

(97)

二色温度測定に及ぼす測温用光学系の分光透過率の影響

(二色温度と真温度の関係-VI)

中部工業大学 藤田清比古 ○山口隆生

著者らはすでに自動二色温度計〔以下二色温度計と記す〕の測温対象となる放射体の分光放射率 $\varepsilon(\lambda)$ は狭い波長域、たとえば二色温度計の有感度波長域において波長依存性を1次式として取り扱えと予想し、 $\varepsilon(\lambda) = a\lambda + b$ 〔ただし λ は波長(μm)； a (μm^{-1})、 b は定数〕なる波長に対して1次式で表わされる種々の放射体を二色温度計で測温したときの測定〔実効〕二色温度 F^T から二色温度計の2つの実効波長 λ_{e1} 、 λ_{e2} 、それに λ_{e1} 、 λ_{e2} における分光放射率 $\varepsilon(\lambda_{e1})$ 、 $\varepsilon(\lambda_{e2})$ を用いて算出される換算温度〔見掛けの真温度〕 T' と放射体の真温度〔真の真温度〕 T との差、すなわち誤差 $\Delta T = T' - T$ が許容量以下であるか否かを検討した。その結果実在が予想される放射体の範囲〔 $0.8 \leq \varepsilon(\lambda_{e1})/\varepsilon(\lambda_{e2}) \leq 1.25$ 〕内にありて誤差 ΔT は $\pm 6^\circ\text{C}$ 以内であり、二色温度計は真温度を知る装置として優れていることを報告した。

しかしながらこの研究は二色温度計を構成する光学系としては光電子増倍管、測温用レンズ、二色のフィルタのいわゆる系内に含まれるものの分光特性と系外としては測定される放射体の分光放射率特性だけを考察したものである。ここでより実際の測温に即した状態を想定するならば、制御雰囲気中の放射体の測温に使用する測温用窓ガラスや直角プリズムなどの分光透過率 $\tau(\lambda)$ を考慮する必要がある。この場合 $\tau(\lambda)$ は放射体の分光放射率と同様に狭い波長域において波長に対して1次式、 $\tau(\lambda) = c\lambda + d$ 〔ただし λ は波長(μm)； c (μm^{-1})、 d は定数〕と仮定すれば系外の合成された全体の分光特性 $E(\lambda)$ は $\varepsilon(\lambda)$ と $\tau(\lambda)$ の積で決定される。したがって $E(\lambda) = \varepsilon(\lambda) \cdot \tau(\lambda) = A(\lambda + B)^2 + C$ 〔ただし $A = a \cdot c$ (μm^{-2})、 $B = \frac{1}{2}(\frac{b}{a} + \frac{d}{c})$ (μm)、 $C = -\frac{(a \cdot d - b \cdot c)^2}{2 \cdot a \cdot c}$ 〕となり波長に対して2次式となる。本報は二色温度計の系外と考えられるものの総合された分光特性が波長に対して2次式である場合の実効二色温度と真温度の関係について考察した。

その結果、 $E(\lambda)$ は波長に対して放物線であるから極値を有する。そしてこの極値をとる波長が二色温度計の2つの実効波長 λ_{e1} 、 λ_{e2} の中間に存在する場合、 λ_{e1} 、 λ_{e2} における分光特性の比 $\varepsilon(\lambda_{e1})/\varepsilon(\lambda_{e2})$ で二色温度計の測温対象に適した放射体を限定するところが困難であった。なぜならば $E(\lambda) = A(\lambda + B)^2 + C$ の A 、 B 、 C のすべてが ΔT に影響を及ぼす因子となり、これらの関係を $\varepsilon(\lambda_{e1})/\varepsilon(\lambda_{e2})$ だけで解くことになるからである。しかしながら A の絶対値が 0.4 (μm^{-2})以下とすれば C が極端に小さい値でない限り B 、 C に關係なく ΔT は約 $\pm 6^\circ\text{C}$ 以内であることが判明した。ここで $A = a \cdot c$ (μm^{-2})なる値について考えるならば、タングステン〔実測値〕、溶鉄〔推定値〕の分光放射率を可視域で波長に対して1次近似した場合の勾配が最大になるのはタングステンの真温度 2500°C のときでその分光放射率 $\varepsilon_a^w(\lambda) = -0.135\lambda + 0.5157$ となった。ついで著者が研究に使用している並板ガラス、テレックスガラス、硬質ガラス、パイレックスガラスの分光透過率をPrismeter〔全反射直角プリズムなどの透過率を測定するために考案された装置〕の改造型で測定した結果を1次近似したところ波長特性が一番大きいのは並板ガラスでその分光透過率 $\tau_a^{gs}(\lambda) = -0.1757\lambda + 0.9758$ となった。このように放射率と透過率の勾配が大きい条件を組み合わせ測温したと仮定しても、 $\varepsilon_a^w(\lambda) \cdot \tau_a^{gs}(\lambda)$ から求まる $A_a = 0.0237$ (μm^{-2})となり、 0.4 (μm^{-2})と比較して約 $1/16$ 以下であり実用上不都合はないと結論された。一方 $E(\lambda)$ の極値が $\lambda_{e1} \sim \lambda_{e2}$ の外に存在する場合はいかなる A 、 B 、 C であっても $0.8 \leq \varepsilon(\lambda_{e1})/\varepsilon(\lambda_{e2}) \leq 1.25$ の範囲であれば $\Delta T = \pm 10^\circ\text{C}$ 以内となり、1次式の場合と同様に取り扱えた。もし $\lambda_{e1} = 0.63$ (μm)、 $\lambda_{e2} = 0.49$ (μm)とし、極値の位置を可視外にあるための条件を求めると、被測温体が、 $0.8 \leq \varepsilon(\lambda_{e1})/\varepsilon(\lambda_{e2}) \leq 1.25$ ならば、光学系の透過率は $1.152 < \tau(\lambda_{e1})/\tau(\lambda_{e2}) < 1.5$ または $0.688 < \tau(\lambda_{e1})/\tau(\lambda_{e2}) < 0.857$ 以外である必要がある。この条件から上記のガラスはいづれも特殊な場合をのぞいて二色温度測定に際して支障なく使用できることも結論された。