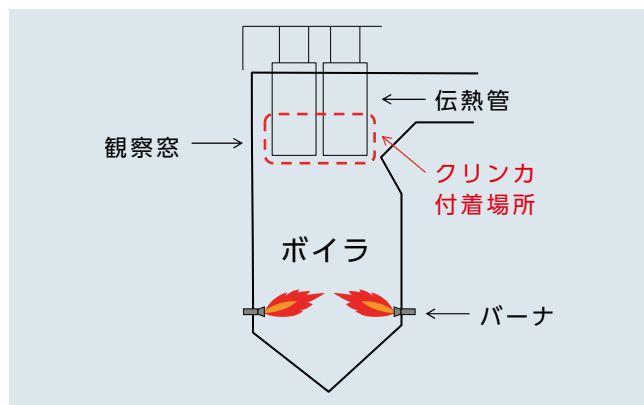
石炭火力のボイラ内では、溶融した灰（クリンカ）が伝熱管^{※1}に付着し、効率的な熱交換を妨げるとともに、安定運転の障害となる（第1、2図）。このため、定期的なスートブロー^{※2}の実施や燃料添加剤の注入などによりクリンカを除去する必要がある。しかし、運転中のボイラ内は、炎や灰粒子が視野を遮るため、クリンカの付着状態を確認できない（第3図）。そこで、クリンカの除去効果を運転中に監視する方法を確認するため、ひずみゲージを用いたクリンカ付着量計測技術や炎などの影響を受けない炉内観察カメラの開発に取り組んだ。

※1 燃焼ガスと管内部の流体との間で熱交換を行う配管

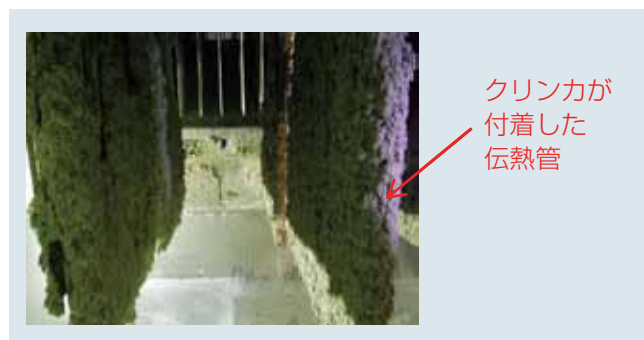
※2 蒸気を噴射して伝熱管表面の付着物を除去すること



第3図 運転中のボイラ内の状況
(観察窓からデジタルカメラ(可視光)にて撮影)



第1図 ボイラ側面図



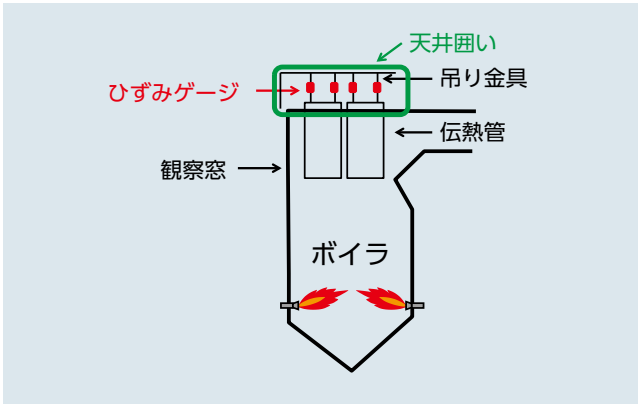
第2図 停止中のボイラ内の状況
(観察窓からデジタルカメラ(可視光)にて撮影)

2 研究の概要

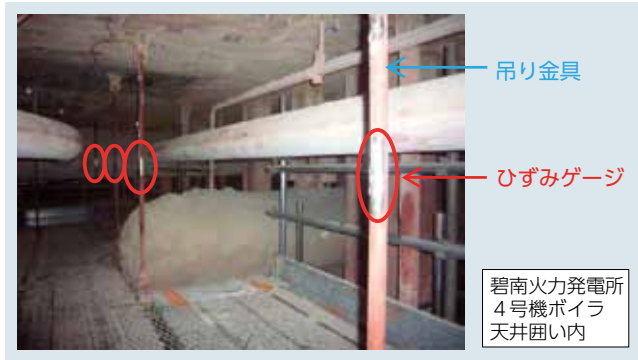
(1) ひずみゲージを用いたクリンカ付着量計測

本計測は、クリンカ付着量の増減に伴う伝熱管支持部（吊り金具）の微小なひずみから、クリンカ付着量を計測する手法である。事前に伝熱管支持部を対象とした構造解析や現場調査を行い、クリンカ重量の変化が検出しやすい天井囲い内の吊り金具にひずみゲージを取り付けた（第4、5図）。運転中の天井囲い内は400℃以上になることから、高温下での使用が可能な特殊なひずみゲージを使用した。得られるひずみ値は、緩やかなクリンカ重量の変化だけでなく、変動の激しい温度や振動などの影響を受けることから、熱電対を設置して温度補正を行うとともに、データ処理によりこれらの影響除去を試みた。

