

抵抗焼結法による混合粉からのチタン合金の組織と腐食特性

Microstructure and Corrosion Strength of P/M Titanium Alloys

made by Electric-Resistance Sintering

—チタン粉末の抵抗焼結 第5報—

—Resistance Sintering of Titanium Powder (5)—

明智 清明*・原 善四郎*

Kiyoaki AKECHI and Zenshiro HARA

1. はしがき

チタン粉と各種金属粉との混合粉の抵抗焼結によるチタン合金試片の機械的性質の結果¹⁾につづき、金属組織観察と腐食試験の結果について報告する。腐食試験は、塩酸35%、塩酸10%、硫酸10%、硝酸10%の各水溶液について、室温で約4日間行った。

2. 耐食性

35% HClによる腐食速度と焼結体密度比の関係を図1に示す。35% HClの場合には腐食速度が高すぎるため、Ti-6 Alの腐食速度が高い他は、添加金属粉の効果はみられず、ほぼ純Tiと同様に焼結体密度比によって腐食速度が決まり、高密度比ほど腐食速度は低い。

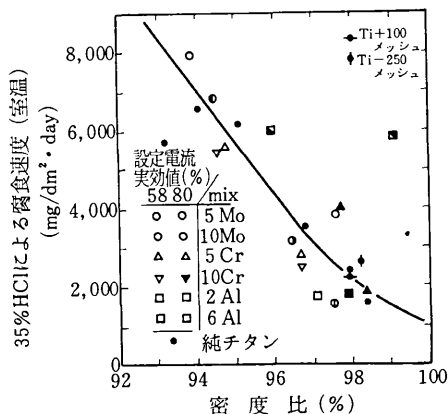


図1 焼結体密度比と腐食速度 (35% HClによる場合)

図2に10% HClの、また図3に10% H₂SO₄の腐食試験結果を示す。図2および図3から、Mo添加試料の腐食速度は純Tiと同程度か10% HClの場合には多少腐食速度が低くなっていること、そして、CrやAl添加試料は腐食速度が純Tiよりも著しく高くなっていること、

がわかる。

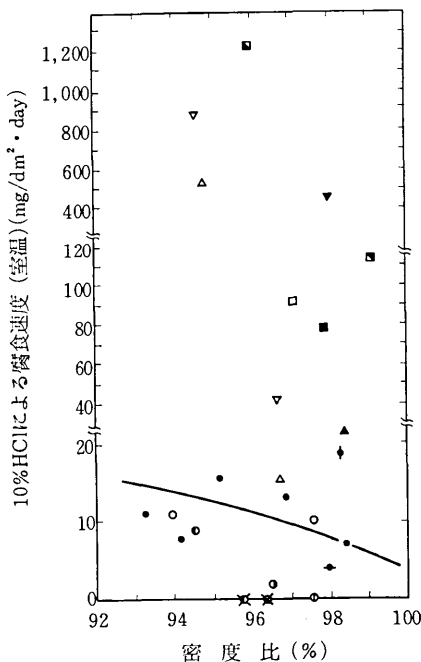


図2 焼結体密度比と腐食速度 (10% HClによる場合)
(符号は図1と同様である。×印は腐食により若干の重量増があったものを示している。)

図4に10% HNO₃による腐食試験結果を示す。Cr, Al添加は純Tiと同程度の腐食速度を示している。Mo添加は若干腐食速度を増大させるが、CrやAl添加の場合の10% HClや10% H₂SO₄に対する腐食速度の上昇とくらべると、腐食速度増加の程度は著しくない。

3. 金属組織

Mo, Crをそれぞれ添加した場合の金属組織の様相はほぼ同じであったので、ここではTi-10Moの場合を代表例として結果を示す。

Ti粉とMo粉の混合状態を、写真1に示す。微粉末

*東京大学生産技術研究所 第4部

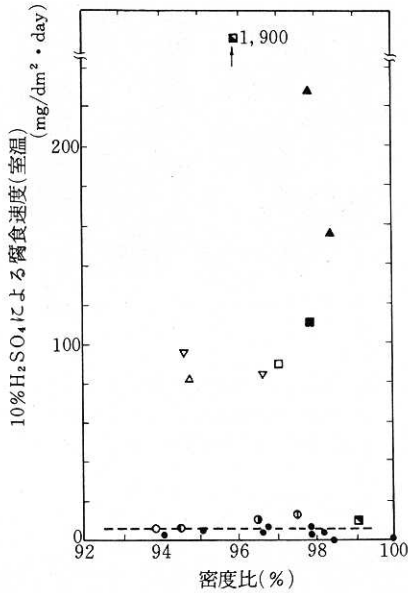


図3 焼結体密度比と腐食速度(10% H_2SO_4 による場合)
(符号は図2と同様.)

