

(154) 鋼板の表面温度と放射率の同時測定法

新日本製鉄(株) 基礎研究所 ○井内 徹 大野二郎
草鹿履一郎

1. 緒言 移動する鋼板の表面温度測定は非接触放射測温が適切であるが、鋼板の放射率が材質、表面状態、温度などによって変化する場合大きな測温誤差を生じる。本報告は放射率が著しく変化する場合にも、測温の際その放射率をも同時に測定して真の表面温度を測定する放射測温法に関するものである。本測温方法により温度情報のみならず放射率に関連する表面情報たとえば色調、酸化状態、表面処理状態その他材質等をも把えることができる。

2. 原理 放射エネルギーを多重反射させる効果を有するキャビティを用い、この結果の有無に対応した2つの放射エネルギーを交互に検出し演算することによって両者を同時に求める。図1にその構成の概略を示した。回転セクターがキャビティ面を覆ってないときの検出子出力を E_1 、キャビティ面を覆ったときの出力を E_2 とすれば、それぞれ(1)、(2)式で表わされる。

$$E_1 = \epsilon \cdot E_b(T) \quad (1)$$

$$E_2 = g(\epsilon) \cdot E_b(T) \quad (2)$$

ϵ : 鋼板の放射率, T : 鋼板表面温度, $E_b(T)$: 黒体温度 T に対応する放射検出子出力。

$g(\epsilon)$ はキャビティとセクターおよび鋼板とで構成される幾何学的形状と各表面の光学的特性によって定まり、放射の相互反射論により(3)式のようになる。

$$g(\epsilon) = (\alpha + 1) \cdot \epsilon / (\epsilon + \alpha) \quad (3)$$

パラメータ α は実験によりあらかじめ定めておく。

(1)~(3)式より $G = E_2 / E_1$ とおいて ϵ を求める(4)式を得る。

$$\epsilon = (\alpha + 1 - \alpha \cdot G) / G \quad (4)$$

また(4)式で(1)式を辺々割ると(5)式を得る。

$$E_1 / \epsilon = E_b(T) \quad (5)$$

(4)、(5)式により放射率 ϵ 、温度 T が求められる。

3. 実験結果 電磁鋼被膜材を例として(4)式を実測した結果を図2に示す。図2より ϵ の大巾な変化($\epsilon = 0.3 \sim 0.9$)に対して $\alpha = 1.25$ の近似式(6)に一致した。

$$\epsilon = (2.25 - 1.25G) / G \quad (6)$$

測定値のバラツキは測温誤差として(7)式で示された。

$$|\Delta T| = 2.78 \times 10^{-6} \cdot \lambda \cdot T^2 \cdot (1 - \epsilon) / \epsilon \quad (7)$$

λ : 検出子の実効波長(μm), T : 鋼板表面温度[K]

この結果は被膜鋼板製造プロセスの温度範囲では PbS 検出子使用で ± 5 ($^{\circ}\text{C}$) 以内の誤差であり、操業上十分な精度である。

4. 結言 本方法は表面状態が重要な鋼板の測温に特に効果を発揮するが、実験室段階での各種の検討を終え、幾つかのプロセスでオンライン実用化を進めている。

参考文献: 第55回計測部会資料, (1973), 計55-7-4

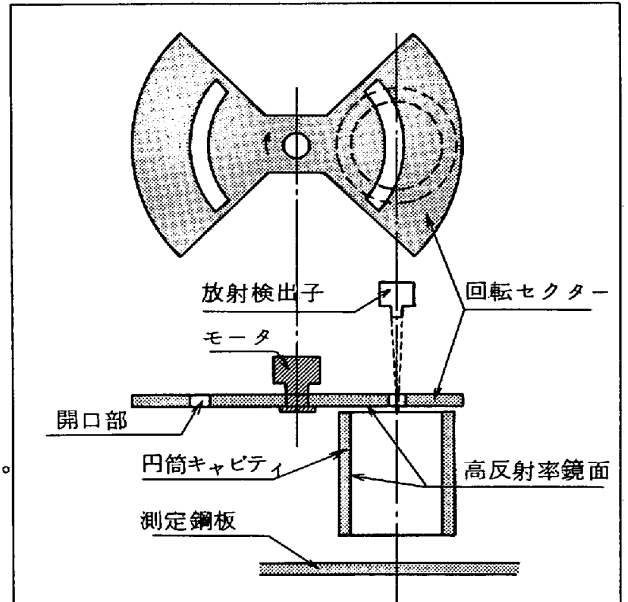


図1 測定法の構成概略

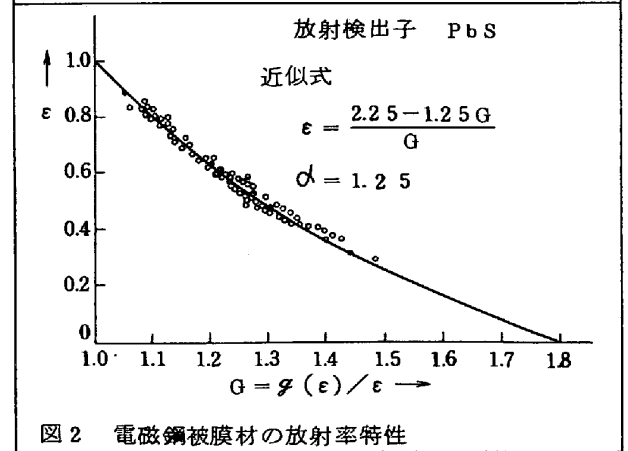


図2 電磁鋼被膜材の放射率特性