

# 抵抗焼結法による混合粉からのチタン合金の機械的性質

Mechanical Properties of P/M Titanium Alloys made

by Electric-Resistance Sintering

—チタン粉末の抵抗焼結 第4報—

—Resistance Sintering of Titanium Powder (4)—

明智 清明\*・原 善四郎\*

Kiyoaki AKECHI Zenshiro HARA

## 1. はじめに

前報<sup>1)~3)</sup>の純チタン粉末の抵抗焼結につづき、チタン粉と各種金属粉との混合粉の抵抗焼結を試みた。

## 2. 方 法

二元系混合粉用の金属粉としては、Mo, Cr, Al粉を用いた。使用した粉末の諸性質<sup>4)</sup>を表1に示す。配合率は、Mo, Crは、5, 10wt%, Alは、2, 6 wt%とした。混合はアルミナボールによるボールミルで4時間行った。抵抗焼結の方法は、前報<sup>1)</sup>と同様で、混合粉を15g秤量し、同一抵抗焼結条件について各々3個の焼結試片を得、水浸法による密度測定、切削して得られたJIS7号試験片について歪速度2.5mm/min、インストロン型引張試験機(島津製AUTOGRAPH IS 10T型)による引張試験を行った。

表1 使用粉末の性質

	純度(%)	粒 度	融点 (°C)	比重 (20°C)	比熱 (0~100°C)	電導度 (20°C)
			(°C)	(20°C)	(0~100°C)	(cal/g-deg)(μΩ·cm)
Ti (Na還元粉)	99.7	—60メッシュ	1680±4	4.51	0.126	55
Mo (還元粉)	99.95	平均粒径 3.18μm	2630±10	10.2	0.062	5.7
Cr (電解粉)	99.9	—350メッシュ	1890±10	7.19	0.110	12.9
Al (噴霧粉)	99.7	—350メッシュ	660	2.70	0.219	2.69

## 3. 結 果

抵抗焼結体の密度比、引張強さ、伸びにおよぼす通電入力の影響を、図-1 (Ti-Mo系)、図2 (Ti-Cr系)、図3 (Ti-Al系)に示す。

いずれの場合にも、通電入力増大とともに、密度比および引張強さは増大する。

いずれの混合粉の焼結体の場合にも、密度比は入力3,000~3,500KWC以上ではほぼ一定(98%)となる。Tiよりも高融点のMo, Cr粉添加の場合には、純Ti粉にくらべて、同入力で密度比は低く、特に低入力側で

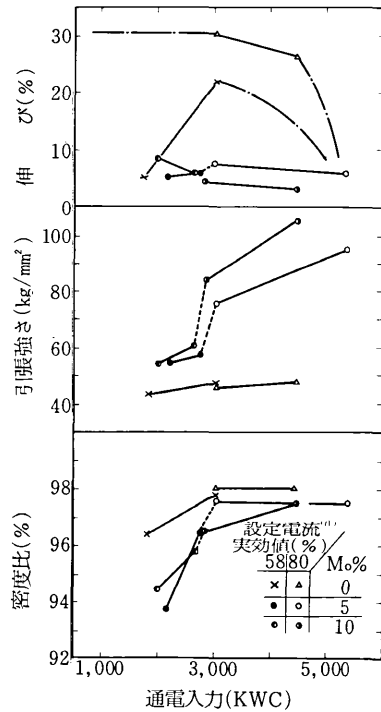


図1 Ti-Mo混合粉の抵抗焼結体における、焼結体密度化、引張強さ、伸びにおよぼす通電入力の影響(純Ti (Mo0%)は、ボールミル未処理粉の場合の値をプロットしてある。)

(注) 設定電流実効値(%)とは、抵抗焼結機の「位相ダイヤル目盛」を変えることによって変化する値であり、放電管開閉装置(イグナイトロン)によって交流の毎半サイクルの点弧位相を変化させることによって、通電電流の実効値を連続的に調整・制御しうるようになっていた。従ってこの値が大きいほど通電電流は大きい。

