

# 高熱環境下における放射測温システムの開発

Development of Radiation Temperature Measurement System under Hot environment

## 600°C以上の材料の温度を放射率の設定なしで高精度に計測

高熱環境下での被加熱物の測温は、品質管理の観点でとても重要である。特に1000°C以上の溶解金属の測温は、市販放射温度計では誤差が大きいため、熱電対を用いた手作業で行われており、無人化が求められていた。そこで、600～1600°Cの高熱環境下で高精度の測温が可能な放射測温システムを開発した。



執筆者

先端技術応用研究所  
先端技術ソリューショングループ  
棚橋 尚貴・藤本 貴之

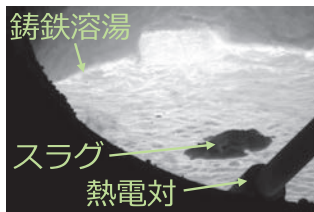
### 1 背景と目的

各種製造工場において、被加熱物の測温は、品質管理上、非常に重要であるが、熱電対を用いた手作業で行われる鑄造工場等では、高熱作業の負荷軽減のため、無人化や自動化が求められている。1400°C以上にもなる鑄鉄溶湯の測温状況を第1図に示す。特に、多数の鑄型に連続的に溶湯を注ぐ(c)の注湯工程では全数測温が困難で、取鍋1杯に対し、最初や最後の注湯の測温に留まる。

鑄鉄溶湯の表面は大気中の酸素等との反応で、スラグやノ口と呼ばれる金属酸化膜が形成され(第1図(a))、材質や色目の変化することから、一般的な放射温度計では高精度に測温することができなかった。

そこで、600～1600°Cの高熱環境下において、高精度の測温が可能な非接触式の放射測温システムを開発した。

なお、本開発品の鑄造工場における適用評価は、中央可鍛工業株式会社さまのご協力を得て、実施した。



(a) 鑄鉄溶湯



(b) マグネシウム添加工程



(c) 注湯工程

第1図 鑄造工場における鑄鉄溶湯の温度計測状況

### 2 システムの概要

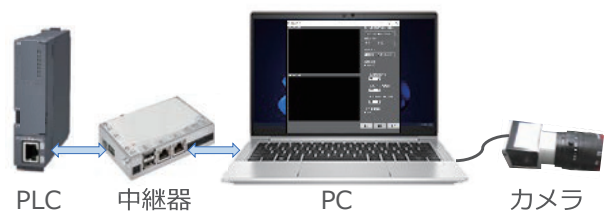
#### (1) 機器構成と機能概要

開発システムは、第2図に示す通り、カメラ、レンズ、フィルタ、カメラケーブル、PC(温度解析ツール搭載)より構成される。カメラを所定の位置に固定し、常時監視状態にすることで、画角に計測対象の高温被加熱物が映ったタイミングで、無人かつ自動的に測温することが可能である。

また、オプション機能となるが、鑄造制御盤内のPLCと連携させることも可能である。例えば注湯工程において、計測開始に対応する信号をPLCから取得して瞬時に撮影し、計測・解析結果となる温度データをリアルタイムにPLC側に送信する。この機能により、1回の出湯毎にリアルタイムに温度を把握することができ、品質管理等に活用することも可能となる(第3図)。



第2図 放射測温システムの機器構成



第3図 操業設備とのシステム連携

(2) 特長

開発システムは以下の特長を有している。

① 放射率の設定が不要

対象物の材質や材料表面の色の影響を受けないため、材質や色に応じた放射率の設定が不要である。

② 高精度

計測環境が適切であれば、フルスケールに対し±1%以下で計測できる。酸化皮膜が形成された金属表面や薄膜のスラグが混在する溶融金属にも対応できる。

③ 無人化・自動化

応答が早く、カメラに対象物を捉えたタイミングで自動検知し、温度計測が行える。対象物の計測エリアに予めカメラを固定すれば、無人で測温し、オプション機能で必要な機器へのデータ転送も可能である。

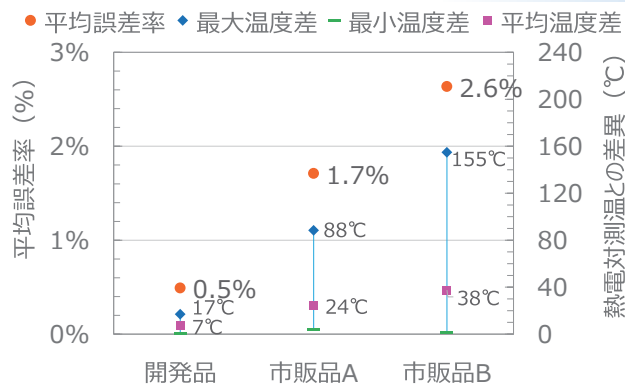
④ 各種加熱炉の材料の計測に対応

ガラス窓越しでの加熱炉内の被加熱物の計測や、対象物が視認でき、焦点が合えば、炎越しの計測も可能である。

(2) 検証結果

開発システムおよび市販品A,Bの放射測温値と熱電対測温値との比較検証を複数回繰り返し、各々の熱電対測温との誤差温度および誤差率をまとめた結果を第5図に示す。

開発品は、熱電対測温値との差異が平均で約7°C、誤差率として0.5%であり、2%前後の誤差率となった市販品A,Bに比べ、十分に高精度の測温が実現できることを確認した。さらに、注湯制御盤PLCに接続して第3図のシステム連携も試み、自動計測が可能であることを確認した。



第5図 熱電対測温との比較結果

3

開発システムの検証

(1) 検証設備と検証方法

第1図(c)に示す注湯工程において検証を行った。取鍋が傾動して鑄型への注湯が終わると、自動的に次の鑄型が取鍋の前に搬送され、この鑄型に注湯される。これを繰り返し、取鍋内の鑄鉄溶湯が無くなると、新たな取鍋が所定位置に搬送されて注湯作業が継続される。

そこで、溶けた鑄鉄が撮影できる位置にカメラを固定して、開発システムによる検証を行った(第4図)。

開発システムでは、鑄鉄が画角内に入った都度、自動的に解析・測温が可能であるため、全数の自動計測が可能である。しかしながら、熱電対を用いた手動での実測では、全数計測ができないことから、実測した溶湯が注湯された時の測温結果と比較した。

さらに、市販の放射測温システムも2機種選定し、開発システムと同様に、熱電対測温値と比較した。

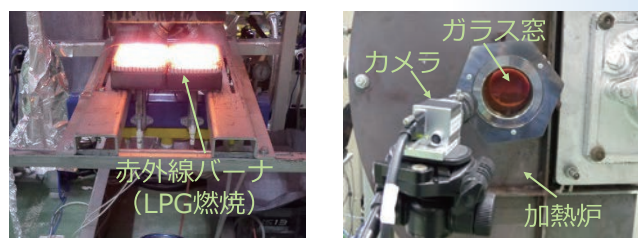


第4図 開発システムの検証状況

4

その他の用途への適用

第6図(a)(b)に示す各種加熱設備における被加熱物の測温評価を行った。(a)では火炎越し、(b)ではガラス窓越しでの金属材料の計測で熱電対測温結果と比較し、所定の精度で測温できることを確認した。



第6図 各種加熱設備での適用評価事例

5

今後の展開

本システムは、中部電力ミライズ株式会社にて2024年度前半に販売を開始する予定である。今後、鑄造工場や、各種加熱設備を保有する工場のお客さまへの開発品の普及、展開により、品質管理ならびに省エネルギー推進に貢献していきたい。