

# マイクロディンプルパターニングによるセラミックス摺動面の 摩擦低減に関する研究

和久田 学

## 論文の内容の要旨

トセラミックス材料は、高強度・耐摩耗性などの優れた機械特性のために摺動部材としての可能性が期待されている。一方で、金属摺動部品の表面に微小なディンプルを配置すると摺動特性が向上することが知られており、いくつかの事例が報告されている。そこで本研究では、セラミックスの表面にマイクロディンプルをパターニングすることによって、摩擦摺動特性を向上させることを試みた。硬質微細砥粒を高速噴射することによってマイクロディンプルを形成するアブレイシブジェット加工(abrasive jet machining, AJM)に着目し、AJMによるセラミックスの加工特性、およびマイクロディンプルパターニングされたセラミックスの摺動特性を明らかにすることを目的とした。

第1章には、本研究の背景と関連する従来の研究を概説した。

第2章では、AJMによるセラミックス材料の加工性を理論と実験の両面から評価した。噴射砥粒の硬度が低い場合に対しては粒子の押し込みによる塑性変形に基づいたモデル式を、高硬度砥粒に対してはラテラルクラック発生によるぜい性破壊型の材料除去を前提としたモデル式を導いた。これらの式は工作物の硬度や破壊じん性などの物性値の関数で表現され、実験結果の傾向は定性的にはこれらのモデル式と一致した。また、噴射砥材の速度とサイズの影響についても理論式と実験結果の傾向がほぼ一致することを明らかにした。

第3章では、第2章の実験で特徴的な加工性を示したアルミナセラミックスを加工対象として、各種噴射砥粒の衝突に対する工作物表面の変化を詳細に調べた結果を述べた。特にGC砥粒を用いた場合に例外的に平滑な表面性状を呈し、工作物表面のきわめて浅い範囲に微細化した結晶層が形成されていることを見出した。その結果として、セラミックスの強度が向上することを示した。

第4章には、AJMによる材料強度低下についての実験検討結果を述べた。微視的なぜい性破壊の集積によって材料除去が進行するために強度への悪影響が懸念されたが、加工によって導入される欠陥は材料自身の潜在クラックよりも小規模であり、強度低下にはつながらないことを明らかにした。また、ディンプルパターニング面においても応力集中による強度低下は生じていないことを確認し、AJMが摺動特性向上を目的としたマイクロ加工法として活用できることを実証した。

第5章では、マイクロディンプルをパターニングしたセラミックス材の摺動特性を、自動車エンジンの動弁系機構をモデル化したピン・オン・ディスク試験によって評価した。過酷な条件である境界潤滑状態での摩擦摺動実験により、ディンプルの配置を適正化すると直接接触部の潤滑性能が

向上し、デインプルのない平滑面と比較して約20%の摩擦係数低減が達成されることを明らかにした。

第6章に、結論として各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約した。

以上