

中部工業大学 藤田清比古 山口隆生
松下電器産業(株) ○中津川達雄

1. 諸言 高温における金属の分光放射率は、タングステンなど特別な金属を除くとは、ほとんど光高温計を用いて測定されてきた。光高温計を用いるのは分光放射輝度が被測定物体の大きさや測定距離に無関係に測定できるという利点はあるが、一方分光特性が肉眼の視感度と組合わされているため、測定可能な波長が特別なもの以外は $0.65\mu\text{m}$ に限定されるという欠点があった。分光放射率測定の目的が輝度温度から真温度を知るのであればこれでは十分であるが、色温度から真温度を求める場合ももう少し広い波長域 $[0.40\sim 0.70\mu\text{m}]$ における分光放射率、亦なわちその波長依存性を知る必要がある。このような場合分光部に光電子増倍管などの物理眼を用いると、これの出力は入射放射束に比例するため被測定物体の大きさや測定距離の影響を受けざるばかりでなく、さらに分光特性の補正なども問題になってくる。著者はこれを簡便に補正して分光放射率を求める方法を実施したので報告する。

2. 測定方法 温度(真温度) T の被測定物体の波長 λ における分光放射率 $\varepsilon(\lambda, T)$ は(1)式で定義される。

$$W'(\lambda, T) / W(\lambda, T) = \varepsilon(\lambda, T) \quad (1)$$

ここで $W(\lambda, T)$ は T , λ における完全放射体の分光放射発散度で、Planckの放射則より計算できる。したがって $\varepsilon(\lambda, T)$ を知るには、被測定物体の同温度(T)、同波長(λ)における分光放射発散度 $W(\lambda, T)$ を測定して求めるてはならない。このため被測定物体を制御雰囲気中で温度 T (今回はPt/Pt-13%Rh熱電対で測定)に加熱し、その端面から法線方向に放射される熱放射を、分光透過率 $\tau(\lambda)$ なる光学系を用いて分光器(今回は分散逆数 $5\text{nm}/\text{mm}$ の回折格子分光器を射出側スリット幅 0.5mm で使用)に導き、ここで単波長 λ に分光した発散度を光電子増倍管(今回はHTVのR446を使用)で電流量 $I(\lambda, T)$ (今回は電圧の形で測定)に変換して読取る。ここで $W(\lambda, T)$ と $I(\lambda, T)$ の関係は(2)式のようになる。

$$I(\lambda, T) = \alpha \cdot \beta \cdot P(\lambda) \cdot \tau^M(\lambda) \cdot \tau^L(\lambda) \cdot A \cdot W'(\lambda, T) \quad (2)$$

ただし α は測定装置および測定条件によって定まるが λ に無関係な定数、 β は放射束を電流量に変換する部分の変換係数、 $P(\lambda)$ は光電子増倍管の分光感度、 $\tau^M(\lambda)$ は分光器を構成している光学系の分光透過率、 A は被測定物体のうち光電子増倍管に入射する放射を出している部分の面積であり、これらはいずれも単独で測定することが困難なうえ、測定距離、位置、周囲温度、光電子増倍管の印加電圧、光電面の部分感度の問題、経時変化など測定ごとに変動する因子も包含されている。そこでこれを相殺するため(3)式のごとく $I(\lambda, T)$ もある特定の波長 λ_0 における $I(\lambda_0, T)$ で除することにする。

$$I(\lambda, T) / I(\lambda_0, T) = \left[\frac{P(\lambda) \cdot \tau^M(\lambda)}{P(\lambda_0) \cdot \tau^M(\lambda_0)} \right] \cdot \left[\frac{\tau^L(\lambda)}{\tau^L(\lambda_0)} \right] \cdot \left[\frac{W'(\lambda, T)}{W'(\lambda_0, T)} \right] \quad (3)$$

(3)式に(1)式を代入すると(4)式のようになる。

$$I(\lambda, T) / I(\lambda_0, T) = \left[\frac{P(\lambda) \cdot \tau^M(\lambda)}{P(\lambda_0) \cdot \tau^M(\lambda_0)} \right] \cdot \left[\frac{\tau^L(\lambda)}{\tau^L(\lambda_0)} \right] \cdot \left[\frac{\varepsilon(\lambda, T)}{\varepsilon(\lambda_0, T)} \right] \cdot \left[\frac{W(\lambda, T)}{W(\lambda_0, T)} \right] \quad (4)$$

ここで左辺は測定値、 $\tau^L(\lambda)$, $\tau^L(\lambda_0)$ は独立して測定可能であり、 $W(\lambda, T)$, $W(\lambda_0, T)$ は前述のごとく T を測定すれば計算できるのだから $\left[\frac{P(\lambda) \cdot \tau^M(\lambda)}{P(\lambda_0) \cdot \tau^M(\lambda_0)} \right]$ (これを $R(\lambda/\lambda_0)$ とする)を決定すれば

$\varepsilon(\lambda, T) / \varepsilon(\lambda_0, T)$ が求まる。したがってある任意の λ における分光放射率(今回は光高温計で求めた値を当てた)を1つだけ知れば他の λ の $\varepsilon(\lambda, T)$ が求められる。一方 $R(\lambda/\lambda_0)$ は完全放射体が $\varepsilon(\lambda, T)$ が既知の物質(今回は黒鉛棒を使用)を用いて、同様の測定を行えば(4)式から決定することが出来る。

本方法により再溶解した電解鉄を試料に、温度 $1100\sim 1300^\circ\text{C}$ について $0.40\sim 0.80\mu\text{m}$ の波長域の分光放射率を測定したので、この結果をもとに測定方法の妥当性を考察する。