

随 想

ファインセラミックスの研究開発

奥 田 博*

1. はじめに

近年セラミックスに対する関心が高まっている。しかし、セラミックスは、陶磁器、建築材料、耐火物などとして我々の身近にも古くからある材料である。なぜ、セラミックスがこのように注目されるようになったのであろうか。それには大きく分けて二つの理由があるように思える。その一つはセラミックスに関する学問や技術が進歩し、従来天然原料をそのまま使用していたものが、精製された原料あるいは人工原料が使用されるようになり、成形や焼成にも新しい工夫が加えられ、その性能が極めて向上してきたことである。もう一つの理由は、エレクトロニクスを始め、宇宙・航空機、原子力、新エネルギーなどの最近の先端的な技術において、現在の技術の壁を破るためには、従来の材料にはない特性をもつ新材料が求められ、その対象材料の一つとしてセラミックスが選ばれたためである。

セラミックスは硬くて、耐熱性や耐食性が大きい材料であることは、昔から知られているが、新しい意味の耐熱材料として見直されたのは比較的最近のことである。また、最近の電子材料、光学材料、生体材料などとして新しい性能を持ったセラミックスが出現している。これらの優れた特性を持ったセラミックスをファインセラミックスと呼んでいる。

2. ファインセラミックスの研究開発の現状と展望

ファインセラミックスは若い材料である。最近発見された酸化物高温超伝導体もセラミックスである。このようにファインセラミックスにおいては、元素の組合せにより、まだまだ新しい性能を持った材料が出現する可能性が期待できる。しかし、若いということは、まだ未熟であるということであり、その未熟さを克服して、工業材料としてファインセラミックスを育てることがこれからの重要な課題である。

ファインセラミックスには、電気的、磁氣的、光学的及び化学的な特性を主に利用した機能材料と、機械的、熱的特性を主に利用した構造材料とがある。前者は電子材料などとして早くから使用され、エレクトロニクスの進展とともに大きく発展してきた。一方、後者の構造材

料はその実用化はかなり遅れ、つい最近やつとその入口に達したといえる。

2-1 機能性セラミックス

機能性セラミックスの主体は電子材料であり、最近における電子技術の急速な発展とともに、電子材料用セラミックスもその高性能化、小型化が課題になっている。例えば、超 LSI などに使用されるパッケージなどにおいては、高密度配線による排熱の問題などから、高熱伝導性であり、しかも、絶縁性の高いセラミックスが求められ、窒化アルミニウムや少量の酸化ベリリウムを添加した炭化けい素などの金属に近い熱伝導性と高電気絶縁性をもつたセラミックスの使用が試みられている。その他、コンデンサー、圧電体、バリスター、サーミスター、センサーなどとしての研究も盛んに行われ、新しい技術における材料としての利用が試みられている。

オプトエレクトロニクスへのセラミックスの利用も盛んになっている。セラミックスは本来不透明とされているが、高純度の易焼結性の微粉末を使用し、焼成雰囲気調節することによつて、多くの酸化物系セラミックスが透光性を発現できるようになり、最近では、非酸化物系でも透光性セラミックスが作られるようになった。これらの透光性セラミックスはその光に対する性質とセラミックスのもつ他の機能とを組み合わせることによつて、より新しい機能を発現することができる。例えば、PLZT セラミックスは、その優れた透光性と強誘電性を組み合わせた機能を利用して光シャッター、光バルブなどへの使用が試みられている。

生体用セラミックス、いわゆる、バイオセラミックスは、インプラント材として用いた場合、生体との親和性がよく、生体との反応性も少なく、理想的な生体材料である。現在、主に人工骨や人工歯根として使用されているのは、アルミナセラミックスであるが、最近、骨や歯の無機成分であるハイドロキシアパタイトを合成して使用する試みが行われている。アパタイト系のバイオセラミックスは、骨や歯の代換品としてばかりでなく、経皮端子や人工気管、人工血管などの柔らかい組織の修復材料としての利用の研究開発が行われている。

2-2 構造材料用セラミックスの研究開発の現状

セラミックスが構造材料として着目されたのは、1960年代の終わり頃から始まった高温ガスタービンの耐熱部品への応用からである。それは 1300°C 以上の高温で高い強度を保持する材料として、共有結合性の高いセラミックス材料の探索から始まり、窒化けい素と炭化けい素がその候補材料として選択された。これ以来先進各国においてセラミックガスタービンの研究開発が熱心に進められてきた。また、高温で高強度をもつセラミックスの実現には、高温で安定な組成の選定とそのプロセス技術の完成が重要な要素となり、その方面の研究開発が着実に発展してきた。

