

# 接触式温度計の開発

## Development of Contact Type Thermometer

住友金属工業(株)システムエンジニアリング事業本部  
川惣電機(株)計測第一事業部

植松千尋\*・平本一男・安達祐司  
植村敬明

### 1. 緒言

近年、鉄鋼製品の高品質化、高級化、高付加価値を指向し各プロセスでの温度管理の重要性が増している。放射温度計は、非接触测温、高速応答などの特徴によりさまざまなプロセスで採用されているが、測定対象の放射率を正確に求めることが测温精度を確保する上で重要なことである。

従来、オンラインにおける鋼板表面状態を模擬した実験によって求めた放射率をオンラインで設定している。しかしながら、オンライン状態の完全な模擬は困難であるため設定した放射率の妥当性は常に問題がある。

今回、通常操作中、鋼板に接触して真温度を測定することで放射率を決定するとともに、放射温度計のオンラインでの测温精度を確認可能な接触式温度計の開発を行った。

### 2. 接触式温度計

#### 2・1 装置構成

本温度計は Fig.1に示すように、センサー部、追従機構部、昇降機構部から構成されている。センサー部は2タイプあり、セラミックベアリングを使用した台車に取り付けられる。追従機構部は、バネとスライドベアリングでセンサー部を鋼板に押しつけ高速通板中に安定して鋼板に接触させることができる。また、台車が鋼板に接触していることを検知する機能も備えている。昇降機構部は、シール機構により炉が操作中にもエアシリンダで自動昇降できる。Table 1に仕様を示す。

#### 2・2 半球面鏡型の特徴

半球面鏡により、実効放射率を増加させるとともに鋼板と一定間隔(1mm)を保持することで、走行中でも安定した测温を可能にしている。Fig.3は、半球面鏡で生じた多重反射によって測定対象の実効放射率がどの程度増加するか計算したものである。放射率が0.4と低い測定対象でも実効放射率を0.9にあげることができる。また、光ファイバーを用いることで、光検出器を鋼板から離し、高温雰囲気でも使用可能な構造である。

Table 1. Specifications of contact type thermometer.

Type	Hemisphere	Thermocouple
Sensor	Ge-PD Hemisphere mirror	Thermocouple (K type)
Meas.range	300~750 °C	0~800 °C
Accuracy	±4 °C	±2 °C
Response time	0.005sec	8sec
Tracking ability	・Distance of pass change: ±40mm ・Frequency of pass change: 2Hz	
Notes	Gap between strip and hemisphere: 1mm	Contact pressure: 15g

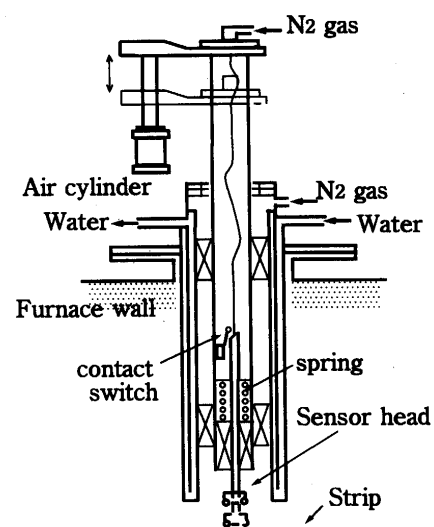


Fig. 1. Schematic of stroke equipment.

平成6年8月1日受付 (Received on Aug. 1, 1994)

\* Chihiro Uematsu (System Engineering Division, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 1-8 Fuso-cho Amagasaki 660)

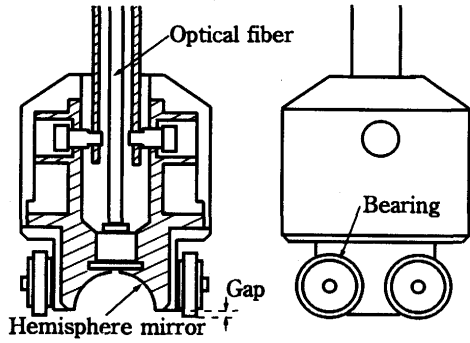


Fig. 2. Hemisphere type.

