

特定波長を使用した炉内監視カメラ (Boiler Spection)

鈴木 正寛^{*1} 井口 洋平^{*2}
Suzuki Masahiro Iguchi Yohei

1. はじめに

国内・海外問わず、石炭火力発電所では吊下げ過熱器、バーナ周囲壁面等に多量の灰が付着成長することにより巨大クリンカ(灰の塊)となり、燃焼効率の悪化や巨大クリンカ落下による設備破損等の問題が生じている。このような状況から対象設備に灰付着抑制のための対策が必須となり、対策後の効果の確認や炉内燃焼温度のリアルタイム監視が必要となってきた。

従来の炉内監視カメラ(可視光線、近赤外線)では、運転中の燃え盛る炎の奥側の灰付着状況を映像で確認することができず、リアルタイムで灰付着抑制対策後の効果を確認することができなかった。今回紹介する中赤外線を使用した炉内監視カメラ(図1、以下 Boiler Spection)では、燃焼中でも鮮明な映像で灰付着を確認することができる(図2)。今まで撮影してきたさまざまな炉内観察映像を用いて、クリンカ付着状況や燃焼温度プロファイルが記録できることを紹介し、Boiler Spectionを用い

た有効な観察方法を提案する。

2. 仕様

Boiler Spection の仕様を以下に示す。

2.1 サーマルイメージカメラ内蔵

- (1) 測定波長: 3.9 μ m (中赤外線)
- (2) 測定温度: 400 ~ 1600 $^{\circ}$ C (白黒またはカラー表示)
- (3) 画素数 : 320 × 240 画素



図2 Boiler Spection 映像



図1 炉内監視カメラ (Boiler Spection)

*1: 制御システム事業部 CS 技術部 部長
*2: 制御システム事業部 CS 技術部

2.2 ボアスコوپレンズ

- (1) 測定画角: 50°

2.3 設置型

- (1) 常設型 : 24時間連続監視が可能(異常時自動退避機能付)
- (2) ポータブル型: 任意の場所に持ち運ぶことが可能(エア冷却せずに、1分程度の撮影可能)

2.4 ソフトウェア

- (1) 同時に複数台のカメラを接続することができ、一括監視することが可能
- (2) 撮影映像内特定箇所の温度プロファイルが可能

3. 構成

図3にシステム構成例、図4にBoiler Specion設置例(常設型)を示す。Boiler Specionをネット



図4 設置例(常設型)

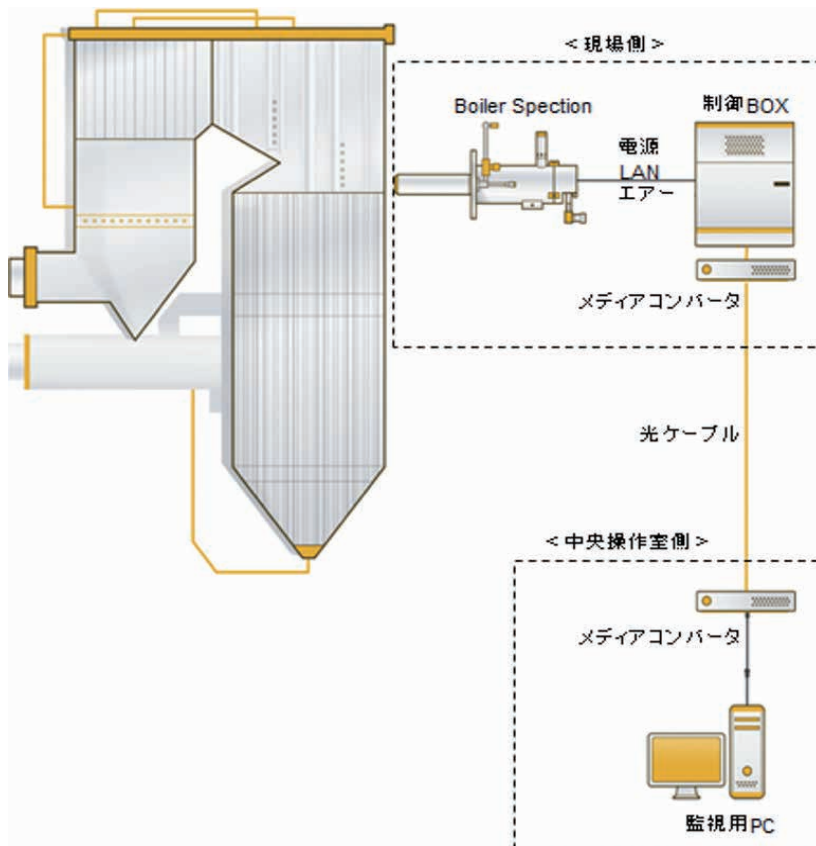


図3 システム構成例

ワーク接続することにより、離れた場所からでも監視用 PC でリアルタイム映像や録画映像を確認することができる。

4. 原理

中赤外線カメラは温度変化を熱映像として可視化したい場合に用いられるが、炎を透過した映像を見るためには、中赤外線波長領域の中でも燃焼時に発生する赤外線を吸収するガスの影響を受けにくく、かつ炎の放射が低い波長領域を選択する必要がある。Boiler Spection は、バンドパスフィルタにより波長 $3.9\mu\text{m}$ (図 5) を選択し、検出器には温度変化を抵抗値変化として電気変換される非冷却マイクロボロメータを採用することにより、炎を透過した映像を見ることができる。

