

審査の結果の要旨

氏 名 周 文 軍

「非水分散媒を用いたマルチボディー研磨法の開発に関する研究」と題する本論文は、鏡面加工を目的とした新しい研磨技術の開発に関する論文である。従来の鏡面研磨においては研磨パッドと呼ばれる弾性体の工具が用いられており、そのため加工特性が経時的に変化する、形状精度が悪いなどの問題点が指摘されていた。これに対して、ごく最近になって水系スラリーでポリマ微粒子を用いる複合粒子研磨法と言う研磨技術が提案された。砥粒がポリマ微粒子に界面的相互作用で吸着し、ポリマ微粒子がミクロな研磨パッドの役割を行うために、動き回る研磨パッドという状態になり、平均化効果で形状精度が改善され、またポリマ微粒子は循環して使用されるために経時変化も克服された。吸着による「複合粒子」が存在するスラリー分散系の形成には、粒子表面の電荷効果が大きな決める因子である。油系スラリーでは、非極性の分散媒を使用するため、粒子間の静電相互作用が小さく、あるいはその電荷効果が寄与しないため、同様な研磨法が成立するかどうか不明である。本研究は油系スラリーにおいて複合粒子研磨法が成立する条件を明確にしたものである。また、加工域に付加する第4の固体の役割を拡張し、種々の役割を担ったメディア粒子を導入した新しい研磨技術であるマルチボディー研磨法を提案し、今までの研磨にはない新しい機能を付加した研磨技術が確立できることを実証している。

本論文は全9章から成り立っており、第1章「緒論」においては、鏡面研磨技術の現状と問題点を整理し、油や高粘度のペースト状有機溶媒等の非水分散媒を用いた研磨技術の特徴について解説している。

第2章「油系スラリーを用いた複合粒子研磨法の可能性に関する検討」では、まず研磨の加工域に4種類以上の固体が存在するマルチボディー研磨法を提案し、4-Body研磨法の代表的な一つである複合粒子研磨法が油系スラリーを用いた場合にも成立することを確認し、ミクロな研磨パッドとして作用するポリマ微粒子に砥粒が吸着するメカニズムについて明らかにしている。

第3章「油系スラリーを用いた複合粒子研磨法に適する分散媒に関する検討」では、分散媒の役割について明確にし、砥粒やキャリア粒子（砥粒を吸着するポリマ微粒子）に親和性が高く安定に分散させる能力が高いことが必要であり、その能力を高める添加剤とし

て脂肪油が適しており，この添加剤は砥粒とキャリア粒子の吸着を阻害しないことが重要であることを明らかにしている．

第 4 章「油系スラリーを用いた複合粒子研磨法に適するキャリア粒子と砥粒に関する検討」では，砥粒がキャリア粒子に吸着し，研磨抵抗に抗して保持されるためには，砥粒とキャリア粒子に最適な粒径比が存在し，濃度比にも最適値が存在することを明確にしている．またキャリア粒子はマイクロパッドのほかに，工具と工作物間でスペーサとして作用するため，傷のない研磨を実現するにはキャリア粒子に最適な硬度が存在することを示している．

第 5 章「油系スラリーを用いた複合粒子研磨法に適する工具プレートに関する検討」では，キャリア粒子の保持と，スクラッチを発生させないためには工具プレート表面は柔らかい樹脂であることが望まれるが，耐摩耗性の向上，特に高い加工面うねり精度を得るためには高い硬度が必要であることを明確にしている．また，工具プレート表面は分散媒に対して良好な親和性が必要であることも明らかにしている．

第 6 章「油系スラリーを用いた複合粒子研磨法での加工面縁形状に関する検討」では，複合粒子研磨法の特徴である加工面縁形状の改善が油系スラリーの場合にも観察されること，キャリア粒子の工具プレート上での動き易さが，その縁形状の改善に大きく影響することを見出している．

第 7 章「工具プレートの長寿命化を目指す 5-Body 研磨法の開発」では，複合粒子研磨法に第 5 の要素を加えることにより工具プレートの寿命を改善することができること，この第 5 の要素としては分散媒への濡れ性がよく，砥粒のキャリア粒子への付着を阻害せず，キャリア粒子の動きを立体障害効果で制御できる異形の金属石鹸微粒子が効果的であることを見出している．

第 8 章「研磨ペーストを用いた 4-Body 研磨法の開発に関する検討」では，高い粘度の有機溶媒を分散媒とする研磨ペーストの場合には，第 4 の要素として砥粒よりわずかに粒径が小さいポリマ微粒子（メディア粒子）を用いることで研磨ペーストの長期保存を可能にし，スクラッチの発生を抑えることができることを明らかにしている．

第 9 章「結論」では，以上の成果をまとめている．本論文は鏡面研磨の分野に新しい概念の研磨技術を提案するものであり，その実用性から社会に与える影響は多大である．また，その研磨法を実現するために必要となる事項を工学的に明らかにしており，制御因子の多いマルチボディー研磨工学という新しい学問分野を創成するものであり，その価値は非常に高い．

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。