

UDC 621.762.53.01
669.295.6

通電抵抗焼結法の熱効率

Thermal Efficiency of Electrical-Resistance Sintering

明智 清明*・原 善四郎*

Kiyooki AKECHI and Zenshiro HARA

1. 序

通電抵抗焼結過程の電流、電圧の測定から、熱効率(必要熱量/使用熱量)を算出できるが、抵抗焼結法は、直接に粉末に通電し加熱するために、きわめて熱効率がよいことを示す。

2. 方法

チタン粉末(15g)の抵抗焼結¹⁾を例にとって検討した。抵抗焼結過程の電流と電圧の波形をオシログラフにとり、図1のように、各々の波形を直線とsine curveで近似し、電算機により電気抵抗、通電入力の時間的変化を算出しプロットさせた。

熱効率は、表1のようなチタンの比熱、変態熱、溶解熱の値²⁾(バラツキが大きい)から、チタン粉末15gをある温度まで加熱するのに要する熱量を出し、通

表1 チタンの比熱、変態熱、溶解熱²⁾

20℃～882℃での比熱	0.10～0.14cal/g·deg
変態熱(882℃)	16.7cal/g
882℃～1,667℃での比熱	0.12～0.16cal/g·deg
溶解熱(1,667℃)	94cal/g

電入力と比べることによって求めた。

3. チタン粉の抵抗焼結過程の熱効率

表1を用いて、15gのチタンを室温20℃から融点1,667℃まで上げるのに必要な熱量を概算した結果を図2に示す。熱量としては、チタンの抵抗焼結の際に使用した条件の場合の抵抗焼結機の力率49%を“KVAC(キロ・ボルト・アンペア・サイクル)”に乘じた値を、

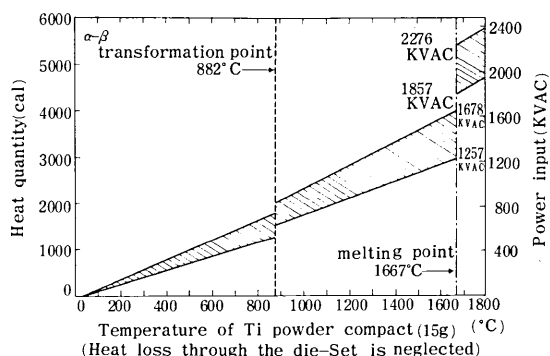


図2 加えた熱量とチタン(15g)の到達温度
熱量単位のcalに換算して示した。

さて、抵抗焼結過程において、粉末の抵抗発熱で生じた熱は、ダイスやパンチへ逸散する。この逸散を防

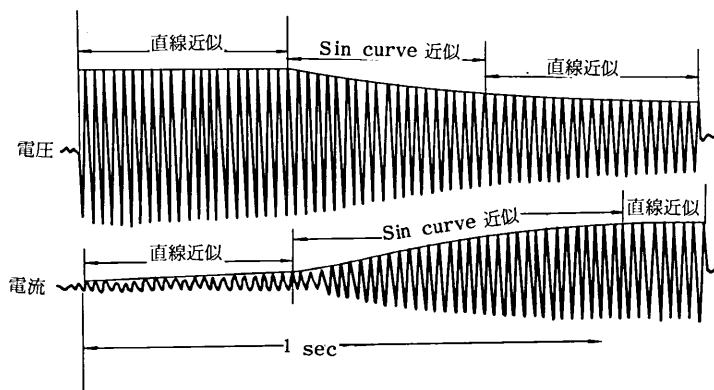


図1 通電波形と近似の取り方

表2 一定の設定電流実効値(80%)で通電時間を変化させて焼結した場合のチタン抵抗焼結体の諸性質

Resistance sintering time (sec)	Power input (KVAC)	Density ratio (% of theoretical)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)
0.8	1,250	97.3	42.5	31.3
1.6	3,060	98.0	48.0	31.0
2.4	4,470	98.0	47.4	26.0
2.54	4,730	98.9	48.1	23.0

ぐ方法の一つは、高速度加熱すなわち大電流を通電させることである。できるだけ2次電流を大きくするため抵抗焼結機の設定電流実効値80%で焼結を行った場合の、通電入力とチタン抵抗焼結体の機械的性質の関係を、表2に示す。表2から明らかなように、通電時間0.8秒の場合には、通電入力1,250KVACとなり、優れた機械的性質が得られているが、この入力値は融点(固体)に達するのに必要な入力値1,257~1,678 KVAC(図2)の見積りよりも低い。この場合、チタ

ン抵抗焼結体の温度は少なくとも α - β 変態点(882°C)を越えていることは金属組織の面から確認でき、さらに粉末粒子表面等で部分的には溶融を示している個所もあるから、焼結体の平均温度は1,200°C程度に達したものと推定できる。その場合の必要入力量は、図2から800~1,200KVACであるから、熱効率 η は800/1,250~1,200/1,250である。すなわち、抵抗焼結法がきわめて熱効率の高いプロセスであることが確認できる。

つぎに、15gのチタン部品の抵抗焼結に要する電気代を試算してみる。入力量を電力に換算すると1,250~4,730KVAC(力率49%) $=3.41\sim12.89\times10^{-3}$ KWhとなり、1 KWh当り8円と見積っても、15gの焼結部品を製造するのに要する電気代は3~10銭である。このことから、抵抗焼結法は電力節約的、省エネルギー的な技術であるといえる。(1976年3月24日受理)

参 考 文 献

- 1) 原, 明智, 藤森, 吉沢: 生産研究, 27 (1975), 198.
- 2) 金属学会編: 金属データブック, 丸善 (1974), 34.

(41ページよりつづく)

変形が進んでいく現象であることが示された。興味深いのはこのようにして変形が進んでいくに従って、 α - β 結晶粒の配列はむしろ規則的になり、しだいに変形を起こしにくい配列へと変っていくことである。つまり二相細粒合金の超塑性変形は本質的に非定常なものであることが示された。(1976年4月15日受理)

参 考 文 献

- 1) A. Ball, and M. M. Hutchison: Metal Science J. (1963) 3. 1
D. Lee : Acta Met (1969) 17. 1057
K. N. Melton, and J. w. Edington: Metal Science J.

(1973) 7. 172

R. B. Nicholson: Proc. Berkeley International Materials Symp. Ed. by G. Thomas (1971), 689

- 2) G. J. C. Carpenter, and R. G. Garwood: Metal Science J. (1967) 1. 202
- 3) 鈴木邦夫 石田洋一 市原正樹: 日本金属学会誌 (1974) 38. 920
- 4) F. A. Mohamed and T. G. Langdon: Acta Met. (1975) 23. 117
M. L. Vaidya, K. Linga Murty and J. E. Dorn: Acta Met. (1973) 21. 1615
- 5) C. Herring: J. Appl. Phys (1950) 21. 437
- 6) F. W. Grossman and M. F. Ashby: Acta Met. (1975) 23. 425