

単分散シリカ粒子をモデル材料とした 粉末充填構造の違いによる焼結挙動の調査

(豊橋技科大) 飯盛 仁、加藤 知嗣、河村 剛、松田 厚範、武藤 浩行

【緒言】

セラミック材料の特性向上、品質保証において注意すべき点は「緻密化度」である。緻密にすることで、機械的性質や光学特性は向上し、これに対して粗な構造を残すことで断熱性、通気性、大比表面積を有する新たな材料を創製することも可能になる。しかし、従来のセラミック材料の作製プロセスでは粉末同士の機械的な混合操作だけでは、これらの構造を精度良く作製することはできない。例えば、緻密化を目的として添加する焼結助剤、多孔質材料を作製する目的で添加する造孔材が粉末の状態では均一に混合されていない場合、目的とした微構造を導入することが困難となる。そこで本研究では、粒子の静電的な相互作用を利用し複合粒子を作製する方法（静電吸着複合法）を用いて集積複合粒子を作製し、この粒子を出発原料とした材料製造プロセスを提案している。特に、本発表では、焼結性の改善および微構造制御の可能性をについて検討した。

【実験方法】

図1に集積複合粒子を用いた焼結プロセスの模式図を示す。図1(a)では、粒径の異なる二種類の粒子を用いて集積複合粒子を作製し、これを出発原料として焼成した場合、粒径の小さい粒子が効果的に焼結することで焼結特性の改善が期待でき、より緻密なセラミック材料を作製することができる。また、複合粒子の相対粒径比を小さくすることで多孔質材料も設計することが可能である(図1(b))。本研究では、粒径比が大きい単分散シリカ複合粒子をモデル材料として、緻密化に伴う収縮挙動を詳細に検討した。

【結果・考察】

図1(a)に示したコンセプトに基づき緻密化の過程を検討した結果、複合化した微細な粒子が、優先的に融解し緻密化を促進する効果があることが示された。モデル実験により得られたシリカ多結晶材料の微構造を図2に示す。粒径の大きな粒子のみで同様の収縮実験を行った結果(図2(a))と比較して短時間でより緻密な構造(図2(b))を得ることができたことから、集積複合粒子がセラミック材料の焼結に有用であることが示された。

謝辞: 本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)/革新的設計生産技術)の結果得られたものである。

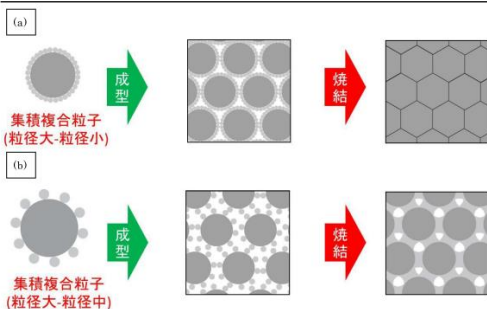


Fig 1. Schematic illustration of novel processing method to control the microstructures

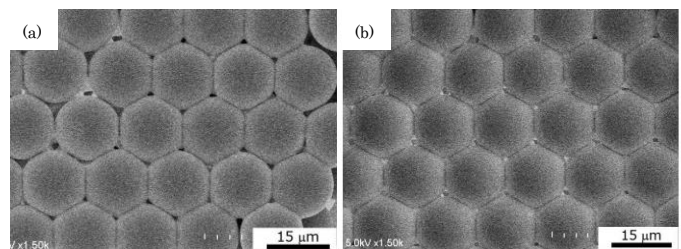


Fig 2. SEM image of microstructures for (a) SiO₂ particles and (b) SiO₂-SiO₂ composite particles sintered at 1350 for 3h, respectively.