\* 東京大学生産技術研究所 第4部

研究速報

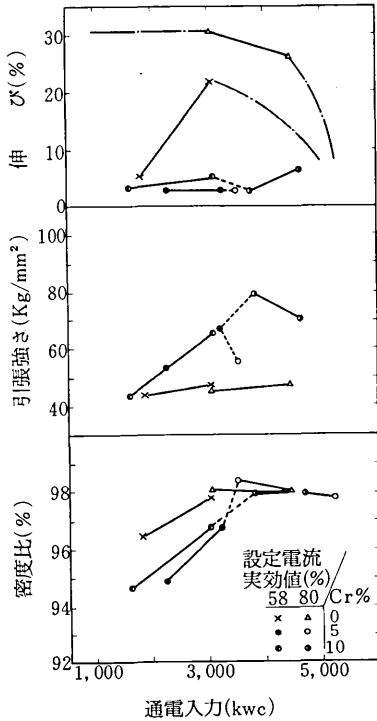


図2 Ti-Cr混合粉の場合の通電入力の影響

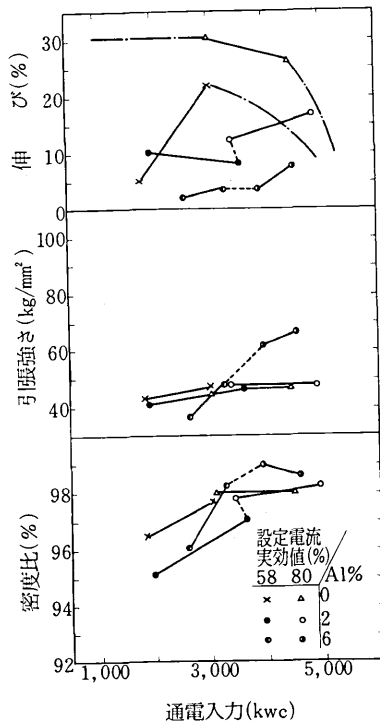


図3 Ti-Al混合粉の場合の通電入力の影響

低密度比である。Tiよりも低融点のAl粉添加の場合には、高入力側では密度比は純Tiの場合よりも高く (Al 6%添加のとき)、低入力側では、Mo、Crの場合と同様、純Tiよりも低い。前者は、Al部およびTi-Al界面部が通電中に熔融することによる液相焼結の効果にもとづくものと考えられ、また、後者は、上述のAlの液相焼結効果よりも、Tiにくらべて比熱の高いAl添加により焼結体の温度上昇が純Tiの場合よりも遅くなる効果の方が大きいと考えられる。

同入力であっても、設定電流実効値の大きい方、すなわち、高加熱速度の方が、密度比および引張強さは大きい。

高入力側では、引張強さは純Ti抵抗焼結体よりも著しく高くなり、Ti-10Moの場合には106kg/mm<sup>2</sup>、Ti-10Crの場合には80kg/mm<sup>2</sup>、Ti-6Alの場合には70kg/mm<sup>2</sup>という値を示しているが、これは焼結体内

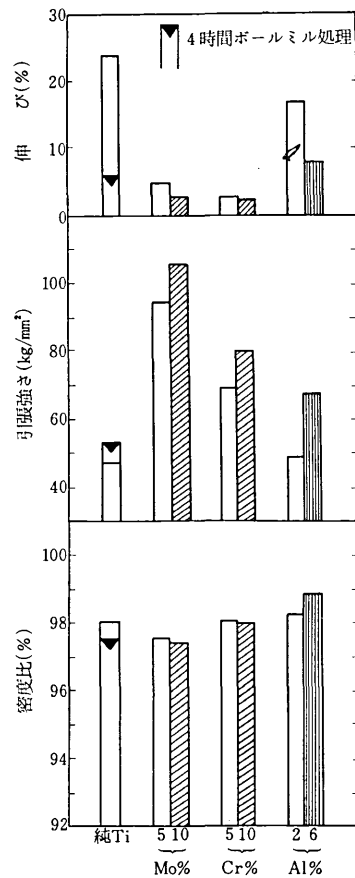


図4 高通電入力の場合の、各種金属粉の添加量と焼結体の密度比、引張強さ、伸びの関係

部が(半)溶融し合金化が進行したためである(次報<sup>5)</sup>の金属組織を参照のこと)。

伸びは、ボールミル処理をしていない原料Ti粉使用のものにくらべると、Mo, Cr, Al添加のいずれの場合にも、低くなっている。しかし、図4に示されるように、Al添加の場合には、ボールミル処理を受けた純Ti粉(この粉末の抵抗焼結体は、引張強さは増大するが伸びは低下する)の場合にくらべると、伸びは若干良くなっている。

高通電入力の場合の各種金属粉の添加量と焼結体の密度比、引張強さ、伸びの関係を示している図4から、金属粉添加量の増大とともに、引張強さは増大し、伸びは減少していることがわかる。

## 5. ま と め

混合粉によるTi合金抵抗焼結体の製造を試みた結果、高引張強さ(すなわち、Ti-10Moで106kg/mm<sup>2</sup>, Ti-10Crで80kg/mm<sup>2</sup>, Ti-6Alで70kg/mm<sup>2</sup>)の試片が得られた。

おわりにあたり、本研究の実験の実務を分担した学生の石田雄治、酒井勝彦、高橋春男の三君に感謝する。

(1975年12月23日受理)

## 文 献

- 1) 原, 明智, 藤森, 吉沢: 生産研究, 27 (1975), 198.
- 2) 原, 明智, 吉沢: 生産研究, 27 (1975), 442.
- 3) 原, 明智: 生産研究, 28 (1976), NO.1
- 4) 日本金属学会編: 金属データ・ブック(丸善)(1974), 10~13.
- 5) 明智, 原: 生産研究, 28 (1976), NO.4.