

# Ni 80-Cr 20 合金の抵抗焼結

The Resistance Sintering of Ni 80-Cr 20 Alloy

原 善 四 郎 ・ 島 崎 俊 治

金属粉末に熱と圧力を同時にかけて成形する高温圧粉 (hot pressing) 法<sup>1)</sup>は、粉末冶金法で普通に用いる冷間圧粉成形—焼結という方法にくらべて、短時間で緻密な材料をつくることができるという長所があり、超硬合金や耐熱合金などの高融点金属の粉末冶金に応用されている。この高温圧粉法の加熱方式には (a) 圧縮成形に用いる型と型に充填した金属粉を、外部から加熱する方式、(b) 型および金属粉を高周波で加熱する方式、(c) 耐火物の型を用い、金属粉だけを高周波で加熱する方式、(d) 耐火物の型を用い、金属粉に直接通電してその抵抗発熱で加熱する方式、などがあるが、(a)(b)の方式は型が加熱されるために加圧力をあまり大きくすることができないという欠点がある。(c)の方式も耐火物の強度の点で、あまり大きな圧力をかけることは期待できない。これらに対し、(d)の方式は耐火物型をさらに外側から補強することによって、高温の金属粉に大圧力をかけるものと考えられる。

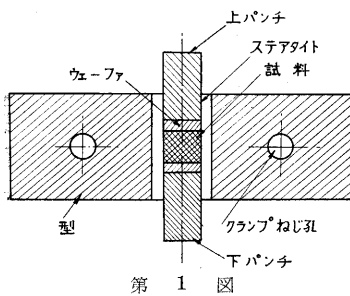
この方式のひとつに、型にステアタイトを用い、これを外側から銅リングで補強し、上下の加圧パンチを抵抗溶接機の両電極間にはさんで、ごく短時間(数十サイクルないし数分)、大電流を流すという抵抗焼結 (resistance sintering) 法<sup>2)</sup>

(F. V. Lenel, 第 1 図) がある。この方式は、上記のように高温金属粉に大圧力をかけるという利点のほかに、ごく短時間で焼

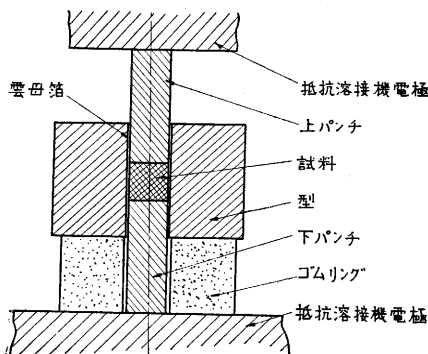
結が行なわれ、かつそのためにフン囲気が不必要、などの優れた長所がある。ただし Lenel の方式そのままでは 1 回の成形ごとに焼結体がステアタイトの型に溶着し、型を破壊しなければ焼結体を取り出しえないという欠点があるので、筆者はステアタイトの代りに雲母箔を用いることを試みた。すなわち銅型の型穴 (断面円形) に雲母箔の内張りを施し、その他は Lenel の方式と同様にして抵抗焼結を試みたところ(第 2 図)、焼結体は簡単に型から押し出すことができ、焼結の全操作を容易に行なうことが判明した。現在この方法を耐熱合金の 1 種である Ni 80-Cr 20 合金に適用して、この焼結法において生ずる諸現象を観察し、焼結体の性質に及ぼす諸条件の影響を検討しているが、その実験結果の若干をここに報告する。

**実験方法** 試料の金属粉は電解 Ni 粉 (-150+200 メッシュ) および Cr 粉 (#200) を十分に混合したものを用い、その 2, 4, 6 g を、成形圧力 3, 6, 9 ton/cm<sup>2</sup> で径 10 mm のタブレットに予備成形した。この圧粉体を上記のように雲母箔で内張りした型穴 (径 10.4 mm) に挿入し、上下のパンチ (銅またはクロム銅製) で上下からはさみ、これを抵抗溶接機 (最大極間電圧 6 V, 短絡電流約 10,000 A) にかけて、圧力を 0.5, 1.0, 1.5 ton/cm<sup>2</sup> に、極間電圧を 1.8, 3.4, 5.5 V に、通電時間を 5~数十サイクルに変えて抵抗焼結を行なった。

