

## 自動放射温度計測システム 「MiEL Thermo HT」の開発

Development of Automatic Radiation Temperature Measurement System "MiEL Thermo HT"

### 鑄造工程の自動温度計測により生産性向上と品質管理を実現

高熱環境下での被加熱物の测温は、品質管理の観点でとても重要である。特に 1400℃ 以上にもなる溶けた鑄鉄の测温は、市販放射温度計では誤差が大きいと、熱電対を用いた手作業で行われており、自動化や無人化が求められていた。そこで、鑄鉄溶湯の温度計測にも適用可能な高精度の自動放射温度計測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

金属部品等を製造する鑄造工場では、不良品の発生を防ぐため、高熱で金属を溶解して合金を添加する工程（第1図 (a)）や、金属を鑄型に流し入れる注湯工程（第1図 (b)）など複数の工程で、溶湯温度の適切な管理が必要となる。

この溶湯温度を一般的な放射温度計で計測する場合、第2図 (a) のように溶湯表面に形成されるスラグ（金属や不純物などで構成される金属酸化物の膜）や、第2図 (b) (c) に示されるヒューム（湯煙、ダスト）やスプラッシュ（飛沫）が計測画面内に含まれると、実際の温度とかけ離れた異常値が出てしまうことがあり、一般的には、接触式のため、外乱の影響を受けにくい熱電対を用いた手作業での温度計測が行われている。高熱環境の手作業で危険を伴うことや、計測に時間を要するため全ての鑄物の注湯温度が計測できない等の課題があり、温度計測の自動化や無人化が求められていた。

そこで、金属溶湯など高熱の被加熱物を高精度かつ自動計測が可能な放射温度計測システムを開発した。

なお、本開発システムの鑄造工場における適用評価は、中央可鍛工業株式会社様のご協力を得て、実施した。



(a) 合金添加工程

(b) 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



(a) 溶湯表面

(b) 溶湯上部

(c) 注湯

第2図 放射测温における異常値検出時の事象例

## 2 システムの概要

### (1) システム構成と計測仕様

システムの構成と計測仕様を第3図、第1表に示す。カメラを所定の位置に固定し、常時監視とすることで、計測対象の高温被加熱物を検出したタイミングで、無人かつ自動での温度計測が可能である。また、オプションの中継器を用いて鑄造機制御盤内のPLCとPCを接続することにより、操業PLCとの通信連携も可能である。例えば注湯工程において、計測開始に対応する信号をPLCから受信後、計測・解析した温度データを瞬時にPLCに自動送信する。この機能により、各鑄型への出湯時にリアルタイムに温度を確認することができるほか、全ての鑄物製品に対して注湯温度を紐づけることができるため、品質管理等に活用できる。



第3図 システム構成

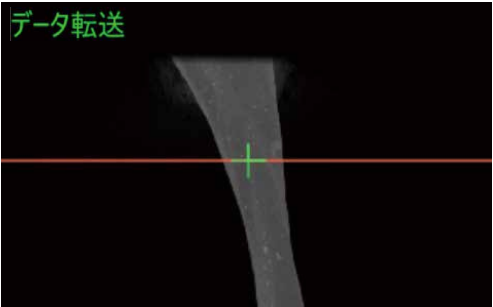
第1表 計測仕様

| 項目       | 仕様                             |
|----------|--------------------------------|
| センサー     | CMOS (Si)                      |
| 測定温度範囲   | 600 ～ 1600℃                    |
| 測定精度     | ±0.7% (>1000℃), ±1.5% (<1000℃) |
| 使用環境温度   | 0 ～ 50℃                        |
| カメラ外形寸法  | 29×29×92 ～ 116mm (レンズによる)      |
| カメラ質量    | 150 ～ 170g (レンズによる)            |
| 保護構造     | (オプション) IP67 対応                |
| カメラ電源    | USB バスパワー 12-24 VDC            |
| カメラ消費電力  | 3W                             |
| インターフェース | USB3.0                         |
| デジタル出力   | Gigabit Ethernet               |
| 信号処理     | ピークホールド / 瞬時値他                 |
| ケーブル長さ   | 1m, 3m, 5m, 10m                |
| 対応OS     | Windows10,11                   |

