

微粉炭焚きボイラ炉内クリンカ観察技術の構築

ーボイラ炉内撮影手法の基礎検討ー

キーワード：赤外線，ボイラ，クリンカ

報告書番号：M15002

背景

微粉炭火力発電所は経済性に優れた電源であり、長時間安定して連続運転を続けることが求められているが、灰付着障害が安定運転の妨げとなる場合があるため、様々な対策が開発されている。しかし、これらの対策の効果は明確になっていない。この一因として、運転中のボイラ炉内の観察が困難であることがあげられる。

運転中のボイラ炉内の観察が可能になれば、灰付着状態把握や、既存の対策の評価が可能になり、灰付着障害の解決に向けた大きな前進となる事が期待される。

目的

ボイラ炉内の観察を阻害する要因分析から観察手法を抽出し、実機ボイラの試撮影を行うことで、その有効性を検証する。

主な成果

1. ボイラ炉内観察阻害要因の分析と波長に着目した撮影手法の抽出

ボイラ炉内の観察が妨げられる要因として、燃焼ガス発光による光学的障害と、微粉炭や灰粒子による物理的障害の2つに着目し、燃焼ガス・ボイラ炉内構造物の発光波長(図1~図2)および粒子径と撮影波長が散乱に及ぼす影響^[1]を調査した。

調査の結果、光学的障害には燃焼ガス発光の弱い特定波長の分光が、物理的障害には散乱の影響を受けにくい長波長が有効であることが示唆された。そこで、撮影機材が比較的普及している近赤外線(1.6 μm)、最も燃焼ガス発光が弱いとともに炉内構造物の発光が強く、炎越しカメラ製品の採用実績^[2]がある中赤外線(3.8 μm)、大気の窓^[3]の中で電波を除き最も長波長である遠赤外線(7.5~13 μm)を用いた撮影手法を抽出した。

2. 近・中・遠赤外線の試撮影結果

近・中・遠赤外線それぞれの波長を検出する機材を選定し、実機ボイラにて試撮影を行った。その結果、中赤外線カメラは火炉出口吊り下げ過熱器がよく観察でき(図3)、中赤外線による撮影がボイラ炉内撮影手法として有効であることを示した。

3. 画像処理による画像の鮮明化

取得画像の鮮明化を目的として、火炎が弱まった時の輝度値を採用する画像処理を施したところ、動画では見えない対象物の一部を観察することができた(図4)。

今後の展開

試撮影で中赤外線による撮影および画像処理の有効性が示された。今後は現場適用方法や撮影手法の高度化について検討を進め、ボイラ炉内撮影手法の構築を行う。

注1) 炎越しカメラ製品の例：DIAS社製 PYROVIEW 640F、FLIR社製 GF309等

注2) 大気の窓：大気の影響が小さい、透過率の高い波長域を指す。

注3) 気体の発光・吸収波長データベース HITRAN を参照して燃焼ガスの発光波長を推定した。燃焼ガスの主成分である N_2 、 CO_2 、 CO 、 H_2O 、 H_2 それぞれについて 1500 $^{\circ}\text{C}$ ・1atm 条件下での発光

波長を求め、重ね合わせて表示することで燃焼ガスの発光の弱い波長を調査した。

注4) 炉内構造物を黒体とみなしプランクの法則を用いて発光波長を調査した。ここで定格運転時の構造物への付着灰は、構造物(450~550℃程度)から燃焼ガス(1400~1600℃程度)の間の温度を示す。

注5) シングルバーナ炉：当所所有の火力次世代燃料高度燃焼試験設備。各種燃料の特性などの詳細データを取得可能な設備であり、低品位炭の評価や各種燃料の燃焼現象解明に用いられている^[2]。

