

焼結敷板表面形状が Ti-6Al-4V 合金焼結体に及ぼす影響

機械材料科 材料スタッフ 植松俊明 伊藤芳典 佐藤憲治*

Effect of Surface Morphology of Sintering Substrate on the Properties of Injection Molded Ti-6Al-4V Alloy

Toshiaki Uematsu, Yoshinori Itoh and Kenji Sato*

1. 緒言

金属粉末射出成形法(MIM: Metal Injection Molding)により作製された Ti-6Al-4V 合金成形体を、Y₂O₃ 焼結敷板を使用して焼結する際に、焼結温度が高いものや、加工コスト低減のため、焼結敷板を繰り返し使用(再利用)したものに、バリ状の付着物が発生する¹⁾場合がある。再利用した焼結敷板を使用したものは、真空焼結中に蒸発した Ti が焼結敷板上に付着し、成形体中の金属粉末と反応したことで正常な収縮を行えず、バリ状の付着物となったと考えることができるが、焼結温度の高いものでは、未使用の焼結敷板でも発生している。そこで、焼結敷板をそのまま再利用したものと、表面を研磨して再利用したもので高温焼結にて焼結体を作製し、付着物の生成とその影響について検討を行った。

2. 実験方法

原料粉末にはガスアトマイズ法により製造された球状の純 Ti 粉末(株大阪チタニウムテクノロジーズ: TILOP-45)と粉砕法により製造された角張った不規則な形状の 60Al-40V 合金粉末(日本電工(株): VAL-3)を用いた。粒径はともに 45 μm 以下である。バインダ組成はポリプロピレン: アクリル樹脂: パラフィンワックス: ステアリン酸=30:40:29:1(mass%)

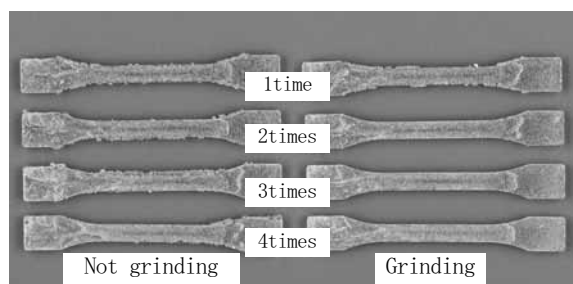


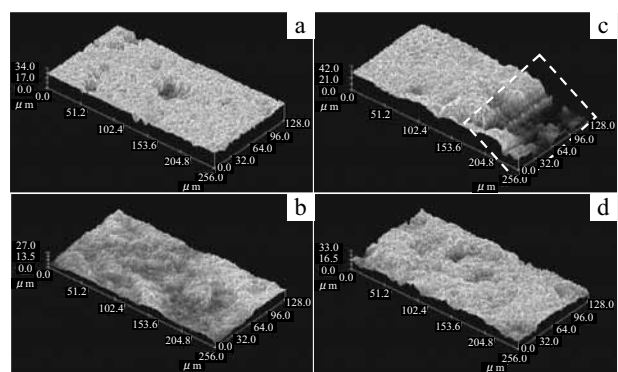
図1 焼結体外観

で、金属粉末とバインダの比を体積比で 65:35 とした。金属粉末とバインダは加圧混練し、混練物を作製した後、射出成形機で引張試験片を成形した。

成形体は溶媒でバインダの約 65%を抽出し、焼結炉で加熱脱脂した後、連続して 1523K×28.8ks の真空焼結を行った。焼結に際しては Mo の容器と Y₂O₃ の焼結敷板を用いた。焼結敷板は、受け取りのままで使用し、焼結後、処理することなく再利用したものの(未処理品)と、焼結後に SiC 研磨紙(400 番)にて研磨したものの(研磨品)の 2 種類について検討を行った。焼結敷板は 4 回まで繰り返し使用した。焼結体の評価は密度、引張強度、伸び、酸素量等について行い、焼結敷板の評価は、表面観察等を行った。

3. 結果

図 1 に焼結敷板を再利用し、作製した焼結体の外観を示す。焼結敷板の使用回数 1 回では、未処理品、研磨品ともに未使用品を用いているため、同様なバリ状の付着物が確認できる。使用回数 2 回以上になると、研磨品では、付着物は見られないが、未処理品では、付着量に差異があるものの、使用回数 4 回まで付着物が確認できる。ここで、付着物発生の一要因として、焼結敷板の表面形状が考えられるため、



a:未使用品(研磨なし) c:未処理品(焼結後)
b:研磨品(研磨後) d:研磨品(焼結後)

