

## 粉末の無加圧成形

### - ニアネットシェイブな焼結体の作製 -

キーワード：粉末冶金、粉末成形法、ニアネットシェイブ

#### はじめに

粉末冶金技術は他の加工技術にはない特徴をもち、新素材の製造法、複雑形状品の低コストの製造法として注目されています。この粉末冶金技術における焼結の前段階である成形法としては一般にプレス法が用いられています。また複雑形状品の成形を目的とした金属粉末射出成形法(MIM)が実用化されてきています。当研究所ではこれらの技術とは異なる新しい任意複雑形状の可能な成形法を考案し、実用化に向けて研究を行っています。

#### 技術の概要

具体例として銅焼結体を作製した例を挙げます(図1)。左からモックアップ、シリコン型、成形体、焼結品となります。

まず最終形状のモックアップを粘土、木材や金属で作製します。これを母型としシリコンゴムで注入口のついた雌型をつくります。写真では開放型を作製していますが、分割型を作製する場合もあります。次にシリコン型に銅粉末を流し込み充填します。そして粉末を型ごとチャンバーのなかにいれ、脱気します。そしていったん内部をアセトンの蒸気で満たします(これは後でチャンバー内に導入するアセトン混合液が沸騰するのを避けるためです)。その後アセトン-数%シアノアクリレート混合液を型に流

し込み粉末間に浸透させます。シアノアクリレートは瞬間接着剤の主成分として知られているものです。混合液を十分浸潤させた後さらに大気圧にすることで強制的に浸透させます。次にチャンバーから型ごととり出し、大気中で自然乾燥させることでアセトン除去し粉末間の接触面にシアノアクリレートを残し粉末を接着成形します。シアノアクリレートによる粉末の固化接着後、型から成形体を取りだし、形状を維持するために高融点の粉末に部分的または全体を埋没させた状態で焼結を行い希望する形状の焼結体を得ます。

#### 特徴

この成形法の特徴として以下の点が挙げられます。

- (1) 無加圧であるために型には高強度が不要であり金型だけでなく、樹脂や弾性を持つシリコンゴム型等が利用できる。このため金型では対応できない複雑形状が可能になります。また容易に、必要とする(複雑)最終形状の型を得ることができます。
- (2) プレス機、射出成形機および金型を使用せずに焼結体を作製することができるので、初期投資およびランニングコストは小さく、試作や小ロットの生産が容易になります。
- (3) バインダとして使用されるシアノアクリレートは微量であり、また熱分解性が良好であるため通常のプレス法における手順において焼結可能であり、とくにMIMで必要となる長時間の脱バインダ過程が不要です。
- (4) MIMでは、粉末間は樹脂(バインダ)で充填されておりその脱バインダ過程がネックになって厚肉品、大型品への適用が困難ですが、本成形法は大型製品への適用も容易です。