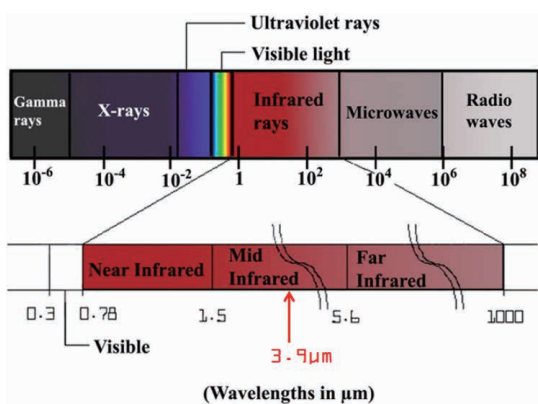


図 5 使用波長

5. 運用

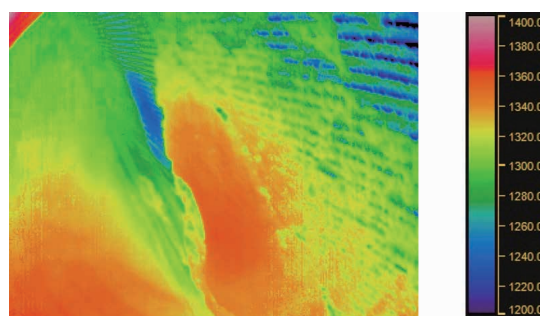
本装置は、従来の炉内監視カメラ(可視光線、近赤外線)ではできなかったリアルタイムでのクリンカ付着状況確認を可能とし、ボイラ運転中に対象物(炉壁、過熱器、バーナ周囲等)へのクリンカ付着状況を監視用 PC 画面により映像で確認することができる。その用途は、燃料や燃焼条件等により変化するクリンカ付着・成長の過程を連続的に

観察する、クリンカ付着抑制対策前後の違いを成長過程も含めて確認する等、リアルタイム観察ができる特徴を生かしたものとなっている。以下に実際の観察映像と映像から得られるクリンカの付着状況について紹介する。

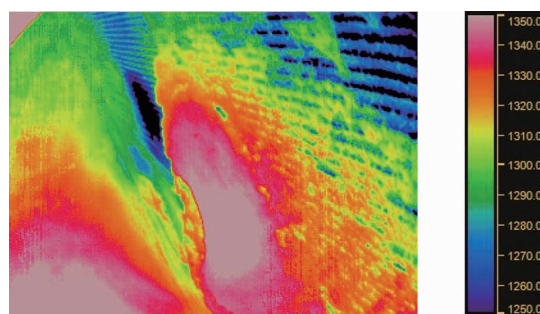
図 6 は、燃料吐出がない状態のバーナ周囲を撮影した映像である。図 6 (a) で炉壁に付着している白い物体がクリンカであり、バーナ手前側の炉壁に巨大なクリンカが付着していることがわかる。バーナから燃料吐出がないため、バーナ奥側の炉



(a) モノクロ映像



(b) カラー温度映像 (温度レンジ: 1200 ~ 1400°C)

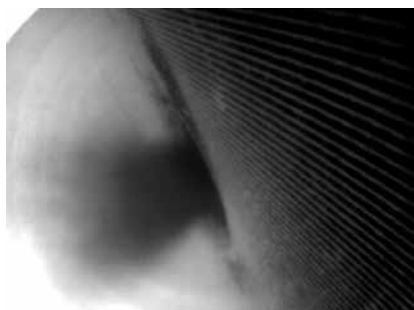


(c) カラー温度映像 (温度レンジ: 1250 ~ 1350°C)

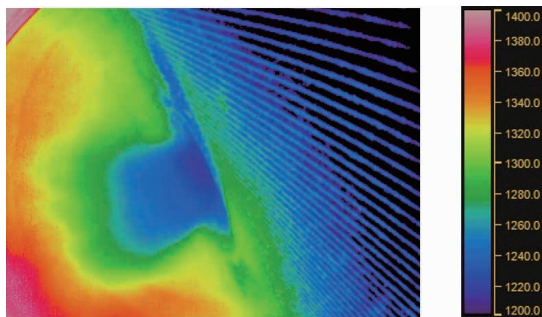
図 6 撮影対象: 燃料吐出がない状態のバーナ

壁も鮮明な映像で観察することができている。図6 (b)のカラー温度表示ではクリンカ付着部が高温となっているのがわかる。図6 (c)のように表示する温度レンジ幅をしぼると、映像がより明確になる。

