

セラミックスの新しい成形法でCO₂も削減

電磁波照射によるセラミック成形技術で環境保護

電磁波の照射によって化学結合する有機分子をバインダーとした、セラミックスの新しい成形方法を開発した。この有機分子を単分子層でセラミックス粒子表面に固定し、電磁波を照射すると粒子同士が強固に結合して成形される。この手法を用いると、従来の方法に比べて有機バインダーの量を半分以下に低減できるので、焼結の際に発生するCO₂ガスの量を大幅に削減できる。

AIST developed a novel process for ceramic molding in collaboration with NGK Insulators Ltd. In the process, less than half amount of organic binder was required compared to the conventional processes. A monolayer of organic binder, which is chemically bonded to surfaces of ceramic particles, was formed. The monolayer acts as a bridge for merging of whole particle assembly. The efficient monolayer use of organic binder reduces the amount of binder utilized, while providing strong bonding between particles due to chemical reactions.

セラミックス産業の現状

セラミックスは、金属やプラスチックに比べて、機械・熱・電磁気特性に優れた材料である。その製造プロセスは、原料粉末を望みの形に成形し、これを加熱して緻密化（焼結）するのが一般的である。成形プロセスでは、成形体の形を保持するために、有機高分子をバインダー（結合剤）として添加する。しかし、このバインダーは焼成過程で加熱分解され、CO₂などの温室効果ガスや有害ガスとして排出される。そのため、バインダー量の削減が重要な課題となっている。われわれは、セラミックスの低環境負荷型製造プロセスの実現を目指しており、その一環として平成15年度より日本ガイシ株式会社との共同研

究を進めている。ここでは、この共同研究で得られた技術について紹介する。

従来のバインダーは原料粒子の表面に吸着し、バインダー同士が緩やかに結合しているに過ぎないため、成形体内のセラミックス粒子はバインダーによって互いに強固に結びついてはなかった。また、バインダーとセラミックス粒子の親和性が低いため、部分的にバインダーの凝集が生じやすく（図1）、良好な成形をして形状を維持するためには、有機バインダーを多量に添加する必要があった。

新形成技術の開発

今回われわれは、セラミックス粒子の表面処理をおこない、バインダー

佐藤 公泰 Kimiyasu Sato
sato.kimiyasu@aist.go.jp
先進製造プロセス研究部門
先進焼結技術研究グループ 研究員

無機物質表面および無機物質 / 有機物質間の界面での現象に注目し、セラミックス材料の低環境負荷型プロセス開発に従事している。有機バインダーの減量・不使用化、高温処理をしないセラミックスプロセスの実現を目指している。