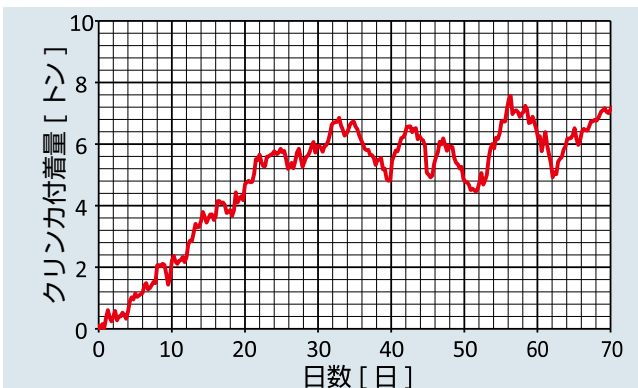
第6図にデータ処理後のクリンカ付着量計測結果例を示す。クリンカ付着量は、伝熱管表面でのクリンカの付着・成長や剥離と思われる小さな増減を繰り返しながら、約1か月程度で7トン程度まで増加した。その後、増加傾向が見られなくなり、約5～7トンの間で大きな増減を繰り返すようになった。なお、このクリンカ付着量の増減は、後述する炉内観察カメラで撮影したクリンカ付着状態と同様の傾向であった。



第4図 ボイラ上部の側面図



第5図 ひずみゲージ設置状況

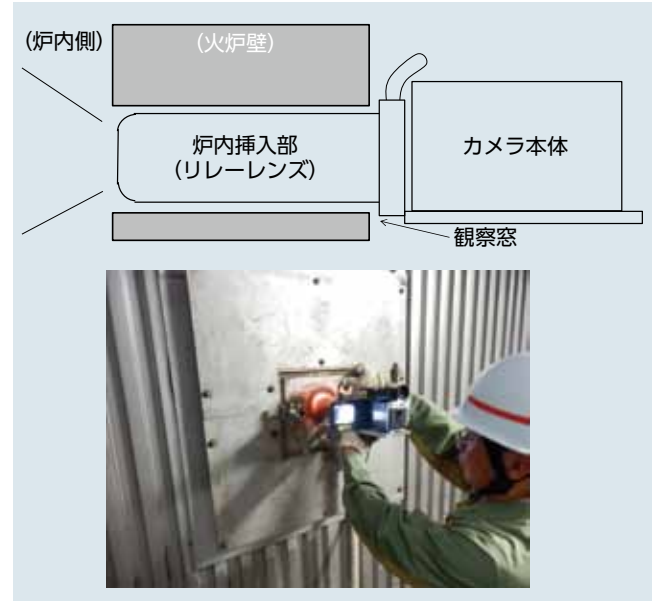


第6図 ひずみゲージを用いたクリンカ付着量計測結果 (対象ユニット: 碧南火力発電所4号機ボイラ)

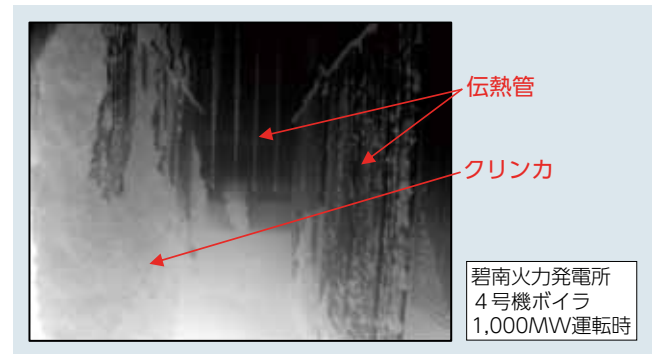
(2) 炉内観察カメラによる付着クリンカ観察

可視光 (波長 $0.3 \sim 0.7 \mu\text{m}$) よりも長い波長 (赤外線 $0.7 \sim 100 \mu\text{m}$ 、テラヘルツ波 $0.1 \sim 1 \text{mm}$ 、ミリ波 $1 \sim 10 \text{mm}$) は、可視光と比べて透過しやすいため、炎や灰粒子などの影響を受けにくくなるが、波長が長いほど解像度が低下する。そこで、石炭ボイラ内では伝熱管表面とクリンカ表面の温度差が大きいこと、および $3.8 \mu\text{m}$ 付近の中赤外線領域で炎の影響が小さくなることなどに着目し、当該波長帯を測定波長とした炉内観察カメラを試作した。

第7図に炉内観察カメラの概略図と観察時の状況を、第8図に観察結果をそれぞれ示す。その結果、炎や灰粒子などの影響をほとんど受けずに、左右の伝熱管やその奥のボイラ内の状態を観察できることを確認した。



第7図 炉内観察カメラの概略図と観察時の状況



第8図 運転中のボイラ内の状況 (観察窓から炉内観察カメラにて撮影)

3 まとめ

ひずみゲージを用いたクリンカ付着量の連続計測、および $3.8 \mu\text{m}$ 付近の中赤外線を測定波長とした炉内観察カメラによるクリンカ観察の結果、運転中のクリンカ付着量の増減やクリンカ付着状態を把握することが可能となった。

今後、本技術を用いて運転中のクリンカ付着挙動や炭種毎のクリンカ付着特性を明らかにするとともに、スートブローの実施や燃料添加剤の注入など、クリンカ対策技術の評価を行う予定である。

4 謝辞

本内容のうち、ひずみゲージを用いたクリンカ付着量計測技術に係る部分は (株) IHI検査計測殿との共同研究によって実施した。また、炉内観察カメラの試作にあたっては、日本アビオニクス (株) 殿にご協力いただいた。関係各位に謝意を表します。



執筆者 / 成川公史