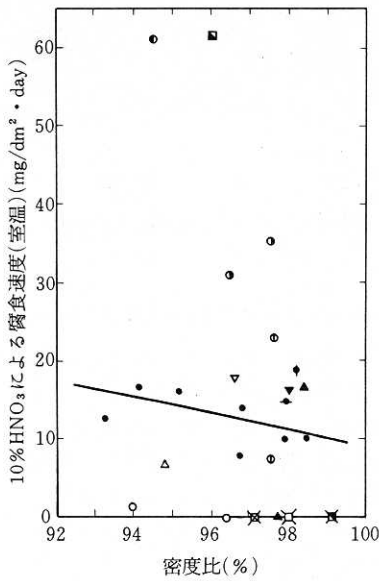


図4 焼結体密度比と腐食速度(10% HNO_3 による場合)
(符号は図2と同様)

がMo粉である。

Ti-10Mo混合粉の低設定電流実効値(58%)の抵

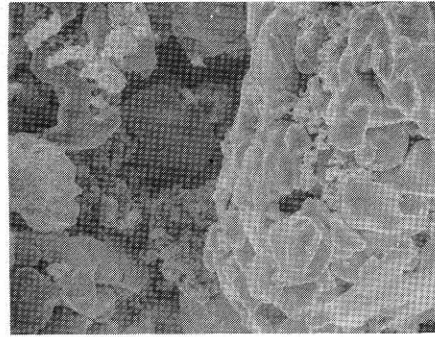


写真1 Ti-Mo混合粉

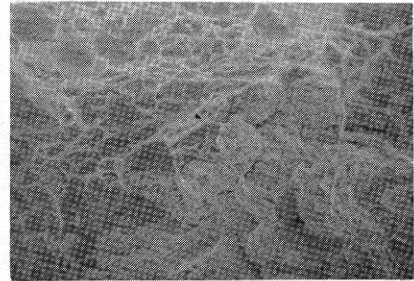
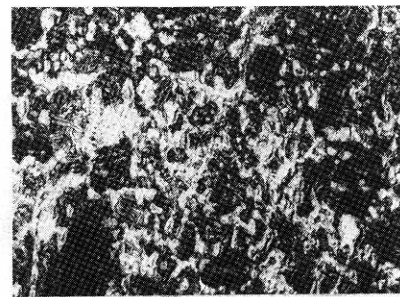


写真2 Ti-10Mo混合粉の低設定電流値(58%)の焼結体の破面(通電時間2.4秒, 通電入力2,646 kwc; d/d_0 95.8%, σ 60.7kg/mm², ϵ 6%)



(低設定電流)

写真3 Ti-10Mo混合粉の抵抗焼結試片の中心部(設定電流実効値58%, 通電時間1.6秒, 通電入力2,003kwc; d/d_0 94.5%, σ 53.6kg/mm², ϵ 8%)

研究速報

抗焼結体の引張破面には、Mo微粉末が観察される(写真2)。写真3に写真2と同条件焼結体の金属組織を示す。試片の中心部であるにもかかわらず熔融部は生じていない。写真2と写真3から、設定電流実効値の低い場合には、Ti粉末粒子の間にMo微粉末粒子が焼結しており、Ti-Mo間の拡散はほとんど進行していないことがわかる。

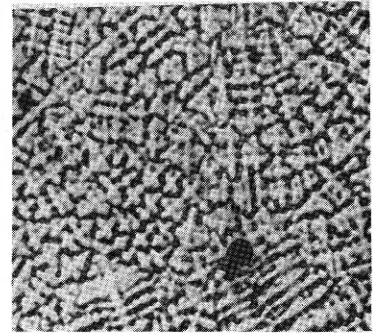
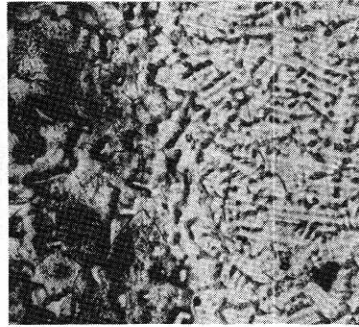
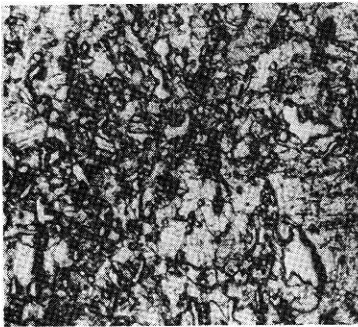
高電流、高入力(4,500kwc)の試片の各部の組織を写真4に示す。中心部は完全に熔融-凝固した鑄造組織でデンドライト状であり、気孔の形も丸い。また、試片の周辺部でも焼結が十分に進行しておりTi-Moの拡散もよく進んでいることがわかる。