図7は、燃料吐出がある状態のバーナ（図6とは別のバーナ）周囲を撮影した映像である。図6と比較するとバーナ手前側の炉壁にはクリンカが付着していないことがわかる。しかし、燃料吐出部については、微粉炭により視界が妨げられてしまうため、バーナ奥側の炉壁の観察ができない状態となっている（図7 (a)）。



(a) モノクロ映像



(b) カラー温度映像（温度レンジ：1200～1400℃）

図7 撮影対象：燃料吐出がある状態のバーナ（図6とは別のバーナ）

図8は、過熱器に付着していたクリンカが落下した瞬間を撮影した貴重な映像である。過熱器の底面に付着していた巨大クリンカが剥がれ落ちていくのがわかる。こうしたクリンカが落下する瞬間を撮影することにより、クリンカ除去方法につ

いての検討・評価や、灰付着抑制対策としての構造、塗装等の研究に役に立てることができる。



(a) クリンカ落下前



(b) クリンカ落下中

図8 撮影対象：過熱器に付着したクリンカの落下

図10は、図9に示す監視用PC画面上で指定した箇所の測定温度を時間ごとにプロファイルしたものである。各炉壁温度を経過観察することにより、燃焼場所に偏りがなく確認することができるため、温度変化の情報を基に燃焼効率に関する研究に役に立てることができる。

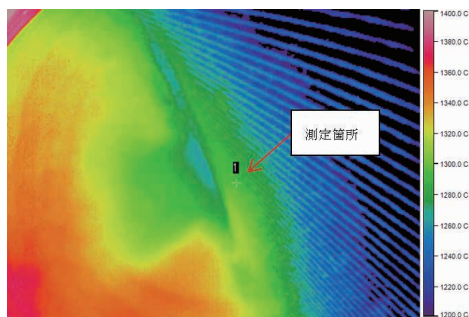
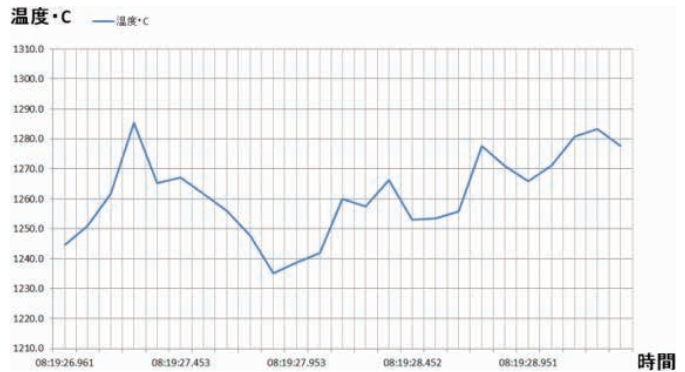


図9 温度プロファイル 測定箇所

温度単位 C
 フレームカウント 25

フレームID	タイムスタンプ	ポイント -1
342	08:19:26.961	1244.6
343	08:19:27.054	1251.0
344	08:19:27.152	1261.6
345	08:19:27.253	1285.3
346	08:19:27.352	1265.3
347	08:19:27.453	1267.0
348	08:19:27.552	1261.6
349	08:19:27.653	1255.9
350	08:19:27.754	1247.8
351	08:19:27.852	1235.2
352	08:19:27.953	1238.7
353	08:19:28.052	1241.9
354	08:19:28.158	1260.0
355	08:19:28.252	1257.4
356	08:19:28.353	1266.3
357	08:19:28.452	1253.1
358	08:19:28.553	1253.4
359	08:19:28.653	1255.8
360	08:19:28.751	1277.7
361	08:19:28.859	1270.8
362	08:19:28.951	1265.9
363	08:19:29.053	1271.1
364	08:19:29.151	1280.7
365	08:19:29.253	1283.2
366	08:19:29.356	1277.7

(a) トレンドデータ



(b) トレンドグラフ

図 10 温度プロフィール

6. おわりに

同じ観察対象物でも炉内の燃焼状況や対象物の位置や燃料吐出有無によって観察結果が異なることがあり、1回の観察で結論を出すのは早計であるため、お客様には対象物に対して複数の場所から定期観察をすることを推奨している。

現状課題として、燃料や微粉炭などの視野の妨げについては観察場所を変更することしか対処方法がないこと、鮮明な映像を見ることができると被写体距離に限界があること等が挙げられる。これらの課題が改善できれば、より多くのお客様のニーズに応えられることが期待できるため、今後はこれらの課題の改善に向け開発を進めていきたい。

制御システム事業部
 CS 技術部
 部長
 鈴木 正寛
 TEL. 042-523-8317
 FAX. 042-523-8321

制御システム事業部
 CS 技術部
 井口 洋平
 TEL. 042-523-8317
 FAX. 042-523-8321