

日本鋼管(株) 技術研究所 ○原田直樹 今井清隆
山田健夫

1. 緒言

多重反射による放射測温法の効用を検討することを目的として、各種鋼板の放射率の角度依存性の測定及び平板を用いた多重反射によるみかけの放射率の解析・測定を行ったので概略を報告する。

2. 平板による多重反射の原理

Fig.1において紙面に垂直な2平面AB(測定板), AC(反射板)のなす角度を 2θ とし、表面は完全鏡面反射するものと仮定して、点 P_0 に角度 θ で入射した光の軌跡を求め、AB, AC上での反射回数 n, m を計算する。

測定される放射エネルギー E は、測定板、反射板の(放射率, 反射率, 温度)をそれぞれ $(\epsilon_1, r_1, T_1), (\epsilon_2, r_2, T_2)$ とすると、反射回数 n, m を用い式(1)で表わされる。ここで、温度 T における黒体の放射エネルギーを $E_b(T)$ とした。

$$E = \epsilon_1^* \cdot E_b(T_1) + \epsilon_2^* \cdot E_b(T_2) \quad - (1)$$

$$\epsilon_1^* = \epsilon_1 \cdot \frac{1 - (r_1 r_2)^{\frac{n}{2} + 1}}{1 - r_1 r_2} \quad \epsilon_2^* = \epsilon_2 \cdot r_2 \cdot \frac{1 - (r_1 r_2)^{\frac{m+1}{2}}}{1 - r_1 r_2}$$

E は、 $T_1 \gg T_2$ の場合式(2)で、 $T_1 = T_2$ の時式(3)で表わされる。

$$E = \epsilon_1^* \cdot E_b(T_1) \quad - (2) \quad E = (\epsilon_1^* + \epsilon_2^*) \cdot E_b(T_1) \quad - (3)$$

3. 測定及び結果

測定対象板で容器を作り、水を入れて沸点を保ったまま($T_1 = T_2 = 100^\circ\text{C}$)、焦電型放射温度計(波長 $9 \sim 12 \mu\text{m}$)を用いて、放射率の角度依存性及びみかけの放射率の測定を行った。

Fig.2は、測定角 θ を連続的に変えて測定した各種鋼板の放射率、Fig.3は、式(3)に示すみかけの放射率 $(\epsilon_1^* + \epsilon_2^*)$ の測定結果の一例である。実線が実測値、破線はFig.2の結果を用いて、式(1)に従って計算した値である。

Fig.3より、 θ の減少に伴い、みかけの放射率が向上することがわかる。くさび角 52° (B), 32° (C), 24° (D)でみかけの放射率が不連続に増加しているのは、表面の反射特性が鏡面的であることを実証している。

4. 結言

多重反射による放射測温法の解析・測定により以下の結論を得た。

- 1) 放射率向上には多重反射が有効であることを確認した。
- 2) 多重反射によるみかけの放射率の解析は完全鏡面反射性を仮定して行なったが、本実験の対象材については、ほぼ妥当であることを確認した。

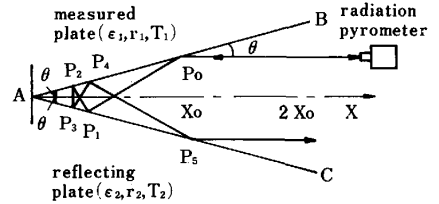


Fig.1 Principle of multiple reflection

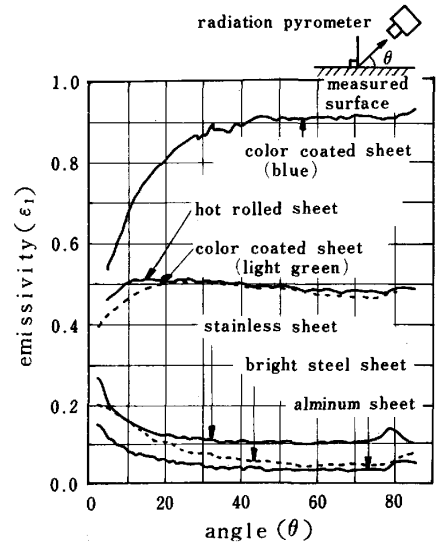


Fig.2 Angular characteristic of emissivity

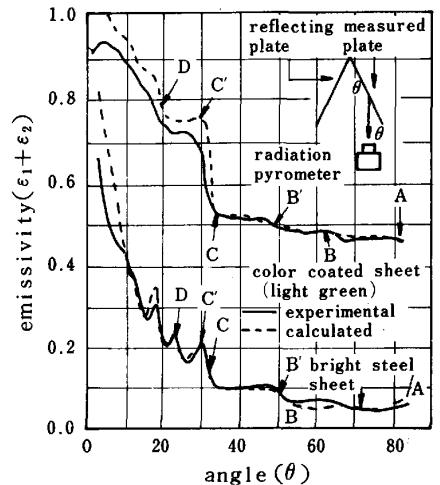


Fig.3 Examples of emissivity $(\epsilon_1^* + \epsilon_2^*)$