(2) 特長

開発システムは以下の特長を有している。

- ① 熱電対に対するメリット
  - 非接触の計測であり、安全
  - 自動計測で、無人化にも対応可能
  - 計測時間が短く、短時間での繰り返し計測が可能
- ② 汎用的な放射温度計に対するメリット
  - (スラグ等) 異種材料の混在下で高精度に測温
  - ライン計測 (第4図) や計測タイミングの設定・調整により、計測ムラを抑制
  - 操業PLCとの連携で各ロットの温度管理が可能
  - ガラス窓越しの計測も可能



第4図 ライン計測 (注湯位置の変動に対応)

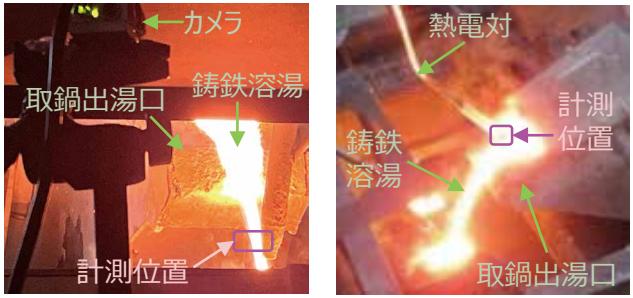
3 システムの検証

(1) 検証設備と検証方法

第1図 (b) に示す注湯工程では、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なくなると、新たな取鍋が所定位置に送られ、注湯作業が継続される。

そこで、第5図 (a) に示す通り、溶けた鑄鉄が撮影できる位置にカメラを設置し、第5図 (b) に示す熱電対計測と同じタイミングの温度計測結果を比較して、開発システム

の精度を検証した。なお、注湯間隔が10秒未満と非常に短く、開発システムでは鑄型全数の注湯温度を計測可能できるが、熱電対では困難なため、取鍋1杯に対して、開始時、中盤、終了時の3点の計測結果で比較した。

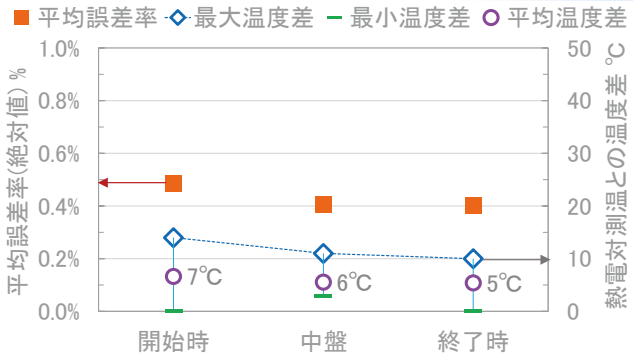


(a) 開発システム (b) 熱電対  
第5図 鑄鉄溶湯温度計測の比較検証状況

(2) 検証結果

開発システムおよび熱電対での計測値の比較検証を複数回繰り返し、熱電対計測との温度差および誤差率をまとめた結果を第6図に示す。

熱電対計測値との温度差が平均で約6℃、誤差率としては0.4%であり、高精度に測温できることを確認した。開始時の差異がやや大きいのが、これは開発システムと熱電対の計測位置が、前者は取鍋出湯口通過後、後者は取鍋出湯口内であり、異なることに起因する。すなわち、各取鍋の出湯開始時は出湯口の耐火物温度が低く、抜熱により出湯口通過後に温度低下したことが差異に繋がっている。従って、鑄物の品質影響の確認では、取鍋出湯口内で計測する熱電対よりも、受湯する鑄型側に近い位置で計測できる開発システムの方が適切と考えられる。



第6図 検証結果の一例

4 今後の展開

開発システムは、中部電力ミライズ株式会社にて2024年10月より「MiEL Thermo HT」の商品名で販売している。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。