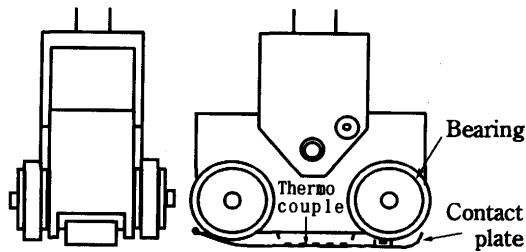


Fig. 4. Thermocouple type.

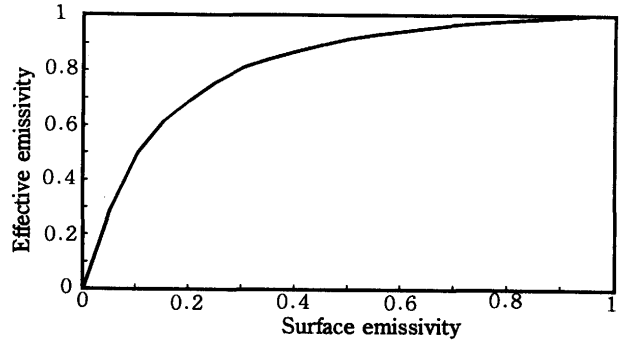


Fig. 3. Comparison between surface emissivity and effective emissivity.

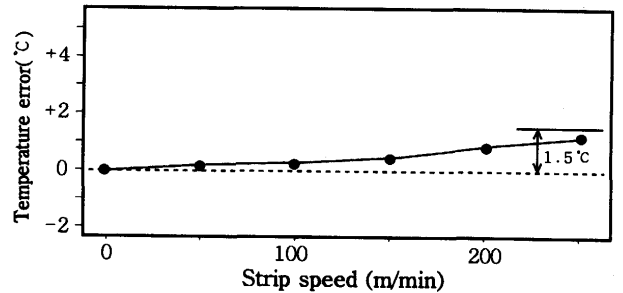


Fig. 5. Influence of strip speed on temperature error.

### 2・3 熱電対型の特徴

K熱電対を測定対象にごく軽い一定の押しつけ圧 (15g) で接触し摩擦熱による温度上昇を少なくしている。Fig.5は、鋼板を走行させ摩擦による温度上昇の影響を調べたものであるが、250m/分の走行速度で1.5°C以下の温度上昇であった。

## 3. 性能テスト

### 3・1 測温精度

熱電対を着着した各種鋼板を加熱し、熱電対の指示温度を真値として2タイプの温度センサーの測温精度を確認した。半球面鏡型は、Fig.3に示すように、対象の放射率が低いとき実効放射率の補正が必要である。Fig.6には放射率が0.15のアルミ板に対して実効放射率を0.6として測温した結果を示している。Fig.3を用いることにより、放射率が低い場合でも±4°C以内の測温精度が得られた。また熱電対型は、温度が高くなると真値との温度差が大きくなる傾向があるが、測温値を用いて補正することで±2°C以内の対応がある。

### 3・2 オンラインテスト

連続焼鈍炉内に設置した状態で間欠測温したときの応答性をFig.8, Fig.9に示す。半球面鏡型は、鋼板に接近する過程で出力値が安定する部分がある(①)。これは、鋼板との距離が大きく半球面鏡による実効放射率増加の効果が無い部分である。その後、鋼板に接すると多重反射効果により、放射輝度が高くなり測温値は安定する(②)。

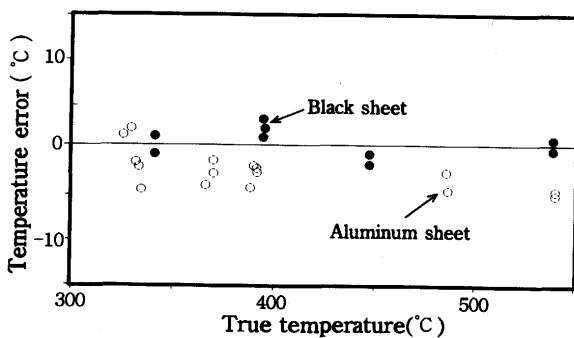


Fig. 6. Accuracy of hemisphere type.

