

Fe-Al₂O₃ 分散合金の抵抗焼結

Flash Resistance Sintering of Fe-Al₂O₃ Dispersion Type Alloy.

坂 井 徹 郎・原 善 四 郎

Tetsuo SAKAI and Zenshiro HARA

金属 Al 中にアルミナ (Al₂O₃) を分散させた合金 S. A. P は、1945 年 Irman らによって発見され、1950 年に公表¹⁾された比較的歴史の新しい耐熱材料であって、約500°C までの高温で再結晶軟化せず、高温強度は他の耐熱 Al 合金よりもすぐれ、しかも安定で熱および電気伝導率、耐食性、比重などは純 Al とほぼ同程度であるため、超高温用のサーメットに対し、低温用の耐熱材として応用されている。このような S. A. P の耐熱性

は、金属の素地中に硬質微粒子が分散しているためであって、この合金の発表以来、各種の金属素地中に炭化物、酸化物、硼化物、けい化物などを分散させた、いわゆる分散強化型合金に関する研究が行なわれている。この分散型合金は、高温で分散相が素地金属と反応しないことや、分散粒子の間隔が 0.01~0.1 μ というように可能なかぎり狭いことなどが必要である。したがって瞬間抵抗焼結法によってこの合金を製造すれば、1秒程度

Table 1 Composition of the samples sintered.

Particle size of iron powder.	-325 mesh			-60+100 mesh		
	Kinds of Al ₂ O ₃ and their particle size			Kinds of Al ₂ O ₃ and their particle size		
	A γAl ₂ O ₃ (0.05 μ)	B αAl ₂ O ₃ (0.5 μ)	C βAl ₂ O ₃ (2 μ)	D γAl ₂ O ₃ (0.05 μ)	E αAl ₂ O ₃ (0.5 μ)	F βAl ₂ O ₃ (2 μ)
1%	○	○	○	○	○	○
2%	○	○	○	○	○	○
4%	○	○	○	×	×	×
6%	○	○	○			
8%	○	○	○			
10%	△	○	△			
12%		○				

○: Both blending and sintering was possible.
△: Blending was possible, but sintering was impossible.
×: Blending was impossible.

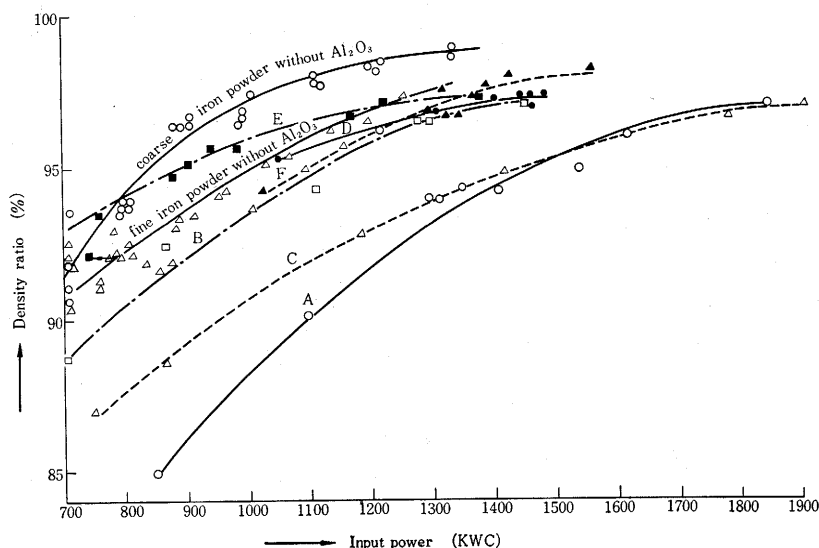


Fig. 1 Influence of particle size combination on sintered density. (Al₂O₃ content 2%) Key as table 1.