次に、Ti-6Alの組織について述べる。設定電流実効値が低く(58%)、低入力の試片中心部の組織を写真5に、設定電流実効値が高く(80%)、高入力の試片周辺



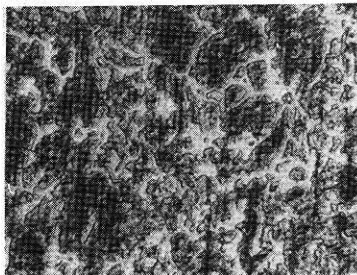
(高設定電流) 100μm

写真6 Ti-6Al混合粉の抵抗焼結試片の周辺部(設定電流実効値80%, 通電時間2.4秒, 通電入力4,510kwc; d/d₀98.7%, σ67.4kg/mm², ε8%)



周辺部(焼結部) 境界部 中心部(熔融部) 100μm

写真4 高設定電流の場合のTi-10Mo混合粉の抵抗焼結試片の各部分(設定電流実効値80%, 通電時間2.4秒, 通電入力4,500kwc; d/d₀97.5%, σ106.4kg/mm², ε3%)



(低設定電流) 100μm

写真5 Ti-6Al混合粉の抵抗焼結試片の中心部(設定電流実効値58%, 通電時間1.6秒, 通電入力2,597kwc; d/d₀96.0%, σ67.4kg/mm², ε3%)

部の組織を写真6に示す。Al粉は、先のMoの場合と同様、Ti粉末粒子間に存在するが、低融点であるAlは、Ti粉末を浸食し合金反応を起しつつ溶融し、液相焼結の組織を示している。高入力の場合には、試片周辺部(写真6)においてはAlが溶融してTi粒子を浸食している部分が大きくなっており、中心部はTi-10Moの場合と同様、完全に熔融-凝固したデンドライト組織であった。

4. おわりに

混合粉によるTi合金抵抗焼結体を製造してみた結果、高引張強さ(Ti-10Moで106kg/mm², Ti-10Crで80kg/mm², Ti-6Alで70kg/mm²)が得られたが、これは高通電入力の場合であり試片が溶融することによって合金化が十分に進行したためである。

研究速報

耐食性については、Mo添加 (5, 10%) は、純Tiと比較して、10%塩酸に対しては若干耐食性を向上させ、また10%硫酸に対しては同程度であり、10%硝酸に対しては若干劣る。また、Cr (5, 10%) やAl (2, 6%) 添加は、10%塩酸や10%硫酸に対しては純Tiよりも著しく劣るが、10%硝酸に対しては純Tiと同程度であった。

最後に、抵抗焼結法の際の溶融部発生の問題に言及したい。粉末冶金法のなかには、古くから液相焼結法があり、最近では、Al圧粉体を融点以上に加熱する“溶結法”の開発研究²⁾もなされている状況である。このように、粉末冶金製品の用途によっては、製品内部で溶融が生ずることは必ずしも弱点にはならず、かえって積極的に評価してもよい場合もありうる。特に、合金の粉末冶金製品を製造する場合、合金粉よりも入手容易な混合粉を用い、しかも合金化を達成するためには、

溶融部を生じさせることが有利である。Ti合金の場合には、Tiの抵抗焼結性が良好であるため、溶融するような通電条件で抵抗焼結を行っても、試片が崩壊するようなトラブルを生じることなく、健全な試片が得られる。このことを部品製造等に積極的に利用することも、今後の展望として考えられる。

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) 明智, 原: 生産研究, 28 (1976), NO. 4,
- 2) 平井, 高橋, 有田, 浅田: 粉体粉末冶金協会昭和48年度秋季大会講演概要集, 35, (1973).

次号予告 (5月号)

研究解説

ソリトンの有限要素解析..... { 川井 忠彦
渡辺 正明

研究速報

NaCl型イオン結晶のバイエルスカの測定..... 鈴木敬愛 外

Transient Heat Transfer Measurement in Dropwise Condensation..... 棚沢一郎 外

塩化物溶液による銅の一価電解精製..... 増子 昇 外

3次元地震動の共分散行列固有値について..... { 柴田 碧
豊島 史郎

技術基準の性格についての一考察..... 柴田 碧

軟鋼の炭酸ガス中酸化における界面状態変化..... 本間禎一 外

研究室紹介

櫛 研究室..... 櫛 裕之