放射高温計と光高温計を用いた 試料温度測定

鈴木 茂

新日本製鐵(株) 先端技術研究所
☎ 211-0035 神奈川県川崎市中原区井田 3-35-1

(1998年8月21日受理)

Temperature Measurement of Samples by Optical Pyrometer

Shigeru SUZUKI

Nippon Steel Corporation,
Advanced Technology Research Center
3-35-1 Ida, Nakahara-ku, Kawasaki, Kanagawa 211-0035

(Received August 21, 1998)

試料の温度測定(測温)においては、温度を読み取るだけの場合と、読み取った温度を設定温度と比較して温度制御を自動的に行う場合があるのは、ご存知の通りである。また、測温の方法としては、センサを試料に接触させるか試料近傍に置いて測定する方法、および温度を遠方で測定する非接触の方法がある。前者の例が熱電対などのセンサによる測温であり、後者の例が放射高温計や光高温計による測温である。非接触の方法が安全に温度制御に利用できれば、試料へのセンサの取り付けや配線などの煩わしさがなく、実験上のメリットが多い¹⁻⁴⁾。その反面、実際に使ってみると、不安なところもある。ここでは、それらについて著者が経験した問題点とその対策などを、温度領域ごとに分けて紹介したい。

1. 1500℃以上の融体の測温

鉄鋼などの合金試料を作製するときには、試料素材を秤量後、高温で溶融させる。溶融においては、融体表面の温度を測定することにより融体を融点直上に保持し、融体を均一化させる。測温には、るつぽに入った融体を

上からガラス越しに、光高温計を用いる方法がよくとられる。試料素材の蒸気圧が低く、溶融雰囲気澄んでいれば、問題なく測温できる。しかし、真空中で、素材にMnなどの蒸発しやすい成分があったり、融体を高温し過ぎたりすると、蒸気が発生し、覗き窓が曇りやすくなる。そうした場合には、正確な温度が読み取れず、溶融温度が把握できなくなる。このような覗き窓への蒸着を避けるには、移動可能なカバーで覗き窓を蒸気から防ぎ、測温のときにはカバーを少しだけずらし、短時間で測定する。また、融体表面が酸化物などの膜で覆われると正しい温度がわからなくなることもあり、そうした時には外部から操作可能な棒で膜を取り除く方法がとられる。いずれにせよ、融体の測温においては、素材特性をよく理解し、溶融に伴う雰囲気の変化を予測しつつ、不活性ガス分圧などを調整しながら、蒸発をできるだけ避けるのが、光高温計をうまく使うコツといえる。

2. 1000~1500℃の純化試料の測温

線状の高融点金属の純化焼鈍などにおいては、超高真空や水素ガスなどの清浄雰囲気の中で、直接通電による抵抗加熱で熱処理を施すことがある。試料の純度が気になる場合、あるいは試料が細い場合、センサを取り付けるのができないため、放射高温計による測温を行う。このような加熱では、正確な温度の変化を知りたいことがある。そのときには、通電における電流と電圧を正確に読みとり、抵抗率を求めることにより、温度と抵抗率の関係から温度を求める。こうして求めた温度と放射高温計による温度表示を比較しながら、通電加熱の条件を制御することにより、安心して処理を行うことができる。さらに、これらの温度を比較することにより、放射高温計の温度校正を行うことができる。

3. 500~1000℃の試料のその場測温

表面偏析などの超高真空中のその場実験においては、ヒーターのついた複雑なホルダーなどを用いるため、測温に放射高温計を利用すると便利である。しかし、合金などの未知試料の放射率は不明であるため、温度設定に迷うことがある。そこでよく用いるのが、放射率が既知の高融点の純物質を加熱試料のすぐそばにおいて、その純物質の温度を測定すると、比較的正確な測温が可能である。

ある研究者の、この種の実験の失敗談をあげさせて頂くと、その方はAl-Mg合金表面の高温での表面組成の変化を調べるために、試料を超高真空の表面分析装置中

で加熱を行った。ところが、合金の融点よりもずっと低い温度における加熱であるにもかかわらず、ビューイングポートに異常が見られた。ポートを覗いたところ、自分の顔が映るではないか。加熱によって試料中のわずかな Mg が蒸着し、ビューイングポートが鏡になっていたのである。このような状態では、光がポートを通過せず測温は困難になる。このような例はあるものの、試料や加熱条件を吟味することにより、放射高温計による温度制御は十分可能である。

以上のことをまとめると、試料表面の温度測定に放射高温計や光高温計を使用する際には、それらの操作のみならず、(1) 試料の素性（蒸気圧の高い成分が含まれているかどうか）や測定状況を把握すること、(2) 温度制御を行う場合、光路にずれがあったり、障害があったり

した場合に即座に対応できるようにしておくこと、(3) 温度のクロスチェック用に他の方法による測温もできるようにしておくことが望ましい。いずれにせよ、これらの非接触測定法の弱点に留意することが肝心であるが、適切に用いることで、かなり効率的な実験が行える。

文 献

- 1) 栗野 満：“温度と熱” (共立出版, 1970) p.56.
- 2) 佐々木正治：“実用温度測定” (日本熱エネルギー技術協会, 1975) p.193.
- 3) 栗野 満：“高温・熱技術” (東京大学出版会, 1977) p.134
- 4) T.J. Quinn: “Temperature” (Academic Press, London, 1983) p.284.