の短時間で焼結が完了するから、分散粒子の粗大化が防止され、しかも加圧と同時に焼結が行なわれるから高密度製品が得られる可能性がある。そこで、金属粉として電解鉄搗砕粉、分散相としてはアルミナを選び、2~3 種粒度の鉄粉、およびアルミナ粉の組み合わせの中で、最適粒度の組み合わせを求めるとして実験を行ない、粒度の組み合わせおよびアルミナ量が製品の焼結密度および硬さに与える影響について検討した。

実験方法 試料粉末の鉄粉としては -325 メッシュと -60+100 メッシュの 2 種粒度、アルミナ粉としては 0.05 μ (γAl₂O₃)、0.5 μ (αAl₂O₃)、2 μ (βAl₂O₃) の 3 種粒度を選び、これらを組合わせて計 6 種とし、そのおののについてアルミナ含量を Table 1 に示すごとく 1~12wt. % の範囲で 7 段階に変化させた。

試料重量は 7 g とし、鉄粉とアルミナを所要重量ずつ秤量し乳鉢中で混合したのち、混合粉を雲母箔を内張した金型中にそう入し、抵抗焼結機にかけて焼結を行なった。実験条件としては、焼結体の形状を直径 10mm の円柱形に選び、通電時間は 50 サイクル、極間電圧および電流量は入力力が 700~2000KWC の

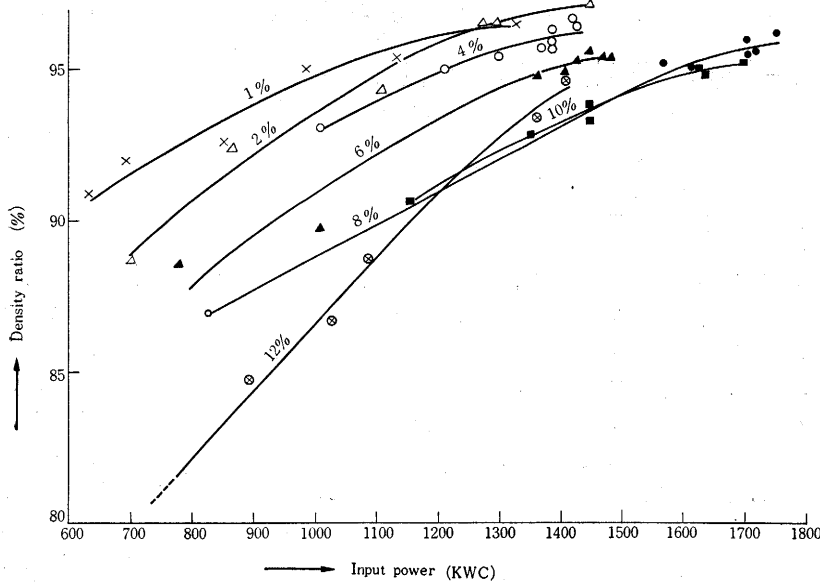


Fig. 2 Influence of Al_2O_3 content on density ratio.
(iron powder: -325 mesh, $\alpha-Al_2O_3$: 0.5μ)