図2 焼結敷板表面形状

*) 現 機械材料科長

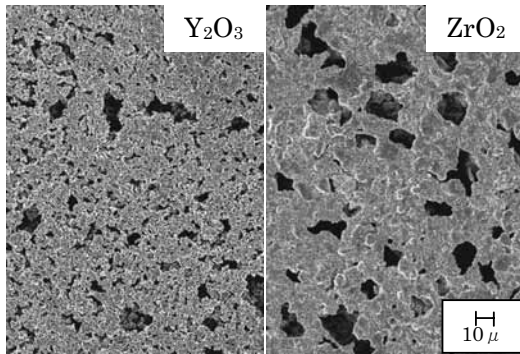


図3 焼結敷板表面の気孔形状

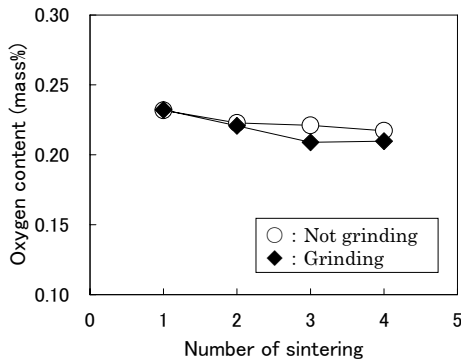


図4 焼結体の酸素量

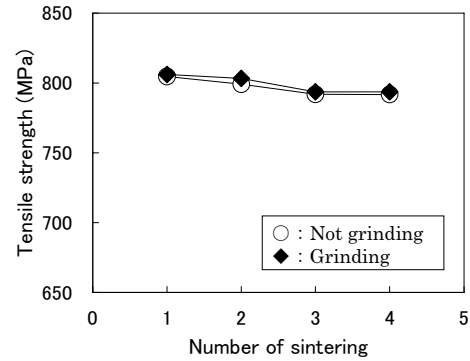


図5 焼結体の引張強度

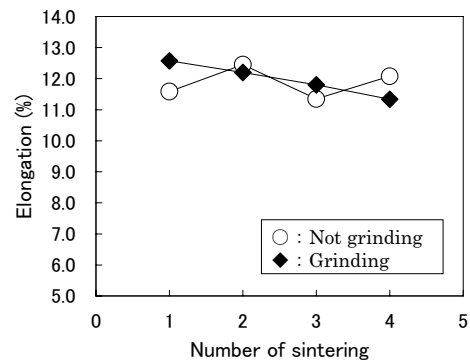


図6 焼結体の伸び

焼結敷板の表面形状を図2に示す。未使用品には、小さな気孔とともに、幅 $50\mu\text{m}$ 程度、深さ $20\mu\text{m}$ 程度の気孔が存在し、未処理品(焼結後)には焼結体に付着し、取り除かれた部位(破線で囲まれた部位:幅 $110\mu\text{m}$ 程度、深さ $25\mu\text{m}$ 程度)が見られる。一方、研磨品では、幅 $30\sim 40\mu\text{m}$ 程度、深さ $10\sim 15\mu\text{m}$ 程度の段差が見られる。未使用品や未処理品は、研磨品と比べて、焼結敷板表面の凹凸が大きく、金属粉末が引っ掛かり易い状態である。ただ、図3に示す Y_2O_3 焼結敷板と ZrO_2 焼結敷板(ともに未使用品)の表面観察から、 ZrO_2 焼結敷板にも、表面に多くの気孔が存在していることがわかるが、これまでの研究で ZrO_2 焼結敷板を用いた場合にはバリ状の付着物は観察されていない。以上のことから、焼結敷板表面の形状がバリ状の付着物発生に及ぼす影響は小さいものとする。その他の要因としては、焼結敷板の成分が焼結中に活性な Ti 粉末と反応し、収縮を阻害された Ti 粉末がバリ状の付着物となったと推察され、今後、更なる検討が必要である。

次に、発生したバリ状の付着物が焼結体の機械的特性へ及ぼす影響について検討した。図4~6に焼結体の酸素量、引張強度、伸びを示す。未処理品と研磨品を用いて作製した焼結体は、再利用したもので

あっても、酸素量が $0.25\text{mass}\%$ 以下に抑えられており、相対密度 98% 以上、引張強度 800MPa 程度、伸び 11% 以上の機械的特性を有していることから、焼結体に発生したバリ状の付着物は、焼結体の機械的特性に影響を及ぼさないことがわかる。

4. 結言

MIMにてTi-6Al-4V合金焼結体を作製する際に、再利用した Y_2O_3 焼結敷板上や、高温で焼結したときに焼結体に発生するバリ状の付着物について検討を行った結果、以下のことを得た。

- (1) Y_2O_3 焼結敷板を再利用する場合、焼結後に研磨すれば、焼結体のバリ状の付着物は発生しない。
- (2) 焼結敷板表面の形状が、バリ状の付着物発生に及ぼす影響は小さい。
- (3) バリ状の付着物の有無は焼結体の機械的特性に影響を及ぼさない。

参考文献

- 1) 植松俊明他：焼結敷板再利用によるTi-6Al-4V合金焼結体の機械的特性に及ぼす影響，静岡県浜松工業技術センター研究報告書，16，39-44(2006)