

(333)

ラジオメータ方式鋼板温度計の設計、基礎試験
(マイクロ波ラジオメータ方式鋼板温度計の開発-1)住友金属工業株式会社 総合技術研究所 ○嶋野哲男, 小林純夫
和歌山製鉄所 砂原 徹, 丸山 晃

1. 緒言

鉄鋼プロセスにおける鋼板の非接触温度測定では、対象の放射率が未知の場合や、放射率が変動する場合には、従来の光学領域の放射温度計により正確に真温度が測定できないという問題がある。これに対して、マイクロ波ラジオメータを用いてマイクロ波帯の輝度温度と放射率を同時に測定し、放射率変動を補償して真温度を求める方法を考察し、ラジオメータ方式鋼板温度計の開発を行なった。

2. 測定原理

マイクロ波帯域における金属からの熱放射量はきわめて少ないため、Fig. 1に示すように鋼板とそれに対向させた反射器とにより共振器を形成し、放射率が高くなる共振周波数を含む一定帯域での共振器の輝度温度 T_R と放射率 $\bar{\Gamma}$ を測定する。

鋼板と反射器の放射率を $\bar{\epsilon}_t, \bar{\epsilon}_m$ 、物理温度を T_t, T_m とすると、共振器の回折損失が無視できる場合、次式が成立する。

$$T_R = \bar{\epsilon}_t \cdot T_t + \bar{\epsilon}_m \cdot T_m \quad (1), \quad \bar{\Gamma} = 1 - (\bar{\epsilon}_t + \bar{\epsilon}_m) \quad (2)$$

(1), (2)式より、鋼板の真温度 T_t は次式で求めることができる。

$$T_t = \frac{T_R - \bar{\epsilon}_m \cdot T_m}{1 - \bar{\Gamma} - \bar{\epsilon}_m} \quad (3)$$

反射器の温度 T_m は熱電対を用いて実測され、反射器の放射率 $\bar{\epsilon}_m$ は、共振器の特性値(負荷Q値 Q^* 、電力反射率 Γ_p^*)を測定して求められる。

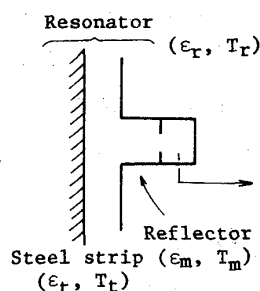


Fig. 1 Principle.

3. 測定装置

測定装置の構成をFig. 2に示す。

(1)反射器：回折損失を防止するためチョーク構造フランジを取りつけた構造を採用した。(鋼板との間隔 d : 25mm以内)

(2)ラジオメータ装置：1.7GHz近傍を共振周波数(f_0)として用い、輝度温度と放射率をラジオメータにより測定した。共振器の特性値は別の経路を用いて測定され、測定値は反射器温度実測値と伴に計算機に取り込まれ鋼板の真温度 T_t が求められる。また、鋼板の振動に起因する共振周波数変動を補償できる構成とした。

4. 測定結果

放射率の異なる炭素鋼、ステンレス、電磁鋼板を対象として、常温~200℃の範囲で測定した結果、Fig. 3に示すように、放射率補正して测温精度 $\sigma \leq 10.5K$ で測定可能なことを確認した。

5. 結言

マイクロ波ラジオメータ方式鋼板温度計を設計、試作し、基礎試験の結果、実用上十分な精度で真温度測定が可能なことを確認した。

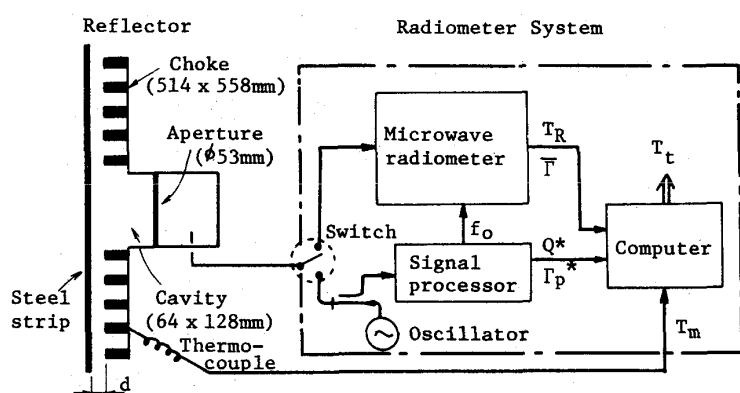


Fig. 2 Microwave Radiometer System.

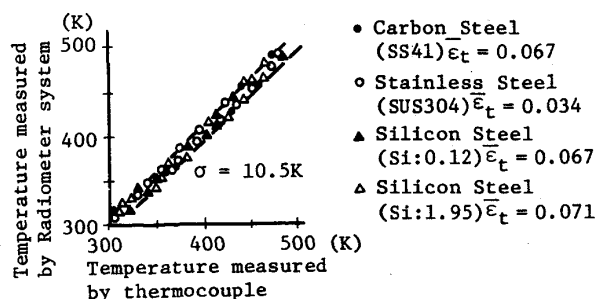


Fig. 3 Experimental Results.