

Title	Wear Mechanism of Al ₂ O ₃ /SiC Nanocomposites
Author(s)	金, 成浩
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45816
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	金成浩
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19458 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科物質化学専攻
学位論文名	Wear Mechanism of Al ₂ O ₃ /SiC Nanocomposites (アルミナ/炭化ケイ素ナノコンポジットの摩耗メカニズムに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 新原 皓一 (副査) 教授 甲斐 泰 教授 小松 満男 教授 平尾 俊一 教授 大島 巧 教授 今中 信人 教授 桑畑 進 教授 町田 憲一 教授 田川 精一 教授 宇山 浩

論文内容の要旨

本研究ではアルミナ/炭化ケイ素ナノコンポジットの摩耗メカニズムの解明を試みた。炭化ケイ素の添加量および焼結温度を変化させて作製したナノコンポジットを用い、炭化ケイ素の添加量、焼結温度に対する微細構造、潤滑条件および第二相の形状が、摩耗挙動に与える影響について研究した。以下に得られた主な成果をまとめる。

第 1 章では、本論文の背景、目的および構成について記した。

第 2 章では、炭化ケイ素の添加量および摩耗試験の条件における摩耗挙動について研究した。炭化ケイ素の添加量に関係なく、焼結体の摩耗挙動は主にアプレシブ摩耗であった。アルミナ単相の場合、粒界におけるクラックの発生および進行により、摩耗量が大きな値を示した。ナノコンポジットでは、炭化ケイ素の添加量が増加するにつれ、**pitting** が次第に増加するが、摩耗量はアルミナ単相よりも低かった。摩耗試験の条件により、異なった摩耗挙動が観察された。荷重に対する試料の摩耗挙動は破壊挙動と関係があった。アルミナ単相とナノコンポジットは違う破壊挙動を示すため、摩耗量に差が現れた。速度に対する摩耗挙動では疲労破壊が観察された。

第 3 章では、異なる焼結温度で作製したサンプルの微細構造に対する摩耗挙動に関して研究した。ナノコンポジットの摩耗量は、炭化ケイ素の添加量よりも、アルミナ粒径に強く依存した。アルミナ粒子サイズが一定のとき、摩耗挙動は硬度および破壊靱性に依存した。同じ添加量の炭化ケイ素を含むナノコンポジットにおいて、焼結温度の高い物ほど、アルミナ粒径が大きいため、初期摩擦からの安定化時間が長くなることがわかった。

第 4 章では、潤滑条件における摩耗挙動の変化を調べた。水中では、アルミナは水と反応して水酸化アルミニウムを形成した。表面で水酸化物が形成すると摩擦係数は低下するが、摩耗実験中に徐々に除去されるため、摩擦係数はあまり低下しなかった。パラフィンオイルは試料と反応せず、水と比べて高い粘度を持つため、200 N の高い荷重でもナノコンポジットの摩耗量と摩擦係数は低かった。

第 5 章では、第二相粒子の形状およびサイズが摩耗挙動に与える影響について研究した。第二相粒子の形状およびサイズにより微細構造および破壊挙動が変化した。最も小さいナノ粒子が添加されたナノコンポジットの摩耗に関しては、**pitting** が他の試料に比べてより多く観察された。これよりも大きいサイズのナノ粒子が添加されたナノコンポ

ジットの摩耗挙動は典型的なアブレシブ摩耗を示した。ミクロンサイズ板状粒子またはウィスカーが添加されたマイクロコンポジットでは、主に **grain pull-out** や **chipping** が観察された。

第6章では、本研究を総括し、主要な結果についてまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文では、炭化ケイ素添加量および焼結温度の異なるアルミナ/炭化ケイ素ナノコンポジットを作製し、微細構造、潤滑条件、第二相形状が摩耗挙動に与える影響を明らかにすることによって、摩耗メカニズムの解明に成功している。主な結果を要約すると以下のとおりである。

(1)炭化ケイ素添加量の異なるアルミナ/炭化ケイ素ナノコンポジットの摩耗試験から、アルミナ単相の摩耗が粒界におけるクラックの発生および伝搬に支配されるのに対し、ナノコンポジットでは炭化ケイ素添加量にかかわらず主にアブレシブ摩耗であることを確認している。また、ナノコンポジットでは炭化ケイ素添加量の増加と共に、**pitting**が増加するものの、摩耗量はアルミナ単相よりも減少することを発見している。

(2)摩耗試験荷重および速度を変化させて摩耗試験を行うことにより、荷重変化に対する摩耗挙動は破壊挙動と、また速度に対する摩耗挙動は疲労破壊と関係があることを明らかにしている。

(3)焼結温度を変化させて微細構造の異なるサンプルを作製し、摩耗挙動に与える影響を調べることにより、ナノコンポジットの摩耗量は、炭化ケイ素の添加量よりも、アルミナ粒径に強く依存し、アルミナ粒子サイズが一定のときは、硬度および破壊靱性に依存することを明らかにしている。また、同じ炭化ケイ素添加量を含むナノコンポジットでは、アルミナ粒径が大きいものほど、初期摩擦からの安定化時間が長くなることも発見している。

(4)潤滑条件による摩耗挙動の変化を調べるために、水またはパラフィンオイル中で摩耗試験を行い、水中での試験ではアルミナは水と反応して表面に水酸化アルミニウムを形成し、摩擦係数は低下するが、本研究のように高荷重の摩耗試験では、試験中に生成した水酸化アルミニウムが徐々に除去されるため、摩擦係数はアルミナ単相およびナノコンポジットとも無潤滑条件のときとあまり変化しないという知見を得ている。

(5)第二相粒子としての炭化ケイ素の形状およびサイズが摩耗挙動に与える影響について研究し、ナノコンポジットでは典型的なアブレシブ摩耗であり、さらに大きなミクロンサイズ板状粒子またはウィスカーが添加されたマイクロコンポジットでは、主に **grain pull-out** や **chipping** が支配的な摩耗メカニズムであることを解明している。

以上のように、本論文では微細組織および組成の異なる多くのアルミナ/炭化ケイ素ナノコンポジットを作製し、その摩耗特性を様々な条件で評価することによって、その摩耗メカニズムを解明している。本研究で得られた多くの知見は、物質化学、材料工学、複合材料工学の確立に大きく貢献するばかりでなく、セラミックスの実用化および新しい応用分野の開拓にも多大な貢献をするものである。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。