* (財)ファインセラミックスセンター試験研究所 所長

表 1 構造材料用セラミックスの応用例

特 性	応 用 製 品
高強度・耐摩耗性・ 低熱膨張収縮性	高精度セラミックス旋盤・工作機械、精密測定器、 伸線ゲージ、摺動機器部品
高強度・耐熱性	ガスタービン部品、ディーゼルエンジン部品、高温 送風器部品、製鋼用機器部品、高温ベアリング
超硬性	研削材、切削工具、研磨材、掘削用ビット、はみ み、ナイフ
潤滑性	軸受け材、高温潤滑材
耐食性・耐摩耗性	理化学用機器、化学工業用機器部品、化学装置の 内張り、原子力関連材料
断熱性	高温窯炉用断熱材、スペースシャトル用タイル
耐熱性	耐熱治具、核融合炉用材料

現時点では、セラミックガスタービンの開発は完成していないが、このような高温高強度セラミックスの研究開発の進展は、セラミックスに従来にない新たな用途を開いた。すなわち、それらの耐摩耗性、硬さ、化学的安定性などを利用して、各種工作機械の部品、ディーゼルエンジン部品、ベアリング、製鋼用機械部品などとしての使用が試みられている。表1に構造材料用セラミックスの応用例を示す。

しかし、ファインセラミックスが、構造材料用セラミックスとして使用されるためには、まだ多くの技術的な問題点の解決に努力しなければならない。その問題点の最大のものは、脆性材料としての信頼性の確保と製品コストの削減である。セラミックスの破壊に対する信頼性の確保のためには、その寿命予測と欠陥検出技術の確立が必要である。これには保証試験と非破壊試験とが重要になるが、これらの技術はまだ確立されているとはいえない。特に、非破壊試験は今後のファインセラミックスの信頼性の確保のためには不可決なものである。その技術の開発が急がれている。ただ、ファインセラミックスの非破壊試験は、金属に比べ2桁小さい欠陥を検出せねばならないので、各種の非破壊試験技術の改良、高性能化とともに、それら各種の技術を組み合わせたシステム化した検出方法が必要になる。

また、ファインセラミックスの靱性の改善による信頼性の向上が求められているが、これにはジルコニアなどの相転移を利用する方法と、繊維による強化方法とがあ

る。ジルコニアの正方晶と単斜晶との間の相転移を利用することによる靱性の改善はある程度進んでいるが、まだまだ不十分である。繊維強化セラミックスは、まだ基礎的研究の段階である。一方、ファインセラミックスのコストの低減のためには、その製造技術を見直す必要がある。それには従来の技術についてばかりでなく、新規なセラミックスの製造技術の導入を含めて考えていかねばならないだろう。すなわち、従来技術だけではそのコストダウンには限界があるものと思えるので、新しい技術を開発することによつて、大幅なコストダウンを達成しようとするものである。これらの新技術の芽はいくらかすでに出ていると思われる。例えば、有機質結合材をほとんど使用しない成形法、超臨界ガスを用いた有機質結合材などの迅速除去法、加圧自己燃焼法によるファインセラミックスの合成同時焼結、超塑性加工法などがある。これらの新しいプロセスは、まだ開発の緒についたばかりで、今後さらに検討しなければならない点が多い。

3. ファインセラミックスセンターの設立とその業務

財団法人ファインセラミックスセンター (JFCC) は、このようなファインセラミックスの技術基盤の整備という国家的な要請を受け、産・学・官の協力体制の下に、ファインセラミックスの研究開発を中心に、標準化の推進と評価試験、データバンキングと情報サービス、中小企業への技術指導、ファインセラミックスの啓蒙普及、国際協力などを主要な業務として、昭和60年5月に名古屋に設立された。そして昭和62年4月には熱田神宮の近くに17505 m²の敷地に、試験研究棟、実験棟、事務棟など合計約10870 m²の建物を建て試験研究員53名(その他の部門を含めて計80名)を擁し、活動を開始している。また、試験研究設備もファインセラミックスの研究を遂行する上で必要な最新鋭機器をほぼ揃え、さらに今後実施する各種試験研究に必要な設備を逐次導入する計画である。

JFCCは、ファインセラミックスに対する産業界の大きな期待にこたえるために最大の努力を払っていきたいと考えている。今後とも皆様方からの暖かいご支援をお願いしてやまない。