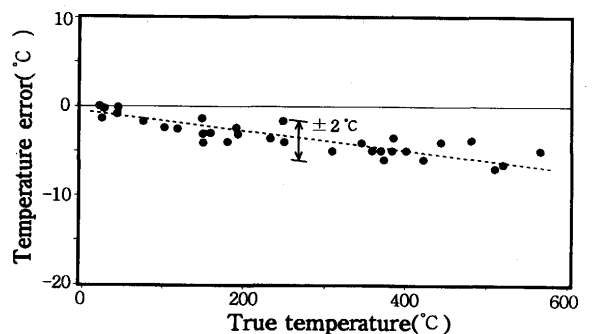


Fig. 7. Accuracy of thermocouple type.

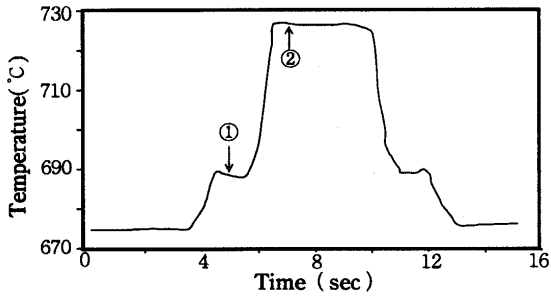


Fig. 8. Response behavior of hemisphere type.

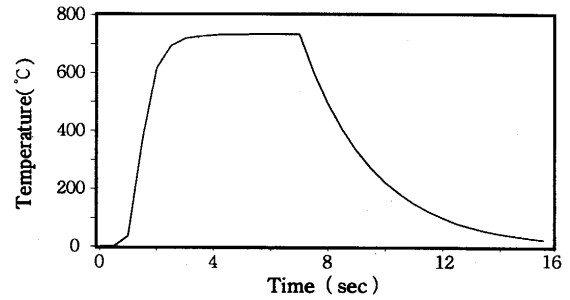


Fig. 9. Response behavior of thermocouple type.

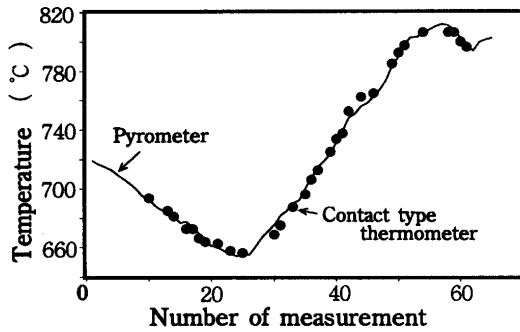


Fig.10. Measurement examples of strip temperature.

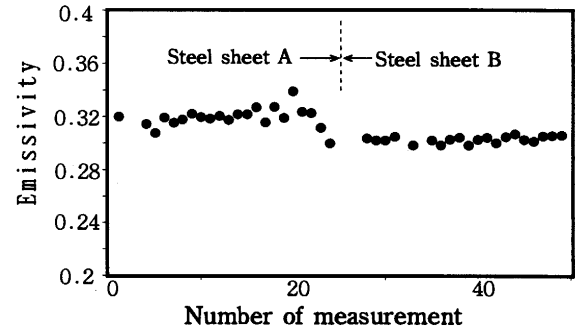


Fig.11. Measurement examples of strip emissivity.

熱電対型は、8秒で安定した測温値となる。Fig.10は、熱電対型の接触式温度計を用いて放射温度計の測定精度を確認した測定例を示しており、適正な放射率の設定によって5°C以内の対応が確認できた。

Fig.11は、通常操業中の連続焼鈍炉内の鋼板放射率を測定した例を示しており、安定した放射率値が測定できることが分かった。

#### 4. 結言

半球面鏡型と熱電対型の接触温度計を開発し、鋼板走行速度250m/分で測温可能なことを確認した。本温度計を用いて放射温度計の放射率設定値の決定、新温度計のオンラインでの温度精度の確認に活用されている。

#### 文 献

- 1) 小山ら：材料とプロセス，5 (1992), p.380