

抵抗焼結法における温度測定

Temperature Measurement at the Resistance Sintering Process.

坂井 徹郎*・原 善四郎*

Tetsuo SAKAI and Zenshiro HARA.

1. 目 的

瞬間抵抗焼結法によって、焼結体を製造する際の約 1 ～ 2 秒間という短時間の通電時に、圧粉体内にいかなる温度変化が起こり、さらに通電後いかなる時間的経過をたどって圧粉体の温度が昇降するかを調べることは、抵抗焼結法における金属粉末の焼結現象を解明するために重要である。そこで、本研究ではインフラスコープ¹⁾とシンクロスコープを使用して、圧粉体の種々の位置における試料の表面温度を測定して、それらを三種の表面温度を求める理論式²⁾による計算値と比較検討した³⁾。

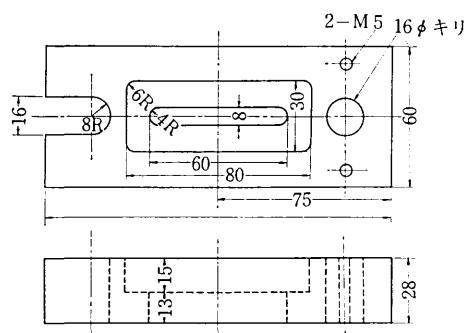


図 1 二つ割ダイスの片側ダイス

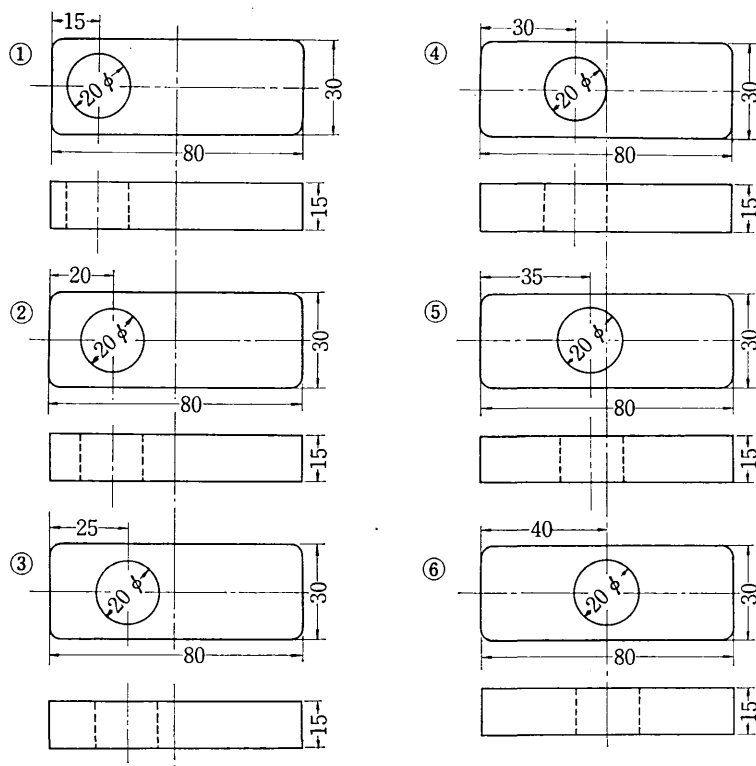


図 2 ダイス内へのはめ板

2. 実験方法

温度測定用のダイスは、図 1 に示したような二つ割ダイスを使用し、その片側ダイス面に、図 2 に示したよう

な六種類のはめ板 (20 mmφ のシリカガラス製円板を挿入できる) を使用して、圧粉体内の測温位置を種々に変化できる構造とした。雲母箔を内張りした型穴寸法 4 × 56 mm のダイス内に、500℃ で 30 分間水素還元を行なった電解鉄粉 (−325 メッシュ, 27 g) を装入したのち、