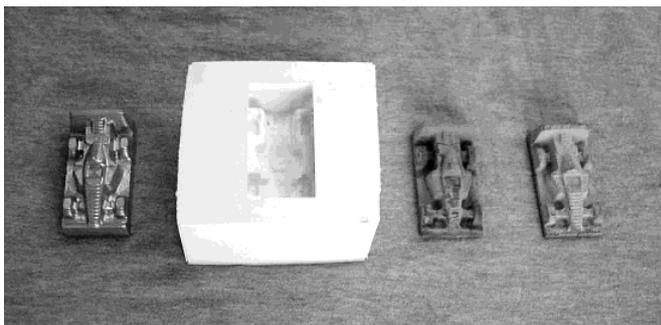


図1 モックアップ、シリコン型、成形体および焼結体

### 本技術による成形体の特性

現在本成形法を適用した銅粉末の焼結を研究しています。その結果の一部を示します。

使用するアセトン-シアノアクリレート混合液濃度の銅焼結体焼結密度に及ぼす影響を図2

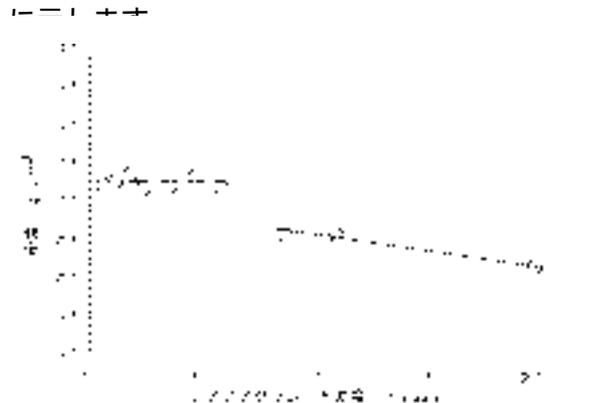


図2 焼結密度とシアノアクリレート濃度の関係

銅粉末はアトマイズ法により製造された純度>99.8mass%、-325メッシュのものを使用しています。焼結は昇温速度10 /min、真空雰囲気中(10<sup>-6</sup>Torr)で保持時間1hr、保持温度1000で行いました。シアノアクリレート濃度が6%以下では焼結性を阻害していないことがわかります。また本成形法での成形体密度比は約60%でMIMとほぼ同等の値になっています。

またシアノアクリレート濃度と成形体の最大圧縮荷重の関係を図3に示します。

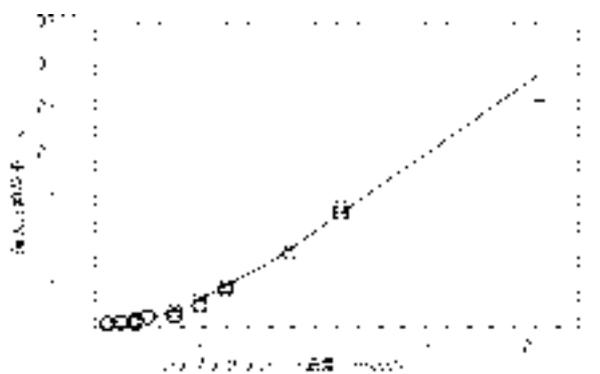


図3 成形体強度とシアノアクリレート濃度の関係

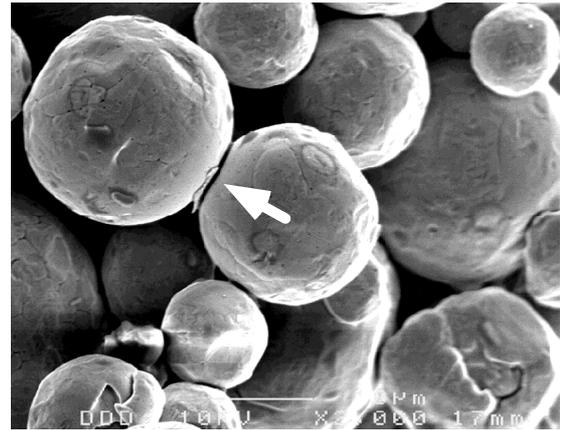


図4 銅粉末のSEM 写真

前述した銅粉末を本手法で成形した直径17mm高さ約19mmの円柱形状試料を使用しています。2mm/minのスピードで加圧を行い最大圧縮荷重を測定しました。最大荷重は2次曲線的に増加していくのが観察されます。

成形体でシアノアクリレートがどのように粉末間に存在しているか、SEM写真を図4に示します。シアノアクリレート低濃度(焼結性が良好な領域)では粒子の接触面にわずかにシアノアクリレートが局在していることがわかります(矢印)。高濃度側でもこのようにシアノアクリレートを局在させることが可能になれば成形体の高強度化、すなわちハンドリング性を高めて同時に焼結性も損なわれない成形体が得られると予想されます。

現時点では焼結体密度比は約80%までしか達成されていませんが、粉末粒度などを適切な選択することにより、MIMで達成されている密度比(87?96%)まで上げることが可能であると考えております。本成形法に興味をもたれた方は是非ご連絡下さい。