

微粒子による新機能性材料の開発

佐藤 賢* 小石川 勝男*

1. 目 的

機械や金型部品の高耐久性、信頼性、コスト削減が求められて久しいが、それらを達成するために新しい材料が求められている。そのような中、新機能性を有する材料を作製する方法のひとつとして放電プラズマ焼結法 (Spark Plasma Sintering : SPS) が注目を集めている。

SPSは、

- ・焼結することが難しい材料の焼結が可能
- ・焼結時間が短い
- ・硬度等の機械的特性が向上する
- ・焼結体の微細組織の制御が行いやすい
- ・焼結できる材料範囲が広い

等の特徴を有するため、幅広い分野での応用が可能であり、各研究機関等で使われ始めている。

そこで、本研究では高性能の材料を作製するために欠かせない微粒子粉末を用い、SPSによる新機能性材料の作製について検討することとする。具体的には焼結と冶金に用いられる金型材料について、緻密化や傾斜機能特性の付加等を行うことにより金型の長寿命化(従来の2倍程度)を目指すこととする。その前段階として、初年度である今年度は金型材料である炭化タングステン(WC)を基準材料として選び、従来の作製法である外部加熱による焼結法(従来法)とSPSとで作製されたWCについて、それぞれの焼結体の組織や機械的特性を比較、評価し、従来材料の問題点、改善すべき点の詳細を明らかにする。

2. 実験方法

2.1 放電プラズマ焼結法 (SPS)

図1にSPSの原理を示す。

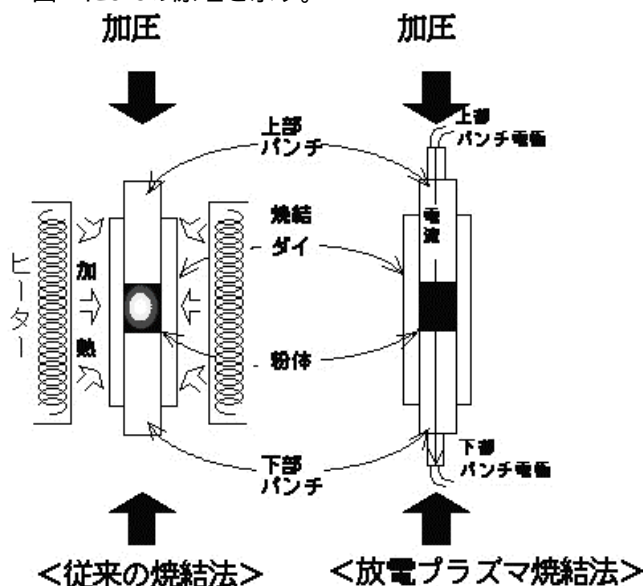


図1 従来法とSPSの焼結原理概略

SPSは、従来法と異なる方法で加熱している。従来法がヒーターなどにより外部から加熱するのに対し、SPSでは粉末にパルス状の大電流を流し、粉末粒子同士のわ

ずかな空隙の部分で放電を起こさせ、その際発生する熱を利用して加熱、焼結を行う。そのため、迅速かつ均一な加熱、焼結が行われる。

2.2 特性評価

従来法の材料とSPS法により作製された材料とを比較評価、検討を行うため、焼結体の微細構造観察、元素分析、密度の測定、機械的特性として硬度測定を行った。

従来法の材料は、実際の粉末冶金の金型として使われているWC材料、プラズマ法の材料については、市販のWC粉末(GX-2:住友炭素工業(株))をSPSによって作製した材料を用いた。焼結体の微細構造観察と元素分析には電子プローブマイクロアナライザー(EPMA)を用いた。硬度の評価法としてビッカース硬度試験機を用いて硬度の測定を行った。また、アルキメデス法による密度測定も行った。