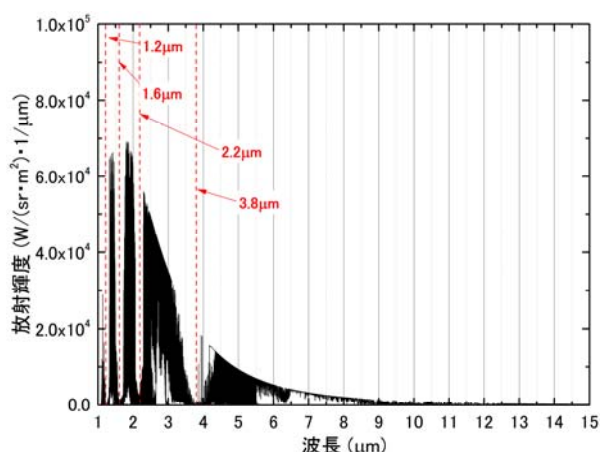


図1 ボイラ炉内燃焼ガスの発光波長^{注3)}

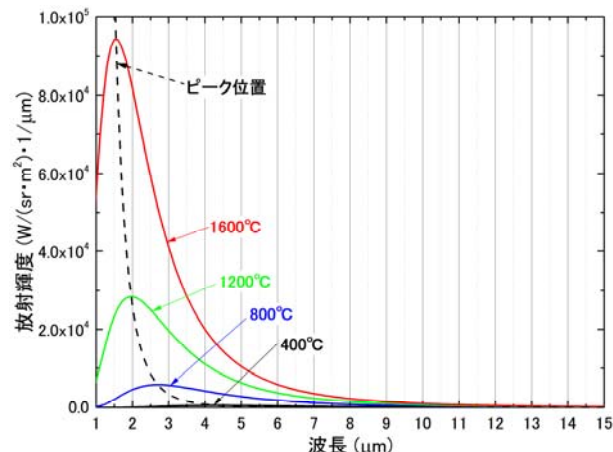


図2 ボイラ炉内構造物および付着灰の発光波長^{注4)}

図1より、1.2、1.6、2.2、3.8μmにおいて燃焼ガスの発光が弱い。また図2より、定格運転時における構造物(450~550℃程度)は波長3.5~4.0μmを、構造物への付着灰(450~1600℃程度)は波長1.5~4.0μmをピークとする発光を示す。ここで、高温な付着灰はどの波長においても強い放射輝度を示すが、低温な付着灰や構造物は放射輝度が弱いため、構造物および付着灰を同時に撮影するためには、構造物を優先して波長を選定する必要がある。よって、3.8、2.2、1.6、1.2μmの順に燃焼ガス発光(図1)の影響を低減して、観察対象である構造物および付着灰の発光(図2)を捉えられる可能性がある。

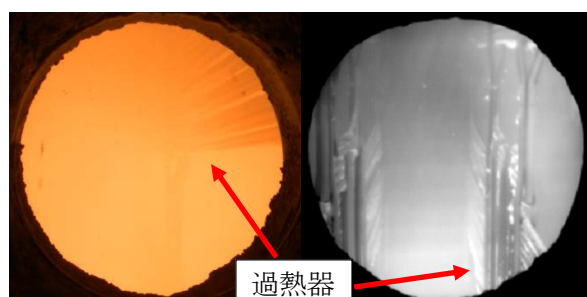


図3 中赤外線の効果(実機ボイラ上部覗き窓)
(左：可視光、右：中赤外線(検出波長3.8μm))

右図の中赤外線は、ボイラ中程まで火炉出口吊り下げ過熱器をよく観察できた。

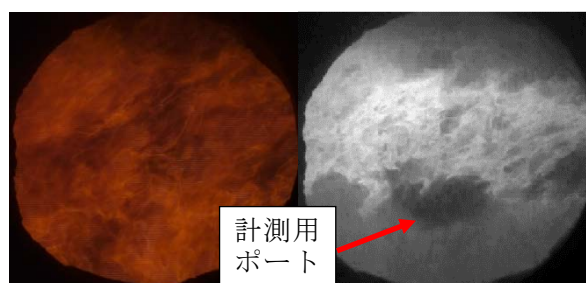


図4 画像処理の効果(シングルバーナ炉^{注5)}・可視光)
(左：処理なし、右：画像処理)

複数枚の画像に対して、ピクセルごとに火炎が弱まった時間の輝度値を採用し1枚の画像に再構成することで、計測用ポートの一部を観察できた。

参考文献：[1] 小保方富夫．"微粒化特性の計測法：粒径の光学的計測法"．アトマイゼーション・テクノロジー．アトマイゼーション・テクノロジー編集委員会．第1版，森北出版，2001，p. 51-59．

[2] 西田啓之，橋本望，木本政義．非在来液体燃料の火力プラントへの適用性評価－第1報 火力次世代燃料高度燃焼試験設備による燃焼特性の評価－．電力中央研究所報告，2015，M14003．

研究担当者	吉田 匡秀 (エネルギー技術研究所 高効率発電領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 エネルギー技術研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 046-856-2121(代) E-mail : eerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

報告書の本冊(PDF版)は電中研ホームページ <http://criepi.denken.or.jp/> よりダウンロード可能です。

[非売品・無断転載を禁じる] ©2016 CRIEPI 平成28年4月発行