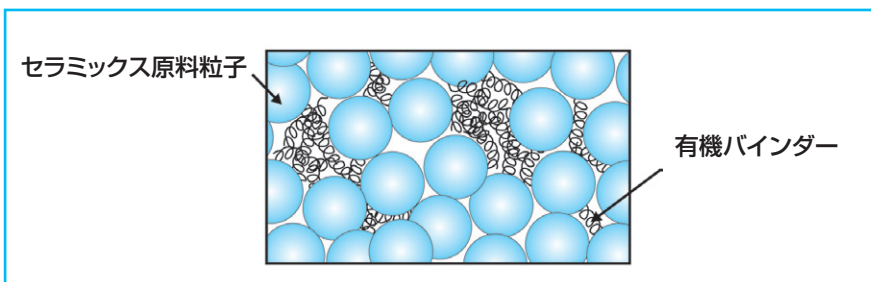


図1 従来の有機バインダー

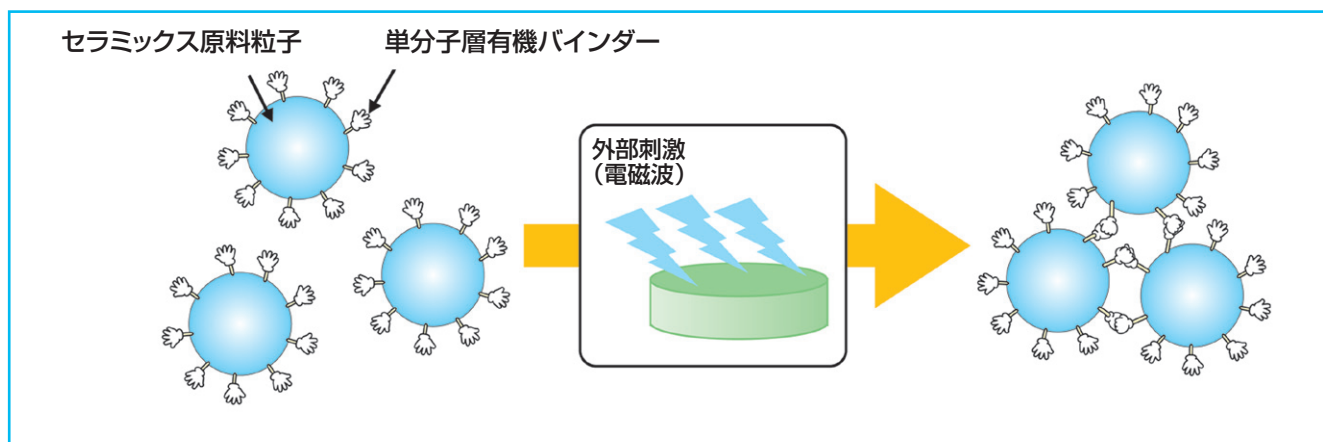


図2 単分子層有機バインダー

となる反応性の高い有機分子をその粒子の表面に単分子層（表面上に分子が1層だけ、2次的に並んだ層）の状態で固定した。この粒子を成形したのち、外部から刺激を与え、単分子層の有機分子同士を相互に化学結合させることで、粒子同士が化学反応によって結合するセラミックス成形体を作製する技術を開発した（図2）。化学結合を誘導する外部刺激としては、電磁波の照射を用いた。粒子表面に単分子層の状態バインダーが固定されているため、部分的なバインダーの凝集も防ぐことができ、バインダーの量の削減を可能とした。

新技術の効果

この手法を用いて、ガラス基板上にセラミックス粒子を固定する実験を試みた。ガラス基板の表面と粒子の表面にそれぞれ有機分子を単分子層にして固定し、電磁波照射によってそれらを結合させると、粒子は凝集を起こすことなく、ガラス基板上に固定されることが確認された（図3）。結合した粒子は、ガラス基板と強固に接着して容易に剥離しなかった。

次に、単分子層の有機バインダー処理を施した粒子からなるセラミックス成形体の作製を試みた。成形体

全体に対して有機物質が占める割合は0.5重量%で、従来のバインダーを用いた際の半分以下であった。さらに、バインダーによる保形性を確認するために、成形体を水中に常温で50日間静置した（図4）。バインダーを含まない成形体は水につけるとすぐに崩壊したが、単分子層の有機バインダー処理を施した成形体は長期にわたってその形状を保持した。

今後の開発展望

セラミックスの低環境負荷型製造プロセスの一環として、粒子の表面処理技術について検討し、粒子表面

の化学的活性の向上によってバインダーの量を低減できる手法を見出した。今後は、汎用性の向上、取り扱いやすさの改善、コストの低減などを目指して、さらに検討を進める。また、この手法によって製造した成形体の、無機・有機複合材料としての応用についても検討していきたい。

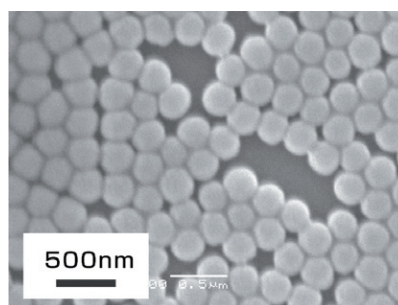


図3 ガラス基板上に固定したセラミックス粒子の走査型顕微鏡写真

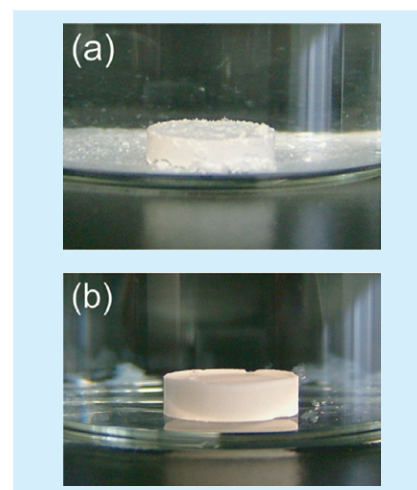


図4 50日間水中に静置したセラミックス成形体 (a) 有機バインダー処理なし (b) 単分子層有機バインダー処理済み(0.5重量%) (a) は水中で崩壊しているのに対し、(b) は形状を維持している。

関連情報：

- 特願 2004-341245 「セラミックス成形体及びその製造方法」（佐藤公泰、堀田裕司、長岡孝明、渡利広司、浅井道博）
- 中日新聞、日刊工業新聞、化学工業日報：2005年1月26日