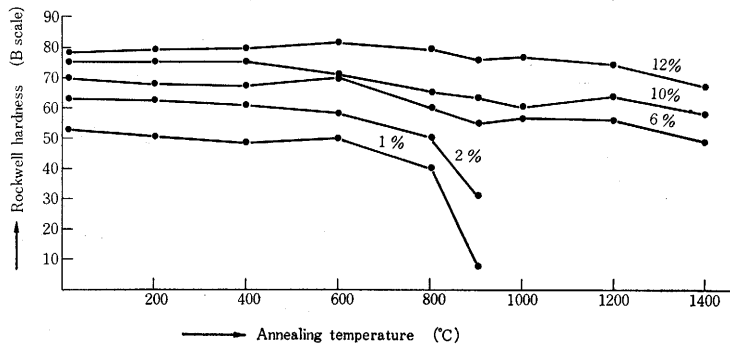
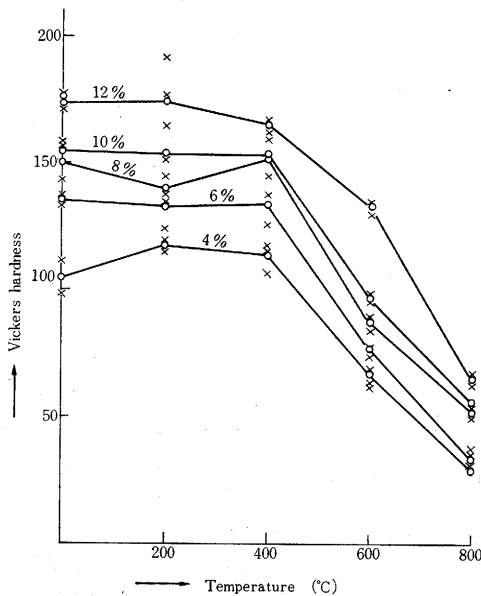


Fig. 3 Influence of Al_2O_3 contents on sample hardness after annealing.
(iron powder: -325 mesh, $\alpha-Al_2O_3$: 0.5μ)



範囲内でいろいろに変えた。得られた焼結体について密度、硬さ(常温硬さと高温硬さ)を測定し、顕微鏡組織の観察を行なった。

実験結果 鉄粉粒度があらいつき(-60+100メッシュ)には、アルミナが4%以上になると混合も焼結も不可能であった(Table 1)。これは鉄粉の見掛け密度がアルミナのそれに比べて著しく大きいためである。鉄粉粒度が細かいとき(-325メッシュ)には、アルミナ粒度が 0.05μ および 2μ のときはアルミナ8%まで、アルミナ粒度が 0.5μ のときはアルミナ12%まで混合および焼結が可能であった(Table 1)。

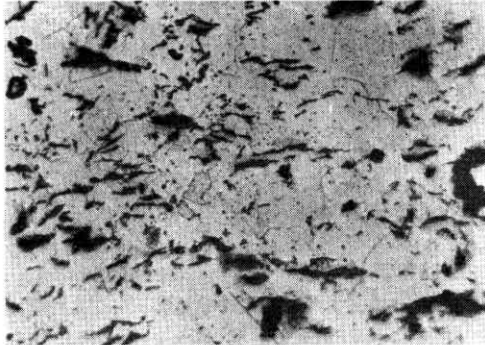
同一電流で焼結した焼結体の密度は、アルミナ粒度を一定とすると、鉄粉粒度が細かいほど低密度となった(Fig. 1)。また同一電流で鉄粉粒度が一定のときには、アルミナ粒度が 0.5μ のときに最高密度となり、アルミナ粒度 0.05μ と 2μ のときには、ほぼ同程度の密度になった(Fig. 1)。このようにアルミナ粒度

0.5μ の場合に最高密度となり、かつ添加限界量が多いのは、アルミナ粒度 0.5μ の場合のアルミナの分散が他のアルミナ粒度のときよりも悪いためであると考えられる。

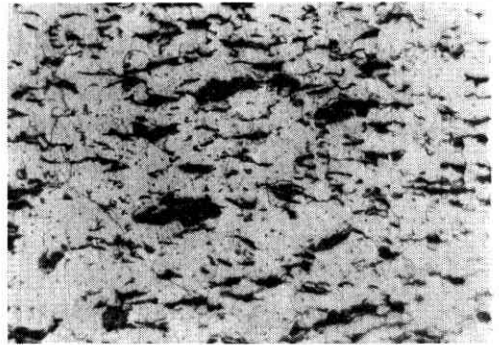
また Fig. 2 から、焼結体の密度は入力が増加するにつれて高くなり²⁾³⁾、アルミナ含量が増加するに連れて低下することがわかる。