3. 結果及び考察

図2にEPMAによる微細構造観察の結果を示す。

従来法により作製された材料に比べ、プラズマ法で作製された材料は気孔が少なく、また気孔の大きさも小さいことからより緻密であると考えられる。

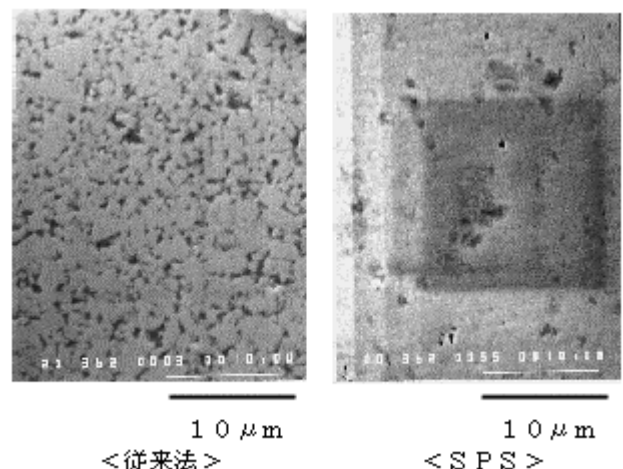


図2 EPMAによる微細構造写真

EPMAによる元素分析について図3に示す。本研究で用いたWCは、それ自体が本来焼結しにくい物質であるため、従来法では純粋なWCに結合材としてコバルト(Co)を添加することによって焼結をしやすくし、密度を上げている。図3(上図)は従来法の材料であるが、添加剤としてCoが添加されていることがわかる。一方、図3(下図)に示すSPS材料ではCoのピークがほとんど認められなかった。図3(上図)の結果と合わせて、SPSでは添加剤量が微量でも高密度の材料を作製できるものと考えられる。これは、WC焼結の際に加える添加剤量の大幅な減少、もしくは添加剤を加えずに済むことを意味する。通常、添加剤は母材よりも硬度や強度等の機械的特性が低いいため、材料全体の機械的特性を減少させる要因となっている。しかし、SPSを用いることにより、添加剤量が減り、母材

そのものの機械的特性を十分に発揮することが可能になるものと考えられる。

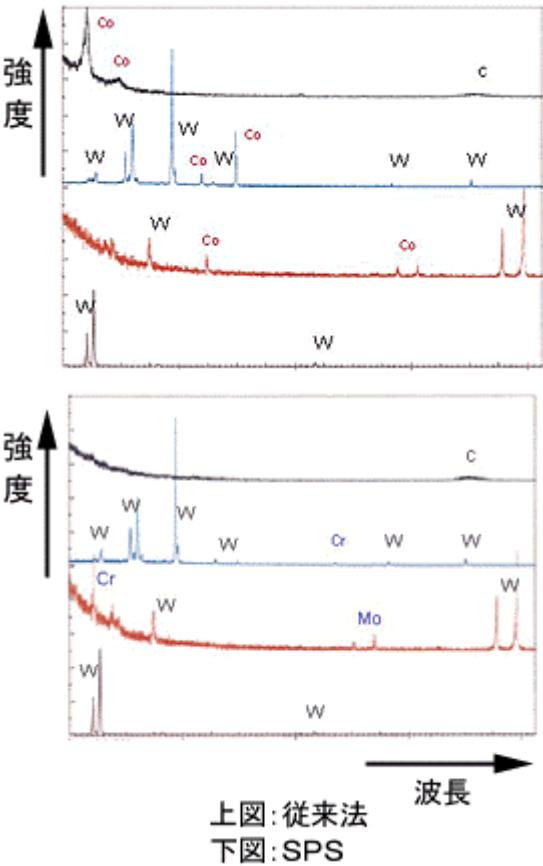


図3 従来法とSPS 材料の元素分析

また、表1にそれぞれの方法を用いた材料の密度とピッカース硬度を示す。この結果からも、SPSは相対密度が95%以上と高密度であり、緻密な材料を作製できるという微細構造観察の結果を裏付けた。ピッカース硬度については、プラズマ法の材料の値(3000)が従来法(1400)を大きく上回った。これは材料の緻密性や、従来法の材料の添加材であるCoの硬度の低さ等が影響しているものと考えられる。また、従来法の材料は開気孔(表面の空孔)が多いため、摩耗等に弱いことが予想される。

表1 従来法とSPS材料の密度およびピッカース硬度

	従来法	SPS
開気孔率(%)	14.001	0.019
閉気孔率(%)	1.019	3.113
相対密度(%)	84.98	96.87
ピッカース硬度	1400	3000

4. まとめ・成果

新機能性材料を作製する方法として、SPSが検討され始めてきているが、本研究では、SPSによる金型の長寿命化を目指すこととし、その前段階として、今回は、金型材料として用いられており難焼結性物質であるWCについて、従来法とSPSによる材料の検討を行った。

金型材料の寿命を延ばす方法として、硬度を上昇させることは有用な方法の一つである。今回の研究では用いた材料の成分組成が多少異なっていたが、プラズマ法の材料は従来法の材料より硬度が2倍以上高く、プラズマ法を用いることにより硬度の大幅な上昇が期待されることが示唆された。今後は実際に当センターにおいてプラズマ法を用いて材料を作製し、特性の測定、評価等を行い、また金型寿命に変化を与える要素(靱性や摩耗特性等)についての検討も行う必要がある。