* 東京大学生産技術研究所 第 4 部

研究速報

これを抵抗焼結機にかけ、極間電圧 3~4.5 V、加圧力 0.9 t/cm² の下で、約 9,000 A、10,000 A、11,000 A の三種の電流を 100 サイクル通電し、一種類のはめ板について、インフラスコープの焦点を順次に圧粉体の上、中、下の異なる三点に合わせた。インフラスコープの出力をアンプへ入れ、さらにこれを 2 現象シンクロスコープに接続して通電波形と温度変化の状態を描かせ、これよりそれぞれの点の表面温度を実測し、さらに三種の表面温度を求める理論式（熱源をそれぞれ点状、線状および面状と考えたときの）によって、それぞれの点の温度を計算した。

点状熱源式

$$T = \frac{q}{C\delta} \cdot \frac{e^{-\frac{r^2}{4kt}}}{(2\sqrt{\pi kt})^3} (^{\circ}\text{C}) \text{ ただし } r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

$$q = \text{cal}$$

線状熱源式

$$T = \frac{q}{C\delta} \cdot \frac{e^{-\frac{r^2}{4kt}}}{4\pi kt} (^{\circ}\text{C/cm}) \text{ ただし } r^2 = x^2 + y^2$$

$$q = \text{cal/cm}$$

面状熱源式

$$T = \frac{b}{C\delta} \cdot \frac{e^{-\frac{x^2}{4kt}}}{2\sqrt{\pi kt}} (^{\circ}\text{C/cm}^2) \text{ ただし } q = \text{cal/cm}^2$$

ここで K : 温度拡散率 (cm²/sec) で、 $K = \frac{\lambda}{C\delta}$ である。

λ : 熱伝導率 (cal/cm·sec·°C), 実測温度に応じて図表⁴⁾から求めた。

C : 比熱 (cal/g·°C), 純鉄の 900°C 以上の比熱⁴⁾を 0.17 cal/g·°C とした。

δ : 密度 (g/cm³), 純鉄の密度を 7.87 g/cm³ とした。

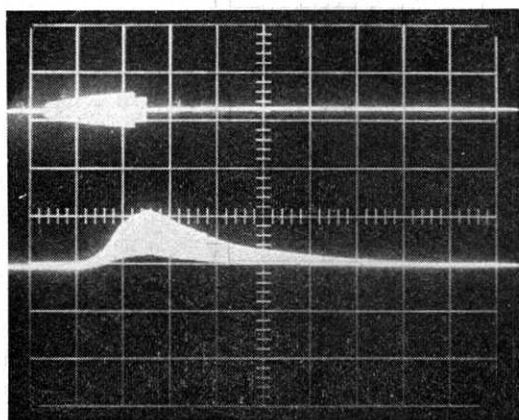


写真 1 はめ板による試料上部についての測定結果の一例
上方波形…通電波形 (11,808 A, 4.4 V, 101°C)
下方波形…温度昇降曲線 (最高温度 1230°C)

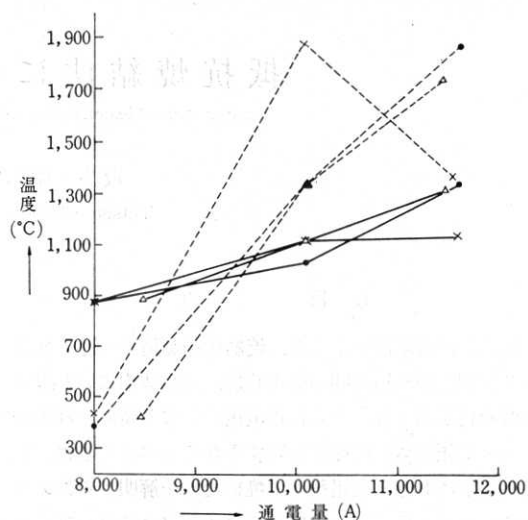


図 3 通電量、実測温度および線状熱源式による計算値との関係 (はめ板 5)