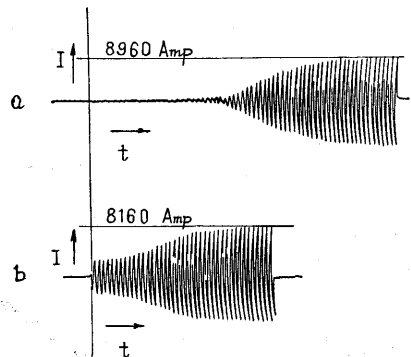
## 実験結果



第 1 図



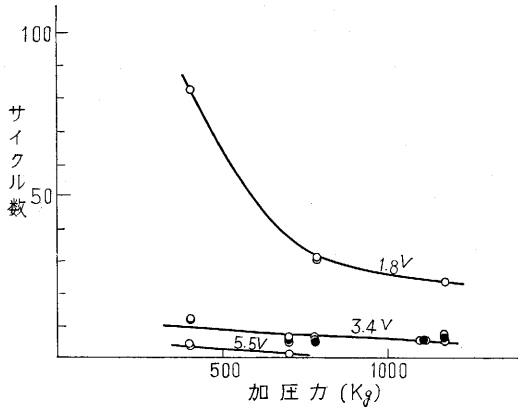
第 2 図



第 3 図 通電波形

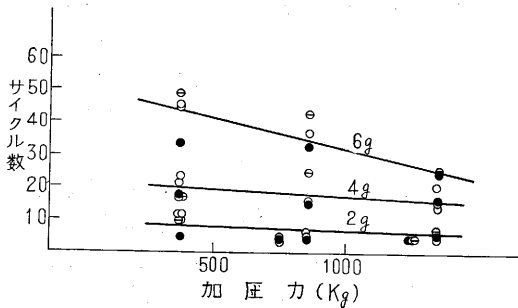
	試料重量	予備成形 圧力	予備焼結	加圧力	極間電圧
a	6 g	3 ton/cm <sup>2</sup>	—	785 kg	3.4 V
b	6 g	3 ton/cm <sup>2</sup>	300°C 30分	785 kg	3.4 V

研究速報



試料重量	予備成形圧力	記号
2 g	3 ton/cm <sup>2</sup>	○
	6 ton/cm <sup>2</sup>	⊖
	9 ton/cm <sup>2</sup>	●

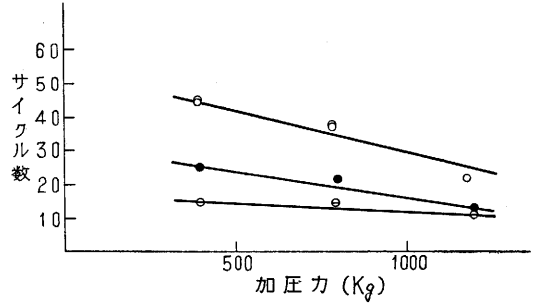
第4図 電流値急増までのサイクル数に及ぼす電圧の影響



極間電圧	予備成形圧力	記号
3.4 V	3 ton/cm <sup>2</sup>	○
	6 ton/cm <sup>2</sup>	⊖
	9 ton/cm <sup>2</sup>	●

第5図 電流値急増までのサイクル数に及ぼす試料重量の影響

(1) この抵抗焼結において通電中の電流値をペン描きオシログラフに描かせて観察するに、一般に電流値は通電直後はきわめて微弱で、ある時間を経て急増し、いわゆる built up の現象を呈する(第3図)。金属粉末はたとえ成形しても接触抵抗が大きき、6V 程度の低電圧では通電しないかと予想したが、実験の範囲ではすべて built up の現象が見られた。この電流値急増までのサイクル数は印加電圧と試料重量によって大きく左右され、電圧が小さく、試料重量が大ききほど、長時間になる。圧粉体の成型圧力、通電時の負加圧力の影響は比較的少ない(第4, 5図)。圧粉体を仮焼結(300°, 600°C それぞれ 30分)にしたものは、通電と同時に相当量の電流が流れ、電流急増の時期も若干早くなる(第3, 6図)。



試料重量	予備成形圧力	焼結条件	極間電圧
6 g	3 ton/cm <sup>2</sup>	300°C 30分	○
		600°C 30分	⊖
		600°C 30分	●

第6図 電流値急増までのサイクル数に及ぼす仮焼結の影響

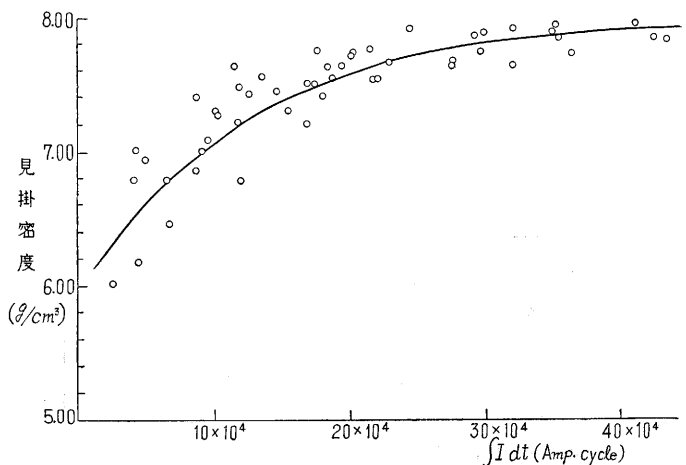
(2) 焼結体の見掛密度はこの電流値急増の時期を終るまではほとんど増加せず(むしろやや低下し)、その後流れる電流値とサイクル数の積に応じて増大し、たとえば極間電圧 3.4V の場合、30万 Amp・サイクルで約7.8に達する。この焼結体の見掛密度に対しても、予備成形の圧力や、通電時の負加圧力の影響はほとんどない(第7図)。

以上の実験で、(1) 雲母箔を用いた抵抗焼結法が実施容易であること、(2) ある程度までの寸法の品物は、抵抗溶接機で焼結可能なことが明らかになったが、今後はより大型複雑な品物の焼結を行なって、この方法の実用化の方向に研究を進めたい。

終りに本研究に対してご助言をいただいた当所沢井教授、実験のご便宜をいただいた電元社ならびに 同社山口、杉山両氏に厚く御礼申し上げる。(1959 2.2)

文献

- 1) 増田良道, 金属学ハンドブック p.502
- 2) L. V. Lenel; Transaction of AIME, J. of Metals (Jan. 1955) p. 158.



第7図 焼結体の見掛密度と電流・サイクル積の関係