Fig. 3 は焼結試料を200~1400°Cの範囲の数種の温度で焼なましたのちの硬さ値(R_H, B スケール)の変化を測定した結果である。この図を見ると、アルミナ含量が増加するほど焼なましによる硬さ値の低下が少ない。すなわちアルミナ含量が低い試料は、900°Cの焼なましで硬さ値が著しく減少しているが、アルミナ含量が6~12%の試料は、1400°Cの焼なましでも硬さ値の低下がわず

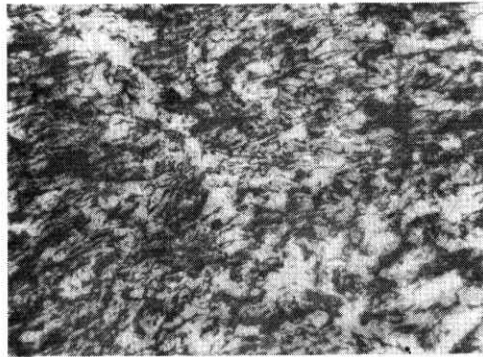
← Fig. 4 Vickers hardness at elevated temperature.
(iron powder: -325 mesh, $\alpha-Al_2O_3$: 0.5μ)



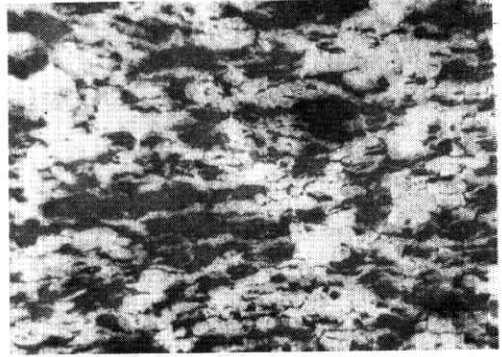
2% Central zone (1273 KWC, d=7.45) ×216



4% Central zone (1385 KWC, d=7.25) ×216



8% Central zone (1705 KWC, d=6.97) ×216



12% Central zone (1361 KWC, d=6.58) 2% Nitahl etched ×216

Photo. 1 Microstructures of 2, 4 and 12% Al₂O₃ samples.

(iron powder: -325 mesh, αAl₂O₃: 0.5 μ, density ratio 93~97%)

かであった。

Fig. 4 は焼結試料の常温より 800°C までの 200°C ごと
の高温硬さ (明石ビッカース硬さ試験機, 荷重 5 kg,
30 秒) をアルゴンふん囲気中で測定した結果である。こ
の図から, 焼結体の高温硬さは 400°C 以上では急激に低
下するが, アルミナ含量の多い順に高温硬さも大きいこ
とがわかる。

試料の顕微鏡組織を観察すると, 試料中のアルミナは
すべて加圧方向に垂直に配列した一定の方向性を有し,

アルミナの分散状態は 0.5 μ が最も悪く, 0.05 μ, 2 μ
はほぼ同じであるが, 2 μ の方がやや良好であった。

Photo. 1 にはアルミナ (αAl₂O₃, 0.5 μ) が 2~12% の
4 種の焼結試料 (Fe, -325 メッシュ) の縦断面の顕微鏡
組織を示した。
(1968年4月19日受理)

文 献

- 1) A. v. Zeerleder: Z. Metallkunde, 41(1950)228.
- 2) 坂井, 島崎, 板橋, 原: 粉体および粉末冶金, 12(1965)
260.
- 3) 坂井, 板橋, 原: 粉体および粉末冶金, 14(1967)164.

正 誤 表 (6 月号)

ページ	段	行	種 別	正	誤
2	右	上10	本文	掃引	掃引
30	左		図 5	板厚変動率	影響係数
"	右		図 7	板の形状変動率	影響係数
41	左	上 1	本文	直流増幅器の利得	直流, 増幅器, 利得
46	左	下 2	本文	図 5	図 4
54	右		筆者紹介	上村幸守 技官	上村幸守 技術員