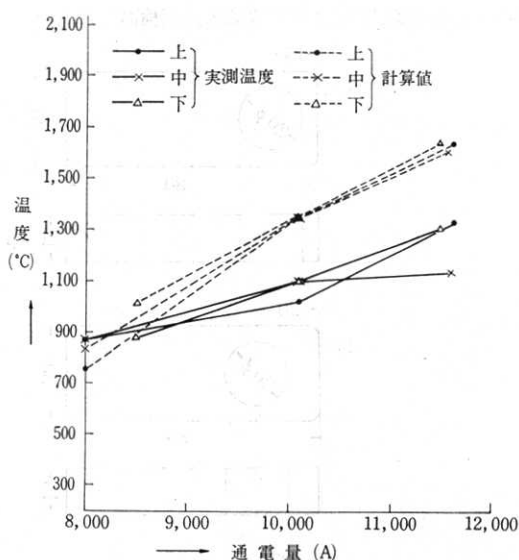


図 4 通電量、実測温度および平面状熱源式による計算値との関係 (はめ板 5)

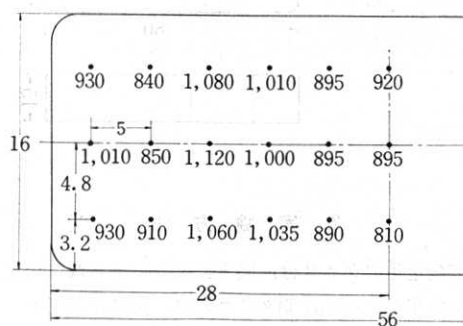


図 5 試料表面の実測温度 (9,000 A)

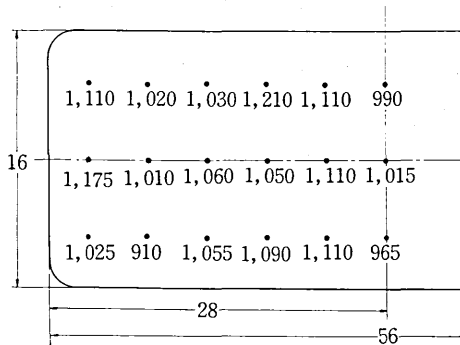


図 6 試料表面の実測温度 (10,000 A)

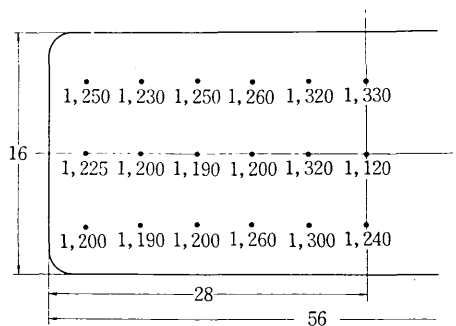
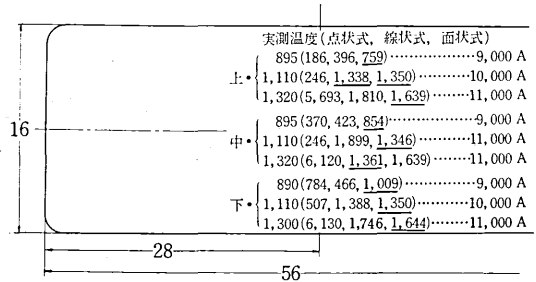


図 7 試料表面の実測温度 (11,000 A)

3. 実験結果および考察

(1) 通電時間 100 サイクル中の温度上昇と経過時間との関係は、通電開始後約 55~60 サイクル後に温度上



(注) 下線部は実測温度に最も近い温度の計算値を示す。

図 8 実測温度と計算値 (はめ板 5)

昇が始り、通電終了時に最高温度に到達した。(写真 1)

(2) 通電電流を増加すれば、実測温度も上昇した。

(3 図~7 図)

(3) 実測温度に最も近い計算値は、面状熱源式によるものから得られ、つぎに線状熱源式が近く、点状熱源式による場合にはきわめて差が大きくなった。(図 3, 4 および 8)

(4) 本実験によって得られた実測温度は、810~1320°C の範囲内の温度であり、これは通電時に呈する圧粉体の加熱色から見ても妥当な温度と考えられる。

(図 5~7)

(1971 年 3 月 25 日受理)

参 考 文 献

- 1) 日本鉄鋼協会編: 圧延理論とその応用 p. 253~4
- 2) 渡辺, 峰久: 溶接工学, p. 128~132
- 3) 坂井, 原: 粉体粉末冶金協会昭和 46 年度春季大会講演概要集, p. 9~11
- 4) 日本鉄鋼協会編: 鉄鋼便覧, p. 78

