

雰囲気式電気炉（脱脂炉）を用いたセラミックスグリーン体の脱脂・焼結

キーワード：熱脱脂、バインダー除去、窒素中熱処理、射出成形、グリーン体

はじめに

通常、セラミックスの成形素地には強度向上や可塑性付与のため、有機物バインダーや分散剤が添加されています。また、複雑形状部品の造形技術として注目されている金属射出成形（MIM）や間接法での積層造形（AM）によって造形された成形体では焼結工程の前に多量に含まれるバインダーを除去する必要があります。本テクニカルシートで紹介する雰囲気式電気炉（脱脂炉）では、セラミックスの成形素地やMIMでの造形体などに含まれるバインダーを熱脱脂により除去できます。本シートでは、保有装置の概要と脱脂炉としての活用事例について紹介します。

装置の特徴

雰囲気式電気炉の外観写真を図1に示します。本装置は、電気炉本体ならびにターレットラップと排ガス燃焼器で構成されており、炉内で熱分解されたバインダーは導入ガスにより水冷式のターレットラップへと送られ、熱分解物のター

レットラップが捕集されます。バインダーの熱分解物としてターレットラップ以外に悪臭の原因となる揮発性有機化合物（VOC）も発生しますが、発生ガスはターレットラップより排ガス燃焼器へと送られ、酸化分解後に大気に放出されるため、VOCも安全に処理できます。また、脱脂には窒素ガスも使用できるため、大気雰囲気では脱脂できない試料にも対応可能です。表1に雰囲気式電気炉の仕様を示します。

表1 雰囲気式電気炉の仕様

メーカー	株式会社モトヤマ
型番	SKM - 2030D - SP
用途	<ul style="list-style-type: none"> 各種グリーン体の熱脱脂 窒素ガス中での熱処理
温度範囲	室温 ～ 1000 °C
昇温速度	上限 200 °C/h
炉内寸法	W125×H125×D270 mm
雰囲気ガス	空気、窒素ガス (ガス流量 0.5～5 L/min)



図1 雰囲気式電気炉 外観

脱脂炉の活用例

(1) 樹脂 AM 装置によるグリーン体の脱脂

3D 造形技術によるニアネットシェイプでの製造技術が注目されています。当研究所は多くの AM 装置を保有しており、その内の一つである樹脂 AM 装置を活用して間接法でのアルミナグリーン体の造形を実施しました。造形に使用した装置は粉末床溶融結合方式の AM 装置 (EOS 製 FORMIGA P110) であり、バインダーとしてアクリル系樹脂を用いた複合粉末を積層造形用の原料粉として使用しています。造形後のグリーン体は脱脂炉を用いて空气中で熱脱脂し、その後、電気炉を用いて 1600 °C で焼結しています。

図 2 に造形体の熱処理前後の写真を示します。原料粉には多量の樹脂が含まれていますが、熱脱脂により完全に除去されることで、スムーズに焼結できており、脱脂・焼結後も試料の変形は無く造形後の形状を維持しています。

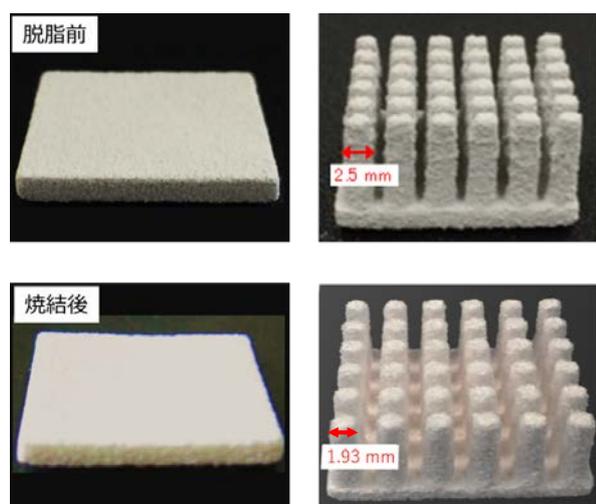


図2 脱脂焼結前後の AM 造形体

(2) 窒素ガスを用いた脱脂

バインダーとして使用される樹脂の中には大気雰囲気での脱脂が困難なものも存在します。ナイロン系の樹脂もその一つであり、大気中での脱脂では、樹脂の揮発よりも表面酸化が進行するため、未酸化の内部の樹脂が表面より先に気化することで、膨張破裂します。図 3 は樹脂 AM 装置を用いて造形したアルミナグリーン体ですが、バインダーにナイロン系樹脂を使

用しています。これらのグリーン体を 1000 °C で熱脱脂し、焼結した結果、脱脂炉を用いて窒素雰囲気脱脂を行ったグリーン体は脱脂前の形状を維持していますが、一般的な電気炉で大気脱脂したグリーン体は破裂変形しており、このバインダーでは不活性ガス雰囲気での脱脂処理が重要であることが分かりました。

また、窒素ガス中での脱脂は、MIM での成形品など、熱処理による酸化から材料を保護する必要のある非酸化物材料の脱脂処理にも有効です。



図3 脱脂焼結前後の AM 造形体

おわりに

本シートでは、セラミックグリーン体の脱脂用途としての雰囲気式電気炉の活用例を紹介しました。本装置はグリーン体の脱脂用途以外にも、不活性ガス雰囲気下での熱処理や揮発性有機化合物など有機分解ガスの発生が問題となる試料の熱処理にも活用できます。

利用を検討される方は、まずはお気軽にご相談ください。